

**RELAZIONE TECNICA SULLA RIDUZIONE DEL
RISCHIO SISMICO NECESSARIA PER IL
RILASCIO DEL PERMESSO DI COSTRUIRE**
(ai sensi dell'allegato D alla D.G.R. n.121/2010)

OGGETTO: Costruzione di un capannone industriale

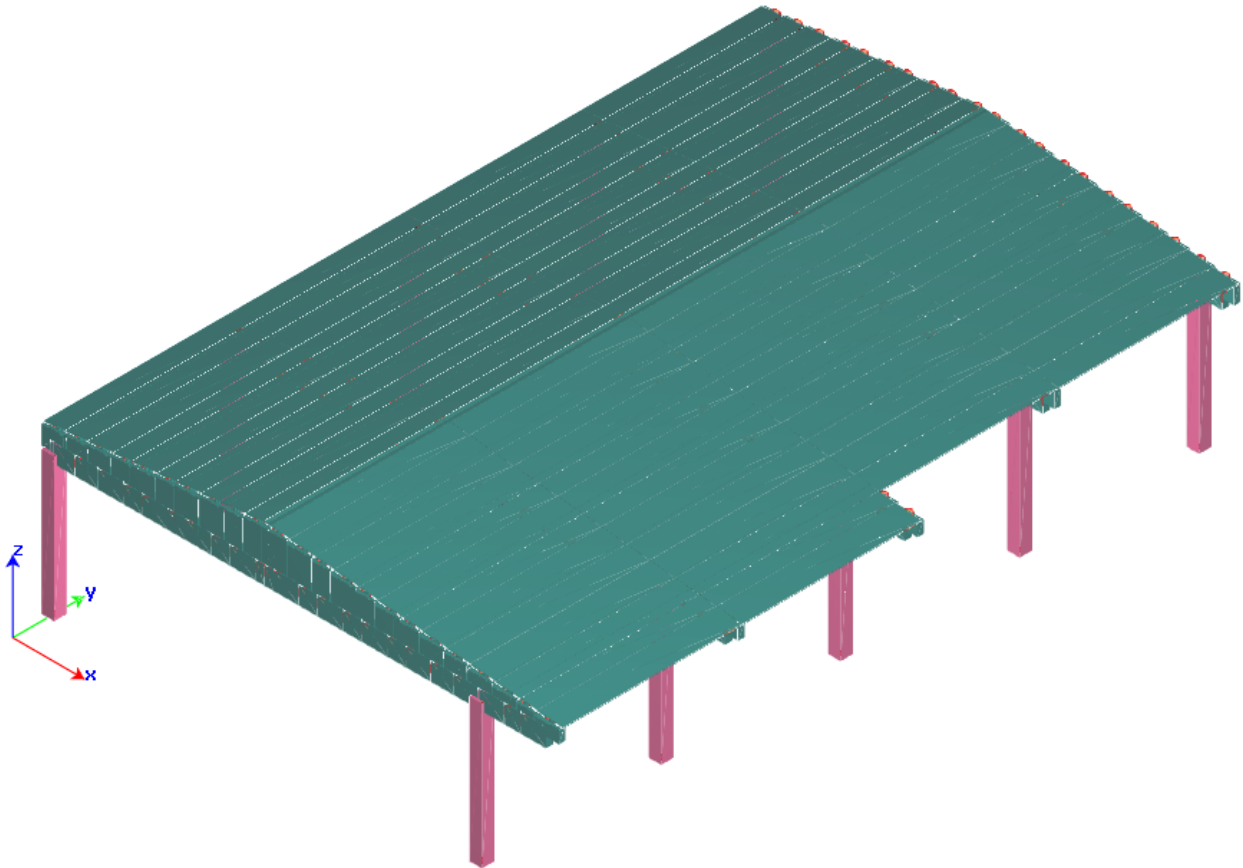
Committente:	Soc. Agr. Biopig Italia s.s. di Cascone Luigi
Sede legale :	Via Marzabotto, 1 - 37054 Nogara (VR)
Ubicazione intervento:	Via Luzzi 9, Cadelbosco di Sopra (RE)

Sommario

a) Descrizione del contesto edilizio e delle caratteristiche geologiche	3
b) Descrizione della struttura.....	4
c) Normativa di riferimento	4
e) Descrizione dei materiali ad uso strutturale.....	8
f) Criteri di progettazione e modellazione	9
g) Combinazioni delle azioni	10
h) Metodo di analisi	16
i) Criteri di verifica.....	19
j) Rappresentazione delle configurazioni deformate e di sollecitazione	20
k) Affidabilità del codice di calcolo	28
l) Sintesi opere di fondazione	33

a) Descrizione del contesto edilizio e delle caratteristiche geologiche

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo capannone ad uso agricolo, ubicato in via Via Luzzi 9, Cadelbosco di Sopra (RE) per conto della ditta Soc. Agr. Biopig Italia s.s. di Cascone Luigi
Dalle prove geologiche effettuate in sito è emersa una $V_{s30} = 214$ m/s definendo il terreno di tipo C come indicato dalle N.T.C. 2018 al par. 3.2.2



b) Descrizione della struttura

Le dimensioni in pianta del capannone sono sommariamente:

- 25,40 m / 23,40 m di larghezza
- 35,30 m di lunghezza
- con un'altezza sottotegolo di copertura di 7,40 m / 8,40 m da pavimento finito

DEFINIZIONE DEI CARICHI CARATTERISTICI

ANALISI DEI CARICHI STRUTTURA :

**Soc. Agr. Biopig Italia s.s. di
Cascone Luigi**

Solaio piano

elemento	peso /m ²
TT40 b12	215 daN/mq -->

TRAVI

elemento	peso /m
doppia pendenza	776 daN/m

PILASTRI

elemento	peso /m
Pilastro 60x60	900 daN/m

SOVRACCARICHI

Permanenti G2 :	30 daN/mq
Neve Q _k (q<1000m s.l.m.) :	120 daN/mq

c) Normativa di riferimento

La normativa italiana cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Legge n. 1086 del 5 Novembre 1971. *“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica”*.
- D.M. del 17 gennaio 2018 *“Nuove norme tecniche per le costruzioni”*.
- Circolare del 21 Gennaio 2019, n. 7 *“Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17 Gennaio 2018”*.
- EUROCODICI, per i punti richiamati dal D.M. 17/01/2018

d) Parametri per la determinazione dell'azione sismica

Parametri di calcolo Analisi Dinamica

Spettro in accordo con TU 2018

- Cadelbosco di Sopra RE Longitudine 10.6313 Latitudine 44.8197
- Tipo di Terreno C
- Coefficiente di amplificazione topografica (S_T) 1.0000
- Vita nominale della costruzione (V_N) 50.0 anni
- Classe d'uso I coefficiente C_U 0.7
- Classe di duttilità impostata Bassa
- Fattore di duttilità α_u/α_1 per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza K_R 0.80
- Fattore riduttivo per la presenza di setti K_W 1.00

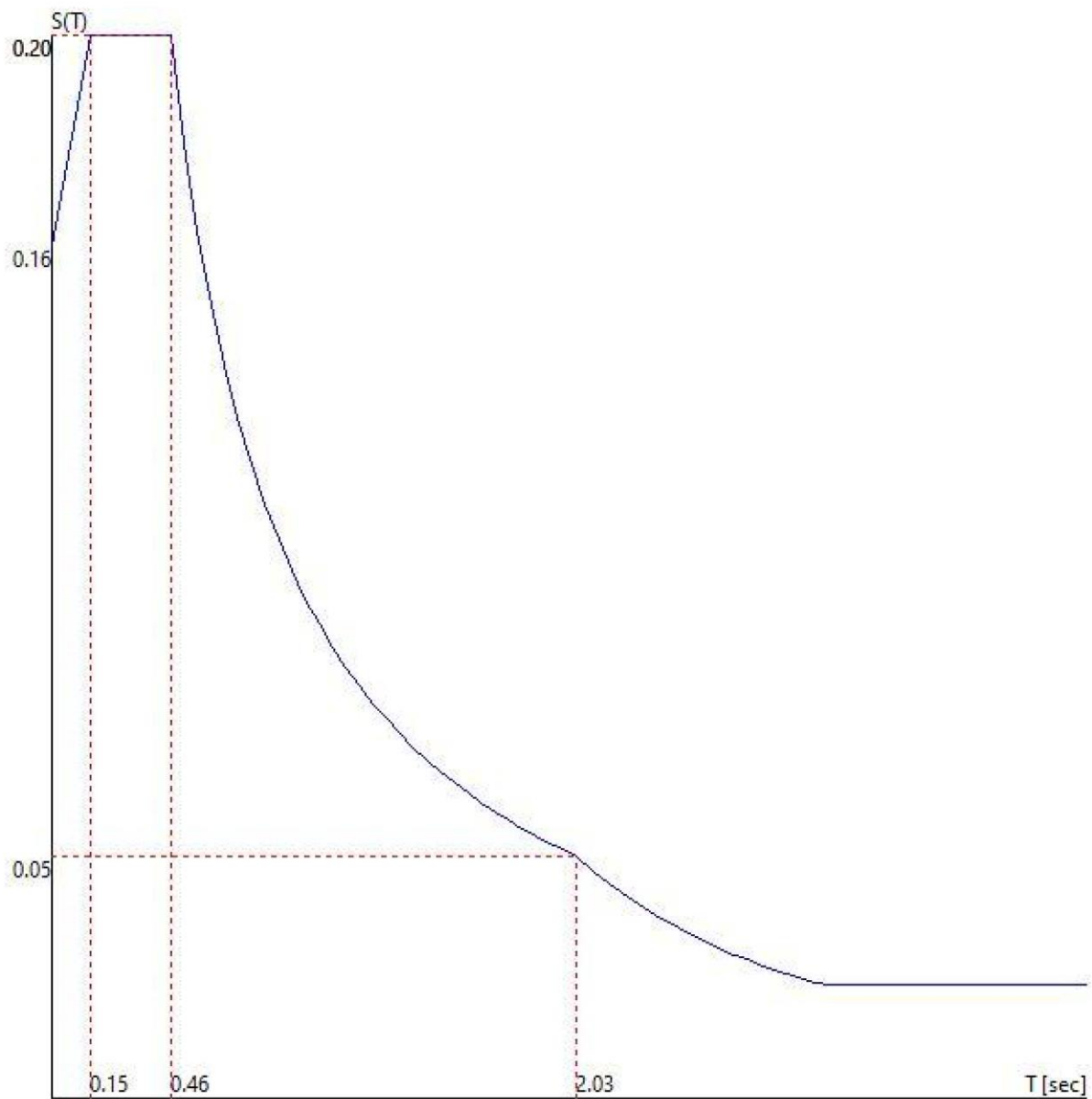
Stato Limite		C $q_o = C \alpha_u / \alpha_1$	q_H	q_v
	SLV	2.50	2.00	1.50
	SLD	1.25	1.00	1.50
	SLC	2.50	2.00	1.50
	SLO	1.00	1.00	1.50

