



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



MINISTERO
DELL'INTERNO



COMUNE
DI PADOVA

PNRR - PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA
MISSIONE 5 COMPONENTE 2
INVESTIMENTO/SUBINVESTIMENTO 2.1 "RIGENERAZIONE URBANA"



SCUOLA PRIMARIA
LOMBARDO RADICE VIA CIAMICIAN
COSTRUZIONE NUOVA AULA POLIVALENTE
CUP H91B21001630001

PROGETTO ESECUTIVO
IMPORTO COMPLESSIVO: € 550.000,00

CODICE OPERA LLPP EDP 2021/090		DATA OTTOBRE 2022
DESCRIZIONE ELABORATO RELAZIONE DI CALCOLO		NUMERO
IL PROGETTISTA STRUTTURALE Ing. Mario Fiscon	IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Geom. Renato Gallo	IL CAPO SETTORE

INDICE

1.	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	1
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
3.	METODO DI CALCOLO E CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI ...	3
3.1.	Caratteristiche meccaniche dei materiali delle nuove strutture	4
3.2.	Caratteristiche meccaniche del terreno	7
4.	ANALISI DEI CARICHI	8
5.	MODELLAZIONE FEM	10
5.1.	Dati di input.....	11
5.2.	Dati di output.....	20
6.	STRUTTURE DI ELEVAZIONE ORIZZONTALE.....	22
6.1.	Solaio a struttura lignea	22
6.2.	Solaio a lastre tralicciate	27
6.3.	Travi in c.a.	28
7.	STRUTTURE DI ELEVAZIONE VERTICALE.....	38
8.	STRUTTURE DI FONDAZIONE IN C.A.	39
9.	RESISTENZA AL FUOCO.....	40
9.1.	Travi in c.a.	40
9.2.	Pilastri in c.a.....	40
9.3.	Strutture in c.a. prefabbricate	47
9.4.	Travi in legno	47

1. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

La presente Relazione riguarda la nuova costruzione di una sala polivalente indipendente a servizio della Scuola Primaria Statale Giuseppe Lombardo Radice, sita in via G. Ciamician, 49 nel Comune di Padova.



ubicazione della nuova costruzione a servizio della struttura scolastica esistente - Google Maps

La costruzione in esame, ad un piano fuori terra, è costituita da strutture di elevazione verticale in pilastri in c.a. e da strutture di elevazione orizzontale in travi in c.a.; il solaio di copertura della Sala viene realizzato in struttura lignea, con travi principali sagomate in legno lamellare e listelli di spessore 10cm tra le travi principali; il solaio di copertura del ripostiglio, invece, viene previsto a lastre tralicciate tipo Predalle di altezza $H = 5+20+5 = 30\text{cm}$.

Le strutture di fondazione sono di tipo superficiale a platea di spessore 40cm, in relazione ai carichi previsti e a quanto riportato nella Relazione Geologico-geotecnica in atti.

Trattasi di una costruzione con livelli di prestazione ordinari e con vita nominale di progetto pari a 50 anni, il cui uso prevede affollamenti significativi: in relazione a quanto riportato al capitolo 2.4.2 del D.M. 17.01.2018, e quindi alle conseguenze di un eventuale collasso della struttura, si sceglie di fare riferimento ad una Classe d'Uso III.

Per maggior chiarezza e completezza si rimanda alle Tavole grafiche e agli altri documenti di progetto allegati.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 17.01.18

Norme Tecniche per le Costruzioni

Circolare 21 Gennaio 2019 n.7

Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni"

L. 05.11.1971 n. 1086:

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

Legge 02/02/74 n. 64, art. 1 - D.M. 11-03-88.

Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

3. METODO DI CALCOLO E CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Le verifiche delle strutture sono state eseguite secondo il metodo di calcolo semi-probabilistico agli Stati Limite, in accordo con l'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 17 Gennaio 2018 e la Circolare del 21 Gennaio 2019 n.7, con l'utilizzo dei programmi di calcolo BeamCAD 21.1 e SismiCAD 12.18 di Concrete s.r.l.

Descrizione del programma di calcolo SismiCAD 12.18

Si tratta di un programma di calcolo strutturale dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili.

Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto ed è sostanzialmente diviso in tre moduli: un pre processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore; il solutore agli elementi finiti; un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature, producendo i grafici ed i tabulati di output.

Descrizione del programma di calcolo BeamCAD 21.1

Il programma è dedicato al calcolo di alcune tipologie strutturali in c.a., acciaio o legno di più frequente impiego nel campo della progettazione edile.

Più precisamente, il programma consente di analizzare strutture piane i cui schemi statici siano riconducibili a quelli di trave continua in elevazione e in fondazione, telai parziali e travi su suolo elastico alla Winkler con costante di sottofondo diversa per compressione e trazione.

Per le travate continue in elevazione e per i telai parziali è ammessa l'inclinazione della linea d'asse. Per le travate continue in elevazione in c.a. e per i telai parziali ad estradosso costante in c.a. è ammessa la presenza di sezioni di altezza variabile linearmente.

Ai fini delle verifiche degli Stati Limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

- combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):
 $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \dots$
- combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:
 $G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Psi_{01} \cdot Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \dots$
- combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:
 $G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Psi_{11} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$
- combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:
 $G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$
- combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:
 $E + G_1 + G_2 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$

- combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto Ad:

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

Le verifiche agli stati limite devono essere eseguite per tutte le più gravose condizioni di carico che possono agire sulla struttura, valutando gli effetti delle combinazioni sopra definite.

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

Tabella 2.5.1 NTC2018 – Valori dei coefficienti di combinazione

3.1. Caratteristiche meccaniche dei materiali delle nuove strutture

Le caratteristiche dei materiali utilizzati per le strutture principali sono di seguito riportate.

Calcestruzzo per strutture di fondazione (XC2)

$$R_{ck} = 300 \text{ daN/cm}^2$$

$$f_{ck} = 250 \text{ daN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{c,limite}}{f_{ck}} = 0,45 \rightarrow \sigma_{c,limite} = 112,5 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

$$\frac{\sigma_{c,limite}}{f_{ck}} = 0,6 \rightarrow \sigma_{c,limite} = 150 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0,85 \cdot 250}{1,5} = 142 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

$$\alpha_{cc} = 0,85$$

$$\gamma_c = 1,5$$

valore caratteristico della resistenza cubica

valore caratteristico della resistenza cilindrica

in combinazione quasi permanente

in combinazione rara

resistenza di calcolo a compressione

coeff. riduttivo per le resistenze di lunga durata

fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo

Calcestruzzo per strutture di elevazione opportunamente protette (XC1):

$R_{ck} = 370 \text{ daN/cm}^2$

$f_{ck} = 300 \text{ daN/cm}^2$

$\frac{\sigma_{c,limite}}{f_{ck}} = 0,45 \rightarrow \sigma_{c,limite} = 135 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$

$\frac{\sigma_{c,limite}}{f_{ck}} = 0,6 \rightarrow \sigma_{c,limite} = 180 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$

$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0,85 \cdot 300}{1,5} = 170 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$

$\alpha_{cc} = 0,85$

$\gamma_c = 1,5$

valore caratteristico della resistenza cubica

valore caratteristico della resistenza cilindrica

in combinazione quasi permanente

in combinazione rara

resistenza di calcolo a compressione

coeff. riduttivo per le resistenze di lunga durata

fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo

Acciaio laminato in barre ad aderenza migliorata tipo B450C

$\gamma_s = 1,25$

$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{4500}{1,25} = 3600 \text{ daN/cm}^2$

fattore di sicurezza parziale per l'acciaio da c.a.

resistenza di calcolo dell'acciaio

Acciaio per strutture metalliche all'interno del fabbricato: S275 JR

$\gamma_{M0} = 1,05$

$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = 2619 \text{ daN/cm}^2$

$f_{vd} = \frac{f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 1512 \text{ daN/cm}^2$

fattore di sicurezza parziale per l'acciaio

resistenza di calcolo dell'acciaio

resistenza di calcolo a taglio dell'acciaio

PRESCRIZIONI ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE (EN 1090)

Classe di esecuzione

La classe di esecuzione seleziona e specifica il livello di qualità appropriato in relazione alla sicurezza che l'opera di costruzione in esame, o alcuni suoi particolari componenti strutturali, devono avere.

In riferimento al Prospetto B.3 della EN 1090-2 si definisce una **classe di esecuzione EXC3**.

Classe di importanza		CC1		CC2		CC3	
Categorie di servizio		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Categorie di produzione	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC3
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC4

Durabilità

La durabilità corrisponde alla previsione indicativa relativa all'efficacia del trattamento da prevedere contro la corrosione: nello specifico, è l'intervento di tempo che si rileva dalla messa in opera al primo importante intervento di manutenzione.

Si definiscono pertanto i seguenti parametri:

classe di corrosività dell'ambiente: C1
classe di durabilità: M (da 5 a 10 anni)

Grado di preparazione delle superfici

Il grado di preparazione delle superfici (P1, P2, P3), a seconda dei trattamenti superficiali previsti, dovrà essere concordato preventivamente con il progettista.

Tolleranze geometriche

Per le tolleranze geometriche "essenziali", relative a misure critiche per il funzionamento della struttura, fare riferimento a quanto riportato nell'Appendice D.1 della EN1090-2.

Giunti bullonati

Per i giunti bullonati previsti, con funzionamento a taglio, si utilizzano bulloni in classe 8.8 e si fa riferimento alla norma UNI EN15048-1:2007.

$\gamma_{M2} = 1,25$	fattore di sicurezza parziale per le unioni
$f_t = 8000 \text{ daN/cm}^2$	resistenza a rottura per trazione
$f_y = 6400 \text{ daN/cm}^2$	resistenza allo snervamento

Legno lamellare GL24h

Si considera un legno lamellare tipo GL24h, secondo la classificazione EN1194, in classe di servizio 1.

$\gamma_M = 1,5$	fattore di sicurezza parziale per azioni sismiche
$X_d = \frac{X_k \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$	valore caratteristico di una proprietà del materiale
$k_{mod} = 0,8$	coefficiente correttivo che tiene conto degli effetti della durata del carico e dell'umidità
$f_{m,k} = 240 \text{ daN/cm}^2$	resistenza caratteristica per flessione
$f_{t,0,k} = 192 \text{ daN/cm}^2$	resistenza caratteristica per trazione parallela alle fibre
$f_{v,k} = 35 \text{ daN/cm}^2$	resistenza caratteristica a taglio
$E = 115000 \text{ daN/cm}^2$	modulo di elasticità

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

3.2. Caratteristiche meccaniche del terreno

Per quanto riguarda la conoscenza del terreno, si fa riferimento alla Relazione Geotecnica in atti redatta dall'Ing. Mario Berlanda in atti relativa alla presente progettazione.

4. ANALISI DEI CARICHI

Azione della neve

Il carico provocato dalla neve sulla copertura viene valutato mediante la seguente espressione (D.M. 17.01.2018):

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

dove:

q_s è il carico neve sulla copertura

μ_i è il coefficiente di forma della copertura

q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m²]

C_E è il coefficiente di esposizione

C_t è il coefficiente termico

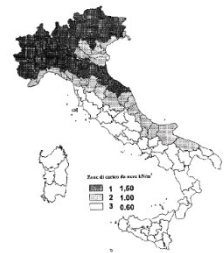
Valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo

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 fabbricato in esame è situato in zona II:

$$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/m}^2 = 100 \text{ daN/m}^2$$

per $a_s < 200\text{m}$



Coefficiente di forma

Secondo quanto riportato nella tabella 3.4.II della normativa vigente, si considera:

$$\mu_i = 0,8$$

Coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione viene utilizzato per modificare il valore del carico neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera.

Secondo quanto riportato nella tabella 3.4.I della normativa vigente, si considera:

$$C_E = 1,1$$

Coefficiente termico

Il coefficiente termico viene utilizzato per tener conto della eventuale riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione.

Si sceglie di utilizzare un coefficiente $C_t = 1,0$.

Il carico provocato dalla neve sulla copertura risulta pertanto:

$$q_s = 90 \text{ daN/m}^2$$

Analisi dei carichi di progetto solaio ligneo di copertura della Sala

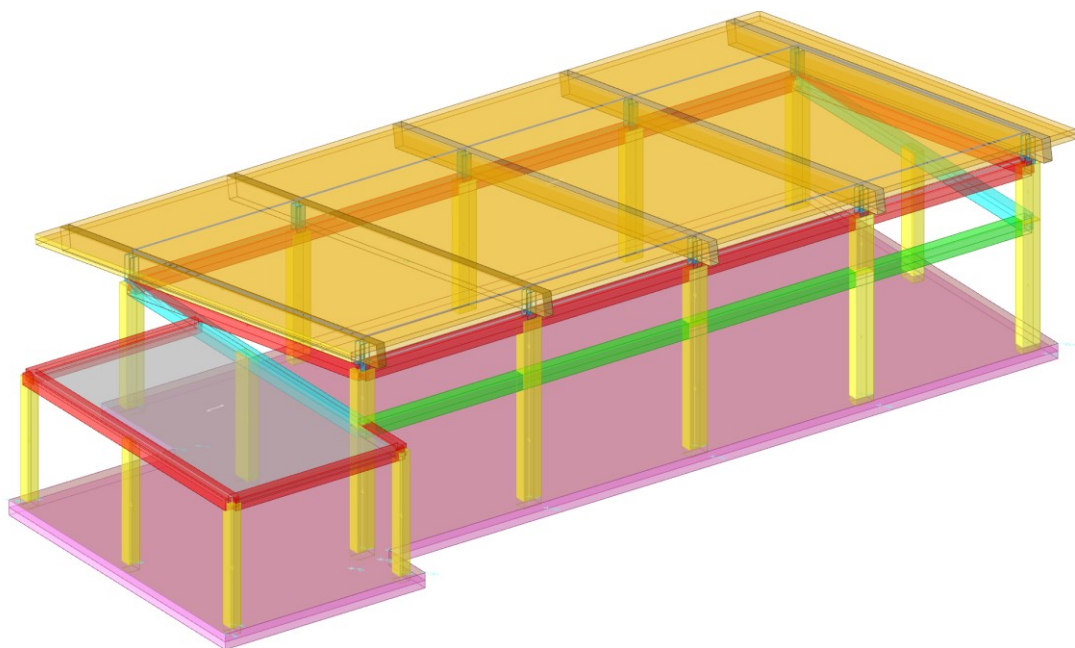
<i>manto di copertura in lamiera</i>	30	daN/mq
<i>isolamento lana di roccia 160mm</i>	15	daN/mq
<i>guaine</i>	5	daN/mq
<i>pannello in legno lamellare 100mm</i>	50	daN/mq
<i>eventuale controsoffitto</i>	20	daN/mq
<i>eventuale fotovoltaico</i>	20	daN/mq
	G1 =	140 daN/mq
Carichi permanenti non strutturali non compiutamente definiti	G2 =	0 daN/mq
Carichi variabili (neve)	Q =	90 daN/mq

Analisi dei carichi di progetto solaio piano di copertura del locale Ripostiglio

<i>Peso proprio solaio H=5+20+5</i>	400	daN/mq
<i>Massetti per pendenze e guaine</i>	150	daN/mq
<i>Eventuali macchinari</i>	300	daN/mq
	G1 =	850 daN/mq
Carichi permanenti non strutturali non compiutamente definiti	G2 =	0 daN/mq
Carichi variabili (neve)	Q =	90 daN/mq

5. MODELLAZIONE FEM

Per lo studio globale della nuova struttura viene realizzato un modello agli elementi finiti utilizzando il programma di calcolo SismiCAD 12.18.



modellazione FEM – SismiCAD 12.18

Come già riportato, trattasi di una costruzione con livelli di prestazione ordinari e con vita nominale di progetto pari a 50 anni, il cui uso prevede affollamenti significativi: in relazione a quanto riportato al capitolo 2.4.2 del D.M. 17.01.2018, e quindi alle conseguenze di un eventuale collasso della struttura, si fa riferimento ad una Classe d'Uso III.

Tipo di costruzione	2
Vita nominale	>50 anni
Classe d'uso	III
Vita di riferimento	75 anni

In base alle indagini geognostiche prese a riferimento per la presente progettazione, si è classificato il suolo di fondazione di categoria C, cui corrispondono i seguenti valori per i parametri necessari alla costruzione degli spettri di risposta orizzontale e verticale:

Stato limite	Pvr(%)	Tr(anni)	Ag/g	Fo	Tc*(s)
SLO	Default (81)	45	Default (0,0353)	Default (2,536)	Default (0,24)
SLD	Default (63)	75	Default (0,0424)	Default (2,533)	Default (0,28)
SLV	Default (10)	712	Default (0,0943)	Default (2,63)	Default (0,345)
SLC	Default (5)	1462	Default (0,1202)	Default (2,619)	Default (0,358)

tabella estratta da SismiCad 12.18

Si riporta di seguito un estratto degli input ed output del software di calcolo e si rimanda per maggior chiarezza e completezza agli altri documenti di progetto.

5.1. Dati di input

Preferenze di normativa

Analisi

Normativa

Tipo di costruzione

Vn

Classe d'uso

Vr

Tipo di analisi

Considera sisma Z

Località

Longitudine ED50

Categoria del suolo

addensati o terreni

Categoria topografica

con

Ss orizzontale SLO

Tb orizzontale SLO

Tc orizzontale SLO

Td orizzontale SLO

Ss orizzontale SLD

Tb orizzontale SLD

Tc orizzontale SLD

Td orizzontale SLD

Ss orizzontale SLV

Tb orizzontale SLV

Tc orizzontale SLV

Td orizzontale SLV

St

PVr SLO (%)

Tr SLO

Ag/g SLO

Fo SLO

Tc* SLO

PVr SLD (%)

Tr SLD

Ag/g SLD

Fo SLD

Tc* SLD

PVr SLV (%)

Tr SLV

Ag/g SLV

Fo SLV

Tc* SLV

Smorzamento viscoso (%)

Classe di duttilità

Rotazione del sisma

Quota dello '0' sismico

Regolarità in pianta

Regolarità in elevazione

Edificio C.A.

Tipologia C.A.

α_u/α_1 C.A.

Edificio esistente

Altezza costruzione

T1,x

T1,y

λ SLO,x

λ SLO,y

λ SLD,x

λ SLD,y

λ SLV,x

λ SLV,y

Limite spostamenti interpiano SLD

Fattore di comportamento per sisma SLD X

Fattore di comportamento per sisma SLD Y

Fattore di comportamento per sisma SLV X

Fattore di comportamento per sisma SLV Y

Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)

Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali)

Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, punta

Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale compressione

Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale trazione

Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, punta

Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale compressione

Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale trazione

Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, punta

Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale compressione

Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale trazione

Coefficiente di sicurezza portanza trasversale pali

Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate

Coefficiente di sicurezza per ribaltamento (plinti superficiali)

Esegui verifiche in combinazioni SLD per elementi esistenti

Verifiche C.A.

Normativa

γ_s (fattore di sicurezza parziale per l'acciaio)

γ_c (fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo)

D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari

50

III

75

Lineare dinamica

Solo se $A_g \geq 0.15$ g, conformemente a §3.2.3.1

Padova; Latitudine ED50 45,4046° (45° 24' 17'');

11,8826° (11° 52' 57''); Altitudine s.l.m. 16,03 m.

