



Illustrazione sintetica degli elementi essenziali per la realizzazione di una platea in c.a. con muri laterali per posizionamento silos verticali

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

Sede Legale: VIA Ghisiolo, 57 San Giorgio Bigarello (MN)

Ubicazione Edificio:

Via: Via per Guastalla n° 21/A

Comune: Carpi

Provincia: Modena(MO)

IL PROGETTISTA STRUTTURALE: Ing. Carlo Poma



Sommario

Illustrazione sintetica degli elementi essenziali per la realizzazione di una platea in c.a. con muri laterali per posizionamento silos verticali.....	1
Descrizione del progetto.....	3
Azioni di progetto	5
Dati inseriti nella modellazione	11
Materiali impiegati	16
Schemi di carico	17
Deformate qualitative.....	26
Diagrammi delle sollecitazioni	29
Analisi Dinamica.....	31
Azioni alla base di un silos	31
Verifica Platea	32
Verifiche a PUNZONAMENTO Stati Limite	34
Verifica muri perimetrali di contenimento	35
Parete Lunga	35
Parete corta	36
Verifica Geotecnica Platea	38



Descrizione del progetto

Oggetto della presente relazione è la progettazione di una platea in c.a. idonea a contenere n° 6 silos in acciaio e di una parete perimetrale atta a contenere un eventuale sversamento in caso di perdita di un silos.

I dati di progetto sono stati forniti dalla ditta che fornirà i serbatoi, in ogni modo si è provveduto a modellare i serbatoi stessi al fine di considerare nella modellazione strutturale il comportamento dinamico.

Si sono confrontati i risultati ottenuti, trovando una buona congruità tra i risultati.

Ai fini geotecnici il terreno è prettamente coesivo con una coesione non drenata caratteristica di 0,55 kg/cm², 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.

Si riportano i dati forniti dal produttore dei serbatoi:

Serbatoio di stoccaggio in acciaio

Principali caratteristiche in accordo a EN 1090

Classe di esecuzione	EXC2	Resilienza	NPD	Reazione al fuoco	Classe A1
Rilascio di cadmio	NPD	Emissione di radioattività	NPD	Durabilità	NPD

Dati di progetto

Pressione di progetto	p=	30	mbar	p=	0,003	MPa	p=	3,00	kPa
Massima depressione di progetto	p _v =	5	mbar	p _v =	0,0005	MPa	p _v =	0,50	kPa
Temperatura di progetto	T=	80	°C	T _{min} =	-20	°C			
Diametro nominale serbatoio	D=	3,70	m	D=	3700	mm			
Volume nominale del serbatoio	V=	102000	lt	V=	102	m ³	V=	1020	hl
Densità del fluido contenuto	W=	900	kg/m ³	W=	0,90	kg/lt	W=	0,90	kg/dm ³
Efficienza dei giunti	E=	0,70							
Corrosione interna (Mantello/fondo/tetto)	ca _{in} =	0,15	mm	ca _{in} =	0,15	mm	ca _{in} =	0,15	mm
(Mat. a) X2CrNi 18-9 (1.4307)	Rp _{0,2} =	250,00		S _d =	166,67		S _d =	187,50	
(Mat. b)	Rp _{0,2} =			S _d =			E _t =	195500	MPa
							E _t =		MPa
Peso del mantello	T _i =	6100	kg	T _i =	59841	N			
Peso del tetto	T _i =	750	kg	T _i =	7358	N			
Peso del fondo	T _i =	950	kg	T _i =	9320	N	Peso a vuoto		
Peso del prodotto	T _p =	91800	kg	T _p =	900558	N	T _a =	7800	kg
Peso totale	T=	99600	kg	T=	977076	N			

Tetto superiore	s _e =	3,00	mm	α=	15,00	°
Virole	s _e =	2,00 - 4,00	mm	(si veda in dettaglio la sezione dedicata)		
Fondo inferiore (min. s _e = 3,00 mm)	s _e =	4,00	mm	α=	2,86	° (Pendenza 5%) (para 8.2.3)

Azioni esterne in accordo al D.M. 17.01.2018 + Circolare n. 7 C.S.LL.PP. Del 21.01.2019

Impianto: CPAS S.p.A.

Azioni del vento

Zona:	1	Terreno:	C	Categoria:	II	Pressione dinamica:	744	N/m ²
-------	---	----------	---	------------	----	---------------------	-----	------------------

Azioni del sisma

Classe uso:	II	Suolo:	C	Categoria:	T1	q ₀ :	1,5
Stato limite di vita (SLV)	a _v :	0,230	g	a _{gv} :	0,062	g	
Stato limite di danno (SLD)	a _d :	0,101	g	a _{gd} :	0,018	g	

Ancoraggi e supporti

Ankoraggi e supporti					
Scatole	n:	8			
Numero, dimensione e materiale ancoraggi	N=	8 x	M30 in grado 8.8 zincato		
Area e snervamento dei tiranti di fondazione	A=	519	mm ²	Rm=	800,00 MPa
Massima altezza della struttura	H _{max} =	10400	mm	Rp=	640,00 MPa

Le tolleranze su tutti i dati geometrici indicati a disegno e a calcolo sono in accordo alla EN 1090-2

Le lamiere sono tutte in accordo alla EN 10088-3 mentre i tubolari per i supporti sono in accordo alla EN 10088-4



Carichi sulle fondazioni (valutati con spettro di progetto e $q_0 = 1.5$)

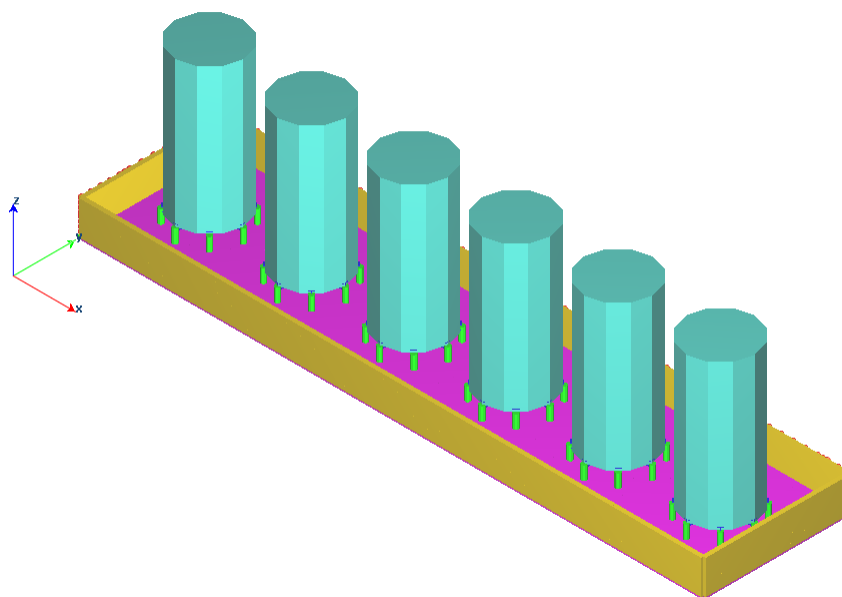
Tank Stoccaggio 100.000 Lt		VUOTO	IN ESERCIZIO (SLV)	IN ESERCIZIO (SLD)	PROVA
M (vento)	kNm	165,5	165,5	165,5	82,8
M (sisma)	kNm	-	1.122,7	491,6	-
T (vento)	kN	29,9	29,9	29,9	15,0
T (sisma)	kN	-	217,1	95,1	-
V (verticale)	kN	76,5	977,1	977,1	1.077,1
ΔV (verticale - neve)	kN	-	7,8	7,8	-
$\pm \Delta V$ (verticale - sisma)	kN	-	60,7	17,5	-
Q (peso)	kg	7.800	99.600	99.600	109.800

Carichi sulle fondazioni (valutati con spettro elastico e $q_0 = 1.0$)

Tank Stoccaggio 100.000 Lt		VUOTO	IN ESERCIZIO (SLV)	IN ESERCIZIO (SLD)	PROVA
M (vento)	kNm	165,5	165,5	165,5	82,8
M (sisma)	kNm	-	1.612,2	706,0	-
T (vento)	kN	29,9	29,9	29,9	15,0
T (sisma)	kN	-	325,6	142,6	-
V (verticale)	kN	76,5	977,1	977,1	1.077,1
ΔV (verticale - neve)	kN	-	7,8	7,8	-
$\pm \Delta V$ (verticale - sisma)	kN	-	60,7	17,5	-
Q (peso)	kg	7.800	99.600	99.600	109.800

Note:

- Le azioni del vento e del sisma non agiscono mai contemporaneamente.
- I carichi sui bocchelli sono trascurabili e pertanto non considerati nelle verifiche strutturali.
- Le azioni alla base sono state valutate con $q_0 = 1.0$ (per le opere civili) e $q_0 = 1.5$ (per le verifiche strutturali).
- In accordo al D.M. 17.01.2018 per installazione a S. Giorgio Bigarello (MN) sono stati considerati i seguenti parametri:
Vento: Zona I, Esposizione C, Categoria II
Sisma: Classe d'uso II, Suolo C, Categoria T1, $q_0 = 1,5$
Neve: Zona II
- Per l'ancoraggio sono previste 8 staffe di ancoraggio. Le massime azioni agenti sulla singola staffa sono:
Massima azione in trazione sulla singola staffa (pressione + vento): 19,63 kN/staffa
Massima azione in trazione sulla singola staffa (pressione + sisma): 102,55 kN/staffa





Azioni di progetto

Peso specifico olio : 900 daN/m³

Altezza spinta per eventuale sversamento: 2 m

Spinta alla base : 1800 daN/m²

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, Grosseto, 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, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Olbia Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo.	$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 0,51 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$

$$q_s (\text{carico neve sulla copertura [N/mq]}) = \mu_i q_{sk} C_E C_t$$

μ_i (coefficiente di forma)

$$q_{sk} (\text{valore caratteristico della neve al suolo [kN/mq]})$$

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

T_r (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)

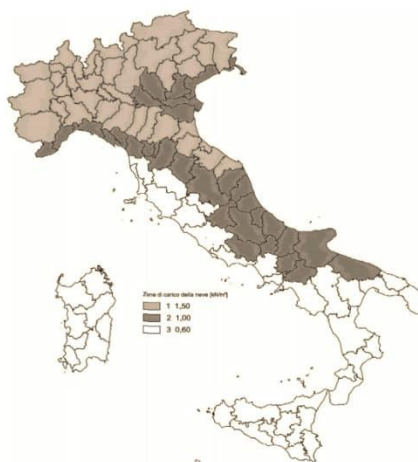
α (inclinazione falda [°])	0
μ	0.8

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 $a_s \leq a_0$
$C_a = 1 + k_s (a_0/a_s - 1)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m
Velocità base di riferimento: $V_b = V_{b,0} \cdot C_a$ [m/s]
25

Coefficiente di ritorno

$C_r = 0.75 \cdot \sqrt{1 - 0.2 \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{z}{z_R} \right) \right]}$
$C_r = 1$ per $T_R = 50$ anni
Velocità di riferimento: $V_r = V_b \cdot C_r$ [m/s]
25

p (pressione del vento [N/mq]) = $q_r \cdot C_{pe} \cdot C_{pi}$
 q_r (pressione cinetica di riferimento [N/mq])
 C_{pe} (coefficiente di esposizione)
 C_{pi} (coefficiente di forma)
 C_{di} (coefficiente dinamico)

Pressione cinetica di riferimento

$$q_r = 1/2 \cdot \rho \cdot V_r^2 \quad (\rho = 1.25 \text{ kg/m}^3)$$

q_r [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 innevate 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						

ZONA 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			

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

z altezza edr [m]	Zona	Classe di rugosità	a_s [m]
9.50 m	2	D	26

$C_{pe}(z) = k_p \cdot C_{pi} \cdot \ln(z/z_0) [7 + C_{pi} \cdot \ln(z/z_0)]$ per $z \geq z_{min}$
$C_{pe}(z) = C_{pe}(z_{min})$ per $z < z_{min}$

