



COMUNE DI BIBBIANO
Provincia di Reggio Emilia

Piazza Damiano Chiesa n.2, 42021 Bibbiano (Reggio Emilia)
Tel. 0522 253221, Fax 0522 883505
www.comune.bibbiano.re.it - e.mail lavori.pubblici@comune.bibbiano.re.it



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

REALIZZAZIONE DI LOCALI PER LA MENSA
DELLA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO "DANTE
ALIGHIERI" DEL COMUNE DI BIBBIANO (RE)
CUP C65E22000320006

INTERVENTO FINANZIATO CON FONDI PNRR -
NEXT GENERATION EU - ITALIA - MISSIONE 4, COMPONENTE 1, INVESTIMENTO 1.2

Committenza:

Comune di Bibbiano (RE)

Responsabile Unico del Procedimento: Ing. Iunior Ivan Tamagnini
Responsabile del Servizio 3 A "Gestione del Patrimonio - Espropri" del Comune di Bibbiano (RE)

PROGETTISTA

Gasparini Associati

studio di ingegneria e architettura

di Piero A. Gasparini e Ilaria Gasparini

Via E. Petrolini n.14/A 42122 REGGIO EMILIA

TEL: 0522/557508 FAX: 0522/557556

E-MAIL: edilizia@gaspariniassociati.it

P.IVA: 02532680358

COORDINATORE GRUPPO DI PROGETTAZIONE
Arch. Ilaria Gasparini

PROGETTO ARCHITETTONICO E STRUTTURALE

Arch. Stefano Fascini
Arch. Martina Marmioli
Ing. Martina Malagoli

PROGETTO IMPIANTI MECCANICI

Ing. Federico Mattioli

PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI

Per. Ind. Corrado Bonacini

TIMBRI



TITOLO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

EMISSIONE

DATA

progettazione definitiva - esecutiva

maggio 2023

SCALA

TAVOLA

R.04

INDICE

ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE	2
Premessa	2
a) Contesto Edilizio	3
b) Descrizione Generale	5
c) Normativa di Riferimento	6
d) Parametri di progetto	6
e) Materiali utilizzati	14
f) Illustrazione criteri di progettazione e modellazione	16
g) Principali Combinazioni delle Azioni.....	18
h) Metodo di Analisi	19
i) Criteri di verifica agli stati Limite indagati SLU e SLE	20
j) Rappresentazioni configurazioni deformate e sollecitazioni	21
k) Caratteristiche e affidabilità del codice di calcolo	29
l) Strutture geotecniche di fondazione.....	31
m) Indicazioni della categoria d'intervento	34
n) Descrizione della struttura esistente	34
o) Proprietà meccaniche dei materiali	34
p) Risultati più significativi.....	35
1 REALIZZAZIONE SOLAIO LATEROCEMENTO.....	35
2 VERIFICA MODELLO GLOBALE	37
2.1 Verifiche travi.....	37
2.2 Verifiche pilastri.....	37
3 VERIFICA TETTOIA IN ACCIAIO	39
4 VERIFICA ELEMENTI SECONDARI	46
5 FASCICOLO DEI CALCOLI	56

ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE

Premessa

Il presente progetto esecutivo concerne la realizzazione di un nuovo edificio da adibirsi a mensa scolastica della Scuola Secondaria di Primo Grado Statale 'Dante Alighieri'. Il fabbricato di progetto verrà realizzato su un'area cortiliva attualmente libera, posta nelle immediate vicinanze della scuola esistente a Bibbiano (RE) in Via Don Pasquino Borghi n° 14. Di seguito si riporta una vista in pianta dell'intero edificio, in cui è evidenziata in rosso la struttura principale dell'edificio oggetto della presente relazione di calcolo strutturale che ospita la nuova mensa ed in blu la nuova tettoia.

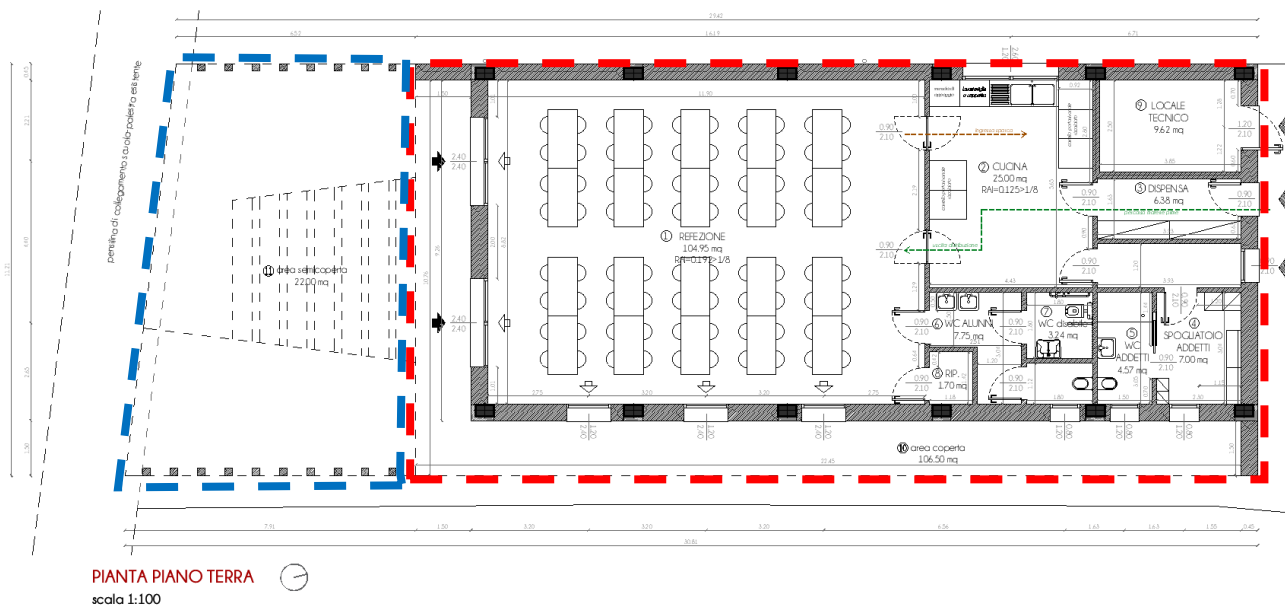


Figura 1 – Vista planimetrica

In particolare il corpo di fabbrica principale sarà realizzato con struttura portante a telaio in c.a. e copertura piana realizzata mediante solaio in laterocemento. La tettoia presenta invece una struttura principale a telaio in acciaio, parzialmente coperta con lamiera in acciaio.

L'intervento in oggetto si configura come **nuova costruzione**.

La relazione espone ai sensi del punto B.2.2 della delibera di Giunta Regionale dell'Emilia Romagna n. 1373/2011, l'illustrazione sintetica del progetto strutturale.

La proposta progettuale prevede la classificazione dell'edificio in **classe d'uso III** come costruzione il cui uso preveda affollamenti significativi (par.2.4.2 - NTC 2018).

- Vita nominale $V_N=50$ anni (§ 2.4.1 – NTC 08)
- Classe d'uso III → $C_U=1,5$ coefficiente d'uso (§ 2.4.2 – NTC 18)
- Periodo di riferimento $V_R=V_N \cdot C_U=50 \times 1,5 = 75$ anni (§ 2.4.3 – NTC 18).

a) Contesto Edilizio

L'area oggetto di intervento è situata a Bibbiano (RE) in Via Don Pasquino Borghi n° 14, nell'area cortiliva della Scuola Secondaria di Primo Grado Statale 'Dante Alighieri'. Il fabbricato di progetto verrà realizzato su un'area attualmente libera, posta nelle immediate vicinanze della scuola esistente.



Figura 2: Viste aeree con indicazione dell'area oggetto di intervento

LOCALIZZAZIONE SITO			
Indirizzo	Via Don Pasquino Borghi		
Comune	Bibbiano		
Provincia	RE		
Altezza	h _s	123	m s.l.m.
Coordinate geografiche (edificio)	Lat.	44,661460	N
	Long.	10,472176	E

Nella relazione geologica si riporta che nell'area in esame sono presenti suoli di categoria di **sottosuolo di tipo C** (Tab. 3.2.II - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.).

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le caratteristiche geomeccaniche e sismiche del terreno, sito a Bibbiano (RE) in Via Don Pasquino Borghi n.14, sono espone nella relazione di studio geologico-geotecnico redatta dal Dott. Geol. Antonio Infante.

In considerazione del tipo/rilevanza dell'opera, della complessità geologica e del grado di conoscenza locale, per la definizione della lito-stratimetria e per la caratterizzazione geotecnica del terreno, si è fatto riferimento ai dati bibliografici pubblicati sul sito della Regione Emilia Romagna, e ad una campagna d'indagine geognostica realizzata ad hoc consistente in:

- una prova penetrometrica statica CPT;
- tre prove penetrometriche dinamiche DPSH;
- acquisizione sismica passiva con metodologia H/V;
- indagine MASW.

Sono stati inoltre ricavati i principali parametri geotecnici del terreno:

Caratterizzazione geotecnica del primo sottosuolo (parametri nominali):

- -0,00 m ÷ -1,90 m dal p.c. = limi argillosi e/o sabbie argillose, consistenti, peso di volume naturale $\gamma_n = 19,30 \text{ kN/m}^3$, coesione non drenata $C_u = 75 \text{ kPa}$, angolo di resistenza al taglio drenato $\phi = 22^\circ$, coesione drenata $C' = 15 \text{ kPa}$, modulo di Young $E' = 8.585 \text{ kPa}$, modulo di deformazione non drenato $E_u = 7.558 \text{ kPa}$, modulo di taglio $G = 11.465 \text{ kPa}$, coefficiente di poisson $\nu = 0,22$; [STRATO N.1]
- -1,90 m ÷ -4,60 m dal p.c. = limi argillosi e/o sabbie argillose, moderatamente consistenti, peso di volume naturale $\gamma_n = 19,00 \text{ kN/m}^3$, coesione non drenata $C_u = 60 \text{ kPa}$, angolo di resistenza al taglio drenato $\phi = 20^\circ$, coesione drenata $C' = 15 \text{ kPa}$, modulo di Young $E' = 7.818 \text{ kPa}$, modulo di deformazione non drenato $E_u = 6.558 \text{ kPa}$, modulo di taglio $G = 10.646 \text{ kPa}$, coefficiente di poisson $\nu = 0,22$; [STRATO N.2]
- -4,60 m ÷ -15,00 m dal p.c. = sabbie ghiaiose e/o ghiaie sabbiose, in matrice sabbioso argillosa, molto addensate, peso di volume naturale $\gamma_n = 20,00 \text{ kN/m}^3$, coesione non drenata $C_u = 70 \text{ kPa}$, angolo di resistenza al taglio drenato $\phi' = 35^\circ$, coesione drenata $C' = 22 \text{ kPa}$, modulo di deformazione non drenato $E_u = 10.341 \text{ kPa}$, modulo di deformazione drenato $E' = 12.775 \text{ kPa}$, coefficiente di poisson $\nu = 0,35$, modulo di taglio statico $G = 14.308 \text{ kPa}$; [STRATO N.3]

Parametri di resistenza non drenati caratteristici del sottosuolo (condizioni a breve termine - angolo di resistenza al taglio non drenato $\phi_u = 0^\circ$):

- -0,00 m ÷ -1,90 m dal p.c. = limi argillosi e/o sabbie argillose, consistenti, peso di volume naturale $\gamma_{nk} = 19,30 \text{ kN/m}^3$, coesione non drenata $C_{uk} = 66 \text{ kPa}$, modulo di deformazione non drenato $E_{uk} = 6.750 \text{ kPa}$, modulo di taglio $G_k = 10.405 \text{ kPa}$, coefficiente di poisson $\nu_k = 0,22$; [STRATO N.1]
- -1,90 m ÷ -4,60 m dal p.c. = limi argillosi e/o sabbie argillose, moderatamente consistenti, peso di volume naturale $\gamma_{nk} = 19,00 \text{ kN/m}^3$, coesione non drenata $C_{uk} = 56 \text{ kPa}$, modulo di deformazione non drenato $E_{uk} = 6.125 \text{ kPa}$, modulo di taglio $G_k = 9.905 \text{ kPa}$, coefficiente di poisson $\nu_k = 0,22$; [STRATO N.2]
- -4,60 m ÷ -15,00 m dal p.c. = sabbie ghiaiose e/o ghiaie sabbiose, in matrice sabbioso argillosa, molto addensate, peso di volume naturale $\gamma_{nk} = 20,00 \text{ kN/m}^3$, coesione non drenata $C_{uk} = 60 \text{ kPa}$, modulo di deformazione non drenato $E_{uk} = 8.645 \text{ kPa}$, coefficiente di poisson $\nu_k = 0,35$, modulo di taglio statico $G_k = 12.095 \text{ kPa}$; [STRATO N.3]

b) Descrizione Generale

L'intervento prevede la realizzazione di un nuovo edificio su un unico piano da adibire a mensa scolastica, che sarà realizzato a nord dell'edificio scolastico già esistente, tra questo e l'impianto per il salto in alto.

Il nuovo edificio presenta una pianta a forma rettangolare con un ingombro complessivo in pianta di circa 22,0 m x 11,0 m e di altezza 4,00 m. La struttura portante è costituita da telai in c.a. ad un'unica campata con pilastri di sezione 30 x 50 cm e travi di sezione 30 x 50 cm in direzione trasversale e 30 x 40 cm in direzione longitudinale. I solai di copertura sono realizzati in laterocemento di spessore 16 + 4 cm che presentano una porzione a sbalzo di 1,5 m nei prospetti sud e ovest.

La fondazione dell'intero edificio è costituita da una platea di spessore 30 cm ad una quota di imposta di -0,80 m.

Nei pressi dell'ingresso dell'edificio è presente una tettoia realizzata con pilastri e travi in acciaio costituiti da tubolari 200 x 200 x 3 mm e copertura piana in lamiera.

c) Normativa di Riferimento

- Nuove Norme Tecniche per le costruzioni, D.M. 17 gennaio 2018
- Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme tecniche per le costruzioni" Circolare 21 gennaio 2019, n° 7

d) Parametri di progetto

- Vita nominale $V_N=50$ anni
- Classe d'uso III → **$C_u=1,5$** coefficiente d'uso
- Periodo di riferimento $V_R=V_N \cdot C_u= 50 \times 1,5 = 75$
- Latitudine: 44,661460° - Longitudine 10,472176° - Altitudine: 123 m slm.
- **Tipologia del terreno C.**
- Categoria Topografica: T1
- $S_T=1,0$
- $S_S=1,439$

ANALISI DEI CARICHI

Si riporta di seguito l'analisi dei carichi dei solai di copertura.

SOLAIO IN LATEROCEMENTO COPERTURA

G₁: 2,5 kN/mq Peso proprio solaio laterocemento 16 + 4

G₂: 1,5 kN/mq Permanenti

- Controsoffitto + ventil a soffitto 0,20 kN/mq
- Isolante sp. 18 cm 0,30 kN/mq
- Massetto alleggerito x pendenza 0,65 kN/mq
- Guaina + Manto in lamiera 0,20 kN/mq
- Fotovoltaico 0,15 kN/mq

Q₁: 1,2 kN/mq Sovraccarico Neve

SOLAIO COPERTURA TETTOIA

G₁: 0,10 kN/mq Peso proprio lamiera

G₂: 0,10 kN/mq Permanenti eventuali

Q₁: 1,2 kN/mq Sovraccarico Neve

Definizione Carico da neve

- altitudine 123 m s.l.m.
- Zona Mediterranea I ($a_s < 200$ m)

Zona I - Mediterranea

Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Monza Brianza, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese:

$$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2 \quad a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 1,35 [1 + (a_s/602)^2] \text{ kN/m}^2 \quad a_s > 200 \text{ m} \quad [3.4.3]$$

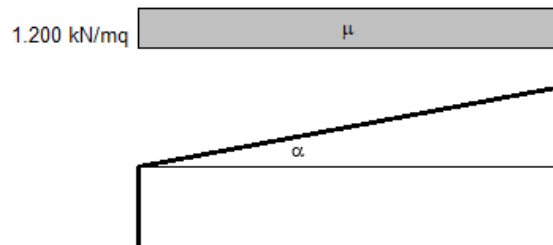
Valore del carico della neve al suolo

q_s (carico della neve al suolo [kN/mq])	1.50
--	------

Coefficiente di forma (copertura ad una falda)

α (inclinazione falda [°])	0
-----------------------------------	---

μ	0.8
-------	-----



$$Q_{NEVE} = 1,20 \text{ kN/mq} \quad \text{dalla Tab. 3.4.II}$$

Definizione Carico del vento

2) Emilia Romagna

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s
2	25	750	0.45
a_s (altitudine sul livello del mare [m])			123
T_R (Tempo di ritorno)			50
$v_b = v_{b,0} \cdot c_a \quad c_a = 1 \text{ per } a_s \leq a_0$			
$c_a = 1 + k_s (a_s/a_0 - 1) \text{ per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$			
$c_a = 1$		v_b [m/s] = 25.000	
$v_r = v_b \cdot c_r \quad c_r = 0,75 \cdot \{1 - 0,2 \cdot \ln[-\ln(1 - 1/T_r)]\}^{0,5}$			
$c_r = 1.00000$		v_r [m/s] = 25.000	

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



Pressione cinetica di riferimento

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

q_r [N/mq]	390.63
--------------	--------

Coefficiente di pressione

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

Coefficiente dinamico

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

Classe di rugosità del terreno

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

Categoria di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5						
	costa	mare	500m	750m		
	2 km	10 km	30 km			
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

ZONA 6					
	costa	mare	500m		
	2 km	10 km	30 km		
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8			
	mare	costa	
	1,5 km	0,5 km	
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7			

ZONA 9		
	mare	costa
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

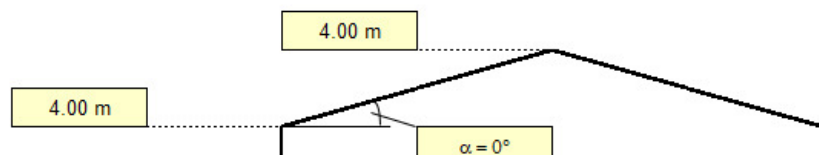
Zona	Classe di rugosità	a_s [m]
2	B	123

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

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

Cat. Esposiz.	k_r	z_0 [m]	z_{min} [m]	c_t
IV	0.22	0.3	8	1

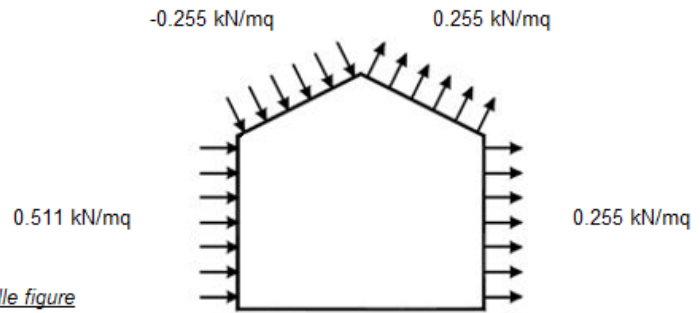
z [m]	c_e
$z \leq 8$	1.634
$z = 4$	1.634
$z = 4$	1.634



Combinazione più sfavorevole:

	p [kN/mq]
(1)	0.511
(2)	-0.255
(3)	0.255
(4)	0.255

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



Il carico in pressione della neve e del vento in sismica non viene considerato ($\psi=0$). Si considerano tali carichi nella verifica statica della copertura.

TAMPONAMENTO ESTERNO

Si è tenuto conto del carico dovuto ai tamponamenti esterni inserendoli come solai all'interno del modello con ripartizione del carico verticale solamente sul lato fondazione, e ripartizione del carico orizzontale dovuto all'azione sismica 50% sulla fondazione e 50% sulla trave di banchina in c.a.

G_1 : 2,1 kN/mq Peso proprio tamponamento esterno in blocchi pieni

- Intonaco sp. 1,5 cm 0,30 kN/mq
- Cartongesso sp. 2,5 cm 0,20 kN/mq
- Lana di vetro sp. 5 cm 0,15 kN/mq
- Blocco cls autoclavato 1,45 kN/mq

MODELLO TRIDIMENSIONALE E VISTA DEGLI IMPALCATI

Di seguito si riporta una vista tridimensionale del modello, in cui sono messe in evidenza le strutture del fabbricato e gli impalcati e la loro orditura.

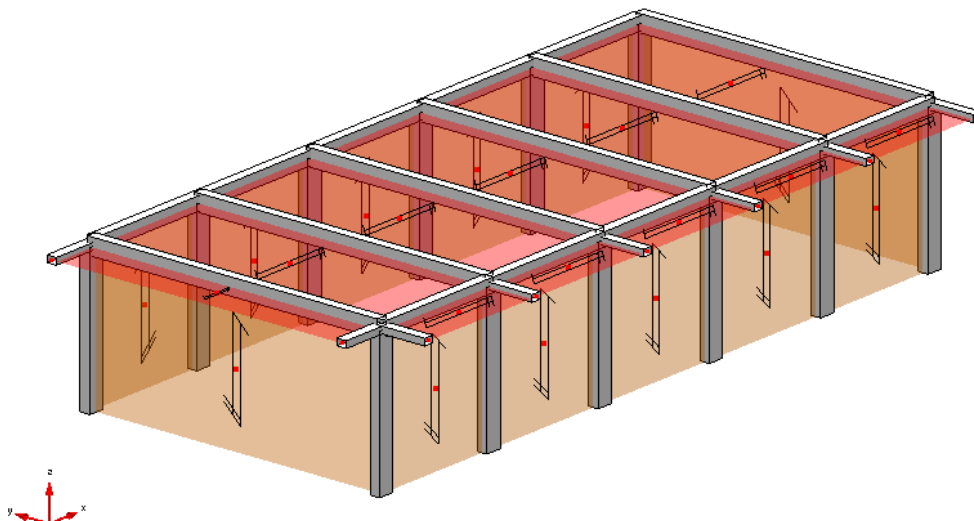


Figura 3: vista 3D modello agli elementi finiti

PARAMETRI SISMICI

Di seguito si riporta la determinazione delle caratteristiche sismiche di riferimento del luogo in cui sorge il fabbricato oggetto di studio.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☒ Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

☐ Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

Elaborazioni grafiche
 Grafici spettri di risposta →
 Variabilità dei parametri →

Elaborazioni numeriche
 Tabella parametri →

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo
☒ Sito esterno al reticolo
☐ Interpolazione su 3 nodi
☒ Interpolazione corretta

Interpolazione

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	45
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	75
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	712
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	1462

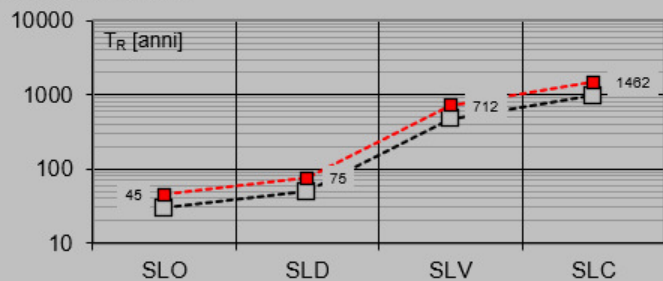
Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo info

$S_S = 1.439$

$C_C = 1.584$ info

Categoria topografica info

$h/H = 0.000$

$S_T = 1.000$ info

(h =quota sito, H =altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

☐ Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%)

$\eta = 1.000$ info

☒ Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_s

Regol. in altezza info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q

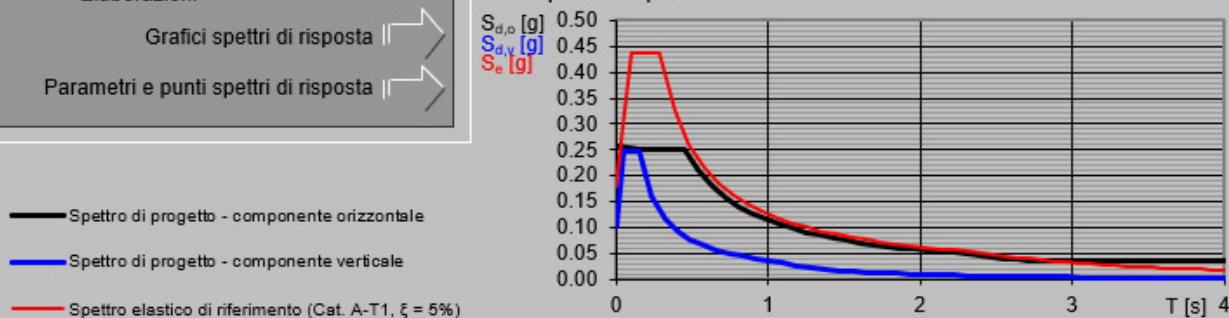
$\eta = 1.000$ info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

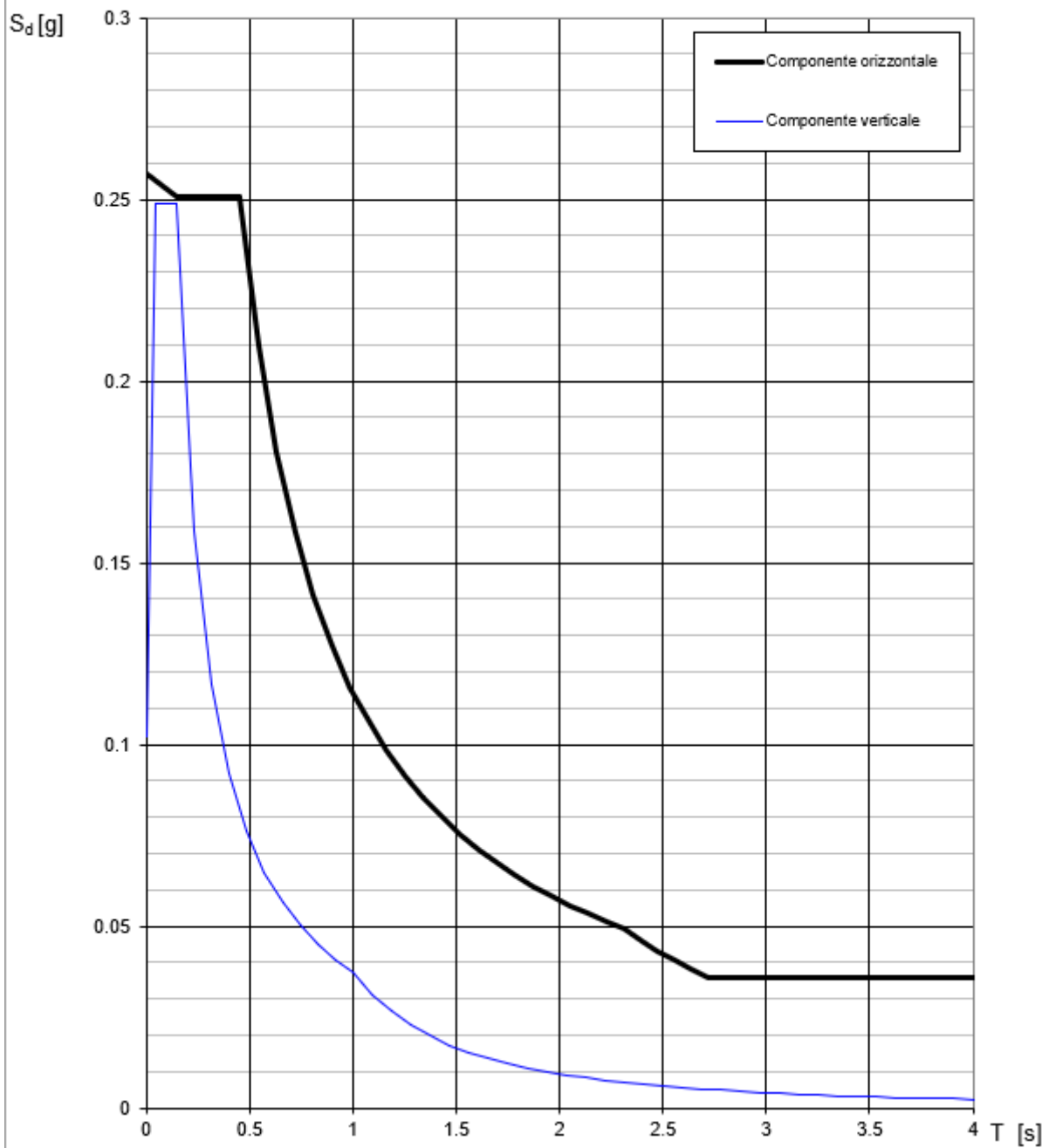
Spettri di risposta



Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0.060	2.488	0.257
SLD	75	0.075	2.473	0.268
SLV	712	0.179	2.437	0.288
SLC	1462	0.222	2.458	0.298

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.179 g
F_o	2.437
T_o	0.288 s
S_a	1.439
C_c	1.584
S_T	1.000
q	2.500

Parametri dipendenti

S	1.439
η	0.400
T_B	0.152 s
T_C	0.456 s
T_D	2.315 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_o / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_o \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.257
$T_B \leftarrow$	0.152	0.251
$T_C \leftarrow$	0.456	0.251
	0.544	0.210
	0.633	0.181
	0.721	0.158
	0.810	0.141
	0.898	0.127
	0.987	0.116
	1.076	0.106
	1.164	0.098
	1.253	0.091
	1.341	0.085
	1.430	0.080
	1.518	0.075
	1.607	0.071
	1.695	0.067
	1.784	0.064
	1.872	0.061
	1.961	0.058
	2.050	0.056
	2.138	0.053
	2.227	0.051
$T_D \leftarrow$	2.315	0.049
	2.395	0.046
	2.476	0.043
	2.556	0.041
	2.636	0.038
	2.716	0.036
	2.797	0.036
	2.877	0.036
	2.957	0.036
	3.037	0.036
	3.117	0.036
	3.198	0.036
	3.278	0.036
	3.358	0.036
	3.438	0.036
	3.519	0.036
	3.599	0.036
	3.679	0.036
	3.759	0.036
	3.840	0.036
	3.920	0.036
	4.000	0.036

e) Materiali utilizzati

TELAIO CLS ARMATO:

- Cls per sottofondazione (Magrone) C8/10
- Cls per fondazioni C25/30

Materiali

Nome del Materiale: Cls C25/30

☒ Materiale Isotropo ☐ Materiale Ortotropo

mod. Elas N/mm²: 31475.806210C
Alfa 1/°C: 1e-005

v: 0.2
G N/mm²: 13114.9192541
Peso Specif. kN/m³: 25

☒ Parametri secondo Normativa

Tipologia del materiale: Calcestruzzo

Database materiali... Elimina Rinomina Salva Chiudi

Tipo di materiale: Cls C25/30

Generale Calcestruzzo Acciaio da Carpenteria Acciaio per Armature Legno XLam

Rck 30 N/mm² fck 25 N/mm² α_{cc} 0.85 ☐ Materiale esistente
fctm 2.5649639 N/mm² fctk 1.795474 N/mm² α_{ct} 1
fm 33 N/mm² FC 1

Legame costitutivo del materiale: ~Parabola Rettangolo

SLU comp γ_M 1.5 SLU traz γ_M 1.5 SLU Eccezz γ_M 1
Coeff. per pressofless. 1 x fcd

fcd 14.166666666 N/mm²
fctd 1.19698316267 N/mm²

ϵ_{yd} 0.002
 ϵ_{ud} 0.0035

Resist. traz per PushOver: ☒ Auto FT 3.75 N/mm²

Verifiche SLE: ☐ No resist. comp ☒ No resist. traz ☒ Aggiorna prop. meccaniche

Parametri verifiche DM'18

OK Annulla Applica ?

Classe di esposizione: xc2

Classe di consistenza: s4

- Cls per elevazione C30/37

Materiali

Nome: Cls C30/37

☒ Materiale isotropo ☐ Materiale ortotropo

Modulo elastico N/mm²: 32836.568031
Alfa 1/°C: 1e-05

v: 0.2
G N/mm²: 13681.903346
Peso specifico kN/m³: 25

☒ Parametri secondo Normativa

Tipologia del materiale: Calcestruzzo

☐ Materiale Drucker-Prager: Coes. N/mm²: 0 Angolo attrito °: 0 Dilatanza °: 0

Tipo coincidenza con solido Mohr-Coulomb: Esterna

Database materiali... Elimina Rinomina Salva Chiudi

Tipo di materiale: Cls C30/37

Generale Calcestruzzo Acciaio da carpenteria Acciaio per armature Legno XLam

Rck 37 N/mm² fck 30 N/mm² α_{cc} 0.85 ☐ Materiale esistente
fctm 2.8964681 N/mm² fctk 2.0275277 N/mm² α_{ct} 1
fm 38 N/mm² FC 1

Legame costitutivo del materiale: ~Parabola Rettangolo

SLU comp γ_M 1.5 SLU traz γ_M 1.5 SLU Eccezz γ_M 1
Coeff. per pressofless. 1 x fcd

fcd 17 N/mm²
fctd 1.3516851384 N/mm²

ϵ_{yd} 0.002
 ϵ_{ud} 0.0035

Resistenza a trazione per Pushover: ☒ Auto FT 4.1079191 N/mm²

Verifiche SLE: ☐ No resist. comp ☒ No resist. traz ☒ Aggiorna proprietà meccaniche

Parametri verifiche DM'18

OK Annulla Applica ?

Classe di esposizione: xc1

Classe di consistenza: s4

- Acciaio per c.a. B450C

Materiali

Nome del Materiale: B450C

☒ Materiale Isotropo ☐ Materiale Ortotropo

mod. Elas N/mm²: 200000

Alfa 1/°C: 1.2e-005

v: 0.3

G N/mm²: 76923.076923

Peso Specif. kN/m³: 78.5

☒ Parametri secondo Normativa

Tipologia del materiale: Acciaio per Armature

Database materiali...

Tipo di materiale: B450C

Generale Calcestruzzo Acciaio da Carpenteria **Acciaio per Armature** Legno XLam

f_{yk} 450 N/mm² f_u 540 N/mm² ☐ Materiale esistente

☒ Aderenza Migliorata ϵ_{ud} 0.0675 Legame costitutivo del materiale: ~Bilatera Acciaio

f_m 450 N/mm² FC 1

Verifiche SLU

SLU comp	SLU traz	SLU Eccez
γ_M 1.15	γ_M 1.15	γ_M 1
f _d Compres. 391.304347826 N/mm²	f _d Trazione 391.304347826 N/mm²	

Modifica legame costitutivo

Verifiche SLE

☐ No resist. comp ☐ No resist. traz

☒ Aggiorna Prop. Meccaniche

OK Annulla Applica ?

ACCIAIO (S 275):

$$E = 210000 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\nu = 0.300$$

$$G = 80769 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$P_s = 78.5 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

$$\alpha = 1.2e-005 \text{ (1/}^\circ\text{C)}$$

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

$$\gamma_{M0,c} = 1.05$$

$$\gamma_{M0,t} = 1.05$$

$$\gamma_{M1} = 1.05$$

$$\gamma_{m,ecc} = 1$$

$$f_u = 430 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Valori di progetto:

$$f_{cd} = f_y / 1.05 = 261,9 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$f_{ctd} = f_y / 1.05 = 261,9 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

BULLONERIA

$$f_{bu} = 800 \text{ (N/mm}^2\text{) carico di rottura}$$

$$f_{yb} = 640 \text{ (N/mm}^2\text{) carico di snervamento}$$

f) Illustrazione criteri di progettazione e modellazione

Parametri di progetto

L'intervento prevede interventi di **nuova costruzione** di fabbricato adibito a mensa scolastica.

Per la valutazione della sicurezza e le verifiche sismiche del fabbricato è stata predisposta un'analisi dinamica lineare della struttura.

Classe di duttilità **Bassa**

Regolarità in pianta **Regolare**

Regolarità in altezza **Regolare**

Tipologia Strutturale **Struttura a pendolo inverso intelaiata monopiano**

Fattore di comportamento (par.7.3.1 NTC 2018)

$$q = q_0 \times K_R$$

Strutture a pendolo inverso intelaiate monopiano $q_0 = 2,5$

Regolare in altezza $k_0 = 1,0$

$$q_{CD}^{B} = q_0 \times K_R = 2,5$$

Opzioni di progetto

DM 2018

Categoria suolo fondazione:

Categoria topografica:

Percentuale smorzam. equivalente: ξ %

Fattore di strutt. base $q_{0,x}$ $q_{0,y}$

Fattore di struttura SLV: q_x q_y q_z

Fattore di struttura SLD: q_x q_y

Periodo T_c (sec.) xy SLV z ☒ Auto

xy SLD

☐ Analisi statica equivalente

Quota di riferim. fondazioni: cm

Coefficiente Lambda: λ

Periodo fondam. T (secondi):

X Y Z

Opzioni avanzate analisi statica equiv.

☒ Analisi dinamica

☐ Analisi Pushover

Selezione elementi con sisma verticale:

Coefficiente eccentricità accidentale centro di massa (vd. Definizione impalcati):

☐ % per ottenere la rigidezza fessurata

☒ Peso proprio incluso in calcolo eccentricità masse

☐ Escludi massa propria elementi da analisi sismica

☐ Ecc. costante

☒ Auto L_x L_y cm

Amplificazione sollecitazioni taglio aste

☐ Usa momento resistente asta sempre ☐ Auto

Fase di appartenenza analisi sismica statica equivalente e dinamica modale

Per la verifica statica della copertura sono stati adottati schemi statici di **travi semplice appoggio**.

Stati limite indagati → SLV – SLD (azione sismica)
→ SLU –SLE (azione statica)

Giunti di separazione fra strutture contigue: Unità strutturale autonoma.

Criteri per la valutazione degli elementi non strutturali e degli impianti

Il ribaltamento delle tamponature si evita ammorsando le tamponature al telaio in accordo con il §C7.3.6.2 della Circolare del 21 Gennaio 2019.

Requisiti delle fondazioni e collegamento tra fondazioni

La platea di fondazione è stata calcolata come riportato nel *par. 7.2.5 delle NTC 2018*, per le strutture progettate sia per CD “A” sia per CD “B”, il dimensionamento delle strutture di fondazione e la verifica di sicurezza del complesso fondazione-terreno devono essere eseguiti assumendo come azioni in fondazione le resistenze degli elementi strutturali

soprastanti, derivante dall'analisi strutturale eseguita ipotizzando comportamento strutturale non dissipativo $q=1,5$.

Piani rigidi applicati

Il primo impalcato per presenza di soletta armata collaborante da 4 cm

Vincoli interni e/o esterni

La struttura è stata vincolata al terreno con k winkler $k=0,04 \text{ N/mm}^3$.

Giunti di separazione fra strutture contigue: l'unità strutturale risulta autonoma.

g) Principali Combinazioni delle Azioni

Attraverso il programma di calcolo agli elementi finiti "CMP" si combinano diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo quanto previsto dalle NTC 2018.

Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

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

- **Combinazione a Stato Limite Ultimo SLU:**

$$\gamma_{G1} \cdot G1 + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Qk1 + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Qk2 + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Qk3 + \dots$$

Coefficienti parziali per le azioni (A1 - STR):

- $\gamma_{G1} = 1,3$ Carichi permanenti
- $\gamma_{G2} = 1,5$ Carichi permanenti non strutturali
- $\gamma_{Q1} = 1,5$ Carichi variabili

- **Combinazione caratteristica (rara) SLE**

$$G1 + G2 + P + Qk1 + \psi_{02} \cdot Qk2 + \psi_{03} \cdot Qk3 + \dots$$

- **Combinazione frequente SLE**

$$G1 + G2 + P + \psi_{11} \cdot Qk1 + \psi_{22} \cdot Qk2 + \psi_{23} \cdot Qk3 + \dots$$

- **Combinazione quasi permanente SLE**

$$G1 + G2 + P + \psi_{21} \cdot Qk1 + \psi_{22} \cdot Qk2 + \psi_{23} \cdot Qk3 + \dots$$

- **Combinazione Sismica:**

$$E + G1 + G2 + P + \psi_{21} \cdot Qk1 + \psi_{22} \cdot Qk2 + \dots$$

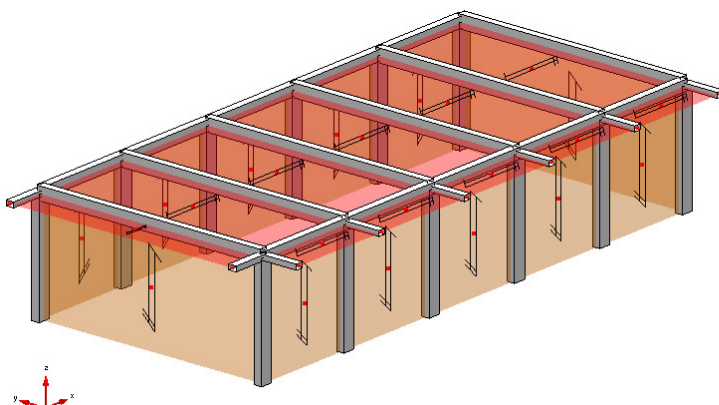
Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse , parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 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

h) Metodo di Analisi

L'analisi eseguita è una **dinamica lineare**. Le masse movimentate sono superiori all'85% in entrambe le direzioni (x e y) come richiesto dal §7.3.3.1 NTC18:

“Devono essere considerati tutti i modi con massa partecipante significativa. È opportuno a tal riguardo considerare tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%.”