C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente

a grana fina mediamente consistenti

T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati

inclinazione media $i \leq 15^\circ$

1.5

0.134

[s]

0.403

[s]

1.741

[s]

1.5

0.149

[s]

0.448

[s]

1.77

[s]

1.5

0.172

[s]

0.515

[s]

1.977

[s]

1

81

45.16

0.0353

2.536

0.24

[s]

63

75.43

0.0424

2.533

0.28

[s]

10

711.84

0.0943

2.63

0.345

[s]

5

CD"B"

0

[deg]

0

[cm]

No

No

Si

Strutture a telaio $q_0=3.0 \cdot \alpha_u/\alpha_1$

Strutture a telaio di un piano $\alpha_u/\alpha_1=(1.0+1.1)/2$

No

543.3

[cm]

0.24495

[s]

0.21239

[s]

0.85

0.85

0.85

0.85

0.85

0.85

0.005

1.5

1.5

2.52

2.52

2.3

1.1

1.15

1.15

1.25

1.35

1.15

1.25

1.35

1.15

1.25

1.3

1.7

1.15

Si

D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

1.15

1.5

Limite σ /fck in combinazione rara	0.6	
Limite σ /fck in combinazione quasi permanente	0.45	
Limite σ /fyk in combinazione rara	0.8	
Coefficiente di riduzione della τ per cattiva aderenza	0.7	
Dimensione limite fessure w1 §4.1.2.2.4	0.02	[cm]
Dimensione limite fessure w2 §4.1.2.2.4	0.03	[cm]
Dimensione limite fessure w3 §4.1.2.2.4	0.04	[cm]
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q	Si	
Copriferro secondo EC2	No	
acc elementi nuovi nelle combinazioni sismiche	0.85	
acc elementi esistenti	0.85	

Verifiche legno

Normativa	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)	
yM combinazioni fondamentali massiccio	1.5	
yM combinazioni fondamentali lamellare	1.45	
yM combinazioni fondamentali unioni	1.5	
yM combinazioni eccezionali	1	
yM combinazioni esercizio	1	
Kmod durata istantaneo, classe 1	1.1	
Kmod durata istantaneo, classe 2	1.1	
Kmod durata istantaneo, classe 3	0.9	
Kmod durata breve, classe 1	0.9	
Kmod durata breve, classe 2	0.9	
Kmod durata breve, classe 3	0.7	
Kmod durata media, classe 1	0.8	
Kmod durata media, classe 2	0.8	
Kmod durata media, classe 3	0.65	
Kmod durata lunga, classe 1	0.7	
Kmod durata lunga, classe 2	0.7	
Kmod durata lunga, classe 3	0.55	
Kmod durata permanente, classe 1	0.6	
Kmod durata permanente, classe 2	0.6	
Kmod durata permanente, classe 3	0.5	
Kdef classe 1	0.6	
Kdef classe 2	0.8	
Kdef classe 3	2	

Verifiche acciaio

Normativa	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)	
ym0	1.05	
ym1	1.05	
ym2	1.25	
Coefficiente riduttivo per effetto vettoriale	0.7	
Calcolo coefficienti C1, C2, C3 per Mcr	automatico	
Coefficienti α , β per flessione deviata	unitari	
Verifica semplificata conservativa	si	
L/e0 iniziale per profili accoppiati compressi	500	
Metodo semplificato formula (4.2.82)	si	
Escludi §§ 6.2.6.7-6.2.6.8 EN 1993-1-8:2005 + AC:2009 in 7.5.4.3-7.5.4.5	si	
Applica Nota 1 del prospetto 6.2	si	
Riduzione fy per tubi tondi di classe 4	no	
Effettua la verifica secondo 6.2.8 con irrigidimenti superiori (piastra di base)	si	
Limite spostamento relativo interpiano e monopiano colonne	0.00333	
Limite spostamento relativo complessivo multipiano colonne	0.002	
Considera taglio resistente estremità sagomati	no	
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q	si	

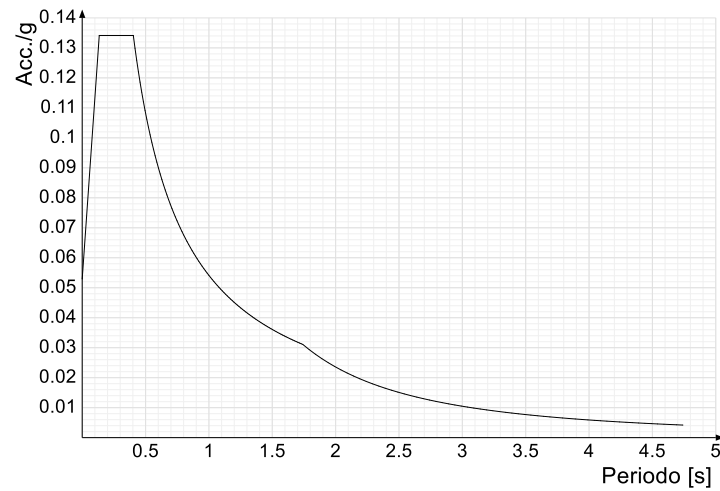
Preferenze FEM

Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	50	[cm]
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	50	[cm]
Dimensione massima ottimale suddivisioni archi finestre/porte (default)	50	[cm]
Tipo di mesh dei gusci (default)	Quadrilateri o triangoli	
Tipo di mesh imposta ai gusci	Specifico dell'elemento	
Metodo P-Delta	non utilizzato	
Analisi buckling	non utilizzata	
Rapporto spessore flessionale/membranale gusci muratura verticali	0.2	
Spessori membranale e flessionale pareti XLAM da sole tavole verticali	No	
Moltiplicatore rigidezza connettori pannelli pareti legno a diaframma	1	
Tolleranza di parallelismo	4.99	[deg]
Tolleranza di unicità punti	10	[cm]
Tolleranza generazione nodi di aste	1	[cm]
Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste	4.99	[deg]
Tolleranza generazione nodi di gusci	4	[cm]
Tolleranza eccentricità carichi concentrati	100	[cm]
Considera deformabilità a taglio negli elementi guscio	No	
Modello elastico pareti in muratura	Gusci	
Concentra masse pareti nei vertici	No	
Segno risultati analisi spettrale	Analisi statica	
Metodo di risoluzione della matrice	Intel MKL PARDISO	
Scrivi commenti nel file di input	No	
Scrivi file di output in formato testo	No	
Solidi colle e corpi ruvidi (default)	Solidi reali	
Moltiplicatore rigidezza molla torsionale applicata ad aste di fondazione	1	
Modello trave su suolo alla Winkler nel caso di modellazione lineare	Equilibrio elastico	
Numero di modi di vibrare da ricercare	20	
Algoritmo di analisi modale	Proiezione nel sottospazio totale	
Algoritmo di combinazione modale	CQC	

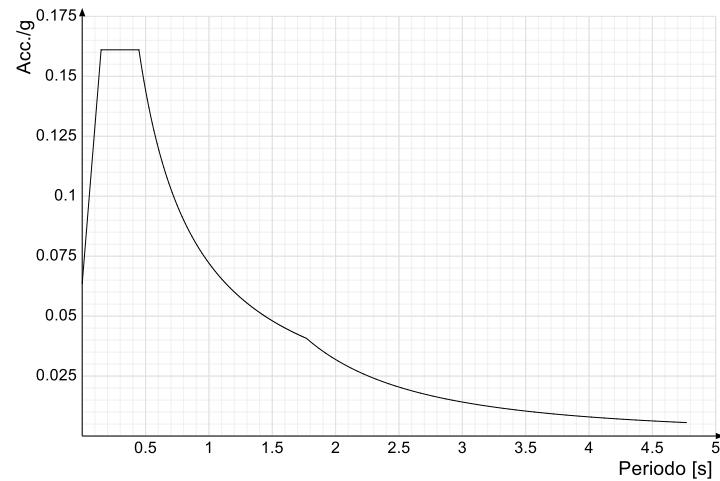
Spettri NTC08

Acc./g: Accelerazione spettrale normalizzata ottenuta dividendo l'accelerazione spettrale per l'accelerazione di gravità.
Periodo: Periodo di vibrazione.

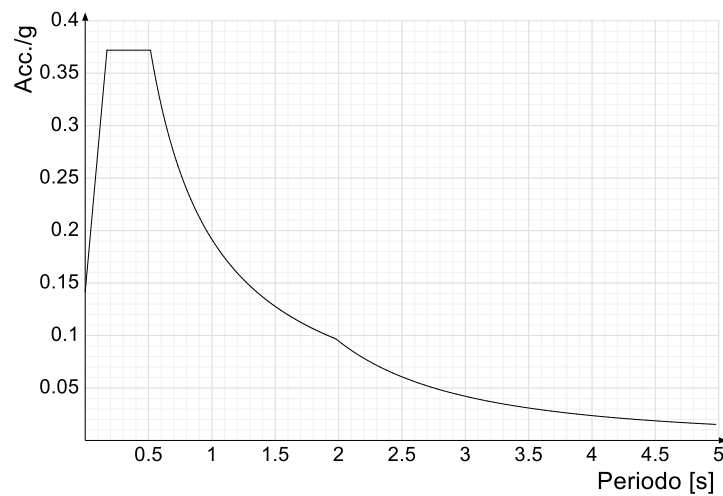
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.2.1 [3.2.2]



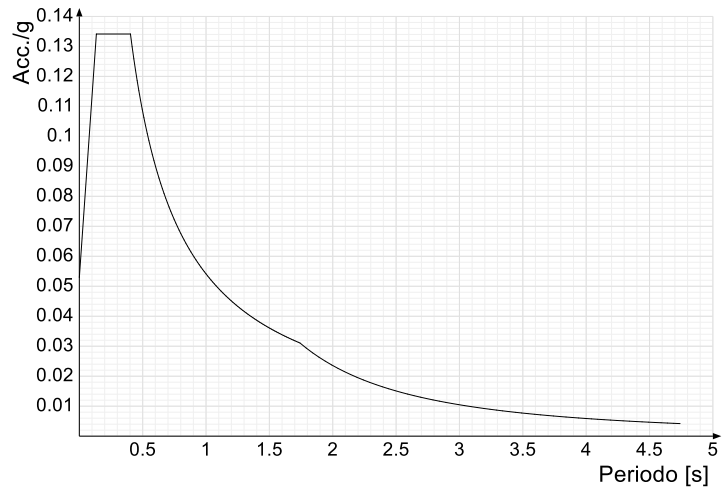
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 [3.2.2]



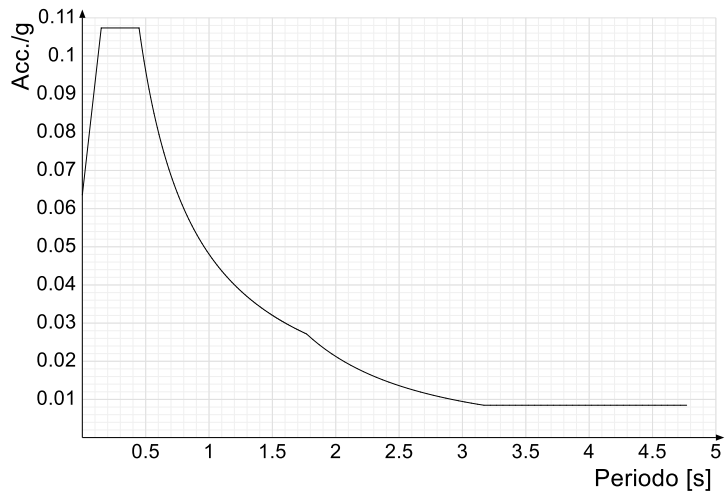
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 [3.2.2]



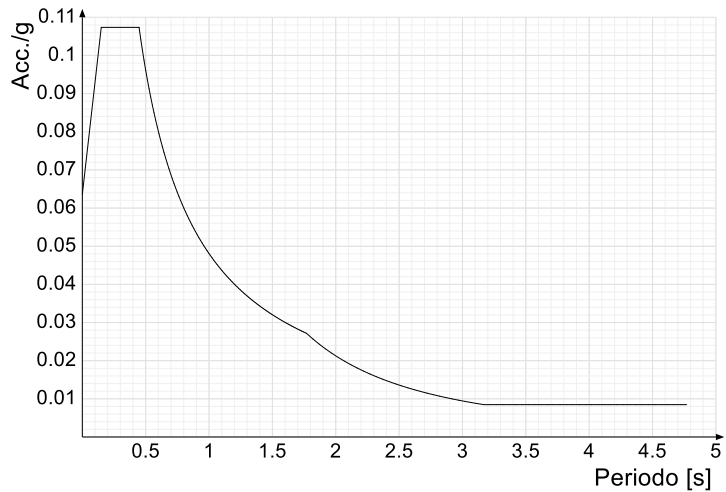
Spettro di risposta di progetto in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.4



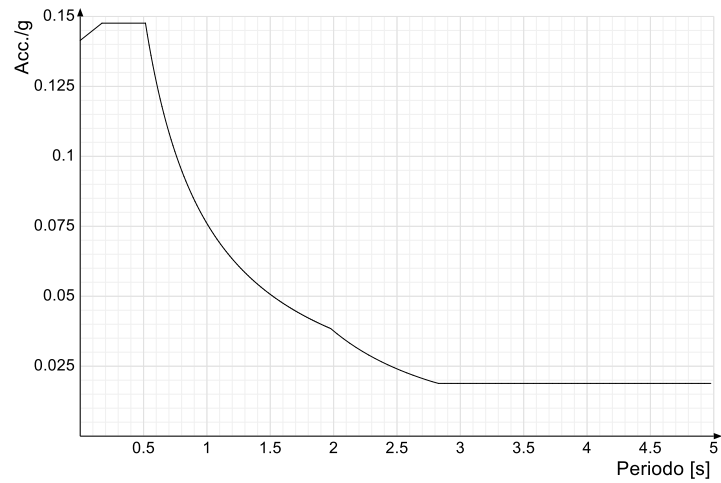
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5



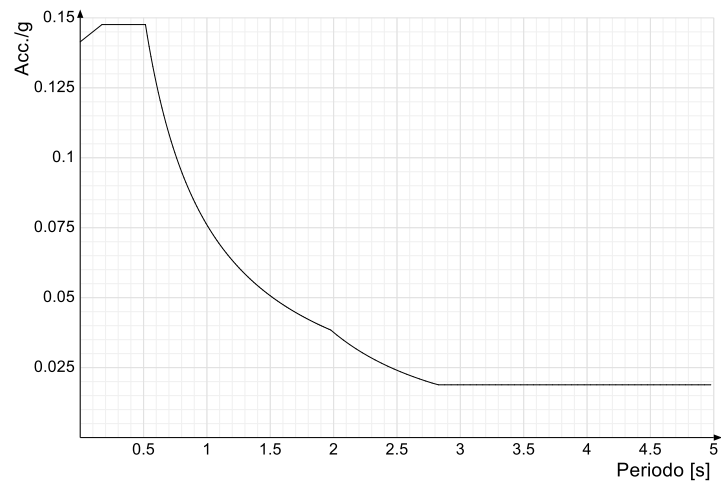
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5



Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5

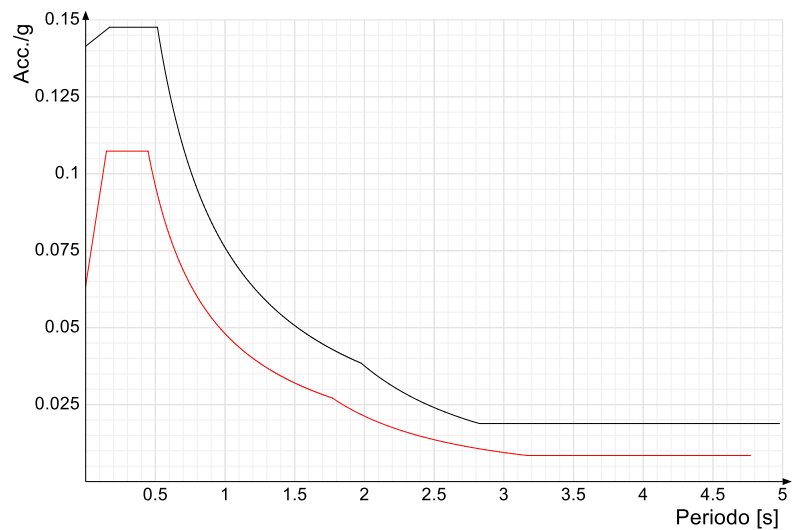


Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5

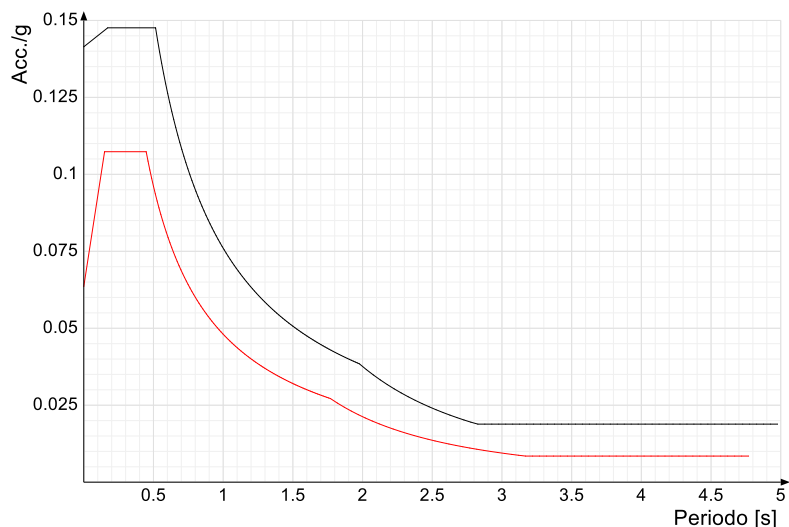


spettri SLV-SLD

Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).



Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).



Condizioni elementari di carico

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Nome breve: nome breve assegnato alla condizione elementare.

Durata: descrive la durata della condizione (necessario per strutture in legno).

ψ_0 : coefficiente moltiplicatore ψ_0 . Il valore è adimensionale.

ψ_1 : coefficiente moltiplicatore ψ_1 . Il valore è adimensionale.

ψ_2 : coefficiente moltiplicatore ψ_2 . Il valore è adimensionale.

Con segno: descrive se la condizione elementare ha la possibilità di variare di segno.

Descrizione	Nome breve	Durata	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Con segno
Pesi strutturali	Pesi	Permanente				
Permanenti portati	Port.	Permanente				
Neve	Neve	Media	0.5	0.2	0	
Variabile C	Variabile C	Media	0.7	0.7	0.6	
ΔT	ΔT	Media	0.6	0.5	0	No
Sisma X SLV	SLV X					
Sisma Y SLV	SLV Y					
Sisma Z SLV	SLV Z					
Eccentricità Y per sisma X SLV	EySx SLV					
Eccentricità X per sisma Y SLV	ExSy SLV					
Sisma X SLD	X SLD					
Sisma Y SLD	Y SLD					
Sisma Z SLD	Z SLD					
Eccentricità Y per sisma X SLD	EySx SLD					
Eccentricità X per sisma Y SLD	ExSy SLD					
Sisma X SLO	X SLO					
Sisma Y SLO	Y SLO					
Sisma Z SLO	Z SLO					
Eccentricità Y per sisma X SLO	EySx SLO					
Eccentricità X per sisma Y SLO	ExSy SLO					
Terreno sisma X SLV	Tr sLV X					
Terreno sisma Y SLV	Tr sLV Y					
Terreno sisma Z SLV	Tr sLV Z					
Terreno sisma X SLD	Tr x SLD					
Terreno sisma Y SLD	Tr y SLD					
Terreno sisma Z SLD	Tr z SLD					
Terreno sisma X SLO	Tr x SLO					
Terreno sisma Y SLO	Tr y SLO					
Terreno sisma Z SLO	Tr z SLO					
Rig Ux	Rig Ux					
Rig Uy	Rig Uy					
Rig Rz	Rig Rz					

Combinazioni di carico

Nome: E' il nome esteso che contraddistingue la condizione elementare di carico.

Nome breve: E' il nome compatto della condizione elementare di carico, che viene utilizzato altrove nella relazione.

Pesi: Pesi strutturali

Port.: Permanenti portati

Neve: Neve

Variabile C: Variabile C

ΔT : ΔT

X SLO: Sisma X SLO

Y SLO: Sisma Y SLO

Z SLO: Sisma Z SLO
EySx SLO: Eccentricità Y per sisma X SLO
ExSy SLO: Eccentricità X per sisma Y SLO
Tr x SLO: Terreno sisma X SLO
Tr y SLO: Terreno sisma Y SLO
Tr z SLO: Terreno sisma Z SLO
X SLD: Sisma X SLD
Y SLD: Sisma Y SLD
Z SLD: Sisma Z SLD
EySx SLD: Eccentricità Y per sisma X SLD
ExSy SLD: Eccentricità X per sisma Y SLD
Tr x SLD: Terreno sisma X SLD
Tr y SLD: Terreno sisma Y SLD
Tr z SLD: Terreno sisma Z SLD
SLV X: Sisma X SLV
SLV Y: Sisma Y SLV
SLV Z: Sisma Z SLV
EySx SLV: Eccentricità Y per sisma X SLV
ExSy SLV: Eccentricità X per sisma Y SLV
Tr sLV X: Terreno sisma X SLV
Tr sLV Y: Terreno sisma Y SLV
Tr sLV Z: Terreno sisma Z SLV
Rig Ux: Rig Ux
Rig Uy: Rig Uy
Rig Rz: Rig Rz

Tutte le combinazioni di carico vengono raggruppate per famiglia di appartenenza. Le celle di una riga contengono i coefficienti moltiplicatori della i-esima combinazione, dove il valore della prima cella è da intendersi come moltiplicatore associato alla prima condizione elementare, la seconda cella si riferisce alla seconda condizione elementare e così via.

