

COMUNE di LODI



PROGETTO di FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICO

Riqualificazione e Recupero Ex Linificio Nazionale Piazzale Forni

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR)_MISSIONE 5_COMPONENTE
2 INVESTIMENTO / SUBINVESTIMENTO 2.1 "RIGENERAZIONE URBANA"
CUP E13D21001000001

GRUPPO PROGETTAZIONE

CS A Corrado Serafini **architetti**
Via Paolo Diacono 6, 20133 Milano
Arch. Corrado Serafini, Arch. Greta Magnani, Arch. Roberta Santambrogio

MATTEO VERCELLONI STUDIO DI ARCHITETTURA
VIA VOLTURNO 31 20124 MILANO
Arch. Matteo Vercelloni, Arch. Stefano De Feudis

CONSULENTI



S. P. S.S.r.l. Studio Progetti Strutturali - Ing. Andrea Sala
Via Melchiorre Gioia 64, 20125 Milano

Impianti Elettrici e Meccanici - P.I. Gianluca Terreni
via Circonvallazione 73, Trezzano S/N (MI)

Tecnico Acustico Dott. Gianluca Midali
via R. Sanzio 3 Almenno S.Salvatore (BG)

STR-REL-02

Data

12.2022

Relazione tecnica e di calcolo
strutture nuovi manufatti



INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
3. MATERIALI	8
3.1. ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA	8
3.2. CALCESTRUZZO.....	8
3.3. ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO	8
3.4. LEGNO LAMELLARE INCOLLATO.....	9
4. CARICHI E AZIONI DI PROGETTO.....	10
4.1. NUOVO CORPO DI ACCESSO ESTERNO	11
4.1.1. PESI PROPRI STRUTTURALI (G1).....	11
4.1.2. SOVRACCARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2)	11
4.1.3. SOVRACCARICHI VARIABILI (Q)	11
4.1.4. AZIONE DEL VENTO.....	12
4.2. NUOVO SOPPALCO IN LEGNO.....	14
4.2.1. PESI PROPRI STRUTTURALI (G1).....	14
4.2.2. SOVRACCARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2)	14
4.2.3. SOVRACCARICHI VARIABILI (Q)	14
4.3. NUOVA STRUTTURA PER SALA MOSTRE E AUDITORIUM	15
4.3.1. PESI PROPRI STRUTTURALI (G1).....	15
4.3.2. SOVRACCARICHI VARIABILI (Q)	15
4.4. STRUTTURA DI SOSTEGNO VETRATA GIARDINO	16
4.4.1. PESI PROPRI STRUTTURALI (G1).....	16
4.4.2. SOVRACCARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2)	16
4.5. VARIAZIONI DI TEMPERATURA.....	17
4.6. AZIONE DELLA NEVE	17
4.7. AZIONE SISMICA.....	18
5. COMBINAZIONI DI CARICO.....	26
5.1. STATO LIMITE ULTIMO CON AZIONI STATICHE	26
5.2. STATI LIMITE DI ESERCIZIO	27



6. MODELLAZIONE AGLI ELEMENTI FINITI E VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	28
6.1. NUOVO CORPO DI ACCESSO ESTERNO	29
6.1.1. COMBINAZIONI DI CARICO.....	30
6.1.2. ANALISI MODALE E TIPOLOGIA STRUTTURALE.....	49
6.1.3. RIGIDEZZA STRUTTURALE	52
6.1.4. SPOSTAMENTI.....	55
6.1.5. SOLLECITAZIONI	56
6.1.6. VERIFICHE	59
6.1.7. FONDAZIONE.....	62
6.2. NUOVO SOPPALCO IN LEGNO.....	71
6.2.1. ANALISI MODALE E TIPOLOGIA STRUTTURALE.....	72
6.2.2. COMBINAZIONI DI CARICO.....	74
6.2.3. RIGIDEZZA STRUTTURALE	79
6.2.4. SPOSTAMENTI.....	80
6.2.5. SOLLECITAZIONI	81
6.2.6. VERIFICHE	84
6.2.7. VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ.....	98
6.2.8. FONDAZIONE.....	102
6.3. NUOVA STRUTTURA PER SALA MOSTRE E AUDITORIUM	107
6.3.1. COMBINAZIONI DI CARICO.....	108
6.3.2. ANALISI MODALE E TIPOLOGIA STRUTTURALE.....	117
6.3.3. RIGIDEZZA STRUTTURALE	120
6.3.4. SPOSTAMENTI.....	122
6.3.5. SOLLECITAZIONI	123
6.3.6. VERIFICHE	126
6.4. STRUTTURA DI SOSTEGNO VETRATA GIARDINO	129
6.4.1. COMBINAZIONI DI CARICO.....	130
6.4.2. VERIFICHE DI RESISTENZA	131
6.4.1. VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ.....	136
6.4.2. RIGIDEZZA STRUTTURALE	138

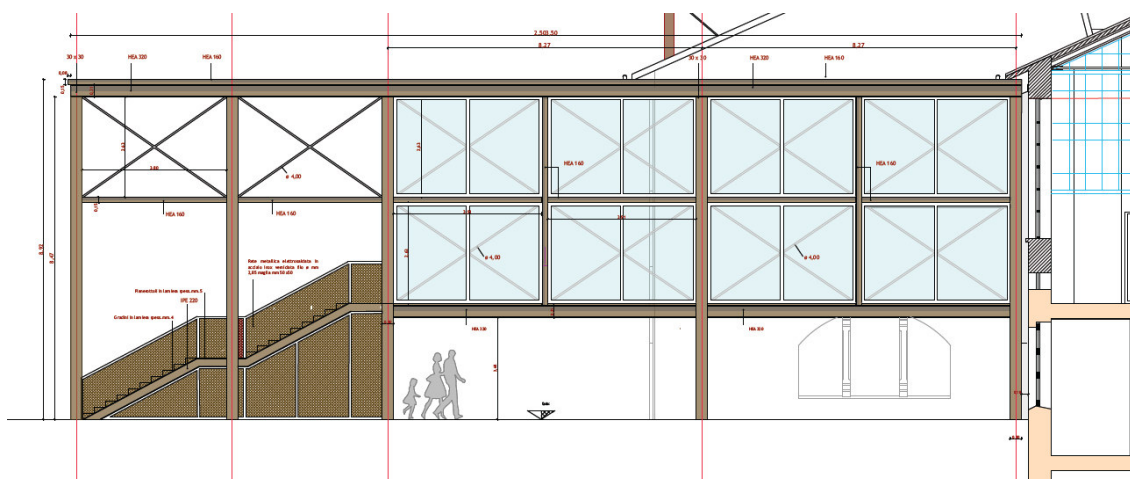
1. PREMESSA

La presente relazione ha come oggetto il predimensionamento delle principali nuove opere strutturali da realizzare nell'ambito della riqualificazione e recupero di una parte dell'Ex Linificio nazionale di Lodi.

Le strutture analizzate nei successivi capitoli sono:

1. Nuovo corpo di accesso esterno

Si riporta di seguito una figura con un prospetto della struttura in oggetto.



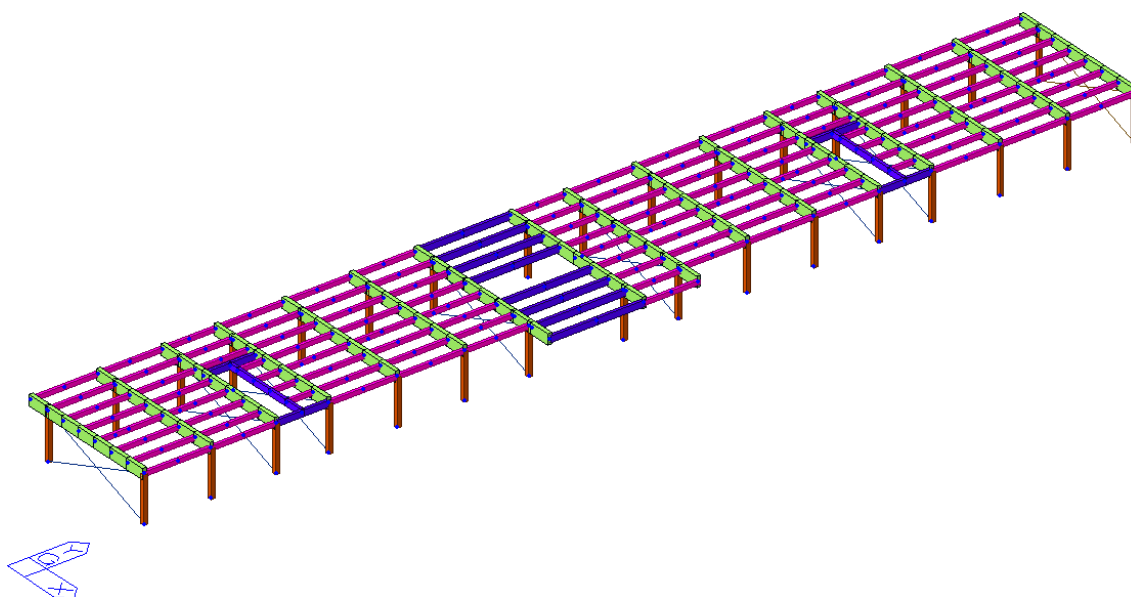
La struttura sarà totalmente indipendente dall'edificio esistente. Presenta una parte aperta ove è disposta la scala di accesso e una chiusa mediante vetrate, al di sotto della quale è consentito il transito veicolare. La struttura è realizzata in carpenteria metallica con schema a telaio multiplo (travi-pilastri) in senso trasversale e pendolare con controventi in senso longitudinale.

Gli impalcati sono costituiti da solette miste acciaio-calcestruzzo.

Le fondazioni saranno costituite da un graticcio di travi.

2. Nuovo soppalco in legno

Si riporta di seguito una figura dello schema strutturale del manufatto in oggetto.



La struttura, costituita da un solo impalcato, sorgerà all'interno dell'edificio esistente dove è presente un terrapieno, restando pertanto indipendente dal primo.

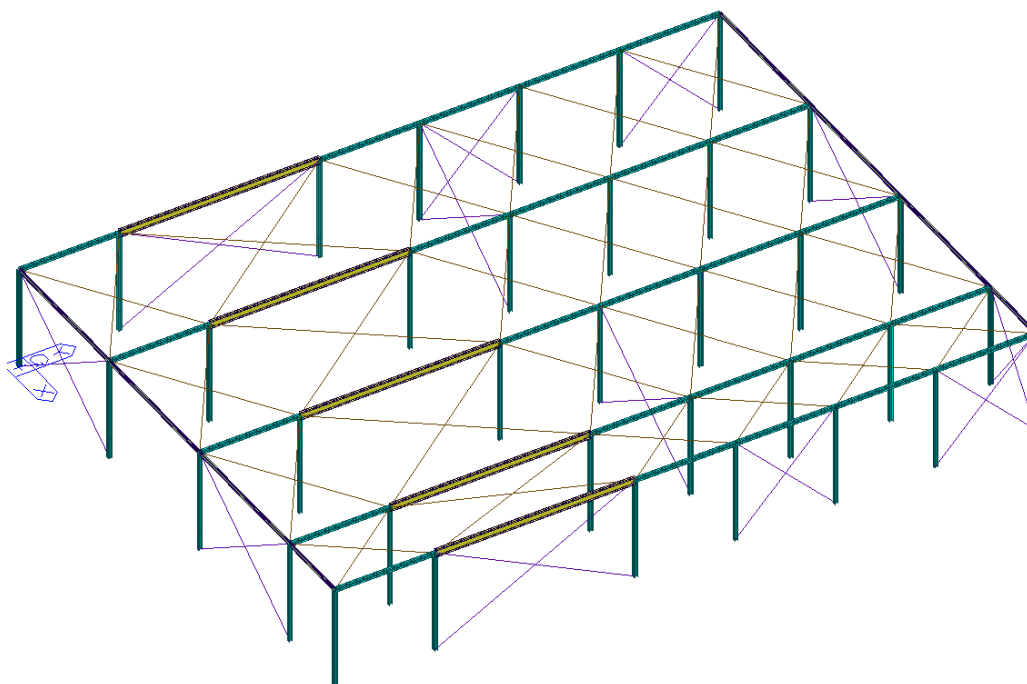
Il soppalco sarà costituito da colonne, travi principali e secondarie e un impalcato in legno lamellare GI28h.

Nella direzione trasversale, le azioni orizzontali da sisma sono affidate a controventi metallici mentre in senso longitudinale saranno assorbite dalle colonne che lavorano a mensola.

Il sistema fondale sarà realizzato mediante plinti su micropali.

3. Nuova struttura per sala mostre e auditorium

Si riporta di seguito una figura dello schema strutturale del manufatto in oggetto.



La struttura costituita da un solo impalcato, quello di copertura, sorgerà all'interno della struttura attuale.

Sarà costituita da travi secondarie, principali e pilastri in acciaio.

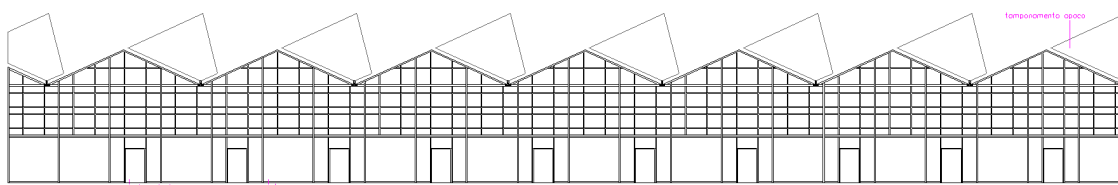
La maglia è concepita in modo da avere i nuovi pilastri in corrispondenza di quelli esistenti al di sotto dell'impalcato.

La copertura sarà accessibile per sola manutenzione, pertanto si prevede di realizzarla con cartongesso calpestabile.

Lo schema della struttura è pendolare nelle due direzioni con le azioni orizzontali affidate ad appositi controventi.

4. Struttura di sostegno vetrata giardino

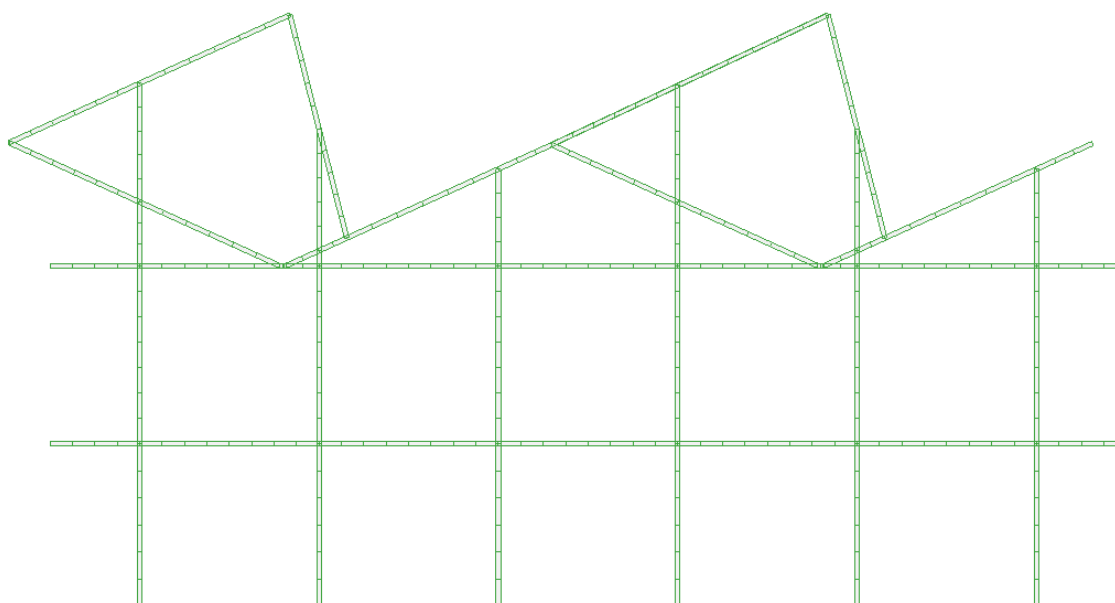
Si riporta di seguito il prospetto principale della vetrata.



La struttura è costituita da profilati quadrati cavi in carpenteria metallica 80x80x5 mm. I montanti sono stati posti ad interasse 3.20 m in modo da scaricare direttamente sui pilastri in calcestruzzo del piano interrato.

La struttura è inoltre fissata alle briglie della trave reticolare esistente di copertura al fine di controventarla nei confronti delle azioni fuori piano.

Vista la modularità della struttura ne è stata studiata una porzione tipologica di cui si riporta di seguito lo schema.





2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il progetto e la verifica degli elementi strutturali in oggetto sono stati svolti applicando il metodo degli Stati Limite in accordo alle seguenti normative:

- Legge n° 1086 del 05.11.1971: “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- Legge n° 64 del 02.02.1974: “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- D.P.R. n° 380 del 06.06.2001: “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia” e s. m. i.
- D.M. 17.01.2018: Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” (NTC18);
- Circolare n°7 del 21.01.2019 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti: Istruzioni per l'applicazione dell' “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17.01.2018 (Circolare esplicativa NTC2018);
- D.M. 31.07.2012: “Approvazione delle appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici”;
- UNI EN 1993-1-1 “Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1995-2 “Eurocodice 5 – Progettazione delle strutture in legno – Parte 1-1: Regole comuni e regole per gli edifici.



3. MATERIALI

Per gli elementi strutturali di nuova realizzazione è prescritto l'uso dei seguenti materiali.

3.1. ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

Tipo:	S275JR
Resistenza caratteristica a rottura:	$f_{tk} = 430 \text{ MPa}$
Resistenza caratteristica a snervamento:	$f_{yk} = 275 \text{ MPa}$

3.2. CALCESTRUZZO

Classe di resistenza:	C28/35
Resistenza caratteristica cubica:	$R_{ck} = 35.0 \text{ MPa}$
Resistenza caratteristica cilindrica:	$f_{ck} = 29.05 \text{ MPa}$
Resistenza di progetto cilindrica:	$f_{cd} = 16.46 \text{ MPa}$

3.3. ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO

Tipo:	B450C
Tensione caratteristica di snervamento:	$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$
Tensione caratteristica di rottura:	$f_{tk} = 540 \text{ MPa}$



3.4. LEGNO LAMELLARE INCOLLATO

Tipo:	GL28h
Resistenza a flessione:	$f_{m,g,k} = 28.0 \text{ MPa}$
Resistenza a trazione parallela alle fibre:	$f_{t,0,g,k} = 22.30 \text{ MPa}$
Resistenza a trazione perpendicolare alle fibre:	$f_{t,90,g,k} = 0.50 \text{ MPa}$
Resistenza a compressione parallela alle fibre:	$f_{c,0,g,k} = 28.00 \text{ MPa}$
Resistenza a compressione perpendicolare alle fibre:	$f_{c,90,g,k} = 2.50 \text{ MPa}$
Resistenza a taglio:	$f_{v,g,k} = 3.50 \text{ MPa}$
Modulo elastico medio parallelo alle fibre:	$E_{0,g,mean} = 12600 \text{ MPa}$
Modulo elastico medio perpendicolare alle fibre:	$E_{90,g,mean} = 300 \text{ MPa}$
Massa volumica media:	$\rho_{g,mean} = 460 \text{ kg/m}^3$



4. CARICHI E AZIONI DI PROGETTO

Si riportano nei seguenti paragrafi le indicazioni generali riguardanti i carichi e le azioni assunti per il progetto distinti per i diversi manufatti.

Il peso specifico dei materiali costituenti le strutture in oggetto è pari a:

- | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| - Calcestruzzo armato | $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$ |
| - Acciaio per carpenteria metallica | $\gamma_s = 78.6 \text{ kN/m}^3$ |
| - Legno lamellare incollato | $\gamma = 4.6 \text{ kN/m}^3$ |



4.1. NUOVO CORPO DI ACCESSO ESTERNO

4.1.1. PESI PROPRI STRUTTURALI (G1)

Piano P1

- Soletta con lamiera grecata sp. 12 cm: 2.50 kN/m²

Piano copertura

- Soletta con lamiera grecata sp. 12 cm: 2.50 kN/m²

4.1.2. SOVRACCARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2)

Piano P1

- Sovraccarichi permanenti: 0.60 kN/m²
- Sovraccarico vetrata: 1.00 kN/m²

Piano copertura

- Sovraccarichi permanenti: 0.10 kN/m²
- Massetto pendenze sp 7 cm: 1.40 kN/m²

4.1.3. SOVRACCARICHI VARIABILI (Q)

Piano P1

- Sovraccarico variabile (Cat. C): 5.00 kN/m²

Piano copertura

- Sovraccarico variabile (Cat. H): 0.5 kN/m²
- Sovraccarico da neve: 1.20 kN/m²

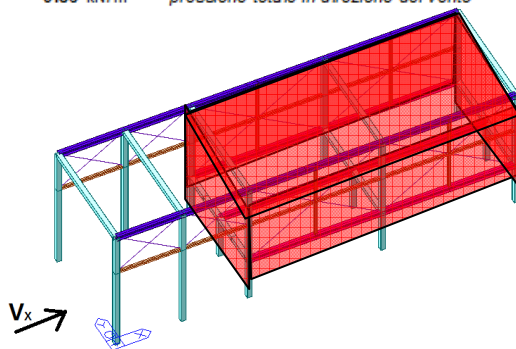
4.1.4. AZIONE DEL VENTO

Le pressioni del vento sono calcolate in accordo con la normativa vigente:
Si riporta di seguito il calcolo delle pressioni del vento agenti sulla struttura
rispettivamente per le due direzioni perpendicolari.

Vento in direzione X

CALCOLO AZIONE DEL VENTO:

zona =	1	zona in cui sorge la costruzione
$v_{b,0}$ =	25.0 m/s	velocità di base di riferimento a livello del mare
a_0 =	1000.0 m	parametro tabellato
k_s =	0.40	parametro tabellato
a_s =	87 m s.l.m.	altitudine sul livello del mare
c_s =	1.00	coefficiente di altitudine
v_b =	25.0 m/s	velocità di base di riferimento
T_R =	50 anni	periodo di ritorno
c_r =	1.00	coefficiente di ritorno
v_r =	25.0 m/s	velocità di riferimento del vento
q_r =	391 N/m ²	pressione cinetica di riferimento del vento
rugosità =	B	classe di rugosità del terreno
posizione =	terra, >30 km	posizione del sito rispetto alla costa marina
categoria =	IV	categoria di esposizione del sito
k_r =	0.22	parametro tabellato
z_0 =	0.30 m	parametro tabellato
z_{min} =	8.00 m	parametro tabellato
c_t =	1.00	coefficiente di topografia
h =	8.7 m	altezza della struttura
c_e =	1.69	coefficiente di esposizione
d =	7.0 m	dimensione struttura nella direzione del flusso incidente
$c_{pe,sop}$ =	0.80	coefficiente di pressione esterna sopravento
$c_{pe,sot}$ =	0.51	coefficiente di pressione esterna sottovento
c_{pi} =	0.20	coefficiente di pressione interna
$c_{p,sop}$ =	1.00	coefficiente di pressione sopravento
$c_{p,sot}$ =	0.31	coefficiente di pressione sottovento
c_d =	1.00	coefficiente dinamico
p_{sop} =	0.66 kN/m ²	pressione sopravento sulla costruzione
p_{sot} =	0.21 kN/m ²	pressione sottovento sulla costruzione
p =	0.86 kN/m ²	pressione totale in direzione del vento

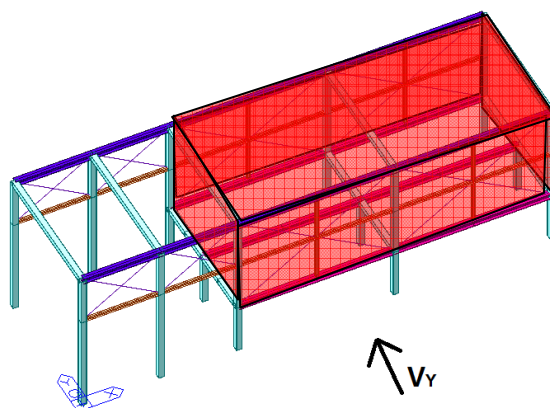


In rosso sono evidenziate le zone chiuse e quindi soggette alla pressione del vento; le restanti zone sono aperte.

Vento in direzione Y

CALCOLO AZIONE DEL VENTO:

zona =	1	zona in cui sorge la costruzione
$v_{b,0}$ =	25.0 m/s	velocità di base di riferimento a livello del mare
a_0 =	1000.0 m	parametro tabellato
k_s =	0.40	parametro tabellato
a_s =	87 m s.l.m.	altitudine sul livello del mare
c_s =	1.00	coefficiente di altitudine
v_0 =	25.0 m/s	velocità di base di riferimento
T_R =	50 anni	periodo di ritorno
c_T =	1.00	coefficiente di ritorno
v_T =	25.0 m/s	velocità di riferimento del vento
q_T =	391 N/m²	pressione cinetica di riferimento del vento
rugosità =	B	classe di rugosità del terreno
posizione =	terra, >30 km	posizione del sito rispetto alla costa marina
categoria =	IV	categoria di esposizione del sito
k_T =	0.22	parametro tabellato
z_0 =	0.30 m	parametro tabellato
z_{min} =	8.00 m	parametro tabellato
c_t =	1.00	coefficiente di topografia
h =	8.7 m	altezza della struttura
c_e =	1.69	coefficiente di esposizione
d =	17.8 m	dimensione struttura nella direzione del flusso incidente
$c_{pe,sop}$ =	0.75	coefficiente di pressione esterna sopravento
$c_{pe,sot}$ =	0.40	coefficiente di pressione esterna sottovento
c_{pi} =	0.20	coefficiente di pressione interna
$c_{p,sop}$ =	0.95	coefficiente di pressione sopravento
$c_{p,sot}$ =	0.20	coefficiente di pressione sottovento
c_d =	1.00	coefficiente dinamico
p_{sop} =	0.63 kN/m²	pressione sopravento sulla costruzione
p_{sot} =	0.13 kN/m²	pressione sottovento sulla costruzione
p =	0.76 kN/m²	pressione totale in direzione del vento



In rosso sono evidenziate le zone chiuse e quindi soggette alla pressione del vento; le restanti zone sono aperte.



4.2. NUOVO SOPPALCO IN LEGNO

4.2.1. PESI PROPRI STRUTTURALI (G1)

Il peso proprio degli elementi strutturali, definite le caratteristiche, è automaticamente calcolato dal software di calcolo.

4.2.2. SOVRACCARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2)

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| - sottofondo e pavimento | 1.00 kN/m ² |
| - tramezzi in cartongesso | 0.80 kN/m ² |

4.2.3. SOVRACCARICHI VARIABILI (Q)

- | | |
|-------------------------------------|------------------------|
| - Sovraccarico variabile (Cat. C1): | 3.00 kN/m ² |
|-------------------------------------|------------------------|



4.3. NUOVA STRUTTURA PER SALA MOSTRE E AUDITORIUM

4.3.1. PESI PROPRI STRUTTURALI (G1)

Il peso proprio degli elementi strutturali, definite le caratteristiche, è automaticamente calcolato dal software di calcolo.

- copertura leggera 0.50 kN/m^2

4.3.2. SOVRACCARICHI VARIABILI (Q)

- Sovraccarico variabile copertura (Cat. H): 0.50 kN/m^2
- Spinta orizzontale sulle pareti applicate a 1.20 m dal piano di calpestio (Cat. C3) 3.00 kN/m



4.4. STRUTTURA DI SOSTEGNO VETRATA GIARDINO

4.4.1. PESI PROPRI STRUTTURALI (G1)

Il peso proprio degli elementi strutturali, definite le caratteristiche, è automaticamente calcolato dal software di calcolo.

4.4.2. SOVRACCARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2)

- | | |
|--|------------------------|
| - vetrata | 0.60 kN/m ² |
| - Spinta orizzontale sulle pareti applicate a 1.20 m
dal piano di calpestio (Cat. C3) | 3.00 kN/m |



4.5. VARIAZIONI DI TEMPERATURA

- ΔT per strutture in acciaio esposte (Tab. 3.5. Il NTC 18): $\pm 25^\circ \text{C}$

4.6. AZIONE DELLA NEVE

Per il Comune di Lodi si hanno i seguenti parametri:

- *Altitudine del sito $a_s = 80 \text{ m s.l.m.}$*
- *Carico neve al suolo: $q_{sk} = 1.50 \text{ kN/m}^2$ (Zona I-Mediterranea, $a_s < 200 \text{ m s.l.m.}$)*
- Coefficiente di forma: $\mu_1 = 0,8$ (inclinazione falde $0 \leq \alpha \leq 30^\circ$).
- Coefficiente termico: $C_E = 1,0$.
- Coefficiente di esposizione: $C_t = 1$ (topografia normale).

In accordo al DM 17.01.2018, con tali parametri il carico da neve sulle strutture è pari a:

$$q_s = \mu_1 \times q_{sk} \times C_E \times C_t = 1.20 \text{ kN/m}^2$$



4.7. AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata definita in funzione dei parametri di seguito specificati secondo quanto prescritto dalle NTC18 al par. 3.2):

- regione:	Lombardia
- provincia:	Lodi
- comune:	Lodi
- longitudine:	9.50151
- latitudine:	45.30959
- vita nominale, V_n :	50 anni
- classe d'uso:	III
- coefficiente d'uso, C_U :	1.5
- periodo di riferimento, $V_R = C_U V_n$:	75 anni
- categoria del sottosuolo:	C
- categoria topografica:	T1
- fattore di comportamento, q_{ND} :	1.0

Con i parametri appena elencati, allo SLV, si ottiene un'accelerazione sismica di “aggancio” dello spettro $a_{g,max} = a_g S = 0.119 g$.

Si riportano di seguito le schermate del software “Spettri NTC ver.1.0.3” (rilasciato dal C.S.LL.PP.) impiegato per il calcolo degli spettri di progetto e i relativi grafici.

Tutte le analisi sismiche sono state eseguite con spettro elastico ($q=1$).

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

superficie rigata

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".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Individuazione geografica del sito

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
	SLV - $P_{VR} = 10\%$	712
Stati limite ultimi - SLU	SLC - $P_{VR} = 5\%$	1462

Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametrizzazione

LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

Strategia di progettazione

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Determinazione del periodo di riferimento

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** info $S_B = 1.500$ $C_C = 1.574$ info

Categoria topografica **T1** 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 (%) **5** $\eta = 1.000$ info

☐ Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_o **1** Regol. in altezza **si** info

Compon. verticale

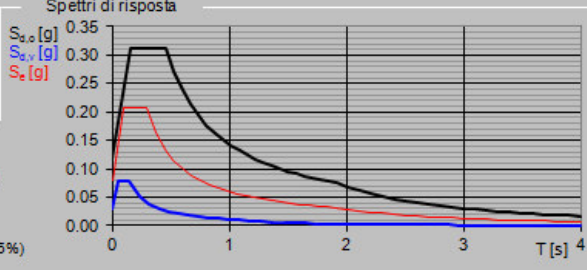
Spettro di progetto Fattore q **1** $\eta = 1.000$ info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta info

Parametri e punti spettri di risposta info

Spettri di risposta



$S_{a,h}$ [g]
 $S_{a,v}$ [g]
 S_e [g]

— Spettro di progetto - componente orizzontale
 — Spettro di progetto - componente verticale
 — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO **FASE 1** **FASE 2** **FASE 3**

Determinazione dell'azione sismica di progetto

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

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.080 g
F_o	2.598
T_c	0.293 s
S_s	1.500
C_c	1.574
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.154 s
T_C	0.462 s
T_D	1.919 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = \sqrt{10/(S+\xi)} \geq 0.55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

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

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

$$T_D = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

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

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

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

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

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

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]	S_e [g]
	0.000	0.120
T_B	0.154	0.311
T_C	0.462	0.311
	0.531	0.270
	0.601	0.239
	0.670	0.214
	0.739	0.194
	0.809	0.177
	0.878	0.163
	0.947	0.151
	1.017	0.141
	1.086	0.132
	1.156	0.124
	1.225	0.117
	1.294	0.111
	1.364	0.105
	1.433	0.100
	1.503	0.095
	1.572	0.091
	1.641	0.087
	1.711	0.084
	1.780	0.081
	1.850	0.078
T_D	1.919	0.075
	2.018	0.068
	2.117	0.061
	2.216	0.056
	2.315	0.051
	2.414	0.047
	2.514	0.044
	2.613	0.040
	2.712	0.037
	2.811	0.035
	2.910	0.033
	3.009	0.030
	3.108	0.029
	3.207	0.027
	3.306	0.025
	3.405	0.024
	3.505	0.022
	3.604	0.021
	3.703	0.020
	3.802	0.019
	3.901	0.018
	4.000	0.017

Spettro di progetto in forma tabellare e riepilogo dei parametri di calcolo

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

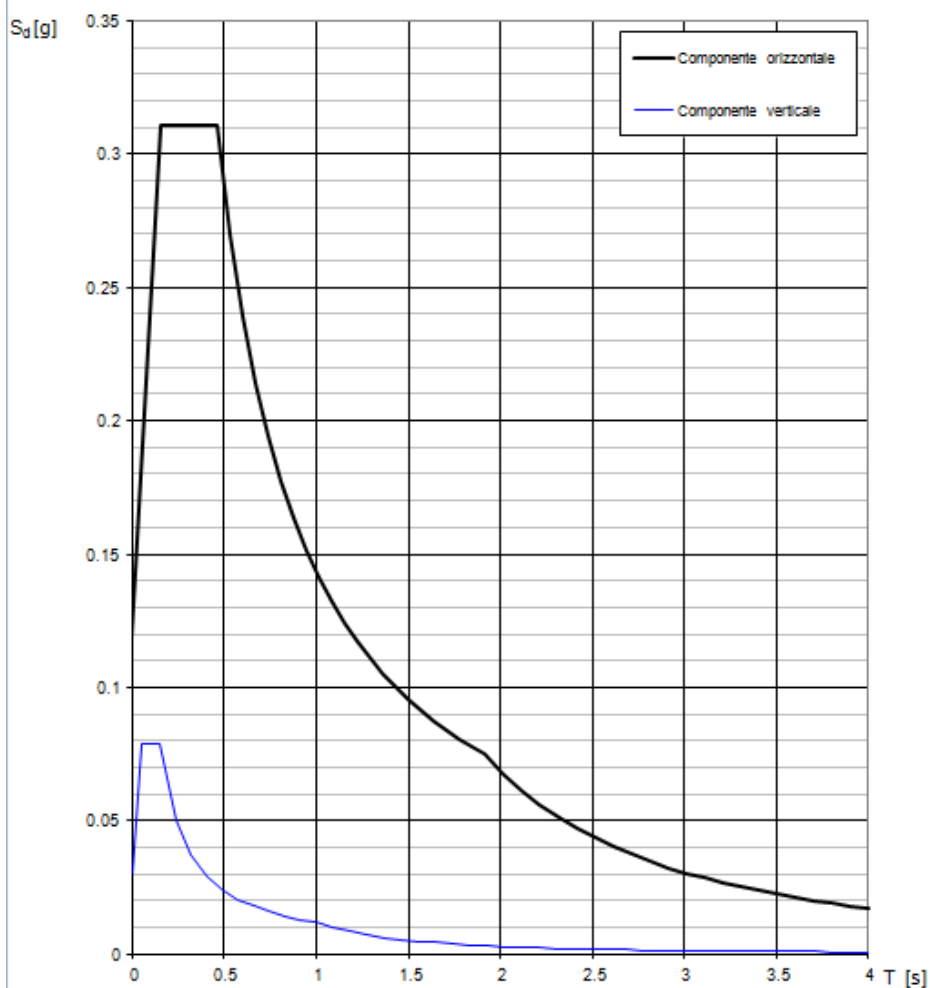
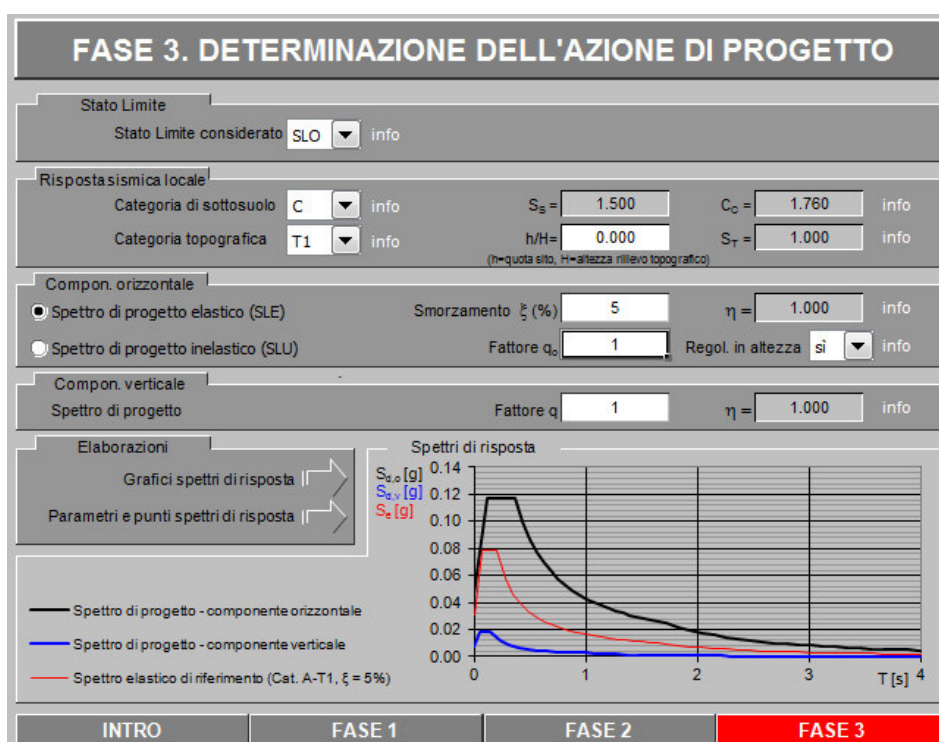


Grafico dello spettro orizzontale allo SLV



La verifica di rigidezza, trattandosi di struttura in classe d'uso III, deve essere fatta utilizzando lo spettro elastico SLO.

Si riportano di seguito le schermate del software “Spettri NTC ver.1.0.3” (rilasciato dal C.S.LL.PP.) impiegato per il calcolo degli spettri di progetto e i relativi grafici.



Determinazione dell'azione sismica di progetto

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLO

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_g	0.031 g
F_o	2.542
T_c^*	0.209 s
S_B	1.500
C_C	1.760
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.123 s
T_C	0.368 s
T_D	1.723 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = \sqrt{10/(S+5)} \geq 0.55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

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

$$T_C = C_C \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

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

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

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

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

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

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]	S_e [g]
	0.000	0.046
$T_B \leftarrow$	0.123	0.118
$T_C \leftarrow$	0.368	0.118
	0.433	0.100
	0.497	0.087
	0.562	0.077
	0.626	0.069
	0.691	0.063
	0.755	0.057
	0.820	0.053
	0.884	0.049
	0.949	0.046
	1.013	0.043
	1.078	0.040
	1.143	0.038
	1.207	0.036
	1.272	0.034
	1.336	0.032
	1.401	0.031
	1.465	0.030
	1.530	0.028
	1.594	0.027
	1.659	0.026
$T_D \leftarrow$	1.723	0.025
	1.832	0.022
	1.940	0.020
	2.049	0.018
	2.157	0.016
	2.265	0.015
	2.374	0.013
	2.482	0.012
	2.591	0.011
	2.699	0.010
	2.807	0.009
	2.916	0.009
	3.024	0.008
	3.133	0.008
	3.241	0.007
	3.350	0.007
	3.458	0.006
	3.566	0.006
	3.675	0.006
	3.783	0.005
	3.892	0.005
	4.000	0.005

Spettro di progetto in forma tabellare e riepilogo dei parametri di calcolo

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato li SLO

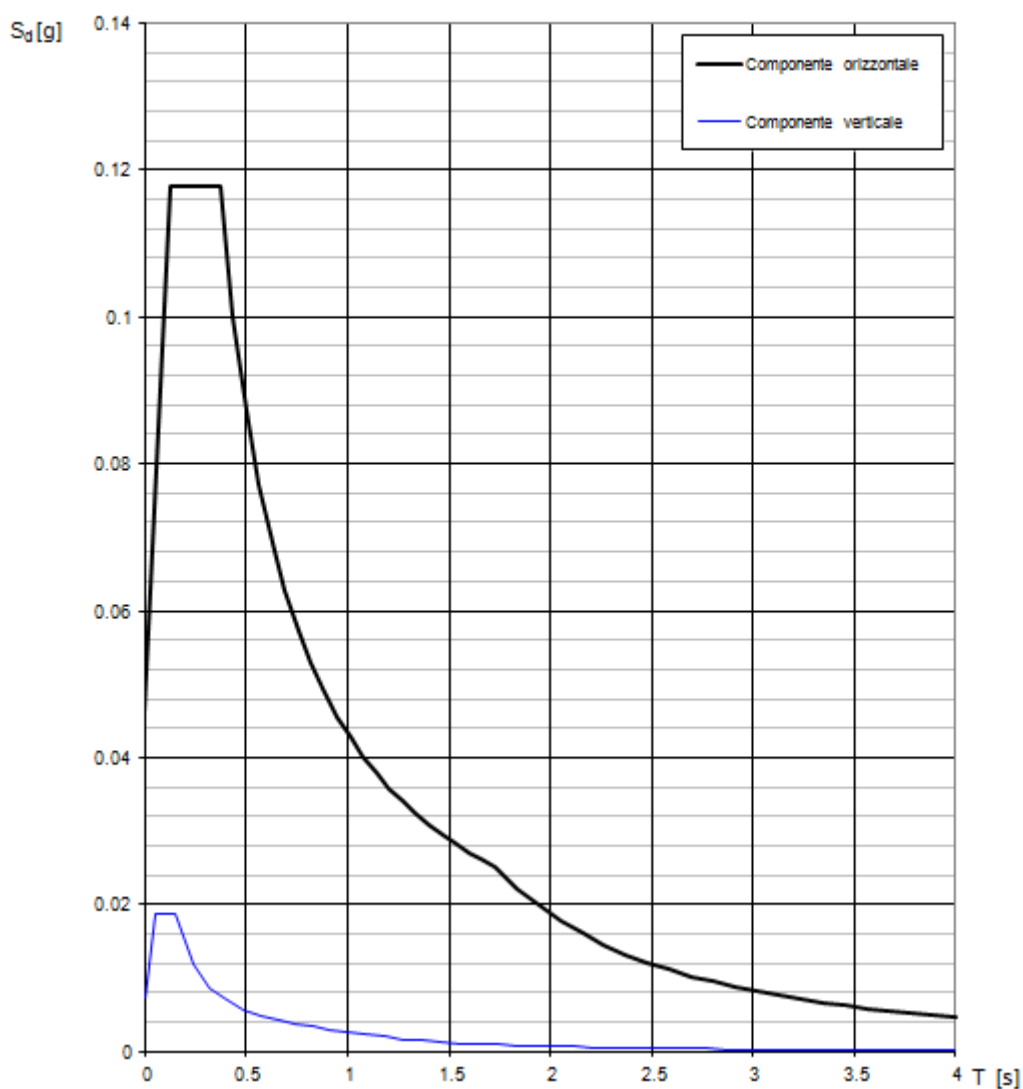


Grafico dello spettro orizzontale allo SLO

5. COMBINAZIONI DI CARICO

5.1. STATO LIMITE ULTIMO CON AZIONI STATICHE

La combinazione di carico considerata per le verifiche statiche allo SLU è la combinazione statica fondamentale di seguito riporta

$$F_d = \gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} \psi_{02} Q_{k2} + \dots,$$

dove:

- G_1 è il peso proprio degli elementi strutturali e del terreno, e $\gamma_{G1} = 1.3$ ($\gamma_{G1} = 1.0$ se il contributo è a favore di sicurezza);
- G_2 è il carico permanente dovuto al peso degli elementi non strutturali e $\gamma_{G2} = 1.3$ ($\gamma_{G2} = 0.8$ se il contributo è a favore di sicurezza, mentre $\gamma_{G2} = 1.5$ se G_2 non è compiutamente definito);
- Q_{ki} sono i carichi e le azioni variabili, e $\gamma_{Qi} = 1.5$ ($\gamma_Q = 0.0$ se il contributo è a favore di sicurezza);
- ψ_{0i} sono i coefficienti di combinazione dei carichi variabili; tali coefficienti tengono conto della non concomitanza che intercorre tra i carichi e le azioni variabili e vengono assunti dalla tab. 2.5.I riportata nelle NTC18 e di seguito richiamata.

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{11}	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



5.2. STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Combinazione caratteristica

$$F_d = G_1 + G_2 + Q_{k,1} + \sum \psi_{0i} \times Q_{k,i}$$

Per le azioni variabili si usano i seguenti coefficienti ψ_{0i} :

$$\psi_0 = 0.7 \quad (\text{Cat. C});$$

$$\psi_0 = 0.6 \quad \text{per il vento};$$

$$\psi_0 = 0.6 \quad \text{per le variazioni termiche};$$

$$\psi_0 = 0.5 \quad \text{per il carico da neve.}$$

Combinazione frequente

$$F_d = G_1 + G_2 + \psi_{11} \times Q_{k,1} + \sum \psi_{2i} \times Q_{k,i}$$

Per le azioni variabili si usano i seguenti coefficienti ψ_{1i} e ψ_{2i} :

$$\psi_1 = 0.7, \psi_2 = 0.6 \quad (\text{Cat. C});$$

$$\psi_1 = 0.2, \psi_2 = 0.0 \quad \text{per il vento};$$

$$\psi_1 = 0.5, \psi_2 = 0.0 \quad \text{per le variazioni termiche};$$

$$\psi_1 = 0.2, \psi_2 = 0.0 \quad \text{per il carico da neve.}$$

Combinazione quasi permanente

$$F_d = G_1 + G_2 + \sum \psi_{2i} \times Q_{k,i}$$

Per le azioni variabili si usano i seguenti coefficienti ψ_{2i} sopra riportati.