Riepilogo risultati analisi modale

☒ Riepilogo ☐ Periodo ☐ Hz ☐ Mx% ☐ My% ☐ Mz% ☐ MxTot% ☐ MyTot% ☐ MzTot%

	L1	L2	L3	L4	L5
MxTot%	100.008	99.9962	99.9962	100.008	99.9951
MyTot%	100.008	100.008	100.008	99.9962	99.9951
MzTot%	7.1478	6.17531	5.94434	6.57646	7.77306

Periodi Fondamentali Struttura:
 Sisma x: T = 0.23525 s, Lancio n°2, Modo n°3
 Sisma y: T = 0.37123 s, Lancio n°2, Modo n°1
 Sisma z: T = 0.1078 s, Lancio n°5, Modo n°6

Chiudi

Figura 4: Masse partecipanti

Calcolo del fattore theta

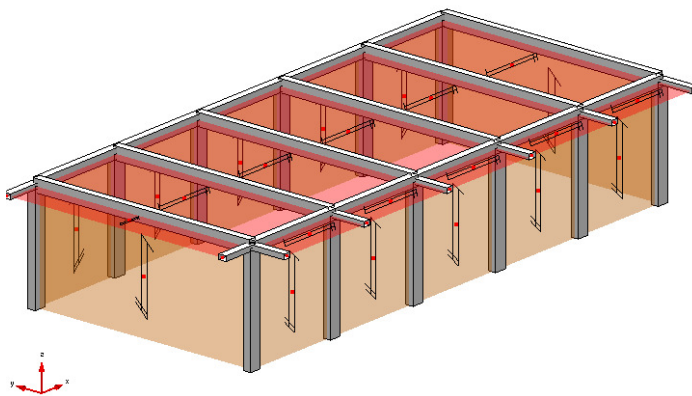
Il fattore theta è il rapporto tra effetti del 2° ordine ed effetti del 1° ordine, quindi se i primi sono inferiori al 10% dei secondi allora l'analisi non lineare è trascurabile; tale concetto è da applicarsi ad ogni singolo piano dell'edificio.

“Le non linearità geometriche sono prese in conto, quando necessario, attraverso il fattore θ appresso definito. In particolare, per le costruzioni civili ed industriali esse possono essere trascurate nel caso in cui ad ogni orizzontamento risulti:

$$\theta = \frac{P \cdot d_r}{V \cdot h} \leq 0,1$$

dove:

- P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame
- d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, ovvero la differenza tra lo spostamento orizzontale dell'orizzontamento considerato e lo spostamento orizzontale dell'orizzontamento immediatamente sottostante;
- H è la forza orizzontale totale in corrispondenza dell'orizzontamento in esame;
- h è la distanza tra l'orizzontamento in esame e quello immediatamente sottostante.



Verticale	Impalcato	Nodo rif.	Orig. theta (cm)	Metodo calc.	h (cm)
Vert.1	Impalcato n°2	15	(1007.37; 413.364)	Ordinario	430
dir. Theta	Comb.	Val. Theta	P (kN)	d _r (cm)	H (kN)
theta X	29	0.01199	-1328.867	-0.5348	-137.8047
theta Y	17	0.01806	-1336.596	-2.3909	-411.6096

Nel progetto il fattore theta:

- per l'impalcato $\theta = 0,012 < 0,1 \rightarrow$ è inferiore a 0,1;

pertanto non sono state incrementate le azioni sismiche come richiesto dal paragrafo 7.3.1 del D.M. 2018.

i) Criteri di verifica agli stati Limite indagati SLU e SLE

Tali analisi saranno compiute indagando principalmente lo Stato Limite di Operatività, lo Stato Limite di Danno e lo Stato Limite Ultimo.

j) Rappresentazioni configurazioni deformate e sollecitazioni

CONFIGURAZIONI DEFORMATE

Nel presente paragrafo si riportano le deformate principali della struttura e le caratteristiche di sollecitazione a SLV.

- Deformata verticale carichi statici SLE caratteristica

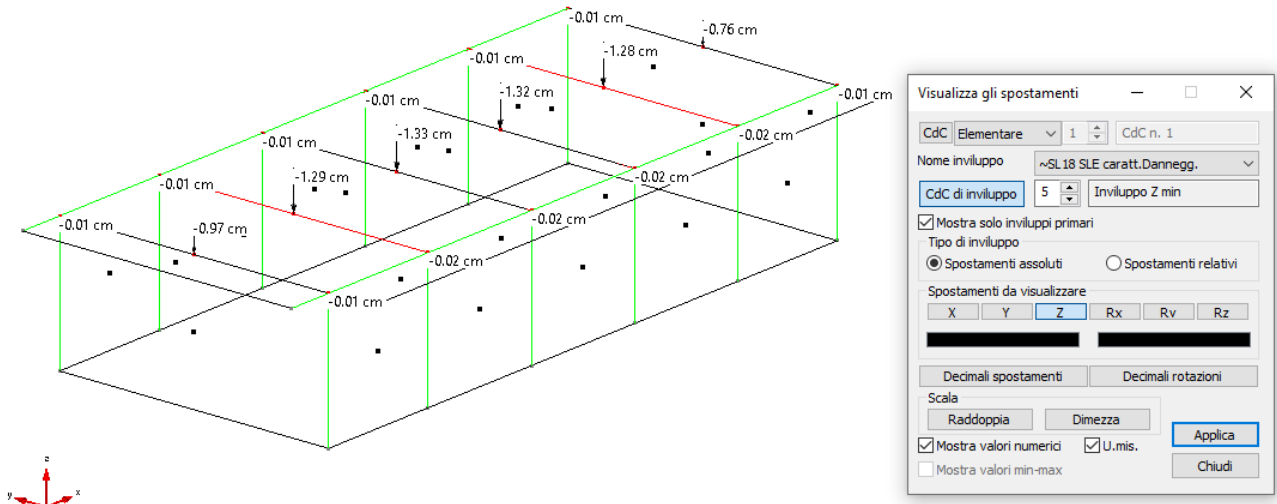


Figura 5: Deformate per carichi statici travi – combinazione SLE caratteristica

- Trave c.a.

$$\delta = 1,33 \text{ cm} < L/250 = 917 / 250 = 3,67 \text{ cm}$$

VERIFICHE DI SICUREZZA SLO

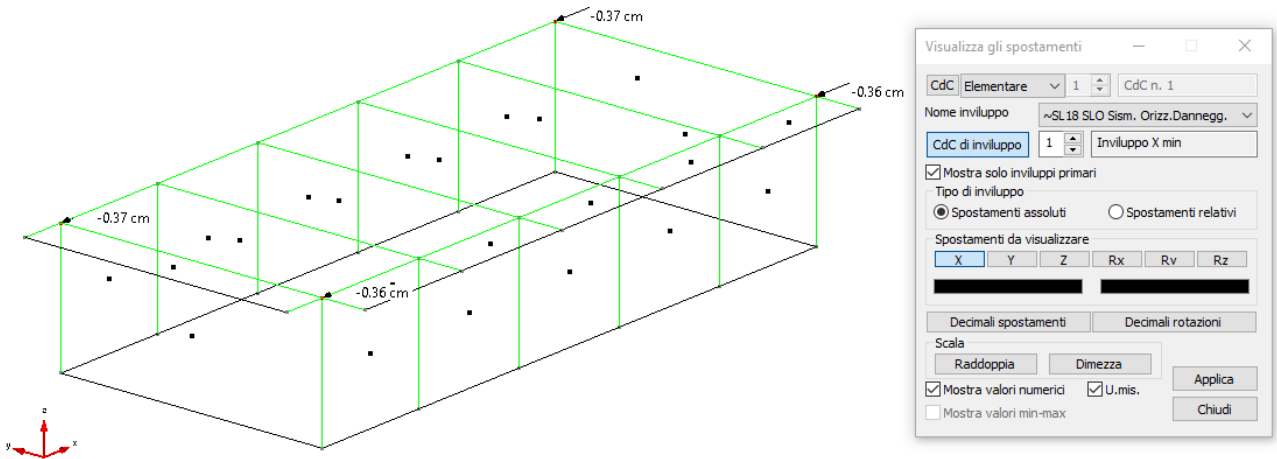


Figura 6 – Spostamenti X - SLO

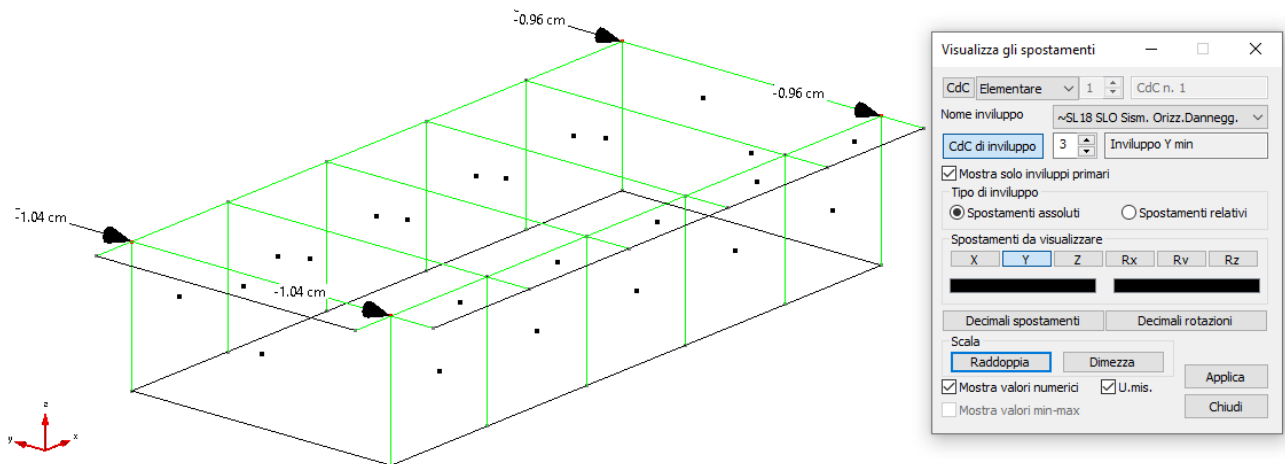


Figura 7 – Spostamenti Y - SLO

VERIFICHE DI RIGIDEZZA (RIG)

La condizione in termini di rigidezza sulla struttura si ritiene soddisfatta qualora la conseguente deformazione degli elementi strutturali non produca sugli elementi non strutturali danni tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile. Qualora la temporanea inagibilità sia dovuta a spostamenti di interpiano eccessivi, questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti di interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto corrispondente allo SL e alla CU considerati siano inferiori ai limiti indicati nel seguito:

Per le CU I e II ci si riferisce allo *SLD* (v. Tab. 7.3.III) e deve essere:

b) per tamponature progettate in modo da non subire danni a seguito di spostamenti d'interpiano d_{rp} , per effetto della loro deformabilità intrinseca oppure dei collegamenti alla struttura:

$$qd_r \leq d_{rp} \leq 0,0100 \cdot h \quad [7.3.12]$$

dove:

d_r è lo spostamento di interpiano, cioè la differenza tra gli spostamenti del solaio superiore e del solaio inferiore, calcolati, nel caso di analisi lineare, secondo il § 7.3.3.3 o, nel caso di analisi non lineare, secondo il § 7.3.4, sul modello di calcolo non comprensivo delle tamponature,

h è l'altezza del piano.

Per le CU III e IV ci si riferisce allo *SLO* (v. Tab. 7.3.III) e gli spostamenti d'interpiano devono essere inferiori ai 2/3 dei limiti in precedenza indicati.

Si riportano di seguito le verifiche di rigidezza della struttura allo SLO.

- Tamponamento perimetrale in direzione x
 $q \times \delta_r = 2,5 \times 0,37 \text{ cm} = 0,93 < 2/3 (0,01 h) = 3,0 \text{ cm}$
- Tamponamento perimetrale in direzione y
 $q \times \delta_r = 2,5 \times 1,04 \text{ cm} = 2,60 < 2/3 (0,01 h) = 3,0 \text{ cm}$

GIUNTO SISMICO

Di seguito si riportano i calcoli degli spostamenti all'altezza $h_p = 450$ cm dei nuovi fabbricati. Si calcola lo spostamento dell'edificio principale in c.a. d'E sotto l'azione sismica di progetto relativa allo SLV secondo l'espressione seguente: $d_E = \pm \mu_d \times d_{Ee}$

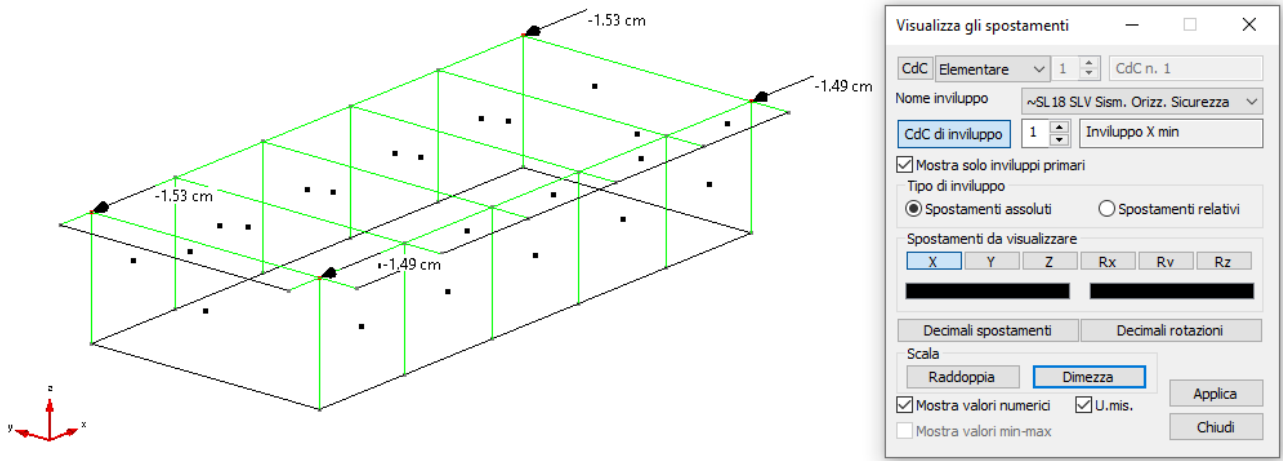


Figura 8 – Spostamenti X edificio in c.a. - SLV

Dove $\mu_d = q$ se $T_1 > T_c$ $T_1 = 2\sqrt{d} = 2,47 > T_c = 0,456$

$d_E = \pm \mu_d \times d_{Ee} = 2,5 \times 1,53 = 3,8$ cm.

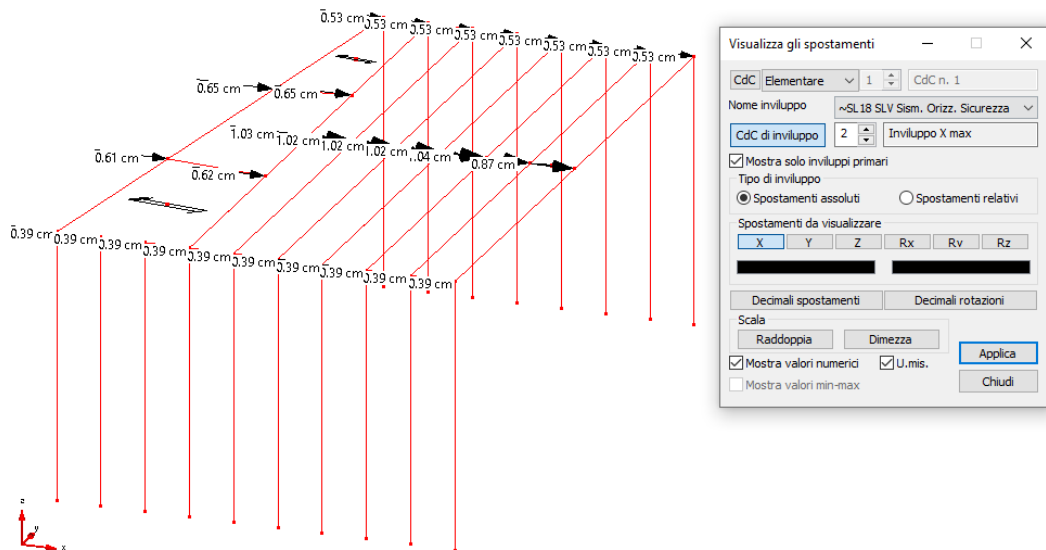


Figura 9 – Spostamenti X tettoia - SLV

Dove $\mu_d = q$ se $T_1 > T_c$ $T_1 = 2\sqrt{d} = 2,04 > T_c = 0,456$

$d_E = \pm \mu_d \times d_{Ee} = 1,5 \times 1,04 = 1,6$ cm.

La somma degli spostamenti risulta: $D_{TOT} = 3,8 + 1,6 = 5,4$ cm; il giunto sismico = 200 cm risulta idoneo.

SOLLECITAZIONI

Si riportano le sollecitazioni principali degli elementi a SLV

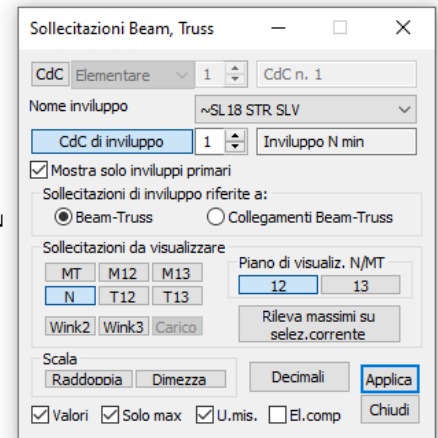
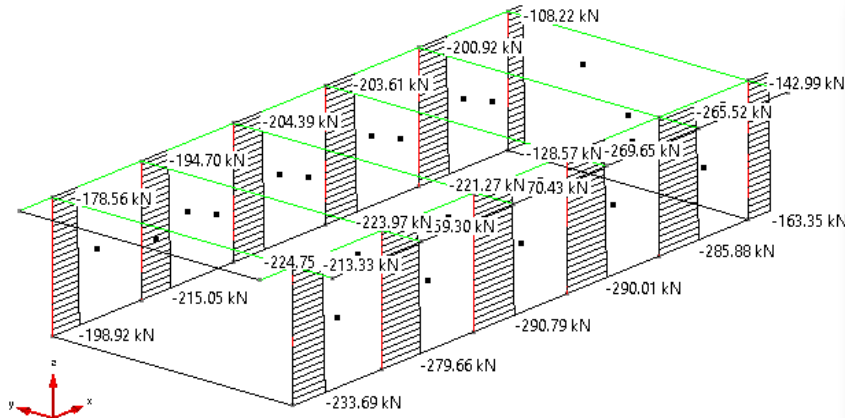


Figura 10 - Sforzo N - Pilastri (kN) (- compressione)

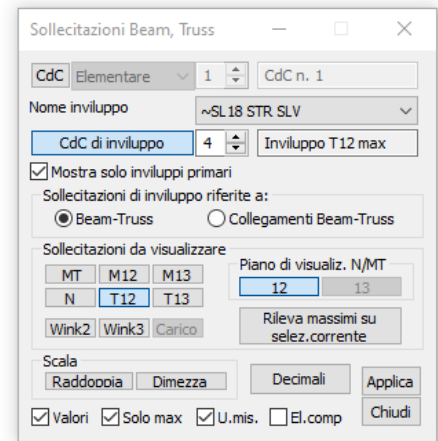
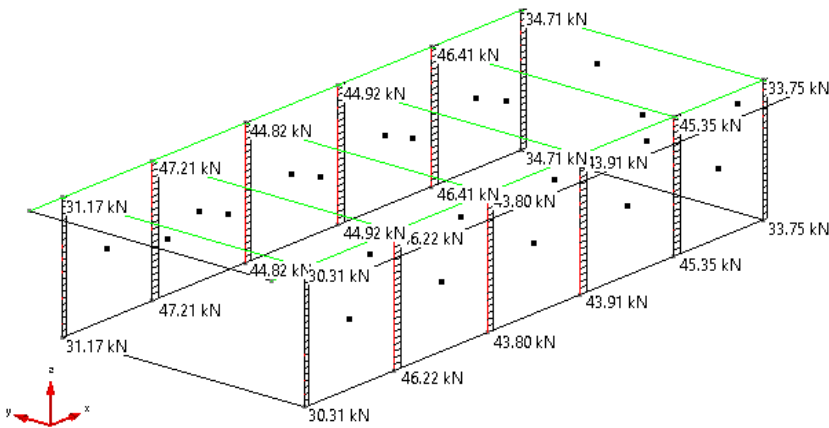


Figura 11 - Taglio T2 - Pilastri (kN)

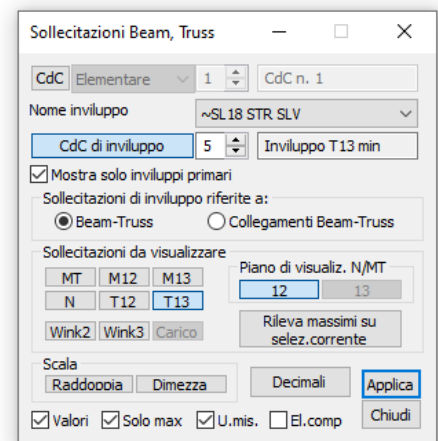
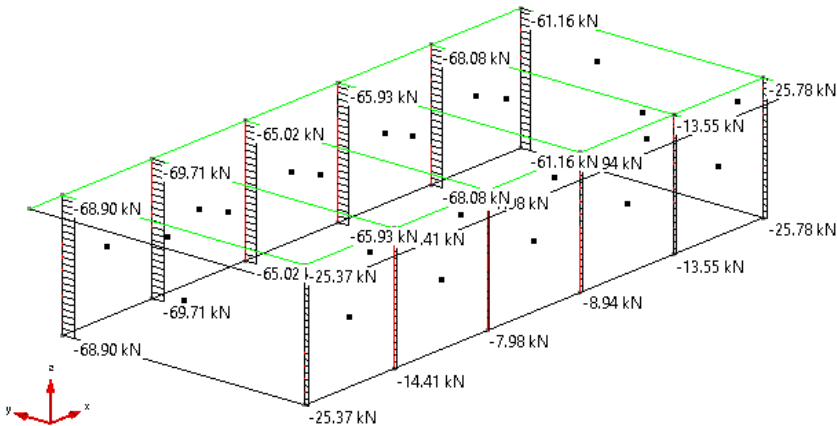


Figura 12 - Taglio T3 - Pilastri (kN)

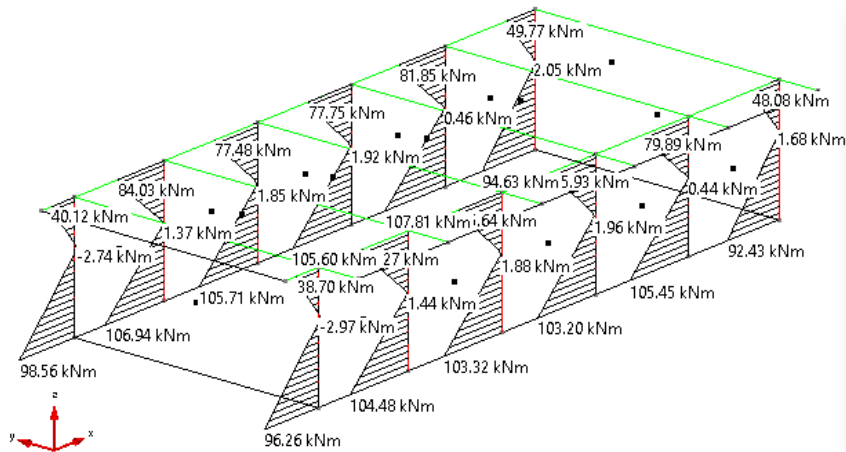


Figura 13 - Momento flettente M2 Pilastri (kNm)

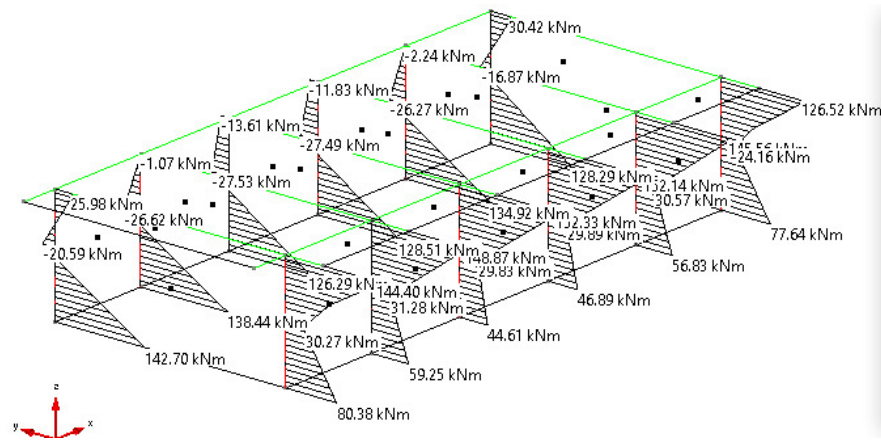
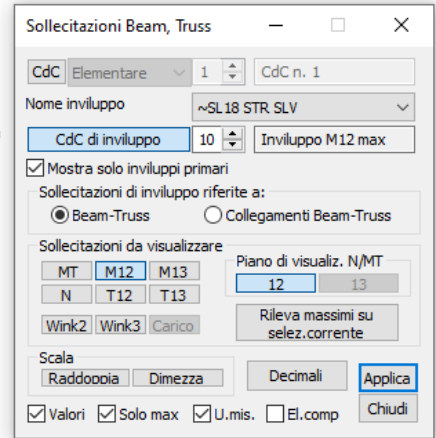


Figura 14 - Momento flettente M3 - Pilastri (kNm)

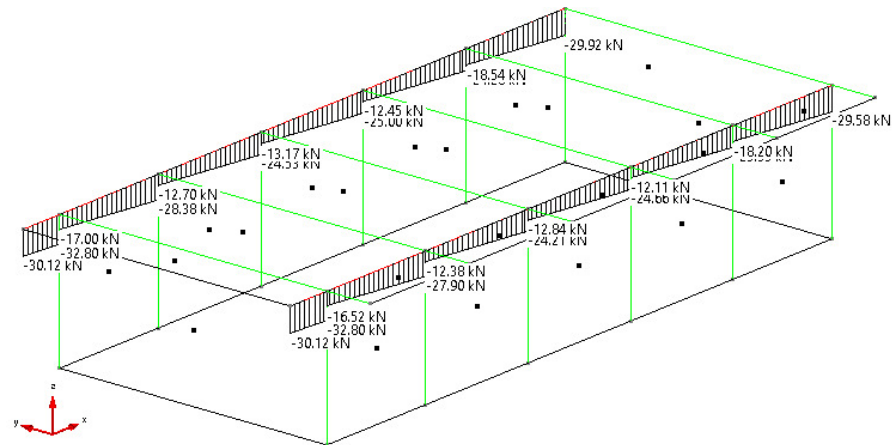
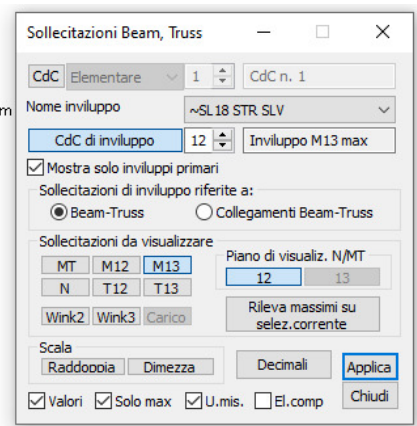
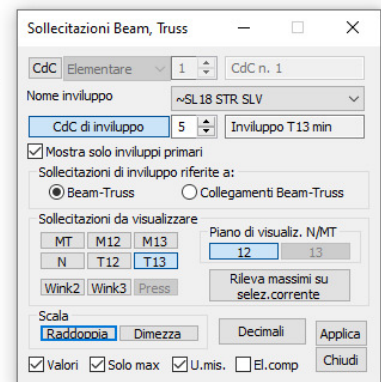


Figura 15 - Taglio T3 – Travi(kN) in direzione x



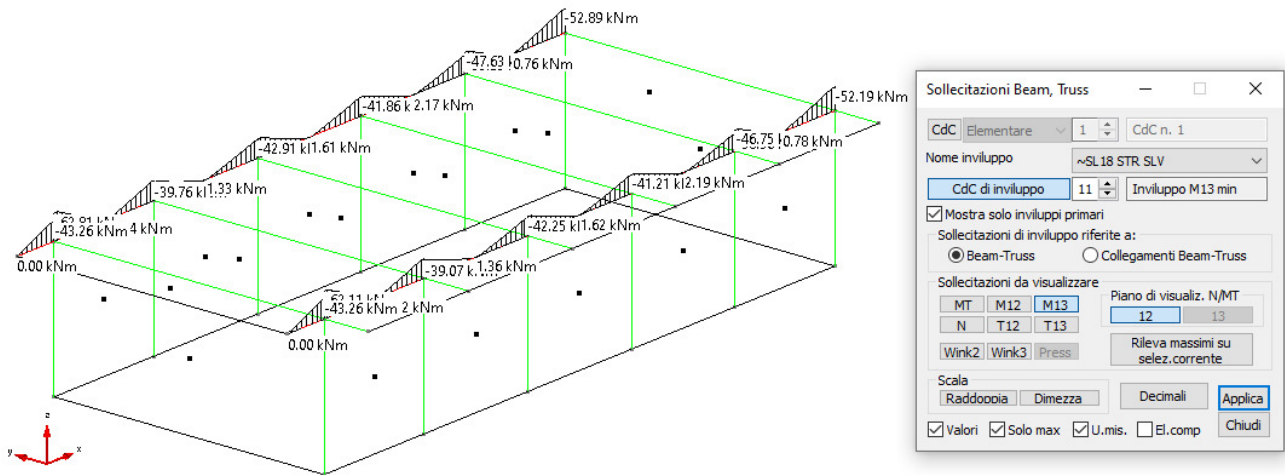


Figura 16 - Momento flettente $M3$ negativo - Travi (kNm) in direzione x

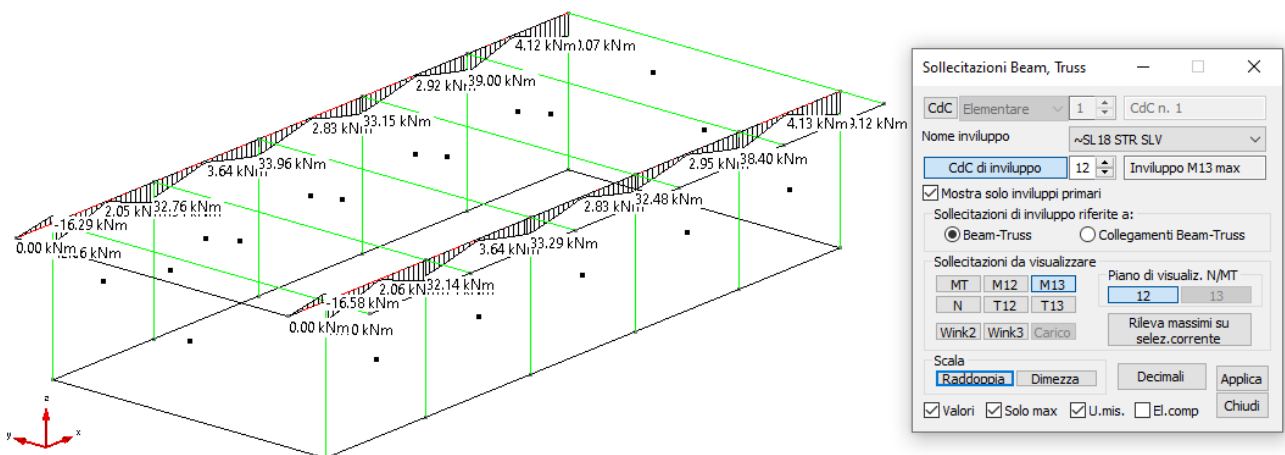


Figura 17 - Momento flettente $M3$ positivo - Travi (kNm) in direzione x

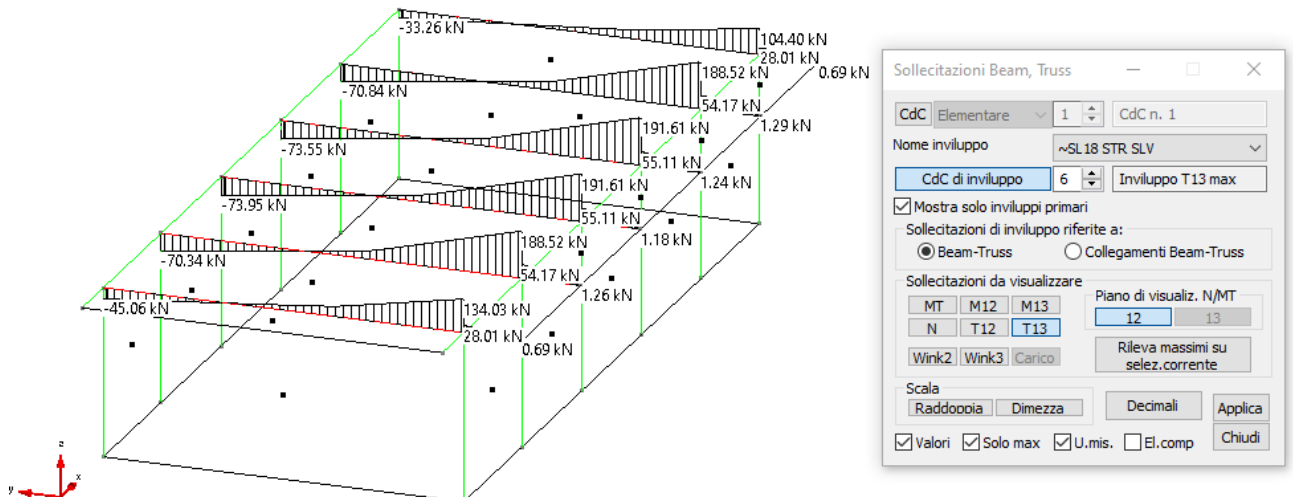


Figura 18 - Taglio $T3$ – Travi(kN) in direzione y

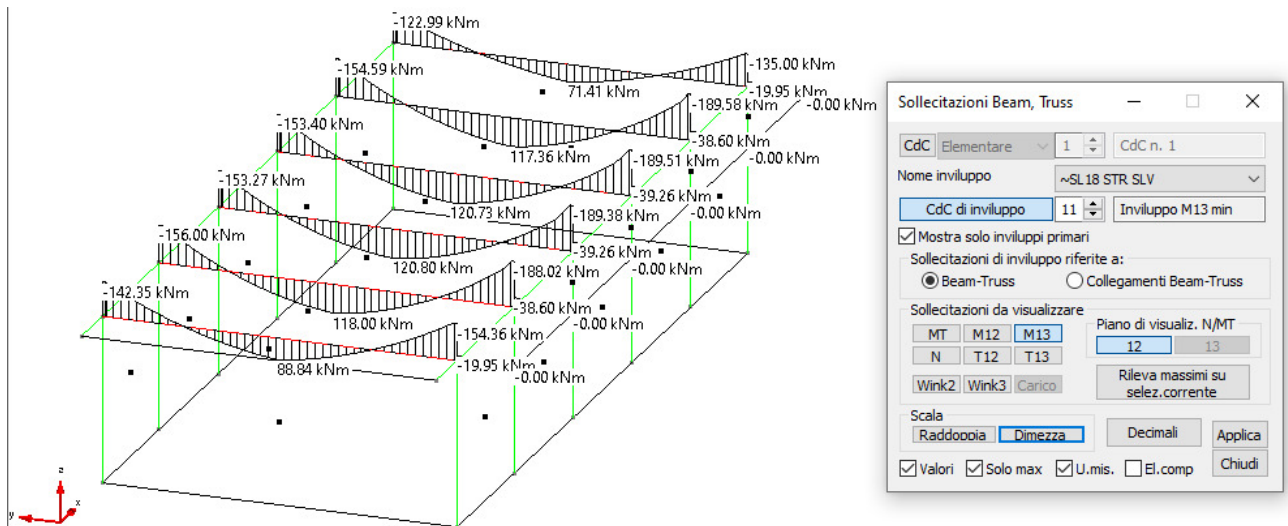


Figura 19 - Momento flettente M_3 negativo - Travi (kNm) in direzione y

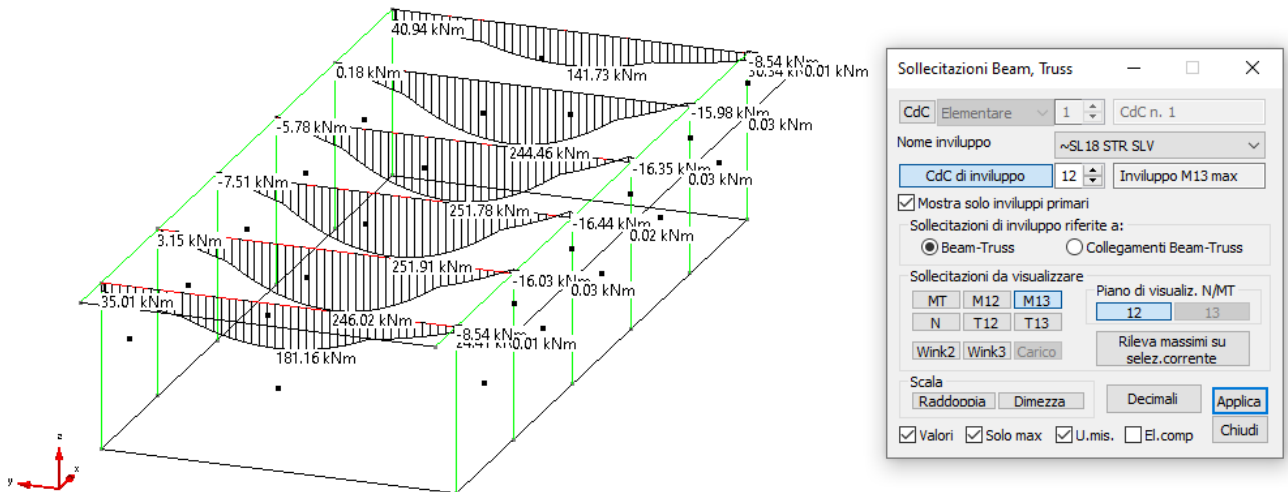


Figura 20 - Momento flettente M_3 positivo - Travi (kNm) in direzione y

1° Deformata Modale (Traslazionale in X)

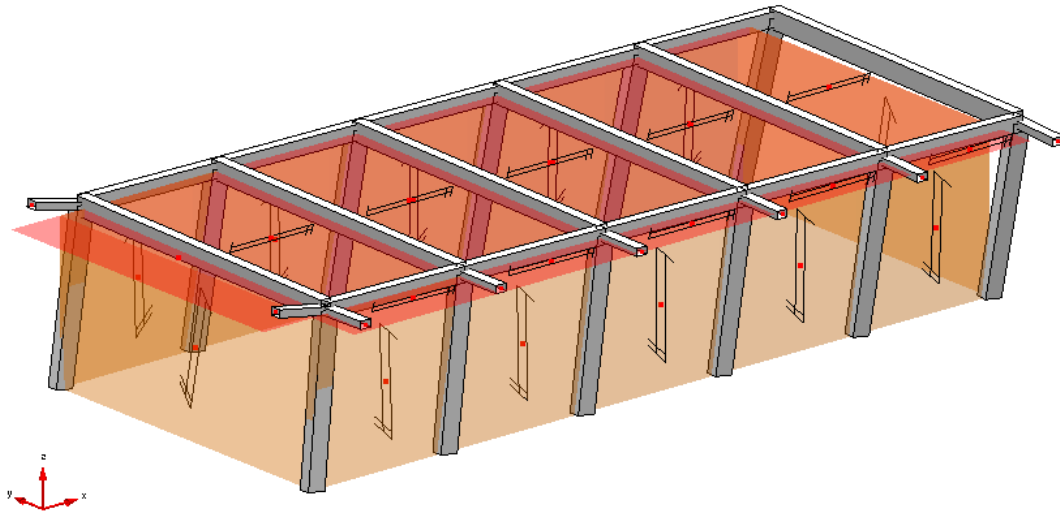


Figura 21: 3° modo di vibrare – traslazionale in x

2° Deformata Modale (Traslazione Y)