- Smorzamento Viscoso (0.05 = 5%) 0.05

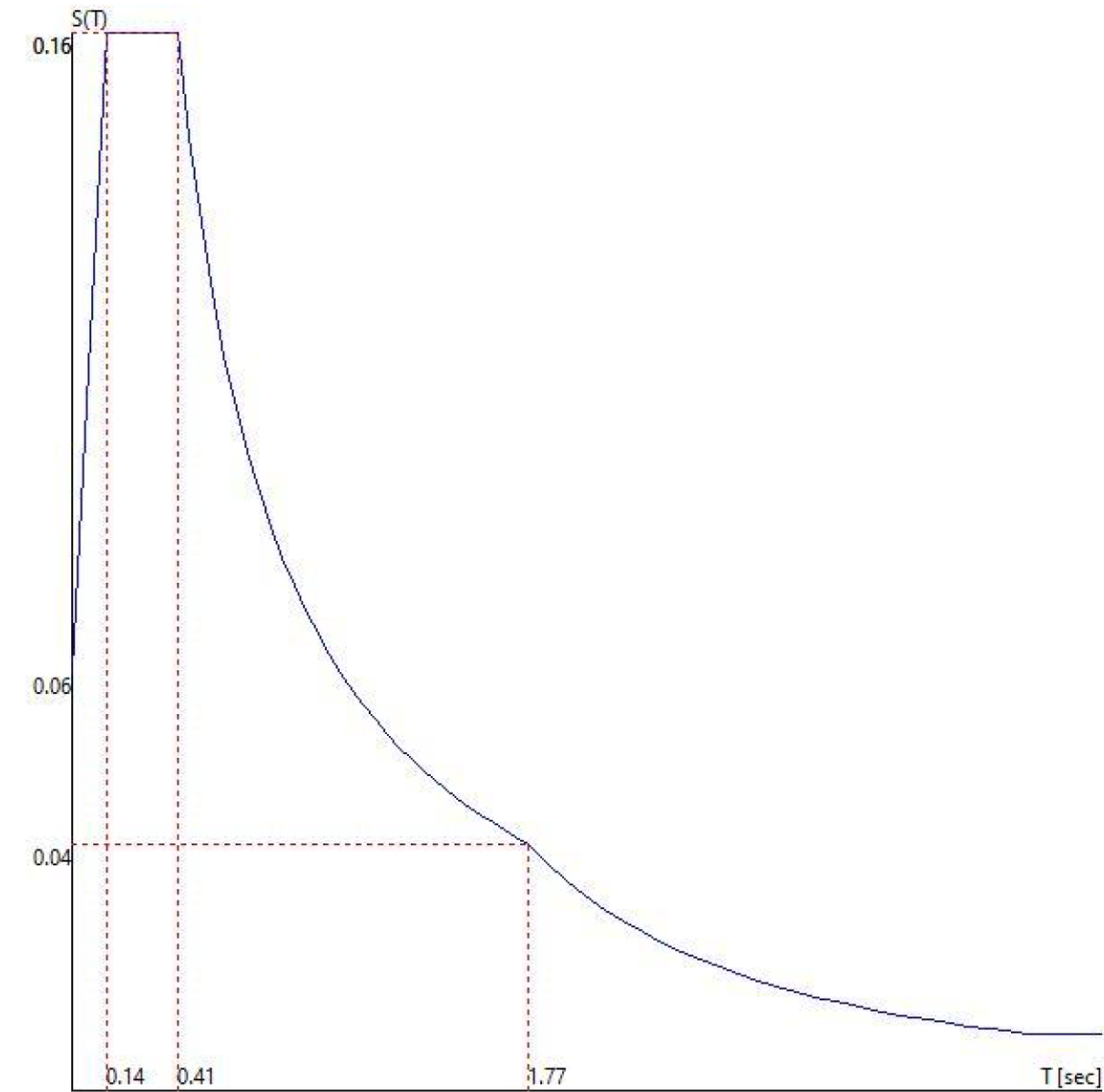
TU 2018 SLV H

- Probabilità di superamento (P_{VR}) 10.0 e periodo di ritorno (T_R) 332 (anni)
- S_s 1.500
- T_B 0.15 [sec]
- T_C 0.46 [sec]
- T_D 2.03 [sec]
- a_g/g 0.1069
- F_o 2.4968
- T_C^* 0.2926

TU 2018 SLV H



- Probabilità di superamento (P_{VR}) 63.0 e periodo di ritorno (T_R) 35 (anni)
- S_s 1.500
- T_B 0.14 [sec]
- T_C 0.41 [sec]
- T_D 1.77 [sec]
- a_g/g 0.0430
- F_o 2.5422
- T_C^* 0.2477



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

e) Descrizione dei materiali ad uso strutturale

Materiali da impiegare nelle strutture Prefabbricate

● Malta per ancoraggio armatubo :	EXOCEM G1 RUREDIL
● Calcestruzzo per strutture prefabbricate in:	c.a.v. calcestruzzo C35/45
● Calcestruzzo per strutture in opera:	c.a.v. calcestruzzo C25/30
● Acciaio :	Armatura lenta B450 C Reti elettrosaldate B450 A Armatura di precompressione trefoli fptk 1860 N/mm ²
● Barre filettate :	Acciaio classe 8.8 / 10.9
● Metallerie :	Acciaio S235 / S275

Classe di esposizione

XC1 :Asciutto o permanentemente bagnato

XC3: Interni umidi, esterni protetti da pioggia

XC4 Ciclicamente bagnato e asciutto

XC2 Bagnato, raramente secco

MANUFATTO

Pilastri, Travi ,Tegoli ed elementi secondari interni all'edificio
Travi ,Tegoli ed elementi secondari di copertura
Pannelli di tamponamento esterni
Opere di fondazione

f) Criteri di progettazione e modellazione

Tutte le strutture sono progettate per una classe di duttilità bassa con modulo di elasticità ridotto per le condizioni sismiche pari a 80% per tener conto delle non linearità del materiale e degli effetti della fessurazione.

Le strutture “A PILASTRI INCASTRATI ALLA BASE E ORIZZONTAMENTI AD ESSA INCERNIERATI”, vengono cautelativamente considerate non regolari in altezza per cui si adotta il fattore riduttivo $K_r = 0,8$ al coefficiente di struttura $q_0 = 2,5$ ed adottando un rapporto $\alpha_u/\alpha_1 = 1$ per le piccole irregolarità in pianta, per cui il coefficiente di struttura effettivo risulta $q = 2,0$.

La modellazione strutturale del telaio tridimensionale, viene impostata considerando il telaio incastrato alla base, in corrispondenza del nodo pilastro-fondazione, e incernierato in corrispondenza dell'appoggio delle travi sui pilastri e dell'appoggio dei tegoli sulle travi. Lo schema strutturale, così ottenuto, viene sottoposto alle azioni statiche e dinamiche di progetto attraverso un software di calcolo strutturale agli elementi finiti di comprovata validità (En.Ex.Sy.S s.r.l.) , il quale permette di risolvere le iperstaticità della modellazione e di determinare le azioni sui singoli elementi strutturali.

Dalle azioni così dedotte si procede alla progettazione delle opere geotecniche andando a verificare i requisiti di portanza e dei cedimenti strutturali degli stessi. Le fondazioni isolate sono tutte collegati mediante cordoli di collegamento.

g) Combinazioni delle azioni

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

Tipo di analisi Statica + Dinamica senza condensazione

Numero di condizioni di carico ... : 27

Numero di combinazioni di carico . : 69

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

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	Carroponte Long.
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 0+SLU
29	Sisma 0-SLU
30	Sisma 90+SLU
31	Sisma 90-SLU
32	Sisma 180+SLU
33	Sisma 180-SLU
34	Sisma 270+SLU
35	Sisma 270-SLU
36	Sisma 0+SLD
37	Sisma 0-SLD
38	Sisma 90+SLD
39	Sisma 90-SLD
40	Sisma 180+SLD
41	Sisma 180-SLD
42	Sisma 270+SLD
43	Sisma 270-SLD

Combinazioni di carico:

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

**Combinazione di carico
numero**

	11.3 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+]																			
	21.3 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+]																			
	31.3 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-]																			
	41.3 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-]																			
	51.3 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+]																			
	61.3 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+]																			
	71.3 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-]																			
	81.3 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-]																			
	91.3 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+]																			
	101.3 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+]																			
	111.3 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+]																			
	121.3 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+]																			
	13P.S. [G1] + 0.8 P.N.S.[G2]+ 1.5 Vento[+X]+ 1.5 Carr.[+]+ 1.5 Carr.[Long+]																			
	14P.S. [G1] + 0.8 P.N.S.[G2]+ 1.5 Vento[+Y]+ 1.5 Carr.[+]+ 1.5 Carr.[Long+]																			
	15P.S. [G1] + 0.8 P.N.S.[G2]+ 1.5 Vento[-X]+ 1.5 Carr.[-]+ 1.5 Carr.[Long-]																			
	16P.S. [G1] + 0.8 P.N.S.[G2]+ 1.5 Vento[-Y]+ 1.5 Carr.[-]+ 1.5 Carr.[Long-]																			
Comb.	Cond1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	11.3	1.3	1.5	0.75	1.5				1.05	1.05	1.5	0.9	1.05	1.5		1.5	1.5			
	21.3	1.3	1.5	0.75		1.5			1.05	1.05	1.5	-0.9	1.05	1.5		1.5		1.5		
	31.3	1.3	1.5	0.75			1.5		1.05	1.05	1.5	0.9	1.05		1.5	-1.5			1.5	
	41.3	1.3	1.5	0.75				1.5	1.05	1.05	1.5	-0.9	1.05		1.5	-1.5				1.5
	51.3	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		
	61.3	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		
	71.3	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
	81.3	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
	91.3	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
	101.3	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	
	111.3	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
	121.3	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
	131	1	0.8		1.5							1.5		1.5		1.5	1.5			
	141	1	0.8			1.5						-1.5		1.5		1.5		1.5		
	151	1	0.8				1.5					1.5			1.5	-1.5			1.5	
	161	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	
171	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9	0.27				0.1	0.03	1				1		0.3						
181	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9				0.27	0.1	-0.03	-1				1							0.3	
191	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9	0.27				0.1	0.03		1				1		0.3					
201	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9				0.27	0.1	-0.03		-1				1						0.3	
211	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27	0.9				0.03	0.1			1		0.3		1						
221	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.9	0.27			-0.03	0.1			-1				1		0.3				
231	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27	0.9				0.03	0.1				1		0.3		1					
241	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.9	0.27			-0.03	0.1				-1				1		0.3			
251	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.27	0.9			-0.1	0.03	1						0.3		1				
261	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.9	0.27		-0.1	-0.03	-1								1		0.3		
271	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.27	0.9			-0.1	0.03		1						0.3		1			
281	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.9	0.27		-0.1	-0.03		-1								1		0.3	
291	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27				0.9	0.03	-0.1			1		0.3						1		
301	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2				0.27	0.9	-0.03	-0.1			-1						0.3		1		
311	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27				0.9	0.03	-0.1				1		0.3							1
321	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.27	0.9		-0.03	-0.1				-1						0.3		1	

**Combinazione di carico
numero**

Pagina 13 di 36

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.\Cond1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
451	1	1		0.2				0.3	0.6	0.8	0.5	0.2				0.9			
461	1	1			0.2			0.3	0.6	0.8	0.5	0.2					0.9		
471	1	1				0.2		0.3	0.6	0.8	-0.5	0.2						0.9	
481	1	1					0.2	0.3	0.6	0.8	-0.5	0.2							0.9
491	1	1						0.5	0.7	0.9	0.5	0.2				0.9	0.9	0.9	0.9
501	1	1	0.2					0.3	0.6	0.8	-0.5	0.7				0.9	0.9	0.9	0.9
511	1	1						0.3	0.6	0.8	0.5	0.2	1		1	0.9	0.9		
521	1	1						0.3	0.6	0.8	-0.5	0.2		1	-1			0.9	0.9

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero

53P.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.\Cond1	2	3	9	10	11	13	17	18	19	20
531	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.8	0.8	0.8	0.8

Combinazioni agli Stati Limite di Danno

Combinazione di carico numero

54P.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]																						
55P.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]																						
56P.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]																						
57P.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]																						
58P.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]																						
59P.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]																						
60P.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]																						
61P.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]																						
62P.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]																						
63P.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]																						
64P.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]																						
65P.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]																						
66P.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]																						
67P.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]																						
68P.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]																						
69P.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
541	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9	0.27				0.1	0.03	1		0.3					
551	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9				0.27	0.1	-0.03	1						0.3	
561	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9	0.27				0.1	0.03		1		0.3				
571	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9				0.27	0.1	-0.03		1						0.3
581	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27	0.9				0.03	0.1	0.3		1					
591	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.9	0.27			-0.03	0.1			1		0.3			
601	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27	0.9				0.03	0.1		0.3		1				
611	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.9	0.27			-0.03	0.1			1			0.3		
621	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.27	0.9			-0.1	0.03			0.3		1			
631	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.9	0.27		-0.1	-0.03					1		0.3	
641	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.27	0.9			-0.1	0.03				0.3		1		
651	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.9	0.27		-0.1	-0.03						1		0.3
661	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27				0.9	0.03	-0.1	0.3						1	
671	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.27	0.9		-0.03	-0.1					0.3		1	
681	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27				0.9	0.03	-0.1		0.3						1
691	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.27	0.9		-0.03	-0.1						0.3		1

h) Metodo di analisi

L'analisi delle strutture soggette ad azione sismica viene svolta in forma lineare dinamica, avendo scelto un opportuno fattore di struttura in base alle precedenti considerazioni fatte sul sistema costruttivo a telaio e alle considerazioni sulla regolarità in pianta ed in altezza.

