

COMUNE DI MONTORIO AL VOMANO

Provincia di TERAMO



FUTURA



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero dell'Istruzione
e del Merito

LA SCUOLA PER L'ITALIA DI DOMANI



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

Oggetto

PNRR M4-C1-I1.1-D.M. n. 51 del 17/03/2025 – NUOVA COSTRUZIONE PER NUOVO AMPLIAMENTO FUNZIONALMENTE AUTONOMO E STRUTTURALMENTE INDIPENDENTE DELL'ASILO NIDO COMUNALE "NONNA PAPERÀ".

Data

Settembre 2025

Tavola

C_01b

Committente

Comune di Montorio al Vomano

Scala

Oggetto tavola

**Relazione di calcolo delle strutture
OPERE IN LEGNO**

Progettistazione esecutiva - D.L. - C.S.P. - C.S.E.

Ing. Leonardo Rigazzi

R.U.P. - Responsabile Unico del Procedimento

Ing. Federica Di Carlo

Comune di Montorio al Vomano

Via Poliseo de Angelis, 24, 64046 Montorio Al Vomano TE

Progettista impianti antincendio

Ing. Del Nunzio Pierpaolo

Revisione n. --- del --.---.----

☐ Progetto di fattibilità tec. ed economica

☒ Progetto esecutivo

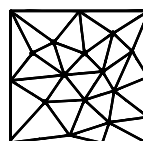
☐ Perizia di variante

☐ As-built



Ing. LEONARDO RIGAZZI

Via del teatro 8 | 64032
Atri (TE) - Italia
+39 328 1934888
leonardo.rigazzi@gmail.com
P. IVA 02007670678



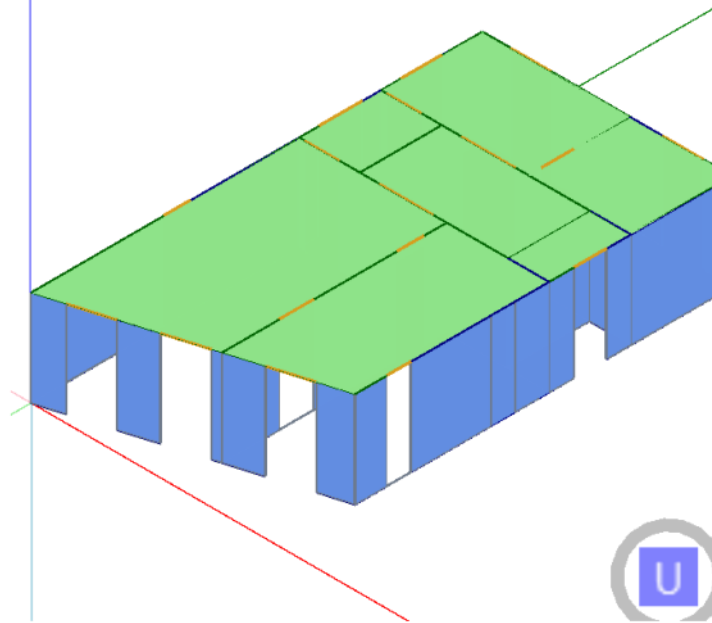
**Del Nunzio
Pierpaolo**
INGEGNERE CIVILE

Ing. DEL NUNZIO PIERPAOLO

Via Ippolito Nievo 18/B | 64021
Giulianova (TE) - Italia
+39 349 4420654
delnunziopierpaolo@gmail.com
P. IVA 01691130676

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Calcolo strutture in legno



Progetto: Realizzazione nuovo asilo

Località:

Indirizzo:

Comune di: Montorio al Vomano

Provincia: Teramo

Committente:

Comune di Montorio al Vomano

Impresa costruttrice:

Progettista delle strutture in legno:

Ing. Leonardo Rigazzi

Data: martedì 2 settembre 2025

Quadro normativo di riferimento

1. Legge n. 1086 del 05.11.1971

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

2. Legge n. 64 del 02.02.1974

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche

3. D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018

Norme tecniche per le costruzioni

4. Circolare 21 gennaio 2019 n. 7

Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al D.M. 17 gennaio 2018

5. UNI EN 1993-1-1 – Eurocodice 3

Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali, regole comuni e regole per gli edifici

6. UNI EN 1993-1-5 – Eurocodice 3

Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-5: Elementi strutturali a lastra

7. UNI EN 1993-1-8 – Eurocodice 3

Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progetto dei giunti

8. UNI EN 1995-1-1 – Eurocodice 5

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

9. UNI EN 1995-1-2 – Eurocodice 5

Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-2: Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio

10. UNI EN 338

Legno strutturale classi di resistenza

11. UNI EN 14080

Strutture di legno - Legno lamellare incollato e legno massiccio incollato - Requisiti

12. UNI EN 10025

Prodotti laminati a caldo per impieghi strutturale

Descrizione generale dell'opera

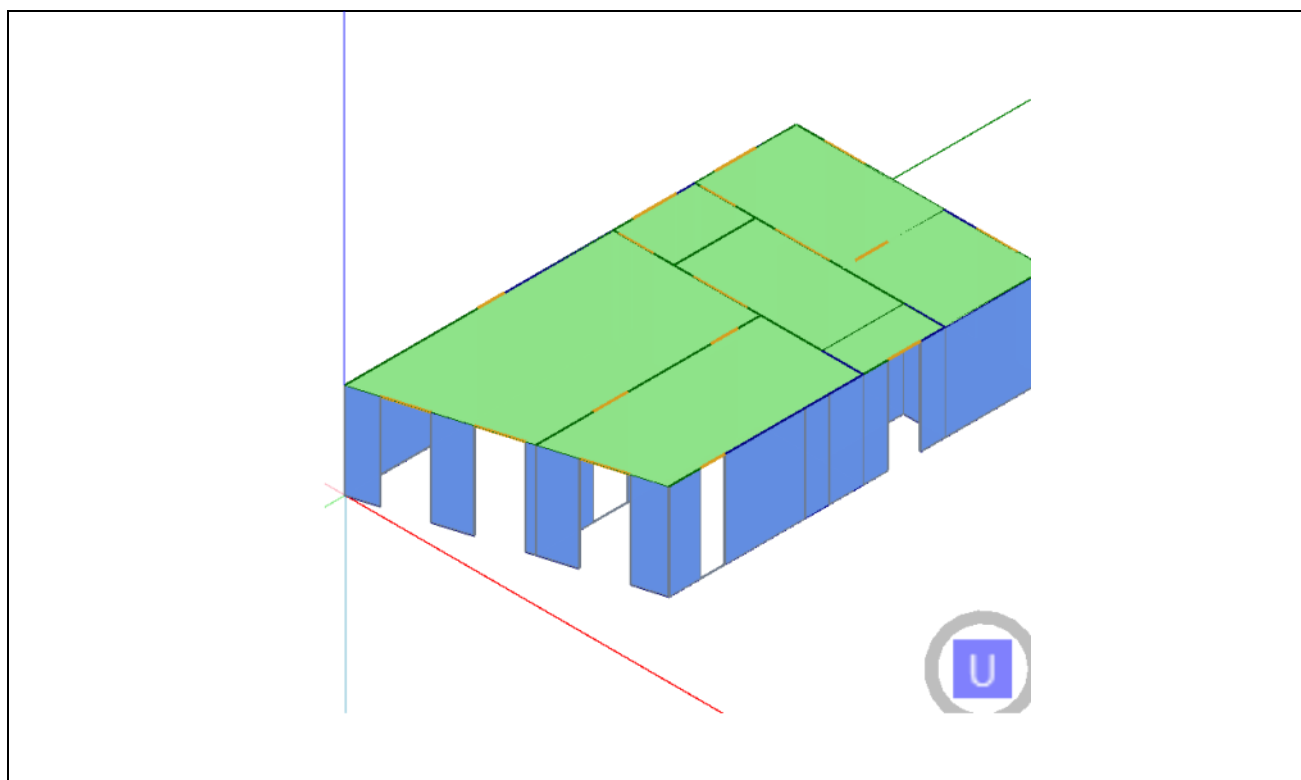
Ubicazione

Regione: Abruzzo
Provincia: Teramo
Città: Montorio al Vomano
Località:
Indirizzo:
Latitudine: 42,581052701138°
Longitudine: 13,6232810894966°
Quota s.l.m.: 267 m

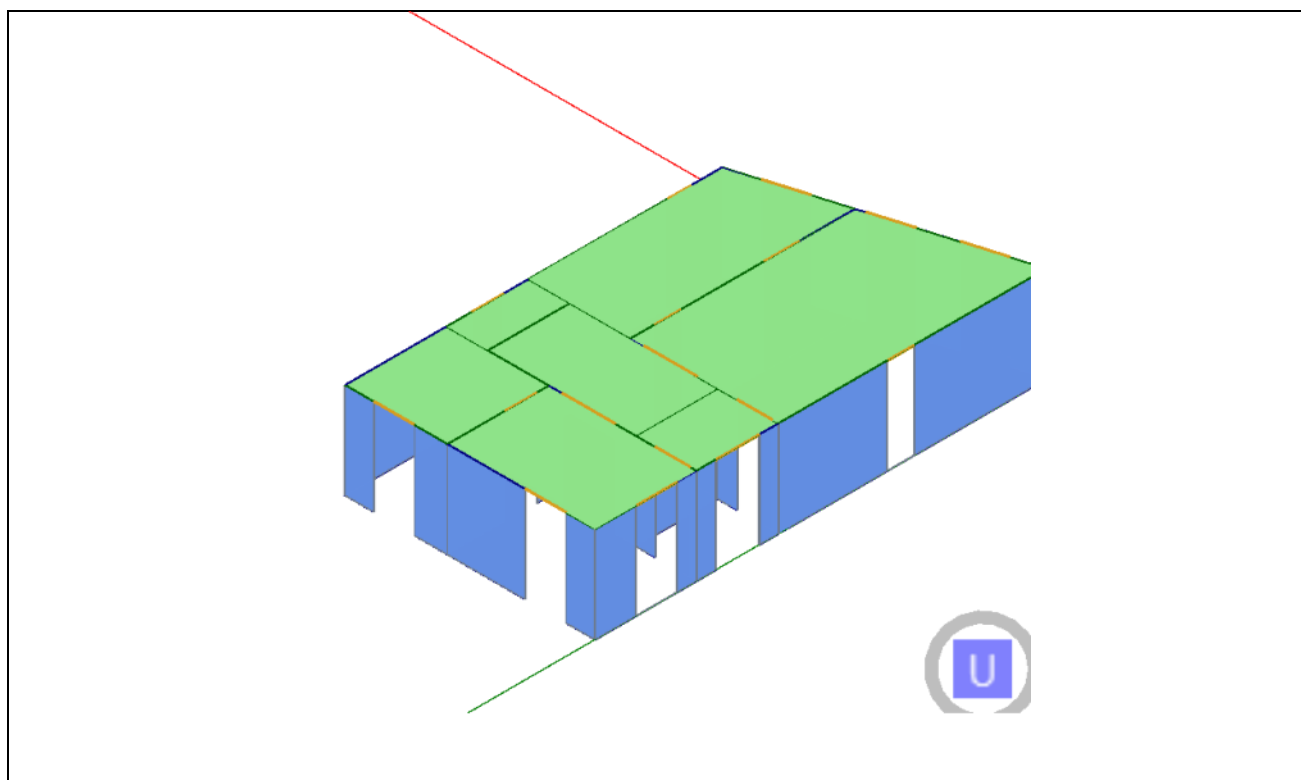
Descrizione

Lunghezza: 16,53 m
Larghezza: 9,15 m
Altezza: 3,5 m

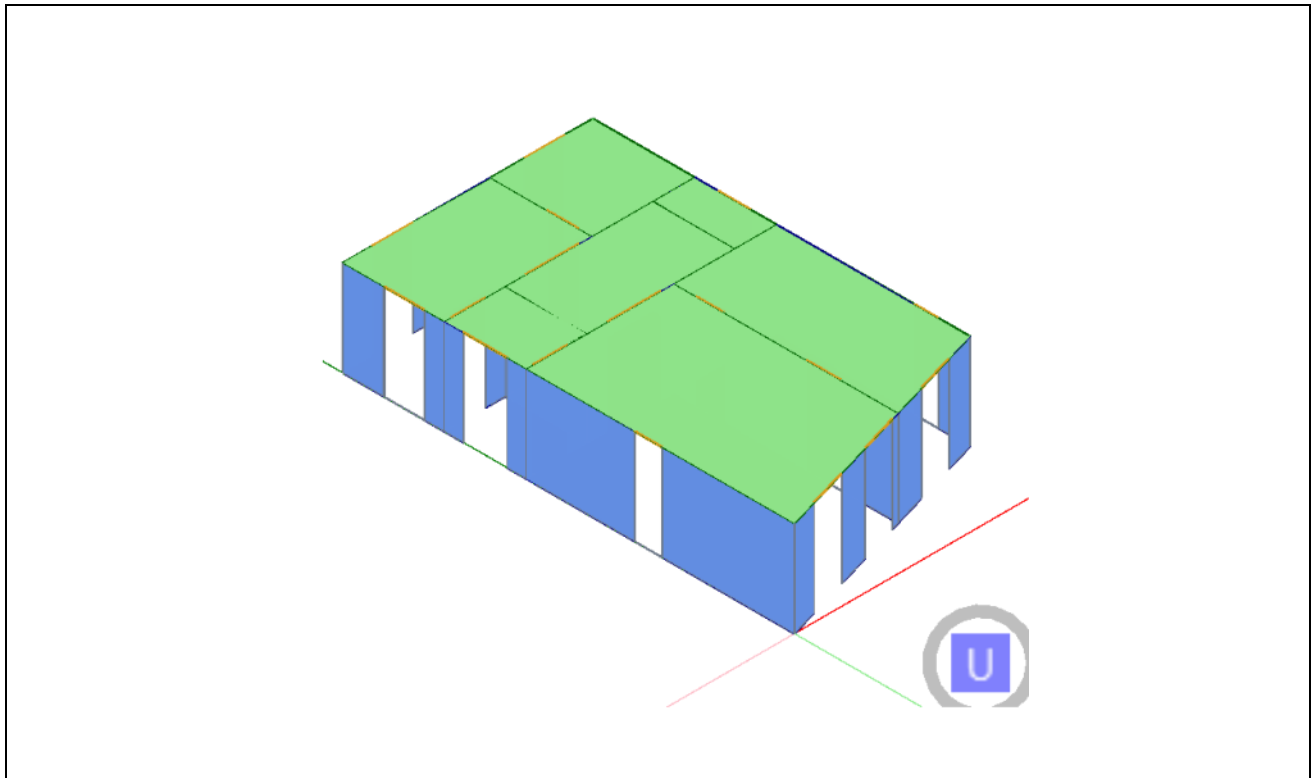
Vista tridimensionale Sud-Est



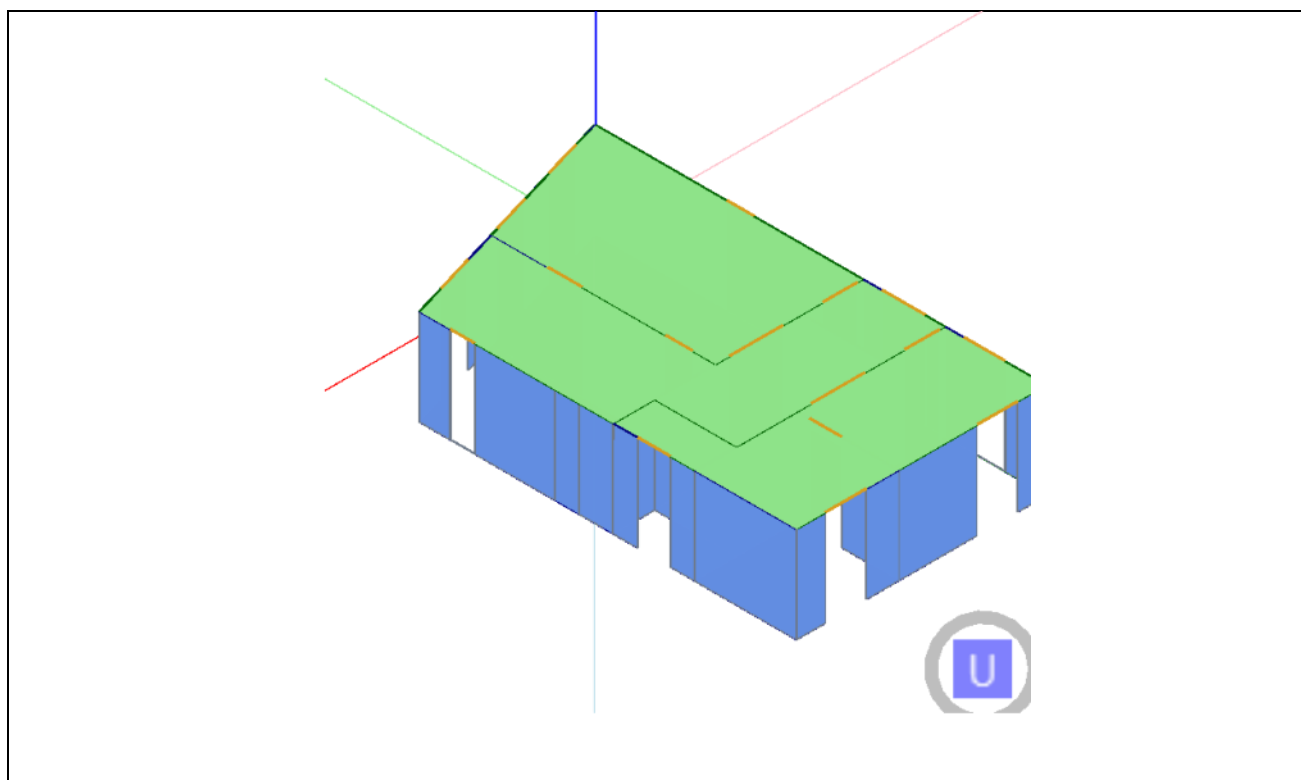
Vista tridimensionale Nord-Ovest



Vista tridimensionale Sud-Ovest



Vista tridimensionale Nord-Est



Codice di calcolo utilizzato

Caratteristiche del codice di calcolo

Il software utilizzato è *Timber Tech Buildings*, sviluppato da Timber Tech srl - Università degli Studi di Trento.

Specifiche tecniche

| | |
|-------------|-------------------------------|
| Titolo: | TimberTech Buildings |
| Produttore: | TimberTech srl |
| | Via della Villa, 22/A |
| | I-38123 – Trento (TN) – Italy |
| Versione: | 109 |

Materiali

Materiali legno

I materiali previsti nel progetto sono elencati nelle seguenti tabelle.

| Descr. | Descrizione |
|------------------|---|
| $f_{m,k}$ | Resistenza caratteristica a flessione |
| $f_{t,0,k}$ | Resistenza a trazione parallela alla fibratura |
| $f_{t,90,k}$ | Resistenza a trazione ortogonale alla fibratura |
| $f_{c,0,k}$ | Resistenza a compressione parallela alla fibratura |
| $f_{c,90,k}$ | Resistenza a compressione ortogonale alla fibratura |
| $f_{v,k}$ | Resistenza a taglio |
| $E_{0,mean}$ | Modulo elastico medio parallelo alla fibratura |
| $E_{0,05}$ | Modulo elastico caratteristico parallelo alla fibratura |
| $E_{90,mean}$ | Modulo elastico medio ortogonale alla fibratura |
| G_{mean} | Modulo di taglio |
| ρ_k | Massa volumica |
| $f_{v,k,lastra}$ | Resistenza a taglio del pannello XLAM a lastra |
| $f_{R,k}$ | Resistenza a taglio per rolling shear |
| $f_{T,k}$ | Resistenza torsione incroci del pannello XLAM |
| $G_{R,mean}$ | Modulo di taglio per rolling shear |

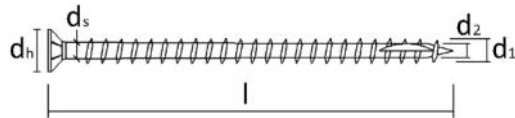
Legno lamellare omogeneo

| Descr. | $f_{m,k}$ [MPa] | $f_{t,0,k}$ [MPa] | $f_{t,90,k}$ [MPa] | $f_{c,0,k}$ [MPa] | $f_{c,90,k}$ [MPa] | $f_{v,k}$ [MPa] | $E_{0,mean}$ [MPa] | $E_{0,05}$ [MPa] | $E_{90,mean}$ [MPa] | G_{mean} [MPa] | ρ_k [kg/m³] |
|------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| GL 24h - EN 1194 | 24 | 16,5 | 0,4 | 24 | 2,7 | 2,7 | 11600 | 9400 | 390 | 720 | 380 |

XLAM

| Descr | $f_{m,k}$ [MPa] | $f_{t,0,k}$ [MPa] | $f_{t,90,k}$ [MPa] | $f_{c,0,k}$ [MPa] | $f_{c,90,k}$ [MPa] | $f_{v,k,piast}$ [MPa] | $f_{R,k}$ [MPa] | $f_{v,k,lastr}$ [MPa] | $f_{T,k}$ [MPa] | $E_{0,mean}$ [MPa] | $E_{0,05}$ [MPa] | $E_{90,mean}$ [MPa] | G_{mean} [MPa] | $G_{R,mean}$ [MPa] | ρ_k [kg/m³] |
|-----------|--------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| C 24 XLAM | 24 | 14,5 | 0,4 | 21 | 2,5 | 4 | 0,8 | 4 | 2,5 | 11000 | 7400 | 370 | 690 | 50 | 350 |

Viti tutto filetto



| Produttore | Codice | Descr. | Tipologia | l [mm] | l_t [mm] | d_1 [mm] | d_2 [mm] | d_h [mm] |
|-------------|---------|-------------|------------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Rotho Blaas | VGZ7120 | VGZ 7 x 120 | Testa cilindrica | 120 | 100 | 7 | 4,6 | 9,5 |

Ancoranti per c.a.

| Produttore | Codice barra filettata / tassello | Descr. barra filettata / tassello | Codice ancorante chimico | Descr. ancorante chimico |
|--------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Borga Italia | 3015 05160235 | Barra filettata - 5.8 - M16 x 235 | 3015 01010400 | Resina epossidica ETA 11/0344 |
| Borga Italia | 2000 03012000 | Barra filettata - 8.8 - M12 | 3015 01010400 | Resina epossidica ETA 11/0344 |

Metodo di calcolo e modello numerico

Descrizione del modello

Schema strutturale adottato per i diversi elementi

Le pareti sono vincolate alla base mediante sistemi di connessione in grado di trasmettere sia le azioni nel piano della parete che quelle ortogonali ad essa.

Qualora nel calcolo della risposta di un edificio all'azione sismica alcuni elementi strutturali siano considerati "secondari", sia la rigidezza che la resistenza di tali elementi vengono ignorate nell'analisi della risposta ad azioni orizzontali e gli stessi vengono progettati per resistere ai soli carichi verticali. Tali elementi devono essere in grado di assorbire le deformazioni della struttura soggetta all'azione sismica di progetto, mantenendo la capacità portante nei confronti dei carichi verticali: pertanto, limitatamente al soddisfacimento di tale requisito, agli elementi "secondari" si applicano i particolari costruttivi definiti per gli elementi strutturali. Nel modello tali elementi vengono rappresentati unicamente in termini di massa.

Valutazione delle sollecitazioni sugli angolari resistenti a trazione (hold-down o nastri forati)

Le pareti sono vincolate alla base mediante una serie di sistemi di fissaggio costituiti da angolari, viti e/o tasselli che impediscono la traslazione trasversale della parete. Inoltre per impedire la rotazione nel piano della parete si dispongono degli hold-down o delle piastre chiodate alle estremità della stessa allo scopo di assorbire la forza di trazione che nasce in prossimità del lato che tende a sollevarsi. Tale forza di trazione è qui valutata sulla base del momento flettente M_{3-3} agente nel piano della parete, tenendo anche conto del carico assiale verticale N . Quest'ultimo agisce sulla parete offrendo un contributo stabilizzante nei confronti del ribaltamento. La forza di trazione che sollecita ogni ancoraggio è data dalla seguente espressione

$$T = \begin{cases} \left(\frac{M_{3-3}}{b} - \frac{N}{2} \right) \cdot \frac{1}{n_{anc}} & \text{se l'hold-down è attivo} \\ 0 & \text{se l'hold-down non è attivo} \end{cases}$$

in cui:

b è il braccio della coppia interna;

N è il carico assiale verticale agente sulla parete;

M_{3-3} è il momento agente nel piano della parete;

n_{anc} è il numero di ancoraggi presenti ad ogni estremità della parete.

La prima espressione si riferisce al caso in cui l'ancoraggio contribuisce attivamente ad evitare il ribaltamento della parete ed è quindi soggetto a trazione, la seconda espressione, al contrario, è relativa al caso in cui il carico verticale è sufficiente ad evitare il ribaltamento.

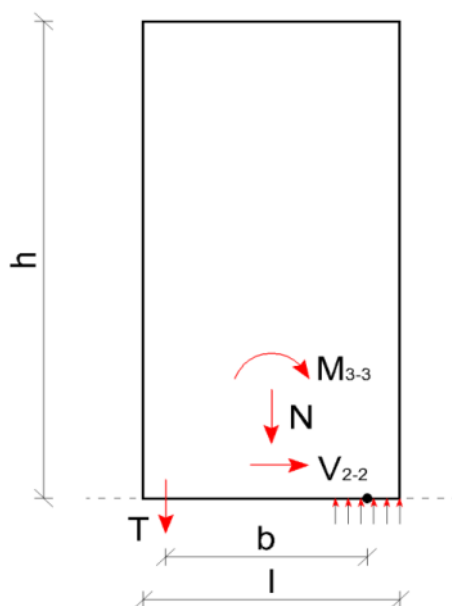


Figura: Modello di calcolo della sollecitazione di trazione sugli hold-down o nastri chiodati

Elementi strutturali

Nella seguente tabella si riportano le posizioni delle singole pareti. Le ultime quattro colonne riportano le coordinate degli estremi di ogni parete.

X1 e Y1 indicano le coordinate del punto iniziale della parete

X2 e Y2 indicano le coordinate del punto finale della parete

| Nome parete | Tipologia di parete | Elemento resistente alle azioni orizzontali | Altezza [m] | Lunghezza [m] | Quota [m] | X1 [m] | Y1 [m] | X2 [m] | Y2 [m] |
|-------------|---------------------|---|-------------|---------------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| Parete 13 | XLAM | No | 3,5 | 0,44 | 0 | 5,4 | 12,82 | 5,4 | 13,26 |
| Parete 16 | XLAM | Si | 3,5 | 1,05 | 0 | 8,1 | 16,53 | 9,15 | 16,53 |
| Parete 20 | XLAM | Si | 3,5 | 3 | 0 | 2,22 | 12,82 | 2,22 | 9,82 |
| Parete 25 | XLAM | Si | 3,5 | 3 | 0 | 7,63 | 9,82 | 7,63 | 12,82 |
| Parete 29 | XLAM | Si | 3,5 | 0,84 | 0 | 5,4 | 9,82 | 5,4 | 8,985 |
| Parete 30 | XLAM | Si | 3,5 | 5,96 | 0 | 9,15 | 10,72 | 9,15 | 4,76 |
| Parete 31 | XLAM | Si | 3,5 | 3,04 | 0 | 5,4 | 7,985 | 5,4 | 4,95 |
| Parete 32 | XLAM | Si | 3,5 | 1,15 | 0 | 9,15 | 2,72 | 8,05 | 2,4 |
| Parete 35 | XLAM | Si | 3,5 | 1,27 | 0 | 3,66 | 1,09 | 2,44 | 0,72 |
| Parete 36 | XLAM | Si | 3,5 | 1,04 | 0 | 1 | 0,3 | 0 | 0 |
| Parete 37 | XLAM | Si | 3,5 | 1,44 | 0 | 2,94 | 9,82 | 1,5 | 9,82 |
| Parete 38 | XLAM | Si | 3,5 | 4,23 | 0 | 9,15 | 12,82 | 4,92 | 12,82 |
| Parete 39 | XLAM | Si | 3,5 | 1,59 | 0 | 6,62 | 1,97 | 5,1 | 1,52 |
| Parete 41 | XLAM | Si | 3,5 | 4,61 | 0 | 9,15 | 11,92 | 9,15 | 16,53 |
| Parete 42 | XLAM | Si | 3,5 | 4,05 | 0 | 2,55 | 16,53 | 6,6 | 16,53 |
| Parete 43 | XLAM | Si | 3,5 | 1,44 | 0 | 2,94 | 12,82 | 1,5 | 12,82 |
| Parete 44 | XLAM | Si | 3,5 | 1,5 | 0 | 0 | 16,53 | 0 | 15,03 |
| Parete 45 | XLAM | Si | 3,5 | 4,84 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,84 |
| Parete 46 | XLAM | Si | 3,5 | 4,23 | 0 | 9,15 | 9,82 | 4,92 | 9,82 |
| Parete 48 | XLAM | No | 3,5 | 0,2 | 0 | 0,2 | 9,82 | 0 | 9,82 |
| Parete 49 | XLAM | Si | 3,5 | 1,14 | 0 | 9,15 | 2,72 | 9,15 | 3,86 |
| Parete 5 | XLAM | Si | 3,5 | 1,05 | 0 | 0 | 16,53 | 1,05 | 16,53 |
| Parete 50 | XLAM | Si | 3,5 | 2,06 | 0 | 5,4 | 3,67 | 5,4 | 1,61 |
| Parete 52 | XLAM | Si | 3,5 | 4,68 | 0 | 0 | 5,84 | 0 | 10,52 |
| Parete 53 | XLAM | Si | 3,5 | 1,41 | 0 | 0 | 13,53 | 0 | 12,12 |
| Parete 8 | XLAM | Si | 3,5 | 2,07 | 0 | 5,4 | 16,53 | 5,4 | 14,46 |
| Parete 9 | XLAM | No | 3,5 | 0,2 | 0 | 0 | 12,82 | 0,2 | 12,82 |

Rigidezza delle pareti nei confronti degli spostamenti orizzontali

Le rigidezze delle pareti nei confronti degli spostamenti laterali vengono valutate considerando i contributi di diversi componenti, come di seguito illustrato.

Pareti in XLAM

Nel caso delle pareti in XLAM la rigidezza globale viene valutata considerando il contributo dei seguenti componenti:

- il pannello in XLAM (k_{XLAM})
- gli angolari resistenti a taglio (k_a)
- gli angolari resistenti a trazione: hold-down o nastri forati (k_h)

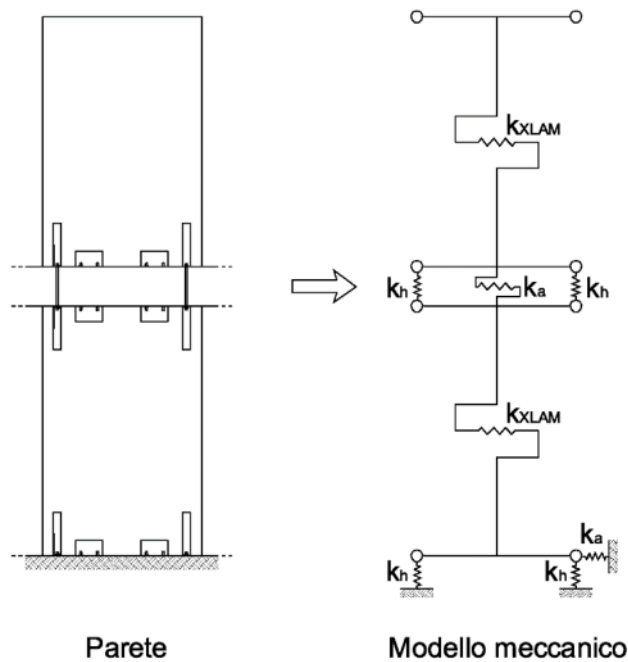


Figura: Modello meccanico per il calcolo della rigidezza delle pareti in XLAM

Nella seguente tabella si riportano le posizioni delle pareti e le loro rigidezze a taglio equivalenti.

| Nome parete | Tipologia di parete | Elemento resistente alle azioni orizzontali | Altezza [m] | Lunghezza [m] | Rigidezza a taglio equivalente [kN/m] |
|-------------|---------------------|---|-------------|---------------|---------------------------------------|
| Parete 13 | XLAM | No | 3,5 | 0,44 | 0 |
| Parete 16 | XLAM | Si | 3,5 | 1,05 | 2373 |
| Parete 20 | XLAM | Si | 3,5 | 3 | 13090 |
| Parete 25 | XLAM | Si | 3,5 | 3 | 13090 |
| Parete 29 | XLAM | Si | 3,5 | 0,84 | 1562 |
| Parete 30 | XLAM | Si | 3,5 | 5,96 | 28211 |
| Parete 31 | XLAM | Si | 3,5 | 3,04 | 9498 |
| Parete 32 | XLAM | Si | 3,5 | 1,15 | 4699 |
| Parete 35 | XLAM | Si | 3,5 | 1,27 | 5582 |
| Parete 36 | XLAM | Si | 3,5 | 1,04 | 4033 |
| Parete 37 | XLAM | Si | 3,5 | 1,44 | 4140 |
| Parete 38 | XLAM | Si | 3,5 | 4,23 | 17262 |
| Parete 39 | XLAM | Si | 3,5 | 1,59 | 7814 |
| Parete 41 | XLAM | Si | 3,5 | 4,61 | 19643 |
| Parete 42 | XLAM | Si | 3,5 | 4,05 | 16148 |
| Parete 43 | XLAM | Si | 3,5 | 1,44 | 4140 |
| Parete 44 | XLAM | Si | 3,5 | 1,5 | 4440 |
| Parete 45 | XLAM | Si | 3,5 | 4,84 | 21097 |
| Parete 46 | XLAM | Si | 3,5 | 4,23 | 17262 |
| Parete 48 | XLAM | No | 3,5 | 0,2 | 0 |
| Parete 49 | XLAM | Si | 3,5 | 1,14 | 2750 |
| Parete 5 | XLAM | Si | 3,5 | 1,05 | 2373 |
| Parete 50 | XLAM | Si | 3,5 | 2,06 | 7483 |
| Parete 52 | XLAM | Si | 3,5 | 4,68 | 20085 |
| Parete 53 | XLAM | Si | 3,5 | 1,41 | 3993 |
| Parete 8 | XLAM | Si | 3,5 | 2,07 | 7541 |
| Parete 9 | XLAM | No | 3,5 | 0,2 | 0 |

Tipologie di elementi strutturali

Si illustrano di seguito le principali tipologie di elementi strutturali utilizzati nella modellazione della struttura riportando le loro principali caratteristiche e le convenzioni di segno adottate per la rappresentazione delle sollecitazioni al loro interno.

Elementi lineari

Gli elementi lineari sono utilizzati per modellare travi e pilastri. Gli stessi presentano un sistema di riferimento locale rispetto al quale sono riportate le componenti di sollecitazione. La convenzione dei segni adottata è riportata nella figura sottostante.

| Sollecitazione | Descrizione | Unità di misura |
|----------------|--|-----------------|
| N | Sollecitazione assiale | kN |
| M_{3-3} | Sollecitazione flettente attorno all'asse locale 3 (Momento flettente nel piano 1-2) | kN m |
| V_2 | Sollecitazione tagliante lungo l'asse locale 2 (Taglio 2) | kN |
| M_{2-2} | Sollecitazione flettente attorno all'asse locale 2 (Momento flettente nel piano 1-3) | kN m |
| V_3 | Sollecitazione tagliante lungo l'asse locale 3 (Taglio 3) | kN |

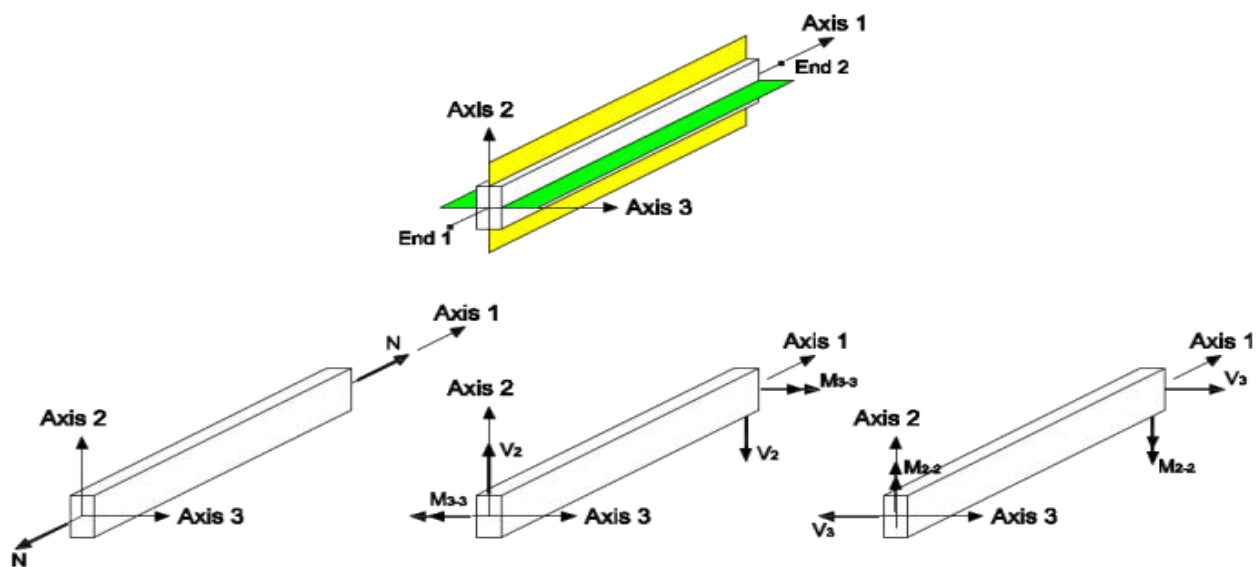


Figura: Convenzioni di segno per gli elementi trave

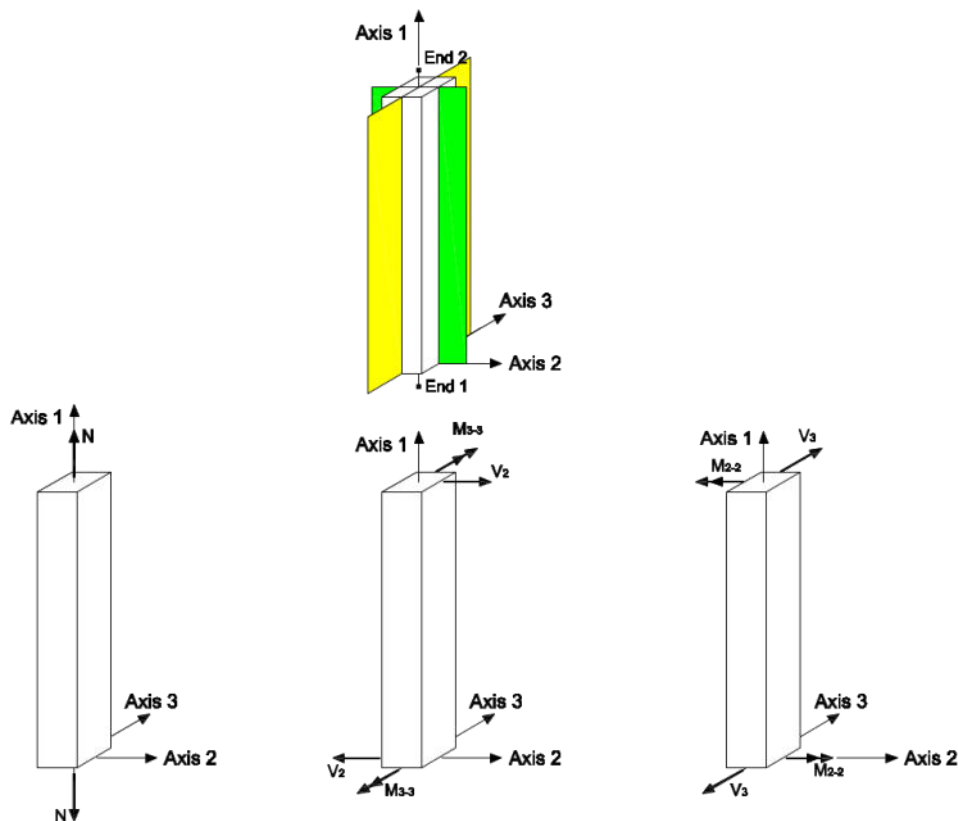


Figura: Convenzioni di segno per gli elementi pilastro

Elementi parete

Le pareti, indipendentemente dalla tipologia, presentano le convenzioni di segno riportate nella figura sottostante.

| | Sollecitazione | Descrizione | Unità di misura |
|---|----------------|---|-----------------|
| Sollecitazioni nel piano (tipo lastra) | n | Sollecitazione assiale per unità di lunghezza | kN/m |
| | m_{3-3} | Sollecitazione flettente per unità di lunghezza attorno all'asse locale 3 (Momento flettente nel piano 1-2) | kNm/m |
| | v_2 | Sollecitazione tagliante per unità di lunghezza lungo l'asse locale 2 (Taglio 2) | kN/m |
| Sollecitazioni nel piano (tipo piastra) | m_{2-2} | Sollecitazione flettente per unità di lunghezza attorno all'asse locale 2 (Momento flettente nel piano 1-3) | kNm/m |
| | v_3 | Sollecitazione tagliante per unità di lunghezza lungo l'asse locale 3 (Taglio 3) | kN/m |

| | Sollecitazione | Descrizione | Unità di misura |
|---|----------------|---|-----------------|
| Sollecitazioni nel piano (tipo lastra) | N | Sollecitazione assiale risultante | kN |
| | M_{3-3} | Sollecitazione flettente risultante attorno all'asse locale 3 (Momento flettente nel piano 1-2) | kNm |
| | V_2 | Sollecitazione tagliante risultante lungo l'asse locale 2 (Taglio 2) | kN |
| Sollecitazioni nel piano (tipo piastra) | M_{2-2} | Sollecitazione flettente risultante attorno all'asse locale 2 (Momento flettente nel piano 1-3) | kNm |
| | V_3 | Sollecitazione tagliante risultante lungo l'asse locale 3 (Taglio 3) | kN |

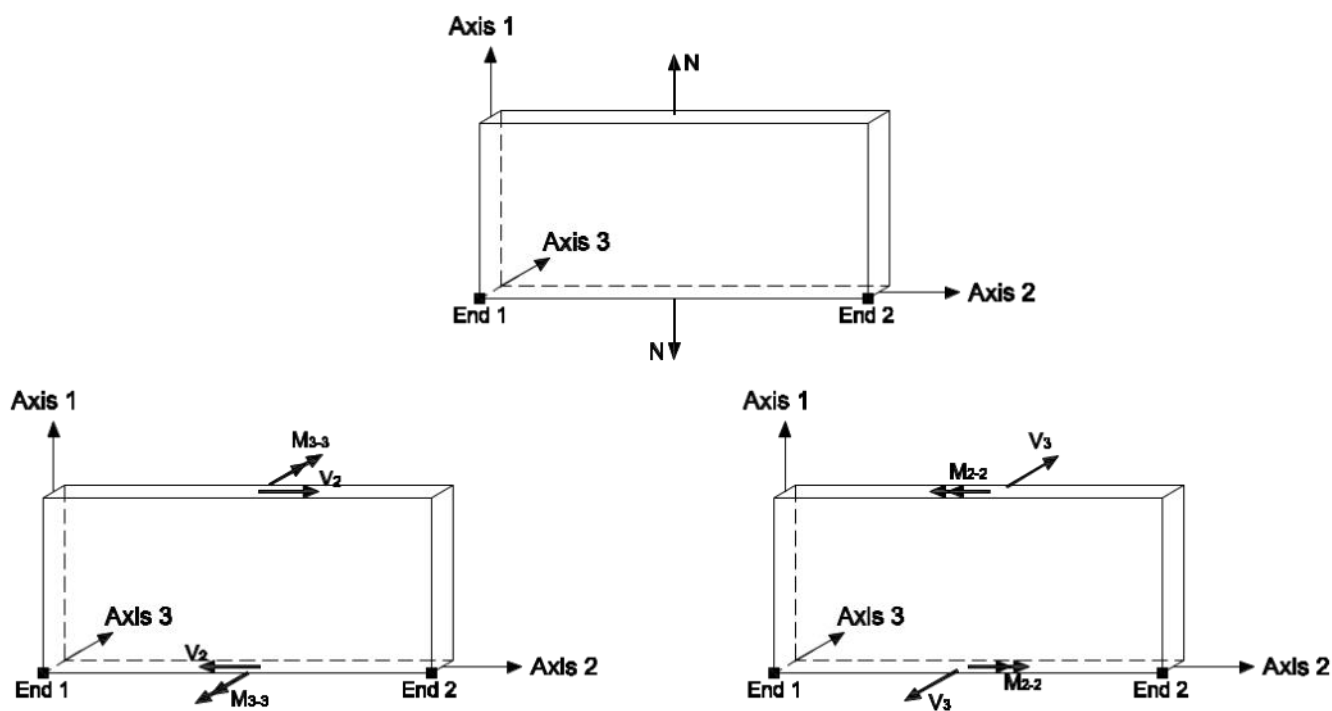


Figura: Convenzioni di segno per le pareti

Azioni e carichi di progetto

Pesi propri dei materiali strutturali

I pesi propri dei materiali strutturali sono riportati nella tabella sottostante in kN/m^3

| Descrizione | Peso volumico γ [kN/m^3] |
|------------------|--|
| GL 24h - EN 1194 | 5 |
| C 24 XLAM | 5 |

Azione della neve

Le azioni della neve sono definite al capitolo 3.4 delle Norme Tecniche per le Costruzioni e nella Circolare esplicativa.

Il carico agente in copertura è valutato secondo l'espressione:

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

dove:

q_s è il valore del carico da neve sulla copertura;

μ_i è il coefficiente di forma della copertura;

q_{sk} è il valore caratteristico della neve al suolo;

C_E è il coefficiente di esposizione;

C_t è il coefficiente termico.

Il carico agisce in direzione verticale e si riferisce alla proiezione orizzontale della superficie della copertura.

Valore caratteristico del carico neve al suolo

Il carico neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione, considerata la variabilità delle precipitazioni nevose da zona a zona. Il suo valore è stato calcolato secondo le indicazioni delle NTC.

Provincia: Teramo

Quota s.l.m.: 267 m

Zona di carico da neve al suolo: Zona II

Carico neve al suolo: 1,11 kN/m^2

Classe topografica: Normale

Coefficiente di esposizione: 1

Coefficiente termico: 1

Scivolamento impedito: Sì

Carico da neve sulla copertura

Il valore del carico da neve agente su ogni copertura viene riportato nella seguente tabella in cui la prima colonna indica il nome del solaio di copertura mentre la seconda indica il valore del relativo carico da neve.

| Nome copertura | Carico da neve [kN/m ²] |
|----------------|-------------------------------------|
| Solaio 11 | 0,89 |
| Solaio 12 | 0,89 |
| Solaio 13 | 0,89 |
| Solaio 14 | 0,89 |
| Solaio 15 | 0,89 |
| Solaio 16 | 0,89 |
| Solaio 17 | 0,89 |

Azione del vento

L'azione del vento è definita al capitolo 3.3 delle NTC. Il vento si considera agire in direzione orizzontale ed esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando solitamente effetti dinamici. Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte alle azioni statiche equivalenti definite al § 3.3.3 delle NTC.

Dati di progetto

Provincia Teramo
Quota s.l.m.: 267 m
Zona di carico da vento: Zona 3
Classe di rugosità: Classe C
Distanza dalla costa: Entroterra
Categoria di esposizione: III

Velocità base di riferimento

La velocità base di riferimento v_b è il valore della velocità del vento a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II (vedi Tab. 3.3.II), mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni.

In mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche v_b è data dall'espressione:

$$v_b = v_{b,0} \cdot c_a$$

$v_{b,0}$ è la velocità base di riferimento al livello del mare, assegnata nella Tab. 3.3.I in funzione della zona in cui sorge la costruzione (Fig. 3.3.1);

c_a è il coefficiente di altitudine fornito dalla relazione:

$$c_a = 1 \quad \text{per } a_s \leq a_0$$
$$c_a = 1 + k_s \cdot \left(\frac{a_s}{a_0} - 1 \right) \quad \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

dove:

a_0, k_s sono parametri forniti nella Tab. 3.3.I in funzione della zona in cui sorge la costruzione (Fig. 3.3.1);

a_s è l'altitudine sul livello del mare del sito ove sorge la costruzione.

$v_{b,0}$ 27 m/s

a_0 500 m

Velocità base di riferimento: 27,00 m/s

Velocità di riferimento

La velocità di riferimento v_r è il valore della velocità del vento a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II (vedi Tab. 3.3.II), mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di progetto T_R . Tale velocità è definita dalla relazione:

$$v_r = v_b \cdot c_r$$

dove:

v_r è la velocità base di riferimento, di cui sopra;

c_r è il coefficiente di ritorno, funzione del periodo di ritorno di progetto T_R .

In mancanza di specifiche e adeguate indagini statistiche, il coefficiente di ritorno è fornito dalla relazione:

$$c_r = 0,75 \sqrt{1 - 0,2 \cdot \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]}$$

dove T_R è il periodo di ritorno espresso in anni.

T_R 50 anni

c_r 1

Velocità di riferimento: 27,00 m/s

Pressione cinetica di riferimento

La pressione cinetica di riferimento q_r (in N/m²) è data dall'espressione:

$$q_r = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_r^2$$

dove:

v_r è la velocità di riferimento del vento (in m/s);

ρ è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1,25 kg/m³.

Si ottiene

q_r 455,63 N/m²

Pressione del vento agente sull'edificio

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

dove:

q_r è la pressione cinetica di riferimento valutata come riportato sopra;

c_e è il coefficiente di esposizione dipendente dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione per altezze sul suolo non maggiori di $z = 200$ m, esso è dato dalla formula:

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \cdot \left[7 + c_t \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)\right] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

in cui:

c_t è il coefficiente di topografia;

c_p è il coefficiente di pressione (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento;

c_d è il coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali.

I valori assunti nei calcoli per i coefficienti citati sopra sono riportati nelle seguenti tabelle e figure.

| Descrizione | Valore |
|----------------------------|--------|
| Coefficiente dinamico | 1,00 |
| Coefficiente di topografia | 1,00 |

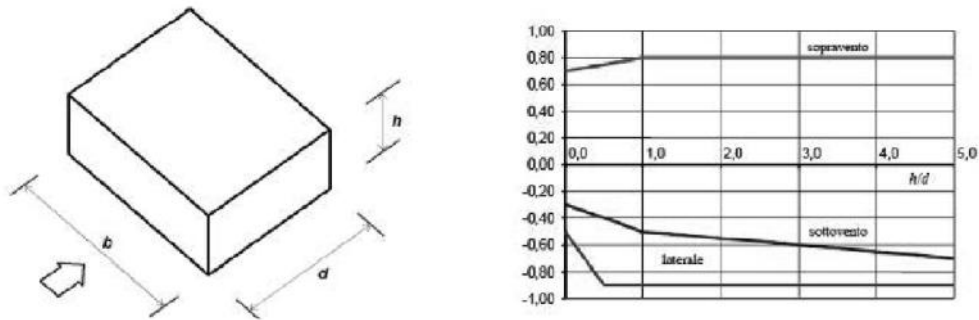


Figura: Valori dei coefficienti globali c_{pe} applicabili sulle pareti di un edificio a pianta rettangolare.

Per piante più complesse e per solai, i coefficienti di pressione possono essere ricavati da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

I coefficienti di pressione interna utilizzabili in assenza di determinazioni più dettagliate assumono i valori $c_{pi} = + 0,2$ e $c_{pi} = - 0,3$.

Le altezze di riferimento z_e rispetto alle quali determinare la pressione cinetica di picco del vento sono definite come di seguito:

- Facce sopravento delle pareti: altezze di riferimento variabili lungo l'altezza dell'edificio in accordo con il punto C3.3.8.1.1.1 della Circolare alle NTC 2018
- Facce sottovento e laterali delle pareti: altezza di riferimento pari alla quota della sommità dell'edificio
- Pressioni interne: altezza di riferimento pari alla quota della sommità dell'edificio

Carichi agenti sulle pareti

Nella tabella seguente si riportano i carichi agenti sulle pareti.

Nome carico: Identificativo del carico

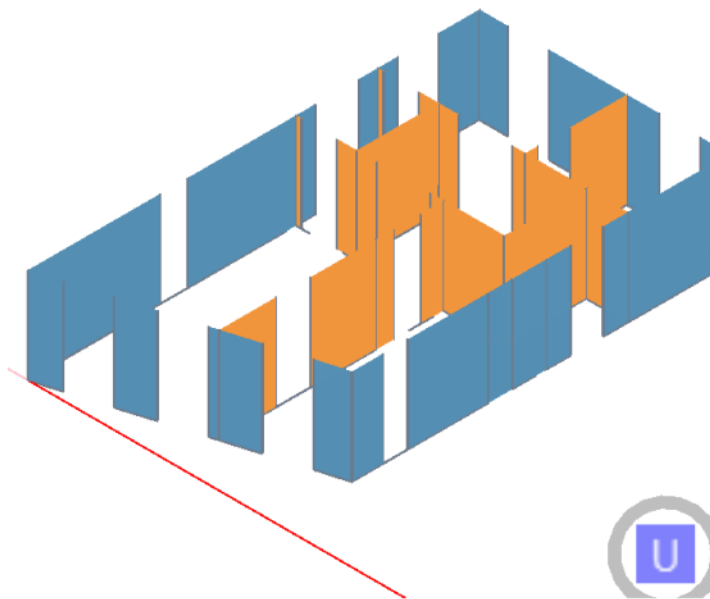
Posizione: Posizione della parete: interna od esterna

$g_{1,k}$: Carico dovuto al peso proprio strutturale

$g_{2,k}$: Carico dovuto ai pesi permanenti non strutturali

$q_{wind,k}$: Carico da vento sopravvento, sottovento e laterale

| Nome parete | Posizione | Nome carico | $g_{1,k}$ [kN/m ²] | $g_{2,k}$ [kN/m ²] | $q_{wind,k}$ sottovento [kN/m ²] | $q_{wind,k}$ sopravento [kN/m ²] | $q_{wind,k}$ laterale [kN/m ²] |
|-------------|-----------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|--|--|
| Parete 5 | Esterno | Carico pareti esterne | 0,5 | 0,6 | -0,42 | 0,79 | -0,68 |
| Parete 8 | Interno | Carico pareti interne | 0,5 | 0,6 | 0 | 0 | 0 |
| Parete 9 | Interno | Carico pareti interne | 0,5 | 0,6 | 0 | 0 | 0 |
| Parete 13 | Interno | Carico pareti interne | 0,5 | 0,6 | 0 | 0 | 0 |
| Parete 16 | Esterno | Carico pareti esterne | 0,5 | 0,6 | -0,42 | 0,79 | -0,68 |
| Parete 20 | Interno | Carico pareti interne | 0,5 | 0,6 | 0 | 0 | 0 |
| Parete 25 | Interno | Carico pareti interne | 0,5 | 0,6 | 0 | 0 | 0 |
| Parete 29 | Interno | Carico pareti interne | 0,5 | 0,6 | 0 | 0 | 0 |
| Parete 30 | Esterno | Carico pareti esterne | 0,5 | 0,6 | -0,45 | 0,81 | -0,78 |
| Parete 31 | Interno | Carico pareti interne | 0,5 | 0,6 | 0 | 0 | 0 |
| Parete 32 | Esterno | Carico pareti esterne | 0,5 | 0,6 | -0,42 | 0,79 | -0,68 |
| Parete 35 | Esterno | Carico pareti esterne | 0,5 | 0,6 | -0,42 | 0,79 | -0,68 |
| Parete 36 | Esterno | Carico pareti esterne | 0,5 | 0,6 | -0,42 | 0,79 | -0,68 |
| Parete 37 | Interno | Carico pareti interne | 0,5 | 0,6 | 0 | 0 | 0 |
| Parete 38 | Interno | Carico pareti interne | 0,5 | 0,6 | 0 | 0 | 0 |
| Parete 39 | Esterno | Carico pareti esterne | 0,5 | 0,6 | -0,42 | 0,79 | -0,68 |
| Parete 41 | Esterno | Carico pareti esterne | 0,5 | 0,6 | -0,45 | 0,81 | -0,78 |
| Parete 42 | Esterno | Carico pareti esterne | 0,5 | 0,6 | -0,42 | 0,79 | -0,68 |
| Parete 43 | Interno | Carico pareti interne | 0,5 | 0,6 | 0 | 0 | 0 |
| Parete 44 | Esterno | Carico pareti esterne | 0,5 | 0,6 | -0,45 | 0,81 | -0,78 |
| Parete 45 | Esterno | Carico pareti esterne | 0,5 | 0,6 | -0,45 | 0,81 | -0,78 |
| Parete 46 | Interno | Carico pareti interne | 0,5 | 0,6 | 0 | 0 | 0 |
| Parete 48 | Interno | Carico pareti interne | 0,5 | 0,6 | 0 | 0 | 0 |
| Parete 49 | Esterno | Carico pareti esterne | 0,5 | 0,6 | -0,45 | 0,81 | -0,78 |
| Parete 50 | Interno | Carico pareti interne | 0,5 | 0,6 | 0 | 0 | 0 |
| Parete 52 | Esterno | Carico pareti esterne | 0,5 | 0,6 | -0,45 | 0,81 | -0,78 |
| Parete 53 | Esterno | Carico pareti esterne | 0,5 | 0,6 | -0,45 | 0,81 | -0,78 |



| Legenda | |
|---------------------------------------|-----------------------|
| ■ | Carico pareti esterne |
| ■ | Carico pareti interne |

Carichi agenti sui solai

Nella tabella seguente si riportano i valori caratteristici relativi ai carichi agenti sugli impalcati.