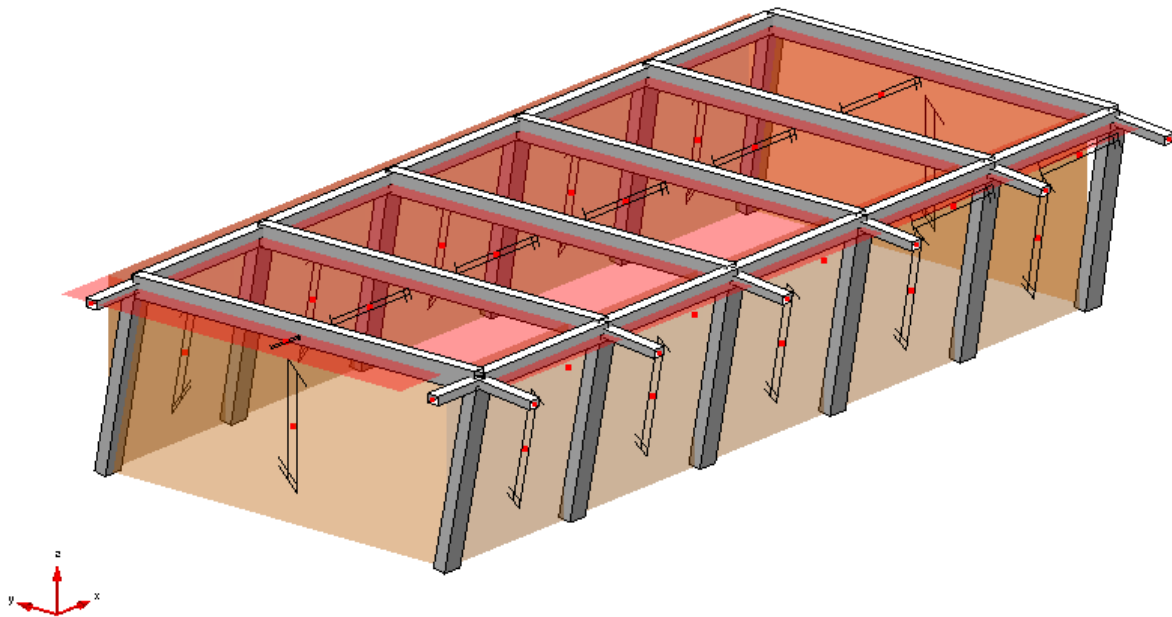


Figura 22: 1° modo di vibrare – traslazionale in y

3° Deformata Modale (Rotazionale)

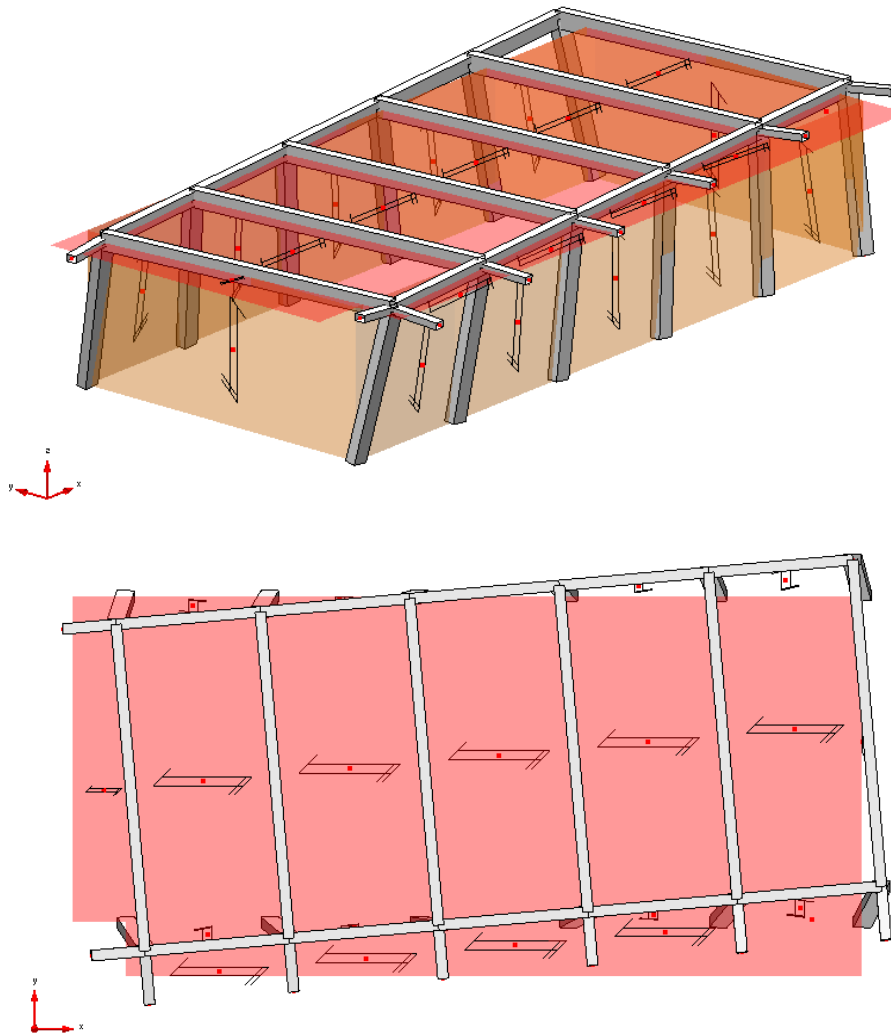


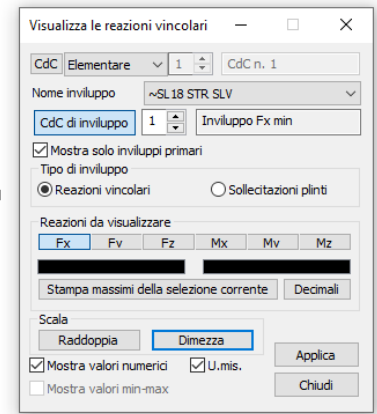
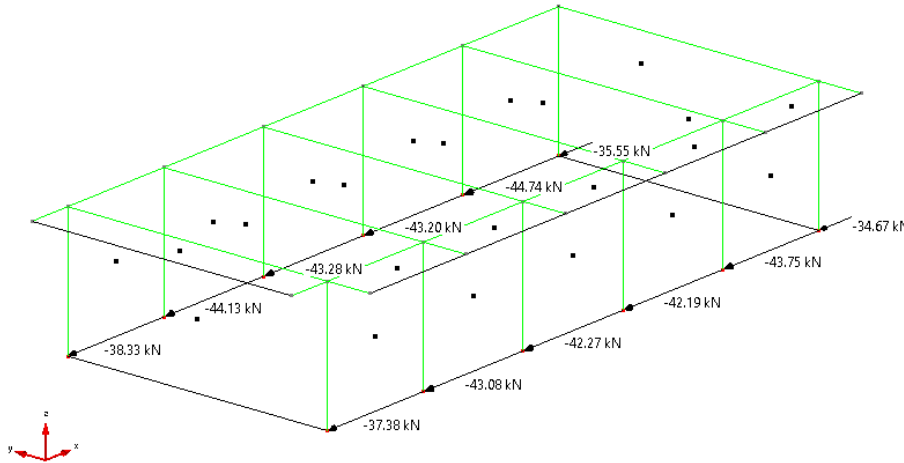
Figura 23: 2° modo di vibrare - rotazionale

k) Caratteristiche e affidabilità del codice di calcolo

Per il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche sarà utilizzato un programma di calcolo agli elementi finiti ("**CMP Analisi Strutturale**" di CAIREPRO Reggio Emilia, e solutore Xfinest da Harpaceas s.r.l.).

GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI

Oltre ai controlli già eseguiti sul modello, si procede con il controllo del taglio alla base dovuto all'azione sismica. Di seguito si riportano le reazioni vincolari in direzione x alla base di ciascun pilastro, la cui somma è pari a: $F_{x, \text{tot}} = 492 \text{ KN}$



Di seguito si calcola il taglio alla base secondo quanto indicato al §7.3.3.2 delle NTC 2018:

$$F_h = S_d(T_1) \times W$$

Dove:

$S_d(T_1) = 0,251$ è l'ordinata dello spettro di risposta di progetto

W è il peso complessivo della costruzione di seguito calcolato:

Calcolo peso travi e pilastri:

Pilastri 30x50: $12 \times 4,3\text{m} \times 0,3\text{m} \times 0,5\text{m} \times 25 \text{ KN/m}^3 = 193,5 \text{ KN}$

Trave 30x20: $12 \text{ m} \times 0,3\text{m} \times 0,2\text{m} \times 25 \text{ KN/m}^3 = 18 \text{ KN}$

Trave 30x40: $41,3 \text{ m} \times 0,3\text{m} \times 0,4\text{m} \times 25 \text{ KN/m}^3 = 124 \text{ KN}$

Trave 30x50: $55 \text{ m} \times 0,3\text{m} \times 0,5\text{m} \times 25 \text{ KN/m}^3 = 206 \text{ KN}$

W travi e pilastri = $541,5 \text{ KN}$

Calcolo peso solai:

$A = 235 \text{ m}^2$

$G_1 + G_2 = 2,5 \text{ KN/m}^2 + 1,5 \text{ KN/m}^2 = 4,0 \text{ KN/m}^2$

W solai = $235 \times 4,0 = 940 \text{ KN}$

Calcolo peso tamponamenti:

$L = 60 \text{ m}$

$H = 4,3 \text{ m}$

$G_1 = 2,1 \text{ KN/m}^2$

W tamponamenti = $2,1 \times 4,3 \times 60 = 542 \text{ KN}$

W tot = 2023 KN

$F_h = S_d(T_1) \times W = 0,251 \times 2023 = 508 \text{ KN}$

Differenza $(508 - 492) / 508 \rightarrow 3,0 \%$ **differenza accettabile - Controllo Verificato.**

I) Strutture geotecniche di fondazione

Per quanto riguarda le strutture di fondazione, si riportano di seguito le verifiche della platea di fondazione in c.a. di spessore 30 cm armata con ferri $\varnothing 10$ a passo 20 cm sopra e sotto ed infittimenti in corrispondenza dei pilastri ed in corrispondenza di altri punti critici con ferri $\varnothing 16$ a passo 20, come illustrato nell'immagine sottostante.

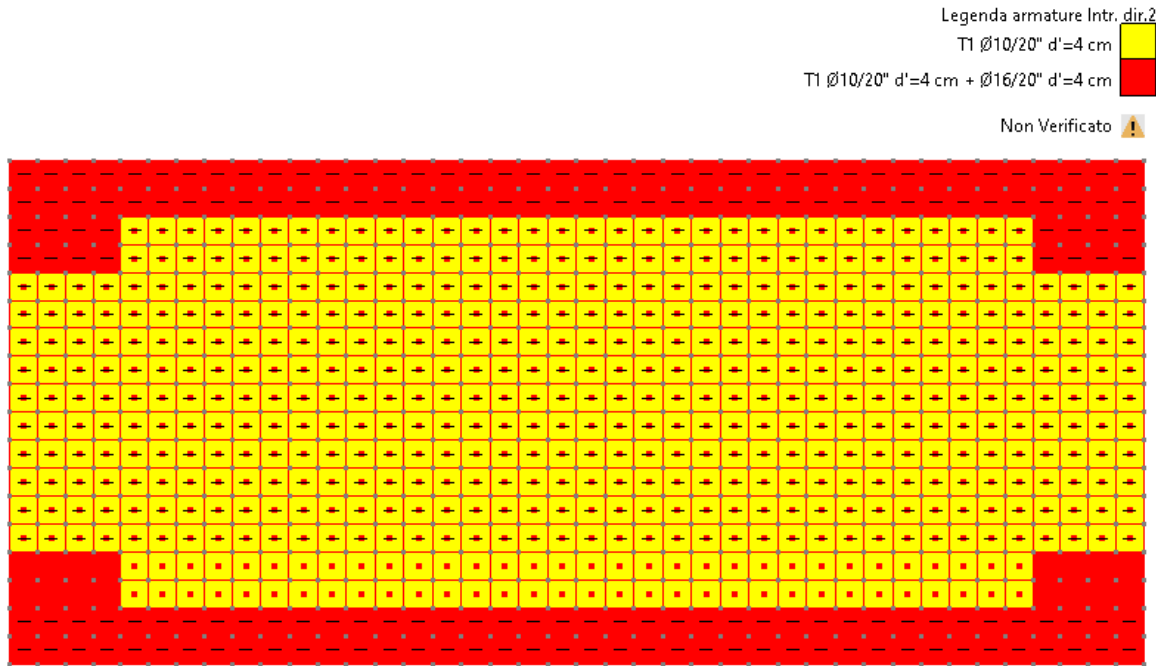


Figura 24: Ferri armatura in direzione x

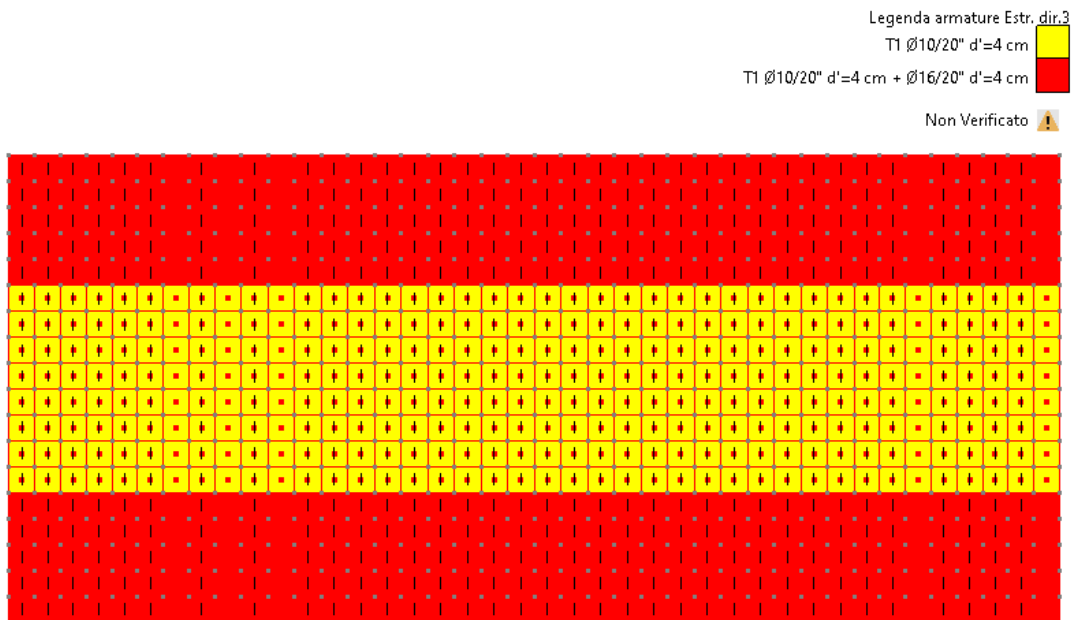


Figura 25: Ferri armatura in direzione y

VERIFICA FONDAZIONE

Verifiche di resistenza dei materiali

Si riportano le verifiche a flessione delle fondazioni, il coefficiente di sfruttamento indica il rapporto momento sollecitazione e momento resistente $M_{Ed} / M_{Rd} < 1$.

Verifica SLU

Coeff.Sfruttamento NM direzione 2

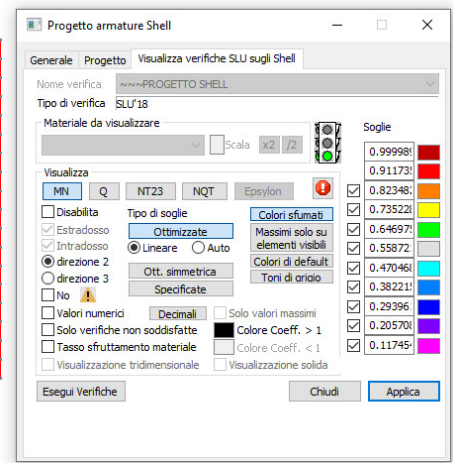
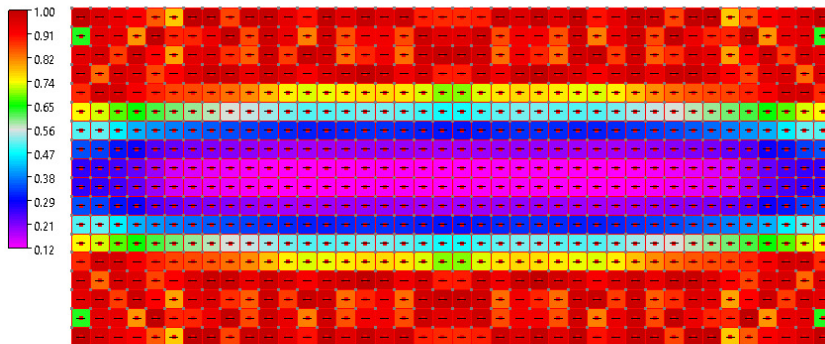


Figura 26: verifica platea a flessione in direzione 2

Verifica SLU

Coeff.Sfruttamento NM direzione 3

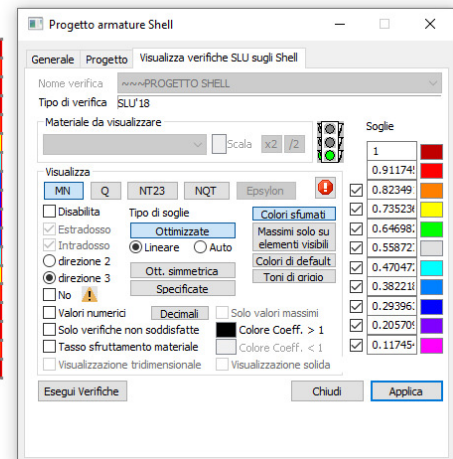
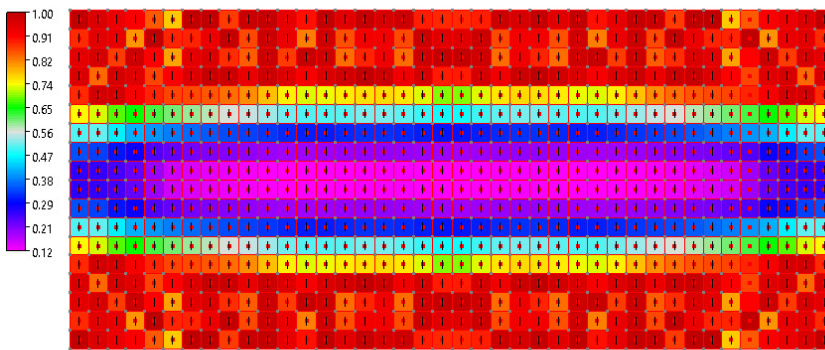


Figura 27: verifica platea a flessione in direzione 3

Si riportano le verifiche a punzonamento della platea di fondazione in corrispondenza dei pilastri, il coefficiente di sfruttamento indica il rapporto momento sollecitazione e momento resistente $M_{Ed} / M_{Rd} < 1$.

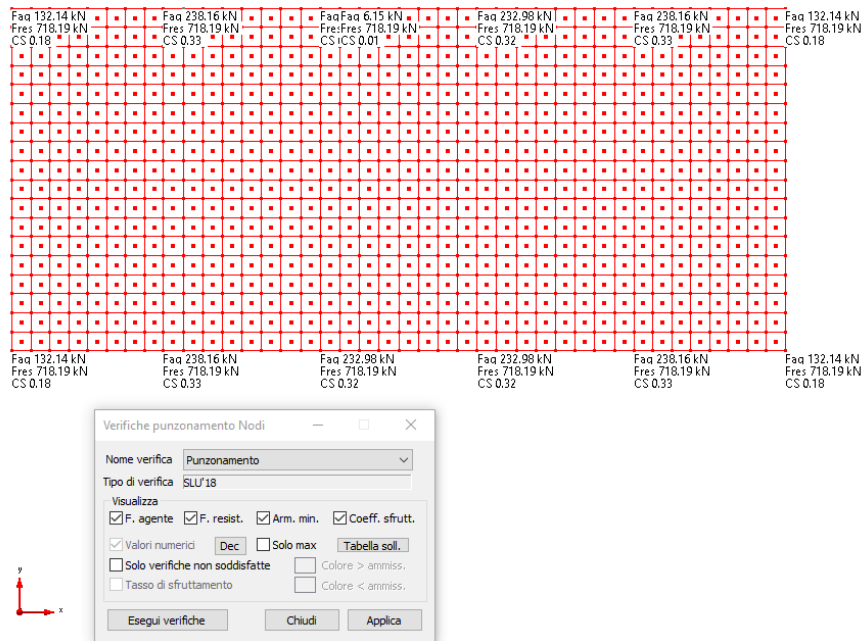


Figura 28: verifica punzonamento in corrispondenza dei pilastri

CS max = 0,33 < 1,0

Tutte le verifiche risultano soddisfatte.

Verifiche di portanza del terreno in condizioni non drenate

Si riporta di seguito la verifica delle fondazioni in condizioni non drenate.

Per il riferimento della tipologia di terreno presente alla profondità di 0,80 m, si prendono i dati relativi alle indagini geologiche considerando i seguenti parametri geotecnici di verifica:

$\phi' = 22^\circ$ angolo d'attrito

$c' = 0,15$ daN/cm² (coesione efficace)

$C_u = 75$ [KPa]

$\gamma = 19$ kN/m³ (Peso di volume)

Le sollecitazioni sulla platea sono state calcolate mediante la modellazione con software di calcolo considerando un terreno alla Winkler con $K=0,04$ N/mm².

Verrà eseguita la verifica **GEO** - SLU di tipo geotecnico per quanto riguarda il collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno.

Il tipo di fondazione scelta è di tipo superficiale.

È stato verificato il collasso del terreno al di sotto della fondazione di progetto in condizioni non drenate che risulta essere più gravoso per i terreni argillosi.

SLU – Verifica al collasso per carico limite della fondazione superficiale

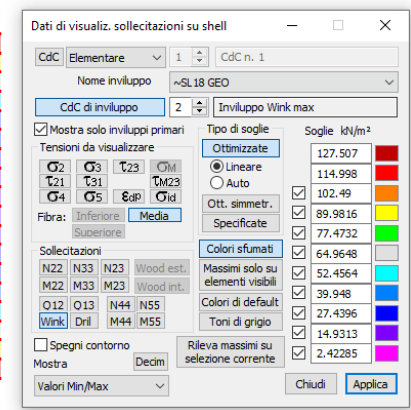
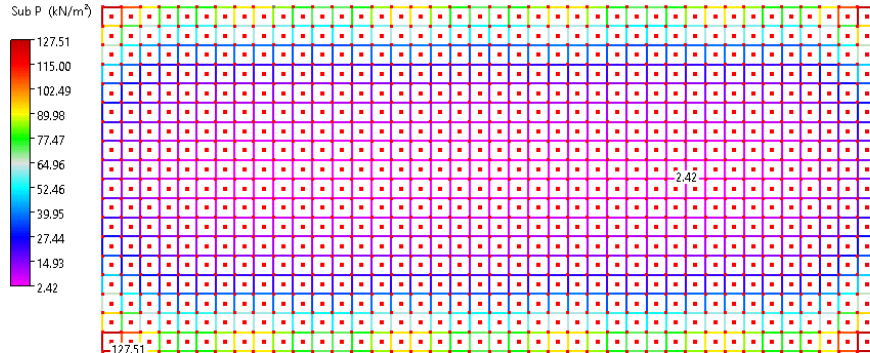
Calcolando la σ_{v0} , pressione esercitata sul terreno, mediante la formula:

$$E_d = \sigma_{v0} = w_{\max} k_s = 127 \text{ KN/m}^2$$

Involuppo ~SL18 GEO

CdC di Involuppo Wink max

Sub P (kN/m²)



essa deve essere inferiore a $q_{lim,d}$ calcolata in condizioni non drenate ovvero immediatamente dopo l'applicazione del carico con l'approccio 2 (A1+ M1+R3):

$$q_{lim,cal} = C_u N_c s_c^0 + q = 300 + 19 = 439 \text{ KN/m}^2$$

$$C_u = 75 \text{ kPa}$$

$$N_c = 5,14$$

$$s_c^0 = 1 + 0,2 B/L = 1 + 0,2 \times 11/22 = 1,1$$

$$h_{media \text{ rinfiango}} = 0,80 \text{ m}$$

$$q = \text{sovraccarico laterale} = \gamma \cdot h_{\text{terreno rinfiango}} = 19,00 \times 0,8 = 15,2 \text{ kPa.}$$

$$R_d = q_{lim,d} = q_{lim,cal} / \gamma_R = 439 / 2,3 = 191 \text{ KN/m}^2$$

La verifica è soddisfatta in quanto $R_d > E_d$.

Tutte le verifiche risultano soddisfatte.

m) Indicazioni della categoria d'intervento

La categoria d'intervento è classificata come nuova costruzione.

n) Descrizione della struttura esistente

Vedi punto b)

o) Proprietà meccaniche dei materiali

Vedi punto e)

p) Risultati più significativi

1 REALIZZAZIONE SOLAIO LATEROCEMENTO

Tutti i solai saranno realizzati in laterocemento 16 + 4 a travetti monodirezionali in calcestruzzo gettati in opera. Il sistema è costituito da pignatte 16 x 25 x 42 cm e travetti in c.a. di base 12 cm e posti ad interasse $i=0,52$ m.

SOLAIO 16 + 4

G_1 : 2,5 kN/mq Peso proprio solaio laterocemento 16 + 4

G_2 : 1,5 kN/mq Permanenti

- Controsoffitto + ventil a soffitto 0,20 kN/mq
- Isolante sp. 18 cm 0,30 kN/mq
- Massetto alleggerito x pendenza 0,65 kN/mq
- Guaina + Manto in lamiera 0,20 kN/mq
- Fotovoltaico 0,15 kN/mq

Q_1 : 1,2 kN/mq Sovraccarico Neve

$i = 0,52$ m

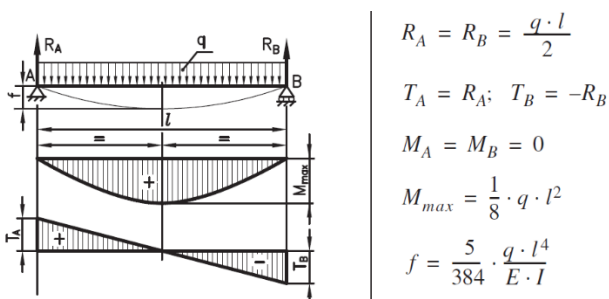
$L = 4,0$ m

$$q_{SLU} = i \times (G_1 \cdot \gamma G_1 + G_2 \cdot \gamma G_2 + Q_1 \cdot \gamma Q_1) = 0,52 \cdot (1,3 \cdot 2,5 + 1,5 \cdot 1,5 + 1,2 \cdot 1,5) = 3,8 \text{ kN/m}$$

$$q_{SLE} = i \times (G_1 + G_2 + Q_1 \cdot \psi_{11}) = 0,52 \cdot (2,5 + 1,5 + 1,2) = 2,7 \text{ kN/m}$$

Per il calcolo della sollecitazione a momento flettente in mezzera della trave, a favore di sicurezza, si adotta lo schema appoggio-appoggio, le sollecitazioni a SLU valgono:

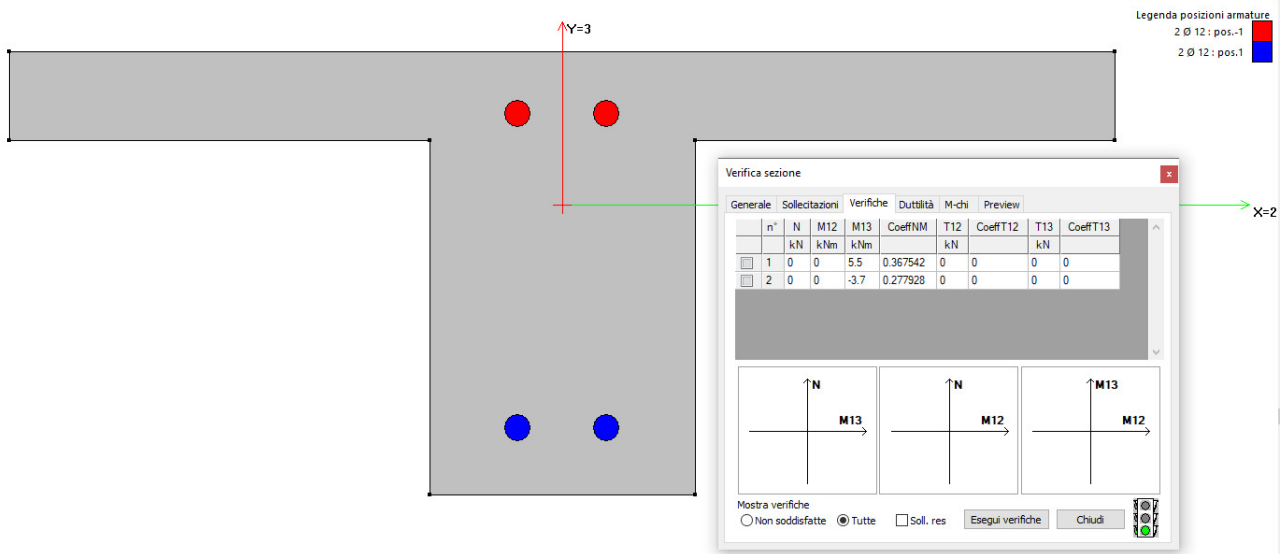
$$M_{Ed} = q L^2 / 8 = 7,6 \text{ kNm}$$



Per il calcolo della sollecitazione a momento flettente in corrispondenza degli appoggi, a favore di sicurezza, si adotta lo schema incastro - incastro, le sollecitazioni a SLU valgono:

$$M_{Ed} = q L^2 / 12 = 5,1 \text{ kNm}$$

Di seguito si riportano le verifiche della sezione del travetto:



$$M_{Ed}^+ = 7,6 \text{ kNm} < M_{Rd} = 15 \text{ kNm}$$

→ **VERIFICA SODDISFATTA**

$$M_{Ed}^- = -5,1 \text{ kNm} < M_{Rd} = -13 \text{ kNm}$$

→ **VERIFICA SODDISFATTA**

Per quanto riguarda la verifica a taglio, verrà eseguita la verifica della sezione in c.a. senza armatura trasversale resistente a taglio.

$$V_{Ed} = q L / 2 = 7,6 \text{ kN}$$

Verifica a taglio di elementi senza armature trasversali resistenti a taglio secondo DM2018 § 4.1.2.3.5.1			
V _{Ed}	5.6	kN	valore di calcolo dello sforzo di taglio agente
c	40	mm	copriferro
d	160	mm	altezza utile della sezione reagente
b _w	120	mm	larghezza minima della sezione reagente
A _{sl}	401.92	mm ²	armatura longitudinale tesa
ρ _l	0.020		rapporto geometrico di armatura longitudinale (≤ 0,02)
N _{Ed}	0	kN	valore di calcolo dello sforzo normale agente
A _c	24000	mm ²	area della sezione reagente a compressione
f _{ck}	25.00	N/mm ²	del calcestruzzo utilizzato
f _{cd}	12.6	N/mm ²	del calcestruzzo utilizzato
γ _c	1.5		del calcestruzzo utilizzato
σ _{cp}	0.000	N/mm ²	tensione media di compressione nella sezione (≤ 0,2 f _{cd})
k	2.000		
v _{min}	0.495		
V _{Rd}	16.98	kN	V_{Ed} ≤ V_{Rd} VERIFICA SODDISFATTA

$$V_{Ed} = 7,6 \text{ kN} < V_{Rd} = 17 \text{ kN}$$

→ **VERIFICA SODDISFATTA**

$$f = 5/384 \cdot q_{SLE} l^4 / EJ = 0,21 \text{ mm} < L/300 = 13 \text{ mm} \rightarrow$$

VERIFICA SODDISFATTA

2 VERIFICA MODELLO GLOBALE

2.1 Verifiche travi

Si riportano le verifiche a SLV a flessione e taglio.

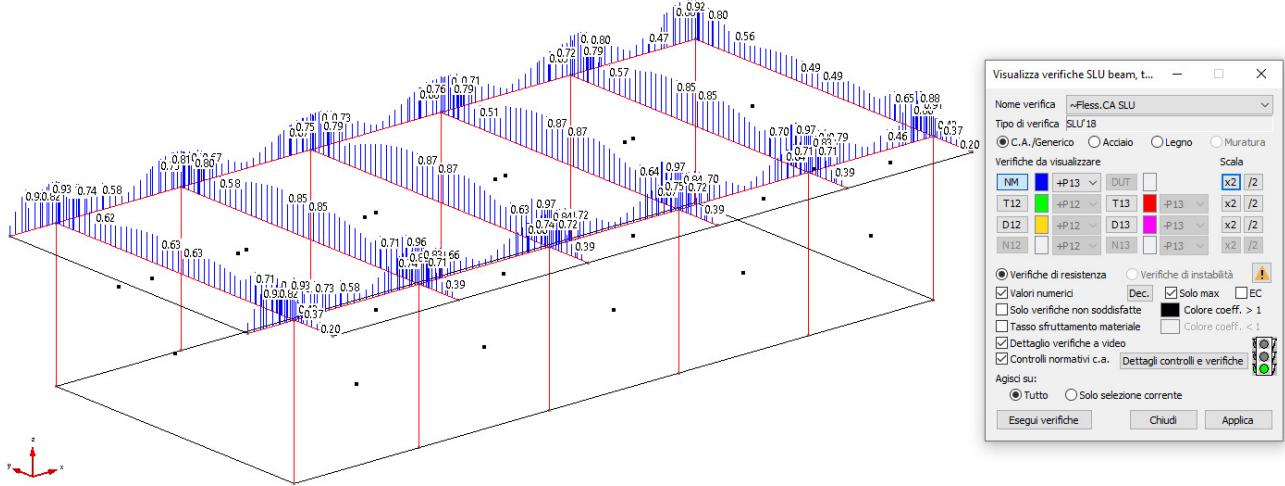


Figura 29: Verifica travi a flessione

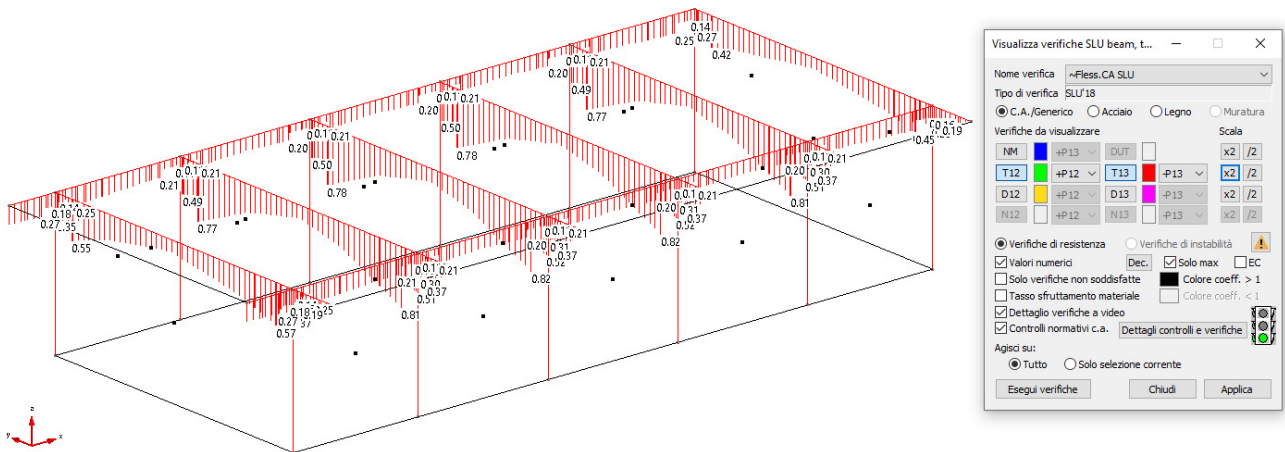


Figura 30: Verifica travi a taglio

Tutte le verifiche risultano soddisfatte.

2.2 Verifiche pilastri

Si riportano le verifiche a SLV a presso – flessione, taglio e verifiche dei nodi

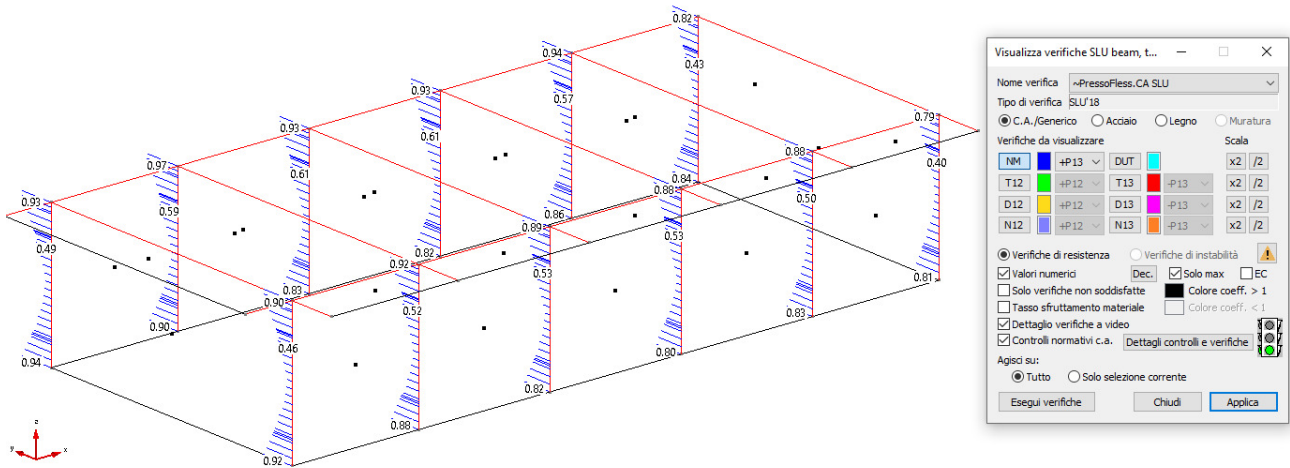


Figura 31: Verifica pilastri a presso - flessione

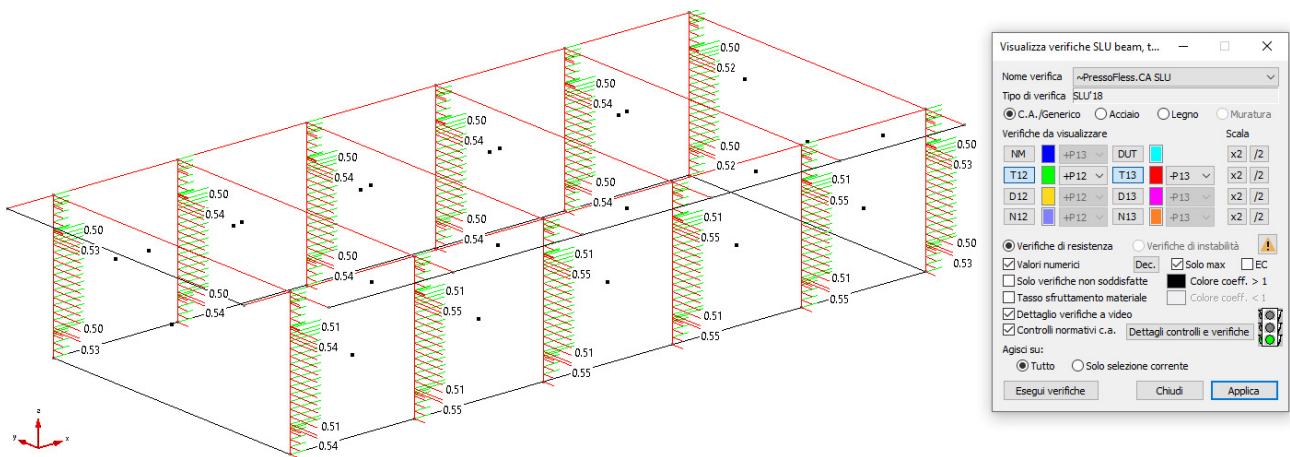


Figura 32: Verifica pilastri a taglio

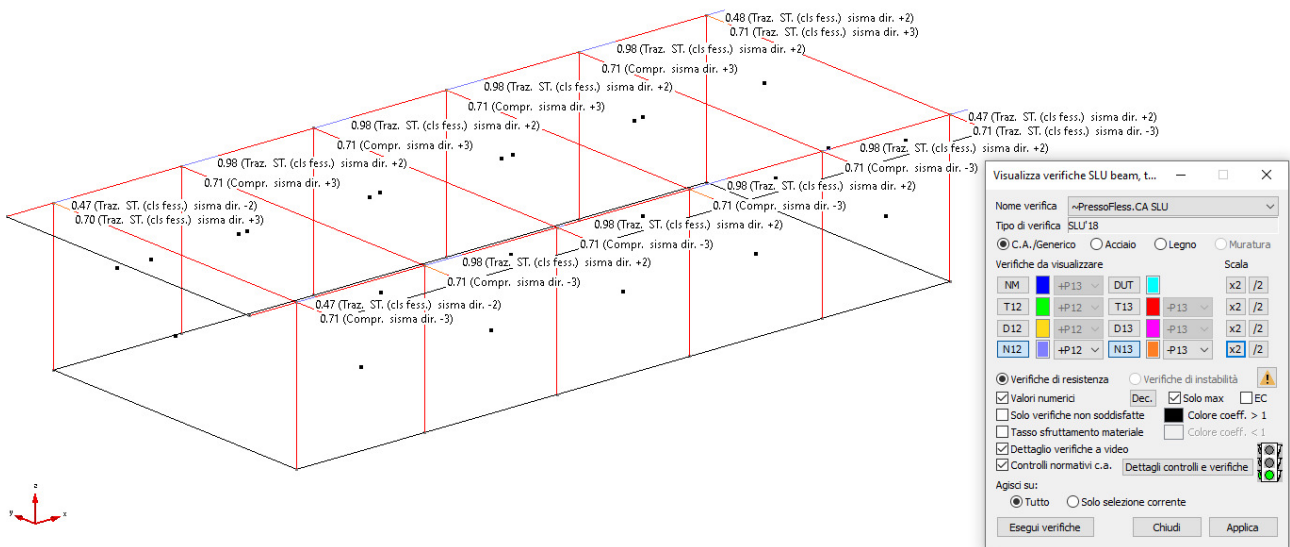


Figura 33: Verifica nodi non confinati pilastri

Tutte le verifiche risultano soddisfatte.

