



## Relazione di calcolo Vasca in c.a. con tettoia metallica

**Appaltante:** O.P.A.S. soc. coop. Agr.

**Sede Legale:** Via Cappello, 5 46100 Mantova (MN)

**Ubicazione Edificio:**

**Via:** Via per Guastalla n° 21/A

**Comune:** Carpi

**Provincia:** Modena(MO)

**IL PROGETTISTA STRUTTURALE:** Ing. Carlo Poma



## Sommario

Relazione di calcolo Vasca in c.a. con tettoia metallica .....	1
Descrizione del progetto .....	3
Azioni di progetto .....	4
Dati inseriti nella modellazione .....	10
Lista materiali introdotti: .....	10
Normativa di riferimento Analisi condotta agli Stati Limite in accordo con il Testo Unico 2018 .....	11
Materiali impiegati .....	16
Schemi di carico .....	18
Deformate qualitative .....	24
Diagrammi delle sollecitazioni .....	27
Analisi Dinamica .....	31
Risultati Dell'analisi Dinamica .....	31
Verifica di rigidezza .....	46
Valutazione Effetti NON-Lineari $Pd_r/Vh$ .....	47
Azioni alla base della tettoia .....	49
Sommatore squilibri nodi combinazioni attive .....	49
Pilastro d'angolo .....	51
Pilastro Centrale .....	54
Verifica Pannello sandwich .....	57
Verifica Travi metalliche .....	58
Verifica di deformabilità .....	60
Verifica Pilastri metallici .....	61
Verifica di deformabilità .....	64
Verifica Nodi in acciaio .....	65
Verifica Pareti Perimetrali .....	72
Parete Trasversale .....	72
Parete Longitudinale .....	92
Verifica Platea .....	109
Verifiche lastre/piastre .....	109
Verifica Geotecnica Platea .....	121



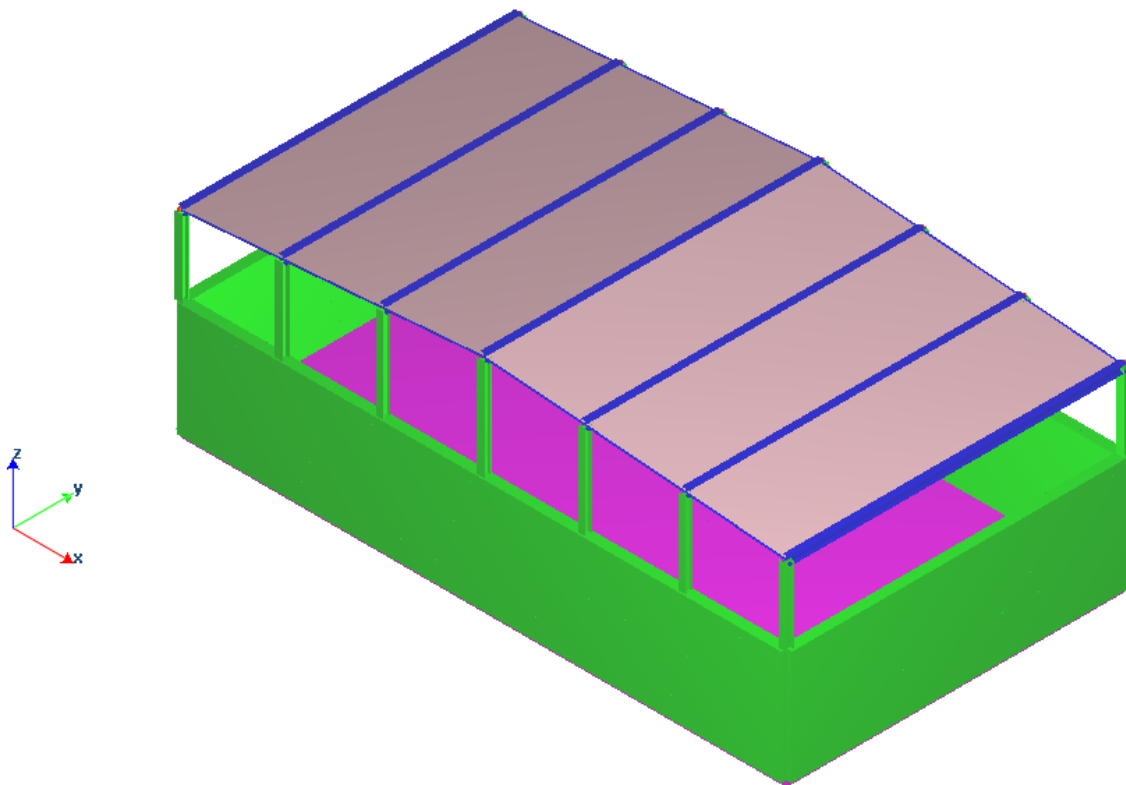
## Descrizione del progetto

Oggetto della presente relazione è la progettazione di una vasca in c.a. idonea a contenere del liquido per un'altezza inferiore a 2.70 m , tale viene coperta con una tettoia in acciaio.

Le dimensioni in pianta sono di 8.50 m x14.85 m e la copertura metallica è composta da 7 telai metallici ad altezza variabile tale da dare una pendenza alla copertura stessa che sarà realizzata con pannelli sandwich.

Ai fini geotecnici il terreno è prettamente coesivo con una coesione non drenata caratteristica di  $0,55 \text{ kg/cm}^2$ , ed il terreno da un punto di vista sismico viene classificato con una categoria C.

Per la progettazione strutturale si è impiegato un fattore di struttura unitario, considerando quindi un comportamento non dissipativo ed una verifica degli elementi in campo elastico.





## Azioni di progetto

Peso specifico liquido : 1000 daN/m<sup>3</sup>

Altezza spinta: 2.70 m

Spinta alla base : 2700 daN/m<sup>2</sup>

Comune : CARPI

Provincia : Modena - MO -

Regione: Emilia Romagna

Quota altimetrica S.L.M. : 26 m

Periodo di ritorno 50 anni

### CALCOLO DELL'AZIONE DELLA NEVE

○	Zona I - Alpina Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbano-Cusio-Ossola, Vercelli, Vicenza.	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 1,39 [1 + (a_s/728)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
●	Zona II - Mediterranea Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Monza e della Brianza, Novara, Parma, Pavia, Pesaro Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 1,35 [1 + (a_s/602)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
○	Zona III Arezzo, Ascoli Piceno, Avellino, Bari, Barletta-Andria-Trani, Benevento, Campobasso, Chieti, Fermo, Ferrara, Firenze, Foggia, Frosinone, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, L'Aquila, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rieti, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona.	$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 0,85 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
○	Zona IV Agrigento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Grosseto, Latina, Lecco, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastra, Olbia Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Termini Imerese, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo.	$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 0,51 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$

$q_s$  (carico neve sulla copertura [N/mq]) =  $\mu_i q_{sk} C_E C_t$   
 $\mu_i$  (coefficiente di forma)  
 $q_{sk}$  (valore caratteristico della neve al suolo [kN/mq])  
 $C_E$  (coefficiente di esposizione)  
 $C_t$  (coefficiente termico)

Valore caratteristico della neve al suolo

$a_s$ (altitudine sul livello del mare [m])	26
$q_{sk}$ (val. caratt. della neve al suolo [kN/mq])	1.50

Coefficiente termico

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato  $C_t = 1$ .

Coefficiente di esposizione

Topografia	Descrizione	$C_E$
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1

Valore del carico della neve al suolo

Tr (periodo di ritorno)	50	anni
$q_s$ (carico della neve al suolo [kN/mq])	1.50	

Amplificazione per Periodo di ritorno
1.00

Coefficiente di forma (copertura ad una falda)

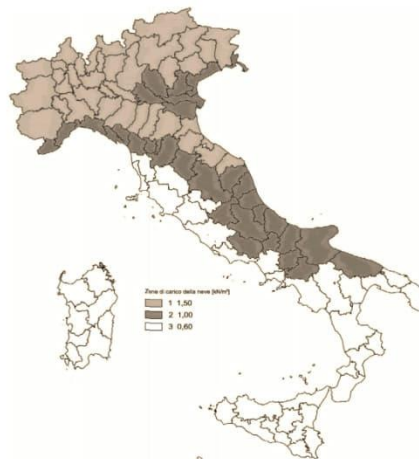
$\alpha$ (inclinazione falda [°])	0
$\mu$	0.8

Amplificazione per dimensione

L	20	m
W	20	m
Cef =	1.00	

Carico neve in corrispondenza della copertura

$q_s$ (carico della neve in copertura)	1.20 kN/mq
--	------------







## CALCOLO DELL'AZIONE DEL VENTO

Periodo di ritorno 50 anni

### 2) Emilia Romagna

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_s$
2	25	750	0.45
$a_s$ (altitudine sul livello del mare [m])		26	

#### Coefficiente di altitudine

$c_a = 1$ per $a_s \leq a_0$
$c_a = 1 + k_s (a_s/a_0 - 1)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m
<b>Velocità base di riferimento:</b> $v_b = v_{b,0} \cdot c_a$ [m/s]

#### Coefficiente di ritorno

$c_r = 0.75 \cdot \sqrt{1 - 0.2 \ln \left[ -\ln \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]}$
$c_r = 1$ per $T_R = 50$ anni
<b>Velocità di riferimento:</b> $v_r = v_b \cdot c_r$ [m/s]

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

#### Pressione cinetica di riferimento

$$q_t = 1/2 \cdot \rho \cdot v_r^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3)$$

$q_b$ [N/mq]	391
--------------	-----

#### Coefficiente di esposizione

Classe di rugosità del terreno

D) Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innestate o ghiacciate, mare, laghi,....)

#### Categoria di esposizione

ZONE	1,2,3,4,5
A	-- IV IV V V V
B	-- III III IV IV IV
C	-- * III III IV IV
D	I II II II III **
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5	
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1	

ZONE	6
A	-- III IV V V
B	-- II III IV IV
C	-- II III III IV
D	I I II II III

ZONE	7,8
A	-- -- IV
B	-- -- IV
C	-- -- III
D	I II *
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7	

ZONE	9
A	-- I
B	-- I
C	-- I
D	I I

$z$ altezza edif. [m]	Zona	Classe di rugosità	$a_s$ [m]
9.50 m	2	D	26

$c_d(z) = k_z^2 \cdot c_r \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_r \cdot \ln(z/z_0)]$ per $z \geq z_{min}$
$c_d(z) = c_d(z_{min})$ per $z < z_{min}$

$C_e (z = 9.5 \text{ m})$	2.32
---------------------------	------

La pressione del vento a meno del coefficiente di forma in corrispondenza dell'altezza max  $z=9.5$  m vale:

906 N/mq

Assunto un coefficiente di forma per azione sopravvento pari a 0,8 si ha la seguente pressione:

725 N/mq

Assunto un coefficiente di forma per azione sottovento pari a 0,4 si ha la seguente pressione:

362 N/mq

$C_e (z = 4 \text{ m})$	1.80
-------------------------	------

La pressione del vento a meno del coefficiente di forma in corrispondenza dell'altezza  $z=4$  m vale:

703 N/mq

Assunto un coefficiente di forma per azione sopravvento pari a 0,8 si ha la seguente pressione:

563 N/mq

Assunto un coefficiente di forma per azione sottovento pari a 0,4 si ha la seguente pressione:

281 N/mq



- *Parametri di calcolo Analisi Dinamica*

---

- *Spettro in accordo con TU 2018*

---

- Carpi MO Longitudine 10.8490 Latitudine 44.8012
- Tipo di Terreno C
- Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_T$ ) 1.0000
- Vita nominale della costruzione ( $V_N$ ) 50.0 anni
- Classe d'uso II coefficiente  $C_U$  1.0
- Classe di duttilità impostata Bassa
- Fattore di duttilità  $\alpha_u/\alpha_1$  per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza  $K_R$  1.00
- Fattore riduttivo per la presenza di setti  $K_w$  1.00

Stato Limite	C $q_o = C \alpha_u / \alpha_1$	$q_H$	$q_v$
SLV	1.00	1.00	1.50
SLD	1.00	1.00	1.50
SLC	1.00	1.00	1.50
SLO	1.00	1.00	1.50

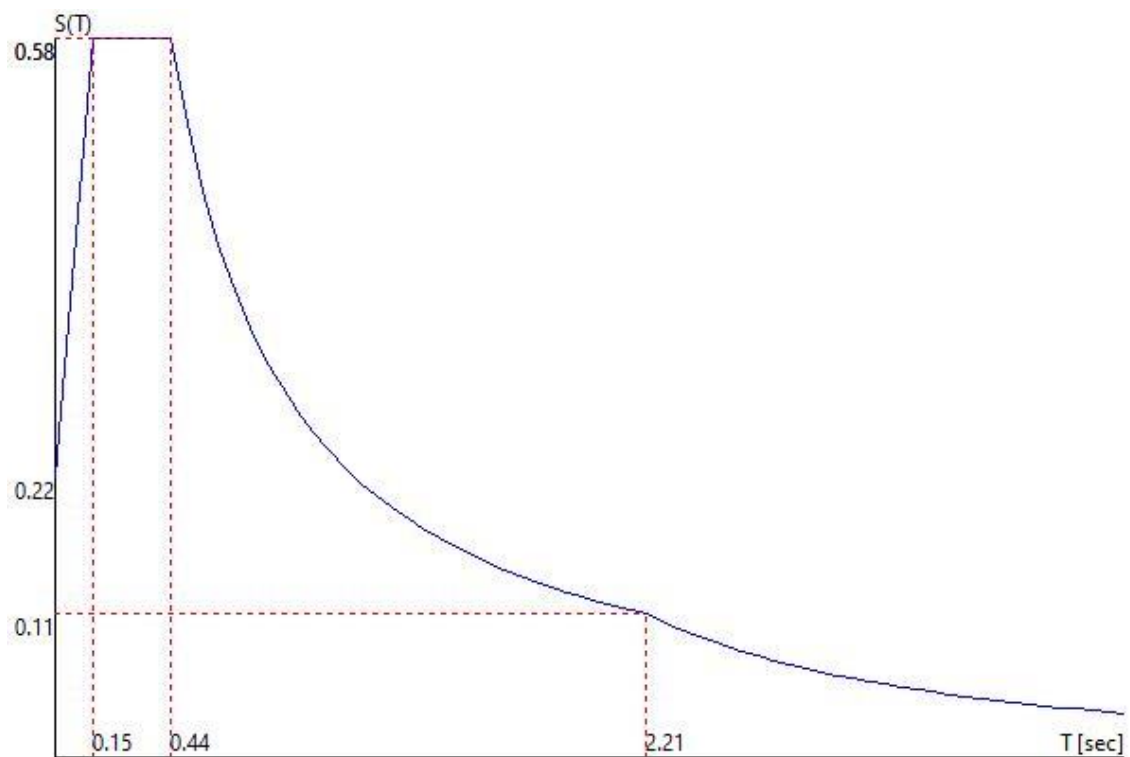


- Smorzamento Viscoso (  $0.05 = 5\%$  ) 0.05

- *TU 2018 SLV H*

- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 10.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 475 (anni)
- $S_s$  1.464
- $T_B$  0.15 [sec]
- $T_C$  0.44 [sec]
- $T_D$  2.21 [sec]
- $a_g/g$  0.1529
- $F_o$  2.5730
- $T_c^*$  0.2700

- *TU 2018 SLV H*





---

• *TU 2018 SLD H*

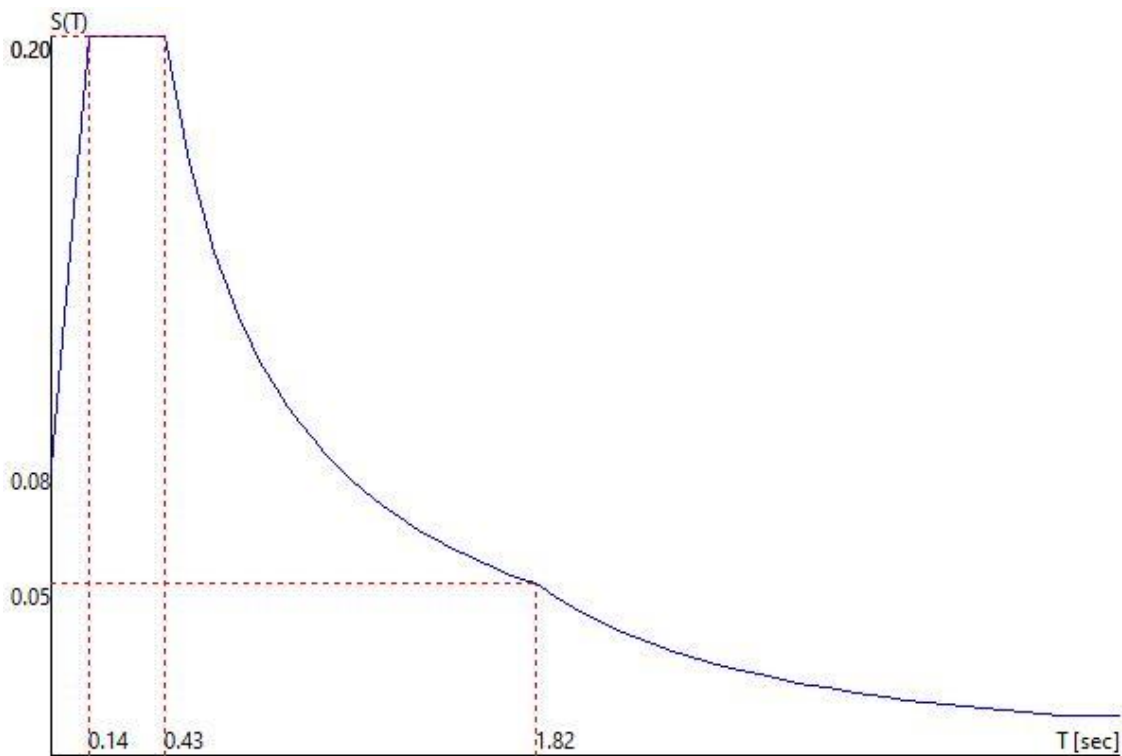
---

- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 63.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 50 (anni)
- $S_s$  1.500
- $T_b$  0.14 [sec]
- $T_c$  0.43 [sec]
- $T_d$  1.82 [sec]
- $a_g/g$  0.0539
- $F_o$  2.5093
- $T_c^*$  0.2639

---

• *TU 2018 SLD H*

---





• **Fattori di partecipazione per il calcolo delle masse:**

Condizione	Commento	Fattore di Partecipazione
1	P.P.	1.000000
2	P.S.	1.000000
3	P.N.S.	1.000000
4	Neve [ q	0.000000
5	Vento [ +X]	0.000000
6	Vento [ +Y]	0.000000
7	Vento [ - X]	0.000000
8	Vento [ - Y]	0.000000
9	Variabile cat.[ A-B-G ]	0.300000
10	Variabile cat.[ C-D-F ]	0.600000
11	Variabile cat.[ E ]	0.800000
12	Variazioni Termiche	0.000000
13	> 1000 m ]	0.200000
14	Carroponte [ +]	0.000000
15	Carroponte [ -]	0.000000
16	peso olii fondo vasca	0.000000
17	Spinta[ +X ]	0.000000
18	Spinta[ +Y ]	0.000000
19	Spinta[ -X ]	0.000000
20	Spinta[ -Y ]	0.000000
21	Massa Sismica	1.000000
22	Tamp. [ // Y ]	0.000000
23	Tamp. [ // X ]	0.000000
24	Sp.Terr. [ +X ]	0.000000
25	Sp.Terr. [ -X ]	0.000000
26	Sp.Terr. [ +Y ]	0.000000
27	Sp.Terr. [ -Y ]	0.000000

• **Direzioni d'ingresso del Sisma**

- **SLV Direzione 1 Angolo in pianta 0.00 [°]**
- **SLV Direzione 2 Angolo in pianta 0.00 [°]**
- **SLV Direzione 3 Angolo in pianta 90.00 [°]**
- **SLV Direzione 4 Angolo in pianta 90.00 [°]**
- **SLV Direzione 5 Angolo in pianta 180.00 [°]**
- **SLV Direzione 6 Angolo in pianta 180.00 [°]**
- **SLV Direzione 7 Angolo in pianta 270.00 [°]**
- **SLV Direzione 8 Angolo in pianta 270.00 [°]**
- **SLD Direzione 9 Angolo in pianta 0.00 [°]**
- **SLD Direzione 10 Angolo in pianta 0.00 [°]**
- **SLD Direzione 11 Angolo in pianta 90.00 [°]**
- **SLD Direzione 12 Angolo in pianta 90.00 [°]**
- **SLD Direzione 13 Angolo in pianta 180.00 [°]**
- **SLD Direzione 14 Angolo in pianta 180.00 [°]**
- **SLD Direzione 15 Angolo in pianta 270.00 [°]**
- **SLD Direzione 16 Angolo in pianta 270.00 [°]**



## Dati inseriti nella modellazione

### Lista materiali introdotti:

Materiale Numero	Info	Tipo	E [kg/cm <sup>2</sup> ]	v	$\alpha$ 1/[1/°C]	Peso Specifico [kg/m <sup>3</sup> ]
3	ACCIAIO S 235	Non specificato	2100000.0	0.30	0.000012	7850.0
4	CLS IN OPERA	Non specificato	314000.0	0.12	0.000012	2500.0

### • Lista terreni impiegati:

Numero	k Winkler [kg/cm <sup>3</sup> ]	E [kg/cm <sup>2</sup> ]	v	k Winkler <sub>H</sub> [kg/cm <sup>3</sup> ]	$\sigma_{Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Commento
1	1.0			0.0	1.0	Default

### • Pilastro Lista sezioni introdotte:

Sezione	Materiale	Dimensioni [cm]					
1	3	HEA 180 Pilastro(D.B.)					

Sezione	Area [cm <sup>2</sup> ]	J3 [cm <sup>4</sup> ]	J2 [cm <sup>4</sup> ]	J23 [cm <sup>4</sup> ]	Jt [cm <sup>4</sup> ]	Xx	Xy
1	45.33	2514	925	0	15	4.2	1.4

### • Trave Lista sezioni introdotte:

Sezione	Materiale	Dimensioni [cm]					
1	3	HEA 180 traverso(D.B.)					

Sezione	Area [cm <sup>2</sup> ]	J3 [cm <sup>4</sup> ]	J2 [cm <sup>4</sup> ]	J23 [cm <sup>4</sup> ]	Jt [cm <sup>4</sup> ]	Xx	Xy
1	45.33	2514	925	0	15	4.2	1.4

### • Elemento a 4 nodi Lista sezioni introdotte:

Sez.	Mat.	Spessore [cm]		
1	4	s= 30 [cm]	Mesh platea Platea 30Eps.Z=0	Terreno numero 1 Default
2	4	s= 25 [cm]	Mesh isotropa MUROEps.Z=0	



## Normativa di riferimento Analisi condotta agli Stati Limite in accordo con il Testo Unico 2018

### Analisi svolta tenendo conto dell'eccentricità dell'asse baricentrico degli elementi trave e pilastro

Tipo di analisi Statica + Dinamica senza condensazione

Numero di condizioni di carico ... : 27

Condizione	
1	P.P.
2	P.S.
3	P.N.S.
4	Neve [ q
5	Vento [+X]
6	Vento [+Y]
7	Vento [- X]
8	Vento [- Y]
9	Variabile cat.[ A-B-G ]
10	Variabile cat.[ C-D-F ]
11	Variabile cat.[ E ]
12	Variazioni Termiche
13	> 1000 m ]
14	Carroponte [+]
15	Carroponte [-]
16	peso olii fondo vasca
17	Spinta[ +X ]
18	Spinta[ +Y ]
19	Spinta[ -X ]
20	Spinta[ -Y ]
21	Massa Sismica
22	Tamp. [ // Y ]
23	Tamp. [ // X ]
24	Sp.Terr. [ +X ]
25	Sp.Terr. [ -X ]
26	Sp.Terr. [ +Y ]
27	Sp.Terr. [ -Y ]
28	Sisma 0SLU
29	Sisma 0SLU
30	Sisma 90SLU
31	Sisma 90SLU
32	Sisma 180SLU
33	Sisma 180SLU
34	Sisma 270SLU
35	Sisma 270SLU
36	Sisma 0SLD
37	Sisma 0SLD
38	Sisma 90SLD
39	Sisma 90SLD
40	Sisma 180SLD
41	Sisma 180SLD
42	Sisma 270SLD
43	Sisma 270SLD

Numero di combinazioni di carico . : 69



- Combinazioni di carico:

- Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

Combinazione di carico  
numero

1	1.3 P.S. [G1]+ 1.5 P.N.S.[G2]+ 1.5 Vento[+X]+ 1.05 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ 1.5 Var. [Cat.E]+ 0.75 Neve+ 1.5 Carr.[+]+ 1.5 Carr.[Long+]																			
2	1.3 P.S. [G1]+ 1.5 P.N.S.[G2]+ 1.5 Vento[+Y]+ 1.05 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ 1.5 Var. [Cat.E]+ 0.75 Neve+ 1.5 Carr.[+]+ 1.5 Carr.[Long+]																			
3	1.3 P.S. [G1]+ 1.5 P.N.S.[G2]+ 1.5 Vento[-X]+ 1.05 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ 1.5 Var. [Cat.E]+ 0.75 Neve+ 1.5 Carr.[-]+ 1.5 Carr.[Long-]																			
4	1.3 P.S. [G1]+ 1.5 P.N.S.[G2]+ 1.5 Vento[-Y]+ 1.05 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ 1.5 Var. [Cat.E]+ 0.75 Neve+ 1.5 Carr.[-]+ 1.5 Carr.[Long-]																			
5	1.3 P.S. [G1]+ 1.5 P.N.S.[G2]+ 1.5 Var. [Cat.A-B-C-D-E-F-G]+ 1.5 Var. [Cat.E]+ 0.9 Vento[+X]+ 0.75 Neve+ 1.5 Carr.[+]+ 1.5 Carr.[Long+]																			
6	1.3 P.S. [G1]+ 1.5 P.N.S.[G2]+ 1.5 Var. [Cat.A-B-C-D-E-F-G]+ 1.5 Var. [Cat.E]+ 0.9 Vento[+Y]+ 0.75 Neve+ 1.5 Carr.[+]+ 1.5 Carr.[Long+]																			
7	1.3 P.S. [G1]+ 1.5 P.N.S.[G2]+ 1.5 Var. [Cat.A-B-C-D-E-F-G]+ 1.5 Var. [Cat.E]+ 0.9 Vento[-X]+ 0.75 Neve+ 1.5 Carr.[-]+ 1.5 Carr.[Long-]																			
8	1.3 P.S. [G1]+ 1.5 P.N.S.[G2]+ 1.5 Var. [Cat.A-B-C-D-E-F-G]+ 1.5 Var. [Cat.E]+ 0.9 Vento[-Y]+ 0.75 Neve+ 1.5 Carr.[-]+ 1.5 Carr.[Long-]																			
9	1.3 P.S. [G1]+ 1.5 P.N.S.[G2]+ 1.5 Neve + 0.9 Vento[+X]+ 1.05 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ 1.5 Var. [Cat.E]+ 1.5 Carr.[+]+ 1.5 Carr.[Long+]																			
10	1.3 P.S. [G1]+ 1.5 P.N.S.[G2]+ 1.5 Neve + 0.9 Vento[+Y]+ 1.05 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ 1.5 Var. [Cat.E]+ 1.5 Carr.[+]+ 1.5 Carr.[Long+]																			
11	1.3 P.S. [G1]+ 1.5 P.N.S.[G2]+ 1.5 Neve + 0.9 Vento[-X]+ 1.05 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ 1.5 Var. [Cat.E]+ 1.5 Carr.[+]+ 1.5 Carr.[Long+]																			
12	1.3 P.S. [G1]+ 1.5 P.N.S.[G2]+ 1.5 Neve + 0.9 Vento[-Y]+ 1.05 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ 1.5 Var. [Cat.E]+ 1.5 Carr.[+]+ 1.5 Carr.[Long+]																			
13	P.S. [G1] + 0.8 P.N.S.[G2]+ 1.5 Vento[+X]+ 1.5 Carr.[+]+ 1.5 Carr.[Long+]																			
14	P.S. [G1] + 0.8 P.N.S.[G2]+ 1.5 Vento[+Y]+ 1.5 Carr.[+]+ 1.5 Carr.[Long+]																			
15	P.S. [G1] + 0.8 P.N.S.[G2]+ 1.5 Vento[-X]+ 1.5 Carr.[-]+ 1.5 Carr.[Long-]																			
16	P.S. [G1] + 0.8 P.N.S.[G2]+ 1.5 Vento[-Y]+ 1.5 Carr.[-]+ 1.5 Carr.[Long-]																			
Comb.\Cond	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1.3	1.3	1.5	0.75	1.5				1.05	1.05	1.5	0.9	1.05	1.5		1.5	1.5			
2	1.3	1.3	1.5	0.75		1.5			1.05	1.05	1.5	-0.9	1.05	1.5		1.5		1.5		
3	1.3	1.3	1.5	0.75			1.5		1.05	1.05	1.5	0.9	1.05		1.5	1.5			1.5	
4	1.3	1.3	1.5	0.75				1.5	1.05	1.05	1.5	-0.9	1.05		1.5	1.5				1.5
5	1.3	1.3	1.5	0.75	0.9				1.5	1.5	1.5	0.9	1.05	1.5		1.5	1.5	1.5		
6	1.3	1.3	1.5	0.75		0.9			1.5	1.5	1.5	-0.9	1.05	1.5		1.5	1.5	1.5		
7	1.3	1.3	1.5	0.75			0.9		1.5	1.5	1.5	0.9	1.05		1.5	1.5			1.5	1.5
8	1.3	1.3	1.5	0.75				0.9	1.5	1.5	1.5	-0.9	1.05		1.5	1.5			1.5	1.5
9	1.3	1.3	1.5	1.5	0.9				1.05	1.05	1.5	0.9	1.5	1.5		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
10	1.3	1.3	1.5	1.5		0.9			1.05	1.05	1.5	-0.9	1.5	1.5		1.5	1.5	1.5	1.5	
11	1.3	1.3	1.5	1.5			0.9		1.05	1.05	1.5	0.9	1.5		1.5	1.5	1.5	1.5		1.5
12	1.3	1.3	1.5	1.5				0.9	1.05	1.05	1.5	-0.9	1.5		1.5	1.5	1.5		1.5	1.5
13	1	1	0.8		1.5							1.5		1.5		1.5	1.5			
14	1	1	0.8			1.5						-1.5		1.5		1.5		1.5		
15	1	1	0.8				1.5					1.5			1.5	1.5			1.5	
16	1	1	0.8					1.5				-1.5			1.5	1.5				1.5





• **Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita**

Combinazione di carico numero																										
17	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+X]+ 0.3 Sisma[+Y]+ Mt[+]Sp. Terreno																									
18	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+X]+ 0.3 Sisma[-Y]+ Mt[+]Sp. Terreno																									
19	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+X]+ 0.3 Sisma[+Y]+ Mt[-]Sp. Terreno																									
20	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+X]+ 0.3 Sisma[-Y]+ Mt[-]Sp. Terreno																									
21	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+Y]+ 0.3 Sisma[+X]+ Mt[+]Sp. Terreno																									
22	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+Y]+ 0.3 Sisma[-X]+ Mt[+]Sp. Terreno																									
23	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+Y]+ 0.3 Sisma[+X]+ Mt[-]Sp. Terreno																									
24	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+Y]+ 0.3 Sisma[-X]+ Mt[-]Sp. Terreno																									
25	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-X]+ 0.3 Sisma[+Y]+ Mt[+]Sp. Terreno																									
26	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-X]+ 0.3 Sisma[-Y]+ Mt[+]Sp. Terreno																									
27	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-X]+ 0.3 Sisma[+Y]+ Mt[-]Sp. Terreno																									
28	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-X]+ 0.3 Sisma[-Y]+ Mt[-]Sp. Terreno																									
29	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-Y]+ 0.3 Sisma[+X]+ Mt[+]Sp. Terreno																									
30	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-Y]+ 0.3 Sisma[-X]+ Mt[+]Sp. Terreno																									
31	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-Y]+ 0.3 Sisma[+X]+ Mt[-]Sp. Terreno																									
32	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-Y]+ 0.3 Sisma[-X]+ Mt[-]Sp. Terreno																									
Comb.\Cond	1	2	3	9	10	11	13	17	18	19	20	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
17	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9	0.27			0.1	0.03	1				1		0.3						
18	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9			0.27	0.1	-0.03	-1				1						0.3		
19	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9	0.27			0.1	0.03		1				1		0.3					
20	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9			0.27	0.1	-0.03		-1				1						0.3	
21	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27	0.9			0.03	0.1			1		0.3		1						
22	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.9	0.27		-0.03	0.1			-1				1		0.3				
23	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27	0.9			0.03	0.1				1		0.3		1					
24	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.9	0.27		-0.03	0.1				-1				1		0.3			
25	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.27	0.9		-0.1	0.03	1						0.3		1				
26	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.9	0.27	-0.1	-0.03	-1								1		0.3		
27	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.27	0.9		-0.1	0.03		1					0.3		1				
28	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.9	0.27	-0.1	-0.03		-1								1		0.3	
29	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27			0.9	0.03	-0.1			1		0.3						1		
30	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.27	0.9	-0.03	-0.1			-1					0.3			1		
31	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27			0.9	0.03	-0.1				1		0.3						1	
32	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.27	0.9	-0.03	-0.1				-1						0.3		1	



## • Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero																				
33	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ Vento[+X]+ 0.7 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ Var.[Cat.E]+ 0.5 Neve+ Carr.[+]+ Carr.[Long+]																			
34	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ Vento[+Y]+ 0.7 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ Var.[Cat.E]+ 0.5 Neve+ Carr.[+]+ Carr.[Long+]																			
35	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ Vento[-X]+ 0.7 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ Var.[Cat.E]+ 0.5 Neve+ Carr.[-]+ Carr.[Long-]																			
36	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ Vento[-Y]+ 0.7 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ Var.[Cat.E]+ 0.5 Neve+ Carr.[-]+ Carr.[Long-]																			
37	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ Var. [Cat.A-B-C-D-E-F-G]+ 0.6 Vento[+X]+ 0.5 Neve + Carr.[+]+ Carr.[Long+]																			
38	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ Var. [Cat.A-B-C-D-E-F-G]+ 0.6 Vento[+Y]+ 0.5 Neve + Carr.[+]+ Carr.[Long+]																			
39	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ Var. [Cat.A-B-C-D-E-F-G]+ 0.6 Vento[-X]+ 0.5 Neve + Carr.[-]+ Carr.[Long-]																			
40	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ Var. [Cat.A-B-C-D-E-F-G]+ 0.6 Vento[-Y]+ 0.5 Neve + Carr.[-]+ Carr.[Long-]																			
41	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ Neve + 0.7 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ Var.[Cat.E]+ 0.6 Vento[+X]+ Carr.[+]+ Carr.[Long+]																			
42	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ Neve + 0.7 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ Var.[Cat.E]+ 0.6 Vento[+Y]+ Carr.[+]+ Carr.[Long+]																			
43	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ Neve + 0.7 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ Var.[Cat.E]+ 0.6 Vento[-X]+ Carr.[+]+ Carr.[Long+]																			
44	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ Neve + 0.7 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ Var.[Cat.E]+ 0.6 Vento[-Y]+ Carr.[+]+ Carr.[Long+]																			
Comb.\Cond	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
33	1	1	1	0.5	1				0.7	0.7	1	0.6	0.2	1		1	1			
34	1	1	1	0.5		1			0.7	0.7	1	0.6	0.2	1		1		1		
35	1	1	1	0.5			1		0.7	0.7	1	-0.6	0.2		1	1			1	
36	1	1	1	0.5				1	0.7	0.7	1	-0.6	0.2		1	1				1
37	1	1	1	0.5	0.6				1	1	1	-0.6	0.2	1		1	1	1	1	1
38	1	1	1	0.5		0.6			1	1	1	0.6	0.2	1		1	1	1		
39	1	1	1	0.5			0.6		1	1	1	-0.6	0.2		1	1		1	1	
40	1	1	1	0.5				0.6	1	1	1	0.6	0.2		1	1			1	1
41	1	1	1	1	0.6				0.7	0.7	1	0.6	0.2	1		1	1	1	1	
42	1	1	1	1		0.6			0.7	0.7	1	-0.6	0.2	1		1	1	1		1
43	1	1	1	1			0.6		0.7	0.7	1	0.6	0.2		1	1	1		1	1
44	1	1	1	1				0.6	0.7	0.7	1	-0.6	0.2		1	1		1	1	1

## • Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero																				
45	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.2 Vento[+X]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G]+ 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]																			
46	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.2 Vento[+Y]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G]+ 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]																			
47	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.2 Vento[-X]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G]+ 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]																			
48	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.2 Vento[-Y]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G]+ 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]																			
49	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.5 Var. [Cat.A-B-G]+ 0.7 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.9 Var. [Cat.E]																			
50	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.2 Neve + 0.3 Var. [Cat.A-B-G]+ 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]																			
51	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.9 Carr.[+]+ 0.9 Carr.[Long+]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G]+ 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]																			
52	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.9 Carr.[-]- 0.9 Carr.[Long+]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G]+ 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]																			
Comb.\Cond	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
45	1	1	1		0.2				0.3	0.6	0.8	0.5	0.2			0.9	0.9			
46	1	1	1			0.2			0.3	0.6	0.8	0.5	0.2			0.9		0.9		
47	1	1	1				0.2		0.3	0.6	0.8	-0.5	0.2			0.9			0.9	
48	1	1	1					0.2	0.3	0.6	0.8	-0.5	0.2			0.9				0.9
49	1	1	1						0.5	0.7	0.9	0.5	0.2			0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
50	1	1	1	0.2					0.3	0.6	0.8	-0.5	0.7			0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
51	1	1	1						0.3	0.6	0.8	0.5	0.2	1		0.9	0.9	0.9		
52	1	1	1						0.3	0.6	0.8	-0.5	0.2		1	0.9			0.9	0.9

## • Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero																			
53	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G]+ 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]																		
Comb.\Cond	1	2	3					9	10	11		13	16	17		18		19	20
53	1	1	1					0.3	0.6	0.8		0.2	0.8	0.8		0.8		0.8	0.8



## • Combinazioni agli Stati Limite di Danno

### Combinazione di carico numero

54	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+X]+ 0.3 Sisma[+Y]+ Mt[+]+ 0.3 Sisma[+Z]
55	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+X]+ 0.3 Sisma[-Y]+ Mt[+]+ 0.3 Sisma[+Z]
56	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+X]+ 0.3 Sisma[+Y]+ Mt[-]+ 0.3 Sisma[+Z]
57	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+X]+ 0.3 Sisma[-Y]+ Mt[-]+ 0.3 Sisma[+Z]
58	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+Y]+ 0.3 Sisma[+X]+ Mt[+]+ 0.3 Sisma[+Z]
59	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+Y]+ 0.3 Sisma[-X]+ Mt[+]+ 0.3 Sisma[+Z]
60	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+Y]+ 0.3 Sisma[+X]+ Mt[-]+ 0.3 Sisma[+Z]
61	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+Y]+ 0.3 Sisma[-X]+ Mt[-]+ 0.3 Sisma[+Z]
62	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-X]+ 0.3 Sisma[+Y]+ Mt[+]+ 0.3 Sisma[+Z]
63	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-X]+ 0.3 Sisma[-Y]+ Mt[+]+ 0.3 Sisma[+Z]
64	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-X]+ 0.3 Sisma[+Y]+ Mt[-]+ 0.3 Sisma[+Z]
65	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-X]+ 0.3 Sisma[-Y]+ Mt[-]+ 0.3 Sisma[+Z]
66	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-Y]+ 0.3 Sisma[+X]+ Mt[+]+ 0.3 Sisma[+Z]
67	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-Y]+ 0.3 Sisma[-X]+ Mt[+]+ 0.3 Sisma[+Z]
68	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-Y]+ 0.3 Sisma[+X]+ Mt[-]+ 0.3 Sisma[+Z]
69	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-Y]+ 0.3 Sisma[-X]+ Mt[-]+ 0.3 Sisma[+Z]

Comb.\Cond	1	2	3	9	10	11	13	17	18	19	20	22	23	36	37	38	39	40	41	42	43
54	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9	0.27			0.1	0.03	1		0.3					
55	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9			0.27	0.1	-0.03	1						0.3	
56	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9	0.27			0.1	0.03		1		0.3				
57	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9			0.27	0.1	-0.03		1						0.3
58	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27	0.9			0.03	0.1	0.3		1					
59	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.9	0.27		-0.03	0.1			1		0.3			
60	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27	0.9			0.03	0.1		0.3		1				
61	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.9	0.27		-0.03	0.1				1		0.3		
62	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.27	0.9		-0.1	0.03			0.3		1			
63	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.9	0.27	-0.1	-0.03					1		0.3	
64	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.27	0.9		-0.1	0.03				0.3		1		
65	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.9	0.27	-0.1	-0.03						1		0.3
66	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27			0.9	0.03	-0.1	0.3						1	
67	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.27	0.9	-0.03	-0.1					0.3		1	
68	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27			0.9	0.03	-0.1		0.3						1
69	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.27	0.9	-0.03	-0.1						0.3		1



## Materiali impiegati

### • Calcestruzzo a prestazione garantita secondo UNI 11104

- Cemento conforme alla norma EN 197-1
- Acqua di impasto conforme alla norma EN 1008
- Additivi conformi alla norma EN 934-2

Class e	$f_{ck}$	$\alpha_{cc}$	$\gamma_{cls}$	$E_{cm}$	$f_{cd}$	$f_{ctm}$	$f_{ctk}$	$f_{ctd}$	$f_{cfm}$	$f_{bk}$	$f_{bd}$	$\epsilon_{c2}$	$\epsilon_{cu}$	$\sigma_{c,Rar}$	$\sigma_{c,QP}$
	MPa			MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa			MPa	MPa
C25/30	25.00	0.85	1.50	31,475.81	14.17	2.57	1.80	1.20	3.08	4.04	2.70	0.0020	0.0035	15.00	11.25

### • Acciaio in barre da cemento armato

Class e acciaio	$f_{yk}$	$\gamma_s$	$f_{tk}$	$E_s$	$f_{yd}$	$\epsilon_{yd}$	$\epsilon_{uk}$	$(f_y/f_{y,no m})_k$	$\epsilon_{ud}$	$k = (f_t/f_y)_k$	$\sigma_{s,Rar}$	Diametro minimo mandrino di piegatura	
	MPa		MPa	MPa	MPa						MPa	$\Phi \leq 16$ mm	$\Phi > 16$ mm
B450C	450.00	1.15	540.00	210,000.00	391.30	0.00186	0.07500	$\leq 1.25$	0.06750	1.15 - 1.35	360.00	Classe normale 4Φ	Classe normale 7Φ

### • Acciaio viti e bulloni

- Caratteristiche dimensionali conformi alle norme UNI EN ISO 4016
- Viti conformi alla norma UNI EN ISO 898-1
- Dadi conformi alla norma UNI EN 898-2
- Rosette in acciaio C 50 UNI EN 10083-2:2006 temperato e rinvenuto HRC 32-40
- Piastrine in acciaio C 50 UNI EN 10083-2:2006 temperato e rinvenuto HRC 32-40

Classe bulloni	Classe dado	$f_{yb}$	$f_{tb}$	$\alpha_v$	$\gamma_{M2}$	$\gamma_{M3}$	$\gamma_{M6,ser}$	$\gamma_{M7}$
		MPa	MPa					
8.8	8	640.00	800.00	0.6	1.25	1.25	1.00	1.10

### • Acciaio da carpenteria metallica

- Tipologia laminati: Laminati a caldo con profili a sezione aperta
- Spessore nominale elemento:  $t \leq 40$  mm
- Saldature con elettrodi secondo UNI 5132
- Struttura protetta
- Temperatura minima del sito  $T_{md} = -25$  °C
- Temperatura di riferimento  $T_{Ed} = -10$  °C

Classe acciaio	Subgrade	$f_{tk}$ [MPa]	$E_s$ [MPa]	$\nu$	$G_s$ [MPa]	$f_{yk}$ [MPa]	$\gamma_{ov}$	$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$	$\gamma_{M2}$	$\beta$	$\beta_1$	$\beta_2$
S 355 - UNI EN 10025-2 JR		510.00	210,000	0.30	80,769	355.00	1.25	1.05	1.05	1.25	0.90	0.70	0.85



- *Acciaio da carpenteria metallica*

---

- Tipologia laminati: Laminati a caldo con profili a sezione aperta
- Spessore nominale elemento:  $t \leq 40\text{mm}$
- Saldature con elettrodi secondo UNI 5132
- Struttura protetta
- Temperatura minima del sito  $T_{md} = -25\text{ °C}$
- Temperatura di riferimento  $T_{Ed} = -10\text{ °C}$

Classe acciaio	Subgrade	$f_{tk}$ [MPa]	$E_s$ [MPa]	$\nu$	$G_s$ [MPa]	$f_{yk}$ [MPa]	$\gamma_{ov}$	$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$	$\gamma_{M2}$	$\beta$	$\beta_1$	$\beta_2$
S 235 - UNI EN 10025-2 JR		360.00	210,000	0.30	80,769	235.00	1.25	1.05	1.05	1.25	0.80	0.85	1.00

