



**PARCO SOLARE FOTOVOLTAICO ED OPERE  
CONNESSE, COMUNE DI AQUILEIA - POTENZA  
IMPIANTO 75,832 MWp**

**Relazione Calcoli strutturali  
Locale Utente, Vasca del Trasformatore,  
Attraversamenti lungo S.P. 91 e Muro di sostegno**

<b>01/12/2023</b>	<b>00</b>	<b>Emissione per gli enti</b>	<b>Puntel Capellari &amp; Associati Ingegneria</b>	<b>Pharos Srl</b>	<b>Iren Green Generation Tech srl</b>
Data	Rev.	Descrizione Emissione	Preparato	Verificato	Approvato
Logo Committente e Denominazione Commerciale 			ID Documento Committente <b>Cod 059_FV_BGR_00081_00</b>		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale 			ID Documento Appaltatore <b>07.02</b>		

## Sommario

1.	RELAZIONE SUI MATERIALI.....	5
2.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	9
3.	RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI.....	11
3.1	Premessa.....	11
3.2	Caratteristiche geologiche.....	11
4.	RELAZIONE ILLUSTRATIVA.....	12
5.	ANALISI DEI CARICHI.....	13
5.1	Peso proprio degli elementi strutturali.....	13
5.2	Azione del vento.....	13
5.3	Azione della neve.....	14
5.4	Carichi variabili.....	14
6.	RELAZIONE SISMICA.....	15
7.	APPROCCIO DI VERIFICA.....	21
8.	VERIFICHE LOCALE UTENTE.....	23
8.1	Premessa.....	23
8.2	Analisi del carico da vento.....	23
8.3	Impostazioni del programma e dati di modellazione.....	24
8.3.1	Preferenze di normativa.....	25
8.3.2	Azioni, carichi, combinazioni di carico.....	27
8.3.3	Quote.....	36
8.3.4	Materiali.....	36
8.4	Principali risultati dell'analisi.....	37
8.4.1	Tagli ai livelli.....	37
8.4.2	Risposta modale.....	43
8.4.3	Sollecitazioni.....	45
8.5	Verifiche.....	48
8.5.1	Verifica delle pareti.....	48
8.5.2	Verifica delle piastre.....	60
8.5.3	Verifica geotecnica e delle fondazioni.....	65
9.	VERIFICA ATTRAVERSAMENTI LUNGO S.P. 91.....	73
9.1	Premessa.....	73

9.2	Richiami teorici .....	73
9.3	Impostazione dell'analisi.....	79
9.3.1	Materiali .....	79
9.3.2	Geometria profilo terreno a monte del muro .....	79
9.3.3	Falda.....	80
9.3.4	Geometria muro .....	80
9.3.5	Vincoli.....	81
9.3.6	Descrizione terreni .....	81
9.3.7	Stratigrafia.....	81
9.3.8	Condizioni di carico .....	81
9.3.9	Normativa.....	82
9.3.10	Descrizione combinazioni di carico .....	82
9.3.11	Dati sismici .....	84
9.3.12	Opzioni di calcolo .....	85
9.4	Risultati per inviluppo .....	86
9.4.1	Spinta e forze .....	86
9.4.2	Risultanti globali .....	86
9.4.3	Verifiche geotecniche .....	87
9.4.4	Sollecitazioni.....	90
9.4.5	Verifiche strutturali .....	92
10.	VASCA DEL TRASFORMATORE .....	95
10.1	Premessa .....	95
10.1.1	Analisi dei carichi .....	95
10.2	Verifica del grigliato.....	96
10.3	Verifica del profilo rompitratta IPE 160.....	97
10.4	Verifica della vasca.....	98
10.4.1	Impostazioni del programma e dati di modellazione .....	98
10.4.2	Principali risultati dell'analisi .....	104
10.4.3	Verifica geotecnica e delle fondazioni.....	109
11.	MURI DI CONTENIMENTO .....	115
11.1	Premessa .....	115
11.2	Richiami teorici .....	115
11.3	Impostazione dell'analisi .....	121

11.3.1	Materiali .....	121
11.3.2	Geometria profilo terreno a monte del muro .....	121
11.3.3	Falda.....	122
11.3.4	Geometria muro .....	122
11.3.5	Descrizione terreni .....	123
11.3.6	Stratigrafia.....	124
11.3.7	Condizioni di carico .....	124
11.3.8	Normativa.....	125
11.3.9	Descrizione combinazioni di carico .....	125
11.3.10	Dati sismici.....	127
11.3.11	Opzioni di calcolo .....	127
11.4	Risultati per inviluppo .....	128
11.4.1	Spinta e forze .....	128
11.4.2	Risultanti globali .....	129
11.4.3	Verifiche geotecniche .....	129
11.4.4	Sollecitazioni.....	133
11.5	Verifiche strutturali.....	134
11.5.1	Verifiche a flessione.....	134
11.5.2	Verifiche a taglio.....	135

## 1. RELAZIONE SUI MATERIALI

1. Calcestruzzo delle strutture di fondazione ed in elevazione interrata: **C25/30**

Classe di esposizione ambientale: XC2 (UNI 11104 e UNI EN 206-1);

rapporto massimo acqua-cemento 0.50 (secondo UNI 11104 e UNI EN 206-1)

diametro inerti:  $D_{max} = 32$  mm

consistenza: slump 160-210 mm classe di consistenza S4

Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck}$	30,00 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck}$	25,00 N/mm <sup>2</sup>
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm}$	33,00 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza del calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per le resistenze a lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Resistenza media a trazione semplice (assiale)	$f_{ctm}$	2,56 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctfm}$	3,08 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)	$f_{ctk}$	1,80 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza cilindrica di calcolo a compressione	$f_{cd}$	14,17 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd}$	1,20 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica tangenziale di aderenza	$f_{bk}$	4,04 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo tangenziale di aderenza	$f_{bd}$	2,69 N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico longitudinale istantaneo	$E_m$	31475,81 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson	$\nu$	0,20
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha_c$	10 E-06 C <sup>-1</sup>

2. Calcestruzzo per elementi esposti all'esterno e non protetti: **C32/40**  
 Classe di esposizione ambientale: XC4 (UNI 11104 e UNI EN 206-1);  
 rapporto massimo acqua-cemento 0.50 (secondo UNI 11104 e UNI EN 206-1)  
 diametro inerti:  $D_{max} = 32$  mm  
 consistenza: slump 160-210 mm classe di consistenza S4

Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck}$	40,00 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck}$	32,00 N/mm <sup>2</sup>
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm}$	40,00 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza del calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per le resistenze a lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Resistenza media a trazione semplice (assiale)	$f_{ctm}$	3,02 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctfm}$	3,63 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)	$f_{ctk}$	2,12 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza cilindrica di calcolo a compressione	$f_{cd}$	18,13 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd}$	1,41 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica tangenziale di aderenza	$f_{bk}$	4,76 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo tangenziale di aderenza	$f_{bd}$	3,18 N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico longitudinale istantaneo	$E_m$	33345,76 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson	$\nu$	0,20
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha_c$	10 E-06 C <sup>-1</sup>

3. Acciaio per calcestruzzo: **B450C**

Tensione di snervamento nominale	$f_{y\ nom}$	450	N/mm <sup>2</sup>
Tensione di rottura nominale	$f_{t\ nom}$	540	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza dell'acciaio	$\gamma_s$	1,15	
Tensione di calcolo di snervamento	$f_{yd}$	391,3	N/mm <sup>2</sup>
<i>Requisiti richiesti</i>		<i>Frattile</i>	
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}$	$> f_{y\ nom}$	5%
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk}$	$> f_{t\ nom}$	5%
	$(f_t / f_y)_k$	$\geq 1.15$	10%
	$(f_y / f_{ynom})_k$	$< 1.35$	10%
Allungamento	$(A_{gt})_k$	$\geq 7.5\%$	
Diametro mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche			
per $\Phi < 12$ mm		4 $\Phi$	
per $12 \leq \Phi < 16$ mm		5 $\Phi$	
per $16 \leq \Phi < 25$ mm		8 $\Phi$	
per $25 \leq \Phi < 40$ mm		10 $\Phi$	