3 VERIFICA TETTOIA IN ACCIAIO

Si riportano le principali configurazioni delle deformate e delle sollecitazioni del telaio agli SLV. Si riportano gli abbassamenti massimi della trave a ginocchio in condizione SLE rara:

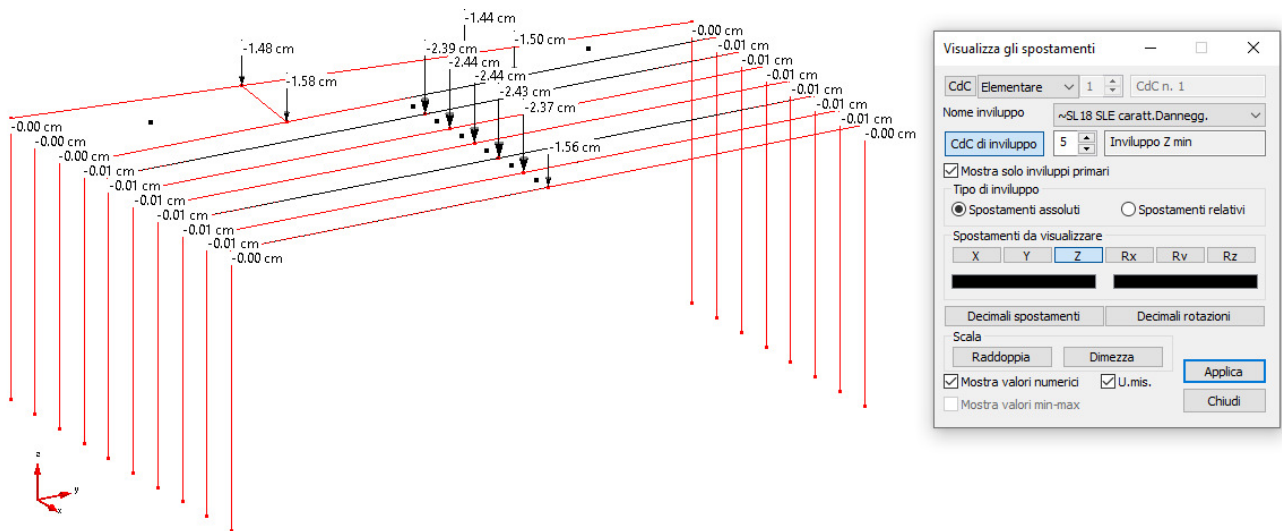


Figura 34 - Frecce in direzione Z- Condizione SLE caratteristica

L'abbassamento massimo in direzione Z è:

$$f = 2,44 \text{ cm} < L/300 = 1100 / 300 = 3,67 \text{ cm (VERIFICA SODDISFATTA)}$$

SOLLECITAZIONI

Si riportano le sollecitazioni principali degli elementi a SLV

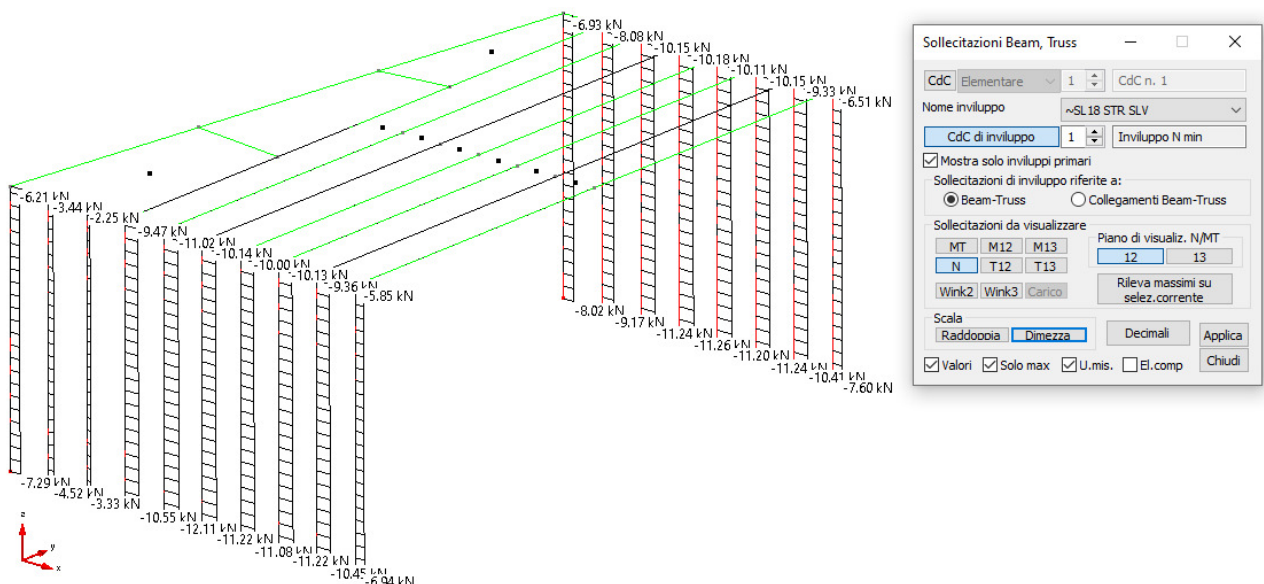
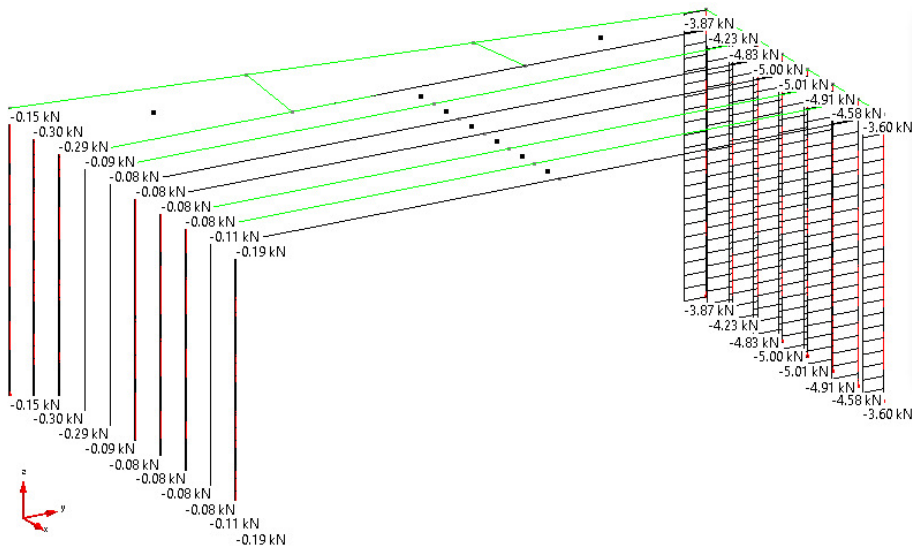


Figura 35 - Sforzo N - Pilastri (kN) (- compressione)



Sollecitazioni Beam, Truss

CdC Elementare 1 CdC n. 1

Nome involucro ~SL18 STR SLV

CdC di involucro 5 Involucro T13 min

☒ Mostra solo involucri primari

Sollecitazioni di involucro riferite a:

☒ Beam-Truss ☐ Collegamenti Beam-Truss

Sollecitazioni da visualizzare

MT M12 M13 Piano di visualiz. N/MT

N T12 T13 12 13

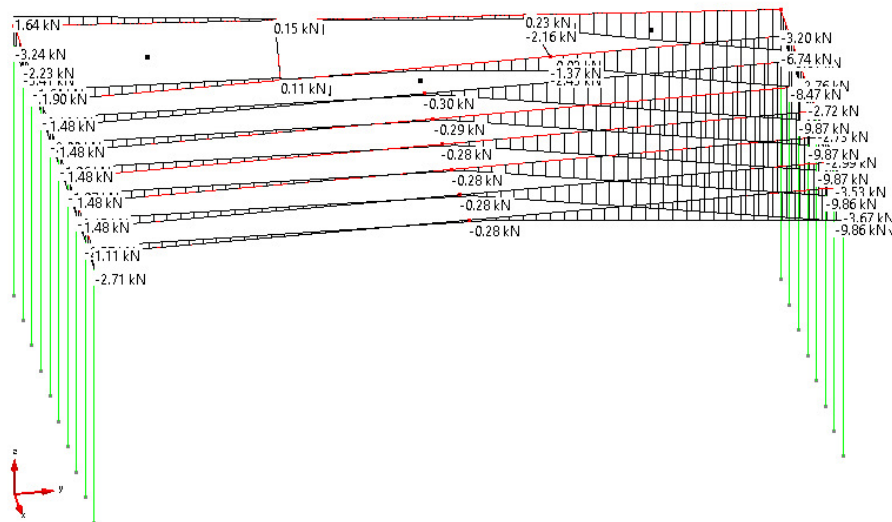
Wink2 Wink3 Carico Rileva massimi su selez. corrente

Scala

Raddoppio Dimezza Decimals Applica

☒ Valori ☒ Solo max ☒ U.mis. ☐ El.comp Chiudi

Figura 36 - Taglio T3 – Pilastri (kN)



Sollecitazioni Beam, Truss

CdC Elementare 1 CdC n. 1

Nome involucro ~SL18 STR SLV

CdC di involucro 5 Involucro T13 min

☒ Mostra solo involucri primari

Sollecitazioni di involucro riferite a:

☒ Beam-Truss ☐ Collegamenti Beam-Truss

Sollecitazioni da visualizzare

MT M12 M13 Piano di visualiz. N/MT

N T12 T13 12 13

Wink2 Wink3 Carico Rileva massimi su selez. corrente

Scala

Raddoppio Dimezza Decimals Applica

☒ Valori ☒ Solo max ☒ U.mis. ☐ El.comp Chiudi

Figura 37 - Taglio T3 – Travi(kN)

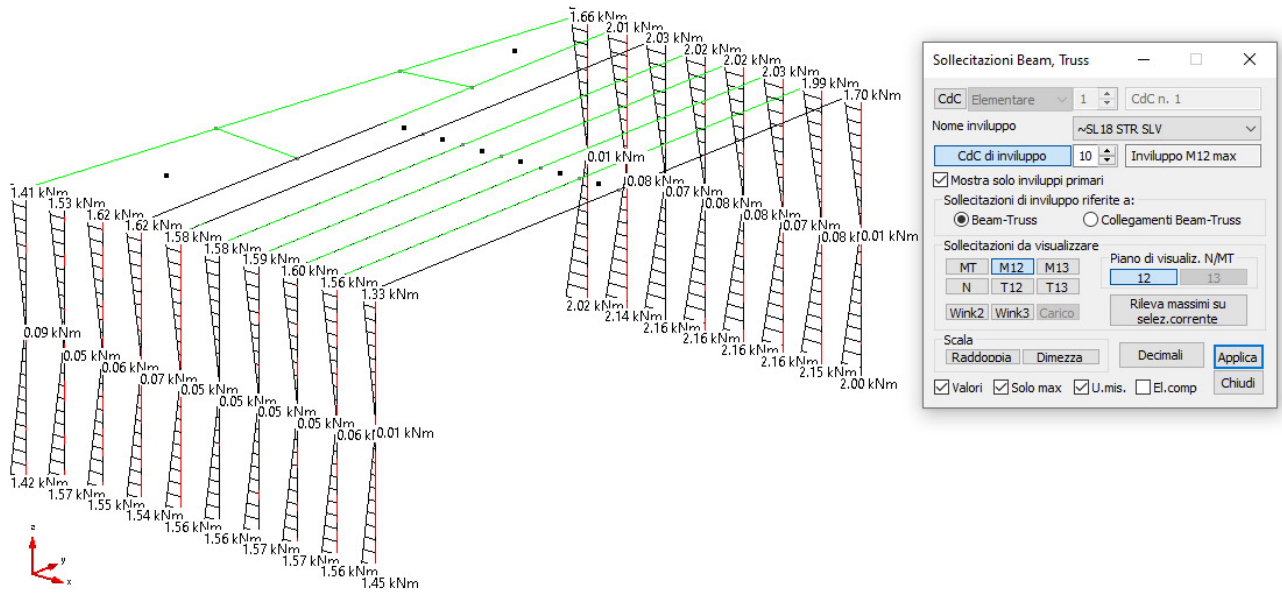


Figura 38 - Momento flettente M2 Pilastri (kNm)

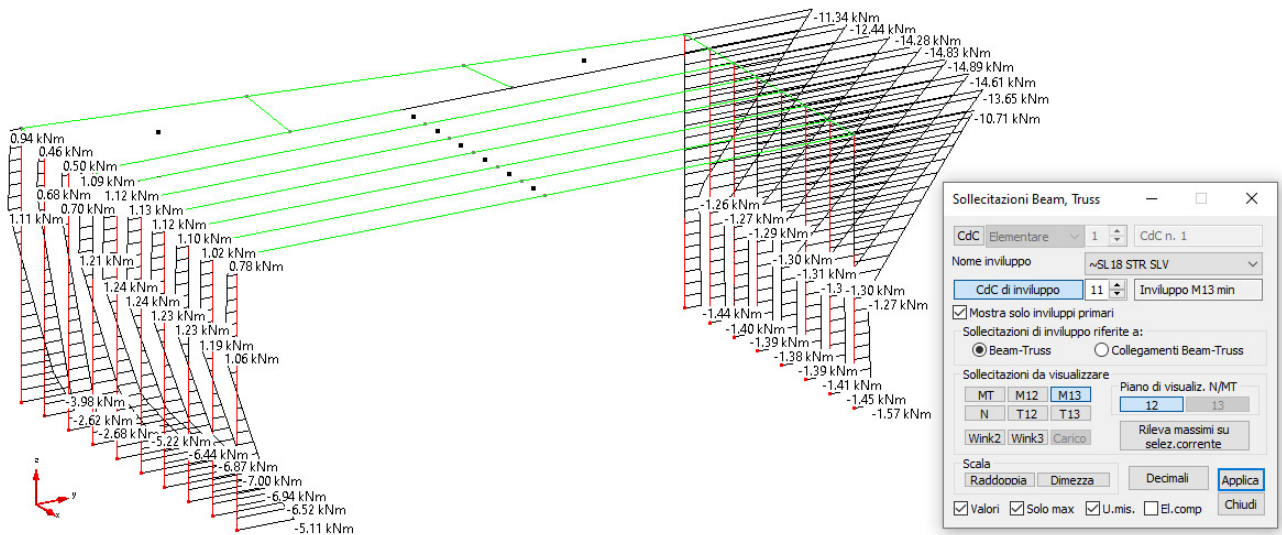


Figura 39 - Momento flettente M3 - Pilastri (kNm)

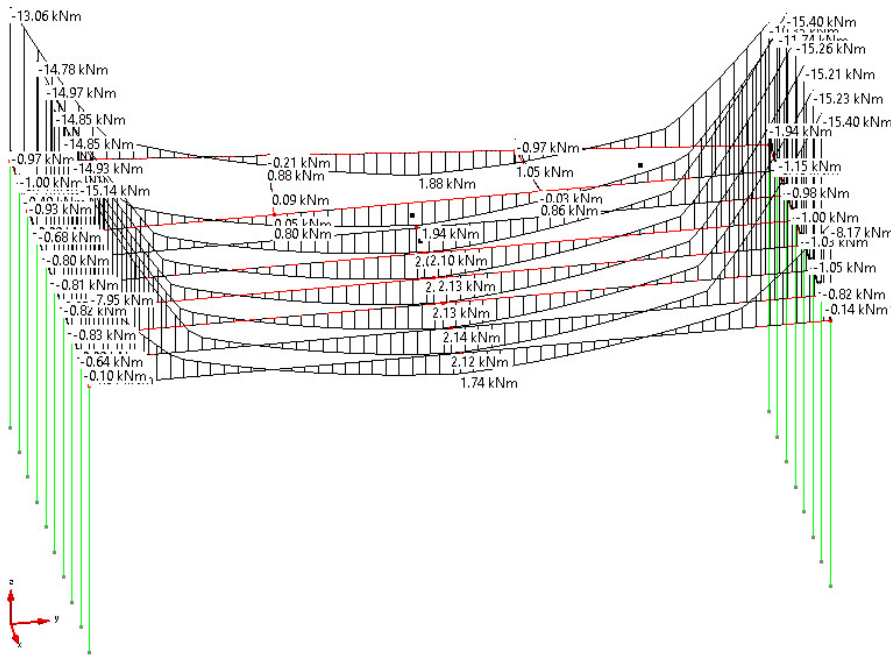


Figura 40 - Momento flettente M_3 negativo – Travi (kNm)

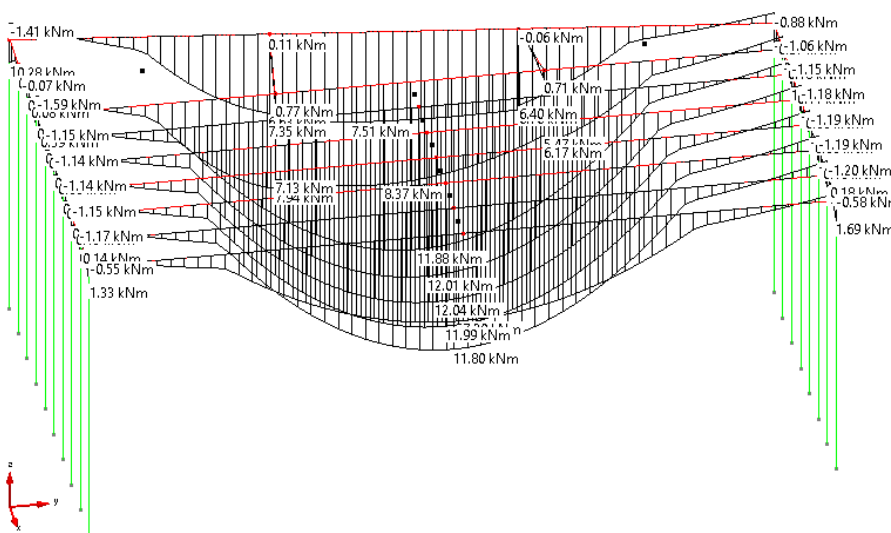


Figura 41 - Momento flettente M_3 positivo - Travi (kNm)

Verifiche Resistenza e Instabilità delle membrature d'acciaio

Si riportano le principali verifiche degli elementi che costituiscono il telaio in acciaio della tettoia mostrando i coefficienti di sicurezza derivanti dal programma di calcolo agli elementi finiti.

VERIFICA DI RESISTENZA DEI TELAI COSTITUITI DA TRAVI E PILASTRI – TUBOLARE 100x150x3

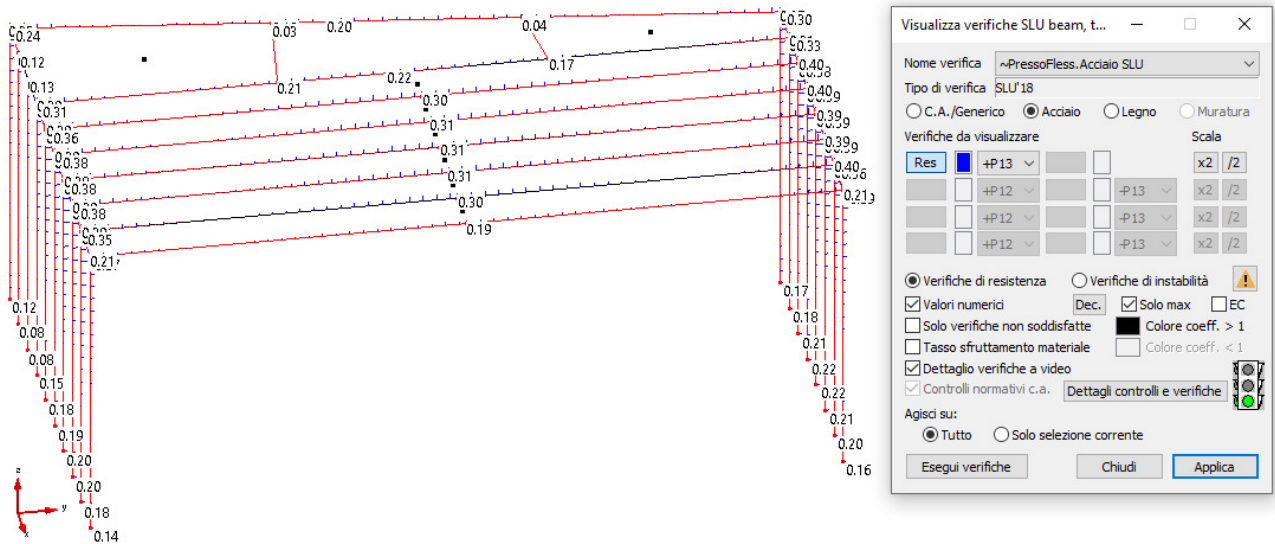


Figura 42: Verifiche di resistenza telaio

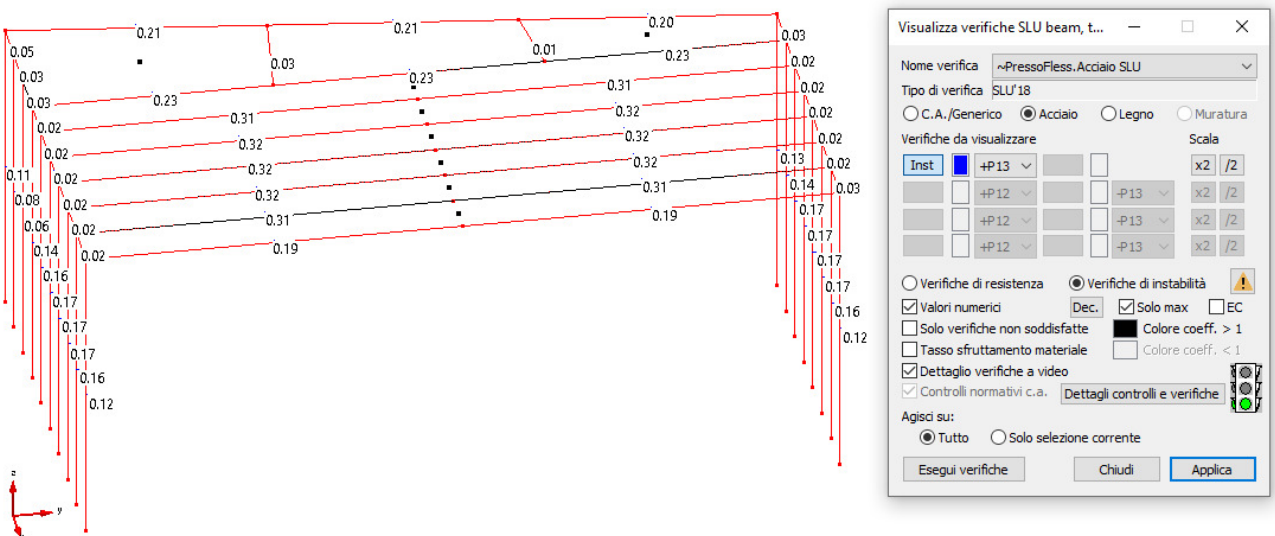
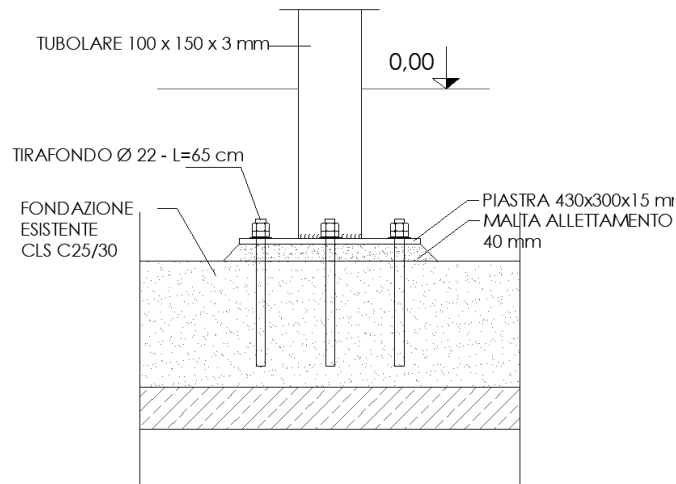


Figura 43: Verifiche di instabilità telaio

Verifica piastra di fondazione e tirafondi



La struttura è stata calcolata con fattore di comportamento $q=1,5$, pertanto si adottano le reazioni vincolari a SLV da modello, di seguito riportati:

$$N_{Ed} = 12 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,Y} = 7,7 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,x} = 2,2 \text{ kNm}$$

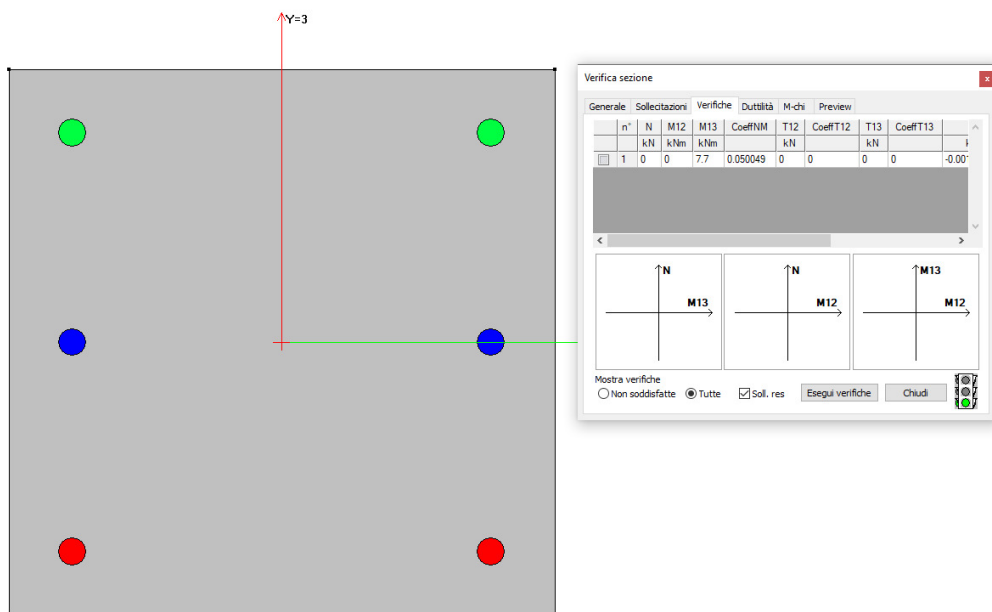
$$V_{Ed} = 5,0 \text{ kN}$$

Verifica a presso-flessione della piastra d'attacco:

$$B = 43 \text{ cm}$$

$$H = 43 \text{ cm}$$

$$\text{Tirafondi } 22 \text{ mm } A_s = 3,8 \text{ cm}^2$$

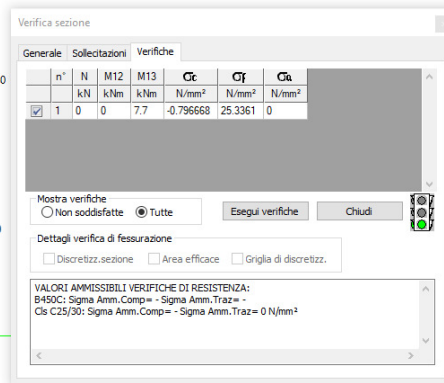
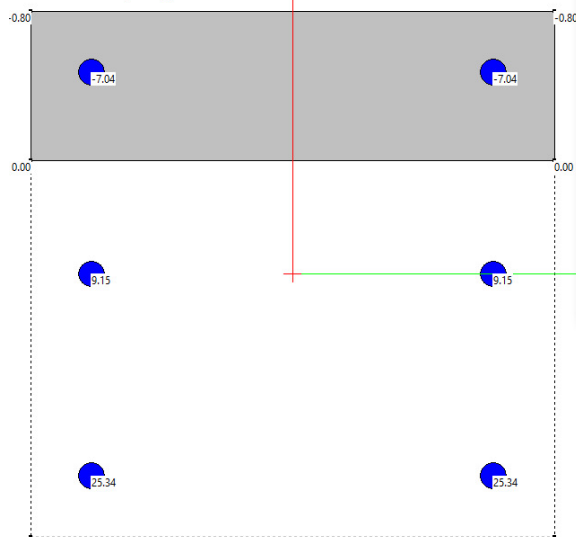


Il momento resistente della sezione è: $M_{Rd} = 153 \text{ kN} > M_{Ed}$ (**Verifica soddisfatta**)

Resistenza a trazione dei tirafondi:

Tirafondi classe 8.8 diametro $\phi=22$ mm

Sezione: Piatto fonazione [Rettangolare 43x43 cm] - Armatura 1
 M13 = 7,7000000 kNm M12 0,0000000 kNm N = 0,0000000 kN
 Coordinate Asse Neutro: Pt1(21,5 cm, 9,32118 cm) - Pt2(-21,5 cm, 9,32118 cm)
 Pt.o appl.N Baricentro delle polig.: X= 0,0000000 cm Y= 0,0000000 cm
 Unità di misura Tensioni (N/mm²)



$$\sigma_{b,max} = 25 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{t,Ed} = 25 \cdot A_s = 9.500 \text{ N} = 9,5 \text{ kN}$$

Resistenza a trazione del tirafondo:

$$A_{res} = 3,03 \text{ cm}^2$$

$$f_{tb} = 8.000 \text{ daN/cm}^2$$

$$F_{t,Rd} = 0,9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 174 \text{ kN}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$F_{t,Rd} = 174 \text{ kN} > F_{t,Ed} = 9,5 \text{ kN} \rightarrow \text{verifica soddisfatta}$$

Verifica a taglio dei bulloni:

Il Taglio Sollecitante a SLV vale $V_{Ed} = 5,0 \text{ daN} / 6 = 0,83 \text{ daN}$

Resistenza a taglio degli ancoraggi: Bulloni classe 8.8 diametro $\phi=22$ mm

$$A_{res} = 3,03 \text{ cm}^2$$

$$f_{tb} = 8.000 \text{ daN/cm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 0,6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 116 \text{ kN}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$F_{v,Ed} = 0,83 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 116 \text{ kN} \rightarrow \text{verifica soddisfatta}$$

Si verifica la compressione massima sotto la piastra di ancoraggio:

$$b = 43 \text{ cm}$$

$$H = 43 \text{ cm}$$

$$N_{Ed} = 12 \text{ kN}$$

$$A = b \times H = 1849 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_m = 12000 / 184900 = 0,07 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = 0,85 f_{ck} / F_c \times \gamma_c = 10,4 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{verifica soddisfatta}$$

4 VERIFICA ELEMENTI SECONDARI

Verifica elementi secondari Controsoffitti

Si verifica la "pendinatura" di attacco verticale del controsoffitto, costituita da barre d'acciaio S 235 - $\varnothing$ 4 mm. I pendini sono disposti a passo 188 cm e hanno un'area d'influenza di circa 10 mq.

- Verifica dei pendini verticali

$$F_a = S_a \cdot W_a / q \quad \text{Forza sismica orizzontale}$$

W_a massa dell'elemento

$q=1$ fattore di comportamento

Accelerazione massima S_a vale:

$$S_a = \alpha S \left[\frac{3(1+Z/H)}{1+(1-T_a/T_1)^2} - 0.5 \right]$$

Area influenza media: $A=10 \text{ mq}$

Massa media $p= 10 \text{ daN/mq}$

$$W_a = A \cdot p = 100 \text{ daN} = 1 \text{ kN}$$

Dato che l'elemento secondario è controventato e quindi molto rigido, posso considerare

$$T_a / T_1 \approx 0$$

$$\alpha = 0,179 \rightarrow a_g/g$$

$$S = 1,439$$

$Z = 3,5 \text{ m}$, quota del baricentro dell'elemento rispetto allo spiccato della fondazione;

$H = 4,5 \text{ m}$, altezza dell'edificio rispetto allo spiccato della fondazione;

$$S_a = 0,558 \rightarrow \text{accelerazione sismica}$$

$$F_a = S_a \cdot W_a / q = 56 \text{ daN} \rightarrow \text{Forza sismica}$$

$$N_{Ed} = 56 \text{ daN}$$

Resistenza del pendino $\varnothing 4 \text{ mm}$ vale:

$$A = 0,125 \text{ cmq}$$

$$S 235 \rightarrow f_{yk} = 2350 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$N_{Rd} = A \cdot f_{yk} / \gamma_{M0} = 280 \text{ daN} > N_{Ed} = 56 \text{ daN} \quad \textbf{verifica soddisfatta}$$

- **Verifica del profilo a C**



Area influenza media: $A = 20 \text{ mq}$

Massa media $p = 10 \text{ daN/mq}$

$$W_a = A \cdot p = 200 \text{ daN} = 2 \text{ kN}$$

$S_a = 0,56$ $\rightarrow$ accelerazione sismica

$$F_a = S_a \cdot W_a / q = 112 \text{ daN} \rightarrow \text{Forza sismica}$$

$$N_{Ed} = 112 \text{ daN}$$

Resistenza della C:

$$A = 0,58 \text{ cmq}$$

$$S 235 \rightarrow f_{yk} = 2350 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$N_{Rd} = A \cdot f_{yk} / \gamma_{M0} = 1.298 \text{ daN} > N_{Ed} = 112 \text{ daN} \quad \textbf{verifica soddisfatta}$$

Resistenza a taglio

$$V_{Rd} = A \cdot f_{yk} / \sqrt{3} \gamma_{M0} = 749 \text{ daN} > F_a = 112 \text{ daN} \quad \textbf{verifica soddisfatta}$$

- **Verifica dei controventi**

Si dispongono controventi a 45° con barre 4 m a passo $i = 188 \text{ cm}$ con un'area d'influenza di carico di 10 mq

$$W_a = A \cdot p = 100 \text{ daN} = 1 \text{ kN}$$

$S_a = 0,55$ → accelerazione sismica

$F_a = S_a \cdot W_a / q = 56 \text{ daN}$ → Forza sismica

$N_{Ed} = 56 \text{ daN}$

Resistenza del pendino $\varnothing 4 \text{ mm}$ vale:

$A = 0,125 \text{ cm}^2$

S 235 → $f_{yk} = 2350 \text{ daN/cm}^2$

$\gamma_{M0} = 1,05$

$N_{Rd} = \sqrt{2}/2 \cdot A \cdot f_{yk} / \gamma_{M0} = 98 \text{ daN} > N_{Ed} = 56 \text{ daN}$ **verifica soddisfatta**

Verifica elementi secondari: Fancoil a soffitto



Si verifica la "pendinatura" di attacco verticale del ventilconvettore a cassetta, costituita da profili a "C" in acciaio galvanizzato di dimensioni 40x22x0,6 mm d'acciaio S 235. I pendini sono disposti sui 4 angoli dell'elemento che presenta lato di circa 60 cm e un peso di 25 Kg.

$F_a = S_a \cdot W_a / q$ **Forza sismica orizzontale**

W_a massa dell'elemento

$q=1$ fattore di comportamento

Accelerazione massima S_a vale:

$$S_a = \alpha S \left[\frac{3(1+Z/H)}{1+(1-T_a/T_1)^2} - 0.5 \right]$$

$W_a = 25 \text{ daN} = 0,25 \text{ kN}$

Dato che l'elemento secondario è fissato con elementi rigidi, posso considerare

$T_a / T_1 \approx 0$

$\alpha = 0,179$ → a_g/g

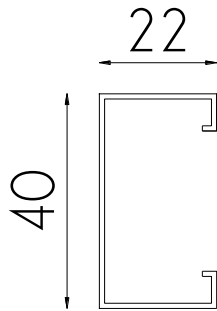
$S = 1,439$

$S_a = 0,56$ → accelerazione sismica

$F_a = S_a \cdot W_a / q = 14 \text{ daN}$ → Forza sismica

$N_{Ed} = 7 \text{ daN}$

- **Verifica del profilo a C**



PROFILO C IN ACCIAIO
GALVANIZZATO 40x22x0,6

Resistenza della C:

$A=0,58 \text{ cmq}$

S 235 $\rightarrow f_{yk}=2350 \text{ daN/cmq}$

$\gamma_{M0} = 1,05$

$N_{Rd} = A \cdot f_{yk} / \gamma_{M0} = 1.298 \text{ daN} > N_{Ed} = 7 \text{ daN}$ **verifica soddisfatta**

Resistenza a taglio

$V_{Rd} = A \cdot f_{yk} / \sqrt{3} \gamma_{M0} = 749 \text{ daN} > F_a = 14 \text{ daN}$ **verifica soddisfatta**

Verifica elementi secondari Tamponamenti esterni

Relativamente alle verifiche delle tamponature si riporta di seguito il calcolo dell'azione della forza sismica orizzontale seguente, valutata per gli Stati Limite e la classe d'uso considerati (cfr. § 7.2.3 D.M. 2018) per i tamponamenti fronte est e ovest:

$$F_a = (S_a \cdot W_a) / q_a$$

dove:

- F_a è la forza sismica orizzontale distribuita o agente nel centro di massa dell'elemento non strutturale nella direzione più sfavorevole, risultante delle forze distribuite proporzionali alla massa;
- S_a è l'accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a quella di gravità, che l'elemento non strutturale subisce durante il sisma e corrisponde allo stato limite in esame (v. § 3.2.1 D.M. 2018);
- W_a è il peso dell'elemento;
- q_a è il fattore di comportamento dell'elemento

Le tamponature oggetto di verifiche sono costituite da blocchi forati. Le caratteristiche geometriche e meccaniche della tamponatura sono di seguito riportate:

- $Z = 2,1$ m, quota del baricentro della tamponatura rispetto allo spiccato della fondazione;
- $H = 4,5$ m, altezza dell'edificio rispetto allo spiccato della fondazione;
- $h = 3,3$ m, altezza della tamponatura;
- $f_k = 5,00$ N/mm², resistenza caratteristica a compressione della tamponatura;
- $E = 2000$ N/mm², modulo elastico del materiale;
- $s = 300$ mm, spessore della tamponatura, comprensivo di intonaco e isolamento;
- $L = 3,8$ m, lunghezza, in pianta, della tamponatura;
- $A = 1,14 \times 10^6$ mm⁴, area di base della tamponatura;
- $I = L \cdot s^3 / 12 = 0,86 \times 10^{10}$ mm⁴, momento di inerzia della tamponatura;
- $\gamma^m = 8000$ N/m³, peso per unità di volume della tamponatura;
- $g = 9,81$ m/s², accelerazione di gravità.

Il periodo di vibrazione dell'elemento non strutturale (T_a), ponendo $k = 1$, è pari a:

$$T_a = \frac{2h^2}{(\pi k^2)} \sqrt{\frac{A \gamma_m}{E I g}}$$

Il calcolo dell'accelerazione S_a è stato condotto facendo riferimento ai seguenti dati:

- $S_s = 1,439$ coefficiente di amplificazione stratigrafico;
- $ST = 1,0$ coefficiente di amplificazione topografico;
- $a = 0,179$ ag/g, accelerazione di riferimento allo SLV su sottosuolo rigido;
- $S = S_s ST = 1,439$ prodotto fra la categoria stratigrafica e topografica;
- $T_1 = 0,371$ s, periodo fondamentale della struttura in direzione ortogonale al piano della tamponatura.

L'accelerazione massima S_a , da considerare per la stima della forza sismica F_a , stimata con la formulazione semplificata degli spettri di piano per strutture a telaio (cfr. eq. [C7.2.11]), risulta:

$$S_a(T_a) = \begin{cases} \alpha S \left(1 + \frac{z}{H}\right) \left[\frac{a_p}{1 + (a_p - 1) \left(1 - \frac{T_a}{aT_1}\right)^2} \right] \geq \alpha S & \text{per } T_a < aT_1 \\ \alpha S \left(1 + \frac{z}{H}\right) a_p & \text{per } aT_1 \leq T_a < bT_1 \\ \alpha S \left(1 + \frac{z}{H}\right) \left[\frac{a_p}{1 + (a_p - 1) \left(1 - \frac{T_a}{bT_1}\right)^2} \right] \geq \alpha S & \text{per } T_a \geq bT_1 \end{cases}$$

essendo:

- $T_a < aT_1$;
- $\alpha = 0,8$;
- $b = 1,4$;
- $a_p = 5,0$

$$T_a = 0,058 \text{ s}$$

$$W_a = 30,1 \text{ KN}$$

$$S_a = 0,50 \rightarrow \text{accelerazione sismica}$$

$$q_a = 2$$

$$F_a = S_a \cdot W_a / q_a = 7,6 \text{ KN} \rightarrow \text{Forza sismica}$$

Di seguito si effettua lo stesso calcolo per il i tamponamenti nord e sud:

$$F_a = (S_a \cdot W_a) / q_a$$

dove:

- F_a è la forza sismica orizzontale distribuita o agente nel centro di massa dell'elemento non strutturale nella direzione più sfavorevole, risultante delle forze distribuite proporzionali alla massa;
- S_a è l'accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a quella di gravità, che l'elemento non strutturale subisce durante il sisma e corrisponde allo stato limite in esame (v. § 3.2.1 D.M. 2018);
- W_a è il peso dell'elemento;
- q_a è il fattore di comportamento dell'elemento

Le tamponature oggetto di verifiche sono costituite da blocchi forati. Le caratteristiche geometriche e meccaniche della tamponatura sono di seguito riportate:

- $Z = 2,1$ m, quota del baricentro della tamponatura rispetto allo spiccato della fondazione;
- $H = 4,5$ m, altezza dell'edificio rispetto allo spiccato della fondazione;
- $h = 3,2$ m, altezza della tamponatura;
- $f_k = 5,00$ N/mm², resistenza caratteristica a compressione della tamponatura;
- $E = 2000$ N/mm², modulo elastico del materiale;
- $s = 300$ mm, spessore della tamponatura, comprensivo di intonaco e isolamento;
- $L = 8,8$ m, lunghezza, in pianta, della tamponatura;
- $A = 2,64 \times 10^6$ mm⁴, area di base della tamponatura;
- $I = L \cdot s^3 / 12 = 1,98 \times 10^{10}$ mm⁴, momento di inerzia della tamponatura;
- $\gamma^m = 8000$ N/m³, peso per unità di volume della tamponatura;
- $g = 9,81$ m/s², accelerazione di gravità.