6. MODELLAZIONE AGLI ELEMENTI FINITI E VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

Si riportano di seguito, distintamente per i diversi manufatti, la modellazione della struttura, i risultati delle analisi e le verifiche degli elementi.

Al fine di simulare il comportamento globale delle singole strutture, è stato creato un modello tridimensionale agli Elementi Finiti (FEM), mediante il software Midas Gen 2020 v2.1, distribuito da Harpaceas e aggiornato alle NTC18.

I carichi verticali che concorrono a determinare la massa sismica agente nel piano orizzontale x-y sono stati applicati come carichi distribuiti (floor loads) a livello dei vari impalcati.

L'analisi sismica è stata condotta mediante analisi modale con spettro di risposta applicando l'azione sismica in due direzioni ortogonali.

Si è inoltre combinata l'azione sismica agente in una direzione con il 30% dell'azione sismica agente in direzione perpendicolare.

Nel rispetto della normativa vigente si è considerata un'eccentricità accidentale aggiuntiva spostando il baricentro delle masse, in ogni direzione, di una distanza pari al 5% della dimensione massima del piano.

Sono stati considerati tutti i modi di vibrare con massa partecipante significativa cioè quelli con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi tale per cui la massa partecipante totale superi l'85% della massa totale.

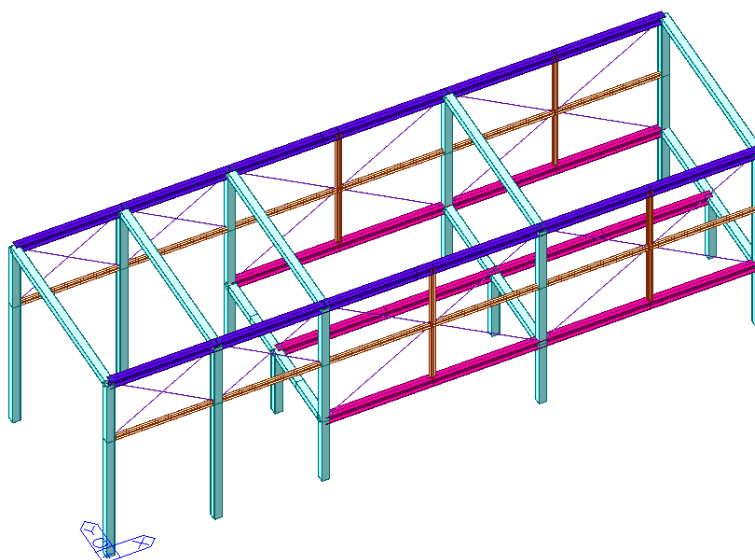
Per la combinazione degli effetti relativi ai singoli modi è stata utilizzata la combinazione quadratica completa (CQC).

6.1. NUOVO CORPO DI ACCESSO ESTERNO

La modellazione ha fatto ricorso all'utilizzo di:

- EF a 2 nodi di tipo "beam" per i pilastri e le travi;
- EF a 2 nodi di tipo "truss" per i controventi;
- I pilastri sono vincolati alla base mediante incastri nella direzione trasversale e mediante cerniere nella direzione longitudinale; pertanto in quest'ultima direzione la resistenza alle azioni orizzontali da vento e sisma è affidata ai controventi.

Di seguito è riportata un'immagine rappresentativa del modello 3D della struttura implementato in Midas Gen.



Facendo riferimento alla struttura soprastante si riporta un riepilogo dei profili metallici:

- | | |
|------------------------|---------------------|
| - Elementi in azzurro: | Tubolari 300x300x10 |
| - Elementi in blu: | HEA 320 |
| - Elementi in fucsia: | HEB 320 |
| - Elementi in beige | HEA 160 |
| - controventi | Ø40 mm |



6.1.1. COMBINAZIONI DI CARICO

Di seguito le combinazioni implementate nel software di calcolo.

```

=====+
| MIDAS(Modeling, Integrated Design & Analysis Software) |
| midas Gen - Load Combinations                        |
|                                                    (c)SINCE 1989 |
=====+
| MIDAS Information Technology Co.,Ltd.                (MIDAS IT) |
| Gen 2022                                             |
=====+

```

 DESIGN TYPE : General

LIST OF LOAD COMBINATIONS

NUM	NAME	ACTIVE	TYPE	LOADCASE (FACTOR) +	LOADCASE (FACTOR) +	LOADCASE (FACTOR)
1	SLU1	Active	Add	G1(1.300) +	G2(1.500) +	Q(1.500)
				+ T+(0.900)		
2	SLU2	Active	Add	G1(1.300) +	G2(1.500) +	Q(1.050)
				+ T+(1.500)		
3	SLU3	Active	Add	G1(1.300) +	G2(1.500) +	Q(1.500)
				+ NEVE(0.750) +	T+(0.900)	
4	SLU4	Active	Add	G1(1.300) +	G2(1.500) +	Q(1.050)
				+ NEVE(0.750) +	T+(1.500)	
5	SLU5	Active	Add	G1(1.300) +	G2(1.500) +	Q(1.050)
				+ NEVE(1.500) +	T+(0.900)	
6	SLU6	Active	Add	G1(1.300) +	G2(1.500) +	Q(1.500)
				+ VENTO X+(0.900) +	T+(0.900)	
7	SLU7	Active	Add	G1(1.300) +	G2(1.500) +	Q(1.500)
				+ VENTO X-(0.900) +	T+(0.900)	
8	SLU8	Active	Add	G1(1.300) +	G2(1.500) +	Q(1.500)
				+ VENTO Y+(0.900) +	T+(0.900)	
9	SLU9	Active	Add			



			G1 (1.300) +	G2 (1.500) +	Q (1.500)
+			VENTO Y-(0.900) +	T+(0.900)	
10	SLU10	Active	Add		
			G1 (1.300) +	G2 (1.500) +	Q (1.050)
+			VENTO X+(0.900) +	T+(1.500)	
11	SLU11	Active	Add		
			G1 (1.300) +	G2 (1.500) +	Q (1.050)
+			VENTO X-(0.900) +	T+(1.500)	
12	SLU12	Active	Add		
			G1 (1.300) +	G2 (1.500) +	Q (1.050)
+			VENTO Y+(0.900) +	T+(1.500)	
13	SLU13	Active	Add		
			G1 (1.300) +	G2 (1.500) +	Q (1.050)
+			VENTO Y-(0.900) +	T+(1.500)	
14	SLU14	Active	Add		
			G1 (1.300) +	G2 (1.500) +	Q (1.050)
+			VENTO X+(1.500) +	T+(0.900)	
15	SLU15	Active	Add		
			G1 (1.300) +	G2 (1.500) +	Q (1.050)
+			VENTO X-(1.500) +	T+(0.900)	
16	SLU16	Active	Add		
			G1 (1.300) +	G2 (1.500) +	Q (1.050)
+			VENTO Y+(1.500) +	T+(0.900)	
17	SLU17	Active	Add		
			G1 (1.300) +	G2 (1.500) +	Q (1.050)
+			VENTO Y-(1.500) +	T+(0.900)	
18	SLU18	Active	Add		
			G1 (1.300) +	G2 (1.500) +	Q (1.500)
+			VENTO X+(0.900) +	NEVE (0.750) +	T+ (0.900)
19	SLU19	Active	Add		
			G1 (1.300) +	G2 (1.500) +	Q (1.500)
+			VENTO X-(0.900) +	NEVE (0.750) +	T+ (0.900)
20	SLU20	Active	Add		
			G1 (1.300) +	G2 (1.500) +	Q (1.500)
+			VENTO Y+(0.900) +	NEVE (0.750) +	T+ (0.900)
21	SLU21	Active	Add		
			G1 (1.300) +	G2 (1.500) +	Q (1.500)
+			VENTO Y-(0.900) +	NEVE (0.750) +	T+ (0.900)
22	SLU22	Active	Add		
			G1 (1.300) +	G2 (1.500) +	Q (1.050)
+			VENTO X+(0.900) +	NEVE (0.750) +	T+ (1.500)

S.P.S. S.r.l. Studio Progetti Strutturali.

Via Melchiorre Gioia, 64 – 20125 Milano – Italia – Tel. +39 02 6694887 r.a. – Fax +39 02 6704199
www.spssrl-mi.it – segreteria@spssrl-mi.it – tecnico@spssrl-mi.it – amministrazione@spssrl-mi.it
 C.F. - P.I. - C.C.I.A.A. 10807630156. Cap Soc. € 49.400,00 i.v. - REA - Milano 1409652



Certificato n° 11337



23	SLU23	Active	Add			
		G1 (1.300) +		G2 (1.500) +		Q (1.050)
+		VENTO X- (0.900) +		NEVE (0.750) +		T+ (1.500)
24	SLU24	Active	Add			
		G1 (1.300) +		G2 (1.500) +		Q (1.050)
+		VENTO Y+ (0.900) +		NEVE (0.750) +		T+ (1.500)
25	SLU25	Active	Add			
		G1 (1.300) +		G2 (1.500) +		Q (1.050)
+		VENTO Y- (0.900) +		NEVE (0.750) +		T+ (1.500)
26	SLU26	Active	Add			
		G1 (1.300) +		G2 (1.500) +		Q (1.050)
+		VENTO X+ (1.500) +		NEVE (0.750) +		T+ (0.900)
27	SLU27	Active	Add			
		G1 (1.300) +		G2 (1.500) +		Q (1.050)
+		VENTO X- (1.500) +		NEVE (0.750) +		T+ (0.900)
28	SLU28	Active	Add			
		G1 (1.300) +		G2 (1.500) +		Q (1.050)
+		VENTO Y+ (1.500) +		NEVE (0.750) +		T+ (0.900)
29	SLU29	Active	Add			
		G1 (1.300) +		G2 (1.500) +		Q (1.050)
+		VENTO Y- (1.500) +		NEVE (0.750) +		T+ (0.900)
30	SLU30	Active	Add			
		G1 (1.300) +		G2 (1.500) +		Q (1.050)
+		VENTO X+ (0.900) +		NEVE (1.500) +		T+ (0.900)
31	SLU31	Active	Add			
		G1 (1.300) +		G2 (1.500) +		Q (1.050)
+		VENTO X- (0.900) +		NEVE (1.500) +		T+ (0.900)
32	SLU32	Active	Add			
		G1 (1.300) +		G2 (1.500) +		Q (1.050)
+		VENTO Y+ (0.900) +		NEVE (1.500) +		T+ (0.900)
33	SLU33	Active	Add			
		G1 (1.300) +		G2 (1.500) +		Q (1.050)
+		VENTO Y- (0.900) +		NEVE (1.500) +		T+ (0.900)
34	SLU34	Active	Add			
		G1 (1.300) +		G2 (1.500) +		Q (1.500)
+		T- (0.900)				
35	SLU35	Active	Add			
		G1 (1.300) +		G2 (1.500) +		Q (1.050)
+		T- (1.500)				
36	SLU36	Active	Add			
		G1 (1.300) +		G2 (1.500) +		Q (1.500)
+		NEVE (0.750) +		T- (0.900)		

S.P.S. S.r.l. Studio Progetti Strutturali.

Via Melchiorre Gioia, 64 – 20125 Milano – Italia – Tel. +39 02 6694887 r.a. – Fax +39 02 6704199
www.spssrl-mi.it – segreteria@spssrl-mi.it – tecnico@spssrl-mi.it – amministrazione@spssrl-mi.it
 C.F. - P.I. - C.C.I.A.A. 10807630156. Cap Soc. € 49.400,00 i.v. - REA - Milano 1409652



Certificato n° 11337



37	SLU37	Active	Add		
		G1(1.300) +		G2(1.500) +	Q(1.050)
+		NEVE(0.750) +		T-(1.500)	
38	SLU38	Active	Add		
		G1(1.300) +		G2(1.500) +	Q(1.050)
+		NEVE(1.500) +		T-(0.900)	
39	SLU39	Active	Add		
		G1(1.300) +		G2(1.500) +	Q(1.500)
+		VENTO X+(0.900) +		T-(0.900)	
40	SLU40	Active	Add		
		G1(1.300) +		G2(1.500) +	Q(1.500)
+		VENTO X-(0.900) +		T-(0.900)	
41	SLU41	Active	Add		
		G1(1.300) +		G2(1.500) +	Q(1.500)
+		VENTO Y+(0.900) +		T-(0.900)	
42	SLU42	Active	Add		
		G1(1.300) +		G2(1.500) +	Q(1.500)
+		VENTO Y-(0.900) +		T-(0.900)	
43	SLU43	Active	Add		
		G1(1.300) +		G2(1.500) +	Q(1.050)
+		VENTO X+(0.900) +		T-(1.500)	
44	SLU44	Active	Add		
		G1(1.300) +		G2(1.500) +	Q(1.050)
+		VENTO X-(0.900) +		T-(1.500)	
45	SLU45	Active	Add		
		G1(1.300) +		G2(1.500) +	Q(1.050)
+		VENTO Y+(0.900) +		T-(1.500)	
46	SLU46	Active	Add		
		G1(1.300) +		G2(1.500) +	Q(1.050)
+		VENTO Y-(0.900) +		T-(1.500)	
47	SLU47	Active	Add		
		G1(1.300) +		G2(1.500) +	Q(1.050)
+		VENTO X+(1.500) +		T-(0.900)	
48	SLU48	Active	Add		
		G1(1.300) +		G2(1.500) +	Q(1.050)
+		VENTO X-(1.500) +		T-(0.900)	
49	SLU49	Active	Add		
		G1(1.300) +		G2(1.500) +	Q(1.050)
+		VENTO Y+(1.500) +		T-(0.900)	
50	SLU50	Active	Add		
		G1(1.300) +		G2(1.500) +	Q(1.050)



		+	VENTO Y-(1.500) +		T-(0.900)	
51	SLU51		Active		Add	
			G1(1.300) +		G2(1.500) +	Q(1.500)
		+	VENTO X+(0.900) +		NEVE(0.750) +	T-(0.900)
52	SLU52		Active		Add	
			G1(1.300) +		G2(1.500) +	Q(1.500)
		+	VENTO X-(0.900) +		NEVE(0.750) +	T-(0.900)
53	SLU53		Active		Add	
			G1(1.300) +		G2(1.500) +	Q(1.500)
		+	VENTO Y+(0.900) +		NEVE(0.750) +	T-(0.900)
54	SLU54		Active		Add	
			G1(1.300) +		G2(1.500) +	Q(1.500)
		+	VENTO Y-(0.900) +		NEVE(0.750) +	T-(0.900)
55	SLU55		Active		Add	
			G1(1.300) +		G2(1.500) +	Q(1.050)
		+	VENTO X+(0.900) +		NEVE(0.750) +	T-(1.500)
56	SLU56		Active		Add	
			G1(1.300) +		G2(1.500) +	Q(1.050)
		+	VENTO X-(0.900) +		NEVE(0.750) +	T-(1.500)
57	SLU57		Active		Add	
			G1(1.300) +		G2(1.500) +	Q(1.050)
		+	VENTO Y+(0.900) +		NEVE(0.750) +	T-(1.500)
58	SLU58		Active		Add	
			G1(1.300) +		G2(1.500) +	Q(1.050)
		+	VENTO Y-(0.900) +		NEVE(0.750) +	T-(1.500)
59	SLU59		Active		Add	
			G1(1.300) +		G2(1.500) +	Q(1.050)
		+	VENTO X+(1.500) +		NEVE(0.750) +	T-(0.900)
60	SLU60		Active		Add	
			G1(1.300) +		G2(1.500) +	Q(1.050)
		+	VENTO X-(1.500) +		NEVE(0.750) +	T-(0.900)
61	SLU61		Active		Add	
			G1(1.300) +		G2(1.500) +	Q(1.050)
		+	VENTO Y+(1.500) +		NEVE(0.750) +	T-(0.900)
62	SLU62		Active		Add	
			G1(1.300) +		G2(1.500) +	Q(1.050)
		+	VENTO Y-(1.500) +		NEVE(0.750) +	T-(0.900)
63	SLU63		Active		Add	
			G1(1.300) +		G2(1.500) +	Q(1.050)
		+	VENTO X+(0.900) +		NEVE(1.500) +	T-(0.900)
64	SLU64		Active		Add	

S.P.S. S.r.l. Studio Progetti Strutturali.

Via Melchiorre Gioia, 64 – 20125 Milano – Italia – Tel. +39 02 6694887 r.a. – Fax +39 02 6704199
www.spssrl-mi.it – segreteria@spssrl-mi.it – tecnico@spssrl-mi.it – amministrazione@spssrl-mi.it
 C.F. - P.I. - C.C.I.A.A. 10807630156. Cap Soc. € 49.400,00 i.v. - REA - Milano 1409652



Certificato n° 11337



		$G1(1.300) +$	$G2(1.500) +$	$Q(1.050)$
+		$VENTO X-(0.900) +$	$NEVE(1.500) +$	$T-(0.900)$
65	SLU65	Active	Add	
		$G1(1.300) +$	$G2(1.500) +$	$Q(1.050)$
+		$VENTO Y+(0.900) +$	$NEVE(1.500) +$	$T-(0.900)$
66	SLU66	Active	Add	
		$G1(1.300) +$	$G2(1.500) +$	$Q(1.050)$
+		$VENTO Y-(0.900) +$	$NEVE(1.500) +$	$T-(0.900)$
67	SLV1	Active	Add	
		$G1(1.000) +$	$G2(1.000) +$	$Q(0.600)$
+		$SLV X(1.000) +$	$SLV Y(0.300) +$	$SLV X(1.000)$
+		$SLV Y(0.300)$		
68	SLV2	Active	Add	
		$G1(1.000) +$	$G2(1.000) +$	$Q(0.600)$
+		$SLV X(1.000) +$	$SLV Y(0.300) +$	$SLV X(-1.000)$
+		$SLV Y(-0.300)$		
69	SLV3	Active	Add	
		$G1(1.000) +$	$G2(1.000) +$	$Q(0.600)$
+		$SLV X(1.000) +$	$SLV Y(-0.300) +$	$SLV X(1.000)$
+		$SLV Y(-0.300)$		
70	SLV4	Active	Add	
		$G1(1.000) +$	$G2(1.000) +$	$Q(0.600)$
+		$SLV X(1.000) +$	$SLV Y(-0.300) +$	$SLV X(-1.000)$
+		$SLV Y(0.300)$		
71	SLV5	Active	Add	
		$G1(1.000) +$	$G2(1.000) +$	$Q(0.600)$
+		$SLV X(0.300) +$	$SLV Y(1.000) +$	$SLV X(0.300)$
+		$SLV Y(1.000)$		
72	SLV6	Active	Add	
		$G1(1.000) +$	$G2(1.000) +$	$Q(0.600)$
+		$SLV X(0.300) +$	$SLV Y(1.000) +$	$SLV X(-0.300)$
+		$SLV Y(-1.000)$		
73	SLV7	Active	Add	
		$G1(1.000) +$	$G2(1.000) +$	$Q(0.600)$
+		$SLV X(-0.300) +$	$SLV Y(1.000) +$	$SLV X(-0.300)$
+		$SLV Y(1.000)$		
74	SLV8	Active	Add	
		$G1(1.000) +$	$G2(1.000) +$	$Q(0.600)$
+		$SLV X(-0.300) +$	$SLV Y(1.000) +$	$SLV X(0.300)$
+		$SLV Y(-1.000)$		
75	SLV9	Active	Add	
		$G1(1.000) +$	$G2(1.000) +$	$Q(0.600)$
+		$SLV X(1.000) +$	$SLV Y(0.300) +$	$SLV X(1.000)$
+		$SLV Y(-0.300)$		

S.P.S. S.r.l. Studio Progetti Strutturali.

Via Melchiorre Gioia, 64 – 20125 Milano – Italia – Tel. +39 02 6694887 r.a. – Fax +39 02 6704199
www.spssrl-mi.it – segreteria@spssrl-mi.it – tecnico@spssrl-mi.it – amministrazione@spssrl-mi.it
 C.F. - P.I. - C.C.I.A.A. 10807630156. Cap Soc. € 49.400,00 i.v. - REA - Milano 1409652



Certificato n° 11337



76	SLV10	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLV X(1.000) +	SLV Y(0.300) +	SLV X(-1.000)	
+		SLV Y(0.300)			
77	SLV11	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLV X(1.000) +	SLV Y(-0.300) +	SLV X(1.000)	
+		SLV Y(0.300)			
78	SLV12	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLV X(1.000) +	SLV Y(-0.300) +	SLV X(-1.000)	
+		SLV Y(-0.300)			
79	SLV13	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLV X(0.300) +	SLV Y(1.000) +	SLV X(-0.300)	
+		SLV Y(1.000)			
80	SLV14	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLV X(0.300) +	SLV Y(1.000) +	SLV X(0.300)	
+		SLV Y(-1.000)			
81	SLV15	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLV X(-0.300) +	SLV Y(1.000) +	SLV X(0.300)	
+		SLV Y(1.000)			
82	SLV16	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLV X(-0.300) +	SLV Y(1.000) +	SLV X(-0.300)	
+		SLV Y(-1.000)			
83	SLV17	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLV X(-1.000) +	SLV Y(-0.300) +	SLV X(-1.000)	
+		SLV Y(-0.300)			
84	SLV18	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLV X(-1.000) +	SLV Y(-0.300) +	SLV X(1.000)	
+		SLV Y(0.300)			
85	SLV19	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLV X(-1.000) +	SLV Y(0.300) +	SLV X(-1.000)	
+		SLV Y(0.300)			
86	SLV20	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLV X(-1.000) +	SLV Y(0.300) +	SLV X(1.000)	
+		SLV Y(-0.300)			



87	SLV21	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLV X(-0.300) +	SLV Y(-1.000) +	SLV X(-0.300)	
+		SLV Y(-1.000)			
88	SLV22	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLV X(-0.300) +	SLV Y(-1.000) +	SLV X(0.300)	
+		SLV Y(1.000)			
89	SLV23	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLV X(0.300) +	SLV Y(-1.000) +	SLV X(0.300)	
+		SLV Y(-1.000)			
90	SLV24	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLV X(0.300) +	SLV Y(-1.000) +	SLV X(-0.300)	
+		SLV Y(1.000)			
91	SLV25	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLV X(-1.000) +	SLV Y(-0.300) +	SLV X(-1.000)	
+		SLV Y(0.300)			
92	SLV26	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLV X(-1.000) +	SLV Y(-0.300) +	SLV X(1.000)	
+		SLV Y(-0.300)			
93	SLV27	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLV X(-1.000) +	SLV Y(0.300) +	SLV X(-1.000)	
+		SLV Y(-0.300)			
94	SLV28	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLV X(-1.000) +	SLV Y(0.300) +	SLV X(1.000)	
+		SLV Y(0.300)			
95	SLV29	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLV X(-0.300) +	SLV Y(-1.000) +	SLV X(0.300)	
+		SLV Y(-1.000)			
96	SLV30	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLV X(-0.300) +	SLV Y(-1.000) +	SLV X(-0.300)	
+		SLV Y(1.000)			
97	SLV31	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLV X(0.300) +	SLV Y(-1.000) +	SLV X(-0.300)	
+		SLV Y(-1.000)			



98	SLV32	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLV X(0.300) +	SLV Y(-1.000) +	SLV X(0.300)	
+		SLV Y(1.000)			
99	SLO 1	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(1.000) +	SLO Y(0.300) +	SLO X(1.000)	
+		SLO Y(0.300)			
100	SLO 2	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(1.000) +	SLO Y(0.300) +	SLO X(-1.000)	
+		SLO Y(-0.300)			
101	SLO 3	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(1.000) +	SLO Y(-0.300) +	SLO X(1.000)	
+		SLO Y(-0.300)			
102	SLO 4	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(1.000) +	SLO Y(-0.300) +	SLO X(-1.000)	
+		SLO Y(0.300)			
103	SLO 5	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(0.300) +	SLO Y(1.000) +	SLO X(0.300)	
+		SLO Y(1.000)			
104	SLO 6	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(0.300) +	SLO Y(1.000) +	SLO X(-0.300)	
+		SLO Y(-1.000)			
105	SLO 7	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(-0.300) +	SLO Y(1.000) +	SLO X(-0.300)	
+		SLO Y(1.000)			
106	SLO 8	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(-0.300) +	SLO Y(1.000) +	SLO X(0.300)	
+		SLO Y(-1.000)			
107	SLO 9	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(1.000) +	SLO Y(0.300) +	SLO X(1.000)	
+		SLO Y(-0.300)			
108	SLO 10	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(1.000) +	SLO Y(0.300) +	SLO X(-1.000)	
+		SLO Y(0.300)			

S.P.S. S.r.l. Studio Progetti Strutturali.

Via Melchiorre Gioia, 64 – 20125 Milano – Italia – Tel. +39 02 6694887 r.a. – Fax +39 02 6704199
www.spssrl-mi.it – segreteria@spssrl-mi.it – tecnico@spssrl-mi.it – amministrazione@spssrl-mi.it
 C.F. - P.I. - C.C.I.A.A. 10807630156. Cap Soc. € 49.400,00 i.v. - REA - Milano 1409652



Certificato n° 11337



109	SLO 11	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(1.000) +	SLO Y(-0.300) +	SLO X(1.000)	
+		SLO Y(0.300)			
110	SLO 12	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(1.000) +	SLO Y(-0.300) +	SLO X(-1.000)	
+		SLO Y(-0.300)			
111	SLO 13	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(0.300) +	SLO Y(1.000) +	SLO X(-0.300)	
+		SLO Y(1.000)			
112	SLO 14	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(0.300) +	SLO Y(1.000) +	SLO X(0.300)	
+		SLO Y(-1.000)			
113	SLO 15	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(-0.300) +	SLO Y(1.000) +	SLO X(0.300)	
+		SLO Y(1.000)			
114	SLO 16	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(-0.300) +	SLO Y(1.000) +	SLO X(-0.300)	
+		SLO Y(-1.000)			
115	SLO 17	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(-1.000) +	SLO Y(-0.300) +	SLO X(-1.000)	
+		SLO Y(-0.300)			
116	SLO 18	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(-1.000) +	SLO Y(-0.300) +	SLO X(1.000)	
+		SLO Y(0.300)			
117	SLO 19	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(-1.000) +	SLO Y(0.300) +	SLO X(-1.000)	
+		SLO Y(0.300)			
118	SLO 20	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(-1.000) +	SLO Y(0.300) +	SLO X(1.000)	
+		SLO Y(-0.300)			
119	SLO 21	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(-0.300) +	SLO Y(-1.000) +	SLO X(-0.300)	
+		SLO Y(-1.000)			



120	SLO 22	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(-0.300) +	SLO Y(-1.000) +	SLO X(0.300)	
+		SLO Y(1.000)			
121	SLO 23	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(0.300) +	SLO Y(-1.000) +	SLO X(0.300)	
+		SLO Y(-1.000)			
122	SLO 24	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(0.300) +	SLO Y(-1.000) +	SLO X(-0.300)	
+		SLO Y(1.000)			
123	SLO 25	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(-1.000) +	SLO Y(-0.300) +	SLO X(-1.000)	
+		SLO Y(0.300)			
124	SLO 26	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(-1.000) +	SLO Y(-0.300) +	SLO X(1.000)	
+		SLO Y(-0.300)			
125	SLO 27	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(-1.000) +	SLO Y(0.300) +	SLO X(-1.000)	
+		SLO Y(-0.300)			
126	SLO 28	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(-1.000) +	SLO Y(0.300) +	SLO X(1.000)	
+		SLO Y(0.300)			
127	SLO 29	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(-0.300) +	SLO Y(-1.000) +	SLO X(0.300)	
+		SLO Y(-1.000)			
128	SLO 30	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(-0.300) +	SLO Y(-1.000) +	SLO X(-0.300)	
+		SLO Y(1.000)			
129	SLO 31	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(0.300) +	SLO Y(-1.000) +	SLO X(-0.300)	
+		SLO Y(-1.000)			
130	SLO 32	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+		SLO X(0.300) +	SLO Y(-1.000) +	SLO X(0.300)	
+		SLO Y(1.000)			



131	SLE RARA 1	Active	Add		
		G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(1.000)
	+	T+(0.600)			
132	SLE RARA 2	Active	Add		
		G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(0.700)
	+	T+(1.000)			
133	SLE RARA 3	Active	Add		
		G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(1.000)
	+	NEVE(0.500) +		T+(0.600)	
134	SLE RARA 4	Active	Add		
		G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(0.700)
	+	NEVE(0.500) +		T+(1.000)	
135	SLE RARA 5	Active	Add		
		G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(0.700)
	+	NEVE(1.000) +		T+(0.600)	
136	SLE RARA 6	Active	Add		
		G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(1.000)
	+	VENTO X+(0.600) +		T+(0.600)	
137	SLE RARA 7	Active	Add		
		G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(1.000)
	+	VENTO X-(0.600) +		T+(0.600)	
138	SLE RARA 8	Active	Add		
		G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(1.000)
	+	VENTO Y+(0.600) +		T+(0.600)	
139	SLE RARA 9	Active	Add		
		G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(1.000)
	+	VENTO Y-(0.600) +		T+(0.600)	
140	SLE RARA 10	Active	Add		
		G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(0.700)
	+	VENTO X+(0.600) +		T+(1.000)	
141	SLE RARA 11	Active	Add		
		G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(0.700)
	+	VENTO X-(0.600) +		T+(1.000)	
142	SLE RARA 12	Active	Add		
		G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(0.700)
	+	VENTO Y+(0.600) +		T+(1.000)	
143	SLE RARA 13	Active	Add		
		G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(0.700)
	+	VENTO Y-(0.600) +		T+(1.000)	
144	SLE RARA 14	Active	Add		
		G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(0.700)

				VENTO X+(1.000) +		T+(0.600)	
145	SLE	RARA	15	Active	Add		
				G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(0.700)
+				VENTO X-(1.000) +		T+(0.600)	
146	SLE	RARA	16	Active	Add		
				G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(0.700)
+				VENTO Y+(1.000) +		T+(0.600)	
147	SLE	RARA	17	Active	Add		
				G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(0.700)
+				VENTO Y-(1.000) +		T+(0.600)	
148	SLE	RARA	18	Active	Add		
				G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(1.000)
+				VENTO X+(0.600) +		NEVE(0.500) +	T+(0.600)
149	SLE	RARA	19	Active	Add		
				G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(1.000)
+				VENTO X-(0.600) +		NEVE(0.500) +	T+(0.600)
150	SLE	RARA	20	Active	Add		
				G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(1.000)
+				VENTO Y+(0.600) +		NEVE(0.500) +	T+(0.600)
151	SLE	RARA	21	Active	Add		
				G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(1.000)
+				VENTO Y-(0.600) +		NEVE(0.500) +	T+(0.600)
152	SLE	RARA	22	Active	Add		
				G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(0.700)
+				VENTO X+(0.600) +		NEVE(0.500) +	T+(1.000)
153	SLE	RARA	23	Active	Add		
				G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(0.700)
+				VENTO X-(0.600) +		NEVE(0.500) +	T+(1.000)
154	SLE	RARA	24	Active	Add		
				G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(0.700)
+				VENTO Y+(0.600) +		NEVE(0.500) +	T+(1.000)
155	SLE	RARA	25	Active	Add		
				G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(0.700)
+				VENTO Y-(0.600) +		NEVE(0.500) +	T+(1.000)
156	SLE	RARA	26	Active	Add		
				G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(0.700)
+				VENTO X+(1.000) +		NEVE(0.500) +	T+(0.600)
157	SLE	RARA	27	Active	Add		
				G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(0.700)
+				VENTO X-(1.000) +		NEVE(0.500) +	T+(0.600)
158	SLE	RARA	28	Active	Add		



			G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		Q (0.700)
+			VENTO Y+(1.000) +		NEVE (0.500) +		T+ (0.600)
159	SLE RARA 29	Active	Add				
			G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		Q (0.700)
+			VENTO Y-(1.000) +		NEVE (0.500) +		T+ (0.600)
160	SLE RARA 30	Active	Add				
			G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		Q (0.700)
+			VENTO X+(0.600) +		NEVE (1.000) +		T+ (0.600)
161	SLE RARA 31	Active	Add				
			G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		Q (0.700)
+			VENTO X-(0.600) +		NEVE (1.000) +		T+ (0.600)
162	SLE RARA 32	Active	Add				
			G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		Q (0.700)
+			VENTO Y+(0.600) +		NEVE (1.000) +		T+ (0.600)
163	SLE RARA 33	Active	Add				
			G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		Q (0.700)
+			VENTO Y-(0.600) +		NEVE (1.000) +		T+ (0.600)
164	SLE RARA 34	Active	Add				
			G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		Q (0.600)
+			T+(0.500)				
165	SLE RARA 35	Active	Add				
			G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		Q (1.000)
+			T-(0.600)				
166	SLE RARA 36	Active	Add				
			G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		Q (0.700)
+			T-(1.000)				
167	SLE RARA 37	Active	Add				
			G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		Q (1.000)
+			NEVE (0.500) +		T-(0.600)		
168	SLE RARA 38	Active	Add				
			G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		Q (0.700)
+			NEVE (0.500) +		T-(1.000)		
169	SLE RARA 39	Active	Add				
			G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		Q (0.700)
+			NEVE (1.000) +		T-(0.600)		
170	SLE RARA 40	Active	Add				
			G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		Q (1.000)
+			VENTO X+(0.600) +		T-(0.600)		
171	SLE RARA 41	Active	Add				
			G1 (1.000) +		G2 (1.000) +		Q (1.000)
+			VENTO X-(0.600) +		T-(0.600)		



172	SLE RARA 42	Active	Add		
		$G1(1.000) +$		$G2(1.000) +$	$Q(1.000)$
		$+ VENTO Y+(0.600) +$		$T-(0.600)$	
173	SLE RARA 43	Active	Add		
		$G1(1.000) +$		$G2(1.000) +$	$Q(1.000)$
		$+ VENTO Y-(0.600) +$		$T-(0.600)$	
174	SLE RARA 44	Active	Add		
		$G1(1.000) +$		$G2(1.000) +$	$Q(0.700)$
		$+ VENTO X+(0.600) +$		$T-(1.000)$	
175	SLE RARA 45	Active	Add		
		$G1(1.000) +$		$G2(1.000) +$	$Q(0.700)$
		$+ VENTO X-(0.600) +$		$T-(1.000)$	
176	SLE RARA 46	Active	Add		
		$G1(1.000) +$		$G2(1.000) +$	$Q(0.700)$
		$+ VENTO Y+(0.600) +$		$T-(1.000)$	
177	SLE RARA 47	Active	Add		
		$G1(1.000) +$		$G2(1.000) +$	$Q(0.700)$
		$+ VENTO Y-(0.600) +$		$T-(1.000)$	
178	SLE RARA 48	Active	Add		
		$G1(1.000) +$		$G2(1.000) +$	$Q(0.700)$
		$+ VENTO X+(1.000) +$		$T-(0.600)$	
179	SLE RARA 49	Active	Add		
		$G1(1.000) +$		$G2(1.000) +$	$Q(0.700)$
		$+ VENTO X-(1.000) +$		$T-(0.600)$	
180	SLE RARA 50	Active	Add		
		$G1(1.000) +$		$G2(1.000) +$	$Q(0.700)$
		$+ VENTO Y+(1.000) +$		$T-(0.600)$	
181	SLE RARA 51	Active	Add		
		$G1(1.000) +$		$G2(1.000) +$	$Q(0.700)$
		$+ VENTO Y-(1.000) +$		$T-(0.600)$	
182	SLE RARA 52	Active	Add		
		$G1(1.000) +$		$G2(1.000) +$	$Q(1.000)$
		$+ VENTO X+(0.600) +$		$NEVE(0.500) +$	$T-(0.600)$
183	SLE RARA 53	Active	Add		
		$G1(1.000) +$		$G2(1.000) +$	$Q(1.000)$
		$+ VENTO X-(0.600) +$		$NEVE(0.500) +$	$T-(0.600)$
184	SLE RARA 54	Active	Add		
		$G1(1.000) +$		$G2(1.000) +$	$Q(1.000)$
		$+ VENTO Y+(0.600) +$		$NEVE(0.500) +$	$T-(0.600)$
185	SLE RARA 55	Active	Add		
		$G1(1.000) +$		$G2(1.000) +$	$Q(1.000)$
		$+ VENTO Y-(0.600) +$		$NEVE(0.500) +$	$T-(0.600)$



186	SLE RARA 56	Active	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.700)
+		VENTO X+(0.600) +		NEVE(0.500) +		T-(1.000)
187	SLE RARA 57	Active	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.700)
+		VENTO X-(0.600) +		NEVE(0.500) +		T-(1.000)
188	SLE RARA 58	Active	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.700)
+		VENTO Y+(0.600) +		NEVE(0.500) +		T-(1.000)
189	SLE RARA 59	Active	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.700)
+		VENTO Y-(0.600) +		NEVE(0.500) +		T-(1.000)
190	SLE RARA 60	Active	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.700)
+		VENTO X+(1.000) +		NEVE(0.500) +		T-(0.600)
191	SLE RARA 61	Active	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.700)
+		VENTO X-(1.000) +		NEVE(0.500) +		T-(0.600)
192	SLE RARA 62	Active	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.700)
+		VENTO Y+(1.000) +		NEVE(0.500) +		T-(0.600)
193	SLE RARA 63	Active	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.700)
+		VENTO Y-(1.000) +		NEVE(0.500) +		T-(0.600)
194	SLE RARA 64	Active	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.700)
+		VENTO X+(0.600) +		NEVE(1.000) +		T-(0.600)
195	SLE RARA 65	Active	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.700)
+		VENTO X-(0.600) +		NEVE(1.000) +		T-(0.600)
196	SLE RARA 66	Active	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.700)
+		VENTO Y+(0.600) +		NEVE(1.000) +		T-(0.600)
197	SLE RARA 67	Active	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.700)
+		VENTO Y-(0.600) +		NEVE(1.000) +		T-(0.600)
198	SLE FREQ 1	Active	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
+		T-(0.500)				
199	SLE FREQ 2	Active	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.700)



200	SLE	FREQ 3	Active	Add		
			G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
			+ NEVE(0.200)			
201	SLE	FREQ 4	Active	Add		
			G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
			+ VENTO X+(0.200)			
202	SLE	FREQ 5	Active	Add		
			G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
			+ VENTO X-(0.200)			
203	SLE	FREQ 6	Active	Add		
			G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
			+ VENTO Y+(0.200)			
204	SLE	FREQ 7	Active	Add		
			G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
			+ VENTO Y-(0.200)			
205	SLE	FREQ 8	Active	Add		
			G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
			+ VENTO X+(0.200) +	NEVE(0.200)		
206	SLE	FREQ 9	Active	Add		
			G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
			+ VENTO X-(0.200) +	NEVE(0.200)		
207	SLE	FREQ 10	Active	Add		
			G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
			+ VENTO Y+(0.200) +	NEVE(0.200)		
208	SLE	FREQ 11	Active	Add		
			G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
			+ VENTO Y-(0.200) +	NEVE(0.200)		
209	SLE	QP	Active	Add		
			G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
210	ENV	SLU	Active	Envelope		
			SLU1(1.000) +	SLU2(1.000) +	SLU3(1.000)	
			+ SLU4(1.000) +	SLU5(1.000) +	SLU6(1.000)	
			+ SLU7(1.000) +	SLU8(1.000) +	SLU9(1.000)	
			+ SLU10(1.000) +	SLU11(1.000) +	SLU12(1.000)	
			+ SLU13(1.000) +	SLU14(1.000) +	SLU15(1.000)	
			+ SLU16(1.000) +	SLU17(1.000) +	SLU18(1.000)	
			+ SLU19(1.000) +	SLU20(1.000) +	SLU21(1.000)	
			+ SLU22(1.000) +	SLU23(1.000) +	SLU24(1.000)	
			+ SLU25(1.000) +	SLU26(1.000) +	SLU27(1.000)	
			+ SLU28(1.000) +	SLU29(1.000) +	SLU30(1.000)	
			+ SLU31(1.000) +	SLU32(1.000) +	SLU33(1.000)	
			+ SLU34(1.000) +	SLU35(1.000) +	SLU36(1.000)	
			+ SLU37(1.000) +	SLU38(1.000) +	SLU39(1.000)	
			+ SLU40(1.000) +	SLU41(1.000) +	SLU42(1.000)	

S.P.S. S.r.l. Studio Progetti Strutturali.