Cat. Esposiz.	k_p	z_0 [m]	z_{min} [m]	C_{pi}
II	0.19	0.05	4	1

$C_e (z = 9.5 \text{ m})$	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 α_u/α_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

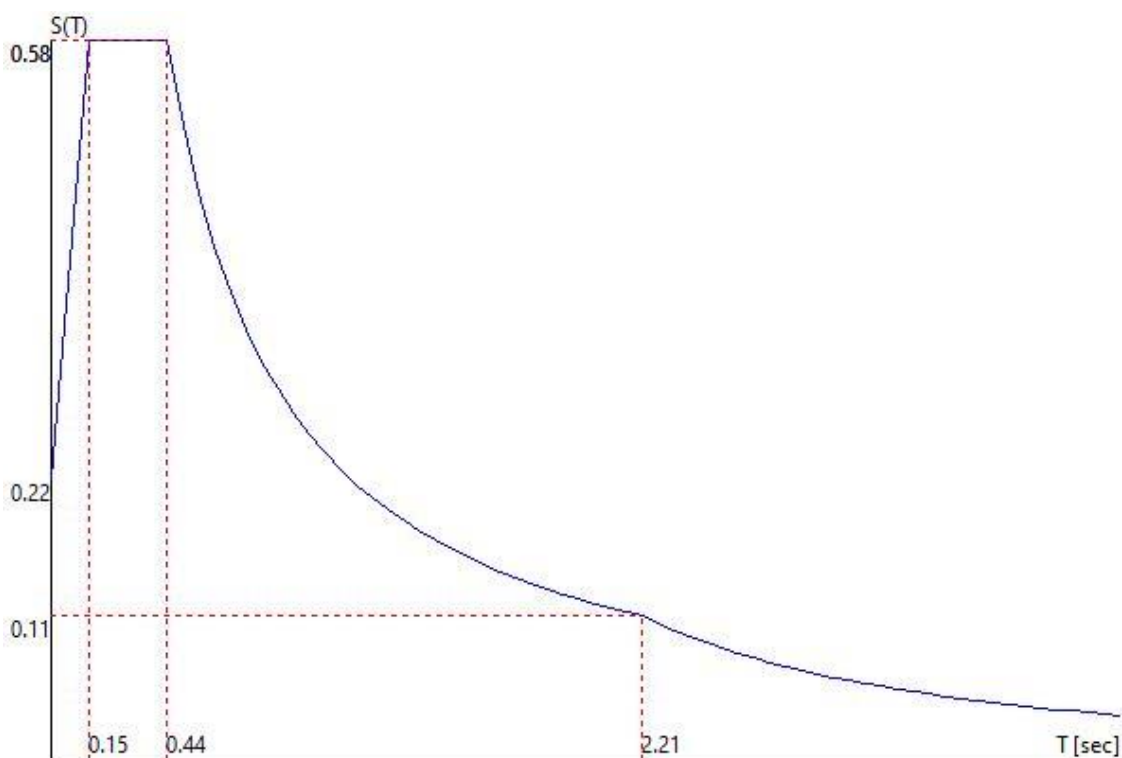


- Smorzamento Viscoso ($0.05 = 5\%$) 0.05

- *TU 2018 SLV H*

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

- *TU 2018 SLV H*

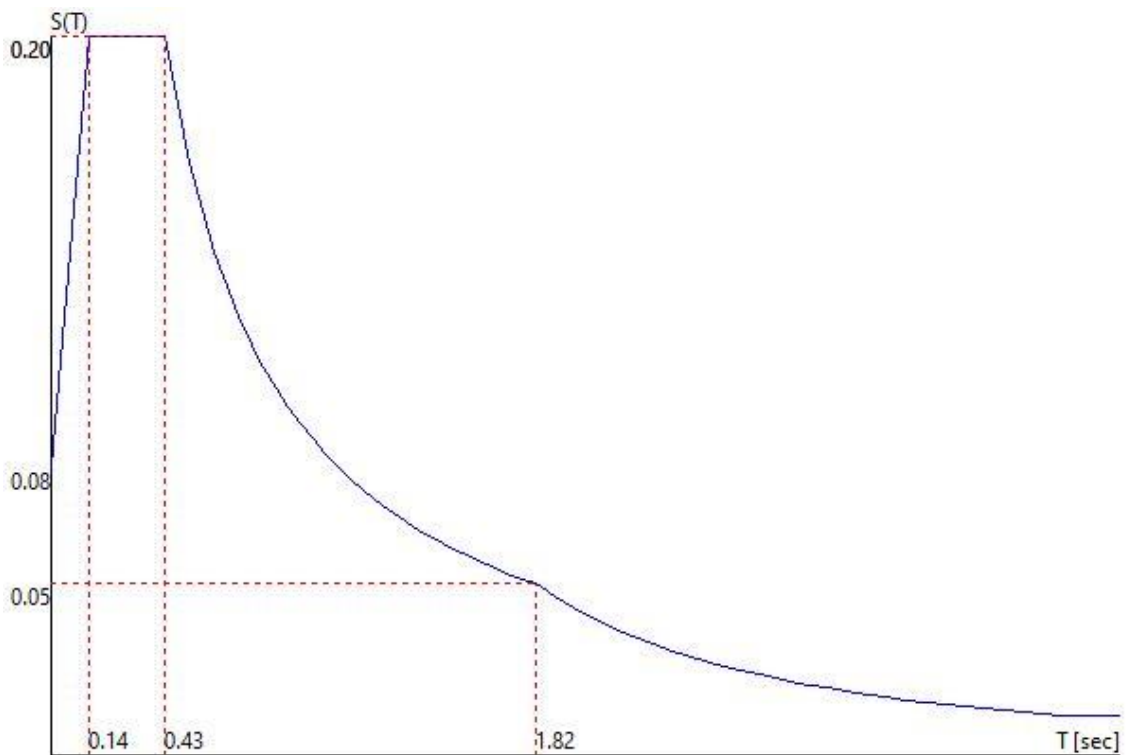




- **TU 2018 SLD H**

- 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 ²]	v	α 1/[1/°C]	Peso Specifico [kg/m ³]
3	ACCIAIO S 235	Non specificato	2100000.0	0.30	0.000012	7850.0
4	CLS IN OPERA	Non specificato	220000.0	0.12	0.000012	2500.0
7	olio	Non specificato	280000.0	0.12	0.000012	900.0

• Lista terreni impiegati:

Numero	k Winkler [kg/cm ³]	E [kg/cm ²]	v	k Winkler _H [kg/cm ³]	σ_{Max} [kg/cm ²]	Commento
1	1.0			0.0	1.0	Default

• Pilastro Lista sezioni introdotte:

Sezione	Materiale	Dimensioni [cm]
1	3	Tubi 323.9X10.1 piede silos(D.B.)
2	7	R= 200 Circolare serbatoio

Sezione	Area [cm ²]	Jx [cm ⁴]	Jy [cm ⁴]	Jxy [cm ⁴]	Jt [cm ⁴]	Xx	Xy
1	99.57	12268	12268	0	24537	1.5	1.5
2	125663.60	1256637056	1256637056	0	2513274112	1.0	1.0

• Trave Lista sezioni introdotte:

Sezione	Materiale	Dimensioni [cm]
1	3	HEB 300 traverso silos(D.B.)

Sezione	Area [cm ²]	Jx [cm ⁴]	Jy [cm ⁴]	Jxy [cm ⁴]	Jt [cm ⁴]	Xx	Xy
1	149.34	25204	8564	0	185	4.2	1.4

• Elemento a 4 nodi Lista sezioni introdotte:

Sez.	Mat.	Spessore [cm]	
1	4	s= 40 [cm]	Mesh platea Platea 40Eps.Z=0
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-]



• 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

• 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+]

• 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]



- **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]

- **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]



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}	α_{cc}	γ_{cls}	E_{cm}	f_{cd}	f_{ctm}	f_{ctk}	f_{ctd}	f_{cfm}	f_{bk}	f_{bd}	ϵ_{c2}	ϵ_{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}	γ_s	f_{tk}	E_s	f_{yd}	ϵ_{yd}	ϵ_{uk}	$(f_y/f_{y,no})_k$	ϵ_{ud}	$k = (f_t/f_y)_k$	$\sigma_{s,Rar}$	Diametro minimo mandrino di piegatura	
	MPa		MPa	MPa	MPa						MPa	$\Phi \leq 16m$	$\Phi > 16m$
B450C	450.00	1.15	540.00	210,000.00	391.30	0.00186	0.07500	≤ 1.25	0.06750	1.15 - 1.35	360.00	Clas normal e 4Φ Clas alleggerito 6Φ	Clas normal e 7Φ Clas alleggerito 11Φ

• 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}	α_v	γ_{M2}	γ_{M3}	$\gamma_{M6,ser}$	γ_{M7}
		MPa	MPa					
8.8	8	640.00	800.00	0.6	1.25	1.25	1.00	1.10