## Schemi di carico

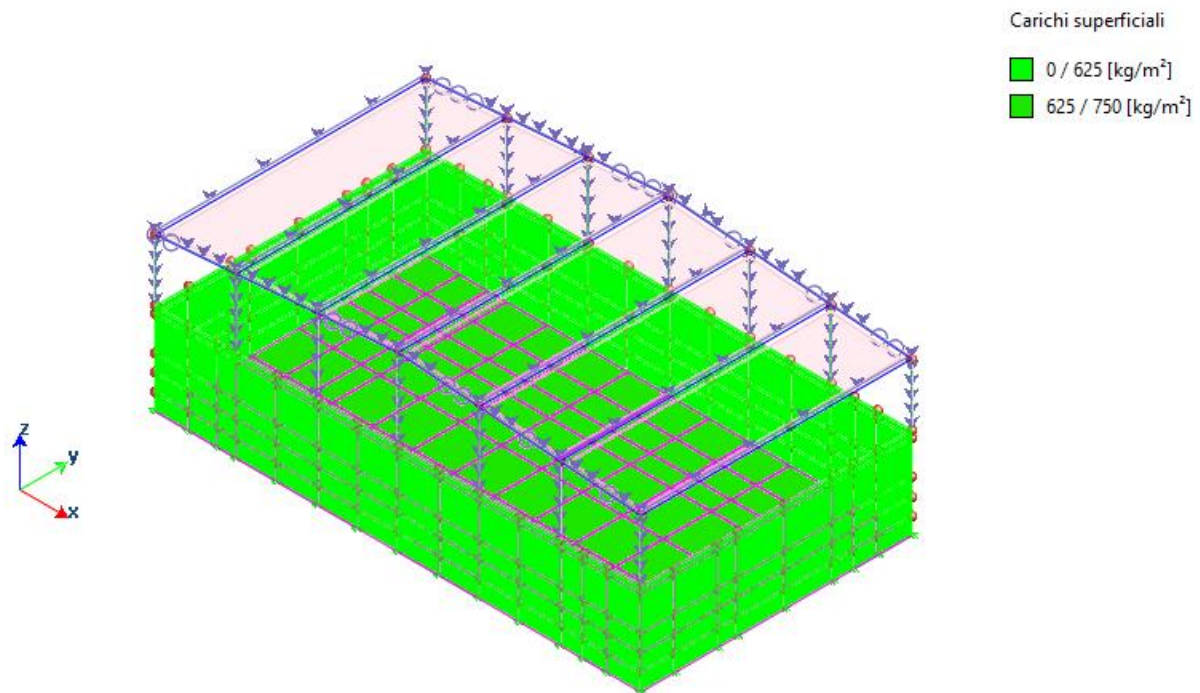


Figura G1 : Permanenti strutturali

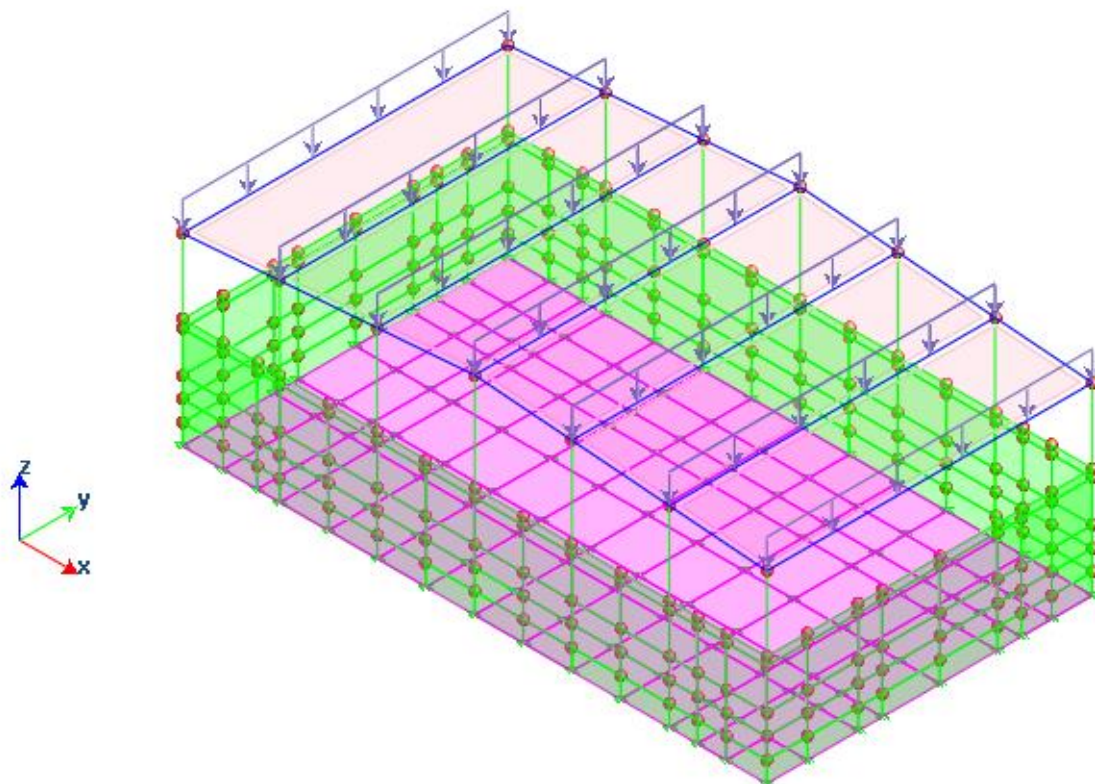


Figura G2: Permanenti non strutturali



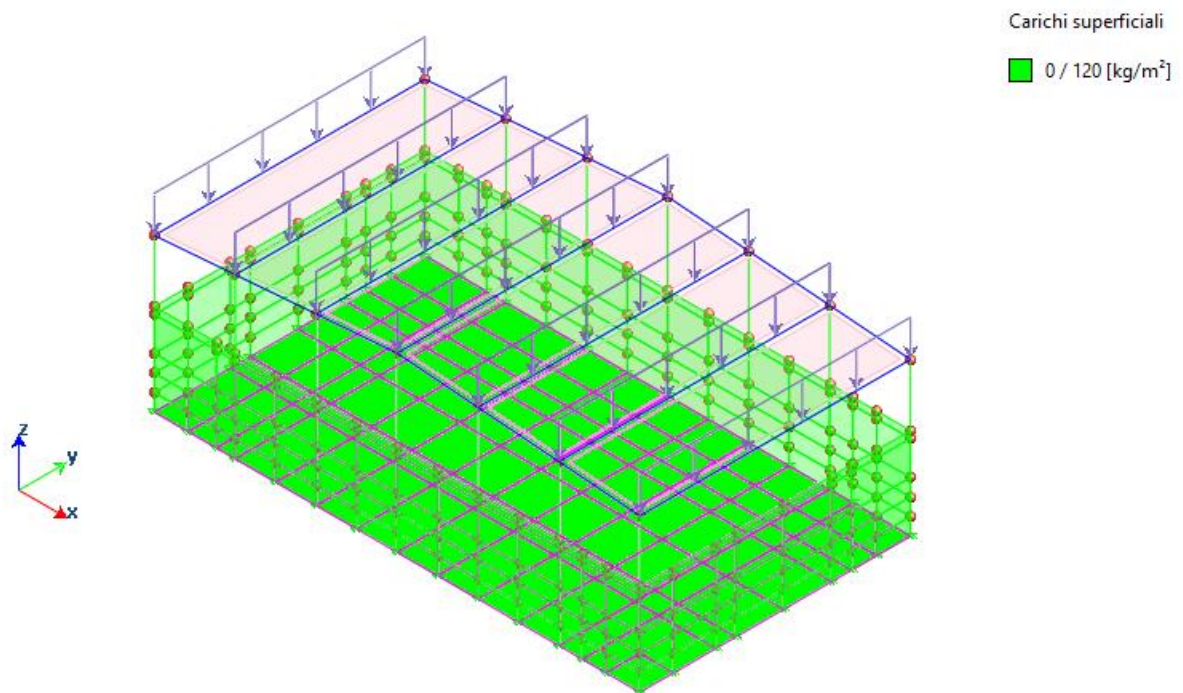


Figura Q : Azione della neve

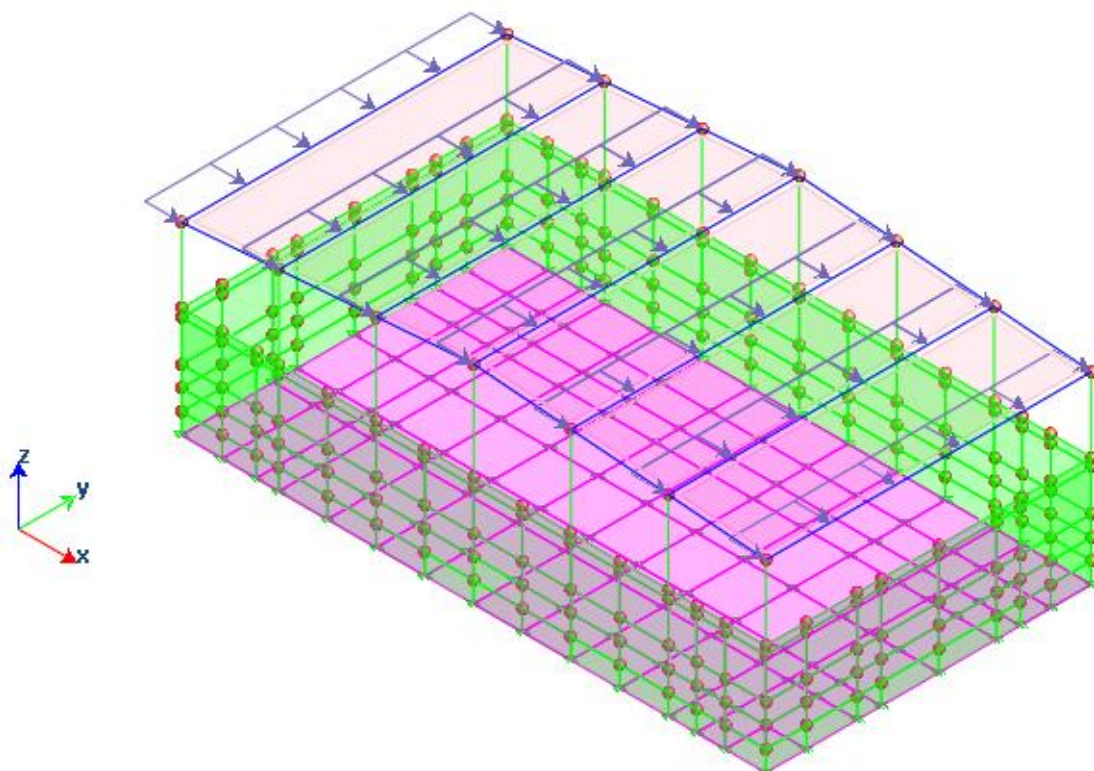


Figura Q : Azione del Vento +X

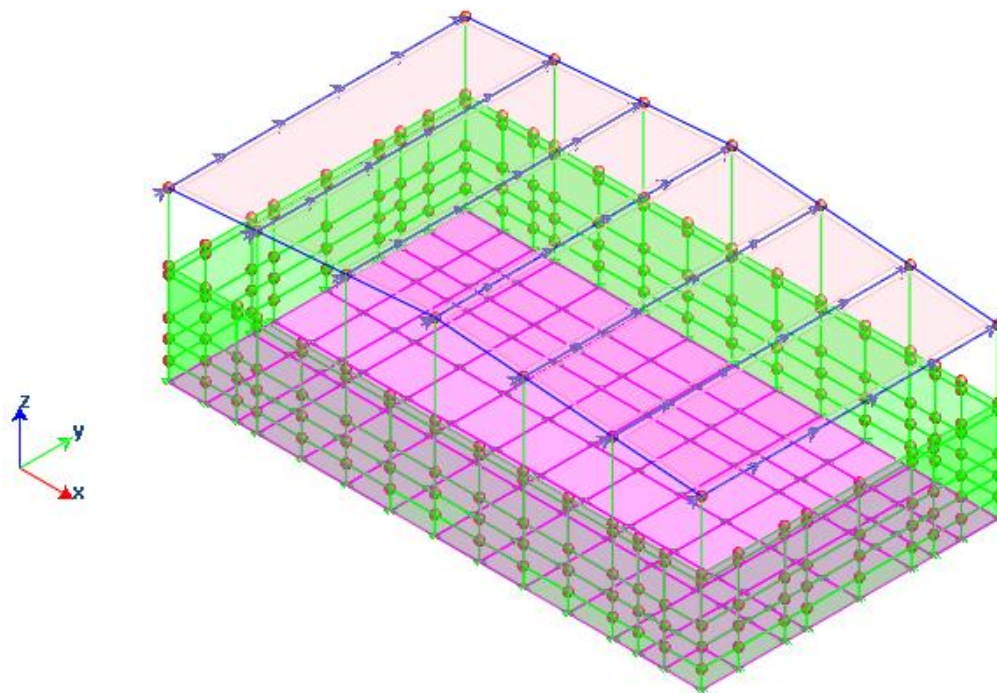


Figura Q : Azione del Vento +Y

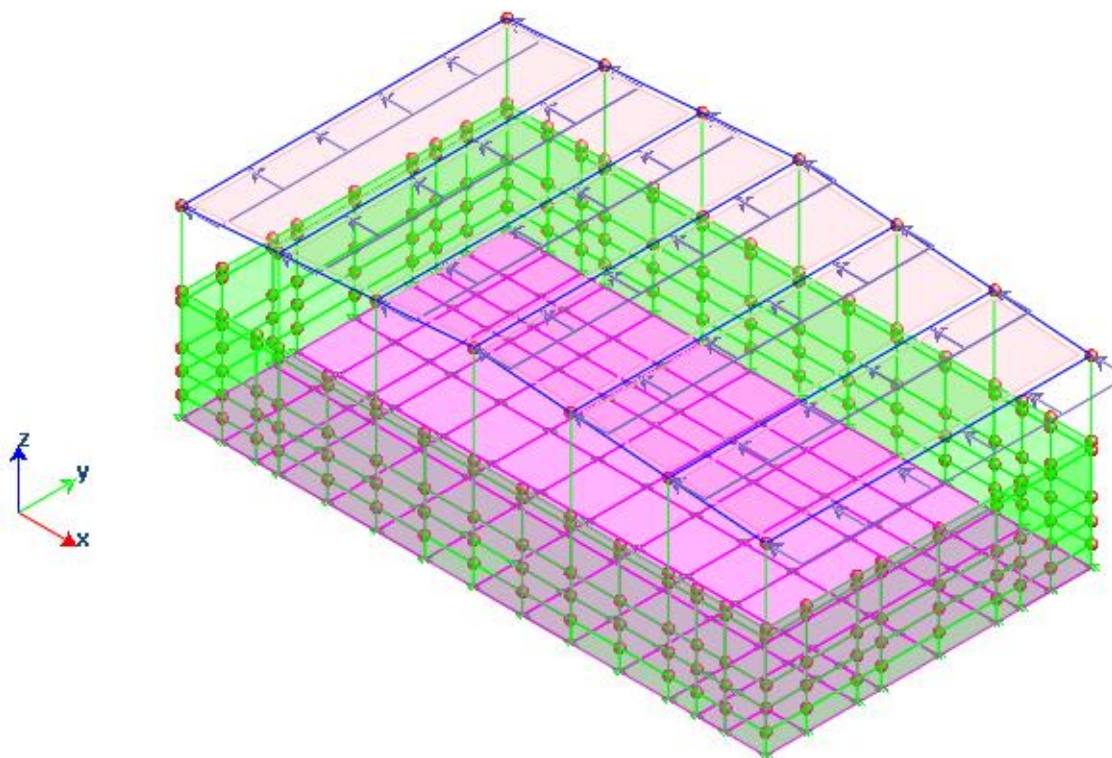


Figura Q : Azione del vento -X



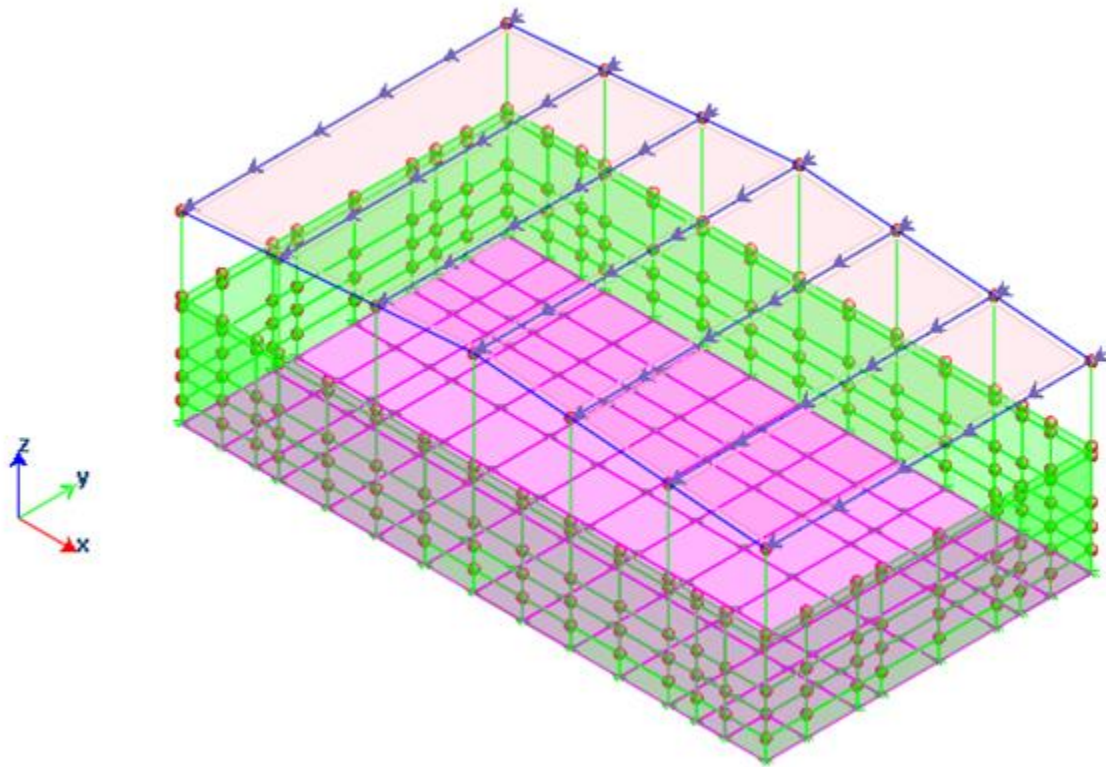


Figura Q: Azione del vento -Y

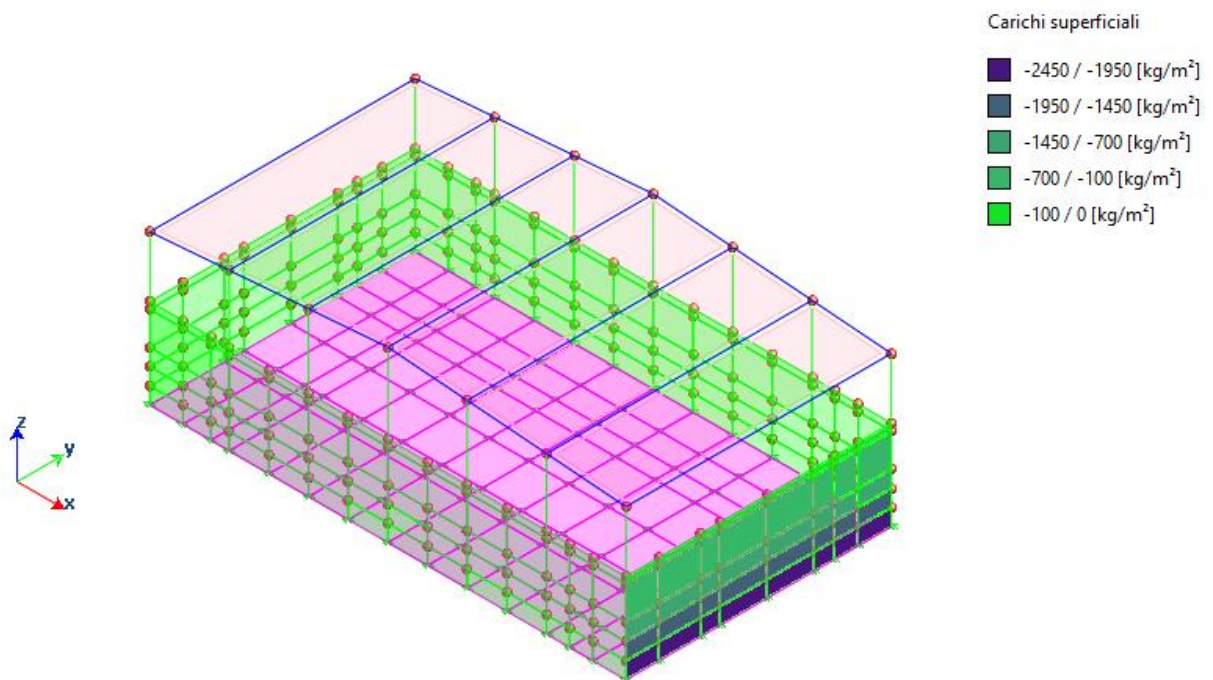


Figura Q: Spinta idraulica su parete

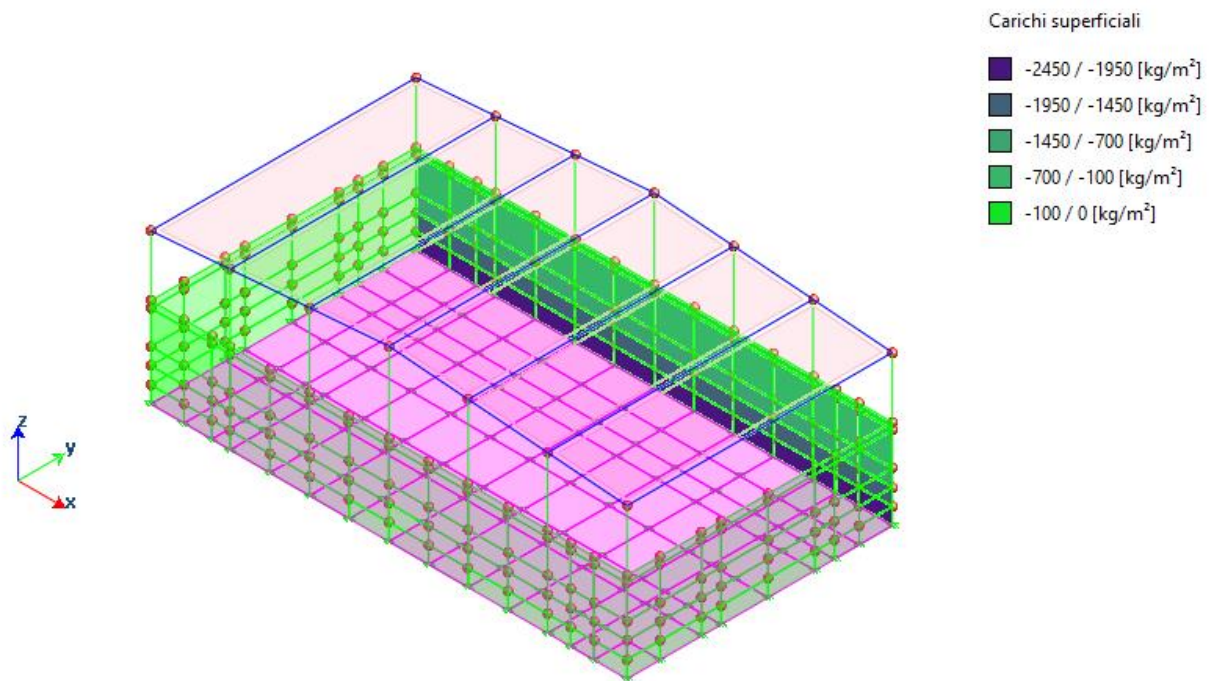


Figura Q: Spinta idraulica su parete

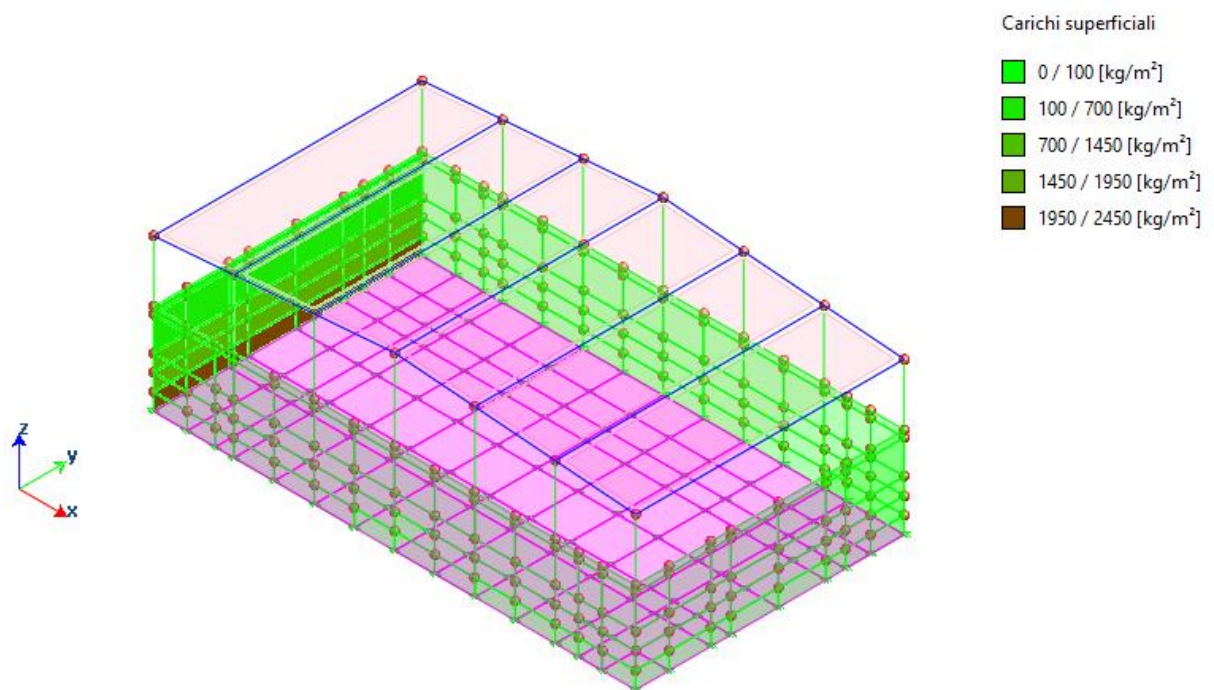


Figura Q: Spinta idraulica su parete

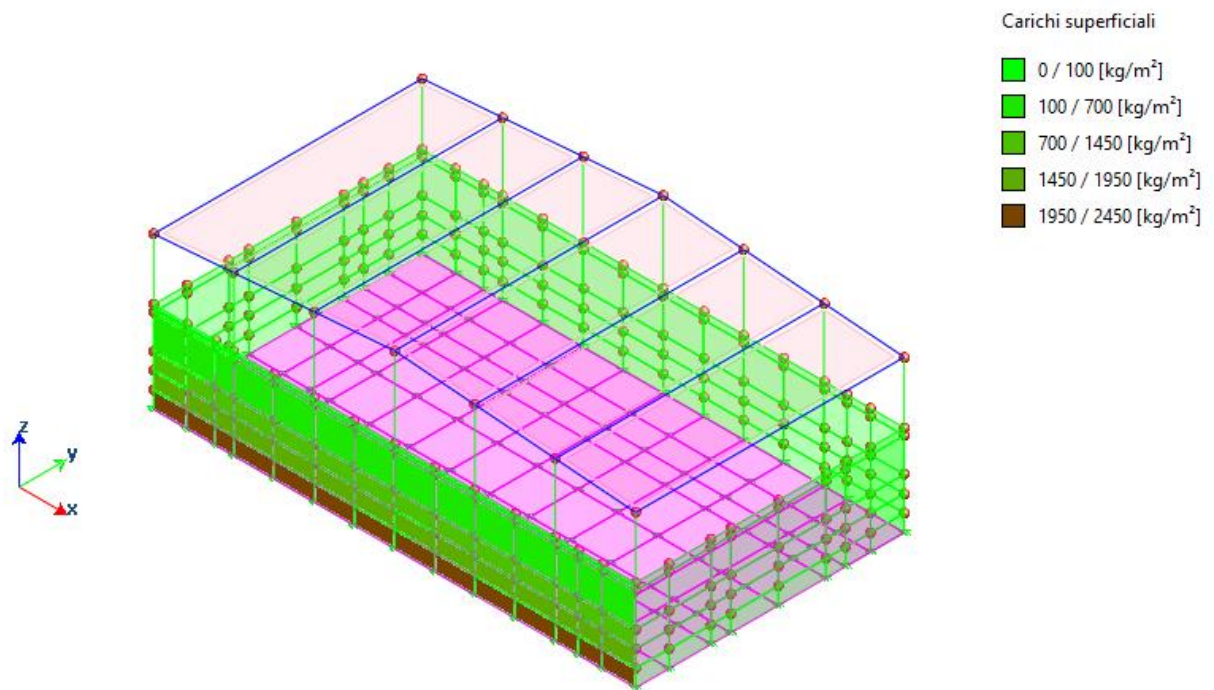


Figura Q: Spinta idraulica su parete

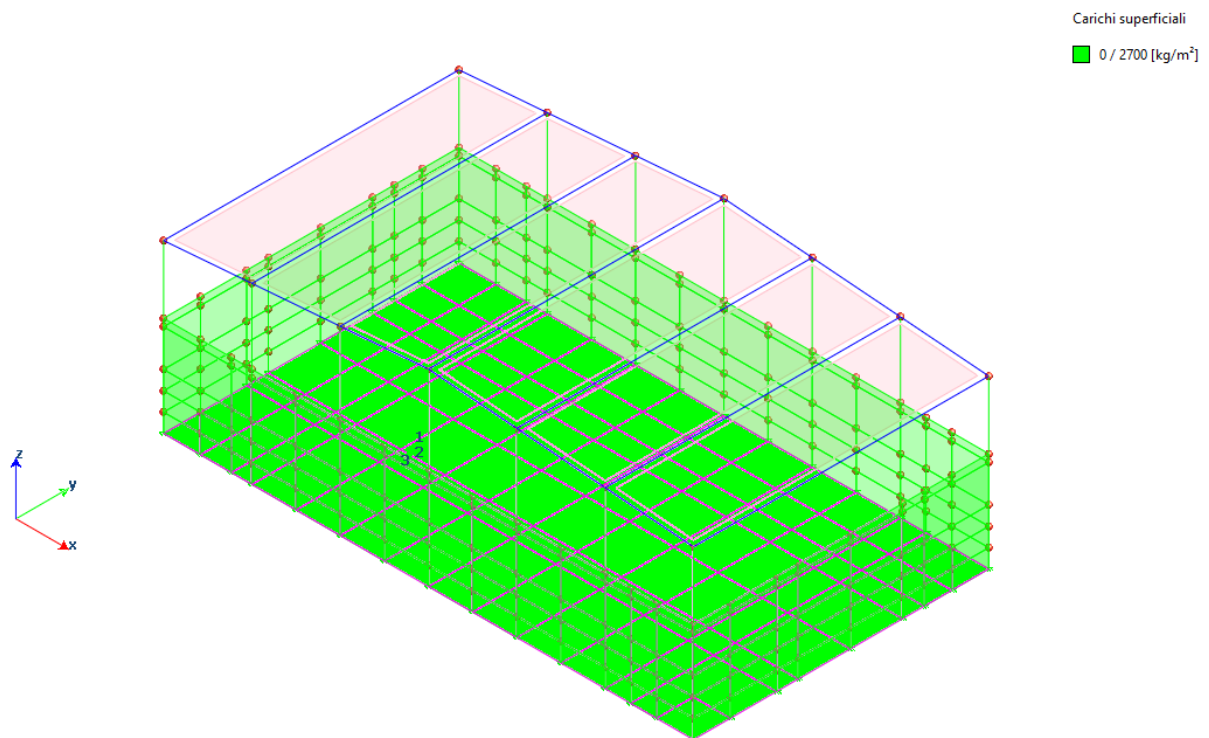


Figura: Q: Spinta idraulica su parete





## Deformate qualitative

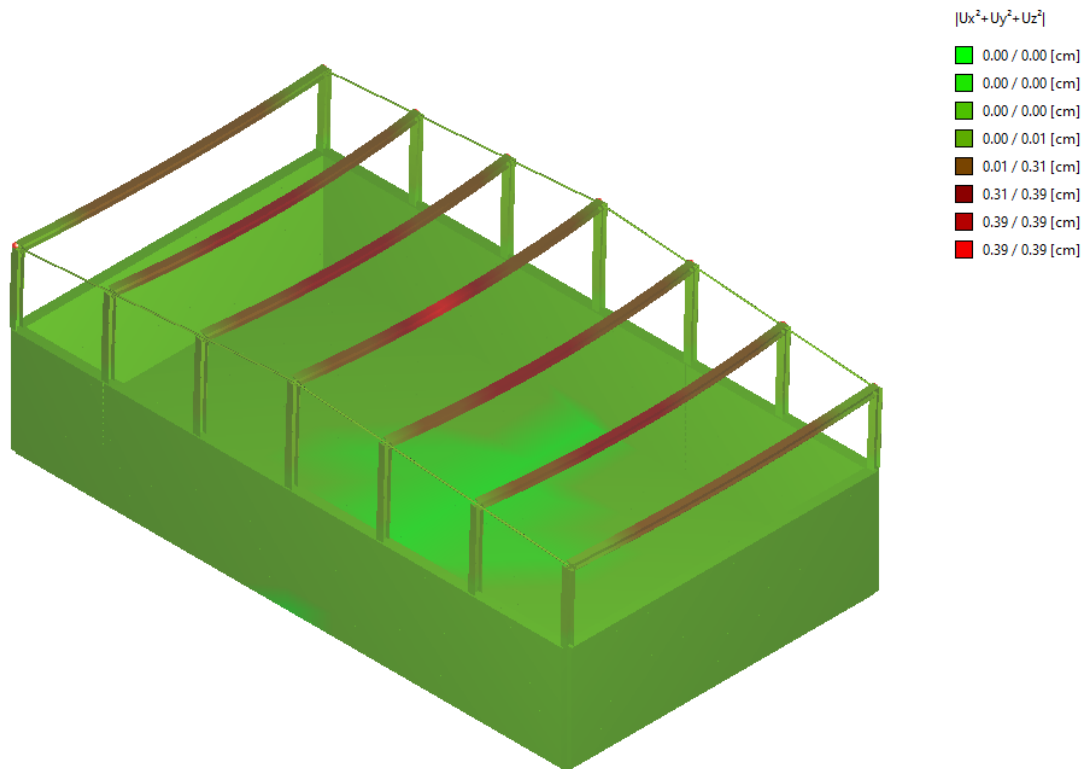


Figura 1 Vento +X

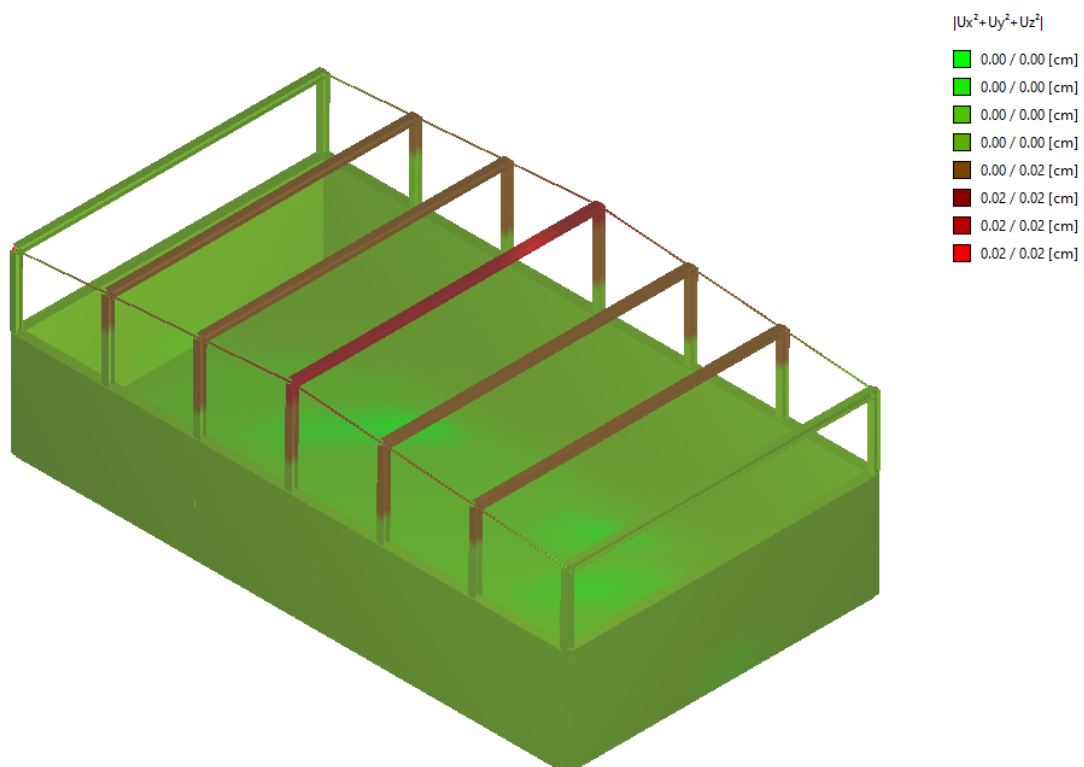
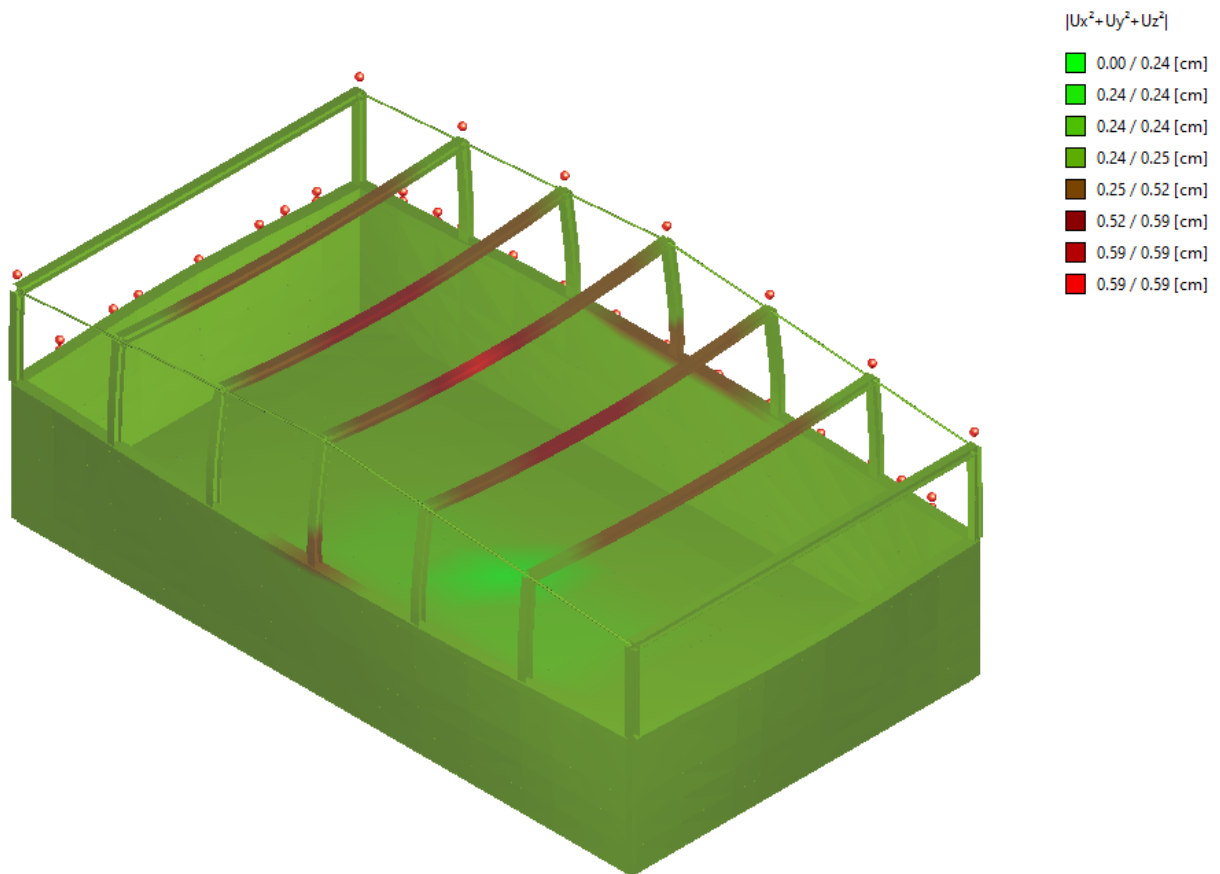