Via Melchiorre Gioia, 64 – 20125 Milano – Italia – Tel. +39 02 6694887 r.a. – Fax +39 02 6704199
www.spssrl-mi.it – segreteria@spssrl-mi.it – tecnico@spssrl-mi.it – amministrazione@spssrl-mi.it
 C.F. - P.I. - C.C.I.A.A. 10807630156. Cap Soc. € 49.400,00 i.v. - REA - Milano 1409652



Certificato n° 11337



+	SLU43(1.000) +	SLU44(1.000) +	SLU45(1.000)
+	SLU46(1.000) +	SLU47(1.000) +	SLU48(1.000)
+	SLU49(1.000) +	SLU50(1.000) +	SLU51(1.000)
+	SLU52(1.000) +	SLU53(1.000) +	SLU54(1.000)
+	SLU55(1.000) +	SLU56(1.000) +	SLU57(1.000)
+	SLU58(1.000) +	SLU59(1.000) +	SLU60(1.000)
+	SLU61(1.000) +	SLU62(1.000) +	SLU63(1.000)
+	SLU64(1.000) +	SLU65(1.000) +	SLU66(1.000)

211	ENV_SLV	Active	Envelope	
		SLV1(1.000) +	SLV2(1.000) +	SLV3(1.000)
+		SLV4(1.000) +	SLV5(1.000) +	SLV6(1.000)
+		SLV7(1.000) +	SLV8(1.000) +	SLV9(1.000)
+		SLV10(1.000) +	SLV11(1.000) +	SLV12(1.000)
+		SLV13(1.000) +	SLV14(1.000) +	SLV15(1.000)
+		SLV16(1.000) +	SLV17(1.000) +	SLV18(1.000)
+		SLV19(1.000) +	SLV20(1.000) +	SLV21(1.000)
+		SLV22(1.000) +	SLV23(1.000) +	SLV24(1.000)
+		SLV25(1.000) +	SLV26(1.000) +	SLV27(1.000)
+		SLV28(1.000) +	SLV29(1.000) +	SLV30(1.000)
+		SLV31(1.000) +	SLV32(1.000)	

212	ENV_SLO	Active	Envelope	
		SLO 1(1.000) +	SLO 2(1.000) +	SLO 3(1.000)
+		SLO 4(1.000) +	SLO 5(1.000) +	SLO 6(1.000)
+		SLO 7(1.000) +	SLO 8(1.000) +	SLO 9(1.000)
+		SLO 10(1.000) +	SLO 11(1.000) +	SLO 12(1.000)
+		SLO 13(1.000) +	SLO 14(1.000) +	SLO 15(1.000)
+		SLO 16(1.000) +	SLO 17(1.000) +	SLO 18(1.000)
+		SLO 19(1.000) +	SLO 20(1.000) +	SLO 21(1.000)
+		SLO 22(1.000) +	SLO 23(1.000) +	SLO 24(1.000)
+		SLO 25(1.000) +	SLO 26(1.000) +	SLO 27(1.000)
+		SLO 28(1.000) +	SLO 29(1.000) +	SLO 30(1.000)
+		SLO 31(1.000) +	SLO 32(1.000)	

213	ENV_SLE RARA	Active	Envelope	
		SLE RARA 1(1.000) +	SLE RARA 2(1.000) +	SLE RARA 3(1.000)
+		SLE RARA 4(1.000) +	SLE RARA 5(1.000) +	SLE RARA 6(1.000)
+		SLE RARA 7(1.000) +	SLE RARA 8(1.000) +	SLE RARA 9(1.000)
+		SLE RARA 10(1.000) +	SLE RARA 11(1.000) +	SLE RARA 12(1.000)
+		SLE RARA 13(1.000) +	SLE RARA 14(1.000) +	SLE RARA 15(1.000)
+		SLE RARA 16(1.000) +	SLE RARA 17(1.000) +	SLE RARA 18(1.000)
+		SLE RARA 19(1.000) +	SLE RARA 20(1.000) +	SLE RARA 21(1.000)
+		SLE RARA 22(1.000) +	SLE RARA 23(1.000) +	SLE RARA 24(1.000)
+		SLE RARA 25(1.000) +	SLE RARA 26(1.000) +	SLE RARA 27(1.000)
+		SLE RARA 28(1.000) +	SLE RARA 29(1.000) +	SLE RARA 30(1.000)
+		SLE RARA 31(1.000) +	SLE RARA 32(1.000) +	SLE RARA 33(1.000)
+		SLE RARA 34(1.000) +	SLE RARA 35(1.000) +	SLE RARA 36(1.000)
+		SLE RARA 37(1.000) +	SLE RARA 38(1.000) +	SLE RARA 39(1.000)
+		SLE RARA 40(1.000) +	SLE RARA 41(1.000) +	SLE RARA 42(1.000)
+		SLE RARA 43(1.000) +	SLE RARA 44(1.000) +	SLE RARA 45(1.000)
+		SLE RARA 46(1.000) +	SLE RARA 47(1.000) +	SLE RARA 48(1.000)
+		SLE RARA 49(1.000) +	SLE RARA 50(1.000) +	SLE RARA 51(1.000)
+		SLE RARA 52(1.000) +	SLE RARA 53(1.000) +	SLE RARA 54(1.000)
+		SLE RARA 55(1.000) +	SLE RARA 56(1.000) +	SLE RARA 57(1.000)



+	SLE RARA 58 (1.000) +	SLE RARA 59 (1.000) +	SLE RARA 60 (1.000)
+	SLE RARA 61 (1.000) +	SLE RARA 62 (1.000) +	SLE RARA 63 (1.000)
+	SLE RARA 64 (1.000) +	SLE RARA 65 (1.000) +	SLE RARA 66 (1.000)
+	SLE RARA 67 (1.000)		

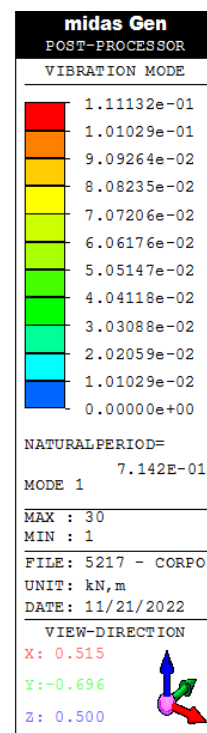
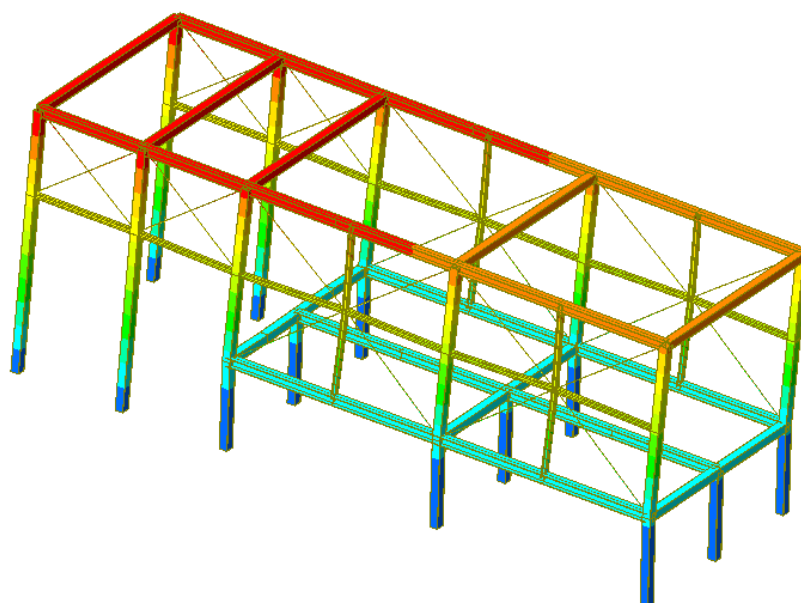
214	ENV_SLU/SLV	Active	Envelope	
		SLU1 (1.000) +	SLU2 (1.000) +	SLU3 (1.000)
+		SLU4 (1.000) +	SLU5 (1.000) +	SLU6 (1.000)
+		SLU7 (1.000) +	SLU8 (1.000) +	SLU9 (1.000)
+		SLU10 (1.000) +	SLU11 (1.000) +	SLU12 (1.000)
+		SLU13 (1.000) +	SLU14 (1.000) +	SLU15 (1.000)
+		SLU16 (1.000) +	SLU17 (1.000) +	SLU18 (1.000)
+		SLU19 (1.000) +	SLU20 (1.000) +	SLU21 (1.000)
+		SLU22 (1.000) +	SLU23 (1.000) +	SLU24 (1.000)
+		SLU25 (1.000) +	SLU26 (1.000) +	SLU27 (1.000)
+		SLU28 (1.000) +	SLU29 (1.000) +	SLU30 (1.000)
+		SLU31 (1.000) +	SLU32 (1.000) +	SLU33 (1.000)
+		SLU34 (1.000) +	SLU35 (1.000) +	SLU36 (1.000)
+		SLU37 (1.000) +	SLU38 (1.000) +	SLU39 (1.000)
+		SLU40 (1.000) +	SLU41 (1.000) +	SLU42 (1.000)
+		SLU43 (1.000) +	SLU44 (1.000) +	SLU45 (1.000)
+		SLU46 (1.000) +	SLU47 (1.000) +	SLU48 (1.000)
+		SLU49 (1.000) +	SLU50 (1.000) +	SLU51 (1.000)
+		SLU52 (1.000) +	SLU53 (1.000) +	SLU54 (1.000)
+		SLU55 (1.000) +	SLU56 (1.000) +	SLU57 (1.000)
+		SLU58 (1.000) +	SLU59 (1.000) +	SLU60 (1.000)
+		SLU61 (1.000) +	SLU62 (1.000) +	SLU63 (1.000)
+		SLU64 (1.000) +	SLU65 (1.000) +	SLU66 (1.000)
+		SLV1 (1.000) +	SLV2 (1.000) +	SLV3 (1.000)
+		SLV4 (1.000) +	SLV5 (1.000) +	SLV6 (1.000)
+		SLV7 (1.000) +	SLV8 (1.000) +	SLV9 (1.000)
+		SLV10 (1.000) +	SLV11 (1.000) +	SLV12 (1.000)
+		SLV13 (1.000) +	SLV14 (1.000) +	SLV15 (1.000)
+		SLV16 (1.000) +	SLV17 (1.000) +	SLV18 (1.000)
+		SLV19 (1.000) +	SLV20 (1.000) +	SLV21 (1.000)
+		SLV22 (1.000) +	SLV23 (1.000) +	SLV24 (1.000)
+		SLV25 (1.000) +	SLV26 (1.000) +	SLV27 (1.000)
+		SLV28 (1.000) +	SLV29 (1.000) +	SLV30 (1.000)
+		SLV31 (1.000) +	SLV32 (1.000)	



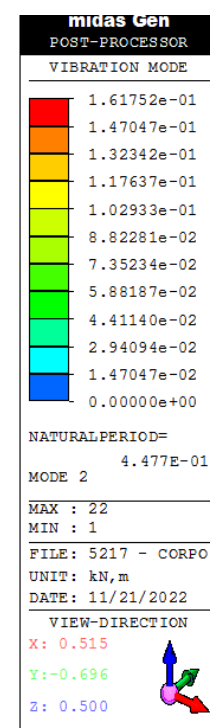
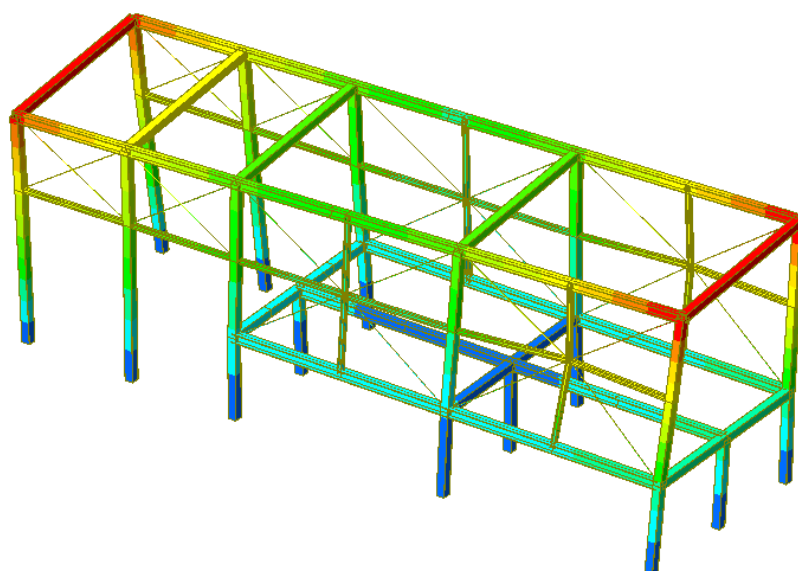
6.1.2. ANALISI MODALE E TIPOLOGIA STRUTTURALE

Si riportano nella seguente tabella i risultati fondamentali dell'analisi modale in termini di modi di vibrare, periodo proprio e massa partecipante nelle direzioni principali per il modello sopra definito.

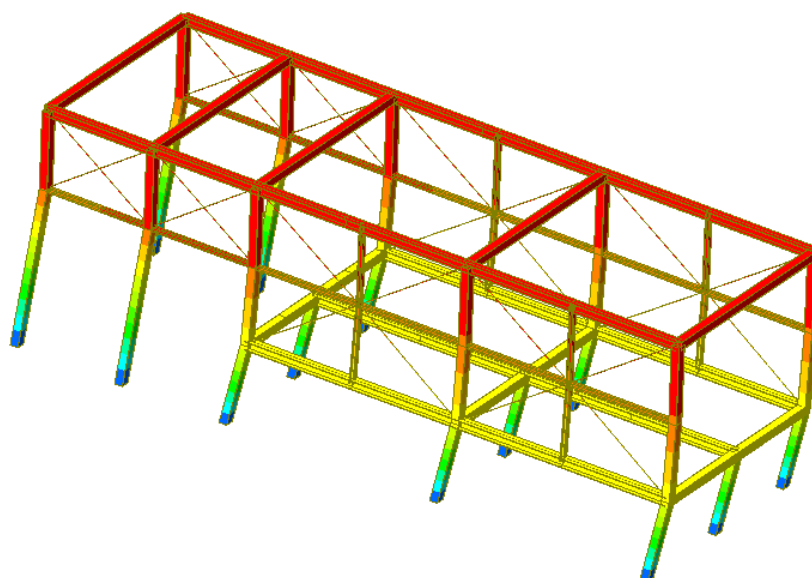
Node	Mode	UX		UY		UZ		RX		RY		RZ	
EIGENVALUE ANALYSIS													
	Mode No	Frequency				Period		Tolerance					
		(rad/sec)		(cycle/sec)		(sec)							
	1	8.7979		1.4002		0.7142		0.0000e+00					
	2	14.0329		2.2334		0.4477		0.0000e+00					
	3	15.3984		2.4507		0.4080		0.0000e+00					
	4	21.5668		3.4325		0.2913		0.0000e+00					
	5	21.6260		3.4419		0.2905		0.0000e+00					
	6	22.1823		3.5304		0.2833		0.0000e+00					
	7	22.2554		3.5421		0.2823		0.0000e+00					
	8	32.3004		5.1408		0.1945		0.0000e+00					
	9	44.9827		7.1592		0.1397		0.0000e+00					
	10	50.1887		7.9878		0.1252		0.0000e+00					
MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT													
	Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
		MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
	1	0.0000	0.0000	61.7812	61.7812	0.0000	0.0000	3.5240	3.5240	0.0000	0.0000	3.7442	3.7442
	2	0.0073	0.0073	0.5491	62.3303	0.0000	0.0000	0.1031	3.6271	0.0004	0.0004	78.8097	82.5539
	3	96.5059	96.5132	0.0000	62.3303	0.0000	0.0000	0.0000	3.6272	5.0234	5.0239	0.0064	82.5603
	4	0.0000	96.5132	0.0470	62.3773	0.0000	0.0000	2.9288	6.5559	0.0000	5.0239	0.0016	82.5619
	5	0.0000	96.5132	0.0783	62.4556	0.0000	0.0000	9.0490	15.6050	0.0000	5.0239	0.0175	82.5795
	6	0.0000	96.5132	0.0733	62.5288	0.0000	0.0000	3.6467	19.2517	0.0000	5.0239	0.0006	82.5801
	7	0.0000	96.5132	0.1697	62.6985	0.0000	0.0000	14.2502	33.5018	0.0000	5.0239	0.0139	82.5940
	8	0.0000	96.5132	36.4423	99.1408	0.0000	0.0000	0.1828	33.6847	0.0000	5.0239	0.8279	83.4220
	9	0.0002	96.5134	0.6950	99.8358	0.0000	0.0000	0.0534	33.7381	0.0000	5.0239	16.2442	99.6661
	10	3.4741	99.9875	0.0000	99.8358	0.0000	0.0000	0.0000	33.7381	0.0024	5.0263	0.0002	99.6664
	Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
		MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM
	1	0.0000	0.0000	121.5903	121.5903	0.0000	0.0000	0.1172	0.1172	0.0000	0.0000	407.5410	407.5410
	2	0.0144	0.0144	1.0807	122.6710	0.0000	0.0000	0.0034	0.1207	0.0000	0.0000	8578.0621	8985.6030
	3	189.9314	189.9458	0.0001	122.6710	0.0000	0.0000	0.0000	0.1207	0.1671	0.1671	0.6933	8986.2963
	4	0.0000	189.9458	0.0925	122.7635	0.0000	0.0000	0.0974	0.2181	0.0000	0.1671	0.1772	8986.4735
	5	0.0000	189.9458	0.1540	122.9176	0.0000	0.0000	0.3010	0.5192	0.0000	0.1671	1.9070	8988.3805
	6	0.0000	189.9458	0.1442	123.0617	0.0000	0.0000	0.1213	0.6405	0.0000	0.1671	0.0672	8988.4478
	7	0.0000	189.9458	0.3340	123.3957	0.0000	0.0000	0.4741	1.1145	0.0000	0.1671	1.5182	8989.9660
	8	0.0000	189.9458	71.7215	195.1172	0.0000	0.0000	0.0061	1.1206	0.0000	0.1671	90.1171	9080.0830
	9	0.0003	189.9462	1.3677	196.4849	0.0000	0.0000	0.0018	1.1224	0.0000	0.1671	1768.1007	10848.183
	10	6.8373	196.7835	0.0000	196.4849	0.0000	0.0000	0.0000	1.1224	0.0001	0.1672	0.0250	10848.208



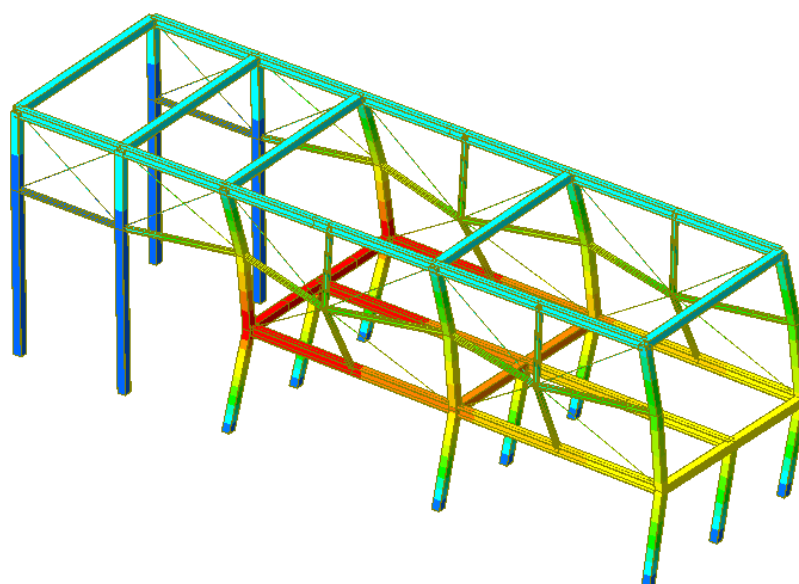
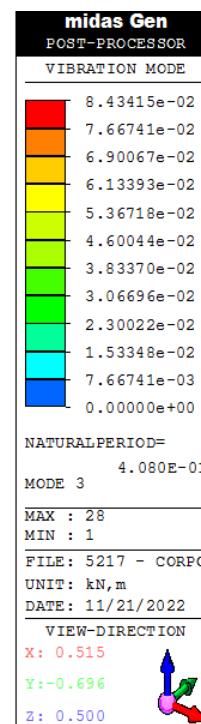
Forma modale fondamentale n. 1



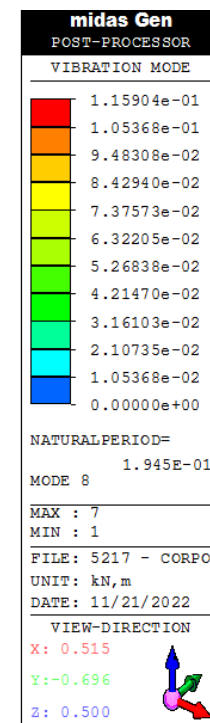
Forma modale fondamentale n. 2



Forma modale fondamentale n. 3



Forma modale fondamentale n. 8





6.1.3. RIGIDEZZA STRUTTURALE

La verifica di rigidezza strutturale ha la finalità di impedire che l'azione sismica di progetto produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione (Tabella 7.3.III delle NTC18).

Essendo per il caso in esame le tamponature di tipo fragile e collegate rigidamente alla struttura, ed essendo la struttura in classe d'uso III, tale condizione è soddisfatta quando risulta verificata la seguente condizione (NTC18, eq. 7.3.11a):

$$\frac{qd_r}{h} \leq \frac{2}{3} 0.005 = 0.0033$$

essendo:

- $d_r = \sqrt{d_x^2 + d_y^2}$ è lo spostamento di interpiano ottenute dall'analisi sismica di progetto allo SLO;
- h è l'altezza del piano.

Si riporta nella seguente tabella i risultati della verifica di rigidezza.

In tutti i casi la verifica è soddisfatta.



Studio Progetti Strutturali

Load Case	Story	Story Height (m)	P-Delta Incremental Factor (ad)	Allowable Story Drift Ratio	Maximum Drift of All Vertical Elements					Drift at the Center of Mass				
					Node	Story Drift (m)	Modified Drift (m)	Story Drift Ratio	Remark	Story Drift (m)	Modified Drift (m)	Drift Factor (Maximum/Current)	Story Drift Ratio	Remark
RMC,Not Used, Cd=1, Ie=1, Scale Factor=1, Allowable Ratio=0.0033														
Press right mouse button and click 'Set Story Drift Parameters...' menu to change RMC or Cd/Ie/Scale Factor/Allowable Ratio/Beta!														
SLO 1	1F	5.80	1.00	0.0033	21	0.003	0.0030	0.0005	OK	0.002	0.0027	1.0986	0.0005	OK
SLO 1	B1	3.13	1.00	0.0033	4	0.003	0.0036	0.0011	OK	0.003	0.0035	1.0212	0.0011	OK
SLO 2	1F	5.80	1.00	0.0033	9	0.003	0.0030	0.0005	OK	0.002	0.0027	1.1021	0.0005	OK
SLO 2	B1	3.13	1.00	0.0033	6	0.003	0.0037	0.0012	OK	0.003	0.0035	1.0508	0.0011	OK
SLO 3	1F	5.80	1.00	0.0033	7	0.002	0.0028	0.0005	OK	0.002	0.0027	1.0362	0.0005	OK
SLO 3	B1	3.13	1.00	0.0033	2	0.003	0.0035	0.0011	OK	0.003	0.0035	1.0141	0.0011	OK
SLO 4	1F	5.80	1.00	0.0033	21	0.002	0.0028	0.0005	OK	0.002	0.0027	1.0235	0.0005	OK
SLO 4	B1	3.13	1.00	0.0033	2	0.003	0.0035	0.0011	OK	0.003	0.0035	1.0077	0.0011	OK
SLO 5	1F	5.80	1.00	0.0033	21	0.007	0.0075	0.0013	OK	0.007	0.0073	1.0385	0.0013	OK
SLO 5	B1	3.13	1.00	0.0033	4	0.001	0.0019	0.0006	OK	0.001	0.0018	1.0896	0.0006	OK
SLO 6	1F	5.80	1.00	0.0033	9	0.007	0.0075	0.0013	OK	0.007	0.0071	1.0543	0.0012	OK
SLO 6	B1	3.13	1.00	0.0033	6	0.002	0.0024	0.0008	OK	0.001	0.0018	1.3429	0.0006	OK
SLO 7	1F	5.80	1.00	0.0033	21	0.007	0.0074	0.0013	OK	0.007	0.0073	1.0207	0.0013	OK
SLO 7	B1	3.13	1.00	0.0033	26	0.001	0.0019	0.0006	OK	0.001	0.0018	1.0500	0.0006	OK
SLO 8	1F	5.80	1.00	0.0033	7	0.007	0.0074	0.0013	OK	0.007	0.0071	1.0442	0.0012	OK
SLO 8	B1	3.13	1.00	0.0033	2	0.002	0.0023	0.0007	OK	0.001	0.0018	1.2963	0.0006	OK
SLO 9	1F	5.80	1.00	0.0033	9	0.002	0.0027	0.0005	OK	0.002	0.0027	1.0127	0.0005	OK
SLO 9	B1	3.13	1.00	0.0033	6	0.003	0.0035	0.0011	OK	0.003	0.0035	1.0117	0.0011	OK
SLO 10	1F	5.80	1.00	0.0033	9	0.002	0.0029	0.0005	OK	0.002	0.0027	1.0491	0.0005	OK
SLO 10	B1	3.13	1.00	0.0033	6	0.003	0.0035	0.0011	OK	0.003	0.0035	1.0181	0.0011	OK
SLO 11	1F	5.80	1.00	0.0033	7	0.002	0.0029	0.0005	OK	0.002	0.0027	1.0888	0.0005	OK
SLO 11	B1	3.13	1.00	0.0033	2	0.003	0.0036	0.0012	OK	0.003	0.0035	1.0465	0.0011	OK
SLO 12	1F	5.80	1.00	0.0033	27	0.003	0.0031	0.0005	OK	0.002	0.0028	1.1322	0.0005	OK
SLO 12	B1	3.13	1.00	0.0033	26	0.003	0.0036	0.0011	OK	0.003	0.0035	1.0254	0.0011	OK
SLO 13	1F	5.80	1.00	0.0033	27	0.007	0.0074	0.0013	OK	0.007	0.0073	1.0163	0.0013	OK
SLO 13	B1	3.13	1.00	0.0033	4	0.001	0.0019	0.0006	OK	0.001	0.0018	1.0444	0.0006	OK
SLO 14	1F	5.80	1.00	0.0033	9	0.007	0.0075	0.0013	OK	0.007	0.0071	1.0459	0.0012	OK
SLO 14	B1	3.13	1.00	0.0033	6	0.002	0.0023	0.0007	OK	0.001	0.0018	1.3025	0.0006	OK
SLO 15	1F	5.80	1.00	0.0033	27	0.007	0.0076	0.0013	OK	0.007	0.0073	1.0429	0.0013	OK
SLO 15	B1	3.13	1.00	0.0033	26	0.001	0.0019	0.0006	OK	0.001	0.0018	1.0953	0.0006	OK
SLO 16	1F	5.80	1.00	0.0033	7	0.007	0.0075	0.0013	OK	0.007	0.0071	1.0525	0.0012	OK
SLO 16	B1	3.13	1.00	0.0033	2	0.002	0.0024	0.0008	OK	0.001	0.0018	1.3368	0.0006	OK
SLO 17	1F	5.80	1.00	0.0033	21	0.003	0.0030	0.0005	OK	0.002	0.0027	1.0999	0.0005	OK
SLO 17	B1	3.13	1.00	0.0033	4	0.003	0.0036	0.0011	OK	0.003	0.0035	1.0212	0.0011	OK

S.P.S. S.r.l. Studio Progetti Strutturali.

Via Melchiorre Gioia, 64 – 20125 Milano – Italia – Tel. +39 02 6694887 r.a. – Fax +39 02 6704199
 www.spssrl-mi.it – segreteria@spssrl-mi.it – tecnico@spssrl-mi.it – amministrazione@spssrl-mi.it
 C.F. - P.I. - C.C.I.A.A. 10807630156. Cap Soc. € 49.400,00 i.v. - REA - Milano 1409652



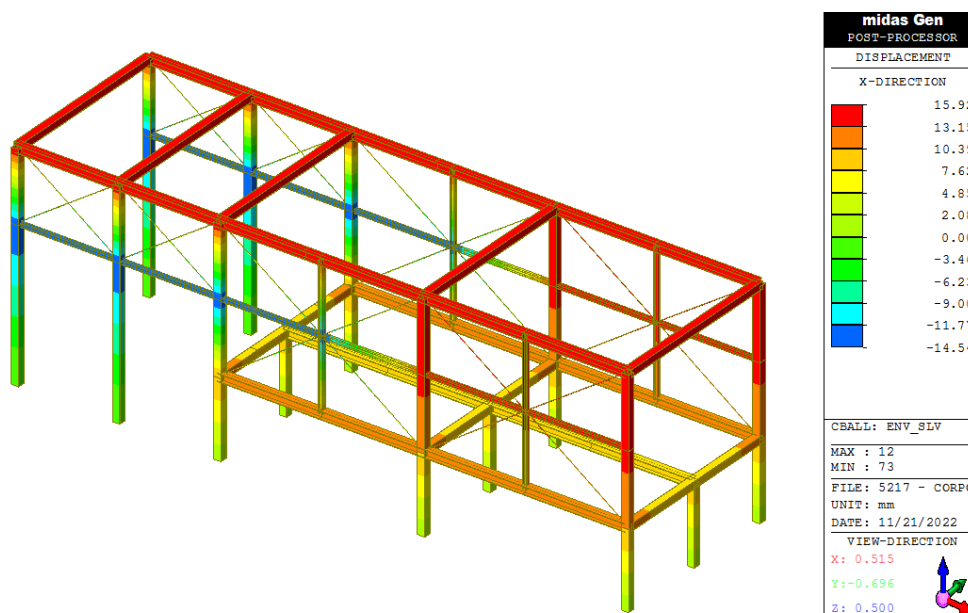
Certificato n° 11337



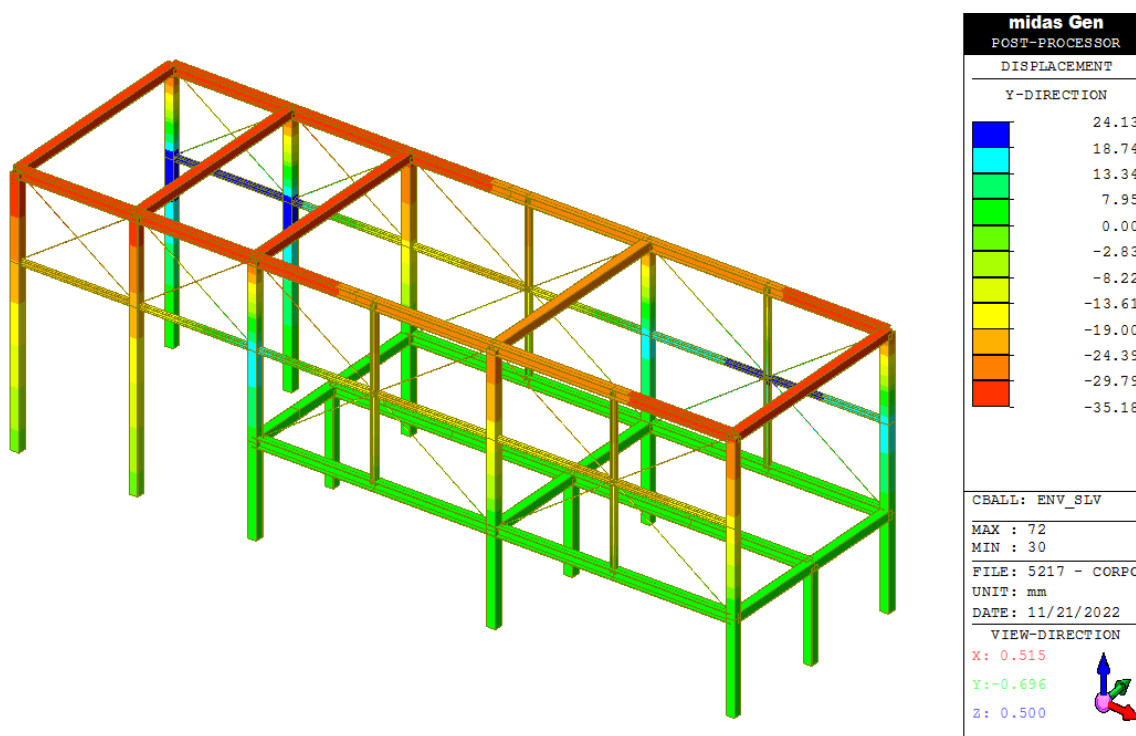
SLO 18	1F	5.80	1.00	0.0033	9	0.002	0.0029	0.0005	OK	0.002	0.0027	1.1030	0.0005	OK
SLO 18	B1	3.13	1.00	0.0033	6	0.003	0.0037	0.0012	OK	0.003	0.0035	1.0509	0.0011	OK
SLO 19	1F	5.80	1.00	0.0033	7	0.002	0.0028	0.0005	OK	0.002	0.0027	1.0364	0.0005	OK
SLO 19	B1	3.13	1.00	0.0033	2	0.003	0.0035	0.0011	OK	0.003	0.0035	1.0141	0.0011	OK
SLO 20	1F	5.80	1.00	0.0033	21	0.002	0.0028	0.0005	OK	0.002	0.0027	1.0239	0.0005	OK
SLO 20	B1	3.13	1.00	0.0033	2	0.003	0.0035	0.0011	OK	0.003	0.0035	1.0077	0.0011	OK
SLO 21	1F	5.80	1.00	0.0033	21	0.007	0.0075	0.0013	OK	0.007	0.0073	1.0385	0.0013	OK
SLO 21	B1	3.13	1.00	0.0033	4	0.001	0.0019	0.0006	OK	0.001	0.0018	1.0899	0.0006	OK
SLO 22	1F	5.80	1.00	0.0033	9	0.007	0.0075	0.0013	OK	0.007	0.0071	1.0541	0.0012	OK
SLO 22	B1	3.13	1.00	0.0033	6	0.002	0.0024	0.0008	OK	0.001	0.0018	1.3438	0.0006	OK
SLO 23	1F	5.80	1.00	0.0033	21	0.007	0.0074	0.0013	OK	0.007	0.0073	1.0207	0.0013	OK
SLO 23	B1	3.13	1.00	0.0033	26	0.001	0.0019	0.0006	OK	0.001	0.0018	1.0498	0.0006	OK
SLO 24	1F	5.80	1.00	0.0033	7	0.007	0.0074	0.0013	OK	0.007	0.0071	1.0444	0.0012	OK
SLO 24	B1	3.13	1.00	0.0033	2	0.002	0.0023	0.0007	OK	0.001	0.0018	1.2956	0.0006	OK
SLO 25	1F	5.80	1.00	0.0033	9	0.002	0.0027	0.0005	OK	0.002	0.0027	1.0128	0.0005	OK
SLO 25	B1	3.13	1.00	0.0033	6	0.003	0.0035	0.0011	OK	0.003	0.0035	1.0117	0.0011	OK
SLO 26	1F	5.80	1.00	0.0033	9	0.002	0.0028	0.0005	OK	0.002	0.0027	1.0495	0.0005	OK
SLO 26	B1	3.13	1.00	0.0033	6	0.003	0.0035	0.0011	OK	0.003	0.0035	1.0181	0.0011	OK
SLO 27	1F	5.80	1.00	0.0033	7	0.002	0.0029	0.0005	OK	0.002	0.0027	1.0895	0.0005	OK
SLO 27	B1	3.13	1.00	0.0033	2	0.003	0.0036	0.0012	OK	0.003	0.0035	1.0466	0.0011	OK
SLO 28	1F	5.80	1.00	0.0033	27	0.003	0.0031	0.0005	OK	0.002	0.0027	1.1340	0.0005	OK
SLO 28	B1	3.13	1.00	0.0033	26	0.003	0.0036	0.0011	OK	0.003	0.0035	1.0255	0.0011	OK
SLO 29	1F	5.80	1.00	0.0033	27	0.007	0.0074	0.0013	OK	0.007	0.0073	1.0163	0.0013	OK
SLO 29	B1	3.13	1.00	0.0033	4	0.001	0.0019	0.0006	OK	0.001	0.0018	1.0446	0.0006	OK
SLO 30	1F	5.80	1.00	0.0033	9	0.007	0.0075	0.0013	OK	0.007	0.0071	1.0457	0.0012	OK
SLO 30	B1	3.13	1.00	0.0033	6	0.002	0.0023	0.0007	OK	0.001	0.0018	1.3033	0.0006	OK
SLO 31	1F	5.80	1.00	0.0033	27	0.007	0.0076	0.0013	OK	0.007	0.0073	1.0429	0.0013	OK
SLO 31	B1	3.13	1.00	0.0033	26	0.002	0.0020	0.0006	OK	0.001	0.0018	1.0950	0.0006	OK
SLO 32	1F	5.80	1.00	0.0033	7	0.007	0.0075	0.0013	OK	0.007	0.0071	1.0527	0.0012	OK
SLO 32	B1	3.13	1.00	0.0033	2	0.002	0.0024	0.0008	OK	0.001	0.0018	1.3359	0.0006	OK

6.1.4. SPOSTAMENTI

Nelle seguenti figure vengono mostrate le deformate della struttura in combinazione di carico involucro SLV (spostamenti orizzontali).



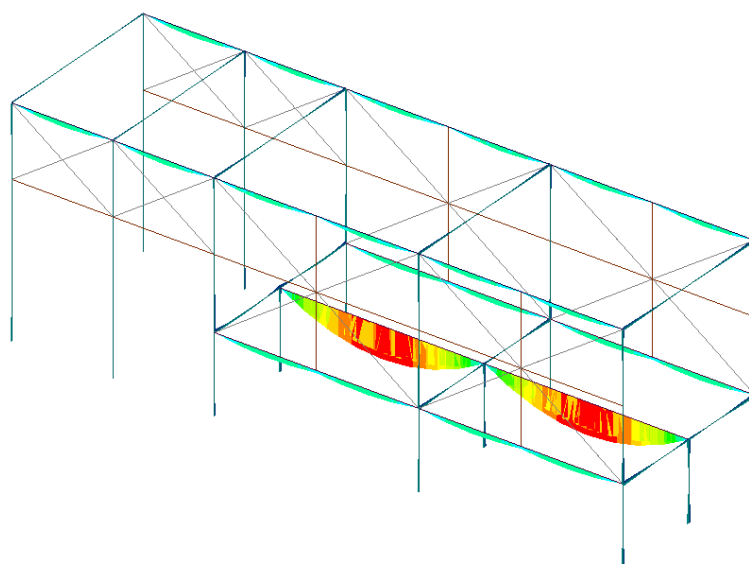
spostamenti orizzontali direzione X (involuppo SLV)



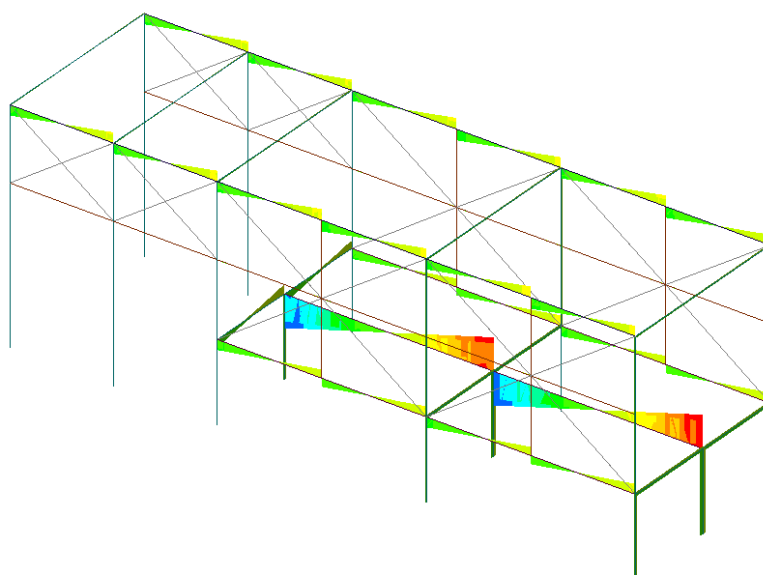
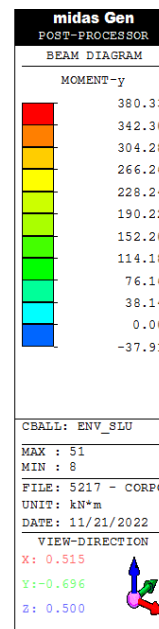
spostamenti orizzontali direzione Y (involuppo SLV)

6.1.5. SOLLECITAZIONI

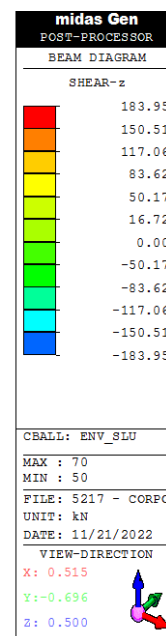
Si riportano di seguito i diagrammi delle sollecitazioni allo SLU e allo SLV.

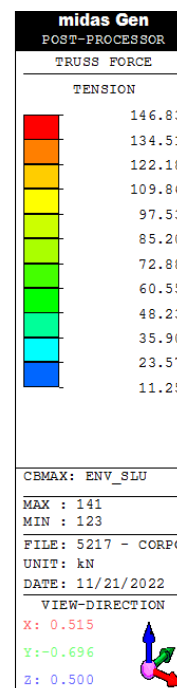
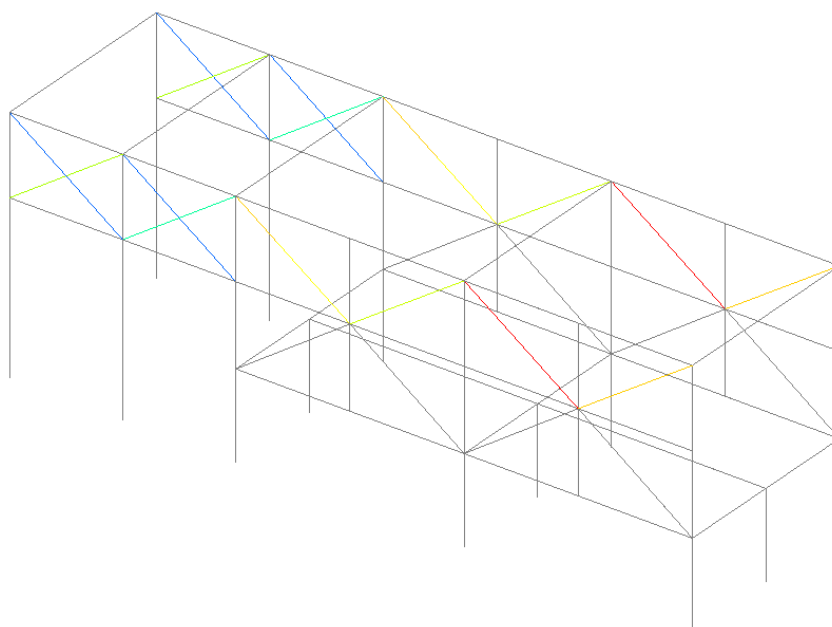


momento flettente M_y (involuppo SLU)

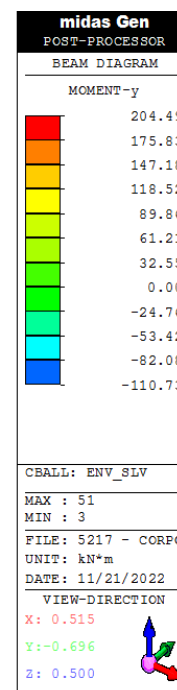
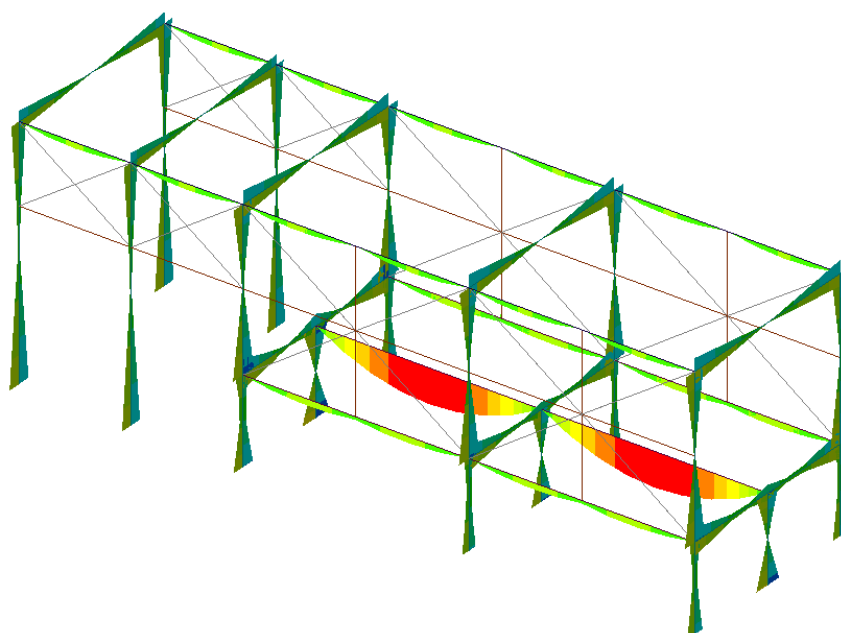


taglio F_y e F_z (involuppo SLU)

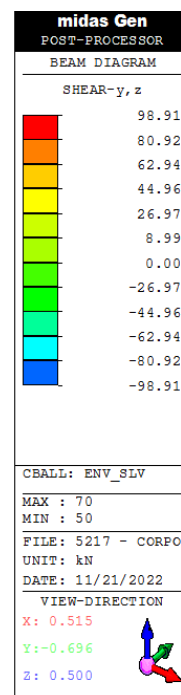
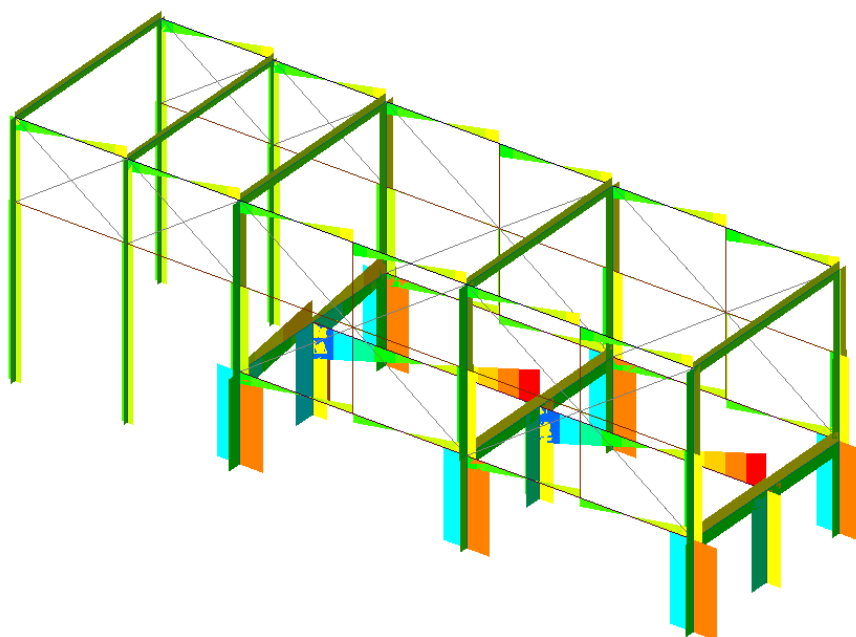




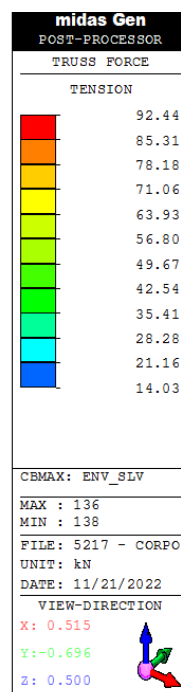
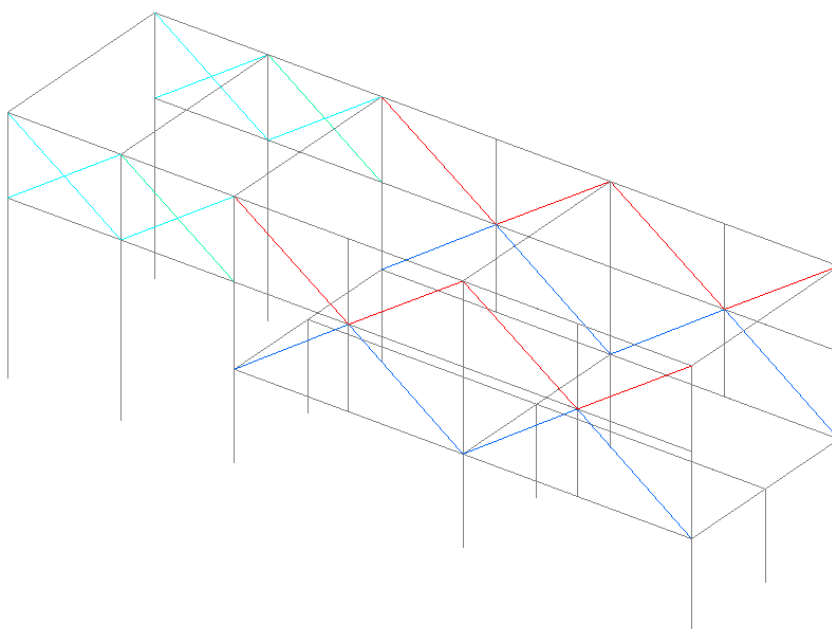
sforzi di trazione controventi (involuppo SLU)



momento flettente M_y (involuppo SLV)



taglio Fy e Fz (nviluppo SLV)



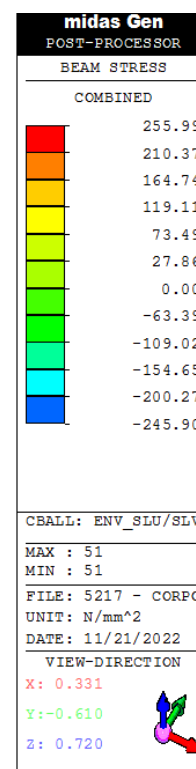
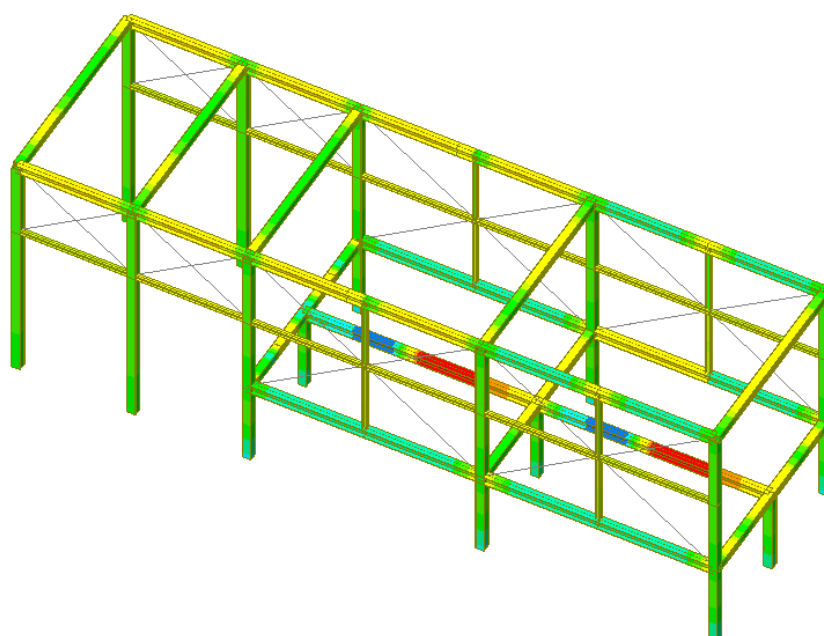
sforzi di trazione controventi (inviluppo SLV)

6.1.6. VERIFICHE

Nei seguenti paragrafi sono riportate le verifiche di maggiore interesse svolte sugli elementi strutturali tipologici.