4. Acciaio per profili laminati a caldo

Acciaio conforme alla norma europea EN 10025-5			
Denominazione acciaio per profili laminati a sezione aperta		S275	J0
		Spessore nominale $t < 40\text{mm}$	
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}$	275	N/mm <sup>2</sup>
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk}$	430	N/mm <sup>2</sup>
<i>Proprietà del materiale</i>			
Modulo elastico longitudinale	E	210000	N/mm <sup>2</sup>
Modulo di elasticità trasversale	G	80769	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson	$\nu$	0,3	
Densità	$\rho$	7850	kg/m <sup>3</sup>

5. Unioni bullonate “non a serraggio controllato”

Bulloni conformi a norme UNI EN ISO 4016:2002, UNI 5592:1968, UNI EN ISO 898-1:2001			
Classe di resistenza della vite		8.8	
Classe di resistenza del bullone		8	
<i>Resistenze [MPa]</i>			
- tensione di snervamento	$f_{yb}$	640.00	N/mm <sup>2</sup>
- tensione di rottura	$f_{tb}$	800.00	N/mm <sup>2</sup>
<i>Coefficiente di sicurezza</i>			
- coefficiente di sicurezza delle unioni	$\gamma_{Mb}$	1.25	

Unioni bullonate conformi al §11.3.4.6.1 D.M. 17.01.2018

Barre filettate, ancoranti e altri dispositivi secondo specifiche del prodotto e del produttore, sulla base delle indicazioni riportate negli elaborati grafici strutturali.

6. Unioni saldate

Saldature conformi al §11.3.4.5 D.M. 17.01.2018.

Ove non specificato, realizzare saldature con altezza di gola  $0.7 S < "a" < S$ , con S spessore minimo tra gli elementi da unire.


Classe di esecuzione delle opere in carpenteria metallica secondo UNI EN 1090: **EXC3 (CC2-SC2-PC2)**

7. Elementi prefabbricati

Calcestruzzo e armature da verificare con il prefabbricatore individuato dal costruttore.






	<b>Cod 059_FV_BGR_00081</b>	Pagina 9 / 136
		Numero Revisione
		00

## 2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- *Eurocodice 1:* Basi di calcolo ed azioni sulle strutture
- *Eurocodice 2:* Progettazione delle strutture di calcestruzzo
- *Eurocodice 8:* Progettazione delle strutture in zona sismica
- *D.M. 17.01.2018* “Nuove norme tecniche per le costruzioni”  
(*NTC18 in seguito*)
- *Circolare n.7 del 21.01.2019* Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni”
- *CNR-DT 207 R1/2018* Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni



	<b>Cod 059_FV_BGR_00081</b>	Pagina 11 / 136
		Numero Revisione
		00

### 3. RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

#### 3.1 Premessa

La presente relazione è stata redatta in osservanza al paragrafo A2 del D.M. 19/06/1984, in conformità al D.M. 11/03/1988 G.U. n° 127 supp. del 01/06/1988 e al D.M. 17.01.2018.

Si assumono a riferimento le conclusioni della campagna di indagini svolta dai Dott. Geol. Matteo Vian e Basilio Zanninello della GE Ground Engineering S.r.l. di Campolongo Maggiore (VE) nel mese di novembre 2022 e marzo 2023.

#### 3.2 Caratteristiche geologiche

Gli interventi si collocano nella propaggine orientale della Bassa Pianura Veneto-Friulana, nella porzione di territorio compresa tra i fiumi Livenza e Isonzo-Torre.

Dal punto di vista litologico, nell'area aquileiese si riconoscono due grandi aree:

- una formazione quaternaria costituita da terreni spesso organici sovrastanti depositi fluviali e di fondo lagunare. Tale facies interessa tutta la fascia occidentale del territorio comunale. La copertura superficiale è costituita da un terreno di natura limo-argillosa di potenza submetrica, al di sotto del quale si riconoscono termini di fondo lagunare contraddistinti da ritmiche alternanze di livelli limo argillosi e sabbiosi, sono inoltre presenti livelli torbosi;
- una formazione quaternaria costituita da depositi di natura prevalentemente calcareo dolomitica che occupa la restante parte del territorio comunale. La granulometria dei sedimenti spazia dalle sabbie grossolane o ghiaie fini alle argille. I depositi sono il risultato dell'azione fluviale combinata del sistema Isonzo-Torre.

Dal punto di vista geomorfologico, il territorio comunale si presenta uniformemente pianeggiante con pendenze ridotte degradanti da nord a sud dell'ordine dell'1,5-2‰. Le quote si attestano su valori compresi fra 5,7 m s.l.m. (zona settentrionale) e -2,0 m s.l.m. nelle aree perilagunari.


Dal punto di vista idrogeologico, l'area in esame si colloca nella Bassa Pianura ed è quindi caratterizzata, dal punto di vista idrogeologico, da una falda freatica superficiale, al disotto della quale si sviluppa il sistema multifalda ad acquiferi confinati.

Sono state svolte 22 indagini penetrometriche tipo CPT, spinte a diverse profondità, che hanno consentito di individuare altrettante stratigrafie caratterizzate dalla successione di strati di terreni puramente coesivi e terreni incoerenti fini.

Data la vastità dell'area di intervento, i parametri geologici nei diversi interventi vengono individuati sulla base della prossimità ai punti di indagine CPT.

Dal punto di vista sismico, al sottosuolo viene attribuita la categoria D (*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s*)

La categoria topografica è la T<sub>1</sub> (*superficie pianeggiante*).

	<b>Cod 059_FV_BGR_00081</b>	Pagina 12 / 136
		Numero Revisione
		00

#### 4. RELAZIONE ILLUSTRATIVA

La presente relazione si riferisce alla realizzazione del campo fotovoltaico nella porzione del territorio di Aquileia denominata “Quarta partita”, compresa fra l’asta del Canale Anfora e la Laguna di Grado e Marano.

Il parco fotovoltaico vede in primis una moltitudine di stringhe di pannelli fotovoltaici a inseguimento, dunque montati su un’asta che può ruotare tramite un attuatore nel range  $+55^{\circ}/-55^{\circ}$  rispetto all’orizzontale. È poi presente un’area perimetrata ospitante la stazione elettrica Terna e nell’immediata vicinanza la sottostazione del produttore, quest’ultima perimetrata da una recinzione prefabbricata su fondazioni filante gettate in opera. All’interno della sottostazione, sono presenti due trasformatori, installati in vasche anti sversamento. L’accesso alla stazione e alla sottostazione dalla strada provinciale SP91 avviene su nuova viabilità pavimentata, per l’attraversamento del canale lungo la provinciale è previsto il rifacimento dell’attuale attraversamento con uno nuovo, per l’attraversamento della prima scolina è previsto un muro controterra attraversato da un tubo in c.a.c. Nella presente relazione si presentano, con il grado di approfondimento corrispondente alla progettazione definitiva, i dimensionamenti strutturali delle principali opere sopra descritte, ad eccezione dei manufatti compresi nella stazione Terna non di competenza. In fase esecutiva sarà necessaria una rielaborazione dell’elaborato, che recepisca le soluzioni tecniche di realizzazione delle opere (p.e. prefabbricazione) e che contenga gli ulteriori approfondimenti geologico-tecnici.