Il periodo di vibrazione dell'elemento non strutturale (T_a), ponendo $k = 1$, è pari a:

$$T_a = \frac{2h^2}{(\pi k^2)} \sqrt{\frac{A \gamma_m}{E I g}}$$

Il calcolo dell'accelerazione S_a è stato condotto facendo riferimento ai seguenti dati:

- $S_s = 1,439$ coefficiente di amplificazione stratigrafico;
- $ST = 1,0$ coefficiente di amplificazione topografico;
- $a = 0,179$ ag/g, accelerazione di riferimento allo SLV su sottosuolo rigido;
- $S = S_s ST = 1,439$ prodotto fra la categoria stratigrafica e topografica;
- $T_1 = 0,371$ s, periodo fondamentale della struttura in direzione ortogonale al piano della tamponatura.

L'accelerazione massima S_a , da considerare per la stima della forza sismica F_a , stimata con la formulazione semplificata degli spettri di piano per strutture a telaio (cfr. eq. [C7.2.11]), risulta:

$$S_a(T_a) = \begin{cases} \alpha S \left(1 + \frac{z}{H}\right) \left[\frac{a_p}{1 + (a_p - 1) \left(1 - \frac{T_a}{aT_1}\right)^2} \right] \geq \alpha S & \text{per } T_a < aT_1 \\ \alpha S \left(1 + \frac{z}{H}\right) a_p & \text{per } aT_1 \leq T_a < bT_1 \\ \alpha S \left(1 + \frac{z}{H}\right) \left[\frac{a_p}{1 + (a_p - 1) \left(1 - \frac{T_a}{bT_1}\right)^2} \right] \geq \alpha S & \text{per } T_a \geq bT_1 \end{cases}$$

essendo:

- $T_a < aT_1$;
- $\alpha = 0,8$;
- $b = 1,4$;
- $a_p = 5,0$

$$T_a = 0,048 \text{ s}$$

$$W_a = 67,6 \text{ KN}$$

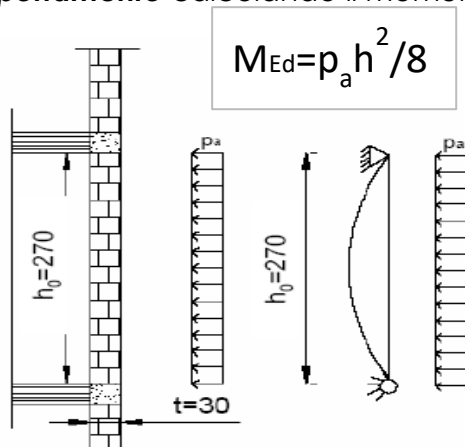
$$S_a = 0,59 \rightarrow \text{accelerazione sismica}$$

$$q_a = 2$$

$$F_a = S_a \cdot W_a / q_a = 19,85 \text{ KN} \rightarrow \text{Forza sismica}$$

Si individuano due meccanismi di ribaltamento: meccanismo di danno per flessione verticale e di espulsione della tamponatura.

Per il primo meccanismo di ribaltamento si effettua una **verifica a pressoflessione fuori piano del tamponamento** calcolando il momento sollecitante come riportato di seguito:



Il momento resistente viene calcolato secondo quanto riportato al §7.8.2.2.3 delle NTC

2018:

$$M_u = \frac{1}{2} \cdot \sigma_o \cdot D^2 \cdot t \cdot \left(1 - \frac{\sigma_o}{0,85 \cdot f_d}\right)$$

Di seguito si riportano le verifiche per i tamponamenti nelle due direzioni:

VERIFICA PRESSOFLESSIONE FUORI PIANO DELLA PARETE			
Tamponamento est - ovest			
Lunghezza del maschio	D	3.8	m
Spessore	t	0.3	m
Altezza	h_o	3.3	m
Peso specifico muratura	γ	8	KN/m ³
Forza sismica ribaltante	Fa	7.600	KN
Carico orizzontale distribuito	p_a	2.3	KN/m
Momento nella parete	M_{Ed}	3.1	KNm
Resistenza di calcolo a compressione della muratura	f_d	2500.00	KN/m ²
Valore medio tensione di compressione	σ_o	26.40	KN/m ²
Momento ultimo resistente	M_u	4.5	KNm
Rapporto Momento sollecitante / Momento ultimo		0.70	
		verificato	

VERIFICA PRESSOFLESSIONE FUORI PIANO DELLA PARETE			
Tamponamento nord - sud			
Lunghezza del maschio	D	8.8	m
Spessore	t	0.3	m
Altezza	h_o	3.2	m
Peso specifico muratura	γ	8	KN/m ³
Forza sismica ribaltante	Fa	19.85	KN
Carico orizzontale distribuito	p_a	6.2	KN/m
Momento nella parete	M_{ED}	7.9	KNm
Resistenza di calcolo a compressione della muratura	f_d	5000.00	KN/m ²
Valore medio tensione di compressione	σ_o	25.60	KN/m ²
Momento ultimo resistente	M_u	10.1	KNm
Rapporto Momento sollecitante / Momento ultimo		0.79	
		verificato	

Per quanto riguarda la **verifica di espulsione della tamponatura**, si ritiene conseguita secondo quanto riportato al §C.7.3.6.2 inserendo elementi di armatura orizzontale nei letti di malta a distanza 500 mm, come da particolare inserito nell'elaborato grafico.

Prescrizioni per fissaggio arredi fissi e giunti sismici tubazioni

Si riportano nelle immagini seguenti delle schematizzazioni per l'installazione di presidi finalizzati a scongiurare la rottura o la caduta accidentale degli stessi in caso di sisma.

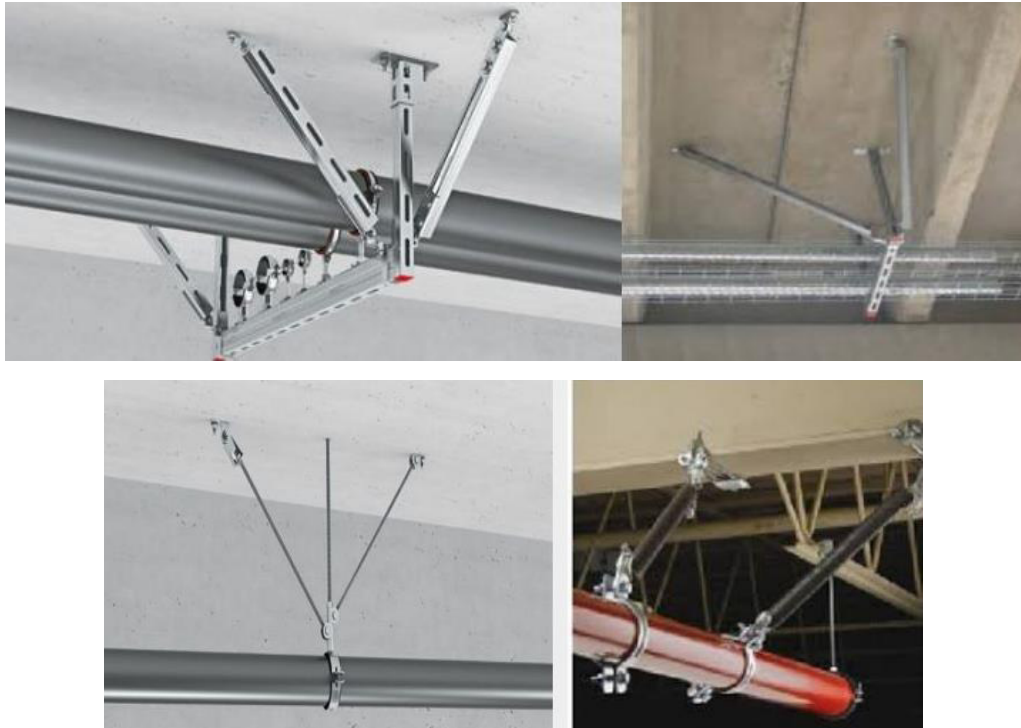


Figura 44: Esempi controventatura antisismica impianti

Si prescrive inoltre la realizzazione di giunti flessibili o sistemi che consentano movimenti differenziali, come quelli mostrati in figura.



Giunto flessibile per il collegamento dell'impianto idrico dell'edificio all'acquedotto cittadino



Giunto flessibile per il collegamento della fornitura elettrica dell'edificio al cavidotto dell'Enel



Figura 45: Esempi di impianti con giunti flessibili

Per quanto riguarda gli arredi fissi, essi non sono oggetto del presente appalto; si prescrive dunque, prima dell'installazione degli stessi, la verifica dei fissaggi degli stessi a parete e a terra per scongiurare il ribaltamento a causa dell'azione sismica. Di seguito, a titolo esemplificativo, si riporta una modalità di fissaggio con elemento ad "L" in acciaio tassellato alla parete e fissaggio di uno scaffale a terra.



5 FASCICOLO DEI CALCOLI

Bibbiano

Nuova mensa

PROGETTISTA	Arch. Ilaria Gasparini	- TIMBRO
- FIRMA		

- FASE: EXE			 FA ANALISI STRUTTURALE CALCOLI		
- DATA: 29-5-2023			- PRATICA:	- FILE: - \\server-dati\n2\00.gasparini 2\lavori\436_mensa bibbiano_consegna esecutivo\editabili\01. relazioni\fascicolo calcoli.rtf	- ELAB N° : E-ST-00-00
rev. 4					
rev. 3					
rev. 2					
rev. 1					
rev. 0	-	EMISSIONE			
- revisione	- data	- motivo della revisione:	- redatto da:	- controllato da:	- approvato da:

INDICE

1.	DESCRIZIONE DEI DATI DEL MODELLO.....	5
1.1	INTRODUZIONE	5
1.1.1	SISTEMI DI RIFERIMENTO	5
1.1.2	MODELLAZIONE	6
1.1.3	NORMATIVA	6
1.2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	6
1.3	DESCRIZIONE SEZIONI.....	10
1.3.1	CARATTERISTICHE STATICHE DELLE SEZIONI	10
1.3.2	GEOMETRIA SEZIONI.....	11
1.4	DESCRIZIONE DELLE CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI STATICHE.....	14
1.5	PARAMETRI GENERALI AZIONE DEL VENTO.....	14
1.6	DESCRIZIONE DEGLI IMPALCATI.....	15
1.7	DESCRIZIONE NODI	16
1.7.1	NODI: GEOMETRIA, VINCOLI FISSI ESTERNI E NODI MASTER	16
1.8	DESCRIZIONE BEAM.....	17
1.8.1	CONFIGURAZIONE ELEMENTI TIPO BEAM	17
1.8.2	BEAM ARMATURA A TRATTI	19
1.8.3	TRONCAMENTO DIAGRAMMI DI SOLLECITAZIONI BEAM	21
1.8.4	GERARCHIA RESISTENZE BEAM.....	21
1.9	DESCRIZIONE SOLAI - TAMPONAMENTI.....	23
1.9.1	CONFIGURAZIONE ELEMENTI SOLAIO - TAMPONAMENTO	23
1.10	RISULTANTE DEI CARICHI APPLICATI.....	24
1.11	CONDIZIONI DI CARICO GENERALI DEI CARICHI DA SOLAIO/TAMPONAMENTO	25
1.12	CONDIZIONI DI CARICO SPECIFICHE DEI CARICHI DA SOLAIO/TAMPONAMENTO	25
1.13	ANALISI MODALE	25
1.13.1	PERIODI E MASSE MOVIMENTATE.....	25
1.14	ANALISI SISMICA LINEARE	27
1.14.1	PERIODI FONDAMENTALI	27
1.14.2	FATTORE DI STRUTTURA PER SISMA IN DIREZIONE X.....	27
1.14.3	FATTORE DI STRUTTURA PER SISMA IN DIREZIONE Y.....	28
1.14.4	CONDIZIONI SISMICHE DINAMICHE	28
1.14.5	PARAMETRI PER CALCOLO SPETTRI DI RISPOSTA	29
1.14.6	SPETTRI DI RISPOSTA UTILIZZATI	29
1.14.7	PERIODI FONDAMENTALI E T_c UTILIZZATI NELLE VERIFICHE.....	32
1.14.8	MOLTIPLICATORI CALCOLO AUTOMATICO MASSE.....	32
1.14.9	DEFINIZIONI PIANI PER CALCOLO OFFSET MASSE.....	32
1.14.10	ANALISI DINAMICA	33
2.	DESCRIZIONE DEI RISULTATI DI CALCOLO	33
2.1	SPOSTAMENTI NODALI.....	33
2.2	REAZIONI VINCOLARI.....	36
3.	INVILUPPO RISULTATI DELLE CONDIZIONI ELEMENTARI	38
3.1	SOLLECITAZIONI DI INVILUPPO SU ELEMENTI BEAM - TRUSS.....	39
3.1.1	DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 GEO”	40
3.1.2	DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLE CARATT.”	41
3.1.3	DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLE FREQ.”	41
3.1.4	DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLE Q.PERM.”.....	41
3.1.5	DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 STR SLV”	41
3.2	SOLLECITAZIONI DI INVILUPPO SU COLLEGAMENTI DI ELEMENTI BEAM - TRUSS	42
3.2.1	DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 GEO”	43
3.2.2	DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLE CARATT.”	44
3.2.3	DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLE FREQ.”	44
3.2.4	DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLE Q.PERM.”.....	44
3.2.5	DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 STR SLV”.....	45

3.3	INVILUPPO REAZIONI VINCOLARI.....	45
3.3.1	DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 GEO”	46
3.3.2	DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLE CARATT.”	47
3.3.3	DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLE FREQ.”	47
3.3.4	DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLE Q.PERM.”	47
3.3.5	DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 STR SLV”	47
3.4	INVILUPPO SPOSTAMENTI NODALI ASSOLUTI.....	48
3.4.1	DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLD SISM. ORIZZ.”	49
3.4.2	DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLE CARATT.DANNEGG.”	49
3.4.3	DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLE Q.PERM.DANNEGG.”	49
3.4.4	DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLO SISM. ORIZZ.DANNEGG.”	50
3.4.5	DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLV SISM. ORIZZ. SICUREZZA”	50
4.	VERIFICHE	51
4.1	VERIFICHE SULLE SEZIONI DELLE TRAVI	51
4.1.1	DESCRIZIONE SET INVILUPPI DI VERIFICA	52
4.1.2	PROGETTO ARMATURA N.1 DELLA SEZIONE “TRAVE 3”	53
4.1.3	PROGETTO ARMATURA N.1 DELLA SEZIONE “TRAVI 1”	56
4.1.4	PROGETTO ARMATURA N.1 DELLA SEZIONE “TRAVI 2”	59

FASCICOLO DEI CALCOLI

Programma: **CMP v.33.00**

Codice Utente: **49491**

Data ed ora dell'elaborazione: **29-5-2023 , 10:46:17**

Nome Modello: **Edificio principale in c.a.**

Nome File: **CMP1.cmp**

1. DESCRIZIONE DEI DATI DEL MODELLO

Di seguito sono descritti i dati geometrici e non del modello fisico-matematico utilizzato per il calcolo strutturale.

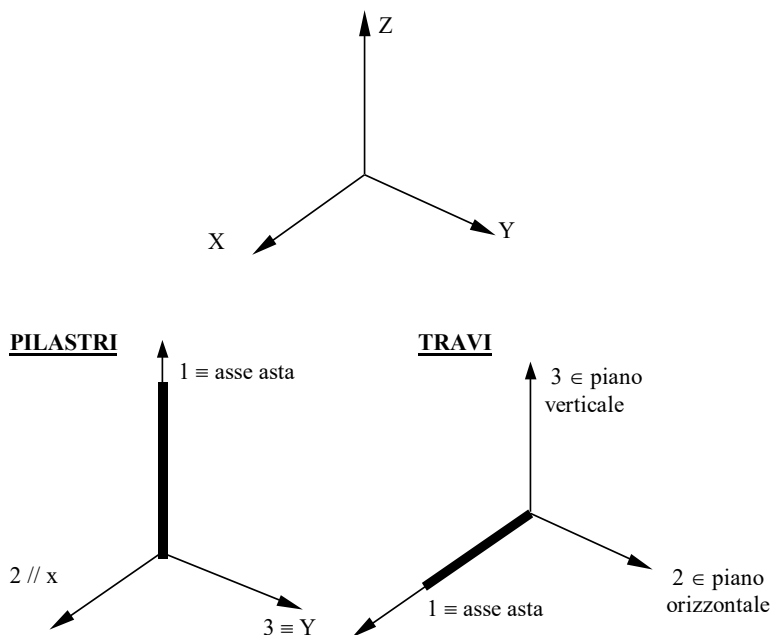
1.1 INTRODUZIONE

1.1.1 SISTEMI DI RIFERIMENTO

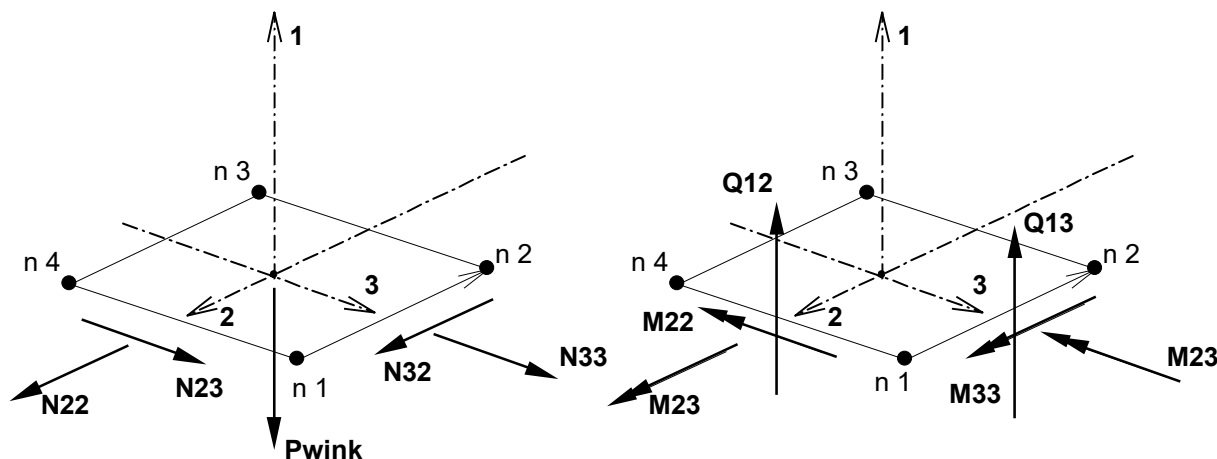
Il Sistema di Riferimento Globale XYZ è una Terna destrorsa cartesiana con l'asse Z verticale rivolto verso l'alto.

Il Sistema di Riferimento Locale 123 degli Elementi tipo Beam è una Terna destrorsa Cartesiana con asse 1 avente la direzione dell'elemento, asse 2 definibile dall'utente e asse 3 avente la direzione che completa la terna.

Il Sistema di Riferimento Locale 123 predefinito degli Elementi tipo Shell è una Terna destrorsa cartesiana con origine nel baricentro dell'Elemento, asse 1 avente la direzione della normale, asse 2 avente la direzione della congiungente i punti medi dei due lati N2-N3 e N1-N4 (N1,N2,N3,N4 sono i nodi che definiscono l'elemento) e asse 3 avente la direzione che completa la terna.



Riferimento locale aste e sezioni



Convenzioni di segno - sollecitazioni Shell

1.1.2 MODELLAZIONE

La Modellazione Numerica della struttura, la rielaborazione dei risultati dell'analisi agli Elementi Finiti, la progettazione-verifica degli elementi strutturali sono state condotte utilizzando il programma CMP realizzato da Namirial S.p.A - Senigallia (AN). Il solutore ad elementi finiti utilizzato è *XFINEST della Ce.A.S. di Milano*.

1.1.3 NORMATIVA

Per la progettazione e verifica degli elementi strutturali è stata utilizzata la seguente normativa:
Normativa italiana D.M. 17/01/2018

Classe d'Uso: 3

Vita Nominale: 50 anni

1.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Di seguito vengono elencati i materiali usati nel modello:

Dati generali

ID	= numero identificativo del materiale
E	= modulo di Elasticità
ν	= coefficiente di Poisson
G	= modulo di Elasticità Tangenziale
Ps	= peso specifico
α	= coefficiente di Dilatazione Termica
f_{yk}	= tensione caratteristica di snervamento
f_u	= resistenza ultima a trazione
ϵ_{ud}	= deformazione ultima
$\gamma_{M,c}$	= coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per compressione
$\gamma_{M,t}$	= coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per trazione
γ_M	= coeff. parziale materiale per resistenza a SLU
$\gamma_{M,ecc}$	= coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per situazioni eccezionali

Dati specifici per calcestruzzo

R_{ck}	= resistenza caratteristica cubica di compressione del calcestruzzo
f_{ck}	= resistenza caratteristica cilindrica di compressione del calcestruzzo
f_{ctk}	= resistenza caratteristica di trazione del calcestruzzo
f_{ctm}	= resistenza media di trazione del calcestruzzo
$f_{te,eff}$	= resistenza media di trazione efficace del calcestruzzo al momento in cui si suppone l'insorgere delle prime fessure
γ_c	= coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per compressione del calcestruzzo
α_{cc}	= coefficiente riduttivo per le resistenze a compressione di lunga durata
α_{ct}	= coefficiente riduttivo per le resistenze a trazione di lunga durata
GrpEsig	= gruppo di esigenza (livello di aggressività dell'ambiente) per le verifiche SLE; par.4.3.1.6 del DM 9/1/1996 (a = condizioni ambiente poco aggressivo, b = moderatamente aggressivo, c = molto aggressivo) oppure § 5.1.2.2.6.5 del DM 2005 o § 4.1.2.2.4.3 DM 2008 o § 4.1.2.2.4.2 DM 2018 (a = condizioni ambientali ordinarie, b = aggressive, c = molto aggressive). Per l'Eurocodice corrisponde alla classe di esposizione, prospetto 7.1N EN 1992-1-1:2005 (a = X0, XC1, b = XC2, XC3, XC4, c = XD1, XD2, XS1, XS2, XS3)

Dati specifici per acciaio da carpenteria

f_y	= tensione di snervamento acciaio per spessori minori o uguali a 40mm
f_{y1}	= tensione di snervamento acciaio per spessori maggiori di 40mm
$\gamma_{M0,c}$	= coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per compressione per acciaio da carpenteria (per il DM 14/09/2005 corrisponde a γ_M)
$\gamma_{M0,t}$	= coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per trazione per acciaio da carpenteria
γ_{M1}	= coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per acciaio da carpenteria per verifiche di instabilità (per il DM 14/09/2005 corrisponde a γ_M)

Dati specifici per muratura

f	= resistenza media a compressione verticale della muratura
f_k	= resistenza caratteristica a compressione verticale della muratura
f_d	= resistenza a compressione verticale di progetto della muratura
f_h	= resistenza a compressione media della muratura in direzione orizzontale
f_{hk}	= resistenza a compressione caratteristica della muratura in direzione orizzontale
f_{hd}	= resistenza a compressione di progetto della muratura in direzione orizzontale
f_{vm0}	= resistenza media a taglio della muratura in assenza di compressione verticale
f_{vk0}	= resistenza caratteristica a taglio della muratura in assenza di compressione verticale
$f_{v,lim}$	= resistenza media limite a taglio della muratura
$f_{vk,lim}$	= resistenza caratteristica limite a taglio della muratura
τ_0	= resistenza media a taglio della muratura per fessurazione diagonale
f_{bm}	= resistenza media a compressione verticale del blocco
f_{bk}	= resistenza caratteristica a compressione verticale del blocco
classe malta	= resistenza a compressione
$\gamma_{M sl,comp}$	= coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per compressione della muratura
$\gamma_{M sl,traz}$	= coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per trazione della muratura

$\gamma_{M\text{ sl,u,sism}}$	= coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per combinazione sismica della muratura
$\gamma_{M\text{ sl,u,ecc}}$	= coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per carichi eccezionali della muratura
FC	= fattore di confidenza del materiale

Dati specifici per legno strutturale

Cl.Serv.	= classe di servizio per materiali di tipo “legno strutturale”
$k_{\text{mod,perm}}$	= coefficiente di modificazione delle resistenze del legno strutturale in presenza di azioni permanenti
$k_{\text{mod,lung}}$	= coefficiente di modificazione delle resistenze del legno strutturale in presenza di azioni di lunga durata
$k_{\text{mod,med}}$	= coefficiente di modificazione delle resistenze del legno strutturale in presenza di azioni di media durata
$k_{\text{mod,brev}}$	= coefficiente di modificazione delle resistenze del legno strutturale in presenza di azioni di breve durata
$k_{\text{mod,ist}}$	= coefficiente di modificazione delle resistenze del legno strutturale in presenza di azioni istantanee
k_{def}	= coefficiente per l’abbattimento delle caratteristiche di rigidità del legno strutturale per il calcolo delle deformazioni a lungo termine.
k_{cr}	= coefficiente di fessurazione per la resistenza a taglio.
$f_{m,k}$	= resistenza caratteristica del legno strutturale a flessione.
$f_{t,0,k}$	= resistenza caratteristica del legno strutturale a trazione parallela alla fibratura.
$f_{t,90,k}$	= resistenza caratteristica del legno strutturale a trazione perpendicolare alla fibratura.
$f_{c,0,k}$	= resistenza caratteristica del legno strutturale a compressione parallela alla fibratura.
$f_{c,90,k}$	= resistenza caratteristica del legno strutturale a compressione perpendicolare alla fibratura.
$f_{v,k}$	= resistenza caratteristica del legno strutturale a taglio in direzione perpendicolare alla fibratura (cioè quello che agisce in un piano perpendicolare alla fibratura stessa).
$f_{v,r,k}$	= resistenza caratteristica del legno strutturale a taglio di rotolamento (cioè quello che determina lo scorrimento delle fibre rispetto a quelle adiacenti agendo in un piano parallelo alla direzione di fibratura, con direzione perpendicolare alla fibratura).
$f_{v,b,k}$	= resistenza caratteristica del legno strutturale a taglio da spacco (cioè quello che determina lo scorrimento delle fibre rispetto a quelle adiacenti agendo in un piano parallelo alla direzione di fibratura, con direzione parallela alla fibratura stessa).
$E_{0,k}$	= modulo elastico caratteristico del legno strutturale in direzione parallela alla fibratura.
$E_{90,k}$	= modulo elastico caratteristico del legno strutturale in direzione perpendicolare alla fibratura.
ρ_k	= densità caratteristica del legno strutturale.

Dati specifici per pannelli di tavole di legno massiccio incrociato (XLam)

EA ₂	= rigidità membranale dei pannelli XLam in direzione 2
EA ₃	= rigidità membranale dei pannelli XLam in direzione 3
EJ ₂	= rigidità flessionale dei pannelli XLam in direzione 2

- EJ_3 = rigidezza flessionale dei pannelli XLam in direzione 3
 GA_{v12} = rigidezza dei pannelli XLam a taglio fuori piano sulla faccia perpendicolare alla direzione 2 (cioè quella associata all'azione interna Q12 degli elementi Shell).
 GA_{v13} = rigidezza dei pannelli XLam a taglio fuori piano sulla faccia perpendicolare alla direzione 3 (cioè quella associata all'azione interna Q13 degli elementi Shell).
 GA_{v23} = rigidezza dei pannelli XLam a taglio membranale (cioè quella associata all'azione interna N23 degli elementi Shell).

Nome Materiale: B450C
ID = 4
Proprietà reologiche:

$$E = 2e+05 \text{ N/mm}^2$$

$$\nu = 0.300$$

$$G = 76923 \text{ N/mm}^2$$

$$Ps = 78.5 \text{ kN/m}^3$$

$$\alpha = 1.2e-05 \text{ 1/}^\circ\text{C}$$

Parametri di verifica:

Tipologia del Materiale: Acciaio per Armature

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

$$\gamma_{M,c} = 1.15$$

$$\gamma_{M,t} = 1.15$$

$$\gamma_{M,ecc} = 1$$

$$f_u = 540 \text{ N/mm}^2$$

$$\varepsilon_{ud} = 0.0675$$

Aderenza Migliorata = Si

Tipo Armatura = armatura poco sensibile

Valori di progetto

$$f_{cd} = 391.3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctd} = 391.3 \text{ N/mm}^2$$

Nome Materiale: CIs C30/37
ID = 2
Proprietà reologiche:

$$E = 32837 \text{ N/mm}^2$$

$$\nu = 0.200$$

$$G = 13682 \text{ N/mm}^2$$

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

$$\alpha = 1e-05 \text{ 1/}^\circ\text{C}$$

Parametri di verifica:

Tipologia del Materiale: Calcestruzzo

$$\gamma_{M,c} = 1.5$$

$$\gamma_{M,t} = 1.5$$

$$\gamma_{M,ecc} = 1$$

$$R_{ck} = 37 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctk} = 2.0275 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctm} = 2.8965 \text{ N/mm}^2$$

$$\alpha_{cc} = 0.85$$

$$\alpha_{ct} = 1$$

$$\text{GrpEsig} = a$$

Valori di progetto

$$f_{cd} = 17 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctd} = 1.3517 \text{ N/mm}^2$$

Parametri per verifiche di fessurazione:

 Per le verifiche di formazione delle fessure il moltiplicatore di f_{ctm} è: 1/0;

 Per le verifiche di apertura delle fessure i valori ammissibili delle aperture delle fessure sono:
 per le armature sensibili:

Combinazione Rara	Combinazione Quasi Permanente	Combinazione Frequente
0 mm	0.2 mm	0.3 mm

per le armature poco sensibili:

Combinazione Rara	Combinazione Quasi Permanente	Combinazione Frequente
0 mm	0.3 mm	0.4 mm

Parametri verifiche a taglio (par. 4.1.2.3.5.1, par. 4.1.2.3.5.3 DM 17/01/2018):

$$C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c, v_{min} = 0.191703 * k^{3/2}, k_1 = 0.15, f_{cd}/f_{cd} = 0.5$$

Per il significato dei parametri si veda anche par.6.2.2 EC2

Parametri verifiche a punzonamento (par.6.4.4, EN 1992-1-1:2005):

Sono i medesimi valori per il taglio di cui sopra

1.3 DESCRIZIONE SEZIONI

1.3.1 CARATTERISTICHE STATICHE DELLE SEZIONI

Le caratteristiche statiche delle sezioni utilizzate nel modello sono riportate nella seguente tabella con il seguente significato dei simboli

Sez	= Nome della Sezione
A	= Area della Sezione
I ₂₂ *	= Momento d'Inerzia rispetto all'asse locale baricentrico 2* parallelo all'asse locale 2 della sezione
I ₃₃ *	= Momento d'Inerzia rispetto all'asse locale baricentrico 3* parallelo all'asse locale 3 della sezione
I ₂₃ *	= Momento d'Inerzia centrifugo rispetto agli assi locali baricentrici 2* e 3* paralleli rispettivamente all'asse locale 2 e 3 della sezione
I ₄₄	= Momento d'Inerzia Principale (Minimo) rispetto all'asse baricentrico 4
I ₅₅	= Momento d'Inerzia Principale (Massimo) rispetto all'asse baricentrico 5
θ	= Angolo formato dagli assi principali d'inerzia rispetto agli assi locali 2 e 3 della sezione.
i ₂₂ *	= Raggio d'Inerzia rispetto all'asse locale baricentrico 2*
i ₃₃ *	= Raggio d'Inerzia rispetto all'asse locale baricentrico 3*
i ₄₄	= Raggio d'Inerzia rispetto all'asse locale baricentrico 4
i ₅₅	= Raggio d'Inerzia rispetto all'asse locale baricentrico 5
J _T	= Fattore di Rigidezza Torsionale
AT2	= Area Resistente a Taglio in direzione dell'asse locale 2 della sezione (se vale 0 non viene considerata la deformabilità a taglio)
AT3	= Area Resistente a Taglio in direzione dell'asse locale 3 della sezione (se vale 0 non viene considerata la deformabilità a taglio)
qp	= Peso proprio (forza per unità di lunghezza) della sezione
&	= Indica che la quantità è stata forzata e non calcolata da CMP

I nomi delle sezioni che terminano con un “/N”, ove N è un numero, si riferiscono all'armatura N.

	A (cm ²)	I ₂₂ * (cm ⁴)	I ₃₃ * (cm ⁴)	I ₂₃ * (cm ⁴)	I ₄₄ (cm ⁴)	I ₅₅ (cm ⁴)	θ (°)	i ₂₂ * (cm)
	i ₃₃ * (cm)	i ₄₄ (cm)	i ₅₅ (cm)	J _T (cm ⁴)	AT2 (cm ²)	AT3 (cm ²)	qp (kN/m)	
Nome Sezione: Pilastri 2 [Rettangolare 50x30 cm]								
	1500.00000	112500.0000	312500.0000	0.000000000	112500.0000	312500.0000	0.000000000	8.660254038

	A (cm ²)	I ₂₂ [*] (cm ⁴)	I ₃₃ [*] (cm ⁴)	I ₂₃ [*] (cm ⁴)	I ₄₄ (cm ⁴)	I ₅₅ (cm ⁴)	θ (°)	i ₂₂ [*] (cm)
	i ₃₃ [*] (cm)	i ₄₄ (cm)	i ₅₅ (cm)	JT (cm ⁴)	AT2 (cm ²)	AT3 (cm ²)	qp (kN/m)	
	14.43375673	8.660254038	14.43375673	279673.3415	0.000000000	0.000000000	3.7500000	
Nome Sezione: Pilastri 2 [Rettangolare 50x30 cm]/1								
	1993.85837	163019.6373	436774.1797	0.000000000	163019.6373	436774.1797	0.000000000	9.042172937
	14.80066831	9.042172937	14.80066831	279673.3415	0.000000000	0.000000000	3.7500000	
Nome Sezione: Trave 3 [Rettangolare 30x20 cm]								
	600.000000	20000.00000	45000.00000	0.000000000	20000.00000	45000.00000	0.000000000	5.773502692
	8.660254038	5.773502692	8.660254038	46646.02148	0.000000000	0.000000000	1.5000000	
Nome Sezione: Trave 3 [Rettangolare 30x20 cm]/1								
	813.942460	27545.99766	60623.45443	0.000000000	27545.99766	60623.45443	0.000000000	5.817446540
	8.630252209	5.817446540	8.630252209	46646.02148	0.000000000	0.000000000	1.5000000	
Nome Sezione: Travi 1 [Rettangolare 30x40 cm]								
	1200.00000	160000.0000	90000.00000	0.000000000	90000.00000	160000.0000	90.00000000	11.54700538
	8.660254038	8.660254038	11.54700538	193718.9327	0.000000000	0.000000000	3.0000000	
Nome Sezione: Travi 1 [Rettangolare 30x40 cm]/1								
	1441.27432	206324.6686	111895.6442	0.000000000	111895.6442	206324.6686	90.00000000	11.96471214
	8.811163634	8.811163634	11.96471214	193718.9327	0.000000000	0.000000000	3.0000000	
Nome Sezione: Travi 2 [Rettangolare 30x50 cm]								
	1500.00000	312500.0000	112500.0000	0.000000000	112500.0000	312500.0000	90.00000000	14.43375673
	8.660254038	8.660254038	14.43375673	279673.3415	0.000000000	0.000000000	3.7500000	
Nome Sezione: Travi 2 [Rettangolare 30x50 cm]/1								
	1940.13713	504739.7124	136961.5400	0.000000000	136961.5400	504739.7124	90.00000000	16.12937445
	8.402008209	8.402008209	16.12937445	279673.3415	0.000000000	0.000000000	3.7500000	

1.3.2 GEOMETRIA SEZIONI

Di seguito vengono elencate le caratteristiche geometriche delle sezioni presenti nel modello.

Sezione: Pilastri 2 [Rettangolare 50x30 cm] - Sezione Base

Poligonale n°1

Caratteristiche poligonale: chiusa, strutturale, piena

Coefficiente di Omog.: 1

Materiale Poligonale: Cls C30/37

N° vertice	Coord.X (cm)	Coord.Y (cm)
1	-25	-15
2	25	-15
3	25	15
4	-25	15

Sezione: Pilastri 2 [Rettangolare 50x30 cm] - Armatura 1

Poligonale n°1

Caratteristiche poligonale: chiusa, strutturale, piena

Coefficiente di Omog.: 1

Materiale Poligonale: Cls C30/37

N° vertice	Coord.X (cm)	Coord.Y (cm)
1	-25	-15
2	25	-15
3	25	15
4	-25	15

Materiale barre d'armatura: B450C

Coefficiente di Omog.: 15

N° barra armatura	Coord. X (cm)	Coord. Y (cm)	Diametro (mm)
1	-21	-11	20
2	21	-11	20
3	21	11	20

N° barra armatura	Coord. X (cm)	Coord. Y (cm)	Diametro (mm)
4	-21	11	20
5	-21	-4.26326e-15	18
6	21	-4.26326e-15	18
7	7	11	18
8	-7	11	18
9	-7	-11	18
10	7	-11	18
11	0	11	18
12	0	-11	18

Sezione: Trave 3 [Rettangolare 30x20 cm] - Sezione Base

Poligonale n°1

Caratteristiche poligonale: chiusa, strutturale, piena

Coefficiente di Omog.: 1

Materiale Poligonale: Cls C30/37

N° vertice	Coord.X (cm)	Coord.Y (cm)
1	-15	-10
2	15	-10
3	15	10
4	-15	10

Sezione: Trave 3 [Rettangolare 30x20 cm] - Armatura 1

Poligonale n°1

Caratteristiche poligonale: chiusa, strutturale, piena

Coefficiente di Omog.: 1

Materiale Poligonale: Cls C30/37

N° vertice	Coord.X (cm)	Coord.Y (cm)
1	-15	-10
2	15	-10
3	15	10
4	-15	10

Materiale barre d'armatura: B450C

Coefficiente di Omog.: 15

N° barra armatura	Coord. X (cm)	Coord. Y (cm)	Diametro (mm)
1	-11	-6	16
2	11	-6	16
3	11	6	16
4	-11	6	16
5	3.66667	6	18
6	-3.66667	6	18
7	0	-6	12

Sezione: Travi 1 [Rettangolare 30x40 cm] - Sezione Base

Poligonale n°1

Caratteristiche poligonale: chiusa, strutturale, piena

Coefficiente di Omog.: 1

Materiale Poligonale: Cls C30/37

N° vertice	Coord.X (cm)	Coord.Y (cm)
1	-15	-20
2	15	-20
3	15	20
4	-15	20

Sezione: Travi 1 [Rettangolare 30x40 cm] - Armatura 1

Poligonale n°1

Caratteristiche poligonale: chiusa, strutturale, piena

Coefficiente di Omog.: 1

Materiale Poligonale: Cls C30/37

N° vertice	Coord.X (cm)	Coord.Y (cm)
1	-15	-20
2	15	-20
3	15	20
4	-15	20

Materiale barre d'armatura: B450C

Coefficiente di Omog.: 15

N° barra armatura	Coord. X (cm)	Coord. Y (cm)	Diametro (mm)
1	-11	-16	16
2	11	-16	16
3	11	16	16
4	-11	16	16
5	0	-16	16
6	0	16	16
7	11	0	16
8	-11	0	16

Sezione: Travi 2 [Rettangolare 30x50 cm] - Sezione Base

Poligonale n°1

Caratteristiche poligonale: chiusa, strutturale, piena

Coefficiente di Omog.: 1

Materiale Poligonale: Cls C30/37

N° vertice	Coord.X (cm)	Coord.Y (cm)
1	-15	-25
2	15	-25
3	15	25
4	-15	25

Sezione: Travi 2 [Rettangolare 30x50 cm] - Armatura 1

Poligonale n°1

Caratteristiche poligonale: chiusa, strutturale, piena

Coefficiente di Omog.: 1

Materiale Poligonale: Cls C30/37

N° vertice	Coord.X (cm)	Coord.Y (cm)
1	-15	-25
2	15	-25
3	15	25
4	-15	25

Materiale barre d'armatura: B450C

Coefficiente di Omog.: 15

N° barra armatura	Coord. X (cm)	Coord. Y (cm)	Diametro (mm)
1	-11	-21	20
2	11	-21	20
3	11	21	16

N° barra armatura	Coord. X (cm)	Coord. Y (cm)	Diametro (mm)
4	-11	21	16
5	-5.5	-21	22
6	0	-21	22
7	5.5	-21	22
8	0	21	18
9	-5.5	21	18
10	5.5	21	18

1.4 DESCRIZIONE DELLE CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI STATICHE

Il peso proprio degli Elementi tipo Beam e tipo Shell viene calcolato automaticamente in base alle caratteristiche dei materiali, alla geometria degli elementi e ai seguenti parametri:

CdC = Numero Condizione di Carico Elementare
 mltX = Moltiplicatore del peso proprio in direzione X Globale
 mltY = Moltiplicatore del peso proprio in direzione Y Globale
 mltZ = Moltiplicatore del peso proprio in direzione Z Globale
 Tipo = Tipo di Condizione di Carico (St = Statico, StEq = Sismico Statico Equivalente)
 Ψ_0, Ψ_1, Ψ_2 = coefficienti di combinazione
 Ψ_{2s} = coefficiente di combinazione sismica
 ϕ = coefficiente per calcolo masse

Nome	CdC	mltX	mltY	mltZ	Tipo	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Ψ_{2s}	ϕ
CdC n. 1	1	0	0	-1	Permanente (St)	1	1	1	1	1
CdC n. 2	2	0	0	0	Permanente non strutt (St)	1	1	1	1	1
CdC n. 3	3	0	0	0	Tetti e coperture con neve (St)	0.5	0.2	0	0	1

1.5 PARAMETRI GENERALI AZIONE DEL VENTO

Di seguito vengono indicati i parametri generali dell'azione del vento.