6.1.6.1. VERIFICHE DI RESISTENZA

Si riporta di seguito lo stato tensionale nelle travi e nei pilastri come involucro di tutte le combinazioni di carico SLU ed SLV.

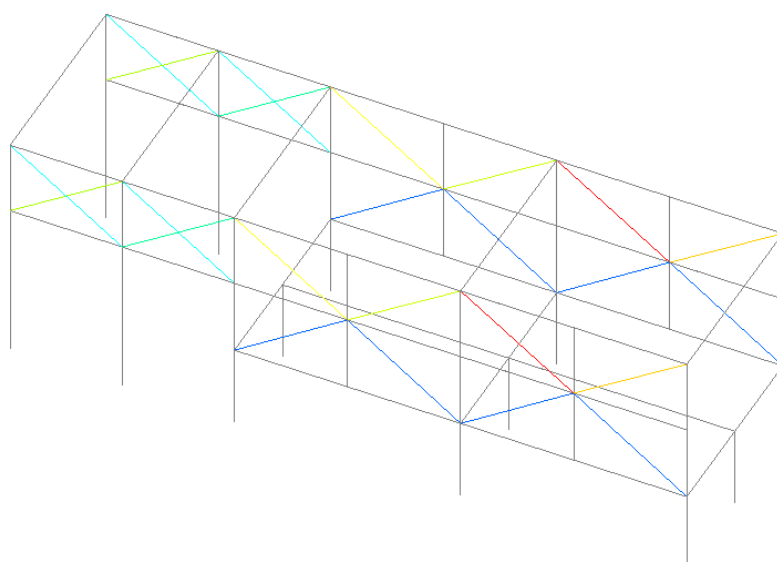


Essendo

$$\sigma_{max} = 255.99 \text{ MPa} < \frac{275}{1.05} = 261.9 \text{ MPa}$$

tutti gli elementi risultano verificati.

Si riporta di seguito la verifica dei controventi come involucro di tutte le combinazioni di carico SLU ed SLV.



midas Gen POST-PROCESSOR	
TRUSS FORCE	
TENSION	
	146.83
	134.76
	122.69
	110.61
	98.54
	86.47
	74.39
	62.32
	50.25
	38.17
	26.10
	14.03
CBMAX: ENV_SLU/SLV	
MAX : 141	
MIN : 138	
FILE: 5217 - CORPO	
UNIT: kN	
DATE: 11/21/2022	
VIEW-DIRECTION	
X: 0.328	
Y:-0.673	
Z: 0.663	

Essendo

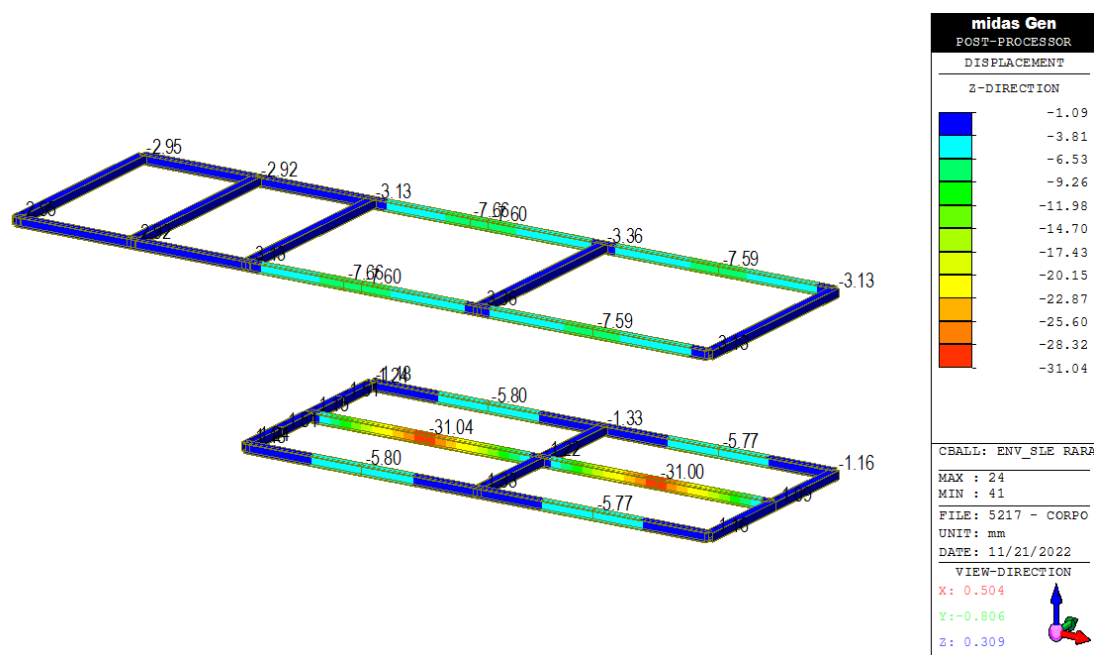
$$N_{T,max} = 143.83 \text{ kN}$$

$$\sigma_{max} = \frac{2 \cdot 146.83 \text{ kN}}{12 \text{ cm}^2} 10 = 244.71 \text{ MPa} < \frac{275}{1.05} = 261.9 \text{ MPa}$$

tutti gli elementi risultano verificati.

6.1.6.2. VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ

Nella figura seguente si riportano gli spostamenti verticali degli elementi costituenti i due impalcati in combinazione SLE RARA.



spostamenti verticali (involuppo SLE RARA)

Si riporta di seguito la verifica di deformabilità degli elementi.

trave	Lunghezza [mm]	Spostamento [mm]	Limite [mm]	stato verifica
HEB320	8270	31.04	$L/250 = 33.08$	OK
HEA320	8270	4.55	$l/250 = 33.08$	OK

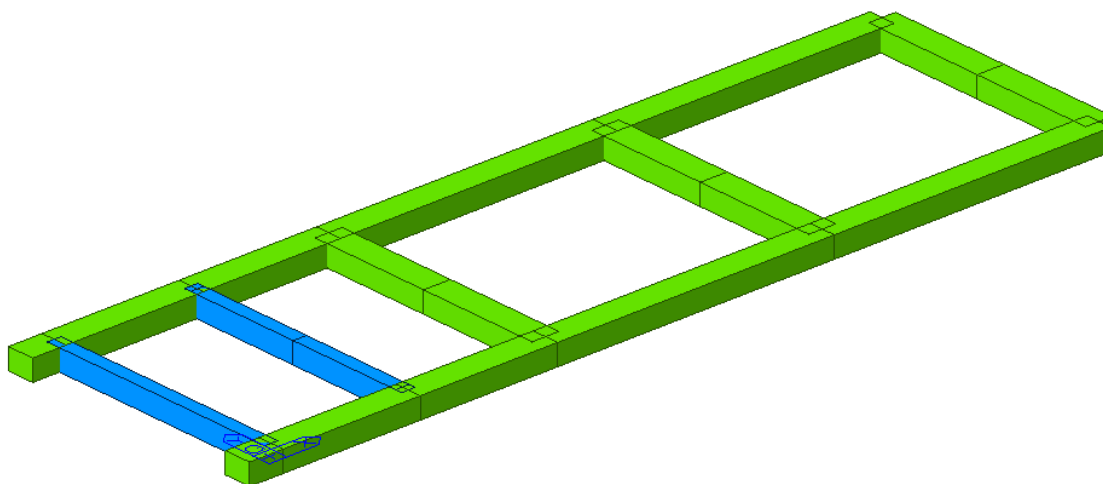
Tutti gli elementi sono verificati.



6.1.7. FONDAZIONE

Le fondazioni della struttura in esame sono costituite da un graticcio di travi collegate tra loro su cui scaricano i pilastri.

Queste sono state studiate realizzando un modello agli elementi finiti, le cui azioni provenienti dalla sovrastruttura sono state importate dal modello con incastri alla base.



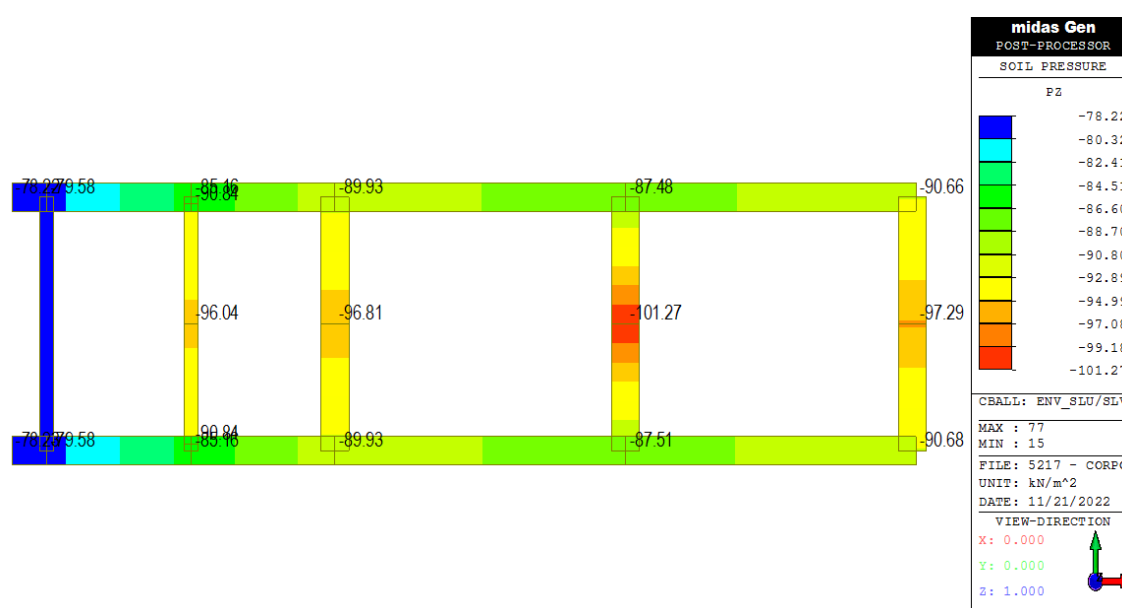
modello FEM della fondazione

Le travi in verde hanno dimensioni 80x60 cm; quelle in blu 40x60 cm.

Nei seguenti paragrafi si riporta la verifica di capacità portante e di resistenza delle fondazioni.

6.1.7.1. VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ PORTANTE

Al fine di analizzare gli effetti dell'interazione terreno-struttura si è fatto ricorso alla modellazione cosiddetta alla "Winkler" del suolo. Nello specifico, le travi sono state vincolate in direzione verticale (Z) mediante un letto di molle avente rigidezza 1 kg/cm^3 . Nella seguente figura è riportato l'involuppo delle pressioni massime allo SLU, dal quale è possibile osservare che il massimo valore è pari a 101.25 kPa.



Si riporta di seguito la verifica di capacità portante della fondazione, in funzione delle caratteristiche del terreno riportate nella relazione geologica redatta dal geologo Giovanni Viganò.

10. ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO E MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

L'assetto litostratigrafico e il modello geologico-geotecnico del sottosuolo, di seguito riportato, è stato definito sulla base dei risultati delle prove penetrometriche statiche CPT, di quelle dinamiche SPT in foro e della litologia riscontrata con i sondaggi a carotaggio continuo, considerando la situazione geotecnica più cautelativa. In relazione alla variazione con la profondità della resistenza penetrometrica statica q_c alla punta e del n. di colpi N_{SPT} si possono distinguere i seguenti strati litologici ai quali sono stati attribuiti i parametri geotecnici visualizzati nella tabella sotto riportata:

Strato 0: prof. da 0.00 m a 0.40÷1.60 m

Terreno di riporto sabbioso ghiaioso con frammenti di calcestruzzo e/o limoso argilloso con subordinata ghiaia e frammenti di laterizio

Strato 1: prof. da 0.40÷1.60 m a 2.00 m

Limi argillosi ed in subordine argille limose di consistenza medio-bassa

$q_c = 12 \div 28 \text{ kg/cm}^2$

Strato 2: prof. da 2.00 m a 5.00 m

Alternanze di limi sabbiosi, limi sabbiosi argillosi e limi argillosi di consistenza da medio-bassa a media con intercalazioni di sabbie limose

$q_c = 13 \div 50 \text{ kg/cm}^2$

Strato 3: prof. da 5.00 m a 6.50 m

Sabbie e sabbie limose addensate

$q_c = 75 \div 160 \text{ kg/cm}^2$

Strato 4: prof. da 6.50 m a 7.80 m

Limi sabbiosi e limi sabbiosi argillosi di consistenza medio-bassa

$q_c = 13 \div 25 \text{ kg/cm}^2$

Strato 5: prof. da 7.80 m a 10.70 m

Sabbie limose e limi sabbiosi con addensamento/consistenza media

$q_c = 27 \div 80 \text{ kg/cm}^2$

Strato 6: prof. da 10.70 m a 15.10 m

Sabbie fini e medie e sabbie limose addensate

$q_c = 83 \div 175 \text{ kg/cm}^2$

Strato 7: prof. da 15.10 m a 17.80 m

Sabbie medie e grosse con ghiaia addensate

$N_{SPT} = 50 \div 68$

Strato 8: prof. da 17.80 m a 22.40 m

Limi e limi argillosi prevalenti consistenti

$N_{SPT} = 16 \div 22$

Strato 9: prof. da 22.40 m a 25.00 m

Sabbie fini limose debolmente ghiaiose, sabbie medie e sabbie con ghiaia addensate

$N_{SPT} > 50$

Parametri geotecnici del sottosuolo								
Strato geotecnico [-]	q_c [Kg/cm ²]	N_{SPT} [-]	D_r [%]	c_{uk} [KPa]	φ_k [°]	c'_k [kPa]	E' [kg/cm ²]	M [kg/cm ²]
STRATO 0	Terreno di riporto							
STRATO 1	12÷28	-	-	50÷70	24÷25	0	-	40÷50
STRATO 2	13÷50	-	-	80÷100	25÷26	0	-	50÷80
STRATO 3	75÷160	-	60÷70	-	30÷32	0	230÷290	-
STRATO 4	13÷25	-	60	50÷70	24÷25	0	-	40÷50
STRATO 5	27÷80	-	45÷55	-	27÷28	0	100÷150	-
STRATO 6	83÷175	45÷62	60÷70	-	30÷32	0	230÷290	-
STRATO 7	-	50÷68	70÷75	-	32÷33	0	250÷300	-
STRATO 8	-	16÷22	-	80÷100	25÷26	0	-	50÷80
STRATO 9	-	>50	70÷75	-	32÷33	0	250÷300	-

q_c =resistenza penetrometrica statica alla punta CPT

N_{SPT} =n. di colpi prova SPT

D_r =densità relativa (valore medio)

c_{uk} =coesione non drenata (valore caratteristico)

c'_k =coesione effettiva φ_k =angolo d'attrito (valore caratteristico)

E' =modulo di deformazione elastico (valore medio)

M =modulo di deformazione edometrico (valore medio)



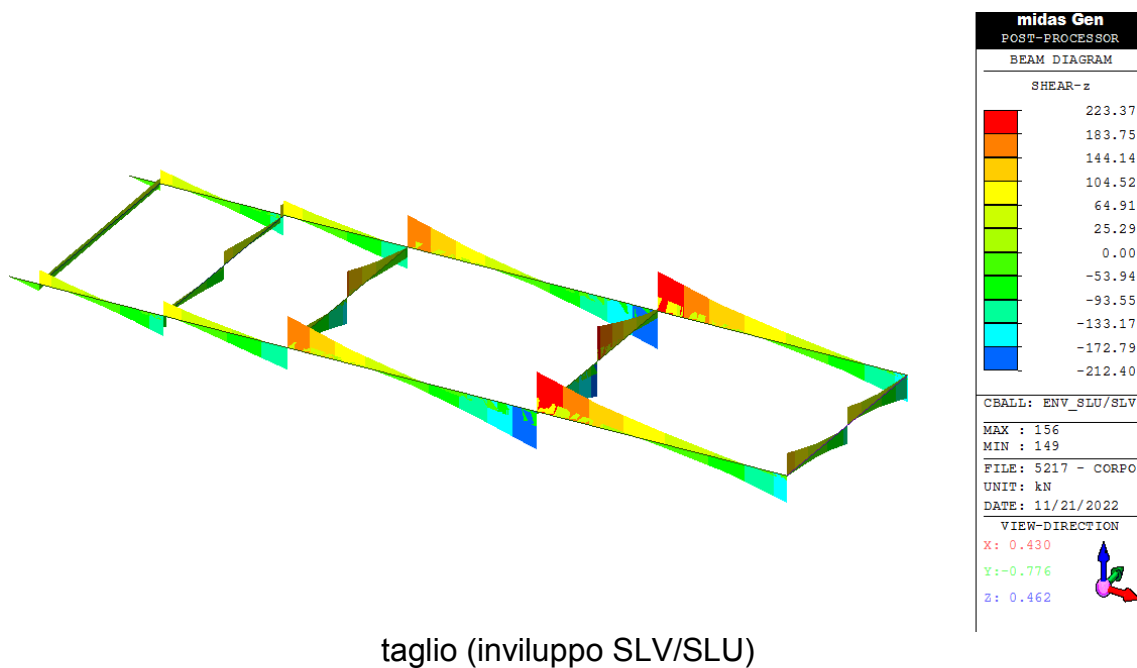
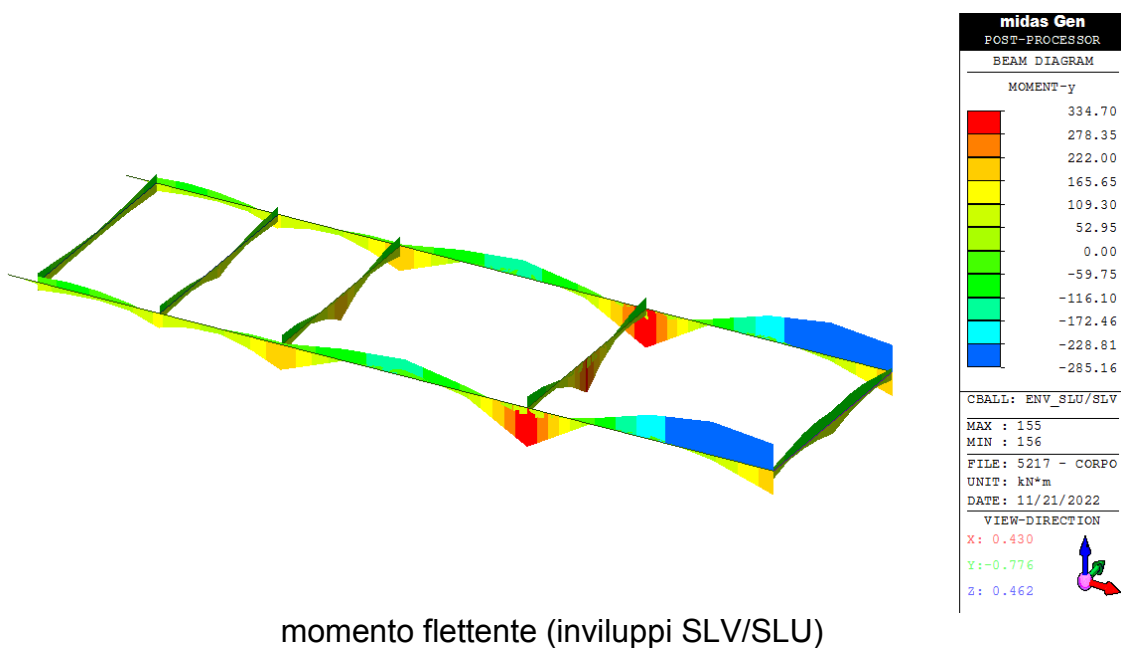
In particolare, essendo la fondazione in esame posta a -1.00 m, quindi nello “strato 1”, si ha una $C_u \cong 60$ kPa.

VERIFICHE GEOTECNICHE EC7			
CARATTERISTICHE DEL TERRENO			
peso specifico terreno	$\gamma' =$	17.00	kN/m ³
peso specifico terreno saturo	$\gamma_{sat} =$	17.00	kN/m ³
angolo di resistenza al taglio	$\phi' =$	0.00	°
coesione	$c' =$	0.00	kPa
coesione non drenata	$c_u =$	60.00	kPa
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA FONDAZIONE			
angolo di inclinazione del piano di posa	$\alpha =$	0.00	°
lunghezza della fondazione	$L =$	7.20	m
larghezza della fondazione	$B =$	0.80	m
lunghezza effettiva della fondazione	$L' =$	7.20	m
larghezza effettiva della fondazione	$B' =$	0.80	m
profondità piano di posa	$D =$	1.00	m
AZIONI AGENTI			
carico parallelo al piano di posa della fondazione	$H =$	0.0	kN
carico perpendicolare al piano di posa della fondazione	$V =$	0.0	kN
Momento agente rispetto ad B	$M_B =$	0.0	kNm
Momento agente rispetto ad L	$M_L =$	0.0	kNm
Fattore di inclinazione del piano di posa	$bc =$	1.0	
Fattore di forma della fondazione	$sc =$	1.0	
Fattori di inclinazione del carico	$ic =$	1.0	
$q_{lim} = ((\pi+2) c_u b_c s_c i_c + q) / \gamma_{Rd}$			
Capacità portante ($\gamma_{Rd}=2.3$)		144.50	Kpa

La pressione massima, in combinazione SLU, è pari a 101.27 kPa < 144.50 kPa, pertanto la verifica è soddisfatta.

6.1.7.2. VERIFICA DI RESISTENZA

Si riportando di seguito i diagrammi delle sollecitazioni agenti sulle travi di fondazione.





Il momento flettente massimo sollecitante agente sulle travi 80x60 cm è pari a 334.70 kNm.

Il momento resistente della trave armata con 9Ø16 inferiormente e superiormente è pari a 369.5 kNm, pertanto la verifica è soddisfatta.

Verifica C.A. S.L.U. - File: TRAVE 80X60

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

Titolo :

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	80	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	18.1	5
2	18.1	55

Tipo Sezione
☒ Rettan.re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.
☐ DXF

Sezio...

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 0 kNm
 M_{yEd} 0

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
 B450C C28/35
 ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 15.87
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 11
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6667
 τ_{c1} 1.971

M_{xRd} 369.5 kN m
 σ_c -15.87 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 3.5 ‰
 ε_s 30.96 ‰
 d 55 cm
 x 5.586 x/d 0.1016
 δ 0.7

Metodo di calcolo
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☐ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 cm Col. modello
 M-curvatura
☐ Precompresso

momento resistente trave 80x60 cm



Il taglio massimo sollecitante agente sulle travi 80x60 cm è pari a 223.37 kN.

Il taglio resistente della trave armata con staffe Ø8/250 a 4 bracci è pari a 372.28 kN, pertanto la verifica è soddisfatta.

Verifica a taglio § 4.1.2.3.5.2				
b [mm]	h [mm]	δ [mm]	d [mm]	s_{st} [mm]
800	600	35	565	250
α [°]	$\cot\alpha$	$\sin\alpha$	ϕ_{st}	n° bracci
90	0.00	1.00	8	4
A_{sw} [mm ²]	$V_{Rsd} = V_{Rcd}$	TETHA	$\cot\theta$ ($V_{Rsd}=V_{Rcd}$)	$\cot\theta$
201.06	0.00		4.46	2.50
b_w [mm]	v	Ned [kN]	σ_{cp} [N/mm ²]	α_c
800	0.50		0.00	1.00
V_{ed} [kN]	V_{Rsd} [kN]		V_{Rcd} [kN]	
223.37	400.07		1154.59	
VERIFICATO				



Il momento flettente massimo sollecitante agente sulle travi 40x60 cm è pari a 115.83 kNm.

Il momento resistente della trave armata con 6Ø16 inferiormente e superiormente è pari a 243.7 kNm, pertanto la verifica è soddisfatta.

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

Titolo : _____

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	40	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	12.06	5
2	12.06	55

Tipo Sezione
☒ Rettan.re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.
☐ DXF

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
 B450C C28/35
 ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} N/mm²
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ε_{syd} ‰ σ_{c,adm} N/mm²
 σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} τ_{c1}

M_{xRd} kN m
 σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_c ‰
 ε_s ‰
 d cm
 x x/d δ

Metodo di calcolo
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☐ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett.
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ cm Col. modello
 M-curvatura
☐ Precompresso

momento resistente trave 40x60 cm



Il taglio massimo sollecitante agente sulle travi 40x60 cm è pari a 79.81 kN.

Il taglio resistente della trave armata con staffe Ø8/250 a 2 bracci è pari a 200.03 kN, pertanto la verifica è soddisfatta.

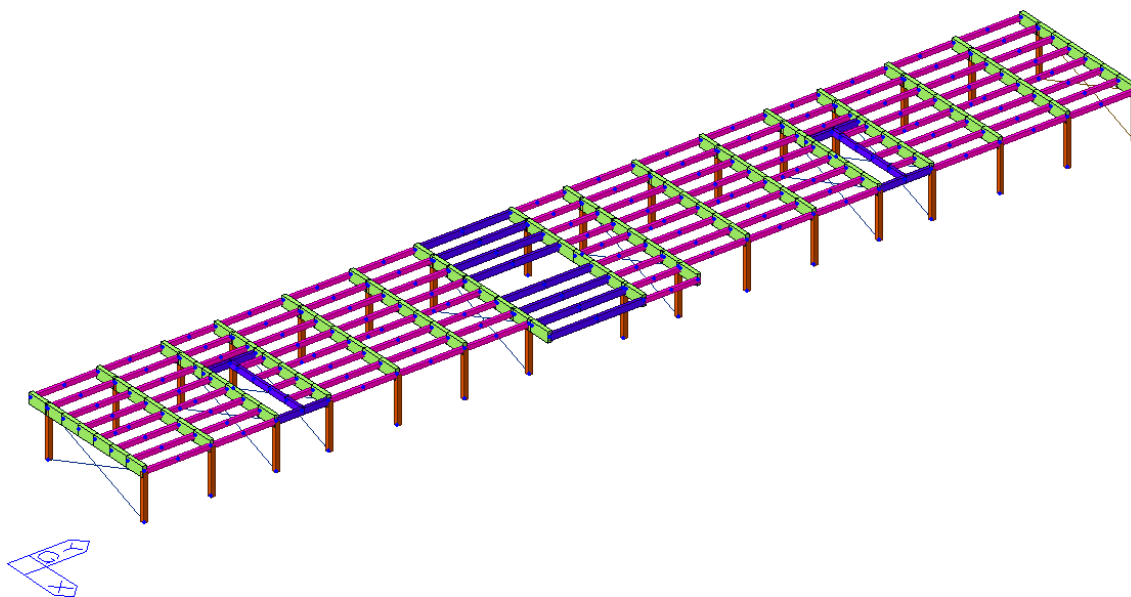
Verifica a taglio § 4.1.2.3.5.2				
b [mm]	h [mm]	δ [mm]	d [mm]	s_{st} [mm]
400	600	35	565	250
α [°]	$\cot\alpha$	$\sin\alpha$	ϕ_{st}	n° bracci
90	0.00	1.00	8	2
A_{sw} [mm ²]	$V_{Rsd} = V_{Rcd}$	TETHA	$\cot\theta$ ($V_{Rsd}=V_{Rcd}$)	$\cot\theta$
100.53	0.00		4.46	2.50
b_w [mm]	v	Ned [kN]	σ_{cp} [N/mm ²]	α_c
400	0.50		0.00	1.00
V_{ed} [kN]	V_{Rsd} [kN]		V_{Rcd} [kN]	
79.81	200.03		577.29	
VERIFICATO				

6.2. NUOVO SOPPALCO IN LEGNO

La modellazione ha fatto ricorso all'utilizzo di:

- EF a 2 nodi di tipo "beam" per i pilastri e le travi;
- EF a 2 nodi di tipo "truss" per i controventi;
- I pilastri sono vincolati alla base mediante incastri nella direzione longitudinale e mediante cerniere nella direzione trasversale; pertanto in quest'ultima direzione la resistenza alle azioni sismiche e da vento è affidata ai controventi.

Di seguito è riportata un'immagine rappresentativa del modello 3D della struttura implementato in Midas Gen.



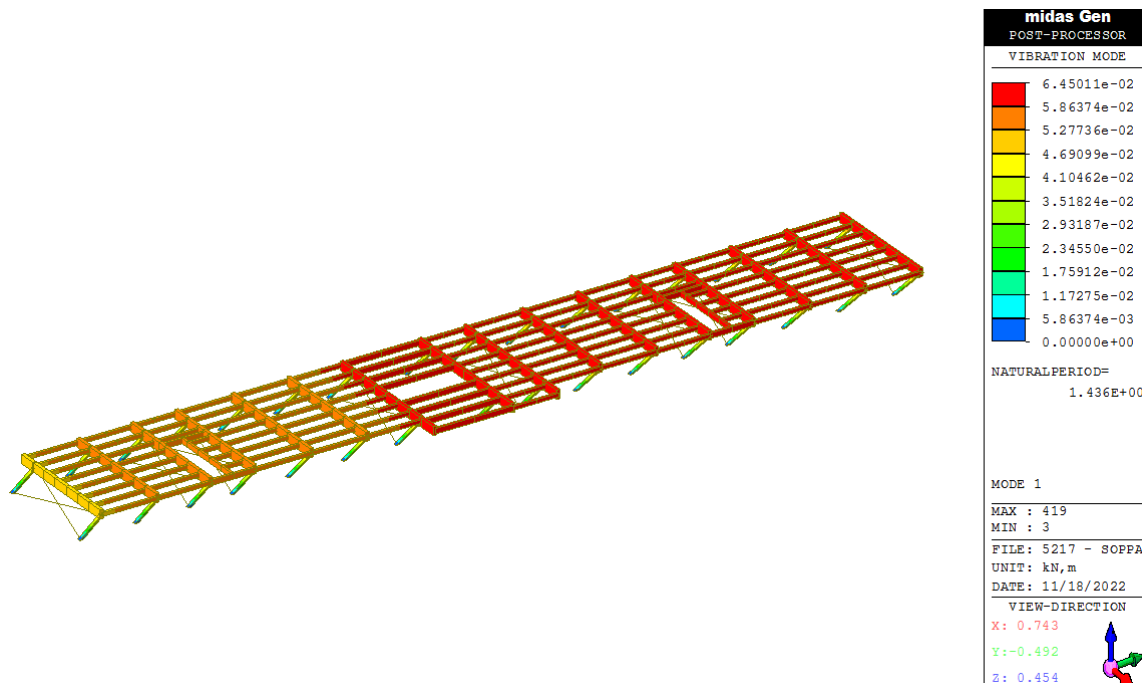
Facendo riferimento alla struttura soprastante si riporta un riepilogo dei elementi strutturali:

- | | |
|--|------------|
| - Elementi in verde (travi principali): | 260x680 mm |
| - Elementi in blu (travi secondarie): | 180x400 mm |
| - Elementi in fucsia (travi secondarie): | 180x280 mm |
| - Elementi in marrone (pilastri): | 260x260 mm |
| - Controventi | Ø25 mm |

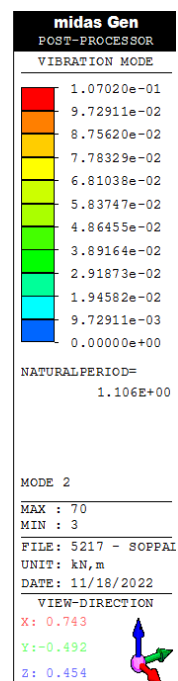
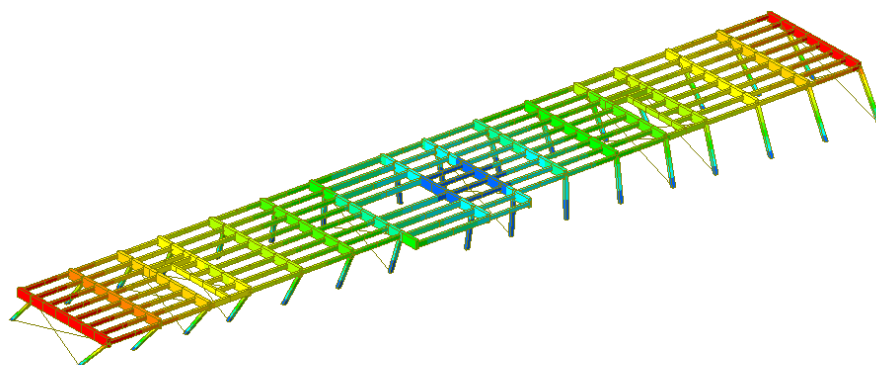
6.2.1. ANALISI MODALE E TIPOLOGIA STRUTTURALE

Si riporta nella seguente tabella i risultati fondamentali dell'analisi modale in termini di modi di vibrare, periodo proprio e massa partecipante nelle direzioni principali per il modello sopra descritto.

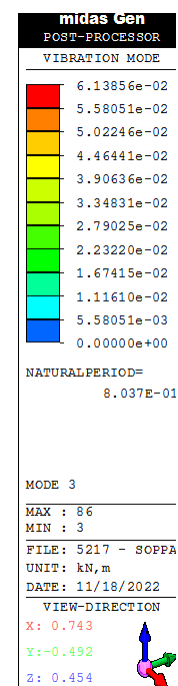
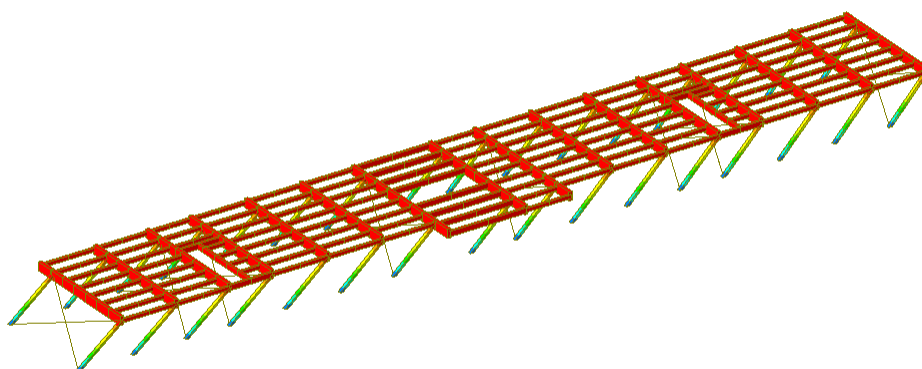
Node	Mode	UX		UY		UZ		RX		RY		RZ	
EIGENVALUE ANALYSIS													
	Mode No	Frequency				Period		Tolerance					
		(rad/sec)		(cycle/sec)		(sec)							
	1	4.3748		0.6963		1.4362		0.0000e+00					
	2	5.6797		0.9040		1.1062		0.0000e+00					
	3	7.8179		1.2443		0.8037		0.0000e+00					
MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT													
	Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
		MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
	1	99.6440	99.6440	0.0009	0.0009	0.0000	0.0000	0.0009	0.0009	99.6440	99.6440	0.3435	0.3435
	2	0.3440	99.9880	0.5637	0.5645	0.0000	0.0000	0.5637	0.5645	0.3440	99.9880	99.0892	99.4326
	3	0.0002	99.9882	99.4352	99.9997	0.0000	0.0000	99.4352	99.9997	0.0002	99.9882	0.5642	99.9968
	Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
		MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM
	1	277.8792	277.8792	0.0025	0.0025	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.1860	2.1860	334.9607	334.9607
	2	0.9592	278.8384	1.5719	1.5744	0.0000	0.0000	0.0124	0.0124	0.0075	2.1936	96636.063	96971.023
	3	0.0006	278.8390	277.2968	278.8712	0.0000	0.0000	2.1814	2.1938	0.0000	2.1936	550.2246	97521.248



Forma modale fondamentale n. 1



Forma modale fondamentale n. 2



Forma modale fondamentale n. 3



6.2.2. COMBINAZIONI DI CARICO

Si riportano di seguito le combinazioni implementate nel software di calcolo.

```

=====
| MIDAS (MODELING, INTEGRATED DESIGN & ANALYSIS SOFTWARE) |
| MIDAS GEN - LOAD COMBINATIONS                             |
|                                                           |
|                                                           |
| (C) SINCE 1989                                           |
|=====
| MIDAS INFORMATION TECHNOLOGY CO., LTD.                   |
| GEN 2022                                                  |
|=====

```

DESIGN TYPE : GENERAL

LIST OF LOAD COMBINATIONS

NUM	NAME	ACTIVE LOADCASE (FACTOR) +	TYPE	LOADCASE (FACTOR) +	LOADCASE (FACTOR)
1	SLU1	ACTIVE G1 (1.300) +	ADD	G2 (1.500) +	Q (1.500)
2	SLV1	ACTIVE G1 (1.000) + + SLV X (1.000) + + SLV Y (0.300)	ADD	G2 (1.000) + SLV Y (0.300) +	Q (0.600) SLV X (1.000)
3	SLV2	ACTIVE G1 (1.000) + + SLV X (1.000) + + SLV Y (-0.300)	ADD	G2 (1.000) + SLV Y (0.300) +	Q (0.600) SLV X (-1.000)
4	SLV3	ACTIVE G1 (1.000) + + SLV X (1.000) + + SLV Y (-0.300)	ADD	G2 (1.000) + SLV Y (-0.300) +	Q (0.600) SLV X (1.000)
5	SLV4	ACTIVE G1 (1.000) + + SLV X (1.000) + + SLV Y (0.300)	ADD	G2 (1.000) + SLV Y (-0.300) +	Q (0.600) SLV X (-1.000)
6	SLV5	ACTIVE G1 (1.000) + + SLV X (0.300) + + SLV Y (1.000)	ADD	G2 (1.000) + SLV Y (1.000) +	Q (0.600) SLV X (0.300)
7	SLV6	ACTIVE G1 (1.000) + + SLV X (0.300) + + SLV Y (-1.000)	ADD	G2 (1.000) + SLV Y (1.000) +	Q (0.600) SLV X (-0.300)
8	SLV7	ACTIVE G1 (1.000) + + SLV X (-0.300) + + SLV Y (1.000)	ADD	G2 (1.000) + SLV Y (1.000) +	Q (0.600) SLV X (-0.300)
9	SLV8	ACTIVE G1 (1.000) + + SLV X (-0.300) + + SLV Y (-1.000)	ADD	G2 (1.000) + SLV Y (1.000) +	Q (0.600) SLV X (0.300)
10	SLV9	ACTIVE G1 (1.000) + + SLV X (1.000) + + SLV Y (-0.300)	ADD	G2 (1.000) + SLV Y (0.300) +	Q (0.600) SLV X (1.000)
11	SLV10	ACTIVE G1 (1.000) + + SLV X (1.000) + + SLV Y (0.300)	ADD	G2 (1.000) + SLV Y (0.300) +	Q (0.600) SLV X (-1.000)
12	SLV11	ACTIVE G1 (1.000) +	ADD	G2 (1.000) +	Q (0.600)

S.P.S. S.r.l. Studio Progetti Strutturali.

Via Melchiorre Gioia, 64 – 20125 Milano – Italia – Tel. +39 02 6694887 r.a. – Fax +39 02 6704199
www.spssrl-mi.it – segreteria@spssrl-mi.it – tecnico@spssrl-mi.it – amministrazione@spssrl-mi.it
C.F. - P.I. - C.C.I.A.A. 10807630156. Cap Soc. € 49.400,00 i.v. - REA - Milano 1409652



Certificato n° 11337



+		SLV X(1.000) +		SLV Y(-0.300) +		SLV X(1.000)
+		SLV Y(0.300)				
13	SLV12	ACTIVE	ADD			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
+		SLV X(1.000) +		SLV Y(-0.300) +		SLV X(-1.000)
+		SLV Y(-0.300)				
14	SLV13	ACTIVE	ADD			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
+		SLV X(0.300) +		SLV Y(1.000) +		SLV X(-0.300)
+		SLV Y(1.000)				
15	SLV14	ACTIVE	ADD			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
+		SLV X(0.300) +		SLV Y(1.000) +		SLV X(0.300)
+		SLV Y(-1.000)				
16	SLV15	ACTIVE	ADD			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
+		SLV X(-0.300) +		SLV Y(1.000) +		SLV X(0.300)
+		SLV Y(1.000)				
17	SLV16	ACTIVE	ADD			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
+		SLV X(-0.300) +		SLV Y(1.000) +		SLV X(-0.300)
+		SLV Y(-1.000)				
18	SLV17	ACTIVE	ADD			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
+		SLV X(-1.000) +		SLV Y(-0.300) +		SLV X(-1.000)
+		SLV Y(-0.300)				
19	SLV18	ACTIVE	ADD			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
+		SLV X(-1.000) +		SLV Y(-0.300) +		SLV X(1.000)
+		SLV Y(0.300)				
20	SLV19	ACTIVE	ADD			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
+		SLV X(-1.000) +		SLV Y(0.300) +		SLV X(-1.000)
+		SLV Y(0.300)				
21	SLV20	ACTIVE	ADD			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
+		SLV X(-1.000) +		SLV Y(0.300) +		SLV X(1.000)
+		SLV Y(-0.300)				
22	SLV21	ACTIVE	ADD			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
+		SLV X(-0.300) +		SLV Y(-1.000) +		SLV X(-0.300)
+		SLV Y(-1.000)				
23	SLV22	ACTIVE	ADD			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
+		SLV X(-0.300) +		SLV Y(-1.000) +		SLV X(0.300)
+		SLV Y(1.000)				
24	SLV23	ACTIVE	ADD			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
+		SLV X(0.300) +		SLV Y(-1.000) +		SLV X(0.300)
+		SLV Y(-1.000)				
25	SLV24	ACTIVE	ADD			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
+		SLV X(0.300) +		SLV Y(-1.000) +		SLV X(-0.300)
+		SLV Y(1.000)				
26	SLV25	ACTIVE	ADD			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
+		SLV X(-1.000) +		SLV Y(-0.300) +		SLV X(-1.000)
+		SLV Y(0.300)				
27	SLV26	ACTIVE	ADD			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
+		SLV X(-1.000) +		SLV Y(-0.300) +		SLV X(1.000)
+		SLV Y(-0.300)				
28	SLV27	ACTIVE	ADD			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
+		SLV X(-1.000) +		SLV Y(0.300) +		SLV X(-1.000)
+		SLV Y(-0.300)				

S.P.S. S.r.l. Studio Progetti Strutturali.

Via Melchiorre Gioia, 64 – 20125 Milano – Italia – Tel. +39 02 6694887 r.a. – Fax +39 02 6704199
www.spssrl-mi.it – segreteria@spssrl-mi.it – tecnico@spssrl-mi.it – amministrazione@spssrl-mi.it
 C.F. - P.I. - C.C.I.A.A. 10807630156. Cap Soc. € 49.400,00 i.v. - REA - Milano 1409652



Certificato n° 11337



29	SLV28	ACTIVE	ADD		
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +	Q (0.600)
+		SLV X(-1.000) +		SLV Y (0.300) +	SLV X (1.000)
+		SLV Y (0.300)			
30	SLV29	ACTIVE	ADD		
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +	Q (0.600)
+		SLV X(-0.300) +		SLV Y(-1.000) +	SLV X (0.300)
+		SLV Y(-1.000)			
31	SLV30	ACTIVE	ADD		
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +	Q (0.600)
+		SLV X(-0.300) +		SLV Y(-1.000) +	SLV X(-0.300)
+		SLV Y (1.000)			
32	SLV31	ACTIVE	ADD		
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +	Q (0.600)
+		SLV X (0.300) +		SLV Y(-1.000) +	SLV X(-0.300)
+		SLV Y(-1.000)			
33	SLV32	ACTIVE	ADD		
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +	Q (0.600)
+		SLV X (0.300) +		SLV Y(-1.000) +	SLV X (0.300)
+		SLV Y (1.000)			
34	SLO1	ACTIVE	ADD		
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +	Q (0.600)
+		SLO X (1.000) +		SLO Y (0.300) +	SLO X (1.000)
+		SLO Y (0.300)			
35	SLO2	ACTIVE	ADD		
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +	Q (0.600)
+		SLO X (1.000) +		SLO Y (0.300) +	SLO X(-1.000)
+		SLO Y(-0.300)			
36	SLO3	ACTIVE	ADD		
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +	Q (0.600)
+		SLO X (1.000) +		SLO Y(-0.300) +	SLO X (1.000)
+		SLO Y(-0.300)			
37	SLO4	ACTIVE	ADD		
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +	Q (0.600)
+		SLO X (1.000) +		SLO Y(-0.300) +	SLO X(-1.000)
+		SLO Y (0.300)			
38	SLO5	ACTIVE	ADD		
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +	Q (0.600)
+		SLO X (0.300) +		SLO Y (1.000) +	SLO X (0.300)
+		SLO Y (1.000)			
39	SLO6	ACTIVE	ADD		
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +	Q (0.600)
+		SLO X (0.300) +		SLO Y (1.000) +	SLO X(-0.300)
+		SLO Y(-1.000)			
40	SLO7	ACTIVE	ADD		
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +	Q (0.600)
+		SLO X(-0.300) +		SLO Y (1.000) +	SLO X(-0.300)
+		SLO Y (1.000)			
41	SLO8	ACTIVE	ADD		
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +	Q (0.600)
+		SLO X(-0.300) +		SLO Y (1.000) +	SLO X (0.300)
+		SLO Y(-1.000)			
42	SLO9	ACTIVE	ADD		
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +	Q (0.600)
+		SLO X (1.000) +		SLO Y (0.300) +	SLO X (1.000)
+		SLO Y(-0.300)			
43	SLO10	ACTIVE	ADD		
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +	Q (0.600)
+		SLO X (1.000) +		SLO Y (0.300) +	SLO X(-1.000)
+		SLO Y (0.300)			
44	SLO11	ACTIVE	ADD		
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +	Q (0.600)
+		SLO X (1.000) +		SLO Y(-0.300) +	SLO X (1.000)
+		SLO Y (0.300)			
45	SLO12	ACTIVE	ADD		

S.P.S. S.r.l. Studio Progetti Strutturali.