Nome carico: Identificativo del carico

Posizione: Posizione dell'impalcato: interno od esterno

Ambiente: Categoria di carico

α : Inclinazione della copertura

$g_{1,k}$: Carico dovuto al peso proprio strutturale

$g_{2,k}$: Carico dovuto ai pesi permanenti non strutturali

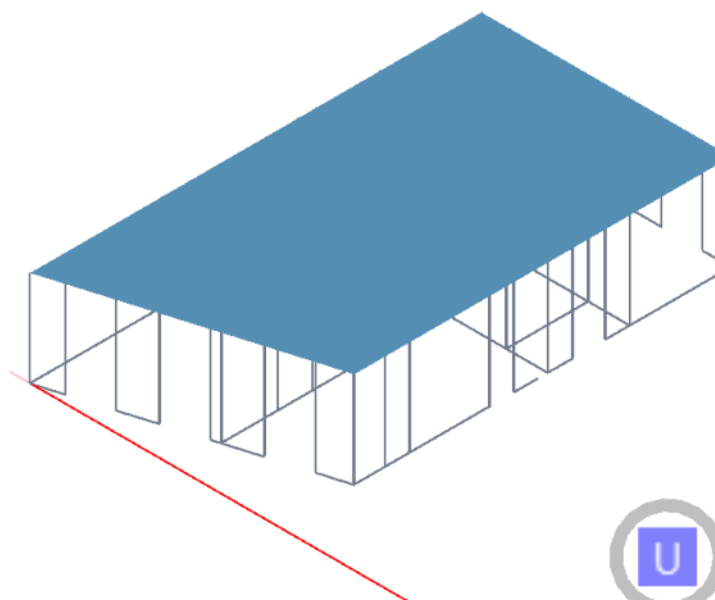
q_{k} : Carico variabile


$q_{\text{snow},k}$: Carico da neve

$q_{\text{wind},k}$: Carico da vento in pressione e in depressione

| Nome solaio | Posizione | α [°] | Nome carico | Ambiente | $g_{1,k}$ [kN/m ²] | $g_{2,k}$ [kN/m ²] | q_{k} [kN/m ²] | $q_{\text{snow},k}$ [kN/m ²] | $q_{\text{wind},k}$ in depressione [kN/m ²] | $q_{\text{wind},k}$ in pressione [kN/m ²] |
|-------------|---------------------|-----------------|-------------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---|---|---|
| Solaio 11 | Solaio di copertura | 0 | Carico solaio copertura | Variabile cat H1 - Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione | 0,9 | 2 | 0,5 | 0,89 | -1,01 | 0,39 |
| Solaio 12 | Solaio di copertura | 0 | Carico solaio copertura | Variabile cat H1 - Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione | 0,9 | 2 | 0,5 | 0,89 | -1,01 | 0,39 |
| Solaio 13 | Solaio di copertura | 0 | Carico solaio copertura | Variabile cat H1 - Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione | 0,9 | 2 | 0,5 | 0,89 | -1,01 | 0,39 |
| Solaio 14 | Solaio di copertura | 0 | Carico solaio copertura | Variabile cat H1 - Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione | 0,9 | 2 | 0,5 | 0,89 | -1,01 | 0,39 |
| Solaio 15 | Solaio di copertura | 0 | Carico solaio copertura | Variabile cat H1 - Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione | 0,9 | 2 | 0,5 | 0,89 | -1,01 | 0,39 |

| | | | | | | | | | | |
|-----------|---------------------|---|-------------------------|--|-----|---|-----|------|-------|------|
| Solaio 16 | Solaio di copertura | 0 | Carico solaio copertura | Variabile cat H1 - Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione | 0,9 | 2 | 0,5 | 0,89 | -1,01 | 0,39 |
| Solaio 17 | Solaio di copertura | 0 | Carico solaio copertura | Variabile cat H1 - Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione | 0,9 | 2 | 0,5 | 0,89 | -1,01 | 0,39 |



| Legenda | |
|---|-------------------------|
|  | Carico solaio copertura |

Carichi lineari

Nella tabella seguente si riportano i valori caratteristici dei carichi lineari.

Nome carico: Identificativo del carico

Posizione: Carico interno o di copertura

Ambiente: Categoria di carico

$G_{1,k}$: Carico dovuto al peso proprio strutturale

$G_{2,k}$: Carico dovuto ai pesi permanenti non strutturali

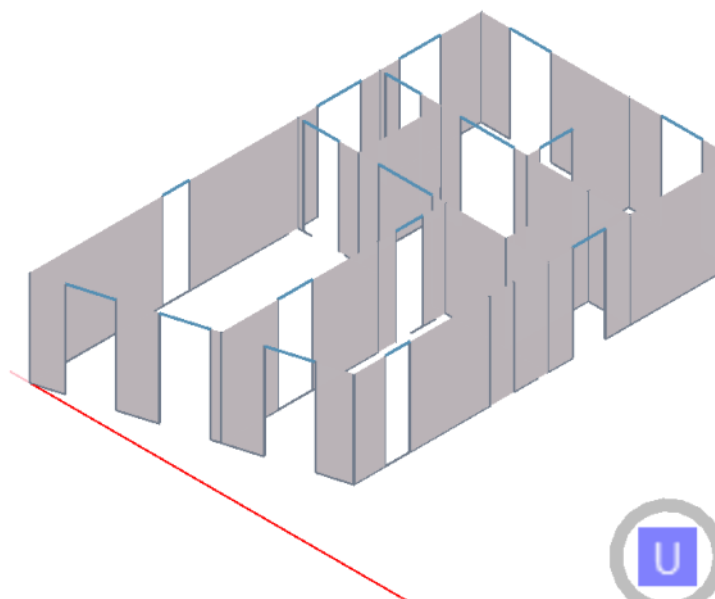
Q_{k} : Carico variabile

$Q_{snow,k}$: Carico da neve

$Q_{wind,k}$: Carico da vento in pressione e in depressione

| Nome elemento | Posizione | Nome carico | Ambiente | $G_{1,k}$ [kN/m] | $G_{2,k}$ [kN/m] | Q_{k} [kN/m] | $Q_{snow,k}$ [kN/m] | $Q_{wind,k}$ In depressione [kN/m] | $Q_{wind,k}$ In pressione [kN/m] |
|---------------|----------------|------------------------|----------|---------------------|---------------------|-------------------|------------------------|--|--|
| Trave 1 | Carico interno | Carico solo permanente | - | 0,14 | 0 | - | 0 | 0 | 0 |
| Trave 2 | Carico interno | Carico solo permanente | - | 0,14 | 0 | - | 0 | 0 | 0 |
| Trave 3 | Carico interno | Carico solo permanente | - | 0,14 | 0 | - | 0 | 0 | 0 |
| Trave 6 | Carico interno | Carico solo permanente | - | 0,14 | 0 | - | 0 | 0 | 0 |
| Trave 9 | Carico interno | Carico solo permanente | - | 0,14 | 0 | - | 0 | 0 | 0 |
| Trave 11 | Carico interno | Carico solo permanente | - | 0,14 | 0 | - | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | |
|----------|----------------|------------------------|---|------|---|---|---|---|---|
| Trave 12 | Carico interno | Carico solo permanente | - | 0,14 | 0 | - | 0 | 0 | 0 |
| Trave 13 | Carico interno | Carico solo permanente | - | 0,14 | 0 | - | 0 | 0 | 0 |
| Trave 14 | Carico interno | Carico solo permanente | - | 0,14 | 0 | - | 0 | 0 | 0 |
| Trave 15 | Carico interno | Carico solo permanente | - | 0,14 | 0 | - | 0 | 0 | 0 |
| Trave 16 | Carico interno | Carico solo permanente | - | 0,14 | 0 | - | 0 | 0 | 0 |
| Trave 17 | Carico interno | Carico solo permanente | - | 0,14 | 0 | - | 0 | 0 | 0 |
| Trave 18 | Carico interno | Carico solo permanente | - | 0,14 | 0 | - | 0 | 0 | 0 |
| Trave 19 | Carico interno | Carico solo permanente | - | 0,14 | 0 | - | 0 | 0 | 0 |
| Trave 20 | Carico interno | Carico solo permanente | - | 0,14 | 0 | - | 0 | 0 | 0 |
| Trave 22 | Carico interno | Carico solo permanente | - | 0,14 | 0 | - | 0 | 0 | 0 |
| Trave 23 | Carico interno | Carico solo permanente | - | 0,14 | 0 | - | 0 | 0 | 0 |



| Legenda | |
|---------|------------------------|
| | Carico solo permanente |



Azione sismica

L'azione sismica è stata valutata sulla base delle NTC. Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , come definite al punto § 3.2.1 NTC. Gli spettri sono calcolati a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I principali parametri che riguardano la struttura in analisi, nonché i parametri sismici della zona oggetto dell'intervento, sono riassunti di seguito con riferimento ai diversi stati limite.

Tipo di costruzione: Opere ordinarie

Vita nominale: 50

Classe d'uso: Classe II - § 2.4.2 Costruzione il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali

Coefficiente d'uso C_u : 1

Periodo di riferimento ($V_R = V_N \cdot C_U$): 50

| Stati Limite | P_{VR} | T_R [anni] | a_g [g] | F_0 | T_C^* |
|---|----------|--------------|-----------|-------|---------|
| SLO – Stato Limite di operatività | 81% | 30 | 0,067 | 2,42 | 0,28 |
| SLD – Stato Limite di danno | 63% | 50 | 0,085 | 2,40 | 0,29 |
| SLV – Stato Limite di Salvaguardia Vita | 10% | 475 | 0,209 | 2,50 | 0,35 |
| SLC – Stato Limite di Collasso | 5% | 975 | 0,269 | 2,53 | 0,36 |

È necessario tenere conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera ed anche delle condizioni topografiche, poiché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale.

Si riportano di seguito i parametri relativi al sito che incidono sulla risposta sismica locale.

Categoria di sottosuolo: C - Tab. 3.2.II Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)

Categoria topografica: T1 - Tab. 3.2.IV Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente di amplificazione topografica ST: 1,000

Nella seguente tabella vengono riassunti i parametri spettrali utilizzati nel calcolo dell'azione sismica locale.

| Stati Limite | S_s | C_c | S | T_B [s] | T_c [s] | T_D [s] |
|--|-------|-------|------|-----------|-----------|-----------|
| SLO – Stato Limite di operatività | 1,50 | 1,60 | 1,50 | 0,15 | 0,45 | 1,87 |
| SLD – Stato Limite di danno | 1,50 | 1,58 | 1,50 | 0,15 | 0,46 | 1,94 |
| SLV – Stato Limite di Salvaguardia Vita | 1,39 | 1,49 | 1,39 | 0,17 | 0,52 | 2,44 |
| SLC – Stato Limite di Collasso | 1,29 | 1,47 | 1,29 | 0,18 | 0,53 | 2,68 |

Essendo:

S il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;

S_s il coefficiente di amplificazione stratigrafica;

C_c un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo;

T_c il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro;

T_B il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante;

T_D il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro.

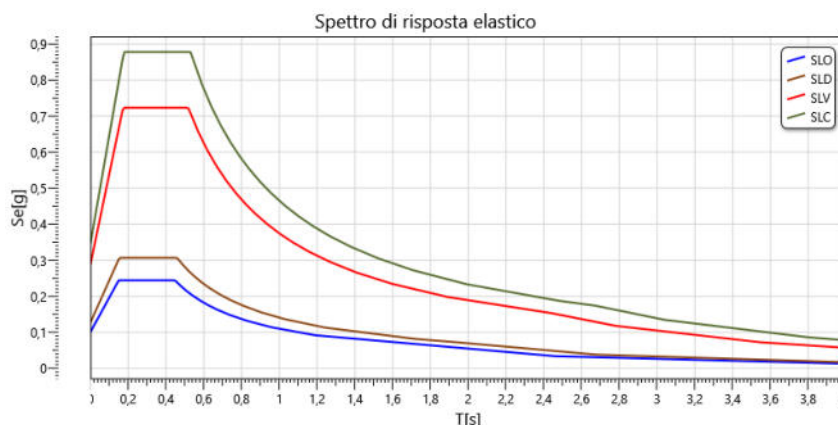
Spettri di risposta elastici

Si riportano sotto gli spettri di risposta elastici in forma grafica valutati con i seguenti valori dei parametri η e ξ

η 1,00

ξ 5%

Il fattore η tiene conto delle capacità dissipative delle costruzioni alterando lo spettro di risposta assunto a riferimento, per il quale $\eta=1$, definito come lo spettro elastico con smorzamento viscoso convenzionale $\xi = 5\%$. La relazione 3.2.4 NTC '18 può essere utilizzata per costruzioni che non subiscono significativi danneggiamenti e nel campo di smorzamenti convenzionali compresi tra i valori $\xi = 5\%$ e $\xi = 28\%$.



Spettri di risposta di progetto per gli Stati Limite Ultimi e per lo Stato Limite di Danno

Ai fini del progetto e della verifica delle strutture le capacità dissipative delle stesse sono messe in conto attraverso una riduzione delle forze elastiche sollecitanti. Tale riduzione permette di considerare, in modo semplificato, la capacità dissipativa anelastica della struttura, la sua sovraresistenza, nonché l'incremento del suo periodo proprio causato dalle plasticizzazioni localizzate, così come descritto nelle NTC.

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ utilizzato nelle verifiche viene determinato riducendo lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} considerata (v. §§ 2.4 e 3.2.1 NTC). In particolare si sostituisce nelle formule 3.2.2 NTC il termine η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura.

Il fattore di struttura relativo allo SLV è calcolato tramite la seguente espressione:

$$q = q_0 \cdot K_R$$

Il fattore q_0 dipende dal livello di duttilità attesa, dalla tipologia strutturale e dal rapporto α_u/α_1 tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione. K_R è un fattore riduttivo che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione.

Per le strutture a comportamento strutturale non dissipativo si adotta un fattore di comportamento q_{ND} , ridotto rispetto al valore minimo relativo alla CD "B" (v. Tab. 7.3. II NTC) secondo l'espressione:

$$1 \leq q_{ND} = \frac{2}{3} q_{CD "B"} \leq 1,5$$

Si riportano di seguito i parametri relativi alle principali caratteristiche dell'edificio:

Regolarità in altezza: Sì

Coefficiente di regolarità in altezza K_R : 1,0

Classe di duttilità: Non dissipativa

Tipologia strutturale: Struttura non dissipativa - Pannelli di parete chiodati: q_0 (CD"B") = 2

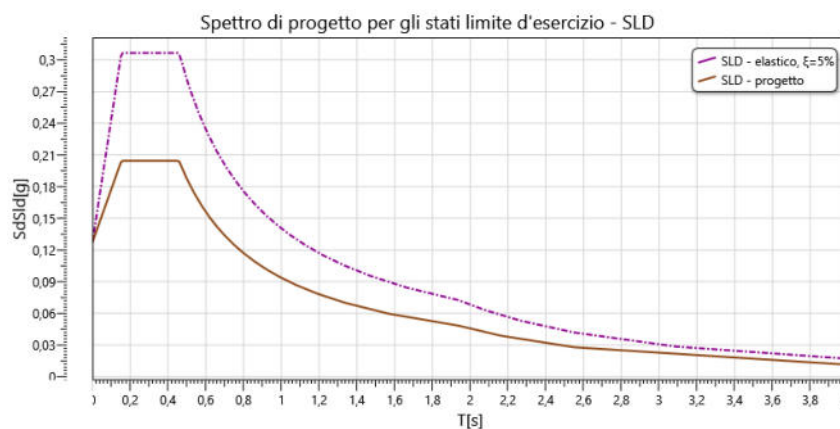
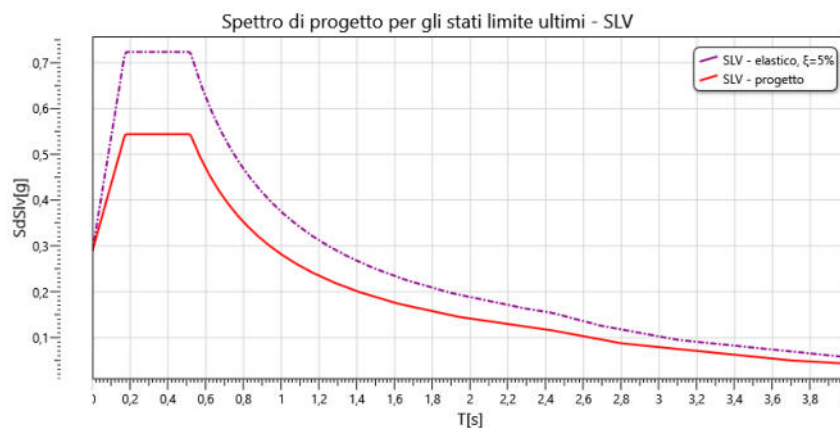
Tab. 7.3. II Pannelli di parete a telaio leggero chiodati con diaframmi incollati, collegati mediante chiodi, viti e bulloni

Valore base del fattore di comportamento q_0 : 1,33

Fattore di struttura q relativo allo SLV: 1,33

Fattore di struttura q relativo allo SLD: 1,50

Gli spettri elastico al suolo e di progetto allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita e allo Stato Limite di Danno sono rappresentati sotto.



Sezioni degli elementi strutturali

Pareti XLAM

Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche delle pareti in XLAM.

| Nome sezione | Produttore | Nome pannello | Materiale | Numero Strati | Spessore [mm] | Strati | Orientazione strati esterni |
|--------------------------|--------------|---------------|-----------|---------------|---------------|------------------------|-----------------------------|
| Parete xlam 100 5 strati | User defined | 100 5s T | C 24 XLAM | 5 | 100 | 20 - 20 - 20 - 20 - 20 | Verticali |

Si riassumono di seguito le caratteristiche dei giunti tra i pannelli XLAM delle pareti composte da più elementi.

| Nome sezione | Tipologia di giunto tra i pannelli | Base del singolo pannello bp [mm] | Connettore | Spaziatura connettori sc [mm] |
|--------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-------------|-------------------------------|
| Parete xlam 100 5 strati | Viti incrociate | 3000 | VGZ 7 x 120 | 150 |

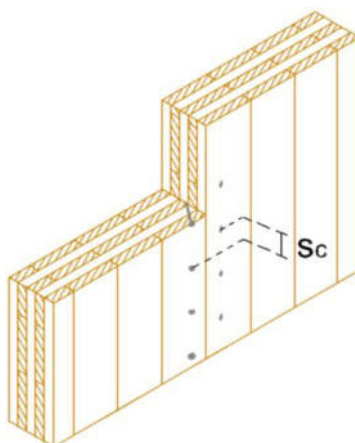
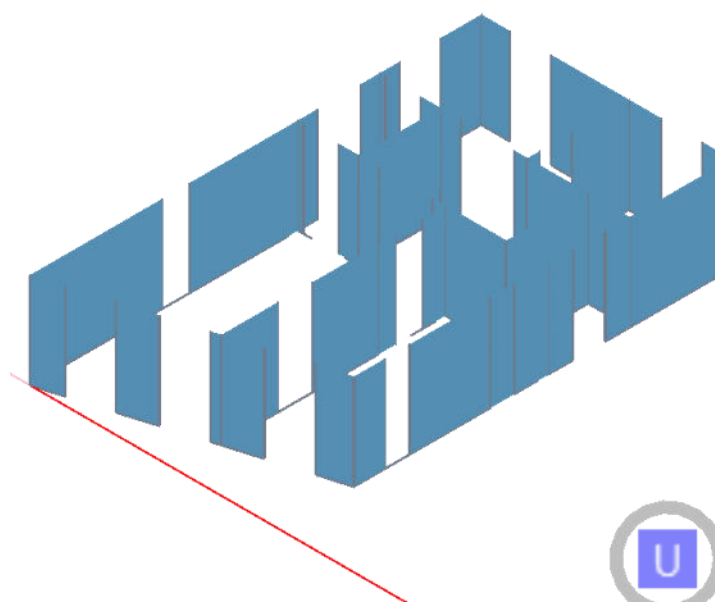



Figura: Collegamento parete-parete tramite viti incrociate

Definizione pareti



| Legenda | |
|---|--------------------------|
|  | Parete xlam 100 5 strati |



Solai in XLAM

Caratteristiche geometriche solaio

h_b : Spessore pannello XLAM

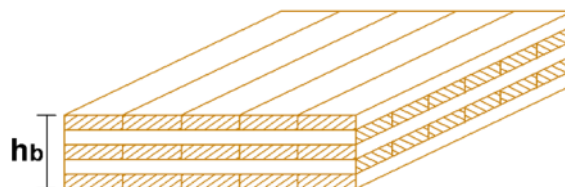
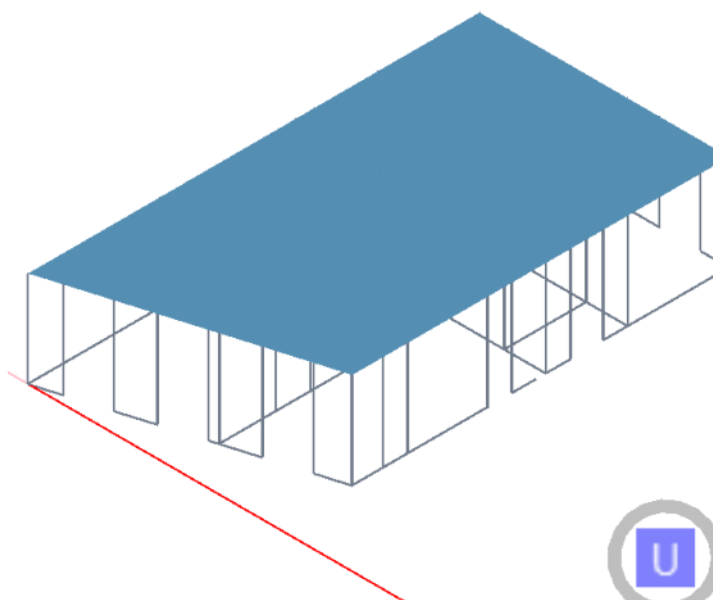


Figura: Grandezze geometriche relative al solaio in XLAM

Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche relative ai solai in XLAM.

| Nome sezione | Produttore | Nome pannello | Materiale | Numero Strati | Spessore h_b [mm] | Strati | Orientazione strati esterni |
|-----------------------|--------------|---------------|-----------|---------------|---------------------|------------------------|-------------------------------------|
| XLAM 180mm - 5 strati | User defined | 180 5s L | C 24 XLAM | 5 | 180 | 40 - 30 - 40 - 30 - 40 | Paralleli alla direzione di calcolo |

Definizione solai



| Legenda | |
|---------|-----------------------|
| | XLAM 180mm - 5 strati |



Sezioni legno

Sezioni rettangolari

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche delle sezioni rettangolari in legno

| Nome Sezione | Materiale | Base b [mm] | Altezza h [mm] | b_1 [mm] | h_1 [mm] | b_2 [mm] | h_2 [mm] | Area A [mm ²] | J_{y-y} [mm ⁴] | J_{z-z} [mm ⁴] |
|--------------|------------------|-------------|----------------|------------|------------|------------|------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|
| lam 10x28 | GL 24h - EN 1194 | 100 | 280 | - | - | - | - | 28000 | 1,83E8 | 2,33E7 |

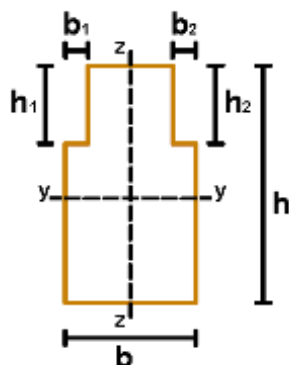
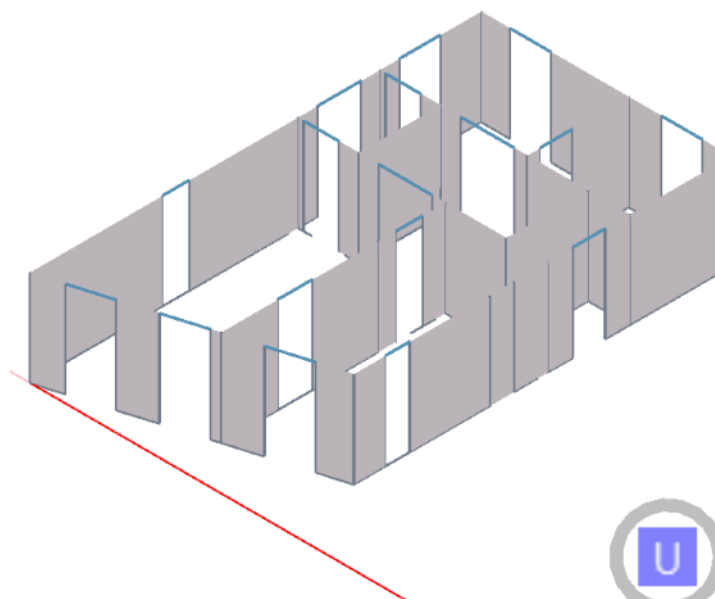
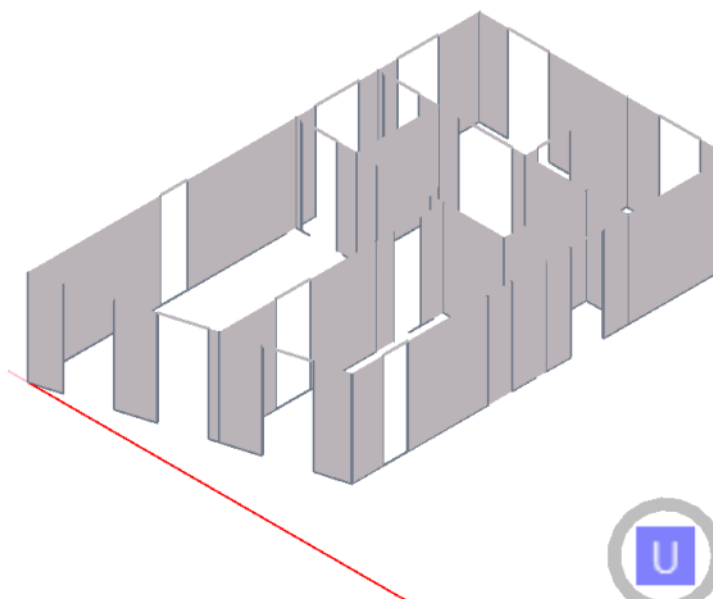


Figura: Grandezze geometriche relative alle sezioni rettangolari in legno

Definizione travi e pilastri



| Legenda | |
|---------|-----------|
| | lam 10x28 |



| Legenda |
|---------|
| |

Connessioni

Ogni parete della struttura è vincolata alla base utilizzando sia elementi preposti all'assorbimento delle sollecitazioni di trazione (ancoraggi a trazione), sia elementi necessari per il trasferimento della sollecitazione tagliante (ancoraggi a taglio). Nelle tabelle riportate sotto si riassumono le connessioni utilizzate nella struttura differenziando a seconda del tipo di ancoraggio.

Hold down

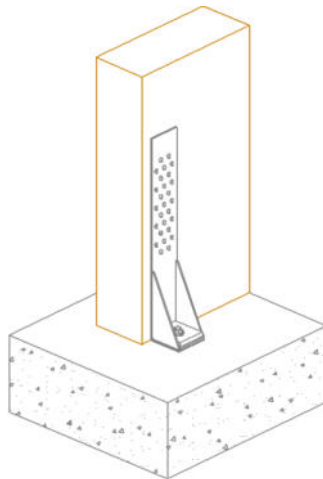


Figura: Dettaglio dell'hold down in un collegamento di base

| Nome connessione | Posizione ancoraggio | Produttore | Descrizione | Connettori | Barre filettate / Tasselli | Ancorante chimico | N° ancoraggi estremità di parete |
|---------------------|----------------------|--------------|-------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| BORGA ITALIA HD 420 | Base | Borga Italia | HOLDOWN HD 420 CE | 28 x Chiodo anker - CNA 4,0 x 60 | 1 x Barra filettata - 5.8 - M16 x 235 | Resina epossidica ETA 11/0344 | 1 |
| BORGA ITALIA HD 1 | Base | Borga Italia | HOLDOWN HD 420 CE | 28 x Chiodo anker - CNA 4,0 x 60 | 1 x Barra filettata - 5.8 - M16 x 235 | Resina epossidica ETA 11/0344 | 2 |

Angolare legno-calcestruzzo

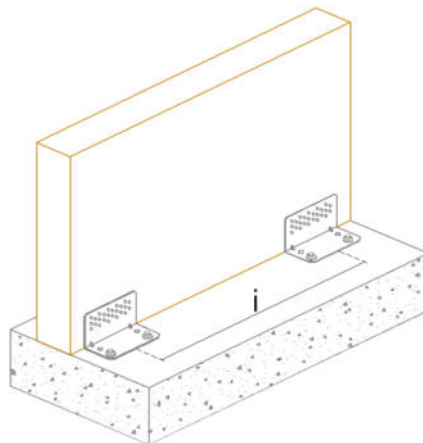
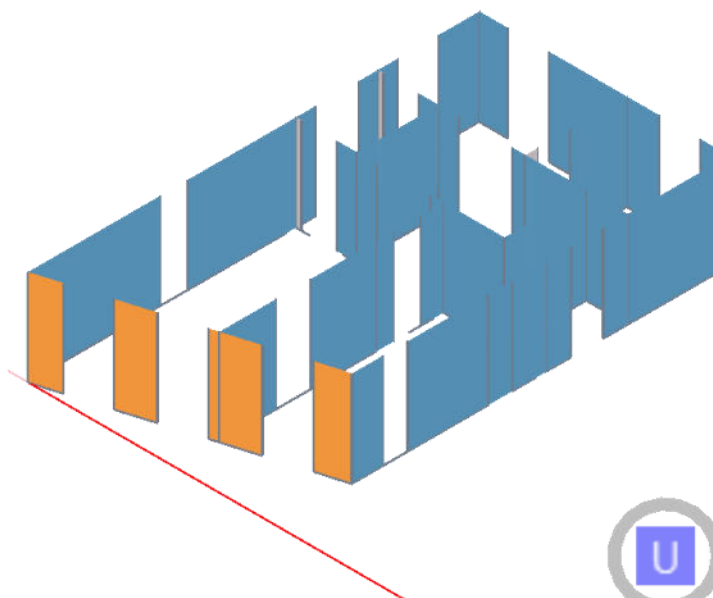




Figura: Dettaglio del sistema di angolari resistenti a taglio in un collegamento alla base legno-calcestruzzo

| Nome connessione | Posizione ancoraggio | Produttore | Descrizione | Connettori | Barre filettate / Tasselli | Ancorante chimico | Numero lati | Interasse ancoraggi i [mm] |
|---------------------------|-------------------------|--------------|-----------------------|--|------------------------------------|-------------------------------------|-------------|----------------------------------|
| BORGA ITALIA ANG FLA2 | Base | Borga Italia | BI ANGOLARE FLA 70 | 42 x Chiodo anker - 25° 4,0 x 60 Zn | 2 x Barra filettata - 8.8 - M12 | Resina epossidica ETA 11/0344 | 1 | 1000 |
| BORGA ITALIA ANG FLA1 | Base | Borga Italia | BI ANGOLARE FLA 70 | 42 x Chiodo anker - 25° 4,0 x 60 Zn | 2 x Barra filettata - 8.8 - M12 | Resina epossidica ETA 11/0344 | 1 | 2000 |
| BORGA ITALIA ANG FLA70 | Base | Borga Italia | BI ANGOLARE FLA 70 | 42 x Chiodo anker - 25° 4,0 x 60 Zn | 2 x Barra filettata - 8.8 - M12 | Resina epossidica ETA 11/0344 | 1 | 500 |
| BORGA ITALIA ANG FLA3 | Base | Borga Italia | BI ANGOLARE FLA 70 | 42 x Chiodo anker - 25° 4,0 x 60 Zn | 2 x Barra filettata - 8.8 - M12 | Resina epossidica ETA 11/0344 | 1 | 750 |
| BORGA ITALIA ANG FLA5 | Base | Borga Italia | BI ANGOLARE FLA 70 | 42 x Chiodo anker - 25° 4,0 x 60 Zn | 2 x Barra filettata - 8.8 - M12 | Resina epossidica ETA 11/0344 | 1 | 1250 |
| BORGA ITALIA ANG FLA4 | Base | Borga Italia | BI ANGOLARE FLA 70 | 42 x Chiodo anker - 25° 4,0 x 60 Zn | 2 x Barra filettata - 8.8 - M12 | Resina epossidica ETA 11/0344 | 1 | 1500 |

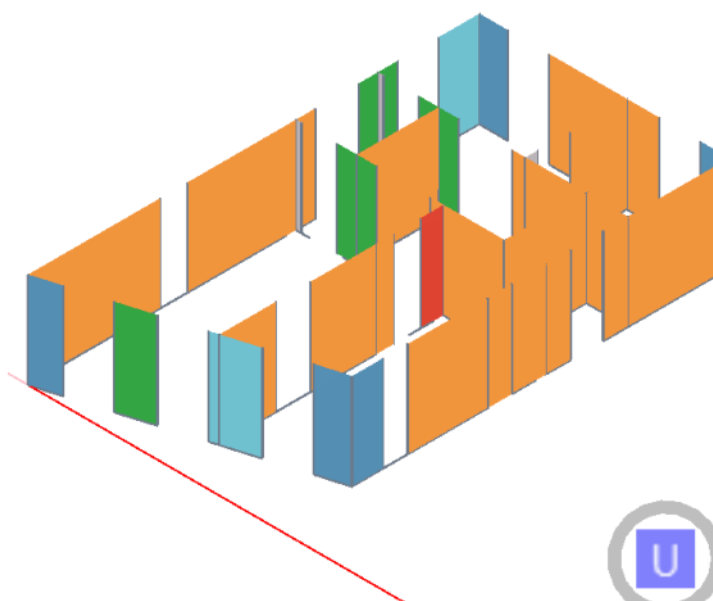
Definizione connessioni






Trazione



| Legenda | |
|---|---------------------|
|  | BORGA ITALIA HD 420 |
|  | BORGA ITALIA HD 1 |

Taglio



| Legenda | |
|---|-----------------------|
|  | BORGA ITALIA ANG FLA2 |
|  | BORGA ITALIA ANG FLA1 |
|  | BORGA ITALIA ANG FLA3 |
|  | BORGA ITALIA ANG FLA5 |
|  | BORGA ITALIA ANG FLA4 |

Combinazioni delle azioni

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

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_Q \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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

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

essendo:

G_1 i carichi permanenti strutturali

G_2 il peso proprio degli elementi non strutturali

Q_1 il valore caratteristico dell'azione variabile ritenuta principale

Q_{ki} il valore caratteristico della i-esima azione variabile

Per quanto riguarda invece i coefficienti:

γ_{G1} è il coefficiente parziale per i carichi permanenti strutturali

γ_{G2} è il coefficiente parziale per i carichi permanenti non strutturali

Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi sia ben definita in fase di progetto, per essi si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Si riportano i valori dei coefficienti di combinazione utilizzati relativamente ai diversi carichi agenti.

| Nome carico | Descrizione | Durata | ψ_0 | ψ_1 | ψ_2 |
|-------------|--|------------|----------|----------|----------|
| Q cat A | Variabile cat A: Ambienti ad uso residenziale | Media | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| Q cat B | Variabile cat B: Uffici | Media | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| Q cat C | Variabile cat C: Ambienti suscettibili di affollamento | Media | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| Q cat D | Variabile cat D: Ambienti ad uso commerciale | Media | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| Q cat E | Variabile cat E: Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale | Lunga | 1 | 0,9 | 0,8 |
| Q cat F | Variabile cat F: Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN) | Lunga | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| Q cat G | Variabile cat G: Aree per traffico e parcheggio (per autoveicoli di peso > 30 kN e < 160 kN) | Lunga | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| Q cat H | Variabile cat H: Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione | Media | 0 | 0 | 0 |
| Q cat I-A | Variabile cat I-A: Coperture praticabili di ambienti di categoria A | Media | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| Q cat I-B | Variabile cat I-B: Coperture praticabili di ambienti di categoria B | Media | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| Q cat I-C | Variabile cat I-C: Coperture praticabili di ambienti di categoria C | Media | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| Q cat I-D | Variabile cat I-D: Coperture praticabili di ambienti di categoria D | Media | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| Q cat I-E | Variabile cat I-E: Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale | Media | 1 | 0,9 | 0,8 |
| Vento orto | Carico vento | Istantanea | 0,6 | 0,2 | 0 |
| Neve | Carico neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.) | Breve | 0,5 | 0,2 | 0 |
| Neve | Carico neve (a quota > 1000 m s.l.m.) | Media | 0,7 | 0,5 | 0,2 |

Combinazioni di carico utilizzate

Combinazioni SLU verticali

Nella seguente tabella si riportano le combinazioni di carico SLU significative per le verifiche in condizioni di carico verticale. I valori dei coefficienti riportati corrispondono al prodotto dei coefficienti parziali di sicurezza γ_j per gli eventuali coefficienti di combinazione ψ_{0j} .

L'azione del vento, che contribuisce a sollecitare le pareti, è schematizzata con un carico uniforme ortogonale a ciascuna delle pareti esterne.

| Nome | Durata | G1 | G2 | Q cat H | Neve | Vento orto | Vento X | Vento Y | Dinamica SLV X | Dinamica SLV Y | Dinamica SLD X | Dinamica SLD Y |
|--------|------------|-----|-----|---------|------|------------|---------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| SLU 1 | Permanente | 1 | 0,8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 2 | Media | 1 | 0,8 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 3 | Breve | 1 | 0,8 | 1,5 | 0,75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 4 | Istantanea | 1 | 0,8 | 1,5 | 0 | 0,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 5 | Istantanea | 1 | 0,8 | 1,5 | 0,75 | 0,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 6 | Breve | 1 | 0,8 | 0 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 7 | Istantanea | 1 | 0,8 | 0 | 1,5 | 0,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 8 | Istantanea | 1 | 0,8 | 0 | 0 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 9 | Istantanea | 1 | 0,8 | 0 | 0,75 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 10 | Permanente | 1 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 11 | Media | 1 | 1,5 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 12 | Breve | 1 | 1,5 | 1,5 | 0,75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 13 | Istantanea | 1 | 1,5 | 1,5 | 0 | 0,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 14 | Istantanea | 1 | 1,5 | 1,5 | 0,75 | 0,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 15 | Breve | 1 | 1,5 | 0 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 16 | Istantanea | 1 | 1,5 | 0 | 1,5 | 0,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 17 | Istantanea | 1 | 1,5 | 0 | 0 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 18 | Istantanea | 1 | 1,5 | 0 | 0,75 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 19 | Permanente | 1,3 | 0,8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 20 | Media | 1,3 | 0,8 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 21 | Breve | 1,3 | 0,8 | 1,5 | 0,75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 22 | Istantanea | 1,3 | 0,8 | 1,5 | 0 | 0,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 23 | Istantanea | 1,3 | 0,8 | 1,5 | 0,75 | 0,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 24 | Breve | 1,3 | 0,8 | 0 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 25 | Istantanea | 1,3 | 0,8 | 0 | 1,5 | 0,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 26 | Istantanea | 1,3 | 0,8 | 0 | 0 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 27 | Istantanea | 1,3 | 0,8 | 0 | 0,75 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 28 | Permanente | 1,3 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 29 | Media | 1,3 | 1,5 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 30 | Breve | 1,3 | 1,5 | 1,5 | 0,75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 31 | Istantanea | 1,3 | 1,5 | 1,5 | 0 | 0,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 32 | Istantanea | 1,3 | 1,5 | 1,5 | 0,75 | 0,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 33 | Breve | 1,3 | 1,5 | 0 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 34 | Istantanea | 1,3 | 1,5 | 0 | 1,5 | 0,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 35 | Istantanea | 1,3 | 1,5 | 0 | 0 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU 36 | Istantanea | 1,3 | 1,5 | 0 | 0,75 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Combinazioni SLU orizzontali

Nella seguente tabella si riportano le combinazioni di carico SLU significative per le verifiche in condizioni di carico orizzontale. I valori dei coefficienti riportati corrispondono al prodotto dei coefficienti parziali di sicurezza γ_j per gli eventuali coefficienti di combinazione ψ_{0j} .

L'azione del vento è considerata agire separatamente nelle direzioni x, -x, y, -y.

| Nome | Durata | G1 | G2 | Q cat H | Neve | Vento orto | Vento X | Vento Y | Dinamica SLV X | Dinamica SLV Y | Dinamica SLD X | Dinamica SLD Y |
|-------------------|------------|-----|-----|---------|------|------------|---------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| SLU orizzontale 1 | Istantanea | 1 | 0,8 | 0 | 0 | 0 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU orizzontale 2 | Istantanea | 1 | 0,8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU orizzontale 3 | Istantanea | 1 | 0,8 | 0 | 0 | 0 | -1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU orizzontale 4 | Istantanea | 1 | 0,8 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU orizzontale 5 | Istantanea | 1,3 | 1,5 | 0 | 0,75 | 0 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU orizzontale 6 | Istantanea | 1,3 | 1,5 | 0 | 0,75 | 0 | 0 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU orizzontale 7 | Istantanea | 1,3 | 1,5 | 0 | 0,75 | 0 | -1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLU orizzontale 8 | Istantanea | 1,3 | 1,5 | 0 | 0,75 | 0 | 0 | -1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Combinazioni SLE rare

Nella seguente tabella si riportano le combinazioni di carico SLE rare.

| Nome | Durata | G1 | G2 | Q cat H | Neve | Vento orto | Vento X | Vento Y | Dinamica SLV X | Dinamica SLV Y | Dinamica SLD X | Dinamica SLD Y |
|---------------|------------|----|----|------------|------|---------------|---------|---------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| SLE rara 1 | Permanente | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE rara 2 | Media | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE rara 3 | Breve | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE rara 4 | Istantanea | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE rara 5 | Istantanea | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE rara 6 | Breve | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE rara 7 | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 1 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE rara 8 | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SLE rara 9 | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0,5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Combinazioni sismiche

Nelle verifiche sismiche si utilizzano le combinazioni di carico proposte dalle NTC. Se la risposta viene valutata mediante analisi statica o dinamica in campo lineare, essa può essere calcolata separatamente per ciascuna delle tre componenti. Gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc.) sono combinati successivamente, applicando la seguente espressione:

$$1,00 \cdot E_x + 0,3 \cdot E_y$$

con rotazione dei coefficienti moltiplicativi e conseguente individuazione degli effetti più gravosi.

Combinazioni per lo stato limite di danno (SLD)

| Nome | Durata | G1 | G2 | Q cat H | Neve | Vento orto | Vento X | Vento Y | Dinamica SLV X | Dinamica SLV Y | Dinamica SLD X | Dinamica SLD Y |
|---------------------------|------------|----|----|------------|------|---------------|---------|---------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Dinamica SLD 1 ex+ ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,3 |
| Dinamica SLD 1 ex+ ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,3 |
| Dinamica SLD 1 ex- ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,3 |
| Dinamica SLD 1 ex- ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,3 |
| Dinamica SLD 2 ex+ ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | -0,3 |
| Dinamica SLD 2 ex+ ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | -0,3 |
| Dinamica SLD 2 ex- ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | -0,3 |
| Dinamica SLD 2 ex- ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | -0,3 |
| Dinamica SLD 3 ex+ ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0,3 |
| Dinamica SLD 3 ex+ ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0,3 |
| Dinamica SLD 3 ex- ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0,3 |
| Dinamica SLD 3 ex- ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0,3 |
| Dinamica SLD 4 ex+ ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -0,3 |
| Dinamica SLD 4 ex+ ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -0,3 |
| Dinamica SLD 4 ex- ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -0,3 |
| Dinamica SLD 4 ex- ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -0,3 |
| Dinamica SLD 5 ex+ ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 1 |
| Dinamica SLD 5 ex+ ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 1 |
| Dinamica SLD 5 ex- ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 1 |
| Dinamica SLD 5 ex- ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 1 |
| Dinamica SLD 6 ex+ ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | -1 |
| Dinamica SLD 6 ex+ ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | -1 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------|----|
| Dinamica SLD 6 ex-ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | -1 |
| Dinamica SLD 6 ex-ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | -1 |
| Dinamica SLD 7 ex+ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,3 | 1 |
| Dinamica SLD 7 ex+ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,3 | 1 |
| Dinamica SLD 7 ex-ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,3 | 1 |
| Dinamica SLD 7 ex-ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,3 | 1 |
| Dinamica SLD 8 ex+ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,3 | -1 |
| Dinamica SLD 8 ex+ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,3 | -1 |
| Dinamica SLD 8 ex-ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,3 | -1 |
| Dinamica SLD 8 ex-ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,3 | -1 |

Combinazioni per lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV)

| Nome | Durata | G1 | G2 | Q cat H | Neve | Vento orto | Vento X | Vento Y | Dinamica SLV X | Dinamica SLV Y | Dinamica SLD X | Dinamica SLD Y |
|-----------------------|------------|----|----|---------|------|------------|---------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Dinamica SLV 1 ex+ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,3 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 1 ex+ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,3 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 1 ex-ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,3 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 1 ex-ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,3 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 2 ex+ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | -0,3 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 2 ex+ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | -0,3 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 2 ex-ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | -0,3 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 2 ex-ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | -0,3 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 3 ex+ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0,3 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 3 ex+ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0,3 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 3 ex-ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0,3 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 3 ex-ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0,3 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 4 ex+ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -0,3 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 4 ex+ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -0,3 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 4 ex-ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -0,3 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 4 ex-ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -0,3 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 5 ex+ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 5 ex+ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 5 ex-ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|------|----|---|---|
| Dinamica SLV 5 ex- ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 6 ex+ ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | -1 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 6 ex+ ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | -1 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 6 ex- ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | -1 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 6 ex- ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | -1 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 7 ex+ ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,3 | 1 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 7 ex+ ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,3 | 1 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 7 ex- ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,3 | 1 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 7 ex- ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,3 | 1 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 8 ex+ ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,3 | -1 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,3 | -1 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 8 ex- ey+ | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,3 | -1 | 0 | 0 |
| Dinamica SLV 8 ex- ey- | Istantanea | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,3 | -1 | 0 | 0 |

Azioni orizzontali

Analisi modale

L'analisi modale porta alla determinazione dei modi di vibrare della struttura, che forniscono importanti informazioni sul comportamento sismico dell'edificio e sono alla base dell'analisi dinamica lineare.

La determinazione dei modi di vibrare implica la risoluzione del problema agli autovalori generalizzato:

$$[K - \Omega^2 M] \Phi = 0$$

dove K è la matrice di rigidezza, M la matrice delle masse, Ω^2 è la matrice diagonale degli autovalori e Φ è la matrice dei corrispondenti autovettori o modi di vibrare (massa normalizzati); le masse sismiche dei singoli piani sono calcolate sulla base della seguente combinazione dei carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

Il singolo autovalore, ricavato dalla soluzione del problema agli autovalori generalizzato, è pari al quadrato della pulsazione angolare ω legata al periodo, T , e la frequenza, f , secondo le relazioni:

$$T = \frac{1}{f} \text{ e } f = \frac{\omega}{2\pi}$$

A ciascun modo i -esimo è associata una massa partecipante nelle due direzioni principali X e Y e attorno all'asse verticale Z pari a:

$$M_x^i = \frac{m_x^i}{\sum m_{x,j}} [\%]$$

$$M_y^i = \frac{m_y^i}{\sum m_{y,j}} [\%]$$

$$M_z^i = \frac{m_z^i}{\sum I_{z,j}} [\%]$$

dove:

$$m_x^i = \frac{([\Phi^i]^T M R_x)^2}{[\Phi^i]^T M \Phi^i}$$

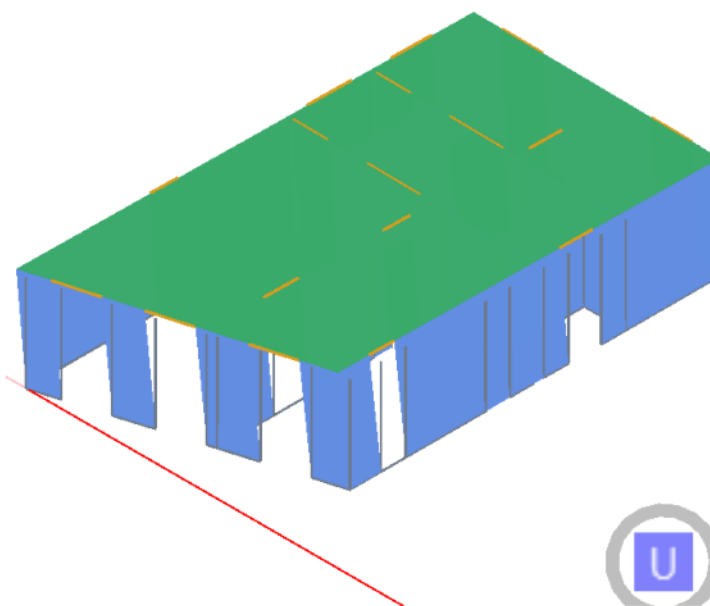
$$m_y^i = \frac{([\Phi^i]^T M R_y)^2}{[\Phi^i]^T M \Phi^i}$$

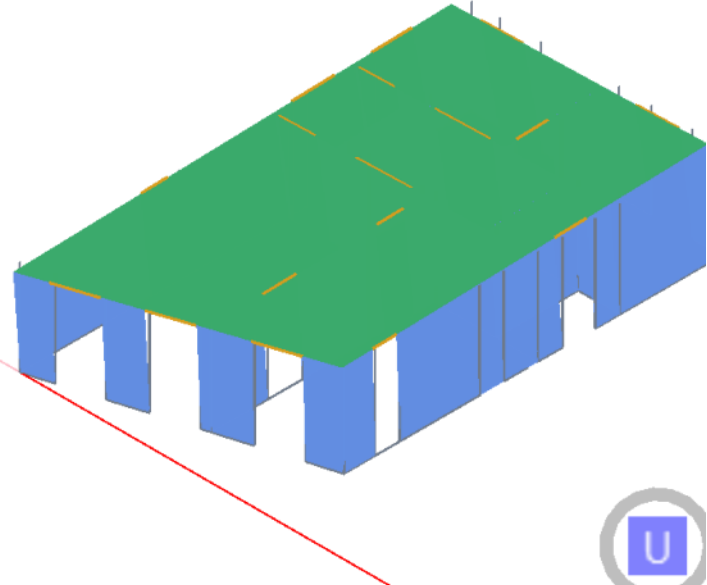

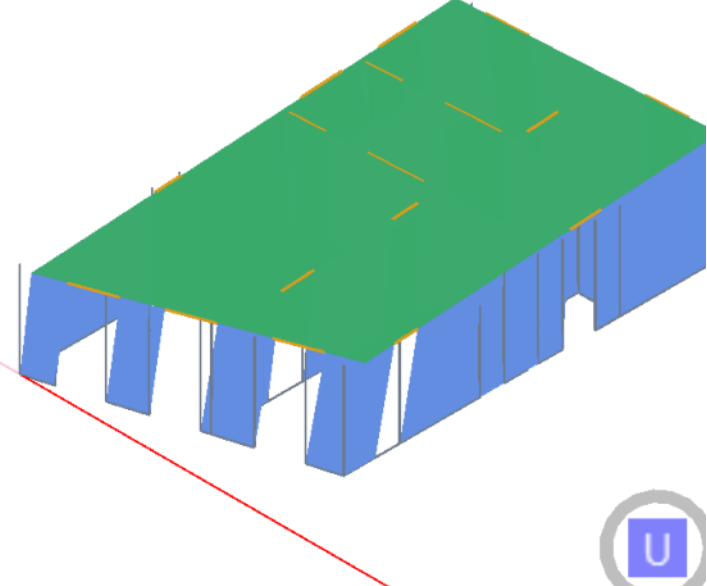

$$m_z^i = \frac{([\Phi^i]^T M R_z)^2}{[\Phi^i]^T M \Phi^i}$$

e in cui $\sum m_{x,j}$, $\sum m_{y,j}$ e $\sum I_{z,j}$ rappresentano la somma delle masse agenti in direzione X e Y e delle masse polari di tutti i j -esimi gradi di libertà non vincolati della struttura.

| Modo di vibrare | Periodo [s] | Frequenza [Hz] | M _x [%] | Somma M _x [%] | M _y [%] | Somma M _y [%] | M _z [%] | Somma M _z [%] |
|-----------------|-------------|----------------|--------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|
| Modo 1 | 0,16 | 6,20 | 94,21 | 94,21 | 1,53 | 1,53 | 4,26 | 4,26 |
| Modo 2 | 0,12 | 8,45 | 4,15 | 98,36 | 77,31 | 78,84 | 18,54 | 22,80 |
| Modo 3 | 0,11 | 9,43 | 1,64 | 100,00 | 21,16 | 100,00 | 77,20 | 100,00 |

In tabella sono riportati, limitatamente ai primi sei modi di vibrare, il periodo corrispondente e la deformata modale.

| Modo di vibrare | Periodo [s] | Deformata modale |
|-----------------|-------------|---|
| Modo 1 | 0,16 |  |

| | | |
|---------------|-------------|--|
| <p>Modo 2</p> | <p>0,12</p> |   |
| <p>Modo 3</p> | <p>0,11</p> |   |

Analisi dinamica lineare

L'analisi dinamica lineare consiste:

- nel calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare ricavato dall'analisi modale;
- nella combinazione di questi effetti.

Il calcolo degli effetti dell'azione sismica si basa sull'applicazione delle forze esterne equivalenti alla struttura secondo la formulazione seguente:

$$F_x^i = \Gamma_x^i S_d(T_i) M \Phi^i$$

e

$$F_y^i = \Gamma_y^i S_d(T_i) M \Phi^i$$

dove:

F_x^i e F_y^i sono le forze esterne riferite all'*i-esimo* modo di vibrare e dovute all'azione sismica agente rispettivamente lungo X e lungo Y

$S_d(T_i)$ è l'ordinata dello spettro di progetto corrispondente al periodo *i-esimo*

Φ^i è il modo di vibrare *i-esimo*

Γ_x^i e Γ_y^i sono i coefficienti di partecipazione dell'*i-esimo* modo di vibrare definiti come:

$$\Gamma_x^i = \frac{[\Phi^i]^T M R_x}{[\Phi^i]^T M \Phi^i} \text{ e } \Gamma_y^i = \frac{[\Phi^i]^T M R_y}{[\Phi^i]^T M \Phi^i}$$

La combinazione degli effetti relativi ai singoli modi è eseguita utilizzando una combinazione quadratica completa degli effetti relativi a ciascun modo, così come definita nell'espressione seguente:

$$E = \sqrt{\sum_j \sum_i \rho_{ij} \cdot E_i \cdot E_j}$$

con:

E_j valore dell'effetto relativo al modo j;

ρ_{ij} coefficiente di correlazione tra il modo i e il modo j, calcolato con la formula:

$$\rho_{ij} = \frac{8 \cdot \xi^2 \cdot \beta_{ij}^{3/2}}{(1 + \beta_{ij}) \cdot [(1 - \beta_{ij})^2 + 4 \cdot \xi^2 \cdot \beta_{ij}]}$$

ξ smorzamento viscoso dei modi i e j;

β_{ij} è il rapporto tra l'inverso dei periodi di ciascuna coppia i-j di modi ($\beta_{ij} = T_j/T_i$).