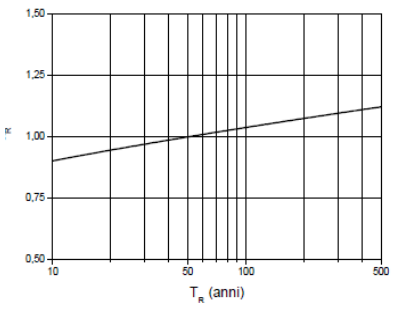
## 5. ANALISI DEI CARICHI

### 5.1 Peso proprio degli elementi strutturali

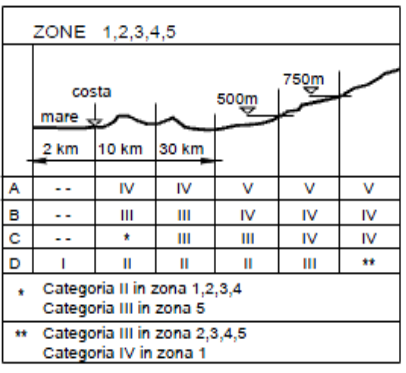
Il peso proprio degli elementi strutturali è valutato in funzione della geometria e sulla base del peso specifico del materiale costituente, in questo caso del calcestruzzo ( $\gamma_{cls}=25 \text{ kN/m}^3$ ), dell'acciaio ( $\gamma_{steel}=78,5 \text{ kN/m}^3$ ).

### 5.2 Azione del vento

#### PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO

Zona		<b>1</b>	
velocità caratteristica al suolo	$V_{b,0}$	25,0 m/s	
altitudine di riferimento	$a_0$	1000 m	
	$K_a$	0,010	
altitudine del sito	$a_s$	<b>0</b> m	
tempo di ritorno	$T_R$	<b>100</b> anni	
	$\alpha_R$	1,04	
velocità di riferimento	$V_b(T_R)$	25,0 m/s	
velocità di riferimento	$V_b(T_R)$	90,0 km/h	
pressione cinetica di riferimento	$q_b$	0,39 kN/m <sup>2</sup>	

#### COEFFICIENTE DINAMICO E DI ESPOSIZIONE

coefficiente dinamico	$C_d$	<b>1</b>	
categoria di esposizione del sito		<b>II</b>	
	$k_r$	0,19	
	$Z$	<b>2,40</b> m	
	$Z_0$	0,05 m	
	$Z_{min}$	4,00 m	
	$Z_{eff}$	4,00 m	
	$Z/Z_0$	80,00	
coefficiente di topografia	$C_t$	<b>1</b>	
coefficiente di esposizione	$C_e$	<b>1,80</b>	
coefficiente di scabrezza	$C_f$	0,04	
pressione cinetica amplificata	$q_b C_e$	0,70	

I coefficienti di pressione saranno valutati singolarmente per ciascuna opera.


### 5.3 Azione della neve

#### Neve Zona I - Alpina

$a_s$	altitudine di riferimento	0 m
$\alpha$	angolo della copertura	0 °
$\mu_i$	coefficiente di forma	0,80
$q_{sk}$	valore caratteristico di riferimento al suolo	1,50 kN/m <sup>2</sup>
$C_E$	coefficiente di esposizione	1,00
$C_t$	coefficiente termico	1,00
		<b><math>Q_N</math> 1,20 kN/m<sup>2</sup></b>

### 5.4 Carichi variabili

Manutenzione copertura	50	daN/m <sup>2</sup>
Manutenzione impianti	500	daN/m <sup>2</sup>

	<b>Cod 059_FV_BGR_00081</b>	Pagina 15 / 136
		Numero Revisione
		00

## 6. RELAZIONE SISMICA

L'azione sismica di progetto, sulla base della quale valutare il rispetto dei diversi Stati Limite considerati, è stata definita a partire dalla pericolosità sismica di base del sito ove l'opera sarà realizzata.

Il sito è stato individuato in coordinate geografiche tramite Google map.

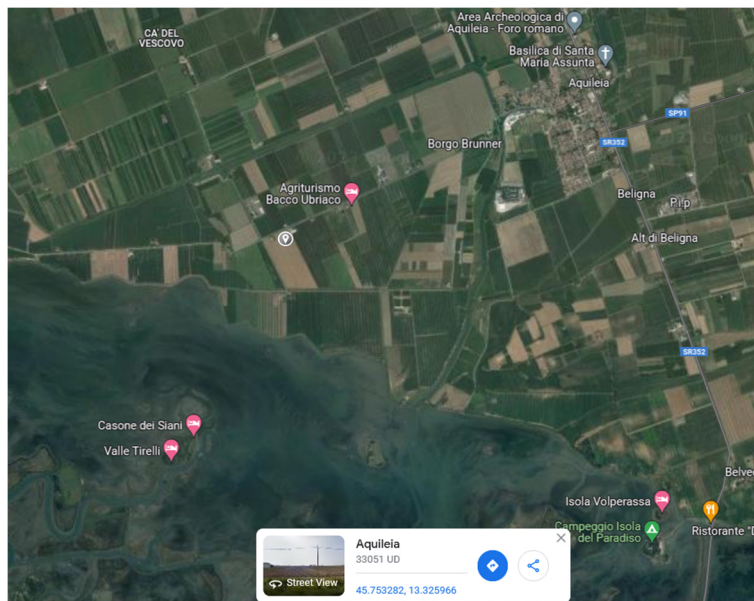


Figura 1: Individuazione delle coordinate del sito

La vita nominale attribuita alle opere non da cedere a Terna è pari a **50 anni**: *Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari.*

Alle opere è attribuita la classe d'uso **Classe IV**: *Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità.*

Si assume la categoria del sottosuolo (**D**) e le condizioni topografiche (**T1**).

Per garantire il rispetto degli Stati Limite Ultimi e di Esercizio, occorre effettuare diverse verifiche di sicurezza. Ciascuna di esse garantisce, per ogni Stato Limite, quindi per il corrispettivo livello di azione sismica, il raggiungimento di una data prestazione da parte della costruzione nel suo complesso.

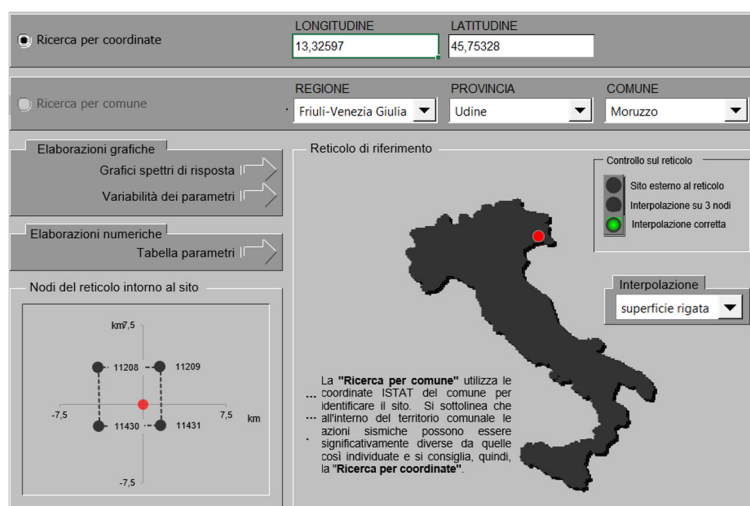
Gli stati limite considerati nella progettazione sono:

*Stato Limite di Operatività (SLO):* a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

*Stato Limite di Danno (SLD):* a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature;

*Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):* a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.

Si riportano i parametri di definizione degli spettri delle accelerazioni riferiti ai diversi stati limite, ottenuti dal programma Spettri NTC ver. 1.0.3 fornito dal Ministero dei Lavori Pubblici.