Via Melchiorre Gioia, 64 – 20125 Milano – Italia – Tel. +39 02 6694887 r.a. – Fax +39 02 6704199
www.spssrl-mi.it – segreteria@spssrl-mi.it – tecnico@spssrl-mi.it – amministrazione@spssrl-mi.it
 C.F. - P.I. - C.C.I.A.A. 10807630156. Cap Soc. € 49.400,00 i.v. - REA - Milano 1409652



Certificato n° 11337



		G1 (1.000) + SLO X (1.000) + SLO Y (-0.300)		G2 (1.000) + SLO Y (-0.300) +		Q (0.600) SLO X (-1.000)
46	SLO13	ACTIVE	ADD			
		G1 (1.000) + SLO X (0.300) + SLO Y (1.000)		G2 (1.000) + SLO Y (1.000) +		Q (0.600) SLO X (-0.300)
47	SLO14	ACTIVE	ADD			
		G1 (1.000) + SLO X (0.300) + SLO Y (-1.000)		G2 (1.000) + SLO Y (1.000) +		Q (0.600) SLO X (0.300)
48	SLO15	ACTIVE	ADD			
		G1 (1.000) + SLO X (-0.300) + SLO Y (1.000)		G2 (1.000) + SLO Y (1.000) +		Q (0.600) SLO X (0.300)
49	SLO16	ACTIVE	ADD			
		G1 (1.000) + SLO X (-0.300) + SLO Y (-1.000)		G2 (1.000) + SLO Y (1.000) +		Q (0.600) SLO X (-0.300)
50	SLO17	ACTIVE	ADD			
		G1 (1.000) + SLO X (-1.000) + SLO Y (-0.300)		G2 (1.000) + SLO Y (-0.300) +		Q (0.600) SLO X (-1.000)
51	SLO18	ACTIVE	ADD			
		G1 (1.000) + SLO X (-1.000) + SLO Y (0.300)		G2 (1.000) + SLO Y (-0.300) +		Q (0.600) SLO X (1.000)
52	SLO19	ACTIVE	ADD			
		G1 (1.000) + SLO X (-1.000) + SLO Y (0.300)		G2 (1.000) + SLO Y (0.300) +		Q (0.600) SLO X (-1.000)
53	SLO20	ACTIVE	ADD			
		G1 (1.000) + SLO X (-1.000) + SLO Y (-0.300)		G2 (1.000) + SLO Y (0.300) +		Q (0.600) SLO X (1.000)
54	SLO21	ACTIVE	ADD			
		G1 (1.000) + SLO X (-0.300) + SLO Y (-1.000)		G2 (1.000) + SLO Y (-1.000) +		Q (0.600) SLO X (-0.300)
55	SLO22	ACTIVE	ADD			
		G1 (1.000) + SLO X (-0.300) + SLO Y (1.000)		G2 (1.000) + SLO Y (-1.000) +		Q (0.600) SLO X (0.300)
56	SLO23	ACTIVE	ADD			
		G1 (1.000) + SLO X (0.300) + SLO Y (-1.000)		G2 (1.000) + SLO Y (-1.000) +		Q (0.600) SLO X (0.300)
57	SLO24	ACTIVE	ADD			
		G1 (1.000) + SLO X (0.300) + SLO Y (1.000)		G2 (1.000) + SLO Y (-1.000) +		Q (0.600) SLO X (-0.300)
58	SLO25	ACTIVE	ADD			
		G1 (1.000) + SLO X (-1.000) + SLO Y (0.300)		G2 (1.000) + SLO Y (-0.300) +		Q (0.600) SLO X (-1.000)
59	SLO26	ACTIVE	ADD			
		G1 (1.000) + SLO X (-1.000) + SLO Y (-0.300)		G2 (1.000) + SLO Y (-0.300) +		Q (0.600) SLO X (1.000)
60	SLO27	ACTIVE	ADD			
		G1 (1.000) + SLO X (-1.000) + SLO Y (-0.300)		G2 (1.000) + SLO Y (0.300) +		Q (0.600) SLO X (-1.000)
61	SLO28	ACTIVE	ADD			
		G1 (1.000) + SLO X (-1.000) +		G2 (1.000) + SLO Y (0.300) +		Q (0.600) SLO X (1.000)

S.P.S. S.r.l. Studio Progetti Strutturali.

Via Melchiorre Gioia, 64 – 20125 Milano – Italia – Tel. +39 02 6694887 r.a. – Fax +39 02 6704199
www.spssrl-mi.it – segreteria@spssrl-mi.it – tecnico@spssrl-mi.it – amministrazione@spssrl-mi.it
 C.F. - P.I. - C.C.I.A.A. 10807630156. Cap Soc. € 49.400,00 i.v. - REA - Milano 1409652



Certificato n° 11337



		+ SLO Y (0.300)			
62	SLO29	ACTIVE	ADD		
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +	Q (0.600)
		SLO X (-0.300) +		SLO Y (-1.000) +	SLO X (0.300)
		SLO Y (-1.000)			
63	SLO30	ACTIVE	ADD		
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +	Q (0.600)
		SLO X (-0.300) +		SLO Y (-1.000) +	SLO X (-0.300)
		SLO Y (1.000)			
64	SLO31	ACTIVE	ADD		
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +	Q (0.600)
		SLO X (0.300) +		SLO Y (-1.000) +	SLO X (-0.300)
		SLO Y (-1.000)			
65	SLO32	ACTIVE	ADD		
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +	Q (0.600)
		SLO X (0.300) +		SLO Y (-1.000) +	SLO X (0.300)
		SLO Y (1.000)			
66	SLE RARA	ACTIVE	ADD		
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +	Q (1.000)
67	SLE FREQ	ACTIVE	ADD		
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +	Q (0.700)
68	SLE QP	ACTIVE	ADD		
		G1 (1.000) +		G2 (1.000) +	Q (0.600)
69	ENV SLV	ACTIVE	ENVELOPE		
		SLV1 (1.000) +		SLV2 (1.000) +	SLV3 (1.000)
		SLV4 (1.000) +		SLV5 (1.000) +	SLV6 (1.000)
		SLV7 (1.000) +		SLV8 (1.000) +	SLV9 (1.000)
		SLV10 (1.000) +		SLV11 (1.000) +	SLV12 (1.000)
		SLV13 (1.000) +		SLV14 (1.000) +	SLV15 (1.000)
		SLV16 (1.000) +		SLV17 (1.000) +	SLV18 (1.000)
		SLV19 (1.000) +		SLV20 (1.000) +	SLV21 (1.000)
		SLV22 (1.000) +		SLV23 (1.000) +	SLV24 (1.000)
		SLV25 (1.000) +		SLV26 (1.000) +	SLV27 (1.000)
		SLV28 (1.000) +		SLV29 (1.000) +	SLV30 (1.000)
		SLV31 (1.000) +		SLV32 (1.000)	
70	ENV SLO	ACTIVE	ENVELOPE		
		SLO1 (1.000) +		SLO2 (1.000) +	SLO3 (1.000)
		SLO4 (1.000) +		SLO5 (1.000) +	SLO6 (1.000)
		SLO7 (1.000) +		SLO8 (1.000) +	SLO9 (1.000)
		SLO10 (1.000) +		SLO11 (1.000) +	SLO12 (1.000)
		SLO13 (1.000) +		SLO14 (1.000) +	SLO15 (1.000)
		SLO16 (1.000) +		SLO17 (1.000) +	SLO18 (1.000)
		SLO19 (1.000) +		SLO20 (1.000) +	SLO21 (1.000)
		SLO22 (1.000) +		SLO23 (1.000) +	SLO24 (1.000)
		SLO25 (1.000) +		SLO26 (1.000) +	SLO27 (1.000)
		SLO28 (1.000) +		SLO29 (1.000) +	SLO30 (1.000)
		SLO31 (1.000) +		SLO32 (1.000)	
71	SLE QP (1+KDEF)	ACTIVE	ADD		
		G1 (1.800) +		G2 (1.800) +	Q (1.240)



6.2.3. RIGIDEZZA STRUTTURALE

La verifica di rigidità strutturale ha la finalità di impedire che l'azione sismica di progetto produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione (Tabella 7.3.III delle NTC18).

Essendo per il caso in esame tutte le tramezzature in cartongesso, ed essendo la struttura in classe d'uso III, tale condizione è soddisfatta quando risulta verificata la seguente condizione (NTC18, eq. 7.3.11a):

$$\frac{qd_r}{h} \leq \frac{2}{3} 0.01 = 0.0067$$

essendo:

- $d_r = \sqrt{d_x^2 + d_y^2}$ è lo spostamento di interpiano ottenute dall'analisi sismica di progetto allo SLO;
- h è l'altezza del piano.

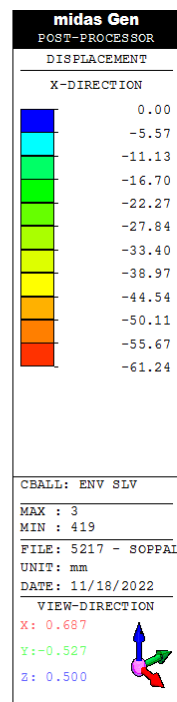
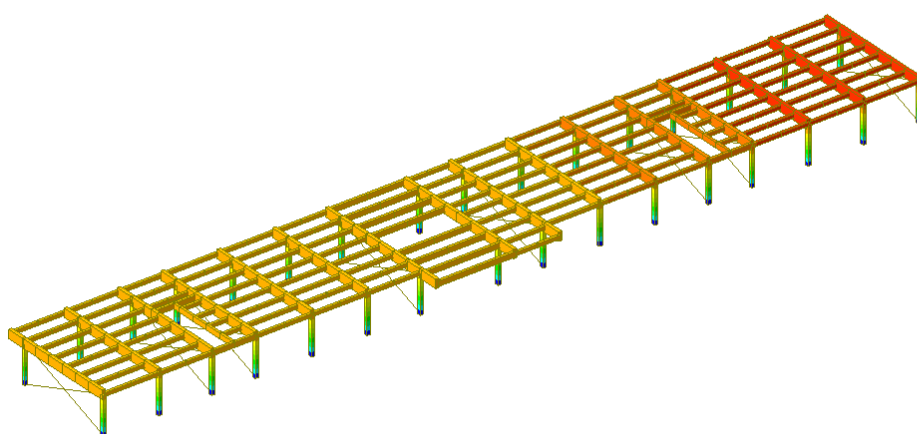
Si riporta nella seguente tabella i risultati della verifica di rigidità.

In tutti i casi la verifica è soddisfatta.

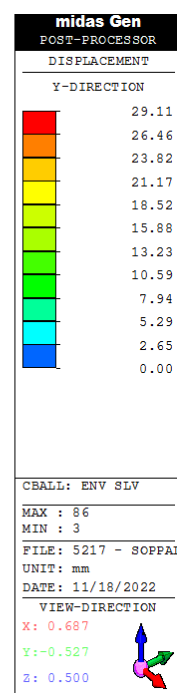
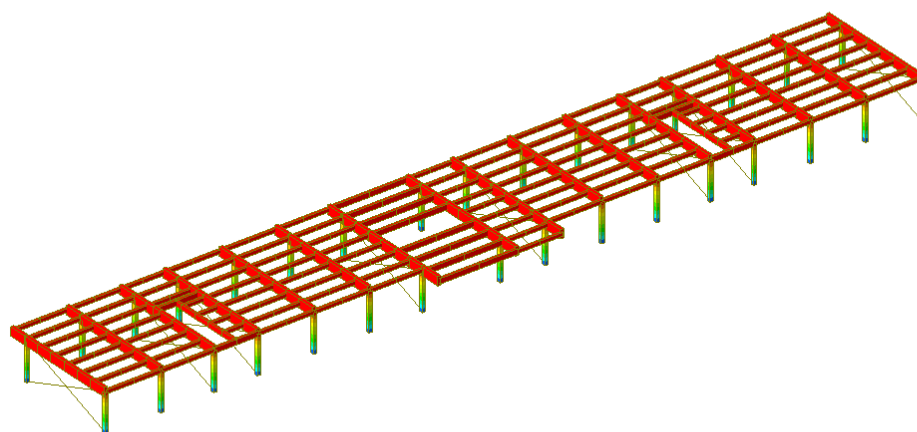
Load Case	Story	Story Height (m)	P-Delta Incremental Factor (ad)	Allowable Story Drift Ratio	Maximum Drift of All Vertical Elements					Drift at the Center of Mass				
					Node	Story Drift (m)	Modified Drift (m)	Story Drift Ratio	Remark	Story Drift (m)	Modified Drift (m)	Drift Factor (Maximum/Curr ent)	Story Drift Ratio	Remark
RMC,Not Used, Cd=1, Ie=1, Scale Factor=1, Allowable Ratio=0.0067 Press right mouse button and click 'Set Story Drift Parameters...' menu to change RMC or Cd/Ie/Scale Factor/Allowable Ratio/Beta!														
SLO1	B1	3.00	1.22	0.0067	3	0.0158	0.0158	0.0053	OK	0.0151	0.0151	1.0482	0.0050	OK
SLO2	B1	3.00	1.29	0.0067	33	0.0197	0.0197	0.0066	OK	0.0153	0.0153	1.2925	0.0051	OK
SLO3	B1	3.00	1.23	0.0067	3	0.0164	0.0164	0.0055	OK	0.0151	0.0151	1.0847	0.0050	OK
SLO4	B1	3.00	1.26	0.0067	33	0.0182	0.0182	0.0061	OK	0.0153	0.0153	1.1911	0.0051	OK
SLO5	B1	3.00	1.00	0.0067	33	0.0049	0.0049	0.0016	OK	0.0044	0.0044	1.1056	0.0015	OK
SLO6	B1	3.00	1.00	0.0067	33	0.0083	0.0083	0.0028	OK	0.0046	0.0046	1.8089	0.0015	OK
SLO7	B1	3.00	1.00	0.0067	3	-0.0058	-0.0058	-0.0019	OK	-0.0046	-0.0046	1.2647	-0.0015	OK
SLO8	B1	3.00	1.00	0.0067	3	-0.0059	-0.0059	-0.0020	OK	-0.0046	-0.0046	1.2813	-0.0015	OK
SLO9	B1	3.00	1.21	0.0067	11	0.0154	0.0154	0.0051	OK	0.0151	0.0151	1.0190	0.0050	OK
SLO10	B1	3.00	1.28	0.0067	33	0.0192	0.0192	0.0064	OK	0.0153	0.0153	1.2606	0.0051	OK
SLO11	B1	3.00	1.23	0.0067	3	0.0169	0.0169	0.0056	OK	0.0151	0.0151	1.1183	0.0050	OK
SLO12	B1	3.00	1.27	0.0067	33	0.0187	0.0187	0.0062	OK	0.0153	0.0153	1.2230	0.0051	OK
SLO13	B1	3.00	1.00	0.0067	33	0.0066	0.0066	0.0022	OK	0.0045	0.0045	1.4555	0.0015	OK
SLO14	B1	3.00	1.00	0.0067	33	0.0066	0.0066	0.0022	OK	0.0045	0.0045	1.4684	0.0015	OK
SLO15	B1	3.00	1.00	0.0067	20	-0.0049	-0.0049	-0.0016	OK	-0.0047	-0.0047	1.0542	-0.0016	OK
SLO16	B1	3.00	1.00	0.0067	3	-0.0075	-0.0075	-0.0025	OK	-0.0046	-0.0046	1.6378	-0.0015	OK
SLO17	B1	3.00	1.22	0.0067	3	-0.0158	-0.0158	-0.0053	OK	-0.0151	-0.0151	1.0482	-0.0050	OK
SLO18	B1	3.00	1.29	0.0067	33	-0.0198	-0.0198	-0.0066	OK	-0.0153	-0.0153	1.2917	-0.0051	OK
SLO19	B1	3.00	1.23	0.0067	3	-0.0164	-0.0164	-0.0055	OK	-0.0151	-0.0151	1.0846	-0.0050	OK
SLO20	B1	3.00	1.26	0.0067	33	-0.0182	-0.0182	-0.0061	OK	-0.0153	-0.0153	1.1905	-0.0051	OK
SLO21	B1	3.00	1.00	0.0067	33	-0.0049	-0.0049	-0.0016	OK	-0.0045	-0.0045	1.1044	-0.0015	OK
SLO22	B1	3.00	1.00	0.0067	33	-0.0083	-0.0083	-0.0028	OK	-0.0046	-0.0046	1.8022	-0.0015	OK
SLO23	B1	3.00	1.00	0.0067	3	0.0058	0.0058	0.0019	OK	0.0046	0.0046	1.2665	0.0015	OK
SLO24	B1	3.00	1.00	0.0067	3	0.0059	0.0059	0.0020	OK	0.0046	0.0046	1.2832	0.0015	OK
SLO25	B1	3.00	1.21	0.0067	11	-0.0154	-0.0154	-0.0051	OK	-0.0151	-0.0151	1.0190	-0.0050	OK
SLO26	B1	3.00	1.28	0.0067	33	-0.0193	-0.0193	-0.0064	OK	-0.0153	-0.0153	1.2599	-0.0051	OK
SLO27	B1	3.00	1.23	0.0067	3	-0.0169	-0.0169	-0.0056	OK	-0.0151	-0.0151	1.1181	-0.0050	OK
SLO28	B1	3.00	1.27	0.0067	33	-0.0188	-0.0188	-0.0063	OK	-0.0153	-0.0153	1.2224	-0.0051	OK
SLO29	B1	3.00	1.00	0.0067	33	-0.0066	-0.0066	-0.0022	OK	-0.0045	-0.0045	1.4515	-0.0015	OK
SLO30	B1	3.00	1.00	0.0067	33	-0.0066	-0.0066	-0.0022	OK	-0.0045	-0.0045	1.4643	-0.0015	OK
SLO31	B1	3.00	1.00	0.0067	20	0.0049	0.0049	0.0016	OK	0.0046	0.0046	1.0547	0.0015	OK
SLO32	B1	3.00	1.00	0.0067	3	0.0074	0.0074	0.0025	OK	0.0045	0.0045	1.6426	0.0015	OK

6.2.4. SPOSTAMENTI

Nelle seguenti figure sono mostrate le deformate della struttura in combinazione di carico involucro SLV (spostamenti orizzontali).



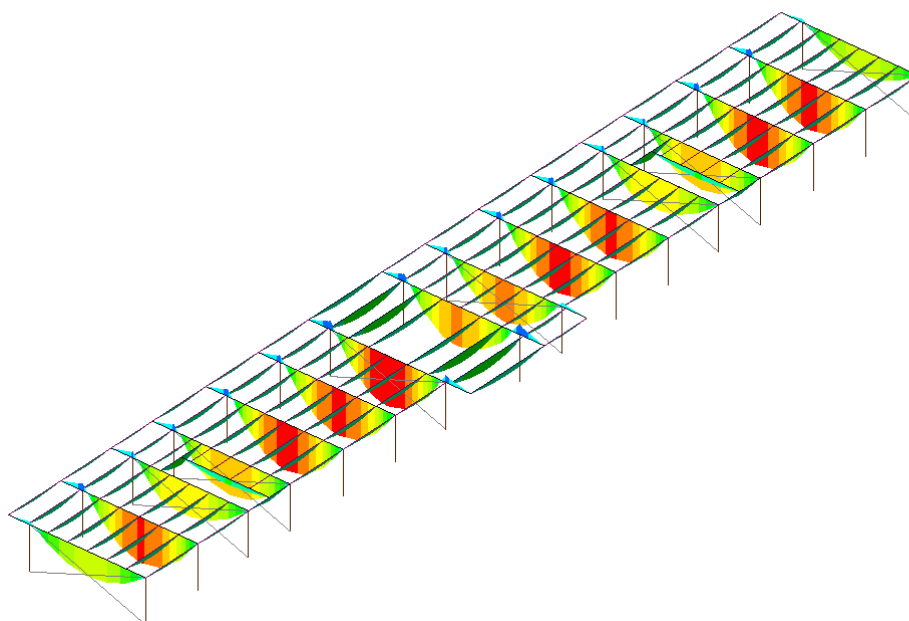
spostamenti orizzontali direzione X (involuppo SLV)



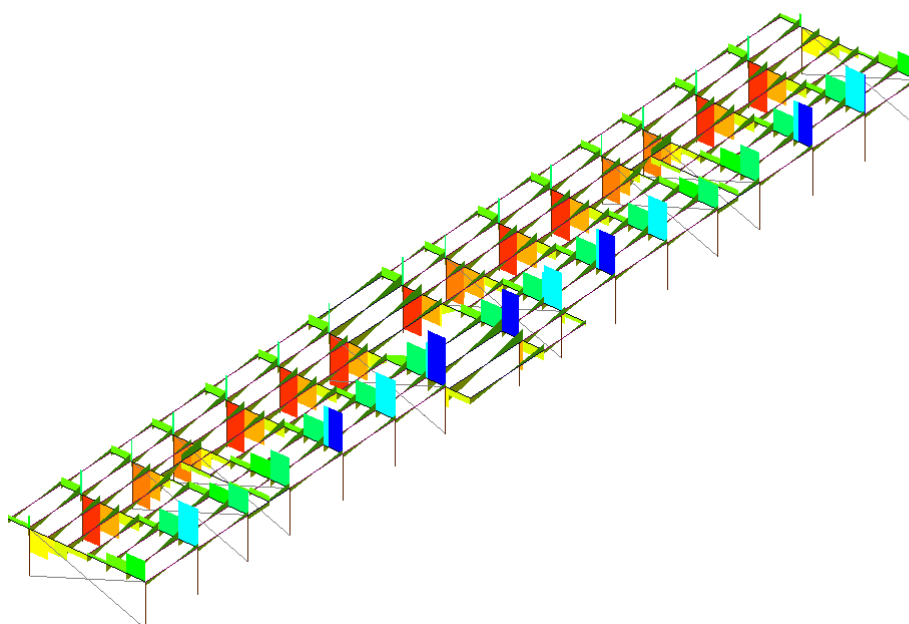
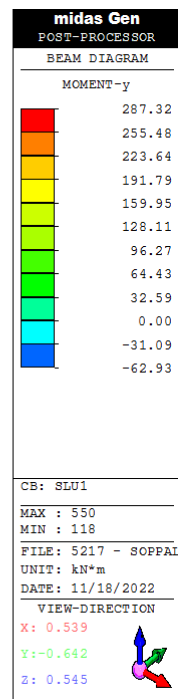
spostamenti orizzontali direzione Y (involuppo SLV)

6.2.5. SOLLECITAZIONI

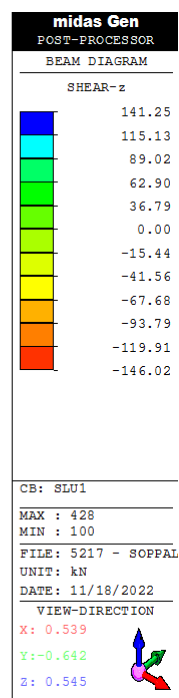
Si riportano di seguito i diagrammi delle sollecitazioni allo SLU e allo SLV.

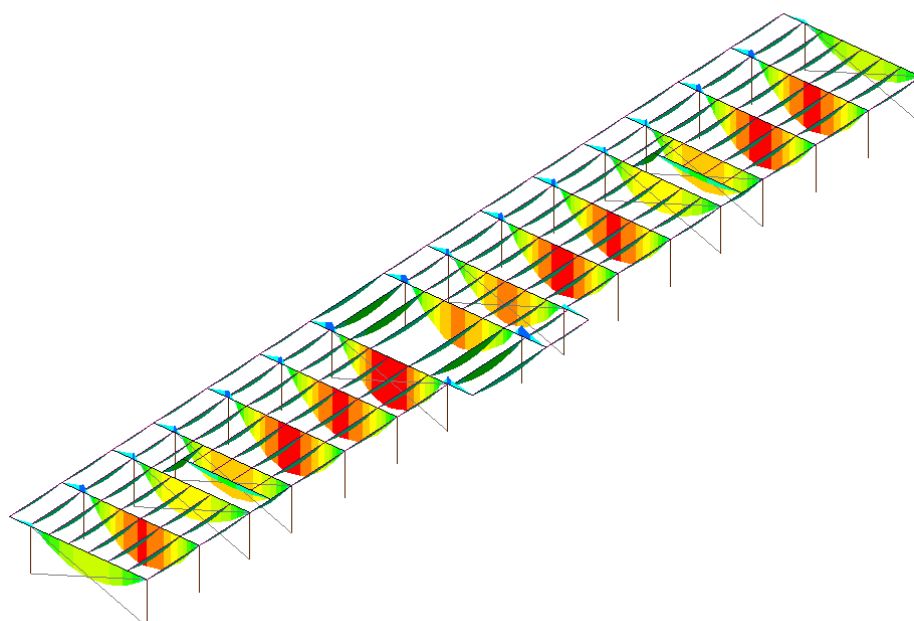


momento flettente M_y (involuppo SLU)

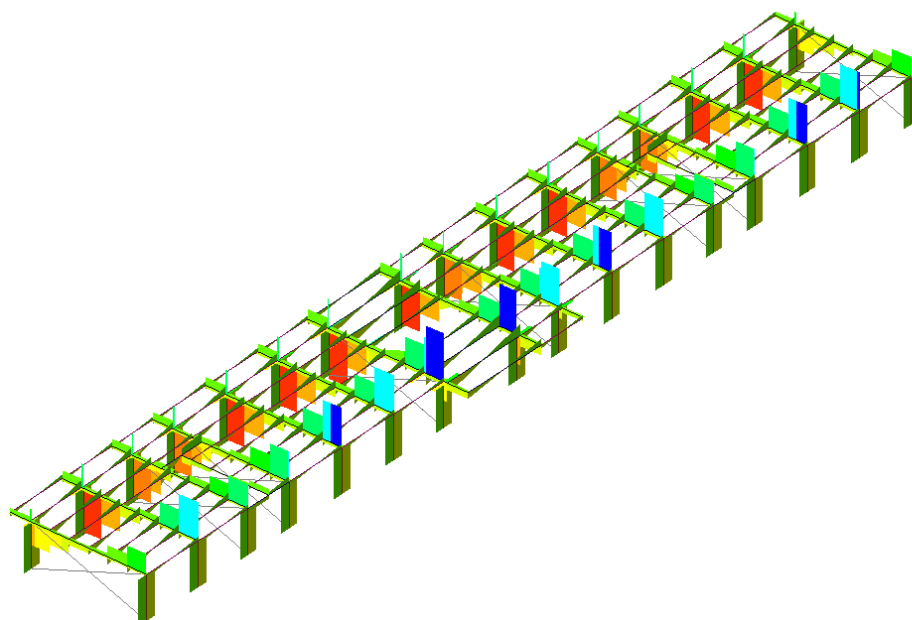
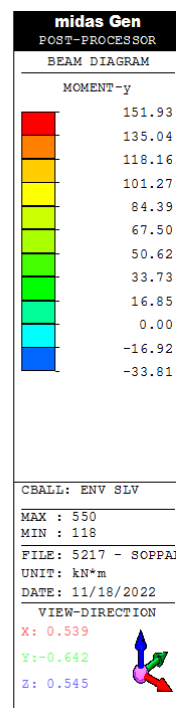


taglio F_y e F_z (involuppo SLU)

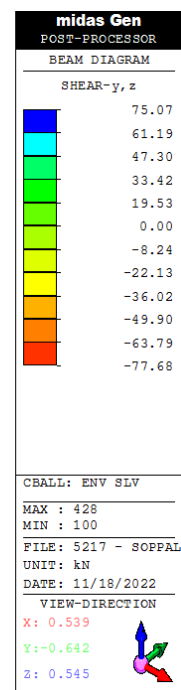


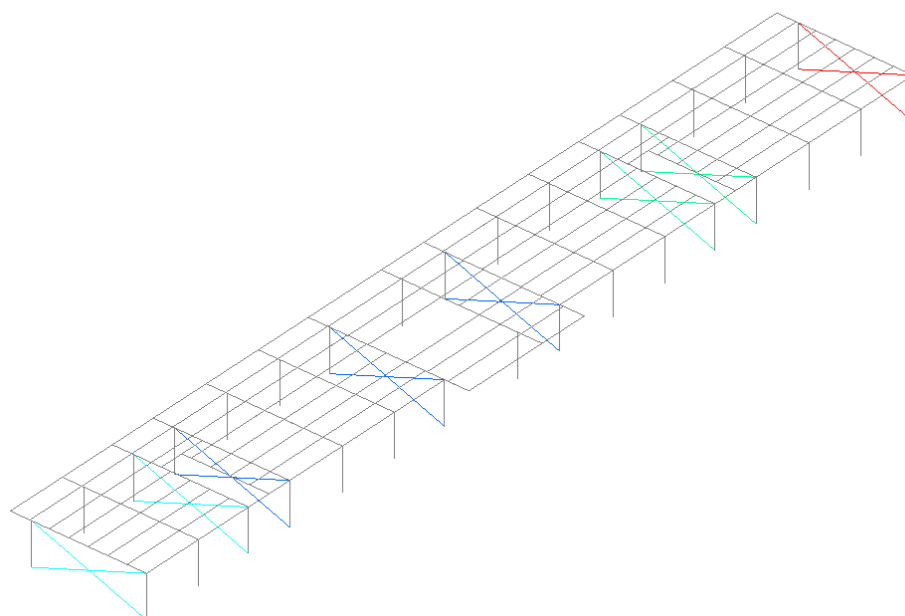


momento flettente M_y (involuppo SLV)



taglio F_y e F_z (nviluppo SLV)





midas Gen	
POST-PROCESSOR	
TRUSS FORCE	
TENS./COMP.	
	28.70
	27.76
	26.83
	25.90
	24.97
	24.04
	23.11
	22.18
	21.24
	20.31
	19.38
	18.45
CBMAX: ENV SLV	
MAX : 1016	
MIN : 1009	
FILE: 5217 - SOPPAL	
UNIT: kN	
DATE: 11/18/2022	
VIEW-DIRECTION	
X: 0.539	
Y: -0.642	
Z: 0.545	

sforzi di trazione controventi (inviluppo SLV)



6.2.6. VERIFICHE

Nei seguenti paragrafi sono riportate le verifiche di maggiore interesse svolte sugli elementi strutturali tipologici.

6.2.6.1. VERIFICHE DI RESISTENZA

Si riportano di seguito i criteri di verifica utilizzati per gli elementi in legno.

Verifica a flessione (Par. 4.4.8.1.6 NTC 18)

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,yd}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,yd}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,yd}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,yd}} \leq 1$$

dove:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{Ed,y}}{W_y}; \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_{Ed,z}}{W_z}$$

sono le tensioni di progetto massime per flessione rispettivamente nei piani xz e xy determinate assumendo una distribuzione elastico lineare delle tensioni sulla sezioni;

$$f_{m,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,y,k}}{\gamma_M}; \quad f_{m,z,d} = \frac{(k_{mod} \cdot f_{m,y,k})}{\gamma_M}$$

sono le corrispondenti resistenze di progetto a flessione, determinate tenendo conto anche delle dimensioni della sezione trasversale mediante il coefficiente

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{600}{h} \right)^{0.1}; 1.1 \right\}$$

k_{mod} è il coefficiente correttivo che tiene conto dell'effetto della durata del carico e dell'umidità della struttura; il suo valore dipende dalla classe di servizio e dalla classe di durata del carico.

Tab. 4.4.IV - Valori di k_{mod} per legno e prodotti strutturali a base di legno

Materiale	Riferimento	Classe di servizio	Classe di durata del carico				
			Permanente	Lunga	Media	Breve	Istantanea
Legno massiccio	UNI EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
Legno lamellare incollato (*)	UNI EN 14080	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
LVL	UNI EN 14374, UNI EN 14279	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90

$k_m = 0.7$ (per sezioni rettangolari) coefficiente che tiene conto convenzionalmente della redistribuzione delle tensioni e della disomogeneità del materiale nella sezione trasversale.

Verifica a pressoflessione (Par. 4.4.8.1.8 NTC 18)

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

dove:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A}$$

è la tensione di progetto a compressione parallela alla fibratura;

$$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M}$$

è la resistenza di progetto a compressione.



Verifica a Taglio (Par. 4.4.8.1.9 NTC 18)

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

dove:

$$\tau_d = 1.5 \frac{V_{Ed}}{b \cdot h}$$

è la massima tensione tangenziale di progetto;

$$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,g,k}}{\gamma_M}$$

è la resistenza di progetto a taglio.



6.2.6.2. ASSITO SP. 80 MM

Si riporta di seguito la verifica dell'assito costituito da un pannello di legno lamellare di spessore 80 mm.

Ai fini della verifica statica dell'assito si considera uno schema di trave in semplice appoggio di lunghezza pari a circa 1.40 m (pari all'interasse delle travi secondarie).

Essendo il carico allo SLU $q = 7.64 \frac{kN}{m}$

si hanno le seguenti sollecitazioni.

$$M_{Ed} = \frac{qL^2}{8} = \frac{7.64 \cdot 1.40^2}{8} = 1.90 \text{ kNm/m}$$

$$V_{Ed} = \frac{qL}{2} = \frac{7.64 \cdot 1.4}{2} = 5.35 \text{ kN/m}$$

Si riporta di seguito la verifica a flessione e taglio

Verifica a flessione assito		verifica a taglio assito	
b	1000 mm		
h	80 mm		
L	1400 mm	V_{Ed}	6.2 kN
k_{mod}	0.8	$f_{v,g,d}$	2.12 MPa
γ_M	1.45	τ_d	0.11625 MPa
k_h	1.10	verifica	0.05
k_m	0.7		
$M_{Edy,SLU}$	1.9 kNm		
$M_{Edz,SLU}$	0 kNm		
W_y	1066667 mm ³		
W_z	1333333 mm ³		
$f_{m,g,d}$	16.99 MPa		
$\sigma_{my,d}$	1.75 MPa		
$\sigma_{mz,d}$	0 MPa		
verifica	0.10		

le verifiche risultano soddisfatte.

6.2.6.3. TRAVI SECONDARIE

Si riporta di seguito la verifica delle travi secondarie.

6.2.6.3.1. TRAVI 180X280

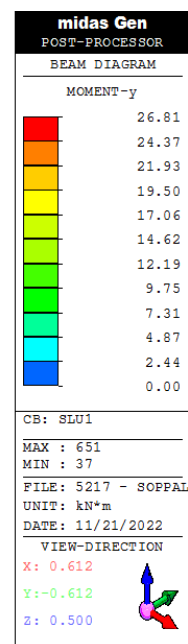
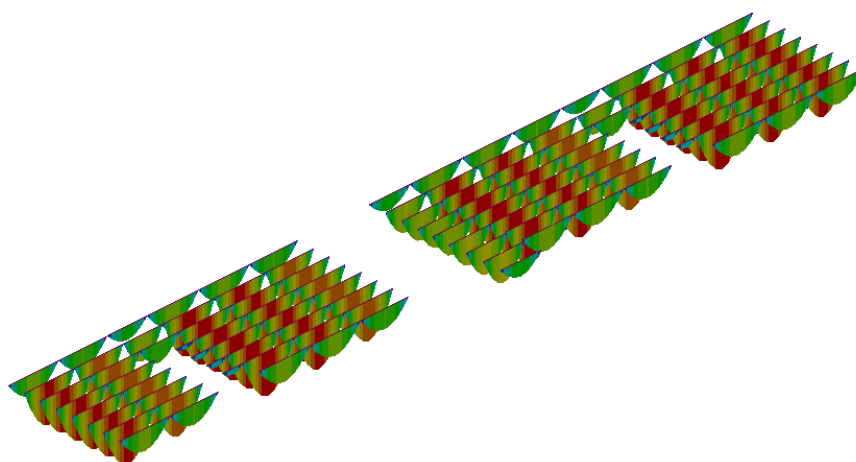


diagramma del momento flettente (combinazione SLU)

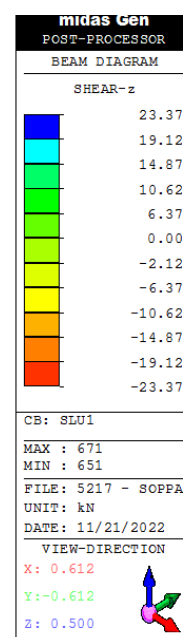
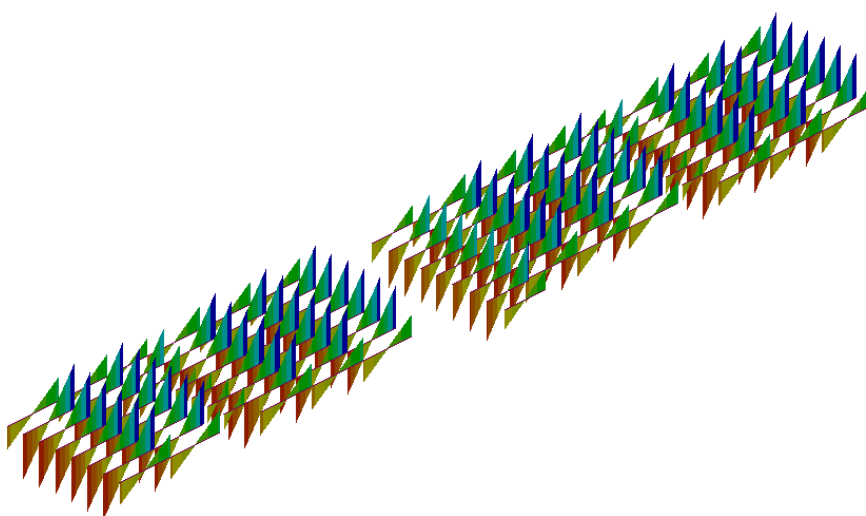


diagramma del taglio (combinazione SLU)



Verifica a flessione travi secondarie		
b	180	mm
h	280	mm
L	4370	mm
k_{mod}	0.8	
γ_M	1.45	
k_h	1.08	
k_m	0.7	
$M_{Edy,SLU}$	26.8	kNm
$M_{Edz,SLU}$	0	kNm
W_y	2352000	mm ³
W_z	1512000	mm ³
$f_{m,g,d}$	16.67	MPa
$\sigma_{my,d}$	11.40	MPa
$\sigma_{mz,d}$	0	MPa
verifica	0.68	
verifica a taglio travi secondarie		
V_{Ed}	23.37	kN
$f_{v,g,d}$	2.08	MPa
τ_d	0.70	MPa
verifica	0.33	

verifica a flessione e taglio delle travi secondarie 180x280

Le travi risultano tutte verificate.

6.2.6.3.2. TRAVI 180X400

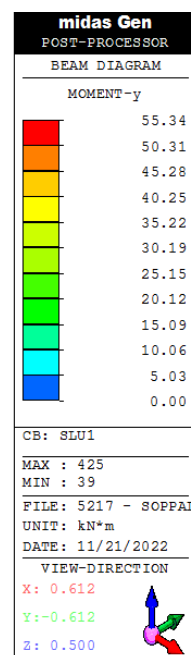
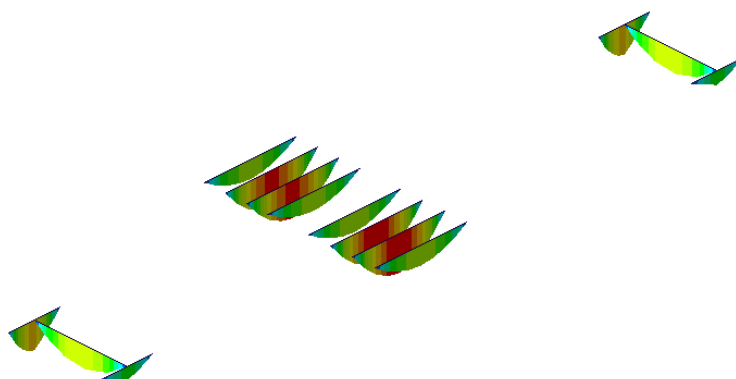


diagramma del momento flettente (combinazione SLU)

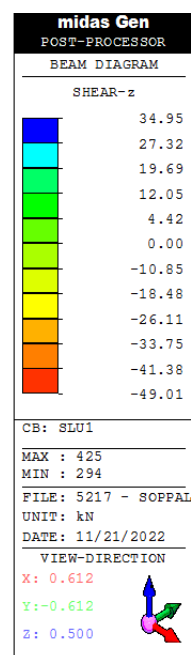
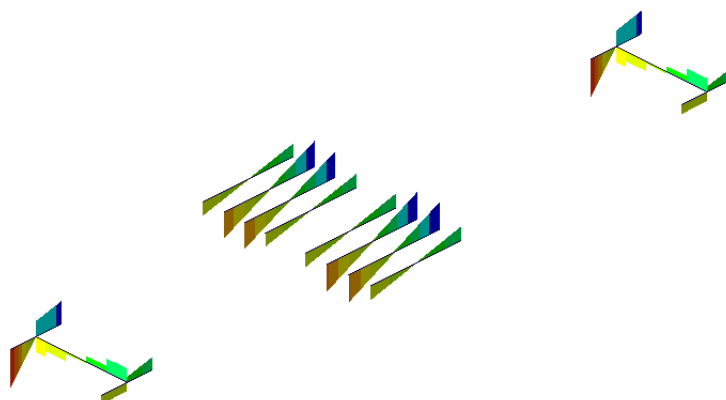


diagramma del taglio (combinazione SLU)



Verifica a flessione travi secondarie		
b	180	mm
h	400	mm
L	6150	mm
k_{mod}	0.8	
γ_M	1.45	
k_n	1.04	
k_m	0.7	
$M_{Edy,SLU}$	55.3	kNm
$M_{Edz,SLU}$	0	kNm
W_y	4800000	mm ³
W_z	2160000	mm ³
$f_{m,g,d}$	16.09	MPa
$\sigma_{my,d}$	11.53	MPa
$\sigma_{mz,d}$	0	MPa
verifica	0.72	
verifica a taglio travi secondarie		
V_{Ed}	34.95	kN
$f_{v,g,d}$	2.01	MPa
τ_d	0.73	MPa
verifica	0.36	

verifica a flessione e taglio delle travi secondarie 180x400

Le travi risultano tutte verificate.

6.2.6.4. TRAVI PRINCIPALI 260X680

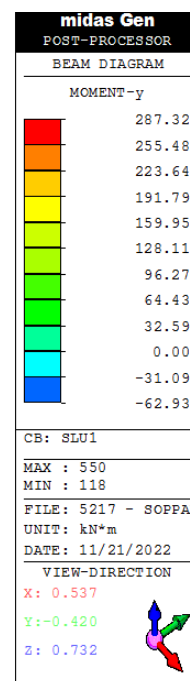
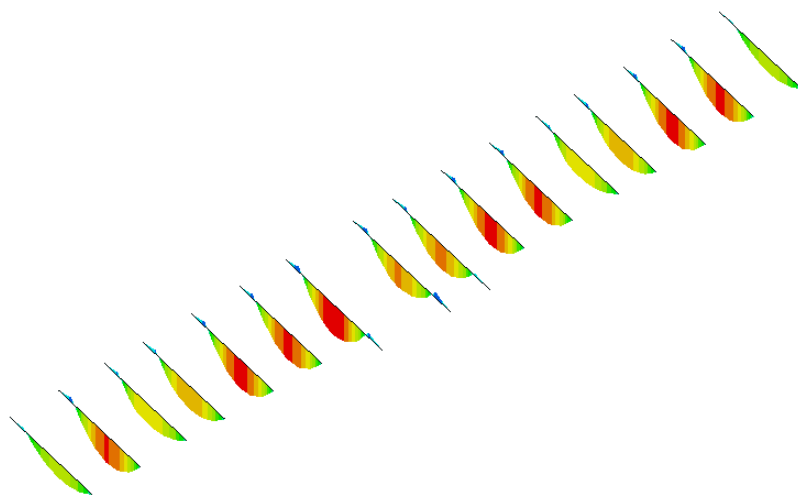


diagramma del momento flettente (combinazione SLU)

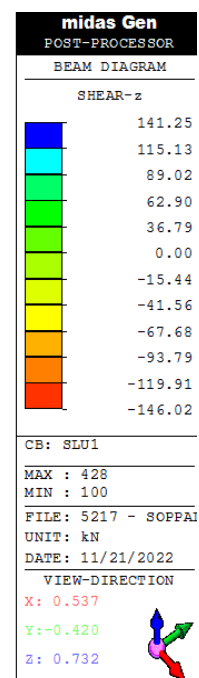
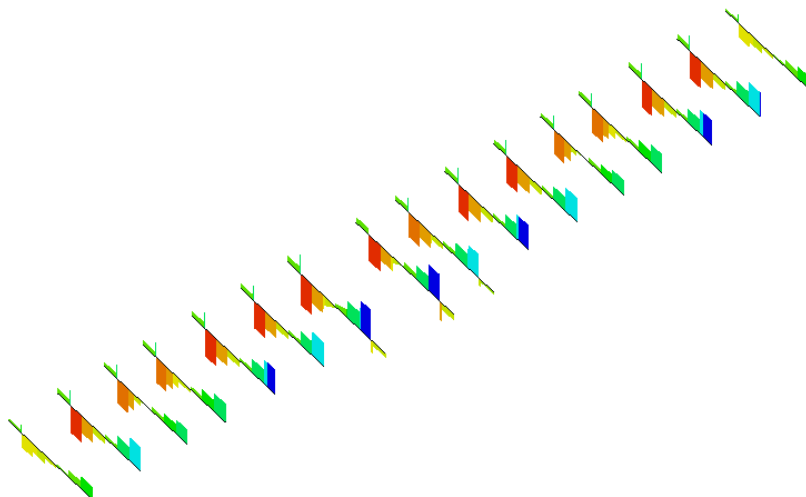


diagramma del taglio (combinazione SLU)



Verifica a flessione travi principali		
b	260	mm
h	680	mm
L	8100	mm
k_{mod}	0.8	
γ_M	1.45	
k_{ft}	0.99	
k_m	0.7	
$M_{Edy,SLU}$	287.3	kNm
$M_{Edz,SLU}$	0	kNm
W_y	20037333.33	mm ³
W_z	7661333.333	mm ³
$f_{m,g,d}$	15.26	MPa
$\sigma_{my,d}$	14.34	MPa
$\sigma_{mz,d}$	0	MPa
verifica	0.94	
verifica a taglio travi principali		
V_{Ed}	146.02	kN
$f_{v,g,d}$	1.91	MPa
τ_d	1.24	MPa
verifica	0.65	

verifica a flessione e taglio delle travi principali 260x680

Le travi risultano tutte verificate.