Figura : Vento +Y



*Effetto della spinta idraulica*

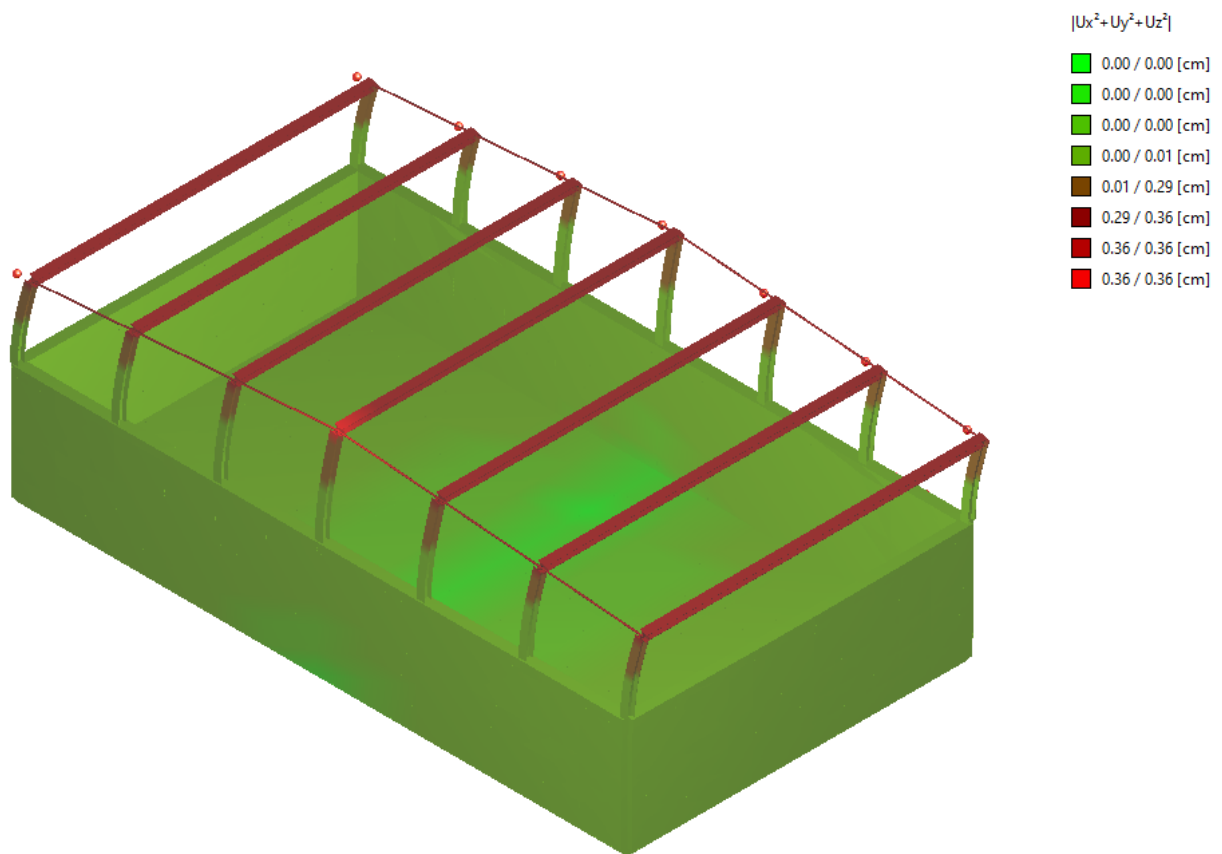


Figura 2 Sisma +X

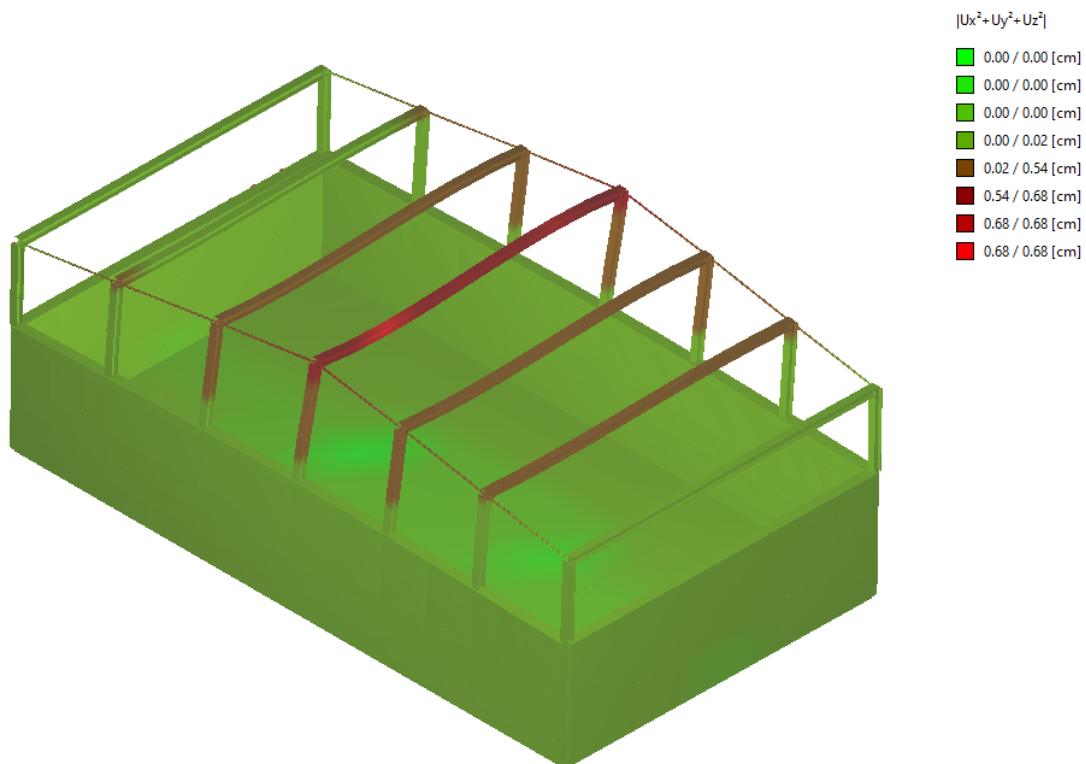
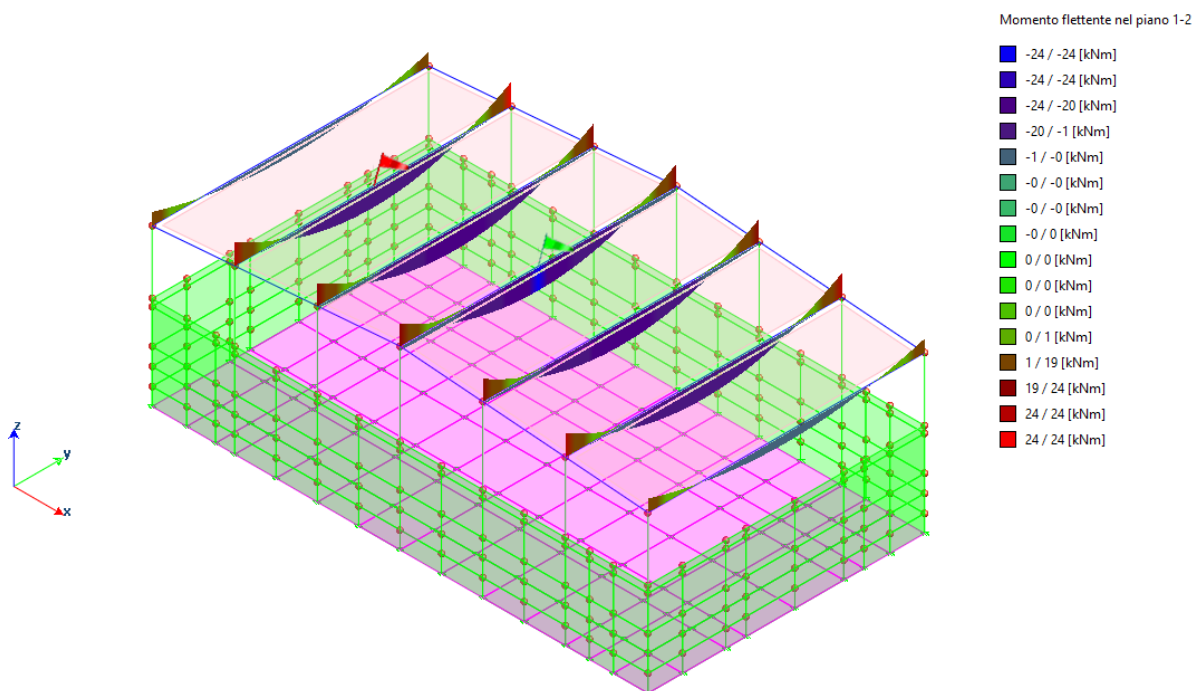
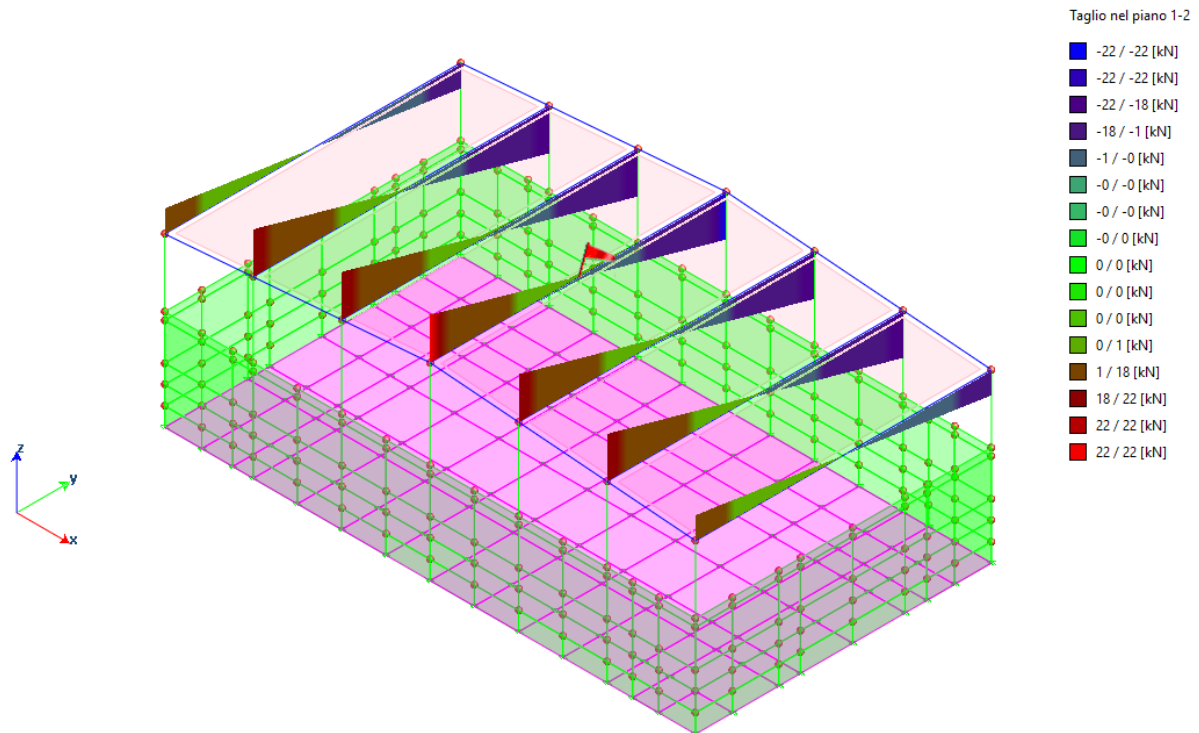
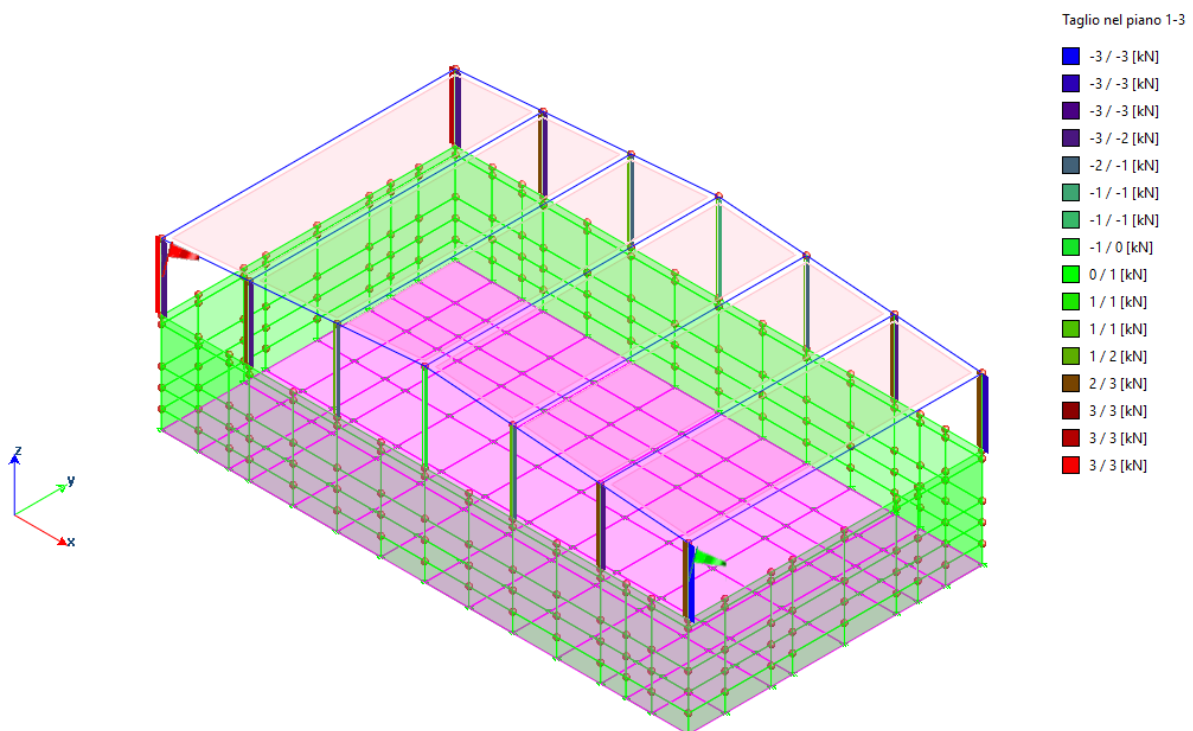
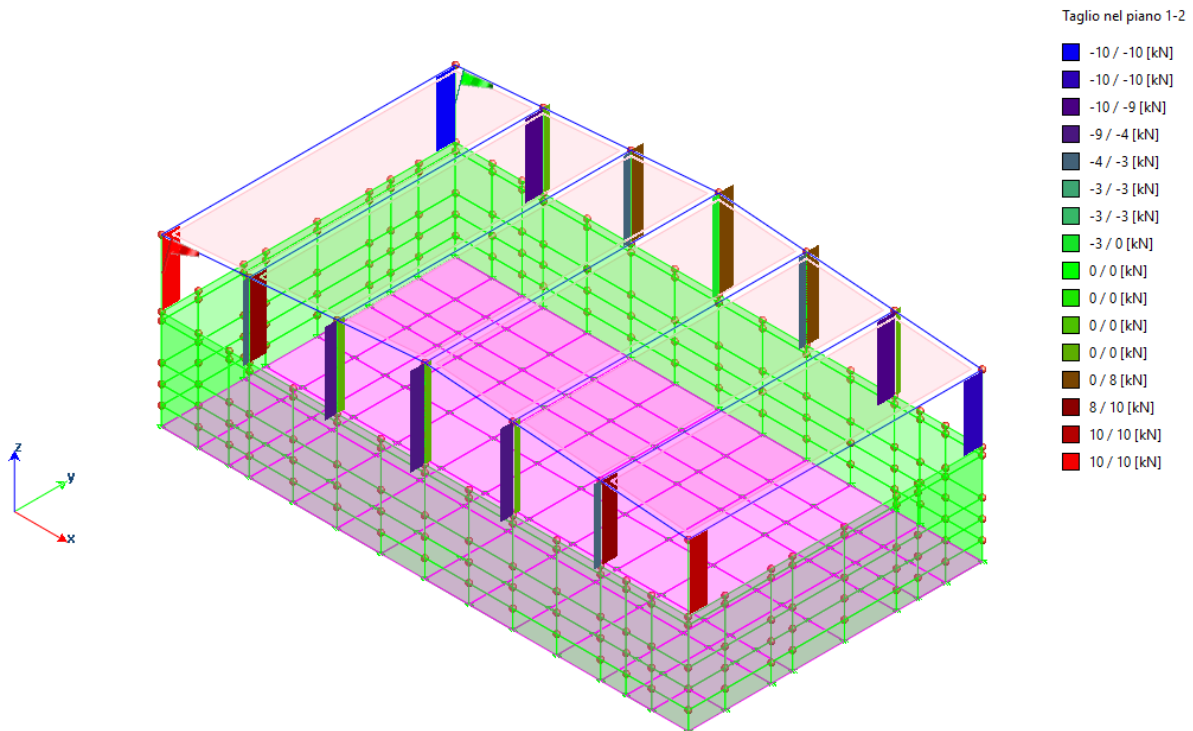


Figura : Sisma +Y

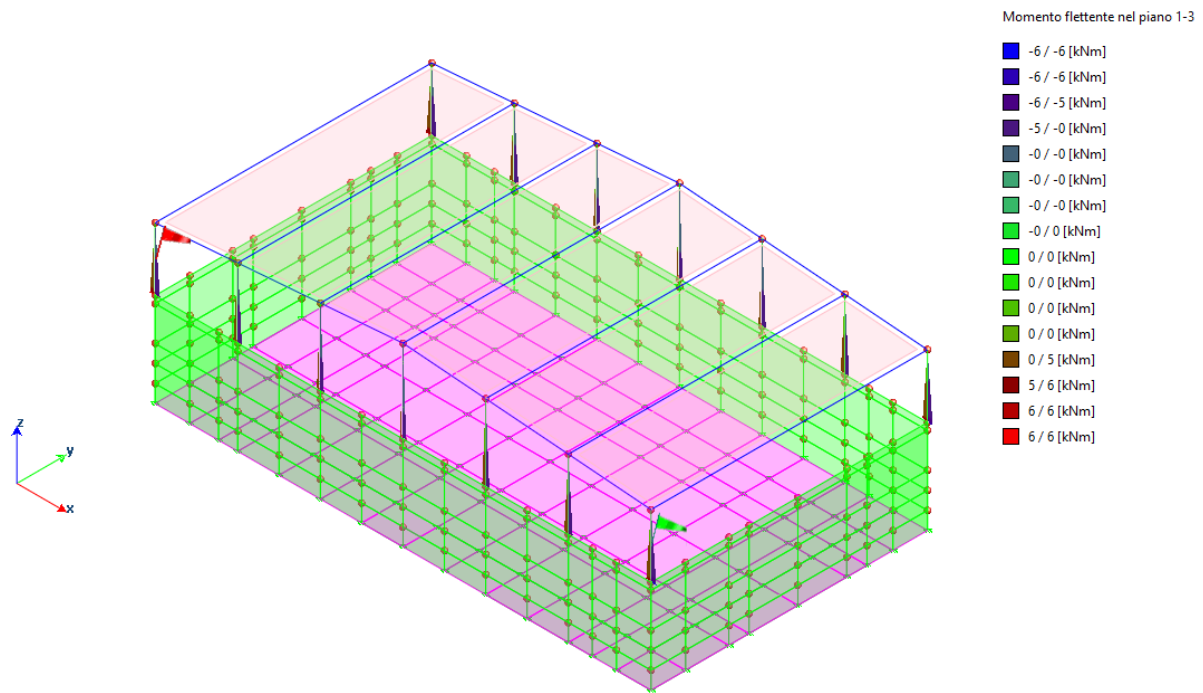


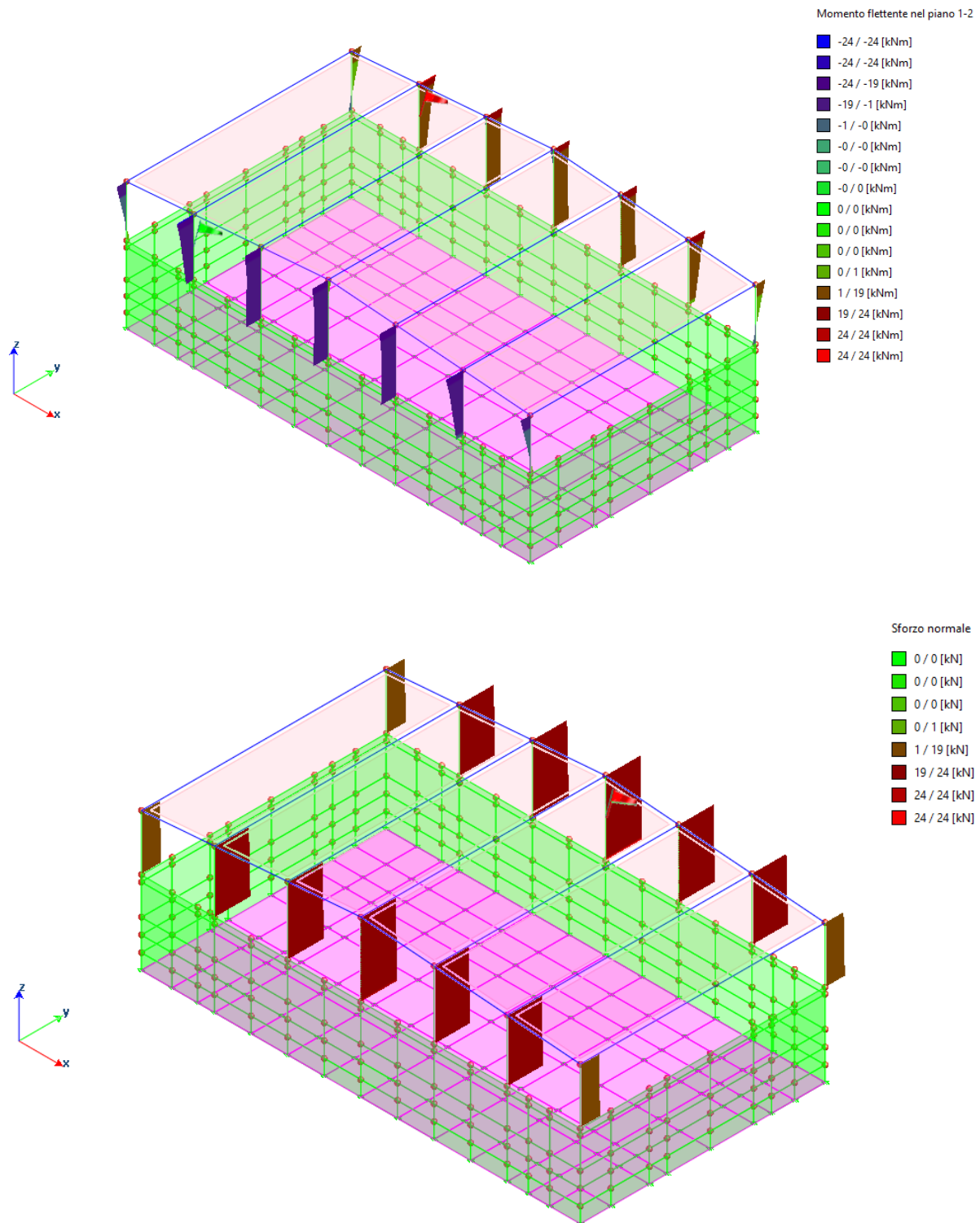
## Diagrammi delle sollecitazioni













## Analisi Dinamica

### Risultati Dell'analisi Dinamica

$I_s$	raggio d'inerzia polare di piano $I_s = \sqrt{J_p / m}$
$X_{gr}, Y_{gr}, Z_{gr}$	coordinate centro di massaModale
$D_x, D_y$	eccentricità centro di massa-centro delle rigidezza
$K_{rzz}, K_{tmin}, K_{tmax}$	rigidezze traslanti e torcenti
$r_1, r_2$	raggi giroscopi d'inerzia $(r_1 = (K_{rzz}/K_{tmin})^{1/2}, r_2 = (K_{rzz}/K_{tmax})^{1/2})$
$\Delta K_x, \Delta K_y, \Delta K_z$	incrementi percentuali di rigidezza $(\Delta K = (K_i - K_{i-1})/K_{i-1})$
$K_{xi}, K_{yi}, K_{zi}$	rigidezze traslanti e torsionali del piano i-esimo rispetto agli assi globali
R	ordinata dello spettro
Coeff.di Part.	coefficienti di partecipazione (in letteratura $g_{ij}$ )
$ L_i / L_1 $	rapporto percentuale fra i fattori di partecipazione del modo i-esimo e del primo modo
$M_{mi}/M_{mtot}$	percentuale massa modale efficace dell'i-esimo modo
Sum $M_{mi}/M_{mtot}$	percentuale cumulativa delle masse modali efficaci
$\Phi_{i,ux}, \Phi_{i,uy}, \Phi_{i,bz}$	spostamenti modali del nodo master

- Modalità di valutazione della risposta modale**

Analisi spettrale via vettori di Ritz

Smorzamento strutturale 5.0 %

risposta  $S = CQC(S_i)$

segno risposta =  $\text{sign}(\sum S_i)$

- Sintesi dei risultati SLV per direzione d'ingresso del sisma.**

Analisi Modale via Vettori di Ritz

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa Modale Modo Principale	% Massa Modale Totale
0.00 [°] SLV	18	0.01	50.2	91.6
0.00 [°] SLV	36	0.01	50.2	91.6
90.00 [°] SLV	54	0.01	30.4	92.3
90.00 [°] SLV	72	0.01	30.4	92.3
180.00 [°] SLV	90	0.01	50.2	91.6
180.00 [°] SLV	108	0.01	50.2	91.6
270.00 [°] SLV	126	0.01	30.4	92.3
270.00 [°] SLV	144	0.01	30.4	92.3

- Autovalori, Periodi Masse Modali efficaci**

Analisi Modale via Vettori di Ritz

- Risultati angolo di ingresso del sisma: 0.00 [°] SLV**

Modo	Periodo [sec]	R	Coefficiente di Partecipazione	% $ L_i / L_1 $	Massa Modale	% $M_{mi}/M_{mtot}$	% $\sum M_{mi}/M_{mtot}$
18	0.01	0.237	-6.15799e+01		3.79208e+03	50.2	50.2
11	0.05	0.352	-3.28700e+01	53.4	1.08043e+03	14.3	64.5
17	0.01	0.250	-2.66097e+01	43.2	7.08077e+02	9.4	73.9
2	0.15	0.576	2.57379e+01	41.8	6.62439e+02	8.8	82.7
6	0.10	0.461	-1.86660e+01	30.3	3.48419e+02	4.6	87.3
16	0.01	0.259	1.70434e+01	27.7	2.90476e+02	3.8	91.2
13	0.04	0.310	5.13372e+00	8.3	2.63551e+01	0.3	91.5
15	0.02	0.281	-2.92020e+00	4.7	8.52759e+00	0.1	91.6



12	0.05	0.339	-1.16707e+00	1.9	1.36205e+00	0.0	91.6
14	0.03	0.295	-6.67326e-01	1.1	4.45324e-01	0.0	91.6
1	0.15	0.576	1.20835e-01	0.2	1.46011e-02	0.0	91.6
7	0.09	0.451	8.80013e-02	0.1	7.74424e-03	0.0	91.6
4	0.12	0.515	5.24397e-02	0.1	2.74992e-03	0.0	91.6
8	0.09	0.446	2.10866e-02	0.0	4.44645e-04	0.0	91.6
10	0.06	0.375	-4.61811e-03	0.0	2.13270e-05	0.0	91.6
9	0.08	0.421	-3.50726e-03	0.0	1.23009e-05	0.0	91.6
5	0.10	0.465	9.27196e-04	0.0	8.59693e-07	0.0	91.6
3	0.14	0.566	1.19707e-04	0.0	1.43297e-08	0.0	91.6

• Risultati angolo di ingresso del sisma: 0.00 [°] SLV

Modo	Periodo [sec]	R	Coefficiente di Partecipazione	% L <sub>i</sub>  / L <sub>1</sub>	Massa Modale	% M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>	% Σ M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>
36	0.01	0.237	-6.15799e+01		3.79208e+03	50.2	50.2
29	0.05	0.352	-3.28700e+01	53.4	1.08043e+03	14.3	64.5
35	0.01	0.250	-2.66097e+01	43.2	7.08077e+02	9.4	73.9
20	0.15	0.576	2.57379e+01	41.8	6.62439e+02	8.8	82.7
24	0.10	0.461	-1.86660e+01	30.3	3.48419e+02	4.6	87.3
34	0.01	0.259	1.70434e+01	27.7	2.90476e+02	3.8	91.2
31	0.04	0.310	5.13372e+00	8.3	2.63551e+01	0.3	91.5
33	0.02	0.281	-2.92020e+00	4.7	8.52759e+00	0.1	91.6
30	0.05	0.339	-1.16707e+00	1.9	1.36205e+00	0.0	91.6
32	0.03	0.295	-6.67326e-01	1.1	4.45324e-01	0.0	91.6
19	0.15	0.576	1.20835e-01	0.2	1.46011e-02	0.0	91.6
25	0.09	0.451	8.80013e-02	0.1	7.74424e-03	0.0	91.6
22	0.12	0.515	5.24397e-02	0.1	2.74992e-03	0.0	91.6
26	0.09	0.446	2.10866e-02	0.0	4.44645e-04	0.0	91.6
28	0.06	0.375	-4.61811e-03	0.0	2.13270e-05	0.0	91.6
27	0.08	0.421	-3.50726e-03	0.0	1.23009e-05	0.0	91.6
23	0.10	0.465	9.27196e-04	0.0	8.59693e-07	0.0	91.6
21	0.14	0.566	1.19707e-04	0.0	1.43297e-08	0.0	91.6

• Risultati angolo di ingresso del sisma: 90.00 [°] SLV

Modo	Periodo [sec]	R	Coefficiente di Partecipazione	% L <sub>i</sub>  / L <sub>1</sub>	Massa Modale	% M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>	% Σ M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>
54	0.01	0.238	-4.79067e+01		2.29505e+03	30.4	30.4
39	0.14	0.566	4.58300e+01	95.7	2.10039e+03	27.8	58.2
48	0.05	0.351	3.27650e+01	68.4	1.07354e+03	14.2	72.4
53	0.01	0.253	-2.80789e+01	58.6	7.88427e+02	10.4	82.9
49	0.03	0.304	1.64119e+01	34.3	2.69351e+02	3.6	86.5
52	0.02	0.272	-1.24611e+01	26.0	1.55280e+02	2.1	88.5
41	0.10	0.465	-8.35401e+00	17.4	6.97895e+01	0.9	89.4
51	0.03	0.290	8.13718e+00	17.0	6.62136e+01	0.9	90.3
50	0.03	0.299	-7.85642e+00	16.4	6.17234e+01	0.8	91.1
45	0.08	0.421	-6.90985e+00	14.4	4.77461e+01	0.6	91.8
47	0.05	0.354	-5.66559e+00	11.8	3.20989e+01	0.4	92.2
44	0.09	0.443	2.50826e+00	5.2	6.29136e+00	0.1	92.3
46	0.08	0.421	1.38385e+00	2.9	1.91505e+00	0.0	92.3
43	0.09	0.446	-3.46337e-01	0.7	1.19949e-01	0.0	92.3
40	0.12	0.515	3.88274e-03	0.0	1.50757e-05	0.0	92.3
42	0.10	0.455	-1.92366e-03	0.0	3.70045e-06	0.0	92.3
38	0.15	0.576	3.41413e-04	0.0	1.16563e-07	0.0	92.3
37	0.15	0.576	3.94067e-05	0.0	1.55288e-09	0.0	92.3



• Risultati angolo di ingresso del sisma: 90.00 [°] SLV

Modo	Periodo [sec]	R	Coefficiente di Partecipazione	% L <sub>i</sub>  / L <sub>1</sub>	Massa Modale	% M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>	% Σ M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>
72	0.01	0.238	-4.79067e+01		2.29505e+03	30.4	30.4
57	0.14	0.566	4.58300e+01	95.7	2.10039e+03	27.8	58.2
66	0.05	0.351	3.27650e+01	68.4	1.07354e+03	14.2	72.4
71	0.01	0.253	-2.80789e+01	58.6	7.88427e+02	10.4	82.9
67	0.03	0.304	1.64119e+01	34.3	2.69351e+02	3.6	86.5
70	0.02	0.272	-1.24611e+01	26.0	1.55280e+02	2.1	88.5
59	0.10	0.465	-8.35401e+00	17.4	6.97895e+01	0.9	89.4
69	0.03	0.290	8.13718e+00	17.0	6.62136e+01	0.9	90.3
68	0.03	0.299	-7.85642e+00	16.4	6.17234e+01	0.8	91.1
63	0.08	0.421	-6.90985e+00	14.4	4.77461e+01	0.6	91.8
65	0.05	0.354	-5.66559e+00	11.8	3.20989e+01	0.4	92.2
62	0.09	0.443	2.50826e+00	5.2	6.29136e+00	0.1	92.3
64	0.08	0.421	1.38385e+00	2.9	1.91505e+00	0.0	92.3
61	0.09	0.446	-3.46337e-01	0.7	1.19949e-01	0.0	92.3
58	0.12	0.515	3.88274e-03	0.0	1.50757e-05	0.0	92.3
60	0.10	0.455	-1.92366e-03	0.0	3.70045e-06	0.0	92.3
56	0.15	0.576	3.41413e-04	0.0	1.16563e-07	0.0	92.3
55	0.15	0.576	3.94067e-05	0.0	1.55288e-09	0.0	92.3

• Risultati angolo di ingresso del sisma: 180.00 [°] SLV

Modo	Periodo [sec]	R	Coefficiente di Partecipazione	% L <sub>i</sub>  / L <sub>1</sub>	Massa Modale	% M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>	% Σ M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>
90	0.01	0.237	-6.15801e+01		3.79211e+03	50.2	50.2
83	0.05	0.352	-3.28700e+01	53.4	1.08043e+03	14.3	64.5
89	0.01	0.250	-2.66097e+01	43.2	7.08074e+02	9.4	73.9
74	0.15	0.576	2.57379e+01	41.8	6.62439e+02	8.8	82.7
78	0.10	0.461	-1.86660e+01	30.3	3.48419e+02	4.6	87.3
88	0.01	0.259	1.70423e+01	27.7	2.90440e+02	3.8	91.2
85	0.04	0.310	-5.13372e+00	8.3	2.63550e+01	0.3	91.5
87	0.02	0.281	2.92011e+00	4.7	8.52705e+00	0.1	91.6
84	0.05	0.339	-1.16707e+00	1.9	1.36205e+00	0.0	91.6
86	0.03	0.295	-6.67048e-01	1.1	4.44953e-01	0.0	91.6
73	0.15	0.576	1.20835e-01	0.2	1.46011e-02	0.0	91.6
79	0.09	0.451	8.80013e-02	0.1	7.74424e-03	0.0	91.6
76	0.12	0.515	5.24397e-02	0.1	2.74992e-03	0.0	91.6
80	0.09	0.446	-2.10864e-02	0.0	4.44638e-04	0.0	91.6
82	0.06	0.375	-4.61789e-03	0.0	2.13249e-05	0.0	91.6
81	0.08	0.421	-3.50711e-03	0.0	1.22998e-05	0.0	91.6
77	0.10	0.465	9.23449e-04	0.0	8.52757e-07	0.0	91.6
75	0.14	0.566	1.40495e-04	0.0	1.97388e-08	0.0	91.6

• Risultati angolo di ingresso del sisma: 180.00 [°] SLV

Modo	Periodo [sec]	R	Coefficiente di Partecipazione	% L <sub>i</sub>  / L <sub>1</sub>	Massa Modale	% M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>	% Σ M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>
108	0.01	0.237	-6.15801e+01		3.79211e+03	50.2	50.2
101	0.05	0.352	-3.28700e+01	53.4	1.08043e+03	14.3	64.5
107	0.01	0.250	-2.66097e+01	43.2	7.08074e+02	9.4	73.9
92	0.15	0.576	2.57379e+01	41.8	6.62439e+02	8.8	82.7
96	0.10	0.461	-1.86660e+01	30.3	3.48419e+02	4.6	87.3
106	0.01	0.259	1.70423e+01	27.7	2.90440e+02	3.8	91.2
103	0.04	0.310	-5.13372e+00	8.3	2.63550e+01	0.3	91.5



105	0.02	0.281	2.92011e+00	4.7	8.52705e+00	0.1	91.6
102	0.05	0.339	-1.16707e+00	1.9	1.36205e+00	0.0	91.6
104	0.03	0.295	-6.67048e-01	1.1	4.44953e-01	0.0	91.6
91	0.15	0.576	1.20835e-01	0.2	1.46011e-02	0.0	91.6
97	0.09	0.451	8.80013e-02	0.1	7.74424e-03	0.0	91.6
94	0.12	0.515	5.24397e-02	0.1	2.74992e-03	0.0	91.6
98	0.09	0.446	-2.10864e-02	0.0	4.44638e-04	0.0	91.6
100	0.06	0.375	-4.61789e-03	0.0	2.13249e-05	0.0	91.6
99	0.08	0.421	-3.50711e-03	0.0	1.22998e-05	0.0	91.6
95	0.10	0.465	9.23449e-04	0.0	8.52757e-07	0.0	91.6
93	0.14	0.566	1.40495e-04	0.0	1.97388e-08	0.0	91.6

• Risultati angolo di ingresso del sisma: 270.00 [°] SLV

Modo	Periodo [sec]	R	Coefficiente di Partecipazione	% L <sub>i</sub>  / L <sub>1</sub>	Massa Modale	% M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>	% Σ M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>
126	0.01	0.238	-4.79067e+01		2.29505e+03	30.4	30.4
111	0.14	0.566	4.58300e+01	95.7	2.10039e+03	27.8	58.2
120	0.05	0.351	3.27650e+01	68.4	1.07354e+03	14.2	72.4
125	0.01	0.253	-2.80791e+01	58.6	7.88437e+02	10.4	82.9
121	0.03	0.304	1.64128e+01	34.3	2.69379e+02	3.6	86.5
124	0.02	0.272	1.24611e+01	26.0	1.55279e+02	2.1	88.5
113	0.10	0.465	-8.35401e+00	17.4	6.97895e+01	0.9	89.4
123	0.03	0.290	-8.13588e+00	17.0	6.61926e+01	0.9	90.3
122	0.03	0.299	7.85637e+00	16.4	6.17225e+01	0.8	91.1
117	0.08	0.421	6.90987e+00	14.4	4.77463e+01	0.6	91.8
119	0.05	0.354	5.66560e+00	11.8	3.20990e+01	0.4	92.2
116	0.09	0.443	2.50826e+00	5.2	6.29135e+00	0.1	92.3
118	0.08	0.421	1.38378e+00	2.9	1.91485e+00	0.0	92.3
115	0.09	0.446	3.46345e-01	0.7	1.19955e-01	0.0	92.3
112	0.12	0.515	3.88276e-03	0.0	1.50758e-05	0.0	92.3
114	0.10	0.455	-1.93954e-03	0.0	3.76182e-06	0.0	92.3
110	0.15	0.576	3.53088e-04	0.0	1.24671e-07	0.0	92.3
109	0.15	0.576	3.94615e-05	0.0	1.55721e-09	0.0	92.3

• Risultati angolo di ingresso del sisma: 270.00 [°] SLV

Modo	Periodo [sec]	R	Coefficiente di Partecipazione	% L <sub>i</sub>  / L <sub>1</sub>	Massa Modale	% M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>	% Σ M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>
144	0.01	0.238	-4.79067e+01		2.29505e+03	30.4	30.4
129	0.14	0.566	4.58300e+01	95.7	2.10039e+03	27.8	58.2
138	0.05	0.351	3.27650e+01	68.4	1.07354e+03	14.2	72.4
143	0.01	0.253	-2.80791e+01	58.6	7.88437e+02	10.4	82.9
139	0.03	0.304	1.64128e+01	34.3	2.69379e+02	3.6	86.5
142	0.02	0.272	1.24611e+01	26.0	1.55279e+02	2.1	88.5
131	0.10	0.465	-8.35401e+00	17.4	6.97895e+01	0.9	89.4
141	0.03	0.290	-8.13588e+00	17.0	6.61926e+01	0.9	90.3
140	0.03	0.299	7.85637e+00	16.4	6.17225e+01	0.8	91.1
135	0.08	0.421	6.90987e+00	14.4	4.77463e+01	0.6	91.8
137	0.05	0.354	5.66560e+00	11.8	3.20990e+01	0.4	92.2
134	0.09	0.443	2.50826e+00	5.2	6.29135e+00	0.1	92.3
136	0.08	0.421	1.38378e+00	2.9	1.91485e+00	0.0	92.3
133	0.09	0.446	3.46345e-01	0.7	1.19955e-01	0.0	92.3
130	0.12	0.515	3.88276e-03	0.0	1.50758e-05	0.0	92.3
132	0.10	0.455	-1.93954e-03	0.0	3.76182e-06	0.0	92.3
128	0.15	0.576	3.53088e-04	0.0	1.24671e-07	0.0	92.3



127	0.15	0.576	3.94615e-05	0.0	1.55721e-09	0.0	92.3
-----	------	-------	-------------	-----	-------------	-----	------

#### • Spettro in accordo con TU 2018

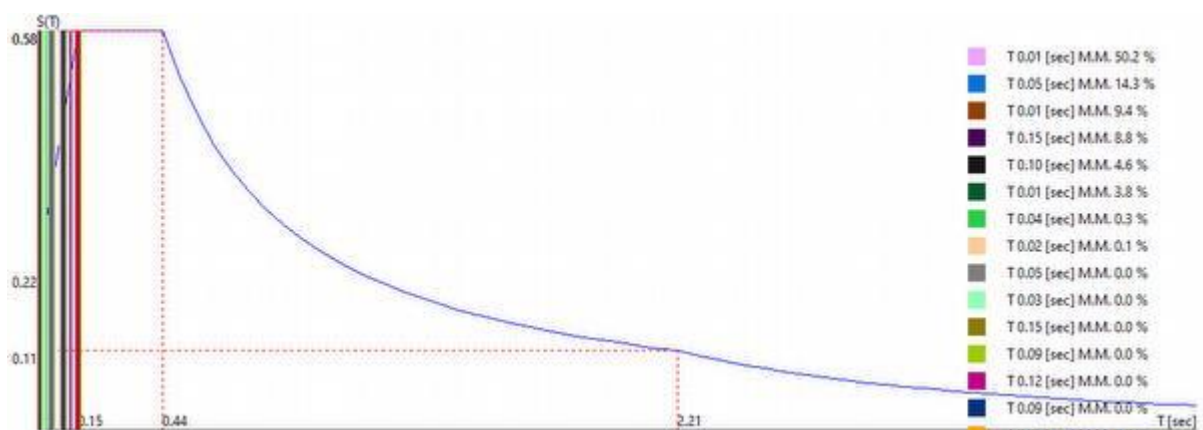
- Carpi MO Longitudine 10.8490 Latitudine 44.8012
- Tipo di Terreno C
- Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_T$ ) 1.0000
- Vita nominale della costruzione ( $V_N$ ) 50.0 anni
- Classe d'uso II coefficiente  $C_U$  1.0
- Classe di duttilità impostata Bassa
- Fattore di duttilità  $\alpha_u/\alpha_1$  per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza  $K_R$  1.00
- Fattore riduttivo per la presenza di setti  $K_W$  1.00

Stato Limite	C $q_o = C \alpha_u/\alpha_1$	$q_H$	$q_v$
SLV	1.00	1.00	1.50
SLD	1.00	1.00	1.50
SLC	1.00	1.00	1.50
SLO	1.00	1.00	1.50

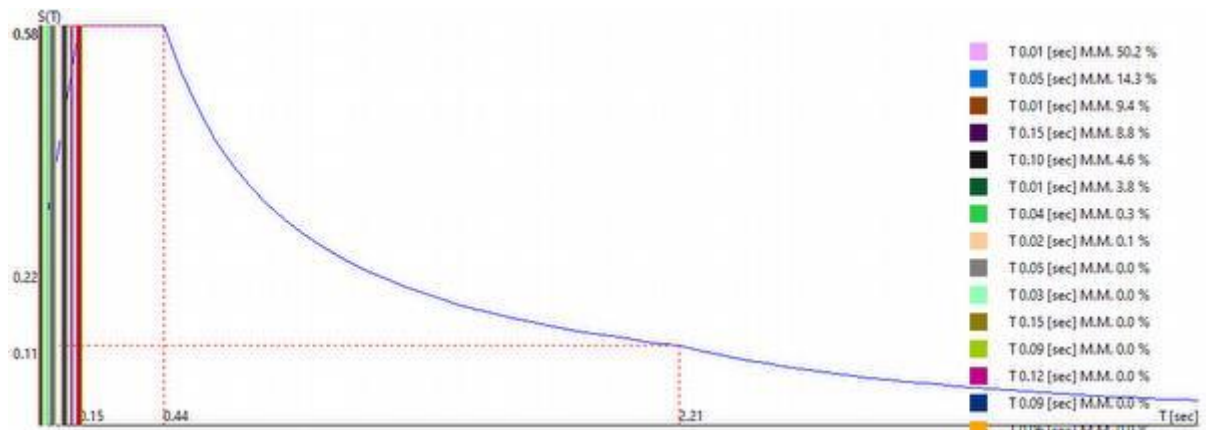
- Smorzamento Viscoso ( 0.05 = 5% ) 0.05

#### • TU 2018 SLV H

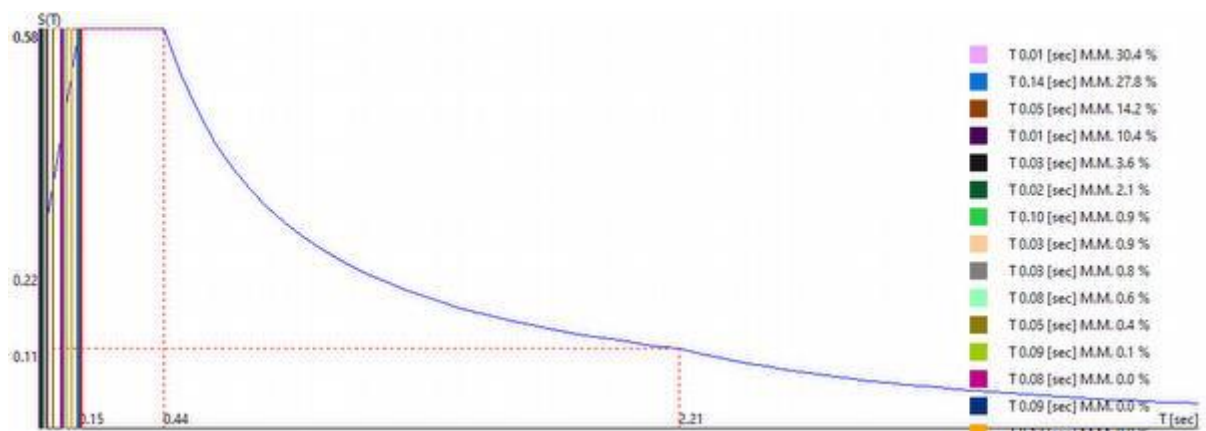
- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 10.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 475 (anni)
- $S_s$  1.464
- $T_B$  0.15 [sec]
- $T_C$  0.44 [sec]
- $T_D$  2.21 [sec]
- $a_B/g$  0.1529
- $F_o$  2.5730
- $T_C^*$  0.2700