Schemi di carico

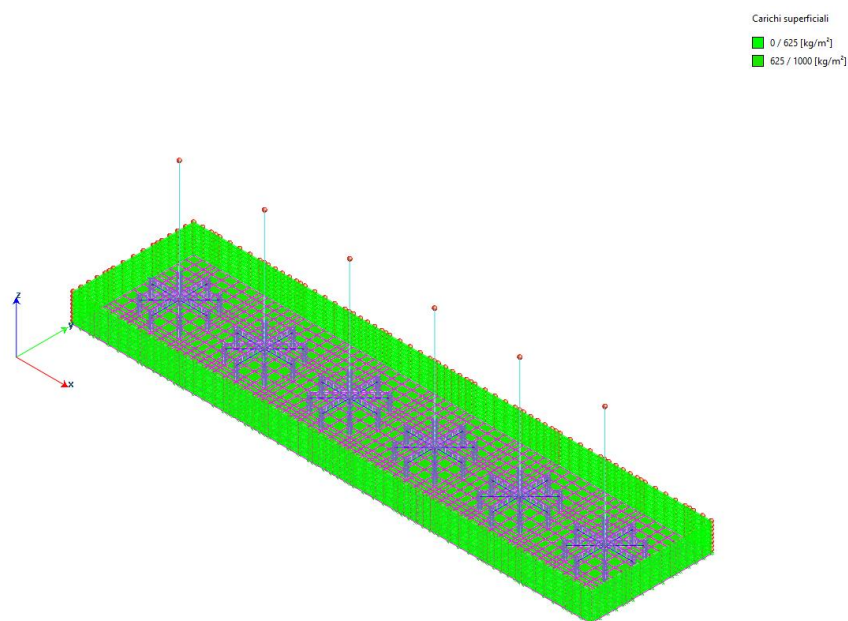


Figura 1 G1 : Permanenti strutturali

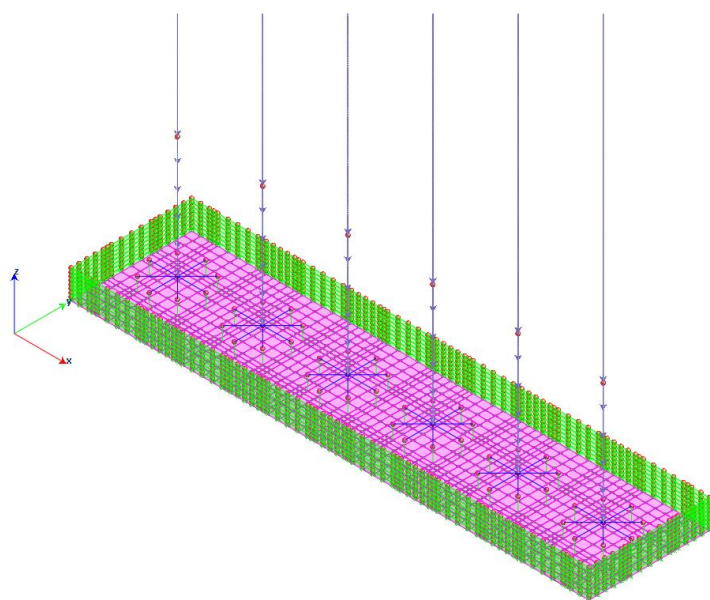


Figura 2 G2: Permanenti non strutturali

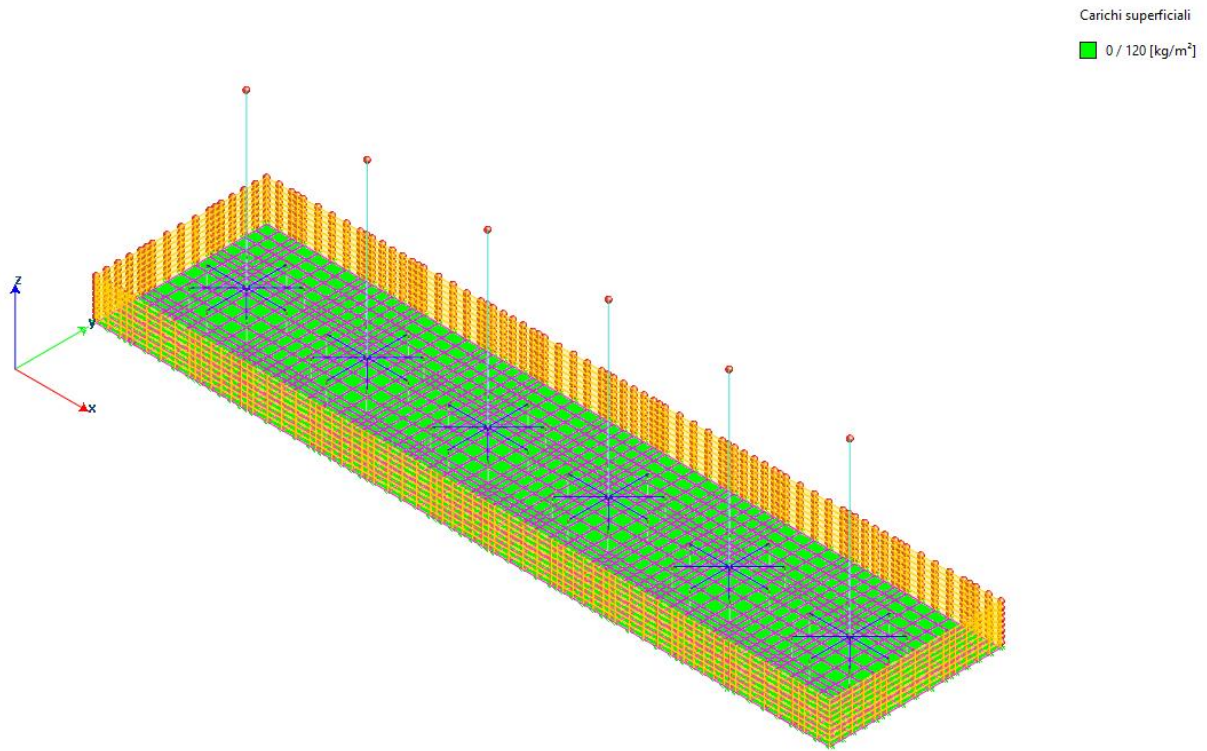


Figura 3 Q : Azione della neve

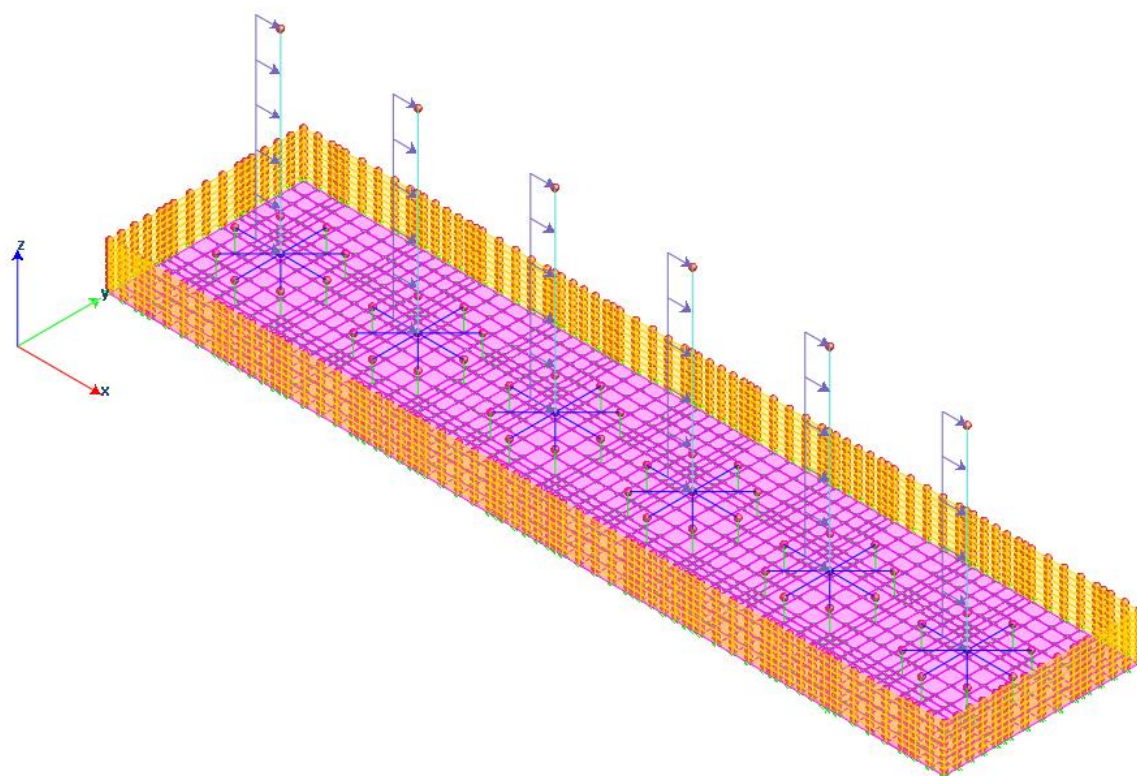


Figura 4 Q : Azione del Vento +X