Nell'analisi dinamica vengono considerati 20 modi di vibrare per ciascuna direzione e si riportano i seguenti risultati:

Analisi Modale via Vettori di Ritz

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa Modale Modo Principale	% Massa Modale Totale
0.00 [°] SLV	2	0.72	99.6	100.0
0.00 [°] SLV	27	0.72	99.6	100.0
90.00 [°] SLV	51	0.85	97.4	100.0
90.00 [°] SLV	76	0.85	97.4	100.0
180.00 [°] SLV	102	0.72	99.6	100.0
180.00 [°] SLV	127	0.72	99.6	100.0
270.00 [°] SLV	151	0.85	97.4	100.0
270.00 [°] SLV	176	0.85	97.4	100.0

Azioni torcenti addizionali

- Baricentro delle masse libere : 1213,1828,779 [cm]
- Massa totale : 36063.7 [UTM]
- Momento d'inerzia polare Jz : 6396858.1 [UTM m²]

Dir. sisma [°]	Momento Torcente [kNm]
0.00 [°] SLV	783
0.00 [°] SLV	-783
90.00 [°] SLV	462
90.00 [°] SLV	-462
180.00 [°] SLV	783
180.00 [°] SLV	-783
270.00 [°] SLV	462
270.00 [°] SLV	-462

Azioni torcenti addizionali

- Baricentro delle masse libere : 1213,1828,779 [cm]
- Massa totale : 36063.7 [UTM]
- Momento d'inerzia polare Jz : 6396858.1 [UTM m²]

Dir. sisma [°]	Momento Torcente [kNm]
0.00 [°] SLD	573
0.00 [°] SLD	-573
90.00 [°] SLD	339
90.00 [°] SLD	-339
180.00 [°] SLD	573
180.00 [°] SLD	-573
270.00 [°] SLD	339
270.00 [°] SLD	-339

Gli effetti delle non linearità geometriche vengono tenute in conto attraverso il **fattore θ** , come specificato al § 7.3.1 delle NTC 2018.

Effetti delle non linearità geometriche

Le non linearità geometriche sono prese in conto attraverso il fattore θ che, in assenza di più accurate determinazioni, può essere definito come:

$$\theta = \frac{P \cdot d_{er}}{V \cdot h} \quad [7.3.3]$$

dove:

P è il carico verticale totale dovuto all'orizzontamento in esame e alla struttura ad esso sovrastante;

d_{er} è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano allo *SLV*, ottenuto come differenza tra lo spostamento orizzontale dell'orizzontamento considerato e lo spostamento orizzontale dell'orizzontamento immediatamente sottostante, entrambi valutati come indicato al § 7.3.3.3;

V è la forza orizzontale totale in corrispondenza dell'orizzontamento in esame, derivante dall'analisi lineare con fattore di comportamento q ;

h è la distanza tra l'orizzontamento in esame e quello immediatamente sottostante.

Gli effetti delle non linearità geometriche:

- possono essere trascurati, quando θ è minore di 0,1;
- possono essere presi in conto incrementando gli effetti dell'azione sismica orizzontale di un fattore pari a $1/(1-\theta)$, quando θ è compreso tra 0,1 e 0,2;
- devono essere valutati attraverso un'analisi non lineare, quando θ è compreso tra 0,2 e 0,3.

Il fattore θ non può comunque superare il valore 0,3.

Valutazione Effetti NON-Lineari Pd_r/Vh

$$V_x \theta_x = P d_{r,x} / h$$

Controllo combinazioni 20 .. 20

Fattore di struttura 2.00

Fattore di importanza γ_i 1.00

Modalità di calcolo: spostamenti d'interpiano per colonna

N valutato per combinazione

Sez.	Direzione 1-3							
	Pil.	Comb.	L [cm]	P [kN]	V [kN]	P d_r/h [kN]	d_r [cm]	θ
9	4-61	20	690	464	48	2	-3.33	0.0471

Dettaglio risultati

Sez.	Direzione 1-3							
	Pil.	Comb.	L [cm]	P [kN]	V [kN]	P d_r/h [kN]	d_r [cm]	θ
9	1-11	20	690	203	37	1	-2.89	0.0232
9	2-33	20	690	286	41	1	-2.89	0.0293
9	3-39	20	690	334	40	2	-3.33	0.0400
9	4-61	20	690	464	48	2	-3.33	0.0471
9	5-67	20	690	335	44	2	-3.58	0.0399
9	6-89	20	690	433	51	2	-3.58	0.0441
9	7-95	20	690	343	44	2	-3.63	0.0408
9	8-117	20	690	389	52	2	-3.63	0.0396
9	9-121	20	690	206	45	1	-3.51	0.0232
9	10-143	20	690	239	49	1	-3.50	0.0245

Valutazione Effetti NON-Lineari Pd/Vh

$V_y \Theta_y = P d_{r,y} / h$

Controllo combinazioni 21 .. 21

Fattore di struttura 2.00

Fattore di importanza γ_i 1.00

Modalità di calcolo: spostamenti d'interpiano per colonna

N valutato per combinazione

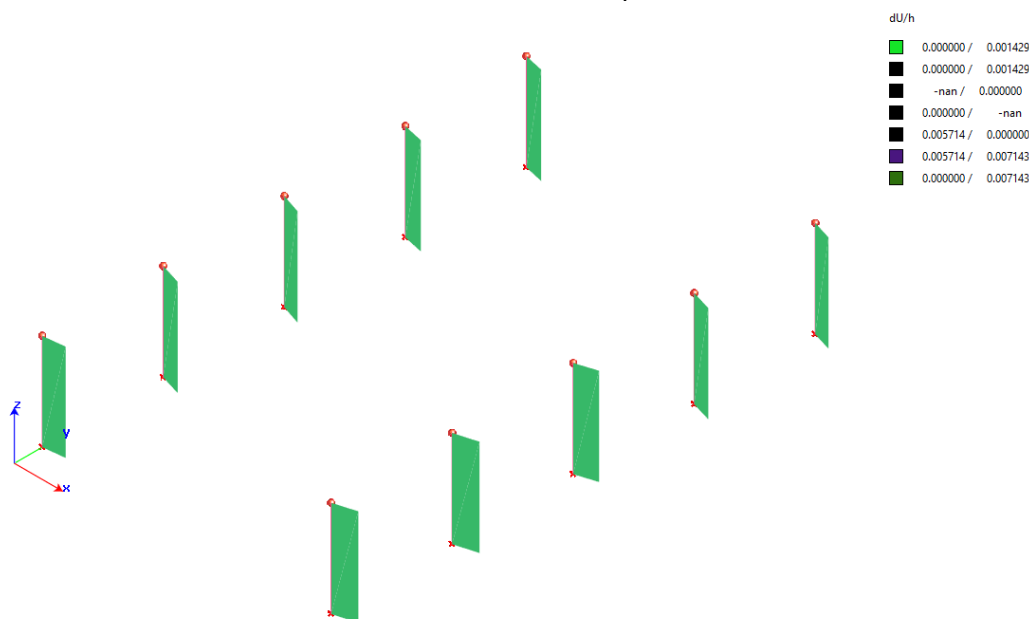
Sez.	Direzione 1-2							
	Pil.	Comb.	L [cm]	P [kN]	V [kN]	P d _r /h [kN]	d _r [cm]	Θ
9	4-61	21	690	463	43	2	3.37	0.0525

Dettaglio risultati

Sez.	Direzione 1-2							
	Pil.	Comb.	L [cm]	P [kN]	V [kN]	P d _r /h [kN]	d _r [cm]	Θ
9	1-11	21	690	201	32	1	2.63	0.0237
9	2-33	21	690	280	43	1	3.37	0.0320
9	3-39	21	690	337	33	1	2.63	0.0392
9	4-61	21	690	463	43	2	3.37	0.0525
9	5-67	21	690	337	31	1	2.62	0.0414
9	6-89	21	690	430	44	2	3.44	0.0481
9	7-95	21	690	344	30	1	2.61	0.0428
9	8-117	21	690	385	45	2	3.44	0.0429
9	9-121	21	690	213	30	1	2.61	0.0266
9	10-143	21	690	238	44	1	3.43	0.0267

i) Criteri di verifica

Le verifiche di resistenza degli elementi strutturali vengono condotti per gli s.l.u. , s.l.v. , s.l.e. in base alle prestazioni ultimi e di esercizio dei materiali impiegati e dei relativi coefficienti parziali di sicurezza, mentre i requisiti di deformabilità vengono controllati per gli s.l.d. controllando che gli spostamenti relativi risultano inferiori all' 1% dell'altezza e che non compromettano la funzionalità dell'impiantistica



Combinazioni agli Stati Limite di Danno

Massimi spostamenti differenziali orizzontali

Fattore moltiplicativo spostamenti dovuti al sisma b 1

c 1

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	4-61	1.50	8-117	0.48	4-61	-0.03	4-61	1.57
55	4-61	1.47	9-121	-0.45	4-61	-0.03	3-39	1.53
56	5-67	1.39	1-11	0.35	4-61	-0.03	5-67	1.43
57	8-117	1.41	4-61	-0.41	4-61	-0.03	8-117	1.46
58	1-11	0.67	8-117	1.26	4-61	-0.03	2-33	1.42
59	10-143	-0.43	6-89	1.23	4-61	-0.03	10-143	1.31
60	5-67	0.50	10-143	1.13	4-61	-0.03	8-117	1.24
61	2-33	-0.30	3-39	1.12	4-61	-0.03	1-11	1.16
62	7-95	-1.16	4-61	0.40	4-61	-0.03	8-117	1.23
63	6-89	-1.14	9-121	-0.35	4-61	-0.03	7-95	1.18
64	2-33	-1.25	1-11	0.45	4-61	-0.03	1-11	1.32
65	2-33	-1.30	8-117	-0.48	4-61	-0.03	2-33	1.39
66	4-61	0.53	7-95	-1.12	4-61	-0.03	4-61	1.23
67	10-143	-0.25	2-33	-1.14	4-61	-0.03	2-33	1.16
68	9-121	0.63	4-61	-1.24	4-61	-0.03	10-143	1.38
69	2-33	-0.48	4-61	-1.26	4-61	-0.03	2-33	1.35

Spostamenti Massimi :