6.2.6.5. PILASTRI 260X260

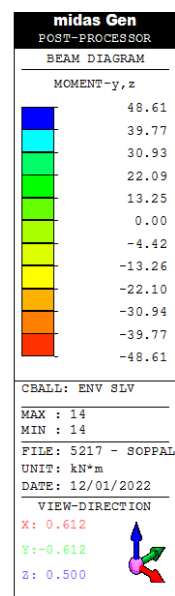
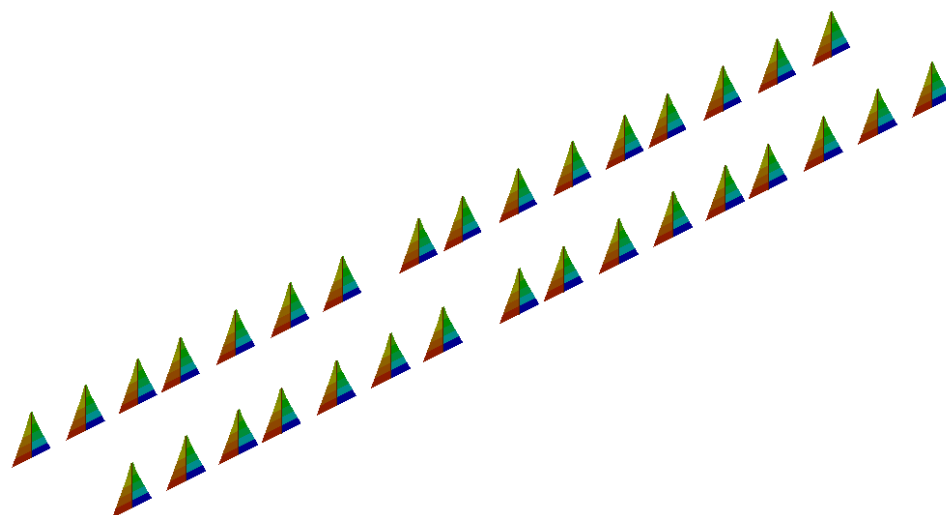


diagramma del momento flettente (involuppo SLV)

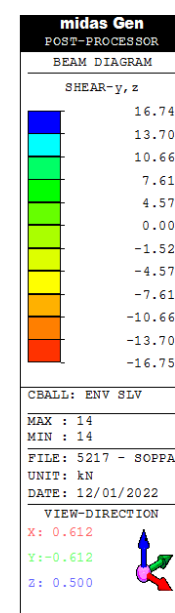
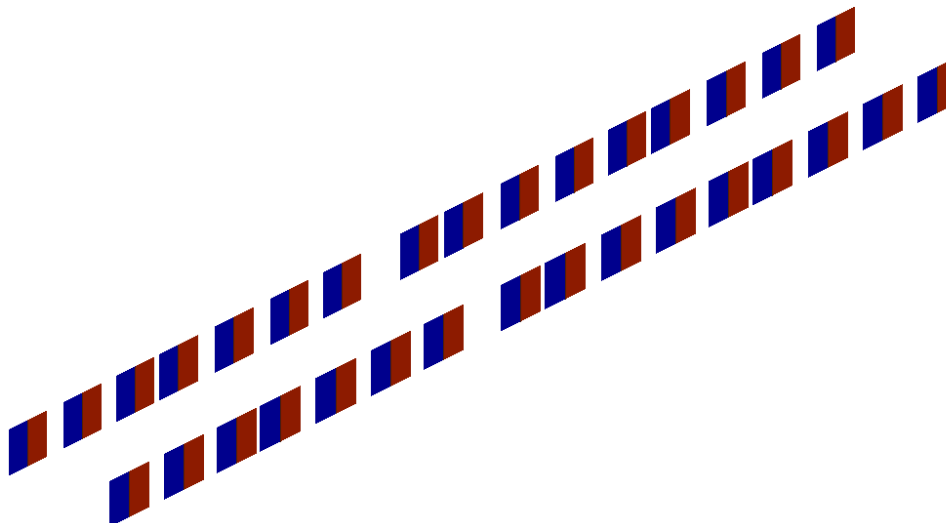


diagramma del taglio (involuppo SLV)

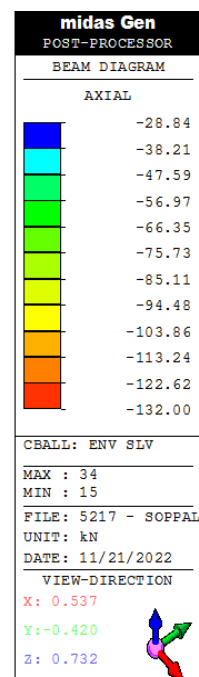
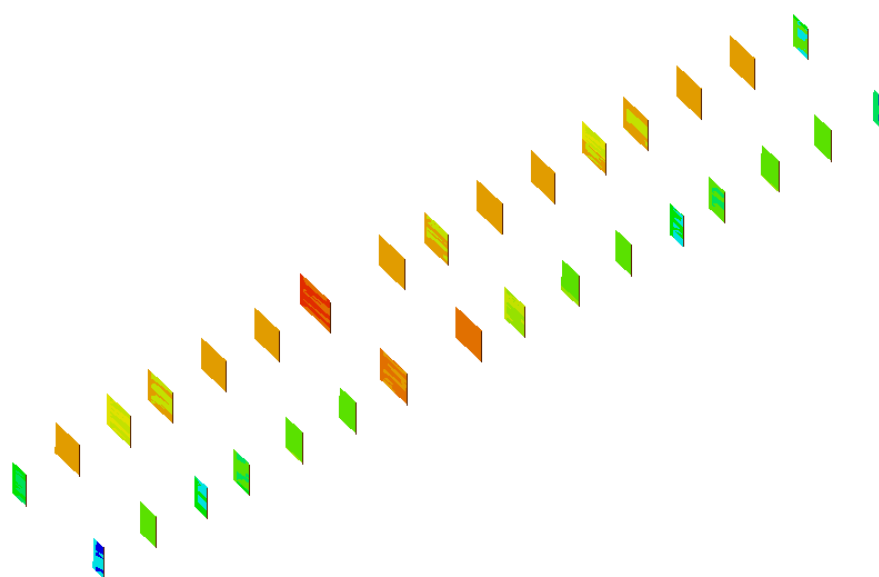


diagramma dello sforzo normale (inviluppo SLV)



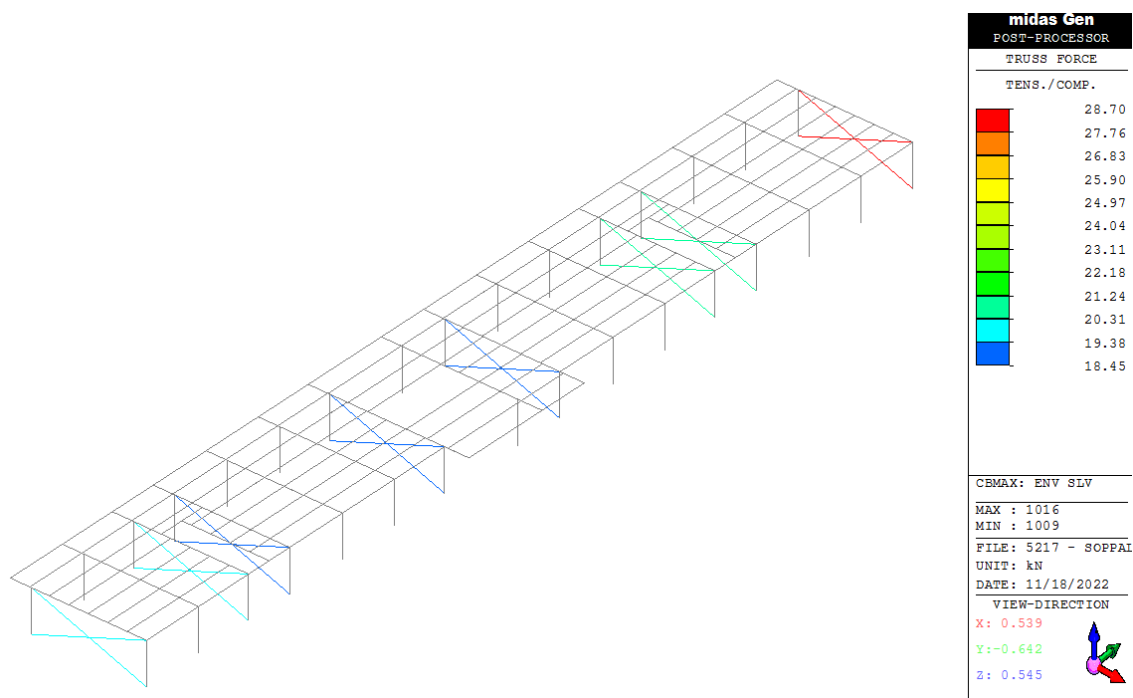
Pressoflessione pilastri		
b	260	mm
h	260	mm
L	3000	mm
k_{mod}	1	
γ_M	1.45	
k_{η}	1.09	
k_m	0.7	
$M_{Edy,SLU}$	0.0	kNm
$M_{Edz,SLU}$	48.61	kNm
N_{Ed}	114.67	kN
W_z	2929333.333	mm ³
w_z	2929333.333	mm ³
$f_{m,g,d}$	20.99	MPa
$f_{c,0,g,d}$	19.31	MPa
$\sigma_{my,d}$	0.00	MPa
$\sigma_{mz,d}$	16.59	MPa
$\sigma_{c,d}$	1.70	MPa
verifica	0.80	
verifica a taglio pilastri		
V_{Ed}	16.74	kN
$f_{v,g,d}$	2.62	Mpa
τ_d	0.37	MPa
verifica	0.14	

verifica a presso-flessione e taglio dei pilastri 260x260

I pilastri risultano tutti verificati.

6.2.6.6. CONTROVENTI Ø25

Si riporta di seguito la verifica dei controventi come involucro di tutte le combinazioni di carico SLV.



Essendo

$$N_{T,max} = 28.70 \text{ kN}$$

$$\sigma_{max} = \frac{2 \cdot 28.70 \text{ kN}}{4.90 \text{ cm}^2} 10 = 117.14 \text{ MPa} < \frac{275}{1.05} = 261.9 \text{ MPa}$$

tutti gli elementi risultano verificati.



6.2.7. VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ

Nella figura seguente si riportano gli spostamenti verticali degli elementi costituenti l'impalcato.

6.2.7.1. ASSITO SP. 80 MM

Si riporta di seguito la deformata in combinazione di carico SLE Quasi Permanente a tempo infinito considerando un coefficiente $k_{def} = 0.8$.

In combinazione SLE Quasi Permanente il carico agente è $q = 5.14 \frac{kN/m}{m}$

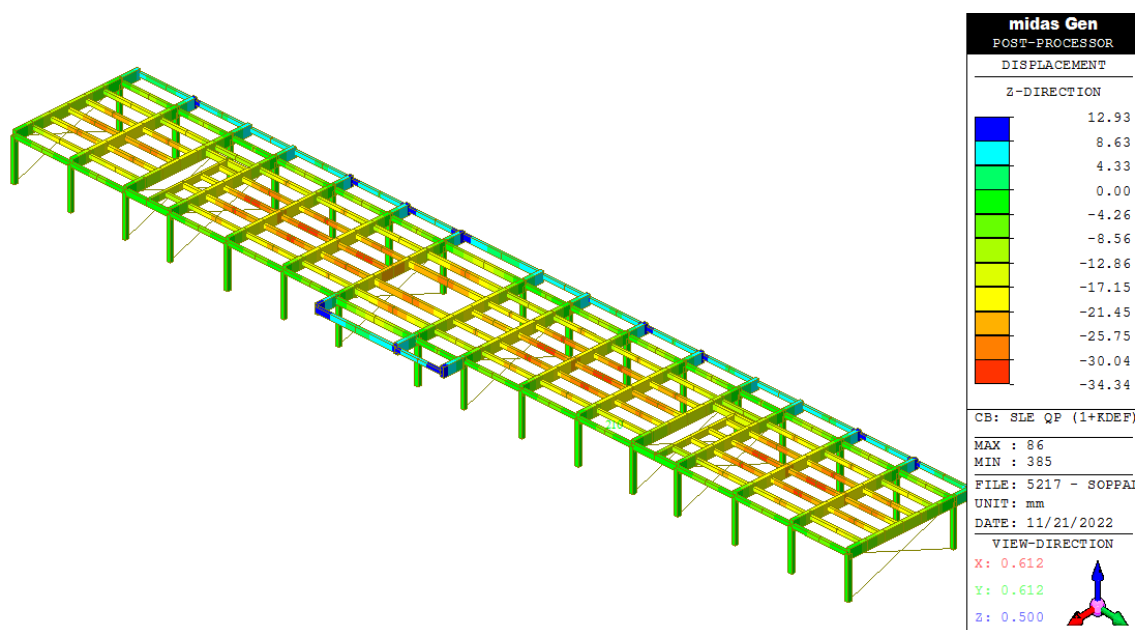
Considerando uno schema di trave in semplice appoggio di luce $L=1.40$ m, con carico uniformemente distribuito la freccia massima a tempo infinito è pari a

$$f = (1 + k_{def}) \frac{5}{384} \frac{qL^4}{EI} = (1 + 0.8) \frac{5}{384} \frac{5.14 \cdot 1400^4}{12600 \cdot 4.26 \cdot 10^7} = 0.86 \text{ mm}$$

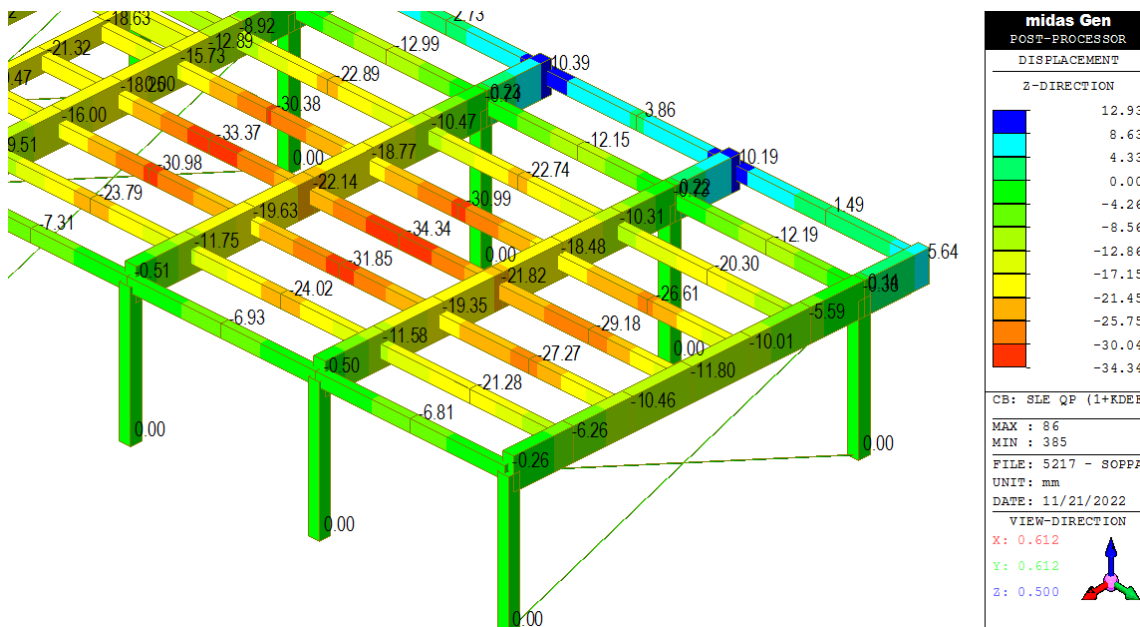
Essendo lo spostamento massimo a tempo infinito pari a 0.86 mm minore del limite ammissibile pari a $L/300=1400/300=4.66$ mm la verifica è soddisfatta.

6.2.7.2. TRAVI SECONDARIE 180X280

Si riporta di seguito la deformata in combinazione di carico SLE Quasi Permanente a tempo infinito considerando un coefficiente $k_{def} = 0.8$.



deformata SLE Quasi permanente a tempo infinito



ingrandimento di una campata



La freccia netta della trave secondaria più sollecitata è pari a

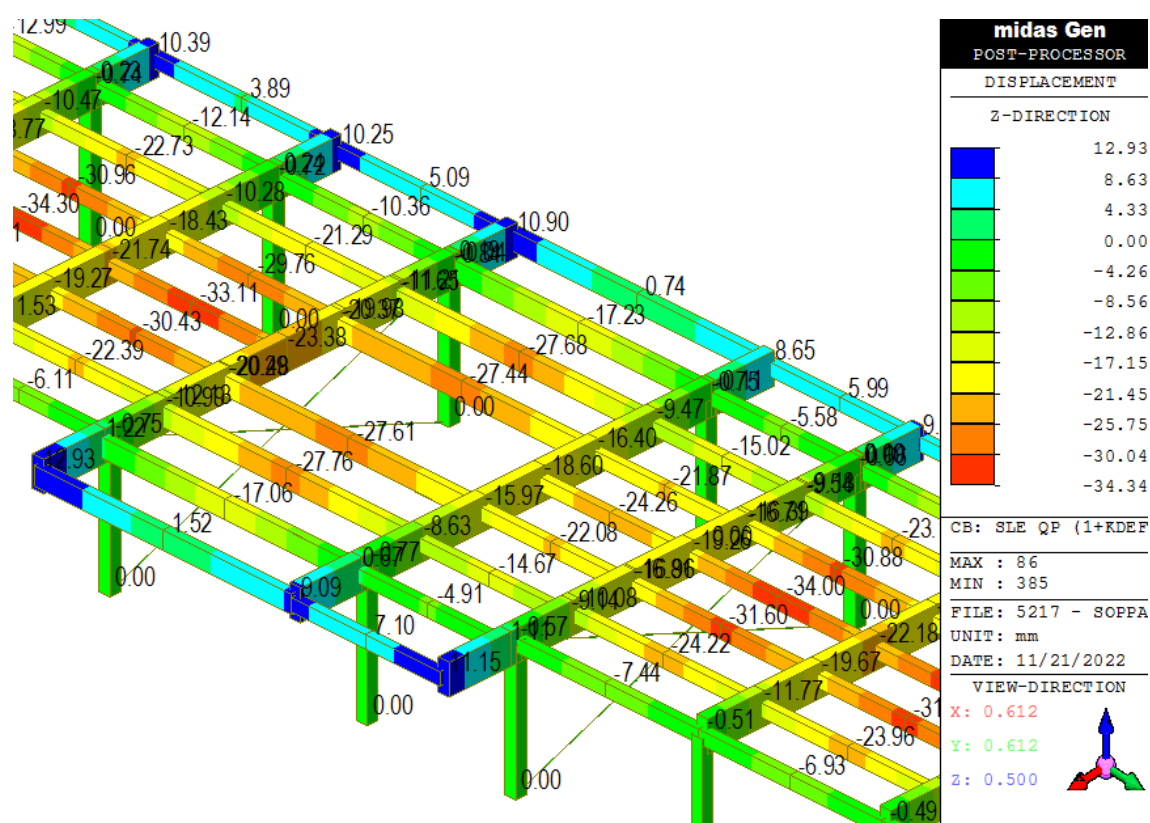
$$34.34 - (22.14 + 21.82)/2 = 12.36 \text{ mm}$$

Essendo $L/300 = 4370/300 = 14.56 \text{ mm}$ maggiore dello spostamento massimo a tempo infinito pari a 12.36 mm, la verifica è soddisfatta.

Essendo lo spostamento massimo a tempo infinito pari a 0.86 mm minore del limite ammissibile pari a $L/300 = 1400/300 = 4.66 \text{ mm}$ la verifica è soddisfatta.

6.2.7.3. TRAVI SECONDARIE 180X400

Si riporta di seguito la deformata in combinazione di carico SLE Quasi Permanente a tempo infinito considerando un coefficiente $k_{def} = 0.8$.



ingrandimento di una campata

La freccia netta della trave 180x400 più sollecitata è pari a

$$27.76 - (10.99 + 8.63)/2 = 17.95 \text{ mm}$$

S.P.S. S.r.l. Studio Progetti Strutturali.

Via Melchiorre Gioia, 64 – 20125 Milano – Italia – Tel. +39 02 6694887 r.a. – Fax +39 02 6704199
www.spssrl-mi.it – segreteria@spssrl-mi.it – tecnico@spssrl-mi.it – amministrazione@spssrl-mi.it
C.F. - P.I. - C.C.I.A.A. 10807630156. Cap Soc. € 49.400,00 i.v. - REA - Milano 1409652



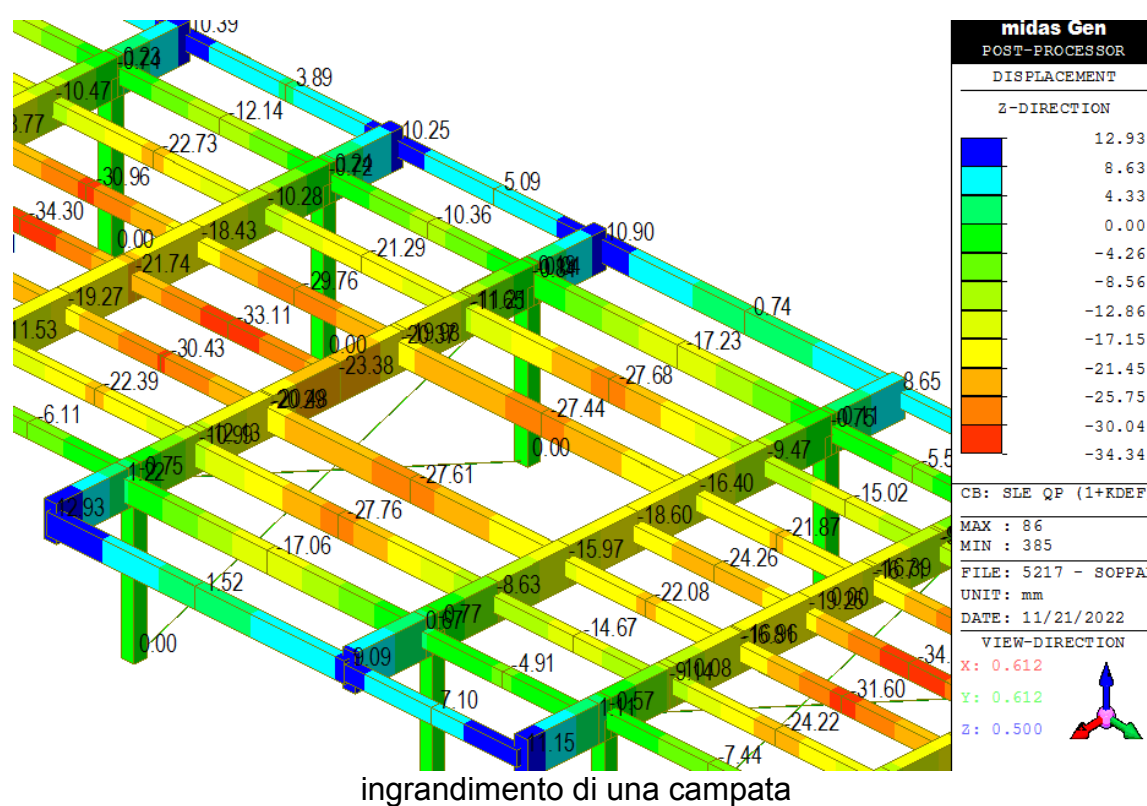
Certificato n° 11337



Essendo lo spostamento massimo a tempo infinito pari a 17.95 mm minore del limite ammissibile pari a $L/300=6150/300=20.50$ mm la verifica è soddisfatta.

6.2.7.4. TRAVI PRINCIPALI 260X680

Si riporta di seguito la deformata in combinazione di carico SLE Quasi Permanente a tempo infinito considerando un coefficiente $k_{def} = 0.8$.

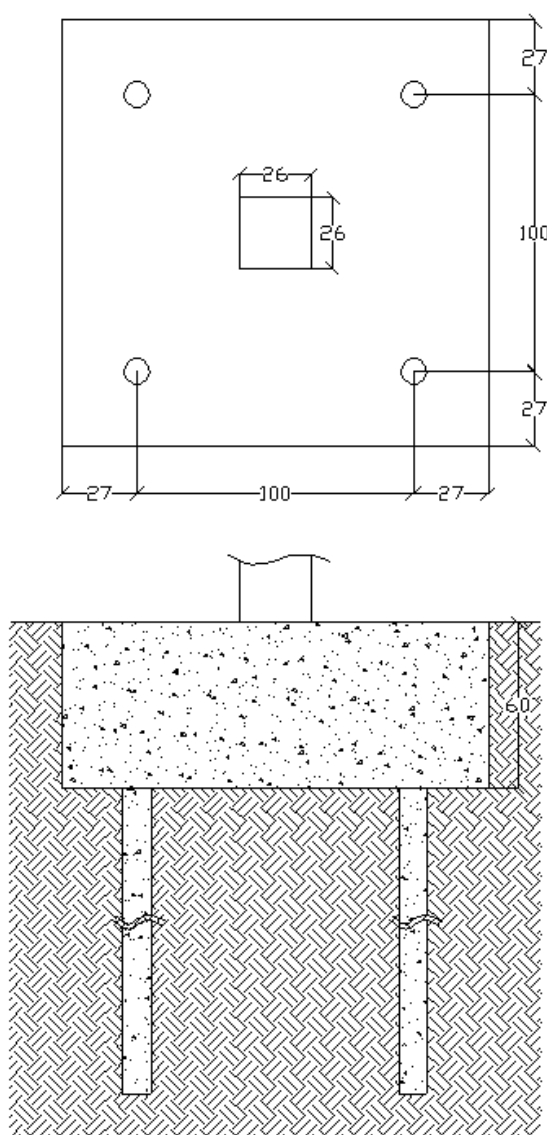


La freccia massima della trave 260x680 più sollecitata è pari a 23.38 mm;
Essendo lo spostamento massimo a tempo infinito pari a 23.38 mm minore del limite ammissibile pari a $L/300=8100/300=27$ mm la verifica è soddisfatta.

6.2.8. FONDAZIONE

Le fondazioni della struttura in esame sono costituite da plinti su micropali. Come previsto dalle NTC 18, essendo in zona sismica, i plinti sono collegati tra loro mediante travi di collegamento.

I plinti hanno dimensioni 1.54 m x 1.54 m x h. 0.60 m; i micropali sono costituiti da tubolari Ø88.9 mm x 8 mm; le travi di collegamento hanno dimensioni 250 mm x 250 mm.



schema tipologico plinto su micropali



Lo sforzo normale massimo e minimo agente sul singolo palo è così calcolato:

$$N_{Ed_{max}}^{SLU} = \frac{N_{Ed}(sovrastuttura) + N_{Ed}(plinto) \cdot 1.3 + N_{Ed}(terreno) \cdot 1.3}{4} + \frac{M_y}{W_y} + \frac{M_z}{W_z}$$

$$N_{Ed_{min}}^{SLU} = \frac{N_{Ed}(sovrastuttura) + N_{Ed}(plinto) + N_{Ed}(terreno)}{4} - \frac{M_y}{W_y} - \frac{M_z}{W_z}$$

$$N_{Ed}^{SLV} = \frac{N_{Ed}(sovrastuttura) + N_{Ed}(plinto) + N_{Ed}(terreno)}{4} \pm \frac{M_y}{W_y} \pm \frac{M_z}{W_z}$$

Si riportano di seguito le azioni alla base dei pilastri più sollecitati e quindi le azioni massime e minime agenti sui singoli pali.

b1=b2	1.54	m
h	0.6	m
peso plinto	35.57	kN
h terreno	0.3	m
peso terreno	12.81	kN
n. tot. Pali	4	
Jxx=Jyy	1.00	m ²
Wxx=Wyy	2.00	m

on(Global)								Nd/4+Md/w+Md/w	Nd/4-Md/w-Md/w
Node	Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kN*m)	MY (kN*m)	MZ (kN*m)	Ned palo [kN]	Ned palo [kN]
4	SLV21	8.709153	14.825817	2.482199	-43.755147	0	0.279263	35	-9
15	SLU1	0.098805	-0.004822	235.481398	0.008154	0	-0.000104	75	71

dove:

F_x ed F_y sono le azioni taglianti nelle due direzioni perpendicolari;

F_z è l'azione assiale;

M_x ed M_y sono le azioni flettenti nelle due direzioni perpendicolari.

Allo sforzo normale sollecitante sopra indicato, va aggiunto quello dato dal peso del plinto e dal peso del terreno al di sopra di esso.

L'azione normale massima di compressione sul singolo palo è pari a 75 kN e si ha in combinazione SLU, invece quella massima di trazione è pari a 9 kN e si ha in combinazione SLV.



Il tubolare del micropalo richiede un'area minima pari a

$$A_{min} = \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{75 \cdot 10^3}{355/1.05} = 222 \text{ mm}^2$$

Il tubolare scelto, Ø88.9mm x 8 mm ha un'area di 1067 mm² > 222 mm² a cui corrisponde uno sforzo normale resistente $N_{Rd} = 360.7 \text{ kN}$.

La verifica delle travi di collegamento è stata fatta considerando una azione normale sollecitante calcolata come indicato al par. 7.2.5 delle NTC18.

In particolare, per suolo di tipo C si ha:

$$N_{Ed} = \pm 0.4 N_{sd} a_{max}/g$$

dove:

N_{sd} è il valore medio delle forze verticali agenti sugli elementi collegati;

$a_{max} = a_g$ S è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito riferita allo spettro SLC.

Pertanto,

$$N_{Ed} = \pm 0.4 N_{sd} a_{max}/g = \pm 0.4 \cdot 130.90 \cdot 0.150 = 7.85 \text{ kN}$$

Una trave 25 cm x 25 cm armata con 3+3 Ø10 ha una resistenza a compressione pari a:

$$N_{Rd} = A \cdot f_{cd} = 62500 \cdot 14.11 \cdot 10^{-3} = 881.9 \text{ kN} > 7.85 \text{ kN}$$

ed una resistenza a trazione, considerando solo il contributo delle armature, pari a:

$$N_{Rd} = A \cdot f_{yd} = \frac{450}{1.15} \cdot 474 \cdot 10^{-3} = 185.48 \text{ kN} > 7.85 \text{ kN}$$

Le verifiche risultano tutte soddisfatte.



6.2.8.1. VERIFICA A CARICO LIMITE PER AZIONI VERTICALI

Per la verifica a carico limite dei micropali, si fa riferimento alle caratteristiche del terreno dello "strato 2", profondità alla quale si ha il primo strato di terreno indisturbato; il terreno soprastante è terreno di riporto.

Parametri geotecnici del sottosuolo							
Strato geotecnico [-]	q_c [kg/cm ²]	D_r [%]	C_{uk} [kPa]	ϕ_k [°]	c'_k [kPa]	E' [kg/cm ²]	M [kg/cm ²]
STRATO 0	Terreno di riporto						
STRATO 1	12÷28	-	50÷70	24÷25	0	-	40÷50
STRATO 2	13÷50	-	80÷100	25÷26	0	-	50÷80
STRATO 3	75÷160	60÷70	-	30÷32	0	230÷290	-
STRATO 4	13÷25	60	50÷70	24÷25	0	-	40÷50
STRATO 5	27÷80	45÷55	-	27÷28	0	100÷150	-
STRATO 6	83÷175	60÷70	-	30÷32	0	230÷290	-

Si assume pertanto una $C_u = 80$ kPa.

La capacità portante per aderenza laterale per un palo di diametro d e lunghezza L è:

$$Q_{lim} = C_a \cdot \pi \cdot d \cdot L$$

dove

$C_a = 53.5$ kPa (palo trivellato a secco)

$d = 150$ mm

pertanto

$$Q_{Rd} = \frac{Q_{lim}}{\xi \cdot \gamma_R} = \frac{53.5 \cdot \pi \cdot 0.15}{1.7 \cdot 1.15} \cdot L = 12.9 \cdot L$$

dovendo risultare

$$Q_{Rd} > N_{Ed} = 75 \text{ kN}$$

si ha

$$l \geq \frac{75}{12.9} = 5.8 \text{ m}$$

Si assume una lunghezza pari a 6 m dalla quota -2.00 m.



Essendo la testa del palo posta a quota +2.00 m, come indicato nelle tavole progettuali, la lunghezza totale del palo sarà pari a 10.0 m.

6.2.8.2. VERIFICA A CARICO LIMITE PER AZIONI ORIZZONTALI

L'azione tagliante massima che si ha in testa al singolo micropalo è pari a

$$V_{Ed} = \frac{16.75}{4} = 4.20 \text{ kN}$$

Nel caso in esame, essendo presente alla testa del palo il plinto, si considera lo schema di palo lungo incastrato in testa.

Per il singolo palo, essendo

$$A = 2033 \text{ mm}^2$$

$$w = 37780 \text{ mm}^3$$

$$\Delta\sigma = \frac{f_{yd}}{\gamma_M} - \sigma_{N_{Ed}} = \frac{355}{1.05} - \frac{75000}{2033} = 301.2 \text{ MPa}$$

Il momento resistente è pari a

$$M_p = w \cdot \Delta\sigma = 37780 \cdot 301.2 \cdot 10^{-6} = 11.38 \text{ kNm}$$

Per la teoria di Broms (1965), utilizzando gli abachi per palo lungo incastrato in testa si ha:

$$\frac{M_p}{c_u \cdot d^3} = \frac{11.38}{80 \cdot 0.15^3} = 42.2$$

ne segue che

$$\frac{H_{lim}}{c_u \cdot d^2} = 25 \rightarrow H_{lim} = 25 \cdot c_u \cdot d^2 = 25 \cdot 80 \cdot 0.15^2 = 45 \text{ kN}$$

per cui

$$H_{Rd} = \frac{H_{lim}}{\xi \cdot \gamma_R} = \frac{45}{1.7 \cdot 1.3} = 20.3 \text{ kN} > 4.20 \text{ kN}$$

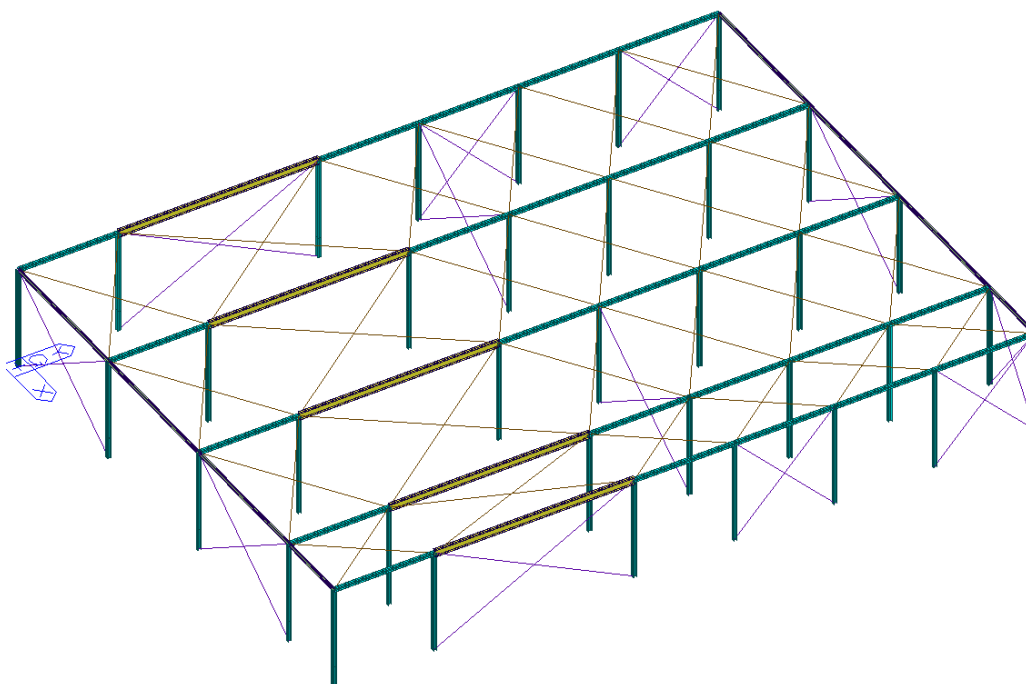
Le verifiche sono soddisfatta.

6.3. NUOVA STRUTTURA PER SALA MOSTRE E AUDITORIUM

La modellazione ha fatto ricorso all'utilizzo di:

- EF a 2 nodi di tipo "beam" per i pilastri e le travi;
- EF a 2 nodi di tipo "truss" per i controventi;
- I pilastri sono vincolati alla base mediante cerniere pertanto la resistenza alle orizzontali da sisma è affidata ai controventi.

Di seguito è riportata un'immagine rappresentativa del modello 3D della struttura implementato in Midas Gen.



Si riporta di seguito un riepilogo dei profili metallici:

- | | |
|---|----------------|
| - Pilastri | HEA160 |
| - Travi principali (campate L. 4.80m) | HEA160 |
| - Travi principali (campate L. 9.60 m) | IPE330 |
| - Travi secondarie (non presenti nel modello) | IPE 160/120 cm |
| - controventi di piano | Ø14 mm |
| - controventi verticali | Ø22 mm |



6.3.1. COMBINAZIONI DI CARICO

Di seguito le combinazioni implementate nel software di calcolo.

```

+=====+
| MIDAS(Modeling, Integrated Design & Analysis Software) |
| midas Gen - Load Combinations |
| (c)SINCE 1989 |
+=====+
| MIDAS Information Technology Co.,Ltd. (MIDAS IT) |
| Gen 2022 |
+=====+

```

 DESIGN TYPE : General

LIST OF LOAD COMBINATIONS

NUM	NAME	ACTIVE	TYPE	LOADCASE (FACTOR) +	LOADCASE (FACTOR) +	LOADCASE (FACTOR)
1	SLU 1	Active	Add	G1(1.300) +	G2(1.500) +	Q(1.500)
				+ spinta pareti X+(1.050)		
2	SLU 2	Active	Add	G1(1.300) +	G2(1.500) +	Q(1.500)
				+ spinta pareti Y +(1.050)		
3	SLU 3	Active	Add	G1(1.300) +	G2(1.500) +	Q(1.050)
				+ spinta pareti X+(1.500)		
4	SLU 4	Active	Add	G1(1.300) +	G2(1.500) +	Q(1.050)
				+ spinta pareti Y +(1.500)		
5	SLV 1	Active	Add	G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
				+ spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLV X(1.000)
				+ SLV Y(0.300) +	SLV X(1.000) +	SLV Y(0.300)
6	SLV 2	Active	Add	G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
				+ spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLV X(1.000)
				+ SLV Y(0.300) +	SLV X(-1.000) +	SLV Y(-0.300)
7	SLV 3	Active	Add	G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
				+ spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLV X(1.000)
				+ SLV Y(-0.300) +	SLV X(1.000) +	SLV Y(-0.300)



8	SLV 4	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLV X(1.000)
+		SLV Y(-0.300) +	SLV X(-1.000) +	SLV Y(0.300)
9	SLV 5	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLV X(0.300)
+		SLV Y(1.000) +	SLV X(0.300) +	SLV Y(1.000)
10	SLV 6	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLV X(0.300)
+		SLV Y(1.000) +	SLV X(-0.300) +	SLV Y(-1.000)
11	SLV 7	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLV X(-0.300)
+		SLV Y(1.000) +	SLV X(-0.300) +	SLV Y(1.000)
12	SLV 8	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLV X(-0.300)
+		SLV Y(1.000) +	SLV X(0.300) +	SLV Y(-1.000)
13	SLV 9	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLV X(1.000)
+		SLV Y(0.300) +	SLV X(1.000) +	SLV Y(-0.300)
14	SLV 10	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLV X(1.000)
+		SLV Y(0.300) +	SLV X(-1.000) +	SLV Y(0.300)
15	SLV 11	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLV X(1.000)
+		SLV Y(-0.300) +	SLV X(1.000) +	SLV Y(0.300)
16	SLV 12	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLV X(1.000)
+		SLV Y(-0.300) +	SLV X(-1.000) +	SLV Y(-0.300)
17	SLV 13	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLV X(0.300)
+		SLV Y(1.000) +	SLV X(-0.300) +	SLV Y(1.000)
18	SLV 14	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLV X(0.300)
+		SLV Y(1.000) +	SLV X(0.300) +	SLV Y(-1.000)

S.P.S. S.r.l. Studio Progetti Strutturali.

Via Melchiorre Gioia, 64 – 20125 Milano – Italia – Tel. +39 02 6694887 r.a. – Fax +39 02 6704199
www.spssrl-mi.it – segreteria@spssrl-mi.it – tecnico@spssrl-mi.it – amministrazione@spssrl-mi.it
 C.F. - P.I. - C.C.I.A.A. 10807630156. Cap Soc. € 49.400,00 i.v. - REA - Milano 1409652



Certificato n° 11337



19	SLV 15	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLV X(-0.300)
+		SLV Y(1.000) +	SLV X(0.300) +	SLV Y(1.000)

20	SLV 16	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLV X(-0.300)
+		SLV Y(1.000) +	SLV X(-0.300) +	SLV Y(-1.000)

21	SLV 17	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLV X(-1.000)
+		SLV Y(-0.300) +	SLV X(-1.000) +	SLV Y(-0.300)

22	SLV 18	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLV X(-1.000)
+		SLV Y(-0.300) +	SLV X(1.000) +	SLV Y(0.300)

23	SLV 19	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLV X(-1.000)
+		SLV Y(0.300) +	SLV X(-1.000) +	SLV Y(0.300)

24	SLV 20	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLV X(-1.000)
+		SLV Y(0.300) +	SLV X(1.000) +	SLV Y(-0.300)

25	SLV 21	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLV X(-0.300)
+		SLV Y(-1.000) +	SLV X(-0.300) +	SLV Y(-1.000)

26	SLV 22	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLV X(-0.300)
+		SLV Y(-1.000) +	SLV X(0.300) +	SLV Y(1.000)

27	SLV 23	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLV X(0.300)
+		SLV Y(-1.000) +	SLV X(0.300) +	SLV Y(-1.000)

28	SLV 24	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLV X(0.300)
+		SLV Y(-1.000) +	SLV X(-0.300) +	SLV Y(1.000)

29	SLV 25	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLV X(-1.000)
+		SLV Y(-0.300) +	SLV X(-1.000) +	SLV Y(0.300)

S.P.S. S.r.l. Studio Progetti Strutturali.

Via Melchiorre Gioia, 64 – 20125 Milano – Italia – Tel. +39 02 6694887 r.a. – Fax +39 02 6704199
www.spssrl-mi.it – segreteria@spssrl-mi.it – tecnico@spssrl-mi.it – amministrazione@spssrl-mi.it
 C.F. - P.I. - C.C.I.A.A. 10807630156. Cap Soc. € 49.400,00 i.v. - REA - Milano 1409652



Certificato n° 11337



30	SLV 26	Active	Add	
		$G1(1.000) +$	$G2(1.000) +$	$Q(0.600)$
+	spinta pareti X+	$(0.600) +$	spinta pareti Y +	$(0.600) +$
+	SLV Y	$(-0.300) +$	SLV X	$(1.000) +$
				SLV Y
				(-0.300)
31	SLV 27	Active	Add	
		$G1(1.000) +$	$G2(1.000) +$	$Q(0.600)$
+	spinta pareti X+	$(0.600) +$	spinta pareti Y +	$(0.600) +$
+	SLV Y	$(0.300) +$	SLV X	$(-1.000) +$
				SLV Y
				(-0.300)
32	SLV 28	Active	Add	
		$G1(1.000) +$	$G2(1.000) +$	$Q(0.600)$
+	spinta pareti X+	$(0.600) +$	spinta pareti Y +	$(0.600) +$
+	SLV Y	$(0.300) +$	SLV X	$(1.000) +$
				SLV Y
				(0.300)
33	SLV 29	Active	Add	
		$G1(1.000) +$	$G2(1.000) +$	$Q(0.600)$
+	spinta pareti X+	$(0.600) +$	spinta pareti Y +	$(0.600) +$
+	SLV Y	$(-1.000) +$	SLV X	$(0.300) +$
				SLV Y
				(-1.000)
34	SLV 30	Active	Add	
		$G1(1.000) +$	$G2(1.000) +$	$Q(0.600)$
+	spinta pareti X+	$(0.600) +$	spinta pareti Y +	$(0.600) +$
+	SLV Y	$(-1.000) +$	SLV X	$(-0.300) +$
				SLV Y
				(1.000)
35	SLV 31	Active	Add	
		$G1(1.000) +$	$G2(1.000) +$	$Q(0.600)$
+	spinta pareti X+	$(0.600) +$	spinta pareti Y +	$(0.600) +$
+	SLV Y	$(-1.000) +$	SLV X	$(-0.300) +$
				SLV Y
				(-1.000)
36	SLV 32	Active	Add	
		$G1(1.000) +$	$G2(1.000) +$	$Q(0.600)$
+	spinta pareti X+	$(0.600) +$	spinta pareti Y +	$(0.600) +$
+	SLV Y	$(-1.000) +$	SLV X	$(0.300) +$
				SLV Y
				(1.000)
37	SLO 1	Active	Add	
		$G1(1.000) +$	$G2(1.000) +$	$Q(0.600)$
+	spinta pareti X+	$(0.600) +$	spinta pareti Y +	$(0.600) +$
+	SLO Y	$(0.300) +$	SLO X	$(1.000) +$
				SLO Y
				(0.300)
38	SLO 2	Active	Add	
		$G1(1.000) +$	$G2(1.000) +$	$Q(0.600)$
+	spinta pareti X+	$(0.600) +$	spinta pareti Y +	$(0.600) +$
+	SLO Y	$(0.300) +$	SLO X	$(-1.000) +$
				SLO Y
				(-0.300)
39	SLO 3	Active	Add	
		$G1(1.000) +$	$G2(1.000) +$	$Q(0.600)$
+	spinta pareti X+	$(0.600) +$	spinta pareti Y +	$(0.600) +$
+	SLO Y	$(-0.300) +$	SLO X	$(1.000) +$
				SLO Y
				(-0.300)
40	SLO 4	Active	Add	
		$G1(1.000) +$	$G2(1.000) +$	$Q(0.600)$
+	spinta pareti X+	$(0.600) +$	spinta pareti Y +	$(0.600) +$
+	SLO Y	$(-0.300) +$	SLO X	$(-1.000) +$
				SLO Y
				(0.300)

S.P.S. S.r.l. Studio Progetti Strutturali.