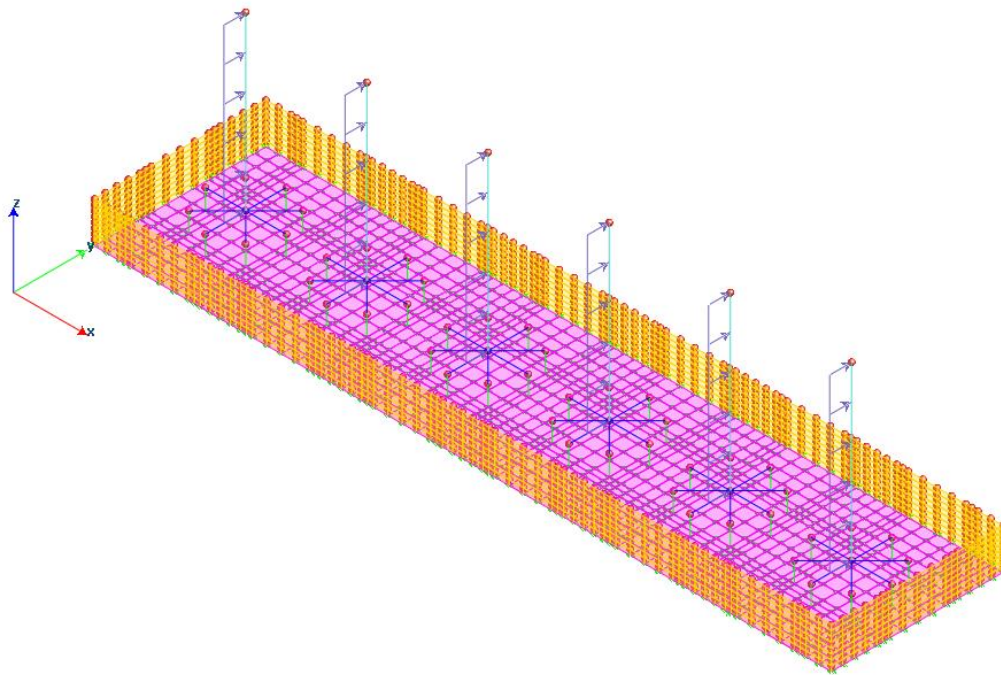


Figura 5 Q : Azione del Vento +Y

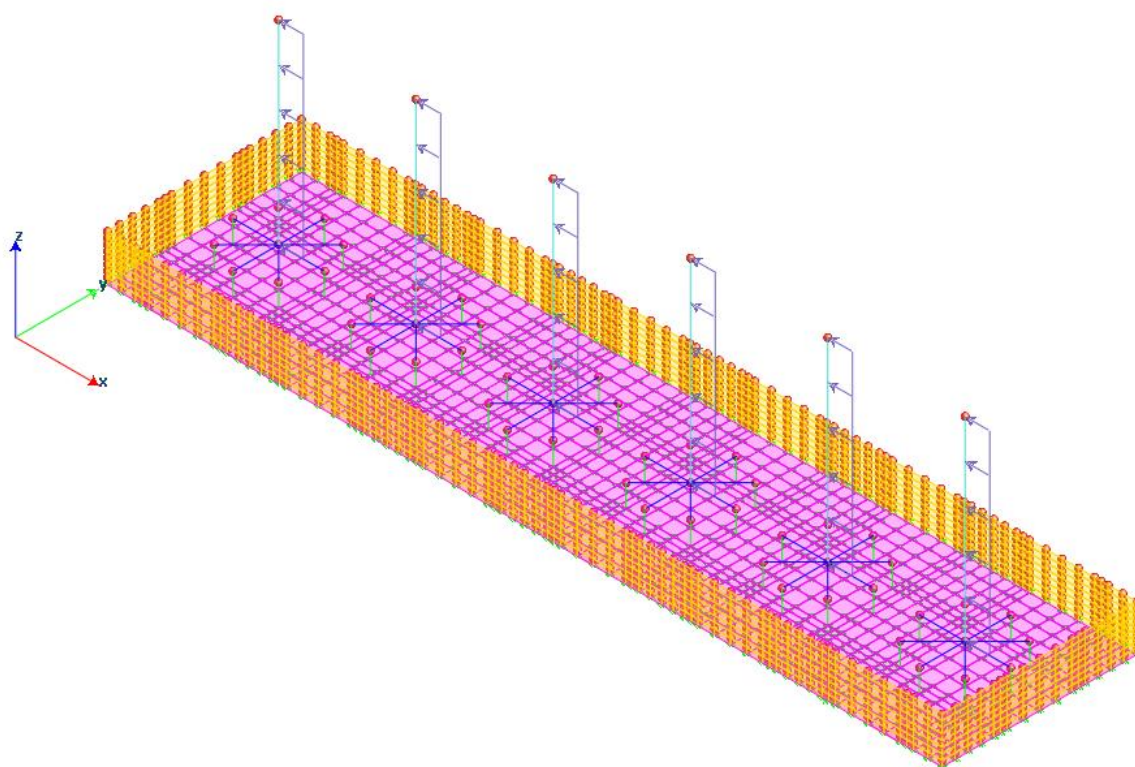


Figura 6 Q : Azione del vento -Y

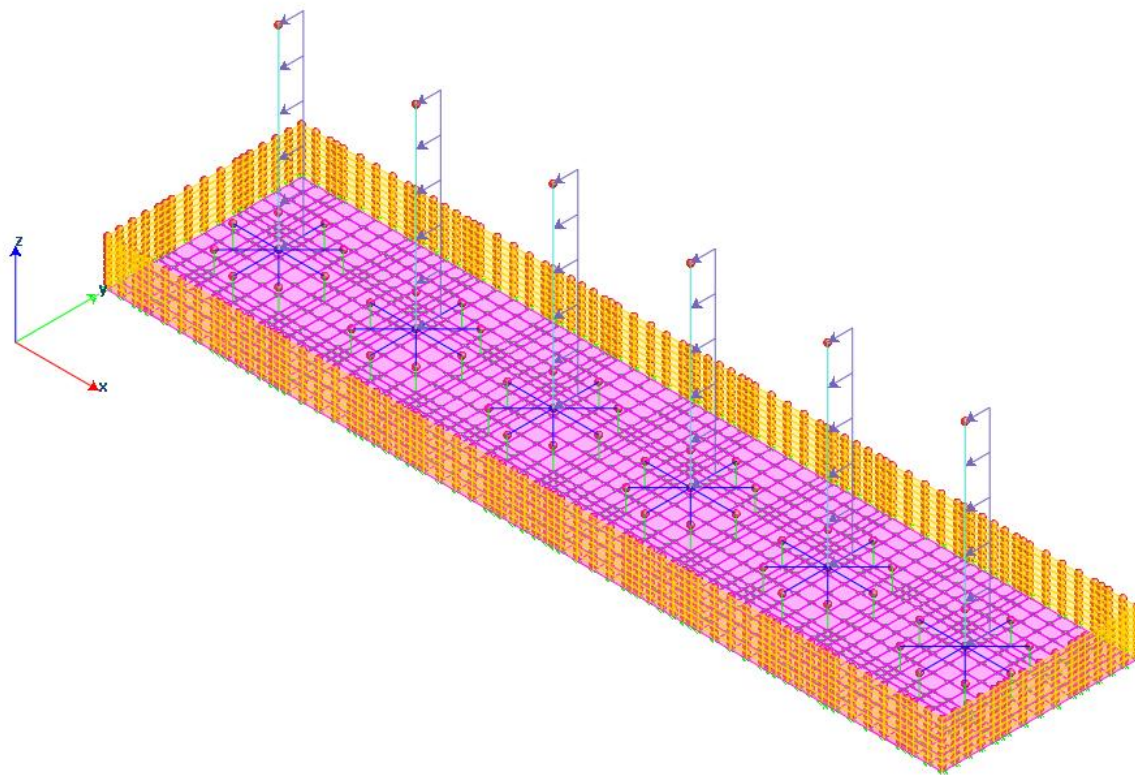


Figura 7 Q: Azione del vento -Y

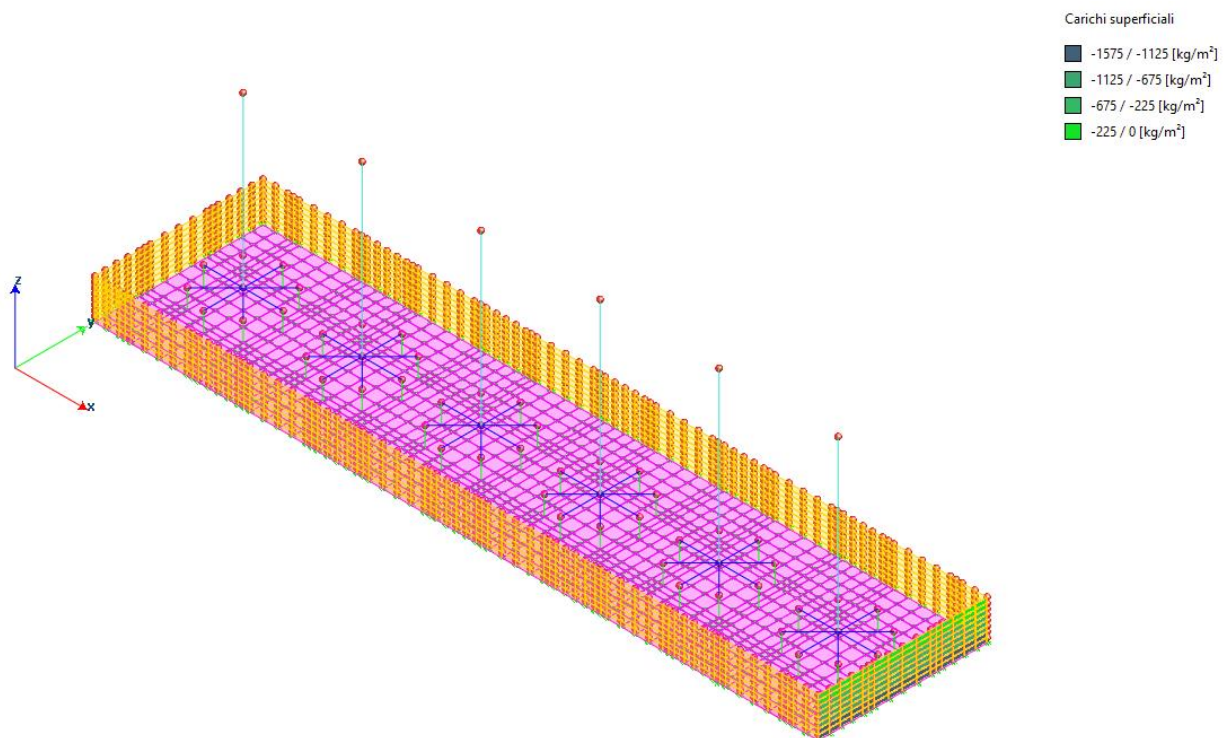


Figura 8 Q: Spinta idraulica su parete

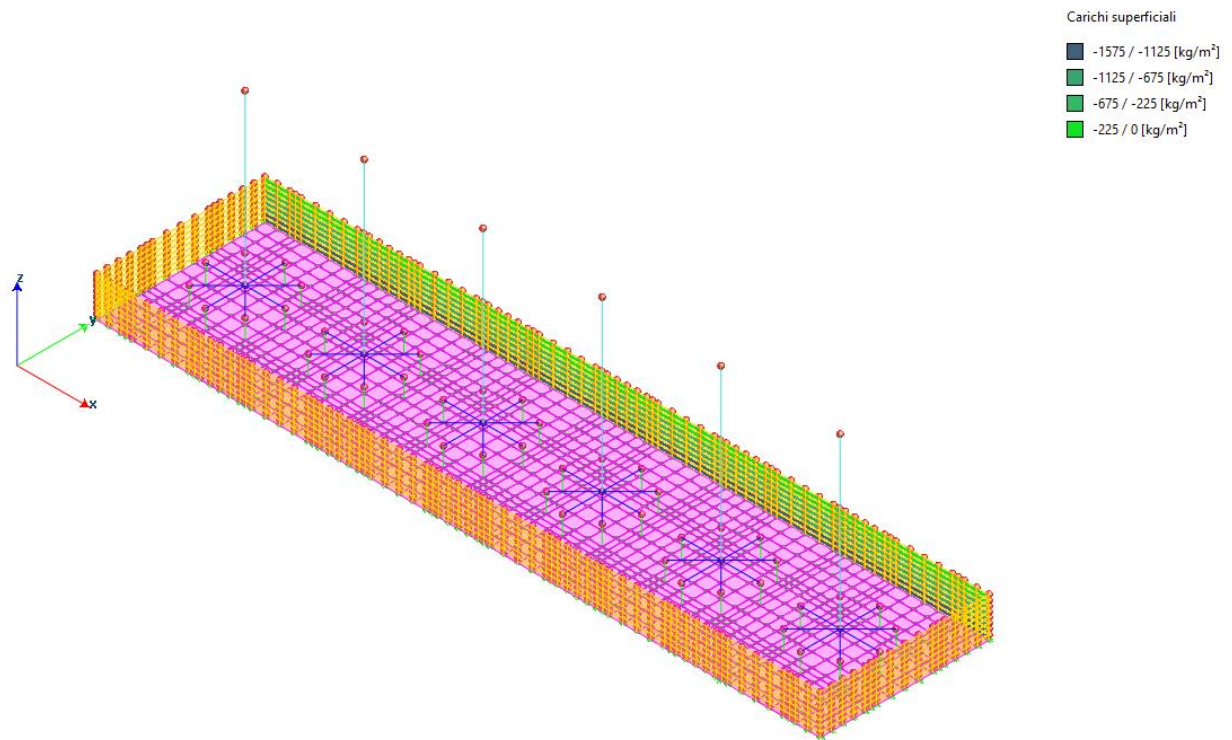