Famiglia SLU

Il nome compatto della famiglia è SLU.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Neve	Variabile C	ΔT
1	SLU 1	1	0.8	0	0	0
2	SLU 2	1	0.8	0	1.5	0
3	SLU 3	1	0.8	0.75	1.5	0
4	SLU 4	1	0.8	1.5	0	0
5	SLU 5	1	0.8	1.5	1.05	0
6	SLU 6	1	1.5	0	0	0
7	SLU 7	1	1.5	0	1.5	0
8	SLU 8	1	1.5	0.75	1.5	0
9	SLU 9	1	1.5	1.5	0	0
10	SLU 10	1	1.5	1.5	1.05	0
11	SLU 11	1.3	0.8	0	0	0
12	SLU 12	1.3	0.8	0	1.5	0
13	SLU 13	1.3	0.8	0.75	1.5	0
14	SLU 14	1.3	0.8	1.5	0	0
15	SLU 15	1.3	0.8	1.5	1.05	0
16	SLU 16	1.3	1.5	0	0	0
17	SLU 17	1.3	1.5	0	1.5	0
18	SLU 18	1.3	1.5	0.75	1.5	0
19	SLU 19	1.3	1.5	1.5	0	0
20	SLU 20	1.3	1.5	1.5	1.05	0

Famiglia SLE rara

Il nome compatto della famiglia è SLE RA.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Neve	Variabile C	ΔT
1	SLE RA 1	1	1	0	0	0
2	SLE RA 2	1	1	0	1	0
3	SLE RA 3	1	1	0.5	1	0
4	SLE RA 4	1	1	1	0	0
5	SLE RA 5	1	1	1	0.7	0

Famiglia SLE frequente

Il nome compatto della famiglia è SLE FR.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Neve	Variabile C	ΔT
1	SLE FR 1	1	1	0	0	0
2	SLE FR 2	1	1	0	0.7	0
3	SLE FR 3	1	1	0.2	0	0
4	SLE FR 4	1	1	0.2	0.6	0

Famiglia SLE quasi permanente

Il nome compatto della famiglia è SLE QP.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Neve	Variabile C	ΔT
1	SLE QP 1	1	1	0	0	0
2	SLE QP 2	1	1	0	0.6	0

Famiglia SLU eccezionale

Il nome compatto della famiglia è SLU EX.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Neve	Variabile C	ΔT
FUOCO	SLU EX FUOCO	1	1	1	0	0

Famiglia SLO

Il nome compatto della famiglia è SLO.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Neve	Variabile C	ΔT	X SLO	Y SLO
1	SLO 1	1	1	0	0.6	0	-1	-0.3
2	SLO 2	1	1	0	0.6	0	-1	-0.3
3	SLO 3	1	1	0	0.6	0	-1	0.3
4	SLO 4	1	1	0	0.6	0	-1	0.3
5	SLO 5	1	1	0	0.6	0	-0.3	-1
6	SLO 6	1	1	0	0.6	0	-0.3	-1
7	SLO 7	1	1	0	0.6	0	-0.3	1
8	SLO 8	1	1	0	0.6	0	-0.3	1
9	SLO 9	1	1	0	0.6	0	0.3	-1
10	SLO 10	1	1	0	0.6	0	0.3	-1
11	SLO 11	1	1	0	0.6	0	0.3	1
12	SLO 12	1	1	0	0.6	0	0.3	1
13	SLO 13	1	1	0	0.6	0	1	-0.3
14	SLO 14	1	1	0	0.6	0	1	-0.3
15	SLO 15	1	1	0	0.6	0	1	0.3
16	SLO 16	1	1	0	0.6	0	1	0.3

Nome	Nome breve	Z SLO	EySx SLO	ExSy SLO	Tr x SLO	Tr y SLO	Tr z SLO
1	SLO 1	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLO 2	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLO 3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLO 4	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLO 5	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLO 6	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLO 7	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLO 8	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLO 9	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLO 10	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLO 11	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLO 12	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLO 13	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLO 14	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLO 15	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLO 16	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia SLD

Il nome compatto della famiglia è SLD.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Neve	Variabile C	ΔT	X SLD	Y SLD
1	SLD 1	1	1	0	0.6	0	-1	-0.3
2	SLD 2	1	1	0	0.6	0	-1	-0.3
3	SLD 3	1	1	0	0.6	0	-1	0.3
4	SLD 4	1	1	0	0.6	0	-1	0.3
5	SLD 5	1	1	0	0.6	0	-0.3	-1
6	SLD 6	1	1	0	0.6	0	-0.3	-1
7	SLD 7	1	1	0	0.6	0	-0.3	1
8	SLD 8	1	1	0	0.6	0	-0.3	1
9	SLD 9	1	1	0	0.6	0	0.3	-1
10	SLD 10	1	1	0	0.6	0	0.3	-1
11	SLD 11	1	1	0	0.6	0	0.3	1
12	SLD 12	1	1	0	0.6	0	0.3	1
13	SLD 13	1	1	0	0.6	0	1	-0.3
14	SLD 14	1	1	0	0.6	0	1	-0.3
15	SLD 15	1	1	0	0.6	0	1	0.3
16	SLD 16	1	1	0	0.6	0	1	0.3

Nome	Nome breve	Z SLD	EySx SLD	ExSy SLD	Tr x SLD	Tr y SLD	Tr z SLD
1	SLD 1	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLD 2	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLD 3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLD 4	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLD 5	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLD 6	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLD 7	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLD 8	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLD 9	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLD 10	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLD 11	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLD 12	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLD 13	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLD 14	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLD 15	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLD 16	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia SLV

Il nome compatto della famiglia è SLV.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Neve	Variabile C	ΔT	SLV X	SLV Y
1	SLV 1	1	1	0	0.6	0	-1	-0.3
2	SLV 2	1	1	0	0.6	0	-1	-0.3
3	SLV 3	1	1	0	0.6	0	-1	0.3
4	SLV 4	1	1	0	0.6	0	-1	0.3
5	SLV 5	1	1	0	0.6	0	-0.3	-1
6	SLV 6	1	1	0	0.6	0	-0.3	-1
7	SLV 7	1	1	0	0.6	0	-0.3	1
8	SLV 8	1	1	0	0.6	0	-0.3	1
9	SLV 9	1	1	0	0.6	0	0.3	-1
10	SLV 10	1	1	0	0.6	0	0.3	-1
11	SLV 11	1	1	0	0.6	0	0.3	1
12	SLV 12	1	1	0	0.6	0	0.3	1
13	SLV 13	1	1	0	0.6	0	1	-0.3
14	SLV 14	1	1	0	0.6	0	1	-0.3

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Neve	Variabile C	ΔT	SLV X	SLV Y
15	SLV 15	1	1	0	0.6	0	1	0.3
16	SLV 16	1	1	0	0.6	0	1	0.3

Nome	Nome breve	SLV Z	EySx SLV	ExSy SLV	Tr sLV X	Tr sLV Y	Tr sLV Z
1	SLV 1	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLV 2	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLV 3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLV 4	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLV 5	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLV 6	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLV 7	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLV 8	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLV 9	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLV 10	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLV 11	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLV 12	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLV 13	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLV 14	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLV 15	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLV 16	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia SLV fondazioni

Il nome compatto della famiglia è SLV FO.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Neve	Variabile C	ΔT	SLV X	SLV Y
1	SLV FO 1	1	1	0	0.6	0	-1.1	-0.33
2	SLV FO 2	1	1	0	0.6	0	-1.1	-0.33
3	SLV FO 3	1	1	0	0.6	0	-1.1	0.33
4	SLV FO 4	1	1	0	0.6	0	-1.1	0.33
5	SLV FO 5	1	1	0	0.6	0	-0.33	-1.1
6	SLV FO 6	1	1	0	0.6	0	-0.33	-1.1
7	SLV FO 7	1	1	0	0.6	0	-0.33	1.1
8	SLV FO 8	1	1	0	0.6	0	-0.33	1.1
9	SLV FO 9	1	1	0	0.6	0	0.33	-1.1
10	SLV FO 10	1	1	0	0.6	0	0.33	-1.1
11	SLV FO 11	1	1	0	0.6	0	0.33	1.1
12	SLV FO 12	1	1	0	0.6	0	0.33	1.1
13	SLV FO 13	1	1	0	0.6	0	1.1	-0.33
14	SLV FO 14	1	1	0	0.6	0	1.1	-0.33
15	SLV FO 15	1	1	0	0.6	0	1.1	0.33
16	SLV FO 16	1	1	0	0.6	0	1.1	0.33

Nome	Nome breve	SLV Z	EySx SLV	ExSy SLV	Tr sLV X	Tr sLV Y	Tr sLV Z
1	SLV FO 1	0	-1.1	0.33	-1.1	-0.33	0
2	SLV FO 2	0	1.1	-0.33	-1.1	-0.33	0
3	SLV FO 3	0	-1.1	0.33	-1.1	0.33	0
4	SLV FO 4	0	1.1	-0.33	-1.1	0.33	0
5	SLV FO 5	0	-0.33	1.1	-0.33	-1.1	0
6	SLV FO 6	0	0.33	-1.1	-0.33	-1.1	0
7	SLV FO 7	0	-0.33	1.1	-0.33	1.1	0
8	SLV FO 8	0	0.33	-1.1	-0.33	1.1	0
9	SLV FO 9	0	-0.33	1.1	0.33	-1.1	0
10	SLV FO 10	0	0.33	-1.1	0.33	-1.1	0
11	SLV FO 11	0	-0.33	1.1	0.33	1.1	0
12	SLV FO 12	0	0.33	-1.1	0.33	1.1	0
13	SLV FO 13	0	-1.1	0.33	1.1	-0.33	0
14	SLV FO 14	0	1.1	-0.33	1.1	-0.33	0
15	SLV FO 15	0	-1.1	0.33	1.1	0.33	0
16	SLV FO 16	0	1.1	-0.33	1.1	0.33	0

Famiglia Calcolo rigidità torsionale/flessionale di piano

Il nome compatto della famiglia è CRTFP.

Nome	Nome breve	Rig Ux	Rig Uy	Rig Rz
Rig. Ux+	CRTFP Ux+	1	0	0
Rig. Ux-	CRTFP Ux-	-1	0	0
Rig. Uy+	CRTFP Uy+	0	1	0
Rig. Uy-	CRTFP Uy-	0	-1	0
Rig. Rz+	CRTFP Rz+	0	0	1
Rig. Rz-	CRTFP Rz-	0	0	-1

Definizioni di carichi lineari

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Fx i.: valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione X. [daN/cm]

Fx f.: valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione X. [daN/cm]

Fy i.: valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Y. [daN/cm]

Fy f.: valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Y. [daN/cm]

Fz i.: valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Z. [daN/cm]

Fz f.: valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Z. [daN/cm]

Mx i.: valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [daN]

Mx f.: valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [daN]

My i.: valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [daN]

My f.: valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [daN]

Mz i.: valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [daN]

Mz f.: valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [daN]

Nome	Valori												
	Condizione	Fx i.	Fx f.	Fy i.	Fy f.	Fz i.	Fz f.	Mx i.	Mx f.	My i.	My f.	Mz i.	Mz f.
parete fronte	Descrizione												
	Pesi strutturali	0	0	0	0	-4.5	-4.5	0	0	0	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
parete lato	Neve	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pesi strutturali	0	0	0	0	-2.5	-2.5	0	0	0	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Neve	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Definizioni di carichi superficiali

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Valore: valore del carico per unità di superficie, nel caso il tipo sia "Verticale", "Verticale in proiezione", "Normale alla superficie". [daN/cm²]

Cp vento: valore del coefficiente di pressione Cp, nel caso il tipo sia "Cp vento". Il valore è adimensionale.

Tipo: tipo di carico.

Nome	Valori			
	Condizione	Valore	Cp vento	Tipo
solaio rip	Descrizione			
	Pesi strutturali	0.085		Verticale
	Permanenti portati	0		Verticale
	Neve	0.009		Verticale
copertura lignea	Variabile C	0		Verticale
	Pesi strutturali	0.014		Verticale
	Permanenti portati	0		Verticale
	Neve	0.009		Verticale
	Variabile C	0		Verticale

5.2. Dati di output

Risposta modale

Modo: identificativo del modo di vibrare.

Periodo: periodo. [s]

Massa X: massa partecipante in direzione globale X. Il valore è adimensionale.

Massa Y: massa partecipante in direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

Massa Z: massa partecipante in direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

Massa rot. X: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale X. Il valore è adimensionale.

Massa rot. Y: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

Massa rot. Z: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

Massa sX: massa partecipante in direzione Sisma X. Il valore è adimensionale.

Massa sY: massa partecipante in direzione Sisma Y. Il valore è adimensionale.

Totale masse partecipanti:

Traslazione X: 0.999824

Traslazione Y: 0.99922

Traslazione Z: 0

Rotazione X: 0.992313

Rotazione Y: 0.988611

Rotazione Z: 0.999383

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z	Massa sX	Massa sY
1	0.244949104	0.959819018	0.002079565	0	0.002581923	0.938845814	0.198659264	0.959819018	0.002079565
2	0.212392155	0.000152876	0.56478979	0	0.515881103	0.002230497	0.022484525	0.000152876	0.56478979
3	0.201264501	0.019064211	0.203230058	0	0.230308809	0.0367382	0.747140875	0.019064211	0.203230058
4	0.159618381	0.00024821	0.209354473	0	0.233775367	0.000193287	0.007239133	0.00024821	0.209354473
5	0.132537344	0.000117546	0.001681972	0	0.005192385	0.000063286	0.000000297	0.000117546	0.001681972
6	0.091920763	0.007325115	0.000010221	0	0.000155512	0.004572182	0.003622566	0.007325115	0.000010221
7	0.086192887	0.000146761	0.000147649	0	0.000009311	0.000000129	0.000226777	0.000146761	0.000147649
8	0.074713291	0.000769488	0.000008922	0	0.000004489	0.000189391	0.000599752	0.000769488	0.000008922
9	0.07145138	0.001167484	0.00751737	0	0.000113185	0.000189886	0.00996528	0.001167484	0.00751737
10	0.063571108	0.006251505	0.003335228	0	0.001524528	0.000497569	0.000105158	0.006251505	0.003335228
11	0.04680779	0.001509254	0.001357584	0	0.001641757	0.000000101	0.006519815	0.001509254	0.001357584
12	0.032433677	0.000002449	0.004031274	0	0.000482066	0.00000025	0.000129377	0.000002449	0.004031274
13	0.02990635	0.002025309	0.000053045	0	0.00000622	0.000115103	0.001483833	0.002025309	0.000053045

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z	Massa sX	Massa sY
14	0.029781993	0.000102245	0.001106444	0	0.00032893	0.000000893	0.000113389	0.000102245	0.001106444
15	0.029376351	0.000004737	0.000505987	0	0.000053157	0.000000016	0.000366993	0.000004737	0.000505987
16	0.028932849	0.000762999	0.000005506	0	0.000000363	0.000002644	0.00047283	0.000762999	0.000005506
17	0.027249651	0.000001402	0.000000003	0	0.000000008	0.000089109	0.000000954	0.000001402	0.000000003
18	0.027070123	0.000000034	0.000004834	0	0.00025185	0.000000406	0.000010761	0.000000034	0.000004834
19	0.02634714	0.000173459	0.00000023	0	0.000000855	0.002497031	0.000120903	0.000173459	0.00000023
20	0.023300173	0.000179867	0.000000078	0	0.000000679	0.002386681	0.000120067	0.000179867	0.000000078

Verifica risposta strutturale sismica

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [daN] ove non espressamente specificato.

Contesto: contesto di verifica.

Rapporto V (%): rapporto tra il modulo del taglio della struttura con fondazioni e quello della struttura incastrata con suolo A.

Rapporto N (%): rapporto tra lo sforzo normale della struttura con fondazioni e quello della struttura incastrata con suolo A.

Verifica: stato di verifica.

Struttura con fondazioni: forza risultante trasmessa all'estradosso della fondazione.

Fx: componente della forza lungo l'asse X globale. [daN]

Fy: componente della forza lungo l'asse Y globale. [daN]

Fz: componente della forza lungo l'asse Z globale. [daN]

Struttura incastrata con suolo A: forza risultante trasmessa all'estradosso della fondazione.

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Contesto	Struttura con fondazioni			Struttura incastrata con suolo A			Rapporto V (%)	Rapporto N (%)	Verifica
	Fx	Fy	Fz	Fx	Fy	Fz			
SLO 1	-17438	-5306	-146769	-11496	-3193	-146675	152.8	100.1	Si
SLO 2	-17438	-5306	-146769	-11496	-3193	-146675	152.8	100.1	Si
SLO 3	-18334	3722	-146860	-12228	2347	-146758	150.2	100.1	Si
SLO 4	-18334	3722	-146860	-12228	2347	-146758	150.2	100.1	Si
SLO 5	-3873	-15285	-146590	-2339	-9360	-146573	163.4	100	Si
SLO 6	-3873	-15285	-146590	-2339	-9360	-146573	163.4	100	Si
SLO 7	-6858	14809	-146893	-4779	9106	-146850	158.7	100	Si
SLO 8	-6858	14809	-146893	-4779	9106	-146850	158.7	100	Si
SLO 9	6858	-14809	-146527	4779	-9106	-146570	158.7	100	Si
SLO 10	6858	-14809	-146527	4779	-9106	-146570	158.7	100	Si
SLO 11	3873	15285	-146830	2339	9360	-146847	163.4	100	Si
SLO 12	3873	15285	-146830	2339	9360	-146847	163.4	100	Si
SLO 13	18334	-3722	-146560	12228	-2347	-146662	150.2	99.9	Si
SLO 14	18334	-3722	-146560	12228	-2347	-146662	150.2	99.9	Si
SLO 15	17438	5306	-146651	11496	3193	-146745	152.8	99.9	Si
SLO 16	17438	5306	-146651	11496	3193	-146745	152.8	99.9	Si
SLD 1	-13958	-4247	-146758	-9200	-2555	-146682	152.8	100.1	Si
SLD 2	-13958	-4247	-146758	-9200	-2555	-146682	152.8	100.1	Si
SLD 3	-14675	2979	-146831	-9785	1878	-146748	150.3	100.1	Si
SLD 4	-14675	2979	-146831	-9785	1878	-146748	150.3	100.1	Si
SLD 5	-3100	-12233	-146615	-1871	-7490	-146601	163.5	100	Si
SLD 6	-3100	-12233	-146615	-1871	-7490	-146601	163.5	100	Si
SLD 7	-5489	11852	-146856	-3824	7287	-146822	158.7	100	Si
SLD 8	-5489	11852	-146856	-3824	7287	-146822	158.7	100	Si
SLD 9	5489	-11852	-146564	3824	-7287	-146598	158.7	100	Si
SLD 10	5489	-11852	-146564	3824	-7287	-146598	158.7	100	Si
SLD 11	3100	12233	-146806	1871	7490	-146819	163.5	100	Si
SLD 12	3100	12233	-146806	1871	7490	-146819	163.5	100	Si
SLD 13	14675	-2979	-146589	9785	-1878	-146672	150.3	99.9	Si
SLD 14	14675	-2979	-146589	9785	-1878	-146672	150.3	99.9	Si
SLD 15	13958	4247	-146662	9200	2555	-146738	152.8	99.9	Si
SLD 16	13958	4247	-146662	9200	2555	-146738	152.8	99.9	Si
SLV 1	-19200	-5839	-146780	-12650	-3514	-146670	152.9	100.1	Si
SLV 2	-19200	-5839	-146780	-12650	-3514	-146670	152.9	100.1	Si
SLV 3	-20187	4093	-146879	-13456	2582	-146762	150.3	100.1	Si
SLV 4	-20187	4093	-146879	-13456	2582	-146762	150.3	100.1	Si
SLV 5	-4264	-16816	-146582	-2573	-10301	-146559	163.4	100	Si
SLV 6	-4264	-16816	-146582	-2573	-10301	-146559	163.4	100	Si
SLV 7	-7552	16292	-146910	-5259	10021	-146865	158.7	100	Si
SLV 8	-7552	16292	-146910	-5259	10021	-146865	158.7	100	Si
SLV 9	7552	-16292	-146510	5259	-10021	-146556	158.7	100	Si
SLV 10	7552	-16292	-146510	5259	-10021	-146556	158.7	100	Si
SLV 11	4264	16816	-146838	2573	10301	-146861	163.4	100	Si
SLV 12	4264	16816	-146838	2573	10301	-146861	163.4	100	Si
SLV 13	20187	-4093	-146541	13456	-2582	-146658	150.3	99.9	Si
SLV 14	20187	-4093	-146541	13456	-2582	-146658	150.3	99.9	Si
SLV 15	19200	5839	-146640	12650	3514	-146750	152.9	99.9	Si
SLV 16	19200	5839	-146640	12650	3514	-146750	152.9	99.9	Si

6. STRUTTURE DI ELEVAZIONE ORIZZONTALE

6.1. Solaio a struttura lignea

Si riporta di seguito la verifica, considerando uno schema statico semplificato, della trave principale in legno lamellare.

Sezione di calcolo: 24x64cm

Luce di calcolo: 275+950+70cm

Schema statico:



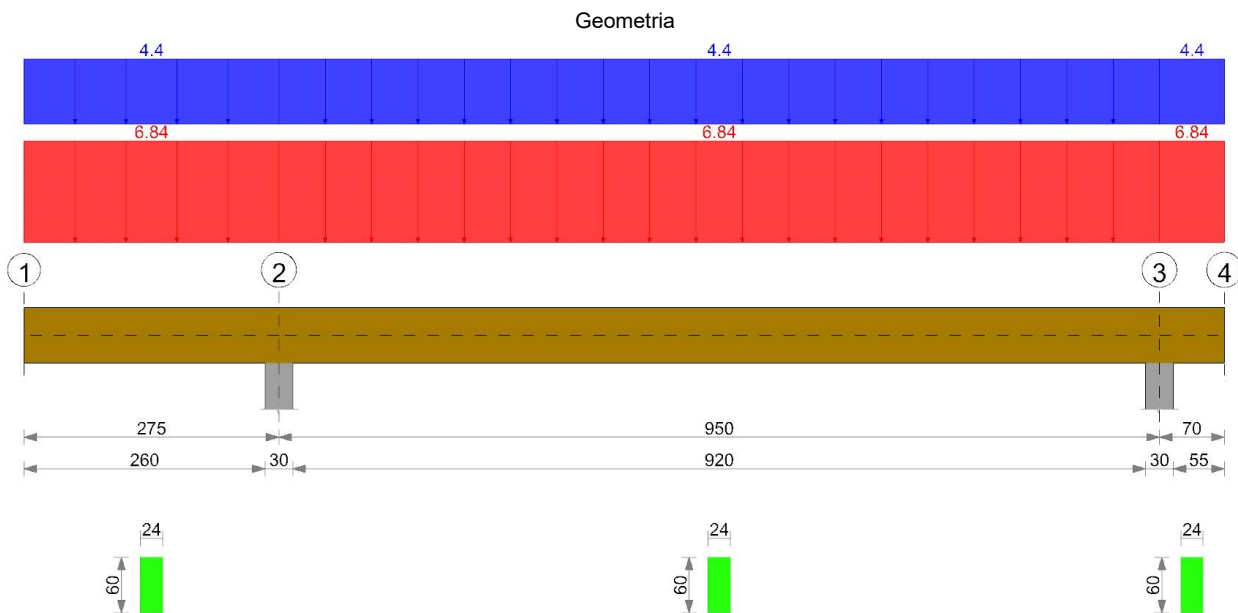
$$q_{lG1} = 140 + p_p = 6064 \text{ daN/m}$$

$$q_{lG2} = 598 \text{ daN/m}$$

$$q_{lQ} = 1005 \text{ daN/m}$$

Output di BeamCad 21.1

Verifica di trave condotta secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.).