The screenshot shows the 'Spettri NTC' software interface. At the top, there are two search methods: 'Ricerca per coordinate' (selected) and 'Ricerca per comune'. The coordinate search fields show 'LONGITUDINE' as 13,32597 and 'LATITUDINE' as 45,75328. The 'Ricerca per comune' section shows 'REGIONE' as Friuli-Venezia Giulia, 'PROVINCIA' as Udine, and 'COMUNE' as Moruzzo. Below these are sections for 'Elaborazioni grafiche' (Grafici spettri di risposta, Variabilità dei parametri) and 'Elaborazioni numeriche' (Tabella parametri). A 'Reticolo di riferimento' map of Italy shows a red dot in the Udine area. A 'Controllo sul reticolo' legend indicates 'Sito esterno al reticolo' (grey dot), 'Interpolazione su 3 nodi' (black dot), and 'Interpolazione corretta' (green dot). An 'Interpolazione' dropdown is set to 'superficie rigata'. A 'Nodi del reticolo intorno al sito' diagram shows a grid of nodes with coordinates: 11208, 11209, 11430, 11431, and a central red node. Distances are marked as 7.5 km and 7.5 km. A text box explains that 'Ricerca per comune' uses ISTAT coordinates to identify the site, while 'Ricerca per coordinate' is used for more precise identification.



Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U$   info

Valori di progetto

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

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

Stati limite di esercizio - SLE

- SLO -  $P_{VR} = 81\%$
- SLD -  $P_{VR} = 63\%$
- SLV -  $P_{VR} = 10\%$

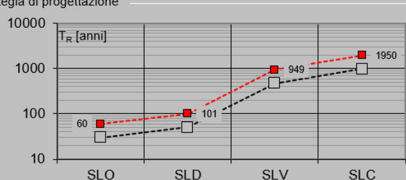
Stati limite ultimi - SLU

- SLC -  $P_{VR} = 5\%$

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

Stato Limite

Stato Limite considerato  info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo  info

Categoria topografica  info

$S_B = 1,800$   $C_C = 2,009$  info

$h/H = 1,000$   $S_T = 1,000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento  $\xi$  (%)   $\eta = 1,000$  info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore  $q_s$   Regol. in altezza  info

Compon. verticale

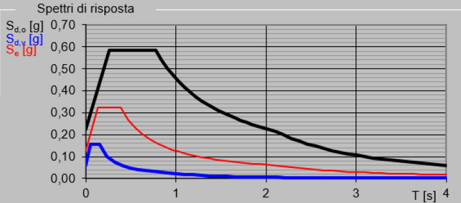
Spettro di progetto

Fattore  $q_v$    $\eta = 1,000$  info

Elaborazioni

- Grafici spettri di risposta
- Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

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

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0,125 g
$F_o$	2,605
$T_C$	0,387 s
$S_S$	1,800
$C_C$	2,009
$S_T$	1,000
$q$	1,000

**Parametri dipendenti**

$S$	1,800
$\eta$	1,000
$T_B$	0,259 s
$T_C$	0,778 s
$T_D$	2,099 s

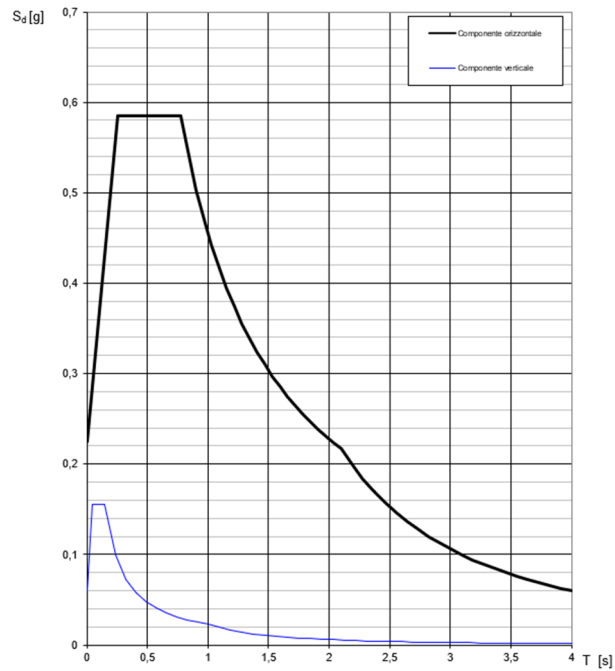
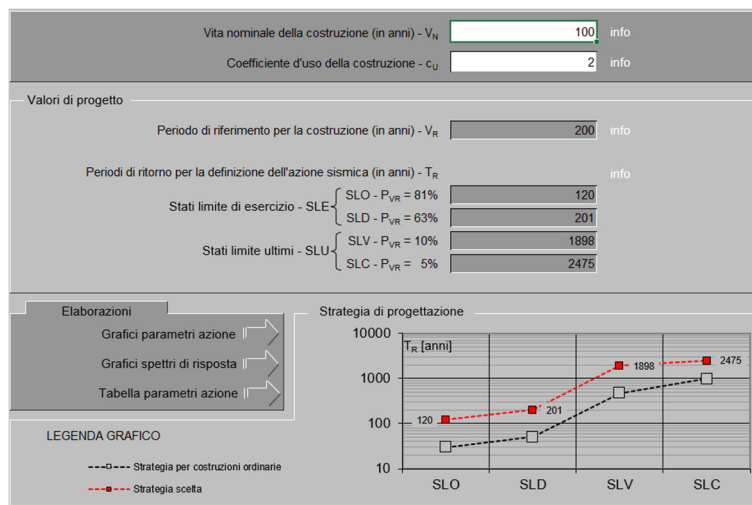
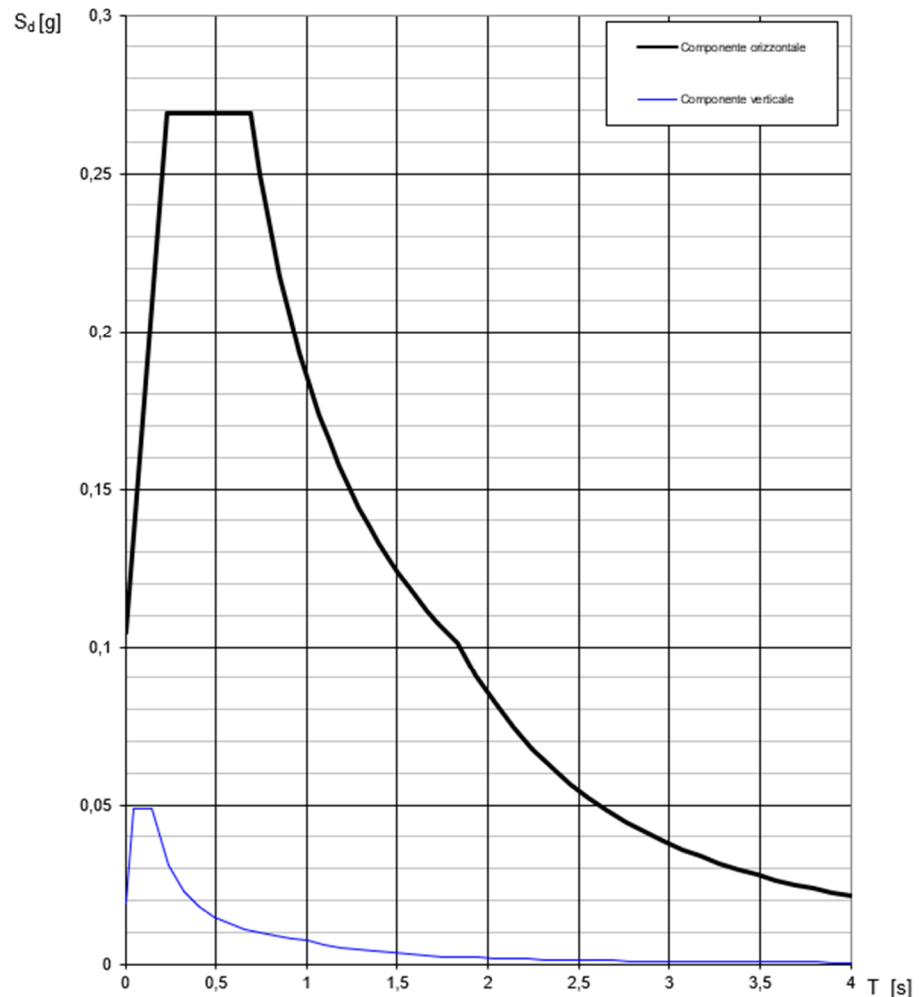
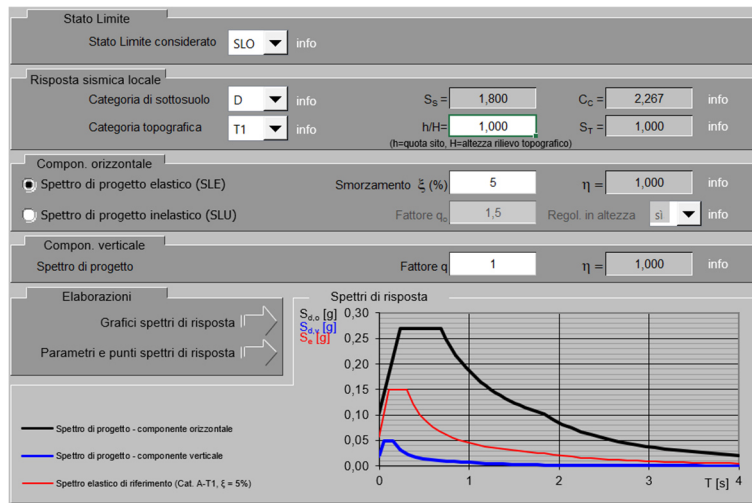