Figura 9 Q: Spinta idraulica su parete

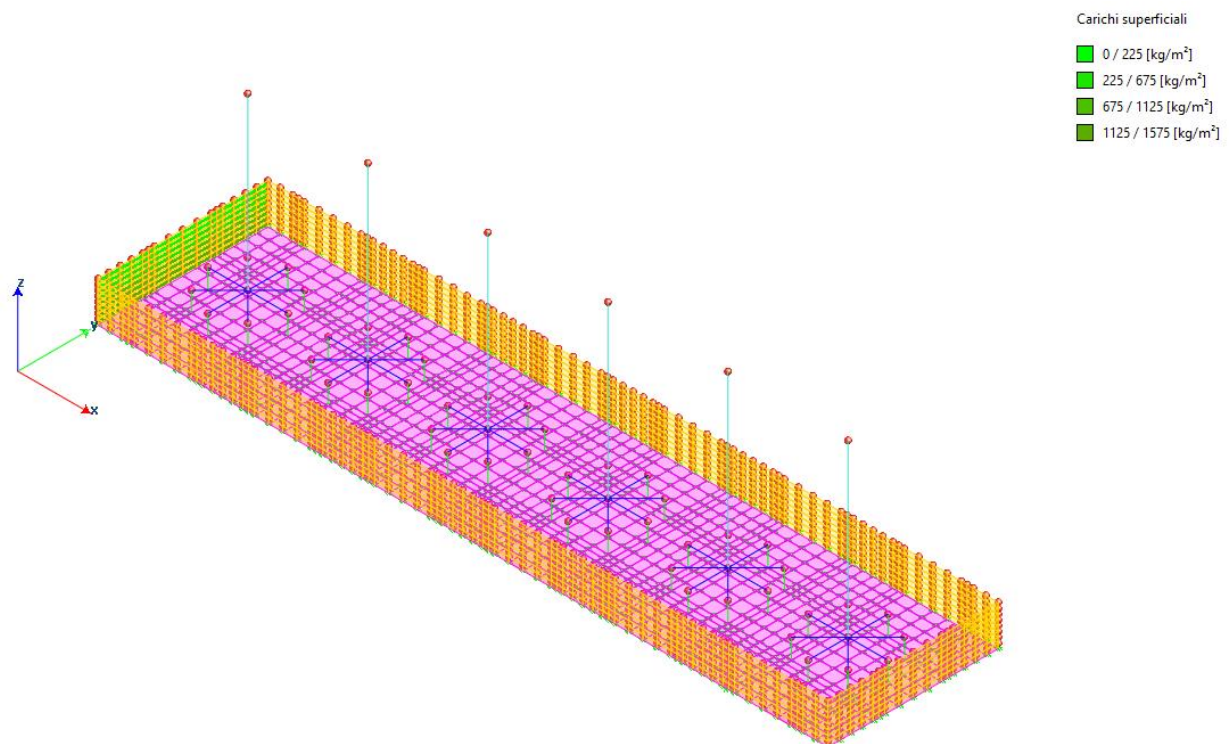


Figura 10 Q: Spinta idraulica su parete

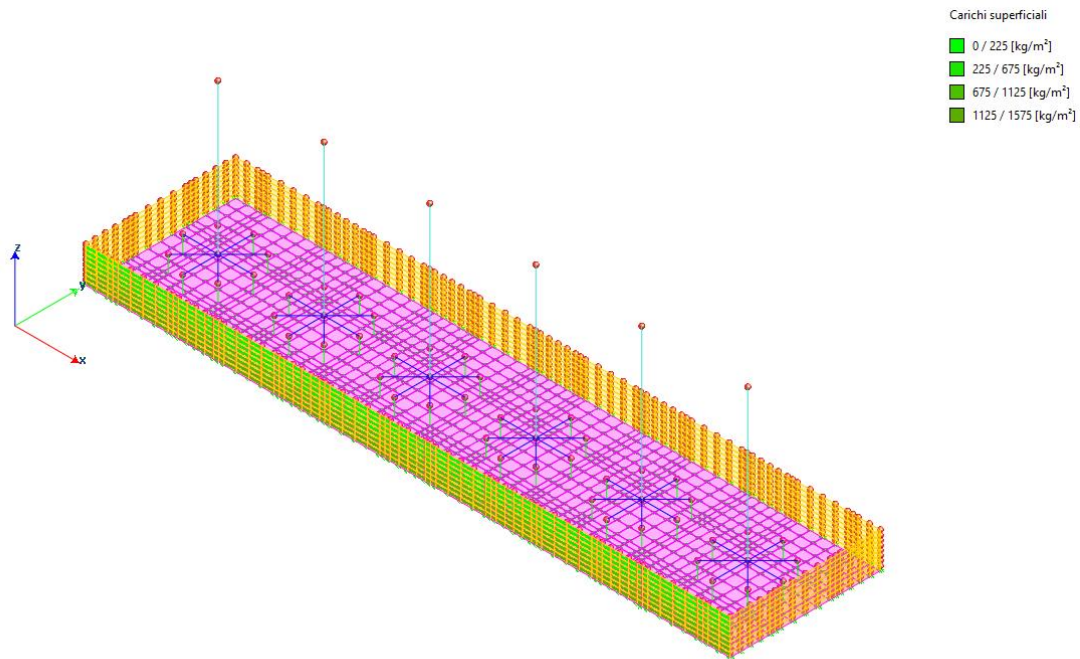


Figura 11 Q: Spinta idraulica su parete

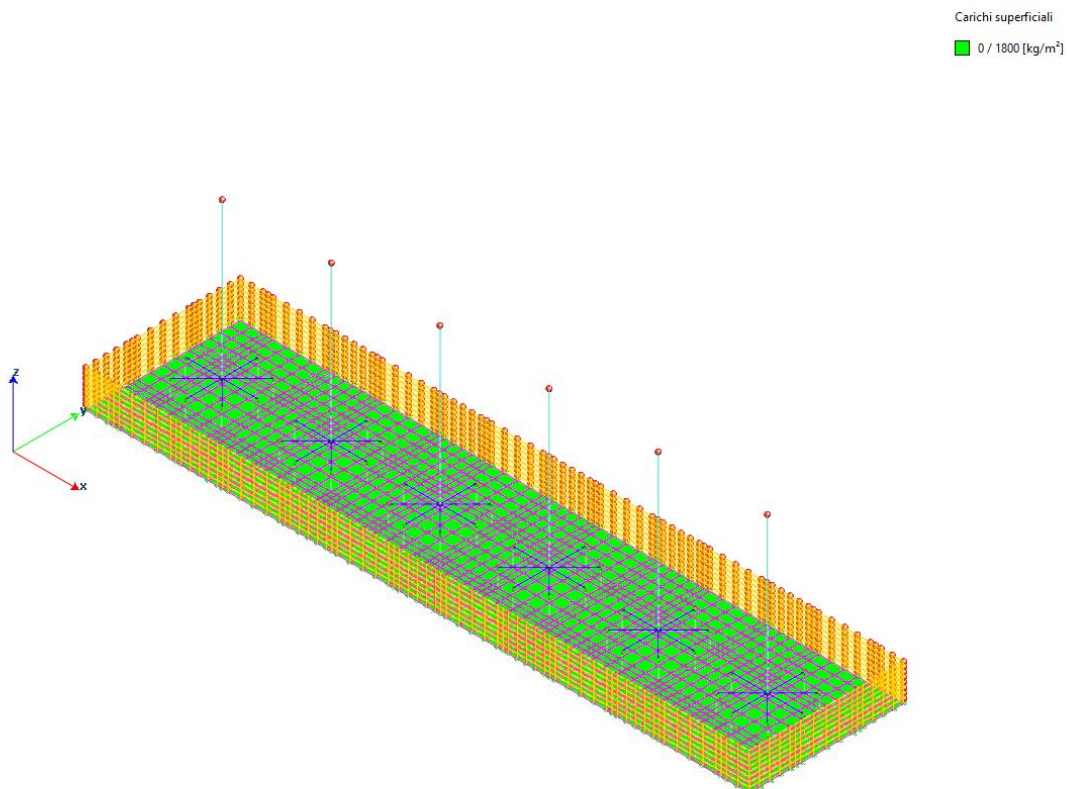


Figura 12 Q: Spinta idraulica su parete



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



Deformate qualitative