Nella tabella seguente si riportano le proprietà degli impalcato della struttura.

| Impalcato | Quota del baricentro dell'impalcato rispetto al piano di imposta [m] | xG,sisma [m] | yG,sisma [m] | Eccentricità accidentale ex [m] | Eccentricità accidentale ey [m] | Massa i [kg] |
|-----------|--|--------------|--------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------|
| 1 | 3,50 | 4,53 | 9,07 | 0,46 | 0,83 | 52436 |

In tabella sono riportati, per ciascun modo di vibrare, il periodo corrispondente e l'ordinata spettrale agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita e agli Stati Limite di Danno.

| Modo di vibrare | Periodo [s] | Ordinata spettro SLV [g] | Ordinata spettro SLD [g] |
|-----------------|-------------|--------------------------|--------------------------|
| Modo 1 | 0,16 | 0,52 | 0,20 |
| Modo 2 | 0,12 | 0,46 | 0,19 |
| Modo 3 | 0,11 | 0,45 | 0,18 |

Vento

Nella tabella seguente si riportano le risultanti dovute all'azione del vento nelle due direzioni principali e le coordinate dei rispettivi punti di applicazione.

| Impalcato | Quota rispetto al piano di riferimento [m] | xG,vento [m] | yG,vento [m] | Fx [kN] | Fy [kN] |
|-----------|--|--------------|--------------|---------|---------|
| 1 | 3,50 | 4,58 | 8,27 | 25,02 | 13,25 |

Sollecitazioni

Nel presente capitolo si riportano in forma tabellare le sollecitazioni sugli elementi strutturali e sulle relative connessioni causate dai diversi carichi agenti. Si riportano inoltre i valori degli spostamenti di interpiano conseguenti all'applicazione dei suddetti carichi.

Pareti

Nome parete: Identificativo della parete

N: Azione assiale totale

V2: Sollecitazione tagliante (agente nel piano)

V3: Sollecitazione tagliante (agente fuori piano)

M2-2: Sollecitazione flettente (agente fuori piano)

M3-3: Sollecitazione flettente (agente nel piano)

dr: Spostamento relativo di interpiano della parete

| Carico | Nome parete | N [kN] | V2 [kN] | V3 [kN] | M2-2 [kNm] | M3-3 [kNm] | dr [mm] |
|--------|-------------|-----------|------------|------------|---------------|---------------|------------|
| G1 | Parete 5 | 1,94 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G1 | Parete 8 | 14,75 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G1 | Parete 9 | 0,44 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| G1 | Parete 13 | 5,12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| G1 | Parete 16 | 1,94 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G1 | Parete 20 | 15,58 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G1 | Parete 25 | 14,63 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G1 | Parete 29 | 7,35 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G1 | Parete 30 | 21,15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G1 | Parete 31 | 22,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G1 | Parete 32 | 2,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G1 | Parete 35 | 3,67 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G1 | Parete 36 | 2,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G1 | Parete 37 | 2,75 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G1 | Parete 38 | 7,54 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G1 | Parete 39 | 4,22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G1 | Parete 41 | 15,48 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G1 | Parete 42 | 7,30 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G1 | Parete 43 | 2,75 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G1 | Parete 44 | 8,17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G1 | Parete 45 | 19,71 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G1 | Parete 46 | 7,54 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G1 | Parete 48 | 0,44 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| G1 | Parete 49 | 4,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G1 | Parete 50 | 12,87 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G1 | Parete 52 | 20,57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G1 | Parete 53 | 7,77 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | | | | | |
| G2 | Parete 5 | 2,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Parete 8 | 28,89 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Parete 9 | 0,42 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| G2 | Parete 13 | 10,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| G2 | Parete 16 | 2,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Parete 20 | 29,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Parete 25 | 27,15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Parete 29 | 14,67 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Parete 30 | 36,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Parete 31 | 43,93 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Parete 32 | 2,98 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| | | | | | | | |
|------------|-----------|--------|------|------|------|------|------|
| G2 | Parete 35 | 5,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Parete 36 | 2,77 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Parete 37 | 3,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Parete 38 | 8,88 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Parete 39 | 6,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Parete 41 | 25,96 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Parete 42 | 8,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Parete 43 | 3,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Parete 44 | 15,23 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Parete 45 | 34,99 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Parete 46 | 8,88 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Parete 48 | 0,42 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| G2 | Parete 49 | 8,32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Parete 50 | 24,71 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Parete 52 | 36,93 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Parete 53 | 14,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | | | | | |
| Q cat H | Parete 5 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Parete 8 | 6,14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Parete 9 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| Q cat H | Parete 13 | 2,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| Q cat H | Parete 16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Parete 20 | 5,74 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Parete 25 | 5,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Parete 29 | 3,23 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Parete 30 | 5,88 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Parete 31 | 9,39 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Parete 32 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Parete 35 | 0,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Parete 36 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Parete 37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Parete 38 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Parete 39 | 0,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Parete 41 | 4,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Parete 42 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Parete 43 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Parete 44 | 3,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Parete 45 | 6,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Parete 46 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Parete 48 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| Q cat H | Parete 49 | 1,48 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Parete 50 | 5,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Parete 52 | 6,78 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Parete 53 | 2,82 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | | | | | |
| Neve | Parete 5 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Parete 8 | 10,92 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Parete 9 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| Neve | Parete 13 | 4,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| Neve | Parete 16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Parete 20 | 10,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Parete 25 | 9,27 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Parete 29 | 5,74 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Parete 30 | 10,45 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Parete 31 | 16,70 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Parete 32 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Parete 35 | 1,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Parete 36 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Parete 37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Parete 38 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Parete 39 | 1,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Parete 41 | 7,24 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Parete 42 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Parete 43 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Parete 44 | 5,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Parete 45 | 11,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Parete 46 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Parete 48 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| Neve | Parete 49 | 2,63 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Parete 50 | 9,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Parete 52 | 12,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Parete 53 | 5,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | | | | | |
| Vento orto | Parete 5 | 0,00 | 0,00 | 1,46 | 1,28 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Parete 8 | -12,41 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| | | | | | | | |
|------------|-----------|--------|------|------|------|-------|------|
| Vento orto | Parete 9 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| Vento orto | Parete 13 | -4,79 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| Vento orto | Parete 16 | 0,00 | 0,00 | 1,46 | 1,28 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Parete 20 | -11,61 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Parete 25 | -10,54 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Parete 29 | -6,52 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Parete 30 | -11,89 | 0,00 | 8,42 | 7,37 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Parete 31 | -18,98 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Parete 32 | -0,29 | 0,00 | 1,59 | 1,39 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Parete 35 | -1,37 | 0,00 | 1,77 | 1,55 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Parete 36 | -0,29 | 0,00 | 1,45 | 1,27 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Parete 37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Parete 38 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Parete 39 | -1,37 | 0,00 | 2,20 | 1,93 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Parete 41 | -8,23 | 0,00 | 6,52 | 5,70 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Parete 42 | 0,00 | 0,00 | 5,63 | 4,93 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Parete 43 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Parete 44 | -6,11 | 0,00 | 2,12 | 1,86 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Parete 45 | -12,55 | 0,00 | 6,84 | 5,99 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Parete 46 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Parete 48 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| Vento orto | Parete 49 | -3,00 | 0,00 | 1,61 | 1,41 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Parete 50 | -10,31 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Parete 52 | -13,71 | 0,00 | 6,62 | 5,79 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Parete 53 | -5,71 | 0,00 | 1,99 | 1,74 | 0,00 | 0,00 |
| | | | | | | | |
| Vento X | Parete 5 | 0,00 | 0,56 | 0,00 | 0,00 | 1,94 | 0,23 |
| Vento X | Parete 8 | 0,00 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,24 | 0,01 |
| Vento X | Parete 9 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| Vento X | Parete 13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| Vento X | Parete 16 | 0,00 | 0,56 | 0,00 | 0,00 | 1,94 | 0,23 |
| Vento X | Parete 20 | 0,00 | 0,55 | 0,00 | 0,00 | 1,92 | 0,04 |
| Vento X | Parete 25 | 0,00 | 0,18 | 0,00 | 0,00 | 0,63 | 0,01 |
| Vento X | Parete 29 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,01 |
| Vento X | Parete 30 | 0,00 | 0,83 | 0,00 | 0,00 | 2,90 | 0,03 |
| Vento X | Parete 31 | 0,00 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,30 | 0,01 |
| Vento X | Parete 32 | 0,00 | 1,74 | 0,00 | 0,00 | 6,07 | 0,37 |
| Vento X | Parete 35 | 0,00 | 2,05 | 0,00 | 0,00 | 7,19 | 0,37 |
| Vento X | Parete 36 | 0,00 | 1,49 | 0,00 | 0,00 | 5,20 | 0,37 |
| Vento X | Parete 37 | 0,00 | 1,25 | 0,00 | 0,00 | 4,39 | 0,30 |
| Vento X | Parete 38 | 0,00 | 4,70 | 0,00 | 0,00 | 16,45 | 0,27 |
| Vento X | Parete 39 | 0,00 | 2,88 | 0,00 | 0,00 | 10,09 | 0,37 |
| Vento X | Parete 41 | 0,00 | 0,58 | 0,00 | 0,00 | 2,02 | 0,03 |
| Vento X | Parete 42 | 0,00 | 3,78 | 0,00 | 0,00 | 13,23 | 0,23 |
| Vento X | Parete 43 | 0,00 | 1,13 | 0,00 | 0,00 | 3,94 | 0,27 |
| Vento X | Parete 44 | 0,00 | 0,29 | 0,00 | 0,00 | 1,01 | 0,06 |
| Vento X | Parete 45 | 0,00 | 1,36 | 0,00 | 0,00 | 4,78 | 0,06 |
| Vento X | Parete 46 | 0,00 | 5,23 | 0,00 | 0,00 | 18,31 | 0,30 |
| Vento X | Parete 48 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| Vento X | Parete 49 | 0,00 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,28 | 0,03 |
| Vento X | Parete 50 | 0,00 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,24 | 0,01 |
| Vento X | Parete 52 | 0,00 | 1,30 | 0,00 | 0,00 | 4,55 | 0,06 |
| Vento X | Parete 53 | 0,00 | 0,26 | 0,00 | 0,00 | 0,90 | 0,06 |
| | | | | | | | |
| Vento Y | Parete 5 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 |
| Vento Y | Parete 8 | 0,00 | 0,65 | 0,00 | 0,00 | 2,26 | 0,09 |
| Vento Y | Parete 9 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| Vento Y | Parete 13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| Vento Y | Parete 16 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 |
| Vento Y | Parete 20 | 0,00 | 1,19 | 0,00 | 0,00 | 4,16 | 0,09 |
| Vento Y | Parete 25 | 0,00 | 1,08 | 0,00 | 0,00 | 3,77 | 0,08 |
| Vento Y | Parete 29 | 0,00 | 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,47 | 0,09 |
| Vento Y | Parete 30 | 0,00 | 2,25 | 0,00 | 0,00 | 7,88 | 0,08 |
| Vento Y | Parete 31 | 0,00 | 0,81 | 0,00 | 0,00 | 2,85 | 0,09 |
| Vento Y | Parete 32 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 0,00 |
| Vento Y | Parete 35 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,01 |
| Vento Y | Parete 36 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 0,01 |
| Vento Y | Parete 37 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,01 |
| Vento Y | Parete 38 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,13 | 0,00 |
| Vento Y | Parete 39 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,01 |
| Vento Y | Parete 41 | 0,00 | 1,57 | 0,00 | 0,00 | 5,49 | 0,08 |
| Vento Y | Parete 42 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,21 | 0,00 |
| Vento Y | Parete 43 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 |
| Vento Y | Parete 44 | 0,00 | 0,42 | 0,00 | 0,00 | 1,46 | 0,09 |
| Vento Y | Parete 45 | 0,00 | 1,99 | 0,00 | 0,00 | 6,96 | 0,09 |

| | | | | | | | |
|----------------|-----------|------|-------|------|------|--------|------|
| Vento Y | Parete 46 | 0,00 | 0,12 | 0,00 | 0,00 | 0,42 | 0,01 |
| Vento Y | Parete 48 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| Vento Y | Parete 49 | 0,00 | 0,22 | 0,00 | 0,00 | 0,77 | 0,08 |
| Vento Y | Parete 50 | 0,00 | 0,64 | 0,00 | 0,00 | 2,25 | 0,09 |
| Vento Y | Parete 52 | 0,00 | 1,89 | 0,00 | 0,00 | 6,63 | 0,09 |
| Vento Y | Parete 53 | 0,00 | 0,38 | 0,00 | 0,00 | 1,32 | 0,09 |
| | | | | | | | |
| Dinamica SLV X | Parete 5 | 0,00 | 6,97 | 0,00 | 0,00 | 24,40 | 2,94 |
| Dinamica SLV X | Parete 8 | 0,00 | 2,17 | 0,00 | 0,00 | 7,59 | 0,29 |
| Dinamica SLV X | Parete 9 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| Dinamica SLV X | Parete 13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| Dinamica SLV X | Parete 16 | 0,00 | 6,97 | 0,00 | 0,00 | 24,40 | 2,94 |
| Dinamica SLV X | Parete 20 | 0,00 | 5,51 | 0,00 | 0,00 | 19,28 | 0,42 |
| Dinamica SLV X | Parete 25 | 0,00 | 2,56 | 0,00 | 0,00 | 8,97 | 0,20 |
| Dinamica SLV X | Parete 29 | 0,00 | 0,45 | 0,00 | 0,00 | 1,57 | 0,29 |
| Dinamica SLV X | Parete 30 | 0,00 | 3,82 | 0,00 | 0,00 | 13,37 | 0,14 |
| Dinamica SLV X | Parete 31 | 0,00 | 2,73 | 0,00 | 0,00 | 9,56 | 0,29 |
| Dinamica SLV X | Parete 32 | 0,00 | 15,53 | 0,00 | 0,00 | 54,34 | 3,30 |
| Dinamica SLV X | Parete 35 | 0,00 | 18,36 | 0,00 | 0,00 | 64,28 | 3,29 |
| Dinamica SLV X | Parete 36 | 0,00 | 13,28 | 0,00 | 0,00 | 46,50 | 3,29 |
| Dinamica SLV X | Parete 37 | 0,00 | 13,23 | 0,00 | 0,00 | 46,31 | 3,20 |
| Dinamica SLV X | Parete 38 | 0,00 | 53,16 | 0,00 | 0,00 | 186,07 | 3,08 |
| Dinamica SLV X | Parete 39 | 0,00 | 25,77 | 0,00 | 0,00 | 90,21 | 3,30 |
| Dinamica SLV X | Parete 41 | 0,00 | 2,66 | 0,00 | 0,00 | 9,31 | 0,14 |
| Dinamica SLV X | Parete 42 | 0,00 | 47,44 | 0,00 | 0,00 | 166,05 | 2,94 |
| Dinamica SLV X | Parete 43 | 0,00 | 12,75 | 0,00 | 0,00 | 44,63 | 3,08 |
| Dinamica SLV X | Parete 44 | 0,00 | 2,28 | 0,00 | 0,00 | 7,99 | 0,51 |
| Dinamica SLV X | Parete 45 | 0,00 | 10,85 | 0,00 | 0,00 | 37,98 | 0,51 |
| Dinamica SLV X | Parete 46 | 0,00 | 55,16 | 0,00 | 0,00 | 193,07 | 3,20 |
| Dinamica SLV X | Parete 48 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| Dinamica SLV X | Parete 49 | 0,00 | 0,37 | 0,00 | 0,00 | 1,30 | 0,14 |
| Dinamica SLV X | Parete 50 | 0,00 | 2,15 | 0,00 | 0,00 | 7,53 | 0,29 |
| Dinamica SLV X | Parete 52 | 0,00 | 10,33 | 0,00 | 0,00 | 36,15 | 0,51 |
| Dinamica SLV X | Parete 53 | 0,00 | 2,05 | 0,00 | 0,00 | 7,19 | 0,51 |
| | | | | | | | |
| Dinamica SLV Y | Parete 5 | 0,00 | 1,02 | 0,00 | 0,00 | 3,56 | 0,43 |
| Dinamica SLV Y | Parete 8 | 0,00 | 11,29 | 0,00 | 0,00 | 39,51 | 1,50 |
| Dinamica SLV Y | Parete 9 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| Dinamica SLV Y | Parete 13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| Dinamica SLV Y | Parete 16 | 0,00 | 1,02 | 0,00 | 0,00 | 3,56 | 0,43 |
| Dinamica SLV Y | Parete 20 | 0,00 | 20,33 | 0,00 | 0,00 | 71,15 | 1,55 |
| Dinamica SLV Y | Parete 25 | 0,00 | 19,16 | 0,00 | 0,00 | 67,05 | 1,46 |
| Dinamica SLV Y | Parete 29 | 0,00 | 2,34 | 0,00 | 0,00 | 8,18 | 1,50 |
| Dinamica SLV Y | Parete 30 | 0,00 | 40,73 | 0,00 | 0,00 | 142,55 | 1,44 |
| Dinamica SLV Y | Parete 31 | 0,00 | 14,22 | 0,00 | 0,00 | 49,77 | 1,50 |
| Dinamica SLV Y | Parete 32 | 0,00 | 2,69 | 0,00 | 0,00 | 9,43 | 0,57 |
| Dinamica SLV Y | Parete 35 | 0,00 | 3,26 | 0,00 | 0,00 | 11,41 | 0,58 |
| Dinamica SLV Y | Parete 36 | 0,00 | 2,34 | 0,00 | 0,00 | 8,20 | 0,58 |
| Dinamica SLV Y | Parete 37 | 0,00 | 1,26 | 0,00 | 0,00 | 4,41 | 0,30 |
| Dinamica SLV Y | Parete 38 | 0,00 | 5,84 | 0,00 | 0,00 | 20,45 | 0,34 |
| Dinamica SLV Y | Parete 39 | 0,00 | 4,52 | 0,00 | 0,00 | 15,80 | 0,58 |
| Dinamica SLV Y | Parete 41 | 0,00 | 28,36 | 0,00 | 0,00 | 99,25 | 1,44 |
| Dinamica SLV Y | Parete 42 | 0,00 | 6,93 | 0,00 | 0,00 | 24,24 | 0,43 |
| Dinamica SLV Y | Parete 43 | 0,00 | 1,40 | 0,00 | 0,00 | 4,90 | 0,34 |
| Dinamica SLV Y | Parete 44 | 0,00 | 7,09 | 0,00 | 0,00 | 24,82 | 1,60 |
| Dinamica SLV Y | Parete 45 | 0,00 | 33,70 | 0,00 | 0,00 | 117,94 | 1,60 |
| Dinamica SLV Y | Parete 46 | 0,00 | 5,25 | 0,00 | 0,00 | 18,39 | 0,30 |
| Dinamica SLV Y | Parete 48 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| Dinamica SLV Y | Parete 49 | 0,00 | 3,97 | 0,00 | 0,00 | 13,90 | 1,44 |
| Dinamica SLV Y | Parete 50 | 0,00 | 11,20 | 0,00 | 0,00 | 39,21 | 1,50 |
| Dinamica SLV Y | Parete 52 | 0,00 | 32,08 | 0,00 | 0,00 | 112,28 | 1,60 |
| Dinamica SLV Y | Parete 53 | 0,00 | 6,38 | 0,00 | 0,00 | 22,32 | 1,60 |
| | | | | | | | |
| Dinamica SLD X | Parete 5 | 0,00 | 2,73 | 0,00 | 0,00 | 9,55 | 1,15 |
| Dinamica SLD X | Parete 8 | 0,00 | 0,85 | 0,00 | 0,00 | 2,99 | 0,11 |
| Dinamica SLD X | Parete 9 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| Dinamica SLD X | Parete 13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| Dinamica SLD X | Parete 16 | 0,00 | 2,73 | 0,00 | 0,00 | 9,55 | 1,15 |
| Dinamica SLD X | Parete 20 | 0,00 | 2,17 | 0,00 | 0,00 | 7,58 | 0,17 |
| Dinamica SLD X | Parete 25 | 0,00 | 1,01 | 0,00 | 0,00 | 3,53 | 0,08 |
| Dinamica SLD X | Parete 29 | 0,00 | 0,18 | 0,00 | 0,00 | 0,62 | 0,11 |
| Dinamica SLD X | Parete 30 | 0,00 | 1,51 | 0,00 | 0,00 | 5,28 | 0,05 |
| Dinamica SLD X | Parete 31 | 0,00 | 1,08 | 0,00 | 0,00 | 3,76 | 0,11 |
| Dinamica SLD X | Parete 32 | 0,00 | 6,08 | 0,00 | 0,00 | 21,27 | 1,29 |
| Dinamica SLD X | Parete 35 | 0,00 | 7,19 | 0,00 | 0,00 | 25,16 | 1,29 |

| | | | | | | | |
|----------------|-----------|------|-------|------|------|-------|------|
| Dinamica SLD X | Parete 36 | 0,00 | 5,20 | 0,00 | 0,00 | 18,20 | 1,29 |
| Dinamica SLD X | Parete 37 | 0,00 | 5,18 | 0,00 | 0,00 | 18,12 | 1,25 |
| Dinamica SLD X | Parete 38 | 0,00 | 20,81 | 0,00 | 0,00 | 72,84 | 1,21 |
| Dinamica SLD X | Parete 39 | 0,00 | 10,09 | 0,00 | 0,00 | 35,31 | 1,29 |
| Dinamica SLD X | Parete 41 | 0,00 | 1,05 | 0,00 | 0,00 | 3,68 | 0,05 |
| Dinamica SLD X | Parete 42 | 0,00 | 18,57 | 0,00 | 0,00 | 65,00 | 1,15 |
| Dinamica SLD X | Parete 43 | 0,00 | 4,99 | 0,00 | 0,00 | 17,47 | 1,21 |
| Dinamica SLD X | Parete 44 | 0,00 | 0,90 | 0,00 | 0,00 | 3,14 | 0,20 |
| Dinamica SLD X | Parete 45 | 0,00 | 4,27 | 0,00 | 0,00 | 14,93 | 0,20 |
| Dinamica SLD X | Parete 46 | 0,00 | 21,59 | 0,00 | 0,00 | 75,57 | 1,25 |
| Dinamica SLD X | Parete 48 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| Dinamica SLD X | Parete 49 | 0,00 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,51 | 0,05 |
| Dinamica SLD X | Parete 50 | 0,00 | 0,85 | 0,00 | 0,00 | 2,96 | 0,11 |
| Dinamica SLD X | Parete 52 | 0,00 | 4,06 | 0,00 | 0,00 | 14,22 | 0,20 |
| Dinamica SLD X | Parete 53 | 0,00 | 0,81 | 0,00 | 0,00 | 2,83 | 0,20 |
| | | | | | | | |
| Dinamica SLD Y | Parete 5 | 0,00 | 0,41 | 0,00 | 0,00 | 1,42 | 0,17 |
| Dinamica SLD Y | Parete 8 | 0,00 | 4,56 | 0,00 | 0,00 | 15,95 | 0,60 |
| Dinamica SLD Y | Parete 9 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| Dinamica SLD Y | Parete 13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| Dinamica SLD Y | Parete 16 | 0,00 | 0,41 | 0,00 | 0,00 | 1,42 | 0,17 |
| Dinamica SLD Y | Parete 20 | 0,00 | 8,20 | 0,00 | 0,00 | 28,71 | 0,63 |
| Dinamica SLD Y | Parete 25 | 0,00 | 7,74 | 0,00 | 0,00 | 27,08 | 0,59 |
| Dinamica SLD Y | Parete 29 | 0,00 | 0,94 | 0,00 | 0,00 | 3,30 | 0,60 |
| Dinamica SLD Y | Parete 30 | 0,00 | 16,45 | 0,00 | 0,00 | 57,57 | 0,58 |
| Dinamica SLD Y | Parete 31 | 0,00 | 5,74 | 0,00 | 0,00 | 20,09 | 0,60 |
| Dinamica SLD Y | Parete 32 | 0,00 | 1,08 | 0,00 | 0,00 | 3,79 | 0,23 |
| Dinamica SLD Y | Parete 35 | 0,00 | 1,31 | 0,00 | 0,00 | 4,58 | 0,23 |
| Dinamica SLD Y | Parete 36 | 0,00 | 0,94 | 0,00 | 0,00 | 3,30 | 0,23 |
| Dinamica SLD Y | Parete 37 | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | 1,74 | 0,12 |
| Dinamica SLD Y | Parete 38 | 0,00 | 2,31 | 0,00 | 0,00 | 8,10 | 0,13 |
| Dinamica SLD Y | Parete 39 | 0,00 | 1,81 | 0,00 | 0,00 | 6,35 | 0,23 |
| Dinamica SLD Y | Parete 41 | 0,00 | 11,45 | 0,00 | 0,00 | 40,09 | 0,58 |
| Dinamica SLD Y | Parete 42 | 0,00 | 2,77 | 0,00 | 0,00 | 9,68 | 0,17 |
| Dinamica SLD Y | Parete 43 | 0,00 | 0,56 | 0,00 | 0,00 | 1,94 | 0,13 |
| Dinamica SLD Y | Parete 44 | 0,00 | 2,86 | 0,00 | 0,00 | 10,01 | 0,64 |
| Dinamica SLD Y | Parete 45 | 0,00 | 13,60 | 0,00 | 0,00 | 47,59 | 0,64 |
| Dinamica SLD Y | Parete 46 | 0,00 | 2,07 | 0,00 | 0,00 | 7,24 | 0,12 |
| Dinamica SLD Y | Parete 48 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/D |
| Dinamica SLD Y | Parete 49 | 0,00 | 1,60 | 0,00 | 0,00 | 5,61 | 0,58 |
| Dinamica SLD Y | Parete 50 | 0,00 | 4,52 | 0,00 | 0,00 | 15,83 | 0,60 |
| Dinamica SLD Y | Parete 52 | 0,00 | 12,94 | 0,00 | 0,00 | 45,30 | 0,64 |
| Dinamica SLD Y | Parete 53 | 0,00 | 2,57 | 0,00 | 0,00 | 9,01 | 0,64 |

Solai

Nome solaio: Identificativo del solaio

V2: Sollecitazione massima tagliante lungo l'asse locale 2 per l'elemento di solaio più sollecitato

M3-3: Sollecitazione massima flettente attorno all'asse locale 3 per l'elemento di solaio più sollecitato

W_{ist}: Deformazione massima per l'elemento di solaio più sollecitato

| Carico | Nome solaio | V2 [kN] | M3-3 [kNm] | W _{ist} [mm] |
|--------|-------------|------------|---------------|--------------------------|
| G1 | Solaio 11 | 1,68 | 1,58 | 0,61 |
| G1 | Solaio 12 | 2,42 | 3,28 | 2,41 |
| G1 | Solaio 13 | 0,68 | 0,26 | 0,03 |
| G1 | Solaio 14 | 2,43 | 3,30 | 2,43 |
| G1 | Solaio 15 | 0,99 | 0,56 | 0,10 |
| G1 | Solaio 16 | 1,68 | 1,58 | 0,61 |
| G1 | Solaio 17 | 2,42 | 3,28 | 2,41 |
| | | | | |
| G2 | Solaio 11 | 3,73 | 3,52 | 1,35 |
| G2 | Solaio 12 | 5,38 | 7,30 | 5,36 |
| G2 | Solaio 13 | 1,50 | 0,58 | 0,06 |
| G2 | Solaio 14 | 5,39 | 7,32 | 5,40 |
| G2 | Solaio 15 | 2,20 | 1,24 | 0,21 |
| G2 | Solaio 16 | 3,73 | 3,52 | 1,35 |

| | | | | |
|----------------|-----------|------|------|------|
| G2 | Solaio 17 | 5,38 | 7,30 | 5,36 |
| Q cat H | Solaio 11 | 0,93 | 0,88 | 0,34 |
| Q cat H | Solaio 12 | 1,35 | 1,82 | 1,34 |
| Q cat H | Solaio 13 | 0,38 | 0,14 | 0,02 |
| Q cat H | Solaio 14 | 1,35 | 1,83 | 1,35 |
| Q cat H | Solaio 15 | 0,55 | 0,31 | 0,05 |
| Q cat H | Solaio 16 | 0,93 | 0,88 | 0,34 |
| Q cat H | Solaio 17 | 1,35 | 1,82 | 1,34 |
| Neve | Solaio 11 | 1,66 | 1,57 | 0,60 |
| Neve | Solaio 12 | 2,39 | 3,25 | 2,38 |
| Neve | Solaio 13 | 0,67 | 0,26 | 0,03 |
| Neve | Solaio 14 | 2,40 | 3,26 | 2,40 |
| Neve | Solaio 15 | 0,98 | 0,55 | 0,09 |
| Neve | Solaio 16 | 1,66 | 1,57 | 0,60 |
| Neve | Solaio 17 | 2,39 | 3,25 | 2,38 |
| Vento orto | Solaio 11 | 1,89 | 1,78 | 0,00 |
| Vento orto | Solaio 12 | 2,72 | 3,69 | 0,00 |
| Vento orto | Solaio 13 | 0,76 | 0,29 | 0,00 |
| Vento orto | Solaio 14 | 2,73 | 3,70 | 0,00 |
| Vento orto | Solaio 15 | 1,11 | 0,62 | 0,00 |
| Vento orto | Solaio 16 | 1,89 | 1,78 | 0,00 |
| Vento orto | Solaio 17 | 2,72 | 3,69 | 0,00 |
| Vento X | Solaio 11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento X | Solaio 12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento X | Solaio 13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento X | Solaio 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento X | Solaio 15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento X | Solaio 16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento X | Solaio 17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento Y | Solaio 11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento Y | Solaio 12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento Y | Solaio 13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento Y | Solaio 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento Y | Solaio 15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento Y | Solaio 16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento Y | Solaio 17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV X | Solaio 11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV X | Solaio 12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV X | Solaio 13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV X | Solaio 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV X | Solaio 15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV X | Solaio 16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV X | Solaio 17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV Y | Solaio 11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV Y | Solaio 12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV Y | Solaio 13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV Y | Solaio 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV Y | Solaio 15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV Y | Solaio 16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV Y | Solaio 17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD X | Solaio 11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD X | Solaio 12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD X | Solaio 13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD X | Solaio 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD X | Solaio 15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD X | Solaio 16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD X | Solaio 17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD Y | Solaio 11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD Y | Solaio 12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD Y | Solaio 13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD Y | Solaio 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD Y | Solaio 15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD Y | Solaio 16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD Y | Solaio 17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Travi

Nome trave: Identificativo della trave

V2: Sollecitazione massima tagliante lungo l'asse locale 2

M3-3: Sollecitazione massima flettente attorno all'asse locale 3

W_{ist}: Deformazione massima per il carico considerato

| Carico | Nome trave | V2 [kN] | M3-3 [kNm] | W _{ist} [mm] |
|------------|------------|------------|---------------|--------------------------|
| G1 | Trave 1 | 0,35 | 0,13 | 0,01 |
| G1 | Trave 2 | 1,06 | 0,40 | 0,04 |
| G1 | Trave 3 | 0,36 | 0,13 | 0,01 |
| G1 | Trave 6 | 0,14 | 0,07 | 0,01 |
| G1 | Trave 9 | 0,09 | 0,03 | 0,00 |
| G1 | Trave 11 | 0,43 | 0,15 | 0,01 |
| G1 | Trave 12 | 0,61 | 0,32 | 0,04 |
| G1 | Trave 13 | 0,09 | 0,03 | 0,00 |
| G1 | Trave 14 | 0,14 | 0,07 | 0,01 |
| G1 | Trave 15 | 0,10 | 0,04 | 0,00 |
| G1 | Trave 16 | 0,10 | 0,04 | 0,00 |
| G1 | Trave 17 | 4,27 | 1,26 | 0,09 |
| G1 | Trave 18 | 2,36 | 0,57 | 0,03 |
| G1 | Trave 19 | 2,22 | 0,80 | 0,06 |
| G1 | Trave 20 | 1,03 | 0,23 | 0,01 |
| G1 | Trave 22 | 1,45 | 0,36 | 0,02 |
| G1 | Trave 23 | 1,38 | 0,65 | 0,07 |
| G2 | Trave 1 | 0,56 | 0,21 | 0,02 |
| G2 | Trave 2 | 2,12 | 0,81 | 0,09 |
| G2 | Trave 3 | 0,56 | 0,21 | 0,02 |
| G2 | Trave 6 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Trave 9 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Trave 11 | 0,77 | 0,27 | 0,02 |
| G2 | Trave 12 | 1,11 | 0,61 | 0,07 |
| G2 | Trave 13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Trave 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Trave 15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Trave 16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| G2 | Trave 17 | 9,31 | 2,74 | 0,19 |
| G2 | Trave 18 | 5,10 | 1,23 | 0,06 |
| G2 | Trave 19 | 4,73 | 1,71 | 0,13 |
| G2 | Trave 20 | 2,15 | 0,48 | 0,02 |
| G2 | Trave 22 | 3,07 | 0,76 | 0,04 |
| G2 | Trave 23 | 2,85 | 1,35 | 0,15 |
| Q cat H | Trave 1 | 0,14 | 0,05 | 0,01 |
| Q cat H | Trave 2 | 0,53 | 0,20 | 0,02 |
| Q cat H | Trave 3 | 0,14 | 0,05 | 0,01 |
| Q cat H | Trave 6 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Trave 9 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Trave 11 | 0,19 | 0,07 | 0,00 |
| Q cat H | Trave 12 | 0,28 | 0,15 | 0,02 |
| Q cat H | Trave 13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Trave 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Trave 15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Trave 16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q cat H | Trave 17 | 2,33 | 0,69 | 0,05 |
| Q cat H | Trave 18 | 1,28 | 0,31 | 0,01 |
| Q cat H | Trave 19 | 1,18 | 0,43 | 0,03 |
| Q cat H | Trave 20 | 0,54 | 0,12 | 0,00 |
| Q cat H | Trave 22 | 0,77 | 0,19 | 0,01 |
| Q cat H | Trave 23 | 0,71 | 0,34 | 0,04 |
| Neve | Trave 1 | 0,25 | 0,09 | 0,01 |
| Neve | Trave 2 | 0,94 | 0,36 | 0,04 |
| Neve | Trave 3 | 0,25 | 0,09 | 0,01 |
| Neve | Trave 6 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Trave 9 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Trave 11 | 0,34 | 0,12 | 0,01 |
| Neve | Trave 12 | 0,49 | 0,27 | 0,03 |
| Neve | Trave 13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Trave 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Trave 15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Trave 16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Neve | Trave 17 | 4,14 | 1,22 | 0,09 |
| Neve | Trave 18 | 2,27 | 0,55 | 0,03 |
| Neve | Trave 19 | 2,10 | 0,76 | 0,06 |
| Neve | Trave 20 | 0,96 | 0,21 | 0,01 |
| Neve | Trave 22 | 1,36 | 0,34 | 0,02 |
| Neve | Trave 23 | 1,27 | 0,60 | 0,06 |
| Vento orto | Trave 1 | 0,28 | 0,11 | -0,01 |
| Vento orto | Trave 2 | 1,07 | 0,41 | -0,05 |
| Vento orto | Trave 3 | 0,28 | 0,11 | -0,01 |
| Vento orto | Trave 6 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Trave 9 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Trave 11 | 0,39 | 0,14 | -0,01 |
| Vento orto | Trave 12 | 0,56 | 0,31 | -0,04 |
| Vento orto | Trave 13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Trave 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Trave 15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Trave 16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento orto | Trave 17 | 4,71 | 1,39 | -0,10 |
| Vento orto | Trave 18 | 2,58 | 0,62 | -0,03 |
| Vento orto | Trave 19 | 2,39 | 0,87 | -0,07 |
| Vento orto | Trave 20 | 1,09 | 0,24 | -0,01 |
| Vento orto | Trave 22 | 1,55 | 0,39 | -0,02 |
| Vento orto | Trave 23 | 1,44 | 0,68 | -0,07 |
| Vento X | Trave 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento X | Trave 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento X | Trave 3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento X | Trave 6 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| | | | | |
|----------------|----------|------|------|------|
| Vento X | Trave 9 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento X | Trave 11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento X | Trave 12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento X | Trave 13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento X | Trave 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento X | Trave 15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento X | Trave 16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento X | Trave 17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento X | Trave 18 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento X | Trave 19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento X | Trave 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento X | Trave 22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento X | Trave 23 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | | |
| Vento Y | Trave 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento Y | Trave 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento Y | Trave 3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento Y | Trave 6 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento Y | Trave 9 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento Y | Trave 11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento Y | Trave 12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento Y | Trave 13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento Y | Trave 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento Y | Trave 15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento Y | Trave 16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento Y | Trave 17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento Y | Trave 18 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento Y | Trave 19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento Y | Trave 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento Y | Trave 22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento Y | Trave 23 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | | |
| Dinamica SLV X | Trave 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV X | Trave 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV X | Trave 3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV X | Trave 6 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV X | Trave 9 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV X | Trave 11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV X | Trave 12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV X | Trave 13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV X | Trave 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV X | Trave 15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV X | Trave 16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV X | Trave 17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV X | Trave 18 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV X | Trave 19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV X | Trave 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV X | Trave 22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV X | Trave 23 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | | |
| Dinamica SLV Y | Trave 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV Y | Trave 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV Y | Trave 3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV Y | Trave 6 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV Y | Trave 9 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV Y | Trave 11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV Y | Trave 12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV Y | Trave 13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV Y | Trave 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV Y | Trave 15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV Y | Trave 16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV Y | Trave 17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV Y | Trave 18 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV Y | Trave 19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV Y | Trave 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV Y | Trave 22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLV Y | Trave 23 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | | |
| Dinamica SLD X | Trave 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD X | Trave 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD X | Trave 3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD X | Trave 6 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD X | Trave 9 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD X | Trave 11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD X | Trave 12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD X | Trave 13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD X | Trave 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD X | Trave 15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD X | Trave 16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD X | Trave 17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD X | Trave 18 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD X | Trave 19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD X | Trave 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD X | Trave 22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD X | Trave 23 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | | |
| Dinamica SLD Y | Trave 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD Y | Trave 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD Y | Trave 3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD Y | Trave 6 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD Y | Trave 9 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD Y | Trave 11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD Y | Trave 12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD Y | Trave 13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD Y | Trave 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD Y | Trave 15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| | | | | |
|----------------|----------|------|------|------|
| Dinamica SLD Y | Trave 16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD Y | Trave 17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD Y | Trave 18 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD Y | Trave 19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD Y | Trave 20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD Y | Trave 22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dinamica SLD Y | Trave 23 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Sollecitazioni al piano di imposta

Nel presente capitolo si riportano in forma tabellare i valori delle sollecitazioni agenti alla base delle pareti e dei pilastri del piano di imposta della struttura lignea. In particolare, per le pareti, nella prima riga si fa riferimento alla combinazione SLU verticale che massimizza l'azione assiale, nella seconda riga alla combinazione sismica o SLU orizzontale che massimizza il momento flettente agente nel piano della parete M3-3 e l'azione tagliante V2 (anch'essa agente nel piano della parete) e che allo stesso tempo minimizza l'azione assiale N. A seguire si riportano invece le sollecitazioni al piede delle pareti associate ai diversi carichi agenti considerati singolarmente.

Pareti

Nome parete: Identificativo della parete

N: Azione assiale totale

V2: Sollecitazione tagliante (agente nel piano)

V3: Sollecitazione tagliante (agente fuori piano)

M2-2: Sollecitazione flettente (agente fuori piano)

M3-3: Sollecitazione flettente (agente nel piano)

| Nome parete | Lunghezza [m] | Carico / Comb. | N [kN] | V2 [kN] | V3 [kN] | M2-2 [kNm] | M3-3 [kNm] |
|-------------|---------------|------------------------|--------|---------|---------|------------|------------|
| Parete 5 | 1,05 | SLU 34 | 5,83 | 0,00 | 1,31 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 4,15 | 7,74 | 0,00 | 0,00 | 27,08 |
| | | | | | | | |
| | | G1 | 1,94 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G2 | 2,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Q cat H | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Neve | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento orto | 0,00 | 0,00 | 1,46 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento X | 0,00 | 0,56 | 0,00 | 0,00 | 1,94 |
| | | Vento Y | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,03 |
| | | Dinamica SLV X | 0,00 | 6,97 | 0,00 | 0,00 | 24,40 |
| | | Dinamica SLV Y | 0,00 | 1,02 | 0,00 | 0,00 | 3,56 |
| | | Dinamica SLD X | 0,00 | 2,73 | 0,00 | 0,00 | 9,55 |
| | | Dinamica SLD Y | 0,00 | 0,41 | 0,00 | 0,00 | 1,42 |
| Parete 8 | 2,07 | SLU 30 | 79,90 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV 8 ex- ey- | 43,64 | 11,99 | 0,00 | 0,00 | 41,97 |
| | | | | | | | |
| | | G1 | 14,75 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G2 | 28,89 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Q cat H | 6,14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Neve | 10,92 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento orto | -12,41 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento X | 0,00 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,24 |
| | | Vento Y | 0,00 | 0,65 | 0,00 | 0,00 | 2,26 |
| | | Dinamica SLV X | 0,00 | 2,17 | 0,00 | 0,00 | 7,59 |
| | | Dinamica SLV Y | 0,00 | 11,29 | 0,00 | 0,00 | 39,51 |
| | | Dinamica SLD X | 0,00 | 0,85 | 0,00 | 0,00 | 2,99 |
| | | Dinamica SLD Y | 0,00 | 4,56 | 0,00 | 0,00 | 15,95 |
| Parete 9 | 0,20 | SLU 34 | 1,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | SLU orizzontale 4 | 0,78 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | | | | | |
| | | G1 | 0,44 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G2 | 0,42 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Q cat H | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Neve | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento orto | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento X | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento Y | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV X | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV Y | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLD X | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLD Y | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Parete 13 | 0,44 | SLU 30 | 28,96 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| | | | | | | | |
|-----------|------|------------------------|--------|-------|------|------|--------|
| | | SLU orizzontale 4 | 13,44 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G1 | 5,12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G2 | 10,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Q cat H | 2,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Neve | 4,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento orto | -4,79 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento X | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento Y | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV X | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV Y | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLD X | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLD Y | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Parete 16 | 1,05 | SLU 34 | 5,83 | 0,00 | 1,31 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 4,15 | 7,74 | 0,00 | 0,00 | 27,08 |
| | | G1 | 1,94 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G2 | 2,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Q cat H | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Neve | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento orto | 0,00 | 0,00 | 1,46 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento X | 0,00 | 0,56 | 0,00 | 0,00 | 1,94 |
| | | Vento Y | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,03 |
| | | Dinamica SLV X | 0,00 | 6,97 | 0,00 | 0,00 | 24,40 |
| | | Dinamica SLV Y | 0,00 | 1,02 | 0,00 | 0,00 | 3,56 |
| | | Dinamica SLD X | 0,00 | 2,73 | 0,00 | 0,00 | 9,55 |
| | | Dinamica SLD Y | 0,00 | 0,41 | 0,00 | 0,00 | 1,42 |
| Parete 20 | 3,00 | SLU 30 | 80,39 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV 5 ex- ey- | 44,83 | 24,05 | 0,00 | 0,00 | 84,17 |
| | | G1 | 15,58 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G2 | 29,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Q cat H | 5,74 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Neve | 10,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento orto | -11,61 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento X | 0,00 | 0,55 | 0,00 | 0,00 | 1,92 |
| | | Vento Y | 0,00 | 1,19 | 0,00 | 0,00 | 4,16 |
| | | Dinamica SLV X | 0,00 | 5,51 | 0,00 | 0,00 | 19,28 |
| | | Dinamica SLV Y | 0,00 | 20,33 | 0,00 | 0,00 | 71,15 |
| | | Dinamica SLD X | 0,00 | 2,17 | 0,00 | 0,00 | 7,58 |
| | | Dinamica SLD Y | 0,00 | 8,20 | 0,00 | 0,00 | 28,71 |
| Parete 25 | 3,00 | SLU 30 | 74,52 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 41,78 | 21,03 | 0,00 | 0,00 | 73,60 |
| | | G1 | 14,63 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G2 | 27,15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Q cat H | 5,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Neve | 9,27 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento orto | -10,54 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento X | 0,00 | 0,18 | 0,00 | 0,00 | 0,63 |
| | | Vento Y | 0,00 | 1,08 | 0,00 | 0,00 | 3,77 |
| | | Dinamica SLV X | 0,00 | 2,56 | 0,00 | 0,00 | 8,97 |
| | | Dinamica SLV Y | 0,00 | 19,16 | 0,00 | 0,00 | 67,05 |
| | | Dinamica SLD X | 0,00 | 1,01 | 0,00 | 0,00 | 3,53 |
| | | Dinamica SLD Y | 0,00 | 7,74 | 0,00 | 0,00 | 27,08 |
| Parete 29 | 0,84 | SLU 30 | 40,69 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 22,01 | 2,48 | 0,00 | 0,00 | 8,69 |
| | | G1 | 7,35 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G2 | 14,67 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Q cat H | 3,23 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Neve | 5,74 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento orto | -6,52 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento X | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,05 |
| | | Vento Y | 0,00 | 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,47 |
| | | Dinamica SLV X | 0,00 | 0,45 | 0,00 | 0,00 | 1,57 |
| | | Dinamica SLV Y | 0,00 | 2,34 | 0,00 | 0,00 | 8,18 |
| | | Dinamica SLD X | 0,00 | 0,18 | 0,00 | 0,00 | 0,62 |
| | | Dinamica SLD Y | 0,00 | 0,94 | 0,00 | 0,00 | 3,30 |
| Parete 30 | 5,96 | SLU 30 | 98,18 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 57,17 | 47,87 | 0,00 | 0,00 | 167,56 |
| | | G1 | 21,15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G2 | 36,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Q cat H | 5,88 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Neve | 10,45 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento orto | -11,89 | 0,00 | 8,42 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento X | 0,00 | 0,83 | 0,00 | 0,00 | 2,90 |
| | | Vento Y | 0,00 | 2,25 | 0,00 | 0,00 | 7,88 |
| | | Dinamica SLV X | 0,00 | 3,82 | 0,00 | 0,00 | 13,37 |
| | | Dinamica SLV Y | 0,00 | 40,73 | 0,00 | 0,00 | 142,55 |
| | | Dinamica SLD X | 0,00 | 1,51 | 0,00 | 0,00 | 5,28 |
| | | Dinamica SLD Y | 0,00 | 16,45 | 0,00 | 0,00 | 57,57 |
| Parete 31 | 3,04 | SLU 30 | 121,58 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 66,30 | 15,11 | 0,00 | 0,00 | 52,87 |
| | | G1 | 22,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G2 | 43,93 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Q cat H | 9,39 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Neve | 16,70 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| | | | | | | | |
|-----------|------|------------------------|--------|-------|------|------|--------|
| | | Vento orto | -18,98 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento X | 0,00 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,30 |
| | | Vento Y | 0,00 | 0,81 | 0,00 | 0,00 | 2,85 |
| | | Dinamica SLV X | 0,00 | 2,73 | 0,00 | 0,00 | 9,56 |
| | | Dinamica SLV Y | 0,00 | 14,22 | 0,00 | 0,00 | 49,77 |
| | | Dinamica SLD X | 0,00 | 1,08 | 0,00 | 0,00 | 3,76 |
| | | Dinamica SLD Y | 0,00 | 5,74 | 0,00 | 0,00 | 20,09 |
| Parete 32 | 1,15 | SLU 30 | 7,96 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV 4 ex- ey- | 5,36 | 21,73 | 0,00 | 0,00 | 76,07 |
| | | G1 | 2,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G2 | 2,98 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Q cat H | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Neve | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento orto | -0,29 | 0,00 | 1,59 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento X | 0,00 | 1,74 | 0,00 | 0,00 | 6,07 |
| | | Vento Y | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,08 |
| | | Dinamica SLV X | 0,00 | 15,53 | 0,00 | 0,00 | 54,34 |
| | | Dinamica SLV Y | 0,00 | 2,69 | 0,00 | 0,00 | 9,43 |
| | | Dinamica SLD X | 0,00 | 6,08 | 0,00 | 0,00 | 21,27 |
| | | Dinamica SLD Y | 0,00 | 1,08 | 0,00 | 0,00 | 3,79 |
| Parete 35 | 1,27 | SLU 30 | 14,79 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV 4 ex- ey- | 9,07 | 25,72 | 0,00 | 0,00 | 90,03 |
| | | G1 | 3,67 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G2 | 5,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Q cat H | 0,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Neve | 1,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento orto | -1,37 | 0,00 | 1,77 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento X | 0,00 | 2,05 | 0,00 | 0,00 | 7,19 |
| | | Vento Y | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,12 |
| | | Dinamica SLV X | 0,00 | 18,36 | 0,00 | 0,00 | 64,28 |
| | | Dinamica SLV Y | 0,00 | 3,26 | 0,00 | 0,00 | 11,41 |
| | | Dinamica SLD X | 0,00 | 7,19 | 0,00 | 0,00 | 25,16 |
| | | Dinamica SLD Y | 0,00 | 1,31 | 0,00 | 0,00 | 4,58 |
| Parete 36 | 1,04 | SLU 30 | 7,41 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV 4 ex- ey- | 4,97 | 18,61 | 0,00 | 0,00 | 65,12 |
| | | G1 | 2,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G2 | 2,77 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Q cat H | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Neve | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento orto | -0,29 | 0,00 | 1,45 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento X | 0,00 | 1,49 | 0,00 | 0,00 | 5,20 |
| | | Vento Y | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,08 |
| | | Dinamica SLV X | 0,00 | 13,28 | 0,00 | 0,00 | 46,50 |
| | | Dinamica SLV Y | 0,00 | 2,34 | 0,00 | 0,00 | 8,20 |
| | | Dinamica SLD X | 0,00 | 5,20 | 0,00 | 0,00 | 18,20 |
| | | Dinamica SLD Y | 0,00 | 0,94 | 0,00 | 0,00 | 3,30 |
| Parete 37 | 1,44 | SLU 34 | 8,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 5,77 | 13,67 | 0,00 | 0,00 | 47,86 |
| | | G1 | 2,75 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G2 | 3,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Q cat H | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Neve | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento orto | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento X | 0,00 | 1,25 | 0,00 | 0,00 | 4,39 |
| | | Vento Y | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,10 |
| | | Dinamica SLV X | 0,00 | 13,23 | 0,00 | 0,00 | 46,31 |
| | | Dinamica SLV Y | 0,00 | 1,26 | 0,00 | 0,00 | 4,41 |
| | | Dinamica SLD X | 0,00 | 5,18 | 0,00 | 0,00 | 18,12 |
| | | Dinamica SLD Y | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | 1,74 |
| Parete 38 | 4,23 | SLU 34 | 23,13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 16,42 | 56,24 | 0,00 | 0,00 | 196,84 |
| | | G1 | 7,54 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G2 | 8,88 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Q cat H | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Neve | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento orto | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento X | 0,00 | 4,70 | 0,00 | 0,00 | 16,45 |
| | | Vento Y | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,13 |
| | | Dinamica SLV X | 0,00 | 53,16 | 0,00 | 0,00 | 186,07 |
| | | Dinamica SLV Y | 0,00 | 5,84 | 0,00 | 0,00 | 20,45 |
| | | Dinamica SLD X | 0,00 | 20,81 | 0,00 | 0,00 | 72,84 |
| | | Dinamica SLD Y | 0,00 | 2,31 | 0,00 | 0,00 | 8,10 |
| Parete 39 | 1,59 | SLU 30 | 16,48 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV 4 ex- ey- | 10,27 | 36,11 | 0,00 | 0,00 | 126,38 |
| | | G1 | 4,22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G2 | 6,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Q cat H | 0,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Neve | 1,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento orto | -1,37 | 0,00 | 2,20 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento X | 0,00 | 2,88 | 0,00 | 0,00 | 10,09 |
| | | Vento Y | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,14 |
| | | Dinamica SLV X | 0,00 | 25,77 | 0,00 | 0,00 | 90,21 |
| | | Dinamica SLV Y | 0,00 | 4,52 | 0,00 | 0,00 | 15,80 |
| | | Dinamica SLD X | 0,00 | 10,09 | 0,00 | 0,00 | 35,31 |

| | | | | | | | |
|-----------|------|------------------------|--------|-------|------|------|--------|
| | | Dinamica SLD Y | 0,00 | 1,81 | 0,00 | 0,00 | 6,35 |
| Parete 41 | 4,61 | SLU 30 | 70,60 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 41,44 | 33,33 | 0,00 | 0,00 | 116,67 |
| | | G1 | 15,48 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G2 | 25,96 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Q cat H | 4,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Neve | 7,24 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento orto | -8,23 | 0,00 | 6,52 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento X | 0,00 | 0,58 | 0,00 | 0,00 | 2,02 |
| | | Vento Y | 0,00 | 1,57 | 0,00 | 0,00 | 5,49 |
| | | Dinamica SLV X | 0,00 | 2,66 | 0,00 | 0,00 | 9,31 |
| | | Dinamica SLV Y | 0,00 | 28,36 | 0,00 | 0,00 | 99,25 |
| | | Dinamica SLD X | 0,00 | 1,05 | 0,00 | 0,00 | 3,68 |
| | | Dinamica SLD Y | 0,00 | 11,45 | 0,00 | 0,00 | 40,09 |
| Parete 42 | 4,05 | SLU 34 | 22,24 | 0,00 | 5,07 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 15,80 | 52,65 | 0,00 | 0,00 | 184,28 |
| | | G1 | 7,30 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G2 | 8,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Q cat H | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Neve | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento orto | 0,00 | 0,00 | 5,63 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento X | 0,00 | 3,78 | 0,00 | 0,00 | 13,23 |
| | | Vento Y | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,21 |
| | | Dinamica SLV X | 0,00 | 47,44 | 0,00 | 0,00 | 166,05 |
| | | Dinamica SLV Y | 0,00 | 6,93 | 0,00 | 0,00 | 24,24 |
| | | Dinamica SLD X | 0,00 | 18,57 | 0,00 | 0,00 | 65,00 |
| | | Dinamica SLD Y | 0,00 | 2,77 | 0,00 | 0,00 | 9,68 |
| Parete 43 | 1,44 | SLU 34 | 8,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 5,77 | 13,49 | 0,00 | 0,00 | 47,21 |
| | | G1 | 2,75 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G2 | 3,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Q cat H | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Neve | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento orto | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento X | 0,00 | 1,13 | 0,00 | 0,00 | 3,94 |
| | | Vento Y | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,03 |
| | | Dinamica SLV X | 0,00 | 12,75 | 0,00 | 0,00 | 44,63 |
| | | Dinamica SLV Y | 0,00 | 1,40 | 0,00 | 0,00 | 4,90 |
| | | Dinamica SLD X | 0,00 | 4,99 | 0,00 | 0,00 | 17,47 |
| | | Dinamica SLD Y | 0,00 | 0,56 | 0,00 | 0,00 | 1,94 |
| Parete 44 | 1,50 | SLU 30 | 42,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV 5 ex- ey- | 23,40 | 9,68 | 0,00 | 0,00 | 33,88 |
| | | G1 | 8,17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G2 | 15,23 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Q cat H | 3,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Neve | 5,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento orto | -6,11 | 0,00 | 2,12 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento X | 0,00 | 0,29 | 0,00 | 0,00 | 1,01 |
| | | Vento Y | 0,00 | 0,42 | 0,00 | 0,00 | 1,46 |
| | | Dinamica SLV X | 0,00 | 2,28 | 0,00 | 0,00 | 7,99 |
| | | Dinamica SLV Y | 0,00 | 7,09 | 0,00 | 0,00 | 24,82 |
| | | Dinamica SLD X | 0,00 | 0,90 | 0,00 | 0,00 | 3,14 |
| | | Dinamica SLD Y | 0,00 | 2,86 | 0,00 | 0,00 | 10,01 |
| Parete 45 | 4,84 | SLU 30 | 95,70 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV 5 ex- ey- | 54,70 | 45,99 | 0,00 | 0,00 | 160,98 |
| | | G1 | 19,71 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G2 | 34,99 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Q cat H | 6,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Neve | 11,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento orto | -12,55 | 0,00 | 6,84 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento X | 0,00 | 1,36 | 0,00 | 0,00 | 4,78 |
| | | Vento Y | 0,00 | 1,99 | 0,00 | 0,00 | 6,96 |
| | | Dinamica SLV X | 0,00 | 10,85 | 0,00 | 0,00 | 37,98 |
| | | Dinamica SLV Y | 0,00 | 33,70 | 0,00 | 0,00 | 117,94 |
| | | Dinamica SLD X | 0,00 | 4,27 | 0,00 | 0,00 | 14,93 |
| | | Dinamica SLD Y | 0,00 | 13,60 | 0,00 | 0,00 | 47,59 |
| Parete 46 | 4,23 | SLU 34 | 23,13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 16,42 | 57,01 | 0,00 | 0,00 | 199,54 |
| | | G1 | 7,54 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G2 | 8,88 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Q cat H | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Neve | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento orto | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento X | 0,00 | 5,23 | 0,00 | 0,00 | 18,31 |
| | | Vento Y | 0,00 | 0,12 | 0,00 | 0,00 | 0,42 |
| | | Dinamica SLV X | 0,00 | 55,16 | 0,00 | 0,00 | 193,07 |
| | | Dinamica SLV Y | 0,00 | 5,25 | 0,00 | 0,00 | 18,39 |
| | | Dinamica SLD X | 0,00 | 21,59 | 0,00 | 0,00 | 75,57 |
| | | Dinamica SLD Y | 0,00 | 2,07 | 0,00 | 0,00 | 7,24 |
| Parete 48 | 0,20 | SLU 34 | 1,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | SLU orizzontale 4 | 0,78 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G1 | 0,44 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| | | | | | | | |
|-----------|------|------------------------|--------|-------|------|------|--------|
| | | G2 | 0,42 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Q cat H | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Neve | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento orto | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento X | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento Y | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV X | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV Y | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLD X | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLD Y | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Parete 49 | 1,14 | SLU 30 | 22,81 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 13,04 | 4,67 | 0,00 | 0,00 | 16,33 |
| | | G1 | 4,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G2 | 8,32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Q cat H | 1,48 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Neve | 2,63 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento orto | -3,00 | 0,00 | 1,61 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento X | 0,00 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,28 |
| | | Vento Y | 0,00 | 0,22 | 0,00 | 0,00 | 0,77 |
| | | Dinamica SLV X | 0,00 | 0,37 | 0,00 | 0,00 | 1,30 |
| | | Dinamica SLV Y | 0,00 | 3,97 | 0,00 | 0,00 | 13,90 |
| | | Dinamica SLD X | 0,00 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,51 |
| | | Dinamica SLD Y | 0,00 | 1,60 | 0,00 | 0,00 | 5,61 |
| Parete 50 | 2,06 | SLU 30 | 68,24 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 37,58 | 11,90 | 0,00 | 0,00 | 41,65 |
| | | G1 | 12,87 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G2 | 24,71 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Q cat H | 5,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Neve | 9,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento orto | -10,31 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento X | 0,00 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,24 |
| | | Vento Y | 0,00 | 0,64 | 0,00 | 0,00 | 2,25 |
| | | Dinamica SLV X | 0,00 | 2,15 | 0,00 | 0,00 | 7,53 |
| | | Dinamica SLV Y | 0,00 | 11,20 | 0,00 | 0,00 | 39,21 |
| | | Dinamica SLD X | 0,00 | 0,85 | 0,00 | 0,00 | 2,96 |
| | | Dinamica SLD Y | 0,00 | 4,52 | 0,00 | 0,00 | 15,83 |
| Parete 52 | 4,68 | SLU 30 | 101,35 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV 5 ex- ey- | 57,50 | 43,79 | 0,00 | 0,00 | 153,25 |
| | | G1 | 20,57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G2 | 36,93 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Q cat H | 6,78 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Neve | 12,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento orto | -13,71 | 0,00 | 6,62 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento X | 0,00 | 1,30 | 0,00 | 0,00 | 4,55 |
| | | Vento Y | 0,00 | 1,89 | 0,00 | 0,00 | 6,63 |
| | | Dinamica SLV X | 0,00 | 10,33 | 0,00 | 0,00 | 36,15 |
| | | Dinamica SLV Y | 0,00 | 32,08 | 0,00 | 0,00 | 112,28 |
| | | Dinamica SLD X | 0,00 | 4,06 | 0,00 | 0,00 | 14,22 |
| | | Dinamica SLD Y | 0,00 | 12,94 | 0,00 | 0,00 | 45,30 |
| Parete 53 | 1,41 | SLU 30 | 39,48 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Dinamica SLV 5 ex- ey- | 22,02 | 8,70 | 0,00 | 0,00 | 30,47 |
| | | G1 | 7,77 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | G2 | 14,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Q cat H | 2,82 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Neve | 5,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento orto | -5,71 | 0,00 | 1,99 | 0,00 | 0,00 |
| | | Vento X | 0,00 | 0,26 | 0,00 | 0,00 | 0,90 |
| | | Vento Y | 0,00 | 0,38 | 0,00 | 0,00 | 1,32 |
| | | Dinamica SLV X | 0,00 | 2,05 | 0,00 | 0,00 | 7,19 |
| | | Dinamica SLV Y | 0,00 | 6,38 | 0,00 | 0,00 | 22,32 |
| | | Dinamica SLD X | 0,00 | 0,81 | 0,00 | 0,00 | 2,83 |
| | | Dinamica SLD Y | 0,00 | 2,57 | 0,00 | 0,00 | 9,01 |

Verifiche elementi

Verifiche dei solai in XLAM

Modello di calcolo XLAM

Il modello di calcolo adottato per il materiale XLAM è quello di struttura composta con connessione deformabile. Gli strati orientati nella direzione di calcolo del pannello XLAM sono connessi in modo cedevole dagli strati ortogonali. Il pannello è calcolato come struttura composta con connessione deformabile in accordo con l'appendice B della norma EN 1995-1-1 mediante fattori γ dipendenti dallo spessore degli strati ortogonali, dal modulo di taglio a "rolling shear" e dalla lunghezza delle campate, calcolati mediante le teorie di Möhler (pannelli aventi fino a 3 strati orientati nella direzione di calcolo) e Shelling (pannelli con più di 3 strati orientati nella direzione di calcolo).