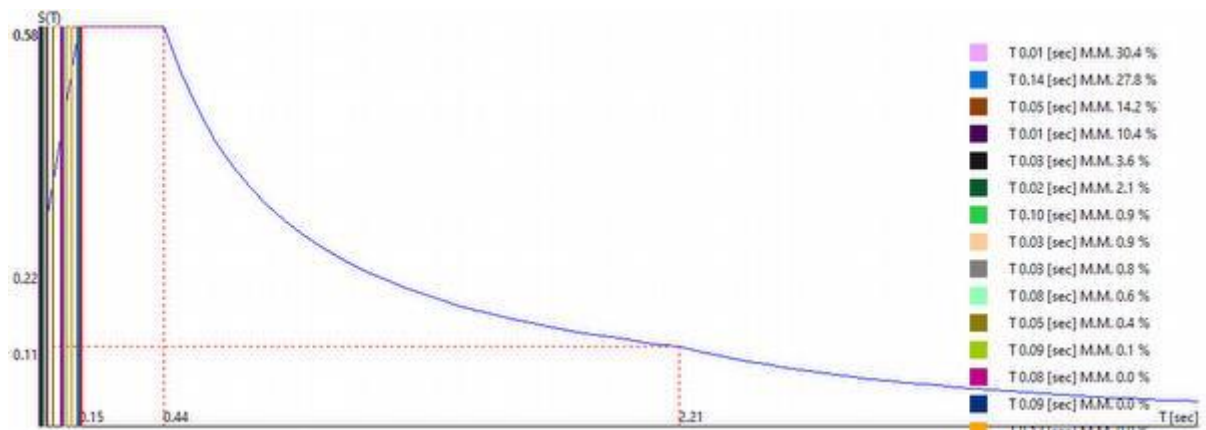
0.00 [°] SLV



0.00 [°] SLV

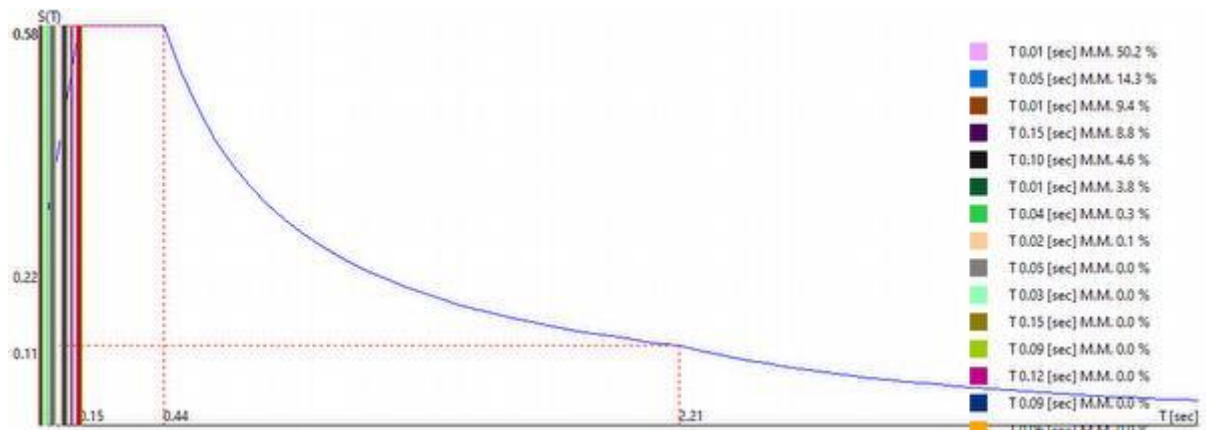


90.00 [°] SLV

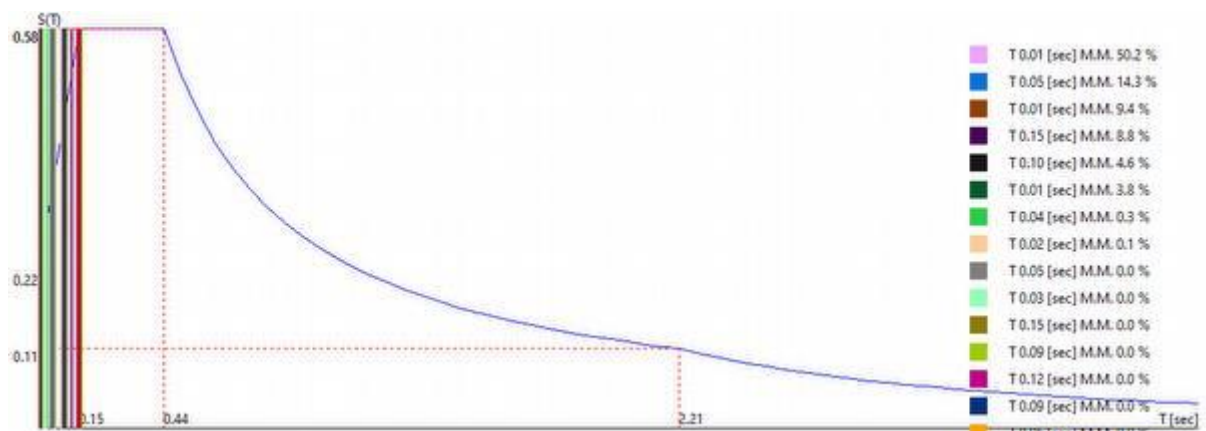


90.00 [°] SLV

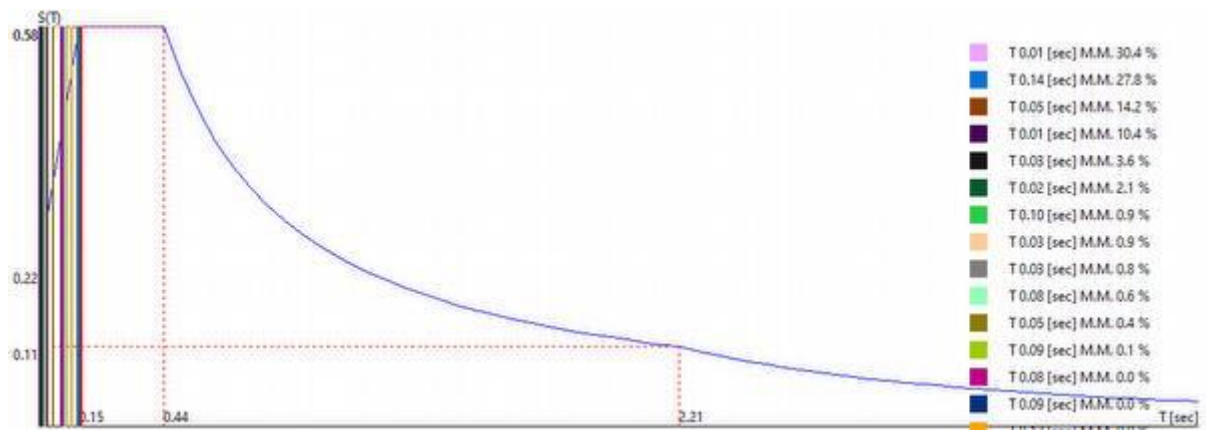




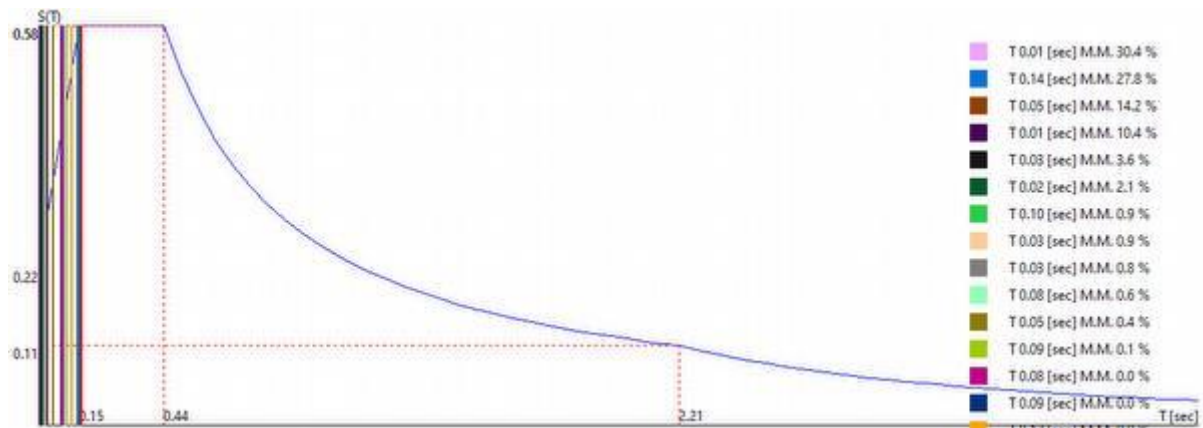
180.00 [°] SLV



180.00 [°] SLV



270.00 [°] SLV



270.00 [°] SLV

- Azioni torcenti aggiuntive

Momenti torcenti aggiuntivi  $T_0 = T \times 1.00$

Dir. sisma [°]	gruppo	Proprietà del gruppo							Azioni				
		Z <sub>Min</sub> [cm]	Z <sub>Max</sub> [cm]	Δ <sub>x</sub> [cm]	Δ <sub>y</sub> [cm]	x <sub>G</sub> [cm]	y <sub>G</sub> [cm]	z <sub>G</sub> [cm]	M [UTM]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	T <sub>z</sub> [kNm]
0.00 [°] SLV	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	0	-0	0	70
0.00 [°] SLV	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	-0	0	-0	-70
90.00 [°] SLV	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	0	-0	0	126
90.00 [°] SLV	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	-0	0	-0	-126
180.00 [°] SLV	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	0	-0	0	70
180.00 [°] SLV	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	-0	0	-0	-70
270.00 [°] SLV	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	0	-0	0	126
270.00 [°] SLV	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	-0	0	-0	-126

- Sintesi dei risultati SLD per direzione d'ingresso del sisma.

Analisi Modale via Vettori di Ritz

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa Modale Modo Principale	% Massa Modale Totale
0.00 [°] SLD	162	0.01	50.2	91.6
0.00 [°] SLD	180	0.01	50.2	91.6
90.00 [°] SLD	198	0.01	30.4	92.3
90.00 [°] SLD	216	0.01	30.4	92.3
180.00 [°] SLD	234	0.01	50.2	91.6
180.00 [°] SLD	252	0.01	50.2	91.6
270.00 [°] SLD	270	0.01	30.4	92.3
270.00 [°] SLD	288	0.01	30.4	92.3

- Autovalori, Periodi Masse Modali efficaci

Analisi Modale via Vettori di Ritz

- Risultati angolo di ingresso del sisma: 0.00 [°] SLD

Modo	Periodo [sec]	R	Coefficiente di Partecipazione	% L <sub>i</sub>  / L <sub>1</sub>	Massa Modale	% M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>	% Σ M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>
162	0.01	0.085	-6.15799e+01		3.79208e+03	50.2	50.2
155	0.05	0.126	-3.28700e+01	53.4	1.08043e+03	14.3	64.5
161	0.01	0.090	-2.66097e+01	43.2	7.08077e+02	9.4	73.9
146	0.15	0.203	2.57379e+01	41.8	6.62439e+02	8.8	82.7



150	0.10	0.164	-1.86660e+01	30.3	3.48419e+02	4.6	87.3
160	0.01	0.093	1.70434e+01	27.7	2.90476e+02	3.8	91.2
157	0.04	0.111	5.13372e+00	8.3	2.63551e+01	0.3	91.5
159	0.02	0.101	-2.92020e+00	4.7	8.52759e+00	0.1	91.6
156	0.05	0.121	-1.16707e+00	1.9	1.36205e+00	0.0	91.6
158	0.03	0.106	-6.67326e-01	1.1	4.45324e-01	0.0	91.6
145	0.15	0.203	1.20835e-01	0.2	1.46011e-02	0.0	91.6
151	0.09	0.161	8.80013e-02	0.1	7.74424e-03	0.0	91.6
148	0.12	0.183	5.24397e-02	0.1	2.74992e-03	0.0	91.6
152	0.09	0.159	2.10866e-02	0.0	4.44645e-04	0.0	91.6
154	0.06	0.134	-4.61811e-03	0.0	2.13270e-05	0.0	91.6
153	0.08	0.150	-3.50726e-03	0.0	1.23009e-05	0.0	91.6
149	0.10	0.166	9.27196e-04	0.0	8.59693e-07	0.0	91.6
147	0.14	0.201	1.19707e-04	0.0	1.43297e-08	0.0	91.6

• Risultati angolo di ingresso del sisma: 0.00 [°] SLD

Modo	Periodo [sec]	R	Coefficiente di Partecipazione	% L <sub>i</sub>  / L <sub>1</sub>	Massa Modale	% M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>	% Σ M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>
180	0.01	0.085	-6.15799e+01		3.79208e+03	50.2	50.2
173	0.05	0.126	-3.28700e+01	53.4	1.08043e+03	14.3	64.5
179	0.01	0.090	-2.66097e+01	43.2	7.08077e+02	9.4	73.9
164	0.15	0.203	2.57379e+01	41.8	6.62439e+02	8.8	82.7
168	0.10	0.164	-1.86660e+01	30.3	3.48419e+02	4.6	87.3
178	0.01	0.093	1.70434e+01	27.7	2.90476e+02	3.8	91.2
175	0.04	0.111	5.13372e+00	8.3	2.63551e+01	0.3	91.5
177	0.02	0.101	-2.92020e+00	4.7	8.52759e+00	0.1	91.6
174	0.05	0.121	-1.16707e+00	1.9	1.36205e+00	0.0	91.6
176	0.03	0.106	-6.67326e-01	1.1	4.45324e-01	0.0	91.6
163	0.15	0.203	1.20835e-01	0.2	1.46011e-02	0.0	91.6
169	0.09	0.161	8.80013e-02	0.1	7.74424e-03	0.0	91.6
166	0.12	0.183	5.24397e-02	0.1	2.74992e-03	0.0	91.6
170	0.09	0.159	2.10866e-02	0.0	4.44645e-04	0.0	91.6
172	0.06	0.134	-4.61811e-03	0.0	2.13270e-05	0.0	91.6
171	0.08	0.150	-3.50726e-03	0.0	1.23009e-05	0.0	91.6
167	0.10	0.166	9.27196e-04	0.0	8.59693e-07	0.0	91.6
165	0.14	0.201	1.19707e-04	0.0	1.43297e-08	0.0	91.6

• Risultati angolo di ingresso del sisma: 90.00 [°] SLD

Modo	Periodo [sec]	R	Coefficiente di Partecipazione	% L <sub>i</sub>  / L <sub>1</sub>	Massa Modale	% M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>	% Σ M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>
198	0.01	0.086	-4.79067e+01		2.29505e+03	30.4	30.4
183	0.14	0.201	4.58300e+01	95.7	2.10039e+03	27.8	58.2
192	0.05	0.126	3.27650e+01	68.4	1.07354e+03	14.2	72.4
197	0.01	0.091	-2.80789e+01	58.6	7.88427e+02	10.4	82.9
193	0.03	0.109	1.64119e+01	34.3	2.69351e+02	3.6	86.5
196	0.02	0.098	-1.24611e+01	26.0	1.55280e+02	2.1	88.5
185	0.10	0.166	-8.35401e+00	17.4	6.97895e+01	0.9	89.4
195	0.03	0.104	8.13718e+00	17.0	6.62136e+01	0.9	90.3
194	0.03	0.107	-7.85642e+00	16.4	6.17234e+01	0.8	91.1
189	0.08	0.150	-6.90985e+00	14.4	4.77461e+01	0.6	91.8
191	0.05	0.126	-5.66559e+00	11.8	3.20989e+01	0.4	92.2
188	0.09	0.158	2.50826e+00	5.2	6.29136e+00	0.1	92.3
190	0.08	0.150	1.38385e+00	2.9	1.91505e+00	0.0	92.3
187	0.09	0.159	-3.46337e-01	0.7	1.19949e-01	0.0	92.3



184	0.12	0.183	3.88274e-03	0.0	1.50757e-05	0.0	92.3
186	0.10	0.162	-1.92366e-03	0.0	3.70045e-06	0.0	92.3
182	0.15	0.203	3.41413e-04	0.0	1.16563e-07	0.0	92.3
181	0.15	0.203	3.94067e-05	0.0	1.55288e-09	0.0	92.3

• Risultati angolo di ingresso del sisma: 90.00 [°] SLD

Modo	Periodo [sec]	R	Coefficiente di Partecipazione	$% L_i / L_1 $	Massa Modale	$% M_{mi}/M_{mtot}$	$% \Sigma M_{mi}/M_{mtot}$
216	0.01	0.086	-4.79067e+01		2.29505e+03	30.4	30.4
201	0.14	0.201	4.58300e+01	95.7	2.10039e+03	27.8	58.2
210	0.05	0.126	3.27650e+01	68.4	1.07354e+03	14.2	72.4
215	0.01	0.091	-2.80789e+01	58.6	7.88427e+02	10.4	82.9
211	0.03	0.109	1.64119e+01	34.3	2.69351e+02	3.6	86.5
214	0.02	0.098	-1.24611e+01	26.0	1.55280e+02	2.1	88.5
203	0.10	0.166	-8.35401e+00	17.4	6.97895e+01	0.9	89.4
213	0.03	0.104	8.13718e+00	17.0	6.62136e+01	0.9	90.3
212	0.03	0.107	-7.85642e+00	16.4	6.17234e+01	0.8	91.1
207	0.08	0.150	-6.90985e+00	14.4	4.77461e+01	0.6	91.8
209	0.05	0.126	-5.66559e+00	11.8	3.20989e+01	0.4	92.2
206	0.09	0.158	2.50826e+00	5.2	6.29136e+00	0.1	92.3
208	0.08	0.150	1.38385e+00	2.9	1.91505e+00	0.0	92.3
205	0.09	0.159	-3.46337e-01	0.7	1.19949e-01	0.0	92.3
202	0.12	0.183	3.88274e-03	0.0	1.50757e-05	0.0	92.3
204	0.10	0.162	-1.92366e-03	0.0	3.70045e-06	0.0	92.3
200	0.15	0.203	3.41413e-04	0.0	1.16563e-07	0.0	92.3
199	0.15	0.203	3.94067e-05	0.0	1.55288e-09	0.0	92.3

• Risultati angolo di ingresso del sisma: 180.00 [°] SLD

Modo	Periodo [sec]	R	Coefficiente di Partecipazione	$% L_i / L_1 $	Massa Modale	$% M_{mi}/M_{mtot}$	$% \Sigma M_{mi}/M_{mtot}$
234	0.01	0.085	-6.15801e+01		3.79211e+03	50.2	50.2
227	0.05	0.126	-3.28700e+01	53.4	1.08043e+03	14.3	64.5
233	0.01	0.090	-2.66097e+01	43.2	7.08074e+02	9.4	73.9
218	0.15	0.203	2.57379e+01	41.8	6.62439e+02	8.8	82.7
222	0.10	0.164	-1.86660e+01	30.3	3.48419e+02	4.6	87.3
232	0.01	0.093	1.70423e+01	27.7	2.90440e+02	3.8	91.2
229	0.04	0.111	-5.13372e+00	8.3	2.63550e+01	0.3	91.5
231	0.02	0.101	2.92011e+00	4.7	8.52705e+00	0.1	91.6
228	0.05	0.121	-1.16707e+00	1.9	1.36205e+00	0.0	91.6
230	0.03	0.106	-6.67048e-01	1.1	4.44953e-01	0.0	91.6
217	0.15	0.203	1.20835e-01	0.2	1.46011e-02	0.0	91.6
223	0.09	0.161	8.80013e-02	0.1	7.74424e-03	0.0	91.6
220	0.12	0.183	5.24397e-02	0.1	2.74992e-03	0.0	91.6
224	0.09	0.159	-2.10864e-02	0.0	4.44638e-04	0.0	91.6
226	0.06	0.134	-4.61789e-03	0.0	2.13249e-05	0.0	91.6
225	0.08	0.150	-3.50711e-03	0.0	1.22998e-05	0.0	91.6
221	0.10	0.166	9.23449e-04	0.0	8.52757e-07	0.0	91.6
219	0.14	0.201	1.40495e-04	0.0	1.97388e-08	0.0	91.6

• Risultati angolo di ingresso del sisma: 180.00 [°] SLD

Modo	Periodo [sec]	R	Coefficiente di Partecipazione	$% L_i / L_1 $	Massa Modale	$% M_{mi}/M_{mtot}$	$% \Sigma M_{mi}/M_{mtot}$
252	0.01	0.085	-6.15801e+01		3.79211e+03	50.2	50.2
245	0.05	0.126	-3.28700e+01	53.4	1.08043e+03	14.3	64.5



251	0.01	0.090	-2.66097e+01	43.2	7.08074e+02	9.4	73.9
236	0.15	0.203	2.57379e+01	41.8	6.62439e+02	8.8	82.7
240	0.10	0.164	-1.86660e+01	30.3	3.48419e+02	4.6	87.3
250	0.01	0.093	1.70423e+01	27.7	2.90440e+02	3.8	91.2
247	0.04	0.111	-5.13372e+00	8.3	2.63550e+01	0.3	91.5
249	0.02	0.101	2.92011e+00	4.7	8.52705e+00	0.1	91.6
246	0.05	0.121	-1.16707e+00	1.9	1.36205e+00	0.0	91.6
248	0.03	0.106	-6.67048e-01	1.1	4.44953e-01	0.0	91.6
235	0.15	0.203	1.20835e-01	0.2	1.46011e-02	0.0	91.6
241	0.09	0.161	8.80013e-02	0.1	7.74424e-03	0.0	91.6
238	0.12	0.183	5.24397e-02	0.1	2.74992e-03	0.0	91.6
242	0.09	0.159	-2.10864e-02	0.0	4.44638e-04	0.0	91.6
244	0.06	0.134	-4.61789e-03	0.0	2.13249e-05	0.0	91.6
243	0.08	0.150	-3.50711e-03	0.0	1.22998e-05	0.0	91.6
239	0.10	0.166	9.23449e-04	0.0	8.52757e-07	0.0	91.6
237	0.14	0.201	1.40495e-04	0.0	1.97388e-08	0.0	91.6

• Risultati angolo di ingresso del sisma: 270.00 [°] SLD

Modo	Periodo [sec]	R	Coefficiente di Partecipazione	% L <sub>i</sub>  / L <sub>1</sub>	Massa Modale	% M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>	% Σ M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>
270	0.01	0.086	-4.79067e+01		2.29505e+03	30.4	30.4
255	0.14	0.201	4.58300e+01	95.7	2.10039e+03	27.8	58.2
264	0.05	0.126	3.27650e+01	68.4	1.07354e+03	14.2	72.4
269	0.01	0.091	-2.80791e+01	58.6	7.88437e+02	10.4	82.9
265	0.03	0.109	1.64128e+01	34.3	2.69379e+02	3.6	86.5
268	0.02	0.098	1.24611e+01	26.0	1.55279e+02	2.1	88.5
257	0.10	0.166	-8.35401e+00	17.4	6.97895e+01	0.9	89.4
267	0.03	0.104	-8.13588e+00	17.0	6.61926e+01	0.9	90.3
266	0.03	0.107	7.85637e+00	16.4	6.17225e+01	0.8	91.1
261	0.08	0.150	6.90987e+00	14.4	4.77463e+01	0.6	91.8
263	0.05	0.126	5.66560e+00	11.8	3.20990e+01	0.4	92.2
260	0.09	0.158	2.50826e+00	5.2	6.29135e+00	0.1	92.3
262	0.08	0.150	1.38378e+00	2.9	1.91485e+00	0.0	92.3
259	0.09	0.159	3.46345e-01	0.7	1.19955e-01	0.0	92.3
256	0.12	0.183	3.88276e-03	0.0	1.50758e-05	0.0	92.3
258	0.10	0.162	-1.93954e-03	0.0	3.76182e-06	0.0	92.3
254	0.15	0.203	3.53088e-04	0.0	1.24671e-07	0.0	92.3
253	0.15	0.203	3.94615e-05	0.0	1.55721e-09	0.0	92.3

• Risultati angolo di ingresso del sisma: 270.00 [°] SLD

Modo	Periodo [sec]	R	Coefficiente di Partecipazione	% L <sub>i</sub>  / L <sub>1</sub>	Massa Modale	% M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>	% Σ M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>
288	0.01	0.086	-4.79067e+01		2.29505e+03	30.4	30.4
273	0.14	0.201	4.58300e+01	95.7	2.10039e+03	27.8	58.2
282	0.05	0.126	3.27650e+01	68.4	1.07354e+03	14.2	72.4
287	0.01	0.091	-2.80791e+01	58.6	7.88437e+02	10.4	82.9
283	0.03	0.109	1.64128e+01	34.3	2.69379e+02	3.6	86.5
286	0.02	0.098	1.24611e+01	26.0	1.55279e+02	2.1	88.5
275	0.10	0.166	-8.35401e+00	17.4	6.97895e+01	0.9	89.4
285	0.03	0.104	-8.13588e+00	17.0	6.61926e+01	0.9	90.3
284	0.03	0.107	7.85637e+00	16.4	6.17225e+01	0.8	91.1
279	0.08	0.150	6.90987e+00	14.4	4.77463e+01	0.6	91.8
281	0.05	0.126	5.66560e+00	11.8	3.20990e+01	0.4	92.2
278	0.09	0.158	2.50826e+00	5.2	6.29135e+00	0.1	92.3



280	0.08	0.150	1.38378e+00	2.9	1.91485e+00	0.0	92.3
277	0.09	0.159	3.46345e-01	0.7	1.19955e-01	0.0	92.3
274	0.12	0.183	3.88276e-03	0.0	1.50758e-05	0.0	92.3
276	0.10	0.162	-1.93954e-03	0.0	3.76182e-06	0.0	92.3
272	0.15	0.203	3.53088e-04	0.0	1.24671e-07	0.0	92.3
271	0.15	0.203	3.94615e-05	0.0	1.55721e-09	0.0	92.3

#### • Spettro in accordo con TU 2018

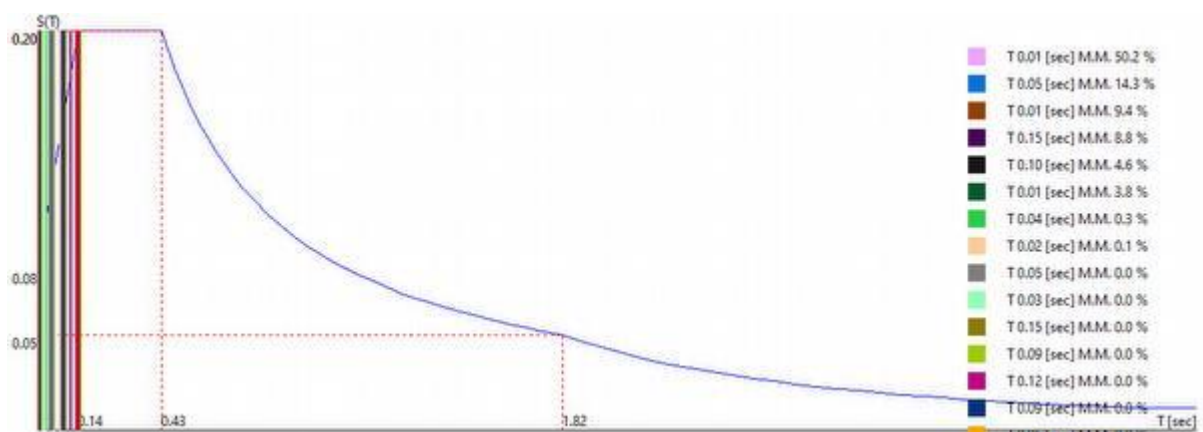
- Carpi MO Longitudine 10.8490 Latitudine 44.8012
- Tipo di Terreno C
- Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_T$ ) 1.0000
- Vita nominale della costruzione ( $V_N$ ) 50.0 anni
- Classe d'uso II coefficiente  $C_U$  1.0
- Classe di duttilità impostata Bassa
- Fattore di duttilità  $\alpha_u/\alpha_1$  per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza  $K_R$  1.00
- Fattore riduttivo per la presenza di setti  $K_W$  1.00

Stato Limite	C $q_0 = C \alpha_u/\alpha_1$	$q_H$	$q_v$
SLV	1.00	1.00	1.50
SLD	1.00	1.00	1.50
SLC	1.00	1.00	1.50
SLO	1.00	1.00	1.50

- Smorzamento Viscoso ( 0.05 = 5% ) 0.05

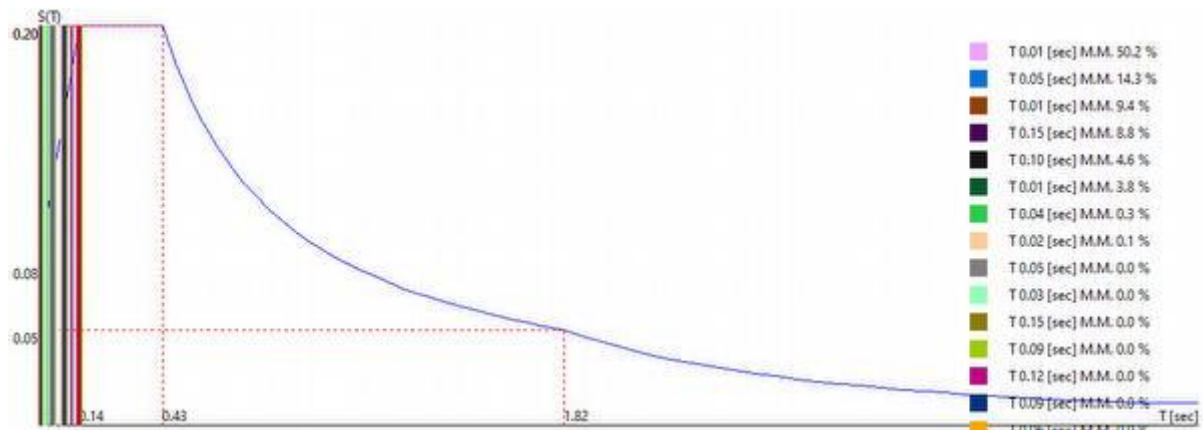
#### • TU 2018 SLD H

- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 63.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 50 (anni)
- $S_s$  1.500
- $T_B$  0.14 [sec]
- $T_C$  0.43 [sec]
- $T_D$  1.82 [sec]
- $a_g/g$  0.0539
- $F_o$  2.5093
- $T_C^*$  0.2639

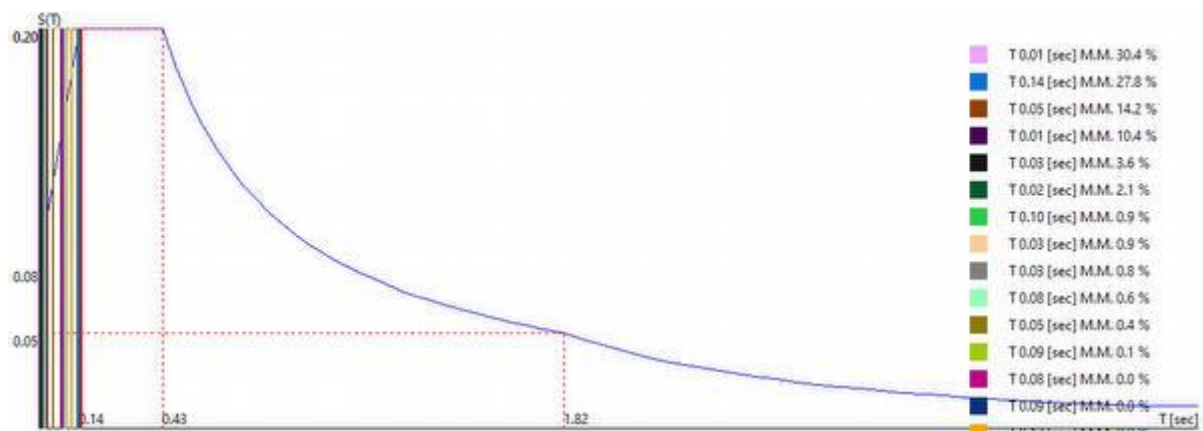


0.00 [°] SLD

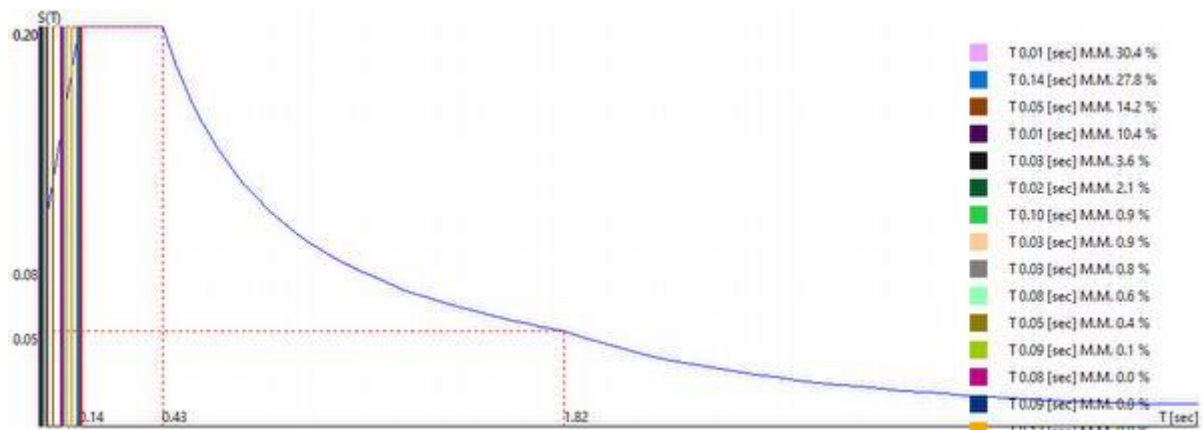




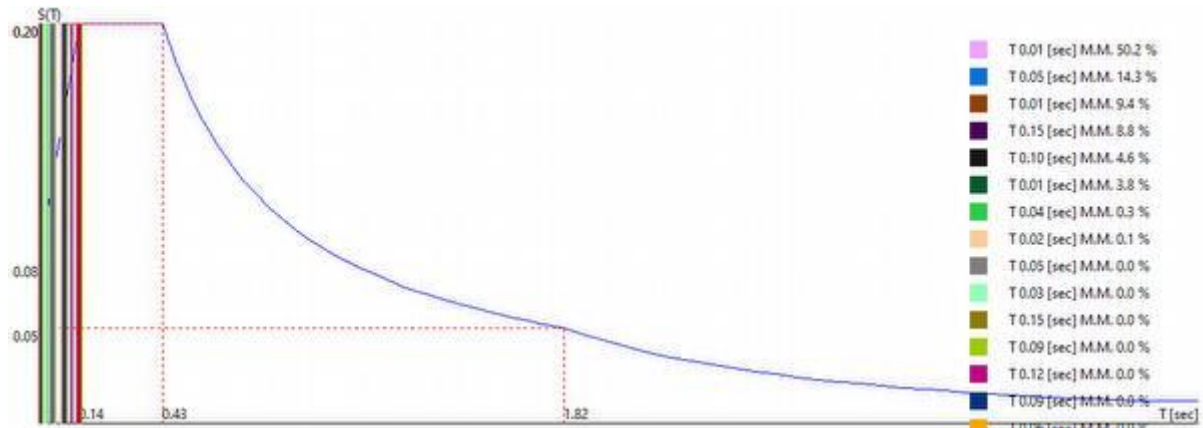
0.00 [°] SLD



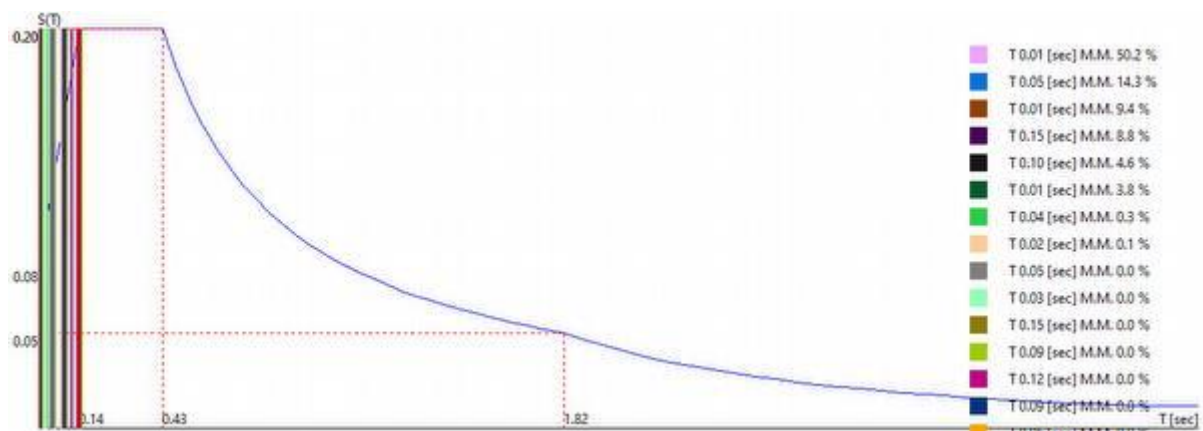
90.00 [°] SLD



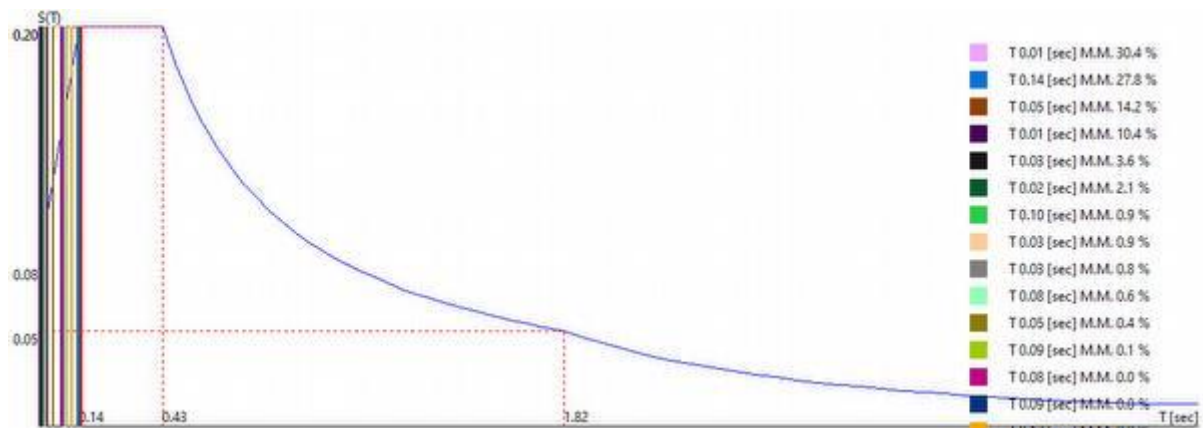
90.00 [°] SLD



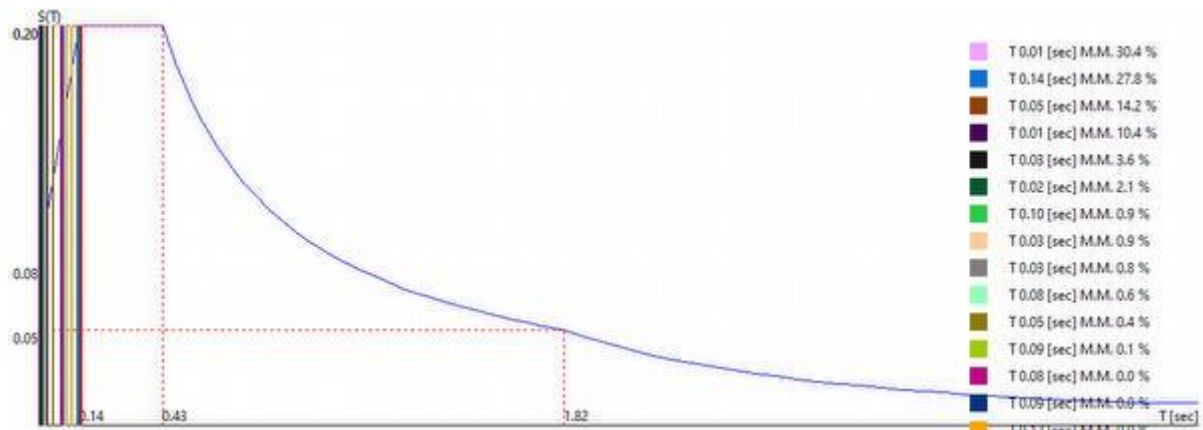
180.00 [°] SLD



180.00 [°] SLD



270.00 [°] SLD



270.00 [°] SLD

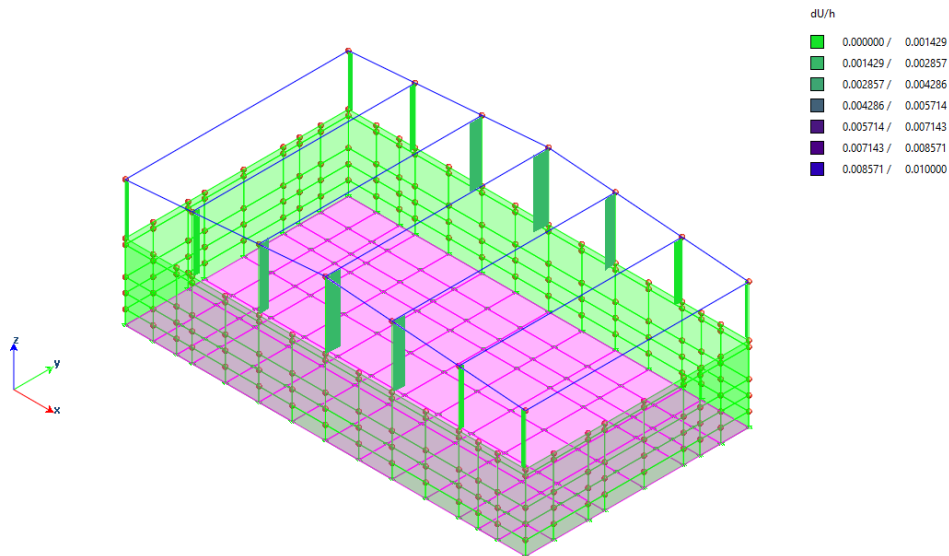
- Azioni torcenti addizionali

Momenti torcenti addizionali  $T_o = T \times 1.00$

Dir. sisma [°]	gruppo	Proprietà del gruppo							Azioni				
		Z <sub>Min</sub> [cm]	Z <sub>Max</sub> [cm]	Δ <sub>x</sub> [cm]	Δ <sub>y</sub> [cm]	x <sub>G</sub> [cm]	y <sub>G</sub> [cm]	z <sub>G</sub> [cm]	M [UTM]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	T <sub>z</sub> [kNm]
0.00 [°] SLD	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	0	-0	0	25
0.00 [°] SLD	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	-0	0	-0	-25
90.00 [°] SLD	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	0	-0	0	45
90.00 [°] SLD	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	-0	0	-0	-45
180.00 [°] SLD	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	0	-0	0	25
180.00 [°] SLD	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	-0	0	-0	-25
270.00 [°] SLD	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	0	-0	0	45
270.00 [°] SLD	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	-0	0	-0	-45



## Verifica di rigidezza



- Combinazioni agli Stati Limite di Danno

- Massimi spostamenti differenziali orizzontali

Controllo degli spostamenti di interpiano  $dU$  inferiore a  $0.01 H$

N.B. Nelle combinazioni SLD b è moltiplicato per  $q_{SLD}=1.00$

Comb.	$U_x$		$U_y$		$U_z$		$ U_{xyz} $	
	Nodi	$U_x$ [cm]	Nodi	$U_y$ [cm]	Nodi	$U_z$ [cm]	Nodi	$ U_{xyz} $ [cm]
54	315-357	0.13	319-388	0.24	348-387	-0.00	319-388	0.27
55	315-357	0.13	348-387	-0.24	319-388	-0.00	348-387	0.27
56	344-364	0.13	319-388	0.24	348-387	-0.00	319-388	0.27
57	344-364	0.13	348-387	-0.24	319-388	-0.00	348-387	0.27
58	315-357	0.04	319-388	0.50	348-387	-0.00	319-388	0.51
59	355-369	-0.04	319-388	0.50	348-387	-0.00	319-388	0.51
60	341-363	0.04	319-388	0.50	348-387	-0.00	319-388	0.51
61	323-361	-0.04	319-388	0.50	348-387	-0.00	319-388	0.51
62	352-368	-0.13	319-388	0.24	348-387	-0.00	319-388	0.27
63	352-368	-0.13	348-387	-0.24	319-388	-0.00	348-387	0.27
64	323-361	-0.13	319-388	0.24	348-387	-0.00	319-388	0.27
65	323-361	-0.13	348-387	-0.24	319-388	-0.00	348-387	0.27
66	312-356	0.04	348-387	-0.50	319-388	-0.00	348-387	0.50
67	352-368	-0.04	348-387	-0.50	319-388	-0.00	348-387	0.50
68	344-364	0.04	348-387	-0.50	319-388	-0.00	348-387	0.50
69	326-362	-0.04	348-387	-0.50	319-388	-0.00	348-387	0.50

- Spostamenti Massimi :

Combinazione di Carico 58 Fra i nodi 319 388  $|U_{xyz}|$  Spostamento 0.51 [cm]

**Non si sono rilevati spostamenti di interpiano superiori a  $0.010000 H$**



## Valutazione Effetti NON-Lineari Pd/Vh

- Direzione X**

$$V_x \Theta_x = P d_{cx} / h$$

Fattore di struttura 1.00

Fattore di importanza  $\gamma_i$  1.00

Modalità di calcolo: spostamenti d'interpiano per colonna

Sez.	Direzione 1-3							
	Pil.	Comb.	L [cm]	P [kN]	V [kN]	P d <sub>r</sub> /h [kN]	d <sub>r</sub> [cm]	$\Theta$
1	348-387	17	240	4	1	0	-0.35	0.0037

- Dettaglio risultati**

Sez.	Direzione 1-3							
	Pil.	Comb.	L [cm]	P [kN]	V [kN]	P d <sub>r</sub> /h [kN]	d <sub>r</sub> [cm]	$\Theta$
1	355-369	17	182	2	3	0	-0.33	0.0015
1	352-368	17	201	4	2	0	-0.34	0.0026
1	350-389	17	220	4	2	0	-0.34	0.0031
1	348-387	17	240	4	1	0	-0.35	0.0037
1	346-386	17	220	4	2	0	-0.35	0.0031
1	344-364	17	201	4	2	0	-0.35	0.0026
1	341-363	17	182	2	3	0	-0.35	0.0015
1	326-362	17	182	2	3	0	-0.35	0.0015
1	323-361	17	201	4	2	0	-0.35	0.0026
1	321-390	17	220	4	2	0	-0.36	0.0030
1	319-388	17	240	4	1	0	-0.36	0.0036
1	317-385	17	220	4	2	0	-0.36	0.0030
1	315-357	17	201	4	3	0	-0.36	0.0025
1	312-356	17	182	2	3	0	-0.36	0.0015