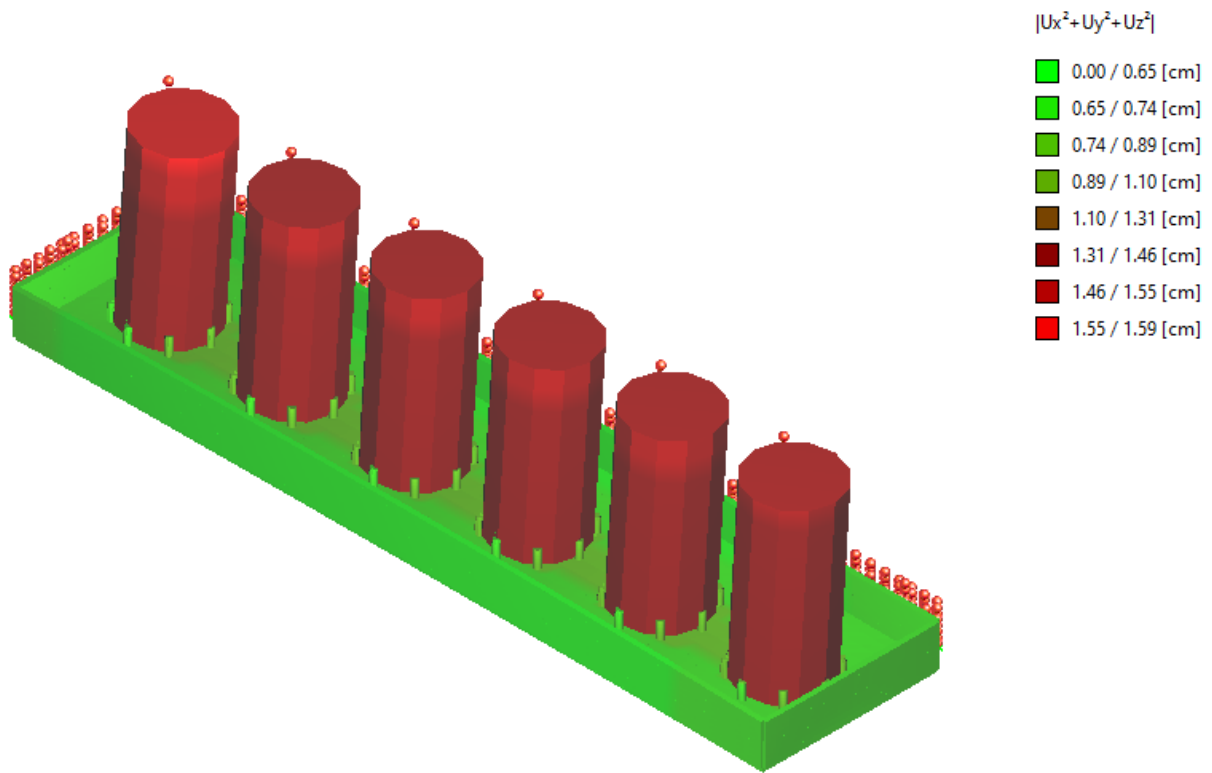


Figura 13 Vento +X

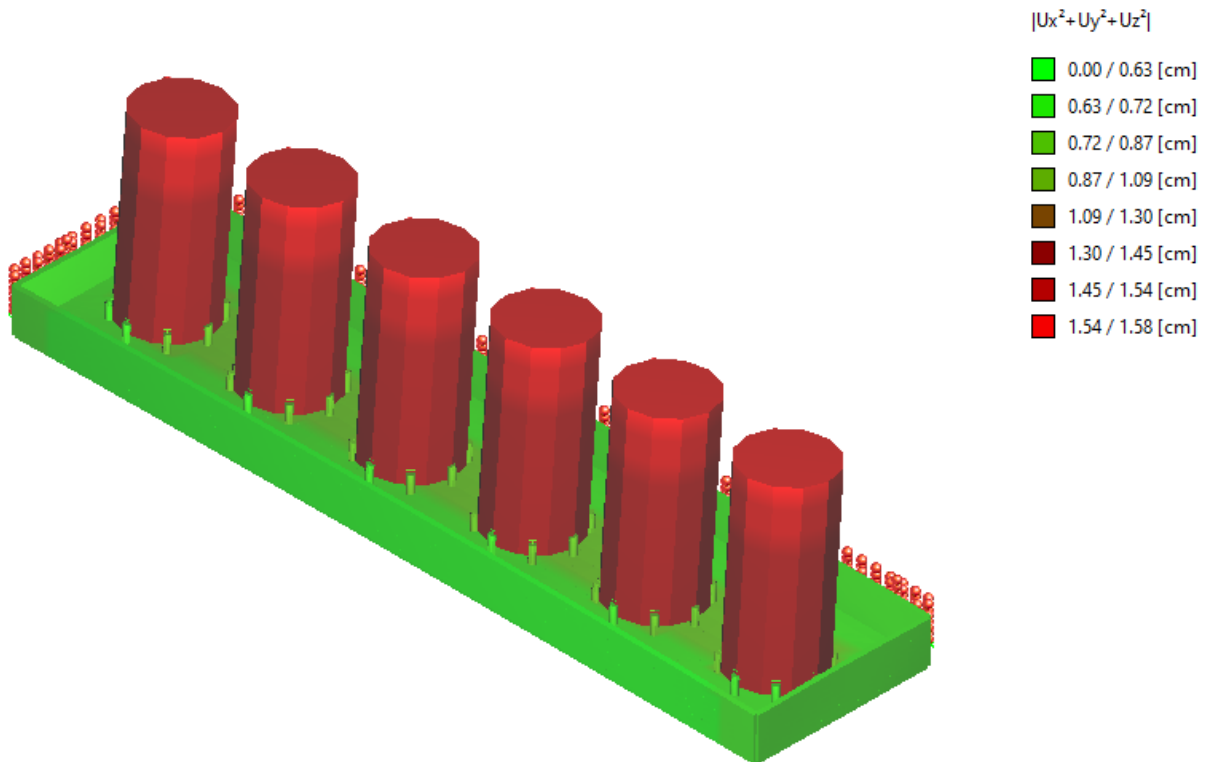


Figura 14 Vento +Y

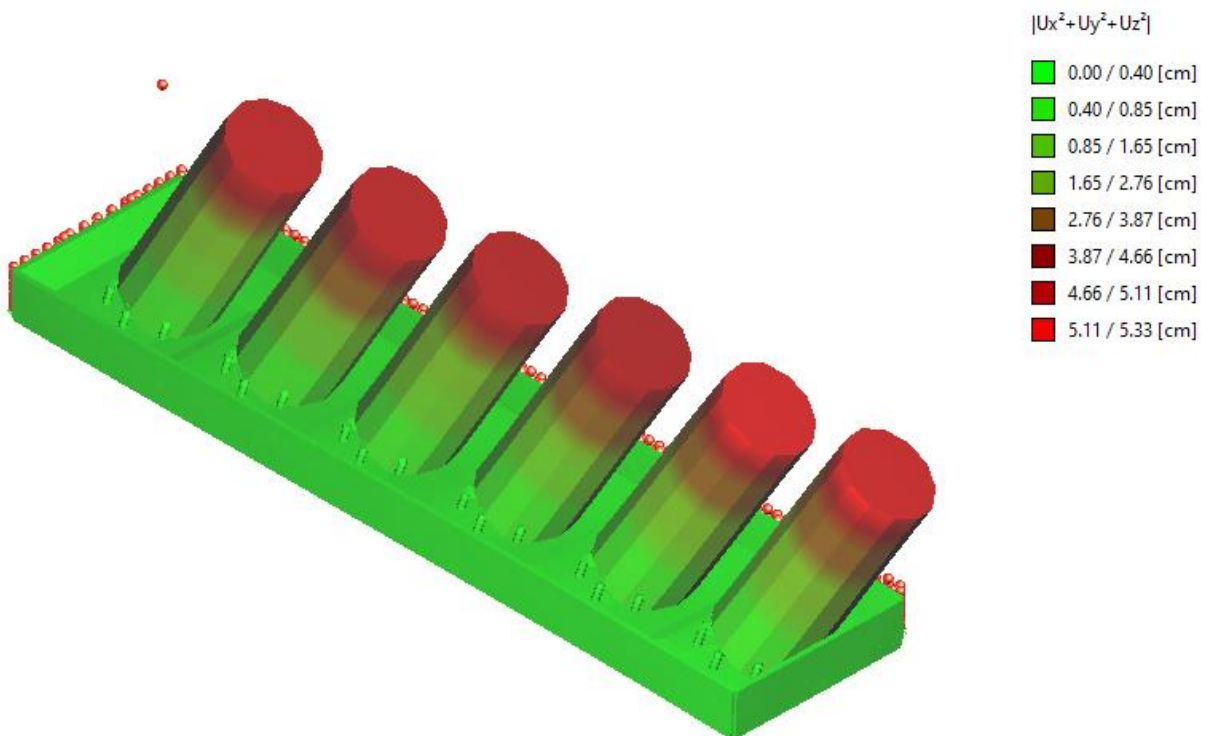


Figura 15 Sisma +X

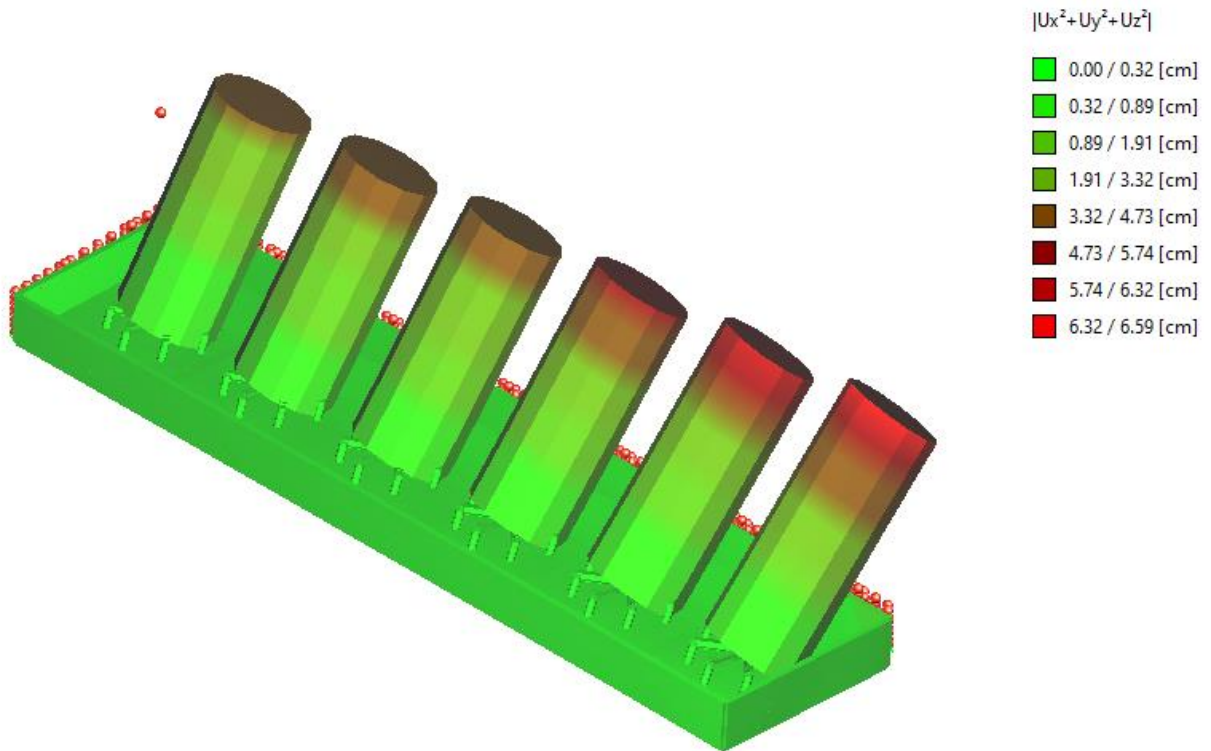
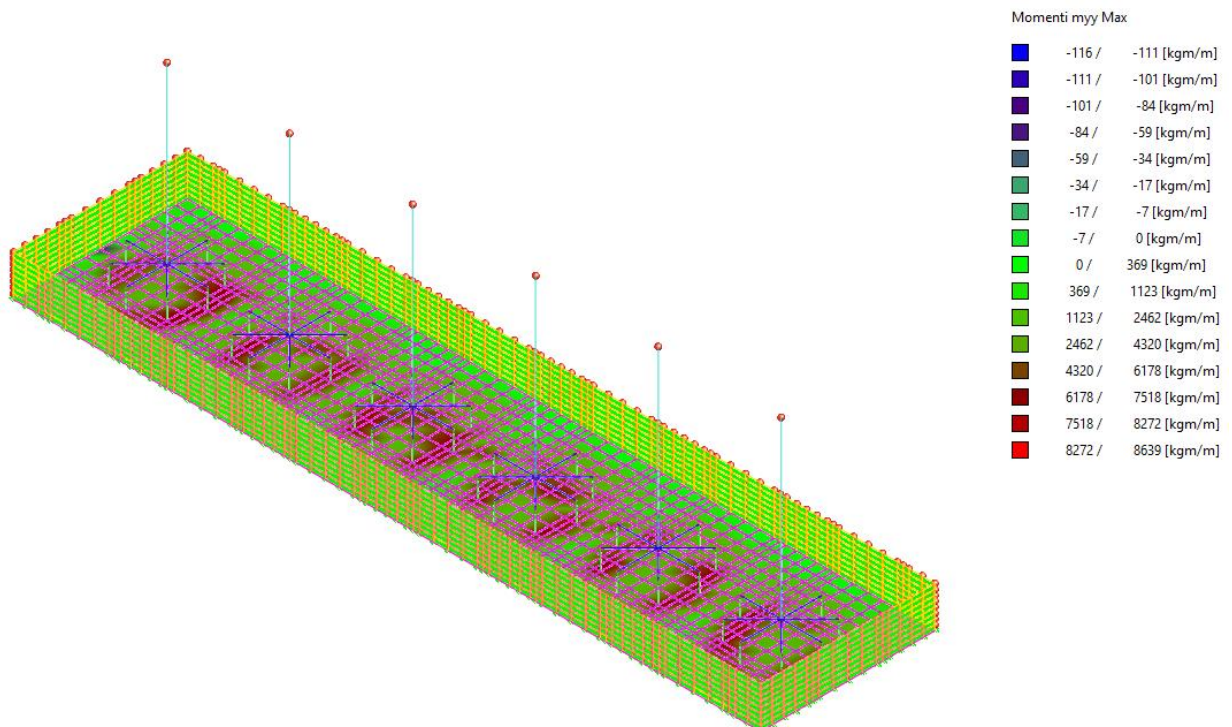
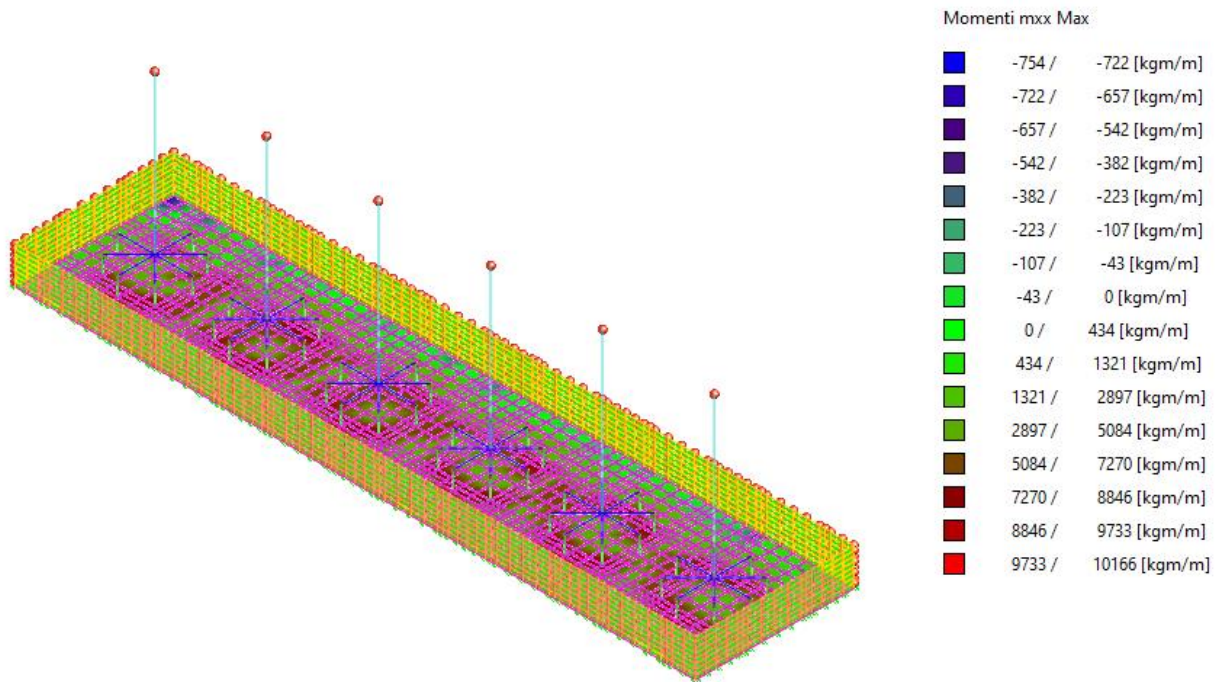
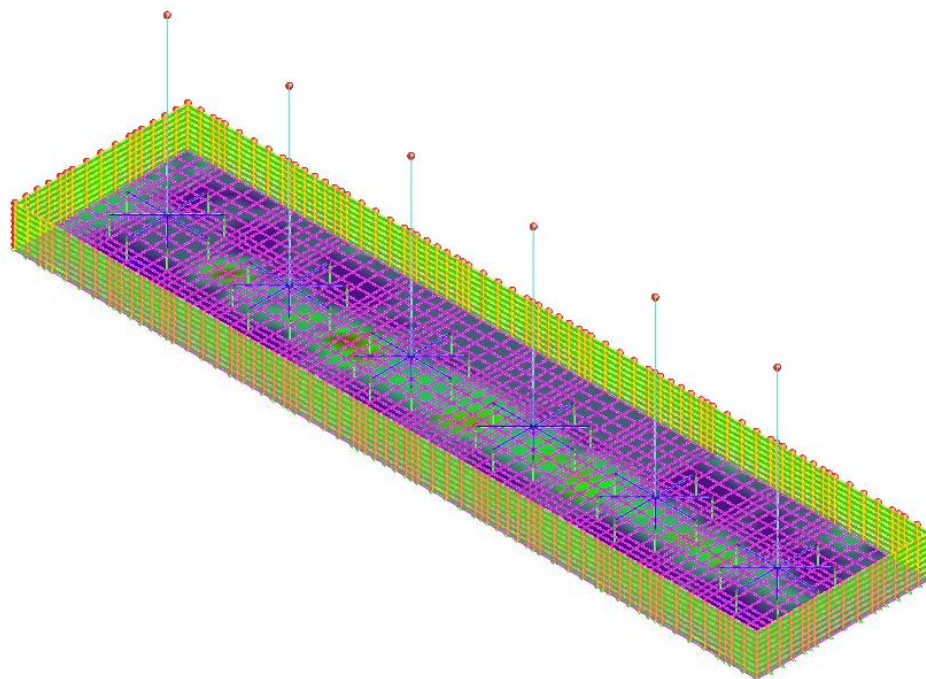