La rigidezza efficace a flessione è stata assunta pari a:

$$EJ_{eff} = \sum_{i=1}^n (E_i J_i + \gamma_i E_i A_i a_i^2)$$
$$\gamma_i = \left[1 + \frac{\pi^2 E_i A_i}{G_R \cdot \frac{b}{d} \cdot l_{ref}^2} \right]^{-1}$$

in cui:

J_i rappresenta il momento di inerzia del generico strato;

A_i è l'area del generico strato;

a_i è la distanza tra il baricentro dell' i -esimo strato e il baricentro della sezione;

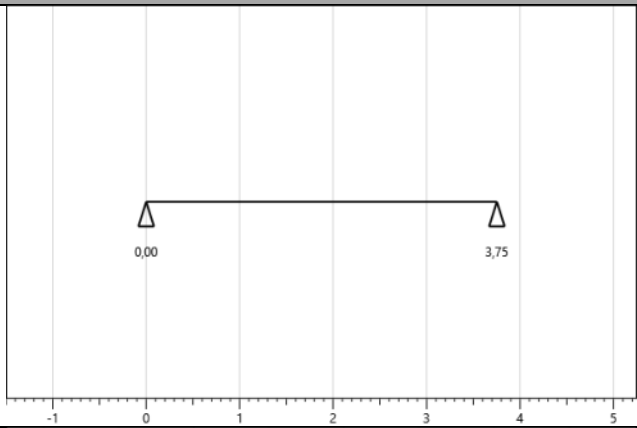
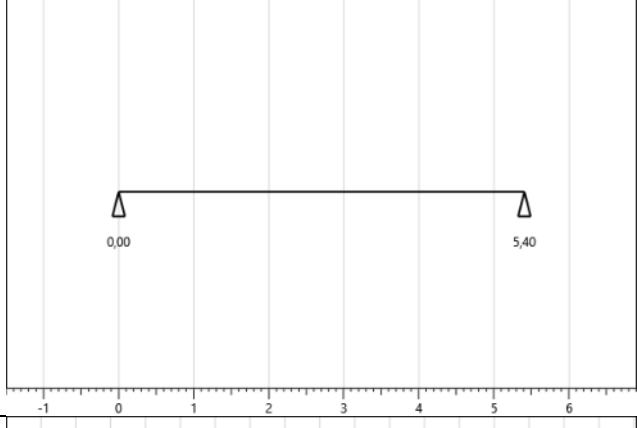
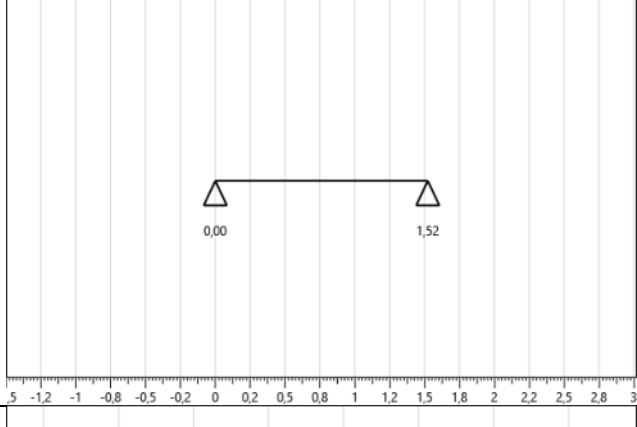
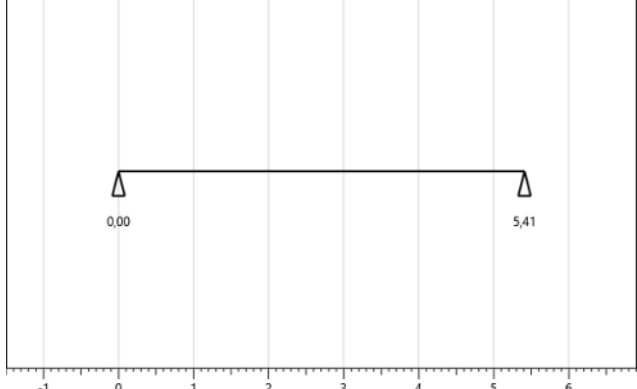
l_{ref} è la lunghezza di riferimento della campata;

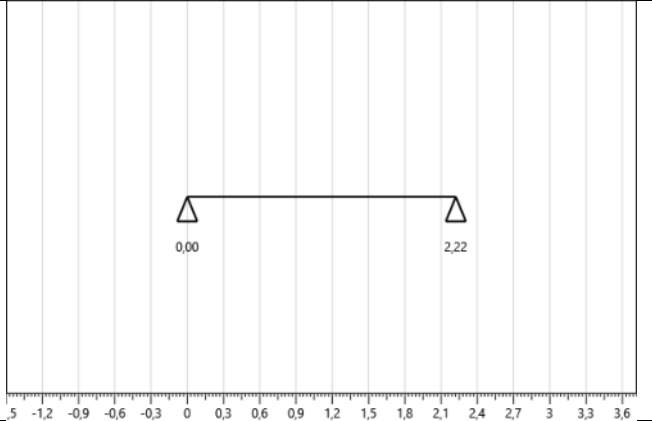
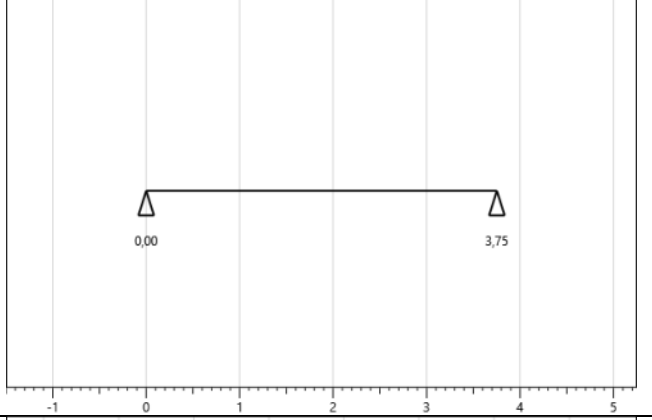
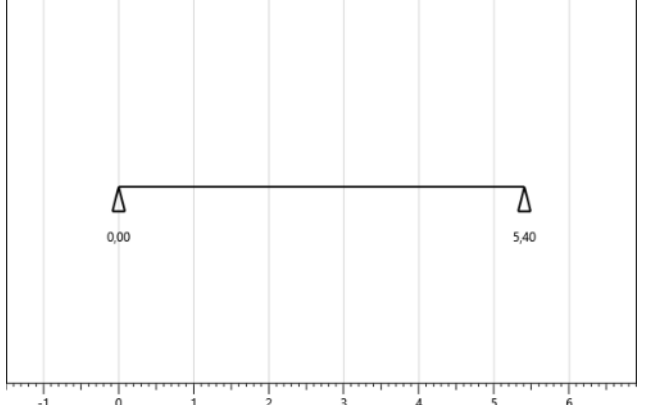
G_R è il modulo di taglio per "rolling shear".

La lunghezza di riferimento (l_{ref}) delle campate viene assunta, in funzione dello schema statico, come riportato nella seguente tabella, nella quale la lunghezza effettiva della campata è indicata con l .

| Schema statico | Lunghezza di riferimento |
|--|--------------------------|
| Trave in semplice appoggio | $l_{ref} = l$ |
| Campata di una trave continua | $l_{ref} = 0.8 l$ |
| Appoggio interno di una trave continua | $l_{ref} = 0.8 l_{min}$ |
| Trave a sbalzo | $l_{ref} = 2 l$ |

Nella tabella seguente si riportano, per ogni solaio e relativamente alle diverse campate, i valori delle lunghezze di riferimento delle campate stesse nonché i valori dell'inerzia efficace delle sezioni di calcolo del solaio XLAM. Si riporta inoltre lo schema statico adottato.

| Nome solaio | Larghezza fascia di calcolo [m] | Lunghezza di riferimento l_{ref} [m] | Jeff [mm ⁴] | Schema statico |
|-------------|---------------------------------|--|-------------------------|--|
| Solaio 11 | 1 | 3,75 | 3,468E8 |  |
| Solaio 12 | 1 | 5,40 | 3,759E8 |  |
| Solaio 13 | 1 | 1,52 | 2,006E8 |  |
| Solaio 14 | 1 | 5,41 | 3,76E8 |  |

| | | | | |
|-----------|---|------|---------|--|
| Solaio 15 | 1 | 2,22 | 2,727E8 |  |
| Solaio 16 | 1 | 3,75 | 3,468E8 |  |
| Solaio 17 | 1 | 5,40 | 3,759E8 |  |

Verifiche di resistenza a flessione

Le verifiche a flessione sono condotte su una fascia di solaio parallela alla direzione di calcolo con riferimento al § 6.1.6 della norma UNI EN 1995-1-1. Deve essere soddisfatta la seguente espressione:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

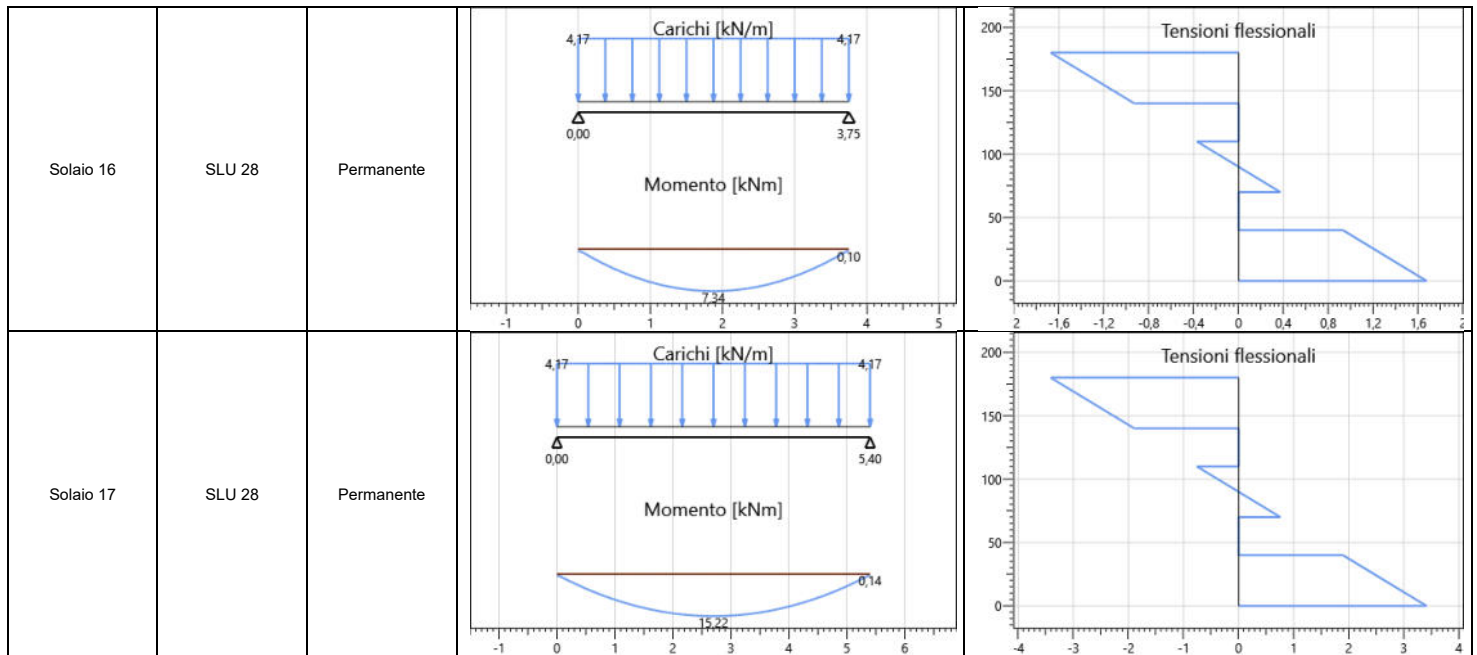
in cui:

$\sigma_{m,d}$ è la tensione di progetto a flessione;

$f_{m,d}$ è la resistenza di progetto a flessione del materiale.

Per la fascia di ogni solaio in XLAM che presenta la verifica a flessione più gravosa si riportano gli schemi statici di calcolo e l'involuppo delle distribuzioni del momento flettente sollecitante. Vengono inoltre riportati i diagrammi delle tensioni normali, dovute alla flessione, valutati nelle sezioni di verifica.

| Nome solaio | Combinazione | Durata | Diagramma M_{3-3} | Tensioni flettenti |
|-------------|--------------|------------|---------------------|--------------------|
| Solaio 11 | SLU 28 | Permanente | | |
| Solaio 12 | SLU 28 | Permanente | | |
| Solaio 13 | SLU 28 | Permanente | | |
| Solaio 14 | SLU 28 | Permanente | | |
| Solaio 15 | SLU 28 | Permanente | | |



Le verifiche a flessione sono riassunte in seguito. I valori derivanti dai calcoli, relativi ad ogni verifica, vengono riportati in forma di percentuale. I dati di output per singolo elemento strutturale soddisfano le verifiche qualora il loro valore sia inferiore o uguale al 100%, in caso contrario la verifica non è soddisfatta.

| Nome solaio | Sez. | M ₃₋₃ [kNm] | J _{eff} [mm ⁴] | Comb. | Classe servizio | k _{mod} | γ _M | f _{m,d} [MPa] | σ _{m,d} [MPa] | Verifica |
|-------------|-----------------------|------------------------|-------------------------------------|--------|-----------------|------------------|----------------|------------------------|------------------------|----------|
| Solaio 11 | XLAM 180mm - 5 strati | 7,34 | 346799949 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 10,67 | 1,67 | 16% |
| Solaio 12 | XLAM 180mm - 5 strati | 15,22 | 375877042 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 10,67 | 3,41 | 32% |
| Solaio 13 | XLAM 180mm - 5 strati | 1,21 | 200594398 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 10,67 | 0,32 | 3% |
| Solaio 14 | XLAM 180mm - 5 strati | 15,27 | 375985940 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 10,67 | 3,42 | 32% |
| Solaio 15 | XLAM 180mm - 5 strati | 2,58 | 272655109 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 10,67 | 0,62 | 6% |
| Solaio 16 | XLAM 180mm - 5 strati | 7,34 | 346799949 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 10,67 | 1,67 | 16% |
| Solaio 17 | XLAM 180mm - 5 strati | 15,22 | 375877042 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 10,67 | 3,41 | 32% |

Verifiche di resistenza a taglio

Verifiche di resistenza a taglio negli strati paralleli alla direzione di calcolo

Le verifiche a taglio sono condotte con riferimento al § 6.1.7 della norma UNI EN 1995-1-1. Deve essere soddisfatta la seguente espressione:

$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

in cui:

$\tau_{v,d}$ è la tensione di progetto a taglio;

$f_{v,d}$ è la resistenza di progetto a taglio.

Il valore dello sforzo di taglio di progetto massimo negli strati longitudinali viene valutato con la seguente formula:

$$\tau_{v,d} = \frac{V_d \cdot S_{max}}{J_{eff} \cdot b}$$

in cui:

V_d è il taglio sollecitante nella sezione di verifica;

S_{max} è il momento statico associato alla massima tensione tagliante;

J_{eff} è il momento di inerzia efficace della sezione trasversale del pannello XLAM;

b è la base della sezione trasversale del pannello XLAM (si assume $k_{cr} = 1$).

Verifiche di resistenza a taglio trasversale (rolling shear)

Le verifiche a taglio trasversale sono condotte con riferimento al § 6.1.7 della norma UNI EN 1995-1-1. Deve essere soddisfatta la seguente espressione:

$$\frac{\tau_{R,d}}{f_{v,R,d}} \leq 1$$

in cui:

$\tau_{R,d}$ è la tensione di progetto a taglio trasversale;

$f_{v,R,d}$ è la resistenza di progetto a taglio trasversale.

Il valore dello sforzo di taglio di progetto massimo negli strati trasversali viene valutato con la seguente formula:

$$\tau_{R,d} = \frac{V_d \cdot S_{R,max}}{J_{eff} \cdot b}$$

in cui:

V_d è il taglio sollecitante nella sezione di verifica;

$S_{R,max}$ è il momento statico associato alla massima tensione tagliante;

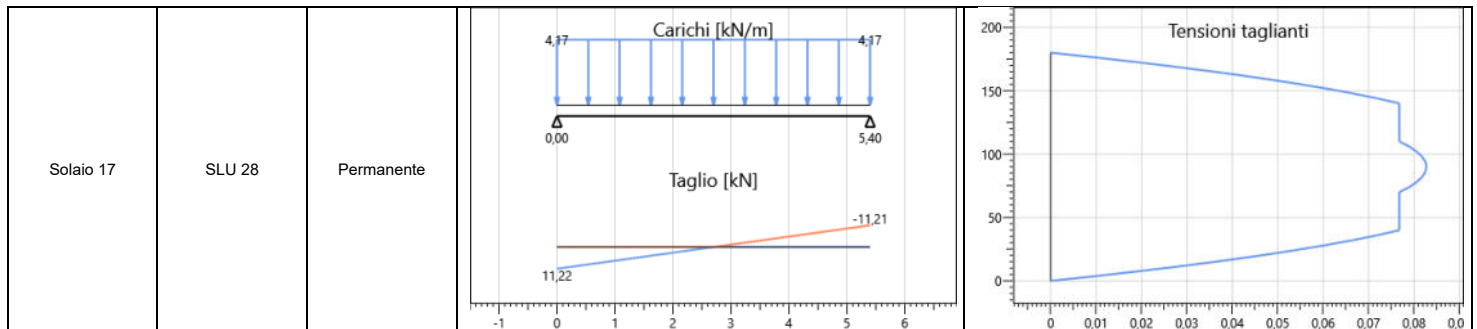
J_{eff} è il momento di inerzia efficace della sezione trasversale del pannello XLAM;

b è la base della sezione trasversale del pannello XLAM (si assume $k_{cr} = 1$).

Per la fascia di ogni solaio in XLAM che presenta la verifica a taglio più gravosa si riportano gli schemi statici di calcolo e l'involuppo delle distribuzioni del taglio sollecitante. Vengono inoltre riportati i diagrammi delle tensioni taglianti, valutati nelle sezioni di verifica.

| Nome solaio | Combinazione | Durata | Diagramma V_2 | Tensioni taglianti |
|-------------|--------------|------------|-----------------|--------------------|
| Solaio 11 | SLU 28 | Permanente | | |

| | | | | |
|-----------|--------|------------|--|---------------------------|
| Solaio 12 | SLU 28 | Permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Taglio [kN]</p> | <p>Tensioni taglianti</p> |
| Solaio 13 | SLU 28 | Permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Taglio [kN]</p> | <p>Tensioni taglianti</p> |
| Solaio 14 | SLU 28 | Permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Taglio [kN]</p> | <p>Tensioni taglianti</p> |
| Solaio 15 | SLU 28 | Permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Taglio [kN]</p> | <p>Tensioni taglianti</p> |
| Solaio 16 | SLU 28 | Permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Taglio [kN]</p> | <p>Tensioni taglianti</p> |



Le verifiche a taglio sono riassunte in seguito. I valori derivanti dai calcoli, relativi ad ogni verifica, vengono riportati in forma di percentuale. I dati di output per singolo elemento strutturale soddisfano le verifiche qualora il loro valore sia inferiore o uguale al 100%, in caso contrario la verifica non è soddisfatta.

| Nome solaio | Sezione | V_2 [kN] | J_{eff} [mm ⁴] | Comb. | Classe servizio | k_{mod} | γ_M | $f_{v,d}$ [MPa] | $\tau_{v,d}$ [MPa] | Verifica | $f_{R,d}$ [MPa] | $\tau_{R,d}$ [MPa] | Verifica |
|-------------|-----------------------|------------|------------------------------|--------|-----------------|-----------|------------|-----------------|--------------------|----------|-----------------|--------------------|----------|
| Solaio 11 | XLAM 180mm - 5 strati | 7,78 | 346799949 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 1,78 | 0,06 | 3% | 0,36 | 0,05 | 15% |
| Solaio 12 | XLAM 180mm - 5 strati | 11,22 | 375877042 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 1,78 | 0,08 | 5% | 0,36 | 0,08 | 22% |
| Solaio 13 | XLAM 180mm - 5 strati | 3,13 | 200594398 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 1,78 | 0,02 | 1% | 0,36 | 0,02 | 6% |
| Solaio 14 | XLAM 180mm - 5 strati | 11,24 | 375985940 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 1,78 | 0,08 | 5% | 0,36 | 0,08 | 22% |
| Solaio 15 | XLAM 180mm - 5 strati | 4,59 | 272655109 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 1,78 | 0,03 | 2% | 0,36 | 0,03 | 9% |
| Solaio 16 | XLAM 180mm - 5 strati | 7,78 | 346799949 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 1,78 | 0,06 | 3% | 0,36 | 0,05 | 15% |
| Solaio 17 | XLAM 180mm - 5 strati | 11,22 | 375877042 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 1,78 | 0,08 | 5% | 0,36 | 0,08 | 22% |

Verifiche di deformazione dei solai (SLE)

Si verifica che la deformazione della struttura risultante dagli effetti delle azioni e dall'umidità rimanga entro limiti appropriati. Le verifiche di deformazione sono condotte con riferimento al §2.2.3 della UNI EN 1995-1-1.

La freccia netta $w_{net,fin}$ viene assunta come:

$$w_{net,fin} = w_{inst} + w_{creep} - w_c = w_{fin} - w_c$$

dove:

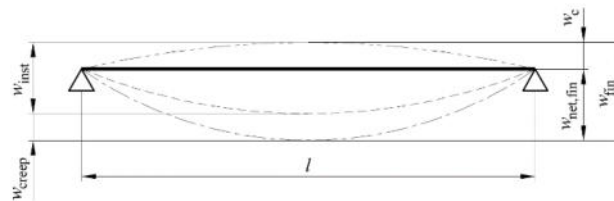
$w_{net,fin}$ è la freccia finale netta;

w_{inst} è la freccia istantanea;

w_{creep} è la freccia viscoelastica;

w_c è la monta del travetto;

w_{fin} è la freccia finale.



I valori limite di freccia sono assunti come riportato nella seguente tabella.

| Nome limiti di deformazione | w_{inst} , campata | $w_{net,fin}$, campata | w_{inst} , sbalzo | $w_{net,fin}$, sbalzo | Escludi verifica sbalzo per def. < 0 |
|-----------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Solaio in legno | $l/300$ | $l/250$ | $l/150$ | $l/125$ | SI |

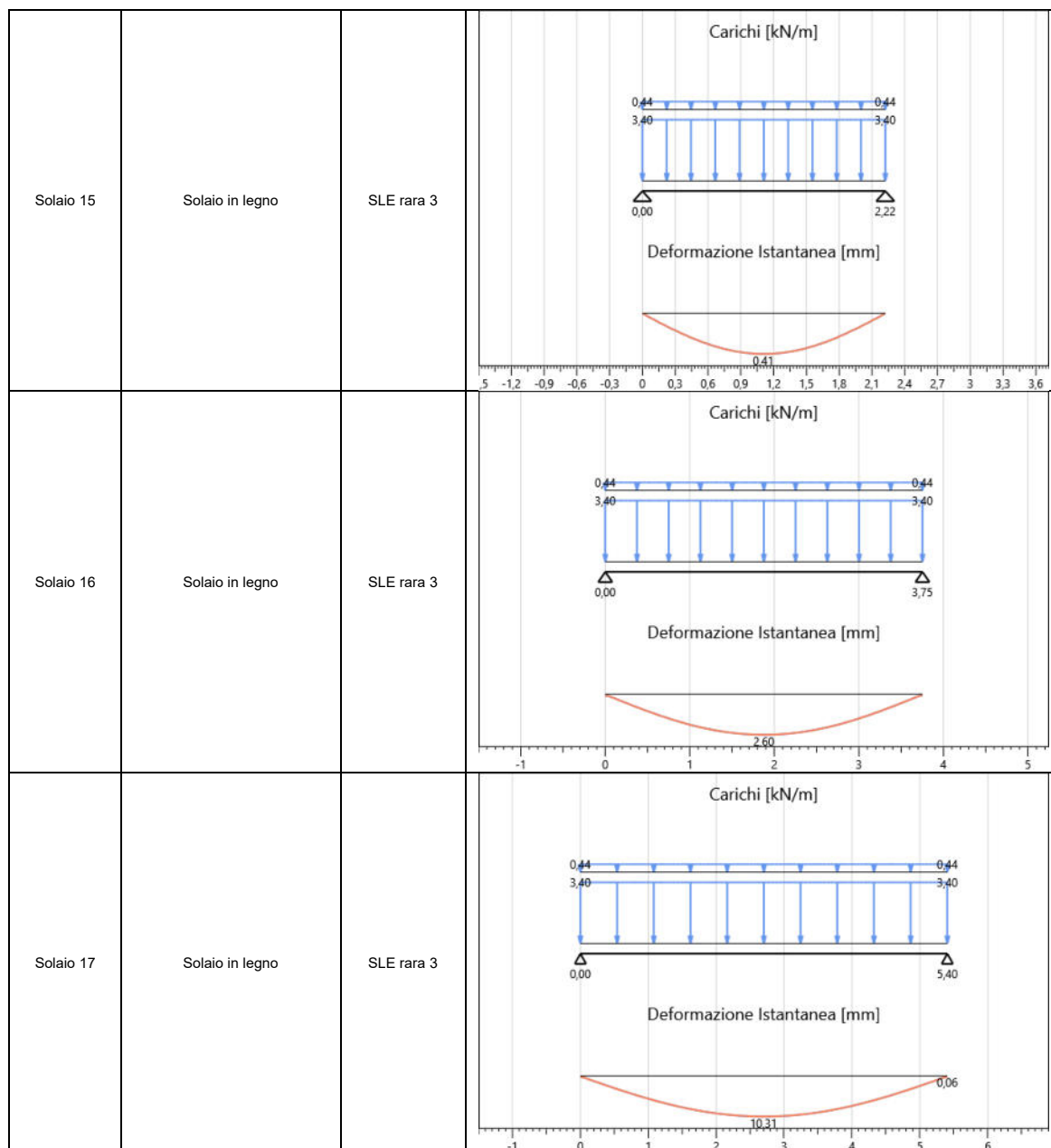
Deformazione istantanea

La deformazione istantanea w_{inst} è calcolata per la combinazione rara delle azioni.

Nella seguente tabella si riportano, per ogni solaio (relativamente all'elemento in cui le verifiche di deformazione risultano più gravose), gli schemi statici di calcolo e le deformazioni istantanee ottenute omettendo, con una distribuzione a scacchiera, i carichi Q_{ki} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche, in accordo al § 2.5.3 NTC.

| Nome solaio | Nome limiti di deformazione | Combinazione | Deformazioni istantanee |
|-------------|-----------------------------|--------------|-------------------------|
|-------------|-----------------------------|--------------|-------------------------|

| | | | |
|-----------|-----------------|------------|---|
| Solaio 11 | Solaio in legno | SLE rara 3 | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Deformazione Istantanea [mm]</p> |
| Solaio 12 | Solaio in legno | SLE rara 3 | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Deformazione Istantanea [mm]</p> |
| Solaio 13 | Solaio in legno | SLE rara 3 | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Deformazione Istantanea [mm]</p> |
| Solaio 14 | Solaio in legno | SLE rara 3 | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Deformazione Istantanea [mm]</p> |



Nella tabella sottostante si riportano le verifiche ad inflessione istantanea degli elementi di solaio.

| Nome solaio | Sezione | Combinazione | Verifica sbalzo deformazione negativa | Verifica più limitativa | w_{inst} [mm] | w_{inst} limite [mm] | Limite di freccia | Verifica |
|-------------|-----------------------|--------------|---------------------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------|-------------------|----------|
| Solaio 11 | XLAM 180mm - 5 strati | SLE rara 3 | No | Campata interna | 2,60 | 12,51 | $l/300$ | 21% |
| Solaio 12 | XLAM 180mm - 5 strati | SLE rara 3 | No | Campata interna | 10,31 | 18,01 | $l/300$ | 57% |
| Solaio 13 | XLAM 180mm - 5 strati | SLE rara 3 | No | Campata interna | 0,12 | 5,08 | $l/300$ | 2% |
| Solaio 14 | XLAM 180mm - 5 strati | SLE rara 3 | No | Campata interna | 10,38 | 18,04 | $l/300$ | 58% |
| Solaio 15 | XLAM 180mm - 5 strati | SLE rara 3 | No | Campata interna | 0,41 | 7,41 | $l/300$ | 5% |
| Solaio 16 | XLAM 180mm - 5 strati | SLE rara 3 | No | Campata interna | 2,60 | 12,51 | $l/300$ | 21% |
| Solaio 17 | XLAM 180mm - 5 strati | SLE rara 3 | No | Campata interna | 10,31 | 18,01 | $l/300$ | 57% |

Deformazione finale

La deformazione finale $w_{net,fin}$ è calcolata considerando che le componenti quasi-permanenti delle azioni causano nel tempo una deformazione viscoelastica w_{creep} che può essere calcolata utilizzando i valori medi dei moduli elastici ridotti opportunamente mediante il fattore $(1 + k_{def})$.

Per strutture consistenti di elementi, componenti e connessioni aventi lo stesso comportamento viscoelastico, e sotto l'assunzione di una correlazione lineare fra le azioni e le deformazioni corrispondenti la deformazione finale, w_{fin} , può essere considerata come:

$$w_{fin} = w_{fin,G} + w_{fin,Q1} + \sum w_{fin,Qi}$$

dove:

$$w_{fin,G} = w_{inst,G} \cdot (1 + k_{def})$$

per un'azione permanente G

$$w_{fin,Q,1} = w_{inst,Q,1} \cdot (1 + \Psi_{2,1} \cdot k_{def})$$

per un'azione variabile principale, Q_1

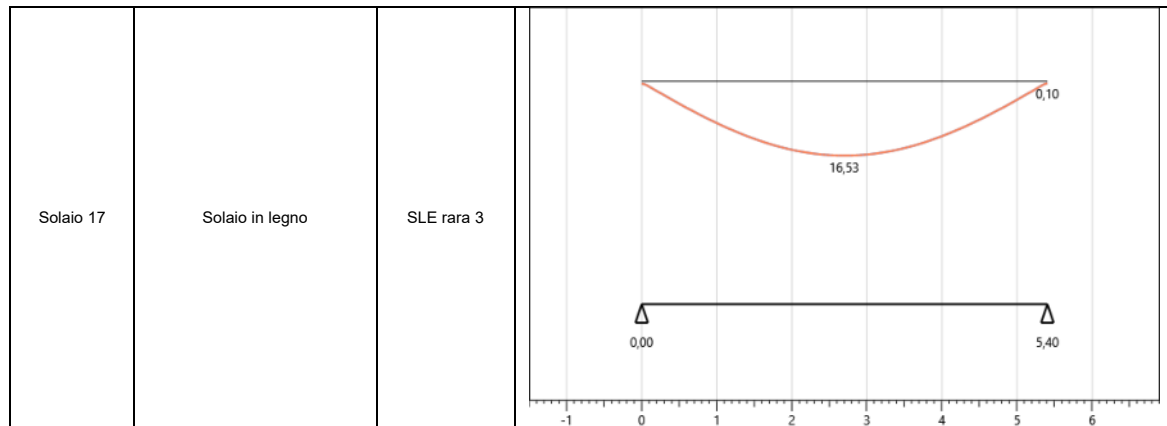
$$w_{fin,Q,i} = w_{inst,Q,i} \cdot (\Psi_{0,i} + \Psi_{2,1} \cdot k_{def})$$

per le azioni variabili secondarie, Q_i ($i > 1$)

Nella seguente tabella si riportano, per ogni solaio (relativamente all'elemento in cui le verifiche di deformazione risultano più gravose), le deformazioni finali che si ottengono tenendo conto anche della deformazione viscoelastica w_{creep} . Tale contributo è calcolato considerando le componenti quasi-permanenti delle azioni presenti nelle combinazioni utilizzate per il calcolo delle deformate istantanee (combinazioni rare associate).

| Nome solaio | Nome limiti di deformazione | Combinazione | Deformazioni finali |
|-------------|-----------------------------|--------------|---------------------|
| Solaio 11 | Solaio in legno | SLE rara 3 | |
| Solaio 12 | Solaio in legno | SLE rara 3 | |

| | | | |
|-----------|-----------------|------------|--|
| Solaio 13 | Solaio in legno | SLE rara 3 | |
| Solaio 14 | Solaio in legno | SLE rara 3 | |
| Solaio 15 | Solaio in legno | SLE rara 3 | |
| Solaio 16 | Solaio in legno | SLE rara 3 | |



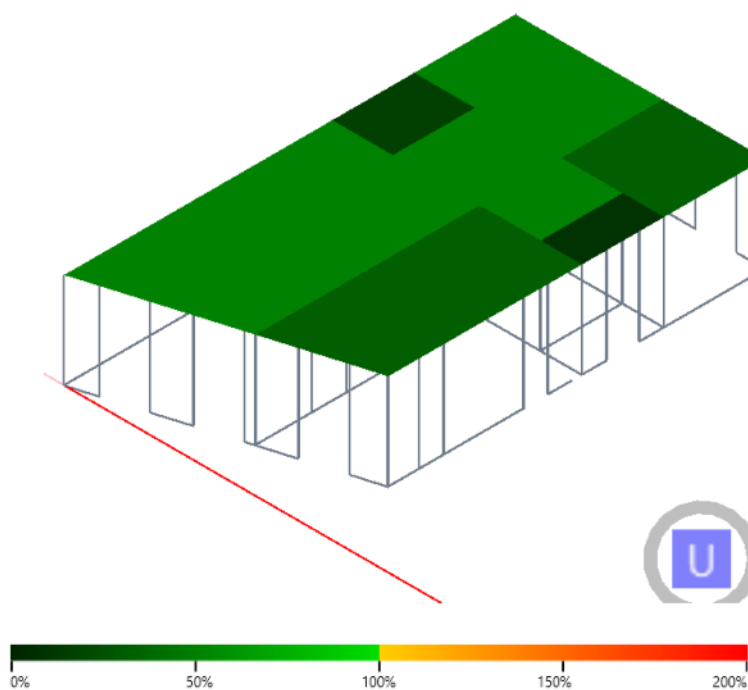
Nella tabella sottostante si riportano le verifiche ad inflessione finale degli elementi di solaio.

| Nome solaio | Sezione | Combinazione | Classe di servizio | k_{def} | Verifica sbalzo deformazione negativa | Verifica più limitativa | w_{fin} [mm] | w_{fin} limite [mm] | Limite di freccia | Verifica |
|-------------|-----------------------|--------------|--------------------|-----------|---------------------------------------|-------------------------|----------------|-----------------------|-------------------|----------|
| Solaio 11 | XLAM 180mm - 5 strati | SLE rara 3 | 2 | 0,8 | No | Campata interna | 4,17 | 15,01 | $l/250$ | 28% |
| Solaio 12 | XLAM 180mm - 5 strati | SLE rara 3 | 2 | 0,8 | No | Campata interna | 16,53 | 21,61 | $l/250$ | 76% |
| Solaio 13 | XLAM 180mm - 5 strati | SLE rara 3 | 2 | 0,8 | No | Campata interna | 0,20 | 6,09 | $l/250$ | 3% |
| Solaio 14 | XLAM 180mm - 5 strati | SLE rara 3 | 2 | 0,8 | No | Campata interna | 16,65 | 21,65 | $l/250$ | 77% |
| Solaio 15 | XLAM 180mm - 5 strati | SLE rara 3 | 2 | 0,8 | No | Campata interna | 0,65 | 8,89 | $l/250$ | 7% |
| Solaio 16 | XLAM 180mm - 5 strati | SLE rara 3 | 2 | 0,8 | No | Campata interna | 4,17 | 15,01 | $l/250$ | 28% |
| Solaio 17 | XLAM 180mm - 5 strati | SLE rara 3 | 2 | 0,8 | No | Campata interna | 16,53 | 21,61 | $l/250$ | 76% |

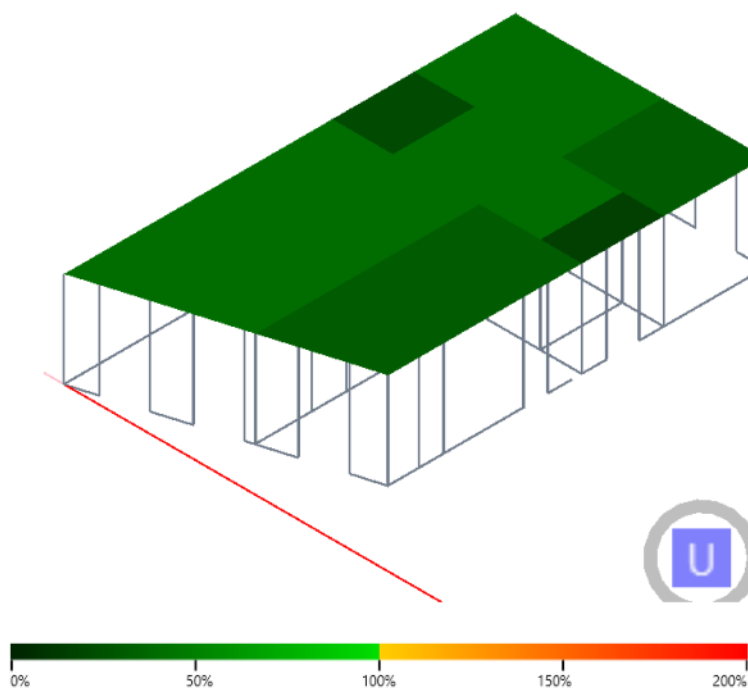
Percentuale di sfruttamento solai

Stato Limite Ultimo (SLU)

Verifiche a flessione

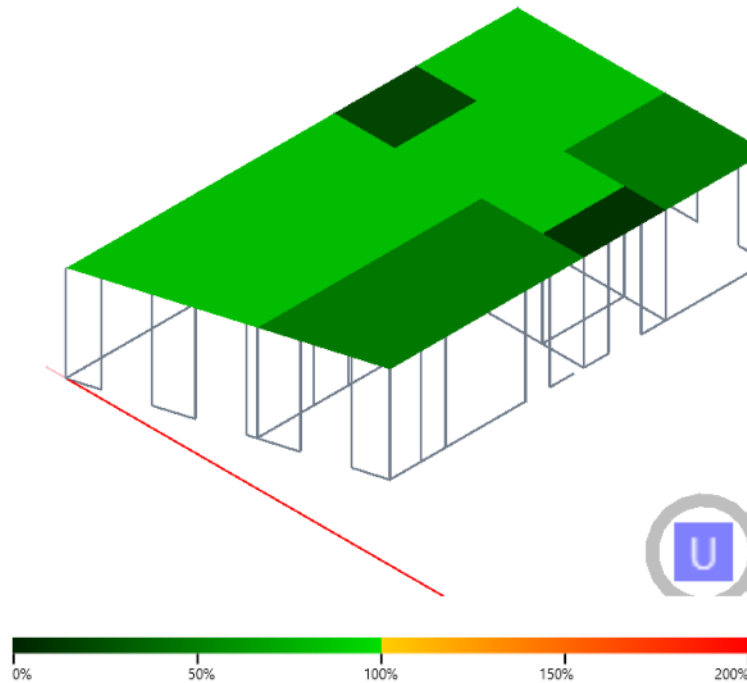


Verifiche a taglio



Stato Limite di Esercizio (SLE)

Verifiche di deformabilità



Verifiche travi in legno

Verifiche di resistenza a flessione

Le verifiche a flessione sono condotte con riferimento al § 6.3.3 della norma UNI EN 1995-1-1. Deve essere soddisfatta la seguente espressione:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} \leq 1$$

in cui:

$\sigma_{m,d}$ è la tensione di progetto a flessione;

$f_{m,d}$ è la resistenza di progetto a flessione;

k_{crit} è un coefficiente che tiene conto della resistenza a flessione ridotta dovuta allo sbandamento laterale.

Il coefficiente k_{crit} è assunto pari a 1,0 per travi in cui lo spostamento laterale del bordo compresso sia impedito sull'intera lunghezza e la rotazione torsionale sia impedita agli appoggi. Diversamente, il coefficiente viene determinato secondo la seguente espressione:

$$\left\{ \begin{array}{l} 1 \quad \text{per } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \end{array} \right.$$

per $0,75 \leq \lambda_{rel,m} \leq 1,4$

per $1,4 < \lambda_{rel,m}$

in cui la snellezza relativa per flessione, $\lambda_{rel,m}$, è assunta pari a:

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}}$$

e $\sigma_{m,crit}$, tensione critica a flessione calcolata seconda la teoria classica della stabilità, è assunta pari a:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{M_{y,crit}}{W_y} = \frac{\pi \sqrt{E_{0,05} I_z G_{0,05} I_{tor}}}{l_{ef} W_y}$$

dove:

$E_{0,05}$ è il valore di quinto percentile del modulo di elasticità parallelo alla fibratura;

$G_{0,05}$ è il valore di quinto percentile del modulo di taglio parallelo alla fibratura;

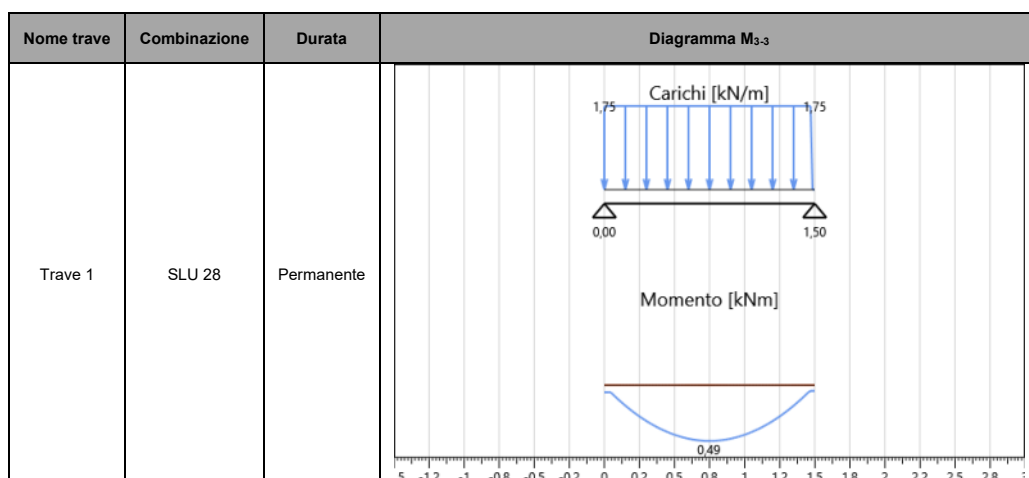
I_z è il momento di inerzia intorno all'asse debole z;

I_{tor} è il momento torsionale di inerzia;

l_{ef} è la lunghezza efficace della trave in funzione delle condizioni di appoggio e della configurazione di carico;

W_y è il modulo della sezione intorno all'asse forte y.

Nella seguente tabella si riportano, per ogni trave, le sollecitazioni di flessione relative alla combinazione di carico più gravosa allo Stato Limite Ultimo.



| | | | |
|---------|--------|------------|--|
| Trave 2 | SLU 28 | Permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Momento [kNm]</p> |
| Trave 3 | SLU 28 | Permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Momento [kNm]</p> |
| Trave 6 | SLU 19 | Permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Momento [kNm]</p> |
| Trave 9 | SLU 19 | Permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Momento [kNm]</p> |

| | | | |
|----------|--------|------------|--|
| Trave 11 | SLU 28 | Permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Momento [kNm]</p> |
| Trave 12 | SLU 28 | Permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Momento [kNm]</p> |
| Trave 13 | SLU 19 | Permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Momento [kNm]</p> |
| Trave 14 | SLU 19 | Permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Momento [kNm]</p> |

| | | | |
|----------|--------|------------|--|
| Trave 15 | SLU 19 | Permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Momento [kNm]</p> |
| Trave 16 | SLU 19 | Permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Momento [kNm]</p> |
| Trave 17 | SLU 28 | Permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Momento [kNm]</p> |
| Trave 18 | SLU 28 | Permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Momento [kNm]</p> |

| | | | |
|----------|--------|------------|--|
| Trave 19 | SLU 28 | Permanente | |
| Trave 20 | SLU 28 | Permanente | |
| Trave 22 | SLU 28 | Permanente | |
| Trave 23 | SLU 28 | Permanente | |

Le verifiche a flessione sono riassunte in seguito. I valori derivanti dai calcoli, relativi ad ogni verifica, vengono riportati in forma di percentuale. I dati di output per singolo elemento strutturale soddisfano le verifiche qualora il loro valore sia inferiore o uguale al 100%, in caso contrario la verifica non è soddisfatta.

| Nome trave | Sezione | M _{3-3 max} [kNm] | W [mm ³] | Vincolo torsionale | σ _{m,crit} [MPa] | k _{crit} | Comb. | k _h | k _{mod} | γ _M | f _{m,d} [MPa] | σ _{m,d} [MPa] | Verifica |
|------------|-----------|-------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------------|-------------------|--------|----------------|------------------|----------------|---------------------------|---------------------------|----------|
| Trave 1 | lam 10x28 | 0,49 | 1306667 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | SLU 28 | 1,00 | 0,6 | 1,35 | 10,67 | 0,38 | 4% |
| Trave 2 | lam 10x28 | 1,73 | 1306667 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | SLU 28 | 1,00 | 0,6 | 1,35 | 10,67 | 1,33 | 12% |
| Trave 3 | lam 10x28 | 0,49 | 1306667 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | SLU 28 | 1,00 | 0,6 | 1,35 | 10,67 | 0,38 | 4% |
| Trave 6 | lam 10x28 | 0,09 | 1306667 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | SLU 19 | 1,00 | 0,6 | 1,35 | 10,67 | 0,07 | 1% |
| Trave 9 | lam 10x28 | 0,04 | 1306667 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | SLU 19 | 1,00 | 0,6 | 1,35 | 10,67 | 0,03 | 0% |
| Trave 11 | lam 10x28 | 0,59 | 1306667 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | SLU 28 | 1,00 | 0,6 | 1,35 | 10,67 | 0,45 | 4% |
| Trave 12 | lam 10x28 | 1,33 | 1306667 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | SLU 28 | 1,00 | 0,6 | 1,35 | 10,67 | 1,02 | 10% |
| Trave 13 | lam 10x28 | 0,04 | 1306667 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | SLU 19 | 1,00 | 0,6 | 1,35 | 10,67 | 0,03 | 0% |
| Trave 14 | lam 10x28 | 0,09 | 1306667 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | SLU 19 | 1,00 | 0,6 | 1,35 | 10,67 | 0,07 | 1% |
| Trave 15 | lam 10x28 | 0,05 | 1306667 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | SLU 19 | 1,00 | 0,6 | 1,35 | 10,67 | 0,04 | 0% |
| Trave 16 | lam 10x28 | 0,05 | 1306667 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | SLU 19 | 1,00 | 0,6 | 1,35 | 10,67 | 0,04 | 0% |
| Trave 17 | lam 10x28 | 5,75 | 1306667 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | SLU 28 | 1,00 | 0,6 | 1,35 | 10,67 | 4,40 | 41% |
| Trave 18 | lam 10x28 | 2,59 | 1306667 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | SLU 28 | 1,00 | 0,6 | 1,35 | 10,67 | 1,99 | 19% |
| Trave 19 | lam 10x28 | 3,61 | 1306667 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | SLU 28 | 1,00 | 0,6 | 1,35 | 10,67 | 2,76 | 26% |
| Trave 20 | lam 10x28 | 1,02 | 1306667 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | SLU 28 | 1,00 | 0,6 | 1,35 | 10,67 | 0,78 | 7% |
| Trave 22 | lam 10x28 | 1,61 | 1306667 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | SLU 28 | 1,00 | 0,6 | 1,35 | 10,67 | 1,23 | 12% |
| Trave 23 | lam 10x28 | 2,86 | 1306667 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | SLU 28 | 1,00 | 0,6 | 1,35 | 10,67 | 2,19 | 21% |

Verifiche di resistenza a taglio

Le verifiche a taglio sono condotte con riferimento al § 6.1.7 della norma UNI EN 1995-1-1. Deve essere soddisfatta la seguente espressione:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1$$

in cui:

τ_d è la tensione di progetto a taglio;

$f_{v,d}$ è la resistenza di progetto a taglio.

Per la verifica della resistenza a taglio di elementi sottoposti a flessione, l'influenza delle fessurazioni è tenuta in conto utilizzando una larghezza efficace dell'elemento dato da:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b$$

dove b è la base della sezione su cui agisce la massima tensione tagliante.