- Direzione Y**

$$V_y \Theta_y = P d_{ty} / h$$

Fattore di struttura 1.00

Fattore di importanza  $\gamma_i$  1.00

Modalità di calcolo: spostamenti d'interpiano per colonna

**Direzione 1-2**

Sez.	Pil.	Comb.	L [cm]	P [kN]	V [kN]	P d <sub>t</sub> /h [kN]	d <sub>t</sub> [cm]	Θ
1	350-389	21	220	4	1	0	0.22	0.0028

- Dettaglio risultati**

**Direzione 1-2**

Sez.	Pil.	Comb.	L [cm]	P [kN]	V [kN]	P d <sub>t</sub> /h [kN]	d <sub>t</sub> [cm]	Θ
1	355-369	21	182	3	3	0	0.07	0.0003
1	352-368	21	201	4	2	0	0.13	0.0012
1	350-389	21	220	4	1	0	0.22	0.0028
1	348-387	21	240	4	3	0	0.35	0.0020
1	346-386	21	220	4	1	0	0.21	0.0027
1	344-364	21	201	4	2	0	0.11	0.0013
1	341-363	21	182	3	3	0	0.06	0.0003
1	326-362	21	182	2	1	0	0.08	0.0012
1	323-361	21	201	3	3	0	0.34	0.0018
1	321-390	21	220	3	7	0	0.61	0.0013
1	319-388	21	240	3	8	0	0.80	0.0013
1	317-385	21	220	3	7	0	0.60	0.0013
1	315-357	21	201	3	3	0	0.34	0.0017
1	312-356	21	182	2	1	0	0.07	0.0009

In entrambi le direzioni gli effetti del secondo ordine sono trascurabili essendo il fattore  $\Theta$  inferiore a 0.10



## Azioni alla base della tettoia

### Sommatoria squilibri nodi combinazioni attive

Nodi: 355 352 350 348 346 344 341 326 323 321 319 317 315 312

- Squilibri**

Combinazione	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	-9	0	181	-0	-17	0
2	-0	-3	181	-7	-0	0
3	9	-0	181	-0	17	-0
4	-0	3	181	6	-0	-0
5	-5	0	181	-11	-10	0
6	-0	-2	181	-8	-0	0
7	5	0	181	11	10	-0
8	-0	2	181	8	0	-0
9	-5	-0	285	-0	-10	-0
10	-0	-2	285	-8	-0	0
11	5	-0	285	-0	10	0
12	-0	2	285	8	-0	-0
13	-9	0	51	-0	-17	0
14	-0	-3	51	-7	-0	0
15	9	0	51	-0	17	-0
16	-0	3	51	6	-0	-0
17	-33	-12	56	14	-66	-0
18	-33	12	56	-14	-66	-0
19	-33	-12	56	14	-66	0
20	-33	12	56	-14	-66	0
21	-10	-42	56	47	-20	-0
22	10	-42	56	47	20	-0
23	-10	-42	56	47	-20	0
24	10	-42	56	47	20	0
25	33	-12	56	14	66	-0
26	33	12	56	-14	66	-0
27	33	-12	56	14	66	0
28	33	12	56	-14	66	0
29	-10	42	56	-47	-20	-0
30	10	42	56	-47	20	-0
31	-10	42	56	-47	-20	0
32	10	42	56	-47	20	0
33	-6	0	125	-0	-12	0
34	-0	-2	125	-4	-0	0
35	6	-0	125	-0	12	-0
36	-0	2	125	4	-0	-0
37	-3	-0	125	-0	-7	-0
38	-0	-1	125	-6	-0	0
39	3	0	125	-7	7	-0
40	-0	1	125	6	0	-0
41	-3	-0	194	-7	-7	0
42	-0	-1	194	2	-0	0
43	3	-0	194	7	7	-0
44	-0	1	194	-2	0	-0
45	-1	0	56	-0	-2	0

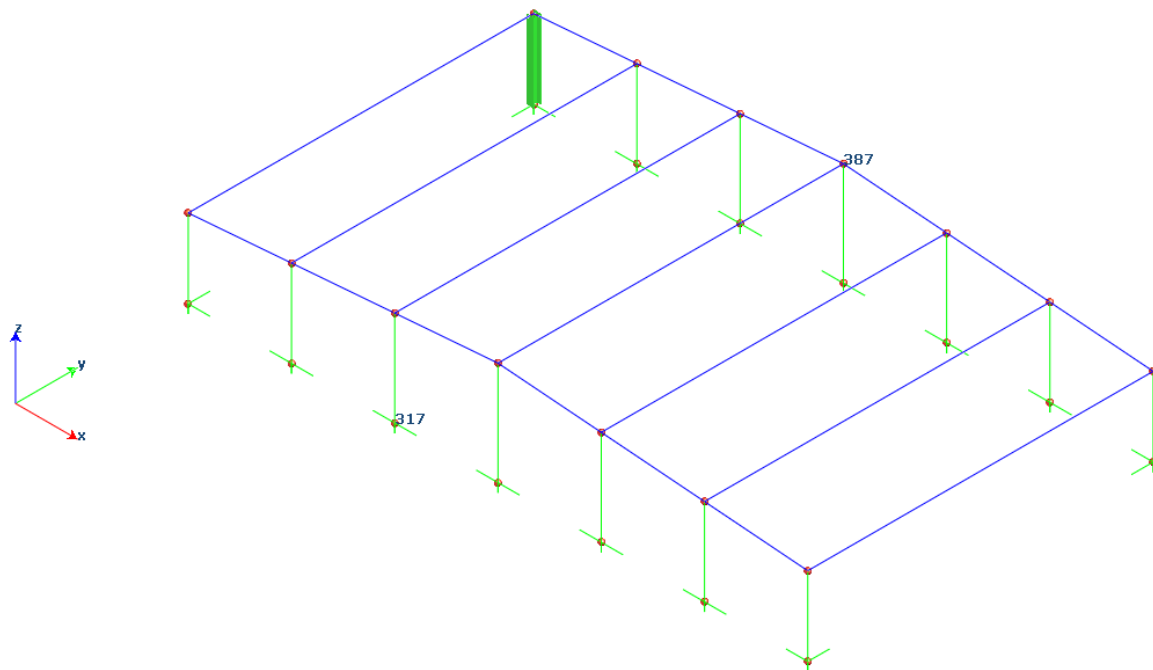




Combinazione	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
46	-0	-0	56	-6	-0	0
47	1	0	56	-0	2	-0
48	-0	0	56	6	-0	-0
49	-0	-0	56	-0	-0	-0
50	-0	-0	84	-0	-0	-0
51	-0	-0	56	-7	-0	0
52	-0	0	56	7	0	-0
53	-0	-0	56	-0	-0	-0
54	-12	-4	56	4	-23	-0
55	-12	4	56	-4	-23	-0
56	-12	-4	56	4	-23	0
57	-12	4	56	-4	-23	0
58	-3	-15	56	12	-7	-0
59	3	-15	56	12	7	-0
60	-3	-15	56	12	-7	0
61	3	-15	56	12	7	0
62	12	-4	56	4	23	-0
63	12	4	56	-4	23	-0
64	12	-4	56	4	23	0
65	12	4	56	-4	23	0
66	-3	15	56	-12	-7	-0
67	3	15	56	-12	7	-0
68	-3	15	56	-12	-7	0
69	3	15	56	-12	7	0



## Pilastro d'angolo



- Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

Comb.	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	-1	-7	9	3	-2	-0
2	-0	-6	9	3	-0	0
3	1	-7	9	3	1	0
4	-0	-6	9	2	-0	0
5	-1	-6	9	3	-1	0
6	-0	-6	9	3	-0	0
7	0	-6	9	3	1	0
8	-0	-6	9	3	-0	-0
9	-1	-10	13	4	-1	-0
10	-0	-10	13	5	-0	0
11	0	-10	13	4	1	0
12	-0	-10	13	4	-0	-0
13	-1	-2	3	1	-2	-0
14	-0	-2	3	1	-0	0
15	1	-2	3	1	1	0
16	0	-2	3	0	0	-0



- *Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita*

Comb.	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
17	-3	-2	3	1	-6	0
18	-3	-2	3	1	-6	0
19	-3	-2	3	1	-6	0
20	-3	-2	3	1	-6	0
21	-1	-3	4	2	-2	0
22	1	-3	4	2	2	0
23	-1	-3	4	2	-2	0
24	1	-3	4	2	1	0
25	3	-2	4	1	6	-0
26	3	-2	3	0	6	-0
27	3	-2	4	1	5	-0
28	3	-2	3	0	5	-0
29	-1	-1	2	-1	-2	-0
30	1	-1	3	-1	2	-0
31	-1	-1	3	-0	-2	-0
32	1	-1	3	-0	2	-0

- *Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio*

Comb.	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
33	-1	-5	6	2	-1	-0
34	-0	-4	6	2	-0	0
35	0	-4	6	2	1	0
36	-0	-4	6	2	-0	0
37	-0	-4	6	2	-1	-0
38	-0	-4	6	2	-0	0
39	0	-4	6	2	0	0
40	-0	-4	6	2	-0	-0
41	-0	-7	9	3	-1	-0
42	-0	-7	9	3	-0	0
43	0	-7	9	3	0	0
44	-0	-7	9	3	-0	0

- *Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio*

Comb.	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
45	-0	-2	3	1	-0	-0
46	-0	-2	3	1	-0	0
47	-0	-2	3	1	-0	-0
48	-0	-2	3	1	-0	-0
49	-0	-2	3	1	-0	-0
50	-0	-3	4	1	-0	0
51	-0	-2	3	1	-0	0
52	-0	-2	3	1	-0	-0



- *Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio*

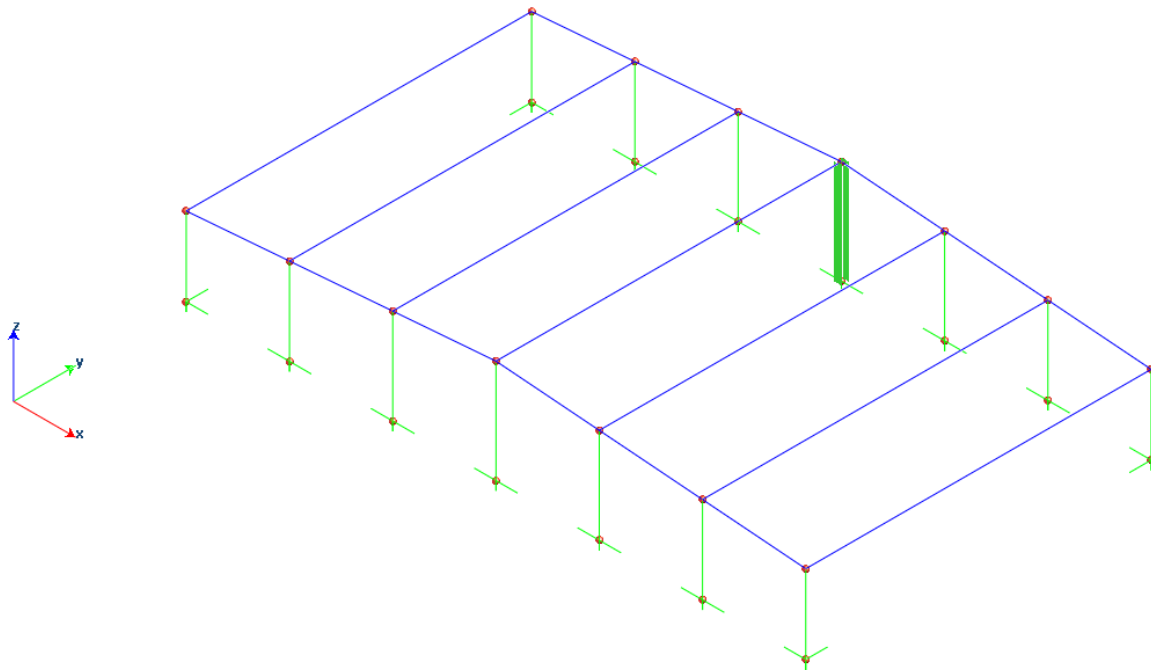
Comb.	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
53	-0	-2	3	1	-0	0

- *Combinazioni agli Stati Limite di Danno*

Comb.	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
54	-1	-2	3	1	-2	0
55	-1	-2	3	1	-2	0
56	-1	-2	3	1	-2	0
57	-1	-2	3	1	-2	0
58	-0	-2	3	1	-1	0
59	0	-2	3	1	1	0
60	-0	-2	3	1	-1	0
61	0	-2	3	1	0	0
62	1	-2	3	1	2	-0
63	1	-2	3	1	2	-0
64	1	-2	3	1	2	-0
65	1	-2	3	1	2	-0
66	-0	-2	3	0	-1	-0
67	0	-2	3	0	1	-0
68	-0	-2	3	0	-1	-0
69	0	-2	3	0	0	-0



## Pilastro Centrale



- *Combinazioni agli Stati Limite Ultimi*

Comb.	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	-0	-3	15	-5	-1	-0
2	0	0	15	-14	0	0
3	0	-3	15	-5	1	0
4	0	1	14	-12	0	0
5	-0	0	15	-14	-1	-0
6	-0	0	15	-14	-0	0
7	0	0	14	-12	1	0
8	0	1	14	-12	0	-0
9	-0	1	23	-21	-1	-0
10	0	-3	24	-14	0	0
11	0	1	23	-21	1	0
12	0	-3	23	-12	0	0
13	-0	1	4	-4	-1	-0
14	0	4	4	-13	0	0
15	0	1	4	-4	1	0
16	0	5	4	-11	0	-0



- *Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita*

Comb.	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
17	-1	-1	5	-3	-3	0
18	-1	3	4	-7	-3	0
19	-1	-1	5	-3	-4	0
20	-1	3	4	-7	-4	0
21	-0	-3	7	-2	-1	0
22	0	-3	7	-2	1	-0
23	-0	-3	7	-2	-1	0
24	0	-3	7	-2	1	-0
25	1	-1	5	-3	4	-0
26	1	3	4	-7	4	-0
27	1	-1	5	-3	3	-0
28	1	3	4	-7	3	-0
29	-0	8	2	-16	-1	0
30	0	8	2	-16	1	-0
31	-0	8	2	-16	-1	0
32	0	8	2	-16	1	-0

- *Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio*

Comb.	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
33	-0	-2	10	-4	-1	-0
34	0	0	10	-10	0	0
35	0	-2	10	-4	1	0
36	0	1	10	-9	0	0
37	-0	3	10	-14	-0	-0
38	-0	0	10	-10	-0	0
39	0	0	10	-10	0	0
40	0	1	10	-8	0	-0
41	-0	-2	16	-10	-0	-0
42	-0	0	16	-14	-0	0
43	0	-2	16	-8	0	0
44	0	1	16	-15	0	-0

- *Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio*

Comb.	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
45	-0	0	4	-4	-0	-0
46	0	3	5	-9	0	0
47	0	0	4	-4	0	0
48	0	3	4	-8	0	-0
49	0	5	4	-13	0	-0
50	0	4	7	-13	0	-0
51	-0	3	5	-9	-0	0
52	0	3	4	-8	0	-0



- *Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio*

Comb.	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
53	0	5	4	-12	0	-0

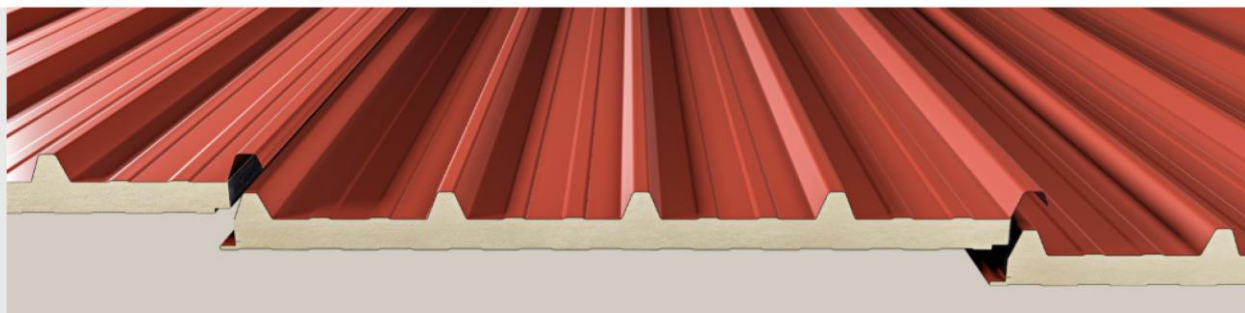
- *Combinazioni agli Stati Limite di Danno*

Comb.	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
54	-1	1	5	-5	-1	0
55	-1	2	4	-6	-1	0
56	-1	1	5	-5	-1	0
57	-1	2	4	-6	-1	0
58	-0	1	5	-7	-0	0
59	0	1	5	-7	0	-0
60	-0	1	5	-7	-0	0
61	0	1	5	-7	0	-0
62	1	1	5	-5	1	-0
63	1	2	4	-6	1	-0
64	1	1	5	-5	1	-0
65	1	2	4	-6	1	-0
66	-0	5	4	-10	-0	0
67	0	5	4	-10	0	-0
68	-0	5	4	-10	-0	0
69	0	5	4	-10	0	-0





## Verifica Pannello sandwich



### Trasmittanza

U trasmittanza	30	40	50	60	80	100	120	150	160	180	200
W/m² K	0,71	0,55	0,44	0,37	0,28	0,22	0,19	0,15	0,14	0,12	0,11
Kcal/m² h °C	0,61	0,47	0,38	0,32	0,24	0,19	0,16	0,13	0,12	0,11	0,10

Distanza appoggi (m)

2.5

Spessore pannello (mm)

50

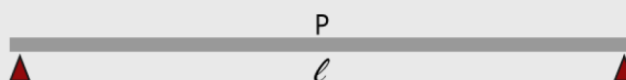
Paramento esterno (mm)

Acciaio S250 0.4

Paramento interno (mm)

Acciaio S250 0.4

### CAMPATA SINGOLA



Lamiera Est.	Acciaio S250 0.4										
Lamiera Int.	Acciaio S250 0.4										
		Interasse Appoggi									
Spessore	Peso (kg)	1.5m	2m	2.5m	3m	3.5m	4m	4.5m	5m	5.5m	6m
50	8.21			160							

La sua portata massima di 160 kg/mq è idonea, avendo considerato, a vantaggio di sicurezza, un dimensionamento a campata unica.



## Verifica Travi metalliche

- Distribuzione degli elementi (n. di elementi in ogni campo)

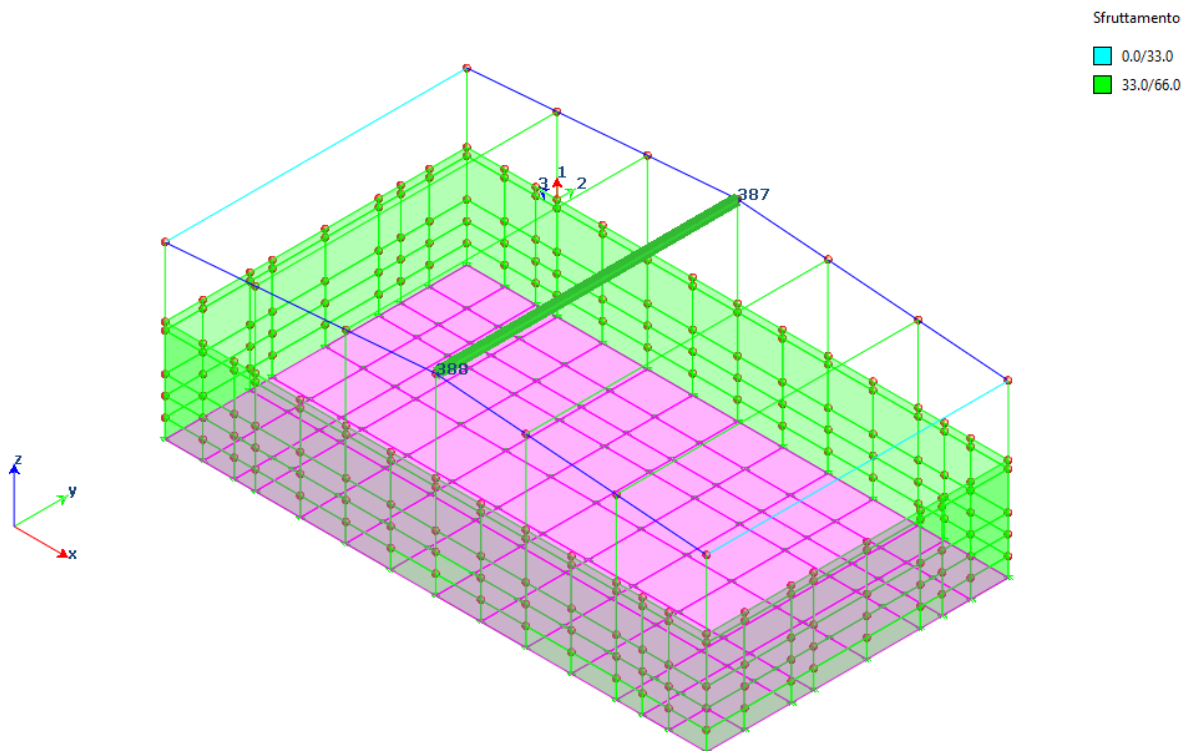
- Elementi Trave

Sezione Numero	Sezione tipo	$S_d/S_r \leq 33\%$	$S_d/S_r \leq 66\%$	$S_d/S_r \leq 80\%$	$S_d/S_r \leq 90\%$	$S_d/S_r \leq 100\%$	$S_d/S_r \leq 1498\%$
1	HEA 180/traverso	28.57 (2)	71.43 (5)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)

- Elementi maggiormente sollecitati

- Elementi Trave

Sezione	Min Elemento nodi	Min $S_D/S_R$	Max Elemento nodi	Max $S_D/S_R$
1 HEA 180/traverso	356 363	0.20	388 387	0.35





Asta(e) nodi: 388....387 Luce: 800 [cm]

Profilo Tipo: HEA 180 traverso

Sezione 1 HEA 180

Materiale: 3 ACCIAIO S 235

**Caratteristiche Inerziali**

Area	45.3319 [cm²]	Lunghezza del collegamento	0 [m]
Area Netta	45.3319 [cm²]		
Jx	2514.31 [cm⁴]	Wx	294.071 [cm³]
ix	7.44744 [cm]	Zx	325.42 [cm³]
Jy	924.68 [cm⁴]	Wy	102.742 [cm³]
iy	4.51641 [cm]	Zy	156.563 [cm³]
Jp	14.7982 [cm⁴]	Cw	60210.9 [cm⁶]

**Rapporti Massimi Azione Sollecitante / Azione Resistente riscontrati**

Combinazioni di Carico: All

Classe della Sezione

Verifica di Resistenza	0.35	
Instabilità per Sforzo Normale	0.02	
Instabilità per Presso-Flessione	0.69	
Instabilità Flesso-Torsionale	0.72	

HEA 180 Materiale: 3 ACCIAIO S 235

Area	45.3319 [cm²]	Area Netta	45.3319 [cm²]
Wx	294.071 [cm³]	Zx	325.42 [cm³]
Wy	102.742 [cm³]	Zy	156.563 [cm³]

**Classificazione della Sezione Trasversale**

Compressione: **Caratteristiche Efficaci**

Flessione Piano 1/2: **Instabilità Anima**

Flessione Piano 1/3:

**Azioni da Considerare in Fase di Verifica delle Aste che utilizzano il Profilo**

☒ Sforzo Normale

☐ Taglio nel Piano 1/2 (Ty) ☒ Momento Flettente M 1/2 (Mx)

☐ Taglio nel Piano 1/3 (Tx) ☒ Momento Flettente M 1/3 (My)

**Azioni di Verifica e Ratio Massimi (Sd / Sr)**

Considera Interazione Sforzo Normale / Momento Flettente

MnxRd =	1.00	Mplx	Alpha	2.00
MnyRd =	1.00	Mply	Betha	1.00

Sforzo Normale	-1 [kN]	0.00
Momento Flet. Mx (1/2)	-24 [kNm]	0.35
Momento Flet. My (1/3)	1 [kNm]	0.03
Taglio nel Piano 1/2 (Ty)	0.0 [kN]	0.00
Taglio nel Piano 1/3 (Tx)	0.0 [kN]	0.00

Max Combinazione: 9 Sezione Verificata in Classe: 0.35

HEA 180 Materiale: 3 ACCIAIO S 235

**Dati di progetto:**

Piano 12:  $\beta$  1 Curva: Curva 'b'

Piano 13:  $\beta$  1 Curva: Curva 'c'

**Dati di verifica:**

Piano	$\lambda$	$\chi$	$\mu$	$C_m$
1-2	1.14	0.51	1.00	1.00
1-3	1.89	0.22	0.99	0.83
LT	1.27	0.49		1.00

$k_{yy}$	1.00	$k_{yz}$	0.56
$k_{zy}$	0.52	$k_{zz}$	0.83

**Classificazione della Sezione Trasversale**

Classe di Verifica **Caratteristiche Efficaci**

**Azioni di Verifica e Rapporti Sd/Sr Massimi Ricontrati**

☒ Esegui la Verifica di Instabilità per Presso-Flessione

☒ Sforzo Normale 3 [kN] 0.01

☒ Momento M 1/2 (Mx) 23 [kNm] 0.68

☒ Momento M 1/3 (My) 0 [kNm] 0.00

Combinazione di Carico Critica: 10 0.69



HEA 180 Materiale: 3 ACCIAIO S 235

Distanza fra i ritegni Flesso-Torsionali (Lunghezza libera di Svergolare) 800 [cm]

Classificazione della Sezione Trasversale

Jy 924.68 [cm<sup>4</sup>] W 294.071 [cm]  
Jt 14.7982 [cm<sup>4</sup>] Cw 60210.9 [cm<sup>6</sup>]

Classe di Verifica Caratteristiche Efficaci

Azioni di Verifica:

☒ Includi Momento Mx ☒ Esegui la Verifica di Instabilità Flesso-Torsionale

Azioni e Parametri di Verifica:

k 1

☒ Metodo Generale

☒ Carichi con direzione dal Punto di Applicazione al Centro di Taglio (zg > 0)

☐ Assegna i valori di zg e zj

zg 8.55 [cm] zj 0.00 [cm]

☐ Utilizza i valori di C1 - C2 - C3 forniti in Input:

C1 1.285 C2 1.562 C3 0.753

kw (Fattore di Ingobbamento delle Sezioni Terminali [kw=1]) 1

Snellezza 177.13 Lambda LT 1.27 X LT 0.49

☐ Instabilità Ala Compressa (solo doppio T escluso N)

Lambda.f 1.00 kc 1.00 X.fl 1.00

Comb. 9 M -24 [kNm] Msd/Mrd 0.72

## Verifica di deformabilità

**Tab. 4.2.XII - Limiti di deformabilità per gli elementi di impalcato delle costruzioni ordinarie**

Elementi strutturali	Limiti superiori per gli spostamenti verticali	
	$\frac{\delta_{max}}{L}$	$\frac{\delta_2}{L}$
Coperture in generale	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{250}$

**Frecce massime dalla combinazione 33 P.S. [G1] + P.N.S.[G2] + Vento[+X] + 0.7 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G] + Var.[Cat.E] + 0.5 Neve + Carr.[+] + Carr.[Long+] alla combinazione 53 P.S. [G1] + P.N.S.[G2] + 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F] + 0.8 Var. [Cat.E]**

- **Frecce massime relative Trave**

Sezione	Piano 1-2					Piano 1-3				
	Asta	Combinazione	L [cm]	Freccia [cm]	L/f	Asta	Combinazione	L [cm]	Freccia [cm]	L/f
1 HEA 180 traverso	388 387	42	800	-1.74	459	357 364	33	800	0.33	2445



- Rapporti  $f/L$  massimi frecce relative Trave

Sezione	Piano 1-2					Piano 1-3				
	Asta	Combinazione	L [cm]	Freccia [cm]	L/f	Asta	Combinazione	L [cm]	Freccia [cm]	L/f
1 HEA 180 traverso	388 387	42	800	-1.74	459	357 364	33	800	0.33	2445

Frecce massime dalla combinazione 33 P.S. [G1] + P.N.S.[G2] + Vento[+X] + 0.7 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G] + Var.[Cat.E] + 0.5 Neve + Carr.[+] + Carr.[Long+] alla combinazione 53 P.S. [G1] + P.N.S.[G2] + 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F] + 0.8 Var. [Cat.E]

- Frecce massime relative Trave

N.B. Le frecce sono valutate con riferimento alla combinazione di carico 53

Sezione	Piano 1-2					Piano 1-3				
	Asta	Combinazione	L [cm]	Freccia [cm]	L/f	Asta	Combinazione	L [cm]	Freccia [cm]	L/f
1 HEA 180 traverso	388 387	42	800	-1.11	721	361 368	33	800	0.33	2447

- Rapporti  $f/L$  massimi frecce relative Trave

N.B. Le frecce sono valutate con riferimento alla combinazione di carico 53

Sezione	Piano 1-2					Piano 1-3				
	Asta	Combinazione	L [cm]	Freccia [cm]	L/f	Asta	Combinazione	L [cm]	Freccia [cm]	L/f
1 HEA 180 traverso	388 387	42	800	-1.11	721	361 368	33	800	0.33	2447

## Verifica Pilastri metallici

- Distribuzione degli elementi (n. di elementi in ogni campo)

- Elementi Pilastro

Sezione Numero	Sezione tipo	$S_d/S_r \leq 33\%$	$S_d/S_r \leq 66\%$	$S_d/S_r \leq 80\%$	$S_d/S_r \leq 90\%$	$S_d/S_r \leq 100\%$	$S_d/S_r \leq 1498\%$
1	HEA 180/Pilastro	57.14 (8)	42.86 (6)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)

- Elementi maggiormente sollecitati

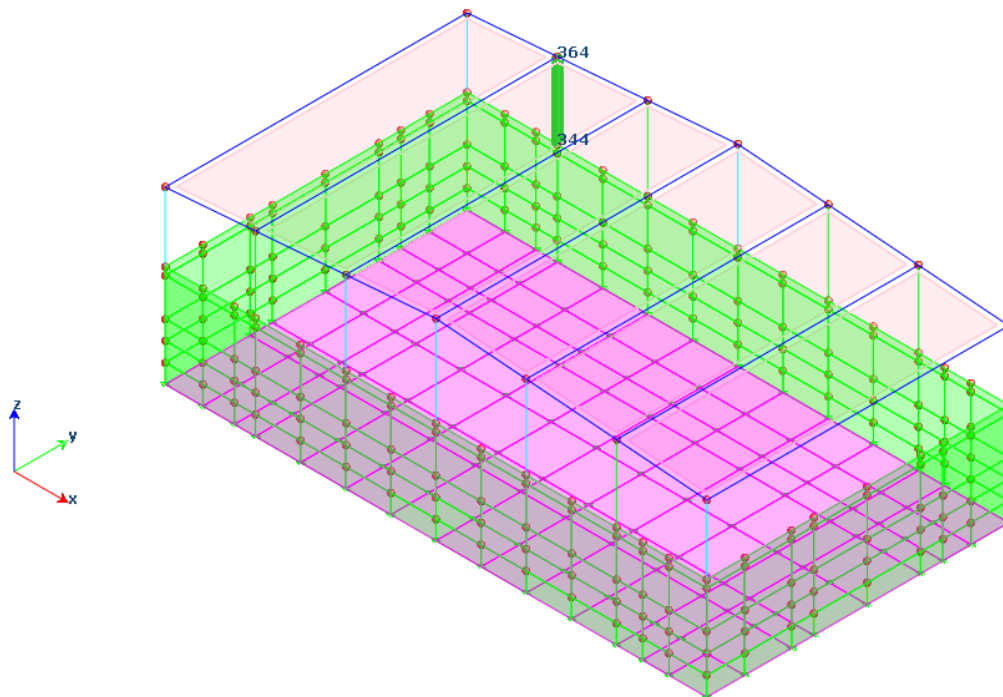
- Elementi Pilastro

Sezione	Min Elemento nodi	Min $S_d/S_r$	Max Elemento nodi	Max $S_d/S_r$
1 HEA 180/Pilastro	312 356	0.20	344 364	0.35



Sfruttamento

0.0/33.0  
33.0/66.0



HEA 180 Materiale: 3 ACCIAIO S 235

Area	45.3319 [cm <sup>2</sup> ]	Area Netta	45.3319 [cm <sup>2</sup> ]
W <sub>x</sub>	294.071 [cm <sup>3</sup> ]	Z <sub>x</sub>	325.42 [cm <sup>3</sup> ]
W <sub>y</sub>	102.742 [cm <sup>3</sup> ]	Z <sub>y</sub>	156.563 [cm <sup>3</sup> ]

Classificazione della Sezione Trasversale

Compressione: Caratteristiche Efficaci

Flessione Piano 1/2: Instabilità Anima

Flessione Piano 1/3:

Azioni da Considerare in Fase di Verifica delle Aste che utilizzano il Profilo

☒ Sforzo Normale

☒ Taglio nel Piano 1/2 (T<sub>y</sub>) ☒ Momento Flettente M 1/2 (M<sub>x</sub>)

☐ Taglio nel Piano 1/3 (T<sub>x</sub>) ☒ Momento Flettente M 1/3 (M<sub>y</sub>)

Azioni di Verifica e Ratio Massimi (Sd / Sr)

Considera Interazione Sforzo Normale / Momento Flettente

M <sub>nx</sub> Rd =	1.00	M <sub>px</sub>	Alpha	2.00
M <sub>ny</sub> Rd =	1.00	M <sub>py</sub>	Betha	1.00

Sforzo Normale	23 [kN]	0.02
Momento Flet. M <sub>x</sub> (1/2)	24 [kNm]	0.35
Momento Flet. M <sub>y</sub> (1/3)	0.0 [kNm]	0.00
Taglio nel Piano 1/2 (T <sub>y</sub> )	-10 [kN]	0.05
Taglio nel Piano 1/3 (T <sub>x</sub> )	0 [kN]	0.00

Max Combinazione 10 Sezione Verificata in Classe 0.35

HEA 180 Materiale: 3 ACCIAIO S 235

Dati di progetto:

Piano 12:  $\beta = 0.8$  Curva Curva 'b'

Piano 13:  $\beta = 0.8$  Curva Curva 'c'

Dati di verifica:

Piano	$\lambda$	$\chi$	$\mu$	$C_m$
1-2	0.23	0.99	1.00	0.97
1-3	0.38	0.91	1.00	0.79
LT	0.32	1.00		1.00

$k_{yy}$	0.96	$k_{yz}$	0.42
$k_{zy}$	0.50	$k_{zz}$	0.80

Classificazione della Sezione Trasversale

Classe di Verifica Caratteristiche Efficaci

Azioni di Verifica e Rapporti Sd/Sr Massimi Ricontrati

☒ Esegui la Verifica di Instabilità per PressoFlessione

☒ Sforzo Normale 23 [kN] 0.02

☒ Momento M 1/2 (M<sub>x</sub>) 24 [kNm] 0.34

☒ Momento M 1/3 (M<sub>y</sub>) 0 [kNm] 0.00

Combinazione di Carico Critica: 10 0.36



HEA 180	Materiale:	3 ACCIAIO S 235	
Distanza fra i ritegni Flesso-Torsionali (Lunghezza libera di Svergolare)			201.2
Classificazione della Sezione Trasversale			
Jy	924.68 [cm <sup>4</sup> ]	W	294.071 [cm <sup>3</sup> ]
Jt	14.7982 [cm <sup>4</sup> ]	Cw	60210.9 [cm <sup>6</sup> ]
Classe di Verifica		Caratteristiche Efficaci	
Azioni di Verifica:			
<input checked="" type="checkbox"/> Includi Momento Mx <input checked="" type="checkbox"/> Esegui la Verifica di Instabilità Flesso-Torsionale			
Azioni e Parametri di Verifica:			
$\beta=1$ $k$ 1			
<input checked="" type="radio"/> Metodo Generale			
<input checked="" type="checkbox"/> Carichi con direzione dal Punto di Applicazione al Centro di Taglio ( $z_g > 0$ )			
<input type="checkbox"/> Assegna i valori di $z_g$ e $z_j$			
$z_g$ 8.55 [cm]		$z_j$ 0.00 [cm]	
<input type="checkbox"/> Utilizza i valori di C1 - C2 - C3 forniti in Input:			
C1	1.61141	C2	0
C3	0.972453		
kw (Fattore di Ingobbamento delle Sezioni Terminali [kw=1]) 1			
Snellezza	44.55	Lambda LT	0.32
X LT	1.0		
<input type="radio"/> Instabilità Ala Compressa (solo doppio T escluso N)			
Lambda.f	1.00	kc	1.00
X.fl	1.0		
Comb.	10	M	24 [kNm]
Msd/Mrd	0.35		

Asta(e) nodi:	344....364	Luce	201 [cm]
Profilo Tipo:	HEA 180	Pilastro	
Sezione 1		HEA 180	
Materiale: 3 ACCIAIO FE 360			
Caratteristiche Inerziali			
Area	45.3319 [cm <sup>2</sup> ]	Lunghezza del collegamento	0 [mm]
Area Netta	45.3319 [cm <sup>2</sup> ]	Jx	2514.31 [cm <sup>4</sup> ]
Jx	2514.31 [cm <sup>4</sup> ]	Wx	294.071 [cm <sup>3</sup> ]
ix	7.44744 [cm]	Zx	325.42 [cm <sup>2</sup> ]
Jy	924.68 [cm <sup>4</sup> ]	Wy	102.742 [cm <sup>3</sup> ]
iy	4.51641 [cm]	Zy	156.563 [cm <sup>2</sup> ]
Jp	14.7982 [cm <sup>4</sup> ]	Cw	60210.9 [cm <sup>6</sup> ]
Rapporti Massimi Azione Sollecitante / Azione Resistente riscontrati			
Combinazioni di Carico		All	Classe della Sezione
Verifica di Resistenza	0.35		
Instabilità per Sforzo Normale	0.03		
Instabilità per Presso-Flessione	0.36		
Instabilità Flesso-Torsionale	0.35		



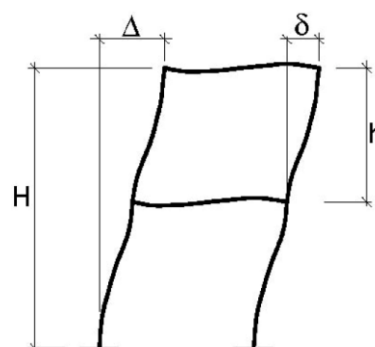


## Verifica di deformabilità

**Tab. 4.2.XIII** - Limiti di deformabilità per costruzioni ordinarie soggette ad azioni orizzontali

Tipologia dell'edificio	Limiti superiori per gli spostamenti orizzontali	
	$\frac{\delta}{h}$	$\frac{\Delta}{H}$
Edifici industriali monopiano senza carro-ponte	$\frac{1}{150}$	/
Altri edifici monopiano	$\frac{1}{300}$	/
Edifici multipiano	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{500}$

In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.



**Fig. 4.2.4** - Definizione degli spostamenti orizzontali per le verifiche in esercizio

Frecce massime dalla combinazione 33 P.S. [G1] + P.N.S.[G2] + Vento[+X] + 0.7 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G] + Var.[Cat.E] + 0.5 Neve + Carr.[+] + Carr.[Long+] alla combinazione 53 P.S. [G1] + P.N.S.[G2] + 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F] + 0.8 Var. [Cat.E]

- Frecce massime relative Pilastro

Sezione	Piano 1-2					Piano 1-3				
	Asta	Combinazione	L [cm]	Freccia [cm]	L/f	Asta	Combinazione	L [cm]	Freccia [cm]	L/f
1 HEA 180 Pilastro	348 387	44	240	0.19	1268	326 362	35	182	-0.01	13958

- Rapporti f/L massimi frecce relative Pilastro

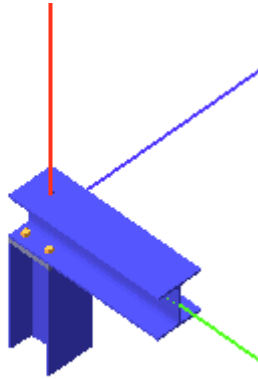
Sezione	Piano 1-2					Piano 1-3				
	Asta	Combinazione	L [cm]	Freccia [cm]	L/f	Asta	Combinazione	L [cm]	Freccia [cm]	L/f
1 HEA 180 Pilastro	348 387	44	240	0.19	1268	326 362	35	182	-0.01	13958



## Verifica Nodi in acciaio

- Nodo Trave-Pilastro

Verifica secondo il D.M. 17/01/2018 del nodo 1



### Trave 2

Tipo di profilo: HEA 180

Materiale: Acciaio S235  $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$   $f_t = 360 \text{ N/mm}^2$   $\gamma_{ov} = 1.25$

Classe sezione: 1

### Coefficienti di sicurezza utilizzati

$\gamma_{M0} = 1.05$

$\gamma_{M1} = 1.10$

$\gamma_{M2} = 1.25$

### Colonna lato inferiore

Tipo di profilo: HEA 180

Materiale: Acciaio S355  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$   $f_t = 510 \text{ N/mm}^2$   $\gamma_{ov} = 1.25$

Classe sezione: 1

### Flangia:

Materiale: Acciaio S355  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$   $f_t = 510 \text{ N/mm}^2$   $\gamma_{ov} = 1.25$

Dimensioni (B x H x Sp): 180.0 x 171.0 x 20.0 mm

### Bullonature:

Viti cl. 8.8 Dadi 8 o 10 ( $f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$ )

Diametro gambo  $\varnothing = 16 \text{ mm}$   $A_{res} = 156.8 \text{ mm}^2$  (ridotta per filettatura)

Diametro dado/testa  $d_m = 24 \text{ mm}$

Diametro foro  $\varnothing_0 = 17 \text{ mm}$

### Saldature:

Materiale: Acciaio S355  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$   $f_t = 510 \text{ N/mm}^2$   $\beta_1 = 0.70$   $\beta_2 = 0.85$

Spessore cordoni d'angolo  $s_c = 10 \text{ mm}$

### Sollecitazioni nella sezione d'attacco dell'elemento:

Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
1.1	3000.0	0.0	-22000.0	0.0	20000000.0	0.0

### Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni

$$F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 90333.1 \text{ N}$$

Resistenza a punzonamento flangia

$$B_{pf,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_f \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 369149.7 \text{ N}$$

Resistenza a punzonamento ala passante

$$B_{pa,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_a \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 123773.7 \text{ N}$$



Bull.	F <sub>f,Rd</sub> [N]	F <sub>t,Rd</sub> [N]
1	101775.5	90333.1
2	101775.5	90333.1
3	101775.5	90333.1
4	101775.5	90333.1

### Legenda

$$F_{f,Rd} = M_{res,m} / ( B_m \cdot R_m ) \text{ resistenza a flessione flangia}$$
$$F_{t,Rd} = \min [ F_{tb,Rd} , B_{pf,Rd} , B_{pa,Rd} , F_{f,Rd} ] \text{ resistenza a trazione di progetto}$$

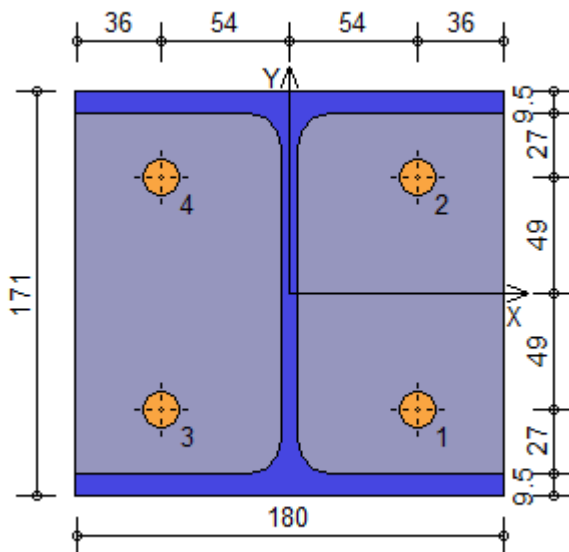
## Resistenza a taglio dei bulloni

$$F_{vb,Rd} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} =$$

60222.1 N

Bull.	F <sub>bf,x,Rd</sub> [N]	F <sub>ba,x,Rd</sub> [N]	F <sub>v,x,Rd</sub> [N]	F <sub>bf,y,Rd</sub> [N]	F <sub>ba,y,Rd</sub> [N]	F <sub>v,y,Rd</sub> [N]
1	230400.0	77251.8	60222.1	233600.0	78324.7	60222.1
2	230400.0	77251.8	60222.1	233600.0	109440.0	60222.1
3	230400.0	77251.8	60222.1	233600.0	78324.7	60222.1
4	230400.0	77251.8	60222.1	233600.0	109440.0	60222.1

### Legenda

$$F_{bf,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_f / \gamma_{M2} \text{ resistenza a rifollamento flangia in direzione x}$$
$$F_{ba,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_a / \gamma_{M2} \text{ resistenza a rifollamento ala passante in direzione } x$$
$$F_{v,x,Rd} = \min [ F_{vb,Rd} , F_{bf,x,Rd} , F_{ba,x,Rd} ] \text{ resistenza a taglio di progetto in direzione x}$$
$$F_{bf,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_f / \gamma_{M2}$$
 resistenza a rifollamento flangia in direzione y
$$F_{ba,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_a / \gamma_{M2}$$
 resistenza a rifollamento ala passante in direzione y
$$F_{v,y,Rd} = \min [ F_{vb,Rd} , F_{bf,y,Rd} , F_{ba,y,Rd} ]$$
 resistenza a taglio di progetto in direzione y

## Verifiche sui bulloni

1-Taglio e trazione (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	F <sub>v,Ed</sub> [N]	F <sub>v,Rd</sub> [N]	F <sub>t,Ed</sub> [N]	F <sub>t,Rd</sub> [N]	FV <sub>1</sub>	VER
1	54.00	-49.00	750.0	60222.1	69948.2	90333.1	0.565551	Ok
2	54.00	49.00	750.0	60222.1	8803.4	90333.1	0.082065	Ok
3	-54.00	-49.00	750.0	60222.1	69948.2	90333.1	0.565551	Ok
4	-54.00	49.00	750.0	60222.1	8803.4	90333.1	0.082065	Ok

2-Trazione (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	F <sub>t,Ed</sub> [N]	F <sub>t,Rd</sub> [N]	FV <sub>2</sub>	VER
1	54.00	-49.00	69948.2	90333.1	0.774336	Ok
2	54.00	49.00	8803.4	90333.1	0.097455	Ok
3	-54.00	-49.00	69948.2	90333.1	0.774336	Ok
4	-54.00	49.00	8803.4	90333.1	0.097455	Ok



### Legenda

$F_{v,Ed}$  forza di taglio agente sul bullone  
 $F_{v,Rd}$  resistenza a taglio di progetto del bullone  
 $F_{t,Ed}$  forza di trazione agente sul bullone  
 $F_{t,Rd}$  resistenza a trazione di progetto del bullone  
 $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$   
 $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$   
 $VER \rightarrow FV_i \leq 1$

### Verifiche sulle saldature profilo-flangia (versione beta)

Si considera la sezione di gola (avente altezza  $a = s_c / 2^{0.5} = 7.071$ ) in posizione ribaltata: vengono considerate positive le tensioni normali di trazione e le tensioni tangenziali agenti verso destra e verso il basso. Tutte le tensioni sono espresse in N/mm<sup>2</sup>.