Figura 16 Sisma +Y



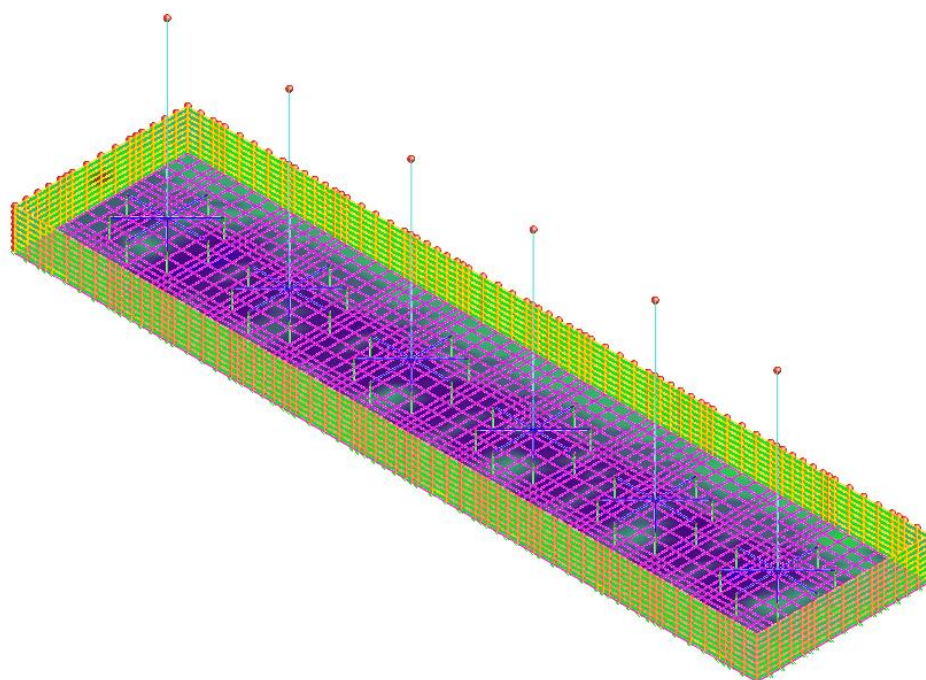
Diagrammi delle sollecitazioni





Momenti mxx Min

Blue	-5357 / -5129 [kgm/m]
Dark Blue	-5129 / -4662 [kgm/m]
Dark Purple	-4662 / -3831 [kgm/m]
Dark Grey	-3831 / -2679 [kgm/m]
Grey	-2679 / -1526 [kgm/m]
Light Grey	-1526 / -696 [kgm/m]
Green	-696 / -228 [kgm/m]
Light Green	-228 / 0 [kgm/m]
Yellow	0 / 95 [kgm/m]
Orange	95 / 248 [kgm/m]
Red	248 / 519 [kgm/m]
Dark Red	519 / 894 [kgm/m]
Brown	894 / 1269 [kgm/m]
Dark Brown	1269 / 1540 [kgm/m]
Red	1540 / 1693 [kgm/m]
Dark Red	1693 / 1767 [kgm/m]



Momenti myy Min

Blue	-5565 / -5329 [kgm/m]
Dark Blue	-5329 / -4843 [kgm/m]
Dark Purple	-4843 / -3980 [kgm/m]
Dark Grey	-3980 / -2783 [kgm/m]
Grey	-2783 / -1587 [kgm/m]
Light Grey	-1587 / -724 [kgm/m]
Green	-724 / -238 [kgm/m]
Light Green	-238 / 0 [kgm/m]
Yellow	0 / 3 [kgm/m]
Orange	3 / 5 [kgm/m]
Red	5 / 8 [kgm/m]
Dark Red	8 / 12 [kgm/m]
Brown	12 / 17 [kgm/m]
Dark Brown	17 / 20 [kgm/m]
Red	20 / 22 [kgm/m]
Dark Red	22 / 22 [kgm/m]



Analisi Dinamica

- 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	9	0.77	40.2	90.6
0.00 [°] SLV	27	0.77	40.2	90.6
90.00 [°] SLV	38	0.81	45.2	95.3
90.00 [°] SLV	56	0.81	45.2	95.3
180.00 [°] SLV	81	0.77	40.2	90.6
180.00 [°] SLV	99	0.77	40.2	90.6
270.00 [°] SLV	110	0.81	45.2	95.3
270.00 [°] SLV	128	0.81	45.2	95.3

Azioni alla base di un silos

Sforzo normale	Min asta 485 740	52 [kN]	Comb. 25	Max asta 497 744	1559 [kN]	Comb. 1
Taglio piano 1-2	Min asta 500 745	-219 [kN]	Comb. 21	Max asta 500 745	219 [kN]	Comb. 31
Taglio piano 1-3	Min asta 488 741	-186 [kN]	Comb. 26	Max asta 488 741	186 [kN]	Comb. 17
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 500 745	-1860 [kNm]	Comb. 21	Max asta 500 745	1860 [kNm]	Comb. 31
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 488 741	-1581 [kNm]	Comb. 26	Max asta 488 741	1581 [kNm]	Comb. 17

Tali sollecitazioni sono più cautelative rispetto a quelle dedotte dal fornitore per cui si adottano le seguenti per la progettazione delle opere strutturali



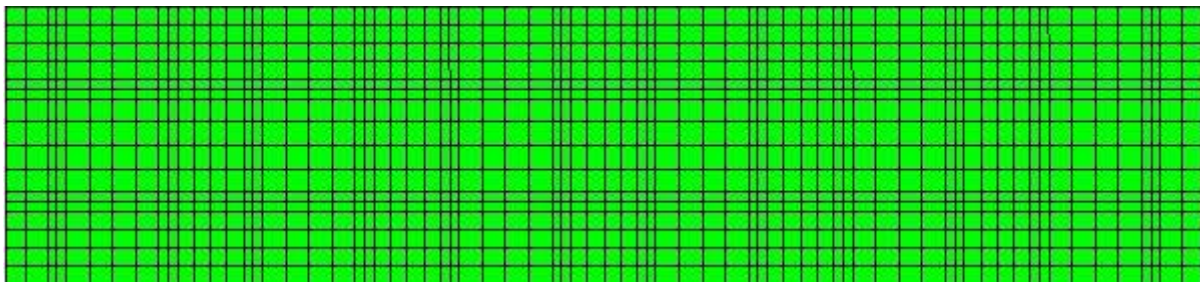
Verifica Platea

- Mappa armature di Estradosso



Colore	Armature
	top Ø 16/20' X + Ø 16/20' Y c=3.00 [cm]

- Mappa armature di Intradosso



Colore	Armature
	bottom Ø 16/20' X + Ø 16/20' Y c=3.00 [cm]

- Elementi più sollecitati per tipologia di sezione
- Verifiche SLU Flessione elemento nodi 222 2105

- Proprietà dei materiali

- Acciaio B 450 C

f_{yd} [kg/cm ²]	ϵ_{yd} ‰	ϵ_{ud} ‰	$\epsilon_{ud,Elastic}$ ‰
3913.0	1.86	67.00	1.87

- Calcestruzzo C25/30

f_{cd} [kg/cm ²]	ϵ_{c2} ‰	ϵ_{cu} ‰	f_{ctd} [kg/cm ²]	ϵ_{ctd} ‰	E_{cm} [kg/cm ²]	$\epsilon_{cu,Elastic}$ ‰
141.7	-2.00	-3.50	12.0	0.08	141667.0	-2.00



N.B. Verifiche condotte in campo elastico

Sezione

- sezione 1 H=40.00 [cm]

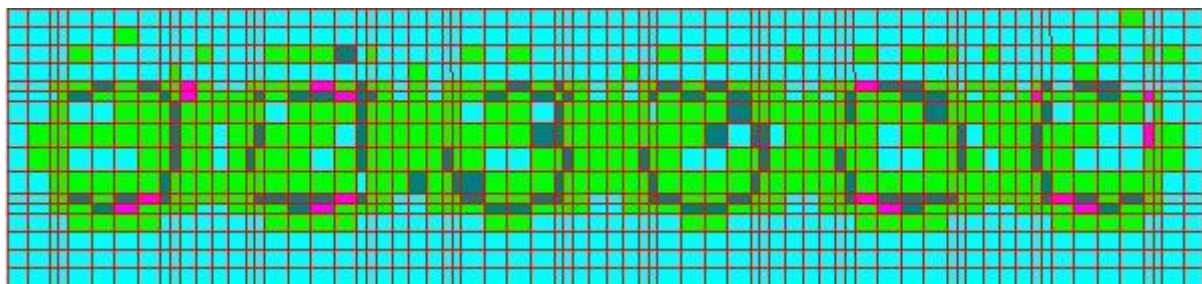
Estradosso				Intradosso			
Af_x [cm ²] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	Af_y [cm ²] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	Af_x [cm ²] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	Af_y [cm ²] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
10.05	3.00	10.05	3.00	10.05	3.00	10.05	3.00

Azioni di verifica combinazione 22 (3481 581 [cm])

M_{xx}	-4881	[kgm/m]	M_{11}	10766	[kgm/m]
M_y	-10166	[kgm/m]	M_{22}	4281	[kgm/m]
M_{xy}	1879	[kgm/m]	α	-17.71	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		θ [°]
		ϵ_x ‰	ϵ_y ‰	ϵ_{min} ‰	ϵ_{max} ‰	
0.85	Estradosso	-0.106	-0.263	-0.056	-0.653	32.61
	Intradosso	1.103	1.865	3.339	-0.031	-52.36



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

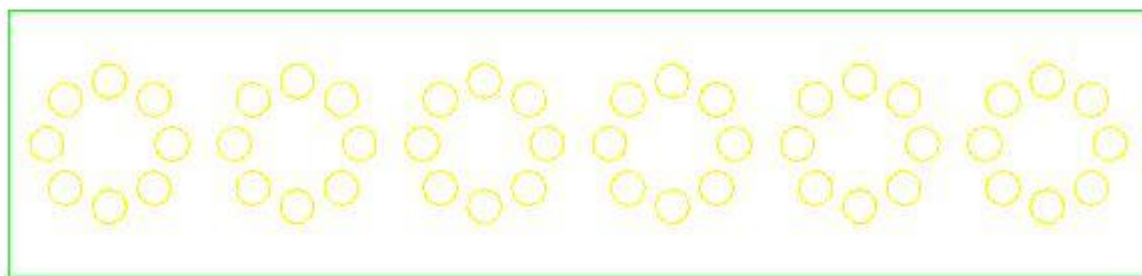


Verifiche a PUNZONAMENTO Stati Limite

- Materiali

Calcestruzzo				Acciaio
f_{ck} [kg/cm ²]	f_{cd} [kg/cm ²]	$V_{Rd,max}$ [kg/cm ²]	$C_{Rd,c}$	f_{yd} [kg/cm ²]
250.0	141.7	38.3	0.12	3913.0

- Verifiche



$V_{edmax} = 3.6 \text{ kg/cm}^2 < V_{Rd} = 8 \text{ kg/cm}^2$ per cui le verifiche sono soddisfatte



Verifica muri perimetrali di contenimento

Parete Lunga

• Mappa armature di Estradosso



Colore	Armature
	top $\varnothing 10/20'$ X + $\varnothing 12/20'$ Y c=3.00 [cm]

• Mappa armature di Intradosso



Colore	Armature
	bottom $\varnothing 10/20'$ X + $\varnothing 12/20'$ Y c=3.00 [cm]

• Proprietà dei materiali

• Acciaio B 450 C

f_{yd} [kg/cm ²]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\epsilon_{ud,Elastic}\%$
3913.0	1.86	67.00	1.87

• Calcestruzzo C25/30

f_{cd} [kg/cm ²]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [kg/cm ²]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [kg/cm ²]	$\epsilon_{cu,Elastic}\%$
141.7	-2.00	-3.50	12.0	0.08	141667.0	-2.00

N.B. Verifiche condotte in campo elastico

• Sezione

• sezione 2 H=25.00 [cm]

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

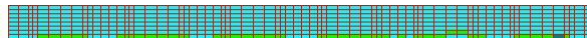
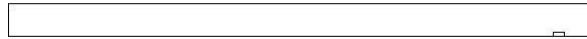
• Azioni di verifica combinazione 32 (3431 13 [cm])

M_{xx}	-126	[kgm/m]	M_{11}	-2830	[kgm/m]
M_y	1636	[kgm/m]	M_{22}	1319	[kgm/m]
M_{xy}	-1879	[kgm/m]	α	-32.44	[°]



Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		ϵ_x ‰	ϵ_y ‰	ϵ_{min} ‰	ϵ_{max} ‰	θ [°]
0.72	Estradosso	1.488	1.865	4.354	-0.658	-48.21
	Intradosso	1.020	0.331	1.940	-0.932	36.16