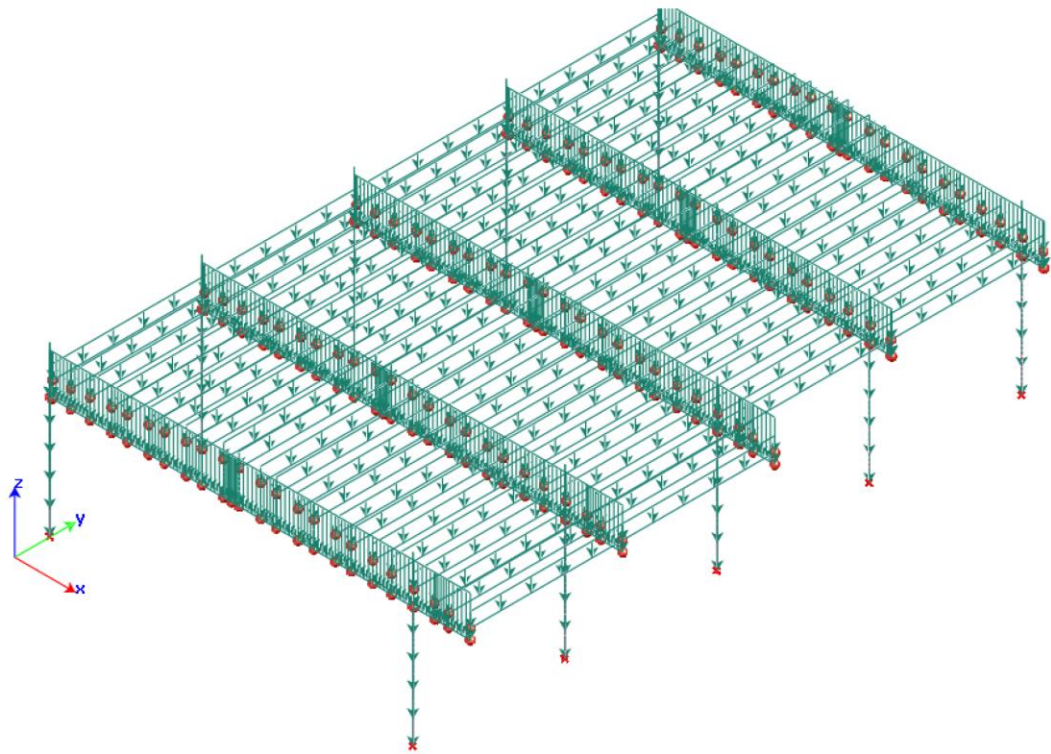
Combinazione di Carico 54 Fra i nodi 4 61 |U_{xyz}| Spostamento 1.57 [cm]

Non si sono rilevati spostamenti di interpiano superiori a 0.010000 H

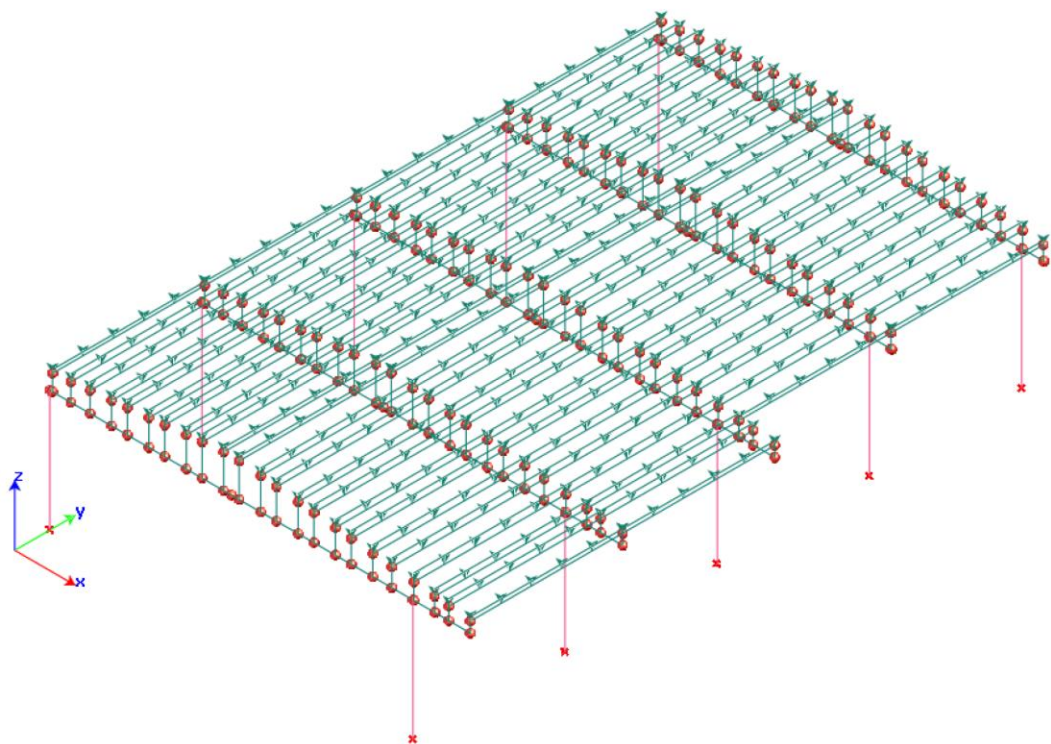
j) Rappresentazione delle configurazioni deformate e di sollecitazione

in questa relazione vengono riportate solo le configurazioni deformate più significative e i diagrammi qualitativi delle sollecitazioni sugli elementi strutturali

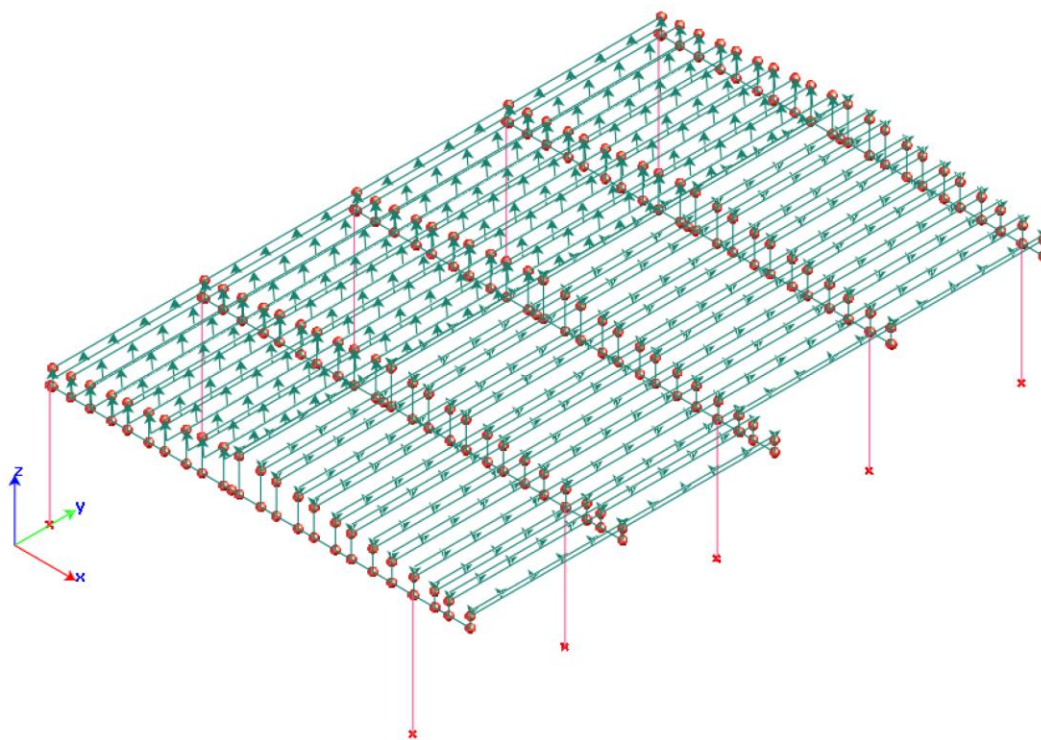
Schema di carico dato dai carichi permanenti gravanti sulla struttura



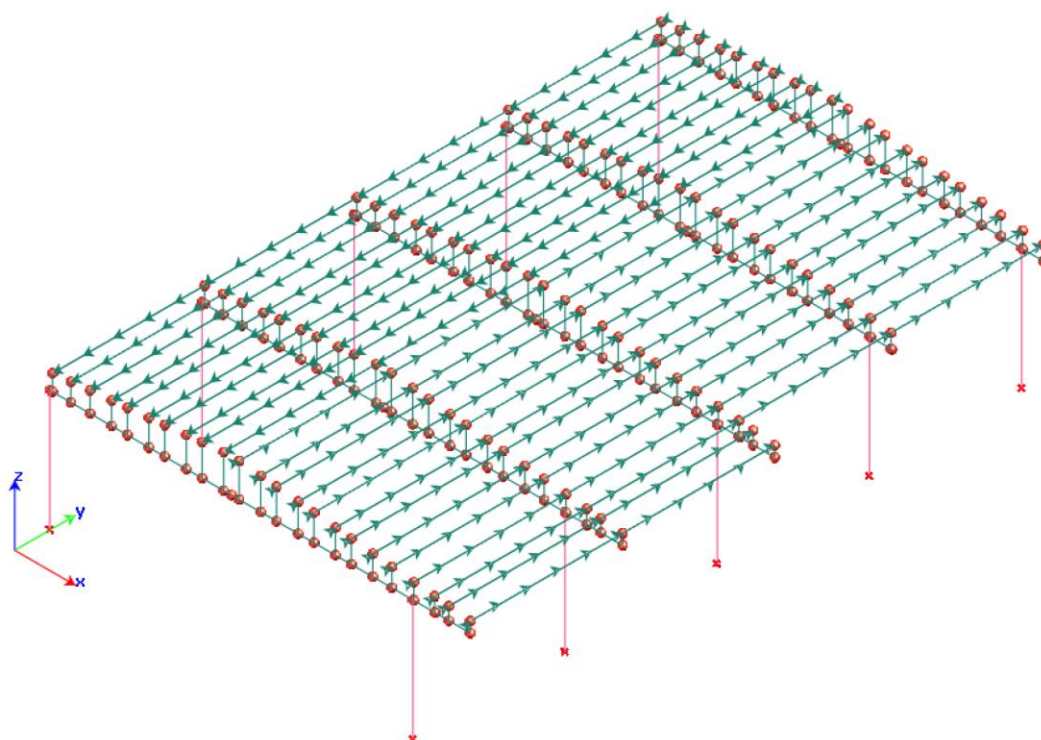
Schema di carico dato dai carichi neve gravanti sulla struttura



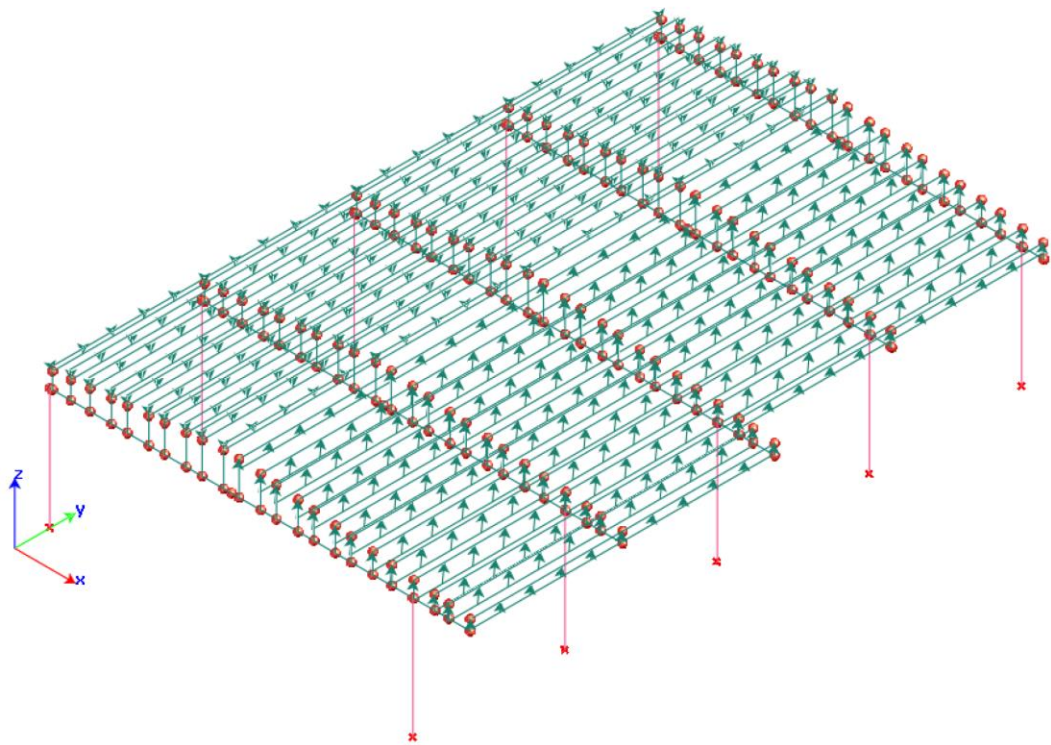
Schema di carico dato dai carichi del vento gravanti sulla struttura in direzione [+X]