#### Verifica formula (4.2.84) (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Cordoni	$n_{\perp}$	$t_{\perp}$	$\tau_{\parallel}$	$FV_1$	$VER_1$
Ala inferiore interno lato destro	107.01	0.00	0.00	107.01	Ok
Ala inferiore interno lato sinistro	107.01	0.00	0.00	107.01	Ok
Anima lato destro	-100.85	0.00	1.74	100.86	Ok
Anima lato sinistro	-100.85	0.00	1.74	100.86	Ok
Ala superiore interno lato destro	-118.70	0.00	0.00	118.70	Ok
Ala superiore interno lato sinistro	-118.70	0.00	0.00	118.70	Ok

#### Verifica formula (4.2.85) (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Cordoni	$n_{\perp}$	$t_{\perp}$	$\tau_{\parallel}$	$FV_2$	$VER_2$
Ala inferiore interno lato destro	107.01	0.00	0.00	107.01	Ok
Ala inferiore interno lato sinistro	107.01	0.00	0.00	107.01	Ok
Anima lato destro	-100.85	0.00	1.74	100.85	Ok
Anima lato sinistro	-100.85	0.00	1.74	100.85	Ok
Ala superiore interno lato destro	-118.70	0.00	0.00	118.70	Ok
Ala superiore interno lato sinistro	-118.70	0.00	0.00	118.70	Ok

### Legenda

$n_{\perp}$  tensione normale perpendicolare all'asse del cordone  
 $t_{\perp}$  tensione tangenziale perpendicolare all'asse del cordone  
 $\tau_{\parallel}$  tensione tangenziale parallela all'asse del cordone  
 $FV_1 = (n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)^{0.5}$   
 $FV_2 = |n_{\perp}| + |t_{\perp}|$   
 $VER_i \rightarrow FV_i \leq \beta_i \cdot f_{yk} \quad (\beta_1 \cdot f_{yk} = 248.50 \text{ N/mm}^2 \quad \beta_2 \cdot f_{yk} = 301.75 \text{ N/mm}^2)$

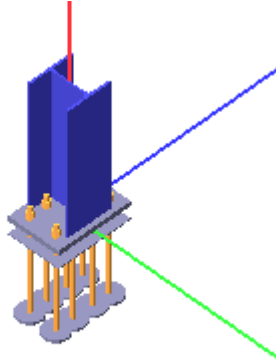
### Verifica del momento di progetto del giunto (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Momento resistente del giunto  $M_{j,Rd} = 28197140.0 \text{ N mm}$   
 Momento di progetto  $M_{j,Ed} = 18283200.0 \text{ N mm}$   
 $M_{j,Ed} / M_{j,Rd} = 0.648406 \text{ Ok}$



- Nodo Pilastro-Muro

Verifica secondo il D.M. 17/01/2018



**Coefficienti di sicurezza utilizzati**

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$\gamma_{M1} = 1.10$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

**Colonna**

Tipo di profilo: HEA 180

Materiale: Acciaio S355  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$   $f_t = 510 \text{ N/mm}^2$   $\gamma_{ov} = 1.25$

Classe sezione: 1

**Flangia:**

Materiale: Acciaio S355  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$   $f_t = 510 \text{ N/mm}^2$   $\gamma_{ov} = 1.25$

Dimensioni (B x H x Sp): 300.0 x 210.0 x 20.0 mm

**Bullonature:**

Viti cl. 8.8 Dadi 8 o 10 ( $f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$ )

Diametro gambo  $\varnothing = 16 \text{ mm}$   $A_{res} = 156.8 \text{ mm}^2$  (ridotta per filettatura)

Diametro dado/testa  $d_m = 24 \text{ mm}$

Diametro foro  $\varnothing_0 = 17 \text{ mm}$

**Saldature:**

Materiale: Acciaio S355  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$   $f_t = 510 \text{ N/mm}^2$   $\beta_1 = 0.70$   $\beta_2 = 0.85$

Spessore cordoni d'angolo  $s_c = 5 \text{ mm}$

**Sollecitazioni:**

Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
1.1	3000.0	0.0	-23000.0	0.0	27000000.0	0.0
1.2	0.0	2000.0	-5000.0	5000000.0	0.0	0.0

**Calcolo resistenze**

Resistenza a trazione dei bulloni

$$F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 90333.1 \text{ N}$$

Resistenza a punzonamento flangia

$$B_{pf,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_f \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 369149.7 \text{ N}$$

Bull.	$F_{f,Rd}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]
1	87766.8	87766.8
2	87766.8	87766.8
3	113852.6	90333.1
4	113852.6	90333.1
5	113852.6	90333.1
6	113852.6	90333.1
7	87766.8	87766.8
8	87766.8	87766.8



### Legenda

$F_{f,Rd} = M_{res,m} / (B_m \cdot R_m)$  resistenza a flessione flangia

$F_{t,Rd} = \min [ F_{tb,Rd} , B_{pf,Rd} , F_{f,Rd} ]$  resistenza a trazione di progetto

Resistenza a taglio dei bulloni

$$F_{vb,Rd} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} =$$

60222.1 N

Bull.	$F_{bf,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{bf,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	256000.0	60222.1	326400.0	60222.1
2	256000.0	60222.1	326400.0	60222.1
3	326400.0	60222.1	326400.0	60222.1
4	326400.0	60222.1	326400.0	60222.1
5	326400.0	60222.1	326400.0	60222.1
6	326400.0	60222.1	326400.0	60222.1
7	256000.0	60222.1	326400.0	60222.1
8	256000.0	60222.1	326400.0	60222.1

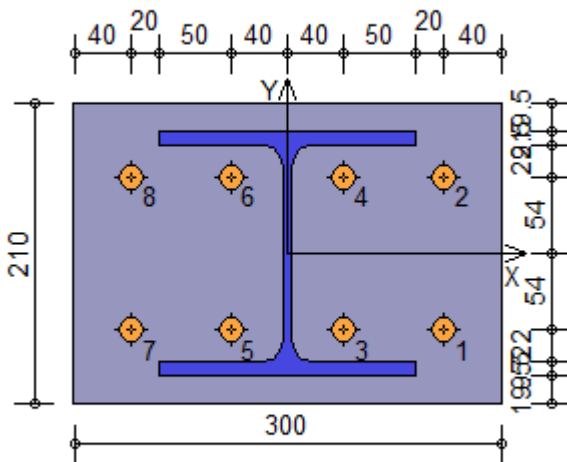
### Legenda

$F_{bf,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_f / \gamma_{M2}$  resistenza a rifollamento flangia in direzione x

$F_{v,x,Rd} = \min [ F_{vb,Rd} , F_{bf,x,Rd} ]$  resistenza a taglio di progetto in direzione x

$F_{bf,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_f / \gamma_{M2}$  resistenza a rifollamento flangia in direzione y

$F_{v,y,Rd} = \min [ F_{vb,Rd} , F_{bf,y,Rd} ]$  resistenza a taglio di progetto in direzione y



### Verifiche sui bulloni

#### 1-Taglio e trazione (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	$FV_1$	VER
1	110.00	-54.00	375.0	60222.1	46988.5	87766.8	0.388640	Ok
2	110.00	54.00	375.0	60222.1	0.0	87766.8	0.006227	Ok
3	40.00	-54.00	375.0	60222.1	46988.5	90333.1	0.377776	Ok
4	40.00	54.00	375.0	60222.1	0.0	90333.1	0.006227	Ok
5	-40.00	-54.00	375.0	60222.1	46988.5	90333.1	0.377776	Ok
6	-40.00	54.00	375.0	60222.1	0.0	90333.1	0.006227	Ok
7	-110.00	-54.00	375.0	60222.1	46988.5	87766.8	0.388640	Ok
8	-110.00	54.00	375.0	60222.1	0.0	87766.8	0.006227	Ok

#### 2-Trazione (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	$FV_2$	VER
1	110.00	-54.00	46988.5	87766.8	0.535379	Ok
2	110.00	54.00	0.0	87766.8	0.000000	Ok
3	40.00	-54.00	46988.5	90333.1	0.520169	Ok



4	40.00	54.00	0.0	90333.1	0.000000	Ok
5	-40.00	-54.00	46988.5	90333.1	0.520169	Ok
6	-40.00	54.00	0.0	90333.1	0.000000	Ok
7	-110.00	-54.00	46988.5	87766.8	0.535379	Ok
8	-110.00	54.00	0.0	87766.8	0.000000	Ok

#### Legenda

$F_{v,Ed}$  forza di taglio agente sul bullone  
 $F_{v,Rd}$  resistenza a taglio di progetto del bullone  
 $F_{t,Ed}$  forza di trazione agente sul bullone  
 $F_{t,Rd}$  resistenza a trazione di progetto del bullone  
 $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$   
 $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$   
 $VER \rightarrow FV_i \leq 1$

#### Verifiche sulle saldature profilo-flangia (versione beta)

Si considera la sezione di gola (avente altezza  $a = s_c / 2^{0.5} = 3.536$ ) in posizione ribaltata: vengono considerate positive le tensioni normali di trazione e le tensioni tangenziali agenti verso destra e verso il basso. Tutte le tensioni sono espresse in N/mm<sup>2</sup>.

##### Verifica formula (4.2.84) (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Cordoni	$n_{\perp}$	$t_{\perp}$	$\tau_{\parallel}$	$FV_1$	$VER_1$
Ala inferiore esterno	136.59	0.00	0.00	136.59	Ok
Ala inferiore interno lato destro	115.09	0.00	0.00	115.09	Ok
Ala inferiore interno lato sinistro	115.09	0.00	0.00	115.09	Ok
Anima lato destro	-107.86	0.00	3.48	107.92	Ok
Anima lato sinistro	-107.86	0.00	3.48	107.92	Ok
Ala superiore interno lato destro	-129.68	0.00	0.00	129.68	Ok
Ala superiore interno lato sinistro	-129.68	0.00	0.00	129.68	Ok
Ala superiore esterno	-151.17	0.00	0.00	151.17	Ok

##### Verifica formula (4.2.85) (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Cordoni	$n_{\perp}$	$t_{\perp}$	$\tau_{\parallel}$	$FV_2$	$VER_2$
Ala inferiore esterno	136.59	0.00	0.00	136.59	Ok
Ala inferiore interno lato destro	115.09	0.00	0.00	115.09	Ok
Ala inferiore interno lato sinistro	115.09	0.00	0.00	115.09	Ok
Anima lato destro	-107.86	0.00	3.48	107.86	Ok
Anima lato sinistro	-107.86	0.00	3.48	107.86	Ok
Ala superiore interno lato destro	-129.68	0.00	0.00	129.68	Ok
Ala superiore interno lato sinistro	-129.68	0.00	0.00	129.68	Ok
Ala superiore esterno	-151.17	0.00	0.00	151.17	Ok

#### Legenda

$n_{\perp}$  tensione normale perpendicolare all'asse del cordone  
 $t_{\perp}$  tensione tangenziale perpendicolare all'asse del cordone  
 $\tau_{\parallel}$  tensione tangenziale parallela all'asse del cordone  
 $FV_1 = (n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)^{0.5}$   
 $FV_2 = |n_{\perp}| + |t_{\perp}|$   
 $VER_i \rightarrow FV_i \leq \beta_i \cdot f_{yk} \quad (\beta_1 \cdot f_{yk} = 248.50 \text{ N/mm}^2 \quad \beta_2 \cdot f_{yk} = 301.75 \text{ N/mm}^2)$

#### Verifiche a flessione piastra in zona compressa

##### Sezione parallela a X a filo della colonna (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Pressione media a bordo piastra	$p_{med} = 18.66 \text{ N/mm}^2$
Carico lineare sbalzo	$q_{lin} = 5596.88 \text{ N/mm}$
Lunghezza sbalzo	$L_s = 19.5 \text{ mm}$
Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 20000.0 \text{ mm}^3$
Momento resistente	$M_{p,Rd} = 6761905.0 \text{ N mm}$
Momento massimo	$M_{p,Ed} = 1064107.0 \text{ N mm}$
$M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0.157368 \text{ Ok}$	

##### Sezione parallela a Y a filo della colonna (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Pressione media a bordo piastra	$p_{med} = 9.33 \text{ N/mm}^2$
---------------------------------	---------------------------------





Carico lineare sbalzo	$q_{lin} = 1958.91 \text{ N/mm}$
Lunghezza sbalzo	$L_s = 60.0 \text{ mm}$
Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 14000.0 \text{ mm}^3$
Momento resistente	$M_{p,Rd} = 4733334.0 \text{ N mm}$
Momento massimo	$M_{p,Ed} = 3526033.0 \text{ N mm}$
$M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0.744937 \text{ Ok}$	

**Verifica del momento di progetto del giunto** (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Momento resistente del giunto	$M_{j,Rd} = 47518580.0 \text{ N mm}$
Momento di progetto	$M_{j,Ed} = 25173700.0 \text{ N mm}$
$M_{j,Ed} / M_{j,Rd} = 0.529765 \text{ Ok}$	

**Ancoraggio**

Tirafondi con rosette saldate

Lunghezza tirafondi	$L_t = 400 \text{ mm}$
Lunghezza di aderenza	$L_a = 360 \text{ mm}$
Materiale rosette	Acciaio S355
Spessore rosette	$s_r = 10 \text{ mm}$
Diametro rosette	$\varnothing_r = 100 \text{ mm}$

Lunghezza minima tirafondi: 20 diametri (320 mm)

Calcestruzzo

Resistenza cubica caratteristica a compressione	$R_{ck} = 30.00 \text{ N/mm}^2$
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 24.90 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 14.11 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk} = 0.7 \cdot 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 1.79 \text{ N/mm}^2$
Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo	$f_{bd} = 2.25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctk} / \gamma_c = 2.69 \text{ N/mm}^2$

**Compressione massima calcestruzzo** (Nodo n. 1, CMB n. 1)

$$p_{max} = 12.66 \text{ N/mm}^2 > f_{cd}$$

**Verifica ancoraggio**

Si considera la massima sollecitazione di trazione agente nei tirafondi (Nodo n. 1, CMB n. 1)

$$\text{Trazione di progetto dell'ancoraggio} \quad F_{t,an,Ed} = \max [ F_{t,Ed} ] = 46988.5 \text{ N}$$

Si considera il contributo di aderenza fornito dai tirafondi ( $L_a = 360 \text{ mm}$ )

$$\text{Resistenza a trazione per aderenza} \quad F_{t,ad,Rd} = L_a \cdot \pi \cdot \varnothing \cdot f_{bd} = 48605.2 \text{ N}$$

$$F_{t,ad,Rd} > F_{t,an,Ed} \text{ Ok}$$

La resistenza a trazione per aderenza è superiore alla trazione di progetto dell'ancoraggio, pertanto le rosette sono scariche



## Verifica Pareti Perimetrali

### Parete Trasversale

#### • Tipo di Risoluzione

- Analisi statica e/o dinamica in campo lineare con il metodo dell'equilibrio.
- Fattorizzazione LDL<sup>T</sup>. Modalità di verifica

Gli elementi lastra/piastra possono essere distinti in due categorie in funzione dello stato di sollecitazione:

- elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione semplice (flessione o tensionale a membrana);
- elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione misto (flessionale e tensionale a membrana).

Le verifiche per stato di sollecitazione semplice sono svolte proiettando le armature lungo le direzioni principali e effettuando la verifica a flessione retta/membrana lungo tali direzioni.

Per gli elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione misto, le direzioni principali variano, lungo lo sviluppo  $z$  dell'elemento, in modo continuo. Il codice di verifica procede a:

- suddivisione dell'elemento in strati di 1 cm di spessore;
- valutazione, per ogni strato, del corrispondente stato di deformazione e tensione membranale;
- ricostruzione, per sovrapposizione dei vari strati membranali, del comportamento globale dell'elemento soggetto allo stato misto di presso-flessione.

L'Utente può finire delle sezioni trasversali, per le quali le sollecitazioni sono valutate mediando integrazione sulla lunghezza della sezione

Nella determinazione della matrice di rigidità degli strati di cls, si assume:

- Metodo S.L.U.: il metodo impiegato è quello noto come MCFT acronimo di "Modified Compression Field Method", sviluppato presso l'Università di Toronto da Collins e Del Vecchio a partire dagli anni '80. Il metodo, nella forma implementata, assume per la curva monoassiale tensione-deformazioni del cls quanto previsto dall'EC2;

La verifica a punzonamento può essere condotta considerando o non considerando autoequilibrate le tensioni nel terreno sotto il cono di punzonamento. L'angolo di diffusione è fissato dall'utente.

I copriferri indicati sono da intendersi riferiti al centro delle barre resistenti.

Simbologia utilizzata S.L.:

$f_{yd}$

Tensione di snervamento di progetto barre armatura

$\epsilon_{ud}$

Deformazione uniforme ultima

$\epsilon_{yd}$

Deformazione al limite di snervamento

$f_{ck}$

Resistenza cilindrica caratteristica

$f_{cd}$

Tensione di calcolo a compressione di base

$\epsilon_{c2}$

Deformazione limite elastico

$\epsilon_y$

Deformazione limite ultimo



$f_{ctd}$	Tensione di calcolo a trazione di progetto
$\epsilon_{ctd}$	Deformazione al limite di trazione
$E_{cm}$	Modulo elastico
$cf_{x,Eq}$	Copriferro in direzione x
$Af_x$	Armatura in direzione x
$cf_{y,Eq}$	Copriferro in direzione y
$Af_y$	Armatura in direzione y
$N_x, N_y, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}$	Componenti di sollecitazione esterna
$N_{11}, N_{22}, M_{11}, M_{22}, M_{12}$	Componenti di sollecitazione principali
$\alpha$	Angolo direzioni principali
$Cr$	Coefficiente rottura $S_D/S_R$
$\epsilon_x$	Deformazione acciaio direzione x
$\epsilon_y$	Deformazione acciaio direzione y
$\epsilon_{min}$	Deformazione minima cls
$\epsilon_{max}$	Deformazione massima cls
$\theta_{max}$	Angolo direzioni principali di deformazione
$\sigma_{amm}$	Tensione ammissibile S.L.E. di riferimento
$\sigma_x$	Tensione nelle barre nello S.L.E. di riferimento in direzione x
$\sigma_y$	Tensione nelle barre nello S.L.E. di riferimento in direzione y
$\sigma_{c,Max}$	Tensione massima nel cls nello S.L.E. di riferimento
$d$	Distanza a cui è calcolato il perimetro critico
$C_{Rd,c}$	Coefficiente taglio resistente elementi privi di armatura a taglio
$V_{Ed}, M_{xEd}, M_{yEd}$	Sollecitazione esterna verifica a punzonamento
$B_x, B_y$	Dimensioni perimetro critico
$\beta$	



Angolo diffusione tensioni

$V_{Ed}$

Tensione tangenziale sull'area critica

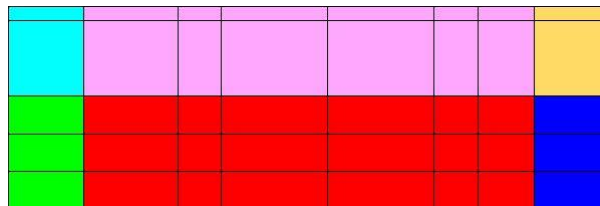
$\rho$

Rapporto meccanico di armatura

$V_{Rd,c}$

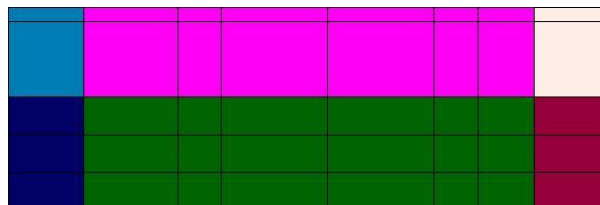
Taglio resistente elementi privi di armatura

#### • Mappa armature di Estradosso



Colore	Armature
Red	top $\emptyset 10/20'$ X c=5.00 [cm] + $\emptyset 12/20'$ Y c=3.00 [cm]
Green	top $\emptyset 12/20'$ X c=5.00 [cm] + $\emptyset 12/20'$ Y c=3.00 [cm]
Blue	top $\emptyset 12/20'$ X c=5.00 [cm] + $\emptyset 12/20'$ Y c=3.00 [cm]
Cyan	top $\emptyset 12/20'$ X c=5.00 [cm] + $\emptyset 10/20'$ Y c=3.00 [cm]
Pink	top $\emptyset 10/20'$ X c=5.00 [cm] + $\emptyset 10/20'$ Y c=3.00 [cm]
Yellow	top $\emptyset 12/20'$ X c=5.00 [cm] + $\emptyset 10/20'$ Y c=3.00 [cm]

#### • Mappa armature di Intradosso



Colore	Armature
Green	bottom $\emptyset 10/20'$ X c=5.00 [cm] + $\emptyset 12/20'$ Y c=3.00 [cm]
Blue	bottom $\emptyset 12/20'$ X c=5.00 [cm] + $\emptyset 12/20'$ Y c=3.00 [cm]
Red	bottom $\emptyset 12/20'$ X c=5.00 [cm] + $\emptyset 12/20'$ Y c=3.00 [cm]
Cyan	bottom $\emptyset 12/20'$ X c=5.00 [cm] + $\emptyset 10/20'$ Y c=3.00 [cm]
Pink	bottom $\emptyset 10/20'$ X c=5.00 [cm] + $\emptyset 10/20'$ Y c=3.00 [cm]
Yellow	bottom $\emptyset 12/20'$ X c=5.00 [cm] + $\emptyset 10/20'$ Y c=3.00 [cm]

#### • Impostazioni di verifica

#### • Curva $\sigma/\epsilon$ Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

#### • Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{cd,soft} = f_{cd} \cdot 0.9 / \sqrt{1+400 \epsilon t}$  (Hognestad)



## • Modellazione compressione biassiale

- $f_{cd,biassiale} = f_{cd} (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2 / \alpha = \epsilon_{c1} / \epsilon_{c2}$  (EC2 Ponti 6.110)

## • Curva $\sigma/\epsilon$ Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)
- Elementi più sollecitati per tipologia di sezione
- Verifiche SLU Flessione elemento nodi 162 204
- Proprietà dei materiali
- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$
3913.0	1.86	67.00

## • Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
141.7	-2.00	-3.50	12.0	0.08	141666.7

## • Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

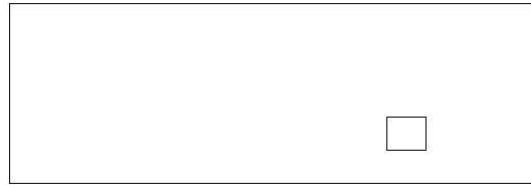
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
3.93	5.00	5.65	3.00	3.93	5.00	5.65	3.00

## • Azioni di verifica combinazione 11 (596 75 [cm])

$M_{xx}$	601	[kgm/m]	$M_{11}$	2205	[kgm/m]
$M_y$	1087	[kgm/m]	$M_{22}$	-516	[kgm/m]
$M_{xy}$	1339	[kgm/m]	$\alpha$	-39.86	[°]

## • Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio			Calcestruzzo	
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta$ [°]
0.58	Estradosso	10.447	10.523	26.167	-0.222	45.15
	Intradosso	0.856	0.677	0.058	-3.500	-43.03



- *Verifiche SLU Flessione elemento nodi 223 252*

- *Proprietà dei materiali*

- *Acciaio B 450 C*

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$
3913.0	1.86	67.00

- *Calcestruzzo C25/30*

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
141.7	-2.00	-3.50	12.0	0.08	14166.7

- *Sezione*

- **sezione 2 H=25.00 [cm]**

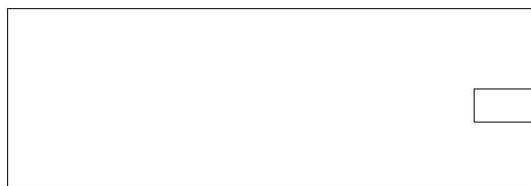
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
5.65	5.00	5.65	3.00	5.65	5.00	5.65	3.00

- *Azioni di verifica combinazione 10 (750 125 [cm])*

$M_{xx}$	-2311	[kgm/m]	$M_{11}$	-48	[kgm/m]
$M_y$	-118	[kgm/m]	$M_{22}$	-2381	[kgm/m]
$M_{xy}$	398	[kgm/m]	$\alpha$	-9.97	[°]

- *Verifiche*

Cr=S/R	Posizione	Acciaio			Calcestruzzo	
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta$ [°]
0.55	Estradosso	0.873	0.119	0.019	-3.500	77.72
	Intradosso	17.039	1.116	22.734	-0.105	-14.75



- Verifiche SLU Flessione elemento nodi 311 340

- Proprietà dei materiali

- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$
3913.0	1.86	67.00

- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
141.7	-2.00	-3.50	12.0	0.08	14166.7

- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

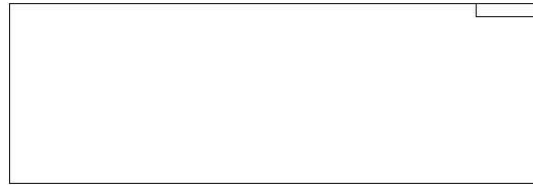
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
5.65	5.00	3.93	3.00	5.65	5.00	3.93	3.00

- Azioni di verifica combinazione 10 (750 260 [cm])

$M_{xx}$	-4064	[kgm/m]	$M_{11}$	-248	[kgm/m]
$M_y$	-252	[kgm/m]	$M_{22}$	-4068	[kgm/m]
$M_{xy}$	118	[kgm/m]	$\alpha$	-1.78	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio			Calcestruzzo	
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta$ [°]
0.91	Estradosso	1.051	0.004	-0.015	-3.500	86.54
	Intradosso	18.784	0.128	23.472	0.009	-4.59



- Verifiche SLU Flessione elemento nodi 290 332

- Proprietà dei materiali

- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$
3913.0	1.86	67.00

- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
141.7	-2.00	-3.50	12.0	0.08	141666.7

- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
3.93	5.00	3.93	3.00	3.93	5.00	3.93	3.00

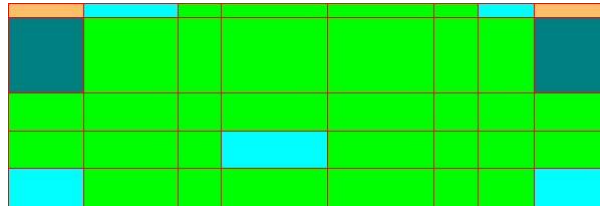
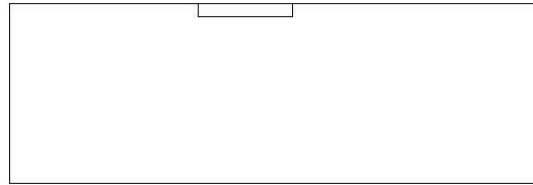
- Azioni di verifica combinazione 11 (354 260 [cm])

$M_{xx}$	1995	[kgm/m]	$M_{11}$	71	[kgm/m]
$M_y$	89	[kgm/m]	$M_{22}$	2013	[kgm/m]
$M_{xy}$	-184	[kgm/m]	$\alpha$	-5.46	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio			Calcestruzzo	
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta$ [°]
0.63	Estradosso	20.694	0.458	26.126	-0.024	-8.60
	Intradosso	1.400	0.051	0.001	-3.500	82.93





33 %	66 %	80 %	90 %	100 %	1498 %
------	------	------	------	-------	--------

#### • Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 56 154

#### • Proprietà dei materiali

#### • Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
3913.0	1.86	67.00	3600.0

#### • Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	150.0

#### • Sezione

#### • sezione 2 H=25.00 [cm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
3.93	5.00	5.65	3.00	3.93	5.00	5.65	3.00

#### • Azioni di verifica combinazione 44 (254 25 [cm])

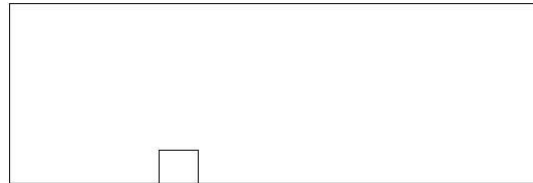
$M_{xx}$	230	[kgm/m]	$M_{11}$	1537	[kgm/m]
$M_y$	1443	[kgm/m]	$M_{22}$	136	[kgm/m]
$M_{xy}$	-352	[kgm/m]	$\alpha$	15.05	[°]

#### • Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_y$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]		
0.10	Estradosso	19.7	120.9	0.0	-73.90		



	Intradosso	-19.7	-120.9	-14.5	16.10		
--	------------	-------	--------	-------	-------	--	--



- Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 223 252
- Proprietà dei materiali
- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}$ ‰	$\epsilon_{ud}$ ‰	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
3913.0	1.86	67.00	3600.0

- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}$ ‰	$\epsilon_{cu}$ ‰	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}$ ‰	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	150.0

- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

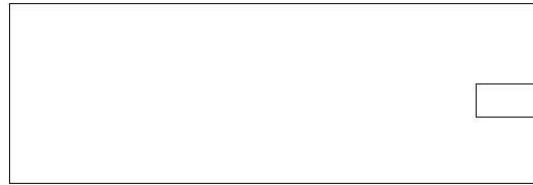
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
5.65	5.00	5.65	3.00	5.65	5.00	5.65	3.00

- Azioni di verifica combinazione 41 (750 125 [cm])

$M_{xx}$	-1592	[kgm/m]	$M_{11}$	-32	[kgm/m]
$M_y$	-81	[kgm/m]	$M_{22}$	-1641	[kgm/m]
$M_{xy}$	275	[kgm/m]	$\alpha$	-9.99	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_y$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]		
0.09	Estradosso	-132.7	-6.7	-14.1	79.27		
	Intradosso	132.7	6.7	0.0	-10.73		



- Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 311 340

- Proprietà dei materiali

- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
3913.0	1.86	67.00	3600.0

- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	150.0

- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

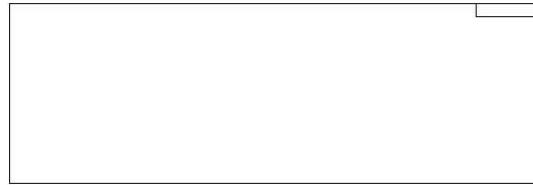
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
5.65	5.00	3.93	3.00	5.65	5.00	3.93	3.00

- Azioni di verifica combinazione 41 (750 260 [cm])

$M_{xx}$	-2777	[kgm/m]	$M_{11}$	-191	[kgm/m]
$M_y$	-193	[kgm/m]	$M_{22}$	-2779	[kgm/m]
$M_{xy}$	77	[kgm/m]	$\alpha$	-1.71	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_y$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]		
0.17	Estradosso	-232.7	-16.6	-25.2	88.14		
	Intradosso	232.7	16.6	0.0	-1.86		



- Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 246 288

- Proprietà dei materiali

- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
3913.0	1.86	67.00	3600.0

- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	150.0

- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

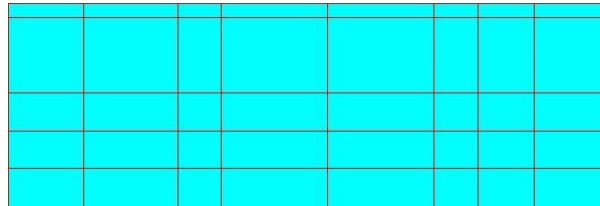
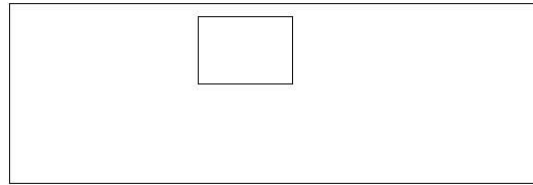
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
3.93	5.00	3.93	3.00	3.93	5.00	3.93	3.00

- Azioni di verifica combinazione 42 (354 200 [cm])

$M_{xx}$	1153	[kgm/m]	$M_{11}$	417	[kgm/m]
$M_y$	472	[kgm/m]	$M_{22}$	1208	[kgm/m]
$M_{xy}$	-202	[kgm/m]	$\alpha$	-15.35	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_y$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]		
0.09	Estradosso	99.4	40.7	0.0	-16.06		
	Intradosso	-99.4	-40.7	-13.3	73.94		



33 %	66 %	80 %	90 %	100 %	1498 %
------	------	------	------	-------	--------

- Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 105 160

- Proprietà dei materiali

- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}$ ‰	$\epsilon_{ud}$ ‰	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
3913.0	1.86	67.00	4500.0

- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}$ ‰	$\epsilon_{cu}$ ‰	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}$ ‰	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	250.0

- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
3.93	5.00	5.65	3.00	3.93	5.00	5.65	3.00

- Azioni di verifica combinazione 46 (596 25 [cm])

$M_{xx}$	197	[kgm/m]	$M_{11}$	1340	[kgm/m]
$M_y$	1229	[kgm/m]	$M_{22}$	86	[kgm/m]
$M_{xy}$	357	[kgm/m]	$\alpha$	-17.36	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_y$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]		
0.05	Estradosso	16.9	103.0	0.0	71.51		



	Intradosso	-16.9	-103.0	-12.3	-18.49		
--	------------	-------	--------	-------	--------	--	--



- *Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 223 252*
- *Proprietà dei materiali*
- *Acciaio B 450 C*

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}$ ‰	$\epsilon_{ud}$ ‰	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
3913.0	1.86	67.00	4500.0

- *Calcestruzzo C25/30*

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}$ ‰	$\epsilon_{cu}$ ‰	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}$ ‰	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	250.0

- *Sezione*

- *sezione 2 H=25.00 [cm]*

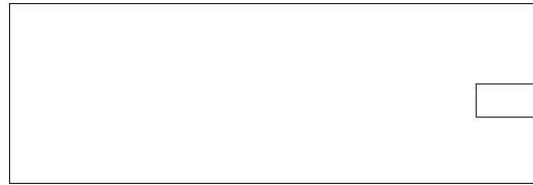
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
5.65	5.00	5.65	3.00	5.65	5.00	5.65	3.00

- *Azioni di verifica combinazione 51 (750 125 [cm])*

$M_{xx}$	-1318	[kgm/m]	$M_{11}$	5	[kgm/m]
$M_y$	-66	[kgm/m]	$M_{22}$	-1389	[kgm/m]
$M_{xy}$	306	[kgm/m]	$\alpha$	-13.04	[°]

- *Verifiche*

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_y$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]		
0.05	Estradosso	-111.6	-5.6	-11.8	76.05		
	Intradosso	110.2	5.5	-0.1	-13.94		



- Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 311 340

- Proprietà dei materiali

- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
3913.0	1.86	67.00	4500.0

- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	250.0

- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

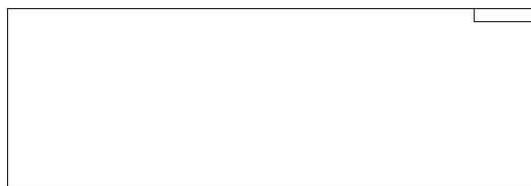
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
5.65	5.00	3.93	3.00	5.65	5.00	3.93	3.00

- Azioni di verifica combinazione 51 (750 260 [cm])

$M_{xx}$	-2217	[kgm/m]	$M_{11}$	-107	[kgm/m]
$M_y$	-115	[kgm/m]	$M_{22}$	-2225	[kgm/m]
$M_{xy}$	129	[kgm/m]	$\alpha$	-3.49	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_y$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]		
0.08	Estradosso	-185.8	-9.9	-19.8	86.22		
	Intradosso	185.8	9.9	0.0	-3.78		



- Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 246 288

- Proprietà dei materiali

- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
3913.0	1.86	67.00	4500.0

- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	250.0

- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
3.93	5.00	3.93	3.00	3.93	5.00	3.93	3.00

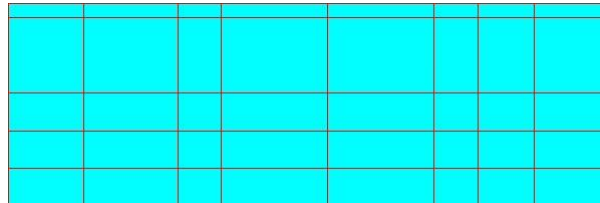
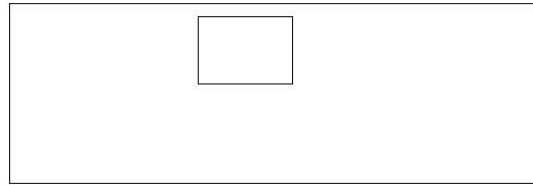
- Azioni di verifica combinazione 50 (354 200 [cm])

$M_{xx}$	994	[kgm/m]	$M_{11}$	353	[kgm/m]
$M_y$	402	[kgm/m]	$M_{22}$	1043	[kgm/m]
$M_{xy}$	-177	[kgm/m]	$\alpha$	-15.42	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_y$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]		
0.05	Estradosso	85.8	34.7	0.0	-16.13		
	Intradosso	-85.8	-34.7	-11.5	73.87		





33 %	66 %	80 %	90 %	100 %	1498 %
------	------	------	------	-------	--------

- Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 120 162
- Proprietà dei materiali
- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
3913.0	1.86	67.00	4500.0

- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$w_{Max}$ mm
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	112.5	0.30

- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
3.93	5.00	5.65	3.00	3.93	5.00	5.65	3.00

- Azioni di verifica combinazione 53 (663 25 [cm])

$M_{xx}$	143	[kgm/m]	$M_{11}$	1204	[kgm/m]
$M_y$	515	[kgm/m]	$M_{22}$	-546	[kgm/m]
$M_{xy}$	855	[kgm/m]	$\alpha$	-38.85	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_y$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]		
0.10	Estradosso	12.1	43.2	-5.2	50.64	NON Fessurato	0.000



	Intradosso	-12.8	-44.0	-10.8	-39.36	NON Fessurato	0.000
--	------------	-------	-------	-------	--------	---------------	-------



- *Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 223 252*
- *Proprietà dei materiali*
- *Acciaio B 450 C*

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}$ ‰	$\epsilon_{ud}$ ‰	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
3913.0	1.86	67.00	4500.0

- *Calcestruzzo C25/30*

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}$ ‰	$\epsilon_{cu}$ ‰	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}$ ‰	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$w_{Max}$ mm
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	112.5	0.30

- *Sezione*

- *sezione 2 H=25.00 [cm]*

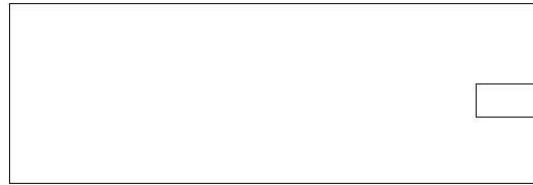
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
5.65	5.00	5.65	3.00	5.65	5.00	5.65	3.00

- *Azioni di verifica combinazione 53 (750 125 [cm])*

$M_{xx}$	-1168	[kgm/m]	$M_{11}$	24	[kgm/m]
$M_y$	-55	[kgm/m]	$M_{22}$	-1248	[kgm/m]
$M_{xy}$	307	[kgm/m]	$\alpha$	-14.46	[°]

- *Verifiche*

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_y$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]		
0.09	Estradosso	-98.7	-4.7	-10.7	74.57	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	97.6	4.6	-0.3	-15.42	NON Fessurato	0.000



- Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 284 326

- Proprietà dei materiali

- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
3913.0	1.86	67.00	4500.0

- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$w_{Max}$ mm
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	112.5	0.30

- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

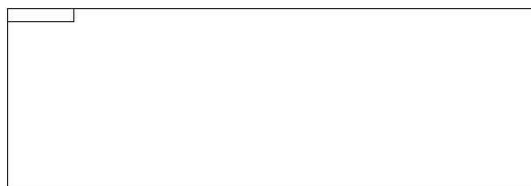
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
5.65	5.00	3.93	3.00	5.65	5.00	3.93	3.00

- Azioni di verifica combinazione 53 (50 260 [cm])

$M_{xx}$	-1899	[kgm/m]	$M_{11}$	-97	[kgm/m]
$M_y$	-108	[kgm/m]	$M_{22}$	-1909	[kgm/m]
$M_{xy}$	-139	[kgm/m]	$\alpha$	4.42	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_y$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]		
0.15	Estradosso	-159.1	-9.3	-17.2	-85.22	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	159.1	9.3	0.0	4.78	NON Fessurato	0.000



- Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 246 288

- Proprietà dei materiali

- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
3913.0	1.86	67.00	4500.0

- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$w_{Max}$ mm
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	112.5	0.30

- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

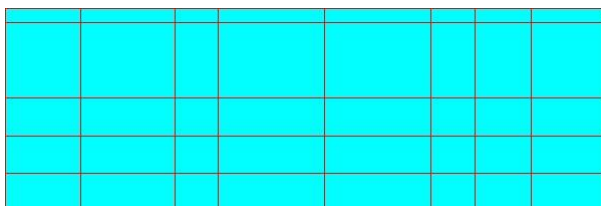
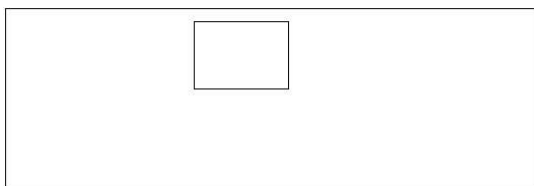
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
3.93	5.00	3.93	3.00	3.93	5.00	3.93	3.00

- Azioni di verifica combinazione 53 (354 200 [cm])

$M_{xx}$	903	[kgm/m]	$M_{11}$	322	[kgm/m]
$M_y$	366	[kgm/m]	$M_{22}$	947	[kgm/m]
$M_{xy}$	-160	[kgm/m]	$\alpha$	-15.36	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_y$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]		
0.09	Estradosso	77.9	31.6	0.0	-16.07	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	-77.9	-31.6	-10.5	73.93	NON Fessurato	0.000



33 %	66 %	80 %	90 %	100 %	1498 %



## Parete Longitudinale

### • Modalità di verifica

Gli elementi lastra/piastra possono essere distinti in due categorie in funzione dello stato di sollecitazione:

- elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione semplice (flessione o tensionale a membrana);
- elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione misto (flessionale e tensionale a membrana).

Le verifiche per stato di sollecitazione semplice sono svolte proiettando le armature lungo le direzioni principali e effettuando la verifica a flessione retta/membrana lungo tali direzioni.

Per gli elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione misto, le direzioni principali variano, lungo lo sviluppo  $z$  dell'elemento, in modo continuo. Il codice di verifica procede a:

- suddivisione dell'elemento in strati di 1 cm di spessore;
- valutazione, per ogni strato, del corrispondente stato di deformazione e tensione membranale;
- ricostruzione, per sovrapposizione dei vari strati membranali, del comportamento globale dell'elemento soggetto allo stato misto di presso-flessione.