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

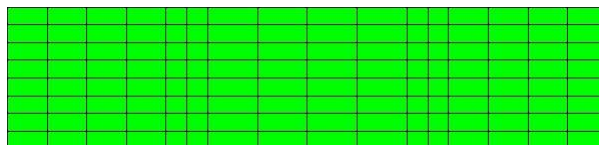
Parete corta

Mappa armature di Estradosso



Colore	Armature
	top \emptyset 10/20' X + \emptyset 12/20' Y c=3.00 [cm]

Mappa armature di Intradosso



Colore	Armature
	bottom \emptyset 10/20' X + \emptyset 12/20' Y c=3.00 [cm]

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [kg/cm ²]	ϵ_{yd} ‰	ϵ_{ud} ‰	$\epsilon_{ud,Elastic}$ ‰
3913.0	1.86	67.00	1.87

Calcestruzzo C25/30

f_{cd} [kg/cm ²]	ϵ_{c2} ‰	ϵ_{cu} ‰	f_{ctd} [kg/cm ²]	ϵ_{ctd} ‰	E_{cm} [kg/cm ²]	$\epsilon_{cu,Elastic}$ ‰
141.7	-2.00	-3.50	12.0	0.08	141667.0	-2.00



N.B. Verifiche condotte in campo elastico

• **Sezione**

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

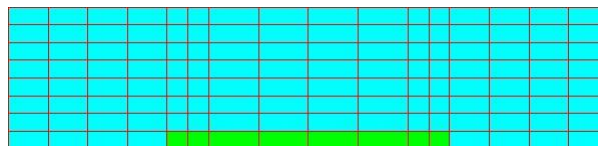
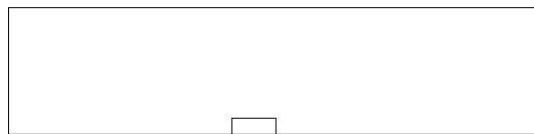
Estradosso				Intradosso			
Af_x [cm ²] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	Af_y [cm ²] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	Af_x [cm ²] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	Af_y [cm ²] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
3.93	3.00	5.65	3.00	3.93	3.00	5.65	3.00

• **Azioni di verifica combinazione 3 (390 13 [cm])**

M_{xx}	295	[kgm/m]	M_{11}	2160	[kgm/m]
M_y	2156	[kgm/m]	M_{22}	290	[kgm/m]
M_{xy}	-94	[kgm/m]	α	2.87	[°]

• **Verifiche**

Cr=S/R	Posizione	Acciaio			Calcestruzzo	
		ϵ_x ‰	ϵ_y ‰	ϵ_{min} ‰	ϵ_{max} ‰	θ [°]
0.48	Estradosso	0.343	1.865	2.602	0.018	-67.29
	Intradosso	-0.006	-0.185	-0.034	-0.570	14.31



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

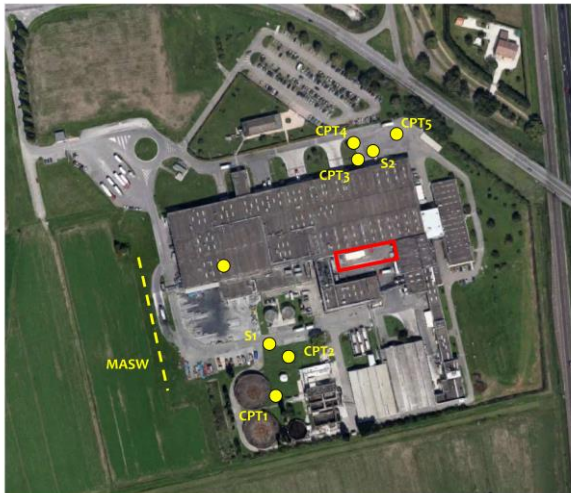


Fig. 15 Immagine satellitare dell'area di intervento (fonte google maps) con ubicazione dei punti di indagine

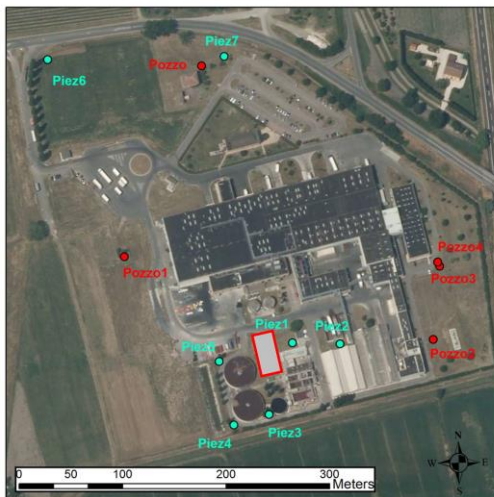


Fig. 11 Rete di monitoraggio interna all'azienda

• 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 ²)
Eu:	Modulo di deformazione non drenato (Kg/cm ²)
Mo:	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
G:	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (t/m ³)
PuvS:	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Kg/cm ²)

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	--	--	--

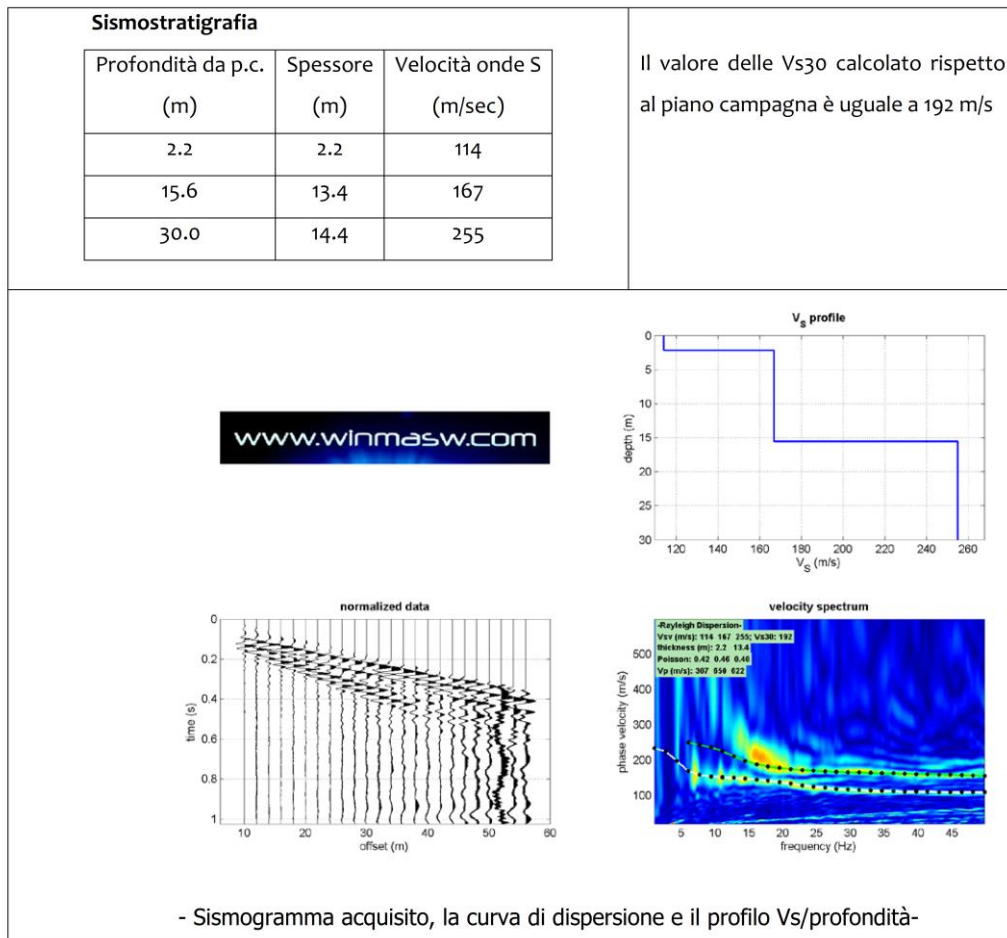
CPT 5

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

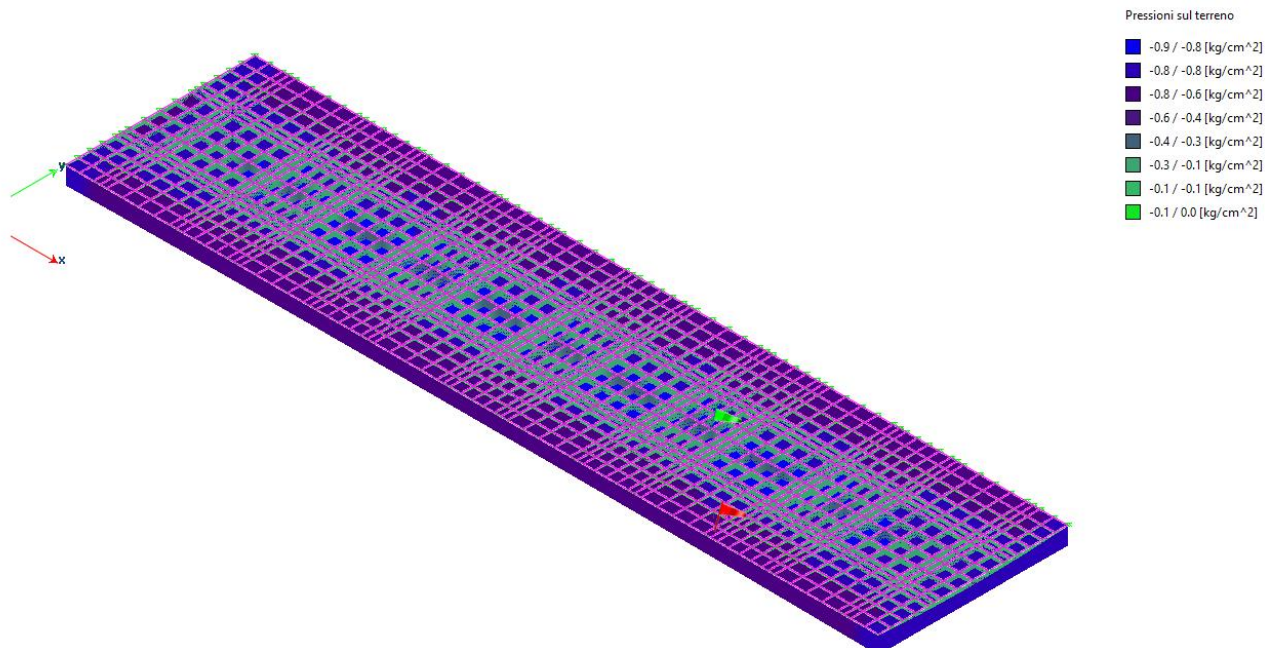


Il valore Vs30 è risultato 192 m/sec pertanto secondo normativa la categoria di appartenenza del litotipo equivalente è la C:

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	
ϕ_k	0.0 °
c_k	0.0 kN/m²
c_{uk}	55.0 kN/m²
γ_k	18.5 kN/m³

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

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

APPROCCIO 2 NTC 2018												q _R
		N _q	N _c	N _γ	s _c	s _q	s _γ	d _c	d _q	d _γ	q _{limite}	
γ _R	2.3	1.0	5.14	0.0	1.05	0.00	0.00	1.02	1.00	1.00	312 kN/m²	1.36 daN/cm²



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

	Elemento	Combinazione	P [kg/cm ²]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 1893 2726 2727 19	14	0.5
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 2418 2263 174 2419	3	0.9

- *Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita*

	Elemento	Combinazione	P [kg/cm ²]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 29 2743 2749 1687	22	0.0
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 1 1617 2709 1854	30	0.6

- *Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio*

	Elemento	Combinazione	P [kg/cm ²]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 1991 1650 315 1992	36	0.4
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 2418 2263 174 2419	35	0.6

- *Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio*

	Elemento	Combinazione	P [kg/cm ²]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 1991 1650 315 1992	48	0.4
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 2400 2239 168 2401	47	0.6

- *Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio*

	Elemento	Combinazione	P [kg/cm ²]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 1991 1650 315 1992	53	0.4
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 2437 180 2457 2629	53	0.5

- *Combinazioni agli Stati Limite di Danno*

	Elemento	Combinazione	P [kg/cm ²]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 23 2690 2696 1660	59	0.2
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 1 1617 2709 1854	67	0.4