Figura 2: Parametri di definizione dello spettro delle pseudo-accelerazioni elastico riferito allo SLV





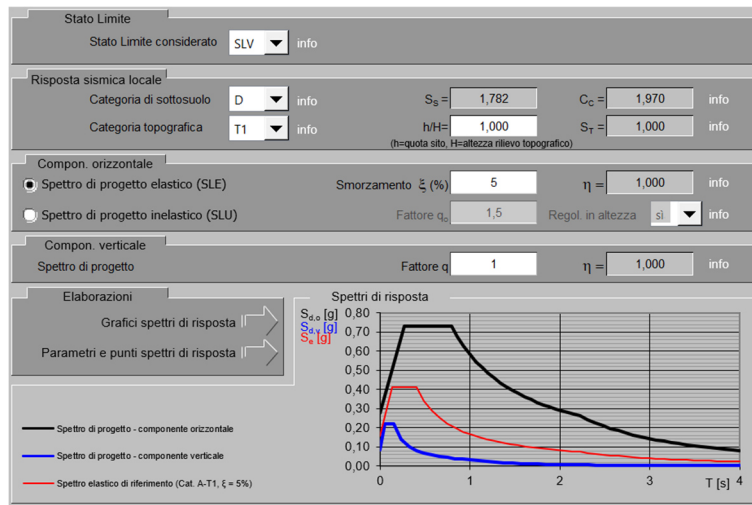
**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLO
$a_q$	0,058 g
$F_o$	2,580
$T_C$	0,304 s
$S_s$	1,800
$C_C$	2,267
$S_T$	1,000
$q$	1,000

**Parametri dipendenti**

$S$	1,800
$\eta$	1,000
$T_B$	0,230 s
$T_C$	0,689 s
$T_D$	1,832 s

Figura 3: Parametri di definizione dello spettro delle pseudo-accelerazioni elastico riferito allo SLO



**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_d$	0,156 g
$F_o$	2,644
$T_c$	0,403 s
$S_s$	1,782
$C_c$	1,970
$S_T$	1,000
q	1,000

**Parametri dipendenti**

S	1,782
$\eta$	1,000
$T_B$	0,264 s
$T_C$	0,793 s
$T_D$	2,223 s

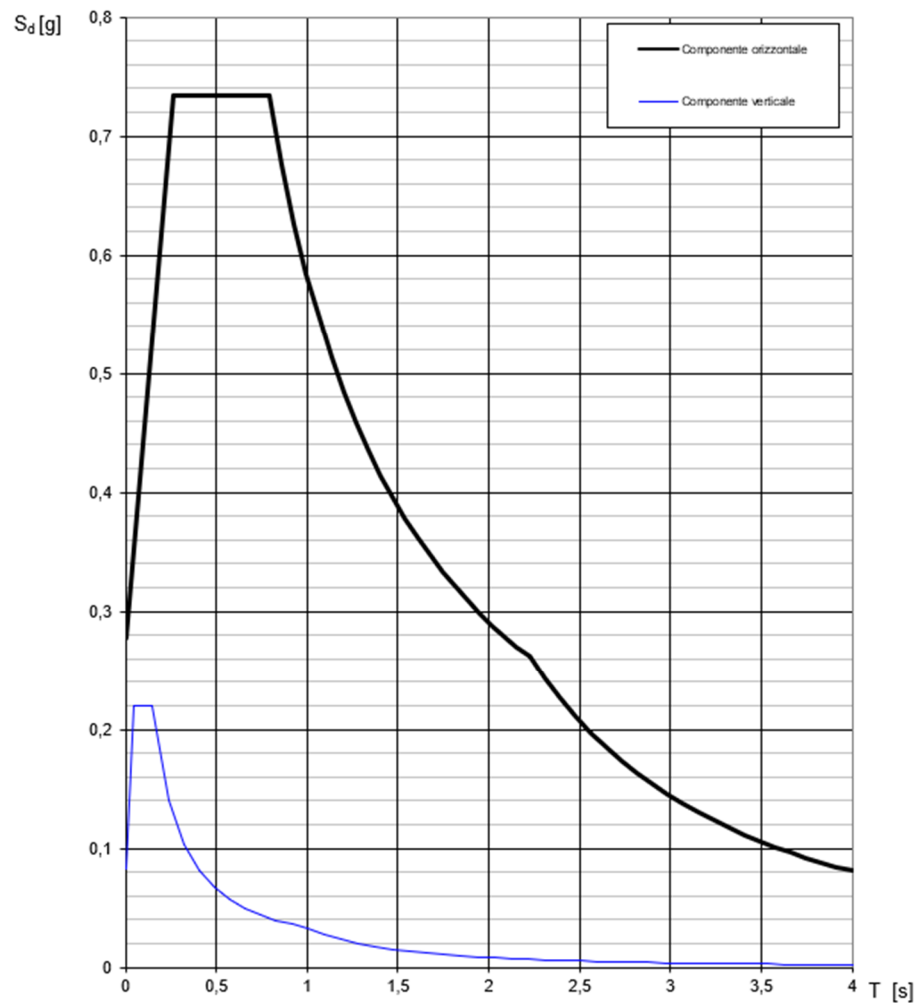


Figura 4: Parametri di definizione dello spettro delle pseudo-accelerazioni elastico riferito allo SLV

## 7. APPROCCIO DI VERIFICA

Per le verifiche agli Stati Limite Ultimi e di Esercizio si considerano le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots +$$

- Combinazione caratteristica rara (SLE), generalmente impiegata per stati limite di esercizio irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots +$$

- Combinazione caratteristica frequente (SLE), generalmente impiegata per stati limite reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots +$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots +$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots +$$

Si riportano i valori dei coefficienti di amplificazione, e a seguire dei coefficienti di combinazione.

Tab. 5.1.Iv D.M. 17.01.2018		Coefficiente $\gamma_F$	EQU	A1 STRU	A2 GEO
Azioni permanenti	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Azioni permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili	Favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3



## 8. VERIFICHE LOCALE UTENTE

### 8.1 Premessa

Trattasi di un edificio con pianta rettangolare di dimensioni esterne 4,00 e 2,55 m circa, di un unico piano fuori terra con copertura piana a +3,10 m e vano tecnico interrato.