Fattori di sicurezza parziali per le azioni

$\gamma_{G1 \text{ inf}} = 1$; $\gamma_{G1 \text{ sup}} = 1.3$; $\gamma_{G2 \text{ inf}} = 0.8$; $\gamma_{G2 \text{ sup}} = 1.5$; $\gamma_Q = 1.5$

Coefficienti di combinazione dei carichi variabili per stati limite di esercizio

$\psi_1 = 0.5$; $\psi_2 = 0.3$

Caratteristiche dei materiali

Legno lamellare GL 24h EN 14080, $f_{m,k} = 240$, $f_{v,k} = 35$, $f_{c90,k} = 25$, $f_{t90,k} = 5$, $\rho_k = 0.000000385$

Elenco delle sezioni

N°	Descrizione	Tipo	Base	Altezza	Area	Jx	Jy	Wx	Wy
1	R 24x60	Rettangolare	24	60	1440	432000	69120	14400	5760

Geometria delle campate

Campata 1 tra gli appoggi 1 - 2

Luce: 275;

sezione n° 1 - R 24x60; Classe di servizio: Due

Campata 2 tra gli appoggi 2 - 3

Luce: 950;

sezione n° 1 - R 24x60; Classe di servizio: Due

Campata 3 tra gli appoggi 3 - 4

Luce: 70;

sezione n° 1 - R 24x60; Classe di servizio: Due

Elenco degli appoggi

N°	Descrizione	Fittizio	Larghezza inferiore	Larghezza superiore	Sfalsamento	Rigidezza appoggio	Ritegno torsionale
1	1	Si					Si
2	2	No	30	0	0		Si
3	3	No	30	0	0		Si
4	4	Si					Si

Elenco dei carichi

Peso proprio valutato automaticamente e riportato nei carichi in elenco.
Classe di durata del carico accidentale: Media

Campata 1

Peso proprio: 0.6

Carico uniforme: permanente 6.84; permanente portato 0; variabile 4.4

Campata 2

Peso proprio: 0.6

Carico uniforme: permanente 6.84; permanente portato 0; variabile 4.4

Campata 3

Peso proprio: 0.6

Carico uniforme: permanente 6.84; permanente portato 0; variabile 4.4

Diagramma verifica stato limite ultimo flessione

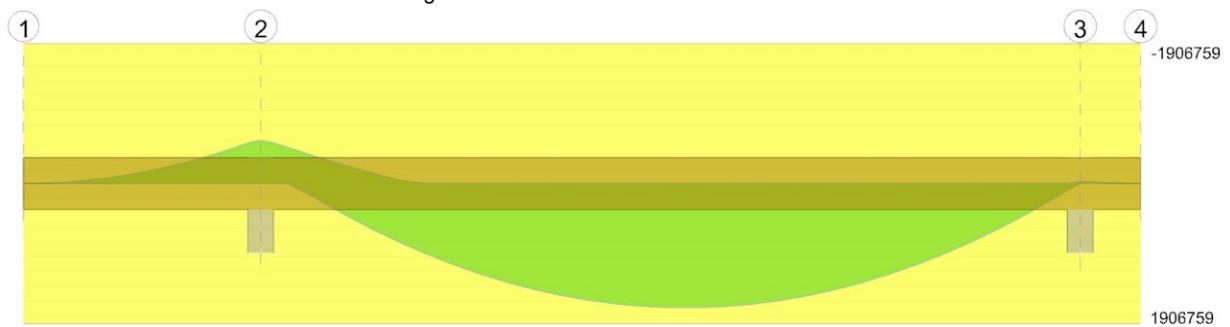


Diagramma verifica stato limite ultimo taglio

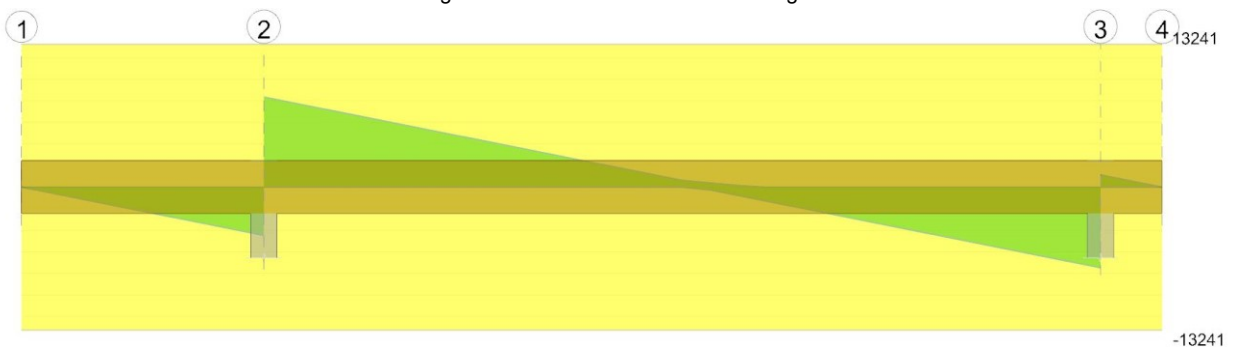


Diagramma verifica freccia istantanea totale

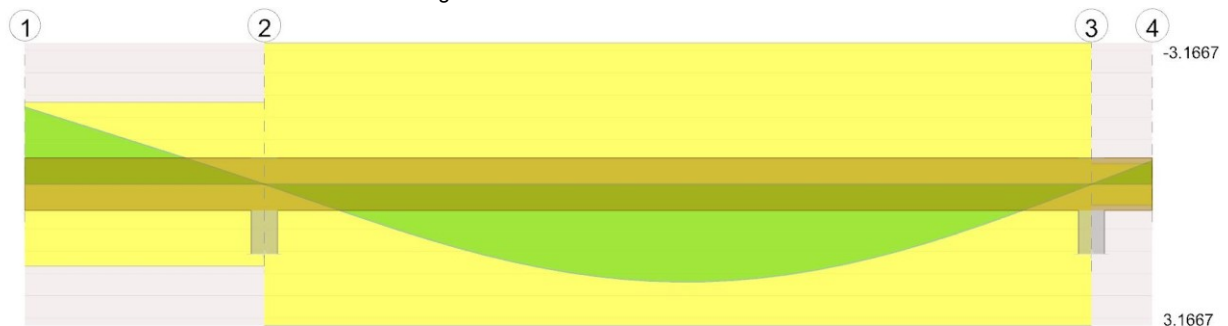


Diagramma verifica freccia istantanea variabile

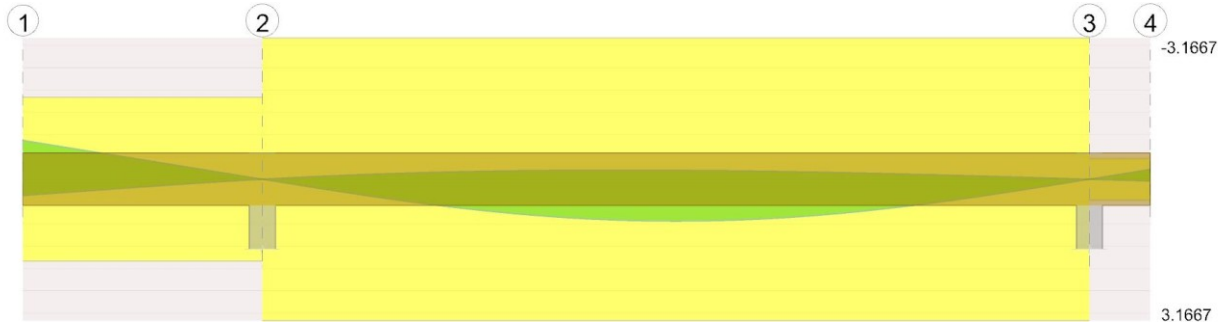
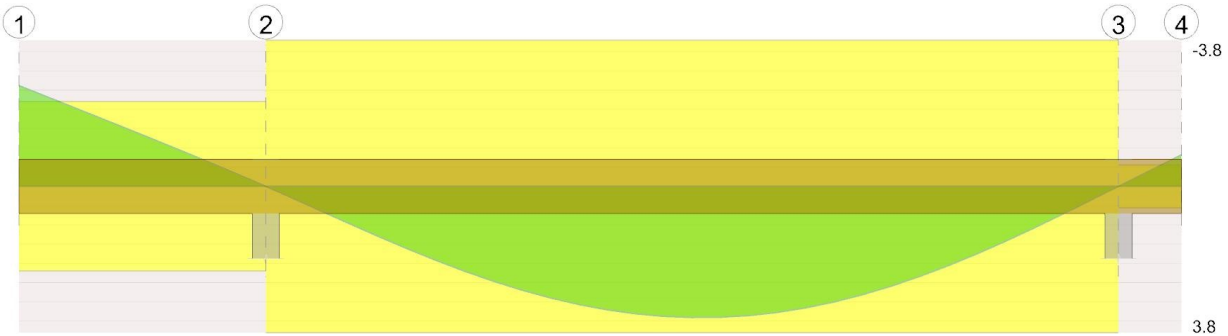


Diagramma verifica freccia finale



Output campate

Campata 1

kdef = 0.8; kmod = 0.8; kmod solo permanenti = 0.6; γ_m SLU = 1.45; kh = 1

Verifiche a flessione

x	SLU Permanente					SLU					Verifica
	M+	σ_{ed+}	M-	σ_{ed-}	fm,d Perm	M+	σ_{ed+}	M-	σ_{ed-}	fm,d	
0	0	0	0	0	99.3	0	0	0	0	132.4	Si
138			-91490	6.4	99.3			-153880	10.7	132.4	Si
260			-327125	22.7	99.3			-550205	38.2	132.4	Si
275			-341366	23.7	99.3			-583201	40.5	132.4	Si

Verifiche a taglio

kcr = 0.71

x	SLU Permanente				fv,d Perm	SLU				Verifica	
	V+	τ_{ed+}	V-	τ_{ed-}		V+	τ_{ed+}	V-	τ_{ed-}		fv,d
0	0	0	0	0	14.5	0	0	0	0	19.3	Si
138			-1331	1.9	14.5			-2238	3.3	19.3	Si
260			-2516	3.7	14.5			-4232	6.2	19.3	Si
275			-2662	3.9	14.5			-4477	6.5	19.3	Si

Verifica di deformabilità

x	Istantanea totale			Istantanea variabile			Lungo termine totale			Verifica
	f+	f-	L/f	f+	f-	L/f	f+	f-	L/f	
0	-0.491	-1.726	319	0.364	-0.87	632	-1.088	-2.619	210	No
138	-0.27	-0.878	626	0.173	-0.435	1264	-0.584	-1.338	411	Si
260	-0.035	-0.099	5538	0.017	-0.047		-0.072	-0.152	3614	Si
275	0	0		0	0		0	0		Si

Campata 2

kdef = 0.8; kmod = 0.8; kmod solo permanenti = 0.6; γ_m SLU = 1.45; kh = 1

Verifiche a flessione

x	SLU Permanente					SLU					Verifica
	M+	σ_{ed+}	M-	σ_{ed-}	fm,d Perm	M+	σ_{ed+}	M-	σ_{ed-}	fm,d	
0			-341366	23.7	99.3			-583201	40.5	132.4	Si
15			-308348	21.4	99.3			-554225	38.5	132.4	Si
475	941953	65.4			99.3	1686516	117.1			132.4	Si
507	945876	65.7			99.3	1687130	117.2			132.4	Si
935	45472	3.2			99.3	91755	6.4			132.4	Si
950			-9261	0.6	99.3			-24620	1.7	132.4	Si

Verifiche a taglio

kcr = 0.71

x	SLU Permanente				fv,d Perm	SLU				Verifica	
	V+	τ_{ed+}	V-	τ_{ed-}		V+	τ_{ed+}	V-	τ_{ed-}		fv,d
0	4963	7.2			14.5	8361	12.2			19.3	Si
15	4818	7			14.5	8117	11.8			19.3	Si
475	366	0.5			14.5	629	0.9			19.3	Si
935			-4181	6.1	14.5			-7234	10.5	19.3	Si
950			-4326	6.3	14.5			-7478	10.9	19.3	Si

Verifica di deformabilità

x	Istantanea totale			Istantanea variabile			Lungo termine totale			Verifica
	f+	f-	L/f	f+	f-	L/f	f+	f-	L/f	
0	0	0		0	0		0	0		Si
15	0.101	0.038	9416	0.047	-0.016		0.155	0.077	6125	Si
475	2.186	1.046	435	0.938	-0.201	1012	3.409	1.996	279	Si
935	0.112	0.056	8464	0.047	-0.009		0.176	0.106	5412	Si
950	0	0		0	0		0	0		Si

Campata 3

kdef = 0.8; kmod solo permanenti = 0.6; γ_m SLU = 1.45; kh = 1

Verifiche a flessione

x	SLU Permanente					SLU					Verifica
	M+	σ_{ed+}	M-	σ_{ed-}	fm,d Perm	M+	σ_{ed+}	M-	σ_{ed-}	fm,d	
0			-9261	0.6	99.3			-24620	1.7	132.4	Si
7			-15127	1.1	99.3			-28087	2	132.4	Si
15			-14638	1	99.3			-24621	1.7	132.4	Si
35			-5928	0.4	99.3			-9970	0.7	132.4	Si
70			0	0	99.3			0	0	132.4	Si

Verifiche a taglio

kcr = 0.71

x	SLU Permanente					SLU					Verifica
	V+	red+	V-	red-	fv,d Perm	V+	red+	V-	red-	fv,d	
0	677	1			14.5	1139	1.7			19.3	Si
15	532	0.8			14.5	895	1.3			19.3	Si
35	339	0.5			14.5	570	0.8			19.3	Si
70			0	0	14.5			0	0	19.3	Si

Verifica di deformabilità

x	Istantanea totale			Istantanea variabile			Lungo termine totale			Verifica
	f+	f-	L/f	f+	f-	L/f	f+	f-	L/f	
0	0	0		0	0		0	0		Si
15	-0.056	-0.113	1244	0.009	-0.047	2950	-0.106	-0.176	796	Si
35	-0.131	-0.262	533	0.021	-0.111	1264	-0.247	-0.41	341	Si
70	-0.261	-0.525	267	0.042	-0.221	632	-0.494	-0.821	171	No

Reazioni vincolari

Verifica di compressione ortogonale agli appoggi

Appoggio	Descriz.	kc90	L. app.	Prof.	SLU Perm.				SLU				Rara		Trazione	Verifica
					R max	R min	$\sigma_{c,90,d}$	fc,90,d Perm	R max	R min	$\sigma_{c,90,d}$	fc,90,d	R max	R min		
2	2	1.75	36	24	7624.7	5855	8.8	10.3	12837.4	5837.9	14.9	13.8	9335.9	5849.4	No	Si
3	3	1.75	36	24	5003.3	3691.4	5.8	10.3	8617.3	3428.7	10	13.8	6189.6	3605.2	No	Si

Significato dei simboli utilizzati:

Le unità di misura elencate sono in [cm, daN, deg] ove non espressamente specificato.

N°: indice progressivo.

Descrizione: descrizione della sezione.

Tipo: tipo di sezione.

Base: base della sezione. [cm]

Altezza: altezza della sezione. [cm]

Area: area inerziale nel sistema geometrico centrato nel baricentro. [cm²]

Jx: momento d'inerzia attorno all'asse orizzontale baricentrico di definizione della sezione. [cm⁴]

Jy: momento d'inerzia attorno all'asse verticale baricentrico di definizione della sezione. [cm⁴]

Wx: modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse x. [cm³]

Wy: modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse y. [cm³]

Descrizione: nome dell'appoggio.

Fittizio: indica se l'appoggio è fittizio o reale.

Larghezza inferiore: larghezza della porzione inferiore dell'appoggio; il valore 0 indica che vi è solo la porzione superiore. [cm]

Larghezza superiore: larghezza della porzione superiore dell'appoggio; il valore 0 indica che vi è solo la porzione inferiore. [cm]

Sfalsamento: sfalsamento asse della porzione superiore rispetto all'asse della porzione inferiore, misurato in orizzontale. [cm]

Rigidità appoggio: permette di considerare l'appoggio come fisso o cedevole in direzione verticale con legge elastica lineare. [cm]

Ritegno torsionale: permette di specificare se l'appoggio è ritegno torsionale.

x: distanza da asse appoggio sinistro. [cm]

Verifica: stato di verifica.

SLU Permanente: combinazione di carico SLU solo permanenti.

M+: momento positivo. [daN*cm]

σ_{ed+} : tensione longitudinale massima sulla sezione per M+. [daN/cm²]

M-: momento negativo. [daN*cm]

σ_{ed-} : tensione longitudinale massima sulla sezione per M-. [daN/cm²]

fm,d Perm: resistenza di calcolo a flessione SLU permanenti. [daN/cm²]

V+: taglio positivo. [daN]

red+: tensione tangenziale massima sulla sezione per V+. [daN/cm²]

V-: taglio negativo. [daN]

red-: tensione tangenziale massima sulla sezione per V-. [daN/cm²]

fv,d Perm: resistenza di calcolo a taglio SLU permanenti. [daN/cm²]

SLU: combinazione di carico SLU.

fm,d: resistenza di calcolo a flessione SLU. [daN/cm²]

fv,d: resistenza di calcolo a taglio SLU. [daN/cm²]

fc,90,d: resistenza di calcolo a compressione ortogonale alla fibratura per azioni permanenti. [daN/cm²]

Istantanea totale: freccia istantanea totale in combinazione caratteristica.

f+: freccia positiva. [cm]

f-: freccia negativa. [cm]

L/f: rapporto luce su freccia.

Istantanea variabile: freccia istantanea da soli carichi variabili in combinazione rara.

Lungo termine totale: sovrapposizione di freccia istantanea caratteristica e viscosa quasi permanente.

Appoggio: numero progressivo di appoggio.

Descriz.: descrizione dell'appoggio.

kc90: fattore kc90 amplificativo della resistenza.

L. app.: larghezza o penetrazione dell'appoggio. [cm]

Prof.: profondità dell'appoggio. [cm]

Trazione: presenza di trazione sull'appoggio in alcune combinazioni di carico.

SLU Perm.: combinazione di carico SLU solo permanenti.

R max: reazione vincolare massima. [daN]

R min: reazione vincolare minima. [daN]

$\sigma_{c,90,d}$: tensione di calcolo a compressione ortogonale alla fibratura. [daN/cm²]

$f_{c,90,d}$ Perm: resistenza di calcolo a compressione ortogonale alla fibratura per azioni permanenti. [daN/cm²]

Rara: combinazione di carico SLE rara.

In relazione all'effettiva conformazione della trave lignea (vedasi Tavole grafiche allegate), tutte le verifiche si considerano pienamente accettabili: l'innalzamento teorico dell'estremità a sbalzo, a pieno carico, non tiene infatti conto della curvatura della trave stessa che ne limita significativamente le deformazioni.

6.2. Solaio a lastre tralicciate

Il solaio piano di copertura del locale Ripostiglio viene realizzato del tipo a lastre tralicciate tipo Predalle di altezza $H = 5+20+5 = 30\text{cm}$.



Considerando una larghezza di calcolo unitaria:

$$q_{G1} = 850 \text{ daN/m}$$

$$q_{G2} = 0 \text{ daN/m}$$

$$q_Q = 90 \text{ daN/m}$$

Sollecitazioni massime in combinazione di carico SLE:

$$M = 2821 \text{ daNm}$$

$$V = 2303 \text{ daN}$$

Altezze				Congl. per getto	Peso solaio in opera			Solaio a lastre tralicciate TRIGON® (i = 120cm) ed alleggerimenti in laterizio o in polistirolo													Momento d'inerzia sezione completamente reagente
soletta	polistirolo	cappa	totale		all. in laterizio	all. in polistirolo	Classe di resistenza al fuoco: R90														
h_s	h_p	h_c	H_{tot}				Prestazioni di servizio riferite alla striscia di solaio larga 1 metro														
cm	cm	cm	cm	l/m^2	kN/m^2	kN/m^2	Momenti massimi di servizio (kNm)										Taglio	cm^4			
Armatura tipo							T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	kN				
5	12	4	21	80	3.75	3.25	11.54	15.17	17.20	19.21	23.06	25.23	26.04	27.61	29.24	30.59	33.30	67252			
		5	22	90	4.00	3.50	12.22	16.07	18.58	20.67	24.67	26.83	29.89	35.54	44.63	49.55	35.10	79133			
		6	23	100	4.25	3.75	12.90	16.98	19.64	21.85	26.09	29.09	32.27	38.10	46.41	54.63	36.90	91485			
5	14	4	23	87		3.42	12.90	16.70	19.41	21.67	26.02	29.12	31.05	32.84	34.76	36.38	36.90	85755			
		5	24	97		3.67	13.58	17.88	20.69	23.04	26.95	30.19	33.64	39.98	50.21	58.77	39.70	99956			
		6	25	107		3.92	14.26	18.79	21.75	24.22	28.94	32.28	35.83	41.36	52.05	63.98	40.60	114592			
5	16	4	25	93	4.15	3.58	14.26	18.58	21.60	24.13	28.98	32.44	36.11	38.28	40.51	42.41	40.50	106988			
		5	26	103	4.40	3.83	14.94	19.70	22.81	24.89	29.94	33.54	37.37	44.40	55.78	68.34	42.30	123711			
		6	27	113	4.65	4.08	15.62	20.81	23.87	26.59	31.79	35.49	38.53	45.82	57.66	70.90	44.10	140829			
5	18	4	27	100		3.75	15.39	20.46	23.79	26.58	31.93	35.75	39.80	43.91	46.48	48.67	44.10	131085			
		5	28	110		4.00	16.30	21.52	24.47	27.36	32.92	36.88	41.10	48.81	61.33	75.31	45.90	150533			
		6	29	120		4.25	16.98	22.43	25.99	28.96	34.66	37.92	42.29	50.27	63.27	77.80	47.70	170330			
5	20	4	29	107	4.80	3.92	16.79	22.33	25.98	29.03	34.88	39.06	43.49	49.74	52.65	55.16	47.70	158180			
		5	30	117	4.85	4.17	17.66	23.34	26.68	29.83	35.89	40.22	44.63	53.21	66.88	82.14	49.50	180556			
		6	31	127	5.10	4.42	18.35	24.25	28.12	31.34	38.01	41.26	46.04	54.71	69.66	84.66	51.30	203220			
5	22	4	31	113		4.08	18.20	24.21	28.17	31.47	37.83	42.36	47.18	55.74	59.01	61.85	51.30	188407			
		5	32	123		4.33	19.03	24.80	28.88	32.29	38.86	43.55	48.55	57.60	72.41	88.95	53.10	213911			
		6	33	133		4.58	19.71	26.08	30.25	33.72	39.81	44.64	49.79	59.14	74.45	91.57	54.90	239659			

estratto da Tabella di predimensionamento Giuliane Solai

6.3. Travi in c.a.

Si riportano di seguito le verifiche delle travi in c.a. che collegano i pilastri ritenute più significative.