Schema di carico dato dai carichi del vento gravanti sulla struttura in direzione [+Y]



Schema di carico dato dai carichi del vento gravanti sulla struttura in direzione [-X]



Schema di carico dato dai carichi del vento gravanti sulla struttura in direzione [-Y]

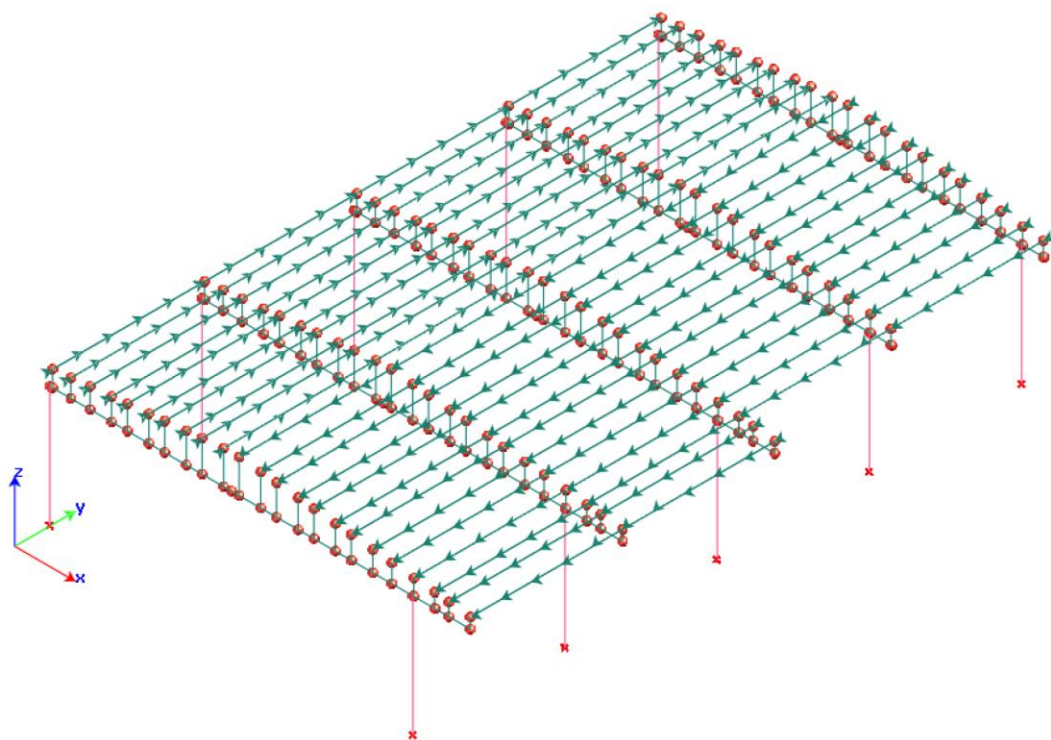


Diagramma qualitativo dell'involuppo dei momenti flettenti: Elementi di copertura