Si utilizzano i seguenti valori del coefficiente k_{cr}

$k_{cr} = 2,00/f_{vk} (\leq 1)$ per legno massiccio

$k_{cr} = 2,50/f_{vk} (\leq 1)$ per legno lamellare incollato

Il valore dello sforzo di taglio di progetto sollecitante massimo in una sezione generica viene valutato con la seguente formula:

$$\tau_d = \frac{V_d \cdot S}{k_{cr} \cdot b \cdot J_{y-y}}$$

in cui:

V_d è l'azione di taglio di progetto;

S è il momento statico della parte di sezione tagliata dalla corda b ;

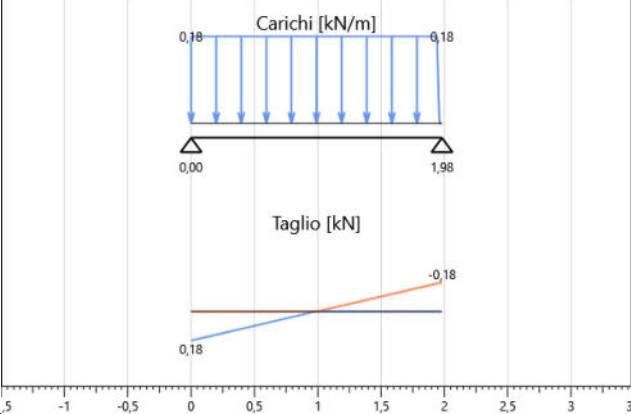
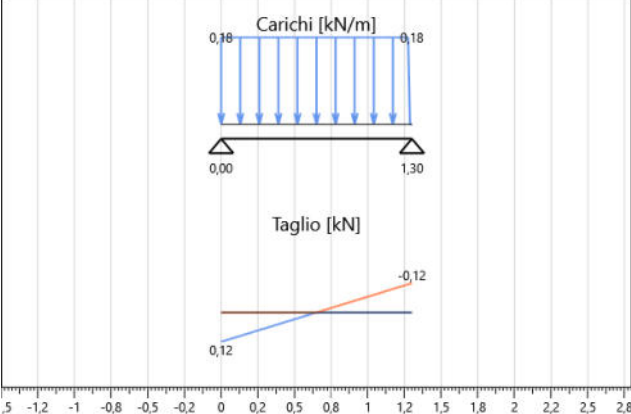
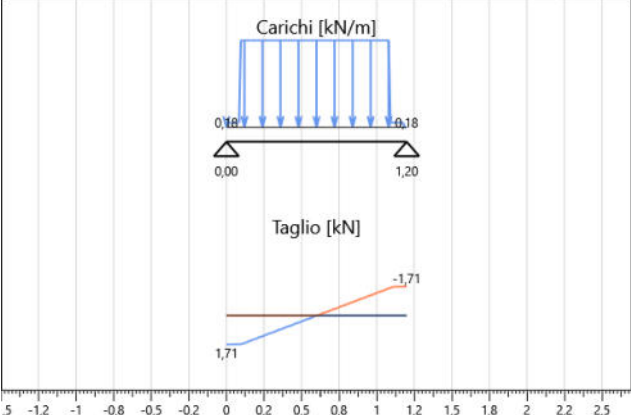
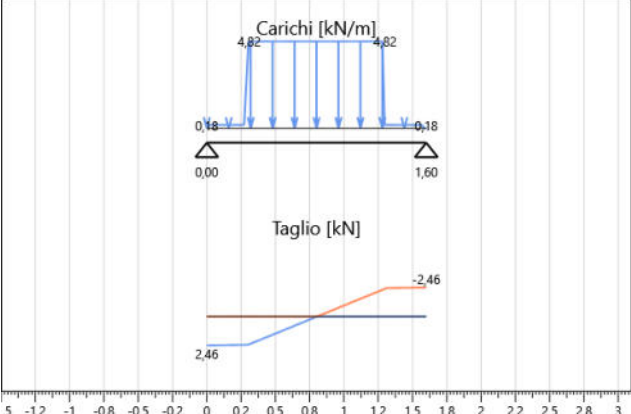
k_{cr} è il coefficiente che tiene conto dell'influenza delle fessurazioni;

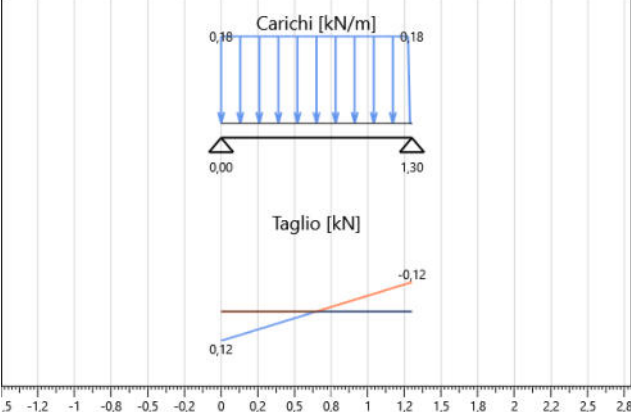
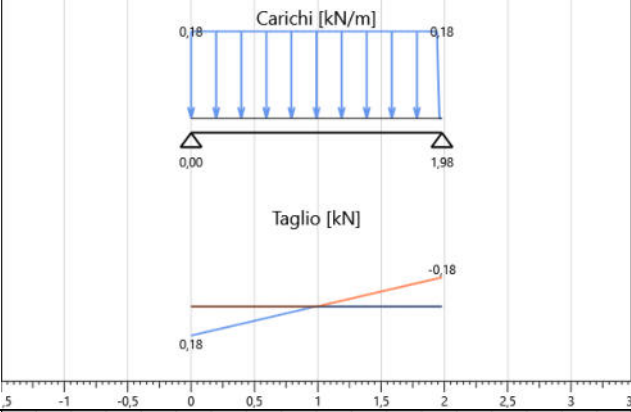
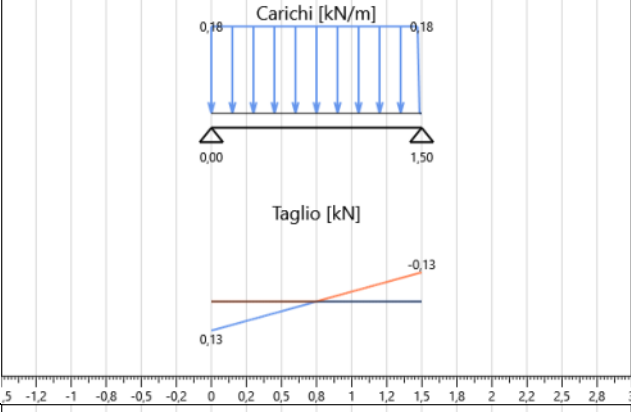
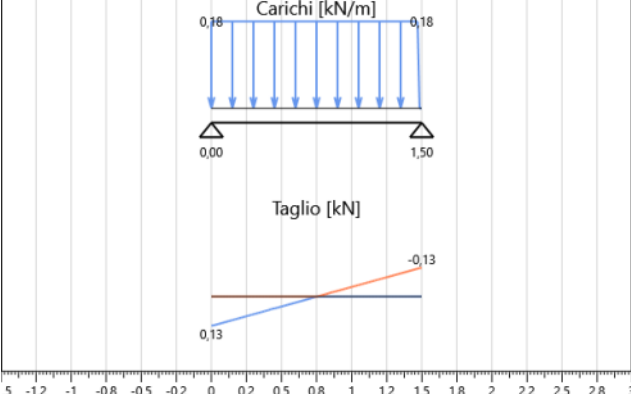
b è la base su cui viene valutata la tensione tagliante;

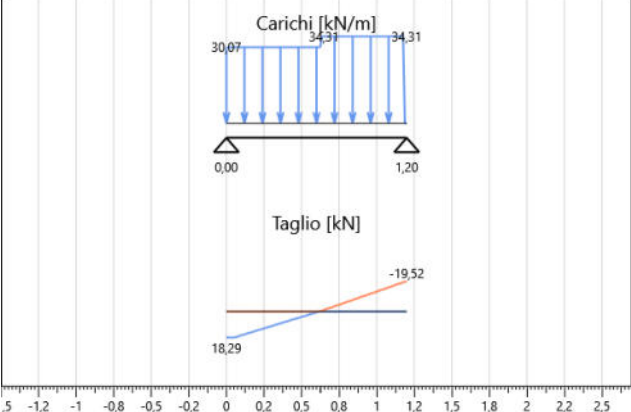
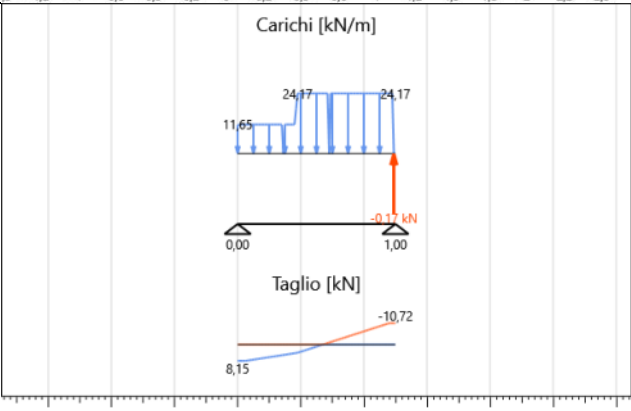
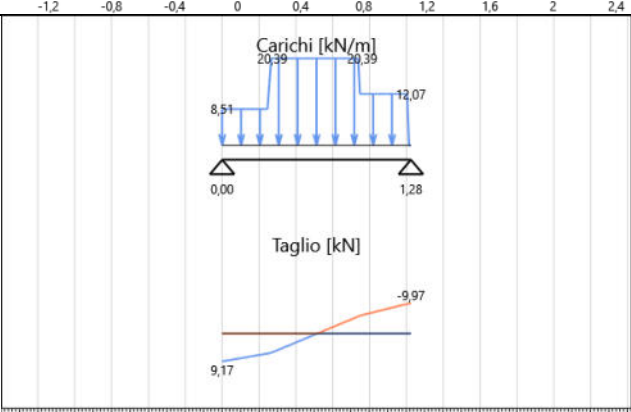
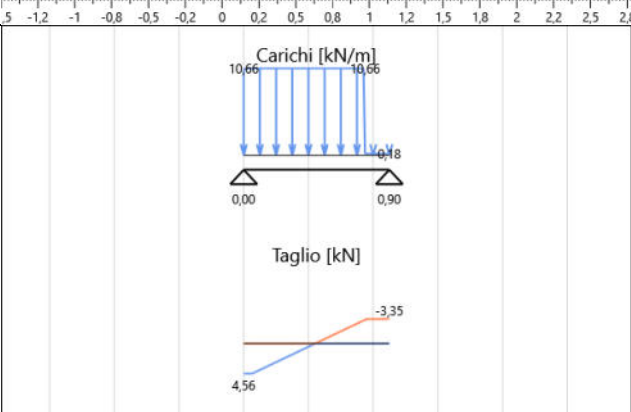
J_{y-y} è il momento di inerzia della sezione rispetto all'asse y .

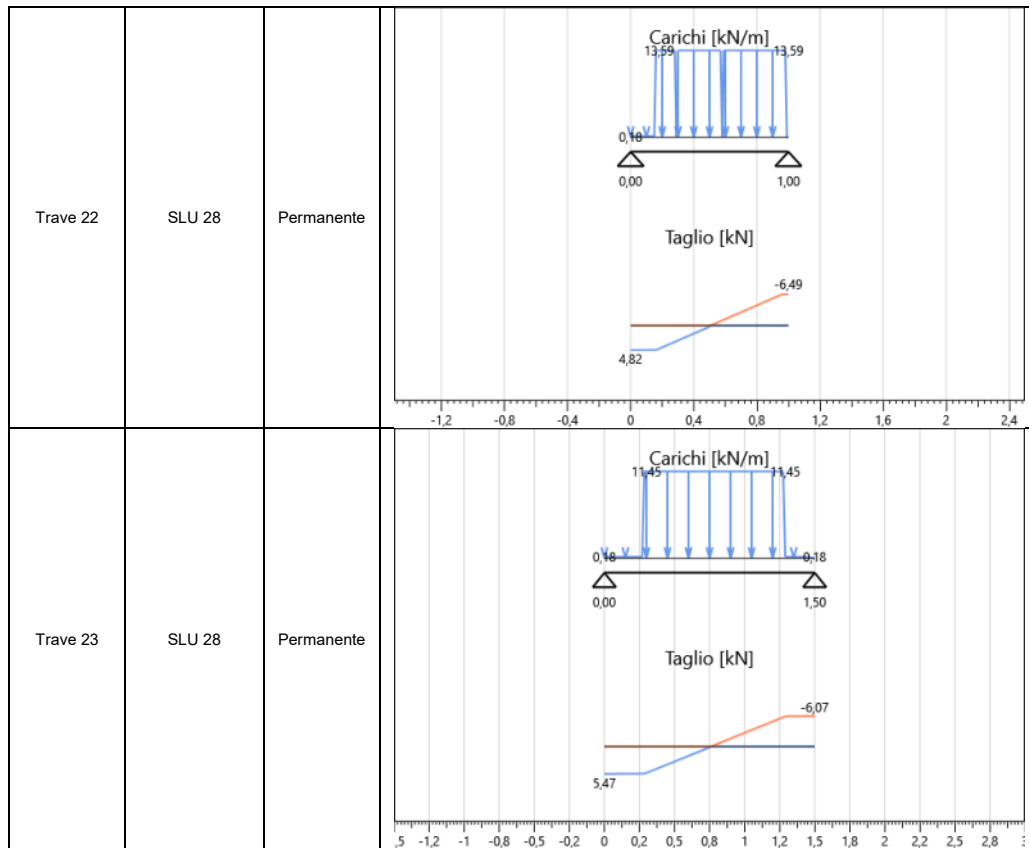
Nella seguente tabella si riportano, per ogni trave, gli schemi statici di calcolo e l'involuppo delle distribuzioni del taglio sollecitante.

| Nome trave | Combinazione | Durata | Diagramma V_2 |
|------------|--------------|------------|-----------------|
| Trave 1 | SLU 28 | Permanente | |
| Trave 2 | SLU 28 | Permanente | |
| Trave 3 | SLU 28 | Permanente | |

| | | | |
|----------|--------|------------|---|
| Trave 6 | SLU 19 | Permanente |  <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Taglio [kN]</p> |
| Trave 9 | SLU 19 | Permanente |  <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Taglio [kN]</p> |
| Trave 11 | SLU 28 | Permanente |  <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Taglio [kN]</p> |
| Trave 12 | SLU 28 | Permanente |  <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Taglio [kN]</p> |

| | | | |
|----------|--------|------------|---|
| Trave 13 | SLU 19 | Permanente |  <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Taglio [kN]</p> |
| Trave 14 | SLU 19 | Permanente |  <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Taglio [kN]</p> |
| Trave 15 | SLU 19 | Permanente |  <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Taglio [kN]</p> |
| Trave 16 | SLU 19 | Permanente |  <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Taglio [kN]</p> |

| | | | |
|----------|--------|------------|---|
| Trave 17 | SLU 28 | Permanente |  <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Taglio [kN]</p> |
| Trave 18 | SLU 28 | Permanente |  <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Taglio [kN]</p> |
| Trave 19 | SLU 28 | Permanente |  <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Taglio [kN]</p> |
| Trave 20 | SLU 28 | Permanente |  <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Taglio [kN]</p> |



Le verifiche a taglio sono riassunte in seguito. I valori derivanti dai calcoli, relativi ad ogni verifica, vengono riportati in forma di percentuale. I dati di output per singolo elemento strutturale soddisfano le verifiche qualora il loro valore sia inferiore o uguale al 100%, in caso contrario la verifica non è soddisfatta.

| Nome trave | Sezione | V ₂ max [kN] | b [mm] | S [mm ³] | k _{cr} | Comb. | Classe di servizio | k _{mod} | γ _M | f _{v,d} [MPa] | τ _{2,d} [MPa] | Verifica |
|------------|-----------|-------------------------|--------|----------------------|-----------------|--------|--------------------|------------------|----------------|------------------------|------------------------|----------|
| Trave 1 | lam 10x28 | 1,30 | 100,00 | 980000,00 | 0,93 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 1,20 | 0,08 | 6% |
| Trave 2 | lam 10x28 | 4,55 | 100,00 | 980000,00 | 0,93 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 1,20 | 0,26 | 22% |
| Trave 3 | lam 10x28 | 1,30 | 100,00 | 980000,00 | 0,93 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 1,20 | 0,08 | 6% |
| Trave 6 | lam 10x28 | 0,18 | 100,00 | 980000,00 | 0,93 | SLU 19 | 1 | 0,6 | 1,35 | 1,20 | 0,01 | 1% |
| Trave 9 | lam 10x28 | 0,12 | 100,00 | 980000,00 | 0,93 | SLU 19 | 1 | 0,6 | 1,35 | 1,20 | 0,01 | 1% |
| Trave 11 | lam 10x28 | 1,71 | 100,00 | 980000,00 | 0,93 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 1,20 | 0,10 | 8% |
| Trave 12 | lam 10x28 | 2,46 | 100,00 | 980000,00 | 0,93 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 1,20 | 0,14 | 12% |
| Trave 13 | lam 10x28 | 0,12 | 100,00 | 980000,00 | 0,93 | SLU 19 | 1 | 0,6 | 1,35 | 1,20 | 0,01 | 1% |
| Trave 14 | lam 10x28 | 0,18 | 100,00 | 980000,00 | 0,93 | SLU 19 | 1 | 0,6 | 1,35 | 1,20 | 0,01 | 1% |
| Trave 15 | lam 10x28 | 0,13 | 100,00 | 980000,00 | 0,93 | SLU 19 | 2 | 0,6 | 1,35 | 1,20 | 0,01 | 1% |
| Trave 16 | lam 10x28 | 0,13 | 100,00 | 980000,00 | 0,93 | SLU 19 | 2 | 0,6 | 1,35 | 1,20 | 0,01 | 1% |
| Trave 17 | lam 10x28 | 19,52 | 100,00 | 980000,00 | 0,93 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 1,20 | 1,13 | 94% |
| Trave 18 | lam 10x28 | 10,72 | 100,00 | 980000,00 | 0,93 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 1,20 | 0,62 | 52% |
| Trave 19 | lam 10x28 | 9,97 | 100,00 | 980000,00 | 0,93 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 1,20 | 0,58 | 48% |
| Trave 20 | lam 10x28 | 4,56 | 100,00 | 980000,00 | 0,93 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 1,20 | 0,26 | 22% |
| Trave 22 | lam 10x28 | 6,49 | 100,00 | 980000,00 | 0,93 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 1,20 | 0,38 | 31% |
| Trave 23 | lam 10x28 | 6,07 | 100,00 | 980000,00 | 0,93 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 1,20 | 0,35 | 29% |

Verifiche di deformazione delle travi (SLE)

Si verifica che la deformazione della struttura risultante dagli effetti delle azioni e dall'umidità rimanga entro limiti appropriati. Le verifiche di deformazione sono condotte con riferimento al §2.2.3 della UNI EN 1995-1-1.

La freccia netta $w_{net,fin}$ viene assunta come:

$$w_{net,fin} = w_{inst} + w_{creep} - w_c = w_{fin} - w_c$$

dove:

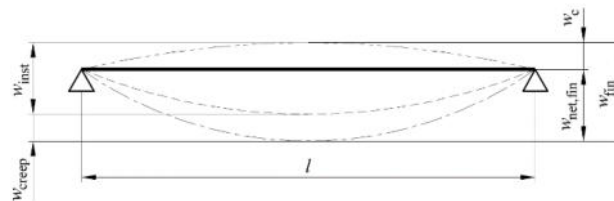
$w_{net,fin}$ è la freccia finale netta;

w_{inst} è la freccia istantanea;

w_{creep} è la freccia viscoelastica;

w_c è la monta della trave (assunta nulla);

w_{fin} è la freccia finale.



I valori limite di freccia sono assunti come riportato nella seguente tabella.

| Nome limiti di deformazione | $w_{inst, campata}$ | $w_{net, fin, campata}$ | $w_{inst, sbalzo}$ | $w_{net, fin, sbalzo}$ | Escludi verifica sbalzo per def. < 0 |
|-----------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Trave in legno | $l/300$ | $l/250$ | $l/150$ | $l/125$ | Sì |

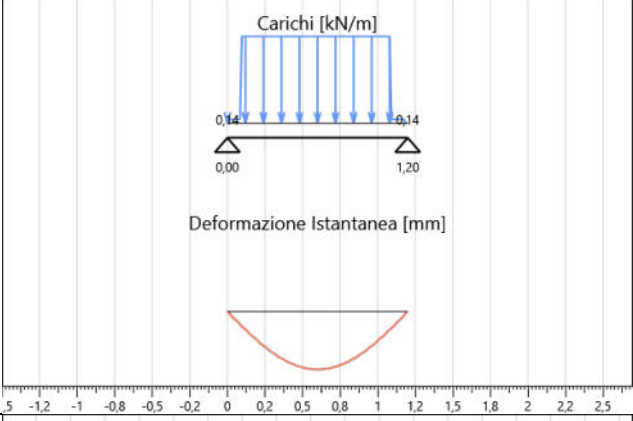
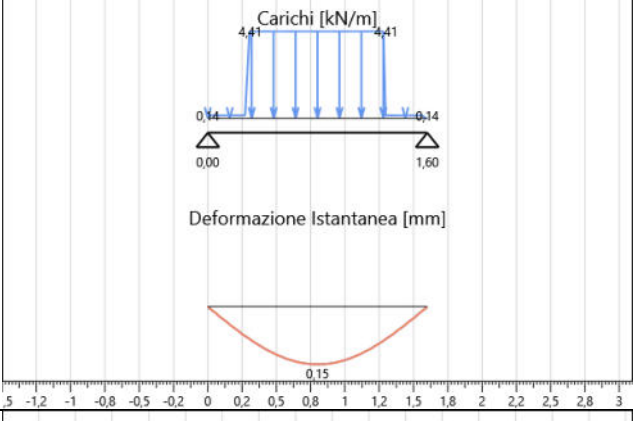
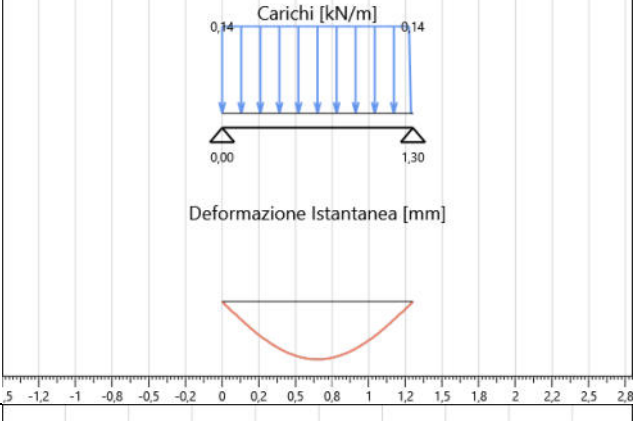
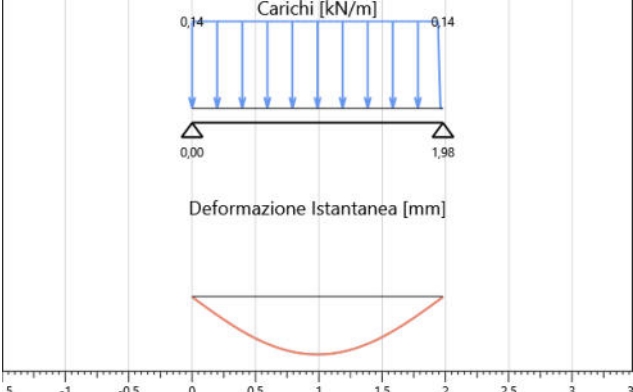
Deformazione istantanea

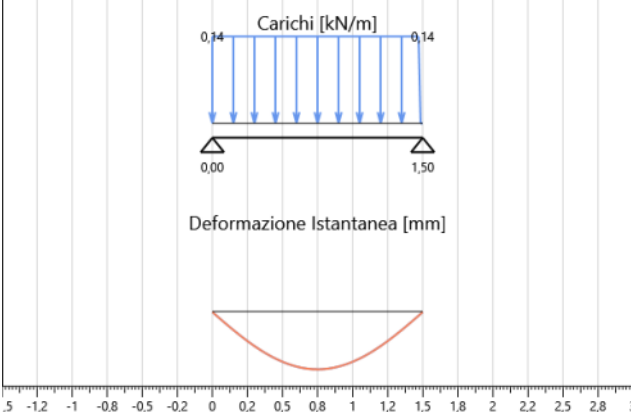
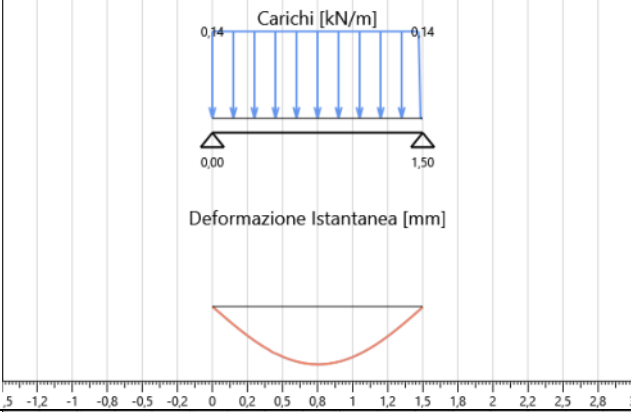
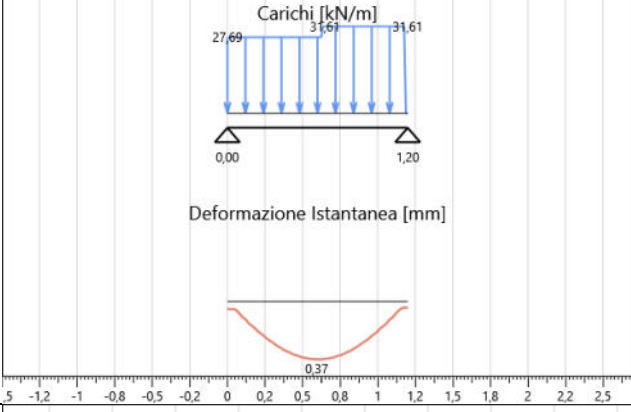
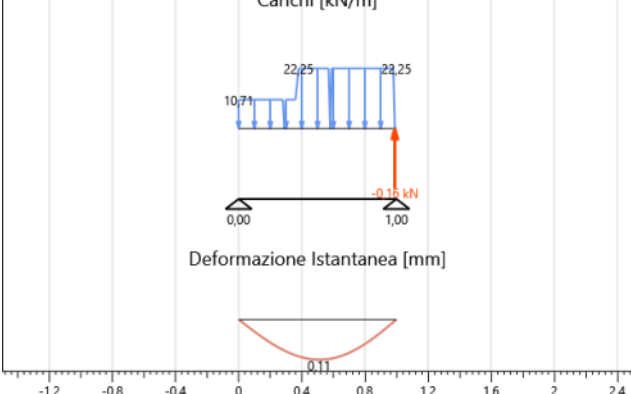
La deformazione istantanea w_{inst} è calcolata per la combinazione rara delle azioni.

Nella seguente tabella si riportano, per ogni trave, gli schemi statici di calcolo e le deformazioni istantanee ottenute omettendo, con una distribuzione a scacchiera, i carichi Q_{ki} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche, in accordo al § 2.5.3 NTC.

| Nome trave | Nome limiti di deformazione | Combinazione | Deformazioni istantanee |
|------------|-----------------------------|--------------|-------------------------|
| Trave 1 | Trave in legno | SLE rara 3 | |

| | | | |
|---------|----------------|------------|---|
| Trave 2 | Trave in legno | SLE rara 3 | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>5.63 5.63</p> <p>0,00 1,50</p> <p>Deformazione Istantanea [mm]</p> <p>0.18</p> |
| Trave 3 | Trave in legno | SLE rara 3 | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>1,60 1,60</p> <p>0,00 1,49</p> <p>Deformazione Istantanea [mm]</p> <p>0.18</p> |
| Trave 6 | Trave in legno | SLE rara 3 | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>0,14 0,14</p> <p>0,00 1,98</p> <p>Deformazione Istantanea [mm]</p> <p>0.18</p> |
| Trave 9 | Trave in legno | SLE rara 3 | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>0,14 0,14</p> <p>0,00 1,30</p> <p>Deformazione Istantanea [mm]</p> <p>0.18</p> |

| | | | |
|----------|----------------|------------|--|
| Trave 11 | Trave in legno | SLE rara 3 |  <p>Carichi [kN/m]</p> <p>0,14 0,14</p> <p>0,00 1,20</p> <p>Deformazione Istantanea [mm]</p> <p>0,14</p> |
| Trave 12 | Trave in legno | SLE rara 3 |  <p>Carichi [kN/m]</p> <p>0,14 0,14</p> <p>0,00 1,60</p> <p>Deformazione Istantanea [mm]</p> <p>0,15</p> |
| Trave 13 | Trave in legno | SLE rara 3 |  <p>Carichi [kN/m]</p> <p>0,14 0,14</p> <p>0,00 1,30</p> <p>Deformazione Istantanea [mm]</p> <p>0,14</p> |
| Trave 14 | Trave in legno | SLE rara 3 |  <p>Carichi [kN/m]</p> <p>0,14 0,14</p> <p>0,00 1,98</p> <p>Deformazione Istantanea [mm]</p> <p>0,14</p> |

| | | | |
|----------|----------------|------------|--|
| Trave 15 | Trave in legno | SLE rara 3 |  <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Deformazione Istantanea [mm]</p> |
| Trave 16 | Trave in legno | SLE rara 3 |  <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Deformazione Istantanea [mm]</p> |
| Trave 17 | Trave in legno | SLE rara 3 |  <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Deformazione Istantanea [mm]</p> |
| Trave 18 | Trave in legno | SLE rara 3 |  <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Deformazione Istantanea [mm]</p> |

| | | | |
|----------|----------------|------------|---|
| Trave 19 | Trave in legno | SLE rara 3 | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Deformazione Istantanea [mm]</p> |
| Trave 20 | Trave in legno | SLE rara 3 | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Deformazione Istantanea [mm]</p> |
| Trave 22 | Trave in legno | SLE rara 3 | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Deformazione Istantanea [mm]</p> |
| Trave 23 | Trave in legno | SLE rara 3 | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Deformazione Istantanea [mm]</p> |

Nella tabella sottostante si riportano le verifiche ad inflessione istantanea delle travi lignee.

| Nome trave | Sezione | Combinazione | Verifica sbalzo deformazione negativa | Verifica più limitativa | w_{inst} [mm] | w_{inst} limite [mm] | Limite di freccia | Verifica |
|------------|-----------|--------------|---------------------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------|-------------------|----------|
| Trave 1 | lam 10x28 | SLE rara 3 | No | Campata interna | 0,05 | 5,00 | $l/300$ | 1% |

| | | | | | | | | |
|----------|-----------|------------|----|-----------------|------|------|-------|----|
| Trave 2 | lam 10x28 | SLE rara 3 | No | Campata interna | 0,18 | 5,01 | l/300 | 4% |
| Trave 3 | lam 10x28 | SLE rara 3 | No | Campata interna | 0,05 | 4,98 | l/300 | 1% |
| Trave 6 | lam 10x28 | SLE rara 3 | No | Campata interna | 0,01 | 6,60 | l/300 | 0% |
| Trave 9 | lam 10x28 | SLE rara 3 | No | Campata interna | 0,00 | 4,33 | l/300 | 0% |
| Trave 11 | lam 10x28 | SLE rara 3 | No | Campata interna | 0,04 | 4,00 | l/300 | 1% |
| Trave 12 | lam 10x28 | SLE rara 3 | No | Campata interna | 0,15 | 5,33 | l/300 | 3% |
| Trave 13 | lam 10x28 | SLE rara 3 | No | Campata interna | 0,00 | 4,33 | l/300 | 0% |
| Trave 14 | lam 10x28 | SLE rara 3 | No | Campata interna | 0,01 | 6,60 | l/300 | 0% |
| Trave 15 | lam 10x28 | SLE rara 3 | No | Campata interna | 0,00 | 5,00 | l/300 | 0% |
| Trave 16 | lam 10x28 | SLE rara 3 | No | Campata interna | 0,00 | 5,00 | l/300 | 0% |
| Trave 17 | lam 10x28 | SLE rara 3 | No | Campata interna | 0,37 | 4,00 | l/300 | 9% |
| Trave 18 | lam 10x28 | SLE rara 3 | No | Campata interna | 0,11 | 3,33 | l/300 | 3% |
| Trave 19 | lam 10x28 | SLE rara 3 | No | Campata interna | 0,26 | 4,27 | l/300 | 6% |
| Trave 20 | lam 10x28 | SLE rara 3 | No | Campata interna | 0,04 | 3,00 | l/300 | 1% |
| Trave 22 | lam 10x28 | SLE rara 3 | No | Campata interna | 0,07 | 3,33 | l/300 | 2% |
| Trave 23 | lam 10x28 | SLE rara 3 | No | Campata interna | 0,28 | 5,00 | l/300 | 6% |

Deformazione finale

La deformazione finale $w_{net,fin}$ è calcolata considerando che le componenti quasi-permanenti delle azioni causano nel tempo una deformazione viscoelastica w_{creep} che può essere calcolata utilizzando i valori medi dei moduli elastici ridotti opportunamente mediante il fattore $(1 + k_{def})$.

Per strutture consistenti di elementi, componenti e connessioni aventi lo stesso comportamento viscoelastico, e sotto l'assunzione di una correlazione lineare fra le azioni e le deformazioni corrispondenti la deformazione finale, w_{fin} , può essere considerata come:

$$w_{fin} = w_{fin,G} + w_{fin,Q1} + \sum w_{fin,Qi}$$

dove:

$$w_{fin,G} = w_{inst,G} \cdot (1 + k_{def})$$

per un'azione permanente G

$$w_{fin,Q,1} = w_{inst,Q,1} \cdot (1 + \Psi_{2,1} \cdot k_{def})$$

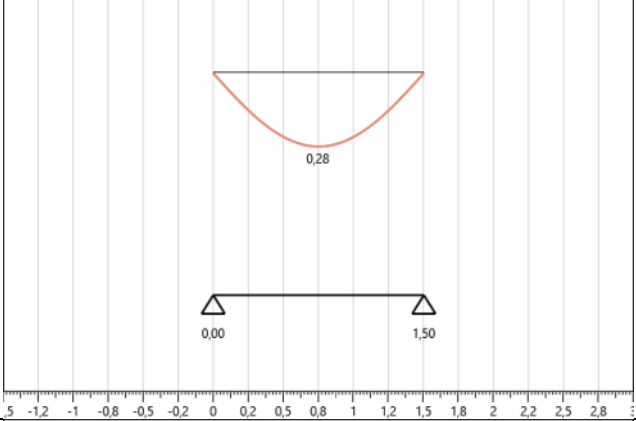
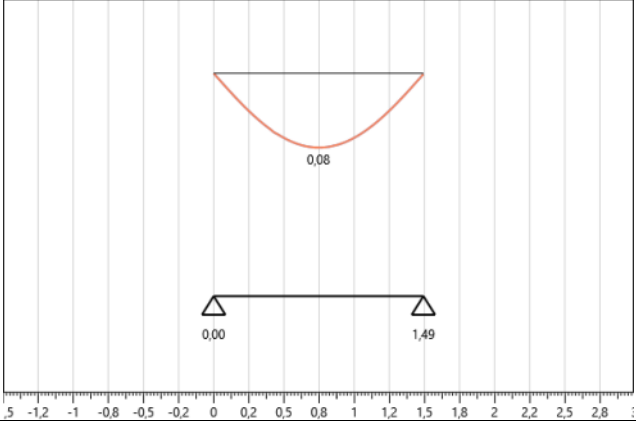
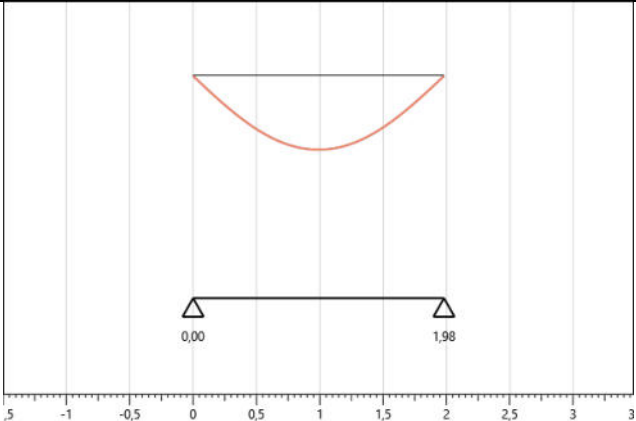
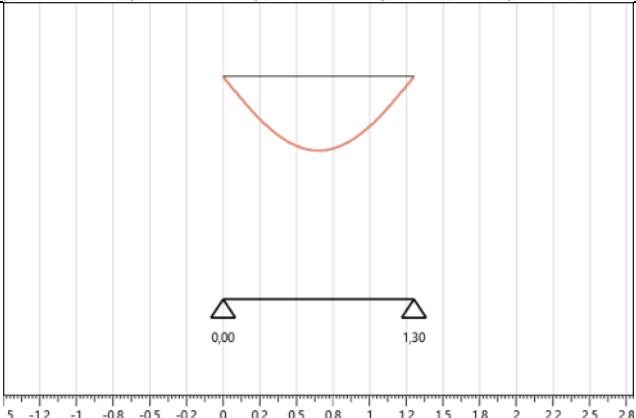
per un'azione variabile principale, Q_1

$$w_{fin,Q,i} = w_{inst,Q,i} \cdot (\Psi_{0,i} + \Psi_{2,1} \cdot k_{def})$$

per le azioni variabili secondarie, Q_i ($i > 1$)

Nella seguente tabella si riportano, per ogni trave, le deformazioni finali che si ottengono tenendo conto anche della deformazione viscoelastica w_{creep} . Tale contributo è calcolato considerando le componenti quasi-permanenti delle azioni presenti nelle combinazioni utilizzate per il calcolo delle deformate istantanee (combinazioni rare associate).

| Nome trave | Nome limiti di deformazione | Combinazione | Deformazioni finali |
|------------|-----------------------------|--------------|---------------------|
| Trave 1 | Trave in legno | SLE rara 3 | |

| | | | |
|---------|----------------|------------|--|
| Trave 2 | Trave in legno | SLE rara 3 |  |
| Trave 3 | Trave in legno | SLE rara 3 |  |
| Trave 6 | Trave in legno | SLE rara 3 |  |
| Trave 9 | Trave in legno | SLE rara 3 |  |

| | | | |
|----------|----------------|------------|--|
| Trave 11 | Trave in legno | SLE rara 3 | |
| Trave 12 | Trave in legno | SLE rara 3 | |
| Trave 13 | Trave in legno | SLE rara 3 | |
| Trave 14 | Trave in legno | SLE rara 3 | |

| | | | |
|----------|----------------|------------|--|
| Trave 15 | Trave in legno | SLE rara 3 | |
| Trave 16 | Trave in legno | SLE rara 3 | |
| Trave 17 | Trave in legno | SLE rara 3 | |
| Trave 18 | Trave in legno | SLE rara 3 | |

| | | | |
|----------|----------------|------------|--|
| Trave 19 | Trave in legno | SLE rara 3 | |
| Trave 20 | Trave in legno | SLE rara 3 | |
| Trave 22 | Trave in legno | SLE rara 3 | |
| Trave 23 | Trave in legno | SLE rara 3 | |

Nella tabella sottostante si riportano le verifiche ad inflessione finale delle travi lignee.

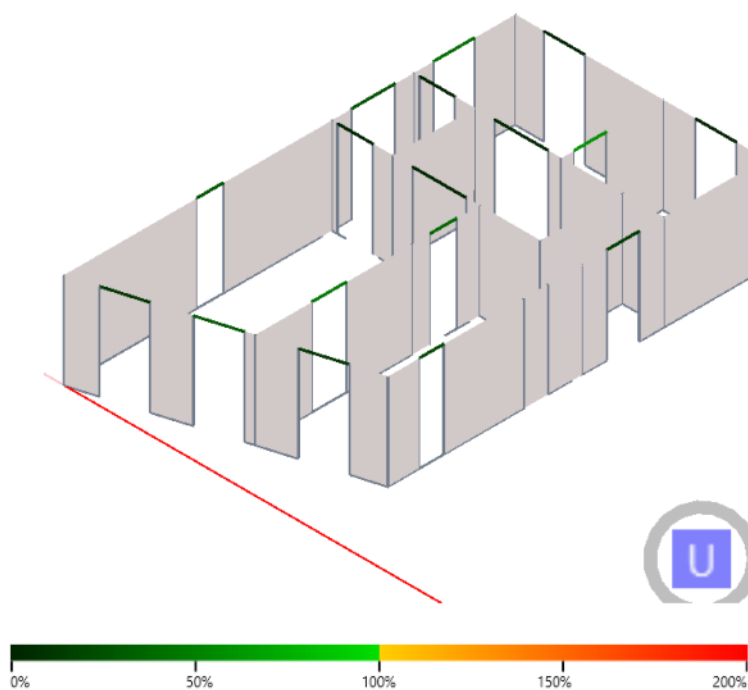
| Nome trave | Sezione | Combinazione | Classe di servizio | k_{def} | Verifica sbalzo deformazione negativa | Verifica più limitativa | w_{fin} [mm] | w_{fin} limite [mm] | Limite di freccia | Verifica |
|------------|-----------|--------------|--------------------|-----------|---------------------------------------|-------------------------|----------------|-----------------------|-------------------|----------|
| Trave 1 | lam 10x28 | SLE rara 3 | 2 | 0,8 | No | Campata interna | 0,08 | 6,00 | $l/250$ | 1% |

| | | | | | | | | | | |
|----------|-----------|------------|---|-----|----|-----------------|------|------|-------|-----|
| Trave 2 | lam 10x28 | SLE rara 3 | 2 | 0,8 | No | Campata interna | 0,28 | 6,01 | l/250 | 5% |
| Trave 3 | lam 10x28 | SLE rara 3 | 2 | 0,8 | No | Campata interna | 0,08 | 5,97 | l/250 | 1% |
| Trave 6 | lam 10x28 | SLE rara 3 | 1 | 0,6 | No | Campata interna | 0,02 | 7,92 | l/250 | 0% |
| Trave 9 | lam 10x28 | SLE rara 3 | 1 | 0,6 | No | Campata interna | 0,00 | 5,20 | l/250 | 0% |
| Trave 11 | lam 10x28 | SLE rara 3 | 2 | 0,8 | No | Campata interna | 0,06 | 4,80 | l/250 | 1% |
| Trave 12 | lam 10x28 | SLE rara 3 | 2 | 0,8 | No | Campata interna | 0,24 | 6,40 | l/250 | 4% |
| Trave 13 | lam 10x28 | SLE rara 3 | 1 | 0,6 | No | Campata interna | 0,00 | 5,20 | l/250 | 0% |
| Trave 14 | lam 10x28 | SLE rara 3 | 1 | 0,6 | No | Campata interna | 0,02 | 7,92 | l/250 | 0% |
| Trave 15 | lam 10x28 | SLE rara 3 | 2 | 0,8 | No | Campata interna | 0,01 | 6,00 | l/250 | 0% |
| Trave 16 | lam 10x28 | SLE rara 3 | 2 | 0,8 | No | Campata interna | 0,01 | 6,00 | l/250 | 0% |
| Trave 17 | lam 10x28 | SLE rara 3 | 1 | 0,6 | No | Campata interna | 0,54 | 4,80 | l/250 | 11% |
| Trave 18 | lam 10x28 | SLE rara 3 | 1 | 0,6 | No | Campata interna | 0,16 | 4,00 | l/250 | 4% |
| Trave 19 | lam 10x28 | SLE rara 3 | 1 | 0,6 | No | Campata interna | 0,38 | 5,12 | l/250 | 7% |
| Trave 20 | lam 10x28 | SLE rara 3 | 2 | 0,8 | No | Campata interna | 0,06 | 3,60 | l/250 | 2% |
| Trave 22 | lam 10x28 | SLE rara 3 | 2 | 0,8 | No | Campata interna | 0,12 | 4,00 | l/250 | 3% |
| Trave 23 | lam 10x28 | SLE rara 3 | 1 | 0,6 | No | Campata interna | 0,41 | 6,00 | l/250 | 7% |

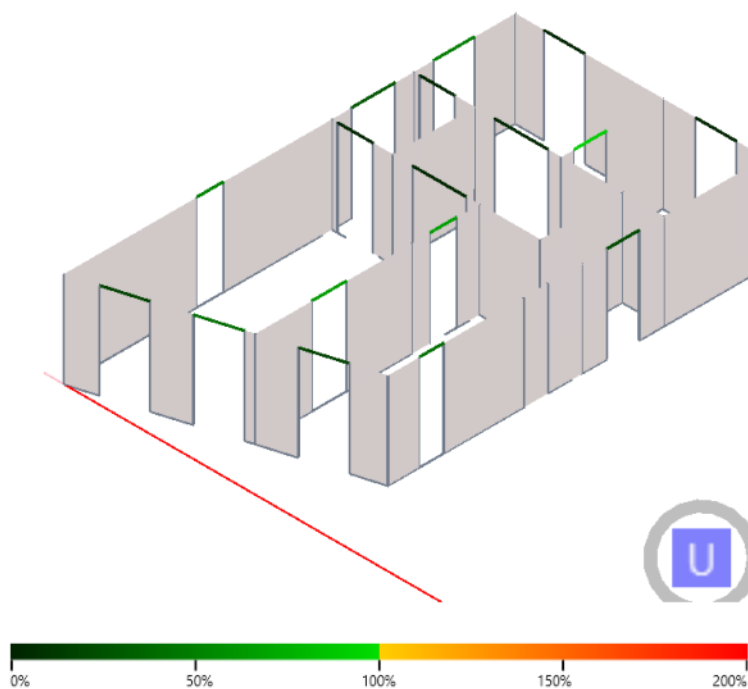
Percentuale di sfruttamento travi

Stato Limite Ultimo (SLU)

Verifiche a flessione

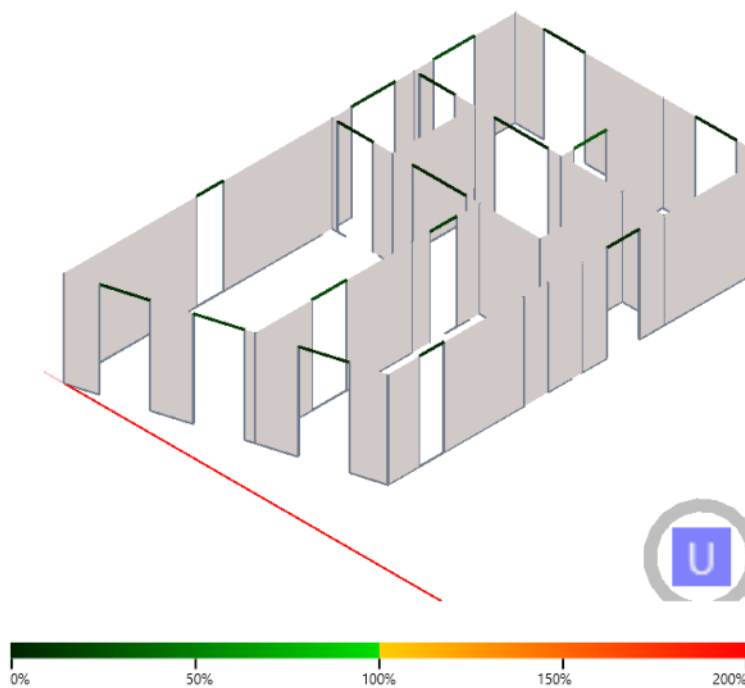


Verifiche a taglio



Stato Limite di Esercizio (SLE)

Verifiche di deformabilità



Verifiche pareti in XLAM

Verifiche di instabilità

Le verifiche ad instabilità delle pareti in XLAM sono state condotte con riferimento a quanto riportato al § 6.3.2 della UNI EN 1995-1-1.

I valori delle sollecitazioni riportati nella tabella sottostante sono relativi, per ogni parete, alla combinazione di carico più gravosa relativamente allo Stato Limite Ultimo di instabilità.

| Nome parete | Lunghezza [m] | Comb. | Dur. | N [kN] | M2-2 [kNm] |
|-------------|---------------|--------|------------|--------|------------|
| Parete 5 | 1,05 | SLU 35 | Istantanea | 5,83 | 1,92 |
| Parete 8 | 2,07 | SLU 28 | Permanente | 62,51 | 0,00 |
| Parete 9 | 0,20 | SLU 28 | Permanente | 1,20 | 0,00 |
| Parete 13 | 0,44 | SLU 28 | Permanente | 22,25 | 0,00 |
| Parete 16 | 1,05 | SLU 35 | Istantanea | 5,83 | 1,92 |
| Parete 20 | 3,00 | SLU 28 | Permanente | 64,13 | 0,00 |
| Parete 25 | 3,00 | SLU 28 | Permanente | 59,75 | 0,00 |
| Parete 29 | 0,84 | SLU 28 | Permanente | 31,55 | 0,00 |
| Parete 30 | 5,96 | SLU 36 | Istantanea | 71,54 | 11,06 |
| Parete 31 | 3,04 | SLU 28 | Permanente | 94,97 | 0,00 |
| Parete 32 | 1,15 | SLU 36 | Istantanea | 7,32 | 2,09 |
| Parete 35 | 1,27 | SLU 36 | Istantanea | 11,72 | 2,33 |
| Parete 36 | 1,04 | SLU 36 | Istantanea | 6,77 | 1,91 |
| Parete 37 | 1,44 | SLU 28 | Permanente | 8,11 | 0,00 |
| Parete 38 | 4,23 | SLU 28 | Permanente | 23,13 | 0,00 |
| Parete 39 | 1,59 | SLU 36 | Istantanea | 13,41 | 2,89 |
| Parete 41 | 4,61 | SLU 36 | Istantanea | 52,15 | 8,55 |
| Parete 42 | 4,05 | SLU 35 | Istantanea | 22,24 | 7,39 |
| Parete 43 | 1,44 | SLU 28 | Permanente | 8,11 | 0,00 |
| Parete 44 | 1,50 | SLU 28 | Permanente | 33,47 | 0,00 |
| Parete 45 | 4,84 | SLU 28 | Permanente | 78,11 | 0,00 |
| Parete 46 | 4,23 | SLU 28 | Permanente | 23,13 | 0,00 |
| Parete 48 | 0,20 | SLU 28 | Permanente | 1,20 | 0,00 |
| Parete 49 | 1,14 | SLU 36 | Istantanea | 16,10 | 2,12 |
| Parete 50 | 2,06 | SLU 28 | Permanente | 53,80 | 0,00 |
| Parete 52 | 4,68 | SLU 28 | Permanente | 82,14 | 0,00 |
| Parete 53 | 1,41 | SLU 28 | Permanente | 31,48 | 0,00 |

Le verifiche ad instabilità dei pannelli in XLAM sono state eseguite considerando un tratto di lunghezza unitaria di parete: quest'ultimo può essere ricondotto ad un pilastro in grado di sbandare solo nella direzione perpendicolare al proprio piano medio.

Si raccomanda che laddove sia $\lambda_{rel,z} \leq 0,3$ che $\lambda_{rel,y} \leq 0,3$, le tensioni soddisfino le espressioni (6.19) e (6.20) di cui al punto 6.2.4 della norma UNI EN 1995-1-1.

Si raccomanda che in tutti gli altri casi le tensioni, che saranno aumentate in seguito alla freccia di inflessione, soddisfino la seguente espressione:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

Modello di calcolo XLAM

Il modello di calcolo adottato per il materiale XLAM è quello di struttura composta con connessione deformabile. Gli strati orientati nella direzione di calcolo del pannello XLAM sono connessi in modo cedevole dagli strati ortogonali. Il pannello è calcolato come struttura composta con connessione deformabile in accordo con l'appendice B della norma EN 1995-1-1 mediante fattori γ dipendenti dallo spessore degli strati ortogonali, dal modulo di taglio a "rolling shear" e dalla lunghezza delle campate, calcolati mediante le teorie di Möhler (pannelli aventi fino a 3 strati orientati nella direzione di calcolo) e Shelling (pannelli con più di 3 strati orientati nella direzione di calcolo).

La rigidezza efficace a flessione è stata assunta pari a:

$$EJ_{eff} = \sum_{i=1}^n (E_i J_i + \gamma_i E_i A_i a_i^2)$$

$$\gamma_i = \left[1 + \frac{\pi^2 E_i A_i}{G_R \cdot \frac{b}{d} \cdot h^2} \right]^{-1}$$

in cui:

- J_i rappresenta il momento di inerzia del generico strato
- A_i è l'area del generico strato
- a_i è la distanza tra il baricentro dell'i-esimo strato e il baricentro della sezione
- h è l'altezza della parete
- G_R è il modulo di taglio per "rolling shear"

I valori risultanti relativi alla verifica di instabilità vengono riportati di seguito in forma percentuale. I dati di output per singolo elemento strutturale, riassunti nella tabella sottostante, soddisfano le verifiche qualora il valore sia inferiore o uguale al 100%.

- h : Altezza della parete
- A_{net} : Area della sezione trasversale del tratto di parete considerato nella verifica (a metro lineare)
- J_{eff} : Momento di inerzia della sezione trasversale dal tratto di parete
- Comb.: Combinazione di carico più gravosa per la parete considerata
- k_{mod} : Coefficiente di correzione che tiene conto degli effetti della durata del carico e dell'umidità
- γ_M : Coefficiente parziale di sicurezza relativo al materiale
- $f_{c,0,k}$: Resistenza caratteristica a compressione lungo la fibratura
- $f_{m,k}$: Resistenza caratteristica a flessione
- $\sigma_{c,0,d}$: Tensione di progetto a compressione lungo la fibratura

| Nome parete | Sezione | h [m] | A_{net} [mm ² /m] | J_{eff} [mm ⁴ /m] | k_c | Comb. | Classe di servizio | k_{mod} | γ_M | $f_{c,0,k}$ [MPa] | $f_{m,k}$ [MPa] | $\sigma_{c,0,d}$ [MPa] | $\sigma_{m,d}$ [MPa] | Verifica |
|-------------|--------------------------|-------|--------------------------------|--------------------------------|-------|--------|--------------------|-----------|------------|-------------------|-----------------|------------------------|----------------------|----------|
| Parete 5 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 60000 | 61762815 | 0,28 | SLU 35 | 2 | 1,1 | 1,35 | 21 | 24 | 0,09 | 1,40 | 9% |
| Parete 8 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 60000 | 61762815 | 0,28 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 21 | 24 | 0,60 | 0,00 | 23% |
| Parete 9 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 60000 | 61762815 | 0,28 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 21 | 24 | 0,10 | 0,00 | 4% |
| Parete 13 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 60000 | 61762815 | 0,28 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 21 | 24 | 0,82 | 0,00 | 32% |
| Parete 16 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 60000 | 61762815 | 0,28 | SLU 35 | 2 | 1,1 | 1,35 | 21 | 24 | 0,09 | 1,40 | 9% |
| Parete 20 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 60000 | 61762815 | 0,28 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 21 | 24 | 0,35 | 0,00 | 14% |
| Parete 25 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 60000 | 61762815 | 0,28 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 21 | 24 | 0,33 | 0,00 | 13% |
| Parete 29 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 60000 | 61762815 | 0,28 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 21 | 24 | 0,62 | 0,00 | 24% |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------------------------|-----|-------|----------|------|--------|---|-----|------|----|----|------|------|-----|
| Parete 30 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 60000 | 61762815 | 0,28 | SLU 36 | 2 | 1,1 | 1,35 | 21 | 24 | 0,25 | 1,42 | 13% |
| Parete 31 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 60000 | 61762815 | 0,28 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 21 | 24 | 0,61 | 0,00 | 24% |
| Parete 32 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 60000 | 61762815 | 0,28 | SLU 36 | 2 | 1,1 | 1,35 | 21 | 24 | 0,11 | 1,40 | 9% |
| Parete 35 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 60000 | 61762815 | 0,28 | SLU 36 | 2 | 1,1 | 1,35 | 21 | 24 | 0,16 | 1,40 | 11% |
| Parete 36 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 60000 | 61762815 | 0,28 | SLU 36 | 2 | 1,1 | 1,35 | 21 | 24 | 0,11 | 1,40 | 9% |
| Parete 37 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 60000 | 61762815 | 0,28 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 21 | 24 | 0,09 | 0,00 | 4% |
| Parete 38 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 60000 | 61762815 | 0,28 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 21 | 24 | 0,09 | 0,00 | 4% |
| Parete 39 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 60000 | 61762815 | 0,28 | SLU 36 | 2 | 1,1 | 1,35 | 21 | 24 | 0,16 | 1,40 | 10% |
| Parete 41 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 60000 | 61762815 | 0,28 | SLU 36 | 2 | 1,1 | 1,35 | 21 | 24 | 0,19 | 1,42 | 11% |
| Parete 42 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 60000 | 61762815 | 0,28 | SLU 35 | 2 | 1,1 | 1,35 | 21 | 24 | 0,09 | 1,40 | 9% |
| Parete 43 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 60000 | 61762815 | 0,28 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 21 | 24 | 0,09 | 0,00 | 4% |
| Parete 44 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 60000 | 61762815 | 0,28 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 21 | 24 | 0,41 | 0,00 | 16% |
| Parete 45 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 60000 | 61762815 | 0,28 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 21 | 24 | 0,38 | 0,00 | 15% |
| Parete 46 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 60000 | 61762815 | 0,28 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 21 | 24 | 0,09 | 0,00 | 4% |
| Parete 48 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 60000 | 61762815 | 0,28 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 21 | 24 | 0,10 | 0,00 | 4% |
| Parete 49 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 60000 | 61762815 | 0,28 | SLU 36 | 2 | 1,1 | 1,35 | 21 | 24 | 0,24 | 1,42 | 12% |
| Parete 50 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 60000 | 61762815 | 0,28 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 21 | 24 | 0,61 | 0,00 | 24% |
| Parete 52 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 60000 | 61762815 | 0,28 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 21 | 24 | 0,36 | 0,00 | 14% |
| Parete 53 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 60000 | 61762815 | 0,28 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 21 | 24 | 0,42 | 0,00 | 16% |

Verifiche a compressione perpendicolare alla fibratura

In prossimità dell'appoggio delle pareti si presenta la situazione di rischio di schiacciamento ortogonale alla fibratura. Affinché la relativa verifica risulti soddisfatta si deve garantire che la tensione sollecitante risulti essere inferiore alla resistenza del materiale, secondo la seguente espressione:

$$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90,d} \cdot f_{c,90,d}$$

con

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{full}}$$

dove:

$\sigma_{c,90,d}$ è la tensione di progetto a compressione nell'area di contatto efficace, perpendicolare alla fibratura;

$F_{c,90,d}$ è il carico di progetto a compressione perpendicolare alla fibratura;

A_{full} è l'area di contatto sulla quale agisce la compressione perpendicolare alla fibratura;

$f_{c,90,d}$ è la resistenza di progetto a compressione, perpendicolare alla fibratura;

$k_{c,90,d}$ è un coefficiente che tiene conto della configurazione di carico, della possibilità di rottura per spacco, nonché del grado di deformazione a compressione.