L'Utente può finire delle sezioni trasversali, per le quali le sollecitazioni sono valutate mediando integrazione sulla lunghezza della sezione

Nella determinazione della matrice di rigidità degli strati di cls, si assume:

- Metodo T.A.: il calcestruzzo in compressione è assunto indefinitamente elastico lineare mentre, in trazione, si può assumere (opzionalmente) che sia in grado di assumere una trazione compresa fra 0 e  $f_{ct}$ , essendo  $f_{ct}$  la resistenza a trazione del calcestruzzo definita dall'EC2;
- Metodo S.L.U.: il metodo impiegato è quello noto come MCFT acronimo di "Modified Compression Field Method", sviluppato presso l'Università di Toronto da Collins e Del Vecchio a partire dagli anni '80. Il metodo, nella forma implementata, assume per la curva monoassiale tensione-deformazioni del cls quanto previsto dall'EC2;

La verifica a punzonamento può essere condotta considerando o non considerando autoequilibrate le tensioni nel terreno sotto il cono di punzonamento. L'angolo di diffusione è fissato dall'utente.

I copriferri indicati sono da intendersi riferiti al centro delle barre resistenti.

Simbologia utilizzata S.L.:

$f_{yd}$

Tensione di snervamento di progetto barre armatura

$\epsilon_{ud}$

Deformazione uniforme ultima

$\epsilon_{yd}$

Deformazione al limite di snervamento

$f_{ck}$

Resistenza cilindrica caratteristica

$f_{cd}$

Tensione di calcolo a compressione di base

$\epsilon_{c2}$

Deformazione limite elastico

$\epsilon_y$

Deformazione limite ultimo

$f_{ctd}$

Tensione di calcolo a trazione di progetto

$\epsilon_{ctd}$



	Deformazione al limite di trazione
$E_{cm}$	Modulo elastico
$cf_{x,Eq}$	Copriferro in direzione x
$Af_x$	Armatura in direzione x
$cf_{y,Eq}$	Copriferro in direzione y
$Af_y$	Armatura in direzione y
$N_x, N_y, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}$	Componenti di sollecitazione esterna
$N_{11}, N_{22}, M_{11}, M_{22}, M_{12}$	Componenti di sollecitazione principali
$\alpha$	Angolo direzioni principali
$Cr$	Coefficiente rottura $S_D/S_R$
$\epsilon_x$	Deformazione acciaio direzione x
$\epsilon_y$	Deformazione acciaio direzione y
$\epsilon_{min}$	Deformazione minima cls
$\epsilon_{max}$	Deformazione massima cls
$\theta_{max}$	Angolo direzioni principali di deformazione
$\sigma_{amm}$	Tensione ammissibile S.L.E. di riferimento
$\sigma_x$	Tensione nelle barre nello S.L.E. di riferimento in direzione x
$\sigma_y$	Tensione nelle barre nello S.L.E. di riferimento in direzione y
$\sigma_{c,Max}$	Tensione massima nel cls nello S.L.E. di riferimento
$d$	Distanza a cui è calcolato il perimetro critico
$C_{Rd,c}$	Coefficiente taglio resistente elementi privi di armatura a taglio
$V_{Ed}, M_{x,Ed}, M_{y,Ed}$	Sollecitazione esterna verifica a punzonamento
$B_x, B_y$	Dimensioni perimetro critico
$\beta$	Angolo diffusione tensioni
$V_{Ed}$	Tensione tangenziale sull'area critica



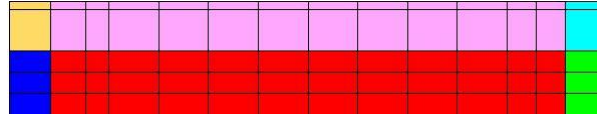
## **p**

Rapporto meccanico di armatura

## **V<sub>Rd,c</sub>**

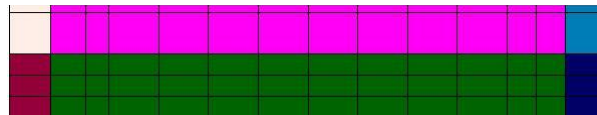
Taglio resistente elementi privi di armatura

- Mappa armature di Estradosso**



Colore	Armature
Yellow	top $\emptyset 10/20'$ X c=5.00 [cm] + $\emptyset 12/20'$ Y c=3.00 [cm]
Pink	top $\emptyset 12/20'$ X c=5.00 [cm] + $\emptyset 12/20'$ Y c=3.00 [cm]
Blue	top $\emptyset 12/20'$ X c=5.00 [cm] + $\emptyset 12/20'$ Y c=3.00 [cm]
Cyan	top $\emptyset 12/20'$ X c=5.00 [cm] + $\emptyset 10/20'$ Y c=3.00 [cm]
Pink	top $\emptyset 10/20'$ X c=5.00 [cm] + $\emptyset 10/20'$ Y c=3.00 [cm]
Yellow	top $\emptyset 12/20'$ X c=5.00 [cm] + $\emptyset 10/20'$ Y c=3.00 [cm]

- Mappa armature di Intradosso**



Colore	Armature
Green	bottom $\emptyset 10/20'$ X c=5.00 [cm] + $\emptyset 12/20'$ Y c=3.00 [cm]
Dark Blue	bottom $\emptyset 12/20'$ X c=5.00 [cm] + $\emptyset 12/20'$ Y c=3.00 [cm]
Maroon	bottom $\emptyset 12/20'$ X c=5.00 [cm] + $\emptyset 12/20'$ Y c=3.00 [cm]
Blue	bottom $\emptyset 12/20'$ X c=5.00 [cm] + $\emptyset 10/20'$ Y c=3.00 [cm]
Pink	bottom $\emptyset 10/20'$ X c=5.00 [cm] + $\emptyset 10/20'$ Y c=3.00 [cm]
Yellow	bottom $\emptyset 12/20'$ X c=5.00 [cm] + $\emptyset 10/20'$ Y c=3.00 [cm]

- Impostazioni di verifica**

- Curva  $\sigma/\epsilon$  Calcestruzzo secondo:**

- Hognestad

- Modellazione softening (trazione/compressione)**

- $f_{c,d,soft} = f_{c,d} \cdot 0.9 / \sqrt{1+400 \epsilon_t}$  (Hognestad)

- Modellazione compressione biassiale**

- $f_{c,d,biassiale} = f_{c,d} (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2$  /  $\alpha = \epsilon_{c1} / \epsilon_{c2}$  (EC2 Ponti 6.110)

- Curva  $\sigma/\epsilon$  Acciaio secondo:**

- Elastico plastico (EC2 standard)





- Elementi più sollecitati per tipologia di sezione
- Verifiche SLU Flessione elemento nodi 182 227
- Proprietà dei materiali
- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$
3913.0	1.86	67.00

- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
141.7	-2.00	-3.50	12.0	0.08	141666.7

- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
3.93	5.00	5.65	3.00	3.93	5.00	5.65	3.00

- Azioni di verifica combinazione 12 (211 125 [cm])

$M_{xx}$	701	[kgm/m]	$M_{11}$	1304	[kgm/m]
$M_y$	423	[kgm/m]	$M_{22}$	-2429	[kgm/m]
$M_{xy}$	-1861	[kgm/m]	$\alpha$	42.87	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio			Calcestruzzo	
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta$ [°]
0.68	Estradosso	9.301	5.394	18.974	-0.962	-37.99
	Intradosso	1.022	0.713	1.919	-3.500	48.24



- Verifiche SLU Flessione elemento nodi 193 238
- Proprietà dei materiali
- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$
3913.0	1.86	67.00

- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
141.7	-2.00	-3.50	12.0	0.08	141666.7



- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
5.65	5.00	5.65	3.00	5.65	5.00	5.65	3.00

- Azioni di verifica combinazione 12 (1385 125 [cm])

$M_{xx}$	-2369	[kgm/m]	$M_{11}$	-146	[kgm/m]
$M_y$	-238	[kgm/m]	$M_{22}$	2753	[kgm/m]
$M_{xy}$	983	[kgm/m]	$\alpha$	21.36	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio			Calcestruzzo	
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta$ [°]
0.63	Estradosso	0.820	0.239	0.048	-3.500	68.77
	Intradosso	15.604	2.753	23.076	-0.209	-23.22



- Verifiche SLU Flessione elemento nodi 268 313
- Proprietà dei materiali
- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$
3913.0	1.86	67.00

- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
141.7	-2.00	-3.50	12.0	0.08	141666.7

- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
5.65	5.00	3.93	3.00	5.65	5.00	3.93	3.00

- Azioni di verifica combinazione 12 (50 260 [cm])

$M_{xx}$	-4122	[kgm/m]	$M_{11}$	322	[kgm/m]
$M_y$	-397	[kgm/m]	$M_{22}$	4197	[kgm/m]
$M_{xy}$	-534	[kgm/m]	$\alpha$	-8.00	[°]



- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta [^\circ]$
0.96	Estradosso	1.003	0.107	-0.006	-3.500	-78.88
	Intradosso	18.088	1.056	23.809	-0.049	13.75



- Verifiche SLU Flessione elemento nodi 226 271
- Proprietà dei materiali
- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$
3913.0	1.86	67.00

- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
141.7	-2.00	-3.50	12.0	0.08	141666.7

- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

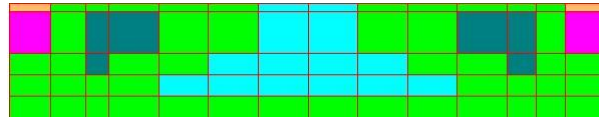
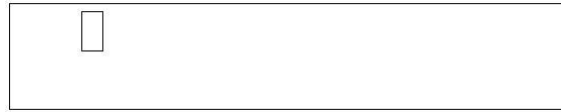
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
3.93	5.00	3.93	3.00	3.93	5.00	3.93	3.00

- Azioni di verifica combinazione 12 (211 200 [cm])

$M_{xx}$	879	[kgm/m]	$M_{11}$	1169	[kgm/m]
$M_y$	326	[kgm/m]	$M_{22}$	-2374	[kgm/m]
$M_{xy}$	-1750	[kgm/m]	$\alpha$	40.50	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta [^\circ]$
0.74	Estradosso	14.051	10.451	30.354	-0.247	-40.82
	Intradosso	1.204	0.984	0.082	-3.500	50.06



33 %	66 %	80 %	90 %	100 %	1498 %

- Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 8 144
- Proprietà dei materiali
- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
3913.0	1.86	67.00	3600.0

- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	150.0

- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

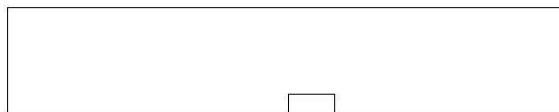
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
3.93	5.00	5.65	3.00	3.93	5.00	5.65	3.00

- Azioni di verifica combinazione 43 (777 25 [cm])

$M_{xx}$	-177	[kgm/m]	$M_{11}$	1739	[kgm/m]
$M_y$	-1736	[kgm/m]	$M_{22}$	175	[kgm/m]
$M_{xy}$	65	[kgm/m]	$\alpha$	-2.40	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_y$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]		
0.11	Estradosso	-15.2	-145.5	-16.5	2.60		
	Intradosso	15.2	145.5	0.0	-87.40		



- Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 180 225
- Proprietà dei materiali
- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
3913.0	1.86	67.00	3600.0

- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	150.0

- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
5.65	5.00	5.65	3.00	5.65	5.00	5.65	3.00

- Azioni di verifica combinazione 43 (50 125 [cm])

$M_{xx}$	-1630	[kgm/m]	$M_{11}$	-96	[kgm/m]
$M_y$	-159	[kgm/m]	$M_{22}$	1884	[kgm/m]
$M_{xy}$	-663	[kgm/m]	$\alpha$	-21.01	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_y$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]		
0.11	Estradosso	-138.7	-13.7	-16.2	-67.87		
	Intradosso	136.3	13.3	-1.1	22.12		



- Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 268 313
- Proprietà dei materiali
- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
3913.0	1.86	67.00	3600.0



- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	150.0

- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
5.65	5.00	3.93	3.00	5.65	5.00	3.93	3.00

- Azioni di verifica combinazione 43 (50 260 [cm])

$M_{xx}$	-2816	[kgm/m]	$M_{11}$	222	[kgm/m]
$M_y$	-270	[kgm/m]	$M_{22}$	2865	[kgm/m]
$M_{xy}$	-354	[kgm/m]	$\alpha$	-7.78	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_y$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]		
0.17	Estradosso	-236.0	-23.2	-26.2	-81.60		
	Intradosso	236.0	23.2	0.0	8.40		



- Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 226 271
- Proprietà dei materiali
- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
3913.0	1.86	67.00	3600.0

- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	150.0

- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
3.93	5.00	3.93	3.00	3.93	5.00	3.93	3.00

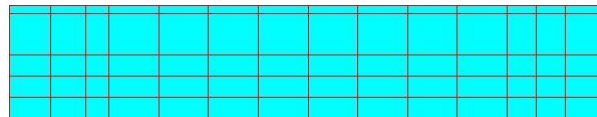


- Azioni di verifica combinazione 43 (211 200 [cm])

$M_{xx}$	596	[kgm/m]	$M_{11}$	777	[kgm/m]
$M_y$	242	[kgm/m]	$M_{22}$	-1616	[kgm/m]
$M_{xy}$	-1183	[kgm/m]	$\alpha$	40.74	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_y$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]		
0.10	Estradosso	51.4	20.7	-7.3	-40.97		
	Intradosso	-53.0	-22.0	-14.5	49.03		



33 %	66 %	80 %	90 %	100 %	1498 %
------	------	------	------	-------	--------

- Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 182 227

- Proprietà dei materiali

- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
3913.0	1.86	67.00	4500.0

- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	250.0

- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
3.93	5.00	5.65	3.00	3.93	5.00	5.65	3.00

- Azioni di verifica combinazione 52 (211 125 [cm])

$M_{xx}$	423	[kgm/m]	$M_{11}$	-1393	[kgm/m]
$M_y$	442	[kgm/m]	$M_{22}$	527	[kgm/m]
$M_{xy}$	-960	[kgm/m]	$\alpha$	-44.72	[°]



- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_y$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]		
0.05	Estradosso	36.3	37.1	-5.1	-45.12		
	Intradosso	-37.3	-38.0	-12.5	44.88		



- Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 180 225
- Proprietà dei materiali
- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}$ ‰	$\epsilon_{ud}$ ‰	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
3913.0	1.86	67.00	4500.0

- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}$ ‰	$\epsilon_{cu}$ ‰	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}$ ‰	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	250.0

- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
5.65	5.00	5.65	3.00	5.65	5.00	5.65	3.00

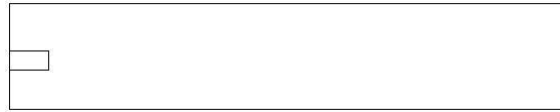
- Azioni di verifica combinazione 52 (50 125 [cm])

$M_{xx}$	-1354	[kgm/m]	$M_{11}$	-49	[kgm/m]
$M_y$	-85	[kgm/m]	$M_{22}$	1489	[kgm/m]
$M_{xy}$	-434	[kgm/m]	$\alpha$	-17.18	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_y$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]		
0.05	Estradosso	-114.7	-7.3	-12.8	-71.75		
	Intradosso	113.2	7.1	-0.6	18.24		





- *Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 268 313*
- *Proprietà dei materiali*
- *Acciaio B 450 C*

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
3913.0	1.86	67.00	4500.0

- *Calcestruzzo C25/30*

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	250.0

- *Sezione*

- *sezione 2 H=25.00 [cm]*

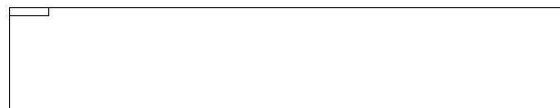
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
5.65	5.00	3.93	3.00	5.65	5.00	3.93	3.00

- *Azioni di verifica combinazione 52 (50 260 [cm])*

$M_{xx}$	-2255	[kgm/m]	$M_{11}$	117	[kgm/m]
$M_{yy}$	-138	[kgm/m]	$M_{22}$	2275	[kgm/m]
$M_{xy}$	-208	[kgm/m]	$\alpha$	-5.56	[°]

- *Verifiche*

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_y$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]		
0.08	Estradosso	-189.0	-11.8	-20.3	-83.99		
	Intradosso	189.0	11.8	0.0	6.01		



- *Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 227 272*
- *Proprietà dei materiali*
- *Acciaio B 450 C*

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
3913.0	1.86	67.00	4500.0



- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	250.0

- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

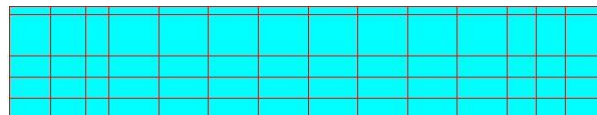
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
3.93	5.00	3.93	3.00	3.93	5.00	3.93	3.00

- Azioni di verifica combinazione 52 (299 200 [cm])

$M_{xx}$	576	[kgm/m]	$M_{11}$	252	[kgm/m]
$M_y$	403	[kgm/m]	$M_{22}$	-1231	[kgm/m]
$M_{xy}$	-737	[kgm/m]	$\alpha$	41.66	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_y$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]		
0.04	Estradosso	49.8	34.9	-2.6	-41.84		
	Intradosso	-50.5	-35.5	-11.0	48.16		



33 %	66 %	80 %	90 %	100 %	1498 %
------	------	------	------	-------	--------

- Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 182 227
- Proprietà dei materiali
- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
3913.0	1.86	67.00	4500.0

- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$w_{Max}$ mm
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	112.5	0.30



- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

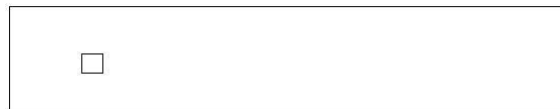
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
3.93	5.00	5.65	3.00	3.93	5.00	5.65	3.00

- Azioni di verifica combinazione 53 (211 125 [cm])

$M_{xx}$	397	[kgm/m]	$M_{11}$	-1243	[kgm/m]
$M_y$	497	[kgm/m]	$M_{22}$	349	[kgm/m]
$M_{xy}$	-795	[kgm/m]	$\alpha$	-43.20	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_y$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]		
0.10	Estradosso	34.1	41.7	-3.5	-46.51	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	-34.8	-42.4	-11.1	43.49	NON Fessurato	0.000



- Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 193 238
- Proprietà dei materiali
- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
3913.0	1.86	67.00	4500.0

- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$w_{Max}$ mm
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	112.5	0.30

- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
5.65	5.00	5.65	3.00	5.65	5.00	5.65	3.00

- Azioni di verifica combinazione 53 (1385 125 [cm])

$M_{xx}$	-1202	[kgm/m]	$M_{11}$	-36	[kgm/m]
$M_y$	-48	[kgm/m]	$M_{22}$	1286	[kgm/m]
$M_{xy}$	323	[kgm/m]	$\alpha$	14.60	[°]



- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_y$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]		
0.10	Estradosso	-101.6	-4.1	-11.0	74.42	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	100.4	4.0	-0.4	-15.57	NON Fessurato	0.000



- Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 268 313
- Proprietà dei materiali
- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
3913.0	1.86	67.00	4500.0

- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$w_{Max}$ mm
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	112.5	0.30

- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
5.65	5.00	3.93	3.00	5.65	5.00	3.93	3.00

- Azioni di verifica combinazione 53 (50 260 [cm])

$M_{xx}$	-1934	[kgm/m]	$M_{11}$	101	[kgm/m]
$M_y$	-109	[kgm/m]	$M_{22}$	1942	[kgm/m]
$M_{xy}$	-119	[kgm/m]	$\alpha$	-3.72	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_y$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]		
0.16	Estradosso	-162.1	-9.3	-17.5	-85.97	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	162.1	9.3	0.0	4.03	NON Fessurato	0.000



- Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 228 273
- Proprietà dei materiali
- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
3913.0	1.86	67.00	4500.0

- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$w_{Max}$ mm
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	112.5	0.30

- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

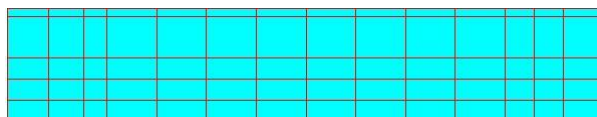
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
3.93	5.00	3.93	3.00	3.93	5.00	3.93	3.00

- Azioni di verifica combinazione 53 (419 200 [cm])

$M_{xx}$	459	[kgm/m]	$M_{11}$	-933	[kgm/m]
$M_y$	649	[kgm/m]	$M_{22}$	-175	[kgm/m]
$M_{xy}$	-367	[kgm/m]	$\alpha$	-37.73	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_y$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]		
0.09	Estradosso	39.6	56.0	0.0	-51.89	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	-39.6	-56.0	-9.8	38.11	NON Fessurato	0.000



33 %	66 %	80 %	90 %	100 %	1498 %
------	------	------	------	-------	--------



Ing. Carlo Poma  
Via Fabio Filzi, 6  
46025 Poggio Rusco (MN)  
carlopoma@gmail.com  
p.iva 02673620205

---



## Verifica Platea

### Verifiche lastre/piastre

- *Modalità di verifica*

Gli elementi lastra/piastra possono essere distinti in due categorie in funzione dello stato di sollecitazione:

- elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione semplice (flessione o tensionale a membrana);
- elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione misto (flessionale e tensionale a membrana).

Le verifiche per stato di sollecitazione semplice sono svolte proiettando le armature lungo le direzioni principali e effettuando la verifica a flessione retta/membrana lungo tali direzioni.

Per gli elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione misto, le direzioni principali variano, lungo lo sviluppo  $z$  dell'elemento, in modo continuo. Il codice di verifica procede a:

- suddivisione dell'elemento in strati di 1 cm di spessore;
- valutazione, per ogni strato, del corrispondente stato di deformazione e tensione membranale;
- ricostruzione, per sovrapposizione dei vari strati membranali, del comportamento globale dell'elemento soggetto allo stato misto di presso-flessione.

L'Utente può finire delle sezioni trasversali, per le quali le sollecitazioni sono valutate mediando integrazione sulla lunghezza della sezione

Nella determinazione della matrice di rigidezza degli strati di cls, si assume:

- Metodo T.A.: il calcestruzzo in compressione è assunto indefinitamente elastico lineare mentre, in trazione, si può assumere (opzionalmente) che sia in grado di assumere una trazione compresa fra 0 e  $f_{ct}$ , essendo  $f_{ct}$  la resistenza a trazione del calcestruzzo definita dall'EC2;
- Metodo S.L.U.: il metodo impiegato è quello noto come MCFT acronimo di "Modified Compression Field Method", sviluppato presso l'Università di Toronto da Collins e Del Vecchio a partire dagli anni '80. Il metodo, nella forma implementata, assume per la curva monoassiale tensione-deformazioni del cls quanto previsto dall'EC2;

La verifica a punzonamento può essere condotta considerando o non considerando autoequilibrate le tensioni nel terreno sotto il cono di punzonamento. L'angolo di diffusione è fissato dall'utente.

I copriferri indicati sono da intendersi riferiti al centro delle barre resistenti.

Simbologia utilizzata S.L.:

$f_{yd}$

Tensione di snervamento di progetto barre armatura

$\epsilon_{ud}$

Deformazione uniforme ultima

$\epsilon_{yd}$

Deformazione al limite di snervamento

$f_{ck}$

Resistenza cilindrica caratteristica

$f_{cd}$

Tensione di calcolo a compressione di base

$\epsilon_{c2}$

Deformazione limite elastico

$\epsilon_y$

Deformazione limite ultimo



$f_{ctd}$	Tensione di calcolo a trazione di progetto
$\epsilon_{ctd}$	Deformazione al limite di trazione
$E_{cm}$	Modulo elastico
$cf_{x,Eq}$	Copriferro in direzione x
$Af_x$	Armatura in direzione x
$cf_{y,Eq}$	Copriferro in direzione y
$Af_y$	Armatura in direzione y
$N_x, N_y, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}$	Componenti di sollecitazione esterna
$N_{11}, N_{22}, M_{11}, M_{22}, M_{12}$	Componenti di sollecitazione principali
$\alpha$	Angolo direzioni principali
$Cr$	Coefficiente rottura $S_D/S_R$
$\epsilon_x$	Deformazione acciaio direzione x
$\epsilon_y$	Deformazione acciaio direzione y
$\epsilon_{min}$	Deformazione minima cls
$\epsilon_{max}$	Deformazione massima cls
$\theta_{max}$	Angolo direzioni principali di deformazione
$\sigma_{amm}$	Tensione ammissibile S.L.E. di riferimento
$\sigma_x$	Tensione nelle barre nello S.L.E. di riferimento in direzione x
$\sigma_y$	Tensione nelle barre nello S.L.E. di riferimento in direzione y
$\sigma_{c,Max}$	Tensione massima nel cls nello S.L.E. di riferimento
$d$	Distanza a cui è calcolato il perimetro critico
$C_{Rd,c}$	Coefficiente taglio resistente elementi privi di armatura a taglio
$V_{Ed}, M_{xEd}, M_{yEd}$	Sollecitazione esterna verifica a punzonamento
$B_x, B_y$	Dimensioni perimetro critico
$\beta$	





Angolo diffusione tensioni

$V_{Ed}$

Tensione tangenziale sull'area critica

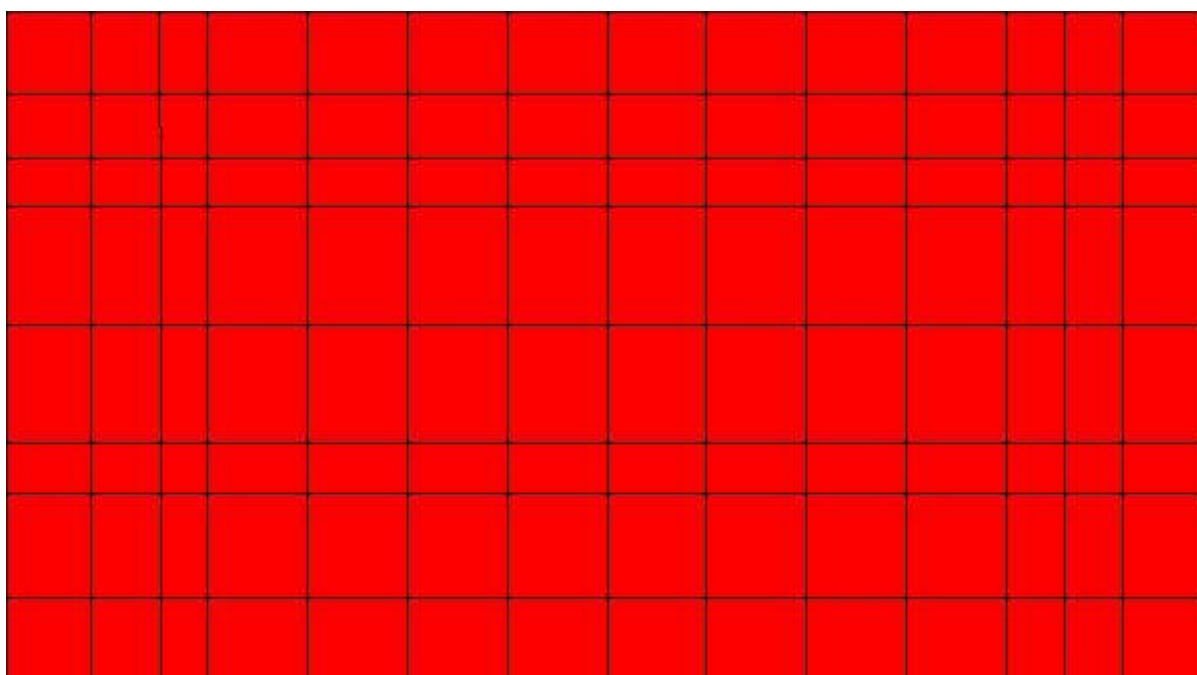
$\rho$

Rapporto meccanico di armatura

$V_{Rd,c}$

Taglio resistente elementi privi di armatura

- *Mappa armature di Estradosso*



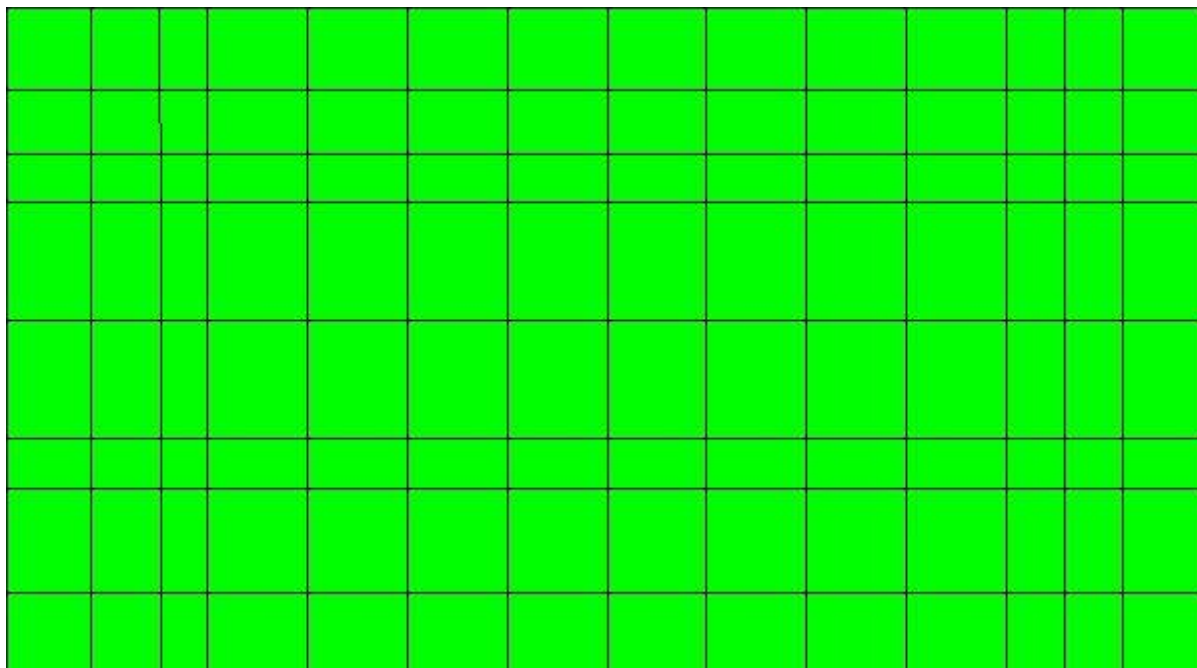
Colore

Armature

top  $\emptyset 12/20'$  X +  $\emptyset 12/20'$  Y c=3.00 [cm]



- *Mappa armature di Intradosso*



Colore	Armature
	bottom $\varnothing 12/20'$ X + $\varnothing 12/20'$ Y c=3.00 [cm]

- *Impostazioni di verifica*

- *Curva  $\sigma/\epsilon$  Calcestruzzo secondo:*

- Hognestad

- *Modellazione softening (trazione/compressione)*

- $f_{c,d,soft} = f_{c,d} \cdot 0.9 / \sqrt{1 + 400 \epsilon_t}$  (Hognestad)

- *Modellazione compressione biassiale*

- $f_{c,d,biaxial} = f_{c,d} \cdot (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2$  /  $\alpha = \epsilon_{c1} / \epsilon_{c2}$  (EC2 Ponti 6.110)

- *Curva  $\sigma/\epsilon$  Acciaio secondo:*

- Elastico plastico (EC2 standard)



- Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

- Verifiche SLU Flessione elemento nodi 7 23

- Proprietà dei materiali

- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$
3913.0	1.86	67.00

- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
141.7	-2.00	-3.50	12.0	0.08	141666.7

- Sezione

- sezione 1 H=30.00 [cm]

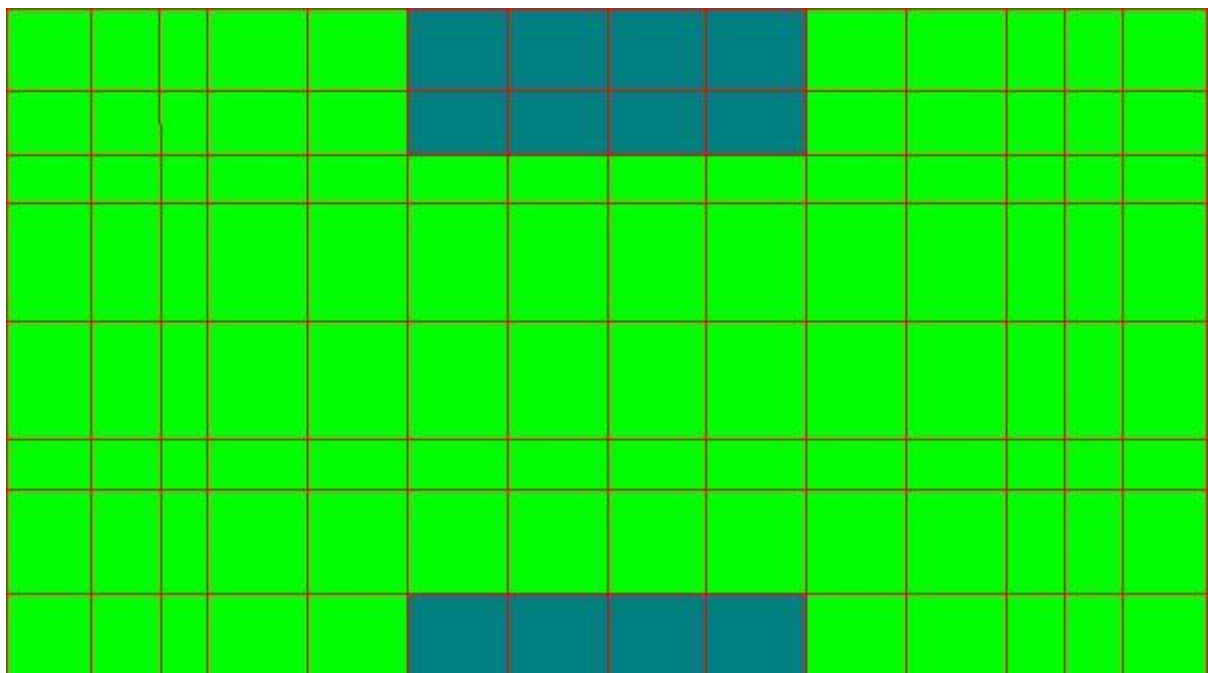
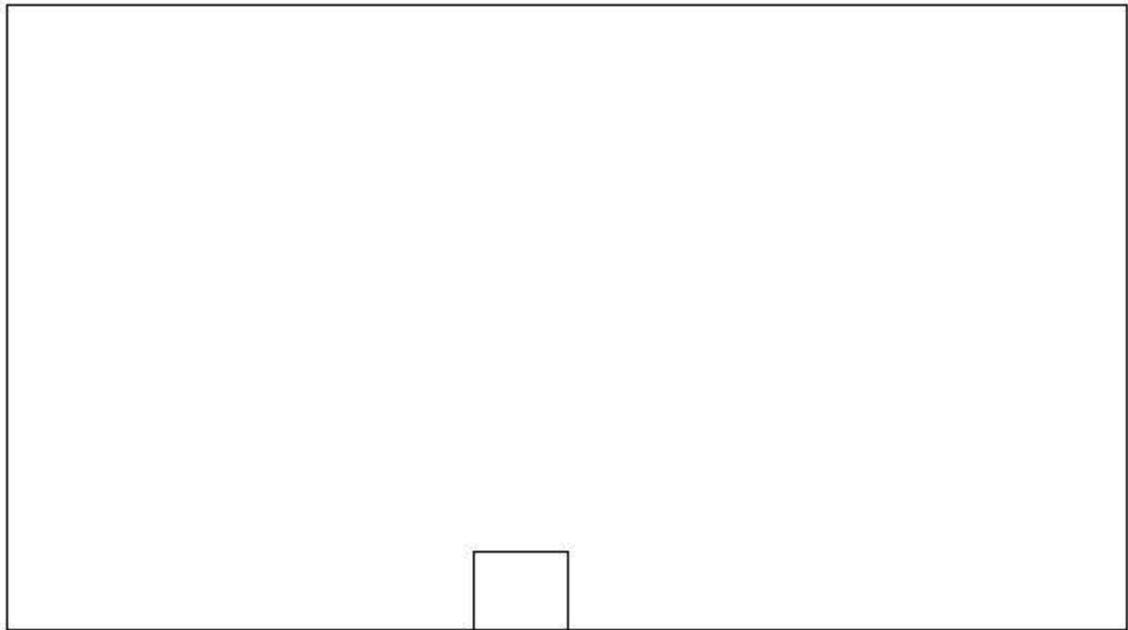
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
5.65	3.00	5.65	3.00	5.65	3.00	5.65	3.00

- Azioni di verifica combinazione 12 (658 50 [cm])

$M_{xx}$	585	[kgm/m]	$M_{11}$	-4053	[kgm/m]
$M_y$	4051	[kgm/m]	$M_{22}$	-583	[kgm/m]
$M_{xy}$	-82	[kgm/m]	$\alpha$	-1.35	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		$\theta$ [°]
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	
0.72	Estradosso	0.102	31.237	35.485	0.027	-87.09
	Intradosso	-0.021	0.663	-0.032	-3.500	2.35



33 %	66 %	80 %	90 %	100 %	1498 %
------	------	------	------	-------	--------



## • Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 98 114

### • Proprietà dei materiali

#### • Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
3913.0	1.86	67.00	3600.0

#### • Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	150.0

### • Sezione

#### • sezione 1 H=30.00 [cm]

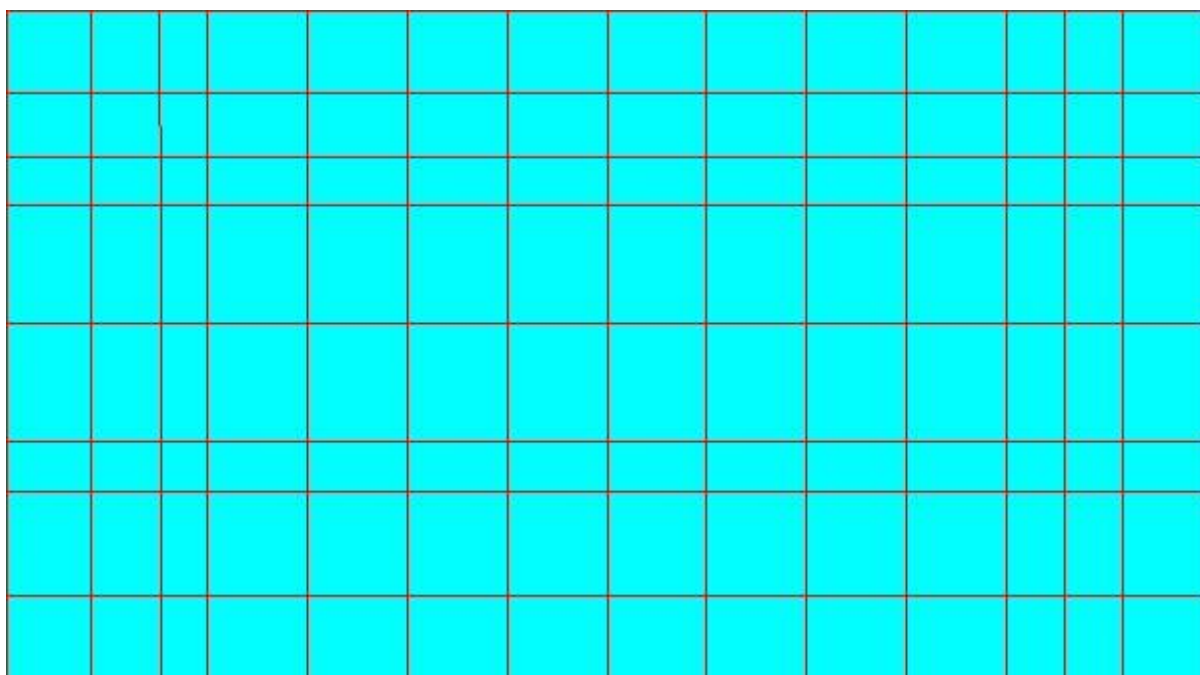
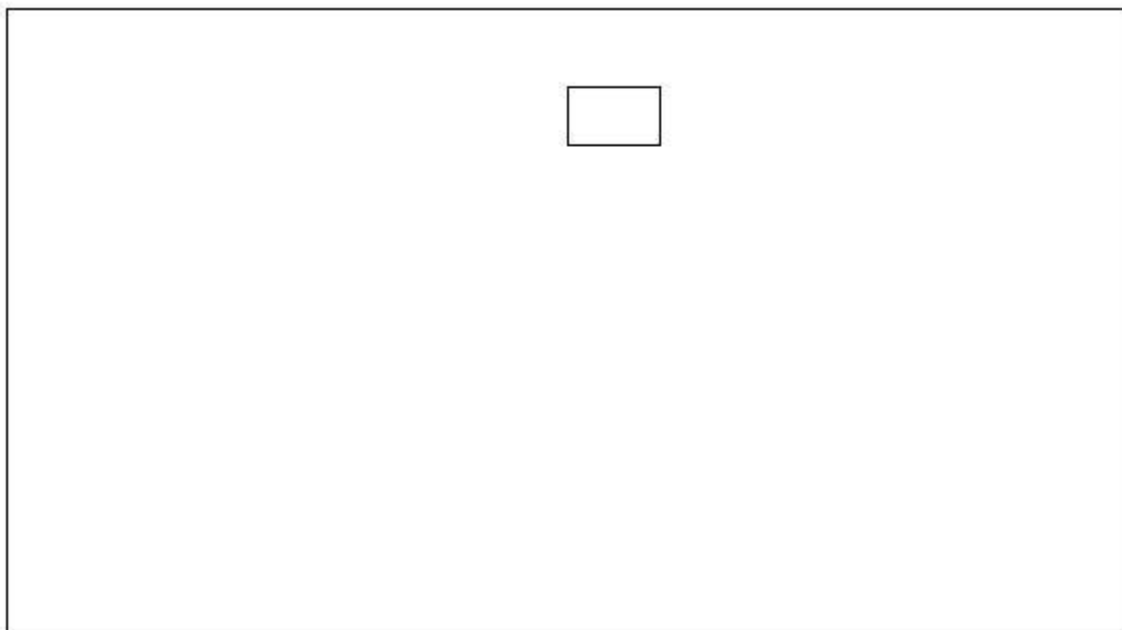
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
5.65	3.00	5.65	3.00	5.65	3.00	5.65	3.00

### • Azioni di verifica combinazione 41 (777 663 [cm])

$M_{xx}$	460	[kgm/m]	$M_{11}$	-2700	[kgm/m]
$M_y$	2700	[kgm/m]	$M_{22}$	-459	[kgm/m]
$M_{xy}$	-18	[kgm/m]	$\alpha$	-0.47	[°]

### • Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_y$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]		
0.12	Estradosso	31.5	185.1	0.0	-89.49		
	Intradosso	-31.5	-185.1	-18.6	0.51		



33 %	66 %	80 %	90 %	100 %	1498 %



- Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 98 114

- Proprietà dei materiali

- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
3913.0	1.86	67.00	4500.0

- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	250.0

- Sezione

- sezione 1 H=30.00 [cm]