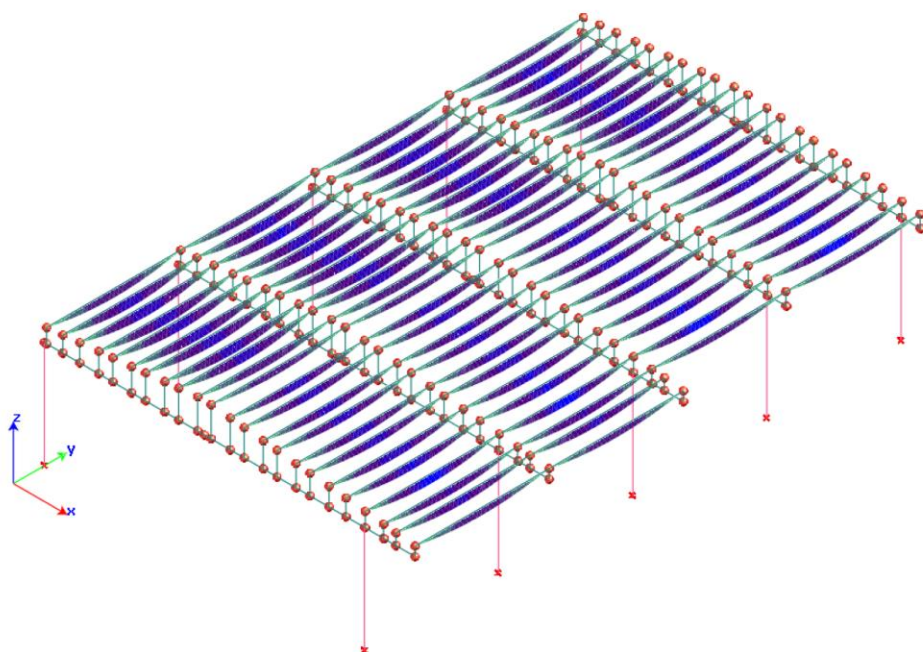


Diagramma qualitativo dell'involuppo dei momenti flettenti: travi di copertura

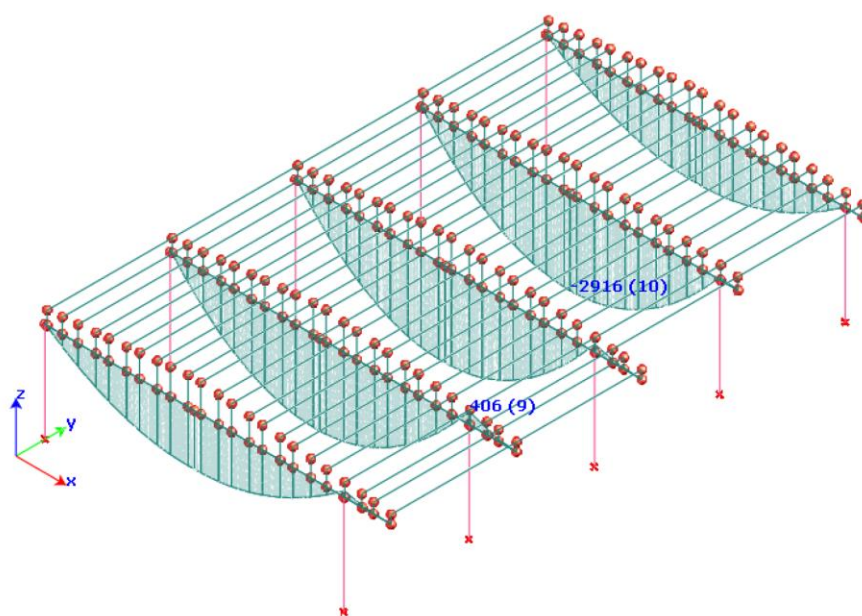


Diagramma qualitativo dell'inviluppo dei tagli: Travi di copertura

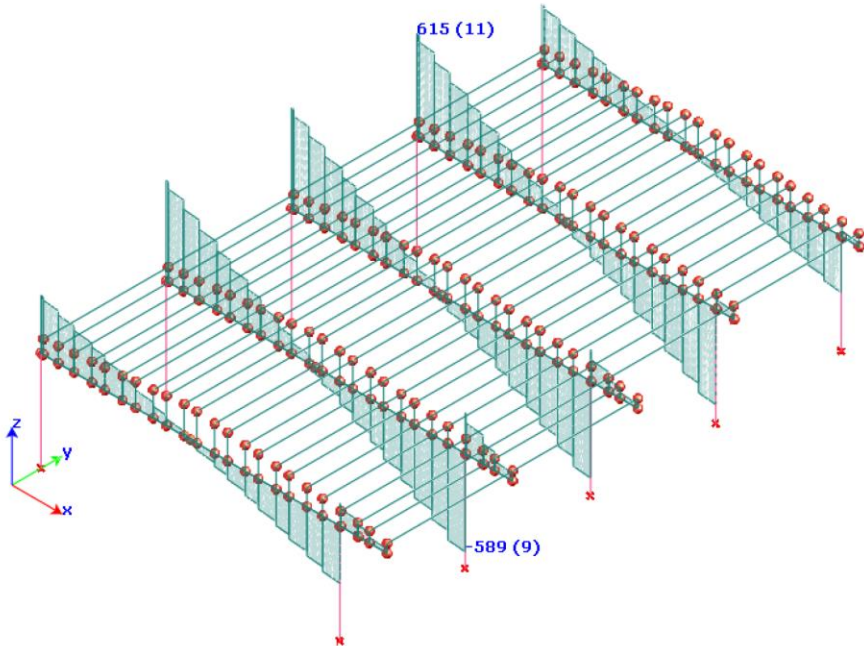


Diagramma qualitativo dell'involuppo dei momenti flettenti: Pilastri Mx

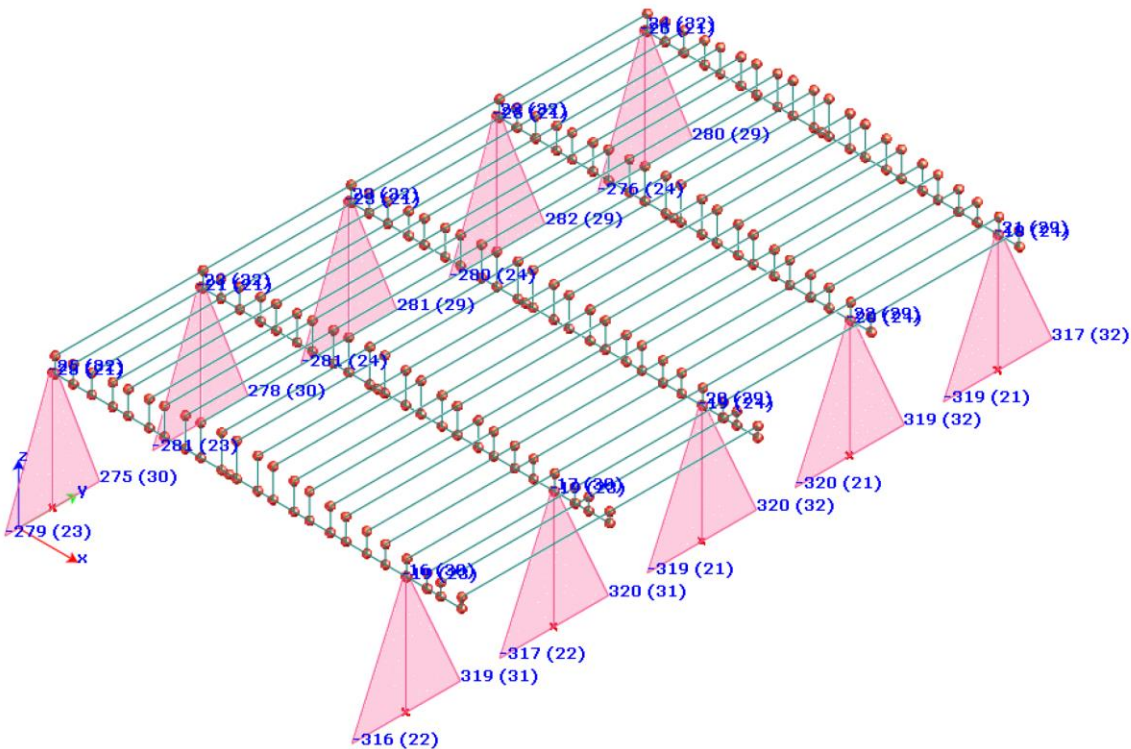


Diagramma qualitativo dell'involuppo dei momenti flettenti: Pilastri Mx

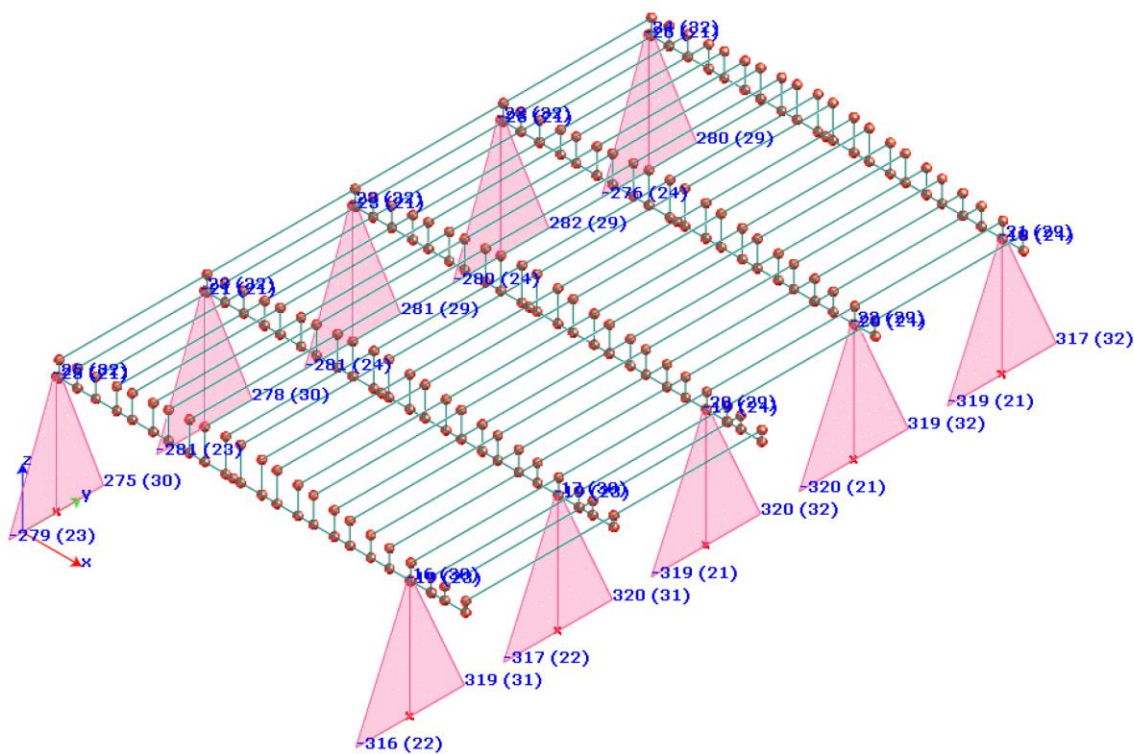


Diagramma qualitativo dell'inviluppo dei tagli: Pilastri Vy

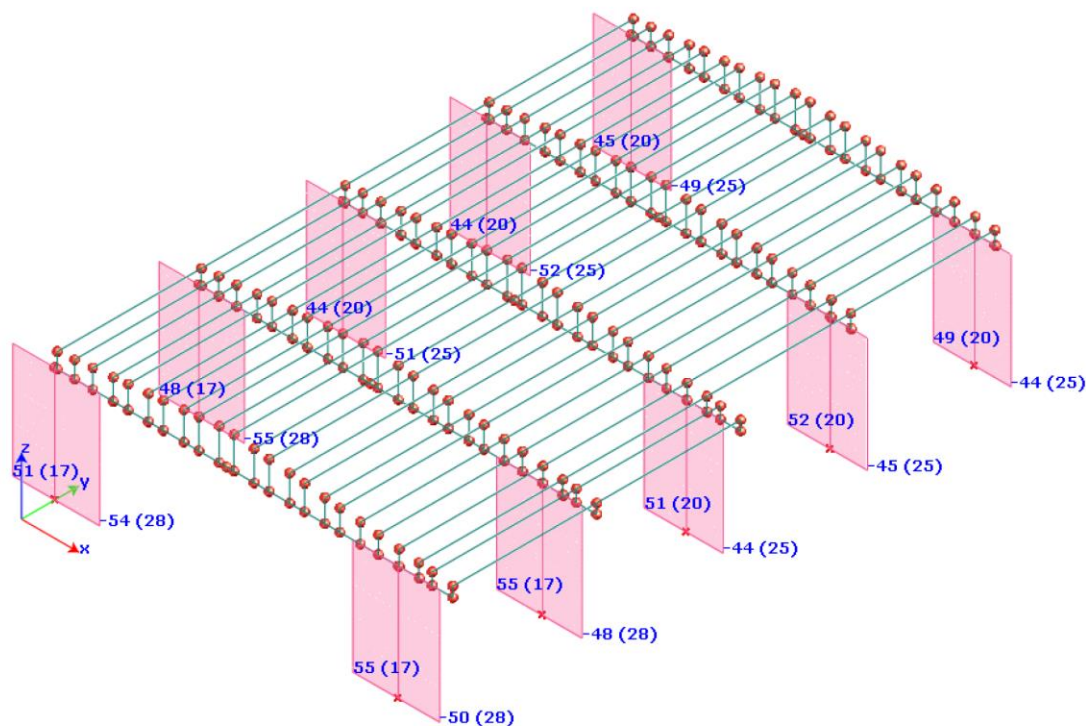


Diagramma qualitativo dell'involuppo dei tagli: Pilastri Vx

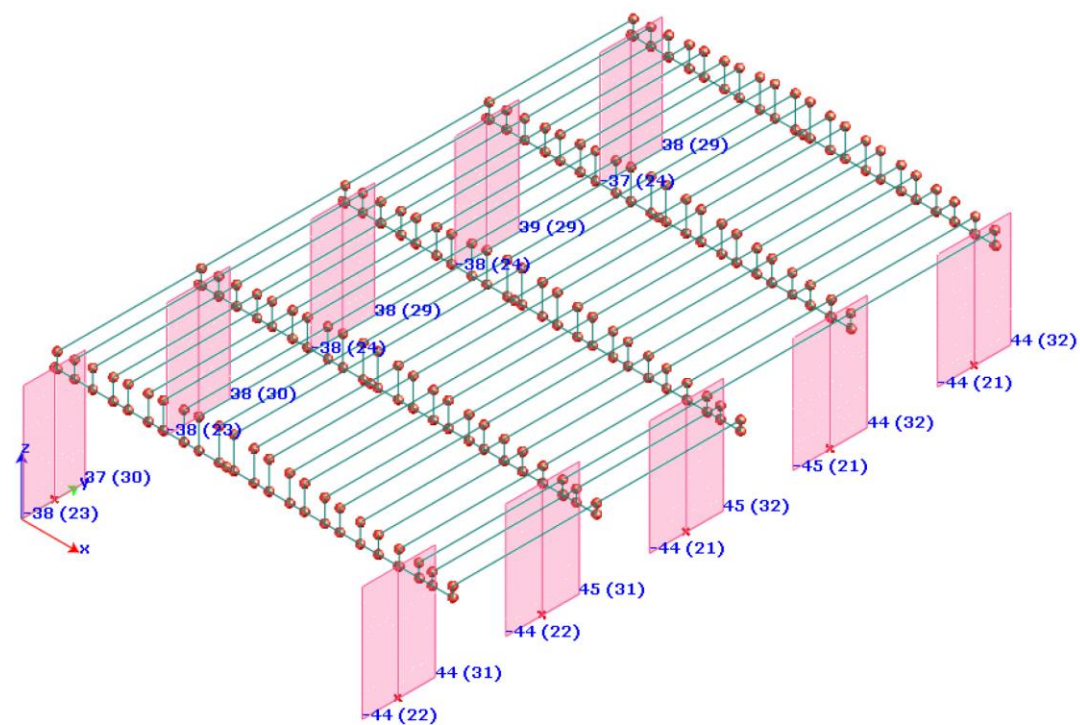
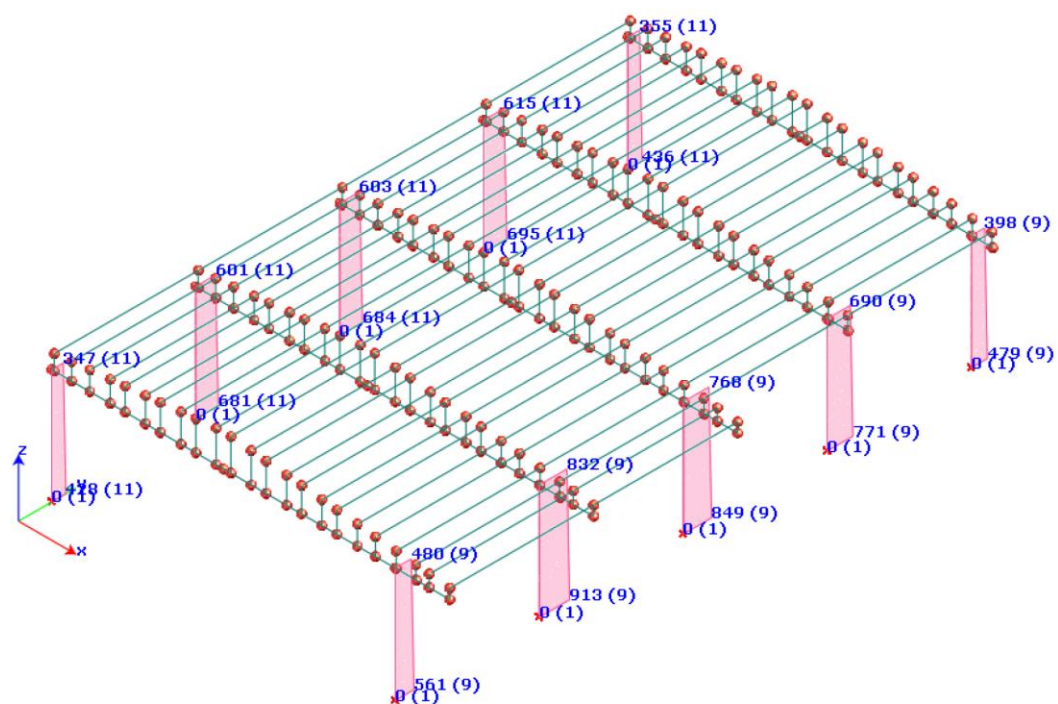


Diagramma qualitativo dell'involuppo degli sforzi normali: Pilastri



k) Affidabilità del codice di calcolo

ANALISI DEI CARICHI STRUTTURA :

Soc. Agr. Biopig Italia s.s. di Cascone Luigi

Solaio piano

elemento	Superficie	peso /m ²	Peso El.ti	Ψ_2	Peso Sismico	S.L.U.
TT40 b12	915 mq -->	215 daN/mq -->	= 1967 KN	1.00	= 1967 KN	= 2557 KN
			= 1967 KN		= 1967 KN	= 2557 KN

TRAVI

elemento	n° el.	lunghezza	peso /m	Peso El.ti	Ψ_2	Peso Sismico	S.L.U.
doppia pendenza	n° 2	22.48 m	776 daN/m	= 349 KN	1.00	= 349 KN	= 454 KN
doppia pendenza	n° 3	24.48 m	776 daN/m	= 570 KN	1.00	= 570 KN	= 741 KN
				= 919 KN		= 919 KN	= 1194 KN

PILASTRI

elemento	n° el.	lunghezza	peso /m	Peso El.ti	Ψ_2	Peso Sismico	S.L.U.
Pilastro 60x60	n° 10	6.90 m	900 daN/m	= 621 KN	1.00	= 621 KN	= 807 KN
			n° 10	= 621 KN		= 621 KN	= 807 KN