Numero della zona secondo la classificazione italiana: 2
 Periodo di ritorno in anni: 50
 Categoria di esposizione: 4
 Coefficiente di topografia Ct: 1
 Coefficiente dinamico Cd: 1
 Coordinata Z del suolo (metri): 0
 Passo di discretizzazione lungo Z o
 altezza arbitraria tronchi a pressione costante (metri): 0.5
 Altitudine del sito s.l.m. (metri): 123
 Quota massima edificio (metri): 0
 Abilitazione rilevamento automatico b, quota max edificio, quote impalcati: Sì
 Abilitazione utilizzo metodologia calcolo pressione del vento con Circolare 2019: No
 Abilitazione calcolo Ze mediante quote di impalcato: No

Quote di impalcato

n°	Quota (m)
1	4.3

CdC delle azioni del vento

1.6 DESCRIZIONE DEGLI IMPALCATI

Gli Impalcato sono definiti nel modello al fine di gestire le operazioni legate al comportamento “di piano” (es. eccentricità accidentale delle masse in condizioni sismiche, ecc.) e “d’interpiano” (es. spostamenti orizzontali relativi, calcolo del fattore θ , deformabilità torsionale della struttura, ecc.). A tale scopo sono assegnati i parametri per il riconoscimento delle entità che fanno parte di un certo Impalcato e della posizione relativa dei vari Impalcato, al fine di riconoscere quali di essi devono essere correlati. È inoltre possibile indicare comportamenti “particolari” per ciascun Impalcato.

Gli Impalcato definiti nel modello ed i parametri ad essi relativi sono riportati nella tabella seguente, nella quale i simboli adottati hanno il significato descritto nel seguito:

- Impalcato = nome che individua l’Impalcato in esame;
- Verticali = elenco delle Verticali delle quali fa parte l’impalcato in esame; ogni Verticale è costituita da un insieme di Impalcato correlati verticalmente, ossia posti uno sopra l’altro;
- Quota = quota di riferimento dell’Impalcato, utilizzata ad esempio per il calcolo dell’altezza d’interpiano;
- Poligono = se presente, delimita l’ingombro in pianta dell’Impalcato; se è indicato un valore nullo l’Impalcato non ha limiti di estensione planimetrica; se è indicato un trattino “-” la definizione dell’Impalcato è legata ad un gruppo di selezione e non a criteri geometrici;
- DZsup = se presente, indica la tolleranza altimetrica superiore, cioè al di sopra della quota di riferimento, che individua la quota massima delle entità facenti parte dell’Impalcato; se è indicato un trattino “-” la definizione dell’Impalcato è legata ad un gruppo di selezione e non a criteri geometrici;
- DZinf = se presente, indica la tolleranza altimetrica inferiore, cioè al di sotto della quota di riferimento, che individua la quota minima delle entità facenti parte dell’Impalcato;
- Selezione = se presente, individua il gruppo di selezione che definisce le entità facenti parte dell’Impalcato; se è indicato un trattino “-” la definizione dell’Impalcato è legata a criteri geometrici e non ad un gruppo di selezione;
- Ecc. masse = se “si” per l’impalcato in questione viene generata automaticamente una distribuzione di masse tale da generare l’eccentricità definita nel capitolo “Analisi Sismica”;
- Nodo Master = se presente determina l’assegnazione automatica di un vincolo di piano rigido a tutti i nodi facenti parte dell’Impalcato; se assente non esclude comunque che tale proprietà sia stata assegnata attraverso altre procedure;
- Modalità θ = indica la modalità utilizzata per il calcolo del fattore θ :
 - Da norma: il calcolo è condotto secondo il § 7.3.1 del D.M. 17/01/2018 formula [7.3.3] (formula (7.3.2.) DM 14/01/2008);

- Pend: il calcolo è condotto tenendo conto del reale punto di applicazione dei carichi agli Impalcati superiori;
- Orientamento θ = indica l'orientamento utilizzato per il calcolo del fattore θ :
 - // Sisma: forze e spostamenti di piano sono determinati considerando direzioni orizzontali parallele a quelle di ingresso del sisma;
 - Globale: forze e spostamenti di piano sono determinati considerando direzioni orizzontali parallele agli assi X ed Y del sistema di riferimento globale;
 - Loc. 23: forze e spostamenti di piano sono determinati considerando direzioni orizzontali concordi con gli assi locali 2 e 3 di un elemento Beam, Truss specificato, ovvero con gli assi 1 (se orizzontale) o 2 di un elemento Shell
 - Loc. 45: forze e spostamenti di piano sono determinati considerando direzioni orizzontali concordi con gli assi principali 4 e 5 di un elemento Beam, Truss specificato;
- Elemento θ = se il riferimento usato per il calcolo del fattore θ è di tipo "locale", indica l'elemento dal quale ricavare le direzioni orizzontali di riferimento;
- Nodo rif. = indica il nodo del modello che fornisce gli spostamenti da trasportare nell'origine per il calcolo del fattore θ ;
- Origine per θ = indica la modalità con cui si individua il punto di origine dell'impalcato;
- Coord. Orig. = indica la le coordinate (x,y) del punto suddetto, su cui si trasportano gli spostamenti di impalcato per il calcolo del fattore θ .

Impalcato	Verticali	Quota (cm)	Poligono	DZsup (cm)	DZinf (cm)	Selezione
Ecc. masse Origine per θ	Nodo Master Coord. Orig. (cm)	Modalità θ	Riferimento θ		Elemento θ	Nodo rif.
Impalcato n°1	Vert1	0	0	0	0	-
Sì	-	Da norma	// Sisma		-	11
Centro massa imp.(1048.0; 458.50)						
Impalcato n°2	Vert1	430	0	0	0	-
Sì	15	Da norma	// Sisma		-	15
Centro massa imp.(1007.4; 413.36)						

1.7 DESCRIZIONE NODI

1.7.1 NODI: GEOMETRIA, VINCOLI FISSI ESTERNI E NODI MASTER

La geometria e le altre caratteristiche dei nodi costituenti il modello sono riportate nella seguente tabella con il seguente significato dei simboli:

- Nodo = Numero del Nodo
- X,Y,Z = Coordinate dei nodi rispetto al sistema di Riferimento Globale
- Vincoli = Vincolamento dei nodi rappresentato da sei cifre(0/1): queste sei cifre (0 = libero, 1 = vincolato) rappresentano il vincolamento dei seguenti gradi di libertà, nell'ordine:
 - spostamento in direzione x, y, z, rotazione attorno all'asse x, y, z
- n.Master = Nodo Master
- Piano = Piano in cui si impone il comportamento Master-Slave
- Fase = fase di appartenenza

Nodo	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	Vincoli	n.Master	Piano	Fase
1	15.0000	0.00000	0.00000	1 1 1 1 1 1			
2	2081.00	0.00000	0.00000	1 1 1 1 1 1			
3	15.0000	917.000	0.00000	1 1 1 1 1 1			
4	2081.00	917.000	0.00000	1 1 1 1 1 1			
5	419.200	917.000	0.00000	1 1 1 1 1 1			
6	838.400	917.000	0.00000	1 1 1 1 1 1			
7	1257.60	917.000	0.00000	1 1 1 1 1 1			
8	1676.80	917.000	0.00000	1 1 1 1 1 1			
9	419.200	0.00000	0.00000	1 1 1 1 1 1			
10	838.400	0.00000	0.00000	1 1 1 1 1 1			
11	1257.60	0.00000	0.00000	1 1 1 1 1 1			
12	1676.80	0.00000	0.00000	1 1 1 1 1 1			
13	1676.80	0.00000	430.000		15	Piano XY	
14	1257.60	0.00000	430.000		15	Piano XY	
15	838.400	0.00000	430.000		15	Piano XY	
16	419.200	0.00000	430.000				15 Piano XY
17	1676.80	917.000	430.000				15 Piano XY
18	1257.60	917.000	430.000				15 Piano XY
19	838.400	917.000	430.000				15 Piano XY
20	419.200	917.000	430.000				15 Piano XY
21	2081.00	917.000	430.000				15 Piano XY
22	15.0000	917.000	430.000				15 Piano XY
23	2081.00	0.00000	430.000				15 Piano XY
24	15.0000	0.00000	430.000				15 Piano XY
25	2081.00	-150.00	430.000				15 Piano XY
26	15.0000	-150.00	430.000				15 Piano XY
27	-135.00	917.000	430.000				15 Piano XY
28	-135.00	0.00000	430.000				15 Piano XY
29	419.200	-150.00	430.000				15 Piano XY
30	838.400	-150.00	430.000				15 Piano XY
31	1257.60	-150.00	430.000				15 Piano XY
32	1676.80	-150.00	430.000				15 Piano XY

1.8 DESCRIZIONE BEAM

1.8.1 CONFIGURAZIONE ELEMENTI TIPO BEAM

Al fine di consentire una più chiara interpretazione dei risultati di output dell'analisi, e quindi una maggiore possibilità di controllo dei medesimi, la modellazione è stata sviluppata in modo da assegnare a tutte le membrature sistemi di riferimento locale (in base al quale sono da leggere i risultati in termini di sollecitazioni) disposti secondo orientamenti logici. In particolare si è posta cura nel far sì che per default:

- tutte le aste aventi orientamento globale prevalente secondo l'asse globale X o Y [TRAVI su X o su Y] siano caratterizzate da asse locale 1 diretto secondo l'asse geometrico del Beam e asse locale 3 in direzione dell'asse globale Z (piano di flessione verticale = piano 1-3)
- tutte le aste aventi orientamento globale prevalente secondo l'asse globale Z [PILASTRI] siano caratterizzate da asse locale 1 diretto secondo l'asse globale Z positivo e asse locale 3 in direzione dell'asse globale y positivo.

L'orientamento di default di cui sopra è associato automaticamente per valori di n1, n2 e Ang di cui sotto pari a 0.

Per modificare l'impostazione di default occorre specificare un valore diverso da zero per n1 e n2 e/o Ang.

In particolare, in base ai valori di n1 e n2, l'asse locale 2, (con Ang = 0) è così definito:

- n1 = "Asse +X" e n2 = 0:** l'asse ha la direzione dell'asse globale X
- n1 = "Asse +Y" e n2 = 0:** l'asse ha la direzione dell'asse globale Y
- n1 = "Asse +Z" e n2 = 0:** l'asse ha la direzione dell'asse globale Z
- n1 = "Asse -X" e n2 = 0:** l'asse ha la direzione dell'asse globale -X
- n1 = "Asse -Y" e n2 = 0:** l'asse ha la direzione dell'asse globale -Y
- n1 = "Asse -Z" e n2 = 0:** l'asse ha la direzione dell'asse globale -Z
- n1 = "Str7 Y" e n2 = 0:** gli assi sono definiti utilizzando la convenzione di default di Straus7 considerando l'asse Y di Straus7 coincidente con l'asse Z di CMP: se l'asse 1 (del Beam in CMP) ha direzione coincidente con l'asse globale X (di CMP) la direzione di 3 è sempre quella positiva dell'asse Z. In tutti gli altri casi la direzione dell'asse 3 ha è ottenuto dal prodotto vettoriale fra l'asse globale X e il vettore definito dai nodi di inizio e fine Beam.
- n1 = "Str7 X" e n2 = 0:** gli assi sono definiti utilizzando la convenzione di default di Straus7 considerando l'asse X di Straus7 coincidente con l'asse Z di CMP: se l'asse 1 (del Beam in CMP) ha direzione coincidente con l'asse globale Y (di CMP) la

direzione di 3 è sempre quella positiva dell'asse X. In tutti gli altri casi la direzione dell'asse 3 ha è ottenuto dal prodotto vettoriale fra l'asse globale Y e il vettore definito dai nodi di inizio e fine Beam.

n1 = "Str7 Z" e n2 = 0: gli assi sono definiti utilizzando la convenzione di default di Straus7 considerando l'asse Z di Straus7 coincidente con l'asse Z di CMP: se l'asse 1 (del Beam in CMP) ha direzione coincidente con l'asse globale Z (di CMP) la direzione di 3 è sempre quella positiva dell'asse Y. In tutti gli altri casi la direzione dell'asse 3 ha è ottenuto dal prodotto vettoriale fra l'asse globale Z e il vettore definito dai nodi di inizio e fine Beam.

n1 = 0 e n2 <> 0: in tal caso il valore assegnato a n2 è il numero di un nodo del modello. L'asse locale 3 è ottenuto dal prodotto vettoriale tra l'asse dell'asta e l'asse NI-n2 (NI = primo nodo di definizione Beam)

n1 <> 0 e n2 <> 0: l'asse ha la direzione della congiungente n1 e n2

Se $\text{Ang} < 0$ allora n1 e n2 definiscono l'asse di riferimento rispetto al quale l'asse 2 forma un angolo Ang.

La geometria e le altre caratteristiche degli elementi Beam costituenti il modello sono riportate nella seguente tabella con il seguente significato dei simboli:

Beam = Numero dell'Elemento Beam
 N1 = Numero Nodo Iniziale dell'Elemento Beam
 N2 = Numero Nodo Finale dell'Elemento Beam
 Sez. = Nome Sezione associata all'Elemento
 n1 = primo nodo di individuazione asse locale di riferimento
 n2 = secondo nodo di individuazione asse locale di riferimento
 Ang. = angolo asse locale 2 rispetto asse locale di riferimento, positivo se antiorario (rotazione attorno all'asse locale 1 sul piano definito dall'asse di riferimento e l'asse locale 3)

Fasi di inesistenza = elenca le fasi in cui il Beam è dichiarato come non esistente

Beam	N1	N2	Direzione asse 2 (n1 n2)	Ang (°)
1	12	13	Asse +X 0	0 Sez.: Pilastri 2 [Rettangolare 50x30 cm]
2	11	14	Asse +X 0	0 Sez.: Pilastri 2 [Rettangolare 50x30 cm]
3	10	15	Asse +X 0	0 Sez.: Pilastri 2 [Rettangolare 50x30 cm]
4	9	16	Asse +X 0	0 Sez.: Pilastri 2 [Rettangolare 50x30 cm]
5	8	17	Asse +X 0	0 Sez.: Pilastri 2 [Rettangolare 50x30 cm]
6	7	18	Asse +X 0	0 Sez.: Pilastri 2 [Rettangolare 50x30 cm]
7	6	19	Asse +X 0	0 Sez.: Pilastri 2 [Rettangolare 50x30 cm]
8	5	20	Asse +X 0	0 Sez.: Pilastri 2 [Rettangolare 50x30 cm]
9	4	21	Asse +X 0	0 Sez.: Pilastri 2 [Rettangolare 50x30 cm]
10	3	22	Asse +X 0	0 Sez.: Pilastri 2 [Rettangolare 50x30 cm]
11	2	23	Asse +X 0	0 Sez.: Pilastri 2 [Rettangolare 50x30 cm]
12	1	24	Asse +X 0	0 Sez.: Pilastri 2 [Rettangolare 50x30 cm]
13	24	16	Asse +Y 0	0 Sez.: Travi 1 [Rettangolare 30x40 cm]
14	16	15	Asse +Y 0	0 Sez.: Travi 1 [Rettangolare 30x40 cm]
15	15	14	Asse +Y 0	0 Sez.: Travi 1 [Rettangolare 30x40 cm]
16	14	13	Asse +Y 0	0 Sez.: Travi 1 [Rettangolare 30x40 cm]
17	13	23	Asse +Y 0	0 Sez.: Travi 1 [Rettangolare 30x40 cm]
18	23	21	Asse -X 0	0 Sez.: Travi 2 [Rettangolare 30x50 cm]
19	24	22	Asse -X 0	0 Sez.: Travi 2 [Rettangolare 30x50 cm]
20	22	20	Asse +Y 0	0 Sez.: Travi 1 [Rettangolare 30x40 cm]
21	20	19	Asse +Y 0	0 Sez.: Travi 1 [Rettangolare 30x40 cm]
22	19	18	Asse +Y 0	0 Sez.: Travi 1 [Rettangolare 30x40 cm]
23	18	17	Asse +Y 0	0 Sez.: Travi 1 [Rettangolare 30x40 cm]
24	17	21	Asse +Y 0	0 Sez.: Travi 1 [Rettangolare 30x40 cm]
25	16	20	Asse -X 0	0 Sez.: Travi 2 [Rettangolare 30x50 cm]
26	15	19	Asse -X 0	0 Sez.: Travi 2 [Rettangolare 30x50 cm]

27	14	18	Asse -X 0	0	Sez.: Travi 2 [Rettangolare 30x50 cm]
28	13	17	Asse -X 0	0	Sez.: Travi 2 [Rettangolare 30x50 cm]
29	16	29	Asse -X 0	0	Sez.: Trave 3 [Rettangolare 30x20 cm]
30	15	30	Asse -X 0	0	Sez.: Trave 3 [Rettangolare 30x20 cm]
31	14	31	Asse -X 0	0	Sez.: Trave 3 [Rettangolare 30x20 cm]
32	13	32	Asse -X 0	0	Sez.: Trave 3 [Rettangolare 30x20 cm]
33	24	26	Asse -X 0	0	Sez.: Trave 3 [Rettangolare 30x20 cm]
34	23	25	Asse -X 0	0	Sez.: Trave 3 [Rettangolare 30x20 cm]
35	27	22	Asse +Y 0	0	Sez.: Trave 3 [Rettangolare 30x20 cm]
36	28	24	Asse +Y 0	0	Sez.: Trave 3 [Rettangolare 30x20 cm]

1.8.2 BEAM ARMATURA A TRATTI

Significato dei parametri:

Beam = Numero dell'Elemento Beam:

N Ini = Numero Nodo Iniziale dell'Elemento Beam;

N Fin = Numero Nodo Finale dell'Elemento Beam:

L.Totale = Lunghezza totale del beam;

Tipo = Tipo di dato: “A” = Armatura, “M+” = posizioni barre longitudinali al positivo, “M-” = posizioni barre longitudinali al negativo, “T” = armatura a taglio;

n° = rappresenta il numero di armatura o posizione di armatura presente fino alla coordinata specificata di seguito;

Fino a _____ = coordinata in cui termina il tratto di armatura o posizione indicato;

Beam	N Ini	N Fin Tipo	L Totale (cm) n°	Da (cm)	Fino a (cm)			T	1	72	333		
1	12	13	430			6	7	18	430				
		A	1	0	Fine Asta					A	1	0	Fine Asta
		M-	1	0	Fine Asta					M-	1	0	Fine Asta
		M+	1	0	Fine Asta					M+	1	0	Fine Asta
		M+	2	0	120					M+	2	0	120
		M+	2	310	Fine Asta					M+	2	310	Fine Asta
		T	2	0	72					T	2	0	72
		T	2	333	Fine Asta					T	2	333	Fine Asta
		T	1	72	333					T	1	72	333
		T	1	72	333								
2	11	14	430			7	6	19	430				
		A	1	0	Fine Asta					A	1	0	Fine Asta
		M-	1	0	Fine Asta					M-	1	0	Fine Asta
		M+	1	0	Fine Asta					M+	1	0	Fine Asta
		M+	1	0	Fine Asta					M+	2	0	120
		M+	2	0	120					M+	2	310	Fine Asta
		M+	2	310	Fine Asta					T	2	0	72
		T	2	0	72					T	2	333	Fine Asta
		T	2	333	Fine Asta					T	1	72	333
		T	1	72	333								
3	10	15	430			8	5	20	430				
		A	1	0	Fine Asta					A	1	0	Fine Asta
		M-	1	0	Fine Asta					M-	1	0	Fine Asta
		M+	1	0	Fine Asta					M+	1	0	Fine Asta
		M+	1	0	Fine Asta					M+	2	0	120
		M+	2	0	120					M+	2	310	Fine Asta
		M+	2	310	Fine Asta					T	2	0	72
		T	2	0	72					T	2	333	Fine Asta
		T	2	333	Fine Asta					T	1	72	333
		T	1	72	333								
4	9	16	430			9	4	21	430				
		A	1	0	Fine Asta					A	1	0	Fine Asta
		M-	1	0	Fine Asta					M-	1	0	Fine Asta
		M+	1	0	Fine Asta					M+	1	0	Fine Asta
		M+	1	0	Fine Asta					M+	2	0	120
		M+	2	0	120					M+	2	310	Fine Asta
		M+	2	310	Fine Asta					T	2	0	72
		T	2	0	72					T	2	333	Fine Asta
		T	2	333	Fine Asta					T	1	72	333
		T	1	72	333								
5	8	17	430			10	3	22	430				
		A	1	0	Fine Asta					A	1	0	Fine Asta
		M-	1	0	Fine Asta					M-	1	0	Fine Asta
		M+	1	0	Fine Asta					M+	1	0	Fine Asta
		M+	1	0	Fine Asta					M+	2	0	120
		M+	2	0	120					M+	2	310	Fine Asta
		M+	2	310	Fine Asta					T	2	0	72
		T	2	0	72					T	2	333	Fine Asta
		T	2	333	Fine Asta					T	1	72	333
		T	1	72	333								
						11	2	23	430				

		A	1	0	Fine Asta			A	1	0	Fine Asta
		M-	1	0	Fine Asta			M-	1	0	Fine Asta
		M+	1	0	Fine Asta			M-	2	0	150
		M+	2	0	120			M+	1	0	Fine Asta
		M+	2	310	Fine Asta			M+	2	100	304
		T	2	0	72			T	2	0	66
		T	2	333	Fine Asta			T	2	339	Fine Asta
		T	1	72	333			T	1	66	339
12	1	24	430			21	20	19	419.2		
		A	1	0	Fine Asta			A	1	0	Fine Asta
		M-	1	0	Fine Asta			M-	1	0	Fine Asta
		M+	1	0	Fine Asta			M+	1	0	Fine Asta
		M+	2	0	120			M+	2	100	319
		M+	2	310	Fine Asta			T	2	0	66
		T	2	0	72			T	2	349	Fine Asta
		T	2	333	Fine Asta			T	1	66	349
		T	1	72	333			18	419.2		
13	24	16	404.2			22	19	A	1	0	Fine Asta
		A	1	0	Fine Asta			M-	1	0	Fine Asta
		M-	1	0	Fine Asta			M+	1	0	Fine Asta
		M-	2	0	150			M+	2	100	319
		M+	1	0	Fine Asta			T	2	0	66
		M+	2	100	304			T	2	349	Fine Asta
		T	2	0	66			T	1	66	349
		T	2	339	Fine Asta			17	419.2		
		T	1	66	339			A	1	0	Fine Asta
14	16	15	419.2			23	18	M-	1	0	Fine Asta
		A	1	0	Fine Asta			M+	1	0	Fine Asta
		M-	1	0	Fine Asta			M+	2	100	319
		M+	1	0	Fine Asta			T	2	0	66
		M+	2	100	319			T	2	349	Fine Asta
		T	2	0	66			T	1	66	349
		T	2	349	Fine Asta			21	404.2		
		T	1	66	349			A	1	0	Fine Asta
15	15	14	419.2			24	17	M-	1	0	Fine Asta
		A	1	0	Fine Asta			M-	2	254	Fine Asta
		M-	1	0	Fine Asta			M+	1	0	Fine Asta
		M+	1	0	Fine Asta			M+	2	100	304
		M+	2	100	319			T	2	0	66
		T	2	0	66			T	2	339	Fine Asta
		T	2	349	Fine Asta			T	1	66	339
		T	1	66	349			20	917		
16	14	13	419.2			25	16	A	1	0	Fine Asta
		A	1	0	Fine Asta			M-	1	0	Fine Asta
		M-	1	0	Fine Asta			M-	2	0	150
		M+	1	0	Fine Asta			M-	2	767	Fine Asta
		M+	2	100	319			M-	3	0	150
		T	2	0	66			M-	3	767	Fine Asta
		T	2	349	Fine Asta			M+	1	0	Fine Asta
		T	1	66	349			M+	2	50	867
17	13	23	404.2					T	2	0	66
		A	1	0	Fine Asta			T	2	851	Fine Asta
		M-	1	0	Fine Asta			T	1	66	851
		M-	2	254	Fine Asta			19	917		
		M+	1	0	Fine Asta			A	1	0	Fine Asta
		M+	2	100	304			M-	1	0	Fine Asta
		T	2	0	66			M-	2	0	150
		T	2	339	Fine Asta			M-	2	767	Fine Asta
		T	1	66	339			M-	3	0	150
18	23	21	917					M-	3	767	Fine Asta
		A	1	0	Fine Asta			M+	1	0	Fine Asta
		M-	1	0	Fine Asta			M+	2	50	867
		M-	2	0	150			T	2	0	66
		M-	2	767	Fine Asta			T	2	851	Fine Asta
		M+	1	0	Fine Asta			T	1	66	851
		M+	2	50	867			18	917		
		T	2	0	66			A	1	0	Fine Asta
		T	2	851	Fine Asta			M-	1	0	Fine Asta
		T	1	66	851			M-	2	0	150
19	24	22	917			27	14	M-	2	767	Fine Asta
		A	1	0	Fine Asta			M-	3	0	150
		M-	1	0	Fine Asta			M-	3	767	Fine Asta
		M-	2	0	150			M+	1	0	Fine Asta
		M-	2	767	Fine Asta			M+	2	50	867
		M-	3	0	150			T	2	0	66
		M+	1	0	Fine Asta			T	2	851	Fine Asta
		M+	2	50	867			T	1	66	851
		T	2	0	66			17	917		
		T	2	851	Fine Asta			A	1	0	Fine Asta
		T	1	66	851			M-	1	0	Fine Asta
20	22	20	404.2			28	13	M-	2	0	150

29	16	M-	2	767	Fine Asta	33	24	M-	2	0	100
		M-	3	0	150			M+	1	0	Fine Asta
		M-	3	767	Fine Asta			T	2	0	36
		M+	1	0	Fine Asta			T	1	36	Fine Asta
		M+	2	50	867			A	1	0	Fine Asta
		T	2	0	66			M-	1	0	Fine Asta
		T	2	851	Fine Asta			M-	2	0	100
		T	1	66	851			M+	1	0	Fine Asta
		A	1	0	Fine Asta			T	2	0	36
		M-	1	0	Fine Asta			T	1	36	Fine Asta
30	15	M-	2	0	100	34	23	A	1	0	Fine Asta
		M+	1	0	Fine Asta			M-	1	0	Fine Asta
		T	2	0	36			M-	2	0	100
		T	1	36	Fine Asta			M+	1	0	Fine Asta
		A	1	0	Fine Asta			T	2	0	36
		M-	1	0	Fine Asta			T	1	36	Fine Asta
		M-	2	0	100			A	1	0	Fine Asta
		M+	1	0	Fine Asta			M-	1	0	Fine Asta
		T	2	0	36			M-	2	0	100
		T	1	36	Fine Asta			M+	1	0	Fine Asta
31	14	A	1	0	Fine Asta	35	27	A	1	0	Fine Asta
		M-	1	0	Fine Asta			M-	1	0	Fine Asta
		M-	2	0	100			M-	2	50	Fine Asta
		M+	1	0	Fine Asta			M+	1	0	Fine Asta
		T	2	0	36			T	2	104	Fine Asta
		T	1	36	Fine Asta			T	1	0	104
		A	1	0	Fine Asta			A	1	0	Fine Asta
		M-	1	0	Fine Asta			M-	1	0	Fine Asta
		M-	2	0	100			M-	2	50	Fine Asta
		M+	1	0	Fine Asta			M+	1	0	Fine Asta
32	13	T	2	0	36	36	28	A	1	0	Fine Asta
		T	1	36	Fine Asta			M-	1	0	Fine Asta
		A	1	0	Fine Asta			M-	2	50	Fine Asta
		M-	1	0	Fine Asta			M+	1	0	Fine Asta
		A	1	0	Fine Asta			T	2	104	Fine Asta
		M-	1	0	Fine Asta			T	1	0	104

1.8.3 TRONCAMENTO DIAGRAMMI DI SOLLECITAZIONI BEAM

Significato dei parametri:

- Beam = n° dell'elemento Beam
- Nodo I = n° nodo iniziale Beam
- Nodo F = n° nodo finale Beam
- L Ini = Lunghezza di troncamento diag.sollecitazione al nodo iniziale
- L Fin = Lunghezza di troncamento diag.sollecitazione al nodo finale

Beam	Nodo I	Nodo F	L Ini (cm)	L Fin (cm)	Fase
1	12	13	0	12.5	
2	11	14	0	12.5	
3	10	15	0	12.5	
4	9	16	0	12.5	
5	8	17	0	12.5	
6	7	18	0	12.5	
7	6	19	0	12.5	
8	5	20	0	12.5	
9	4	21	0	12.5	
10	3	22	0	12.5	
11	2	23	0	12.5	
12	1	24	0	12.5	
13	24	16	12.5	12.5	
14	16	15	12.5	12.5	
15	15	14	12.5	12.5	
16	14	13	12.5	12.5	
17	13	23	12.5	12.5	

1.8.4 GERARCHIA RESISTENZE BEAM

Vengono elencati i parametri per le verifiche con la gerarchia delle resistenze associate ai beam (EN1998-1:2004).

Significato dei parametri:

- Beam = Numero dell'Elemento Beam

Nodo = Nodo dell'Elemento Beam (i = nodo iniziale , j = nodo finale)

Par.12/13 = codice parametro sul piano 12 o 13 dell'asta:

- A = asta esclusa dalla verifica con le soll.amplificate secondo la gerarchia delle resistenze
- B = usa mom.di calcolo: $M_{i,d}$ dell'eq.5.8/5.9 dell'EC8 viene forzato ad assumere il valore del mom.di calcolo (in base all'involuppo sismico usato) e non quello dell'eq.5.8/5.9.
- C = forza l'uso del mom.resistente solo dell'asta $MR_{b,i}$ (eq.5.8/5.9 EC8) senza valutare le sommatorie dei mom.res. delle altre aste.
- D = controllo automatico se usare solo il mom.res. dell'asta $MR_{b,i}$ (eq.5.8/5.9 EC8) disabilitato. Se non sono presenti C o D il programma valuta in automatico se è necessario usare solo $MR_{b,i}$.
- E = lo sforzo normale N viene considerato nel calcolo del mom.res.delle travi
- F = controllo automatico se eseguire la verifica di duttilità flessionale trave-pilastro (eq.4.29, EC8) disabilitato.
- G = asta esclusa dalla verifica di duttilità flessionale nodo trave-pilastro (eq.4.29, EC8).
- H = pilastro di piano terra
- I = trave forzata ad essere tratta come di fondazione nella gerarchia delle resistenze

M12+,M12-,M13+,M13- = momenti resistenti forzati su piano 12/13 positivi/negativi: se presenti, il valore del mom.res.è forzato dall'utente e non è calcolato in automatico.

Beam	Nodo	Par.12	Par13	M12+ (kNm)	M12- (kNm)	M13+ (kNm)	M13- (kNm)
1	12						
	13						
2	11	G	G				
	14						
3	10	G	G				
	15						
4	9	G	G				
	16						
5	8	G	G				
	17						
6	7	G	G				
	18						
7	6	G	G				
	19						
8	5	G	G				
	20						
9	4	G	G				

10	21		
	3	G	G
11	22		
	2	G	G
12	23		
	1	G	G
	24	G	G

1.9 DESCRIZIONE SOLAI - TAMPONAMENTI

1.9.1 CONFIGURAZIONE ELEMENTI SOLAIO - TAMPONAMENTO

Gli Elementi Solaio/Tamponamento sono elementi ausiliari, cioè che non appartengono al modello matematico agli elementi finiti, ma che servono per calcolare automaticamente i carichi da solaio agenti sugli elementi di calcolo (nodi e aste). La geometria e le altre caratteristiche degli elementi Solaio/Tamponamento costituenti il modello sono riportate nella seguente tabella con il seguente significato dei simboli:

- Solai = Numero dell'Elemento Solaio/Tamponamento
 Elenco Nodi = Elenco dei nodi che individuano il contorno dei solaio
 Orientamento = Indica la modalità utilizzata per individuare l'orientamento/orditura
 PP = Peso Proprio Solaio/Tamponamento per unità di superficie
 SP = Sovraccarico Permanente per unità di superficie
 SV = Sovraccarico Variabile per unità di superficie
 MolI = multip. del carico trasmesso alla trave iniziale per le forze verticali
 MolF = multip. del carico trasmesso alla trave finale per le forze verticali
 MolIO = multip. del carico trasmesso alla trave iniziale per le forze orizz.
 MolFO = multip. del carico trasmesso alla trave finale per le forze orizzontali
 MolIT = multip. del carico trasversale trasmesso alla trave iniziale per le forze verticali
 MolFT = multip. del carico trasversale trasmesso alla trave finale per le forze verticali
 MolIOT = multip. del carico trasversale trasmesso alla trave iniziale per le forze orizzontali
 MolFOT = multip. del carico trasversale trasmesso alla trave finale per le forze orizzontali
 PercV = percentuale del carico trasmesso per le forze verticali nella direzione dell'orditura
 PercO = percentuale del carico trasmesso per le forze orizzontali nella direzione dell'orditura
 EccI = eccentricità orizzontale di applicazione del carico verticale trasmesso alla trave iniziale
 EccF = eccentricità orizzontale di applicazione del carico verticale trasmesso alla trave finale
 Ecc. pushover = indica se le eccentricità sono considerate o ignorate nell'analisi di Pushover
 Fasi di inesistenza = elenco delle Fasi in cui l'elemento è dichiarato come non esistente

Solaio: Elenco nodi di definizione solaio				Orientamento								Ecc. pushover			
PP	SP	SV	MolIV	MolFV	MolIO	MolFO	MolIVT	MolFVT	MolIOT	MolFOT	PercV	PercO	EccI	EccF	
(kN/m ²)												(cm)			
Solaio n°1: 20, 16, 24, 22				Ortagonale lato 1								Considerata in PO			

2.7	1.5	2	1	1	1	1	-	-	-	-	100%	100%	0	0	
Solaio n°2: 19, 15, 16, 20						Ortagonale lato 1	-	-	-	-	100%	100%	Considerata in PO	0	0
2.7	1.5	2	1	1	1	1	-	-	-	-	100%	100%	0	0	
Solaio n°3: 18, 14, 15, 19						Ortagonale lato 1	-	-	-	-	100%	100%	Considerata in PO	0	0
2.7	1.5	2	1	1	1	1	-	-	-	-	100%	100%	0	0	
Solaio n°4: 17, 13, 14, 18						Ortagonale lato 1	-	-	-	-	100%	100%	Considerata in PO	0	0
2.7	1.5	2	1	1	1	1	-	-	-	-	100%	100%	0	0	
Solaio n°5: 21, 23, 13, 17						Ortagonale lato 1	-	-	-	-	100%	100%	Considerata in PO	0	0
2.7	1.5	2	1	1	1	1	-	-	-	-	100%	100%	0	0	
Solaio n°6: 9, 1, 24, 16						Ortagonale lato 1	-	-	-	-	100%	100%	Considerata in PO	0	0
2.1	0	0	2	0	1	1	-	-	-	-	100%	100%	0	0	
Solaio n°7: 10, 9, 16, 15						Ortagonale lato 1	-	-	-	-	100%	100%	Considerata in PO	0	0
2.1	0	0	2	0	1	1	-	-	-	-	100%	100%	0	0	
Solaio n°8: 11, 10, 15, 14						Ortagonale lato 1	-	-	-	-	100%	100%	Considerata in PO	0	0
2.1	0	0	2	0	1	1	-	-	-	-	100%	100%	0	0	
Solaio n°9: 12, 11, 14, 13						Ortagonale lato 1	-	-	-	-	100%	100%	Considerata in PO	0	0
2.1	0	0	2	0	1	1	-	-	-	-	100%	100%	0	0	
Solaio n°10: 2, 12, 13, 23						Ortagonale lato 1	-	-	-	-	100%	100%	Considerata in PO	0	0
2.1	0	0	2	0	1	1	-	-	-	-	100%	100%	0	0	
Solaio n°12: 2, 4, 21, 23						Ortagonale lato 1	-	-	-	-	100%	100%	Considerata in PO	0	0
2.1	0	0	2	0	1	1	-	-	-	-	100%	100%	0	0	
Solaio n°13: 1, 3, 22, 24						Ortagonale lato 1	-	-	-	-	100%	100%	Considerata in PO	0	0
2.1	0	0	2	0	1	1	-	-	-	-	100%	100%	0	0	
Solaio n°14: 8, 4, 21, 17						Ortagonale lato 1	-	-	-	-	100%	100%	Considerata in PO	0	0
2.1	0	0	2	0	1	1	-	-	-	-	100%	100%	0	0	
Solaio n°15: 7, 8, 17, 18						Ortagonale lato 1	-	-	-	-	100%	100%	Considerata in PO	0	0
2.1	0	0	2	0	1	1	-	-	-	-	100%	100%	0	0	
Solaio n°16: 6, 7, 18, 19						Ortagonale lato 1	-	-	-	-	100%	100%	Considerata in PO	0	0
2.1	0	0	2	0	1	1	-	-	-	-	100%	100%	0	0	
Solaio n°17: 5, 6, 19, 20						Ortagonale lato 1	-	-	-	-	100%	100%	Considerata in PO	0	0
2.1	0	0	2	0	1	1	-	-	-	-	100%	100%	0	0	
Solaio n°18: 3, 5, 20, 22						Ortagonale lato 1	-	-	-	-	100%	100%	Considerata in PO	0	0
2.1	0	0	2	0	1	1	-	-	-	-	100%	100%	0	0	
Solaio n°19: 22, 24, 28, 27						Ortagonale lato 1	-	-	-	-	100%	100%	Considerata in PO	0	0
2.7	1.5	2	1	1	1	1	-	-	-	-	100%	100%	0	0	
Solaio n°20: 23, 25, 32, 13						Ortagonale lato 1	-	-	-	-	100%	100%	Considerata in PO	0	0
2.7	1.5	2	1	1	1	1	-	-	-	-	100%	100%	0	0	
Solaio n°21: 13, 32, 31, 14						Ortagonale lato 1	-	-	-	-	100%	100%	Considerata in PO	0	0
2.7	1.5	2	1	1	1	1	-	-	-	-	100%	100%	0	0	
Solaio n°22: 14, 31, 30, 15						Ortagonale lato 1	-	-	-	-	100%	100%	Considerata in PO	0	0
2.7	1.5	2	1	1	1	1	-	-	-	-	100%	100%	0	0	
Solaio n°23: 15, 30, 29, 16						Ortagonale lato 1	-	-	-	-	100%	100%	Considerata in PO	0	0
2.7	1.5	2	1	1	1	1	-	-	-	-	100%	100%	0	0	
Solaio n°24: 16, 29, 26, 24						Ortagonale lato 1	-	-	-	-	100%	100%	Considerata in PO	0	0
2.7	1.5	2	1	1	1	1	-	-	-	-	100%	100%	0	0	

1.10 RISULTANTE DEI CARICHI APPLICATI

Vengono di seguito indicate le risultanti dei carichi applicati nelle CdC elementari statiche:

CdC = Condizione di Carico Elementare

Descrizione = Descrizione tipologia CdC

Fx, Fy, Fz = forza risultante dai carichi applicati e dai pesi propri della CdC

Mx, My, Mz = momento calcolato rispetto all'origine e risultante dai carichi applicati e dai pesi propri della CdC

Fase = viene indicato (se presente) la fase a cui la CdC appartiene

CdC	Descrizione	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)	Fase
1	CdC n. 1	0.	0.	-1712.8472	-7334.9866	17489.2845	0.	
2	CdC n. 2	0.	0.	-351.29580	-1362.6938	3452.97191	0.	
3	CdC n. 3	0.	0.	-468.39442	-1816.9251	4603.96273	0.	

1.11 CONDIZIONI DI CARICO GENERALI DEI CARICHI DA SOLAIO/TAMPONAMENTO

Di seguito vengono indicate le condizioni elementari di carico nelle quali sono applicati i carichi da solaio in mancanza di indicazioni specifiche per il singolo elemento solaio-tamponamento:

- Condizione di carico nella quale applicare il Peso Proprio del solaio: 1
- Condizione di carico nella quale applicare il Sovraccarico Permanente del solaio: 1
- Condizione di carico nella quale applicare il carico Variabile per la Scacchiera A: 1
- Condizione di carico nella quale applicare il carico Variabile per la Scacchiera B: 1

1.12 CONDIZIONI DI CARICO SPECIFICHE DEI CARICHI DA SOLAIO/TAMPONAMENTO

Per gli elementi tipo solaio che differiscono dalle condizioni generali di seguito sono indicate le condizioni di carico elementari associate ai carichi da solaio, una volta che questi sono stati scaricati sugli elementi sottostanti.