Trave T104

Schema di calcolo della trave:



$$q1_{G1} = 0,25 \times 1100 \times 1,0 + pp = 275 \text{ daN/m}$$

$$q1_{G2} = 0 \text{ daN/m}$$

$$q1_Q = 0 \text{ daN/m}$$

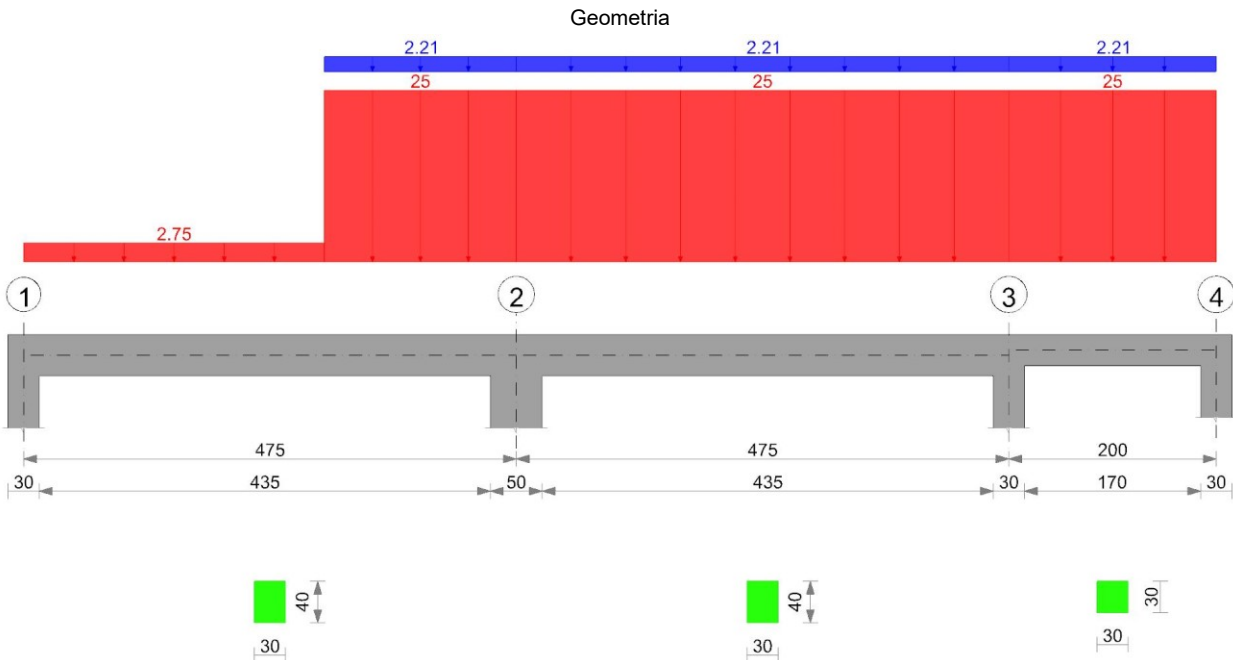
$$q2_{G1} = 0,25 \times 1100 \times 1,0 + 850 \times 4,9/2 + pp = 2500 \text{ daN/m}$$

$$q2_{G2} = 0 \text{ daN/m}$$

$$q2_Q = 90 \times 4,9/2 = 221 \text{ daN/m}$$

Output di BeamCAD 21.1

Verifica di trave in elevazione condotta secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.). Le armature minime sono progettate nel rispetto dei criteri di duttilità di classe CD B.



Fattori di sicurezza parziali per le proprietà del calcestruzzo

$$\gamma_C = 1.5; \gamma_S = 1.15$$

Fattori di sicurezza parziali per le azioni

$$\gamma_{G1 \text{ inf}} = 1; \gamma_{G1 \text{ sup}} = 1.3; \gamma_{G2 \text{ inf}} = 0.8; \gamma_{G2 \text{ sup}} = 1.5; \gamma_Q = 1.5$$

Coefficienti di combinazione dei carichi variabili per stati limite di esercizio

$\psi_1 = 0.5$; $\psi_2 = 0.3$

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 4500

Calcestruzzo: C30/37 Rck 370

Elenco delle sezioni

N°	Descrizione	Tipo	Base	Altezza	Copriferro sup.	Copriferro inf.	Copriferro lat.
1	R 30x40 c3.5	Rettangolare	30	40	3.5	3.5	3.5
2	R 30x30 c3.5	Rettangolare	30	30	3.5	3.5	3.5

Geometria delle campate

Campata 1 tra gli appoggi 1 - 2

Luce: 475;

sezione n° 1 - R 30x40 c3.5

Campata 2 tra gli appoggi 2 - 3

Luce: 475;

sezione n° 1 - R 30x40 c3.5

Campata 3 tra gli appoggi 3 - 4

Luce: 200;

sezione n° 2 - R 30x30 c3.5

Elenco degli appoggi

N°	Descrizione	Fittizio	Larghezza inferiore	Larghezza superiore	Sfalsamento	Rigidezza appoggio
1	1	No	30	0	0	
2	2	No	50	0	0	
3	3	No	30	0	0	
4	4	No	30	0	0	

Elenco dei carichi

Peso proprio valutato automaticamente e riportato nei carichi in elenco.

Campata 1

Peso proprio: 3

Carico trapezoidale di ampiezza 290.1

Permanente sx 2.75; permanente portato sx 0; variabile sx 0

Permanente dx 2.75; permanente portato dx 0; variabile dx 0

Carico trapezoidale di ampiezza 184.9

Permanente sx 25; permanente portato sx 0; variabile sx 2.21

Permanente dx 25; permanente portato dx 0; variabile dx 2.21

Campata 2

Peso proprio: 3

Carico uniforme: permanente 25; permanente portato 0; variabile 2.21

Campata 3

Peso proprio: 2.25

Carico uniforme: permanente 25; permanente portato 0; variabile 2.21

Diagramma verifica stato limite ultimo flessione

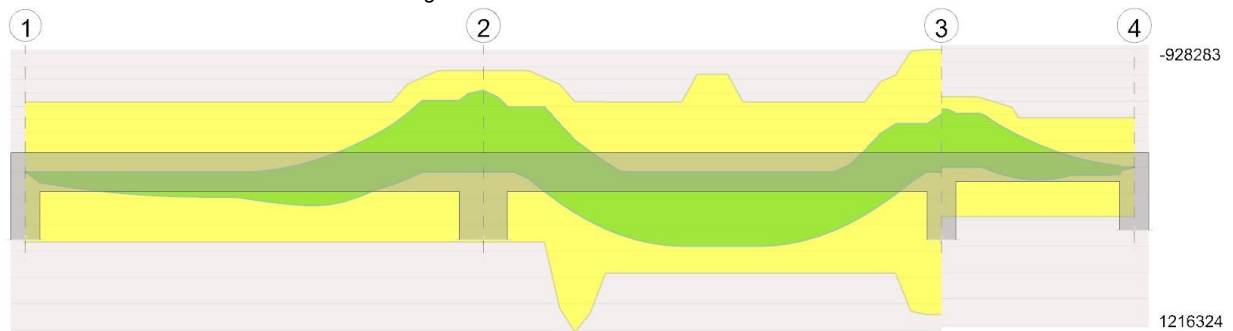
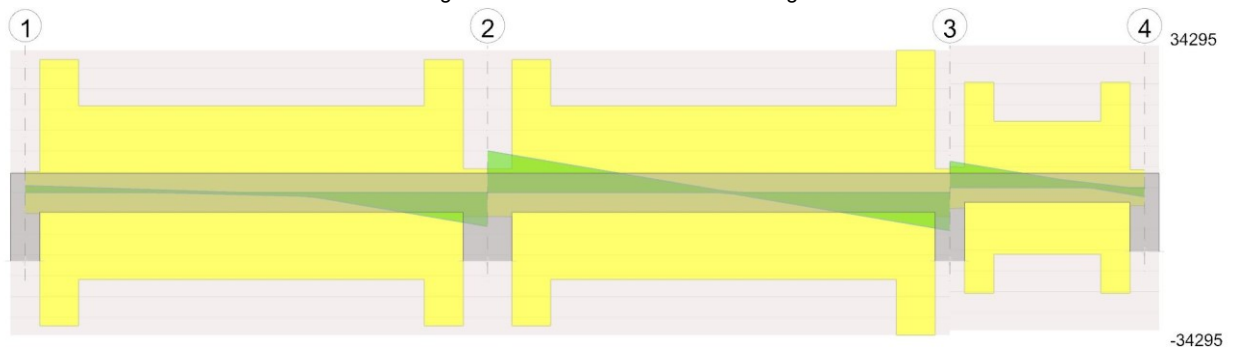


Diagramma verifica stato limite ultimo taglio



Output campate

Campata 1

Verifiche a flessione in famiglia SLU

x	A sup.	C.b. sup.	A inf.	C.b. inf.	M+ela	M+des	M+ult	x/d	coeff	M-ela	M-des	M-ult	x/d	coeff	Verifica
0	4.02	5.1	4.02	5.1						0	0	-531369	0.131	+∞	Si
15	4.02	5.1	4.02	5.1	24469	80324	531369	0.131	6.62						Si
238	4.02	5.1	4.02	5.1	189921	212746	531369	0.131	2.5						Si
450	6.03	5.1	4.02	5.1						-542344	-542344	-769464	0.153	1.42	Si
475	6.03	5.1	4.02	5.1						-732936	-619448	-769464	0.153	1.24	Si

Verifiche a taglio in famiglia SLU

x	A st	A sl	A sag	Vela	Vdes	Vrd	Vrcc	Vrsd	Vult	cotgθ	coeff	Verifica
0	0	4.02	0	1687	1687	5025	28273	0	5025	2.5	2.98	Si
15	0.126	4.02	0	1575	1575	5025	32060	32060	32060	2.08	20.35	Si
238	0.068	4.02	0	-563	-563	-5025	-28273	-20884	-20884	2.5	37.1	Si
450	0.126	5.59	0	-7127	-7127	-5606	-32060	-32060	-32060	2.08	4.5	Si
475	0	6.03	0	-8120	-8120	-5752	-28273	0	-5752	2.5	0.71	Si

Verifiche delle tensioni in esercizio

x	Rara						Quasi permanente						Verifica
	Mela	Mdes	σ c	σ c lim.	σ f.	σ f lim.	Mela	Mdes	σ c	σ c lim.	σ FRP	σ FRP lim.	
0	0	0	0	184.3	0	3600	0	0	0	138.2	0	+∞	Si
15	16394	53003	5.7	184.3	85.1	3600	15815	50908	5.5	138.2	0	+∞	Si
238	107640	112043	12	184.3	180	3600	98473	104391	11.2	138.2	0	+∞	Si
450	-408841	-408841	66.9	184.3	2186.2	3600	-388919	-388919	63.7	138.2	0	+∞	Si
475	-553762	-467725	76.6	184.3	2501.1	3600	-527163	-445363	72.9	138.2	0	+∞	Si

Verifica di apertura delle fessure

x	Bordo	Rara			Frequente			Quasi permanente			Verifica
		Dmax	Esm	Wd	Dmax	Esm	Wd	Dmax	Esm	Wd	
450	superiore	27.7	0.00064	0.0176	27.7	0.00066	0.0184	27.7	0.00065	0.018	Si
475	superiore	27.7	0.00073	0.0202	27.7	0.00081	0.0225	27.7	0.0008	0.022	Si

Verifica di deformabilità

x	Rara				Frequente				Quasi permanente				Verifica	
	Elastica+	Elastica-	Fess.+	Fess.-	Elastica+	Elastica-	Fess.+	Fess.-	Elastica+	Elastica-	Fess. viscosa+	Fess. viscosa-		l/f
15	0.004	0.003	0.004	0.003	0.004	0.003	0.004	0.003	0.004	0.003	0.009	0.008	9999	Si
190	0.033	0.022	0.03	0.019	0.031	0.025	0.028	0.022	0.03	0.026	0.07	0.061	6782	Si
238	0.032	0.019	0.028	0.016	0.029	0.022	0.025	0.019	0.027	0.024	0.064	0.054	7466	Si
450	-0.004	-0.007	-0.007	-0.01	-0.005	-0.006	-0.007	-0.008	-0.005	-0.006	-0.02	-0.022	9999	Si
475	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9999	Si

Campata 2

Verifiche a flessione in famiglia SLU

x	A sup.	C.b. sup.	A inf.	C.b. inf.	M+ela	M+des	M+ult	x/d	coeff	M-ela	M-des	M-ult	x/d	coeff	Verifica
0	6.03	5.1	4.02	5.1						-732936	-619448	-769464	0.153	1.24	Si
25	6.03	5.1	4.02	5.1						-494397	-494397	-769464	0.153	1.56	Si
238	5.8	5.1	6.03	5.1	562884	563951	769290	0.152	1.36						Si
460	6.03	5.1	10.05	9.1						-364633	-364633	-928283	0.195	2.55	Si
475	6.03	5.1	10.05	9.1						-497130	-439040	-928283	0.195	2.11	Si

Verifiche a taglio in famiglia SLU

x	A st	A sl	A sag	Vela	Vdes	Vrd	Vrcc	Vrsd	Vult	cotgθ	coeff	Verifica
0	0	6.03	0	10038	10038	5752	28273	0	5752	2.5	0.57	Si
25	0.126	5.59	0	9045	9045	5606	32060	32060	32060	2.08	3.54	Si
238	0.068	6.03	0	606	606	5752	28273	20884	20884	2.5	34.46	Si
460	0.151	5.75	0	-8535	-8535	-5660	-34295	-34295	-34295	1.85	4.02	Si
475	0	6.03	0	-9131	-9131	-5752	-28273	0	-5752	2.5	0.63	Si

Verifiche delle tensioni in esercizio

x	Rara						Quasi permanente						Verifica
	Mela	Mdes	σ c	σ c lim.	σ f.	σ f lim.	Mela	Mdes	σ c	σ c lim.	σ FRP	σ FRP lim.	
0	-553762	-467725	76.6	184.3	2501.1	3600	-527163	-445363	72.9	138.2	0	+∞	Si
25	-373418	-373418	61.1	184.3	1996.8	3600	-356121	-356121	58.3	138.2	0	+∞	Si
238	402083	404347	63.5	184.3	2162.3	3600	375912	378370	59.4	138.2	0	+∞	Si
460	-266341	-266341	26.2	184.3	400.5	3600	-250250	-250250	24.6	138.2	0	+∞	Si
475	-365066	-321643	51.7	184.3	1660.1	3600	-343475	-302455	48.6	138.2	0	+∞	Si

Verifica di apertura delle fessure

x	Bordo	Rara			Frequente			Quasi permanente			Verifica
		Dmax	Esm	Wd	Dmax	Esm	Wd	Dmax	Esm	Wd	
0	superiore	27.7	0.00073	0.0202	27.7	0.00081	0.0225	27.7	0.0008	0.022	Si
25	superiore	27.7	0.00058	0.0161	27.7	0.00058	0.016	27.7	0.00056	0.0156	Si
238	inferiore	27.8	0.00063	0.0175	27.8	0.00064	0.0178	27.8	0.00062	0.0172	Si
475	superiore	27.6	0.00048	0.0134	27.6	0.00046	0.0128	27.6	0.00045	0.0126	Si

Verifica di deformabilità

x	Rara				Frequente				Quasi permanente				Verifica	
	Elastica+	Elastica-	Fess.+	Fess.-	Elastica+	Elastica-	Fess.+	Fess.-	Elastica+	Elastica-	Fess. viscosa+	Fess. viscosa-		l/f
25	0.013	0.01	0.015	0.01	0.012	0.01	0.013	0.01	0.011	0.011	0.038	0.033	9999	Si
238	0.139	0.12	0.176	0.132	0.131	0.122	0.157	0.136	0.128	0.123	0.46	0.424	1034	Si
253	0.139	0.121	0.177	0.133	0.131	0.122	0.158	0.137	0.129	0.123	0.46	0.425	1032	Si
460	0.011	0.009	0.014	0.01	0.01	0.009	0.012	0.01	0.01	0.009	0.035	0.033	9999	Si
475	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9999	Si

Campata 3

Verifiche a flessione in famiglia SLU

x	A sup.	C.b. sup.	A inf.	C.b. inf.	M+ela	M+des	M+ult	x/d	coeff	M-ela	M-des	M-ult	x/d	coeff	Verifica
0	6.03	5.1	4.02	5.1						-497130	-439040	-533438	0.214	1.22	Si
15	6.03	5.1	4.02	5.1						-406094	-406094	-533438	0.214	1.31	Si
100	4.02	5.1	4.02	5.1	21925	96850	374017	0.184	3.86	-97009	-173140	-374017	0.184	2.16	Si
185	4.02	5.1	4.02	5.1	27985	56696	374017	0.184	6.6	2821	-8479	-374017	0.184	44.11	Si
200	4.02	5.1	4.02	5.1						0	0	-374017	0.184	+∞	Si

Verifiche a taglio in famiglia SLU

x	A st	A sl	A sag	Vela	Vdes	Vrd	Vrcd	Vrsd	Vult	cotgθ	coeff	Verifica
0	0	6.03	0	6360	6360	4957	20172	0	4957	2.5	0.78	Si
15	0.168	5.96	0	5779	5779	4936	25370	25370	25370	1.73	4.39	Si
100	0.073	4.02	0	2486	2486	4330	20172	16029	16029	2.5	6.45	Si
185	0.168	4.02	0	16	16	4330	25370	25370	25370	1.73	1552.49	Si
185	0.168	4.02	0	-1575	-1575	-4330	-25370	-25370	-25370	1.73	16.11	Si
200	0	4.02	0	-2156	-2156	-4330	-20172	0	-4330	2.5	2.01	Si

Verifiche delle tensioni in esercizio

x	Rara						Quasi permanente					Verifica	
	Mela	Mdes	σ c	σ c lim.	σ f.	σ f lim.	Mela	Mdes	σ c	σ c lim.	σ FRP		σ FRP lim.
0	-365066	-321643	92.9	184.3	2472.4	3600	-343475	-302455	87.3	138.2	0	∞	Si
15	-296811	-296811	85.7	184.3	2281.6	3600	-278985	-278985	80.5	138.2	0	∞	Si
100	-43339	-104436	19.7	184.3	296.2	3600	-34604	-93254	17.6	138.2	0	∞	Si
185	15613	26905	5.1	184.3	76.3	3600	13604	22320	4.2	138.2	0	∞	Si
200	0	0	0	184.3	0	3600	0	0	0	138.2	0	∞	Si

Verifica di apertura delle fessure

x	Bordo	Rara			Frequente			Quasi permanente			Verifica
		Dmax	Esm	Wd	Dmax	Esm	Wd	Dmax	Esm	Wd	
0	superiore	24.1	0.00077	0.0186	24.1	0.00086	0.0208	24.1	0.00084	0.0203	Si
15	superiore	24.1	0.00068	0.0164	24.1	0.00078	0.0187	24.1	0.00076	0.0182	Si

Verifica di deformabilità

x	Rara				Frequente				Quasi permanente				Verifica	
	Elastica+	Elastica-	Fess.+	Fess.-	Elastica+	Elastica-	Fess.+	Fess.-	Elastica+	Elastica-	Fess. viscosa+	Fess. viscosa-		l/f
15	-0.007	-0.008	-0.01	-0.012	-0.007	-0.008	-0.01	-0.011	-0.007	-0.008	-0.026	-0.028	7118	Si
53	-0.014	-0.017	-0.016	-0.022	-0.014	-0.016	-0.017	-0.019	-0.014	-0.016	-0.046	-0.051	3920	Si
100	-0.01	-0.015	-0.012	-0.018	-0.011	-0.013	-0.013	-0.016	-0.012	-0.013	-0.035	-0.04	4969	Si
185	-0.001	-0.002	-0.001	-0.002	-0.001	-0.002	-0.001	-0.002	-0.001	-0.002	-0.004	-0.005	9999	Si
200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9999	Si

Reazioni vincolari

Appoggio n.	Descrizione	SLU max	SLU min	Rara max	Rara min	Freq. max	Freq. min	Q.P. max	Q.P. min
1	1	1687.3	802.7	1136	1028.4	1108.5	1054.7	1097.4	1065.1
2	2	18158.1	12700.8	13765.9	12778.9	13281.7	12788.2	13088	12791.9
3	3	15490.7	10333.6	11579.6	10613.1	11121.7	10638.5	10938.6	10648.7
4	4	2156.2	392.4	1261.8	929.1	1157.9	991.5	1116.3	1016.5

Significato dei simboli utilizzati:

Le unità di misura elencate sono in [cm, daN, deg] ove non espressamente specificato.

N°: indice progressivo della sezione.