SOVRACCARICHI

Superficie struttura in pianta	$\Psi_0 \gamma_{slu}$	915 mq	PESO	Ψ_2	PESO SISMICO	S.L.U.
Permanenti G2 :	1.50	30 daN/mq -->	= 275 KN	1.0	= 275 KN	= 412 KN
Neve Qk (q<1000m s.l.m.) :	1.50	120 daN/mq -->	= 1098 KN	0.0	= 0 KN	= 1647 KN
			150 daN/mq -->		= 275 KN	= 2059 KN

RIASSUNTO ANALISI DEI CARICHI

peso struttura + sovraccarichi caratteristici = **4880 KN**
 superficiale totale = 915 mq
 carichi medi superficiali caratteristici = 533 daN/mq

RIASSUNTO ANALISI DEI CARICHI SISMICI

peso struttura sotto combinazione sismica = **3782 KN** Peso sismico = **3782 KN**
 superficiale totale = 915 mq Peso pannelli a terra paralleli asse X 0 kN
 carichi medi superficiali = 413 daN/mq Peso pannelli a terra paralleli asse Y 0 kN

RIASSUNTO ANALISI DEI CARICHI ALLO STATO LIMITE ULTIMO

[S.L.U.]: γ_g Permanenti + γ_Q Variabili = **6618 KN**
 superficiale totale = 915 mq
 carichi medi superficiali = 723 daN/mq

1° PIANO

Sisma direzione Y

n° Pilastri	Base Sez.	Altezza Sez.	Raggio	Momento d'inerzia Sezione
n° 10	60 cm	60 cm		10800000 cm ⁴

n° 10 Elementi Sismo Resistenti $J_{piano} = 10800000 \text{ cm}^4$

Sisma direzione X

n° Pilastri	Base Sez.	Altezza Sez.	Raggio	Momento d'inerzia Sezione
n° 10	60 cm	60 cm		10800000 cm ⁴

$J_{piano} = 10800000 \text{ cm}^4$

DETERMINAZIONE DEL PERIODO FONDAMENTALE DIREZIONE X CON FORMULAZIONE DI RAYLEG**Modulo Elastico per analisi sismica**E **2800 kN/cmq****Dati impalcato****1° piano**

$P_1 =$	3782 kN	Peso Sismico
$J_1 =$	10800000 cm ⁴	Mom. In.
$h_1 =$	690 cm	Interpiano
$z_1 =$	690 cm	Quota

Spostamenti per effetto di una forza P_1 applicata in corrispondenza del 1° impalcato $d_{1,P1} = P_1 h_1^3 / [3 E J_1] =$ 13.69 cm**Somma degli spostamenti per effetto della sovrapposizione degli effetti:** $\delta_1 = d_{1,P1} + d_{1,P2} + d_{1,P3} =$ 0.14 m
 $W_1 \delta_1 = 518 \text{ kNm}$
 $\Sigma W_i \delta_i = 518 \text{ kNm}$
 $W_1 \delta_1^2 = 71 \text{ kNm}$
 $\Sigma W_i \delta_i^2 = 71 \text{ kNm}$ **Periodo fondamentale secondo Rayleg** $T_{1x} = 2\pi [1/g \Sigma W_i d_i^2 / (\Sigma W_i \delta_i)]^{1/2} =$ 0.74 sec

DETERMINAZIONE DEL PERIODO FONDAMENTALE DIREZIONE Y CON FORMULAZIONE DI RAYLEG**Modulo Elastico per analisi sismica**

E 2800 kN/cm²

Dati impalcato**1° piano**

P₁ = 3782 kN

Peso Sismico

J₁ = 10800000 cm⁴

Mom. In.

h₁ = 830 cm

Interpiano

z₁ = 830 cm

Quota

Spostamenti per effetto di una forza P₁ applicata in corrispondenza del 1° impalcato

d_{1,P1} = P₁ h₁³ / [3 E J₁] =

23.83 cm

Somma degli spostamenti per effetto della sovrapposizione degli effetti:

δ₁ = d_{1,P1} + d_{1,P2} + d_{1,P3} =

0.24 m

W₁ δ₁ = 901 kNm

ΣW_i δ_i = 901 kNm

W₁ δ₁² = 215 kNm²

ΣW_i δ_i² = 215 kNm²

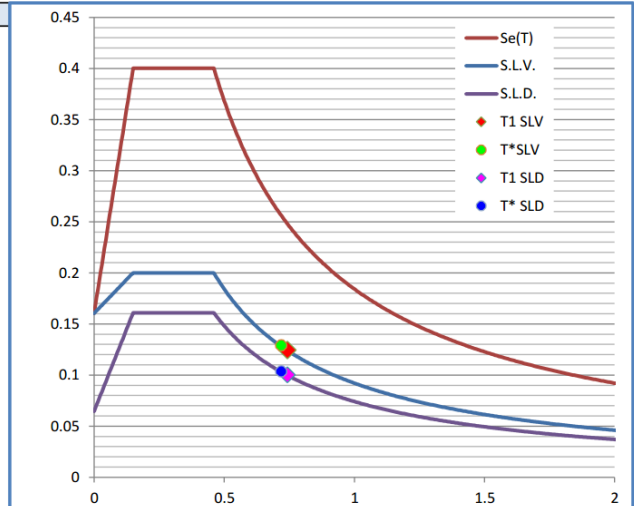
Periodo fondamentale secondo Rayleg

T_{1Y} = 2π [1/g Σ W_i d_i² / (ΣW_i δ_i)]^{1/2} =

0.98 sec

DATI SPETTRO DI PROGETTO

S_T	1	Coefficiente topografico
q	2	coefficiente di struttura
S_s	1.5	Coefficiente di suolo
T_B	0.15 sec	
T_C	0.46 sec	
T_D	2.03 sec	
ag/g	0.1069	Accelerazione al piede S.L.V.
F_o	2.4968	Amplificazione suolo
TC^*	0.2926	
ag/g	0.043	Accelerazione al piede S.L.D.



ANALISI MANUALE

DATI OTTENUTI DA ANALISI DEI CARICHI

Rz (SLV) :	3782 kN	Carico verticale per cond. S.L.V.
Rz (SLU) :	6618 kN	Carico verticale per cond. S.L.U.

DETERMINAZIONE PERIODO FONDAMENTALE CON MODELLAZIONE DI RAYLEIGH

$T_{1X} =$	0.74 sec	Periodo fondamentale
------------	----------	----------------------

CALCOLO AZIONE SISMICA DA ANALISI CON OSCILLATORE ELEMENTARE

$S_d(T_1)_{SLV} =$	0.124	Ordinata spettro di progetto S.L.V. (T_{1X})
$V_{1,SLV} = S_d(T_1) [W_1 + T_{amp1}/y] =$	471 kN	Azione sismica S.L.V. 1° piano
$V_{SLV} = S_d(T_1) \sum W_i =$	471 kN	Azione sismica S.L.V. complessiva

CALCOLO SPOSTAMENTO DI PIANO DA ANALISI CON OSCILLATORE ELEMENTARE

$X_{1,SLV} = \delta_1 S_{d,SLV}(T_{1X}) q =$	3.41 cm	Spostamento medio S.L.V. 1° piano
--	---------	-----------------------------------

CALCOLO SPOSTAMENTO DI PIANO DA ANALISI CON OSCILLATORE ELEMENTARE

$X_{1,SLD} = \delta_1 S_{d,SLD}(T_{1X}) =$	1.37 cm	Spostamento medio S.L.D. 1° piano
--	---------	-----------------------------------

ANALISI CON L'AUSILIO DI CODICE DI CALCOLO

MASSA MODALE OTTENUTO DAL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO

Rz (SLV) :	3851 kN	Carico verticale per cond. S.L.V.
Rz (SLU) :	6425 kN	Carico verticale per cond. S.L.U.

PERIODO FONDAMENTALE OTTENUTO DAL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO

$T_{1X} =$	0.72 sec	Periodo fondamentale
------------	----------	----------------------

ORDINATA SPETTRALE E AZIONE SISMICA OTTENUTI DAL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO

$S_d(T_1)_{SLV} =$	0.1280	Ordinata spettro di progetto S.L.V. (T_{1X})
$V_{SLV} =$	450 kN	Azione sismica S.L.V. complessiva

SPOSTAMENTI MEDI (S.L.V.) DI PIANO OTTENUTI DAL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO

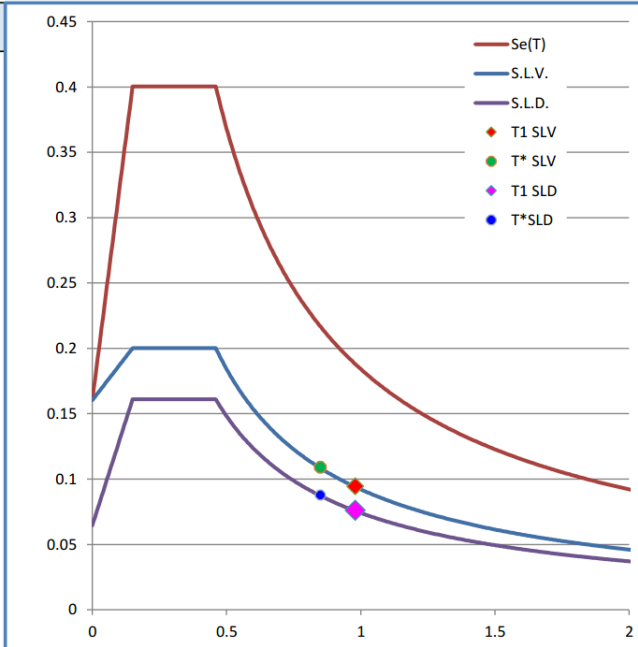
$X_{1,SLV} =$	7.00 cm	Spostamento medio S.L.V. 1° piano
---------------	---------	-----------------------------------

SPOSTAMENTI MEDI (S.L.D.) DI PIANO OTTENUTI DAL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO

$X_{1,SLD} =$	3.02 cm	Spostamento medio S.L.D. 1° piano
---------------	---------	-----------------------------------

DATI SPETTRO DI PROGETTO

S_T	1	Coefficiente topografico
q	2	coefficiente di struttura
S_s	1.5	Coefficiente di suolo
T_B	0.15	
T_C	0.46	
T_D	2.03	
ag/g	0.1069	Accelerazione al piede S.L.V.
F_o	2.4968	Amplificazione suolo
TC^*	0.2926	
ag/g	0.043	Accelerazione al piede S.L.D.



ANALISI MANUALE

DATI OTTENUTI DA ANALISI DEI CARICHI

Rz (SLV) :	3782 kN	Carico verticale per cond. S.L.V.
Rz (SLU) :	6618 kN	Carico verticale per cond. S.L.U.

DETERMINAZIONE PERIODO FONDAMENTALE CON MODELLAZIONE DI RAYLEIG

$T_{1Y} =$	0.98 sec	Periodo fondamentale
------------	-----------------	----------------------

CALCOLO AZIONE SISMICA DA ANALISI CON OSCILLATORE ELEMENTARE

$S_d(T_1)_{SLV} =$	0.094	Ordinata spettro di progetto S.L.V. (T_{1X})
$V_{1,SLV} = S_d(T_1) [W_1 + T_{amp,1}/\gamma] =$	357 kN	Azione sismica S.L.V. 1° piano
$V_{SLV} = S_d(T_1) \sum W_i =$	357 kN	Azione sismica S.L.V. complessiva

CALCOLO SPOSTAMENTO DI PIANO DA ANALISI CON OSCILLATORE ELEMENTARE

$Y_{1,SLV} = \delta_1 S_{d,SLV}(T_{1Y}) q =$	4.50 cm	Spostamento medio S.L.V. 1° piano
--	----------------	-----------------------------------

CALCOLO SPOSTAMENTO DI PIANO DA ANALISI CON OSCILLATORE ELEMENTARE

$Y_{1,SLD} = \delta_1 S_{d,SLD}(T_{1Y}) =$	1.81 cm	Spostamento medio S.L.D. 1° piano
--	----------------	-----------------------------------

ANALISI CON L'AUSILIO DI CODICE DI CALCOLO

MASSA MODALE OTTENUTO DAL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO

Rz (SLV) :	3851 kN	Carico verticale per cond. S.L.V.
Rz (SLU) :	6425 kN	Carico verticale per cond. S.L.U.