- Solaio = numero del solaio, la dicitura Default indica le impostazioni per i solai ai quali questo dataset non è stato assegnato
- CdC PP = Condizione di carico nella quale applicare il Peso Proprio del solaio
- CdC SP = Condizione di carico nella quale applicare il Sovraccarico Permanente del solaio
- CdC SA = Condizione di carico nella quale applicare il carico Variabile per la Scacchiera A
- CdC SB = Condizione di carico nella quale applicare il carico Variabile per la Scacchiera B

Solaio	CdC PP	CdC SP	CdC SA	CdC SB
1	1	2	3	3
2	1	2	3	3
3	1	2	3	3
4	1	2	3	3
5	1	2	3	3

1.13 ANALISI MODALE

Di seguito sono descritti tutti i parametri utilizzati per l'analisi modale.

- Metodo di calcolo utilizzato: Restarted Lanczos
- Matrici di Massa: CONSISTENT matrice di massa completa
- Sequenza di STURM Abilitata
- Moto Rigido non consentito
- Tolleranza per calcolo autovalori 0
- Numero Massimo di iterazioni per il calcolo autovalori 24
- Analisi modale con effetti del II ordine: No

L'analisi modale è stata svolta considerando il modello nella fase 1.

1.13.1 PERIODI E MASSE MOVIMENTATE

La massa movimentata è calcolata in percentuale sulla massa totale applicata ai gradi di libertà dei nodi non vincolati.

A seguito sono descritti i periodi dei modi di vibrare e le corrispondenti percentuali di masse movimentate:

Lancio n°1:

n. Modo	Periodo (sec.)	Tot. X %	Parz. X %	Tot. Y %	Parz. Y %	Tot. Z %	Parz. Z %
1	0.37128	0.036	0.036	99.012	99.012	0.012	0.012
2	0.30078	8.631	8.594	99.814	0.802	0.012	0.000
3	0.23106	99.717	91.086	99.826	0.012	0.012	0.000
4	0.114	99.887	0.170	99.826	0.000	1.045	1.033
5	0.11338	99.887	0.000	99.948	0.122	4.425	3.379
6	0.1124	99.887	0.000	99.948	0.000	4.425	0.000
7	0.11144	99.887	0.000	99.972	0.024	5.251	0.827
8	0.11127	99.887	0.000	99.972	0.000	5.251	0.000
9	0.10137	100.008	0.122	99.972	0.000	6.090	0.839
10	0.081816	100.008	0.000	100.008	0.036	7.148	1.058

Lancio n°2:

n. Modo	Periodo (sec.)	Tot. X %	Parz. X %	Tot. Y %	Parz. Y %	Tot. Z %	Parz. Z %
1	0.37123	0.000	0.000	99.060	99.060	0.000	0.000
2	0.29748	0.073	0.073	99.863	0.802	0.000	0.000
3	0.23525	99.704	99.632	99.863	0.000	0.000	0.000
4	0.11499	99.875	0.170	99.863	0.000	1.118	1.118
5	0.10251	99.996	0.122	99.863	0.000	1.933	0.814
6	0.10195	99.996	0.000	99.960	0.097	4.668	2.735
7	0.10107	99.996	0.000	99.960	0.000	4.668	0.000
8	0.1002	99.996	0.000	99.984	0.024	5.324	0.656
9	0.10005	99.996	0.000	99.984	0.000	5.324	0.000
10	0.073566	99.996	0.000	100.008	0.024	6.175	0.851

Lancio n°3:

n. Modo	Periodo (sec.)	Tot. X %	Parz. X %	Tot. Y %	Parz. Y %	Tot. Z %	Parz. Z %
1	0.37278	0.012	0.012	97.723	97.723	0.012	0.012
2	0.29519	2.200	2.188	99.838	2.115	0.012	0.000
3	0.23425	99.777	97.577	99.850	0.012	0.012	0.000
4	0.1172	99.777	0.000	99.923	0.073	2.030	2.018
5	0.11566	99.777	0.000	99.935	0.012	2.285	0.255
6	0.098338	99.996	0.219	99.935	0.000	3.866	1.580
7	0.09817	99.996	0.000	99.935	0.000	3.866	0.000
8	0.097255	99.996	0.000	99.984	0.049	5.179	1.313
9	0.09599	99.996	0.000	99.996	0.012	5.373	0.194
10	0.084948	99.996	0.000	100.008	0.012	5.944	0.571

Lancio n°4:

n. Modo	Periodo (sec.)	Tot. X %	Parz. X %	Tot. Y %	Parz. Y %	Tot. Z %	Parz. Z %
1	0.38035	0.061	0.061	92.642	92.642	0.000	0.000
2	0.28777	2.528	2.468	99.802	7.160	0.000	0.000
3	0.23432	99.632	97.103	99.838	0.036	0.012	0.012
4	0.11774	100.008	0.377	99.838	0.000	2.273	2.261
5	0.11759	100.008	0.000	99.838	0.000	2.273	0.000
6	0.11653	100.008	0.000	99.911	0.073	4.303	2.030
7	0.11499	100.008	0.000	99.923	0.012	4.571	0.267
8	0.096444	100.008	0.000	99.972	0.049	5.835	1.264
9	0.095191	100.008	0.000	99.984	0.012	6.017	0.182
10	0.084462	100.008	0.000	99.996	0.012	6.576	0.559

Lancio n°5:

n. Modo	Periodo (sec.)	Tot. X %	Parz. X %	Tot. Y %	Parz. Y %	Tot. Z %	Parz. Z %
1	0.34083	0.014	0.014	98.854	98.854	0.014	0.014
2	0.26921	3.265	3.251	99.807	0.954	0.014	0.000
3	0.21458	99.619	96.354	99.807	0.000	0.029	0.014
4	0.10845	99.995	0.376	99.807	0.000	2.254	2.225
5	0.10831	99.995	0.000	99.807	0.000	2.268	0.014
6	0.1078	99.995	0.000	99.937	0.130	5.823	3.554
7	0.10688	99.995	0.000	99.937	0.000	5.823	0.000

n. Modo	Periodo (sec.)	Tot. X %	Parz. X %	Tot. Y %	Parz. Y %	Tot. Z %	Parz. Z %
8	0.10597	99.995	0.000	99.966	0.029	6.689	0.867
9	0.10581	99.995	0.000	99.966	0.000	6.689	0.000
10	0.077795	99.995	0.000	99.995	0.029	7.773	1.084

1.14 ANALISI SISMICA LINEARE

Di seguito vengono indicati i parametri dell'analisi sismica.

Parametri del DM 17/01/2018:

Categoria suolo di fondazione: C
 Categoria Topografica: T1
 Coeff.smorzam.equivalente ξ : 5 %
 Fattore di struttura q_x , q_y per sismi in dir.x e y (orizzontali) e q_z (verticali): 2.5, 2.52, 1.5
 Classe di duttilità Media
 Coefficiente eccentricità accidentale centro di massa: 0.05

La massa propria degli elementi strutturali è inclusa nelle analisi sismiche.

1.14.1 PERIODI FONDAMENTALI

I periodi fondamentali sono valutati in base al modo che mobilita la maggior quantità di massa nelle tre direzioni, rispettivamente:

periodo fondamentale direzione x: 0.23525 s (modo n.3, lancio n. 2)

periodo fondamentale direzione y: 0.37123 s (modo n.1, lancio n. 2)

periodo fondamentale direzione z: 0.1078 s (modo n.6, lancio n. 5)

1.14.2 FATTORE DI STRUTTURA PER SISMA IN DIREZIONE X

1.14.2.1 Fattore di struttura per spettri SLV

Il fattore di struttura q_x è stato calcolato secondo il par.7.3.1 e 7.4.3.2 del DM17/1/2018 per edifici con struttura in cemento armato.

Tipo edificio per calcolo rapporto α_u / α_l : a) strutture a telaio di un piano (par.7.4.3.2)

ove:

α_u = moltiplicatore della forza sismica orizzontale per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile;

α_l = moltiplicatore della forza sismica orizzontale per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la sua resistenza flessionale;

Tipologia struttura per calcolo q_0 :

[STRUCTURAL_FACTOR_Q_ITA08]STR_RC_Q0_NORM_TYPE_4

Tipo edificio per coeff. K_R : edifici regolari in altezza

Tipo edificio in pianta: edifici regolari in pianta

Fattore k_w (par.7.4.3.2): 1

Fattore di struttura $q_x = q_0 K_R k_w = 2.5$.

1.14.2.2 Fattore di struttura per spettri SLD

Il valore del fattore di struttura per gli spettri SLD è stato imposto a $q_x = 1.5$.

1.14.3 FATTORE DI STRUTTURA PER SISMA IN DIREZIONE Y

1.14.3.1 Fattore di struttura per spettri SLV

Il fattore di struttura q_y è stato calcolato secondo il par.7.3.1 e 7.4.3.2 del DM17/1/2018 per edifici con struttura in cemento armato.

Tipo edificio per calcolo rapporto α_u / α_1 : a) strutture a telaio di un piano (par.7.4.3.2) ove:

- α_u = moltiplicatore della forza sismica orizzontale per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile;
- α_1 = moltiplicatore della forza sismica orizzontale per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la sua resistenza flessionale;

Tipologia struttura per calcolo q_0 : Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste (tab.7.4.I)

Tipo edificio per coeff. K_R : edifici non regolari in altezza

Tipo edificio in pianta: edifici non regolari in pianta

Fattore k_w (par.7.4.3.2): 1

Fattore di struttura $q_y = q_0 K_R k_w = 2.52$.

1.14.3.2 Fattore di struttura per spettri SLD

Il valore del fattore di struttura per gli spettri SLD è stato imposto a $q_y = 1.5$.

1.14.4 CONDIZIONI SISMICHE DINAMICHE

La presente analisi numerica prevede l'esame delle condizioni di carico sismiche corrispondenti alle seguenti tipologie di azioni indicate in tabella:

- CdC = numero della condizione di carico dinamica
- Lancio = ad ogni lancio corrisponde una distribuzione delle masse differente; tutte le CdC di tipo sismico statico equivalente sono analizzate in un unico lancio statico del solutore, mentre per le CdC dinamiche ad ogni lancio corrisponde un lancio dinamico del solutore.
- Nome = nome della CdC dinamica
- Tipo = indica la direzione ed eventualmente il tipo di CdC sismica
- Sottotipo: indica il tipo di stato limite:
 - SLO, SLD, SLV, SLC sono gli stati limite del par.3.2.1 DM 17/01/2018
- Spettro di risposta = definisce il coefficiente di risposta in funzione del periodo
- a_g/g = questo valore indica l'accelerazione di picco del suolo, espressa in $g = 9.80665 \text{ m/s}^2$
- Dy = indica che si tratta di una CdC dinamica
- Molt.X , Molt.Y , Molt.Z: moltiplicatori per applicare lo spettro di risposta alle varie direzioni.

CdC	Lancio	Nome	Tipo	Spettro di Risposta	a_g/g	Molt.X	Molt.Y	Molt.Z
1	1	Sisma SLO X Dx	Sisma SLE X (Dy)	~DM2018 SLO X	0.0597	1	0	0
			Sottotipo: SLO					
6	1	Sisma SLD X Dx	Sisma SLE X (Dy)	~DM 2018 SLD X	0.0747	1	0	0
			Sottotipo: SLD					
11	1	Sisma SLV X Dx	Sisma SLU X (Dy)	~DM 2018 SLV X	0.1789	1	0	0
			Sottotipo: SLV					
2	2	Sisma SLO X Sx	Sisma SLE X (Dy)	~DM2018 SLO X	0.0597	1	0	0
			Sottotipo: SLO					
7	2	Sisma SLD X Sx	Sisma SLE X (Dy)	~DM 2018 SLD X	0.0747	1	0	0
			Sottotipo: SLD					

CdC	Lancio	Nome	Tipo	Spettro di Risposta	ag/g	Molt.X	Molt.Y	Molt.Z
12	2	Sisma SLV X Sx	Sisma SLU X (Dy)	~DM 2018 SLV X	0.1789	1	0	0
			Sottotipo: SLV					
3	3	Sisma SLO Y Dx	Sisma SLE Y (Dy)	~DM 2018 SLO Y	0.0597	0	1	0
			Sottotipo: SLO					
8	3	Sisma SLD Y Dx	Sisma SLE Y (Dy)	~DM 2018 SLD Y	0.0747	0	1	0
			Sottotipo: SLD					
13	3	Sisma SLV Y Dx	Sisma SLU Y (Dy)	~DM 2018 SLV Y	0.1789	0	1	0
			Sottotipo: SLV					
4	4	Sisma SLO Y Sx	Sisma SLE Y (Dy)	~DM 2018 SLO Y	0.0597	0	1	0
			Sottotipo: SLO					
9	4	Sisma SLD Y Sx	Sisma SLE Y (Dy)	~DM 2018 SLD Y	0.0747	0	1	0
			Sottotipo: SLD					
14	4	Sisma SLV Y Sx	Sisma SLU Y (Dy)	~DM 2018 SLV Y	0.1789	0	1	0
			Sottotipo: SLV					
5	5	Sisma SLO Z	Sisma SLE Z (Dy)	~DM 2018 SLO Z	0.0597	0	0	-1
			Sottotipo: SLO					
10	5	Sisma SLD Z	Sisma SLE Z (Dy)	~DM 2018 SLD Z	0.0747	0	0	-1
			Sottotipo: SLD					
15	5	Sisma SLV Z	Sisma SLU Z (Dy)	~DM 2018 SLV Z	0.1789	0	0	-1
			Sottotipo: SLV					

1.14.5 PARAMETRI PER CALCOLO SPETTRI DI RISPOSTA

Per il calcolo degli spettri di risposta secondo il §3.2 dei DM 17/01/2018 - DM 14/01/2008 sono stati utilizzati i seguenti parametri, ove:

P_{VR}	probabilità di superamento nel periodo di ritorno
T_R	periodo di ritorno
a_g/g	accelerazione orizzontale massima del suolo
F_o	valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
T_{C^*}	valore base per calcolo del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale
S	coefficiente di amplificazione stratigrafica e topografica ($S_S \cdot S_T$)
T_B	periodo di inizio tratto ad accelerazione costante dello spettro
T_C	periodo di inizio tratto a velocità costante dello spettro;
T_D	periodo di inizio tratto a spostamento costante dello spettro

Collocazione del sito: Longitudine = 10.4722°, Latitudine = 44.6615°

SLO:

$P_{VR} = 81\%$, $T_R = 45$ anni, $a_g/g = 0.0597$, $F_o = 2.4893$, $T_{C^*} = 0.2574$ s

$S = 1.5$, $T_B = 0.140986$ s, $T_C = 0.422958$ s, $T_D = 1.8388$ s

SLD:

$P_{VR} = 63\%$, $T_R = 75$ anni, $a_g/g = 0.0747$, $F_o = 2.4703$, $T_{C^*} = 0.27$ s

$S = 1.5$, $T_B = 0.145573$ s, $T_C = 0.43672$ s, $T_D = 1.8988$ s

SLV:

$P_{VR} = 10\%$, $T_R = 712$ anni, $a_g/g = 0.1789$, $F_o = 2.4291$, $T_{C^*} = 0.2867$ s

$S = 1.43926$, $T_B = 0.151546$ s, $T_C = 0.454638$ s, $T_D = 2.3156$ s

1.14.6 SPETTRI DI RISPOSTA UTILIZZATI

Spettro per Punti ~DM 2018 SLV Z

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	0.571
2	0.05	0.925
3	0.15	0.925
4	0.35	0.396
5	0.55	0.252
6	0.75	0.2
7	0.95	0.2
8	1	0.2
9	1.2	0.2
10	1.4	0.2
11	1.6	0.2
12	1.8	0.2

13	2	0.2
14	2.2	0.2
15	2.4	0.2
16	2.6	0.2
17	2.8	0.2
18	3	0.2
19	3.2	0.2
20	3.4	0.2
21	3.6	0.2
22	3.8	0.2
23	4	0.2

Spettro per Punti ~DM 2018 SLV Y

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.439
2	0.152	1.387
3	0.455	1.387
4	0.655	0.963
5	0.855	0.738
6	1.055	0.598
7	1.255	0.503
8	1.455	0.434
9	1.655	0.381
10	1.855	0.34

11	2.055	0.307
12	2.255	0.28
13	2.316	0.272
14	2.516	0.231
15	2.716	0.2
16	2.916	0.2
17	3.116	0.2
18	3.316	0.2
19	3.516	0.2
20	3.716	0.2
21	3.916	0.2
22	4	0.2

Spettro per Punti ~DM 2018 SLV X

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.439
2	0.152	1.398
3	0.455	1.398
4	0.655	0.971
5	0.855	0.744
6	1.055	0.603
7	1.255	0.507
8	1.455	0.437
9	1.655	0.384
10	1.855	0.343

11	2.055	0.309
12	2.255	0.282
13	2.316	0.275
14	2.516	0.233
15	2.716	0.2
16	2.916	0.2
17	3.116	0.2
18	3.316	0.2
19	3.516	0.2
20	3.716	0.2
21	3.916	0.2
22	4	0.2

Spettro per Punti ~DM 2018 SLD Z

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	0.369
2	0.05	0.911
3	0.15	0.911
4	0.35	0.391
5	0.55	0.249
6	0.75	0.182
7	0.95	0.144
8	1	0.137

9	1.2	0.095
10	1.4	0.07
11	1.6	0.053
12	1.8	0.042
13	2	0.034
14	2.2	0.028
15	2.4	0.024
16	2.6	0.02
17	2.8	0.017
18	3	0.015

19	3.2	0.013
20	3.4	0.012
21	3.6	0.011

22	3.8	0.009
23	4	0.009

Spettro per Punti ~DM 2018 SLD Y

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.5
2	0.146	2.47
3	0.437	2.47
4	0.637	1.694
5	0.837	1.289
6	1.037	1.041
7	1.237	0.872
8	1.437	0.751
9	1.637	0.659
10	1.837	0.587

11	1.899	0.568
12	2.099	0.465
13	2.299	0.388
14	2.499	0.328
15	2.699	0.281
16	2.899	0.244
17	3.099	0.213
18	3.299	0.2
19	3.499	0.2
20	3.699	0.2
21	3.899	0.2
22	4	0.2

Spettro per Punti ~DM 2018 SLD X

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.5
2	0.146	2.47
3	0.437	2.47
4	0.637	1.694
5	0.837	1.289
6	1.037	1.041
7	1.237	0.872
8	1.437	0.751
9	1.637	0.659
10	1.837	0.587

11	1.899	0.568
12	2.099	0.465
13	2.299	0.388
14	2.499	0.328
15	2.699	0.281
16	2.899	0.244
17	3.099	0.213
18	3.299	0.2
19	3.499	0.2
20	3.699	0.2
21	3.899	0.2
22	4	0.2

Spettro per Punti ~DM 2018 SLO Z

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	0.33
2	0.05	0.821
3	0.15	0.821
4	0.35	0.352
5	0.55	0.224
6	0.75	0.164
7	0.95	0.13
8	1	0.123
9	1.2	0.086
10	1.4	0.063
11	1.6	0.048
12	1.8	0.038

13	2	0.031
14	2.2	0.025
15	2.4	0.021
16	2.6	0.018
17	2.8	0.016
18	3	0.014
19	3.2	0.012
20	3.4	0.011
21	3.6	0.01
22	3.8	0.009
23	4	0.008

Spettro per Punti ~DM 2018 SLO Y

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.5
2	0.141	3.734
3	0.423	3.734
4	0.623	2.535

5	0.823	1.919
6	1.023	1.544
7	1.223	1.291
8	1.423	1.11
9	1.623	0.973

10	1.823	0.866
11	1.839	0.859
12	2.039	0.699
13	2.239	0.579
14	2.439	0.488
15	2.639	0.417
16	2.839	0.36

17	3.039	0.314
18	3.239	0.277
19	3.439	0.246
20	3.639	0.219
21	3.839	0.197
22	4	0.182

Spettro per Punti ~DM2018 SLO X

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.5
2	0.141	3.734
3	0.423	3.734
4	0.623	2.535
5	0.823	1.919
6	1.023	1.544
7	1.223	1.291
8	1.423	1.11
9	1.623	0.973
10	1.823	0.866

11	1.839	0.859
12	2.039	0.699
13	2.239	0.579
14	2.439	0.488
15	2.639	0.417
16	2.839	0.36
17	3.039	0.314
18	3.239	0.277
19	3.439	0.246
20	3.639	0.219
21	3.839	0.197
22	4	0.182

1.14.7 PERIODI FONDAMENTALI E T_C UTILIZZATI NELLE VERIFICHE

Nell'esecuzione delle verifiche, qualora queste li richiedano, i periodi T_C degli spettri utilizzati sono indicati di seguito. I periodi fondamentali sono quelli determinati con analisi modale o, in mancanza di questa, quelli inseriti per analisi statica equivalente.

Periodi fondamentali:

T_{1x} , T_{1y} , T_{1z} (per sisma in dir. x,y,z): 0.23525 s, 0.37123 s, 0.1078 s

Spettri SLV:

periodo T_C per sismi x,y: 0.454638 s

periodo T_C per sismi z: 0.15 s

Spettri SLD:

periodo T_C per sismi x,y: 0.43672 s

1.14.8 MULTIPLICATORI CALCOLO AUTOMATICO MASSE

Di seguito sono elencati i moltiplicatori delle CdC elementari per il calcolo automatico delle masse:

CdC = n. Condizione di Carico Elementare

Coeff.SLE = moltiplicatori per lo Stato Limite d'Esercizio

Coeff.SLU = moltiplicatori per lo Stato Limite Ultimo

X, Y, Z = coefficienti di direzionalità

CdC	Coeff.SLE	Coeff.SLU	X	Y	Z
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1
3	0	0	1	1	1

1.14.9 DEFINIZIONI PIANI PER CALCOLO OFFSET MASSE

I piani per il calcolo dell'offset delle masse sono stati definiti tramite i seguenti gruppi di selezione:

Nome gruppo di selezione
~: Impalcato n°1
~: Impalcato n°2

1.14.10 ANALISI DINAMICA

Metodo di combinazione modale:

- CQC nel calcolo della risposta sismica, i contributi derivanti dai singoli modi sono combinati tenendo conto del segno delle singole componenti modali. La generica componente U_i delle risposta sismica è data da una combinazione quadratica delle componenti U_{ij} ($j=1, N_{\text{modi}}$) in cui i coefficienti di combinazione fra due modi distinti dipendono dai coefficienti di smorzamento dei due modi e dal rapporto fra le due frequenze. Se non vengono assegnati smorzamenti modali, i risultati forniti da questo metodo coincidono con quelli del metodo RMS.

2. DESCRIZIONE DEI RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito sono descritti i dati generati dal calcolo del modello.

2.1 SPOSTAMENTI NODALI

Per ciascuna Condizione di Carico Elementare Statica, Condizione Sismica, Combinazione di Carico per Analisi Non Lineare vengono riportati gli spostamenti e le rotazioni di ciascun nodo del modello.

Nodo = Numero del Nodo
CdC = Condizione di Carico (S = Statico, D = Dinamico, N = Non Lineare)
Sx = Spostamento del nodo in direzione globale X
Sy = Spostamento del nodo in direzione globale Y
Sz = Spostamento del nodo in direzione globale Z
Rx = Rotazione del nodo attorno all'asse globale X
Ry = Rotazione del nodo attorno all'asse globale Y
Rz = Rotazione del nodo attorno all'asse globale Z

Nodo 13							
CdC	Sx (cm)	Sv (cm)	Sz (cm)	Rx (°)	Ry (°)	Rz (°)	
1S	-0.00535	-0.01758	-0.00953	-0.08978	-0.00044	6.81e-19	
2S	-0.00265	-0.00841	-0.00333	-0.03597	-0.00027	-2.4e-19	
3S	-0.00353	-0.01121	-0.00444	-0.04797	-0.00036	6.73e-19	
1D	0.266911	-0.13572	0.000423	0.009446	0.019094	-0.01069	
2D	0.308988	0.012502	0.000443	-0.00087	0.022088	0.000986	
3D	0.073404	0.822164	0.001403	-0.05663	0.005120	0.008407	
4D	-0.13760	0.579603	0.000809	-0.03974	-0.00959	-0.01579	
5D	0.000417	0.000625	-7.2e-05	0.000789	-2.9e-05	1.13e-05	
6D	0.220917	-0.11233	0.000350	0.007818	0.015804	-0.00885	
7D	0.255743	0.010348	0.000366	-0.00072	0.018282	0.000816	
8D	0.060755	0.680489	0.001161	-0.04687	0.004237	0.006958	
9D	-0.11389	0.479726	0.000670	-0.03289	-0.00794	-0.01307	
10D	0.000579	0.000868	-9.9e-05	0.001096	-4.0e-05	1.57e-05	
11D	0.299366	-0.15222	0.000475	0.010595	0.021416	-0.01199	
12D	0.346559	0.014023	0.000496	-0.00097	0.024774	0.001106	
13D	0.081682	0.914879	0.001561	-0.06301	0.005697	0.009355	
14D	-0.15312	0.644965	0.000901	-0.04422	-0.01068	-0.01757	
15D	0.001407	0.002106	-0.00024	0.002663	-9.8e-05	3.81e-05	
Nodo 14							
CdC	Sx (cm)	Sv (cm)	Sz (cm)	Rx (°)	Ry (°)	Rz (°)	
1S	-0.00535	-0.01758	-0.00963	-0.09358	-0.00041	6.81e-19	
2S	-0.00265	-0.00841	-0.00340	-0.03808	-0.00019	-2.4e-19	
3S	-0.00353	-0.01121	-0.00453	-0.05078	-0.00026	6.73e-19	
Nodo 15							
CdC	Sx (cm)	Sv (cm)	Sz (cm)	Rx (°)	Ry (°)	Rz (°)	
1S	-0.00535	-0.01758	-0.00965	-0.09368	-0.00051	6.81e-19	
2S	-0.00265	-0.00841	-0.00341	-0.03814	-0.00026	-2.4e-19	
3S	-0.00353	-0.01121	-0.00454	-0.05085	-0.00034	6.73e-19	
1D	0.266911	0.025422	7.20e-05	-0.00177	0.020905	-0.01069	
2D	0.308988	-0.00229	5.33e-05	0.000158	0.024175	0.000986	
3D	0.073404	0.720417	0.001146	-0.04942	0.005557	0.008407	
4D	-0.13760	0.760027	0.001205	-0.05234	-0.01042	-0.01579	
5D	0.000417	0.000652	-7.5e-05	0.000858	3.13e-05	1.13e-05	
6D	0.220917	0.021041	5.96e-05	-0.00147	0.017303	-0.00885	



13D	0.106142	0.801658	0.154671	-0.06047	0.006184	0.009355
14D	-0.19904	0.845734	0.168124	-0.06660	-0.01159	-0.01757
15D	0.001402	0.002197	-0.05038	0.027271	0.000106	3.81e-05

Nodo 31

CdC	Sx (cm)	Sv (cm)	Sz (cm)	Rx (°)	Ry (°)	Rz (°)
1S	-0.00535	-0.01758	0.111848	-0.03067	-0.00041	6.81e-19
2S	-0.00265	-0.00841	0.035713	-0.00722	-0.00019	-2.4e-19
3S	-0.00353	-0.01121	0.047617	-0.00963	-0.00026	6.73e-19
1D	0.267196	-0.05842	-0.01249	0.005066	0.020893	-0.01069
2D	0.310175	0.005363	0.001081	-0.00044	0.024163	0.000986
3D	0.095386	0.770516	0.153813	-0.06098	0.005556	0.008407
4D	-0.17887	0.665917	0.128041	-0.04997	-0.01042	-0.01579
5D	0.000416	0.000633	-0.01492	0.008078	-3.3e-05	1.13e-05
6D	0.221153	-0.04836	-0.01034	0.004193	0.017292	-0.00885
7D	0.256726	0.004439	0.000895	-0.00036	0.019999	0.000816
8D	0.078949	0.637741	0.127334	-0.05049	0.004599	0.006958
9D	-0.14804	0.551166	0.106004	-0.04138	-0.00862	-0.01307
10D	0.000577	0.000880	-0.02072	0.011215	-4.6e-05	1.57e-05
11D	0.299686	-0.06533	-0.01401	0.005682	0.023433	-0.01199
12D	0.347891	0.006015	0.001212	-0.00049	0.027101	0.000106
13D	0.106142	0.857406	0.171328	-0.06799	0.006183	0.009355
14D	-0.19904	0.741012	0.142623	-0.05571	-0.01159	-0.01757

15D	0.001402	0.002134	-0.05036	0.027264	-0.00011	3.81e-05
-----	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Nodo 32

CdC	Sx (cm)	Sv (cm)	Sz (cm)	Rx (°)	Ry (°)	Rz (°)
1S	-0.00535	-0.01758	0.103958	-0.02787	-0.00044	6.81e-19
2S	-0.00265	-0.00841	0.031344	-0.00567	-0.00027	-2.4e-19
3S	-0.00353	-0.01121	0.041792	-0.00756	-0.00036	6.73e-19
1D	0.267196	-0.13572	-0.02894	0.011753	0.019094	-0.01069
2D	0.310175	0.012502	0.002864	-0.00106	0.022088	0.000986
3D	0.095386	0.822164	0.163697	-0.06477	0.005120	0.008407
4D	-0.17887	0.579603	0.111549	-0.04364	-0.00959	-0.01579
5D	0.000416	0.000625	-0.01450	0.007871	-2.9e-05	1.13e-05
6D	0.221153	-0.11233	-0.02395	0.009728	0.015804	-0.00885
7D	0.256726	0.010348	0.002370	-0.00088	0.018282	0.000816
8D	0.078949	0.680489	0.135512	-0.05363	0.004237	0.006958
9D	-0.14804	0.479726	0.092359	-0.03615	-0.00794	-0.01307
10D	0.000577	0.000868	-0.02013	0.010929	-4.0e-05	1.57e-05
11D	0.299686	-0.15222	-0.03246	0.013182	0.021416	-0.01199
12D	0.347891	0.014023	0.003213	-0.00119	0.024774	0.001106
13D	0.106142	0.914879	0.182310	-0.07219	0.005697	0.009355
14D	-0.19904	0.644965	0.124302	-0.04870	-0.01068	-0.01757
15D	0.001402	0.002106	-0.04893	0.026568	-9.8e-05	3.81e-05

2.2 REAZIONI VINCOLARI

Per ciascuna Condizione di Carico Elementare Statica, Condizione Sismica, Combinazione di Carico per Analisi Non Lineare vengono riportate le reazioni vincolari nei nodi vincolati

Nodo = Numero del Nodo
CdC = Condizione di Carico (S = Statico, D = Dinamico, N = Non Lineare)
Rx = Forza in direzione X
Ry = Forza in direzione Y
Rz = Forza in direzione Z
Mx = Momento attorno all'asse X
My = Momento attorno all'asse Y
Mz = Momento attorno all'asse Z

Nodo 1

CdC	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
1S	-2.15611	16.48587	157.9290	-24.3321	-2.49657	-1.1e-16
2S	-1.53703	6.173808	30.26507	-9.18513	-1.90881	3.75e-17
3S	-2.04937	8.231744	40.35343	-12.2468	-2.54508	-1.0e-16
1D	-22.6889	-7.33662	-19.1404	17.53308	-62.1406	1.660608
2D	-26.3809	0.677648	-20.8865	-1.61795	-72.1070	-0.15310
3D	-6.56669	-26.0056	-14.6974	62.36610	-17.5597	-1.30566
4D	12.28178	-39.8334	-10.3755	95.39857	32.87675	2.452261
5D	-0.28609	-0.09951	1.089760	0.155139	-0.43109	-0.00175
6D	-18.7797	-6.07238	-15.8452	14.51179	-51.4331	1.374453
7D	-21.8354	0.560876	-17.2899	-1.33914	-59.6820	-0.12672
8D	-5.43512	-21.5244	-12.1647	51.61920	-14.5338	-1.08067
9D	10.16539	-32.9694	-8.58829	78.95955	27.21144	2.029688
10D	-0.39721	-0.13817	1.513025	0.215436	-0.59853	-0.00244
11D	-25.4509	-8.22871	-21.4867	19.66499	-69.6999	1.862528
12D	-29.5907	0.760047	-23.4405	-1.81468	-80.8772	-0.17171
13D	-7.30720	-28.9383	-16.3547	69.39906	-19.5399	-1.45290
14D	13.66678	-44.3255	-11.5493	106.1567	36.58421	2.728799
15D	-0.96562	-0.33583	3.678169	0.523489	-1.45501	-0.00592

Nodo 2

CdC	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
1S	-0.61059	13.77203	134.7471	-20.4423	-0.28132	-1.1e-16
2S	0.166088	4.666123	18.77805	-7.02411	0.532322	3.75e-17
3S	0.221451	6.221497	25.03740	-9.36549	0.709762	-1.0e-16
1D	-23.1311	8.795873	17.57129	-21.0346	-62.7789	1.660608
2D	-26.8028	-0.81236	19.40858	1.941046	-72.7133	-0.15310
3D	-6.60033	-36.2377	-12.0361	86.83100	-17.6079	-1.30566
4D	12.37600	-20.9859	-15.3007	50.35834	33.01187	2.452261
5D	-0.03697	-0.08833	0.404407	0.137617	-0.09920	-0.00175
6D	-19.1452	7.280171	14.54341	-17.4099	-51.9609	1.374453
7D	-22.1842	-0.67237	16.06411	1.606566	-60.1834	-0.12672
8D	-5.46296	-29.9933	-9.96271	71.86834	-14.5737	-1.08067

9D	10.24337	-17.3696	-12.6641	41.68062	27.32328	2.029688
10D	-0.05134	-0.12265	0.561481	0.191100	-0.13776	-0.00244
11D	-25.9438	9.865396	19.70787	-23.5922	-70.4125	1.862528
12D	-30.0619	-0.91113	21.76857	2.177067	-81.5549	-0.17171
13D	-7.34464	-40.3243	-13.3968	96.62295	-19.5935	-1.45290
14D	13.77162	-23.3524	-17.0261	56.03721	36.73458	2.728799
15D	-0.12475	-0.29812	1.364959	0.464377	-0.33474	-0.00592

Nodo 3

CdC	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
1S	-2.18543	-16.0102	145.6682	22.24557	-2.53859	-1.1e-16
2S	-1.55331	-5.90955	24.88433	8.134355	-1.93215	3.75e-17
3S	-2.07109	-7.87940	33.17911	10.84581	-2.57621	-1.0e-16
1D	-27.7443	-7.38361	-20.3020	17.60045	-75.6248	1.660608
2D	-25.6430	0.679822	-21.1945	-1.62106	-70.2837	-0.15310
3D	5.532752	-26.0809	14.05022	62.47396	14.74553	-1.30566
4D	-10.4105	-39.9821	10.29769	95.61170	-27.7707	2.452261
5D	0.287592	0.037482	-0.91798	0.077344	0.435459	-0.00175
6D	-22.9638	-6.11127	-16.8062	14.56755	-62.5936	1.374453
7D	-21.2247	0.562675	-17.5451	-1.34172	-58.1730	-0.12672
8D	4.579350	-21.5866	11.62909	51.70847	12.20458	-1.08067
9D	-8.61655	-33.0924	8.523194	79.13593	-22.9853	2.029688
10D	0.399294	0.052070	-1.27453	0.107468	0.604598	-0.00244
11D	-31.1200	-8.28141	-22.7851	19.74055	-84.8227	1.862528
12D	-28.7639	0.762484	-23.7891	-1.81817	-78.8330	-0.17171
13D	6.156672	-29.0220	15.63464	69.51906	16.40836	-1.45290
14D	-11.5845	-44.4908	11.45893	106.3937	-30.9024	2.728799
15D	0.970680	0.126409	-3.09838	0.260770	1.469747	-0.00592

Nodo 4

CdC	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
1S	-0.58127	-13.2964	122.4862	18.35574	-0.23930	-1.1e-16
2S	0.182375	-4.40187	13.39731	5.973338	0.555667	3.75e-17
3S	0.243167	-5.86916	17.86308	7.964452	0.740889	-1.0e-16
1D	-28.1839	8.852448	18.60478	-21.1157	-76.2566	1.660608

Nodo 12							6D	-25.0305	4.627446	-4.01276	-11.1212	-60.3975	1.374453
CdC	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)	7D	-28.9837	-0.42683	-4.19592	1.025270	-69.9293	-0.12672
1S	0.573674	19.76453	154.4037	-29.0315	1.416117	-1.1e-16	8D	-6.94688	-28.1360	-13.3006	67.51902	-16.7007	-1.08067
2S	0.251595	7.995288	38.13763	-11.7959	0.654881	3.75e-17	9D	13.02415	-19.8665	-7.66900	47.64416	31.30909	2.029688
3S	0.335460	10.66038	50.85018	-15.7279	0.873175	-1.0e-16	10D	-0.06649	-0.24023	1.138839	0.357043	-0.15953	-0.00244
1D	-30.2417	5.590862	-4.84818	-13.4366	-72.9719	1.660608	11D	-33.9190	6.270676	-5.43774	-15.0704	-81.8450	1.862528
2D	-35.0179	-0.51569	-5.06949	1.238726	-84.4883	-0.15310	12D	-39.2760	-0.57840	-5.68590	1.389350	-94.7617	-0.17171
3D	-8.39319	-33.9937	-16.0688	81.57616	-20.1777	-1.30566	13D	-9.33968	-37.8274	-17.8857	90.77565	-22.4531	-1.45290
4D	15.73573	-24.0026	-9.26419	57.56340	37.82751	2.452261	14D	17.51022	-26.7096	-10.3154	64.05504	42.09327	2.728799
5D	-0.04788	-0.17302	0.820251	0.257148	-0.11488	-0.00175	15D	-0.16156	-0.58397	2.768522	0.867870	-0.38764	-0.00592

Per ciascuna Condizione di Carico Elementare Statica, Condizione Sismica, Combinazione di Carico per Analisi Non Lineare, vengono riportate le risultanti delle reazioni vincolari con i momenti calcolati rispetto all'origine:

CdC	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
1S	-1.22e-07	9.766e-07	1712.8473	7334.9867	-17489.28	2.088e-05
2S	-4.58e-08	-4.88e-07	351.29580	1362.6938	-3452.972	-5.86e-06
3S	-2.29e-07	-1.46e-06	468.39443	1816.9251	-4603.963	-1.12e-05
1D	-364.9056	8.5729750	-2.789900	-34.28248	-1532.238	2417.3390
2D	-377.3305	-0.793903	-2.911329	-12.81547	-1629.884	1655.9872
3D	-7.422580	-372.4883	-3.334292	1608.4986	14.665977	-4574.081
4D	13.498086	-359.6558	-3.567159	1549.0006	75.347908	-2516.461
5D	0.1109635	-0.705676	3.2922550	-11.75038	-37.63166	-11.97651
6D	-302.0262	7.0956825	-2.314503	-28.39779	-1268.205	2000.7881
7D	-312.3100	-0.657098	-2.414586	-10.63051	-1349.025	1370.6327
8D	-6.143523	-308.3014	-2.763820	1331.3228	12.186952	-3785.879
9D	11.172103	-297.6802	-2.956891	1282.0776	62.406049	-2082.827
10D	0.1540859	-0.979720	4.5709603	-16.31435	-52.24753	-16.62865
11D	-409.2814	9.6153939	-3.160489	-38.57638	-1718.558	2711.2935
12D	-423.2170	-0.890437	-3.294503	-14.52068	-1828.080	1857.3726
13D	-8.259613	-414.4942	-3.734151	1789.8875	16.605170	-5089.904
14D	15.020245	-400.2147	-3.994835	1723.6800	84.082321	-2800.249
15D	0.3744437	-2.381949	11.112110	-39.65971	-127.0161	-40.42175

3. INVILUPPO RISULTATI DELLE CONDIZIONI ELEMENTARI

I risultati contengono sia involuppi sia combinazioni dei risultati delle condizioni di carico elementari.

Una condizione di involuppo può essere di tipo “automatico” e in questo caso è un vero e proprio involuppo dei valori minimi o massimi che ogni singola grandezza può assumere per effetto della combinazione lineare dei valori di ogni condizione di carico elementare, moltiplicati per il coefficiente che tra i due possibili risulta più tassativo.

Tutte le condizioni di carico in caso di involuppo sono trattate tramite due moltiplicatori uno minimo e uno massimo per dare la possibilità di considerare azioni (tipo azione del vento o sisma) che possono agire in due direzioni opposte.

I risultati contengono sia involuppi sia combinazioni assegnate dei risultati delle condizioni di carico elementari.

La combinazione lineare automatica può essere svolta anche su risultati di involuppi, detti in questo caso involuppi base, anziché di condizioni di carico elementare. Il risultato è un involuppo di involuppi.