Descrizione: descrizione della sezione.

Tipo: tipo di sezione.

Base: base della sezione. [cm]

Altezza: altezza della sezione. [cm]

Copriferro sup.: distanza del bordo della staffa dalla superficie superiore del getto. [cm]

Copriferro inf.: distanza del bordo della staffa dalla superficie inferiore del getto. [cm]

Copriferro lat.: distanza del bordo della staffa dalle superfici laterali del getto. [cm]

N°: indice progressivo.

Descrizione: nome dell'appoggio.

Fittizio: indica se l'appoggio è fittizio o reale.

Larghezza inferiore: larghezza della porzione inferiore dell'appoggio; il valore 0 indica che vi è solo la porzione superiore. [cm]

Larghezza superiore: larghezza della porzione superiore dell'appoggio; il valore 0 indica che vi è solo la porzione inferiore. [cm]

Sfalsamento: sfalsamento asse della porzione superiore rispetto all'asse della porzione inferiore, misurato in orizzontale. [cm]

Rigidezza appoggio: permette di considerare l'appoggio come fisso o cedevole in direzione verticale con legge elastica lineare. [daN/cm]

x: distanza da asse appoggio sinistro. [cm]

A sup.: area efficace di armatura longitudinale superiore. [cm²]

C.b. sup.: distanza dal bordo del baricentro dell'armatura longitudinale superiore. [cm]

A inf.: area efficace di armatura longitudinale inferiore. [cm²]

C.b. inf.: distanza dal bordo del baricentro dell'armatura longitudinale inferiore. [cm]

M+ela: momento flettente desunto dal solutore che tende le fibre inferiori. [daN*cm]

M+des: momento flettente di progetto che tende le fibre inferiori. [daN*cm]

M+ult: momento ultimo per trazione delle fibre inferiori. [daN*cm]

x/d: rapporto tra posizione asse neutro e altezza utile.

coeff: coefficiente di sicurezza.

M-ela: momento flettente desunto dal solutore che tende le fibre superiori. [daN*cm]

M-des: momento flettente di progetto che tende le fibre superiori. [daN*cm]

M-ult: momento ultimo per trazione delle fibre superiori. [daN*cm]

Verifica: stato di verifica.

A st: area di staffe per unità di lunghezza. [cm²]

A sl: area di armatura longitudinale tesa per valutazione resistenza taglio in assenza di armature a taglio. [cm²]

A sag: area equivalente di barre piegate per unità di lunghezza. [cm²]

Vela: taglio elastico. [daN]

Vdes: taglio di progetto. [daN]

Vrd: resistenza a taglio della sezione senza armature. [daN]

Vrcd: sforzo di taglio che produce il cedimento delle bielle. [daN]

Vrsd: resistenza a taglio per la presenza delle armature. [daN]

Vult: taglio ultimo. [daN]

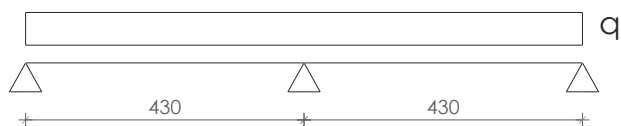
cotgθ: cotg dell'angolo di inclinazione dei puntoni in calcestruzzo.

Rara: famiglia di combinazione di verifica.

Mela: momento elastico. [daN*cm]
Mdes: momento di progetto. [daN*cm]
 σ_c : tensione di compressione nel calcestruzzo. [daN/cm²]
 $\sigma_{c\ lim.}$: tensione limite di compressione nel calcestruzzo. [daN/cm²]
 σ_f : tensione di trazione nell'acciaio. [daN/cm²]
 $\sigma_{f\ lim.}$: tensione limite di trazione nell'acciaio. [daN/cm²]
Elastica+: massima freccia a sezione interamente reagente di solo calcestruzzo. [cm]
Elastica-: minima freccia a sezione interamente reagente di solo calcestruzzo. [cm]
Fess.+: massima freccia a sezione fessurata ed omogeneizzata. [cm]
Fess.-: minima freccia a sezione fessurata ed omogeneizzata. [cm]
Quasi permanente: famiglia di combinazione di verifica.
 σ_{FRP} : tensione di trazione nell'FRP. [daN/cm²]
 $\sigma_{FRP\ lim.}$: tensione limite di trazione nell'FRP. [daN/cm²]
Fess. viscosa+: massima freccia a sezione fessurata ed omogeneizzata a viscosità esaurita. [cm]
Fess. viscosa-: minima freccia a sezione fessurata ed omogeneizzata a viscosità esaurita. [cm]
l/f: rapporto luce su freccia in combinazione quasi permanente.
Bordo: bordo interessato dalla fessura.
Rara: famiglia di combinazione per verifica inferiore.
Dmax: distanza massima tra le fessure. [cm]
Esm: dilatazione media delle barre di armatura.
Wd: valore di calcolo di apertura delle fessure. [cm]
Frequente: famiglia di combinazione per verifica inferiore.
Quasi permanente: famiglia di combinazione per verifica inferiore.
Frequente: famiglia di combinazione di verifica.
Appoggio n.: numero progressivo di appoggio.
Descrizione: descrizione dell'appoggio.
SLU max: reazione massima in SLU. [daN]
SLU min: reazione minima in SLU. [daN]
Rara max: reazione massima in SLE rara. [daN]
Rara min: reazione minima in SLE rara. [daN]
Freq. max: reazione massima in SLE frequente. [daN]
Freq. min: reazione minima in SLE frequente. [daN]
Q.P. max: reazione massima in SLE quasi permanente. [daN]
Q.P. min: reazione minima in SLE quasi permanente. [daN]

Trave T105

Schema di calcolo della trave:



$$q_{G1} = 850 \times 4,9 / 2 + 0,25 \times 1100 \times 1,5 = 2500 \text{ daN/m}$$

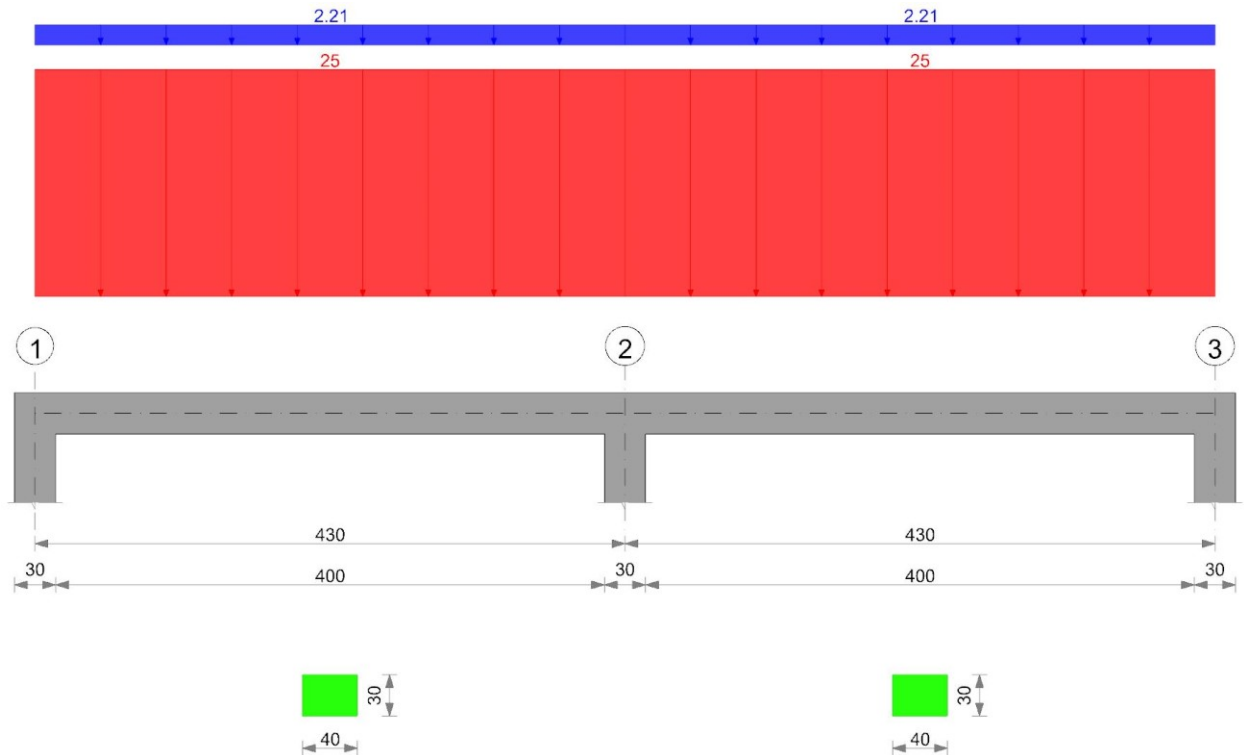
$$q_{G2} = 0 \text{ daN/m}$$

$$q_Q = 90 \times 4,9 / 2 = 221 \text{ daN/m}$$

Output di BeamCAD 21.1

Verifica di trave in elevazione condotta secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.). Le armature minime sono progettate nel rispetto dei criteri di duttilità di classe CD B.

Geometria



Fattori di sicurezza parziali per le proprietà del calcestruzzo

$\gamma_C = 1.5$; $\gamma_S = 1.15$

Fattori di sicurezza parziali per le azioni

$\gamma_{G1 \text{ inf}} = 1$; $\gamma_{G1 \text{ sup}} = 1.3$; $\gamma_{G2 \text{ inf}} = 0.8$; $\gamma_{G2 \text{ sup}} = 1.5$; $\gamma_Q = 1.5$

Coefficienti di combinazione dei carichi variabili per stati limite di esercizio

$\psi_1 = 0.5$; $\psi_2 = 0.3$

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 4500

Calcestruzzo: C30/37 Rck 370

Elenco delle sezioni

N°	Descrizione	Tipo	Base	Altezza	Copriferro sup.	Copriferro inf.	Copriferro lat.
1	R 40x30 c3.5	Rettangolare	40	30	3.5	3.5	3.5

Geometria delle campate

Campata 1 tra gli appoggi 1 - 2

Luce: 430;

sezione n° 1 - R 40x30 c3.5

Campata 2 tra gli appoggi 2 - 3

Luce: 430;

sezione n° 1 - R 40x30 c3.5

Elenco degli appoggi

N°	Descrizione	Fittizio	Larghezza inferiore	Larghezza superiore	Sfalsamento	Rigidezza appoggio
1	1	No	30	0	0	
2	2	No	30	0	0	
3	3	No	30	0	0	

Elenco dei carichi

Peso proprio valutato automaticamente e riportato nei carichi in elenco.

Campata 1

Peso proprio: 3

Carico uniforme: permanente 25; permanente portato 0; variabile 2.21

Campata 2

Peso proprio: 3

Carico uniforme: permanente 25; permanente portato 0; variabile 2.21

Diagramma verifica stato limite ultimo flessione

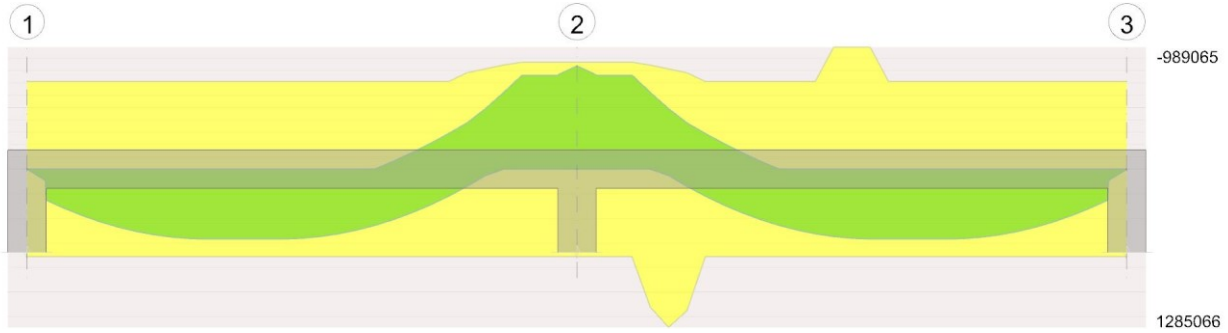
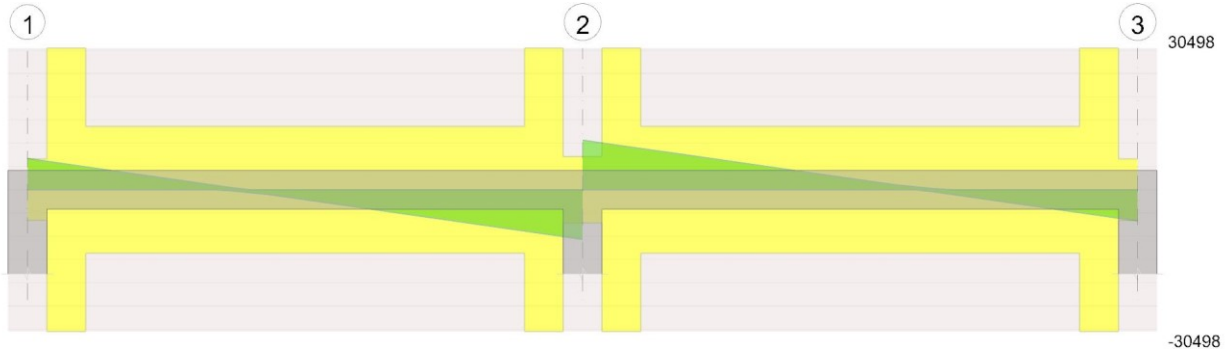


Diagramma verifica stato limite ultimo taglio



Output campate

Campata 1

Verifiche a flessione in famiglia SLU

x	A sup.	C.b. sup.	A inf.	C.b. inf.	M+ela	M+des	M+ult	x/d	coeff	M-ela	M-des	M-ult	x/d	coeff	Verifica
0	8.04	5.1	8.04	5.1	0	0	711007	0.212	∞	0	0	-711007	0.212	∞	Si
15	8.04	5.1	8.04	5.1	96315	252255	711007	0.212	2.82						Si
215	8.04	5.1	8.04	5.1	526647	561866	711007	0.212	1.27						Si
415	10.05	5.1	8.04	5.1						-762280	-762280	-868673	0.233	1.14	Si
430	10.05	5.1	8.04	5.1						-917913	-837862	-868673	0.233	1.04	Si

Verifiche a taglio in famiglia SLU

x	A st	A sl	A sag	Vela	Vdes	Vrd	Vrcd	Vrsd	Vult	cotgθ	coeff	Verifica
0	0	8.04	0	6719	6719	6609	26896	0	6609	2.5	0.98	Si
15	0.168	8.04	0	6123	6123	6609	30498	30498	30498	2.08	4.98	Si
215	0.062	8.04	0	-2135	-2135	-6609	-26896	-13612	-13612	2.5	6.38	Si
415	0.168	10.05	0	-10078	-10078	-7119	-30498	-30498	-30498	2.08	3.03	Si
430	0	10.05	0	-10673	-10673	-7119	-26896	0	-7119	2.5	0.67	Si

Verifiche delle tensioni in esercizio

x	Rara						Quasi permanente						Verifica	
	Mela	Mdes	σ c	σ c lim.	σ f.	σ f lim.	Mela	Mdes	σ c	σ c lim.	σ FRP	σ FRP lim.		
0	0	0	0	0	184.3	0	3600	0	0	0	138.2	0	∞	Si
0	0	0	0	0	184.3	0	3600	0	0	0	138.2	0	∞	Si
15	70563	184136	24.3	184.3	364.6	3600	66371	173049	22.8	138.2	0	∞	Si	
215	361884	393718	81.6	184.3	2276.3	3600	335068	366351	76	138.2	0	∞	Si	
415	-579843	-579843	111	184.3	2708	3600	-550150	-550150	105.3	138.2	0	∞	Si	
430	-698229	-637337	122	184.3	2976.5	3600	-662474	-604700	115.7	138.2	0	∞	Si	

Verifica di apertura delle fessure

x	Bordo	Rara			Frequente			Quasi permanente			Verifica
		Dmax	Esm	Wd	Dmax	Esm	Wd	Dmax	Esm	Wd	
215	inferiore	24.2	0.00067	0.0163	24.2	0.00076	0.0185	24.2	0.00074	0.0179	Si
415	superiore	22	0.00095	0.021	22	0.00103	0.0226	22	0.00101	0.0222	Si
430	superiore	22	0.00108	0.0239	22	0.00115	0.0253	22	0.00113	0.0249	Si

Verifica di deformabilità

x	Rara				Frequente				Quasi permanente				Verifica	
	Elastica+	Elastica-	Fess.+	Fess.-	Elastica+	Elastica-	Fess.+	Fess.-	Elastica+	Elastica-	Fess. viscosa+	Fess. viscosa-		l/f
15	0.026	0.022	0.041	0.031	0.025	0.023	0.037	0.032	0.024	0.023	0.091	0.085	4737	Si
186	0.197	0.165	0.334	0.238	0.185	0.169	0.297	0.25	0.181	0.171	0.719	0.669	598	Si
215	0.191	0.157	0.319	0.224	0.179	0.162	0.283	0.236	0.174	0.164	0.689	0.639	624	Si
415	0.004	0.001	0.004	-0.005	0.003	0.001	0.001	-0.003	0.003	0.002	0.012	0.007	9999	Si

Campata 2

Verifiche a flessione in famiglia SLU

x	A sup.	C.b. sup.	A inf.	C.b. inf.	M+ela	M+des	M+ult	x/d	coeff	M-ela	M-des	M-ult	x/d	coeff	Verifica
0	10.05	5.1	8.04	5.1						-917913	-837862	-868673	0.233	1.04	Si
15	10.05	5.1	8.04	5.1						-762280	-762280	-868673	0.233	1.14	Si
215	11.6	5.1	8.04	5.1	526647	561866	710774	0.21	1.27						Si
415	8.04	5.1	8.04	5.1	96315	252255	711007	0.212	2.82						Si
430	8.04	5.1	8.04	5.1	0	0	711007	0.212	∞	0	0	-711007	0.212	∞	Si

Verifiche a taglio in famiglia SLU

x	A st	A sl	A sag	Vela	Vdes	Vrd	Vrcd	Vrsd	Vult	cotgβ	coeff	Verifica
0	0	10.05	0	10673	10673	7119	26896	0	7119	2.5	0.67	Si
15	0.168	10.05	0	10078	10078	7119	30498	30498	30498	2.08	3.03	Si
215	0.062	8.04	0	2135	2135	6609	26896	13612	13612	2.5	6.38	Si
415	0.168	8.04	0	-6123	-6123	-6609	-30498	-30498	-30498	2.08	4.98	Si
430	0	8.04	0	-6719	-6719	-6609	-26896	0	-6609	2.5	0.98	Si

Verifiche delle tensioni in esercizio

x	Rara						Quasi permanente						Verifica
	Mela	Mdes	σ c	σ c lim.	σ f.	σ f lim.	Mela	Mdes	σ c	σ c lim.	σ FRP	σ FRP lim.	
0	-698229	-637337	122	184.3	2976.5	3600	-662474	-604700	115.7	138.2	0	+∞	Si
15	-579843	-579843	111	184.3	2708	3600	-550150	-550150	105.3	138.2	0	+∞	Si
215	361884	393718	77.6	184.3	2284.1	3600	335068	366351	72.2	138.2	0	+∞	Si
415	70563	184136	24.3	184.3	364.6	3600	66371	173049	22.8	138.2	0	+∞	Si
430	0	0	0	184.3	0	3600	0	0	0	138.2	0	+∞	Si

Verifica di apertura delle fessure

x	Bordo	Rara			Frequente			Quasi permanente			Verifica
		Dmax	Esm	Wd	Dmax	Esm	Wd	Dmax	Esm	Wd	
0	superiore	22	0.00108	0.0239	22	0.00115	0.0253	22	0.00113	0.0249	Si
15	superiore	22	0.00095	0.021	22	0.00103	0.0226	22	0.00101	0.0222	Si
215	inferiore	24.4	0.00067	0.0164	24.4	0.00076	0.0186	24.4	0.00074	0.0181	Si

Verifica di deformabilità

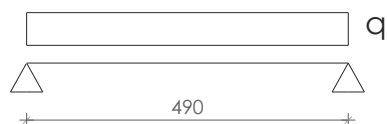
x	Rara				Frequente				Quasi permanente				Verifica	
	Elastica+	Elastica-	Fess.+	Fess.-	Elastica+	Elastica-	Fess.+	Fess.-	Elastica+	Elastica-	Fess. viscosa+	Fess. viscosa-		l/f
15	0.004	0.001	0.004	-0.005	0.003	0.001	0.001	-0.003	0.003	0.002	0.012	0.007	9999	Si
215	0.191	0.157	0.316	0.221	0.179	0.162	0.28	0.233	0.174	0.164	0.682	0.632	631	Si
244	0.197	0.165	0.331	0.236	0.185	0.169	0.294	0.247	0.181	0.171	0.713	0.663	603	Si
415	0.026	0.022	0.041	0.03	0.025	0.023	0.037	0.032	0.024	0.023	0.09	0.085	4763	Si
430	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9999	Si

Reazioni vincolari

Appoggio n.	Descrizione	SLU max	SLU min	Rara max	Rara min	Freq. max	Freq. min	Q.P. max	Q.P. min
1	1	6718.9	4200.2	4930.8	4455.6	4722.9	4485.3	4639.7	4497.2
2	2	21346.8	15050	16237.9	15050	15643.9	15050	15406.4	15050
3	3	6718.9	4200.2	4930.8	4455.6	4722.9	4485.3	4639.7	4497.2

Travi T106 e T107

Schema di calcolo della trave:



$$q_{G1} = 850 \times 0,6 + 0,25 \times 1100 \times 1,5 = 1000 \text{ daN/m}$$

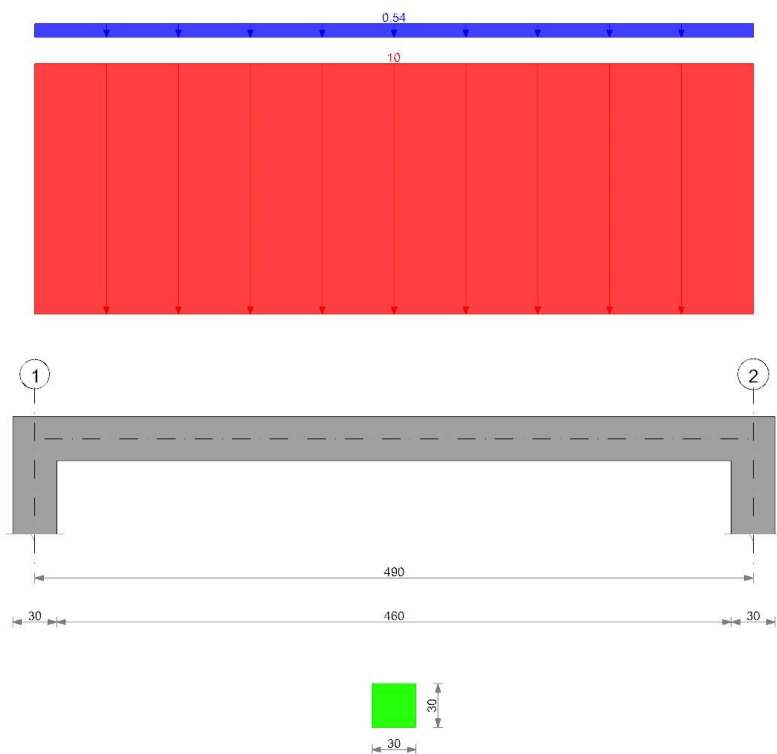
$$q_{G2} = 0 \text{ daN/m}$$

$$q_Q = 90 \times 0,6 = 54 \text{ daN/m}$$

Output di BeamCAD 21.1

Verifica di trave in elevazione condotta secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.). Le armature minime sono progettate nel rispetto dei criteri di duttilità di classe CD B.