L'edificio è realizzato con pareti perimetrali in c.a. gettato in opera su fondazione a platea.

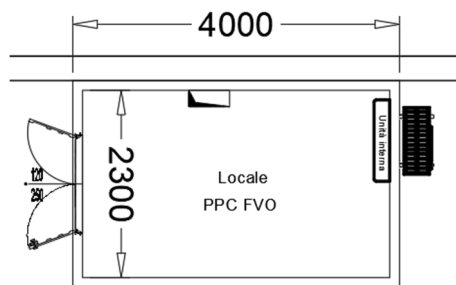
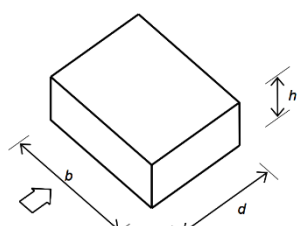
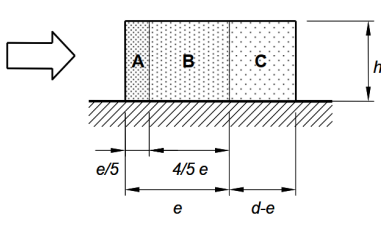
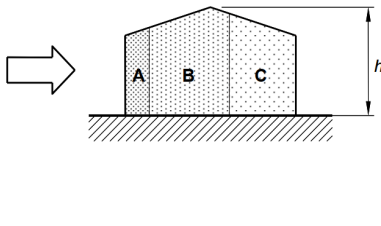


Figura 5: Pianta del fabbricato

### 8.2 Analisi del carico da vento

COEFFICIENTI DI FORMA DELL'EDIFICIO	altezza dell'edificio	h	3,20 m	
	lato edificio parallelo al vento	d	2,55 m	
	lato edificio perpendicolare al vento	b	4,00 m	
	rapporto altezza lato d	h/d	1,25 >1	
	rapporto altezza lato b	h/b	0,80 <1	
	dimensione e per la parete 2 (b)	e <sub>b</sub>	4,00 m	
	dimensione e per la parete 1 (d)	e <sub>d</sub>	2,55 m	
	parete sopravento, lato b	C <sub>pe,b,f</sub>	0,80	
	parete sottovento, lato b	C <sub>pe,b,r</sub>	-0,51	
	parete laterale, lato b	C <sub>pe,b,lat</sub>	-0,90	
	parete sopravento, lato d	C <sub>pe,d,f</sub>	0,78	
	parete sottovento, lato d	C <sub>pe,d,r</sub>	-0,46	
	parete laterale, lato d	C <sub>pe,d,lat</sub>	-0,90	
	effetti locali, zona B	C <sub>pe,10</sub>	-0,80	
	inclinazione di falda	α	0 °	
	lunghezza lato in pressione		2,00 m	
	falda in depressione (A)	C <sub>pe,A</sub>	-0,80	
falda in pressione/depressione (B)	C <sub>pe,B</sub>	0,20 +/-		
pressione interna (caso 3)	C <sub>pi,3,p</sub>	0,20		
depressione interna (caso 3)	C <sub>pi,3,d</sub>	-0,30		

<b>PRESSIONE DEL VENTO (+ ENTRANTE)</b>	<i>CASO 1) : pressione interna</i>	
	Falda in depressione (A)	$Q_{v,f,A} \quad -0,79 \text{ kN/m}^2$
	Falda in (de)pressione (B)	$Q_{v,f,B} \quad 0,32 \text{ kN/m}^2$
	Parete sopravento vento su b	$Q_{v,b,f} \quad 0,48 \text{ kN/m}^2$
	Parete sottovento vento su b	$Q_{v,b,r} \quad -0,57 \text{ kN/m}^2$
	Parete laterale vento su b	$Q_{v,b,lat} \quad -0,87 \text{ kN/m}^2$
	Parete sopravento vento su d	$Q_{v,d,f} \quad 0,46 \text{ kN/m}^2$
	Parete sottovento vento su d	$Q_{v,d,r} \quad -0,52 \text{ kN/m}^2$
	Parete laterale vento su d	$Q_{v,d,lat} \quad -0,87 \text{ kN/m}^2$
	Effetti locali pareti laterali	$Q_{v,B,lat} \quad -0,79 \text{ kN/m}^3$
	<i>CASO 2) : depressione interna</i>	
	Falda in depressione (A)	$Q_{v,f,A} \quad -0,87 \text{ kN/m}^2$
	Falda in (de)pressione (B)	$Q_{v,f,B} \quad 0,40 \text{ kN/m}^2$
	Parete sopravento vento su b	$Q_{v,b,f} \quad 0,87 \text{ kN/m}^2$
	Parete sottovento vento su b	$Q_{v,b,r} \quad -0,17 \text{ kN/m}^2$
	Parete laterale vento su b	$Q_{v,b,lat} \quad -0,48 \text{ kN/m}^2$
	Parete sopravento vento su d	$Q_{v,d,f} \quad 0,86 \text{ kN/m}^2$
	Parete sottovento vento su d	$Q_{v,d,r} \quad -0,13 \text{ kN/m}^2$
	Parete laterale vento su d	$Q_{v,d,lat} \quad -0,48 \text{ kN/m}^2$
	<i>Azione tangenziale</i>	
	Parallela alla direzione del vento	$Q_t \quad 0,03 \text{ kN/m}^2$

### 8.3 Impostazioni del programma e dati di modellazione

Il calcolo di verifica è stato eseguito con il software Sismicad 12.22 della Concrete s.r.l. di Padova; il modello agli elementi finiti è realizzato con elementi bidimensionali a rappresentare le pareti e le solette in c.a. Agli elementi verticali contro terra sono attribuiti i carichi pressori del terreno e dei sovraccarichi su di essi agenti. I carichi agenti in copertura sono stati inseriti mediante la funzione carichi superficiali, alle pareti in elevazione si è attribuita il carico e quindi la massa del rivestimento con la funzione “peso finitura”. Alle pareti contro terra la spinta orizzontale è stata attribuita in regime a riposo e incremento in contesto sismico secondo la formulazione proposta da Wood, il sovraccarico uniforme è la manutenzione di  $500 \text{ daN/m}^2$  in quanto l’area circostante è carrabile.



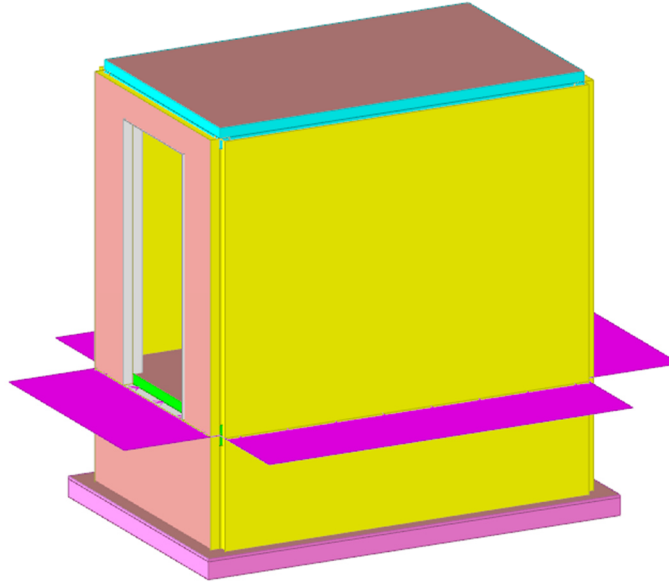


Figura 6: Vista dell'inserimento della struttura

Un primo modello vede la struttura incastrata alla base, in un secondo modello si sono inserite anche le fondazioni per la determinazione delle pressioni sul terreno, assumendo un coefficiente di Winkler pari a  $1 \text{ daN/cm}^3$  e le molle equivalenti non resistenti a trazione.