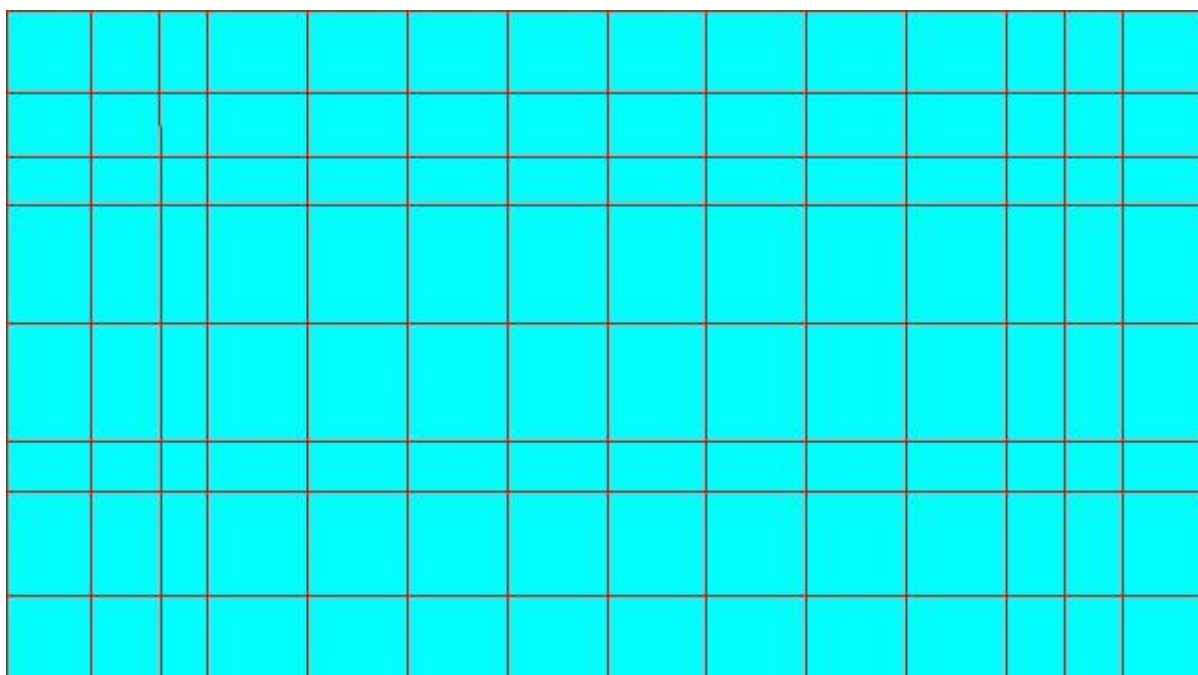
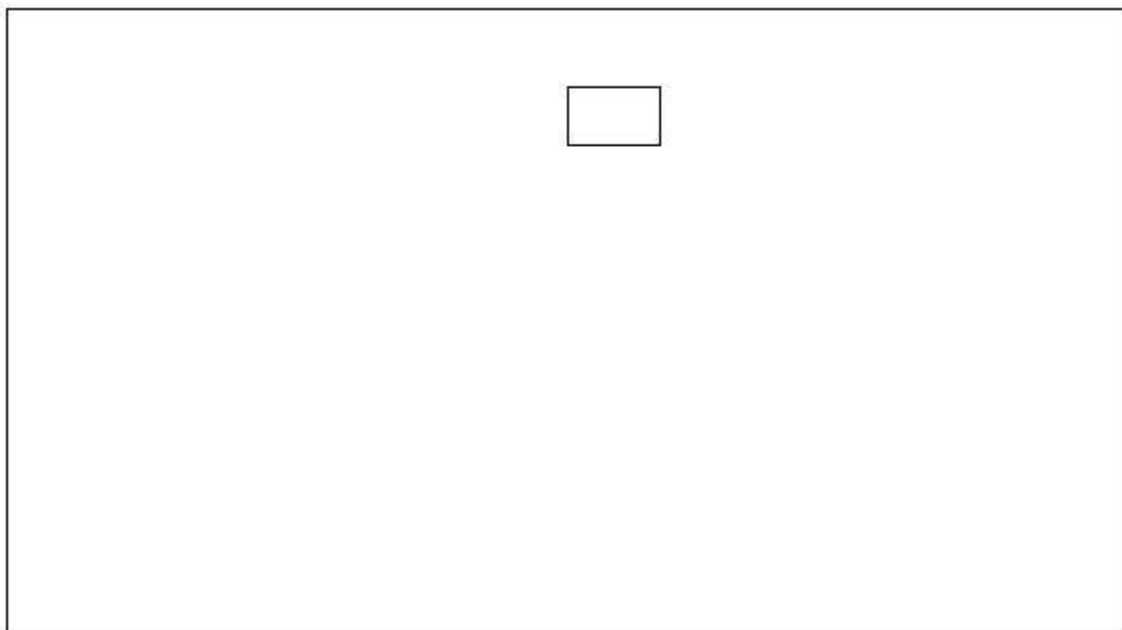
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
5.65	3.00	5.65	3.00	5.65	3.00	5.65	3.00

- Azioni di verifica combinazione 51 (777 663 [cm])

$M_{xx}$	369	[kgm/m]	$M_{11}$	-2151	[kgm/m]
$M_y$	2151	[kgm/m]	$M_{22}$	-369	[kgm/m]
$M_{xy}$	28	[kgm/m]	$\alpha$	0.90	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_y$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]		
0.06	Estradosso	25.3	147.4	0.0	89.02		
	Intradosso	-25.3	-147.4	-14.9	-0.98		



33 %	66 %	80 %	90 %	100 %	1498 %





- Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 98 114

- Proprietà dei materiali

- Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{yd}‰$	$\epsilon_{ud}‰$	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
3913.0	1.86	67.00	4500.0

- Calcestruzzo C25/30

$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{c2}‰$	$\epsilon_{cu}‰$	$f_{ctd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{ctd}‰$	$E_{cm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$w_{Max}$ mm
141.7	-2.00	-3.50	25.6	0.18	141666.7	112.5	0.30

- Sezione

- sezione 1 H=30.00 [cm]

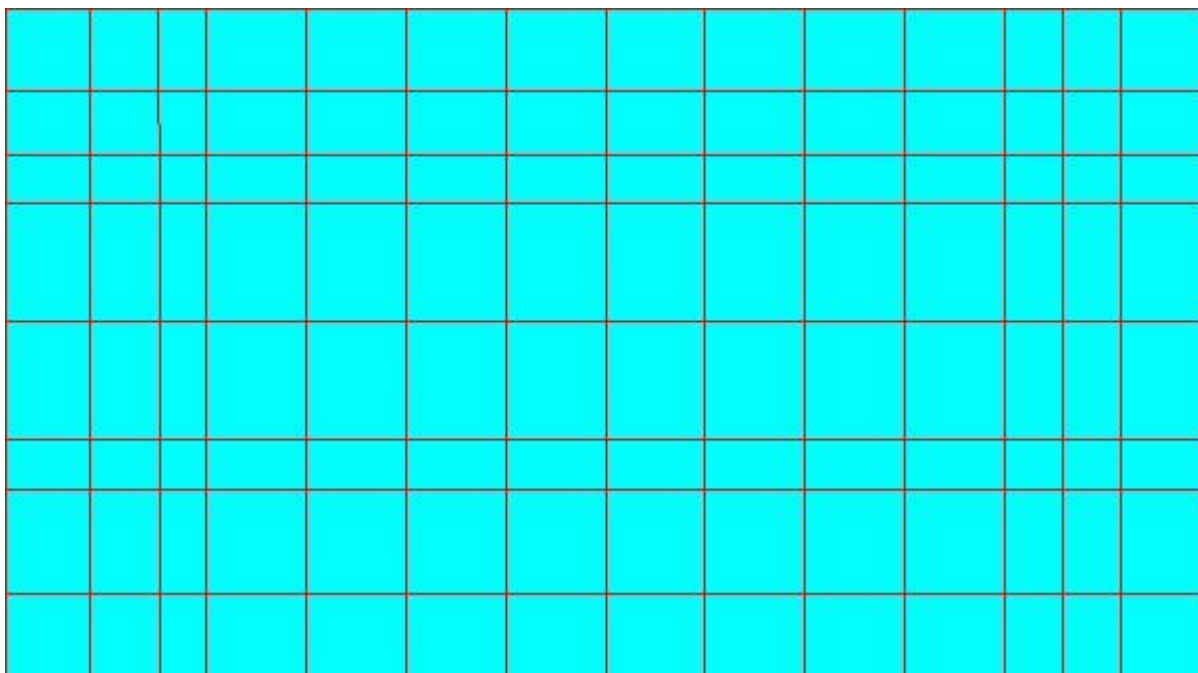
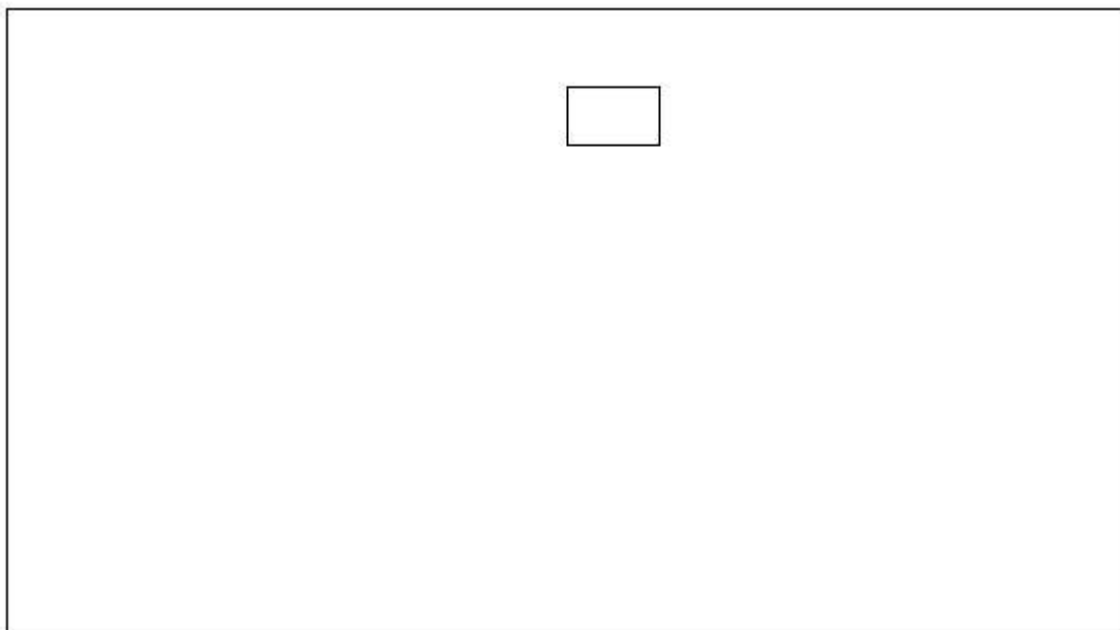
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	$Af_x$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	$Af_y$ [cm <sup>2</sup> ] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
5.65	3.00	5.65	3.00	5.65	3.00	5.65	3.00

- Azioni di verifica combinazione 53 (777 663 [cm])

$M_{xx}$	297	[kgm/m]	$M_{11}$	-1677	[kgm/m]
$M_y$	1677	[kgm/m]	$M_{22}$	-297	[kgm/m]
$M_{xy}$	-16	[kgm/m]	$\alpha$	-0.66	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_y$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]		
0.10	Estradosso	20.4	115.0	0.0	-89.28	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	-20.4	-115.0	-11.7	0.72	NON Fessurato	0.000



33 %	66 %	80 %	90 %	100 %	1498 %



## Verifica Geotecnica Platea

Le fondazioni previste sono di tipo superficiale a platea, con quota d'imposta a  $Z = -50$  cm da piano campagna.

Dai risultati dell'indagine penetrometrica (cpt) è evidente che la stratigrafia del sottosuolo è prevalentemente coesiva con coesione non drenata di calcolo pari a  $0,55 \text{ daN/cm}^2$ .

Si riportano di seguito i parametri geotecnici dedotti dalla *Relazione Geologico-Sismica e Geotecnica* redatta dal Dott. Geol. Claudia Borelli, e utilizzati per il calcolo delle opere di fondazione.

- 1 – Ubicazione delle prove geologiche

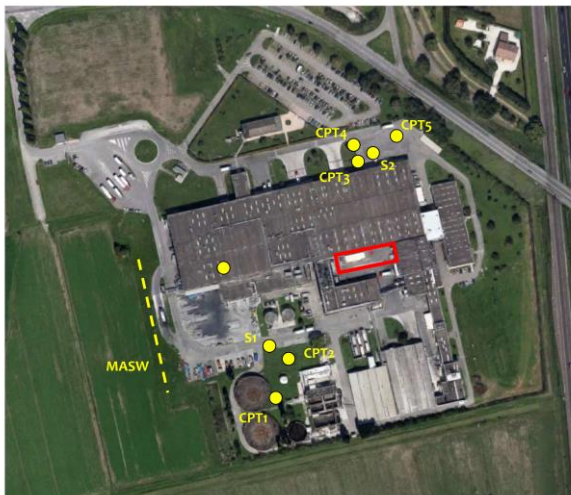


Fig. 15 Immagine satellitare dell'area di intervento (fonte google maps) con ubicazione dei punti di indagine

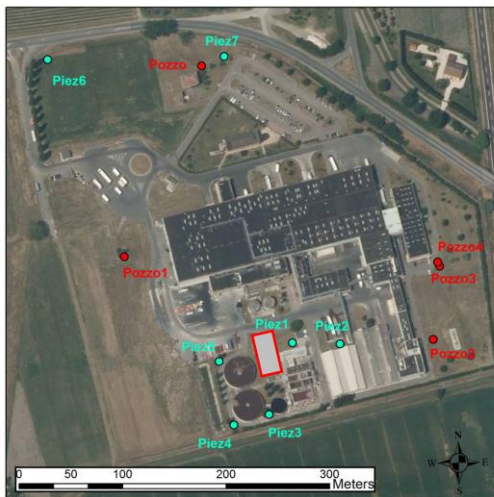


Fig. 11 Rete di monitoraggio interna all'azienda



## • 2 - Parametri Geotecnici Caratteristici

### Stima dei parametri geotecnici nominali

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )
Eu:	Modulo di deformazione non drenato (Kg/cm <sup>2</sup> )
Mo:	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
G:	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm <sup>2</sup> )
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
PuvS:	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )

#### CPT 1

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
1	1,40	C	0,0	-3,7	0,0	0,0	<0,5	0,0	0,0	--	--	--
2	4,80	C	0,7	514,3	48,4	141,9	>9	1,9	2,0	--	--	--
3	7,80	C	1,0	692,2	42,9	172,5	6,3	2,0	2,0	--	--	--
4	10,80	C	0,8	512,7	48,3	148,8	3,8	1,9	2,0	--	--	--
5	12,20	C	1,6	1140,7	65,1	235,2	5,8	2,0	2,1	--	--	--
6	18,80	C	1,1	718,9	44,2	185,6	3,0	2,0	2,0	--	--	--
7	20,00	I	--	--	80,2	523,6	<0,5	1,9	2,2	<5	45,0	301,7

#### CPT 2

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
1	2,40	C	0,9	663,3	46,0	163,3	>9	2,0	2,0	--	--	--
2	5,40	C	0,6	457,2	47,8	133,8	6,0	1,9	2,0	--	--	--
3	7,00	CI	0,9	663,6	44,4	168,5	<0,5	2,0	2,0	13,1	25,5	47,2
4	10,40	C	0,6	385,8	46,8	127,4	3,3	1,9	1,9	--	--	--
5	12,00	C	1,3	890,2	51,7	204,4	5,8	2,0	2,1	--	--	--
6	16,60	C	0,7	443,7	48,4	143,9	2,3	1,9	2,0	--	--	--
7	19,20	CI	1,3	881,5	53,8	209,4	<0,5	2,0	2,1	<5	29,1	67,3
8	20,00	I	--	--	63,5	376,2	<0,5	1,9	2,2	<5	45,0	175,6



### CPT 3

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
1	1,00	CI	2,8	2116,6	113,1	329,5	<0,5	2,1	2,2	<5	42,0	141,3
2	2,20	C	0,7	549,8	48,4	146,3	>9	1,9	2,0	--	--	--
3	2,80	C	0,4	250,5	35,5	92,6	8,4	1,8	1,9	--	--	--
4	5,00	C	0,6	398,4	45,7	122,2	>9	1,9	1,9	--	--	--
5	5,80	C	0,4	287,7	39,4	102,2	7,1	1,8	1,9	--	--	--
6	10,20	C	0,7	525,5	48,4	145,9	8,0	1,9	2,0	--	--	--
7	12,20	C	1,6	1144,9	63,4	231,4	>9	2,0	2,1	--	--	--
8	14,00	C	0,8	544,0	48,1	151,6	4,8	1,9	2,0	--	--	--
9	20,00	C	1,3	890,1	51,0	202,5	5,8	2,0	2,1	--	--	--

### CPT 4

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
1	2,00	C	1,4	1054,0	56,6	215,9	>9	2,0	2,1	--	--	--
2	3,20	C	0,5	373,8	44,4	117,4	>9	1,9	1,9	--	--	--
3	5,40	C	0,7	520,1	48,4	143,4	8,9	1,9	2,0	--	--	--
4	6,60	CI	1,2	879,6	48,5	196,3	<0,5	2,0	2,1	<5	31,6	60,6
5	7,80	C	0,7	468,9	48,1	136,7	5,8	1,9	2,0	--	--	--
6	10,60	C	0,9	642,4	45,6	164,8	8,8	1,9	2,0	--	--	--
7	12,20	C	1,4	1035,6	57,8	218,6	>9	2,0	2,1	--	--	--
8	13,80	C	0,8	518,0	48,3	147,9	5,0	1,9	2,0	--	--	--
9	20,00	C	1,5	1040,7	59,1	221,7	6,6	2,0	2,1	--	--	--

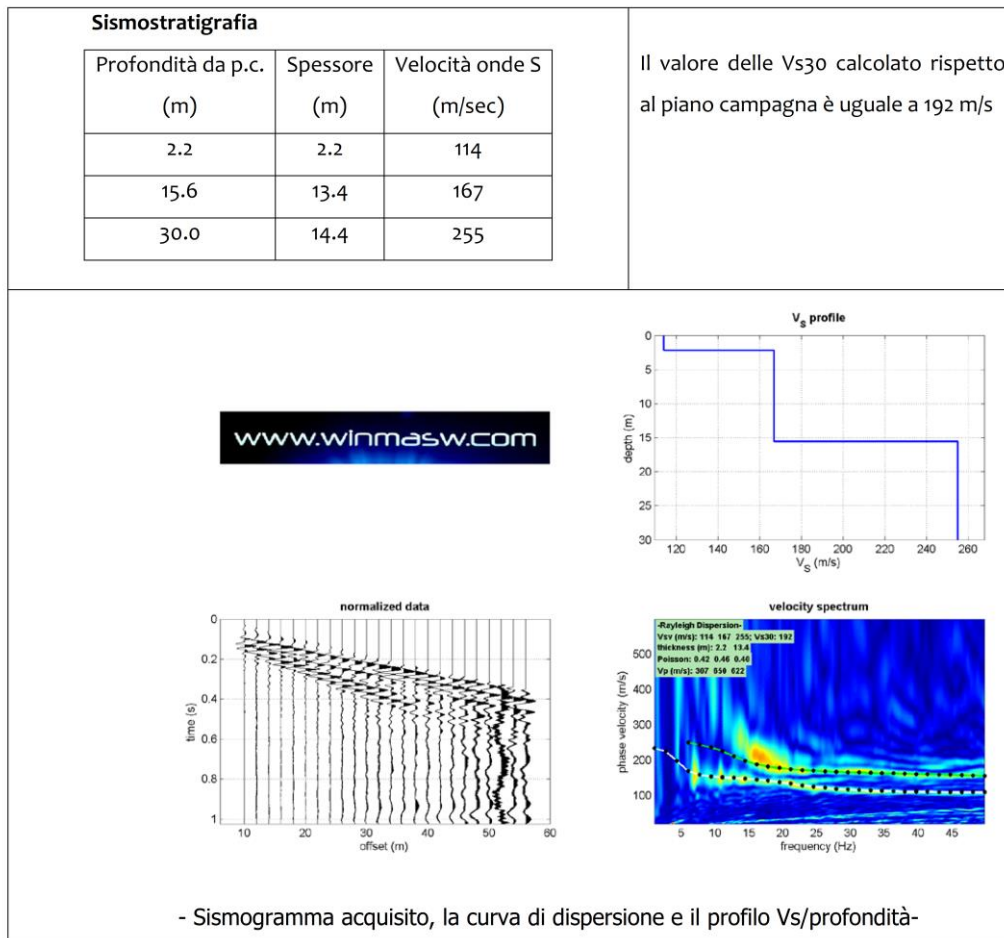
### CPT 5

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
1	0,80	I	--	--	4,8	8,3	<0,5	0,0	0,0	<5	28,7	0,3
2	3,00	C	0,6	422,8	46,3	125,2	>9	1,9	2,0	--	--	--
3	3,60	C	0,4	279,0	38,1	98,9	7,9	1,8	1,9	--	--	--
4	7,00	C	0,6	443,2	47,3	130,7	7,4	1,9	2,0	--	--	--
5	7,60	C	0,5	323,9	42,3	110,4	4,5	1,8	1,9	--	--	--
6	10,80	C	0,7	492,0	48,4	141,0	7,5	1,9	2,0	--	--	--
7	12,20	C	1,5	1062,4	59,0	221,5	>9	2,0	2,1	--	--	--
8	13,60	C	0,8	534,5	48,2	149,8	4,3	1,9	2,0	--	--	--
9	20,00	C	1,3	916,4	52,3	205,6	5,8	2,0	2,1	--	--	--

Determinazione del valore caratteristico della coesione non drenata									
LETTURE NEL BULBO DI PRESSIONE pari alla dimensione del plinto	n° strati		221	Cu media	1.08 kg/cmq	0.89 kg/cmq	0.65 kg/cmq	0.85 kg/cmq	0.88 kg/cmq
	coes. Car. Media		0.82 kg/cmq	Cu dev	0.37 kg/cmq	0.31 kg/cmq	0.10 kg/cmq	0.20 kg/cmq	0.41 kg/cmq
	coes. Car. Minima		0.63 kg/cmq	Cu caratteristico	1.01 kg/cmq	0.84 kg/cmq	0.63 kg/cmq	0.82 kg/cmq	0.81 kg/cmq
LETTURE NEL BULBO DI PRESSIONE pari alla dimensione del plinto	n° strati		221	Cu media	0.80 kg/cmq	0.71 kg/cmq	0.56 kg/cmq	0.80 kg/cmq	0.57 kg/cmq
	coes. Car. Media		0.67 kg/cmq	Cu dev	0.14 kg/cmq	0.14 kg/cmq	0.11 kg/cmq	0.30 kg/cmq	0.07 kg/cmq
	coes. Car. Minima		0.55 kg/cmq	Cu caratteristico	0.78 kg/cmq	0.69 kg/cmq	0.55 kg/cmq	0.77 kg/cmq	0.57 kg/cmq
Caratteristico = Medio - 1.645 Dev Standard / (n° campioni)^1/2				CPT1	CPT2	CPT3	CPT4	CPT5	



### • 3 - Caratterizzazione Sismica

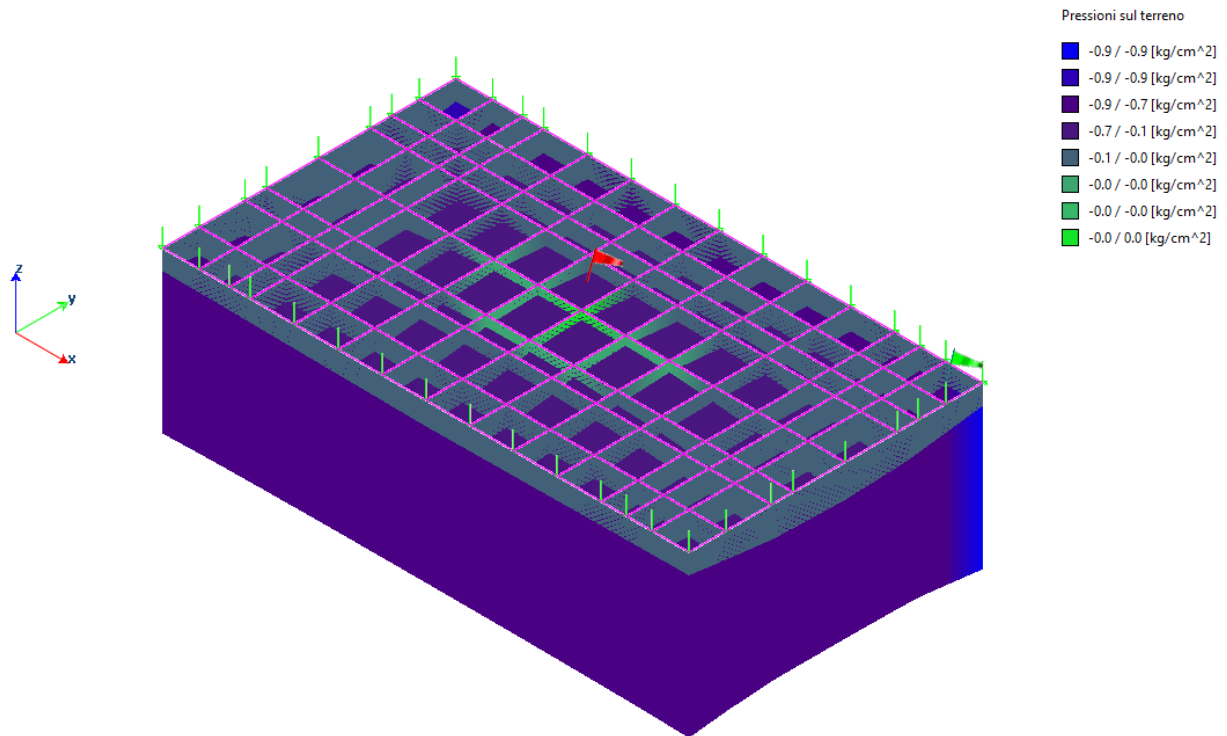


Il valore Vs30 è risultato 192 m/sec pertanto secondo normativa la categoria di appartenenza del litotipo equivalente è la C:

C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < \text{NSPT}_{30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < \text{cu}_{30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).



• Verifica Delle Opere Di Fondazione



VALORI CARATTERISTICI TERRENO	
$\phi_k$	0.0 °
$c_k$	0.0 kN/m <sup>2</sup>
$c_{uk}$	55.0 kN/m <sup>2</sup>
$\gamma_k$	18.5 kN/m <sup>3</sup>

DATI GEOMETRICI			
Lx	36.50	m	Dimensione // x
Ly	8.50	m	Dimensione // y
D	0.50	m	Profondità

coefficienti di sicurezza			
	A1	A2	$\gamma_{R1} = 1$
$\phi$	1	1.25	$\gamma_{R2} = 1.8$
c	1	1.25	$\gamma_{R3} = 2.3$
cu	1	1.4	
$\gamma$	1	1	

APPROCCIO 2 NTC 2018											
		$N_q$	$N_c$	$N_\gamma$	$s_c$	$s_q$	$s_\gamma$	$d_c$	$d_q$	$d_\gamma$	$q_{limite}$
$\gamma_R$	2.3	1.0	5.14	0.0	1.05	0.00	0.00	1.02	1.00	1.00	312 kN/m <sup>2</sup>
											$q_R$
											1.36 daN/cm <sup>2</sup>

In nessun punto e in nessuna condizione di carico la pressione massima raggiunge la capacità limite del terreno, pertanto le verifiche geotecniche risultano soddisfatte.



- *Pressioni massime sul terreno*
- *Combinazioni agli Stati Limite Ultimi*

	Elemento	Combinazione	P [kg/cm <sup>2</sup> ]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 67 80 81 68	9	0.4
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 119 134 135 120	10	0.9

- *Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita*

	Elemento	Combinazione	P [kg/cm <sup>2</sup> ]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 67 80 81 68	23	0.0
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 119 134 135 120	21	0.4

- *Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio*

	Elemento	Combinazione	P [kg/cm <sup>2</sup> ]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 67 80 81 68	37	0.3
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 119 134 135 120	41	0.6

- *Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio*

	Elemento	Combinazione	P [kg/cm <sup>2</sup> ]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 67 80 81 68	49	0.3
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 119 134 135 120	51	0.5

- *Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio*

	Elemento	Combinazione	P [kg/cm <sup>2</sup> ]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 67 80 81 68	53	0.3
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 119 134 135 120	53	0.5

- *Combinazioni agli Stati Limite di Danno*

	Elemento	Combinazione	P [kg/cm <sup>2</sup> ]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 67 80 81 68	60	0.0
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 119 134 135 120	58	0.3





- Verifiche combinazioni di carico statiche

Verifica in condizioni **non drenate**

- Dati terreno

Terreno	
Angolo d'attrito $\phi$	0.00 [°]
Coesione c	0.0 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Coesione non drenata $c_u$	0.6 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Carico addizionale di superficie q	0 [kg/m <sup>2</sup> ]
Profondità D	50 [cm]
Peso proprio terreno $\gamma$	1950.0 [kg/m <sup>3</sup> ]

- Fattori parziale di sicurezza del terreno verifiche a scorrimento

$\gamma_{R,Scor}$	1.000
$k_1$ fattore riduzione di $\phi$	0.667
$k_2$ fattore riduzione di c	0.600
$k_3$ fattore riduzione di $c_u$	0.600

- Fattori parziale di sicurezza del terreno

$\gamma_{tgp}$	1.000
$\gamma_c$	1.000
$\gamma_{cu}$	1.000

- Fattori parziale di sicurezza

Verifica di capacità portante	2.300
Verifica a scorrimento	1.100

- Fattori di correzione dinamici per combinazioni statiche

$Z_c$	1.000
$Z_q$	1.000
$Z_{q1}$	1.000

- Verifiche

Legenda	
$B_{eq}$	Base del plinto equivalente
$H_{eq}$	Altezza del plinto equivalente
$H_{trasporto}$	Quota azioni esterne rispetto alla sezione di verifica
Comb.	Combinazione di carico
N	Azione verticale
$M_x$	Momento flettente $M_x$
$M_y$	Momento flettente $M_y$
$Q_{Ed}$	Carico verticale di progetto
$Q_{Rd,T}$	Capacità portante Terzaghi
$Q_{Rd,M}$	Capacità portante Mejerhoff
$Q_{Rd,EC7}$	Capacità portante EuroCodice 7
$Q_{Rd,V}$	Capacità portante Vesic
$Q_{Rd,T,PP}$	Capacità portante Terzaghi con correzione Paolucci-Pecker



$Q_{Rd,M,PP}$	Capacità portante Mejerhoff con correzione Paolucci-Pecker															
$Q_{Rd,EC7,PP}$	Capacità portante EuroCodice 7 con correzione Paolucci-Pecker															
$Q_{Rd,V,PP}$	Capacità portante Vesic con correzione Paolucci-Pecker															
$Q_{Rd,T,MN,CI}$	Capacità portante Terzaghi con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico+inerziale															
$Q_{Rd,M,MN,CI}$	Capacità portante Mejerhoff con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico+inerziale															
$Q_{Rd,EC7,MN,CI}$	Capacità portante EuroCodice 7 con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico+inerziale															
$Q_{Rd,V,MN,CI}$	Capacità portante Vesic con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico+inerziale															
$Q_{Rd,T,MN,C}$	Capacità portante Terzaghi con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico															
$Q_{Rd,M,MN,C}$	Capacità portante Mejerhoff con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico															
$Q_{Rd,EC7,MN,C}$	Capacità portante EuroCodice 7 con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico															
$Q_{Rd,V,MN,C}$	Capacità portante Vesic con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico															
$F_x$	Azione di scorrimento $F_x$															
$F_y$	Azione di scorrimento $F_y$															
$H_{Ed,d}=\sqrt{F_x^2+F_y^2}$	Azione di scorrimento totale $H_{Ed}=\sqrt{(F_x^2+F_y^2)}$															
$H_{Rd}$	Resistenza allo scorrimento															
Elemento	$B_{Eq}$ [cm]	$H_{Eq}$ [cm]	$H_{Trasporto}$ [cm]	Comb.	N [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$Q_{Ed}$ [kN]	$(S/R)_T$	$(S/R)_M$ [kN]	$(S/R)_{EC7}$ [kN]	$(S/R)_V$ [kN]	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$H_{Ed}$ [kN]	$(S/R)_{Scor}$
133,31..3,105	800	1435	30	1	2281	-449	-0	2281	0.112	0.190	0.151	0.144	0	446	446	0.132
				2	2281	-0	-748	2281	0.112	0.262	0.171	0.161	-788	0	788	0.256
				3	2281	449	-0	2281	0.112	0.190	0.151	0.144	-0	-446	446	0.132
				4	2281	0	748	2281	0.112	0.262	0.171	0.161	788	-0	788	0.256
				5	2281	-432	-731	2281	0.112	0.285	0.175	0.163	-785	443	901	0.298
				6	2281	-407	-741	2281	0.112	0.285	0.175	0.163	-787	437	900	0.298
				7	2281	432	731	2281	0.112	0.285	0.175	0.163	785	-443	901	0.298
				8	2281	407	741	2281	0.112	0.285	0.175	0.163	787	-437	900	0.298
				9	2385	-25	0	2385	0.117	0.151	0.152	0.148	-0	5	5	0.002
				10	2385	0	-741	2385	0.117	0.266	0.177	0.167	-787	0	787	0.254
				11	2385	-383	-0	2385	0.117	0.194	0.157	0.150	-0	432	432	0.127
				12	2385	-0	741	2385	0.117	0.266	0.177	0.167	787	0	787	0.254
				13	1667	-449	-0	1667	0.082	0.155	0.111	0.106	-0	446	446	0.133
				14	1667	0	-748	1667	0.082	0.242	0.132	0.123	-788	0	788	0.268
				15	1667	449	0	1667	0.082	0.155	0.111	0.106	0	-446	446	0.133
				16	1667	-0	748	1667	0.082	0.242	0.132	0.123	788	0	788	0.268
				33	1741	-299	-0	1741	0.085	0.140	0.114	0.110	-0	297	297	0.088
				34	1741	0	-498	1741	0.085	0.185	0.127	0.121	-525	0	525	0.168
				35	1741	299	0	1741	0.085	0.140	0.114	0.110	0	-297	297	0.088
				36	1741	-0	498	1741	0.085	0.185	0.127	0.121	525	0	525	0.168
				37	1741	-17	-0	1741	0.085	0.110	0.111	0.108	-0	3	3	0.001
				38	1741	-272	-494	1741	0.085	0.199	0.129	0.122	-524	292	600	0.195
				39	1741	288	-487	1741	0.085	0.199	0.129	0.122	-523	-295	601	0.195
				40	1741	272	494	1741	0.085	0.199	0.129	0.122	524	-292	600	0.195
				41	1810	-17	-487	1810	0.089	0.187	0.131	0.125	-523	3	523	0.167
				42	1810	-272	-7	1810	0.089	0.143	0.118	0.114	-1	292	292	0.086
				43	1810	17	487	1810	0.089	0.187	0.131	0.125	523	-3	523	0.167
				44	1810	272	7	1810	0.089	0.143	0.118	0.114	1	-292	292	0.086
				45	1671	-250	0	1671	0.082	0.131	0.109	0.105	0	264	264	0.078
				46	1671	-0	-441	1671	0.082	0.171	0.120	0.115	-471	-0	471	0.150
				47	1671	250	0	1671	0.082	0.131	0.109	0.105	-0	-264	264	0.078
				48	1671	-0	441	1671	0.082	0.171	0.120	0.115	471	-0	471	0.150
				49	1671	-0	0	1671	0.082	0.105	0.107	0.104	-0	0	0	0.000
				50	1699	0	0	1699	0.083	0.107	0.108	0.106	0	0	0	0.000
				51	1671	-244	-439	1671	0.082	0.183	0.122	0.116	-471	262	539	0.174
				52	1671	244	439	1671	0.082	0.183	0.122	0.116	471	-262	539	0.174
				53	1671	0	0	1671	0.082	0.105	0.107	0.104	0	-0	0	0.000



Ing. Carlo Poma  
Via Fabio Filzi, 6  
46025 Poggio Rusco (MN)  
carlopoma@gmail.com  
p.iva 02673620205

---



- *Verifiche combinazioni di carico dinamiche*

Verifica in condizioni **non drenate**

- *Dati terreno*

Terreno	
Angolo d'attrito $\phi$	0.00 [°]
Coesione c	0.0 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Coesione non drenata $c_u$	0.6 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Carico addizionale di superficie q	0 [kg/m <sup>2</sup> ]
Profondità D	50 [cm]
Peso proprio terreno $\gamma$	1950.0 [kg/m <sup>3</sup> ]

- *Fattori parziale di sicurezza del terreno verifiche a scorrimento*

$\gamma_{R,Scor}$	1.100
$k_1$ fattore riduzione di $\phi$	0.667
$k_2$ fattore riduzione di c	0.600
$k_3$ fattore riduzione di $c_u$	0.600

- *Fattori parziale di sicurezza del terreno*

$\gamma_{tgp}$	1.000
$\gamma_c$	1.000
$\gamma_{cu}$	1.000

- *Fattori parziale di sicurezza*

Verifica di capacità portante	2.300
Verifica a scorrimento	1.100

- *Fattori di correzione dinamici per combinazioni statiche*

$z_c$	1.000
$z_q$	1.000
$z_q$	1.000

-



## • Verifiche

Legenda	
$B_{eq}$	Base del plinto equivalente
$H_{eq}$	Altezza del plinto equivalente
$H_{Trasporto}$	Quota azioni esterne rispetto alla sezione di verifica
Comb.	Combinazione di carico
N	Azione verticale
$M_x$	Momento flettente $M_x$
$M_y$	Momento flettente $M_y$
$Q_{Ed}$	Carico verticale di progetto
$Q_{Rd,T}$	Capacità portante Terzaghi
$Q_{Rd,M}$	Capacità portante Mejerhoff
$Q_{Rd,EC7}$	Capacità portante EuroCodice 7
$Q_{Rd,V}$	Capacità portante Vesic
$Q_{Rd,T,PP}$	Capacità portante Terzaghi con correzione Paolucci-Pecker
$Q_{Rd,M,PP}$	Capacità portante Mejerhoff con correzione Paolucci-Pecker
$Q_{Rd,EC7,PP}$	Capacità portante EuroCodice 7 con correzione Paolucci-Pecker
$Q_{Rd,V,PP}$	Capacità portante Vesic con correzione Paolucci-Pecker
$Q_{Rd,T,MN,CI}$	Capacità portante Terzaghi con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico+inerziale
$Q_{Rd,M,MN,CI}$	Capacità portante Mejerhoff con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico+inerziale
$Q_{Rd,EC7,MN,CI}$	Capacità portante EuroCodice 7 con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico+inerziale
$Q_{Rd,V,MN,CI}$	Capacità portante Vesic con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico+inerziale
$Q_{Rd,T,MN,C}$	Capacità portante Terzaghi con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico
$Q_{Rd,M,MN,C}$	Capacità portante Mejerhoff con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico
$Q_{Rd,EC7,MN,C}$	Capacità portante EuroCodice 7 con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico
$Q_{Rd,V,MN,C}$	Capacità portante Vesic con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico
$F_x$	Azione di scorrimento $F_x$
$F_y$	Azione di scorrimento $F_y$
$H_{Ed,d}=\sqrt{F_x^2+F_y^2}$	Azione di scorrimento totale $H_{Ed}=\sqrt{F_x^2+F_y^2}$
$H_{Rd}$	Resistenza allo scorrimento



Ing. Carlo Poma  
Via Fabio Filzi, 6  
46025 Poggio Rusco (MN)  
carlopoma@gmail.com  
p.iva 02673620205

Elemento	B <sub>Eq</sub> [cm]	H <sub>Eq</sub> [cm]	H <sub>Traspo</sub> [cm]	Com b.	N [kN]	M <sub>x</sub> [kN m]	M <sub>y</sub> [kN m]	Q <sub>Ed</sub> [kN]	(S/R) <sub>T</sub> , PP	(S/R) <sub>T,M</sub> , N,C	(S/R) <sub>T,M</sub> , N,CI	(S/R) <sub>M</sub> , PP [kN]	(S/R) <sub>M,M</sub> , N,C [kN]	(S/R) <sub>M,M</sub> , N,CI [kN]	(S/R) <sub>EC7</sub> , PP [kN]	(S/R) <sub>EC7,M</sub> , N,C [kN]	(S/R) <sub>EC7,M</sub> , N,CI [kN]	(S/R) <sub>V</sub> , PP [kN]	(S/R) <sub>V,M</sub> , N,C [kN]	(S/R) <sub>V,M</sub> , N,CI [kN]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	H <sub>Ed</sub> [kN]	(S/R) <sub>s</sub> cor
133,31..3,1 05	800	143 5	30	17	166 9	-848	-363	166 9	0.082	0.082	0.082	0.176	0.176	0.176	0.124	0.124	0.124	0.118	0.118	0.118	- 209	423	472	0.156
				18	166 7	-848	363	166 7	0.082	0.082	0.082	0.176	0.176	0.176	0.124	0.124	0.124	0.118	0.118	0.118	209	423	472	0.156
				19	166 9	-848	-363	166 9	0.082	0.082	0.082	0.176	0.176	0.176	0.124	0.124	0.124	0.118	0.118	0.118	- 209	423	472	0.156
				20	166 7	-848	363	166 7	0.082	0.082	0.082	0.176	0.176	0.176	0.124	0.124	0.124	0.118	0.118	0.118	209	423	472	0.156
				21	167 4	-254	- 1210	167 4	0.082	0.082	0.082	0.250	0.250	0.250	0.146	0.146	0.146	0.137	0.137	0.137	- 697	127	708	0.266
				22	167 6	254	- 1210	167 6	0.082	0.082	0.082	0.250	0.250	0.250	0.146	0.146	0.146	0.137	0.137	0.137	- 697	- 127	708	0.266
				23	167 4	-254	- 1210	167 4	0.082	0.082	0.082	0.250	0.250	0.250	0.146	0.146	0.146	0.137	0.137	0.137	- 697	127	708	0.266
				24	167 6	254	- 1210	167 6	0.082	0.082	0.082	0.250	0.250	0.250	0.146	0.146	0.146	0.137	0.137	0.137	- 697	- 127	708	0.266
				25	167 6	848	-363	167 6	0.082	0.082	0.082	0.176	0.176	0.176	0.124	0.124	0.124	0.118	0.118	0.118	- 209	- 423	472	0.156
				26	167 4	848	363	167 4	0.082	0.082	0.082	0.176	0.176	0.176	0.124	0.124	0.124	0.118	0.118	0.118	209	- 423	472	0.156
				27	167 6	848	-363	167 6	0.082	0.082	0.082	0.176	0.176	0.176	0.124	0.124	0.124	0.118	0.118	0.118	- 209	- 423	472	0.156
				28	167 4	848	363	167 4	0.082	0.082	0.082	0.176	0.176	0.176	0.124	0.124	0.124	0.118	0.118	0.118	209	- 423	472	0.156
				29	166 7	-254	1210	166 7	0.082	0.082	0.082	0.250	0.250	0.250	0.146	0.146	0.146	0.137	0.137	0.137	697	127	708	0.266
				30	166 9	254	1210	166 9	0.082	0.082	0.082	0.250	0.250	0.250	0.146	0.146	0.146	0.137	0.137	0.137	697	- 127	708	0.266
				31	166 7	-254	1210	166 7	0.082	0.082	0.082	0.250	0.250	0.250	0.146	0.146	0.146	0.137	0.137	0.137	697	127	708	0.266
				32	166 9	254	1210	166 9	0.082	0.082	0.082	0.250	0.250	0.250	0.146	0.146	0.146	0.137	0.137	0.137	697	- 127	708	0.266
				54	167 1	-475	-222	167 1	0.082	0.082	0.082	0.154	0.154	0.154	0.117	0.117	0.117	0.112	0.112	0.112	- 174	337	379	0.119



Ing. Carlo Poma  
Via Fabio Filzi, 6  
46025 Poggio Rusco (MN)  
carlopoma@gmail.com  
p.iva 02673620205

				55	167 0	-475	222	167 0	0.082	0.082	0.082	0.154	0.154	0.154	0.117	0.117	0.117	0.112	0.112	0.112	174	337	379	0.119
				56	167 1	-475	-222	167 1	0.082	0.082	0.082	0.154	0.154	0.154	0.117	0.117	0.117	0.112	0.112	0.112	- 174	337	379	0.119
				57	167 0	-475	222	167 0	0.082	0.082	0.082	0.154	0.154	0.154	0.117	0.117	0.117	0.112	0.112	0.112	174	337	379	0.119
				58	167 2	-143	-741	167 2	0.082	0.082	0.082	0.203	0.203	0.203	0.130	0.130	0.130	0.123	0.123	0.123	- 582	101	590	0.200
				59	167 3	143	-741	167 3	0.082	0.082	0.082	0.203	0.203	0.203	0.130	0.130	0.130	0.123	0.123	0.123	- 582	- 101	590	0.200
				60	167 2	-143	-741	167 2	0.082	0.082	0.082	0.203	0.203	0.203	0.130	0.130	0.130	0.123	0.123	0.123	- 582	101	590	0.200
				61	167 3	143	-741	167 3	0.082	0.082	0.082	0.203	0.203	0.203	0.130	0.130	0.130	0.123	0.123	0.123	- 582	- 101	590	0.200
				62	167 3	475	-222	167 3	0.082	0.082	0.082	0.154	0.154	0.154	0.117	0.117	0.117	0.112	0.112	0.112	- 174	- 337	379	0.119
				63	167 2	475	222	167 2	0.082	0.082	0.082	0.154	0.154	0.154	0.117	0.117	0.117	0.112	0.112	0.112	174	- 337	379	0.119
				64	167 3	475	-222	167 3	0.082	0.082	0.082	0.154	0.154	0.154	0.117	0.117	0.117	0.112	0.112	0.112	- 174	- 337	379	0.119
				65	167 2	475	222	167 2	0.082	0.082	0.082	0.154	0.154	0.154	0.117	0.117	0.117	0.112	0.112	0.112	174	- 337	379	0.119
				66	167 0	-143	741	167 0	0.082	0.082	0.082	0.203	0.203	0.203	0.130	0.130	0.130	0.123	0.123	0.123	582	101	590	0.201
				67	167 0	143	741	167 0	0.082	0.082	0.082	0.203	0.203	0.203	0.130	0.130	0.130	0.123	0.123	0.123	582	- 101	590	0.200
				68	167 0	-143	741	167 0	0.082	0.082	0.082	0.203	0.203	0.203	0.130	0.130	0.130	0.123	0.123	0.123	582	101	590	0.201
				69	167 0	143	741	167 0	0.082	0.082	0.082	0.203	0.203	0.203	0.130	0.130	0.130	0.123	0.123	0.123	582	- 101	590	0.200