I valori delle sollecitazioni riportati nella tabella sottostante sono relativi, per ogni parete, alla combinazione di carico più gravosa relativamente allo Stato Limite Ultimo di schiacciamento.

| Nome parete | Lunghezza [m] | Comb. | Dur. | N [kN] |
|-------------|---------------|--------|------------|--------|
| Parete 5 | 1,05 | SLU 28 | Permanente | 5,83 |
| Parete 8 | 2,07 | SLU 28 | Permanente | 62,51 |
| Parete 9 | 0,20 | SLU 28 | Permanente | 1,20 |
| Parete 13 | 0,44 | SLU 28 | Permanente | 22,25 |
| Parete 16 | 1,05 | SLU 28 | Permanente | 5,83 |
| Parete 20 | 3,00 | SLU 28 | Permanente | 64,13 |
| Parete 25 | 3,00 | SLU 28 | Permanente | 59,75 |
| Parete 29 | 0,84 | SLU 28 | Permanente | 31,55 |
| Parete 30 | 5,96 | SLU 28 | Permanente | 81,53 |
| Parete 31 | 3,04 | SLU 28 | Permanente | 94,97 |
| Parete 32 | 1,15 | SLU 28 | Permanente | 7,56 |
| Parete 35 | 1,27 | SLU 28 | Permanente | 12,87 |
| Parete 36 | 1,04 | SLU 28 | Permanente | 7,01 |
| Parete 37 | 1,44 | SLU 28 | Permanente | 8,11 |
| Parete 38 | 4,23 | SLU 28 | Permanente | 23,13 |
| Parete 39 | 1,59 | SLU 28 | Permanente | 14,56 |
| Parete 41 | 4,61 | SLU 28 | Permanente | 59,07 |
| Parete 42 | 4,05 | SLU 28 | Permanente | 22,24 |
| Parete 43 | 1,44 | SLU 28 | Permanente | 8,11 |
| Parete 44 | 1,50 | SLU 28 | Permanente | 33,47 |
| Parete 45 | 4,84 | SLU 28 | Permanente | 78,11 |
| Parete 46 | 4,23 | SLU 28 | Permanente | 23,13 |
| Parete 48 | 0,20 | SLU 28 | Permanente | 1,20 |
| Parete 49 | 1,14 | SLU 28 | Permanente | 18,62 |
| Parete 50 | 2,06 | SLU 28 | Permanente | 53,80 |
| Parete 52 | 4,68 | SLU 28 | Permanente | 82,14 |
| Parete 53 | 1,41 | SLU 28 | Permanente | 31,48 |

Le verifiche a compressione perpendicolare al piano del pannello di solaio in XLAM sono riportate di seguito con riferimento ad un metro di parete. I valori risultanti vengono riportati in forma percentuale come risultato dell'analisi eseguita sul modello. I dati di output per singolo elemento strutturale soddisfano le verifiche qualora il valore sia inferiore o uguale al 100%.

Sezione: Indicazione del tipologia di sezione trasversale dell'XLAM come indicato al paragrafo

A_{full} : Area di contatto sulla quale agisce la compressione perpendicolare alla fibratura

Comb.: Combinazione di carico più gravosa per la parete considerata

k_{mod} : Coefficiente di correzione che tiene conto degli effetti della durata del carico e dell'umidità

γ_M : Coefficiente parziale di sicurezza relativo al materiale

$f_{c,90,k}$: Resistenza caratteristica a compressione ortogonale alla fibratura

$\sigma_{c,90,d}$: Tensione di progetto a compressione ortogonale alla fibratura

| Nome parete | Sezione | A_{full} [mm ² /m] | $k_{c,90}$ | Comb. | Classe di servizio | k_{mod} | γ_M | $f_{c,90,k}$ [MPa] | $\sigma_{c,90,d}$ [MPa] | Verifica |
|-------------|--------------------------|------------------------------------|------------|--------|--------------------|-----------|------------|-----------------------|----------------------------|----------|
| Parete 5 | Parete xlam 100 5 strati | 100000 | 1,5 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 2,5 | 0,06 | 3% |
| Parete 8 | Parete xlam 100 5 strati | 100000 | 1,5 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 2,5 | 0,36 | 22% |
| Parete 9 | Parete xlam 100 5 strati | 100000 | 1,5 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 2,5 | 0,06 | 3% |
| Parete 13 | Parete xlam 100 5 strati | 100000 | 1,5 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 2,5 | 0,49 | 30% |
| Parete 16 | Parete xlam 100 5 strati | 100000 | 1,5 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 2,5 | 0,06 | 3% |
| Parete 20 | Parete xlam 100 5 strati | 100000 | 1,5 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 2,5 | 0,21 | 13% |
| Parete 25 | Parete xlam 100 5 strati | 100000 | 1,5 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 2,5 | 0,20 | 12% |
| Parete 29 | Parete xlam 100 5 strati | 100000 | 1,5 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 2,5 | 0,37 | 22% |
| Parete 30 | Parete xlam 100 5 strati | 100000 | 1,5 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 2,5 | 0,18 | 11% |
| Parete 31 | Parete xlam 100 5 strati | 100000 | 1,5 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 2,5 | 0,37 | 22% |
| Parete 32 | Parete xlam 100 5 strati | 100000 | 1,5 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 2,5 | 0,07 | 4% |
| Parete 35 | Parete xlam 100 5 strati | 100000 | 1,5 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 2,5 | 0,11 | 6% |
| Parete 36 | Parete xlam 100 5 strati | 100000 | 1,5 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 2,5 | 0,07 | 4% |
| Parete 37 | Parete xlam 100 5 strati | 100000 | 1,5 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 2,5 | 0,06 | 3% |
| Parete 38 | Parete xlam 100 5 strati | 100000 | 1,5 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 2,5 | 0,06 | 3% |
| Parete 39 | Parete xlam 100 5 strati | 100000 | 1,5 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 2,5 | 0,10 | 6% |
| Parete 41 | Parete xlam 100 5 strati | 100000 | 1,5 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 2,5 | 0,13 | 8% |
| Parete 42 | Parete xlam 100 5 strati | 100000 | 1,5 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 2,5 | 0,06 | 3% |
| Parete 43 | Parete xlam 100 5 strati | 100000 | 1,5 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 2,5 | 0,06 | 3% |
| Parete 44 | Parete xlam 100 5 strati | 100000 | 1,5 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 2,5 | 0,25 | 15% |
| Parete 45 | Parete xlam 100 5 strati | 100000 | 1,5 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 2,5 | 0,23 | 14% |
| Parete 46 | Parete xlam 100 5 strati | 100000 | 1,5 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 2,5 | 0,06 | 3% |
| Parete 48 | Parete xlam 100 5 strati | 100000 | 1,5 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 2,5 | 0,06 | 3% |
| Parete 49 | Parete xlam 100 5 strati | 100000 | 1,5 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 2,5 | 0,17 | 10% |
| Parete 50 | Parete xlam 100 5 strati | 100000 | 1,5 | SLU 28 | 1 | 0,6 | 1,35 | 2,5 | 0,37 | 22% |
| Parete 52 | Parete xlam 100 5 strati | 100000 | 1,5 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 2,5 | 0,21 | 13% |
| Parete 53 | Parete xlam 100 5 strati | 100000 | 1,5 | SLU 28 | 2 | 0,6 | 1,35 | 2,5 | 0,25 | 15% |

Verifiche a taglio

La sollecitazione tagliante sull'XLAM porta ad avere nel materiale una sollecitazione di taglio sulle lamelle ed una sollecitazione di torsione sugli incroci incollati che possono portare a rottura l'XLAM secondo due diverse modalità.

I valori delle sollecitazioni riportati nella tabella sottostante sono relativi, per ogni parete, alla combinazione di carico più gravosa per lo Stato Limite Ultimo di taglio.

| Nome parete | Lunghezza [m] | Comb. | Dur. | V2 [kN] |
|-------------|---------------|------------------------|------------|---------|
| Parete 5 | 1,05 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 7,74 |
| Parete 8 | 2,07 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 11,99 |
| Parete 16 | 1,05 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 7,74 |
| Parete 20 | 3,00 | Dinamica SLV 5 ex- ey- | Istantanea | 24,05 |
| Parete 25 | 3,00 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 21,03 |
| Parete 29 | 0,84 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 2,48 |
| Parete 30 | 5,96 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 47,87 |
| Parete 31 | 3,04 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 15,11 |
| Parete 32 | 1,15 | Dinamica SLV 4 ex- ey- | Istantanea | 21,73 |
| Parete 35 | 1,27 | Dinamica SLV 4 ex- ey- | Istantanea | 25,72 |
| Parete 36 | 1,04 | Dinamica SLV 4 ex- ey- | Istantanea | 18,61 |
| Parete 37 | 1,44 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 13,67 |
| Parete 38 | 4,23 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 56,24 |
| Parete 39 | 1,59 | Dinamica SLV 4 ex- ey- | Istantanea | 36,11 |
| Parete 41 | 4,61 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 33,33 |
| Parete 42 | 4,05 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 52,65 |
| Parete 43 | 1,44 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 13,49 |
| Parete 44 | 1,50 | Dinamica SLV 5 ex- ey- | Istantanea | 9,68 |
| Parete 45 | 4,84 | Dinamica SLV 5 ex- ey- | Istantanea | 45,99 |
| Parete 46 | 4,23 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 57,01 |
| Parete 49 | 1,14 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 4,67 |
| Parete 50 | 2,06 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 11,90 |
| Parete 52 | 4,68 | Dinamica SLV 5 ex- ey- | Istantanea | 43,79 |
| Parete 53 | 1,41 | Dinamica SLV 5 ex- ey- | Istantanea | 8,70 |

Verifica del meccanismo di rottura per tensioni di taglio

Le sollecitazioni di taglio sulle lamelle sono determinabili mediante le seguenti espressioni

$$\tau_z = \frac{v_2}{\sum t_{i,ext}}$$

$$\tau_y = \frac{v_2}{\sum t_{i,int}}$$

in cui

v_2 è il taglio a metro lineare agente sull'elemento in X-LAM

$t_{i,ext}$ è lo spessore dell'i-esimo strato avente orientazione parallela agli strati esterni

$t_{i,int}$ è lo spessore dell'i-esimo strato avente orientazione parallela agli strati interni

τ_z è la tensione di taglio agente sugli strati aventi orientazione parallela agli strati esterni

τ_y è la tensione di taglio agente sugli strati aventi orientazione parallela agli strati interni

La tensione da utilizzare nella verifica è la massima tra le due:

$$\tau_d = \max(\tau_z; \tau_y)$$

La verifica si traduce nella seguente disequazione

$$\tau_d \leq f_{v,lastra,d}$$

essendo

$f_{v,d}$ la resistenza a taglio a lastra di progetto calcolata mediante la

$$f_{v,lastra,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,lastra,k}}{\gamma_M}$$

Verifica del meccanismo di rottura per torsione

La tensione dovuta alla torsione può essere ricavata dal rapporto tra il momento torcente agente ed il momento resistente polare

$$\tau_{T,d} = \frac{M_T}{W}$$

Il valore di W si determina mediante la seguente espressione

$$W = \frac{a_{ref}^3}{3}$$

essendo a_{ref} la larghezza media delle tavole assunta pari a 150 mm.

Il valore del momento torcente M_T sollecitante può essere valutato secondo il modello proposto in diverse Valutazioni Tecniche Europee (ETA) le quali prevedono di utilizzare la seguente espressione

$$M_T = \frac{v_2 \cdot a_{ref}^2}{n_{strati-1}}$$

La verifica assume quindi la forma

$$\tau_{T,d} \leq f_{T,d}$$

essendo

$f_{T,d}$ il valore di progetto della resistenza a torsione agli incroci

$$f_{T,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{T,k}}{\gamma_M}$$

Di seguito è riportata la tabella con le verifiche a taglio per ogni parete in XLAM relative ai due meccanismi di rottura relativi alle tensioni di taglio sulle lamelle e quelle relative alla torsione agente sulle superfici di incollaggio.

Comb.: Combinazione di carico più gravosa per la parete considerata

k_{mod} : Coefficiente di correzione che tiene conto degli effetti della durata del carico e dell'umidità

γ_M : Coefficiente parziale di sicurezza relativo al materiale

$f_{v,lastra,k}$: Resistenza caratteristica a taglio a lastra del pannello in XLAM

T_d : Tensioni taglienti agenti sugli strati

M_T : Valore del momento torcente agente all'interfaccia tra gli strati esterni

W : Modulo di resistenza torsionale

$f_{T,k}$: Valore caratteristico della resistenza a torsione agli incroci

$T_{T,d}$: Tensione di taglio agente sugli strati esterni

| Nome parete | Sezione | Comb. | Classe servizio | k_{mod} | γ_M | $f_{v,lastra,k}$ [MPa] | τ_d [MPa] | Verifica taglio | M_r [Nmm] | W [mm ³] | $f_{T,k}$ [MPa] | $T_{T,d}$ [MPa] | Verifica torsione |
|-------------|--------------------------|------------------------|-----------------|-----------|------------|------------------------|----------------|-----------------|-------------|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Parete 5 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 2 | 1,1 | 1,35 | 4 | 0,18 | 6% | 41453 | 1125000 | 2,5 | 0,04 | 2% |
| Parete 8 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 1 | 1,1 | 1,35 | 4 | 0,14 | 4% | 32588 | 1125000 | 2,5 | 0,03 | 1% |
| Parete 16 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 2 | 1,1 | 1,35 | 4 | 0,18 | 6% | 41453 | 1125000 | 2,5 | 0,04 | 2% |
| Parete 20 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 5 ex- ey- | 1 | 1,1 | 1,35 | 4 | 0,2 | 6% | 45090 | 1125000 | 2,5 | 0,04 | 2% |
| Parete 25 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 1 | 1,1 | 1,35 | 4 | 0,18 | 5% | 39428 | 1125000 | 2,5 | 0,04 | 2% |
| Parete 29 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 1 | 1,1 | 1,35 | 4 | 0,07 | 2% | 16735 | 1125000 | 2,5 | 0,01 | 1% |
| Parete 30 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 2 | 1,1 | 1,35 | 4 | 0,2 | 6% | 45183 | 1125000 | 2,5 | 0,04 | 2% |
| Parete 31 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 1 | 1,1 | 1,35 | 4 | 0,12 | 4% | 27996 | 1125000 | 2,5 | 0,02 | 1% |
| Parete 32 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 4 ex- ey- | 2 | 1,1 | 1,35 | 4 | 0,47 | 15% | 106714 | 1125000 | 2,5 | 0,09 | 5% |
| Parete 35 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 4 ex- ey- | 2 | 1,1 | 1,35 | 4 | 0,5 | 15% | 113500 | 1125000 | 2,5 | 0,1 | 5% |
| Parete 36 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 4 ex- ey- | 2 | 1,1 | 1,35 | 4 | 0,45 | 14% | 100245 | 1125000 | 2,5 | 0,09 | 4% |
| Parete 37 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 1 | 1,1 | 1,35 | 4 | 0,24 | 7% | 53415 | 1125000 | 2,5 | 0,05 | 2% |
| Parete 38 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 1 | 1,1 | 1,35 | 4 | 0,33 | 10% | 74789 | 1125000 | 2,5 | 0,07 | 3% |
| Parete 39 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 4 ex- ey- | 2 | 1,1 | 1,35 | 4 | 0,57 | 17% | 128128 | 1125000 | 2,5 | 0,11 | 6% |
| Parete 41 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 2 | 1,1 | 1,35 | 4 | 0,18 | 6% | 40672 | 1125000 | 2,5 | 0,04 | 2% |
| Parete 42 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 2 | 1,1 | 1,35 | 4 | 0,33 | 10% | 73129 | 1125000 | 2,5 | 0,07 | 3% |
| Parete 43 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 1 | 1,1 | 1,35 | 4 | 0,23 | 7% | 52692 | 1125000 | 2,5 | 0,05 | 2% |
| Parete 44 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 5 ex- ey- | 2 | 1,1 | 1,35 | 4 | 0,16 | 5% | 36296 | 1125000 | 2,5 | 0,03 | 2% |
| Parete 45 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 5 ex- ey- | 2 | 1,1 | 1,35 | 4 | 0,24 | 7% | 53454 | 1125000 | 2,5 | 0,05 | 2% |
| Parete 46 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 1 | 1,1 | 1,35 | 4 | 0,34 | 10% | 75814 | 1125000 | 2,5 | 0,07 | 3% |
| Parete 49 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 2 | 1,1 | 1,35 | 4 | 0,1 | 3% | 23027 | 1125000 | 2,5 | 0,02 | 1% |
| Parete 50 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 1 | 1,1 | 1,35 | 4 | 0,14 | 4% | 32496 | 1125000 | 2,5 | 0,03 | 1% |
| Parete 52 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 5 ex- ey- | 2 | 1,1 | 1,35 | 4 | 0,23 | 7% | 52627 | 1125000 | 2,5 | 0,05 | 2% |
| Parete 53 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 5 ex- ey- | 2 | 1,1 | 1,35 | 4 | 0,15 | 5% | 34727 | 1125000 | 2,5 | 0,03 | 2% |

Verifica a taglio dei giunti tra pannelli

I valori delle sollecitazioni taglianti agenti sui giunti tra i pannelli delle pareti riportati nella tabella sottostante sono relativi, per ogni parete, alla combinazione di carico più gravosa per lo Stato Limite Ultimo di taglio.

| Nome parete | Altezza [m] | Comb. | Dur. | V2 [kN] | V _{giunto,d} [kN] |
|-------------|-------------|------------------------|------------|---------|----------------------------|
| Parete 5 | 3,5 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 7,74 | Assenza di giunti |
| Parete 8 | 3,5 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 11,99 | Assenza di giunti |
| Parete 16 | 3,5 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 7,74 | Assenza di giunti |
| Parete 20 | 3,5 | Dinamica SLV 5 ex- ey- | Istantanea | 24,05 | 28,06 |
| Parete 25 | 3,5 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 21,03 | 24,53 |
| Parete 29 | 3,5 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 2,48 | Assenza di giunti |
| Parete 30 | 3,5 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 47,87 | 28,11 |
| Parete 31 | 3,5 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 15,11 | 17,42 |
| Parete 32 | 3,5 | Dinamica SLV 4 ex- ey- | Istantanea | 21,73 | Assenza di giunti |
| Parete 35 | 3,5 | Dinamica SLV 4 ex- ey- | Istantanea | 25,72 | Assenza di giunti |
| Parete 36 | 3,5 | Dinamica SLV 4 ex- ey- | Istantanea | 18,61 | Assenza di giunti |
| Parete 37 | 3,5 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 13,67 | Assenza di giunti |
| Parete 38 | 3,5 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 56,24 | 46,54 |
| Parete 39 | 3,5 | Dinamica SLV 4 ex- ey- | Istantanea | 36,11 | Assenza di giunti |
| Parete 41 | 3,5 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 33,33 | 25,31 |
| Parete 42 | 3,5 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 52,65 | 45,5 |
| Parete 43 | 3,5 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 13,49 | Assenza di giunti |
| Parete 44 | 3,5 | Dinamica SLV 5 ex- ey- | Istantanea | 9,68 | Assenza di giunti |
| Parete 45 | 3,5 | Dinamica SLV 5 ex- ey- | Istantanea | 45,99 | 33,26 |
| Parete 46 | 3,5 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 57,01 | 47,17 |
| Parete 49 | 3,5 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 4,67 | Assenza di giunti |
| Parete 50 | 3,5 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 11,9 | Assenza di giunti |
| Parete 52 | 3,5 | Dinamica SLV 5 ex- ey- | Istantanea | 43,79 | 32,75 |
| Parete 53 | 3,5 | Dinamica SLV 5 ex- ey- | Istantanea | 8,7 | Assenza di giunti |

Resistenza dei giunti legata alla rottura dei connettori

La resistenza a taglio delle giunzioni tra i pannelli in X-LAM che compongono una determinata parete viene calcolata secondo la norma UNI EN 1995-1-1. La resistenza dei giunti di ogni parete può essere calcolata mediante la seguente formula

$$R_{v,k} = n \cdot F_{v,k}$$

in cui:

$R_{v,k}$ è la resistenza caratteristica a taglio dei giunti tra i pannelli X-LAM che compongono la parete;

$F_{v,k}$ è la capacità portante caratteristica del singolo mezzo di connessione utilizzato nel giunto;

n è il numero dei mezzi di connessione nel giunto, disposti con passo s_c lungo l'altezza h .

La resistenza a taglio di progetto del giunto è data dalla seguente formula

$$R_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot R_{v,k}}{\gamma_M}$$

in cui

k_{mod} è il coefficiente di correzione che tiene conto degli effetti della durata del carico e dell'umidità;

γ_M è il coefficiente parziale di sicurezza relativo alle connessioni.

Resistenza dei connettori nei giunti a gambo cilindrico

I valori di resistenza sono valutati secondo la teoria di Johansen riportata al punto 8.2.2 della norma UNI EN 1995-1-1 per il caso di connessioni legno-legno ad un piano di taglio.

La capacità portante caratteristica per singolo piano di taglio e per singolo mezzo di unione è assunta come il valore minimo determinato dalle espressioni che seguono:

$$F_{v,Rk,a} = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d$$

$$F_{v,Rk,b} = f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d$$

$$F_{v,Rk,c} = \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{1 + \beta} \cdot \left[\sqrt{\beta + 2\beta^2 \left[1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right]} + \beta^3 \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 - \beta \left(1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4}$$

$$F_{v,Rk,d} = 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[\sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(2 + \beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4}$$

$$F_{v,Rk,e} = 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d}{1 + 2\beta} \cdot \left[\sqrt{2\beta^2(1 + \beta) + \frac{4\beta(1 + 2\beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_2^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4}$$

$$F_{v,Rk,f} = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4}$$

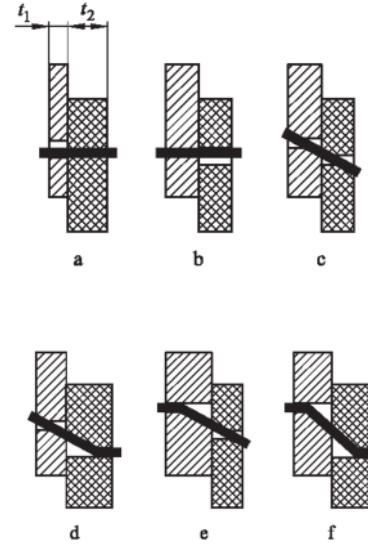


Figura: Modello di calcolo della resistenza di un singolo connettore secondo la teoria di Johansen.

Nel caso di mezzi di unione a taglio doppio si ha

$$F_{v,Rk,g} = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d$$

$$F_{v,Rk,h} = 0,5 \cdot f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d$$

$$F_{v,Rk,j} = 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[\sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(2 + \beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4}$$

$$F_{v,Rk,k} = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4}$$

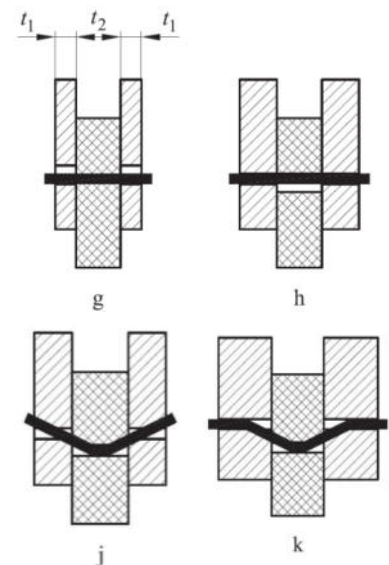


Figura: Modello di calcolo della resistenza di un singolo connettore a taglio doppio secondo la teoria di Johansen.

Nelle espressioni riportate il primo termine rappresenta la capacità portante secondo la teoria di Johansen, mentre il secondo termine $\frac{F_{ax,Rk}}{4}$ è il contributo dovuto all'effetto fune.

Resistenza ad estrazione dei connettori

La capacità caratteristica ad estrazione dei connettori, $F_{ax,Rk}$, viene assunta come il valore più basso fra quelli ricavati mediante le seguenti espressioni:

- Per i chiodi a gambo liscio:

$$F_{ax,Rk} = \begin{cases} f_{ax,k,punta} d t_{pen,1} \\ f_{ax,k,testa} d t_{pen,2} + f_{head,k} d_h^2 \end{cases}$$

- Per i chiodi ad aderenza migliorata:

$$F_{ax,Rk} = \begin{cases} f_{ax,k,punta} d t_{pen,1} = f_{ax,k,350} \left(\frac{\rho_{k,punta}}{350} \right)^{0.8} d t_{pen,1} \\ f_{head,k} d_h^2 = f_{head,k,350} \left(\frac{\rho_{k,head}}{350} \right)^{0.8} d_h^2 \end{cases}$$

- Per le viti

$$F_{ax,Rk} = \begin{cases} f_{ax,k,punta} d t_{pen,1} = f_{ax,k,350} \left(\frac{\rho_{k,punta}}{350} \right)^{0.8} d t_{pen,1} \\ f_{ax,k,testa} d t_{pen,2} + f_{head,k} d_h^2 = [f_{ax,k,350} d t_{pen,2} + f_{head,k,350} d_h^2] \left(\frac{\rho_{k,testa}}{350} \right)^{0.8} \end{cases}$$

In cui:

- $f_{ax,k,punta}$ è la resistenza caratteristica ad estrazione, lato punta;
- $f_{ax,k,testa}$ è la resistenza caratteristica ad estrazione, lato testa;
- $f_{head,k}$ è la resistenza caratteristica all'attraversamento dell'elemento da parte della testa;
- d è il diametro del chiodo o il diametro del filetto della vite;
- d_h è il diametro della testa del connettore;
- $t_{pen,1}$ è il valore minimo fra la lunghezza di penetrazione dal lato della punta e la lunghezza della parte filettata inserita nell'elemento che riceve la punta;
- $t_{pen,2}$ è lo spessore dell'elemento dal lato della testa per i chiodi lisci o la lunghezza della parte filettata inserita nell'elemento che riceve la testa per le viti.

In conformità con il punto 8.3.2 (7) per i chiodi a gambo liscio la penetrazione dal lato della punta t_{pen} deve ammontare ad almeno $8d$. Per chiodi con una penetrazione dal lato della punta minore di $12d$ la capacità portante ad estrazione è moltiplicata per $\frac{t_{pen}}{4d} - 2$.

Per i chiodi a gambo filettato la penetrazione dal lato della punta t_{pen} deve ammontare ad almeno $6d$. Per chiodi con una penetrazione dal lato della punta minore di $8d$ la capacità portante ad estrazione è moltiplicata per $\frac{t_{pen}}{2d} - 3$.

Nella seguente tabella si riporta il calcolo delle resistenze ad estrazione dei connettori lato punta ($F_{ax,k,punta}$) e lato testa ($F_{ax,k,testa}$).

| Sezione | Connettore | $\rho_{k,1}$ [kg/m ³] | $f_{ax,k,punta}$ [MPa] | d [mm] | $t_{pen,1}$ [mm] | $F_{ax,k,punta}$ [N] | $\rho_{k,2}$ [kg/m ³] | $f_{ax,k,testa}$ [MPa] | $f_{head,k}$ [MPa] | d_h [mm] | $t_{pen,2}$ [mm] | $F_{ax,k,testa}$ [N] |
|--------------------------|-------------|--------------------------------------|---------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|--------------------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|
| Parete xlam 100 5 strati | VGZ 7 x 120 | 350 | 11,70 | 7,00 | 60,00 | 4914 | 350 | 11,70 | 10,50 | 9,50 | 40,00 | 4224 |

Resistenza a taglio dei connettori

Nella seguente tabella si riportano le resistenze dei connettori utilizzati per assemblare i pannelli delle pareti.

$F_{ax,Rk}$ è il valore caratteristico della resistenza ad estrazione del connettore;

Limite effetto fune rappresenta il limite espresso in percentuale del contributo alla capacità portante laterale dovuto all'effetto fune;

$F_{v,Rk}$ è il valore caratteristico della capacità portante del mezzo di unione valutata considerando sia il contributo Johansen sia il contributo dovuto all'effetto fune.

| Sezione | Connettore | K_{ser} [N/mm] | Modalità di rottura | $F_{ax,Rk}$ [N] | Limite effetto fune | $F_{v,Rk}$ [N] |
|--------------------------|-------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|-------------------|
| Parete xlam 100 5 strati | VGZ 7 x 120 | 1894 | f | 4224 | 100% | 2887 |

Verifica della capacità portante delle pareti relativa alla rottura dei connettori

La tabella seguente riassume, oltre alle caratteristiche geometriche dei pannelli di cui è composta ciascuna parete, anche la capacità portante $R_{v,k}$ dei giunti tra i pannelli.

| Nome parete | Sezione | Altezza del giunto [mm] | sc [mm] | $R_{v,k}$ [kN] |
|-------------|--------------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|
| Parete 5 | Parete xlam 100 5 strati | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |
| Parete 8 | Parete xlam 100 5 strati | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |
| Parete 16 | Parete xlam 100 5 strati | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |
| Parete 20 | Parete xlam 100 5 strati | 3500 | 150 | 67,37 |
| Parete 25 | Parete xlam 100 5 strati | 3500 | 150 | 67,37 |
| Parete 29 | Parete xlam 100 5 strati | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |
| Parete 30 | Parete xlam 100 5 strati | 3500 | 150 | 67,37 |
| Parete 31 | Parete xlam 100 5 strati | 3500 | 150 | 67,37 |
| Parete 32 | Parete xlam 100 5 strati | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |
| Parete 35 | Parete xlam 100 5 strati | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |
| Parete 36 | Parete xlam 100 5 strati | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |

| | | | | |
|-----------|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Parete 37 | Parete xlam 100 5 strati | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |
| Parete 38 | Parete xlam 100 5 strati | 3500 | 150 | 67,37 |
| Parete 39 | Parete xlam 100 5 strati | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |
| Parete 41 | Parete xlam 100 5 strati | 3500 | 150 | 67,37 |
| Parete 42 | Parete xlam 100 5 strati | 3500 | 150 | 67,37 |
| Parete 43 | Parete xlam 100 5 strati | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |
| Parete 44 | Parete xlam 100 5 strati | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |
| Parete 45 | Parete xlam 100 5 strati | 3500 | 150 | 67,37 |
| Parete 46 | Parete xlam 100 5 strati | 3500 | 150 | 67,37 |
| Parete 49 | Parete xlam 100 5 strati | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |
| Parete 50 | Parete xlam 100 5 strati | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |
| Parete 52 | Parete xlam 100 5 strati | 3500 | 150 | 67,37 |
| Parete 53 | Parete xlam 100 5 strati | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |

Nella tabella seguente vengono invece riportate le verifiche di sicurezza relative alla rottura dei giunti per le singole pareti con riferimento alle combinazioni di carico più significative.

Comb.: Combinazione di carico più gravosa per la parete considerata

k_{mod} : Coefficiente di correzione che tiene conto degli effetti della durata del carico e dell'umidità

γ_M : Coefficiente parziale di sicurezza relativo alle connessioni

$R_{v,d}$: Resistenza di progetto a taglio della parete legata al meccanismo di rottura dei giunti tra i pannelli che la compongono

$V_{giunto,d}$: Sollecitazione tagliante agente sul giunto più sollecitato

In conformità con il punto 2.3.2.1 (2), in una connessione costituita da due elementi di legno con differente comportamento in funzione del tempo, si raccomanda che il calcolo della capacità portante di progetto sia eseguito utilizzando il coefficiente di correzione k_{mod} :

$$k_{mod} = \sqrt{k_{mod,x-lam} \cdot k_{mod,tavola}}$$

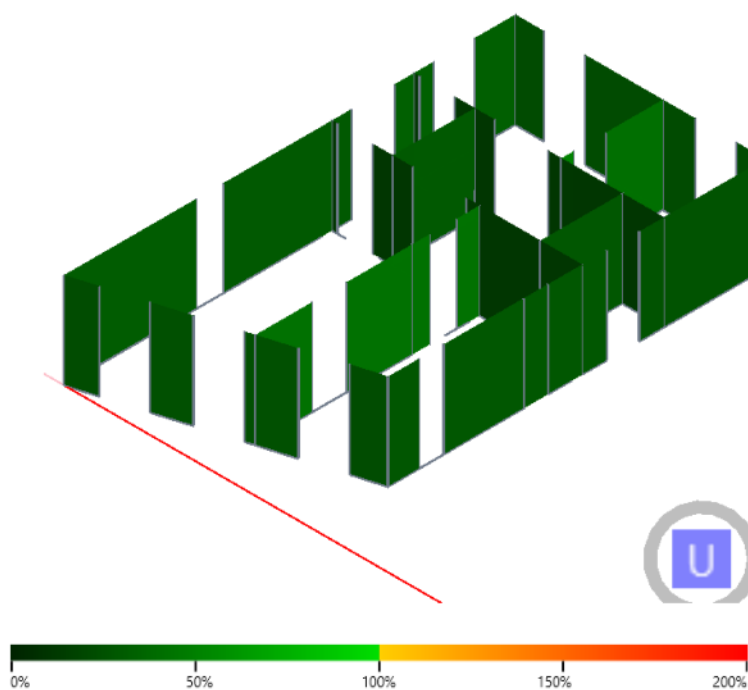
| Nome parete | Sezione | Comb. | Classe di servizio | Dur. | k_{mod} | $k_{R,deg}$ | γ_M | $R_{v,d}$ [kN] | $V_{giunto,d}$ [kN] | Verifica |
|-------------|--------------------------|------------------------|--------------------|------------|-----------|-------------|------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| Parete 5 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 2 | Istantanea | 1,1 | 1,0 | 1,4 | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |
| Parete 8 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 1 | Istantanea | 1,1 | 1,0 | 1,4 | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |
| Parete 16 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 2 | Istantanea | 1,1 | 1,0 | 1,4 | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |
| Parete 20 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 5 ex- ey- | 1 | Istantanea | 1,1 | 1,0 | 1,4 | 52,93 | 28,06 | 53% |
| Parete 25 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 1 | Istantanea | 1,1 | 1,0 | 1,4 | 52,93 | 24,53 | 46% |
| Parete 29 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 1 | Istantanea | 1,1 | 1,0 | 1,4 | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |
| Parete 30 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 2 | Istantanea | 1,1 | 1,0 | 1,4 | 52,93 | 28,11 | 53% |
| Parete 31 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 1 | Istantanea | 1,1 | 1,0 | 1,4 | 52,93 | 17,42 | 33% |
| Parete 32 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 4 ex- ey- | 2 | Istantanea | 1,1 | 1,0 | 1,4 | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |
| Parete 35 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 4 ex- ey- | 2 | Istantanea | 1,1 | 1,0 | 1,4 | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |
| Parete 36 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 4 ex- ey- | 2 | Istantanea | 1,1 | 1,0 | 1,4 | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |
| Parete 37 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 1 | Istantanea | 1,1 | 1,0 | 1,4 | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |
| Parete 38 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 1 | Istantanea | 1,1 | 1,0 | 1,4 | 52,93 | 46,54 | 88% |
| Parete 39 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 4 ex- ey- | 2 | Istantanea | 1,1 | 1,0 | 1,4 | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |
| Parete 41 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 2 | Istantanea | 1,1 | 1,0 | 1,4 | 52,93 | 25,31 | 48% |

| | | | | | | | | | | |
|-----------|--------------------------|------------------------|---|------------|-----|-----|-----|-------------------|-------------------|-------------------|
| Parete 42 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 2 | Istantanea | 1,1 | 1,0 | 1,4 | 52,93 | 45,5 | 86% |
| Parete 43 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 1 | Istantanea | 1,1 | 1,0 | 1,4 | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |
| Parete 44 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 5 ex- ey- | 2 | Istantanea | 1,1 | 1,0 | 1,4 | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |
| Parete 45 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 5 ex- ey- | 2 | Istantanea | 1,1 | 1,0 | 1,4 | 52,93 | 33,26 | 63% |
| Parete 46 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 1 | Istantanea | 1,1 | 1,0 | 1,4 | 52,93 | 47,17 | 89% |
| Parete 49 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 2 | Istantanea | 1,1 | 1,0 | 1,4 | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |
| Parete 50 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 1 | Istantanea | 1,1 | 1,0 | 1,4 | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |
| Parete 52 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 5 ex- ey- | 2 | Istantanea | 1,1 | 1,0 | 1,4 | 52,93 | 32,75 | 62% |
| Parete 53 | Parete xlam 100 5 strati | Dinamica SLV 5 ex- ey- | 2 | Istantanea | 1,1 | 1,0 | 1,4 | Assenza di giunti | Assenza di giunti | Assenza di giunti |

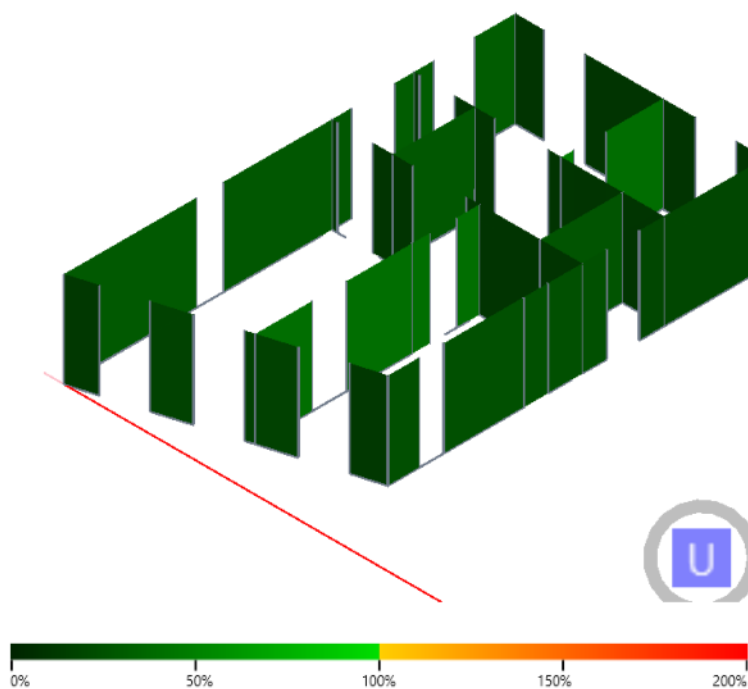
Percentuale di sfruttamento pareti

Stato Limite Ultimo (SLU)

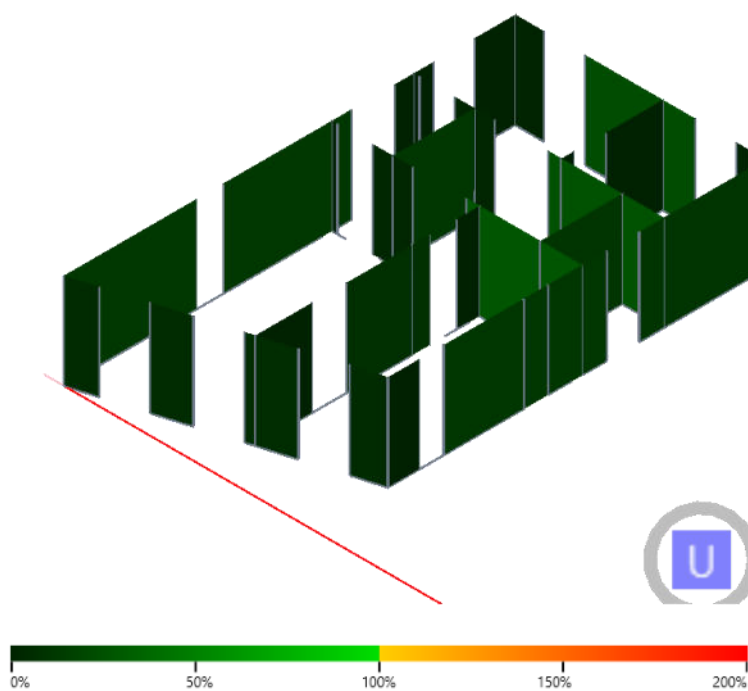
Verifiche di instabilità



Verifiche a compressione ortogonale alla fibratura

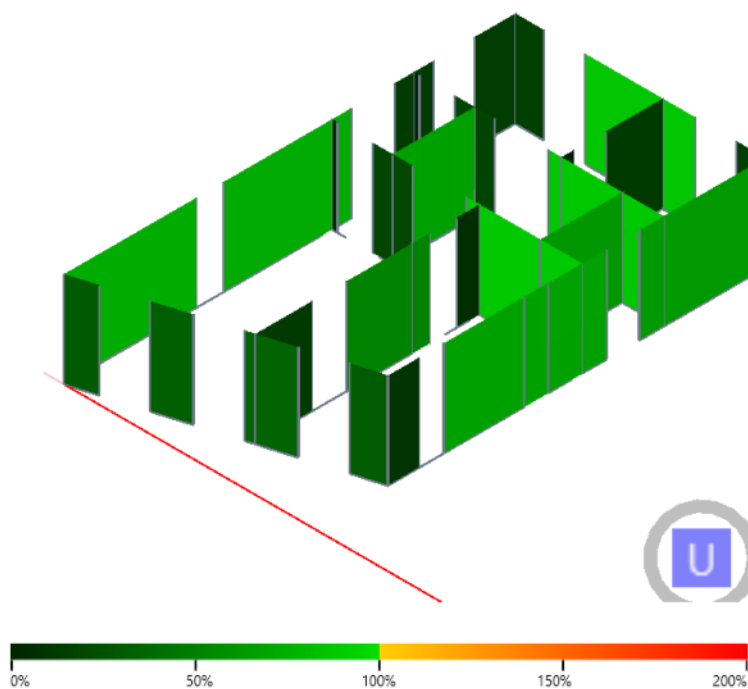


Verifiche a taglio



Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV dinamica)

Verifiche a taglio



Sezioni degli elementi in caso di incendio

Metodo della sezione efficace

Ai fini della determinazione delle proprietà delle sezioni trasversali degli elementi strutturali in caso di incendio viene utilizzato il metodo della sezione trasversale ridotta riportato al punto 4.2.2 della norma UNI EN 1995-1-2. In accordo con tale metodo la sezione trasversale efficace di un elemento è calcolata riducendo la sezione trasversale iniziale per la profondità di carbonizzazione efficace d_{ef} (vedere figura sottostante):

$$d_{ef} = d_{char} + k_0 \cdot d_0$$

dove:

d_{char} è la profondità di carbonizzazione che, a seconda dei casi potrà essere convenzionale ($d_{char,n}$) o unidimensionale ($d_{char,0}$);

$k_0 \cdot d_0$ è lo spessore della parte di sezione residua, vicino alla linea di carbonizzazione, in cui le proprietà meccaniche di resistenza e rigidezza del materiale si assumono nulle.

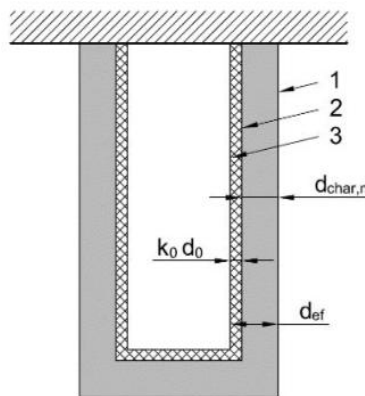


Figura: Definizione di sezione trasversale residua e sezione trasversale efficace. 1 – Superficie iniziale dell'elemento, 2 - Limite della sezione trasversale residua, 3 – Limite della sezione trasversale efficace.

Profondità di carbonizzazione

Superfici non protette – elementi strutturali lineari

La profondità convenzionale di carbonizzazione è calcolata mediante la seguente formula considerando la velocità di carbonizzazione costante nel tempo la cui entità include l'effetto degli spigoli arrotondati e delle fessure:

$$d_{char,n} = \beta_n \cdot t$$

dove:

β_n è la velocità convenzionale di carbonizzazione;

t è il tempo di esposizione al fuoco.

Superfici non protette – XLAM

Per elementi in XLAM realizzati con **colla resistente al fuoco** la velocità di carbonizzazione è considerata costante nel passaggio tra uno strato e l'altro. La profondità di carbonizzazione è pertanto valutata mediante la seguente formula:

$$d_{char,0} = \beta_{0,XLAM} \cdot t$$

dove:

$\beta_{0,XLAM}$ è la velocità di carbonizzazione unidimensionale dell'XLAM;

t è il tempo di esposizione al fuoco.

Per elementi in XLAM realizzati con **colla non resistente al fuoco** la velocità di carbonizzazione è considerata variare nel passaggio da uno strato a quello sottostante. Si verifica infatti un incremento della velocità di carbonizzazione a seguito della caduta dello strato carbonizzato, il quale non è più in grado di offrire protezione al materiale ligneo sottostante. Solamente quando il nuovo strato carbonizzato raggiunge uno spessore di 25 mm può offrire un'efficace protezione e la velocità di carbonizzazione diminuisce.

Per il **primo strato** la profondità di carbonizzazione è valutata come:

$$d_{char,0} = \beta_{0,XLAM} \cdot t$$

dove:

$\beta_{0,XLAM}$ è la velocità di carbonizzazione unidimensionale dell'XLAM;

t è il tempo di esposizione al fuoco.

Per il **secondo e gli strati successivi**, fino a che la profondità di carbonizzazione nel singolo strato raggiunge 25 mm, la velocità di carbonizzazione è pari a

$$\beta_{0,XLAM,k3} = k_3 \cdot \beta_{0,XLAM}$$

in cui k_3 è assunto pari a 2.

Per il **secondo e gli strati successivi**, dopo che la profondità di carbonizzazione nel singolo supera i 25 mm, la velocità di carbonizzazione è pari a $\beta_{0,XLAM}$.

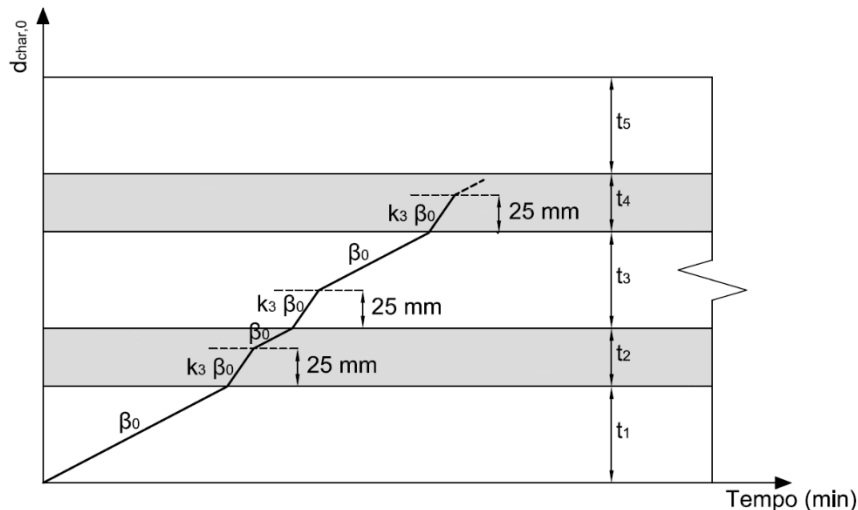


Figura: Diagramma che illustra la variazione della velocità di carbonizzazione nel passaggio da uno strato all'altro di un elemento XLAM con colla non resistente al fuoco

Superfici inizialmente protette dall'esposizione al fuoco

Per superfici protette da rivestimenti protettivi contro il fuoco, da altri materiali di protezione oppure da altri elementi strutturali, si tiene conto che:

- l'inizio della carbonizzazione è posticipata all'istante t_{ch} ;
- la carbonizzazione può iniziare prima della rottura della protezione al fuoco, ma a velocità minore rispetto a quelle dell'elemento non protetto fino al momento t_f di **rottura della protezione** contro il fuoco;
- dopo il tempo di rottura t_f della protezione al fuoco, la velocità di carbonizzazione è aumentata al di sopra dei valori relativi all'elemento non protetto fino al tempo t_a ;
- all'istante t_a quando la profondità di carbonizzazione eguaglia la profondità di carbonizzazione del medesimo elemento senza protezione al fuoco, oppure raggiunge i 25 mm, considerando il valore di profondità minore, la velocità di carbonizzazione torna al valore dell'elemento non protetto.

Tali regole sono riportate graficamente nelle figure seguenti.

Variazione della profondità di carbonizzazione in funzione del tempo quando $t_{ch} = t_f$ e la profondità di carbonizzazione all'istante t_a è pari ad almeno 25 mm

Legenda

- | | | |
|----|---|----|
| 1 | Relazione per elementi non protetti per tutto il periodo di esposizione al fuoco relativa alla velocità di carbonizzazione β_n (o β_0) | di |
| 2 | Relazione per elementi inizialmente protetti, dopo rottura della protezione al fuoco | |
| 2a | Dopo che la protezione al fuoco è caduta, la carbonizzazione avanza a velocità maggiore | |
| 2b | Dopo che la profondità di carbonizzazione eccede 25 mm la velocità di carbonizzazione rallenta fino alla velocità dell'elemento non protetto | |
| X | Tempo t | |
| Y | Profondità di carbonizzazione $d_{char,0}$ o $d_{char,n}$ in millimetri | |
| A | $d_{char,0} = 25 \text{ mm}$ o $d_{char,n} = 25 \text{ mm}$ | |

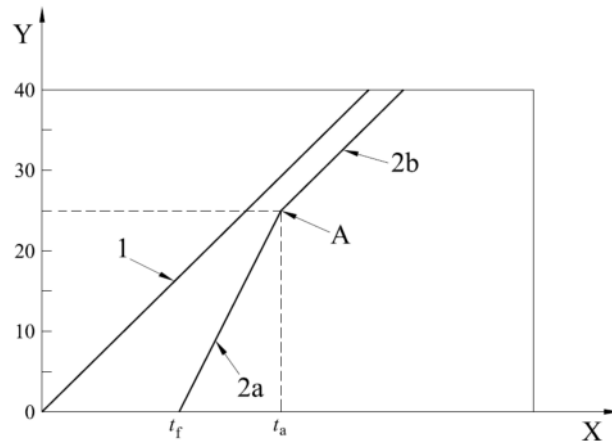


Figura: Variazione della profondità di carbonizzazione in funzione del tempo quando $t_{ch} = t_f$ e la profondità di carbonizzazione all'istante t_a è pari ad almeno 25 mm

Variazione della profondità di carbonizzazione in funzione del tempo quando $t_{ch} = t_f$ e la profondità di carbonizzazione all'istante t_a è minore di 25 mm

Legenda

- 1 Relazione per elementi non protetti durante tutto il tempo di esposizione al fuoco
- 3 Relazione per elementi inizialmente protetti, con tempi di rottura della protezione al fuoco t_f e tempo limite t_a più piccolo di quello fornito dall'espressione $\frac{25}{k_3 \beta_n} + t_f$
- X Tempo t
- Y Profondità di carbonizzazione $d_{char,0}$ o $d_{char,n}$ in millimetri

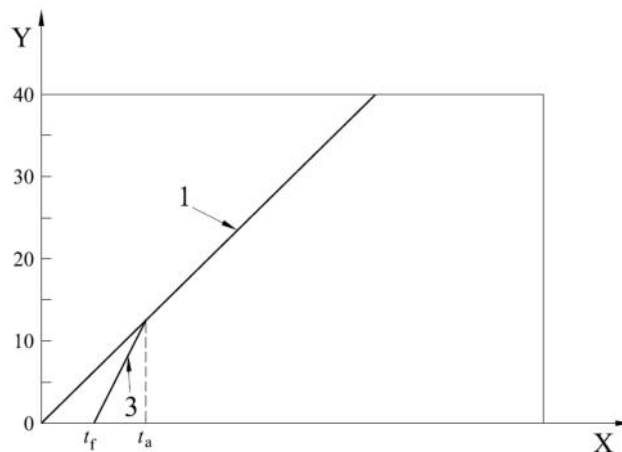


Figura: Variazione della profondità di carbonizzazione in funzione del tempo quando $t_{ch} = t_f$ e la profondità di carbonizzazione all'istante t_a è minore di 25 mm

Variazione della profondità di carbonizzazione in funzione del tempo quando $t_{ch} < t_f$

Legenda

- 1 Relazione per elementi non protetti per tutta la durata di esposizione al fuoco per velocità di carbonizzazione β_n (o β_0)
- 2 Relazione per elementi inizialmente protetti laddove la carbonizzazione inizia prima della rottura della protezione
- 2a La carbonizzazione inizia a t_{ch} a velocità ridotta, quando la protezione è ancora al suo posto
- 2b Dopo che la protezione è caduta, la carbonizzazione inizia a velocità maggiorata
- 2c Dopo che la profondità di carbonizzazione eccede i 25 mm la velocità di carbonizzazione si riduce alla velocità dell'elemento non protetto

X Tempo t
Y Profondità di carbonizzazione $d_{char,0}$ o $d_{char,n}$ in millimetri
A $d_{char,0} = 25$ mm o $d_{char,n} = 25$ mm

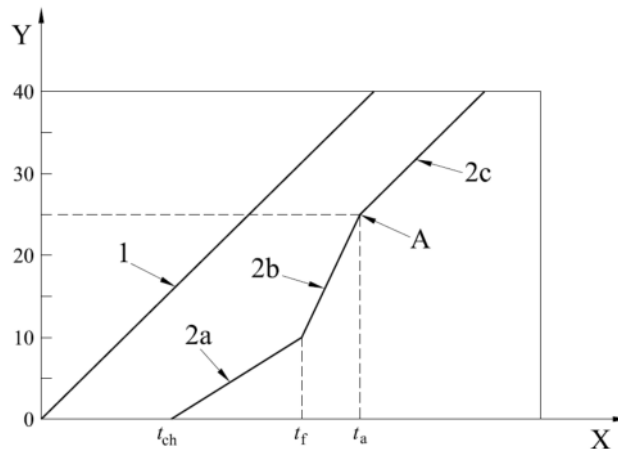


Figura: Variazione della profondità di carbonizzazione in funzione del tempo quando $t_{ch} < t_f$

Superfici protette – XLAM

Per gli elementi XLAM protetti si adottano le medesime regole di calcolo degli elementi XLAM non protetti ma per il primo strato valgono le regole degli elementi protetti esposti nelle precedenti figure.

Valori di k_0 e d_0

Il valore della profondità d_0 dello strato per cui si assume resistenza e rigidezza uguale a zero è assunto pari a 7 mm.

Per le superfici non protette k_0 è assunto come riportato nella tabella e nella figura sottostanti.

| Tempo | k_0 |
|-----------------|--------|
| $t < 20$ min | $t/20$ |
| $t \geq 20$ min | 1,0 |

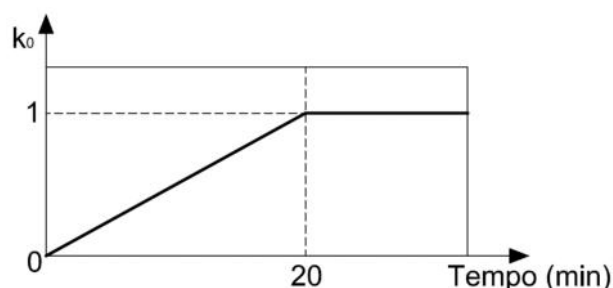


Figura: Variazione di k_0 per elementi non protetti. X rappresenta il tempo (minuti)

Per superfici protette con $t_{ch} > 20$ min, si assume che k_0 vari linearmente da 0 a 1 durante l'intervallo di tempo da $t = 0$ a $t = t_{ch}$, si veda la figura seguente. Per superfici protette con $t_{ch} \leq 20$ min si applica la tabella relativa agli elementi non protetti.