Via Melchiorre Gioia, 64 – 20125 Milano – Italia – Tel. +39 02 6694887 r.a. – Fax +39 02 6704199
www.spssrl-mi.it – segreteria@spssrl-mi.it – tecnico@spssrl-mi.it – amministrazione@spssrl-mi.it
 C.F. - P.I. - C.C.I.A.A. 10807630156. Cap Soc. € 49.400,00 i.v. - REA - Milano 1409652



Certificato n° 11337



41	SLO 5	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(0.300)
+		SLO Y(1.000) +	SLO X(0.300) +	SLO Y(1.000)
42	SLO 6	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(0.300)
+		SLO Y(1.000) +	SLO X(-0.300) +	SLO Y(-1.000)
43	SLO 7	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(-0.300)
+		SLO Y(1.000) +	SLO X(-0.300) +	SLO Y(1.000)
44	SLO 8	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(-0.300)
+		SLO Y(1.000) +	SLO X(0.300) +	SLO Y(-1.000)
45	SLO 9	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(1.000)
+		SLO Y(0.300) +	SLO X(1.000) +	SLO Y(-0.300)
46	SLO 10	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(1.000)
+		SLO Y(0.300) +	SLO X(-1.000) +	SLO Y(0.300)
47	SLO 11	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(1.000)
+		SLO Y(-0.300) +	SLO X(1.000) +	SLO Y(0.300)
48	SLO 12	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(1.000)
+		SLO Y(-0.300) +	SLO X(-1.000) +	SLO Y(-0.300)
49	SLO 13	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(0.300)
+		SLO Y(1.000) +	SLO X(-0.300) +	SLO Y(1.000)
50	SLO 14	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(0.300)
+		SLO Y(1.000) +	SLO X(0.300) +	SLO Y(-1.000)
51	SLO 15	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+		spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(-0.300)
+		SLO Y(1.000) +	SLO X(0.300) +	SLO Y(1.000)

S.P.S. S.r.l. Studio Progetti Strutturali.

Via Melchiorre Gioia, 64 – 20125 Milano – Italia – Tel. +39 02 6694887 r.a. – Fax +39 02 6704199
www.spssrl-mi.it – segreteria@spssrl-mi.it – tecnico@spssrl-mi.it – amministrazione@spssrl-mi.it
 C.F. - P.I. - C.C.I.A.A. 10807630156. Cap Soc. € 49.400,00 i.v. - REA - Milano 1409652



Certificato n° 11337



52	SLO 16	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+	spinta pareti X+(0.600) +		spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(-0.300)
+	SLO Y(1.000) +		SLO X(-0.300) +	SLO Y(-1.000)
53	SLO 17	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+	spinta pareti X+(0.600) +		spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(-1.000)
+	SLO Y(-0.300) +		SLO X(-1.000) +	SLO Y(-0.300)
54	SLO 18	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+	spinta pareti X+(0.600) +		spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(-1.000)
+	SLO Y(-0.300) +		SLO X(1.000) +	SLO Y(0.300)
55	SLO 19	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+	spinta pareti X+(0.600) +		spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(-1.000)
+	SLO Y(0.300) +		SLO X(-1.000) +	SLO Y(0.300)
56	SLO 20	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+	spinta pareti X+(0.600) +		spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(-1.000)
+	SLO Y(0.300) +		SLO X(1.000) +	SLO Y(-0.300)
57	SLO 21	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+	spinta pareti X+(0.600) +		spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(-0.300)
+	SLO Y(-1.000) +		SLO X(-0.300) +	SLO Y(-1.000)
58	SLO 22	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+	spinta pareti X+(0.600) +		spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(-0.300)
+	SLO Y(-1.000) +		SLO X(0.300) +	SLO Y(1.000)
59	SLO 23	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+	spinta pareti X+(0.600) +		spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(0.300)
+	SLO Y(-1.000) +		SLO X(0.300) +	SLO Y(-1.000)
60	SLO 24	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+	spinta pareti X+(0.600) +		spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(0.300)
+	SLO Y(-1.000) +		SLO X(-0.300) +	SLO Y(1.000)
61	SLO 25	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+	spinta pareti X+(0.600) +		spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(-1.000)
+	SLO Y(-0.300) +		SLO X(-1.000) +	SLO Y(0.300)
62	SLO 26	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
+	spinta pareti X+(0.600) +		spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(-1.000)
+	SLO Y(-0.300) +		SLO X(1.000) +	SLO Y(-0.300)

S.P.S. S.r.l. Studio Progetti Strutturali.

Via Melchiorre Gioia, 64 – 20125 Milano – Italia – Tel. +39 02 6694887 r.a. – Fax +39 02 6704199
www.spssrl-mi.it – segreteria@spssrl-mi.it – tecnico@spssrl-mi.it – amministrazione@spssrl-mi.it
 C.F. - P.I. - C.C.I.A.A. 10807630156. Cap Soc. € 49.400,00 i.v. - REA - Milano 1409652



Certificato n° 11337



63	SLO 27	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+	spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(-1.000)		
+	SLO Y(0.300) +	SLO X(-1.000) +	SLO Y(-0.300)		
64	SLO 28	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+	spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(-1.000)		
+	SLO Y(0.300) +	SLO X(1.000) +	SLO Y(0.300)		
65	SLO 29	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+	spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(-0.300)		
+	SLO Y(-1.000) +	SLO X(0.300) +	SLO Y(-1.000)		
66	SLO 30	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+	spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(-0.300)		
+	SLO Y(-1.000) +	SLO X(-0.300) +	SLO Y(1.000)		
67	SLO 31	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+	spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(0.300)		
+	SLO Y(-1.000) +	SLO X(-0.300) +	SLO Y(-1.000)		
68	SLO 32	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)	
+	spinta pareti X+(0.600) +	spinta pareti Y +(0.600) +	SLO X(0.300)		
+	SLO Y(-1.000) +	SLO X(0.300) +	SLO Y(1.000)		
69	SLE RARA 1	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(1.000)	
+	spinta pareti X+(0.700)				
70	SLE RARA 2	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(1.000)	
+	spinta pareti Y +(0.700)				
71	SLE RARA 3	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.700)	
+	spinta pareti X+(1.000)				
72	SLE RARA 4	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.700)	
+	spinta pareti Y +(1.000)				
73	SLE FREQ 1	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.700)	
+	spinta pareti X+(0.600)				
74	SLE FREQ 2	Active	Add		
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.700)	
+	spinta pareti Y +(0.600)				
75	SLE FREQ 3	Active	Add		



		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
		+ spinta pareti X+(0.700)		

76	SLE FREQ 4	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
		+ spinta pareti Y +(0.700)		

77	SLE QP 1	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
		+ spinta pareti X+(0.600)		

78	SLE QP 2	Active	Add	
		G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
		+ spinta pareti Y +(0.600)		

79	ENV SLU	Active	Envelope	
		SLU 1(1.000) +	SLU 2(1.000) +	SLU 3(1.000)
		+ SLU 4(1.000)		

80	ENV SLV	Active	Envelope	
		SLV 1(1.000) +	SLV 2(1.000) +	SLV 3(1.000)
		SLV 4(1.000) +	SLV 5(1.000) +	SLV 6(1.000)
		SLV 7(1.000) +	SLV 8(1.000) +	SLV 9(1.000)
		SLV 10(1.000) +	SLV 11(1.000) +	SLV 12(1.000)
		SLV 13(1.000) +	SLV 14(1.000) +	SLV 15(1.000)
		SLV 16(1.000) +	SLV 17(1.000) +	SLV 18(1.000)
		SLV 19(1.000) +	SLV 20(1.000) +	SLV 21(1.000)
		SLV 22(1.000) +	SLV 23(1.000) +	SLV 24(1.000)
		SLV 25(1.000) +	SLV 26(1.000) +	SLV 27(1.000)
		SLV 28(1.000) +	SLV 29(1.000) +	SLV 30(1.000)
		SLV 31(1.000) +	SLV 32(1.000)	

81	ENV SLO	Active	Envelope	
		SLO 1(1.000) +	SLO 2(1.000) +	SLO 3(1.000)
		SLO 4(1.000) +	SLO 5(1.000) +	SLO 6(1.000)
		SLO 7(1.000) +	SLO 8(1.000) +	SLO 9(1.000)
		SLO 10(1.000) +	SLO 11(1.000) +	SLO 12(1.000)
		SLO 13(1.000) +	SLO 14(1.000) +	SLO 15(1.000)
		SLO 16(1.000) +	SLO 17(1.000) +	SLO 18(1.000)
		SLO 19(1.000) +	SLO 20(1.000) +	SLO 21(1.000)
		SLO 22(1.000) +	SLO 23(1.000) +	SLO 24(1.000)
		SLO 25(1.000) +	SLO 26(1.000) +	SLO 27(1.000)
		SLO 28(1.000) +	SLO 29(1.000) +	SLO 30(1.000)
		SLO 31(1.000) +	SLO 32(1.000)	

82	ENV SLE RARA	Active	Envelope	
		SLE RARA 1(1.000) +	SLE RARA 2(1.000) +	SLE RARA 3(1.000)
		+ SLE RARA 4(1.000)		

83	ENV SLU/SLV	Active	Envelope	
		SLU 1(1.000) +	SLU 2(1.000) +	SLU 3(1.000)
		SLU 4(1.000) +	SLV 1(1.000) +	SLV 2(1.000)
		SLV 3(1.000) +	SLV 4(1.000) +	SLV 5(1.000)
		SLV 6(1.000) +	SLV 7(1.000) +	SLV 8(1.000)
		SLV 9(1.000) +	SLV 10(1.000) +	SLV 11(1.000)

S.P.S. S.r.l. Studio Progetti Strutturali.

Via Melchiorre Gioia, 64 – 20125 Milano – Italia – Tel. +39 02 6694887 r.a. – Fax +39 02 6704199
www.spssrl-mi.it – segreteria@spssrl-mi.it – tecnico@spssrl-mi.it – amministrazione@spssrl-mi.it
 C.F. - P.I. - C.C.I.A.A. 10807630156. Cap Soc. € 49.400,00 i.v. - REA - Milano 1409652



Certificato n° 11337



+	SLV 12 (1.000) +	SLV 13 (1.000) +	SLV 14 (1.000)
+	SLV 15 (1.000) +	SLV 16 (1.000) +	SLV 17 (1.000)
+	SLV 18 (1.000) +	SLV 19 (1.000) +	SLV 20 (1.000)
+	SLV 21 (1.000) +	SLV 22 (1.000) +	SLV 23 (1.000)
+	SLV 24 (1.000) +	SLV 25 (1.000) +	SLV 26 (1.000)
+	SLV 27 (1.000) +	SLV 28 (1.000) +	SLV 29 (1.000)
+	SLV 30 (1.000) +	SLV 31 (1.000) +	SLV 32 (1.000)

S.P.S. S.r.l. Studio Progetti Strutturali.

Via Melchiorre Gioia, 64 – 20125 Milano – Italia – Tel. +39 02 6694887 r.a. – Fax +39 02 6704199
www.spssrl-mi.it – segreteria@spssrl-mi.it – tecnico@spssrl-mi.it – amministrazione@spssrl-mi.it
 C.F. - P.I. - C.C.I.A.A. 10807630156. Cap Soc. € 49.400,00 i.v. - REA - Milano 1409652

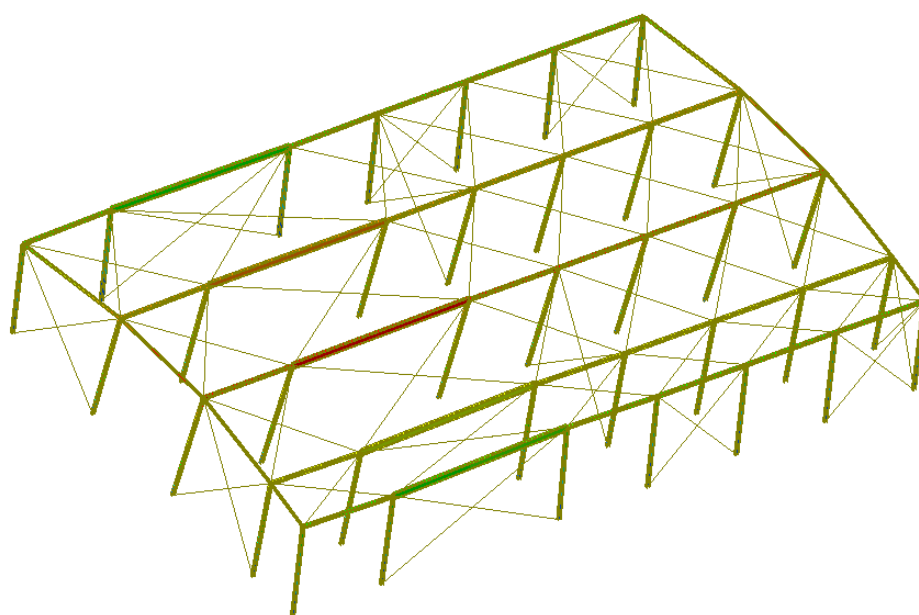


Certificato n° 11337

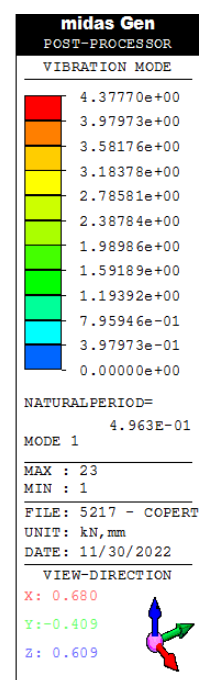
6.3.2. ANALISI MODALE E TIPOLOGIA STRUTTURALE

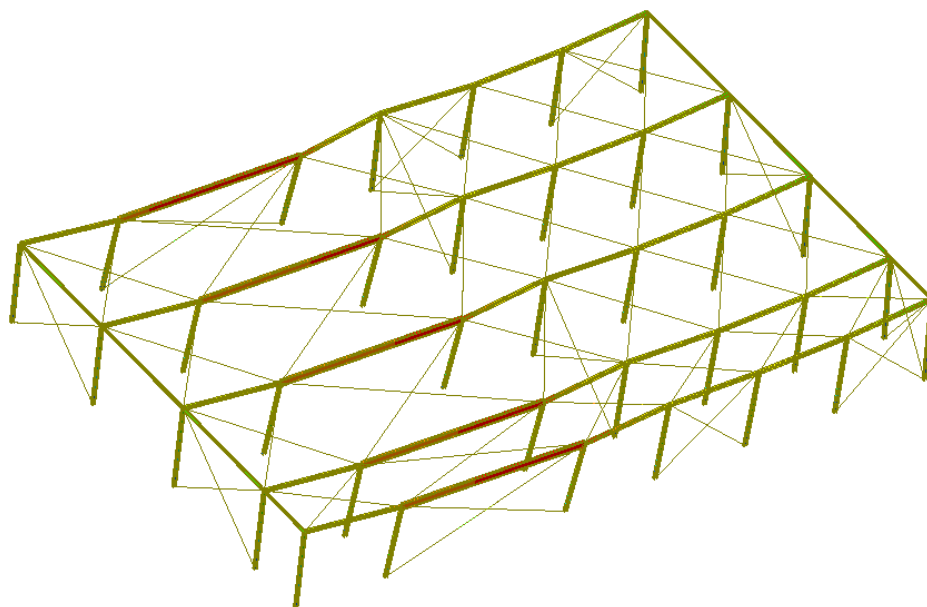
Si riporta nella seguente tabella i risultati fondamentali dell'analisi modale in termini di modi di vibrare, periodo proprio e massa partecipante nelle direzioni principali per il modello sopra definito.

Node	Mode	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
EIGENVALUE ANALYSIS							
Mode No	Frequency		Period		Tolerance		
	(rad/sec)	(cycle/sec)	(sec)				
1	12.6588	2.0147	0.4963	7.8423e-92			
2	15.0499	2.3953	0.4175	1.5967e-82			
3	19.5178	3.1064	0.3219	2.5206e-69			
4	24.2398	3.8579	0.2592	4.5542e-57			
5	25.2011	4.0109	0.2493	2.0171e-54			
6	28.8028	4.5841	0.2181	2.8925e-48			
7	31.7422	5.0519	0.1979	1.9765e-42			
8	32.4883	5.1707	0.1934	5.0045e-41			
9	37.7001	6.0002	0.1667	1.9628e-32			
MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT							
Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-Z
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	
1	0.0551	0.0551	85.8703	85.8703	0.0000	0.0000	80.7017
2	91.0075	91.0626	0.0704	85.9407	0.0000	0.0000	0.0664
3	1.3841	92.4466	0.0000	85.9407	0.0000	0.0000	0.0002
4	0.0021	92.4487	0.3160	86.2567	0.0000	0.0000	0.3235
5	2.4343	94.8831	0.0096	86.2662	0.0000	0.0000	0.0089
6	0.0002	94.8832	0.0514	86.3176	0.0000	0.0000	0.0476
7	0.0123	94.8956	3.2172	89.5348	0.0000	0.0000	2.9669
8	0.0026	94.8982	4.6091	94.1439	0.0000	0.0000	4.2413
9	0.0240	94.9222	0.1460	94.2900	0.0000	0.0000	0.1262

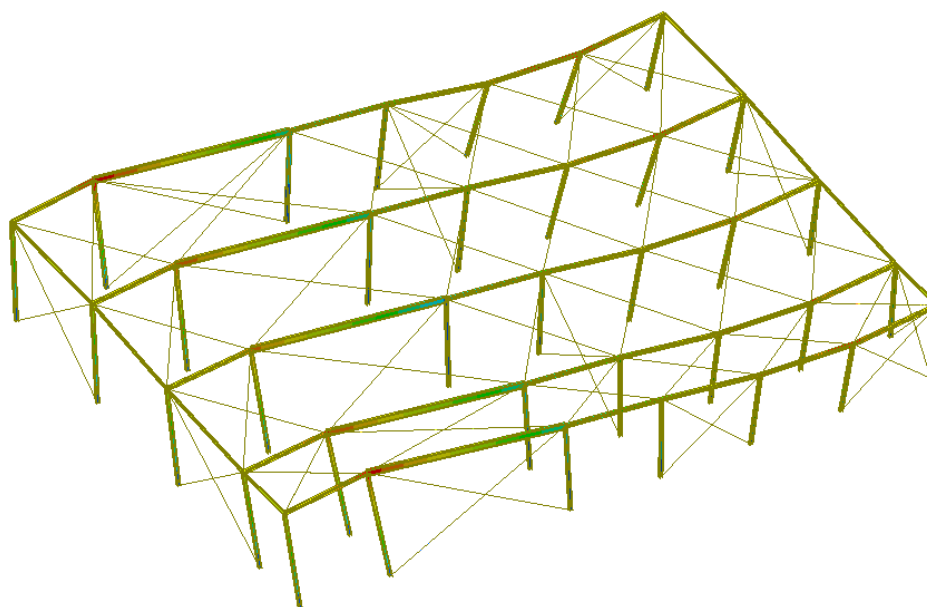
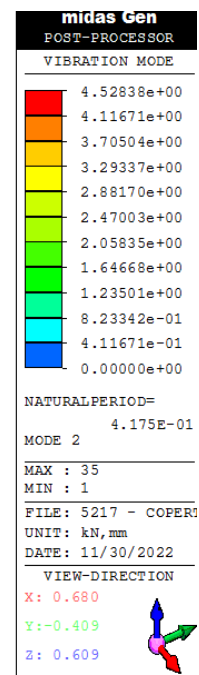


Forma modale fondamentale n. 1

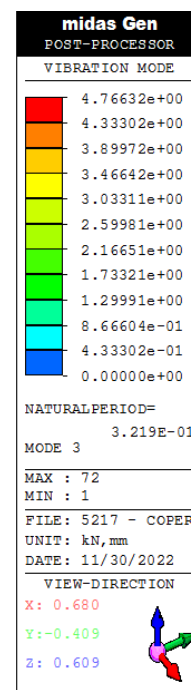


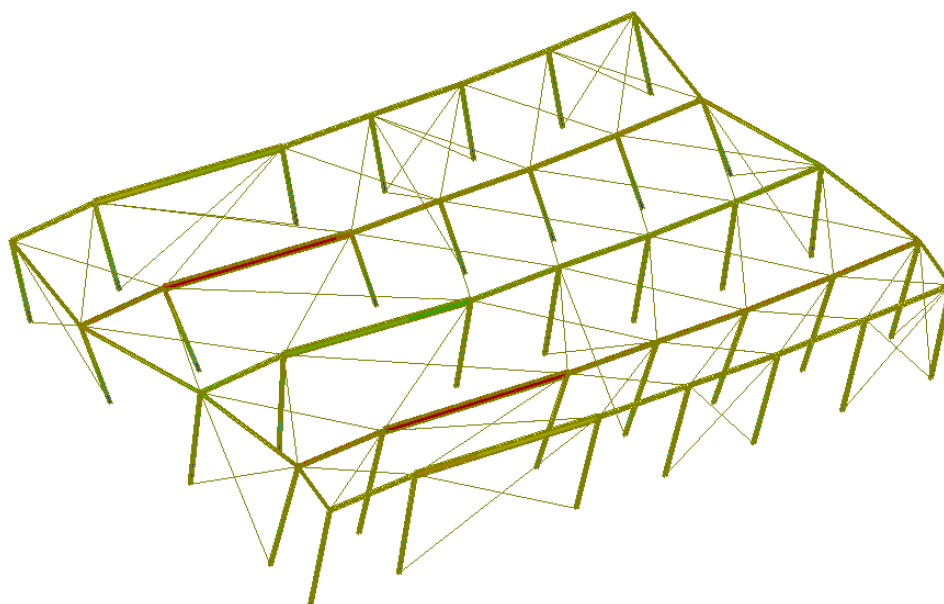


Forma modale fondamentale n. 2



Forma modale fondamentale n. 3





midas Gen	
POST-PROCESSOR	
VIBRATION MODE	
	4.36251e+00
	3.96592e+00
	3.56933e+00
	3.17274e+00
	2.77614e+00
	2.37955e+00
	1.98296e+00
	1.58637e+00
	1.18978e+00
	7.93184e-01
	3.96592e-01
	0.00000e+00
NATURAL PERIOD=	
2.592E-01	
MODE 4	
MAX : 29	
MIN : 1	
FILE: 5217 - COPER	
UNIT: kN, mm	
DATE: 11/30/2022	
VIEW-DIRECTION	
X: 0.680	
Y: -0.409	
Z: 0.609	

Forma modale fondamentale n. 4



6.3.3. RIGIDEZZA STRUTTURALE

La verifica di rigidezza strutturale ha la finalità di impedire che l'azione sismica di progetto produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione (Tabella 7.3.III delle NTC18).

Essendo per il caso in esame le tamponature di tipo fragile e collegate rigidamente alla struttura, ed essendo la struttura in classe d'uso III, tale condizione è soddisfatta quando risulta verificata la seguente condizione (NTC18, eq. 7.3.11a):

$$\frac{qd_r}{h} \leq \frac{2}{3} 0.01 = 0.0067$$

essendo:

- $d_r = \sqrt{d_x^2 + d_y^2}$ è lo spostamento di interpiano ottenute dall'analisi sismica di progetto allo SLO;
- h è l'altezza del piano.

Si riporta nella seguente tabella i risultati della verifica di rigidezza.

In tutti i casi la verifica è soddisfatta.



Studio Progetti Strutturali

Load Case	Story	Story Height (mm)	P-Delta Incremental Factor (ad)	Allowable Story Drift Ratio	Maximum Drift of All Vertical Elements					Drift at the Center of Mass				
					Node	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Story Drift Ratio	Remark	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Drift Factor (Maximum/Current)	Story Drift Ratio	Remark
RMC,Not Used, Cd=1, Ie=1, Scale Factor=1, Allowable Ratio=0.0067 Press right mouse button and click 'Set Story Drift Parameters...' menu to change RMC or Cd/Ie/Scale Factor/Allowable Ratio/Beta!														
SLO 1	B1	5000.0	1.00	0.0067	11	7.327	7.3271	0.0015	OK	4.373	4.3731	1.6755	0.0009	OK
SLO 2	B1	5000.0	1.00	0.0067	11	7.327	7.3271	0.0015	OK	4.373	4.3731	1.6755	0.0009	OK
SLO 3	B1	5000.0	1.00	0.0067	11	7.151	7.1513	0.0014	OK	4.440	4.4401	1.6106	0.0009	OK
SLO 4	B1	5000.0	1.00	0.0067	11	7.151	7.1513	0.0014	OK	4.440	4.4401	1.6106	0.0009	OK
SLO 5	B1	5000.0	1.00	0.0067	11	3.359	3.3599	0.0007	OK	1.566	1.5668	2.1444	0.0003	OK
SLO 6	B1	5000.0	1.00	0.0067	11	3.359	3.3599	0.0007	OK	1.566	1.5668	2.1444	0.0003	OK
SLO 7	B1	5000.0	1.00	0.0067	15	-2.320	-2.3209	-0.0005	OK	-0.771	-0.7715	3.0084	-0.0002	OK
SLO 8	B1	5000.0	1.00	0.0067	15	-2.320	-2.3209	-0.0005	OK	-0.771	-0.7715	3.0084	-0.0002	OK
SLO 9	B1	5000.0	1.00	0.0067	11	7.327	7.3271	0.0015	OK	4.373	4.3731	1.6755	0.0009	OK
SLO 10	B1	5000.0	1.00	0.0067	11	7.327	7.3271	0.0015	OK	4.373	4.3731	1.6755	0.0009	OK
SLO 11	B1	5000.0	1.00	0.0067	11	7.151	7.1513	0.0014	OK	4.440	4.4401	1.6106	0.0009	OK
SLO 12	B1	5000.0	1.00	0.0067	11	7.151	7.1513	0.0014	OK	4.440	4.4401	1.6106	0.0009	OK
SLO 13	B1	5000.0	1.00	0.0067	11	3.359	3.3599	0.0007	OK	1.566	1.5668	2.1444	0.0003	OK
SLO 14	B1	5000.0	1.00	0.0067	11	3.359	3.3599	0.0007	OK	1.566	1.5668	2.1444	0.0003	OK
SLO 15	B1	5000.0	1.00	0.0067	15	-2.320	-2.3209	-0.0005	OK	-0.771	-0.7715	3.0084	-0.0002	OK
SLO 16	B1	5000.0	1.00	0.0067	15	-2.320	-2.3209	-0.0005	OK	-0.771	-0.7715	3.0084	-0.0002	OK
SLO 17	B1	5000.0	1.00	0.0067	15	-5.344	-5.3443	-0.0011	OK	-3.354	-3.3543	1.5933	-0.0007	OK
SLO 18	B1	5000.0	1.00	0.0067	15	-5.344	-5.3443	-0.0011	OK	-3.354	-3.3543	1.5933	-0.0007	OK
SLO 19	B1	5000.0	1.00	0.0067	15	-5.889	-5.8893	-0.0012	OK	-3.421	-3.4213	1.7214	-0.0007	OK
SLO 20	B1	5000.0	1.00	0.0067	15	-5.889	-5.8893	-0.0012	OK	-3.421	-3.4213	1.7214	-0.0007	OK
SLO 21	B1	5000.0	1.00	0.0067	10	-1.598	-1.5984	-0.0003	OK	-0.548	-0.5480	2.9166	-0.0001	OK
SLO 22	B1	5000.0	1.00	0.0067	10	-1.598	-1.5984	-0.0003	OK	-0.548	-0.5480	2.9166	-0.0001	OK
SLO 23	B1	5000.0	1.00	0.0067	6	3.147	3.1475	0.0006	OK	1.790	1.7903	1.7581	0.0004	OK
SLO 24	B1	5000.0	1.00	0.0067	6	3.147	3.1475	0.0006	OK	1.790	1.7903	1.7581	0.0004	OK
SLO 25	B1	5000.0	1.00	0.0067	15	-5.344	-5.3443	-0.0011	OK	-3.354	-3.3543	1.5933	-0.0007	OK
SLO 26	B1	5000.0	1.00	0.0067	15	-5.344	-5.3443	-0.0011	OK	-3.354	-3.3543	1.5933	-0.0007	OK
SLO 27	B1	5000.0	1.00	0.0067	15	-5.889	-5.8893	-0.0012	OK	-3.421	-3.4213	1.7214	-0.0007	OK
SLO 28	B1	5000.0	1.00	0.0067	15	-5.889	-5.8893	-0.0012	OK	-3.421	-3.4213	1.7214	-0.0007	OK
SLO 29	B1	5000.0	1.00	0.0067	10	-1.598	-1.5984	-0.0003	OK	-0.548	-0.5480	2.9166	-0.0001	OK
SLO 30	B1	5000.0	1.00	0.0067	10	-1.598	-1.5984	-0.0003	OK	-0.548	-0.5480	2.9166	-0.0001	OK
SLO 31	B1	5000.0	1.00	0.0067	6	3.147	3.1475	0.0006	OK	1.790	1.7903	1.7581	0.0004	OK
SLO 32	B1	5000.0	1.00	0.0067	6	3.147	3.1475	0.0006	OK	1.790	1.7903	1.7581	0.0004	OK

S.P.S. S.r.l. Studio Progetti Strutturali.

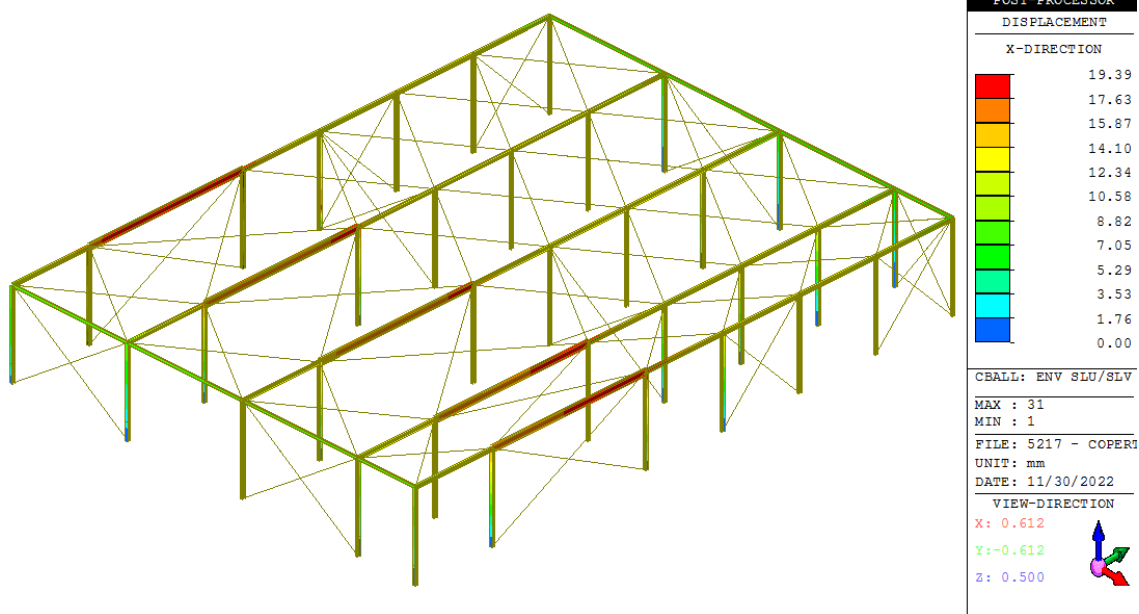
Via Melchiorre Gioia, 64 – 20125 Milano – Italia – Tel. +39 02 6694887 r.a. – Fax +39 02 6704199
www.spssrl-mi.it – segreteria@spssrl-mi.it – tecnico@spssrl-mi.it – amministrazione@spssrl-mi.it
 C.F. - P.I. - C.C.I.A.A. 10807630156. Cap Soc. € 49.400,00 i.v. - REA - Milano 1409652



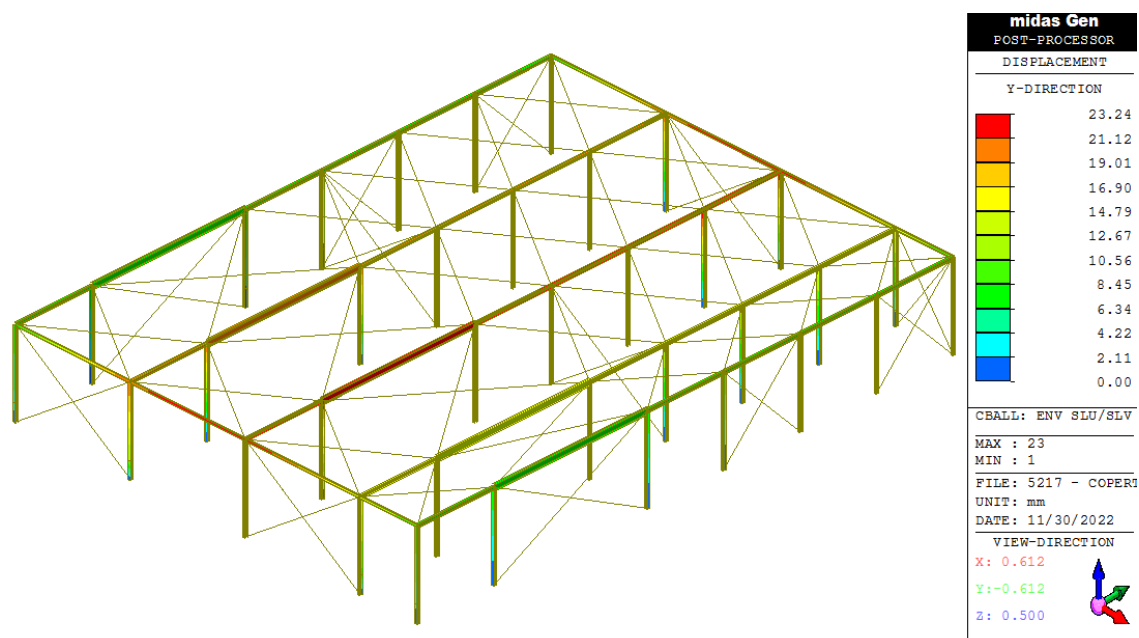
Certificato n° 11337

6.3.4. SPOSTAMENTI

Nelle seguenti figure vengono mostrate le deformate della struttura in combinazione di carico involucro SLV (spostamenti orizzontali).



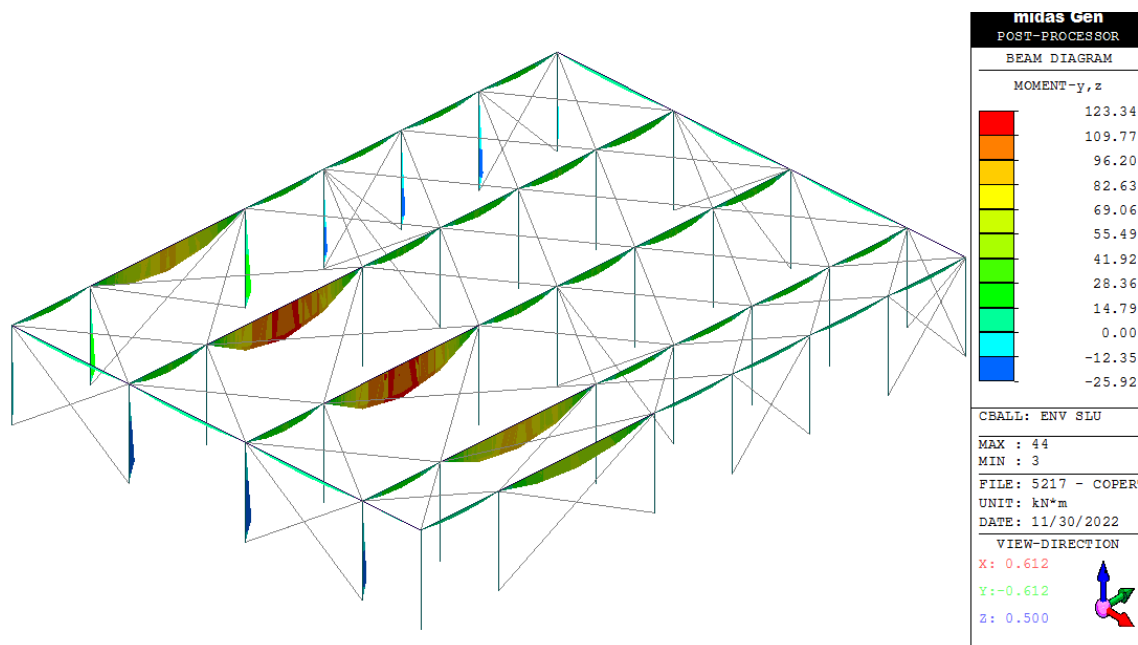
spostamenti orizzontali direzione X (involuppo SLV)



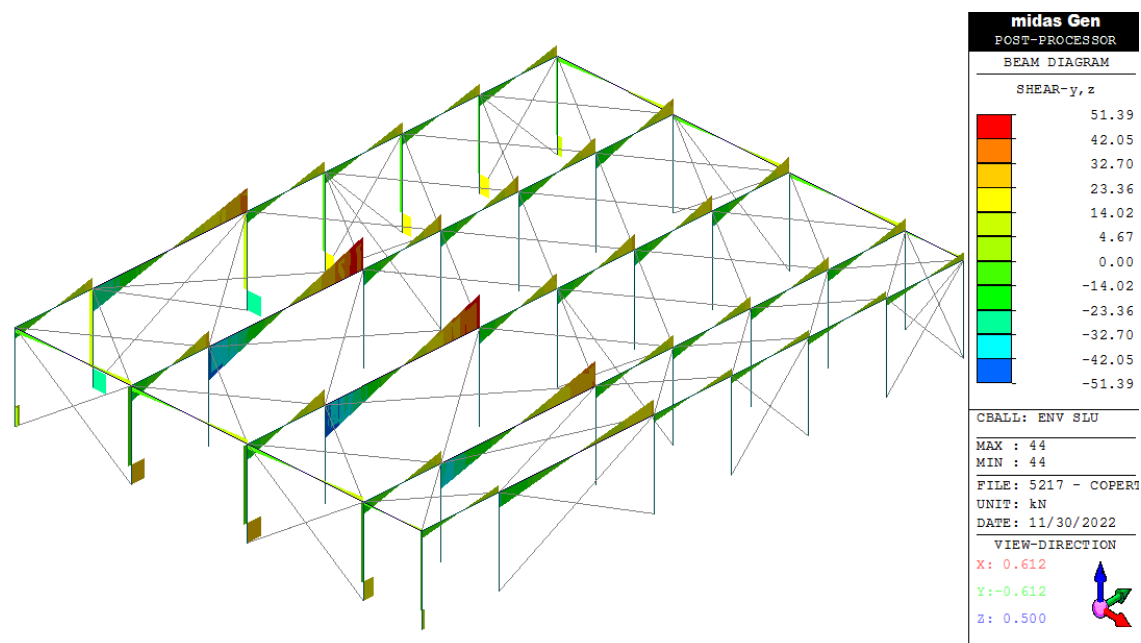
spostamenti orizzontali direzione Y (involuppo SLV)

6.3.5. SOLLECITAZIONI

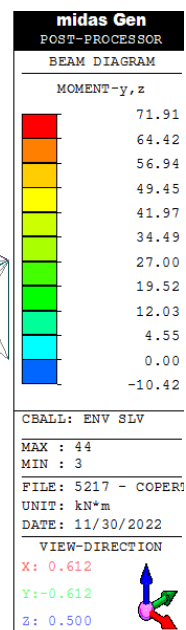
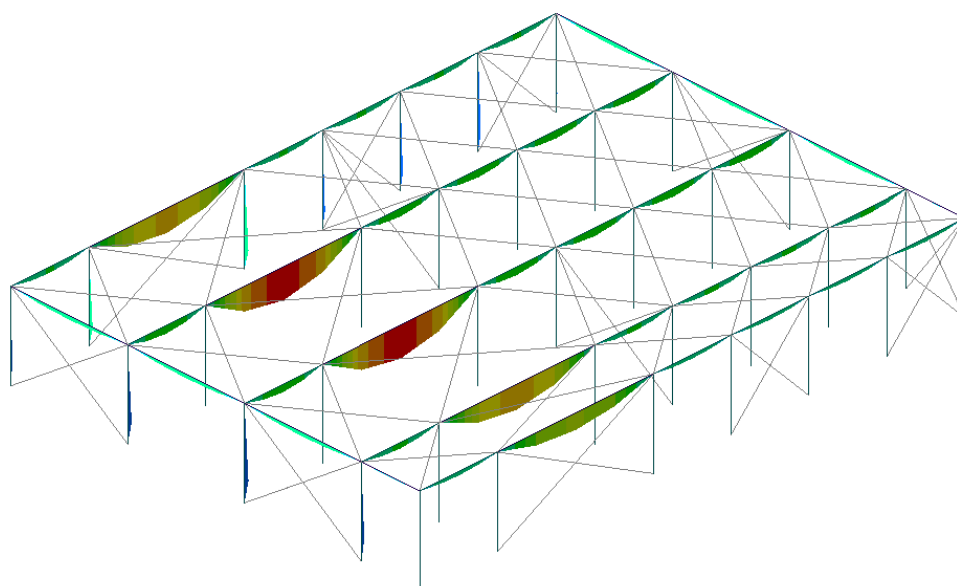
Si riportano di seguito i diagrammi delle sollecitazioni allo SLU e allo SLV.