Geometria



Fattori di sicurezza parziali per le proprietà del calcestruzzo

$\gamma_C = 1.5$; $\gamma_S = 1.15$

Fattori di sicurezza parziali per le azioni

$\gamma_{G1 \text{ inf}} = 1$; $\gamma_{G1 \text{ sup}} = 1.3$; $\gamma_{G2 \text{ inf}} = 0.8$; $\gamma_{G2 \text{ sup}} = 1.5$; $\gamma_Q = 1.5$

Coefficienti di combinazione dei carichi variabili per stati limite di esercizio

$\psi_1 = 0.5$; $\psi_2 = 0.3$

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 4500

Calcestruzzo: C30/37 Rck 370

Elenco delle sezioni

N°	Descrizione	Tipo	Base	Altezza	Copriferro sup.	Copriferro inf.	Copriferro lat.
1	R 30x30 c3.5	Rettangolare	30	30	3.5	3.5	3.5

Geometria delle campate

Campata 1 tra gli appoggi 1 - 2

Luce: 490;

sezione n° 1 - R 30x30 c3.5

Elenco degli appoggi

N°	Descrizione	Fittizio	Larghezza inferiore	Larghezza superiore	Sfalsamento	Rigidità appoggio
1	1	No	30	0	0	
2	2	No	30	0	0	

Elenco dei carichi

Peso proprio valutato automaticamente e riportato nei carichi in elenco.

Campata 1

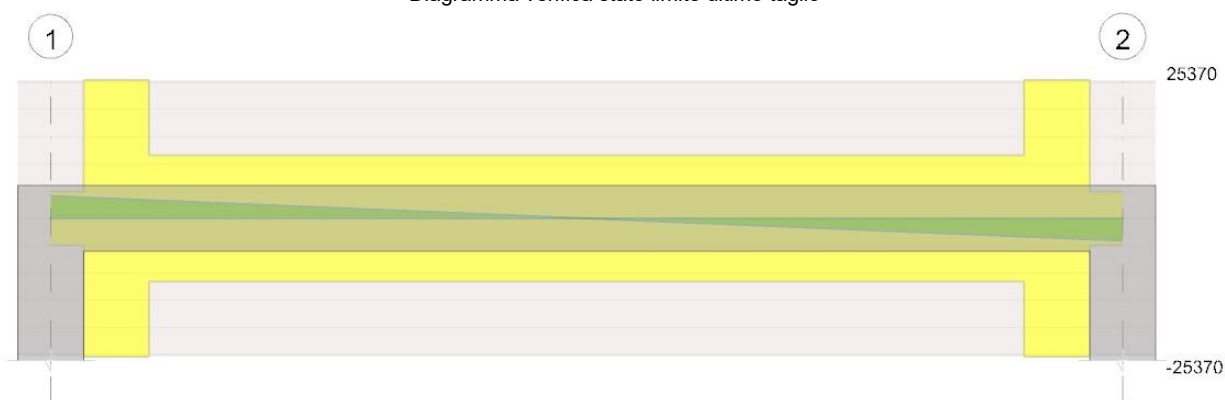
Peso proprio: 2.25

Carico uniforme: permanente 10; permanente portato 0; variabile 0.54

Diagramma verifica stato limite ultimo flessione



Diagramma verifica stato limite ultimo taglio



Output camgate

Campata 1

Verifiche a flessione in famiglia SLU

x	A sup.	C.b. sup.	A inf.	C.b. inf.	M+ela	M+des	M+ult	x/d	coeff	M-ela	M-des	M-ult	x/d	coeff	Verifica
0	6.03	5.1	6.03	5.1						0	0	-533255	0.212	+	Si
15	6.03	5.1	6.03	5.1	59618	160356	533255	0.212	3.33						Si
245	6.03	5.1	6.03	5.1	502259	502259	533255	0.212	1.06						Si
475	6.03	5.1	6.03	5.1	59618	160356	533255	0.212	3.33						Si
490	6.03	5.1	6.03	5.1	0	0	533255	0.212	+						Si

Verifiche a taglio in famiglia SLU

x	A st	A sl	A sag	Vela	Vdes	Vrd	Vrcd	Vrsd	Vult	cotgθ	coeff	Verifica
0	0	6.03	0	4100	4100	4957	20172	0	4957	2.5	1.21	Si
15	0.168	6.03	0	3849	3849	4957	25370	25370	25370	1.73	6.59	Si
245	0.053	6.03	0	0	0	4957	20172	11571	11571	2.5	69885446665512500	Si
475	0.168	6.03	0	-3849	-3849	-4957	-25370	-25370	-25370	1.73	6.59	Si
490	0	6.03	0	-4100	-4100	-4957	-20172	0	-4957	2.5	1.21	Si

Verifiche delle tensioni in esercizio

x	Mela		Rara				Quasi permanente					Verifica	
	Mela	Mdes	σ c	σ c lim.	σ f.	σ f lim.	Mela	Mdes	σ c	σ c lim.	σ FRP		σ FRP lim.
0	0	0	0	184.3	0	3600	0	0	0	138.2	0	+	Si
15	45564	122554	21.6	184.3	323.5	3600	44218	118932	20.9	138.2	0	+	Si
245	383860	383860	106.1	184.3	2959	3600	372515	372515	103	138.2	0	+	Si
475	45564	122554	21.6	184.3	323.5	3600	44218	118932	20.9	138.2	0	+	Si
490	0	0	0	184.3	0	3600	0	0	0	138.2	0	+	Si

Verifica di apertura delle fessure

x	Bordo	Rara			Frequente			Quasi permanente			Verifica
		Dmax	Esm	Wd	Dmax	Esm	Wd	Dmax	Esm	Wd	
245	inferiore	24.2	0.00101	0.0244	24.2	0.00112	0.0271	24.2	0.00111	0.0268	Si

Verifica di deformabilità

x	Rara				Frequente				Quasi permanente				Verifica	
	Elastica+	Elastica-	Fess.+	Fess.-	Elastica+	Elastica-	Fess.+	Fess.-	Elastica+	Elastica-	Fess. viscosa+	Fess. viscosa-		l/f
15	0.042	0.04	0.085	0.078	0.041	0.04	0.082	0.078	0.041	0.04	0.175	0.172	2807	Si
245	0.43	0.412	0.956	0.878	0.421	0.412	0.917	0.878	0.418	0.412	1.88	1.848	261	Si
475	0.042	0.04	0.085	0.078	0.041	0.04	0.082	0.078	0.041	0.04	0.175	0.172	2807	Si

Reazioni vincolari

Appoggio n.	Descrizione	SLU max	SLU min	Rara max	Rara min	Freq. max	Freq. min	Q.P. max	Q.P. min
1	1	4100.1	3001.3	3133.6	3001.3	3067.4	3001.3	3040.9	3001.3
2	2	4100.1	3001.3	3133.6	3001.3	3067.4	3001.3	3040.9	3001.3

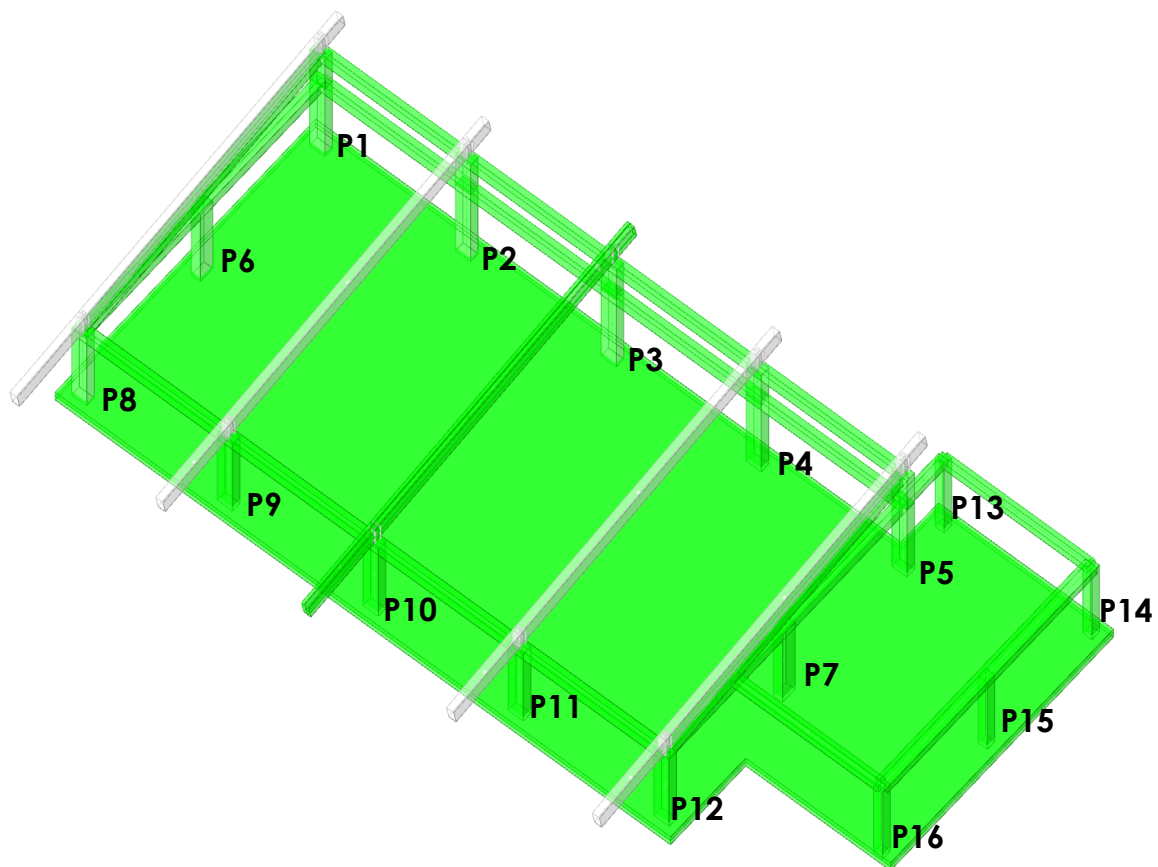
Le verifiche risultano soddisfatte.

7. STRUTTURE DI ELEVAZIONE VERTICALE

I pilastri in c.a. della Sala hanno sezione 50x30cm, a differenza dei pilastri in c.a. del locale Ripostiglio che hanno sezione 30x30cm.

Si riportano nell'allegato denominato "Fascicolo dei calcoli" le verifiche complete di tutti i pilastri in c.a., effettuate mediante il software di calcolo Sismicad 12.18.

Tutti i pilastri in c.a. risultano verificati.



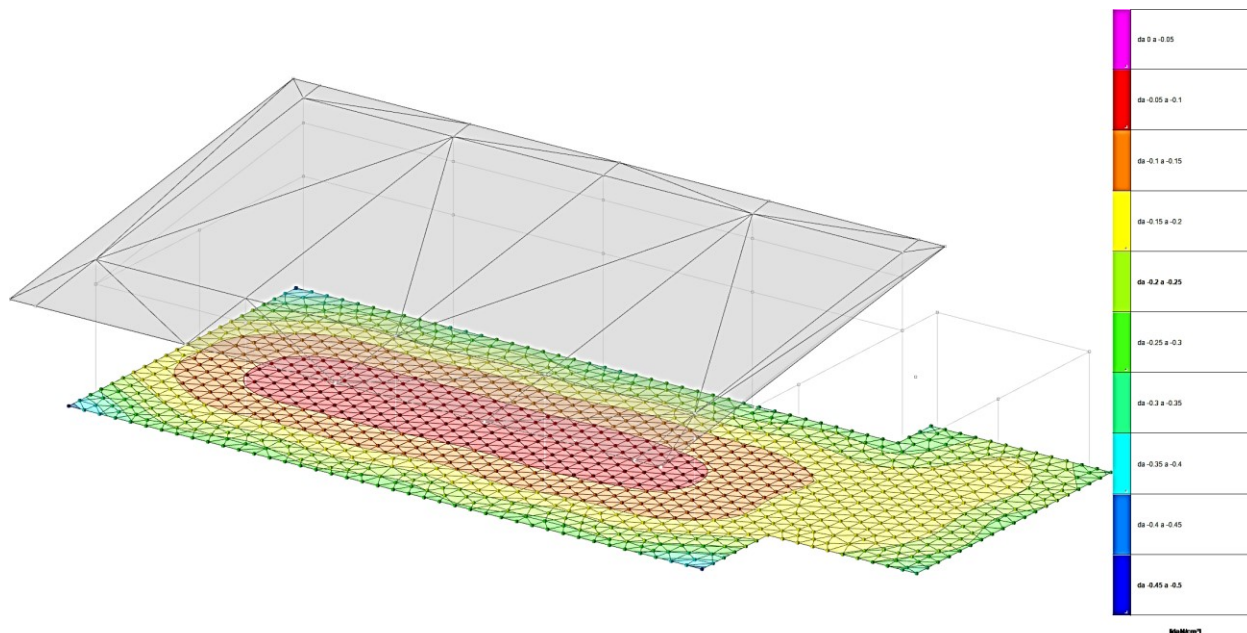
identificazione dei pilastri in c.a.

8. STRUTTURE DI FONDAZIONE IN C.A.

Le strutture di fondazione sono del tipo superficiale a platea in c.a. di spessore 40cm, con magrone di spessore 10cm.

Pressioni sul terreno

Di seguito è riportato il diagramma relativo ai valori minimi di pressione sul terreno:



Armatura diffusa:

rete $\phi 12/20 \times 20$ cm inferiore

rete $\phi 12/20 \times 20$ cm inferiore

Armatura integrativa:

non risulta necessaria armatura integrativa

Tutte le verifiche effettuate risultano soddisfatte.

Si riportano nell'allegato denominato "Fascicolo dei calcoli" le verifiche complete di tutti i pilastri in c.a., effettuate mediante il software di calcolo Sismicad 12.18.

9. RESISTENZA AL FUOCO

Tutte le strutture devono soddisfare il requisito di resistenza al fuoco per un tempo di esposizione di 90 minuti.

9.1. Travi in c.a.

Per le travi in c.a., esposte su un lato, è stata effettuata la verifica di resistenza al fuoco con il metodo tabellare previsto dal D.M. 16.02.2007, individuando per ciascun elemento un copriferro di almeno 40mm (nell'ambito della Prevenzione Incendi, il copriferro viene inteso come distanza tra il bordo del calcestruzzo e il filo esterno dell'armatura longitudinale, e pertanto risulta superiore a 40mm, soddisfacendo ampiamente il requisito R90).

9.2. Pilastrini in c.a.

Per i pilastri in c.a. è stata effettuata la verifica di resistenza al fuoco con il metodo analitico previsto dal D.M. 16.02.2007, soddisfacendo pienamente il requisito di resistenza al fuoco R90.

A favore della sicurezza, si è considerata un'esposizione al fuoco su tre lati dei pilastri in c.a.

La verifica è stata effettuata mediante il programma di calcolo ThermoCad di Concrete srl, a partire dalle sollecitazioni ricavate dalla modellazione FEM della struttura effettuata mediante il programma di calcolo SismiCad 12.18 di Concrete srl.

Descrizione del software di calcolo

Il programma permette l'analisi transitoria del flusso del calore all'interno della sezione, svolta dal solutore con il metodo degli elementi finiti. La sezione è costituita da blocchi di forma quadrangolare o triangolare, di materiale assegnato e con condizioni al contorno prestabilite. E' prevista la gestione di materiali con proprietà termiche e meccaniche diverse e variabili con la temperatura. La sezione viene infine discretizzata da un meshatore automatico, in base alla dimensione massima assegnata. Il solutore calcola e memorizza l'andamento delle temperature all'interno della sezione ad intervalli di tempo prestabiliti. Al termine della analisi termica la distribuzione delle temperature può essere visualizzata alle varie scadenze temporali con rappresentazione a bande di colore ed analizzata nel dettaglio interrogando la sezione. La verifica di resistenza delle sezioni in cemento armato e cemento armato precompresso è condotta con un metodo analitico avanzato, in cui sono implementate le leggi costitutive ed il decadimento di resistenza dei materiali con la temperatura. La verifica viene effettuata allo stato limite ultimo individuando il dominio di resistenza (luogo dei punti delle terne di sollecitazione limite M_x , M_y , N) in presenza di una distribuzione di temperatura all'interno del corpo e calcolando il coefficiente di sicurezza per una assegnata sollecitazione. Nella verifica del cemento armato ThermoCAD è conforme alle norme UNI 9502/2001 ed Eurocodice 2 (UNI EN 1992-1-2:2005), quest'ultima richiesta dal D.M. 17/01/2018 e dal D.M. 14/01/2008 al p.4.1.13. La verifica di resistenza delle sezioni in acciaio è condotta secondo il modello di calcolo semplificato, in cui sono implementate le leggi costitutive ed il decadimento di resistenza dei materiali con la temperatura. Le verifiche, per una assegnata sollecitazione, vengono condotte ai vari istanti temporali secondo le prescrizioni dell'EC3-1-2. La verifica di resistenza delle sezioni in legno può essere condotta secondo il metodo analitico avanzato, in cui sono implementate le leggi costitutive ed il decadimento di resistenza dei materiali con la temperatura, oppure secondo il metodo semplificato della sezione trasversale ridotta. Le verifiche, per una assegnata sollecitazione, vengono condotte ai vari istanti temporali secondo le prescrizioni dell'EC5-1-2. Il metodo semplificato non prevede la suddivisione della sezione in mesh e la successiva analisi termica della stessa.

Descrizione dei blocchi costituenti la sezione

Blocco n.: 1

Materiale: Calcestruzzo siliceo

Coordinate del poligono:

Punto n.	X	Y
1	0.00	0.00
2	30.00	0.00
3	30.00	50.00
4	0.00	50.00

Condizioni termiche applicate al contorno

Condizione n.: 1

Condizione di esposizione al fuoco

Coordinate della linea poligonale lungo cui è stata imposta la condizione:

Punto n.	X	Y
1	0.00	50.00
2	0.00	0.00
3	30.00	0.00
4	30.00	50.00
5	0.00	50.00

Condizione n.: 2

Condizione di esposizione al fuoco

Coordinate della linea poligonale lungo cui è stata imposta la condizione:

Punto n.	X	Y
1	30.00	50.00
2	0.00	50.00

Descrizione delle armature inserite

Armature lente:

X	Y	Diametro(mm)	Descrizione
5.48	5.48	20	Barra EN 1992.1.2 classe N laminato a caldo
24.52	5.48	20	Barra EN 1992.1.2 classe N laminato a caldo
24.52	44.52	20	Barra EN 1992.1.2 classe N laminato a caldo
5.48	44.52	20	Barra EN 1992.1.2 classe N laminato a caldo
5.30	25.00	20	Barra EN 1992.1.2 classe N laminato a caldo
24.70	25.00	20	Barra EN 1992.1.2 classe N laminato a caldo

Caratteristiche termiche dei materiali

Materiale: Calcestruzzo siliceo

Coefficiente di convezione per esposizione al fuoco: 25.0 W/m²°C

Coefficiente di convezione per ambiente: 9.0 W/m²°C

Coefficiente di remissività risultante: 0.70

Coefficiente di irraggiamento: 0.000000397 W/m²K⁴

Comportamento in fase di verifica: Calcestruzzo siliceo

Temperatura (°C)	Massa	Conducibilità	Calore specifico
°C	Kg	W/m ² °C	J/Kg°C
0	2300.0	1.680	900.0
99	2300.0	1.499	900.0
100	2300.0	1.498	1653.0
115	2300.0	1.472	1653.0
200	2254.0	1.332	1000.0
300	2219.5	1.182	1050.0
400	2185.0	1.049	1100.0
500	2164.3	0.932	1100.0

600	2145.9	0.832	1100.0
700	2125.2	0.748	1100.0
800	2104.5	0.680	1100.0
900	2083.8	0.629	1100.0
1000	2065.4	0.595	1100.0
1100	2044.7	0.576	1100.0
1200	2024.0	0.574	1100.0

Caratteristiche dei materiali per le verifiche

Stato limite ultimo

Deformazioni limite:

E_{c1} : primo limite deformativo del calcestruzzo

E_{c2} : secondo limite deformativo del calcestruzzo

E_{r2} : limite deformativo massimo dell'acciaio

E_{c1} : -0.0020

E_{c2} : -0.0035

E_{r2} : 0.0200

Calcestruzzo

Alfa1: coefficiente di passaggio da R_{ck} a F_{ck}

Alfa2: coefficiente riduttivo per carichi permanenti

R_{ck} : 370 daN/cm²

Coefficiente di sicurezza parziale: 1.000

Alfa1: 0.83

Alfa2: 1.00

Incremento Gamma C in compressione semplice: 1.000

Armatura Barra EN 1992.1.2 classe N laminato a caldo

Coefficiente di sicurezza parziale: 1.000

F_{yk} : 4500 daN/cm²

E_s : 2050000 daN/cm²

E_{ps_sp} : 0.00220

E_{ps_sy} : 0.02000

E_{ps_st} : 0.15000

E_{ps_su} : 0.20000

Coefficienti F_i

Fattori di riduzione di resistenza dei calcestruzzi

Per coefficienti F_i si intendono i fattori di riduzione di resistenza del materiale (acciaio e calcestruzzo) se compresso o teso, in funzione della condizione di esercizio. I coefficienti vengono descritti tramite una curva caratteristica di valori adimensionali su temperatura tramite curva spezzata, come da normativa.