PERIODO FONDAMENTALE OTTENUTO DAL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO

$T_{1Y} =$	0.85 sec	Periodo fondamentale
------------	-----------------	----------------------

ORDINATA SPETTRALE E AZIONE SISMICA OTTENUTI DAL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO

$S_d(T_1)_{SLV} =$	0.109	Ordinata spettro di progetto S.L.V. (T_{1X})
$V_{SLV} =$	376 kN	Azione sismica S.L.V. complessiva

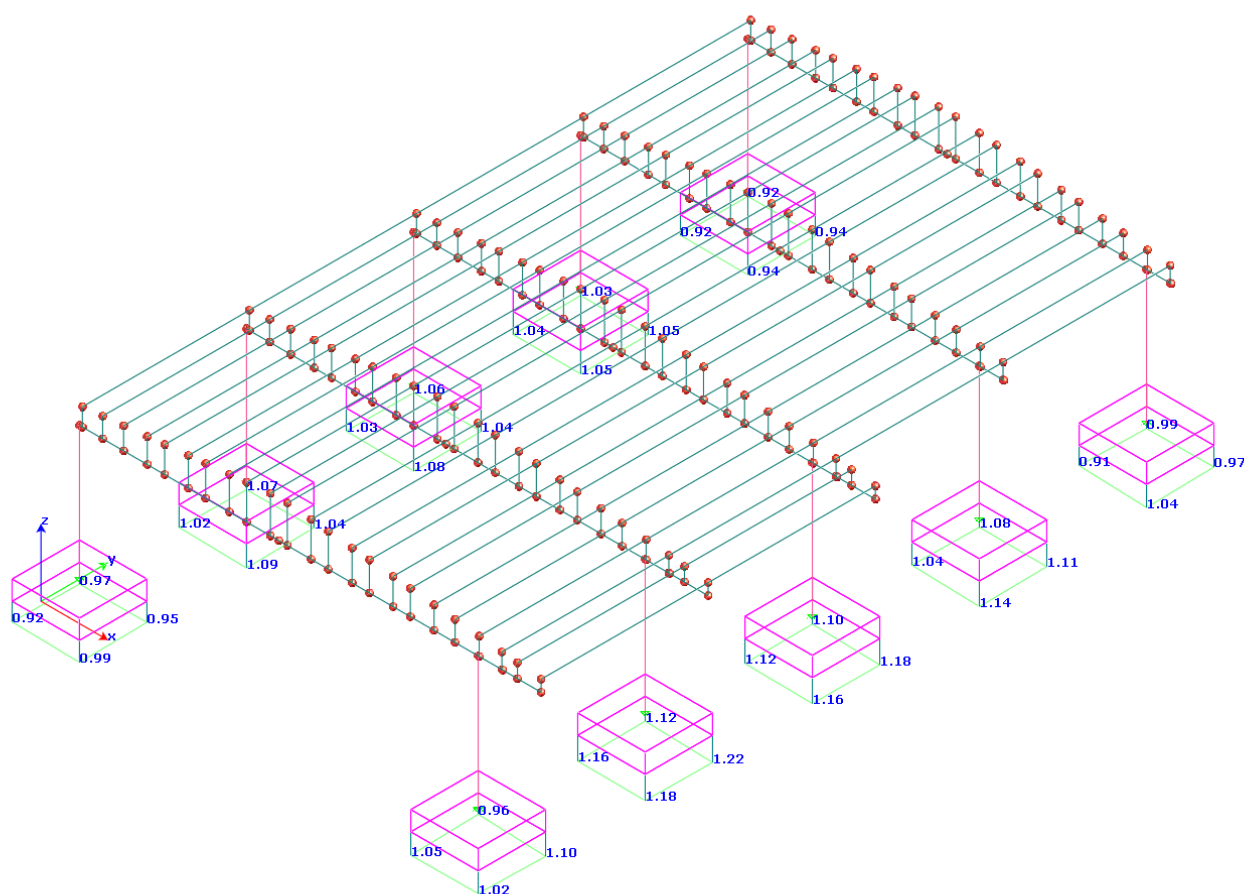
SPOSTAMENTI MEDI (S.L.V.) DI PIANO OTTENUTI DAL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO

$Y_{1,SLV} =$	4.62 cm	Spostamento medio S.L.V. 1° piano
---------------	----------------	-----------------------------------

SPOSTAMENTI MEDI (S.L.D.) DI PIANO OTTENUTI DAL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO

$Y_{1,SLD} =$	1.70 cm	Spostamento medio S.L.D. 1° piano
---------------	----------------	-----------------------------------

I) Sintesi opere di fondazione



VALORI CARATTERISTICI TERRENO	
ϕ_k	0.0 °
c_k	0.0 kN/m ²
c_{u_k}	50.0 kN/m ²
γ_k	18.0 kN/m ³

DATI GEOMETRICI			
Lx	3.50	m	Dimensione // x
Ly	3.50	m	Dimensione // y
D	1.50	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

$\tan \phi$	0.0 °	Nq	Nc	N γ	s _c	s _q	s _g	d _c	d _q	d γ	q _{limite}	q _R
c	0.0 kN/m ²	1.0	5.14	0.0	1.20	0.00	0.00	1.17	1.00	1.00	388 kN/m ²	1.69 daN/cm ²
cu	50.0 kN/m ²											
γ	18.0 kN/m ³											
γ_R	2.3											

Azioni globali sulle fondazioni da integrazioni delle pressioni sul terreno
 Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

Combinazione	Rz [kN]	Area [m²]	p Media [kg/cm²]	x _{Rz} [cm]	y _{Rz} [cm]
1	-9598	122.5	-0.78	1194	1842
2	-9718	122.5	-0.79	1164	1844
3	-9484	122.5	-0.77	1131	1847
4	-9718	122.5	-0.79	1164	1844
5	-9646	122.5	-0.79	1182	1843
6	-9718	122.5	-0.79	1164	1844
7	-9578	122.5	-0.78	1144	1846
8	-9718	122.5	-0.79	1164	1844
9	-10334	122.5	-0.84	1185	1842
10	-10406	122.5	-0.85	1168	1843
11	-10266	122.5	-0.84	1150	1844
12	-10406	122.5	-0.85	1168	1843
13	-6745	122.5	-0.55	1201	1843
14	-6865	122.5	-0.56	1158	1846
15	-6631	122.5	-0.54	1111	1849
16	-6865	122.5	-0.56	1158	1846

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

Combinazione	Rz [kN]	Area [m²]	p Media [kg/cm²]	x _{Rz} [cm]	y _{Rz} [cm]
17	-6913	122.5	-0.56	1163	1846
18	-6913	122.5	-0.56	1163	1845
19	-6913	122.5	-0.56	1163	1846
20	-6913	122.5	-0.56	1163	1845
21	-6911	122.5	-0.56	1160	1848
22	-6910	122.5	-0.56	1157	1848
23	-6911	122.5	-0.56	1160	1848
24	-6910	122.5	-0.56	1158	1848
25	-6909	122.5	-0.56	1155	1846
26	-6909	122.5	-0.56	1155	1845
27	-6909	122.5	-0.56	1155	1846
28	-6909	122.5	-0.56	1155	1845
29	-6912	122.5	-0.56	1160	1843
30	-6911	122.5	-0.56	1157	1843
31	-6912	122.5	-0.56	1160	1843
32	-6911	122.5	-0.56	1158	1843

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

Combinazione	Rz [kN]	Area [m²]	p Media [kg/cm²]	x _{Rz} [cm]	y _{Rz} [cm]
33	-7290	122.5	-0.60	1190	1843
34	-7370	122.5	-0.60	1163	1844
35	-7214	122.5	-0.59	1134	1847
36	-7370	122.5	-0.60	1163	1844
37	-7322	122.5	-0.60	1179	1844
38	-7370	122.5	-0.60	1163	1844
39	-7276	122.5	-0.59	1146	1846
40	-7370	122.5	-0.60	1163	1844
41	-7780	122.5	-0.64	1182	1842
42	-7828	122.5	-0.64	1167	1843
43	-7735	122.5	-0.63	1151	1844
44	-7828	122.5	-0.64	1167	1843

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

Combinazione	Rz [kN]	Area [m²]	p Media [kg/cm²]	x _{Rz} [cm]	y _{Rz} [cm]
45	-6895	122.5	-0.56	1164	1845
46	-6911	122.5	-0.56	1159	1846
47	-6880	122.5	-0.56	1153	1846
48	-6911	122.5	-0.56	1159	1846
49	-6911	122.5	-0.56	1159	1846
50	-7094	122.5	-0.58	1161	1845
51	-6911	122.5	-0.56	1159	1846

52	-6911	122.5	-0.56	1159	1846
----	-------	-------	-------	------	------

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

Combinazione	Rz [kN]	Area [m²]	p Media [kg/cm²]	x _{Rz} [cm]	y _{Rz} [cm]
53	-6911	122.5	-0.56	1159	1846

Combinazioni agli Stati Limite di Danno

Combinazione	Rz [kN]	Area [m²]	p Media [kg/cm²]	x _{Rz} [cm]	y _{Rz} [cm]
54	-6912	122.5	-0.56	1162	1846
55	-6912	122.5	-0.56	1162	1845
56	-6912	122.5	-0.56	1162	1846
57	-6912	122.5	-0.56	1162	1845
58	-6911	122.5	-0.56	1160	1848
59	-6910	122.5	-0.56	1158	1848
60	-6911	122.5	-0.56	1160	1848
61	-6910	122.5	-0.56	1158	1848
62	-6909	122.5	-0.56	1156	1846
63	-6909	122.5	-0.56	1156	1845
64	-6909	122.5	-0.56	1156	1846
65	-6909	122.5	-0.56	1156	1845
66	-6912	122.5	-0.56	1160	1844
67	-6911	122.5	-0.56	1158	1844
68	-6912	122.5	-0.56	1160	1844
69	-6911	122.5	-0.56	1158	1844

Caratteristiche inerziali dell'area d'impronta delle fondazioni

Area 122.5 [m²]

S_XOrigine 2284.3800 [m³]

S_YOrigine 1354.8500 [m³]

x_G 1106 [cm]

y_G 1865 [cm]

Pressioni massime sul terreno

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

	Elemento	Combinazione	p [kg/cm²]
Min	Plinto Sez. 1 Nodi: 1	13	0.49
Max	Plinto Sez. 1 Nodi: 4	10	1.19

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

	Elemento	Combinazione	p [kg/cm²]
Min	Plinto Sez. 1 Nodi: 9	32	0.77
Max	Plinto Sez. 1 Nodi: 4	17	1.22

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [kg/cm²]
Min	Plinto Sez. 1 Nodi: 1	37	0.49
Max	Plinto Sez. 1 Nodi: 4	42	0.88

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [kg/cm²]
Min	Plinto Sez. 1 Nodi: 1	45	0.47
Max	Plinto Sez. 1 Nodi: 4	50	0.73

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [kg/cm²]
Min	Plinto Sez. 1 Nodi: 1	53	0.48
Max	Plinto Sez. 1 Nodi: 4	53	0.71

Combinazioni agli Stati Limite di Danno

	Elemento	Combinazione	p [kg/cm²]
Min	Plinto Sez. 1 Nodi: 9	69	0.69
Max	Plinto Sez. 1 Nodi: 4	54	1.08

Le fondazioni previste sono di tipo superficiale sull'intero fabbricato, di tipo a plinti isolati , con quota d'imposta a $Z = -180$ cm da quota 0,00 (pavimento finito) in corrispondenza dei pilastri strutturali. Dai risultati dell'indagine penetrometrica (cpt) è evidente che la stratigrafia del sottosuolo è prevalentemente coesiva con coesione non drenata di calcolo pari a $0,50 \text{ daN/cm}^2$.