L'analisi svolta è una dinamica modale, si assumono i fattori di comportamento  $q_x=q_v=1$ , dunque si assume la struttura non dissipativa e si procede al dimensionamento in condizioni sostanzialmente elastiche.

### 8.3.1 Preferenze di normativa

Normativa	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)	
Tipo di costruzione	2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	
Vn	50	
Classe d'uso	IV	
Vr	100	
Tipo di analisi	Lineare dinamica	
Considera sisma Z	Solo se $A_g \geq 0.15 \text{ g}$ , conformemente a §3.2.3.1	
Località	Udine, Aquileia, Borgo Brunner; Latitudine ED50 45,76° (45° 45' 36''); Longitudine ED50 13,34° (13° 20' 24''); Altitudine s.l.m. -3,2 m.	
Categoria del suolo	D - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti	
Categoria topografica	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$	
Ss orizzontale SLO	1.8	
Tb orizzontale SLO	0.213	[s]
Tc orizzontale SLO	0.64	[s]
Td orizzontale SLO	1.778	[s]
Ss orizzontale SLD	1.8	
Tb orizzontale SLD	0.226	[s]
Tc orizzontale SLD	0.679	[s]
Td orizzontale SLD	1.819	[s]
Ss orizzontale SLV	1.8	
Tb orizzontale SLV	0.259	[s]
Tc orizzontale SLV	0.776	[s]
Td orizzontale SLV	2.109	[s]
St	1	
PVr SLO (%)	81	
Tr SLO	60.21	
Ag/g SLO	0.0444	
Fo SLO	2.552	

Tc* SLO	0.262	[s]
PVr SLD (%)	63	
Tr SLD	101	
Ag/g SLD	0.0548	
Fo SLD	2.578	
Tc* SLD	0.295	[s]
PVr SLV (%)	10	
Tr SLV	949.12	
Ag/g SLV	0.1273	
Fo SLV	2.6	
Tc* SLV	0.385	[s]
Smorzamento viscoso (%)	5	
Classe di duttilità	Non dissipativa	
Rotazione del sisma	0	[deg]
Quota dello '0' sismico	0	[cm]
Regolarità in pianta	Si	
Regolarità in elevazione	Si	
Edificio C.A.	Si	
Tipologia C.A.	Strutture prefabbricate a pannelli q0=3.0	
Kw	0.5	
Edificio esistente	No	
Altezza costruzione	280	[cm]
T1,x	0.02703	[s]
T1,y	0.01306	[s]
λ SLO,x	1	
λ SLO,y	1	
λ SLD,x	1	
λ SLD,y	1	
λ SLV,x	1	
λ SLV,y	1	
Limite spostamenti interpiano SLD	0.005	
Fattore di comportamento per sisma SLD X	1	
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1	
Fattore di comportamento per sisma SLV X	1	
Fattore di comportamento per sisma SLV Y	1	
Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2.3	

### 8.3.1.1 Verifiche C.A.

Normativa	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)	
ys (fattore di sicurezza parziale per l'acciaio)	1.15	
yc (fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo)	1.5	
Limite $\sigma_c/f_{ck}$ in combinazione rara	0.6	
Limite $\sigma_c/f_{ck}$ in combinazione quasi permanente	0.45	
Limite $\sigma_s/f_{yk}$ in combinazione rara	0.8	
Coefficiente di riduzione della $\tau$ per cattiva aderenza	0.7	
Dimensione limite fessure w1 §4.1.2.2.4	0.02	[cm]
Dimensione limite fessure w2 §4.1.2.2.4	0.03	[cm]
Dimensione limite fessure w3 §4.1.2.2.4	0.04	[cm]
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q	Si	
Copriferro secondo EC2	No	
acc elementi nuovi nelle combinazioni sismiche	0.85	
acc elementi esistenti	0.85	

### 8.3.1.2 Preferenze FEM

Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	40	[cm]
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	40	[cm]
Dimensione massima ottimale suddivisioni archi finestre/porte (default)	40	[cm]
Tipo di mesh dei gusci (default)	Quadrilateri o triangoli	
Tipo di mesh imposta ai gusci	Specifico dell'elemento	
Metodo P-Delta	non utilizzato	
Analisi buckling	non utilizzata	
Rapporto spessore flessionale/membranale gusci muratura verticali	0.2	
Spessori membranale e flessionale pareti XLAM da sole tavole verticali	No	
Moltiplicatore rigidezza connettori pannelli pareti legno a diaframma	1	
Tolleranza di parallelismo	4.99	[deg]
Tolleranza di unicità punti	10	[cm]
Tolleranza generazione nodi di aste	1	[cm]
Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste	4.99	[deg]
Tolleranza generazione nodi di gusci	4	[cm]
Tolleranza eccentricità carichi concentrati	100	[cm]
Considera deformabilità a taglio negli elementi guscio	No	
Modello elastico pareti in muratura	Gusci	
Concentra masse pareti nei vertici	No	
Segno risultati analisi spettrale	Analisi statica	
Metodo di risoluzione della matrice	Intel MKL PARDISO	
Scrivi commenti nel file di input	No	
Scrivi file di output in formato testo	No	
Solidi colle e corpi ruvidi (default)	Solidi reali	
Moltiplicatore rigidezza molla torsionale applicata ad aste di fondazione	1	
Modello trave su suolo alla Winkler nel caso di modellazione lineare	Equilibrio elastico	
Numero di modi di vibrare da ricercare	20	

Algoritmo di analisi modale  
Algoritmo di combinazione modale

Ritz  
CQC

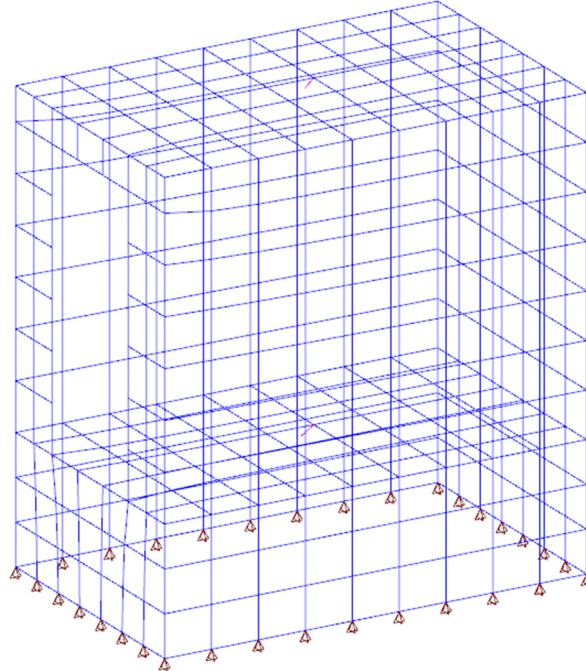


Figura 7: Vista del modello agli elementi finiti

### 8.3.1.3 Preferenze di analisi carichi superficiali

Detrazione peso proprio solai nelle zone di sovrapposizione  
Metodo di ripartizione  
Percentuale carico calcolato a trave continua  
Esegui smoothing diagrammi di carico  
Tolleranza smoothing altezza trapezi  
Tolleranza smoothing altezza media trapezi

non applicata  
a zone d'influenza  
0  
applicata  
0.001 [kN/m]  
0.001 [kN/m]