Calcestruzzo siliceo compresso:

Temperatura (°C)	F_i compresso
20	1.000
100	1.000
200	0.950
300	0.850
400	0.750
500	0.600
600	0.450

700	0.300
800	0.150
900	0.080
1000	0.040
1100	0.010
1200	0.000

Calcestruzzo siliceo teso:

Temperatura (°C)	Fi teso
20	1.000
100	1.000
600	0.000

Modulo elastico Calcestruzzo siliceo:

Temperatura (°C)	Fi
0	1.000
50	1.000
200	0.500
400	0.150
600	0.050

Fattori di riduzione di resistenza delle barre di armatura

Vengono riportate le curve di riduzione in forma analitica solo per i tipi di barre di armatura effettivamente utilizzati nella sezione.

Barra EN 1992.1.2 classe N hr	
Temperatura (°C)	(K _{s1})
20	1.000
100	1.000
200	1.000
300	1.000
400	1.000
500	0.780
600	0.470
700	0.230
800	0.110
900	0.060
1000	0.040
1100	0.020
1200	0.000
Temperatura (°C)	(K _{s1} comp.)
20	1.000
100	1.000
500	0.570
700	0.100
1200	0.000

Legenda:

hr=laminato a caldo
 cw=lavorato a freddo
 q&t=temprata

Parametri di sollecitazione termica

Curva di incendio secondo la normativa UNI 7678 (ISO 834)

$$T_f = 20 + 345 \cdot \log_{10}(8 \cdot t + 1)$$

Numero di passi di risoluzione: 90

Passo temporale (sec.): 60

Intervallo risultati: 10

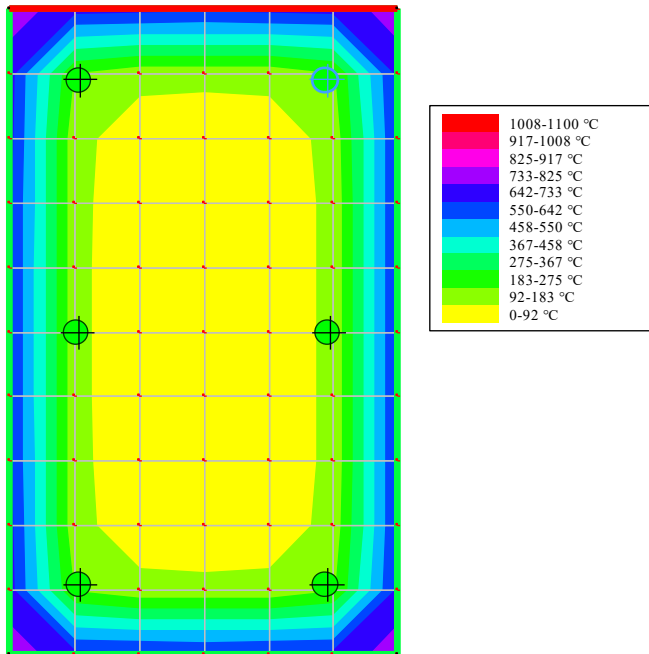
Temperature nodali

ID	X	Y	t 10	t 20	t 30	t 40	t 50	t 60	t 70	t 80	t 90
	cm	cm	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
1	0	0	421.3	777.6	858.2	888.3	917.3	943.6	966.5	986.5	1004.2
2	0	5	246.7	546.0	728.9	819.2	871.8	908.8	938.0	962.3	983.1
3	0	10	242.0	530.0	720.4	809.7	859.8	896.4	926.0	951.0	972.6
4	0	15	241.6	528.3	718.0	807.0	857.2	893.9	923.5	948.4	969.9
5	0	20	241.6	528.2	717.9	807.0	857.0	893.5	922.9	947.6	969.0
6	0	25	241.6	528.2	717.9	806.9	857.0	893.4	922.8	947.5	968.9
7	0	30	241.6	528.2	717.9	807.0	857.0	893.5	922.9	947.6	969.0
8	0	35	241.6	528.3	718.0	807.0	857.2	893.9	923.5	948.4	969.9
9	0	40	242.0	530.0	720.4	809.7	859.8	896.4	926.0	951.0	972.6
10	0	45	246.7	546.0	728.9	819.2	871.8	908.8	938.0	962.3	983.1
11	0	50	421.3	777.6	858.2	888.3	917.3	943.6	966.5	986.5	1004.2
12	5	0	246.7	546.0	728.9	819.2	871.8	908.8	938.0	962.3	983.1
13	5	5	46.0	110.0	185.7	257.6	322.0	378.4	427.9	471.8	511.4
14	5	10	35.4	75.4	126.9	174.8	222.0	266.4	307.5	345.2	379.6
15	5	15	34.9	72.5	122.3	164.5	205.6	243.1	278.0	310.6	340.6
16	5	20	34.9	72.2	121.9	163.1	203.2	239.4	272.4	303.1	331.2
17	5	25	34.9	72.2	121.9	163.0	202.9	238.9	271.6	302.0	329.7
18	5	30	34.9	72.2	121.9	163.1	203.2	239.4	272.4	303.1	331.2
19	5	35	34.9	72.5	122.3	164.5	205.6	243.1	278.0	310.6	340.6
20	5	40	35.4	75.4	126.9	174.8	222.0	266.4	307.5	345.2	379.6
21	5	45	46.0	110.0	185.7	257.6	322.0	378.4	427.9	471.8	511.4
22	5	50	246.7	546.0	728.9	819.2	871.8	908.8	938.0	962.3	983.1
23	10	0	242.0	530.0	720.4	809.7	859.8	896.4	926.1	951.1	972.7
24	10	5	35.4	75.4	126.9	175.0	222.3	266.9	308.4	346.3	381.2
25	10	10	21.6	30.9	48.5	69.9	92.3	116.1	141.4	168.3	196.1
26	10	15	20.9	26.2	37.6	52.8	70.0	86.7	104.3	122.1	141.0
27	10	20	20.8	25.9	36.3	50.0	65.8	81.2	97.2	113.3	129.1
28	10	25	20.8	25.8	36.2	49.7	65.3	80.4	96.0	112.0	127.2
29	10	30	20.8	25.9	36.3	50.0	65.8	81.2	97.2	113.3	129.1
30	10	35	20.9	26.2	37.6	52.8	70.0	86.7	104.3	122.1	141.0
31	10	40	21.6	30.9	48.5	69.9	92.3	116.1	141.4	168.3	196.1
32	10	45	35.4	75.4	126.9	175.0	222.3	266.9	308.4	346.3	381.2
33	10	50	242.0	530.0	720.5	809.7	859.8	896.4	926.1	951.1	972.7
34	15	0	241.6	528.5	718.1	807.1	857.5	894.4	924.2	949.3	970.9
35	15	5	34.9	72.7	122.8	165.9	208.2	247.3	284.5	319.2	351.5
36	15	10	20.9	26.6	38.9	55.4	73.6	91.9	111.0	131.2	153.2
37	15	15	20.1	21.5	25.9	34.0	45.3	58.5	72.0	84.9	97.6
38	15	20	20.1	21.1	24.3	30.6	39.7	50.9	63.1	75.2	86.4
39	15	25	20.1	21.0	24.2	30.2	38.9	49.7	61.5	73.5	84.4
40	15	30	20.1	21.1	24.3	30.6	39.7	50.9	63.1	75.2	86.4
41	15	35	20.1	21.5	25.9	34.0	45.3	58.5	72.0	84.9	97.6
42	15	40	20.9	26.6	38.9	55.4	73.6	91.9	111.0	131.2	153.2
43	15	45	34.9	72.7	122.8	165.9	208.2	247.3	284.5	319.2	351.5
44	15	50	241.6	528.5	718.1	807.1	857.5	894.4	924.2	949.3	970.9
45	20	0	242.0	530.0	720.5	809.7	859.8	896.4	926.1	951.1	972.7
46	20	5	35.4	75.4	126.9	175.0	222.3	266.9	308.4	346.3	381.2
47	20	10	21.6	30.9	48.5	69.9	92.3	116.1	141.4	168.3	196.1
48	20	15	20.9	26.2	37.6	52.8	70.0	86.7	104.3	122.1	141.0
49	20	20	20.8	25.9	36.3	50.0	65.8	81.2	97.2	113.3	129.1
50	20	25	20.8	25.8	36.2	49.7	65.3	80.4	96.0	112.0	127.2
51	20	30	20.8	25.9	36.3	50.0	65.8	81.2	97.2	113.3	129.1
52	20	35	20.9	26.2	37.6	52.8	70.0	86.7	104.3	122.1	141.0
53	20	40	21.6	30.9	48.5	69.9	92.3	116.1	141.4	168.3	196.1
54	20	45	35.4	75.4	126.9	175.0	222.3	266.9	308.4	346.3	381.2
55	20	50	242.0	530.0	720.5	809.7	859.8	896.4	926.1	951.1	972.7
56	25	0	246.7	546.0	728.9	819.2	871.8	908.8	938.0	962.3	983.1
57	25	5	46.0	110.0	185.7	257.6	322.0	378.4	427.9	471.8	511.4
58	25	10	35.4	75.4	126.9	174.8	222.0	266.4	307.5	345.2	379.6
59	25	15	34.9	72.5	122.3	164.5	205.6	243.1	278.0	310.6	340.6
60	25	20	34.9	72.2	121.9	163.1	203.2	239.4	272.4	303.1	331.2
61	25	25	34.9	72.2	121.9	163.0	202.9	238.9	271.6	302.0	329.7
62	25	30	34.9	72.2	121.9	163.1	203.2	239.4	272.4	303.1	331.2
63	25	35	34.9	72.5	122.3	164.5	205.6	243.1	278.0	310.6	340.6
64	25	40	35.4	75.4	126.9	174.8	222.0	266.4	307.5	345.2	379.6
65	25	45	46.0	110.0	185.7	257.6	322.0	378.4	427.9	471.8	511.4
66	25	50	246.7	546.0	728.9	819.2	871.8	908.8	938.0	962.3	983.1
67	30	0	421.3	777.6	858.2	888.3	917.3	943.6	966.5	986.5	1004.2
68	30	5	246.7	546.0	728.9	819.2	871.8	908.8	938.0	962.3	983.1
69	30	10	242.0	530.0	720.4	809.7	859.8	896.4	926.0	951.0	972.6
70	30	15	241.6	528.3	718.0	807.0	857.2	893.9	923.5	948.4	969.9
71	30	20	241.6	528.2	717.9	807.0	857.0	893.5	922.9	947.6	969.0
72	30	25	241.6	528.2	717.9	806.9	857.0	893.4	922.8	947.5	968.9
73	30	30	241.6	528.2	717.9	807.0	857.0	893.5	922.9	947.6	969.0
74	30	35	241.6	528.3	718.0	807.0	857.2	893.9	923.5	948.4	969.9
75	30	40	242.0	530.0	720.4	809.7	859.8	896.4	926.0	951.0	972.6

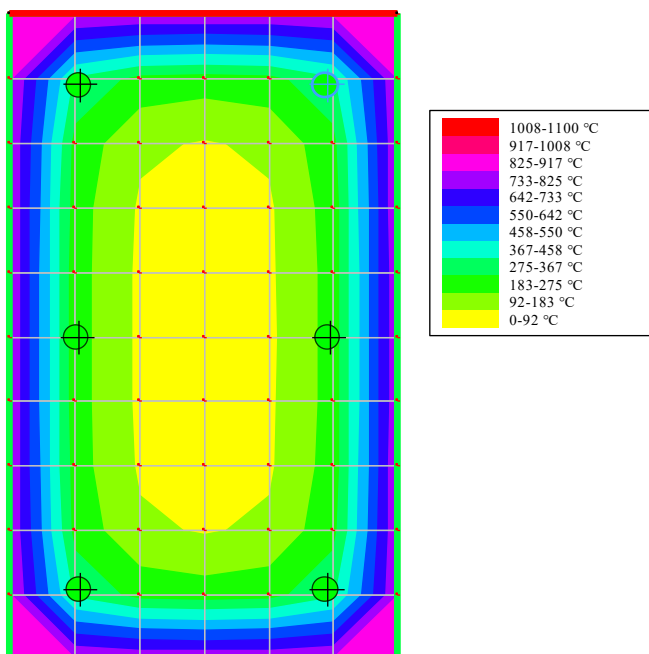
76	30	45	246.7	546.0	728.9	819.2	871.8	908.8	938.0	962.3	983.1
77	30	50	421.3	777.6	858.2	888.3	917.3	943.6	966.5	986.5	1004.2

Distribuzione delle temperature ai vari istanti

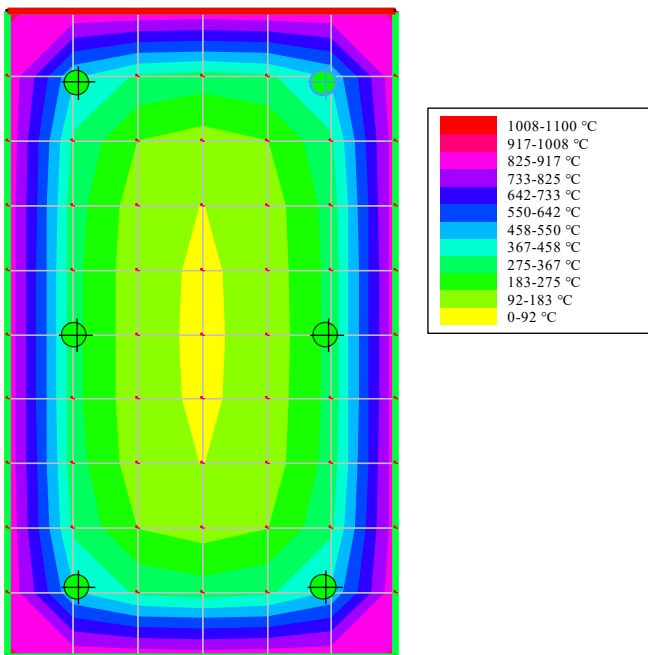
Distribuzione temperature a 30 min



Distribuzione temperature a 60 min



Distribuzione temperature a 90 min



Verifiche SLU N = costante

Tempo	Mx	My	N	coeff	Mxu	Myu
90'	-5004	32977	-12204	18.73	-93729	617630

Verifiche SLU Mx/My = costante

Tempo	Mx	My	N	coeff	Mxu	Myu	Nu
90'	-5004	32977	-12204	12.89	-64500	425025	-157297

Verifiche SLU nei vari intervalli temporali

Sollecitazioni nelle combinazioni di calcolo

nome	famiglia	ID fam	ID comb	Mx	My	N	Tx	Ty
SLU EX FUOCO	SLU EX	1	1	-5004.413	32976.615	-12204.248	-76.806	116.819

Coefficienti a rapporto Mx/My costante

Tabella di riepilogo delle verifiche eseguite nei diversi istanti temporali. Per ogni istante temporale analizzato viene riportata la combinazione di carico che ha prodotto il coefficiente di sicurezza minore.

Tempo	ID fam	ID comb	Mx	My	N	coeff
0'	1	1	-5004	32977	-12204	33.94
10'	1	1	-5004	32977	-12204	30.67
20'	1	1	-5004	32977	-12204	25.44
30'	1	1	-5004	32977	-12204	21.19
40'	1	1	-5004	32977	-12204	18.58
50'	1	1	-5004	32977	-12204	16.49
60'	1	1	-5004	32977	-12204	14.89
70'	1	1	-5004	32977	-12204	13.91
80'	1	1	-5004	32977	-12204	13.42

90'	1	1	-5004	32977	-12204	12.89
-----	---	---	-------	-------	--------	-------

Minimo coefficiente > 1 al tempo 90 min

Coefficienti a sforzo normale costante

Tabella di riepilogo delle verifiche eseguite nei diversi istanti temporali. Per ogni istante temporale analizzato viene riportata la combinazione di carico che ha prodotto il coefficiente di sicurezza minore.

T	ID fam	ID comb	Mx	My	N	coeff
0'	1	1	-5004	32977	-12204	33.36
10'	1	1	-5004	32977	-12204	31.81
20'	1	1	-5004	32977	-12204	29.6
30'	1	1	-5004	32977	-12204	27.23
40'	1	1	-5004	32977	-12204	25.15
50'	1	1	-5004	32977	-12204	23.18
60'	1	1	-5004	32977	-12204	21.55
70'	1	1	-5004	32977	-12204	20.38
80'	1	1	-5004	32977	-12204	19.57
90'	1	1	-5004	32977	-12204	18.73

Minimo coefficiente > 1 al tempo 90 min

9.3. Strutture in c.a. prefabbricate

Le strutture in c.a. prefabbricate (solaio a lastre tralicciate) saranno certificate R90 dalla Ditta fornitrice.

Sarà cura della D.L. verificarne la conformità alle prestazioni richieste, sulla base di quanto riportato in progetto.

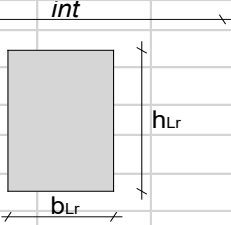
9.4. Travi in legno

Le strutture in legno della copertura sono state dimensionate per soddisfare il requisito di resistenza al fuoco R90: è stato infatti effettuato il calcolo analitico mediante il metodo della sezione ridotta ed il calcolo dell'effettiva profondità di carbonizzazione.

I dispositivi metallici di ancoraggio delle travi lignee ai pilastri in c.a. dovranno essere opportunamente protetti per garantire una resistenza al fuoco R90.

metodo della sezione trasversale ridotta				
$\beta_0 =$	0,65	mm/min		
$t =$	90	min		
$d_0 =$	7	mm		
$k_0 =$	1			
$d_{char} =$	58,5	mm		
$d_{ef} =$	65,5	mm		



LEGNO		LEGNO SEZIONE RIDOTTA			
$b_L =$	24 cm	$b_{Lr} =$	10,9 cm		
$h_L =$	60 cm	$h_{Lr} =$	53,45 cm		
$int =$	100 cm	$int =$	100 cm		
$\rho_L =$	420 daN/m ³	$A_L =$	583 cm ²		
$f_{m, gk //} =$	240 daN/cm ²	$E_{d fi} =$	12000 N/mm ²		
$f_{t0k} =$	192 daN/cm ²			$\gamma_q =$	1,00
$f_{v k} =$	35 daN/cm ²			$\gamma_g =$	1,00
$E_L =$	11.500 N/mm ²				
$E_{L,05} =$	9600 N/mm ²				
NORMATIVA UNI EN 1995 - resistenze					
$\gamma_{m, fi} =$	1	$f_{m k //} =$	240,00 daN/cm ²	$f_{t0k} =$	192 daN/cm ²
$k_{mod, fi} =$	1	$f_{20} =$	300,00 daN/cm ²	$f_{20} =$	240 daN/cm ²
		$f_{d fi} =$	300,00 daN/cm²	$f_{t fi} =$	240 daN/cm²
$k_{fi} =$	1,25	$f_{v k //} =$	35,00 daN/cm ²	$E_{05} =$	9600 N/mm ²
		$f_{v 20} =$	43,75 daN/cm ²	$E_{20} =$	12000 N/mm ²
		$f_{v fi} =$	43,75 daN/cm²	$E_{d fi} =$	12000 N/mm²
SLU - verifica di resistenza di legno e calcestruzzo					
sollecitazioni agenti calcolate con il programma di calcolo BeamCAD con coefficienti unitari					
$M =$	11892 daNm				
$W =$	5190 cm ³				
$\sigma =$	229,1 daN/cm ²				
$\frac{\sigma_{m,l}}{f_{d,fi}} =$	0,76	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> verifica resistenza < 1 VERIFICATO </div>			
SLU - verifica a taglio trave in legno					
le massime tensioni di taglio si verificano dove le tensioni normali sono uguali a zero					
$T =$	6079 daN	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> verifica a taglio $t_{max} < f_{vd}$ VERIFICATO </div>			
$\tau_d =$	15,65 daN/cm ²				

Le verifiche risultano soddisfatte.