Le condizioni di carico possono essere distinte nelle seguenti tipologie:

- **Permanente:** la CdC elementare è sempre presente nell'involuppo e viene scelto il coefficiente più tassativo.
- **Variabile:** le sollecitazioni della CdC elementare sono sommate solo se la componente considerata (Forza, momento flettente, spostamento in una direzione, ecc.) è a sfavore, diminuendo il valore finale se si cerca il minimo, aumentando il valore finale se si cerca il massimo, scegliendo sempre il coefficiente più tassativo.
- **Variabile non Contemporanea:** analoga alla Variabile ma vengono sommate le sollecitazioni della sola e unica CdC più gravosa, per la componente in esame, fra tutte quelle che appartengono allo stesso gruppo (colonna grp), escludendo le altre CdC dello stesso gruppo.
- **Permanente non Contemporanea:** analoga alle var. non contemporanea con la differenza che le sollecitazioni di almeno una CdC dello stesso gruppo (la più gravosa o la meno favorevole) vengono sommate anche se con effetto favorevole; in questo caso viene scelta la meno favorevole per la componente in esame.
- **Variabile Contemporanea:** le sollecitazioni della CdC elementare sono sommate insieme a tutte quelle Variabili Contemporanee che appartengono allo stesso gruppo (colonna grp) solo se applicandole tutte assieme vanno a sfavore diminuendo il valore finale se si cerca il minimo, aumentando il valore finale se si cerca il massimo.
- **Non Considerata:** le sollecitazioni della CdC elementare non contribuiscono all'involuppo.

3.1 SOLLECITAZIONI DI INVILUPPO SU ELEMENTI BEAM - TRUSS

Per ciascuna Condizione di Carico di Involuppo vengono riportate le sollecitazioni di ciascun elemento tipo Beam/Truss

Beam/Truss	= Numero dell'Elemento Beam-Truss
T	= Tipo di entità: B = Beam, T = TRUSS
X	= Coordinata del punto di involuppo
N	= Sforzo assiale (positivo se di trazione)
T12	= Taglio agente nel piano locale 12
T13	= Taglio agente nel piano locale 13
MT	= Momento Torcente
M12	= Momento agente nel piano locale 12
M13	= Momento agente nel piano locale 13
Wink2	= Pressione per travi alla Winkler nel piano 12
Wink3	= Pressione per travi alla Winkler nel piano 13
QWink2	= Carico per travi alla Winkler nel piano 12
QWink3	= Carico per travi alla Winkler nel piano 13

I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la “sigma combinata” e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{comb} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_{12}}{W_{12}} \pm \frac{M_{13}}{W_{13}}$$

(W sono i moduli di resistenza) sui quattro spigoli del rettangolo ideale con moduli di resistenza pari a quelli della sezione base dell'asta.

Sono di seguito elencati i dati dei seguenti inviluppi:

- ~SL18 GEO
- ~SL18 SLE caratt.
- ~SL18 SLE freq.
- ~SL18 SLE q.perm.
- ~SL18 STR SLV

3.1.1 DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 GEO”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 GEO_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLU Sism. Orizz. 1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLU Sism. Orizz. 2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo “~SL18 GEO”

Descrizione inviluppo “~SL18 GEO_1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	1.5

Descrizione inviluppo “~SL18 SLU Sism. Orizz. 1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	0
CdC elem. 11Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 12Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 13Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3
CdC elem. 14Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3

Descrizione inviluppo “~SL18 SLU Sism. Orizz. 2”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	0
CdC elem. 11Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 12Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 13Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-1	1
CdC elem. 14Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-1	1

3.1.2 DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLE CARATT.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 SLE caratt. 1	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo “~SL18 SLE caratt.”

Descrizione inviluppo “~SL18 SLE caratt. 1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		1	1

3.1.3 DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLE FREQ.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 SLE freq. 1	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo “~SL18 SLE freq.”

Descrizione inviluppo “~SL18 SLE freq. 1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0.2	0.2

3.1.4 DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLE Q.PERM.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	0

3.1.5 DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 STR SLV”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLU Sism. Orizz. 1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLU Sism. Orizz. 2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo “~SL18 STR SLV”

Descrizione inviluppo “~SL18 STR SLV_1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	1.5

Descrizione inviluppo “~SL18 SLU Sism. Orizz. 1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	0
CdC elem. 11Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 12Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 13Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3
CdC elem. 14Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3

Descrizione inviluppo “~SL18 SLU Sism. Orizz. 2”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	0
CdC elem. 11Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 12Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 13Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-1	1
CdC elem. 14Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-1	1

3.2 SOLLECITAZIONI DI INVILUPPO SU COLLEGAMENTI DI ELEMENTI BEAM - TRUSS

Per ciascuna Condizione di Carico di Inviluppo vengono riportate le sollecitazioni di ciascun collegamento di elementi tipo Beam/Truss

Beam/Truss = Numero dell'Elemento Beam-Truss

T = Tipo di entità: B = Beam, T = TRUSS

X = Coordinata del punto di inviluppo

N = Sforzo assiale (positivo se di trazione, concorde con verso positivo asse 1 del colleg.)

T12 = Taglio agente nel piano locale 12

T13 = Taglio agente nel piano locale 13

MT = Momento Torcente

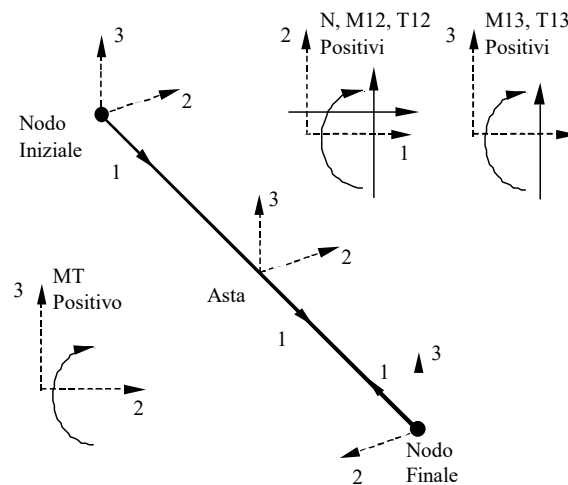
M12 = Momento agente nel piano locale 12

M13 = Momento agente nel piano locale 13

I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la “sigma combinata” e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{comb} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_{12}}{W_{12}} \pm \frac{M_{13}}{W_{13}}$$

(W sono i moduli di resistenza) sui quattro spigoli del rettangolo ideale con moduli di resistenza pari a quelli della sezione dell'asta all'estremità corrispondente al collegamento.



Riferimenti locali dei collegamenti d'estremità di un'asta

Sono di seguito elencati i dati dei seguenti inviluppi:

- ~SL18 GEO
- ~SL18 SLE caratt.
- ~SL18 SLE freq.
- ~SL18 SLE q.perm.
- ~SL18 STR SLV

3.2.1 DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 GEO”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 GEO_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLU Sism. Orizz. 1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLU Sism. Orizz. 2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo “~SL18 GEO”

Descrizione inviluppo “~SL18 GEO_1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	1.5

Descrizione inviluppo “~SL18 SLU Sism. Orizz. 1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0.8	1

CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	0
CdC elem. 11Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 12Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 13Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3
CdC elem. 14Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3

Descrizione inviluppo “~SL18 SLU Sism. Orizz. 2”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	0
CdC elem. 11Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 12Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 13Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-1	1
CdC elem. 14Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-1	1

3.2.2 DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLE CARATT.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 SLE caratt. 1	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell’inviluppo “~SL18 SLE caratt.”

Descrizione inviluppo “~SL18 SLE caratt. 1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		1	1

3.2.3 DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLE FREQ.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 SLE freq. 1	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell’inviluppo “~SL18 SLE freq.”

Descrizione inviluppo “~SL18 SLE freq. 1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0.2	0.2

3.2.4 DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLE Q.PERM.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1

CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	0

3.2.5 DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 STR SLV”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLU Sism. Orizz. 1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLU Sism. Orizz. 2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell’inviluppo “~SL18 STR SLV”

Descrizione inviluppo “~SL18 STR SLV_1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
-------------------	----------------------	-----------	--------	----------	----------

CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	1.5

Descrizione inviluppo “~SL18 SLU Sism. Orizz. 1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
-------------------	----------------------	-----------	--------	----------	----------

CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	0
CdC elem. 11Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 12Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 13Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3
CdC elem. 14Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3

Descrizione inviluppo “~SL18 SLU Sism. Orizz. 2”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
-------------------	----------------------	-----------	--------	----------	----------

CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	0
CdC elem. 11Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 12Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 13Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-1	1
CdC elem. 14Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-1	1

3.3 INVILUPPO REAZIONI VINCOLARI

Per ciascuna Condizione di Carico di Inviluppo vengono riportate le reazioni vincolari inviluppate nei nodi vincolati

- N = Numero del Nodo
- CdC = Condizione di Carico di Inviluppo
- Rx = Forza in direzione X
- Ry = Forza in direzione Y
- Rz = Forza in direzione Z
- Mx = Momento attorno all'asse X

My = Momento attorno all'asse Y

Mz = Momento attorno all'asse Z

Sono di seguito elencati i dati dei seguenti inviluppi:

- ~SL18 GEO
- ~SL18 SLE caratt.
- ~SL18 SLE freq.
- ~SL18 SLE q.perm.
- ~SL18 STR SLV

3.3.1 DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 GEO”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 GEO_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLU Sism. Orizz. 1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLU Sism. Orizz. 2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell’inviluppo “~SL18 GEO”

Descrizione inviluppo “~SL18 GEO_1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	1.5

Descrizione inviluppo “~SL18 SLU Sism. Orizz. 1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	0
CdC elem. 11Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 12Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 13Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3
CdC elem. 14Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3

Descrizione inviluppo “~SL18 SLU Sism. Orizz. 2”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	0
CdC elem. 11Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 12Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 13Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-1	1
CdC elem. 14Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-1	1

3.3.2 DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLE CARATT.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 SLE caratt. 1	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo “~SL18 SLE caratt.”

Descrizione inviluppo “~SL18 SLE caratt. 1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		1	1

3.3.3 DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLE FREQ.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 SLE freq. 1	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo “~SL18 SLE freq.”

Descrizione inviluppo “~SL18 SLE freq. 1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0.2	0.2

3.3.4 DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLE Q.PERM.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	0

3.3.5 DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 STR SLV”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLU Sism. Orizz. 1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLU Sism. Orizz. 2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo “~SL18 STR SLV”

Descrizione inviluppo “~SL18 STR SLV_1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	1.5

Descrizione inviluppo “~SL18 SLU Sism. Orizz. 1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	0
CdC elem. 11Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 12Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 13Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3
CdC elem. 14Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3

Descrizione inviluppo “~SL18 SLU Sism. Orizz. 2”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	0
CdC elem. 11Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 12Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 13Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-1	1
CdC elem. 14Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-1	1

3.4 INVILUPPO SPOSTAMENTI NODALI ASSOLUTI

Per ciascuna Condizione di Carico di Inviluppo dei nodi vengono riportati gli spostamenti assoluti inviluppati ai nodi

N = Numero del Nodo
 CdC = Condizione di Carico di Inviluppo
 X = Spostamento in direzione X
 Y = Spostamento in direzione Y
 Z = Spostamento in direzione Z
 Rx = Rotazione attorno all'asse X
 Ry = Rotazione attorno all'asse Y
 Rz = Rotazione attorno all'asse Z

Sono di seguito elencati i dati dei seguenti inviluppi:

- ~SL18 SLD Sism. Orizz.
- ~SL18 SLE caratt.Dannegg.
- ~SL18 SLE q.perm.Dannegg.
- ~SL18 SLO Sism. Orizz.Dannegg.
- ~SL18 SLV Sism. Orizz. Sicurezza

3.4.1 DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLD SISM. ORIZZ.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 SLD Sism. Orizz. 1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLD Sism. Orizz. 2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell’inviluppo “~SL18 SLD Sism. Orizz.”

Descrizione inviluppo “~SL18 SLD Sism. Orizz. 1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	0
CdC elem. 6Dy	Sisma SLD X Dx	Var.non Contemp.	1	-1.9282	1.9282
CdC elem. 7Dy	Sisma SLD X Sx	Var.non Contemp.	1	-1.9282	1.9282
CdC elem. 8Dy	Sisma SLD Y Dx	Var.non Contemp.	2	-0.476462	0.476462
CdC elem. 9Dy	Sisma SLD Y Sx	Var.non Contemp.	2	-0.476462	0.476462

Descrizione inviluppo “~SL18 SLD Sism. Orizz. 2”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	0
CdC elem. 6Dy	Sisma SLD X Dx	Var.non Contemp.	1	-0.578461	0.578461
CdC elem. 7Dy	Sisma SLD X Sx	Var.non Contemp.	1	-0.578461	0.578461
CdC elem. 8Dy	Sisma SLD Y Dx	Var.non Contemp.	2	-1.58821	1.58821
CdC elem. 9Dy	Sisma SLD Y Sx	Var.non Contemp.	2	-1.58821	1.58821

3.4.2 DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLE CARATT.DANNEGG.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 SLE caratt.Dannegg. 1	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell’inviluppo “~SL18 SLE caratt.Dannegg.”

Descrizione inviluppo “~SL18 SLE caratt.Dannegg. 1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		1	1

3.4.3 DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLE Q.PERM.DANNEGG.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1

CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	0

3.4.4 DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLO SISM. ORIZZ.DANNEGG.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 SLO Sism. Orizz.Dannegg. 1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLO Sism. Orizz.Dannegg. 2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell’inviluppo “~SL18 SLO Sism. Orizz.Dannegg.”

Descrizione inviluppo “~SL18 SLO Sism. Orizz.Dannegg. 1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	0
CdC elem. 1Dy	Sisma SLO X Dx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 2Dy	Sisma SLO X Sx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 3Dy	Sisma SLO Y Dx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3
CdC elem. 4Dy	Sisma SLO Y Sx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3

Descrizione inviluppo “~SL18 SLO Sism. Orizz.Dannegg. 2”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	0
CdC elem. 1Dy	Sisma SLO X Dx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 2Dy	Sisma SLO X Sx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 3Dy	Sisma SLO Y Dx	Var.non Contemp.	2	-1	1
CdC elem. 4Dy	Sisma SLO Y Sx	Var.non Contemp.	2	-1	1

3.4.5 DESCRIZIONE INVILUPPO “~SL18 SLV SISM. ORIZZ. SICUREZZA”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 SLV Sism. Orizz. Sicurezza 1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLV Sism. Orizz. Sicurezza 2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell’inviluppo “~SL18 SLV Sism. Orizz. Sicurezza”

Descrizione inviluppo “~SL18 SLV Sism. Orizz. Sicurezza 1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	0

CdC elem. 11Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-3.89886	3.89886
CdC elem. 12Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-3.89886	3.89886
CdC elem. 13Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-0.858454	0.858454
CdC elem. 14Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-0.858454	0.858454

Descrizione involuppo “~SL18 SLV Sism. Orizz. Sicurezza 2”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	0
CdC elem. 11Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-1.16966	1.16966
CdC elem. 12Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-1.16966	1.16966
CdC elem. 13Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-2.86151	2.86151
CdC elem. 14Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-2.86151	2.86151

4. VERIFICHE

4.1 VERIFICHE SULLE SEZIONI DELLE TRAVI

La verifica-progetto degli elementi monodimensionali a sviluppo orizzontale “Travi” è svolta a partire dalle massime sollecitazioni agenti su tutte le aste aventi la stessa sezione. Tali massime sollecitazioni sono individuate involuppendo in ogni punto le sollecitazioni riscontrate nelle condizioni di carico elementari con le modalità di seguito indicate dipendente dalla tipologia delle singole CdC:

- **Permanente:** la CdC elementare è sempre presente nell’involuppo e viene scelto il coefficiente più tassativo.
- **Variabile:** le sollecitazioni della CdC elementare sono sommate solo se la componente considerata (Forza, momento flettente, spostamento in una direzione, ecc.) è a sfavore, diminuendo il valore finale se si cerca il minimo, aumentando il valore finale se si cerca il massimo, scegliendo sempre il coefficiente più tassativo.
- **Variabile non Contemporanea:** analoga alla Variabile ma vengono sommate le sollecitazioni della sola e unica CdC più gravosa, per la componente in esame, fra tutte quelle che appartengono allo stesso gruppo (colonna grp), escludendo le altre CdC dello stesso gruppo.
- **Permanente non Contemporanea:** analoga alle var. non contemporanea con la differenza che le sollecitazioni di almeno una CdC dello stesso gruppo (la più gravosa o la meno favorevole) vengono sommate anche se con effetto favorevole; in questo caso viene scelta la meno favorevole per la componente in esame.
- **Variabile Contemporanea:** le sollecitazioni della CdC elementare sono sommate insieme a tutte quelle Variabili Contemporanee che appartengono allo stesso gruppo (colonna grp) solo se applicandole tutte assieme vanno a sfavore diminuendo il valore finale se si cerca il minimo, aumentando il valore finale se si cerca il massimo.
- **Non Considerata:** le sollecitazioni della CdC elementare non contribuiscono all’involuppo.

Tutte le condizioni di carico sono trattate tramite due moltiplicatori uno minimo e uno massimo per dare la possibilità di considerare azioni (tipo azione del vento) che possono agire in due direzioni opposte.

Per ogni asta si eseguono al passo specificato e in tutti i punti notevoli (punti di estremità ed eventuali punti intermedi nei quali si abbiano sollecitazioni massime) 4 combinazioni di involucro delle sollecitazioni in ciascuna delle quali si ricerca:

- Combinazione 1: massimo Taglio Negativo nel piano di flessione principale
- Combinazione 2: massimo Taglio Positivo nel piano di flessione principale
- Combinazione 3: massimo Momento Flettente negativo nel piano di fless.princ.
- Combinazione 4: massimo Momento Flettente positivo nel piano di fless.princ.

Per ciascuna diversa sezione sono ricercate in tutta la struttura le sollecitazioni massime agenti e in base a queste si esegue il progetto.

- M = momento agente nel piano 13
- V = taglio agente in direzione 3
- Mr = momento resistente
- Vr = taglio resistente
- nst = numero braccia utili staffe per verifiche a taglio V

Per le verifiche a SLE il gruppo di esigenza (livello di aggressività dell'ambiente) utilizzato è riportato nella descrizione delle caratteristiche dei materiali.

4.1.1 DESCRIZIONE SET INVILUPPI DI VERIFICA

Di seguito sono descritti i set involucro di verifica utilizzati:

DESCRIZIONE SET INVILUPPI DI VERIFICA “~SL18”

E' costituito dai seguenti involucro:

- Involuppi SLE Combinazione Q.Perm. secondo il DM 17/01/2018

Descrizione Involuppo “~SL18 SLE q.perm.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involucro automatiche

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	0

- Involuppi SLE Combinazione Rara secondo il DM 17/01/2018

Descrizione Involuppo “~SL18 SLE caratt.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involucro automatiche

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Involuppo	~SL18 SLE caratt. 1	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli involucro contenuti nell'involuppo “~SL18 SLE caratt.”

Descrizione involucro “~SL18 SLE caratt. 1”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		1	1

CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		1	1
---------------	----------	-----------	--	---	---

- Involuppi S.L.U. secondo il DM 17/01/2018

Descrizione Involuppo “~SL18 STR SLV”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involuppo automatiche

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Involuppo	~SL18 STR SLV 1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 SLU Sism. Orizz. 1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 SLU Sism. Orizz. 2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli involuppi contenuti nell’involuppo “~SL18 STR SLV”

Descrizione involuppo “~SL18 STR SLV 1”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	1.5

Descrizione involuppo “~SL18 SLU Sism. Orizz. 1”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	0
CdC elem. 11Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 12Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 13Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3
CdC elem. 14Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3

Descrizione involuppo “~SL18 SLU Sism. Orizz. 2”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	0
CdC elem. 11Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 12Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 13Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-1	1
CdC elem. 14Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-1	1

4.1.2 PROGETTO ARMATURA N.1 DELLA SEZIONE “TRAVE 3”

La sezione in oggetto è presente nel modello per una lunghezza complessiva pari a 1200 cm

Il piano principale di interesse è il piano locale 1 – 3.

4.1.2.1 Progettazione a S.L.E. COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

Verifiche secondo il DM 17/01/2018

Caratteristiche assunte a riferimento

Tensioni ammissibili di compressione e trazione dei materiali utilizzati:

σ comp. = tensione ammissibile di compressione;

σ traz. = tensione ammissibile di trazione;

Materiale	Momento M+		Momento M-	
	σ comp. (N/mm ²)	σ traz. (N/mm ²)	σ comp. (N/mm ²)	σ traz. (N/mm ²)
Cls C30/37	13.5	0	13.5	0
B450C	-	-	-	-

Sollecitazioni massime agenti nel piano di interesse rilevate sulle aste aventi come sezione associata la sezione in esame:

Mmax- = Momento flettente massimo negativo agente nel piano 13... 21.2768 kNm

Mmax+ = Momento flettente massimo positivo agente nel piano 13..... 0 kNm

Progetto-verifica per Momento Flettente Negativo

Le armature assegnate sono suddivise nelle seguenti posizioni di calcolo per le quali si rileva:

POS. -1 $\rightarrow$ 2Ø16

Mr = 20.042 kNm $\sigma_c = -13.5$ N/mm² $\sigma_s = 365.099$ N/mm²

POS. -2 $\rightarrow$ 2Ø16 + 2Ø18

Mr = 26.6788 kNm $\sigma_c = -13.5$ N/mm² $\sigma_s = 223.395$ N/mm²

La verifica condotta per Mmax- = 21.2768 kNm determina le seguenti tensioni massime:

$\sigma_c = -10.7665$ N/mm² $\sigma_s = 178.161$ N/mm²

Progetto-verifica per Momento Flettente Positivo

Le armature assegnate sono suddivise nelle seguenti posizioni di calcolo per le quali si rileva:

POS. 1 $\rightarrow$ 2Ø16 + 1Ø12

Mr = 0 kNm $\sigma_c = 0$ N/mm² $\sigma_s = 0$ N/mm²

La verifica condotta per Mmax+ = 0 kNm determina le seguenti tensioni massime:

$\sigma_c = 0$ N/mm² $\sigma_s = 0$ N/mm²

4.1.2.2 Progettazione a S.L.E. COMBINAZIONE RARA

Verifiche secondo il DM 17/01/2018

Caratteristiche assunte a riferimento

Tensioni ammissibili di compressione e trazione dei materiali utilizzati:

σ comp. = tensione ammissibile di compressione;

σ traz. = tensione ammissibile di trazione;

Materiale	Momento M+		Momento M-	
	σ comp. (N/mm ²)	σ traz. (N/mm ²)	σ comp. (N/mm ²)	σ traz. (N/mm ²)
Cls C30/37	18	0	18	0
B450C	-	360	-	360

Sollecitazioni massime agenti nel piano di interesse rilevate sulle aste aventi come sezione associata la sezione in esame:

M_{max-} = Momento flettente massimo negativo agente nel piano 13... 30.7333 kNm

M_{max+} = Momento flettente massimo positivo agente nel piano 133.91334e-08 kNm

Progetto-verifica per Momento Flettente Negativo

Le armature assegnate sono suddivise nelle seguenti posizioni di calcolo per le quali si rileva:

POS. -1 $\rightarrow$ 2Ø16

$M_r = 19.7622$ kNm

$\sigma_c = -13.3115$ N/mm² $\sigma_s = 360$ N/mm²

POS. -2 $\rightarrow$ 2Ø16 + 2Ø18

$M_r = 35.5717$ kNm

$\sigma_c = -18$ N/mm² $\sigma_s = 297.86$ N/mm²

La verifica condotta per $M_{max-} = 30.7333$ kNm determina le seguenti tensioni massime:

$\sigma_c = -15.5517$ N/mm² $\sigma_s = 257.346$ N/mm²

Progetto-verifica per Momento Flettente Positivo

Le armature assegnate sono suddivise nelle seguenti posizioni di calcolo per le quali si rileva:

POS. 1 $\rightarrow$ 2Ø16 + 1Ø12

$M_r = 25.0889$ kNm

$\sigma_c = -15.7826$ N/mm² $\sigma_s = 360$ N/mm²

La verifica condotta per $M_{max+} = 3.91334e-08$ kNm determina le seguenti tensioni massime:

$\sigma_c = -2.46176e-08$ N/mm² $\sigma_s = 5.61525e-07$ N/mm²

4.1.2.3 Progettazione a S.L.U.

Verifiche secondo il DM 17/01/2018

Caratteristiche assunte a riferimento

Materiale	Momento M+		Momento M-	
	f_d comp. (N/mm ²)	f_d traz. (N/mm ²)	f_d comp. (N/mm ²)	f_d traz. (N/mm ²)
Cls C30/37	17	0	17	0
B450C	391.304	391.304	391.304	391.304

f_d acciaio per Taglio391.304 N/mm²

Altezza utile $d = 16$ cm, larghezza utile $b_w = 30$ cm

Sollecitazioni massime agenti nel piano di interesse rilevate sulle aste aventi come sezione associata la sezione in esame:

M_{max-} = Momento flettente massimo negativo agente nel piano 13... 43.2631 kNm

M_{max+} = Momento flettente massimo positivo agente nel piano 13 0.0450939 kNm

V_{max} = Taglio Massimo agente in direzione 3 55.1075 kN

Progetto-verifica per Momento Flettente Negativo

Le armature assegnate sono suddivise nelle seguenti posizioni di calcolo per le quali si rileva:

POS. -1 $\rightarrow$ 2Ø16

$M_r = 22.7234$ kNm

$x/d = 0.246334$

POS. -2 $\rightarrow$ 2Ø16 + 2Ø18

$$M_r = 46.56 \text{ kNm} \quad x/d = 0.366321$$

La verifica condotta per $M_{\max-} = 43.2631 \text{ kNm}$ determina il seguente coeff. di sfruttamento e x/d :

$$M_{\max-}/M_{r\max} = 0.929191 \quad x/d = 0.366321$$

Progetto-verifica per Momento Flettente Positivo

Le armature assegnate sono suddivise nelle seguenti posizioni di calcolo per le quali si rileva:

POS. 1 $\rightarrow 2\text{Ø}16 + 1\text{Ø}12$

$$M_r = 28.1281 \text{ kNm} \quad x/d = 0.271503$$

La verifica condotta per $M_{\max+} = 0.0450939 \text{ kNm}$ determina il seguente coeff. di sfruttamento e x/d :

$$M_{\max+}/M_{r\max} = 0.00160317 \quad x/d = 0.271503$$

Progetto-verifica per Taglio

In base alle caratteristiche della sezione si rileva:

ARMATURA TIPO 1

staffa a $n_{st} = 2$, Ø 8 a passo 12 cm

$$\rightarrow V_r = 118.015 \text{ kN}$$

ARMATURA TIPO 2

staffa a $n_{st} = 2$, Ø 8 a passo 4 cm

$$\rightarrow V_r = 178.736 \text{ kN}$$

Coeff.sfruttamento $V_{\max} / V_r = 0.308318 \leq 1$

4.1.3 PROGETTO ARMATURA N.1 DELLA SEZIONE “TRAVI 1”

La sezione in oggetto è presente nel modello per una lunghezza complessiva pari a 4132 cm

Il piano principale di interesse è il piano locale 1 – 3.

4.1.3.1 Progettazione a S.L.E. COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

Verifiche secondo il DM 17/01/2018

Caratteristiche assunte a riferimento

Tensioni ammissibili di compressione e trazione dei materiali utilizzati:

$\sigma_{\text{comp.}}$ = tensione ammissibile di compressione;

$\sigma_{\text{traz.}}$ = tensione ammissibile di trazione;

Materiale	Momento M+		Momento M-	
	$\sigma_{\text{comp.}}$ (N/mm ²)	$\sigma_{\text{traz.}}$ (N/mm ²)	$\sigma_{\text{comp.}}$ (N/mm ²)	$\sigma_{\text{traz.}}$ (N/mm ²)
Cls C30/37	13.5	0	13.5	0
B450C	-	-	-	-

Sollecitazioni massime agenti nel piano di interesse rilevate sulle aste aventi come sezione associata la sezione in esame:

$M_{\max-}$ = Momento flettente massimo negativo agente nel piano 13..... 10.794 kNm

$M_{\max+}$ = Momento flettente massimo positivo agente nel piano 13.... 2.63093 kNm

Progetto-verifica per Momento Flettente Negativo

Le armature assegnate sono suddivise nelle seguenti posizioni di calcolo per le quali si rileva:

POS. -1 → 2Ø16

$$M_r = 76.6905 \text{ kNm} \quad \sigma_c = -13.5 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_s = 582.752 \text{ N/mm}^2$$

La verifica condotta per $M_{\max-} = 10.794 \text{ kNm}$ determina le seguenti tensioni massime:

$$\sigma_c = -1.90009 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_s = 82.0208 \text{ N/mm}^2$$

Progetto-verifica per Momento Flettente Positivo

Le armature assegnate sono suddivise nelle seguenti posizioni di calcolo per le quali si rileva:

POS. 1 → 2Ø16

$$M_r = 76.6905 \text{ kNm} \quad \sigma_c = -13.5 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_s = 582.752 \text{ N/mm}^2$$

La verifica condotta per $M_{\max+} = 2.63093 \text{ kNm}$ determina le seguenti tensioni massime:

$$\sigma_c = -0.463129 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_s = 19.9918 \text{ N/mm}^2$$

4.1.3.2 Progettazione a S.L.E. COMBINAZIONE RARA

Verifiche secondo il DM 17/01/2018

Caratteristiche assunte a riferimento

Tensioni ammissibili di compressione e trazione dei materiali utilizzati:

$\sigma_{\text{comp.}}$ = tensione ammissibile di compressione;

$\sigma_{\text{traz.}}$ = tensione ammissibile di trazione;

Materiale	Momento M+		Momento M-	
	$\sigma_{\text{comp.}}$ (N/mm ²)	$\sigma_{\text{traz.}}$ (N/mm ²)	$\sigma_{\text{comp.}}$ (N/mm ²)	$\sigma_{\text{traz.}}$ (N/mm ²)
Cls C30/37	18	0	18	0
B450C	-	360	-	360

Sollecitazioni massime agenti nel piano di interesse rilevate sulle aste aventi come sezione associata la sezione in esame:

$M_{\max-}$ = Momento flettente massimo negativo agente nel piano 13... 14.6627 kNm

$M_{\max+}$ = Momento flettente massimo positivo agente nel piano 13.... 2.71336 kNm

Progetto-verifica per Momento Flettente Negativo

Le armature assegnate sono suddivise nelle seguenti posizioni di calcolo per le quali si rileva:

POS. -1 → 2Ø16

$$M_r = 47.3762 \text{ kNm} \quad \sigma_c = -8.33974 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_s = 360 \text{ N/mm}^2$$

La verifica condotta per $M_{\max-} = 14.6627 \text{ kNm}$ determina le seguenti tensioni massime:

$$\sigma_c = -2.58111 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_s = 111.418 \text{ N/mm}^2$$

Progetto-verifica per Momento Flettente Positivo

Le armature assegnate sono suddivise nelle seguenti posizioni di calcolo per le quali si rileva:

POS. 1 → 2Ø16

$$M_r = 47.3762 \text{ kNm}$$

$$\sigma_c = -8.33974 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_s = 360 \text{ N/mm}^2$$

La verifica condotta per $M_{\max+} = 2.71336 \text{ kNm}$ determina le seguenti tensioni massime:

$$\sigma_c = -0.477639 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_s = 20.6181 \text{ N/mm}^2$$

4.1.3.3 Progettazione a S.L.U.

Verifiche secondo il DM 17/01/2018

Caratteristiche assunte a riferimento

Materiale	Momento M+		Momento M-	
	$f_d \text{ comp.}$ (N/mm ²)	$f_d \text{ traz.}$ (N/mm ²)	$f_d \text{ comp.}$ (N/mm ²)	$f_d \text{ traz.}$ (N/mm ²)
Cls C30/37	17	0	17	0
B450C	391.304	391.304	391.304	391.304

f_d acciaio per Taglio 391.304 N/mm²

Altezza utile $d = 36 \text{ cm}$, larghezza utile $b_w = 30 \text{ cm}$

Sollecitazioni massime agenti nel piano di interesse rilevate sulle aste aventi come sezione associata la sezione in esame:

$M_{\max-} =$ Momento flettente massimo negativo agente nel piano 13... 62.8146 kNm

$M_{\max+} =$ Momento flettente massimo positivo agente nel piano 13 50.0664 kNm

$V_{\max} =$ Taglio Massimo agente in direzione 3 33.6821 kN

Progetto-verifica per Momento Flettente Negativo

Le armature assegnate sono suddivise nelle seguenti posizioni di calcolo per le quali si rileva:

POS. -1 $\rightarrow 2\text{Ø}16$

$$M_r = 54.1909 \text{ kNm}$$

$$x/d = 0.109194$$

POS. -2 $\rightarrow 2\text{Ø}16 + 1\text{Ø}16$

$$M_r = 79.4977 \text{ kNm}$$

$$x/d = 0.130575$$

La verifica condotta per $M_{\max-} = 62.8146 \text{ kNm}$ determina il seguente coeff. di sfruttamento e x/d :

$$M_{\max-}/M_{r\max} = 0.790144$$

$$x/d = 0.130575$$

Progetto-verifica per Momento Flettente Positivo

Le armature assegnate sono suddivise nelle seguenti posizioni di calcolo per le quali si rileva:

POS. 1 $\rightarrow 2\text{Ø}16$

$$M_r = 54.1909 \text{ kNm}$$

$$x/d = 0.109194$$

La verifica condotta per $M_{\max+} = 50.0664 \text{ kNm}$ determina il seguente coeff. di sfruttamento e x/d :

$$M_{\max+}/M_{r\max} = 0.92389$$

$$x/d = 0.109194$$

Progetto-verifica per Taglio

In base alle caratteristiche della sezione si rileva:

ARMATURA TIPO 1

staffa a $n_{st} = 2$, Ø 8 a passo 20 cm

$$\rightarrow V_r = 159.32 \text{ kN}$$

ARMATURA TIPO 2

staffa a $n_{st} = 2$, Ø 8 a passo 9 cm

$$\rightarrow V_r = 311.366 \text{ kN}$$

Coeff.sfruttamento $V_{max} / V_r = 0.108175 \leq 1$

4.1.4 PROGETTO ARMATURA N.1 DELLA SEZIONE "TRAVI 2"

La sezione in oggetto è presente nel modello per una lunghezza complessiva pari a 5502 cm

Il piano principale di interesse è il piano locale 1 – 3.

4.1.4.1 Progettazione a S.L.E. COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

Verifiche secondo il DM 17/01/2018

Caratteristiche assunte a riferimento

Tensioni ammissibili di compressione e trazione dei materiali utilizzati:

$\sigma_{comp.}$ = tensione ammissibile di compressione;

$\sigma_{traz.}$ = tensione ammissibile di trazione;

Materiale	Momento M+		Momento M-	
	$\sigma_{comp.}$ (N/mm ²)	$\sigma_{traz.}$ (N/mm ²)	$\sigma_{comp.}$ (N/mm ²)	$\sigma_{traz.}$ (N/mm ²)
Cls C30/37	13.5	0	13.5	0
B450C	-	-	-	-

Sollecitazioni massime agenti nel piano di interesse rilevate sulle aste aventi come sezione associata la sezione in esame:

M_{max-} = Momento flettente massimo negativo agente nel piano 13... 96.8071 kNm

M_{max+} = Momento flettente massimo positivo agente nel piano 13.... 129.506 kNm

Progetto-verifica per Momento Flettente Negativo

Le armature assegnate sono suddivise nelle seguenti posizioni di calcolo per le quali si rileva:

POS. -1 $\rightarrow 2\emptyset 16 + 1\emptyset 18$

$M_r = 144.647$ kNm

$\sigma_c = -13.5$ N/mm²

$\sigma_s = 526.93$ N/mm²

La verifica condotta per $M_{max-} = 96.8071$ kNm determina le seguenti tensioni massime:

$\sigma_c = -9.03507$ N/mm² $\sigma_s = 352.656$ N/mm²

Progetto-verifica per Momento Flettente Positivo

Le armature assegnate sono suddivise nelle seguenti posizioni di calcolo per le quali si rileva:

POS. 1 $\rightarrow 2\emptyset 20$

$M_r = 143.487$ kNm

$\sigma_c = -13.5$ N/mm²

$\sigma_s = 545.19$ N/mm²

La verifica condotta per $M_{max+} = 129.506$ kNm determina le seguenti tensioni massime:

$\sigma_c = -12.1846$ N/mm² $\sigma_s = 492.069$ N/mm²

4.1.4.2 Progettazione a S.L.E. COMBINAZIONE RARA

Verifiche secondo il DM 17/01/2018

Caratteristiche assunte a riferimento

Tensioni ammissibili di compressione e trazione dei materiali utilizzati:

$\sigma_{comp.}$ = tensione ammissibile di compressione;

$\sigma_{traz.}$ = tensione ammissibile di trazione;

Materiale	Momento M+		Momento M-	
	$\sigma_{comp.}$ (N/mm ²)	$\sigma_{traz.}$ (N/mm ²)	$\sigma_{comp.}$ (N/mm ²)	$\sigma_{traz.}$ (N/mm ²)
Cls C30/37	18	0	18	0
B450C	-	360	-	360

Sollecitazioni massime agenti nel piano di interesse rilevate sulle aste aventi come sezione associata la sezione in esame:

M_{max-} = Momento flettente massimo negativo agente nel piano 13... 135.429 kNm

M_{max+} = Momento flettente massimo positivo agente nel piano 13.... 180.142 kNm

Progetto-verifica per Momento Flettente Negativo

Le armature assegnate sono suddivise nelle seguenti posizioni di calcolo per le quali si rileva:

POS. -1 $\rightarrow$ 2Ø16 + 1Ø18

$M_r = 98.8232$ kNm

$\sigma_c = -9.22324$ N/mm² $\sigma_s = 360$ N/mm²

POS. -2 $\rightarrow$ 2Ø16 + 1Ø18 + 1Ø18

$M_r = 128.931$ kNm

$\sigma_c = -12.1439$ N/mm² $\sigma_s = 360$ N/mm²

POS. -3 $\rightarrow$ 2Ø16 + 1Ø18 + 1Ø18 + 1Ø18

$M_r = 171.498$ kNm

$\sigma_c = -13.2508$ N/mm² $\sigma_s = 360$ N/mm²

La verifica condotta per $M_{max-} = 135.429$ kNm determina le seguenti tensioni massime:

$\sigma_c = -10.4639$ N/mm² $\sigma_s = 284.285$ N/mm²

Progetto-verifica per Momento Flettente Positivo

Le armature assegnate sono suddivise nelle seguenti posizioni di calcolo per le quali si rileva:

POS. 1 $\rightarrow$ 2Ø20

$M_r = 94.7472$ kNm

$\sigma_c = -8.91433$ N/mm² $\sigma_s = 360$ N/mm²

POS. 2 $\rightarrow$ 2Ø20 + 3Ø22

$M_r = 255.247$ kNm

$\sigma_c = -17.331$ N/mm² $\sigma_s = 360$ N/mm²

La verifica condotta per $M_{max+} = 180.142$ kNm determina le seguenti tensioni massime:

$\sigma_c = -12.2315$ N/mm² $\sigma_s = 254.073$ N/mm²

4.1.4.3 Progettazione a S.L.U.

Verifiche secondo il DM 17/01/2018

Caratteristiche assunte a riferimento

Materiale	Momento M+		Momento M-	
	f_d comp. (N/mm ²)	f_d traz. (N/mm ²)	f_d comp. (N/mm ²)	f_d traz. (N/mm ²)
Cls C30/37	17	0	17	0
B450C	391.304	391.304	391.304	391.304

f_d acciaio per Taglio391.304 N/mm²

Altezza utile $d = 46$ cm, larghezza utile $b_w = 30$ cm

Sollecitazioni massime agenti nel piano di interesse rilevate sulle aste aventi come sezione associata la sezione in esame:

M_{max-} = Momento flettente massimo negativo agente nel piano 13... 189.575 kNm

M_{max+} = Momento flettente massimo positivo agente nel piano 13 251.908 kNm

V_{max} = Taglio Massimo agente in direzione 3 191.605 kN

Progetto-verifica per Momento Flettente Negativo

Le armature assegnate sono suddivise nelle seguenti posizioni di calcolo per le quali si rileva:

POS. -1 $\rightarrow$ 2Ø16 + 1Ø18

$M_r = 111.877$ kNm $x/d = 0.101704$

POS. -2 $\rightarrow$ 2Ø16 + 1Ø18 + 1Ø18

$M_r = 153.49$ kNm $x/d = 0.137793$

POS. -3 $\rightarrow$ 2Ø16 + 1Ø18 + 1Ø18 + 1Ø18

$M_r = 194.89$ kNm $x/d = 0.146254$

La verifica condotta per $M_{max-} = 189.575$ kNm determina il seguente coeff. di sfruttamento e x/d :

$M_{max-}/M_{rmax} = 0.972729$ $x/d = 0.146254$

Progetto-verifica per Momento Flettente Positivo

Le armature assegnate sono suddivise nelle seguenti posizioni di calcolo per le quali si rileva:

POS. 1 $\rightarrow$ 2Ø20

$M_r = 107.223$ kNm $x/d = 0.0993246$

POS. 2 $\rightarrow$ 2Ø20 + 3Ø22

$M_r = 289.011$ kNm $x/d = 0.229145$

La verifica condotta per $M_{max+} = 251.908$ kNm determina il seguente coeff. di sfruttamento e x/d :

$M_{max+}/M_{rmax} = 0.871619$ $x/d = 0.229145$

Progetto-verifica per Taglio

In base alle caratteristiche della sezione si rileva:

ARMATURA TIPO 1

staffa a $n_{st} = 2$, Ø 8 a passo 20 cm

$\rightarrow V_r = 203.575$ kN

ARMATURA TIPO 2

staffa a $n_{st} = 2$, Ø 8 a passo 11 cm

$\rightarrow V_r = 366.58$ kN

Coeff.sfruttamento $V_{max} / V_r = 0.522683 \leq 1$