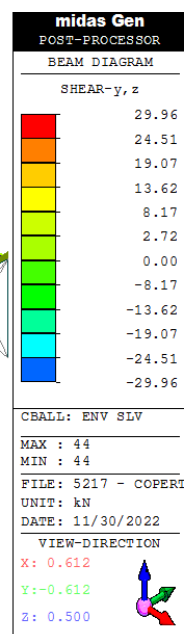
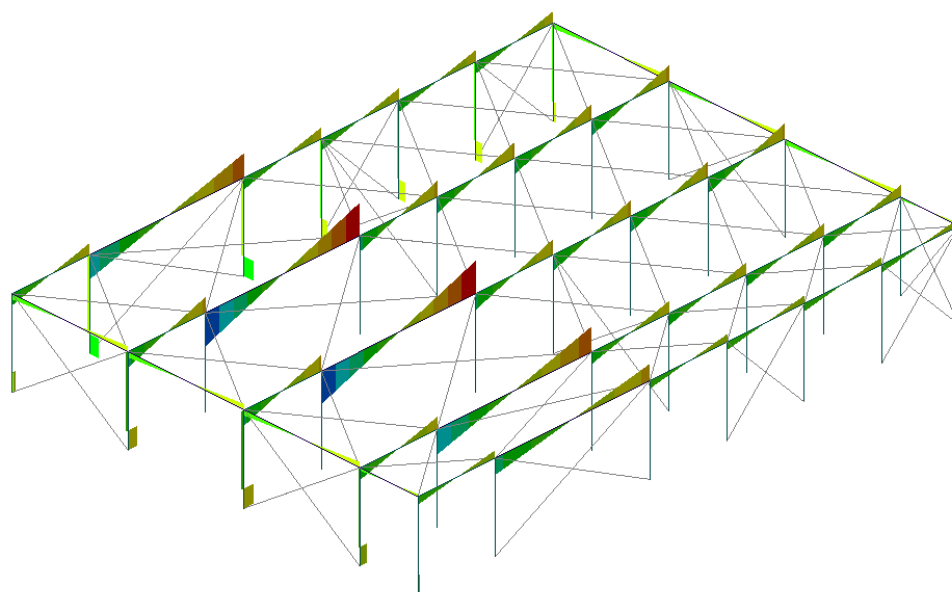
momento flettente M_y e M_z (inviluppo SLU)



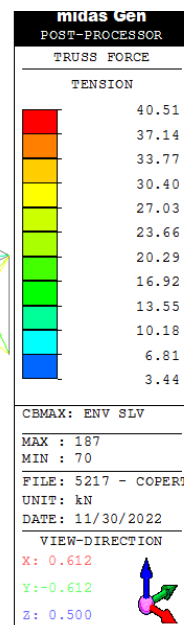
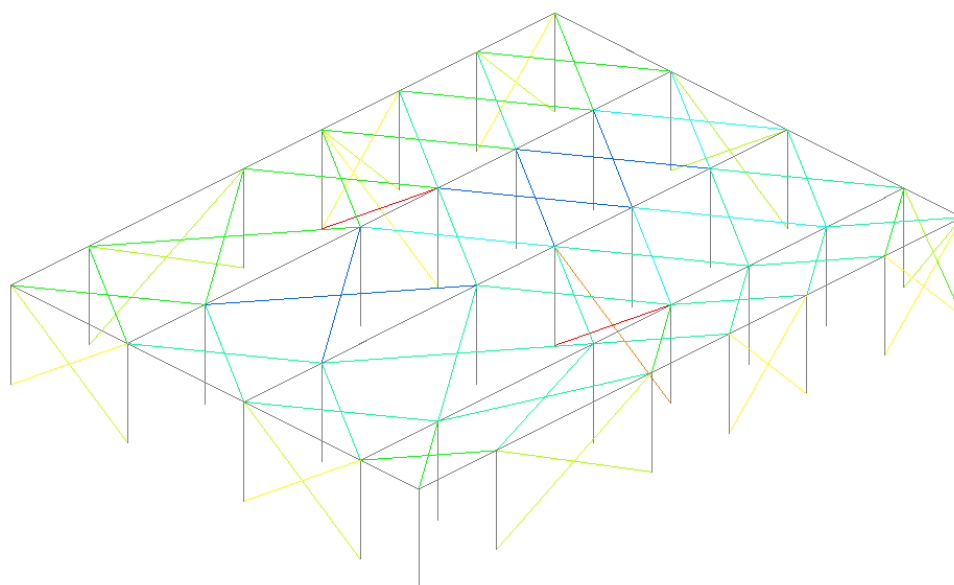
taglio F_z (nviluppo SLU)



momento flettente M_y e M_z (inviluppo SLV)



taglio F_y e F_z (nviluppo SLV)



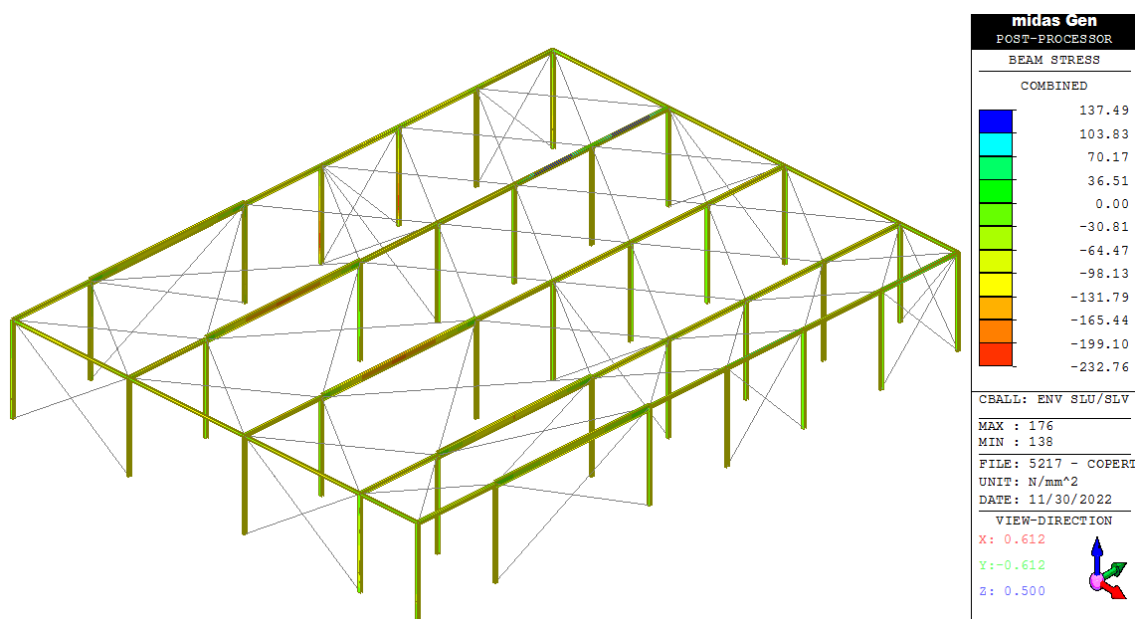
sforzi di trazione controventi (inviluppo SLV)

6.3.6. VERIFICHE

Nei seguenti paragrafi sono riportate le verifiche di maggiore interesse svolte sugli elementi strutturali tipologici.

6.3.6.1. VERIFICHE DI RESISTENZA

Si riporta di seguito lo stato tensionale nelle travi e nei pilastri come involucro di tutte le combinazioni di carico SLU ed SLV.

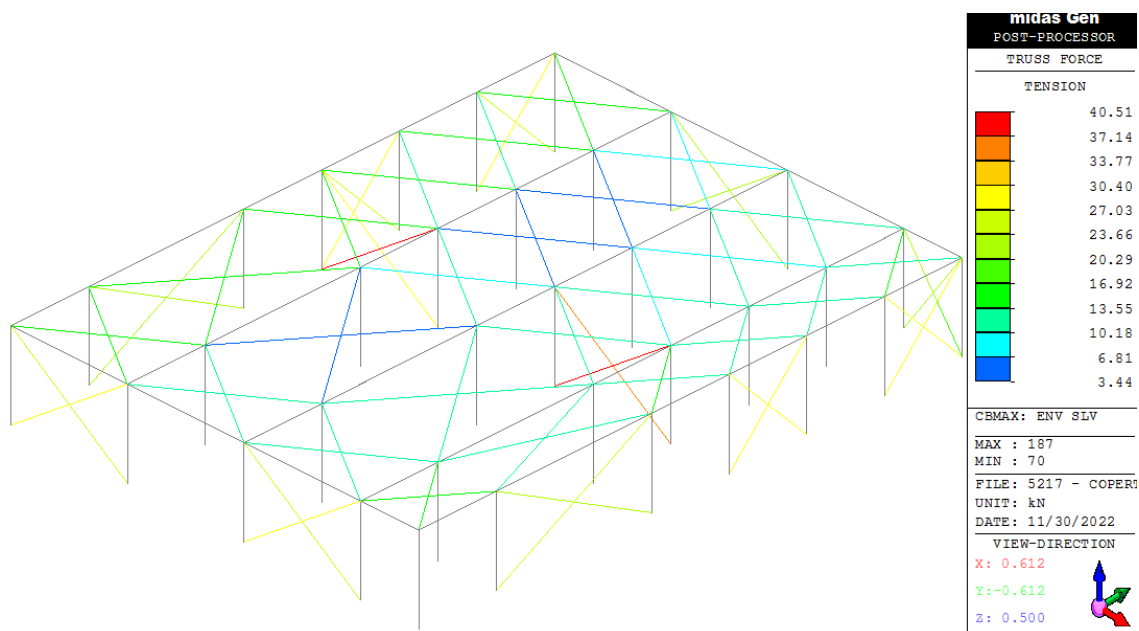


Essendo

$$\sigma_{max} = 232.76 \text{ MPa} < \frac{275}{1.05} = 261.9 \text{ MPa}$$

tutti gli elementi risultano verificati.

Si riporta di seguito la verifica dei controventi come involucro di tutte le combinazioni di carico SLU ed SLV.



Per i controventi di piano ($\varnothing 14$ mm) si ha

$$N_{T,max} = 16.0 \text{ kN}$$

$$\sigma_{max} = \frac{2 \cdot 16.0 \text{ kN}}{1.56 \text{ cm}^2} 10 = 205.12 \text{ MPa} < \frac{275}{1.05} = 261.9 \text{ MPa}$$

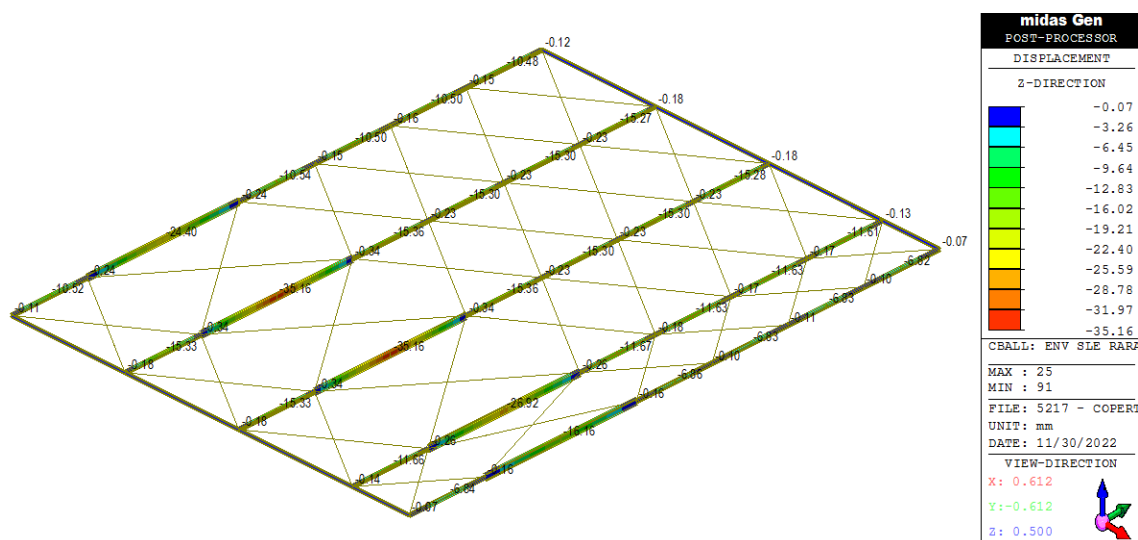
Per i controventi verticali ($\varnothing 22$ mm) si ha

$$\sigma_{max} = \frac{2 \cdot 40.51 \text{ kN}}{3.53 \text{ cm}^2} 10 = 229.5 \text{ MPa} < \frac{275}{1.05} = 261.9 \text{ MPa}$$

tutti gli elementi risultano verificati.

6.3.6.2. VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ

Nella figura seguente si riportano gli spostamenti verticali degli elementi in combinazione SLE RARA.



spostamenti verticali (involuppo SLE RARA)

Si riporta di seguito la verifica di deformabilità degli elementi.

trave	Lunghezza [mm]	Spostamento [mm]	Limite [mm]	stato verifica
IPE330	9600	35.16	$L/200 = 48$	OK
HEA160	4800	15.36	$l/200 = 24$	OK

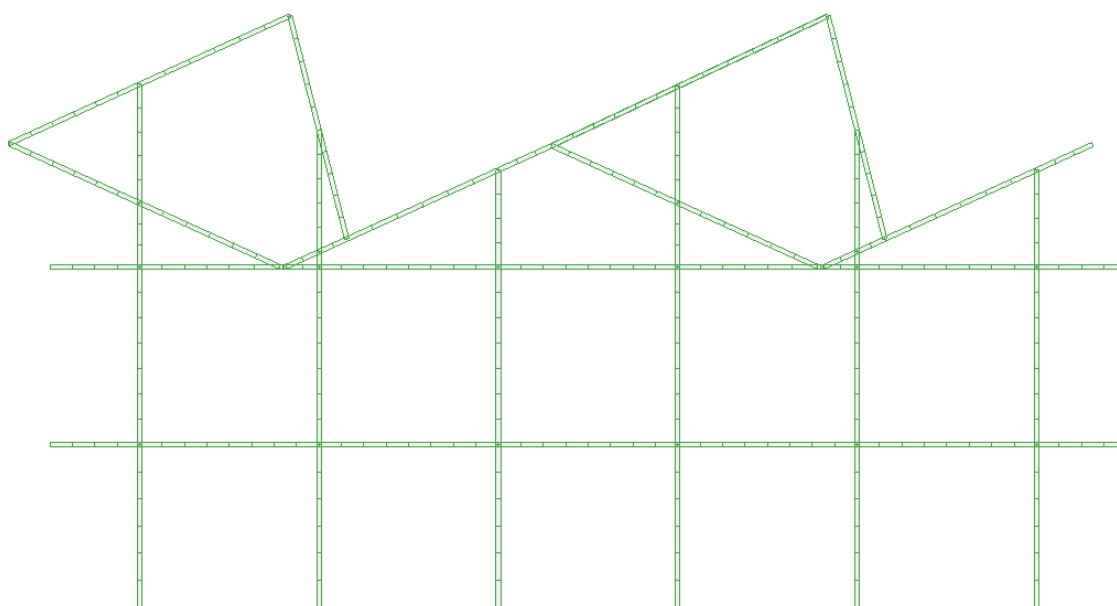
Tutti gli elementi sono verificati.

6.4. STRUTTURA DI SOSTEGNO VETRATA GIARDINO

La modellazione ha fatto ricorso all'utilizzo di:

- EF a 2 nodi di tipo "beam" per i montanti ed i traversi
- I montanti sono vincolati alla base mediante incastri; in corrispondenza del corrente superiore e inferiore della trave reticolare di copertura esistente sono stati posti vincoli di spostamento in quanto la nuova struttura sarà a questi fissata; avendo studiato una porzione tipologica della struttura, sono stati posti vincoli di simmetria al fine di simulare la continuità della struttura.

Di seguito è riportata un'immagine rappresentativa del modello 3D della struttura implementato in Midas Gen.



La struttura è costituita da profili cavi rettangolari 80x100x6.3 mm.



6.4.1. COMBINAZIONI DI CARICO

Di seguito le combinazioni implementate nel software di calcolo.

```

+=====+
| MIDAS(Modeling, Integrated Design & Analysis Software) |
| midas Gen - Load Combinations |
| (c)SINCE 1989 |
+=====+
| MIDAS Information Technology Co.,Ltd. (MIDAS IT) |
| Gen 2022 |
+=====+

```

DESIGN TYPE : General

LIST OF LOAD COMBINATIONS

=====					
NUM	NAME	ACTIVE	TYPE		
		LOADCASE (FACTOR) +	LOADCASE (FACTOR) +	LOADCASE (FACTOR)	
=====					
1	SLU 1	Active	Add	G1(1.300) + G2 vetro statica(1.500) + VENTO(1.500)	
2	SLV	Active	Add	G1(1.000) + G2 vetro sismica(1.000) + SLV STATICO(1.000)	
3	SLO	Active	Add	G1(1.000) + G2 vetro sismica(1.000) + SLO STATICO(1.000)	
4	spinta pareti SLU	Active	Add	G1(1.300) + G2 vetro statica(1.500) + SPINTA ORIZZ 3 kN/m(1.500)	
5	spinta pareti SLE	Active	Add	G1(1.000) + G2 vetro statica(1.000) + SPINTA ORIZZ 3 kN/m(1.000)	
6	SLE RARA	Active	Add	G1(1.000) + G2 vetro statica(1.000) + VENTO(1.000)	
7	ENV_SLU	Active	Envelope	SLU 1(1.000) + spinta pareti SLU(1.000)	
8	ENV_SLE RARA	Active	Envelope	spinta pareti SLE(1.000) + SLE RARA(1.000)	



6.4.2. VERIFICHE DI RESISTENZA

La struttura in esame, è una struttura secondaria, in quanto la sua risposta strutturale non incide sul comportamento globale dell'edificio, ma è significativa ai fini della sicurezza delle persone.

Pertanto, oltre alle azioni statiche è stata fatta un'analisi sismica semplificata la cui forza sismica, fuori piano, è stata determinata come da par. 7.2.3.

$$F_a = \frac{S_a \cdot W_a}{q_a}$$

dove:

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

In particolare è stato determinato il fattore R di amplificazione dell'elemento non strutturale calcolato mediante la relazione C7.2.4 della Circolare 2019.

$$R = \left[\left(2\xi_a \frac{T_a}{T_i} \right)^2 + \left(1 - \left(\frac{T_a}{T_i} \right)^2 \right) \right]^{-\beta}$$

dove:

- ξ_a è il coefficiente di smorzamento;
- T_a è il periodo della struttura secondaria;



- T_i è il periodo del modo i-esimo della struttura principale;
- β coefficiente che tiene conto dell'accoppiamento tra ciascun modo di vibrare della struttura principale e il modo proprio dell'elemento non strutturale.

Il periodo proprio della struttura principale, nella direzione ortogonale al piano della facciata, è pari a 0.623 secondi, pertanto l'accelerazione corrispondente allo SLV è pari a 0.23 g; allo SLO è pari a 0.069 g.

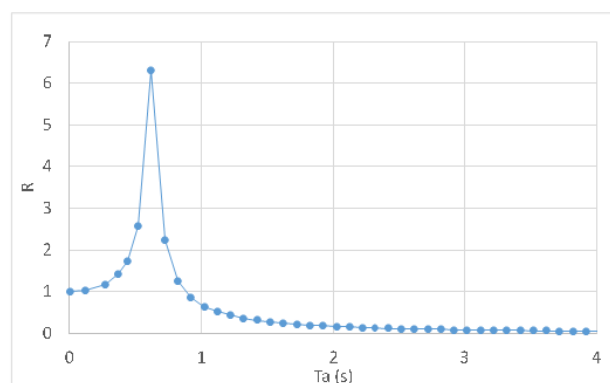
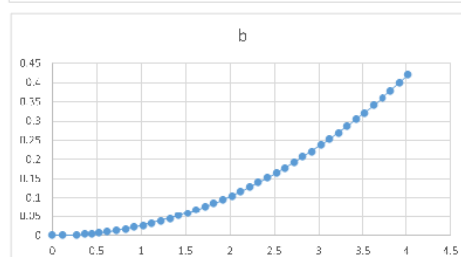
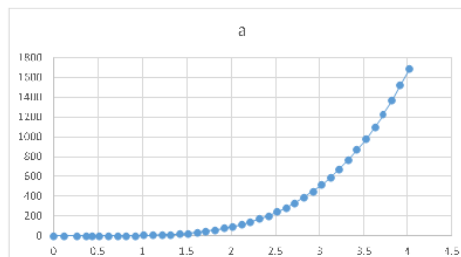
Il periodo proprio dell'elemento secondario nella direzione ortogonale al piano è pari a 0.44 secondi.

Node	Mode	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ						
EIGENVALUE ANALYSIS													
	Mode No	Frequency		Period	Tolerance								
		(rad/sec)	(cycle/sec)	(sec)									
	1	8.4333	1.3422	0.7450	0.0000e+00								
	2	14.2710	2.2713	0.4403	0.0000e+00								
	3	23.0501	3.6685	0.2726	0.0000e+00								
MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT													
	Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
		MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
	1	0.1096	0.1096	0.0046	0.0046	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.7004	0.7004	0.0048	0.0048
	2	58.5125	58.6221	0.0008	0.0054	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	3.0634	3.7638	1.4325	1.4373
	3	24.8852	83.5073	0.0064	0.0117	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	60.2716	64.0354	2.5973	4.0346

Si riporta di seguito il calcolo del fattore $R = 1.73$.

ψ_a	0.05
T_i	0.62 s
β	0.4

T_a [s]	$a=(2\psi_a \cdot T_a/T_i)^2$	$b=(1-(T_a/T_i)^2)^2$	$R=(a+b)^{-\beta}$
0	0	1	1
0.12	0.00037461	0.926481369	1.030849104
0.27	0.001896462	0.656673278	1.18184165
0.37	0.003561394	0.414556423	1.417361168
0.44	0.00503642	0.246371225	1.737195148
0.52	0.007034339	0.087951438	2.5641095
0.62	0.01	0	6.309573445
0.72	0.013485952	0.121518623	2.22772001
0.82	0.017492196	0.561329954	1.24446287
0.92	0.02201873	1.444498826	0.857995665
1.02	0.027065557	2.912332259	0.649675745
1.12	0.032632674	5.122379459	0.518929217
1.22	0.038720083	8.248431817	0.429178424
1.32	0.045327784	12.48052291	0.363812074
1.42	0.052455775	18.02492851	0.314156293
1.52	0.060104058	25.10416655	0.275223974
1.62	0.068272633	33.95699719	0.243937949
1.72	0.076961498	44.83842273	0.218294077
1.82	0.086170656	58.0196877	0.196930068
1.92	0.095900104	73.78827877	0.178887263
2.02	0.106149844	92.44792484	0.1634714
2.12	0.116919875	114.318597	0.150167402
2.22	0.128210198	139.7365084	0.138585161
2.32	0.140202812	169.0541146	0.128423907
2.42	0.152351717	202.6401132	0.119448108
2.52	0.165202914	240.879444	0.111470771
2.62	0.178574402	284.173289	0.104341618
2.72	0.192466181	332.9990723	0.097938557
2.82	0.206878252	387.6104604	0.09216141
2.92	0.221810614	448.6373618	0.086927254
3.02	0.237263267	516.4859272	0.082166884
3.12	0.253236212	591.6385496	0.077822123
3.22	0.269729448	674.5938641	0.073843726
3.32	0.286742976	765.866748	0.070189748
3.42	0.304276795	865.9883208	0.06682426
3.52	0.322330905	975.5059441	0.063716314
3.62	0.340905307	1094.983222	0.060839122
3.72	0.36	1225	0.058169391
3.82	0.379614984	1366.152367	0.055686777
3.92	0.39975026	1519.052653	0.053373436
4.02	0.420405827	1684.329431	0.051213662



Essendo il carico che concorre a determinare la massa sismica pari a 0.60 kN/m² si ha:

$$\text{allo SLV} \rightarrow F = S_a \cdot W_a = (0.23 \cdot 1.73) \cdot 0.60 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 0.24 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{allo SLO} \rightarrow F = S_a \cdot W_a = (0.069 \cdot 1.73) \cdot 0.60 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 0.071 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Si riportano di seguito i risultati dell'analisi.

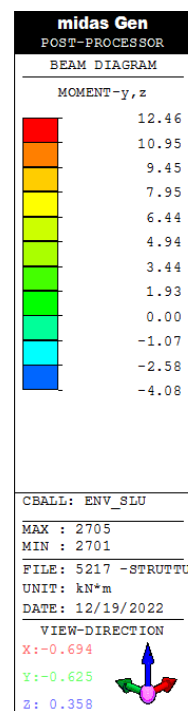
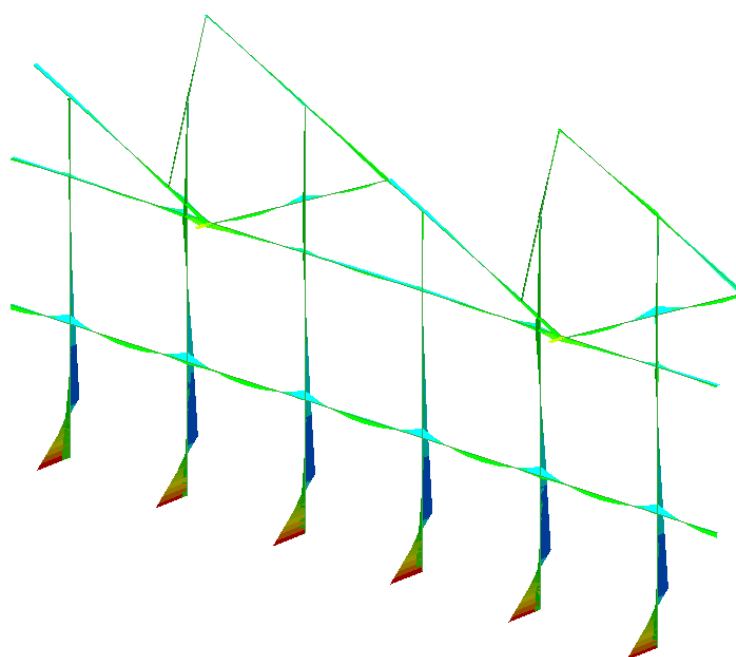


diagramma dei momenti flettenti combinazione SLU

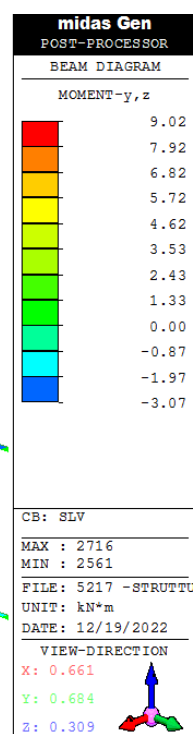
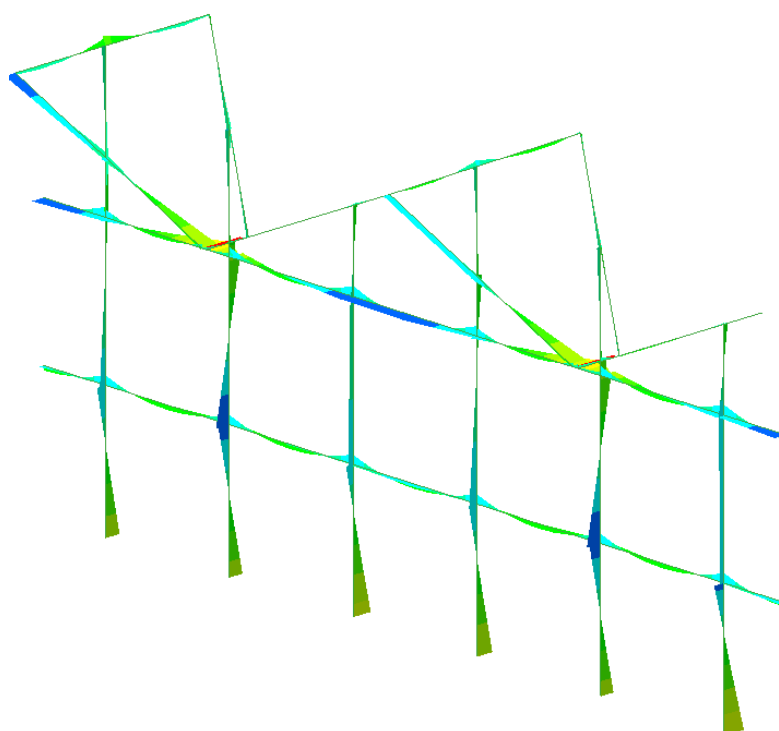
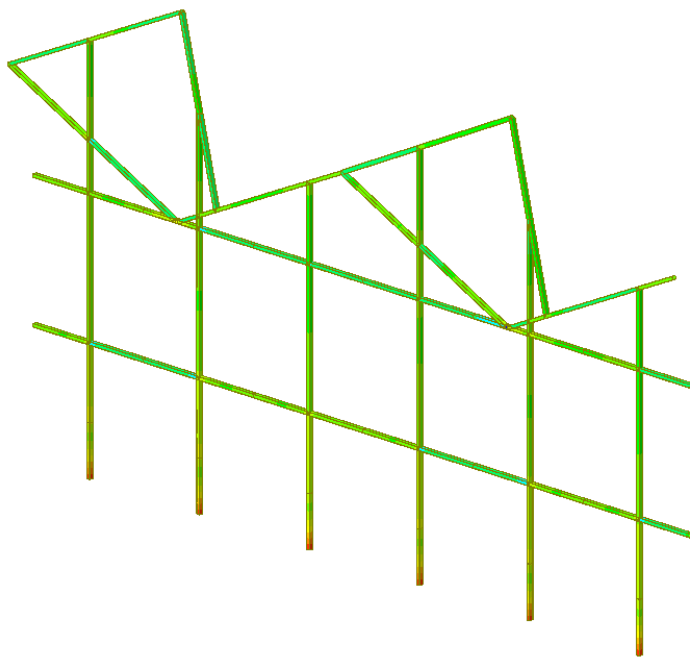
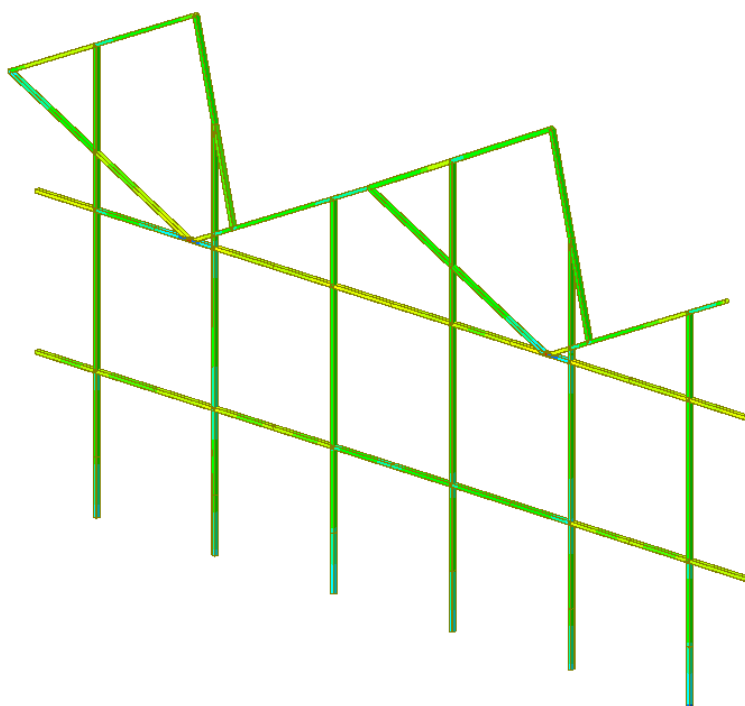
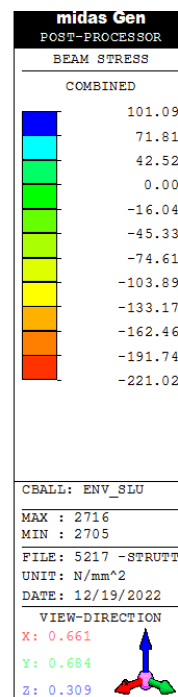


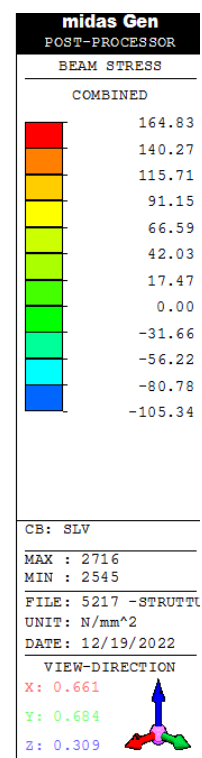
diagramma dei momenti flettenti combinazione SLV



tensioni combinazione SLU



tensioni combinazione SLV





Essendo la tensione massima agente sugli elementi pari a

$$221.02 \text{ MPa} < \frac{275}{1.05} = 261.90 \text{ MPa}$$

gli elementi sono tutti verificati.

6.4.1. VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ

Si riporta di seguito il diagramma degli spostamenti verticali in combinazione rara.

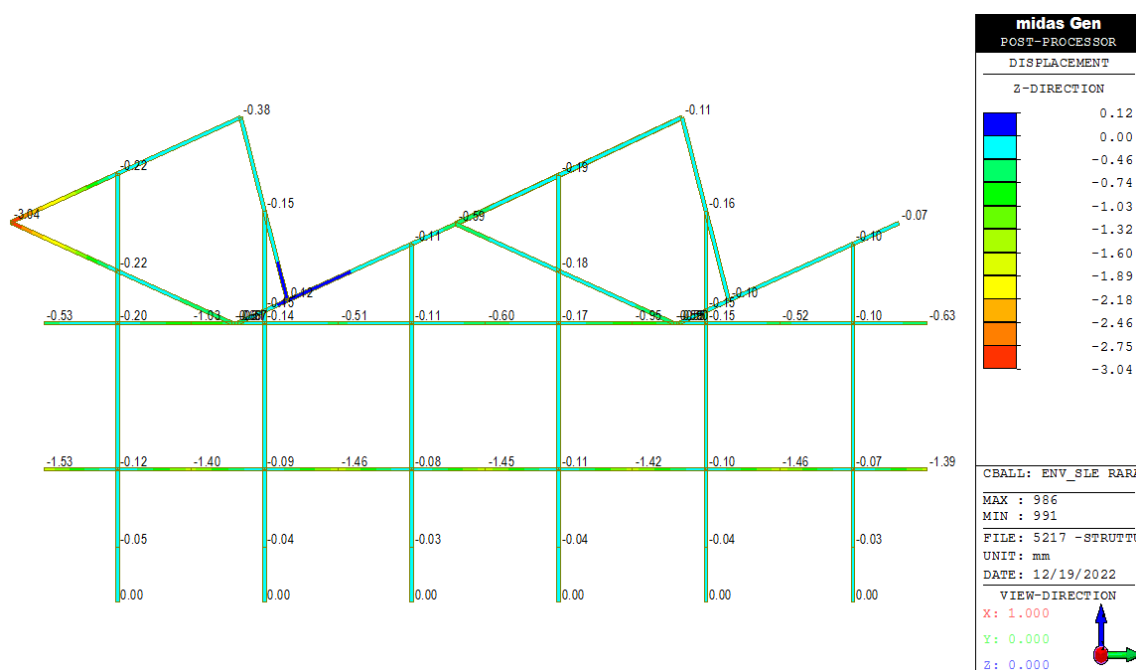


diagramma degli spostamenti – combinazione SLE rara

Lo spostamento massimo che si legge nella figura sopra riportata, pari a 3.04 mm, non è da tenere in considerazione in quanto quella porzione di struttura risente della discontinuità creata per l'analisi del modulo tipologico.

Gli spostamenti che non risentono di tale discontinuità sono quelli che si leggono nella porzione centrale della struttura analizzata.

Si riporta di seguito il diagramma degli spostamenti della sola parte centrale della struttura.

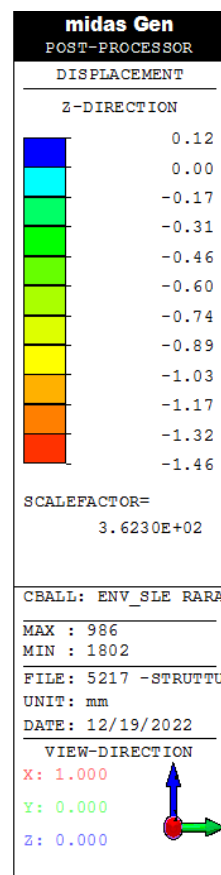
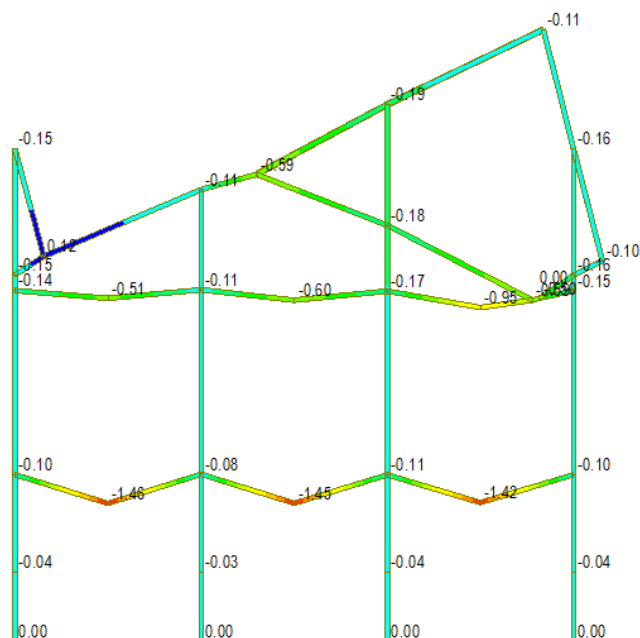


diagramma degli spostamenti – combinazione SLE rara

Lo spostamento massimo si ha nella mezzeria dei traversi ed è pari a 1.45 mm

Ogni campata ha una luce di 3200 mm.

Considerando uno spostamento ammissibile pari a

$$\frac{L}{500} = \frac{3200}{500} = 6.40 \text{ mm} > 1.45 \text{ mm}$$

la verifica è soddisfatta.



6.4.2. RIGIDEZZA STRUTTURALE

La verifica di rigidezza strutturale ha la finalità di impedire che l'azione sismica di progetto produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione (Tabella 7.3.III delle NTC18).

Essendo per il caso in esame le tamponature di tipo fragile e collegate rigidamente alla struttura, ed essendo la struttura in classe d'uso III, tale condizione è soddisfatta quando risulta verificata la seguente condizione (NTC18, eq. 7.3.11a):

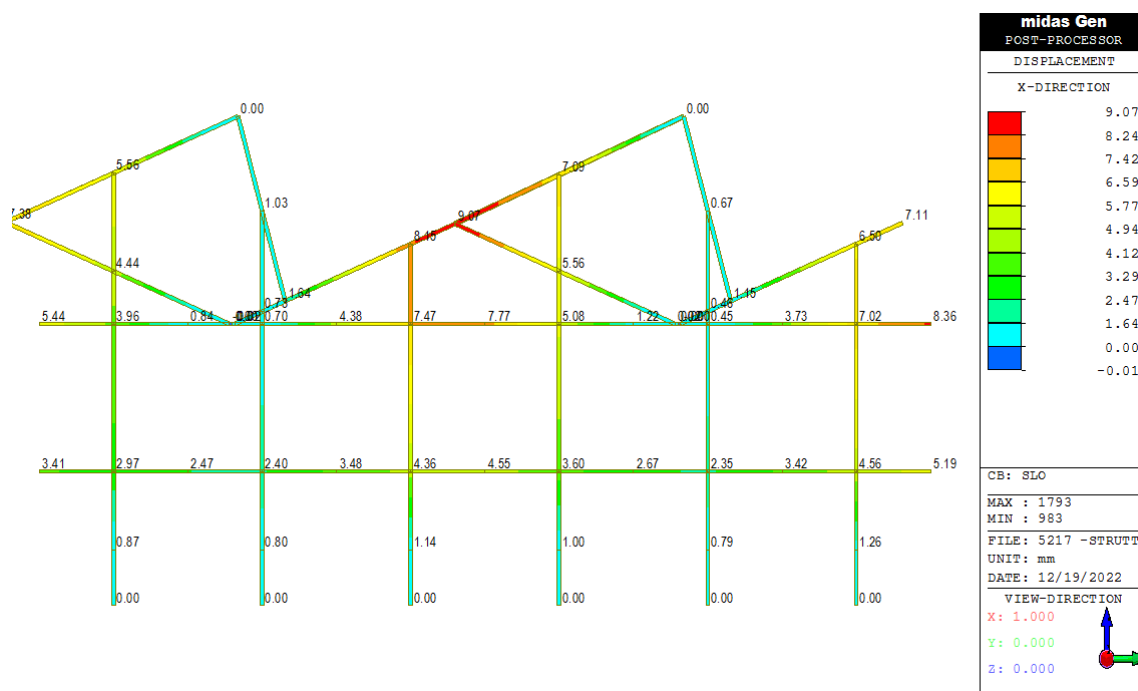
$$\frac{qd_r}{h} \leq \frac{2}{3} 0.005 = 0.0033$$

essendo:

- $d_r = \sqrt{d_x^2 + d_y^2}$ è lo spostamento di interpiano ottenute dall'analisi sismica di progetto allo SLO;
- h è l'altezza del piano.

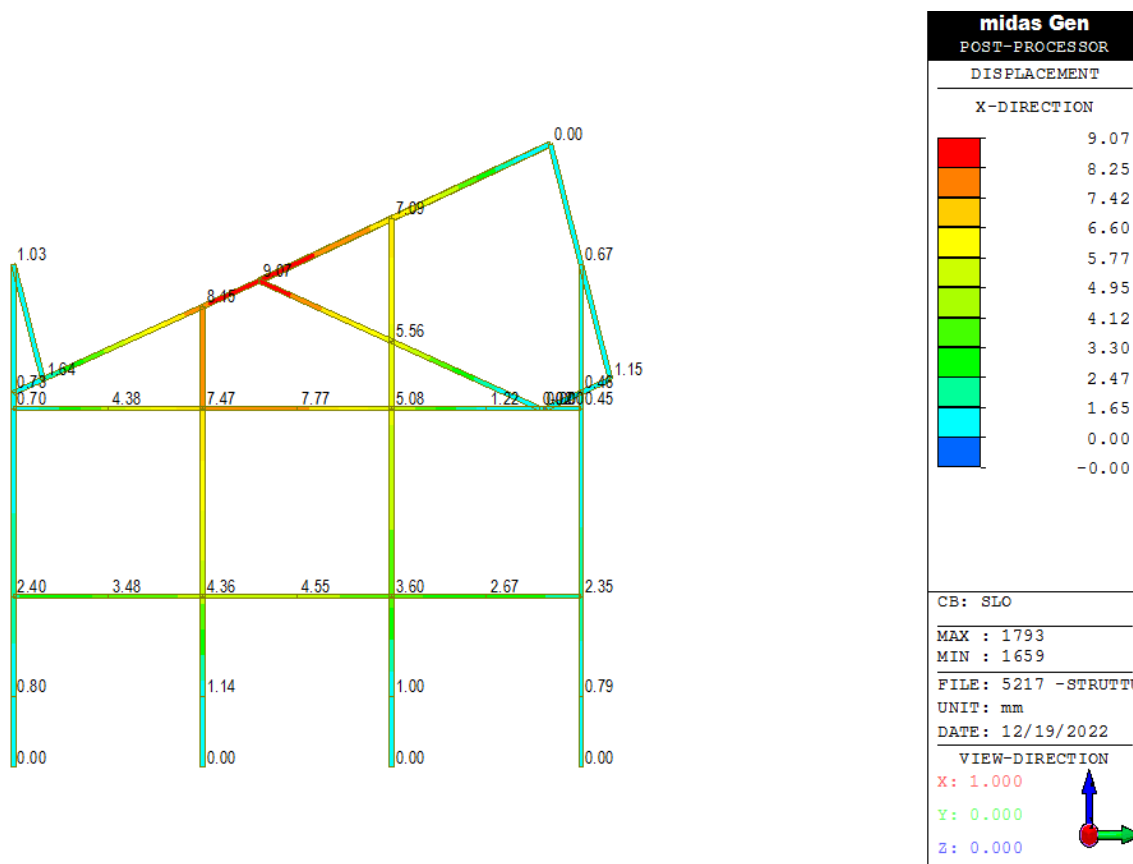


Si riportano di seguito gli spostamenti fuori piano nella combinazione sismica SLO.



Si nota che gli spostamenti che si hanno nelle porzioni più esterne di struttura modellata sono da trascurare, perché la struttura così modellata è dissimmetrica, ma in realtà questa si ripete con moduli tutti uguali pertanto gli spostamenti da considerare sono quelli della zona più interna che non risente di tale dissimmetria.

Si riporta di seguito il diagramma degli spostamenti della parte centrale della struttura analizzata.



spostamenti fuori piano – combinazione SLO

Lo spostamento relativo massimo si ha in corrispondenza del primo traverso, ed è pari a 4.36 mm.

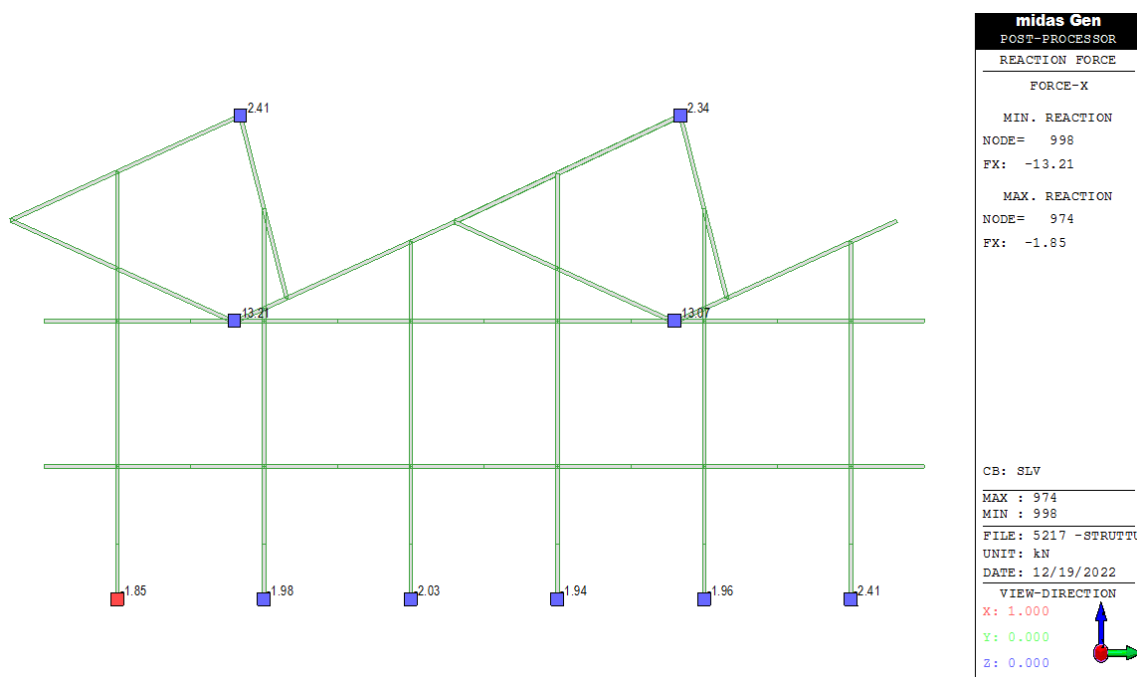
Essendo l'altezza del montante pari a 2900 mm, lo spostamento massimo ammissibile allo SLO per classe d'uso III è pari a

$$\frac{2}{3} \cdot 0.005 \cdot h = \frac{2}{3} \cdot 0.005 \cdot 2900 \text{ mm} = 9.66 \text{ mm}$$

Essendo 4.36 mm < 9.66 mm la verifica è soddisfatta.

La nuova struttura di sostegno della vetrata è fissata ai correnti superiori ed inferiori della trave reticolare di copertura al fine di controventarla nei confronti delle azioni orizzontali fuori piano;

Le azioni massime che vengono trasmesse alla trave di copertura esistente si hanno in combinazione SLV e sono pari a 13.21 kN.



Poiché lo sforzo normale agente sulle briglie della trave esistente, in combinazione quasi permanente è pari a 227.94 kN, l'azione trasmessa dalla nuova struttura è da considerarsi irrilevante.