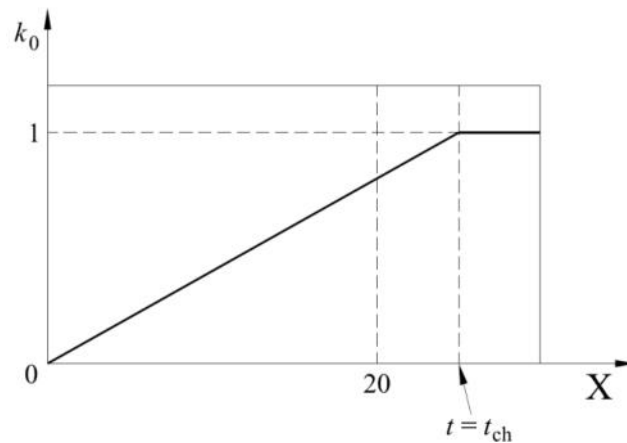


Figura: Variazione di k_0 per elementi protetti per i quali $t_{ch} > 20$ min. X rappresenta il tempo (minuti)

Tipologia di rivestimento protettivo

Rivestimenti in cartongesso

Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche dei rivestimenti in cartongesso.

| Nome definizione protezione | Materiale | Pannello di rivestimento | Spess. strato interno h_{p1} [mm] | Spess. strato esterno h_{p2} [mm] | Fughe non sigillate largh. >2 mm |
|-----------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| Protezione fuoco 9 | Cartongesso tipo F | Singolo | - | 12,5 | No |
| Protezione fuoco 10 | Cartongesso tipo F | Singolo | - | 12,5 | No |

Sezioni efficaci degli elementi

Travi in legno

Nelle seguenti tabelle si riporta il calcolo per la determinazione della sezione efficace delle travi soggette ad incendio.

| Nome trave | Nome dati fuoco | Classe R [min] | β_n | Nome definizione protezione | k_2 | t_{ch} [min] | t_i [min] | t_a [min] | $d_{char,n}$ [mm] |
|------------|------------------------|----------------|-----------|-----------------------------|-------|----------------|-------------|-------------|-------------------|
| Trave 1 | Fuoco elementi lineari | 60 | 0,7 | Protezione fuoco 10 | 0,78 | 21 | 24 | 40 | 39 |
| Trave 2 | Fuoco elementi lineari | 60 | 0,7 | Protezione fuoco 10 | 0,78 | 21 | 24 | 40 | 39 |
| Trave 3 | Fuoco elementi lineari | 60 | 0,7 | Protezione fuoco 10 | 0,78 | 21 | 24 | 40 | 39 |
| Trave 6 | Fuoco elementi lineari | 60 | 0,7 | Protezione fuoco 10 | 0,78 | 21 | 24 | 40 | 39 |
| Trave 9 | Fuoco elementi lineari | 60 | 0,7 | Protezione fuoco 10 | 0,78 | 21 | 24 | 40 | 39 |
| Trave 11 | Fuoco elementi lineari | 60 | 0,7 | Protezione fuoco 10 | 0,78 | 21 | 24 | 40 | 39 |
| Trave 12 | Fuoco elementi lineari | 60 | 0,7 | Protezione fuoco 10 | 0,78 | 21 | 24 | 40 | 39 |
| Trave 13 | Fuoco elementi lineari | 60 | 0,7 | Protezione fuoco 10 | 0,78 | 21 | 24 | 40 | 39 |
| Trave 14 | Fuoco elementi lineari | 60 | 0,7 | Protezione fuoco 10 | 0,78 | 21 | 24 | 40 | 39 |
| Trave 15 | Fuoco elementi lineari | 60 | 0,7 | Protezione fuoco 10 | 0,78 | 21 | 24 | 40 | 39 |
| Trave 16 | Fuoco elementi lineari | 60 | 0,7 | Protezione fuoco 10 | 0,78 | 21 | 24 | 40 | 39 |
| Trave 17 | Fuoco elementi lineari | 60 | 0,7 | Protezione fuoco 10 | 0,78 | 21 | 24 | 40 | 39 |
| Trave 20 | Fuoco elementi lineari | 60 | 0,7 | Protezione fuoco 10 | 0,78 | 21 | 24 | 40 | 39 |
| Trave 22 | Fuoco elementi lineari | 60 | 0,7 | Protezione fuoco 10 | 0,78 | 21 | 24 | 40 | 39 |

| Nome trave | Nome sezione | $d_{char,n}$ [mm] | d_{eff} [mm] | b_{eff} [mm] | h_{eff} [mm] |
|------------|--------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| Trave 1 | lam 10x28 | 39 | 46 | 54 | 280 |
| Trave 2 | lam 10x28 | 39 | 46 | 54 | 280 |
| Trave 3 | lam 10x28 | 39 | 46 | 54 | 280 |
| Trave 6 | lam 10x28 | 39 | 46 | 54 | 280 |
| Trave 9 | lam 10x28 | 39 | 46 | 54 | 280 |
| Trave 11 | lam 10x28 | 39 | 46 | 54 | 280 |

| | | | | | |
|----------|-----------|----|----|----|-----|
| Trave 12 | lam 10x28 | 39 | 46 | 54 | 280 |
| Trave 13 | lam 10x28 | 39 | 46 | 54 | 280 |
| Trave 14 | lam 10x28 | 39 | 46 | 54 | 280 |
| Trave 15 | lam 10x28 | 39 | 46 | 54 | 280 |
| Trave 16 | lam 10x28 | 39 | 46 | 54 | 280 |
| Trave 17 | lam 10x28 | 39 | 46 | 54 | 280 |
| Trave 20 | lam 10x28 | 39 | 46 | 54 | 280 |
| Trave 22 | lam 10x28 | 39 | 46 | 54 | 280 |

Solai in X-Lam

Nelle seguenti tabelle si riporta il calcolo per la determinazione delle dimensioni della sezione efficace dei solai in XLAM soggetti ad incendio.

| Nome solaio | Nome dati fuoco | Colla resistente al fuoco | Classe R [min] | β_0 | Nome definizione protezione | k_2 | t_{ch} intradosso estradosso [min] | t_f intradosso estradosso [min] | t_a intradosso estradosso [min] | $d_{char,0}$ [mm] |
|-------------|--------------------|---------------------------|----------------|-----------|-----------------------------|-------|--|---|---|----------------------|
| Solaio 11 | Fuoco solaio x-lam | No | 60 | 0,65 | Protezione fuoco 9 | 0,78 | 21 | 24 | 42 | 37 |
| Solaio 12 | Fuoco solaio x-lam | No | 60 | 0,65 | Protezione fuoco 9 | 0,78 | 21 | 24 | 42 | 37 |
| Solaio 13 | Fuoco solaio x-lam | No | 60 | 0,65 | Protezione fuoco 9 | 0,78 | 21 | 24 | 42 | 37 |
| Solaio 14 | Fuoco solaio x-lam | No | 60 | 0,65 | Protezione fuoco 9 | 0,78 | 21 | 24 | 42 | 37 |
| Solaio 15 | Fuoco solaio x-lam | No | 60 | 0,65 | Protezione fuoco 9 | 0,78 | 21 | 24 | 42 | 37 |
| Solaio 16 | Fuoco solaio x-lam | No | 60 | 0,65 | Protezione fuoco 9 | 0,78 | 21 | 24 | 42 | 37 |
| Solaio 17 | Fuoco solaio x-lam | No | 60 | 0,65 | Protezione fuoco 9 | 0,78 | 21 | 24 | 42 | 37 |

| Nome solaio | Nome sezione | $d_{char,0}$ [mm] | d_{eff} [mm] | h_{eff} [mm] | Stratigrafia fuoco |
|-------------|-----------------------|----------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| Solaio 11 | XLAM 180mm - 5 strati | 37 | 44 | 136 | 40 - 30 - 40 - 26 |
| Solaio 12 | XLAM 180mm - 5 strati | 37 | 44 | 136 | 40 - 30 - 40 - 26 |
| Solaio 13 | XLAM 180mm - 5 strati | 37 | 44 | 136 | 40 - 30 - 40 - 26 |
| Solaio 14 | XLAM 180mm - 5 strati | 37 | 44 | 136 | 40 - 30 - 40 - 26 |
| Solaio 15 | XLAM 180mm - 5 strati | 37 | 44 | 136 | 40 - 30 - 40 - 26 |
| Solaio 16 | XLAM 180mm - 5 strati | 37 | 44 | 136 | 40 - 30 - 40 - 26 |
| Solaio 17 | XLAM 180mm - 5 strati | 37 | 44 | 136 | 40 - 30 - 40 - 26 |

Pareti in X-Lam

Nelle seguenti tabelle si riporta il calcolo per la determinazione delle dimensioni della sezione efficace delle pareti in XLAM soggette ad incendio.

| Nome parete | Nome dati fuoco | Colla resistente al fuoco | Classe R [min] | β_0 | Nome definizione protezione | k_2 | t_{ch} lati [min] | t_f lati [min] | t_a lati [min] | $d_{char,0}$ [mm] |
|-------------|-----------------|---------------------------|----------------|-----------|-----------------------------|-------|------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Parete 5 | Fuoco pareti | Sì | 60 | 0,65 | - | - | - | - | - | 39 |
| Parete 8 | Fuoco pareti 2 | No | 60 | 0,65 | Protezione fuoco 9 | 0,78 | 21 | 32 | 47 | 42 |
| Parete 9 | Fuoco pareti 2 | No | 60 | 0,65 | Protezione fuoco 9 | 0,78 | 21 | 32 | 47 | 42 |
| Parete 13 | Fuoco pareti 2 | No | 60 | 0,65 | Protezione fuoco 9 | 0,78 | 21 | 32 | 47 | 42 |
| Parete 16 | Fuoco pareti | Sì | 60 | 0,65 | - | - | - | - | - | 39 |
| Parete 20 | Fuoco pareti 2 | No | 60 | 0,65 | Protezione fuoco 9 | 0,78 | 21 | 32 | 47 | 42 |
| Parete 25 | Fuoco pareti 2 | No | 60 | 0,65 | Protezione fuoco 9 | 0,78 | 21 | 32 | 47 | 42 |
| Parete 29 | Fuoco pareti 2 | No | 60 | 0,65 | Protezione fuoco 9 | 0,78 | 21 | 32 | 47 | 42 |
| Parete 30 | Fuoco pareti | Sì | 60 | 0,65 | - | - | - | - | - | 39 |
| Parete 31 | Fuoco pareti 2 | No | 60 | 0,65 | Protezione fuoco 9 | 0,78 | 21 | 32 | 47 | 42 |
| Parete 32 | Fuoco pareti | Sì | 60 | 0,65 | - | - | - | - | - | 39 |
| Parete 35 | Fuoco pareti | Sì | 60 | 0,65 | - | - | - | - | - | 39 |
| Parete 36 | Fuoco pareti | Sì | 60 | 0,65 | - | - | - | - | - | 39 |
| Parete 37 | Fuoco pareti 2 | No | 60 | 0,65 | Protezione fuoco 9 | 0,78 | 21 | 32 | 47 | 42 |
| Parete 38 | Fuoco pareti 2 | No | 60 | 0,65 | Protezione fuoco 9 | 0,78 | 21 | 32 | 47 | 42 |
| Parete 39 | Fuoco pareti | Sì | 60 | 0,65 | - | - | - | - | - | 39 |
| Parete 41 | Fuoco pareti | Sì | 60 | 0,65 | - | - | - | - | - | 39 |
| Parete 42 | Fuoco pareti | Sì | 60 | 0,65 | - | - | - | - | - | 39 |
| Parete 43 | Fuoco pareti 2 | No | 60 | 0,65 | Protezione fuoco 9 | 0,78 | 21 | 32 | 47 | 42 |
| Parete 44 | Fuoco pareti | Sì | 60 | 0,65 | - | - | - | - | - | 39 |
| Parete 45 | Fuoco pareti | Sì | 60 | 0,65 | - | - | - | - | - | 39 |
| Parete 46 | Fuoco pareti 2 | No | 60 | 0,65 | Protezione fuoco 9 | 0,78 | 21 | 32 | 47 | 42 |
| Parete 48 | Fuoco pareti 2 | No | 60 | 0,65 | Protezione fuoco 9 | 0,78 | 21 | 32 | 47 | 42 |
| Parete 49 | Fuoco pareti | Sì | 60 | 0,65 | - | - | - | - | - | 39 |
| Parete 50 | Fuoco pareti 2 | No | 60 | 0,65 | Protezione fuoco 9 | 0,78 | 21 | 32 | 47 | 42 |
| Parete 52 | Fuoco pareti | Sì | 60 | 0,65 | - | - | - | - | - | 39 |
| Parete 53 | Fuoco pareti | Sì | 60 | 0,65 | - | - | - | - | - | 39 |

| Nome parete | Nome sezione | $d_{char,0}$ | d_{eff} | h_{eff} | Stratigrafia fuoco |
|-------------|--------------|--------------|-----------|-----------|--------------------|
|-------------|--------------|--------------|-----------|-----------|--------------------|

| | | [mm] | [mm] | [mm] | |
|-----------|--------------------------|------|------|------|--------------|
| Parete 5 | Parete xlam 100 5 strati | 39 | 46 | 54 | 14 - 20 - 20 |
| Parete 8 | Parete xlam 100 5 strati | 42 | 49 | 51 | 11 - 20 - 20 |
| Parete 9 | Parete xlam 100 5 strati | 42 | 49 | 51 | 11 - 20 - 20 |
| Parete 13 | Parete xlam 100 5 strati | 42 | 49 | 51 | 11 - 20 - 20 |
| Parete 16 | Parete xlam 100 5 strati | 39 | 46 | 54 | 14 - 20 - 20 |
| Parete 20 | Parete xlam 100 5 strati | 42 | 49 | 51 | 11 - 20 - 20 |
| Parete 25 | Parete xlam 100 5 strati | 42 | 49 | 51 | 11 - 20 - 20 |
| Parete 29 | Parete xlam 100 5 strati | 42 | 49 | 51 | 11 - 20 - 20 |
| Parete 30 | Parete xlam 100 5 strati | 39 | 46 | 54 | 14 - 20 - 20 |
| Parete 31 | Parete xlam 100 5 strati | 42 | 49 | 51 | 11 - 20 - 20 |
| Parete 32 | Parete xlam 100 5 strati | 39 | 46 | 54 | 14 - 20 - 20 |
| Parete 35 | Parete xlam 100 5 strati | 39 | 46 | 54 | 14 - 20 - 20 |
| Parete 36 | Parete xlam 100 5 strati | 39 | 46 | 54 | 14 - 20 - 20 |
| Parete 37 | Parete xlam 100 5 strati | 42 | 49 | 51 | 11 - 20 - 20 |
| Parete 38 | Parete xlam 100 5 strati | 42 | 49 | 51 | 11 - 20 - 20 |
| Parete 39 | Parete xlam 100 5 strati | 39 | 46 | 54 | 14 - 20 - 20 |
| Parete 41 | Parete xlam 100 5 strati | 39 | 46 | 54 | 14 - 20 - 20 |
| Parete 42 | Parete xlam 100 5 strati | 39 | 46 | 54 | 14 - 20 - 20 |
| Parete 43 | Parete xlam 100 5 strati | 42 | 49 | 51 | 11 - 20 - 20 |
| Parete 44 | Parete xlam 100 5 strati | 39 | 46 | 54 | 14 - 20 - 20 |
| Parete 45 | Parete xlam 100 5 strati | 39 | 46 | 54 | 14 - 20 - 20 |
| Parete 46 | Parete xlam 100 5 strati | 42 | 49 | 51 | 11 - 20 - 20 |
| Parete 48 | Parete xlam 100 5 strati | 42 | 49 | 51 | 11 - 20 - 20 |
| Parete 49 | Parete xlam 100 5 strati | 39 | 46 | 54 | 14 - 20 - 20 |
| Parete 50 | Parete xlam 100 5 strati | 42 | 49 | 51 | 11 - 20 - 20 |
| Parete 52 | Parete xlam 100 5 strati | 39 | 46 | 54 | 14 - 20 - 20 |
| Parete 53 | Parete xlam 100 5 strati | 39 | 46 | 54 | 14 - 20 - 20 |

Verifiche elementi in caso di incendio

Valori di progetto delle resistenze del materiale

In accordo con il punto 2.3 della norma UNI EN 1995-1-2, per la verifica di resistenza in caso di incendio, i valori di progetto delle resistenze del materiale devono essere determinate mediante la seguente formula

$$f_{d,fi} = k_{mod,fi} \cdot \frac{f_{20}}{\gamma_{M,fi}}$$

dove:

f_{20} è il frattile 20% di una proprietà di resistenza a temperatura normale;

$k_{mod,fi}$ è il fattore di conversione per il fuoco, il quale, per il metodo della sezione trasversale ridotta qui utilizzato, è assunto pari ad 1;

$\gamma_{M,fi}$ è il fattore parziale di sicurezza per il legno in caso di incendio.

Il frattile 20% di una resistenza o di una proprietà di rigidezza viene calcolato come:

$$f_{20} = k_{fi} \cdot f_k$$

$$S_{20} = k_{fi} \cdot S_{05}$$

dove k_{fi} è fornito nella tabella sottostante che riprende il prospetto 2.1 della norma UNI EN 1995-1-2.

| Materiale | k_{fi} |
|---------------------------|----------|
| Legno massiccio | 1.25 |
| Legno lamellare incollato | 1.15 |
| Pannelli a base legno | 1.15 |
| LVL | 1.10 |
| LSL | 1.10 |

Combinazioni dei carichi per le verifiche in caso di incendio

Si considera la combinazione eccezionale

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Verifiche dei solai in XLAM in caso di incendio

Verifiche di resistenza a flessione

La verifica al fuoco è svolta utilizzando il metodo della sezione ridotta con riferimento al § 4.2.2 della norma UNI EN 1995-1-2. Deve essere soddisfatta la seguente espressione:

$$\frac{\sigma_{m,d,fi}}{f_{m,d,fi}} \leq 1$$

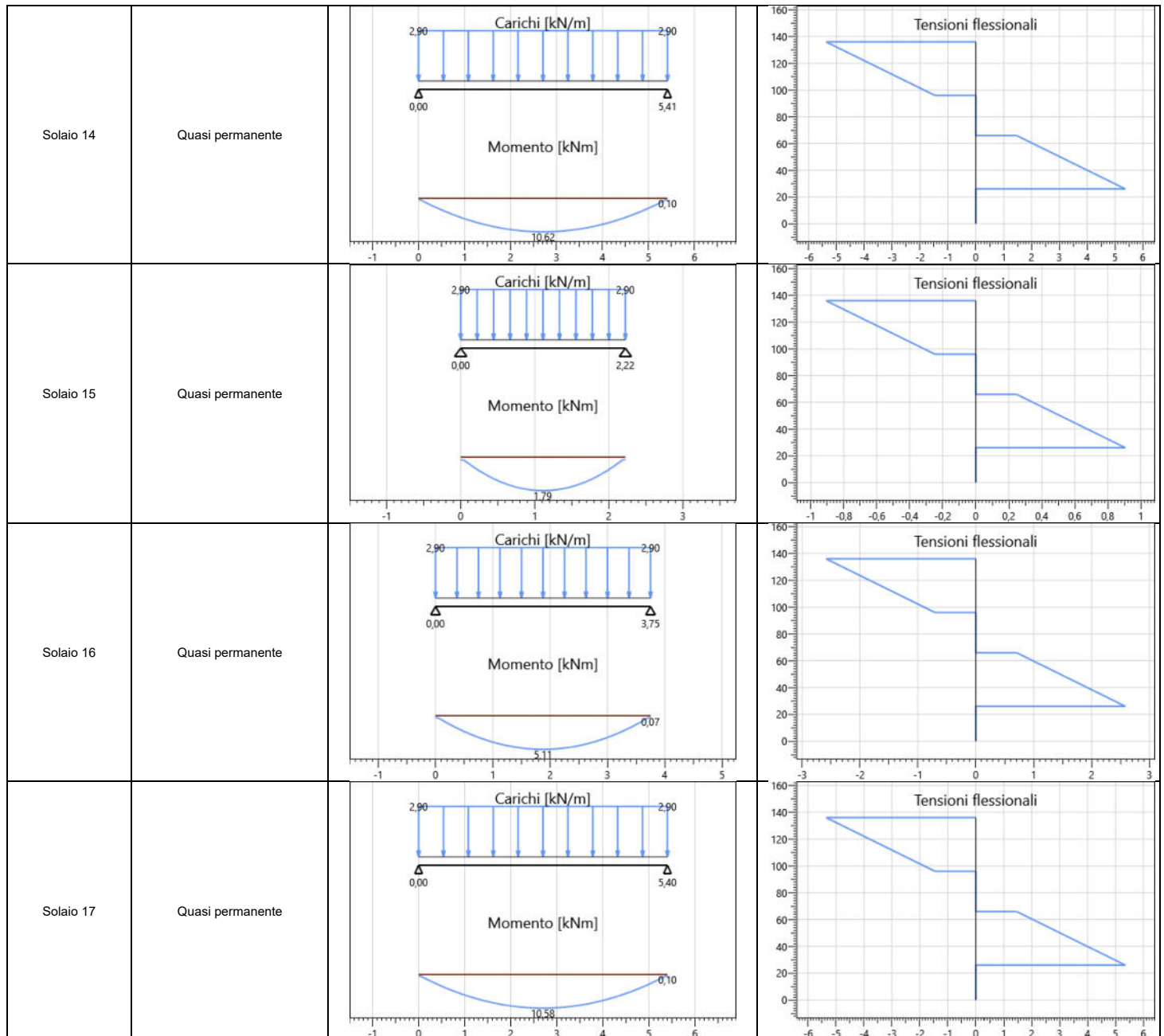
in cui:

$\sigma_{m,d,fi}$ è la tensione di progetto a flessione in caso di incendio

$f_{m,d,fi}$ è la resistenza di progetto a flessione del materiale in caso di incendio

Per la fascia di ogni solaio in XLAM che presenta la verifica a flessione in caso di incendio più gravosa si riportano gli schemi statici di calcolo e l'involuppo delle distribuzioni del momento flettente sollecitante. Vengono inoltre riportati i diagrammi delle tensioni normali, dovute alla flessione, valutati nelle sezioni di verifica.

| Nome solaio | Combinazione | Diagramma M ₃₋₃ | Tensioni flettenti |
|-------------|------------------|----------------------------|--------------------|
| Solaio 11 | Quasi permanente | | |
| Solaio 12 | Quasi permanente | | |
| Solaio 13 | Quasi permanente | | |



Le verifiche a flessione sono riassunte in seguito. I valori derivanti dai calcoli, relativi ad ogni verifica, vengono riportati in forma di percentuale. I dati di output per singolo elemento strutturale soddisfano le verifiche qualora il loro valore sia inferiore o uguale al 100%, in caso contrario la verifica non è soddisfatta.

| Nome solaio | Sezione | J_{eff} [mm ⁴] | M_{3-3} [kNm] | $k_{mod,fl}$ | $\gamma_{M,fl}$ | k_{fl} | $f_{m,d,fl}$ [MPa] | $\sigma_{m,d,fl}$ [MPa] | Verifica |
|-------------|-----------------------|---------------------------------|--------------------|--------------|-----------------|----------|-----------------------|----------------------------|----------|
| Solaio 11 | XLAM 180mm - 5 strati | 108666667 | 5,11 | 1 | 1 | 1,15 | 27,60 | 2,58 | 9% |
| Solaio 12 | XLAM 180mm - 5 strati | 108666667 | 10,58 | 1 | 1 | 1,15 | 27,60 | 5,36 | 19% |
| Solaio 13 | XLAM 180mm - 5 strati | 108666667 | 0,84 | 1 | 1 | 1,15 | 27,60 | 0,43 | 2% |
| Solaio 14 | XLAM 180mm - 5 strati | 108666667 | 10,62 | 1 | 1 | 1,15 | 27,60 | 5,38 | 19% |
| Solaio 15 | XLAM 180mm - 5 strati | 108666667 | 1,79 | 1 | 1 | 1,15 | 27,60 | 0,91 | 3% |
| Solaio 16 | XLAM 180mm - 5 strati | 108666667 | 5,11 | 1 | 1 | 1,15 | 27,60 | 2,58 | 9% |
| Solaio 17 | XLAM 180mm - 5 strati | 108666667 | 10,58 | 1 | 1 | 1,15 | 27,60 | 5,36 | 19% |

Verifiche di resistenza a taglio

Verifiche di resistenza a taglio negli strati paralleli alla direzione di calcolo

Le verifiche a taglio sono condotte con riferimento al § 6.1.7 della norma UNI EN 1995-1-1. Deve essere soddisfatta la seguente espressione:

$$\frac{\tau_{v,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

in cui:

$\tau_{v,d,fi}$ è la tensione di progetto a taglio in caso di incendio

$f_{v,d,fi}$ è la resistenza di progetto a taglio in caso di incendio

Il valore dello sforzo di taglio di progetto massimo negli strati longitudinali viene valutato con la seguente formula:

$$\tau_{v,d,fi} = \frac{V_{d,fi} \cdot S_{max,eff}}{J_{eff} \cdot b}$$

in cui

$V_{d,fi}$ è il taglio sollecitante nella sezione di verifica in condizioni di incendio

$S_{max,eff}$ è il momento statico della sezione ridotta efficace associato alla massima tensione tagliante

J_{eff} è il momento di inerzia della sezione trasversale ridotta efficace del pannello XLAM

b è la base della sezione trasversale del pannello XLAM (si assume $k_{cr} = 1$)

Verifiche di resistenza a taglio trasversale (rolling shear)

Le verifiche a taglio trasversale sono condotte con riferimento al § 6.1.7 della norma UNI EN 1995-1-1. Deve essere soddisfatta la seguente espressione:

$$\frac{\tau_{R,d,fi}}{f_{v,R,d,fi}} \leq 1$$

in cui:

$\tau_{R,d,fi}$ è la tensione di progetto a taglio trasversale in condizioni di incendio

$f_{v,R,d,fi}$ è la resistenza di progetto a taglio trasversale in condizioni di incendio

Il valore dello sforzo di taglio di progetto massimo negli strati trasversali viene valutato con la seguente formula:

$$\tau_{R,d,fi} = \frac{V_{d,fi} \cdot S_{R,max,eff}}{J_{eff} \cdot b}$$

in cui

$V_{d,fi}$ è il taglio sollecitante nella sezione di verifica

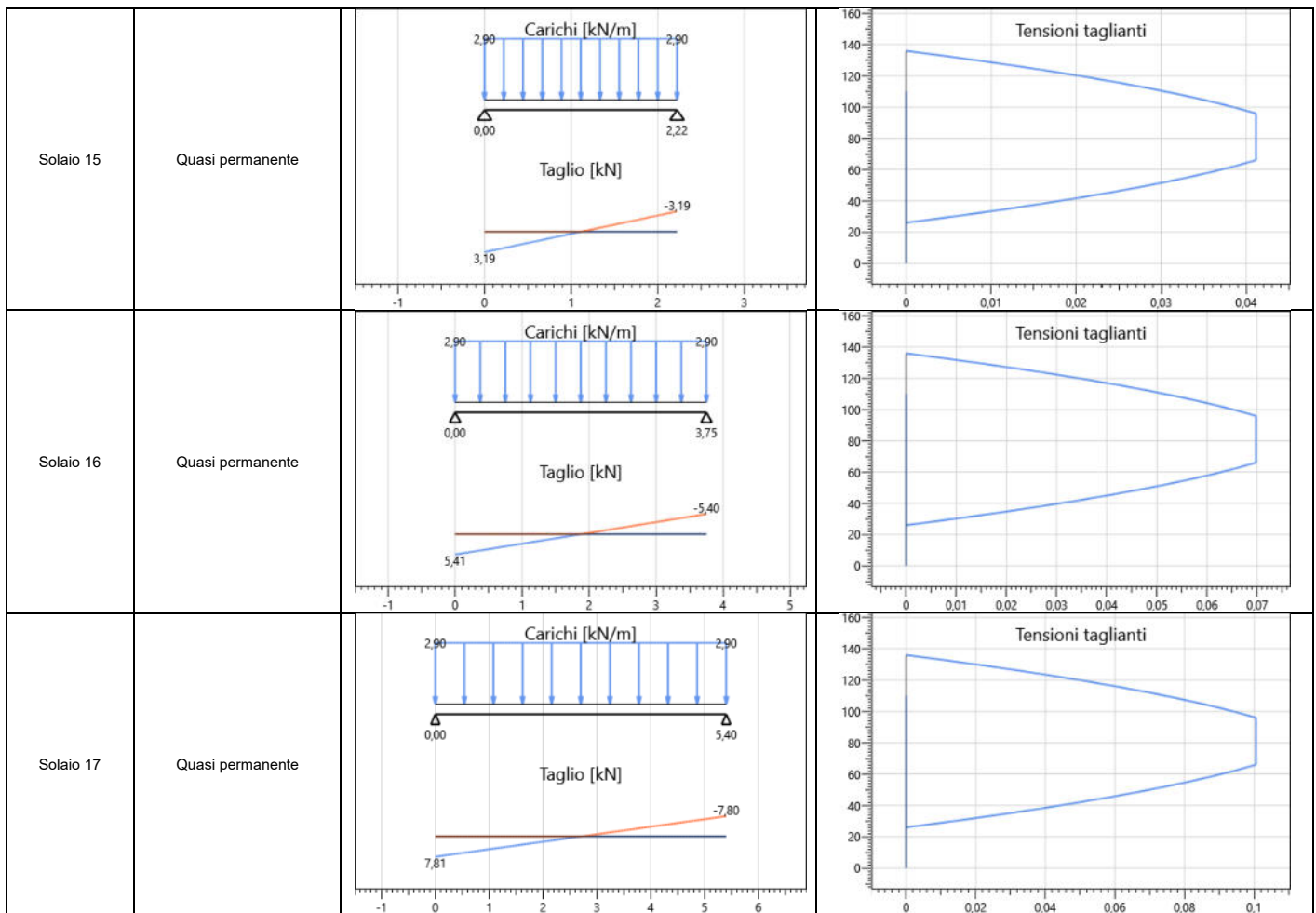
$S_{R,max,fi}$ è il momento statico della sezione ridotta efficace associato alla massima tensione tagliante

J_{eff} è il momento di inerzia della sezione trasversale ridotta efficace del pannello XLAM

b è la base della sezione trasversale del pannello XLAM (si assume $k_{cr} = 1$)

Per la fascia di ogni solaio in XLAM che presenta la verifica a taglio più gravosa si riportano gli schemi statici di calcolo e il diagramma del taglio sollecitante. Vengono inoltre riportati i diagrammi delle tensioni taglianti, valutati nelle sezioni di verifica.

| Nome solaio | Combinazione | Diagramma V_2 | Tensioni taglianti |
|-------------|------------------|-----------------|--------------------|
| Solaio 11 | Quasi permanente | | |
| Solaio 12 | Quasi permanente | | |
| Solaio 13 | Quasi permanente | | |
| Solaio 14 | Quasi permanente | | |

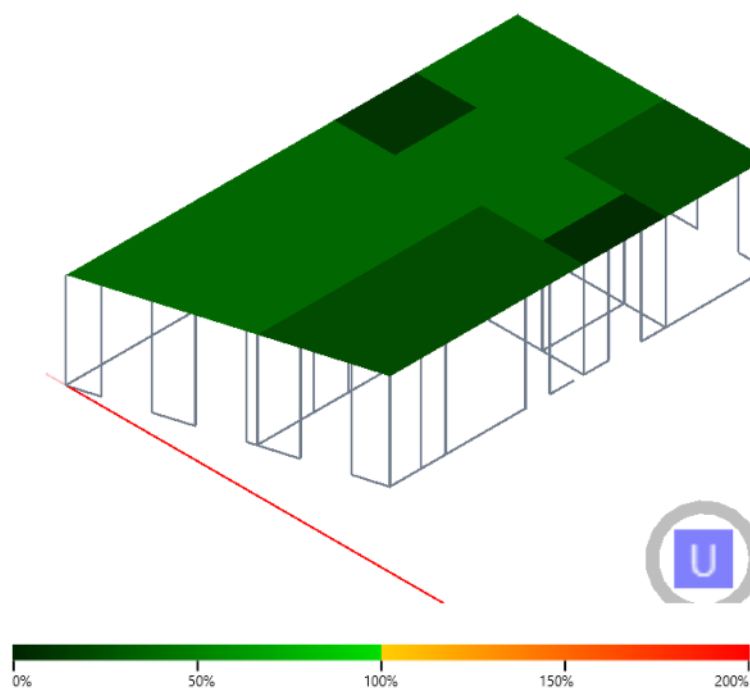


Le verifiche a taglio sono riassunte in seguito. I valori derivanti dai calcoli, relativi ad ogni verifica, vengono riportati in forma di percentuale. I dati di output per singolo elemento strutturale soddisfano le verifiche qualora il loro valore sia inferiore o uguale al 100%, in caso contrario la verifica non è soddisfatta.

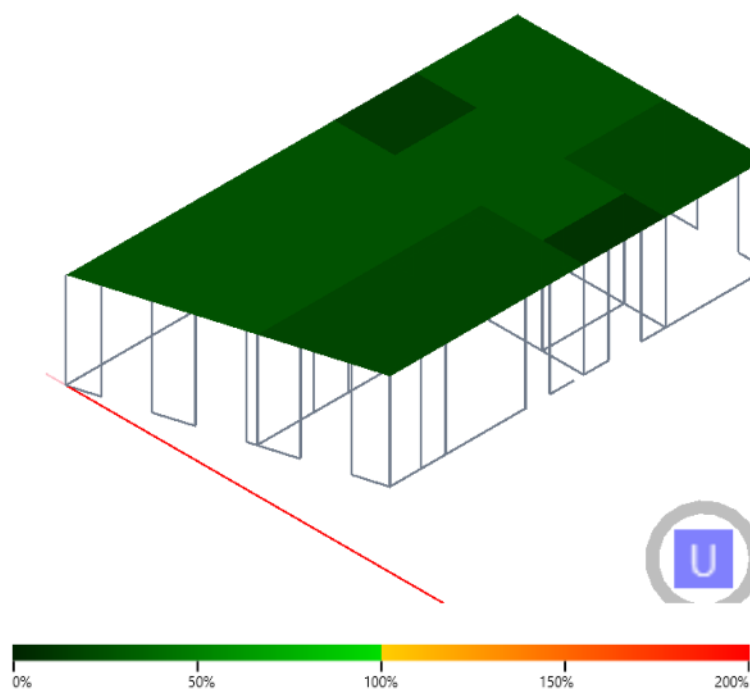
| Nome solaio | Sezione | J_{eff} [mm ⁴] | V_2 [kN] | $k_{mod,fi}$ | $\gamma_{M,fi}$ | k_{fi} | $f_{v,d,fi}$ [MPa] | $\tau_{v,d,fi}$ [MPa] | Verifica | $f_{R,d,fi}$ [MPa] | $\tau_{R,d,fi}$ [MPa] | Verifica |
|-------------|-----------------------|---------------------------------|---------------|--------------|-----------------|----------|-----------------------|--------------------------|----------|-----------------------|--------------------------|----------|
| Solaio 11 | XLAM 180mm - 5 strati | 108666667 | 5,41 | 1 | 1 | 1,15 | 4,60 | 0,07 | 2% | 0,92 | 0,07 | 8% |
| Solaio 12 | XLAM 180mm - 5 strati | 108666667 | 7,81 | 1 | 1 | 1,15 | 4,60 | 0,10 | 2% | 0,92 | 0,10 | 11% |
| Solaio 13 | XLAM 180mm - 5 strati | 108666667 | 2,18 | 1 | 1 | 1,15 | 4,60 | 0,03 | 1% | 0,92 | 0,03 | 3% |
| Solaio 14 | XLAM 180mm - 5 strati | 108666667 | 7,82 | 1 | 1 | 1,15 | 4,60 | 0,10 | 2% | 0,92 | 0,10 | 11% |
| Solaio 15 | XLAM 180mm - 5 strati | 108666667 | 3,19 | 1 | 1 | 1,15 | 4,60 | 0,04 | 1% | 0,92 | 0,04 | 4% |
| Solaio 16 | XLAM 180mm - 5 strati | 108666667 | 5,41 | 1 | 1 | 1,15 | 4,60 | 0,07 | 2% | 0,92 | 0,07 | 8% |
| Solaio 17 | XLAM 180mm - 5 strati | 108666667 | 7,81 | 1 | 1 | 1,15 | 4,60 | 0,10 | 2% | 0,92 | 0,10 | 11% |

Percentuale di sfruttamento solai in caso di incendio

Verifiche a flessione



Verifiche a taglio



Verifiche travi in legno in caso di incendio

Verifiche di resistenza a flessione

Le verifiche a flessione sono condotte con riferimento al § 6.3.3 della norma UNI EN 1995-1-1. Le verifiche sono svolte utilizzando le sezioni trasversali efficaci degli elementi valutate in accordo con il metodo della sezione trasversale ridotta (§ 4.2.2 della norma UNI EN 1995-1-2). Deve essere soddisfatta la seguente espressione:

$$\frac{\sigma_{m,d,fi}}{k_{crit,fi} \cdot f_{m,d,fi}} \leq 1$$

in cui:

$\sigma_{m,d,fi}$ è la tensione di progetto a flessione in caso di incendio

$f_{m,d,fi}$ è la resistenza di progetto a flessione in caso di incendio

$k_{crit,fi}$ è un coefficiente che tiene conto della resistenza a flessione ridotta dovuta allo sbandamento laterale in condizioni di incendio

Il coefficiente k_{crit} è assunto pari a 1,0 per travi in cui lo spostamento laterale del bordo compresso sia impedito sull'intera lunghezza e la rotazione torsionale sia impedita agli appoggi. Diversamente, il coefficiente viene determinato in accordo con la seguente espressione:

$$k_{crit,fi} = \begin{cases} 1 & \text{per } \lambda_{rel,m,fi} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m,fi} & \text{per } 0,75 \leq \lambda_{rel,m,fi} \leq 1,4 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m,fi}^2} & \text{per } 1,4 < \lambda_{rel,m,fi} \end{cases}$$

in cui la snellezza relativa per flessione, $\lambda_{rel,m,fi}$, è assunta pari a:

$$\lambda_{rel,m,fi} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit,fi}}}$$

e $\sigma_{m,crit,fi}$, tensione critica a flessione calcolata secondo la teoria classica della stabilità, è assunta pari a:

$$\sigma_{m,crit,fi} = \frac{M_{y,crit,fi}}{W_{y,fi}} = \frac{\pi \sqrt{E_{0,20} I_{z,fi} G_{0,20} I_{tor,fi}}}{l_{ef,fi} W_{y,fi}}$$

dove:

$E_{0,20}$ è il frattile 20% del modulo di elasticità parallelo alla fibratura;

$G_{0,20}$ è il frattile 20% del modulo di taglio parallelo alla fibratura;

$I_{z,fi}$ è il momento di inerzia intorno all'asse debole z valutato in caso di incendio;

$I_{tor,fi}$ è il momento torsionale di inerzia valutato in caso di incendio;

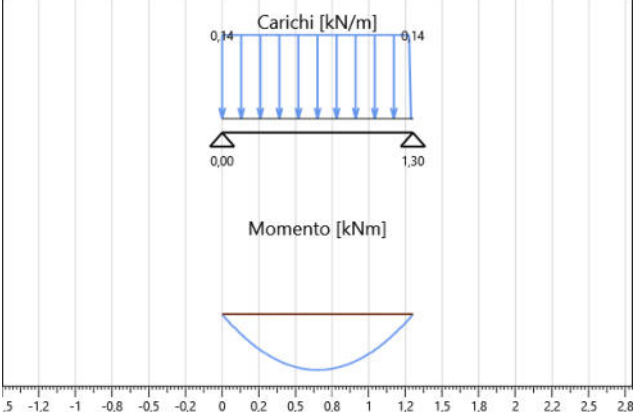
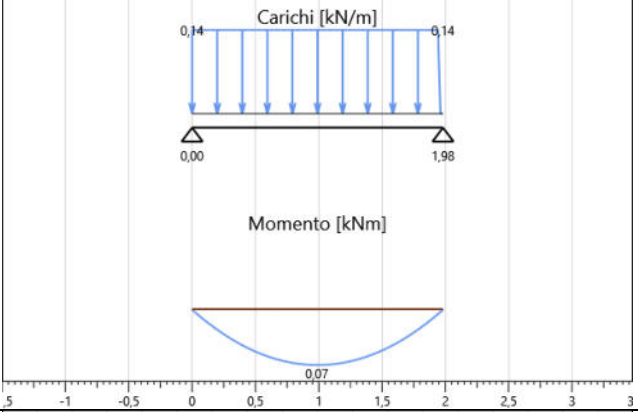
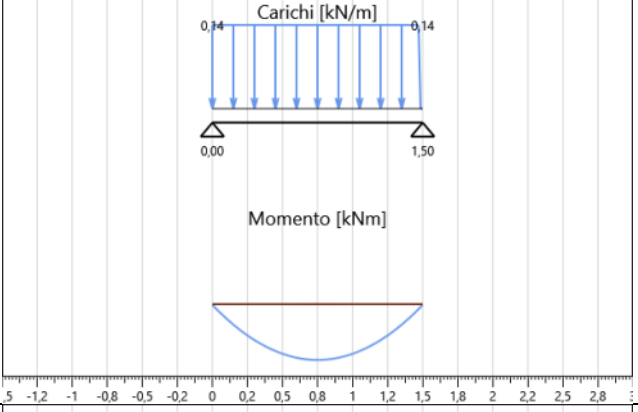
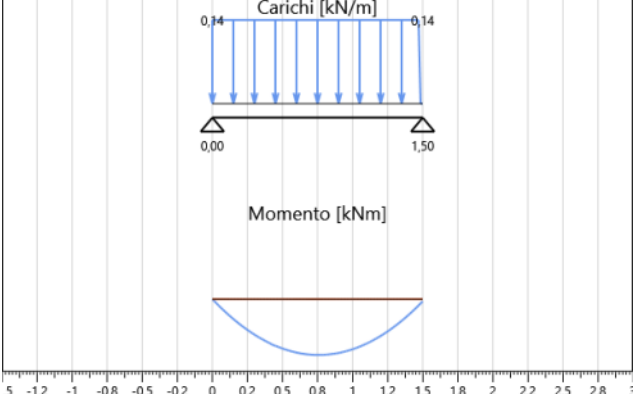
$l_{eff,fi}$ è la lunghezza efficace della trave in funzione delle condizioni di appoggio e della configurazione di carico in caso di incendio;

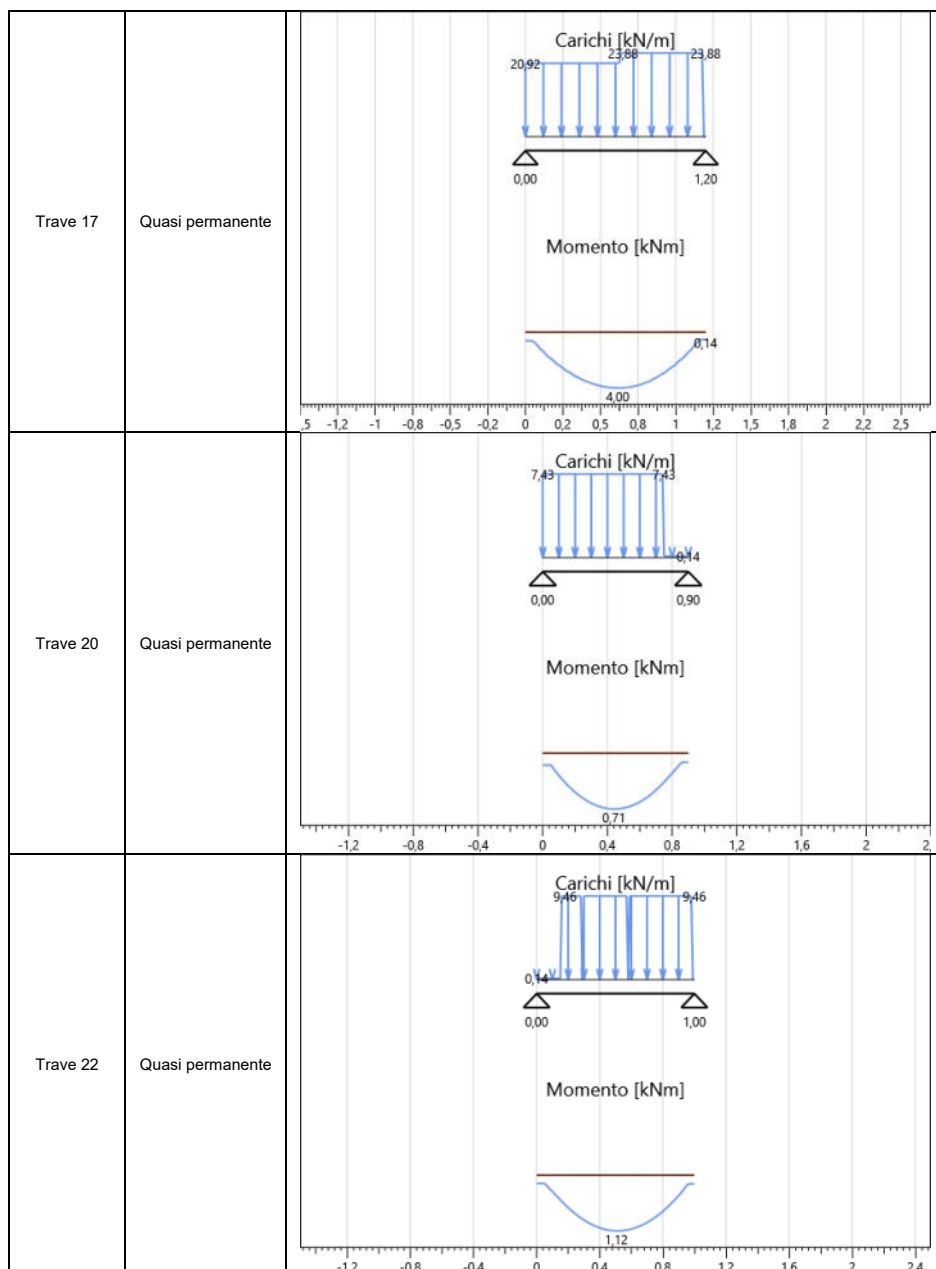
$W_{y,fi}$ è il modulo della sezione intorno all'asse forte y valutato in caso di incendio.

Nella seguente tabella si riportano, per ogni trave, le sollecitazioni di flessione relative alla combinazione allo Stato Limite Ultimo in condizioni di incendio.

| Nome trave | Combinazione | Diagramma M ₃₋₃ |
|------------|------------------|--|
| Trave 1 | Quasi permanente | <p>Carichi [kN/m]: 1,23</p> <p>Momento [kNm]: 0,35</p> |
| Trave 2 | Quasi permanente | <p>Carichi [kN/m]: 4,28</p> <p>Momento [kNm]: 1,21</p> |
| Trave 3 | Quasi permanente | <p>Carichi [kN/m]: 1,24</p> <p>Momento [kNm]: 0,35</p> |

| | | |
|----------|------------------|--|
| Trave 6 | Quasi permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Momento [kNm]</p> |
| Trave 9 | Quasi permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Momento [kNm]</p> |
| Trave 11 | Quasi permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Momento [kNm]</p> |
| Trave 12 | Quasi permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Momento [kNm]</p> |

| | | |
|----------|------------------|--|
| Trave 13 | Quasi permanente |  |
| Trave 14 | Quasi permanente |  |
| Trave 15 | Quasi permanente |  |
| Trave 16 | Quasi permanente |  |



Le verifiche a flessione sono riassunte in seguito. I valori derivanti dai calcoli, relativi ad ogni verifica, vengono riportati in forma di percentuale. I dati di output per singolo elemento strutturale soddisfano le verifiche qualora il loro valore sia inferiore o uguale al 100%, in caso contrario la verifica non è soddisfatta.

| Nome trave | Sezione | M _{3-3 max} [kNm] | W _{y,fi} [mm ³] | Vincolo torsionale | σ _{m,crit,fi} [MPa] | k _{crit,fi} | k _h | k _{mod,fi} | γ _{M,fi} | k _{fi} | f _{m,d,fi} [MPa] | σ _{m,d,fi} [MPa] | Verifica |
|------------|-----------|----------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------------------------|----------------------|----------------|---------------------|-------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|----------|
| Trave 1 | lam 10x28 | 0,35 | 709153 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1,15 | 27,60 | 0,49 | 2% |
| Trave 2 | lam 10x28 | 1,21 | 709153 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1,15 | 27,60 | 1,70 | 6% |
| Trave 3 | lam 10x28 | 0,35 | 709153 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1,15 | 27,60 | 0,49 | 2% |
| Trave 6 | lam 10x28 | 0,07 | 709153 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1,15 | 27,60 | 0,10 | 0% |
| Trave 9 | lam 10x28 | 0,03 | 709153 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1,15 | 27,60 | 0,04 | 0% |
| Trave 11 | lam 10x28 | 0,42 | 709153 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1,15 | 27,60 | 0,59 | 2% |
| Trave 12 | lam 10x28 | 0,93 | 709153 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1,15 | 27,60 | 1,31 | 5% |
| Trave 13 | lam 10x28 | 0,03 | 709153 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1,15 | 27,60 | 0,04 | 0% |
| Trave 14 | lam 10x28 | 0,07 | 709153 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1,15 | 27,60 | 0,10 | 0% |
| Trave 15 | lam 10x28 | 0,04 | 709153 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1,15 | 27,60 | 0,06 | 0% |
| Trave 16 | lam 10x28 | 0,04 | 709153 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1,15 | 27,60 | 0,06 | 0% |
| Trave 17 | lam 10x28 | 4,00 | 709153 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1,15 | 27,60 | 5,64 | 20% |
| Trave 20 | lam 10x28 | 0,71 | 709153 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1,15 | 27,60 | 1,00 | 4% |
| Trave 22 | lam 10x28 | 1,12 | 709153 | Svergolamento impedito | - | 1,00 | 1 | 1 | 1 | 1,15 | 27,60 | 1,58 | 6% |

Verifiche di resistenza a taglio

Le verifiche a taglio sono condotte con riferimento al § 6.1.7 della norma UNI EN 1995-1-1. Deve essere soddisfatta la seguente espressione:

$$\frac{\tau_{d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

in cui:

$\tau_{d,fi}$ è la tensione di progetto a taglio in caso di incendio

$f_{v,d,fi}$ è la resistenza di progetto a taglio in caso di incendio

Per la verifica della resistenza a taglio di elementi sottoposti a flessione, l'influenza delle fessurazioni è tenuta in conto riducendo la larghezza della sezione efficace con un fattore k_{cr} .

Il valore dello sforzo di taglio di progetto sollecitante massimo in una sezione rettangolare viene valutato quindi con la seguente formula:

$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{d,fi}}{k_{cr} \cdot A_{eff}}$$

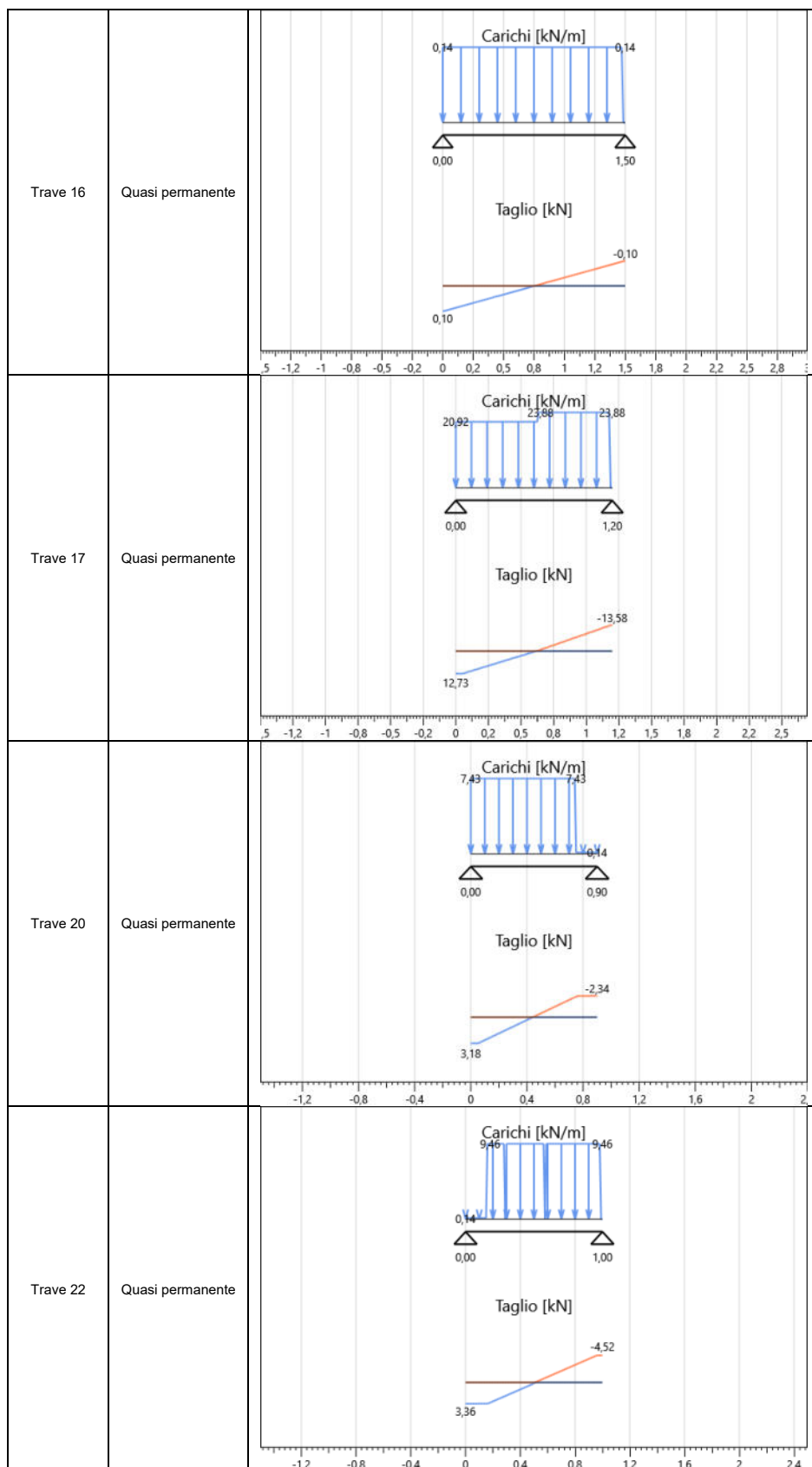
in cui A_{eff} è l'area della sezione trasversale ridotta della trave.

Nella seguente tabella si riportano, per ogni trave, gli schemi statici di calcolo e l'involuppo delle distribuzioni del taglio sollecitante.

| Nome trave | Combinazione | Diagramma V_z |
|------------|------------------|-----------------|
| Trave 1 | Quasi permanente | |
| Trave 2 | Quasi permanente | |

| | | |
|----------|------------------|--|
| Trave 3 | Quasi permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Taglio [kN]</p> |
| Trave 6 | Quasi permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Taglio [kN]</p> |
| Trave 9 | Quasi permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Taglio [kN]</p> |
| Trave 11 | Quasi permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Taglio [kN]</p> |

| | | |
|----------|------------------|--|
| Trave 12 | Quasi permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Taglio [kN]</p> |
| Trave 13 | Quasi permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Taglio [kN]</p> |
| Trave 14 | Quasi permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Taglio [kN]</p> |
| Trave 15 | Quasi permanente | <p>Carichi [kN/m]</p> <p>Taglio [kN]</p> |

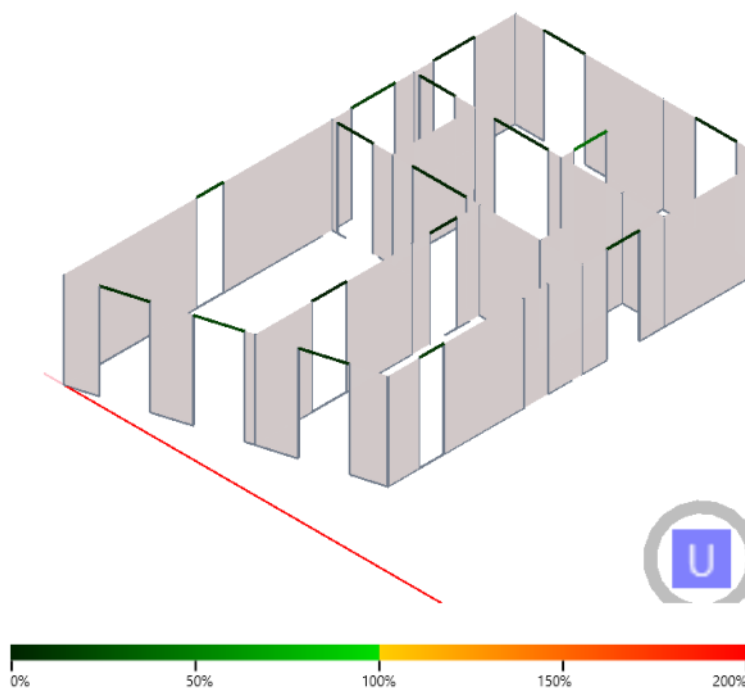


Le verifiche a taglio sono riassunte in seguito. I valori derivanti dai calcoli, relativi ad ogni verifica, vengono riportati in forma di percentuale. I dati di output per singolo elemento strutturale soddisfano le verifiche qualora il loro valore sia inferiore o uguale al 100%, in caso contrario la verifica non è soddisfatta.

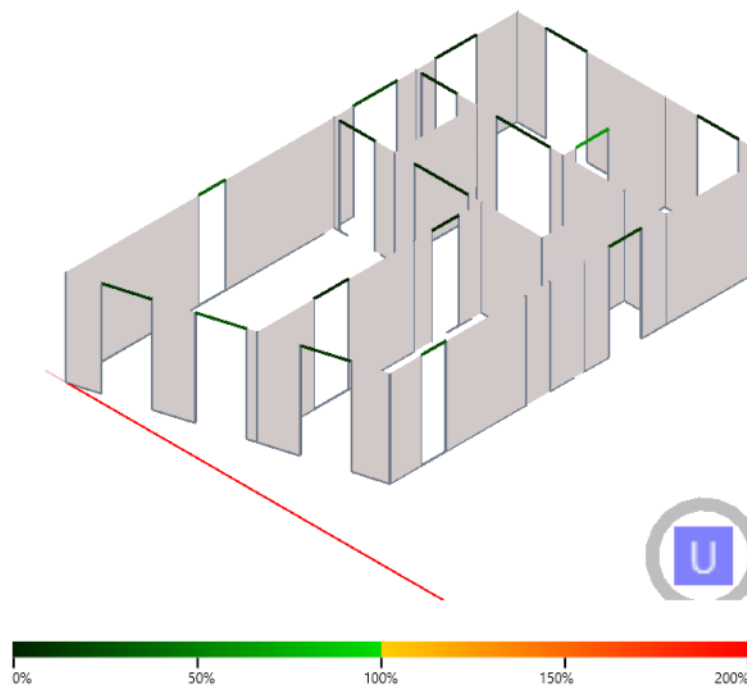
| Nome trave | Sezione | $V_{2 \max}$ [kN] | A_{eff} [mm ²] | $k_{\text{cr,fi}}$ | $k_{\text{mod,fi}}$ | $\gamma_{\text{M,fi}}$ | k_{fi} | $f_{\text{v,d,fi}}$ [MPa] | $\tau_{2,\text{d,fi}}$ [MPa] | Verifica |
|------------|-----------|----------------------|--|--------------------|---------------------|------------------------|-----------------|------------------------------|---------------------------------|----------|
| Trave 1 | lam 10x28 | 0,91 | 15196 | 0,93 | 1 | 1 | 1,15 | 3,11 | 0,10 | 3% |
| Trave 2 | lam 10x28 | 3,18 | 15196 | 0,93 | 1 | 1 | 1,15 | 3,11 | 0,34 | 11% |
| Trave 3 | lam 10x28 | 0,92 | 15196 | 0,93 | 1 | 1 | 1,15 | 3,11 | 0,10 | 3% |
| Trave 6 | lam 10x28 | 0,14 | 15196 | 0,93 | 1 | 1 | 1,15 | 3,11 | 0,01 | 0% |
| Trave 9 | lam 10x28 | 0,09 | 15196 | 0,93 | 1 | 1 | 1,15 | 3,11 | 0,01 | 0% |
| Trave 11 | lam 10x28 | 1,20 | 15196 | 0,93 | 1 | 1 | 1,15 | 3,11 | 0,13 | 4% |
| Trave 12 | lam 10x28 | 1,72 | 15196 | 0,93 | 1 | 1 | 1,15 | 3,11 | 0,18 | 6% |
| Trave 13 | lam 10x28 | 0,09 | 15196 | 0,93 | 1 | 1 | 1,15 | 3,11 | 0,01 | 0% |
| Trave 14 | lam 10x28 | 0,14 | 15196 | 0,93 | 1 | 1 | 1,15 | 3,11 | 0,01 | 0% |
| Trave 15 | lam 10x28 | 0,10 | 15196 | 0,93 | 1 | 1 | 1,15 | 3,11 | 0,01 | 0% |
| Trave 16 | lam 10x28 | 0,10 | 15196 | 0,93 | 1 | 1 | 1,15 | 3,11 | 0,01 | 0% |
| Trave 17 | lam 10x28 | 13,58 | 15196 | 0,93 | 1 | 1 | 1,15 | 3,11 | 1,45 | 47% |
| Trave 20 | lam 10x28 | 3,18 | 15196 | 0,93 | 1 | 1 | 1,15 | 3,11 | 0,34 | 11% |
| Trave 22 | lam 10x28 | 4,52 | 15196 | 0,93 | 1 | 1 | 1,15 | 3,11 | 0,48 | 16% |

Percentuale di sfruttamento travi in caso di incendio

Verifiche a flessione



Verifiche a taglio



Verifiche pareti in XLAM in caso di incendio

Verifiche di instabilità

Le verifiche ad instabilità delle pareti in XLAM in caso di incendio sono state condotte con riferimento a quanto riportato al § 6.3.2 della UNI EN 1995-1-1 utilizzando il metodo della sezione ridotta con riferimento a quanto riportato al § 4.2.2 della UNI EN 1995-1-2.

I valori delle sollecitazioni riportati nella tabella sottostante sono relativi, per ogni parete, al caso di incendio.

| Nome parete | Lunghezza [m] | Comb. | N [kN] | M2-2 [kNm] |
|-------------|---------------|------------------|--------|------------|
| Parete 5 | 1,05 | Quasi permanente | 4,15 | 0,00 |
| Parete 8 | 2,07 | Quasi permanente | 43,64 | 0,00 |
| Parete 9 | 0,20 | Quasi permanente | 0,86 | 0,00 |
| Parete 13 | 0,44 | Quasi permanente | 15,52 | 0,00 |
| Parete 16 | 1,05 | Quasi permanente | 4,15 | 0,00 |
| Parete 20 | 3,00 | Quasi permanente | 44,83 | 0,00 |
| Parete 25 | 3,00 | Quasi permanente | 41,78 | 0,00 |
| Parete 29 | 0,84 | Quasi permanente | 22,01 | 0,00 |
| Parete 30 | 5,96 | Quasi permanente | 57,17 | 0,00 |
| Parete 31 | 3,04 | Quasi permanente | 66,30 | 0,00 |
| Parete 32 | 1,15 | Quasi permanente | 5,36 | 0,00 |
| Parete 35 | 1,27 | Quasi permanente | 9,07 | 0,00 |
| Parete 36 | 1,04 | Quasi permanente | 4,97 | 0,00 |
| Parete 37 | 1,44 | Quasi permanente | 5,77 | 0,00 |
| Parete 38 | 4,23 | Quasi permanente | 16,42 | 0,00 |
| Parete 39 | 1,59 | Quasi permanente | 10,27 | 0,00 |
| Parete 41 | 4,61 | Quasi permanente | 41,44 | 0,00 |
| Parete 42 | 4,05 | Quasi permanente | 15,80 | 0,00 |
| Parete 43 | 1,44 | Quasi permanente | 5,77 | 0,00 |
| Parete 44 | 1,50 | Quasi permanente | 23,40 | 0,00 |
| Parete 45 | 4,84 | Quasi permanente | 54,70 | 0,00 |
| Parete 46 | 4,23 | Quasi permanente | 16,42 | 0,00 |
| Parete 48 | 0,20 | Quasi permanente | 0,86 | 0,00 |
| Parete 49 | 1,14 | Quasi permanente | 13,04 | 0,00 |
| Parete 50 | 2,06 | Quasi permanente | 37,58 | 0,00 |
| Parete 52 | 4,68 | Quasi permanente | 57,50 | 0,00 |
| Parete 53 | 1,41 | Quasi permanente | 22,02 | 0,00 |

Le verifiche ad instabilità dei pannelli in XLAM sono state eseguite considerando un tratto di lunghezza unitaria di parete: quest'ultimo può essere ricondotto ad un pilastro in grado di sbandare solo nella direzione perpendicolare al proprio piano medio.

Si raccomanda che laddove sia $\lambda_{rel,z} \leq 0,3$ che $\lambda_{rel,y} \leq 0,3$, le tensioni soddisfino le espressioni (6.19) e (6.20) di cui al punto 6.2.4 della norma UNI EN 1995-1-1.

Si raccomanda che in tutti gli altri casi le tensioni, che saranno aumentate in seguito alla freccia di inflessione, soddisfino la seguente espressione:

$$\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{k_{c,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} \leq 1$$

I valori risultanti relativi alla verifica di instabilità vengono riportati di seguito in forma percentuale. I dati di output per singolo elemento strutturale, riassunti nella tabella sottostante, soddisfano le verifiche qualora il valore sia inferiore o uguale al 100%.

h: Altezza della parete

A_{eff} : Area della sezione trasversale ridotta efficace del tratto di parete considerato nella verifica (a metro lineare)

J_{eff} : Momento di inerzia della sezione trasversale efficace dal tratto di parete considerato

$k_{mod,fi}$: Coefficiente di correzione per il fuoco

k_{fi} : Coefficiente che permette di passare dal frattile 5% al frattile 20%

$\gamma_{M,fi}$: Coefficiente parziale di sicurezza relativo al materiale in caso di incendio

$f_{c,0,d,fi}$: Resistenza di progetto a compressione lungo la fibratura in caso di incendio

$f_{m,d,fi}$: Resistenza caratteristica a flessione di progetto in caso di incendio

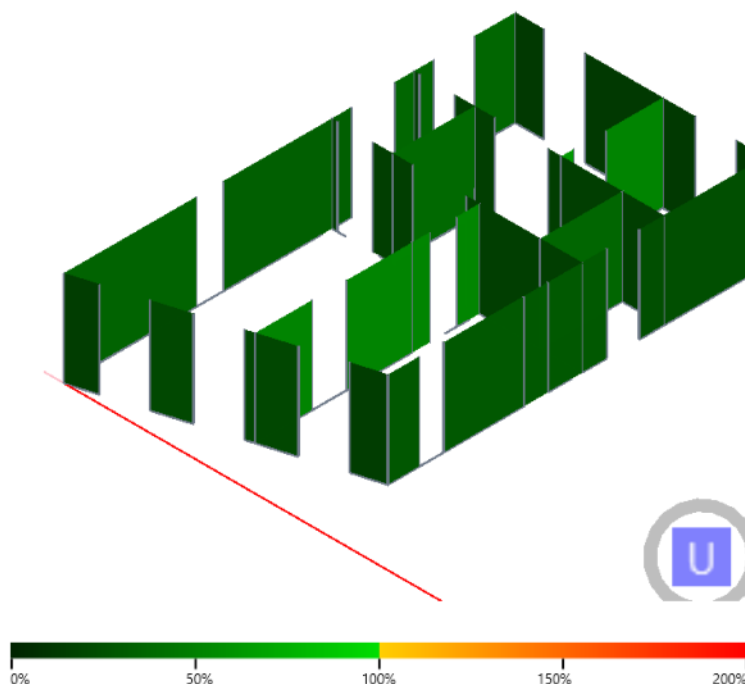
$\sigma_{c,0,d,fi}$: Tensione di progetto a compressione lungo la fibratura in caso di incendio

| Nome parete | Sezione | h [m] | A_{eff} [mm ² /m] | J_{eff} [mm ⁴ /m] | $k_{c,fi}$ | $k_{mod,fi}$ | $\gamma_{M,fi}$ | k_{fi} | $f_{c,0,k}$ [MPa] | $f_{m,k}$ [MPa] | $\sigma_{c,0,d,fi}$ [MPa] | $\sigma_{m,d,fi}$ [MPa] | Verifica |
|-------------|--------------------------|-------|--------------------------------|--------------------------------|------------|--------------|-----------------|----------|-------------------|-----------------|---------------------------|-------------------------|----------|
| Parete 5 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 34000 | 12169451 | 0,11 | 1 | 1 | 1,15 | 21 | 24 | 0,12 | 0,00 | 4% |
| Parete 8 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 31000 | 9721293 | 0,10 | 1 | 1 | 1,15 | 21 | 24 | 0,81 | 0,00 | 34% |
| Parete 9 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 31000 | 9721293 | 0,10 | 1 | 1 | 1,15 | 21 | 24 | 0,13 | 0,00 | 6% |
| Parete 13 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 31000 | 9721293 | 0,10 | 1 | 1 | 1,15 | 21 | 24 | 1,11 | 0,00 | 46% |
| Parete 16 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 34000 | 12169451 | 0,11 | 1 | 1 | 1,15 | 21 | 24 | 0,12 | 0,00 | 4% |
| Parete 20 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 31000 | 9721293 | 0,10 | 1 | 1 | 1,15 | 21 | 24 | 0,48 | 0,00 | 20% |
| Parete 25 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 31000 | 9721293 | 0,10 | 1 | 1 | 1,15 | 21 | 24 | 0,44 | 0,00 | 19% |
| Parete 29 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 31000 | 9721293 | 0,10 | 1 | 1 | 1,15 | 21 | 24 | 0,84 | 0,00 | 35% |
| Parete 30 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 34000 | 12169451 | 0,11 | 1 | 1 | 1,15 | 21 | 24 | 0,36 | 0,00 | 13% |
| Parete 31 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 31000 | 9721293 | 0,10 | 1 | 1 | 1,15 | 21 | 24 | 0,83 | 0,00 | 34% |
| Parete 32 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 34000 | 12169451 | 0,11 | 1 | 1 | 1,15 | 21 | 24 | 0,14 | 0,00 | 5% |
| Parete 35 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 34000 | 12169451 | 0,11 | 1 | 1 | 1,15 | 21 | 24 | 0,22 | 0,00 | 8% |
| Parete 36 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 34000 | 12169451 | 0,11 | 1 | 1 | 1,15 | 21 | 24 | 0,14 | 0,00 | 5% |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------------------------|-----|-------|----------|------|---|---|------|----|----|------|------|-----|
| Parete 37 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 31000 | 9721293 | 0,10 | 1 | 1 | 1,15 | 21 | 24 | 0,13 | 0,00 | 5% |
| Parete 38 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 31000 | 9721293 | 0,10 | 1 | 1 | 1,15 | 21 | 24 | 0,13 | 0,00 | 5% |
| Parete 39 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 34000 | 12169451 | 0,11 | 1 | 1 | 1,15 | 21 | 24 | 0,21 | 0,00 | 8% |
| Parete 41 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 34000 | 12169451 | 0,11 | 1 | 1 | 1,15 | 21 | 24 | 0,27 | 0,00 | 10% |
| Parete 42 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 34000 | 12169451 | 0,11 | 1 | 1 | 1,15 | 21 | 24 | 0,12 | 0,00 | 4% |
| Parete 43 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 31000 | 9721293 | 0,10 | 1 | 1 | 1,15 | 21 | 24 | 0,13 | 0,00 | 5% |
| Parete 44 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 34000 | 12169451 | 0,11 | 1 | 1 | 1,15 | 21 | 24 | 0,51 | 0,00 | 19% |
| Parete 45 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 34000 | 12169451 | 0,11 | 1 | 1 | 1,15 | 21 | 24 | 0,47 | 0,00 | 17% |
| Parete 46 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 31000 | 9721293 | 0,10 | 1 | 1 | 1,15 | 21 | 24 | 0,13 | 0,00 | 5% |
| Parete 48 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 31000 | 9721293 | 0,10 | 1 | 1 | 1,15 | 21 | 24 | 0,13 | 0,00 | 6% |
| Parete 49 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 34000 | 12169451 | 0,11 | 1 | 1 | 1,15 | 21 | 24 | 0,35 | 0,00 | 13% |
| Parete 50 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 31000 | 9721293 | 0,10 | 1 | 1 | 1,15 | 21 | 24 | 0,83 | 0,00 | 35% |
| Parete 52 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 34000 | 12169451 | 0,11 | 1 | 1 | 1,15 | 21 | 24 | 0,44 | 0,00 | 16% |
| Parete 53 | Parete xlam 100 5 strati | 3,5 | 34000 | 12169451 | 0,11 | 1 | 1 | 1,15 | 21 | 24 | 0,51 | 0,00 | 19% |

Percentuale di sfruttamento pareti in caso di incendio

Verifiche di instabilità



Verifiche connessioni

Hold down

La resistenza di progetto degli hold-down è associata ai seguenti modi di rottura:

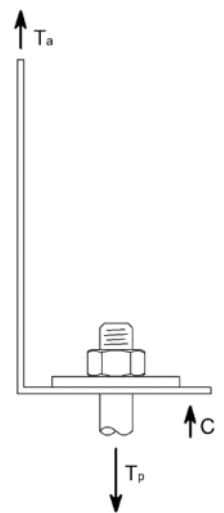
- rottura della chiodatura;
- rottura lato acciaio dell'hold-down;
- rottura degli ancoranti per calcestruzzo.

Sollecitazioni agenti

Il valore di progetto del carico agente sugli hold-down è valutato come illustrato nel paragrafo "Descrizione del modello".

La forza di trazione agente sugli ancoranti per c.a. viene calcolata tenendo in conto del momento aggiuntivo dovuto al non allineamento tra la forza esterna agente sulla flangia verticale dell'hold-down e gli ancoranti stessi mediante un coefficiente di eccentricità, indicato con k_t . Si ha

$$T_p = T_a \cdot k_t$$



| Nome parete | Lunghezza [m] | Nome connessione | N° ancoraggi estremità di parete | Comb. | Dur. | N [kN] | M ₃₋₃ [kNm] | T _a [kN] | k _t | T _p [kN] |
|-------------|---------------|---------------------|----------------------------------|------------------------|------------|--------|------------------------|---------------------|----------------|---------------------|
| Parete 5 | 1,05 | BORGA ITALIA HD 420 | 1 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 4,15 | 27,08 | 23,72 | 1 | 23,72 |
| Parete 8 | 2,07 | BORGA ITALIA HD 420 | 1 | SLU orizzontale 5 | Istantanea | 70,70 | 0,36 | 0,00 | 1 | 0,00 |
| Parete 16 | 1,05 | BORGA ITALIA HD 420 | 1 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 4,15 | 27,08 | 23,72 | 1 | 23,72 |
| Parete 20 | 3,00 | BORGA ITALIA HD 420 | 1 | Dinamica SLV 5 ex- ey- | Istantanea | 44,83 | 84,17 | 5,64 | 1 | 5,64 |
| Parete 25 | 3,00 | BORGA ITALIA HD 420 | 1 | Dinamica SLV 8 ex- ey- | Istantanea | 41,78 | 73,60 | 3,64 | 1 | 3,64 |
| Parete 29 | 0,84 | BORGA ITALIA HD 420 | 1 | SLU orizzontale 5 | Istantanea | 35,85 | 0,08 | 0,00 | 1 | 0,00 |
| Parete 30 | 5,96 | BORGA ITALIA HD 420 | 1 | SLU orizzontale 5 | Istantanea | 89,37 | 4,36 | 0,00 | 1 | 0,00 |
| Parete 31 | 3,04 | BORGA ITALIA HD 420 | 1 | SLU orizzontale 5 | Istantanea | 107,50 | 0,46 | 0,00 | 1 | 0,00 |
| Parete 32 | 1,15 | BORGA ITALIA HD 1 | 2 | Dinamica SLV 4 ex- ey- | Istantanea | 5,36 | 76,07 | 31,86 | 1 | 31,86 |
| Parete 35 | 1,27 | BORGA ITALIA HD 1 | 2 | Dinamica SLV 4 ex- ey- | Istantanea | 9,07 | 90,03 | 33,04 | 1 | 33,04 |
| Parete 36 | 1,04 | BORGA ITALIA HD 1 | 2 | Dinamica SLV 4 ex- ey- | Istantanea | 4,97 | 65,12 | 29,95 | 1 | 29,95 |
| Parete 37 | 1,44 | BORGA ITALIA HD 420 | 1 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 5,77 | 47,86 | 30,35 | 1 | 30,35 |
| Parete 38 | 4,23 | BORGA ITALIA HD 420 | 1 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 16,42 | 196,84 | 38,32 | 1 | 38,32 |
| Parete 39 | 1,59 | BORGA ITALIA HD 1 | 2 | Dinamica SLV 4 ex- ey- | Istantanea | 10,27 | 126,38 | 37,29 | 1 | 37,29 |
| Parete 41 | 4,61 | BORGA ITALIA HD 420 | 1 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 41,44 | 116,67 | 4,59 | 1 | 4,59 |
| Parete 42 | 4,05 | BORGA ITALIA HD 420 | 1 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 15,80 | 184,28 | 37,60 | 1 | 37,60 |
| Parete 43 | 1,44 | BORGA ITALIA HD 420 | 1 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 5,77 | 47,21 | 29,90 | 1 | 29,90 |
| Parete 44 | 1,50 | BORGA ITALIA HD 420 | 1 | Dinamica SLV 5 ex- ey- | Istantanea | 23,40 | 33,88 | 10,88 | 1 | 10,88 |
| Parete 45 | 4,84 | BORGA ITALIA HD 420 | 1 | Dinamica SLV 5 ex- ey- | Istantanea | 54,70 | 160,98 | 5,91 | 1 | 5,91 |
| Parete 46 | 4,23 | BORGA ITALIA HD | 1 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 16,42 | 199,54 | 38,96 | 1 | 38,96 |

| | | | | | | | | | | |
|-----------|------|---------------------|---|------------------------|------------|-------|--------|-------|---|-------|
| | | 420 | | | | | | | | |
| Parete 49 | 1,14 | BORGA ITALIA HD 420 | 1 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 13,04 | 16,33 | 7,81 | 1 | 7,81 |
| Parete 50 | 2,06 | BORGA ITALIA HD 420 | 1 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 37,58 | 41,65 | 1,43 | 1 | 1,43 |
| Parete 52 | 4,68 | BORGA ITALIA HD 420 | 1 | Dinamica SLV 5 ex- ey- | Istantanea | 57,50 | 153,25 | 3,99 | 1 | 3,99 |
| Parete 53 | 1,41 | BORGA ITALIA HD 420 | 1 | Dinamica SLV 5 ex- ey- | Istantanea | 22,02 | 30,47 | 10,60 | 1 | 10,60 |

Resistenza chiodatura

Il valore di progetto della capacità portante della chiodatura è dato dalla seguente espressione

$$R_{c,d} = \frac{k_{mod} \cdot R_{c,k,dens}}{\gamma_M}$$

in cui:

$R_{c,k,dens}$ è la resistenza caratteristica della chiodatura corretta, per una densità del materiale utilizzato inferiore a 350 kg/m³, secondo la formula $R_{c,k,dens} = R_{c,k} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^2$;

k_{mod} è il coefficiente di correzione che tiene conto degli effetti della durata del carico e dell'umidità;

γ_M è il coefficiente parziale di sicurezza relativo alle connessioni.

Resistenza acciaio

La resistenza a trazione di progetto dell'hold down può essere valutata secondo la formula

$$R_{s,d} = \frac{R_{s,k}}{\gamma_{M2}}$$

in cui:

$R_{s,k}$ è il valore caratteristico della resistenza dell'hold down;

γ_{M2} è il coefficiente di sicurezza parziale della resistenza delle sezioni tese.

Resistenza ancoranti per calcestruzzo

La resistenza a trazione degli ancoranti per c.a. viene valutata secondo la seguente formula

$$R_{p,d} = \frac{R_{p,k}}{\gamma}$$

essendo:

$R_{p,k}$ la resistenza caratteristica a trazione degli ancoranti per c.a.;

γ è il coefficiente di sicurezza.

Le verifiche sono riassunte nella seguente tabella nella quale si riportano i valori caratteristici delle resistenze associate alla rottura delle diverse componenti nonché il valore minore tra tutti quelli di progetto.

- Nome: Nome della connessione nella quale è utilizzato l'hold-down
- Comb.: Combinazione di carico più gravosa per l'hold down considerato
- $T_{a,d}$: Valore di progetto della sollecitazione agente sull'hold-down
- $T_{p,d}$: Valore di progetto della sollecitazione agente sugli ancoranti per c.a.
- k_{mod} : Coefficiente di correzione che tiene conto degli effetti della durata del carico e dell'umidità
- $k_{R,deg}$: Coefficiente di degrado della resistenza per effetto delle sollecitazioni cicliche
- γ_M : Coefficiente parziale di sicurezza relativo al materiale, dipendente dal tipo di verifica
- $R_{a,d}$: Valore di progetto della resistenza dell'hold-down, assunto pari al minore tra i valori relativi alle resistenze di progetto di tutti i meccanismi di rottura ad esso associati
- $R_{p,d}$: Valore di progetto della resistenza degli ancoranti per c.a.

$$T_{a,d} \leq R_{a,d} = \min(R_{c,d}; R_{s,d})$$

$$T_{p,d} \leq R_{p,d}$$

| Nome parete | Nome connessione | Comb. | Classe servizio | $T_{a,d}$ [kN] | $R_{c,k,dens}$ [kN] | $R_{s,k}$ [kN] | k_{mod} | $k_{R,deg}$ | γ_M | γ_{M2} | $R_{a,d}$ [kN] | $T_{p,d}$ [kN] | $R_{p,k}$ [kN] | γ | $R_{p,d}$ [kN] | Modo rottura | Verifica |
|-------------|---------------------|-----------------------|-----------------|----------------|---------------------|----------------|-----------|-------------|------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------------|----------|
| Parete 5 | BORGA ITALIA HD 420 | Dinamica SLV 4 ex-ey+ | 2 | 23,72 | 51,01 | 57,105 | 1,1 | 1 | 1,4 | 1,25 | 40,08 | 23,72 | 72,13 | 1,5 | 48,09 | Trazione: chiodatura | 59% |
| Parete 8 | BORGA ITALIA HD 420 | SLU orizzontale 5 | 1 | 0,00 | 51,01 | 57,105 | 1,1 | 1 | 1,4 | 1,25 | - | 0,00 | 72,13 | 1,5 | - | - | 0% |
| Parete 16 | BORGA ITALIA HD 420 | Dinamica SLV 4 ex-ey+ | 2 | 23,72 | 51,01 | 57,105 | 1,1 | 1 | 1,4 | 1,25 | 40,08 | 23,72 | 72,13 | 1,5 | 48,09 | Trazione: chiodatura | 59% |
| Parete 20 | BORGA ITALIA HD 420 | Dinamica SLV 5 ex-ey- | 1 | 5,64 | 51,01 | 57,105 | 1,1 | 1 | 1,4 | 1,25 | 40,08 | 5,64 | 72,13 | 1,5 | 48,09 | Trazione: chiodatura | 14% |
| Parete 25 | BORGA ITALIA HD 420 | Dinamica SLV 8 ex+ey- | 1 | 3,64 | 51,01 | 57,105 | 1,1 | 1 | 1,4 | 1,25 | 40,08 | 3,64 | 72,13 | 1,5 | 48,09 | Trazione: chiodatura | 9% |
| Parete 29 | BORGA ITALIA HD 420 | SLU orizzontale 5 | 1 | 0,00 | 51,01 | 57,105 | 1,1 | 1 | 1,4 | 1,25 | - | 0,00 | 72,13 | 1,5 | - | - | 0% |
| Parete 30 | BORGA ITALIA HD 420 | SLU orizzontale 5 | 2 | 0,00 | 51,01 | 57,105 | 1,1 | 1 | 1,4 | 1,25 | - | 0,00 | 72,13 | 1,5 | - | - | 0% |
| Parete 31 | BORGA ITALIA HD 420 | SLU orizzontale 5 | 1 | 0,00 | 51,01 | 57,105 | 1,1 | 1 | 1,4 | 1,25 | - | 0,00 | 72,13 | 1,5 | - | - | 0% |
| Parete 32 | BORGA ITALIA HD 1 | Dinamica SLV 4 ex-ey- | 2 | 31,86 | 51,01 | 57,105 | 1,1 | 1 | 1,4 | 1,25 | 40,08 | 31,86 | 72,13 | 1,5 | 48,09 | Trazione: chiodatura | 79% |
| Parete 35 | BORGA ITALIA HD 1 | Dinamica SLV 4 ex-ey- | 2 | 33,04 | 51,01 | 57,105 | 1,1 | 1 | 1,4 | 1,25 | 40,08 | 33,04 | 72,13 | 1,5 | 48,09 | Trazione: chiodatura | 82% |
| Parete 36 | BORGA ITALIA HD 1 | Dinamica SLV 4 ex-ey- | 2 | 29,95 | 51,01 | 57,105 | 1,1 | 1 | 1,4 | 1,25 | 40,08 | 29,95 | 72,13 | 1,5 | 48,09 | Trazione: chiodatura | 75% |
| Parete 37 | BORGA ITALIA HD 420 | Dinamica SLV 4 ex-ey+ | 1 | 30,35 | 51,01 | 57,105 | 1,1 | 1 | 1,4 | 1,25 | 40,08 | 30,35 | 72,13 | 1,5 | 48,09 | Trazione: chiodatura | 76% |
| Parete 38 | BORGA ITALIA HD 420 | Dinamica SLV 4 ex-ey+ | 1 | 38,32 | 51,01 | 57,105 | 1,1 | 1 | 1,4 | 1,25 | 40,08 | 38,32 | 72,13 | 1,5 | 48,09 | Trazione: chiodatura | 96% |
| Parete 39 | BORGA | Dinamica | 2 | 37,29 | 51,01 | 57,105 | 1,1 | 1 | 1,4 | 1,25 | 40,08 | 37,29 | 72,13 | 1,5 | 48,09 | Trazione: chiodatura | 93% |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|---------------------------|--------------------------|---|-------|-------|--------|-----|---|-----|------|-------|-------|-------|-----|-------|-------------------------|-----|
| | ITALIA HD 1 | SLV 4 ex-ey- | | | | | | | | | | | | | | chiodatura | |
| Parete 41 | BORGA ITALIA HD 420 | Dinamica SLV 8 ex+ey- | 2 | 4,59 | 51,01 | 57,105 | 1,1 | 1 | 1,4 | 1,25 | 40,08 | 4,59 | 72,13 | 1,5 | 48,09 | Trazione: chiodatura | 11% |
| Parete 42 | BORGA ITALIA HD 420 | Dinamica SLV 4 ex-ey+ | 2 | 37,60 | 51,01 | 57,105 | 1,1 | 1 | 1,4 | 1,25 | 40,08 | 37,60 | 72,13 | 1,5 | 48,09 | Trazione: chiodatura | 94% |
| Parete 43 | BORGA ITALIA HD 420 | Dinamica SLV 4 ex-ey+ | 1 | 29,90 | 51,01 | 57,105 | 1,1 | 1 | 1,4 | 1,25 | 40,08 | 29,90 | 72,13 | 1,5 | 48,09 | Trazione: chiodatura | 75% |
| Parete 44 | BORGA ITALIA HD 420 | Dinamica SLV 5 ex-ey- | 2 | 10,88 | 51,01 | 57,105 | 1,1 | 1 | 1,4 | 1,25 | 40,08 | 10,88 | 72,13 | 1,5 | 48,09 | Trazione: chiodatura | 27% |
| Parete 45 | BORGA ITALIA HD 420 | Dinamica SLV 5 ex-ey- | 2 | 5,91 | 51,01 | 57,105 | 1,1 | 1 | 1,4 | 1,25 | 40,08 | 5,91 | 72,13 | 1,5 | 48,09 | Trazione: chiodatura | 15% |
| Parete 46 | BORGA ITALIA HD 420 | Dinamica SLV 4 ex-ey+ | 1 | 38,96 | 51,01 | 57,105 | 1,1 | 1 | 1,4 | 1,25 | 40,08 | 38,96 | 72,13 | 1,5 | 48,09 | Trazione: chiodatura | 97% |
| Parete 49 | BORGA ITALIA HD 420 | Dinamica SLV 8 ex+ey- | 2 | 7,81 | 51,01 | 57,105 | 1,1 | 1 | 1,4 | 1,25 | 40,08 | 7,81 | 72,13 | 1,5 | 48,09 | Trazione: chiodatura | 19% |
| Parete 50 | BORGA ITALIA HD 420 | Dinamica SLV 4 ex+ey- | 1 | 1,43 | 51,01 | 57,105 | 1,1 | 1 | 1,4 | 1,25 | 40,08 | 1,43 | 72,13 | 1,5 | 48,09 | Trazione: chiodatura | 4% |
| Parete 52 | BORGA ITALIA HD 420 | Dinamica SLV 5 ex-ey- | 2 | 3,99 | 51,01 | 57,105 | 1,1 | 1 | 1,4 | 1,25 | 40,08 | 3,99 | 72,13 | 1,5 | 48,09 | Trazione: chiodatura | 10% |
| Parete 53 | BORGA ITALIA HD 420 | Dinamica SLV 5 ex-ey- | 2 | 10,60 | 51,01 | 57,105 | 1,1 | 1 | 1,4 | 1,25 | 40,08 | 10,60 | 72,13 | 1,5 | 48,09 | Trazione: chiodatura | 26% |

Angolare legno-calcestruzzo

La resistenza di progetto R_d dell'angolare è stata determinata come il valore minimo tra le resistenze relative a due modi di rottura:

- rottura a taglio dell'angolare e/o del gruppo di connettori del collegamento lato legno;
- rottura a taglio degli ancoranti di collegamento lato calcestruzzo.

Sollecitazioni agenti

Le sollecitazioni taglianti agenti sul singolo angolare sono valutate dividendo il taglio V_2 per il numero degli angolari presenti nella parete (tenendo in conto dell'eventuale presenza di angolari su entrambi i lati dell'elemento strutturale).

$$V_a = \frac{V_2}{n_{anc}}$$

in cui:

V_2 è la sollecitazione tagliante di progetto agente sulla parete considerata;

n_{anc} è il numero di ancoraggi a taglio presenti nella parete.

La sollecitazione agente sugli ancoranti per c.a. di ogni angolare è pari a V_a .

| Nome parete | Lunghezza [m] | Nome connessione | Numero ancoraggi | Comb. | Dur. | V_2 [kN] | V_a [kN] |
|-------------|---------------|-----------------------|------------------|------------------------|------------|------------|------------|
| Parete 5 | 1,05 | BORGA ITALIA ANG FLA2 | 1 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 7,74 | 7,74 |
| Parete 8 | 2,07 | BORGA ITALIA ANG FLA1 | 1 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 11,99 | 11,99 |
| Parete 16 | 1,05 | BORGA ITALIA ANG FLA2 | 1 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 7,74 | 7,74 |
| Parete 20 | 3,00 | BORGA ITALIA ANG FLA1 | 1 | Dinamica SLV 5 ex- ey- | Istantanea | 24,05 | 24,05 |
| Parete 25 | 3,00 | BORGA ITALIA ANG FLA1 | 1 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 21,03 | 21,03 |
| Parete 29 | 0,84 | BORGA ITALIA ANG FLA3 | 1 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 2,48 | 2,48 |
| Parete 30 | 5,96 | BORGA ITALIA ANG FLA1 | 2 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 47,87 | 23,94 |
| Parete 31 | 3,04 | BORGA ITALIA ANG FLA1 | 1 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 15,11 | 15,11 |
| Parete 32 | 1,15 | BORGA ITALIA ANG FLA2 | 1 | Dinamica SLV 4 ex- ey- | Istantanea | 21,73 | 21,73 |
| Parete 35 | 1,27 | BORGA ITALIA ANG FLA5 | 1 | Dinamica SLV 4 ex- ey- | Istantanea | 25,72 | 25,72 |
| Parete 36 | 1,04 | BORGA ITALIA ANG FLA2 | 1 | Dinamica SLV 4 ex- ey- | Istantanea | 18,61 | 18,61 |
| Parete 37 | 1,44 | BORGA ITALIA ANG FLA5 | 1 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 13,67 | 13,67 |
| Parete 38 | 4,23 | BORGA ITALIA ANG FLA1 | 2 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 56,24 | 28,12 |
| Parete 39 | 1,59 | BORGA ITALIA ANG FLA4 | 1 | Dinamica SLV 4 ex- ey- | Istantanea | 36,11 | 36,11 |
| Parete 41 | 4,61 | BORGA ITALIA ANG FLA1 | 2 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 33,33 | 16,67 |
| Parete 42 | 4,05 | BORGA ITALIA ANG FLA1 | 2 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 52,65 | 26,33 |
| Parete 43 | 1,44 | BORGA ITALIA ANG FLA5 | 1 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 13,49 | 13,49 |
| Parete 44 | 1,50 | BORGA ITALIA ANG FLA4 | 1 | Dinamica SLV 5 ex- ey- | Istantanea | 9,68 | 9,68 |
| Parete 45 | 4,84 | BORGA ITALIA ANG FLA1 | 2 | Dinamica SLV 5 ex- ey- | Istantanea | 45,99 | 23,00 |
| Parete 46 | 4,23 | BORGA ITALIA ANG FLA1 | 2 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | Istantanea | 57,01 | 28,51 |
| Parete 49 | 1,14 | BORGA ITALIA ANG FLA2 | 1 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 4,67 | 4,67 |
| Parete 50 | 2,06 | BORGA ITALIA ANG FLA1 | 1 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | Istantanea | 11,90 | 11,90 |
| Parete 52 | 4,68 | BORGA ITALIA ANG FLA1 | 2 | Dinamica SLV 5 ex- ey- | Istantanea | 43,79 | 21,89 |
| Parete 53 | 1,41 | BORGA ITALIA ANG FLA5 | 1 | Dinamica SLV 5 ex- ey- | Istantanea | 8,70 | 8,70 |

Resistenza angolare

Il valore di progetto della capacità portante a taglio dell'angolare può essere valutato a partire dal valore caratteristico mediante la seguente espressione

$$R_{a,d} = \frac{k_{mod} \cdot R_{a,k,dens}}{\gamma_M}$$

in cui:

$R_{a,k,dens}$ è la resistenza caratteristica della chiodatura corretta, per una densità del materiale utilizzato inferiore a 350 kg/m³, secondo la formula $R_{a,k,dens} = R_{a,k} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^2$.

Resistenza ancoranti per calcestruzzo

Il valore di progetto della resistenza a taglio degli ancoranti per c.a. viene valutato secondo la seguente espressione

$$R_{p,d} = \frac{R_{p,k}}{\gamma}$$

in cui:

$R_{p,k}$ è il valore caratteristico della resistenza a taglio degli ancoranti per c.a.;

γ è il coefficiente di sicurezza.

Le verifiche sono riassunte nella seguente tabella in cui si riportano i valori caratteristici delle resistenze associate alla rottura delle diverse componenti con i rispettivi valori di progetto. La verifica viene effettuata confrontando la forza agente con il minore tra essi.

Nome: Nome della connessione nella quale è utilizzato l'angolare

Comb.: Combinazione di carico più gravosa per l'angolare considerato

$V_{a,d}$: Valore di progetto della sollecitazione agente sull'angolare e sugli ancoranti per c.a.

k_{mod} : Coefficiente di correzione che tiene conto degli effetti della durata del carico e dell'umidità

$k_{R,deg}$: Coefficiente di degrado della resistenza per effetto delle sollecitazioni cicliche

γ_M : Coefficiente parziale di sicurezza relativo al materiale, dipendente dal tipo di verifica

$R_{a,d}$: Valore di progetto della resistenza dell'angolare

$R_{p,d}$: Valore di progetto della resistenza degli ancoranti per c.a.

$$V_{a,d} \leq R_{a,d}$$

$$V_{a,d} \leq R_{p,d}$$

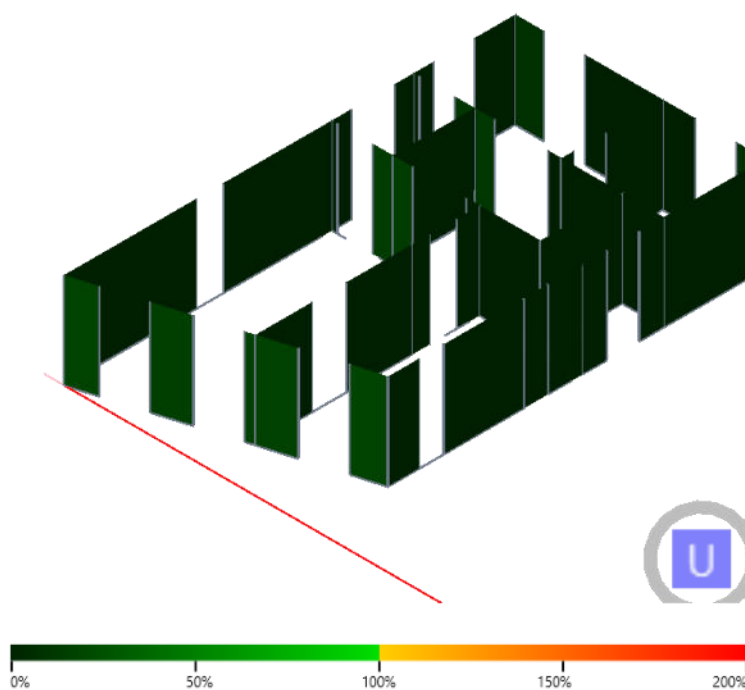
| Nome parete | Nome connessione | Comb. | Classe servizio | $V_{a,d}$ [kN] | $R_{a,k,dens}$ [kN] | k_{mod} | $k_{R,deg}$ | γ_M | $R_{a,d}$ [kN] | $R_{p,k}$ [kN] | γ | $R_{p,d}$ [kN] | Modo rottura | Verifica |
|-------------|-----------------------|------------------------|-----------------|----------------|---------------------|-----------|-------------|------------|----------------|----------------|----------|----------------|--------------------|----------|
| Parete 5 | BORGA ITALIA ANG FLA2 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 2 | 7,74 | 61,20 | 1,1 | 1 | 1,4 | 48,09 | 67,1 | 1,25 | 53,68 | Taglio: ancoraggio | 16% |
| Parete 8 | BORGA ITALIA ANG FLA1 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 1 | 11,99 | 61,20 | 1,1 | 1 | 1,4 | 48,09 | 67,1 | 1,25 | 53,68 | Taglio: ancoraggio | 25% |
| Parete 16 | BORGA ITALIA ANG FLA2 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 2 | 7,74 | 61,20 | 1,1 | 1 | 1,4 | 48,09 | 67,1 | 1,25 | 53,68 | Taglio: ancoraggio | 16% |
| Parete 20 | BORGA ITALIA ANG FLA1 | Dinamica SLV 5 ex- ey- | 1 | 24,05 | 61,20 | 1,1 | 1 | 1,4 | 48,09 | 67,1 | 1,25 | 53,68 | Taglio: ancoraggio | 50% |
| Parete 25 | BORGA ITALIA | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 1 | 21,03 | 61,20 | 1,1 | 1 | 1,4 | 48,09 | 67,1 | 1,25 | 53,68 | Taglio: | 44% |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------------------------|------------------------|---|-------|-------|-----|---|-----|-------|------|------|-------|-----------------------|-----|
| | ANG FLA1 | | | | | | | | | | | | ancoraggio | |
| Parete 29 | BORGA ITALIA ANG FLA3 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 1 | 2,48 | 61,20 | 1,1 | 1 | 1,4 | 48,09 | 67,1 | 1,25 | 53,68 | Taglio: ancoraggio | 5% |
| Parete 30 | BORGA ITALIA ANG FLA1 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 2 | 23,94 | 61,20 | 1,1 | 1 | 1,4 | 48,09 | 67,1 | 1,25 | 53,68 | Taglio: ancoraggio | 50% |
| Parete 31 | BORGA ITALIA ANG FLA1 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 1 | 15,11 | 61,20 | 1,1 | 1 | 1,4 | 48,09 | 67,1 | 1,25 | 53,68 | Taglio: ancoraggio | 31% |
| Parete 32 | BORGA ITALIA ANG FLA2 | Dinamica SLV 4 ex- ey- | 2 | 21,73 | 61,20 | 1,1 | 1 | 1,4 | 48,09 | 67,1 | 1,25 | 53,68 | Taglio: ancoraggio | 45% |
| Parete 35 | BORGA ITALIA ANG FLA5 | Dinamica SLV 4 ex- ey- | 2 | 25,72 | 61,20 | 1,1 | 1 | 1,4 | 48,09 | 67,1 | 1,25 | 53,68 | Taglio: ancoraggio | 53% |
| Parete 36 | BORGA ITALIA ANG FLA2 | Dinamica SLV 4 ex- ey- | 2 | 18,61 | 61,20 | 1,1 | 1 | 1,4 | 48,09 | 67,1 | 1,25 | 53,68 | Taglio: ancoraggio | 39% |
| Parete 37 | BORGA ITALIA ANG FLA5 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 1 | 13,67 | 61,20 | 1,1 | 1 | 1,4 | 48,09 | 67,1 | 1,25 | 53,68 | Taglio: ancoraggio | 28% |
| Parete 38 | BORGA ITALIA ANG FLA1 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 1 | 28,12 | 61,20 | 1,1 | 1 | 1,4 | 48,09 | 67,1 | 1,25 | 53,68 | Taglio: ancoraggio | 58% |
| Parete 39 | BORGA ITALIA ANG FLA4 | Dinamica SLV 4 ex- ey- | 2 | 36,11 | 61,20 | 1,1 | 1 | 1,4 | 48,09 | 67,1 | 1,25 | 53,68 | Taglio: ancoraggio | 75% |
| Parete 41 | BORGA ITALIA ANG FLA1 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 2 | 16,67 | 61,20 | 1,1 | 1 | 1,4 | 48,09 | 67,1 | 1,25 | 53,68 | Taglio: ancoraggio | 35% |
| Parete 42 | BORGA ITALIA ANG FLA1 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 2 | 26,33 | 61,20 | 1,1 | 1 | 1,4 | 48,09 | 67,1 | 1,25 | 53,68 | Taglio: ancoraggio | 55% |
| Parete 43 | BORGA ITALIA ANG FLA5 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 1 | 13,49 | 61,20 | 1,1 | 1 | 1,4 | 48,09 | 67,1 | 1,25 | 53,68 | Taglio: ancoraggio | 28% |
| Parete 44 | BORGA ITALIA ANG FLA4 | Dinamica SLV 5 ex- ey- | 2 | 9,68 | 61,20 | 1,1 | 1 | 1,4 | 48,09 | 67,1 | 1,25 | 53,68 | Taglio: ancoraggio | 20% |
| Parete 45 | BORGA ITALIA ANG FLA1 | Dinamica SLV 5 ex- ey- | 2 | 23,00 | 61,20 | 1,1 | 1 | 1,4 | 48,09 | 67,1 | 1,25 | 53,68 | Taglio: ancoraggio | 48% |
| Parete 46 | BORGA ITALIA ANG FLA1 | Dinamica SLV 4 ex- ey+ | 1 | 28,51 | 61,20 | 1,1 | 1 | 1,4 | 48,09 | 67,1 | 1,25 | 53,68 | Taglio: ancoraggio | 59% |
| Parete 49 | BORGA ITALIA ANG FLA2 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 2 | 4,67 | 61,20 | 1,1 | 1 | 1,4 | 48,09 | 67,1 | 1,25 | 53,68 | Taglio: ancoraggio | 10% |
| Parete 50 | BORGA ITALIA ANG FLA1 | Dinamica SLV 8 ex+ ey- | 1 | 11,90 | 61,20 | 1,1 | 1 | 1,4 | 48,09 | 67,1 | 1,25 | 53,68 | Taglio: ancoraggio | 25% |
| Parete 52 | BORGA ITALIA ANG FLA1 | Dinamica SLV 5 ex- ey- | 2 | 21,89 | 61,20 | 1,1 | 1 | 1,4 | 48,09 | 67,1 | 1,25 | 53,68 | Taglio: ancoraggio | 46% |
| Parete 53 | BORGA ITALIA ANG FLA5 | Dinamica SLV 5 ex- ey- | 2 | 8,70 | 61,20 | 1,1 | 1 | 1,4 | 48,09 | 67,1 | 1,25 | 53,68 | Taglio: ancoraggio | 18% |

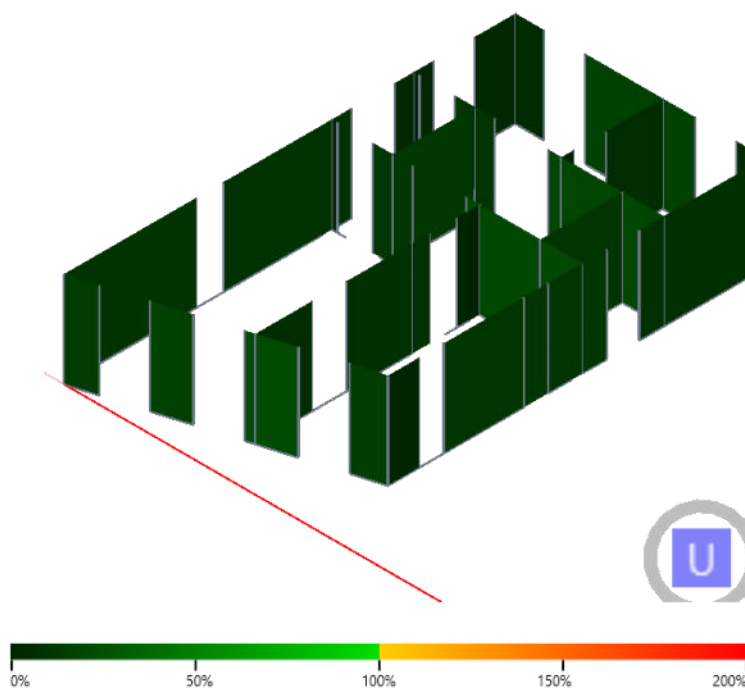
Percentuale di sfruttamento connessioni

Stato Limite Ultimo (SLU)

Verifiche ancoraggi a trazione

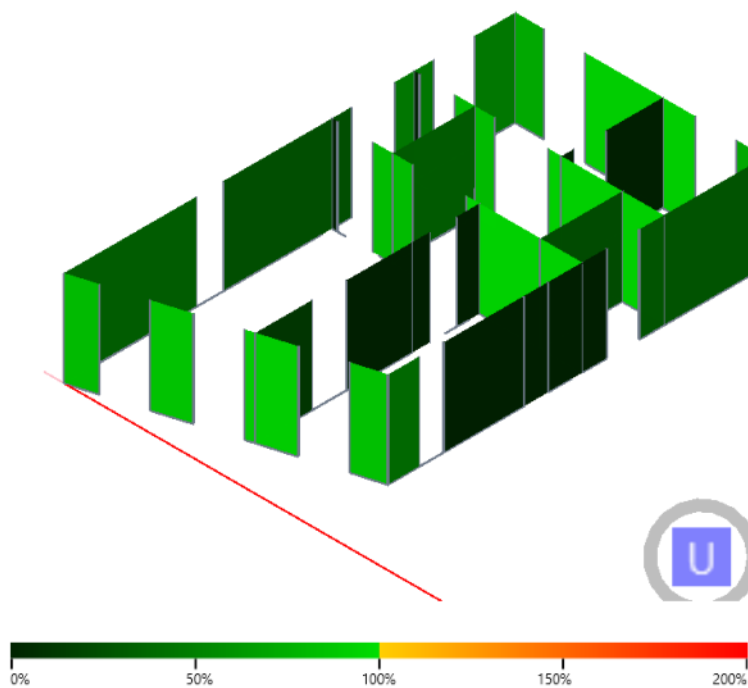


Verifiche ancoraggi a taglio

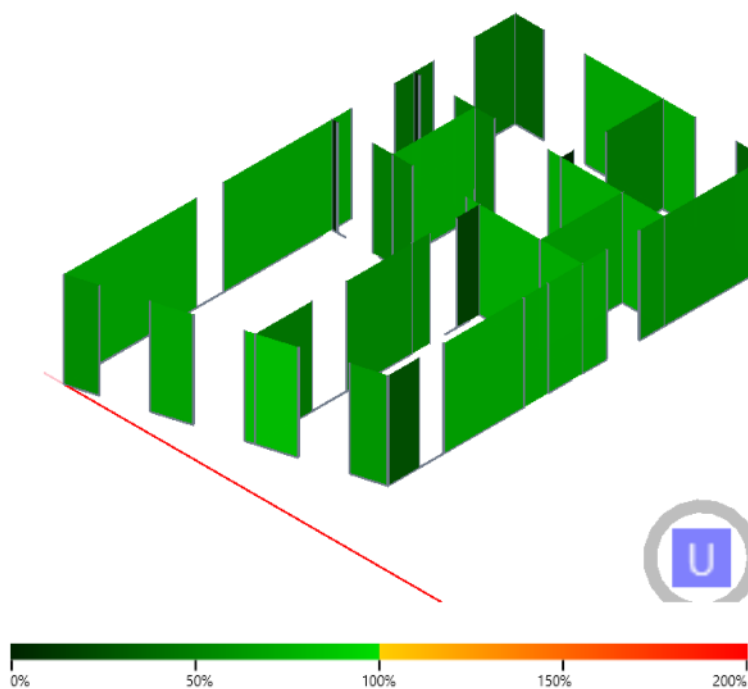


Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV dinamica)

Verifiche ancoraggi a trazione



Verifiche ancoraggi a taglio



Verifiche sismiche agli stati limite di danno

Si verifica che l'azione sismica di progetto non produca agli elementi costruttivi senza funzione strutturale danni tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali, qualora la temporanea inagibilità sia dovuta a spostamenti eccessivi interpiano, questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLD siano inferiori ai limiti indicati nel seguito

$$q \cdot d_r < d_{r,lim} = 0,005 h$$

dove:

q è il fattore di comportamento allo SLD che vale 1,50;

d_r è lo spostamento interpiano, ovvero la differenza tra gli spostamenti al solaio superiore ed inferiore, ottenuto dall'analisi lineare;

h è l'altezza del piano.

A seguire si riportano, in forma tabellare, le verifiche sismiche allo stato limite di danno.

Parete: Nome indicativo della parete considerata

h : Altezza di interpiano

Comb.: Combinazione di carico più gravosa per la verifica in esame

d_r : Spostamento relativo calcolato

$d_{r,lim}$: Spostamento relativo limite

Nella tabella si riportano le verifiche sismiche allo stato limite di esercizio in riferimento all'Analisi Dinamica Lineare.

| Parete | h [m] | Comb. | d_r [mm] | d_{lim} [mm] | Verifica |
|-----------|------------|------------------------|---------------|-------------------|----------|
| Parete 5 | 3,50 | Dinamica SLD 4 ex- ey+ | 1,28 | 17,50 | 11% |
| Parete 8 | 3,50 | Dinamica SLD 5 ex+ ey- | 0,64 | 17,50 | 5% |
| Parete 16 | 3,50 | Dinamica SLD 4 ex- ey+ | 1,28 | 17,50 | 11% |
| Parete 20 | 3,50 | Dinamica SLD 8 ex- ey- | 0,73 | 17,50 | 6% |
| Parete 25 | 3,50 | Dinamica SLD 5 ex+ ey- | 0,65 | 17,50 | 6% |
| Parete 29 | 3,50 | Dinamica SLD 5 ex+ ey- | 0,64 | 17,50 | 5% |
| Parete 30 | 3,50 | Dinamica SLD 5 ex+ ey- | 0,68 | 17,50 | 6% |
| Parete 31 | 3,50 | Dinamica SLD 5 ex+ ey- | 0,64 | 17,50 | 5% |
| Parete 32 | 3,50 | Dinamica SLD 1 ex- ey- | 1,76 | 17,50 | 15% |
| Parete 35 | 3,50 | Dinamica SLD 1 ex- ey- | 1,76 | 17,50 | 15% |
| Parete 36 | 3,50 | Dinamica SLD 1 ex- ey- | 1,76 | 17,50 | 15% |
| Parete 37 | 3,50 | Dinamica SLD 4 ex- ey+ | 1,29 | 17,50 | 11% |
| Parete 38 | 3,50 | Dinamica SLD 4 ex- ey+ | 1,28 | 17,50 | 11% |
| Parete 39 | 3,50 | Dinamica SLD 1 ex- ey- | 1,76 | 17,50 | 15% |
| Parete 41 | 3,50 | Dinamica SLD 5 ex+ ey- | 0,68 | 17,50 | 6% |
| Parete 42 | 3,50 | Dinamica SLD 4 ex- ey+ | 1,28 | 17,50 | 11% |

| | | | | | |
|-----------|------|------------------------|------|-------|-----|
| Parete 43 | 3,50 | Dinamica SLD 4 ex- ey+ | 1,28 | 17,50 | 11% |
| Parete 44 | 3,50 | Dinamica SLD 8 ex- ey- | 0,87 | 17,50 | 7% |
| Parete 45 | 3,50 | Dinamica SLD 8 ex- ey- | 0,87 | 17,50 | 7% |
| Parete 46 | 3,50 | Dinamica SLD 4 ex- ey+ | 1,29 | 17,50 | 11% |
| Parete 49 | 3,50 | Dinamica SLD 5 ex+ ey- | 0,68 | 17,50 | 6% |
| Parete 50 | 3,50 | Dinamica SLD 5 ex+ ey- | 0,64 | 17,50 | 5% |
| Parete 52 | 3,50 | Dinamica SLD 8 ex- ey- | 0,87 | 17,50 | 7% |
| Parete 53 | 3,50 | Dinamica SLD 8 ex- ey- | 0,87 | 17,50 | 7% |

Si riportano di seguito le percentuali di sfruttamento delle pareti.