## 8.3.2 Azioni, carichi, combinazioni di carico

### 8.3.2.1 Condizioni elementari di carico

**Descrizione:** nome assegnato alla condizione elementare.

**Nome breve:** nome breve assegnato alla condizione elementare.

**Durata:** descrive la durata della condizione (necessario per strutture in legno).

**$\psi_0$ :** coefficiente moltiplicatore  $\psi_0$ . Il valore è adimensionale.

**$\psi_1$ :** coefficiente moltiplicatore  $\psi_1$ . Il valore è adimensionale.

**$\psi_2$ :** coefficiente moltiplicatore  $\psi_2$ . Il valore è adimensionale.

**Con segno:** descrive se la condizione elementare ha la possibilità di variare di segno.

Descrizione	Nome breve	Durata	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	Con segno
Pesi strutturali	Pesi	Permanente				
Permanenti portati	Port.	Permanente				
Vento	Vento	Media	0.6	0.2	0	
Accidentale manutenzione	Accidentale manutenzione	Media	0	0	0	
Neve	Neve	Media	0.5	0.2	0	
$\Delta T$	$\Delta T$	Media	0.6	0.5	0	No
Sisma X SLV	SLV X					

Descrizione	Nome breve	Durata	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	Con segno
Sisma Y SLV	SLV Y					
Sisma Z SLV	SLV Z					
Eccentricità Y per sisma X SLV	EySx SLV					
Eccentricità X per sisma Y SLV	ExSy SLV					
Sisma X SLD	X SLD					
Sisma Y SLD	Y SLD					
Sisma Z SLD	Z SLD					
Eccentricità Y per sisma X SLD	EySx SLD					
Eccentricità X per sisma Y SLD	ExSy SLD					
Sisma X SLO	X SLO					
Sisma Y SLO	Y SLO					
Sisma Z SLO	Z SLO					
Eccentricità Y per sisma X SLO	EySx SLO					
Eccentricità X per sisma Y SLO	ExSy SLO					
Terreno sisma X SLV	Tr sLV X					
Terreno sisma Y SLV	Tr sLV Y					
Terreno sisma Z SLV	Tr sLV Z					
Terreno sisma X SLD	Tr x SLD					
Terreno sisma Y SLD	Tr y SLD					
Terreno sisma Z SLD	Tr z SLD					
Terreno sisma X SLO	Tr x SLO					
Terreno sisma Y SLO	Tr y SLO					
Terreno sisma Z SLO	Tr z SLO					
Rig Ux	Rig Ux					
Rig Uy	Rig Uy					
Rig Rz	Rig Rz					

### 8.3.2.2 Combinazioni di carico

**Nome:** E' il nome esteso che contraddistingue la condizione elementare di carico.

**Nome breve:** E' il nome compatto della condizione elementare di carico, che viene utilizzato altrove nella relazione.

**Pesi:** Pesi strutturali

**Port.:** Permanenti portati

**Vento:** Vento

**Accidentale manutenzione:** Accidentale manutenzione

**Neve:** Neve

**$\Delta T$ :**  $\Delta T$

**X SLO:** Sisma X SLO

**Y SLO:** Sisma Y SLO

**Z SLO:** Sisma Z SLO

**EySx SLO:** Eccentricità Y per sisma X SLO

**ExSy SLO:** Eccentricità X per sisma Y SLO

**Tr x SLO:** Terreno sisma X SLO

**Tr y SLO:** Terreno sisma Y SLO

**Tr z SLO:** Terreno sisma Z SLO

**X SLD:** Sisma X SLD

**Y SLD:** Sisma Y SLD

**Z SLD:** Sisma Z SLD

**EySx SLD:** Eccentricità Y per sisma X SLD

**ExSy SLD:** Eccentricità X per sisma Y SLD

**Tr x SLD:** Terreno sisma X SLD

**Tr y SLD:** Terreno sisma Y SLD

**Tr z SLD:** Terreno sisma Z SLD

**SLV X:** Sisma X SLV

**SLV Y:** Sisma Y SLV

**SLV Z:** Sisma Z SLV

**EySx SLV:** Eccentricità Y per sisma X SLV

**ExSy SLV:** Eccentricità X per sisma Y SLV

**Tr sLV X:** Terreno sisma X SLV

**Tr sLV Y:** Terreno sisma Y SLV

**Tr sLV Z:** Terreno sisma Z SLV

**Rig Ux:** Rig Ux

**Rig Uy:** Rig Uy

**Rig Rz:** Rig Rz

Tutte le combinazioni di carico vengono raggruppate per famiglia di appartenenza. Le celle di una riga contengono i coefficienti moltiplicatori della i-esima combinazione, dove il valore della prima cella è da intendersi come moltiplicatore associato alla prima condizione elementare, la seconda cella si riferisce alla seconda condizione elementare e così via.

## Famiglia SLU

Il nome compatto della famiglia è SLU.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Vento	Accidentale manutenzione	Neve	ΔT
1	SLU 1	1	0.8	0	0	0	0
2	SLU 2	1	0.8	0	0	1.5	0
3	SLU 3	1	0.8	0	1.5	0	0
4	SLU 4	1	0.8	0	1.5	0.75	0
5	SLU 5	1	0.8	0.9	0	1.5	0
6	SLU 6	1	0.8	0.9	1.5	0	0
7	SLU 7	1	0.8	0.9	1.5	0.75	0
8	SLU 8	1	0.8	1.5	0	0	0
9	SLU 9	1	0.8	1.5	0	0.75	0
10	SLU 10	1	1.5	0	0	0	0
11	SLU 11	1	1.5	0	0	1.5	0
12	SLU 12	1	1.5	0	1.5	0	0
13	SLU 13	1	1.5	0	1.5	0.75	0
14	SLU 14	1	1.5	0.9	0	1.5	0
15	SLU 15	1	1.5	0.9	1.5	0	0
16	SLU 16	1	1.5	0.9	1.5	0.75	0
17	SLU 17	1	1.5	1.5	0	0	0
18	SLU 18	1	1.5	1.5	0	0.75	0
19	SLU 19	1.3	0.8	0	0	0	0
20	SLU 20	1.3	0.8	0	0	1.5	0
21	SLU 21	1.3	0.8	0	1.5	0	0
22	SLU 22	1.3	0.8	0	1.5	0.75	0
23	SLU 23	1.3	0.8	0.9	0	1.5	0
24	SLU 24	1.3	0.8	0.9	1.5	0	0
25	SLU 25	1.3	0.8	0.9	1.5	0.75	0
26	SLU 26	1.3	0.8	1.5	0	0	0
27	SLU 27	1.3	0.8	1.5	0	0.75	0
28	SLU 28	1.3	1.5	0	0	0	0
29	SLU 29	1.3	1.5	0	0	1.5	0
30	SLU 30	1.3	1.5	0	1.5	0	0
31	SLU 31	1.3	1.5	0	1.5	0.75	0
32	SLU 32	1.3	1.5	0.9	0	1.5	0
33	SLU 33	1.3	1.5	0.9	1.5	0	0
34	SLU 34	1.3	1.5	0.9	1.5	0.75	0

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Vento	Accidentale manutenzione	Neve	$\Delta T$
35	SLU 35	1.3	1.5	1.5	0	0	0
36	SLU 36	1.3	1.5	1.5	0	0.75	0

### Famiglia SLE rara

Il nome compatto della famiglia è SLE RA.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Vento	Accidentale manutenzione	Neve	$\Delta T$
1	SLE RA 1	1	1	0	0	0	0
2	SLE RA 2	1	1	0	0	1	0
3	SLE RA 3	1	1	0	1	0	0
4	SLE RA 4	1	1	0	1	0.5	0
5	SLE RA 5	1	1	0.6	0	1	0
6	SLE RA 6	1	1	0.6	1	0	0
7	SLE RA 7	1	1	0.6	1	0.5	0
8	SLE RA 8	1	1	1	0	0	0
9	SLE RA 9	1	1	1	0	0.5	0

### Famiglia SLE frequente

Il nome compatto della famiglia è SLE FR.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Vento	Accidentale manutenzione	Neve	$\Delta T$
1	SLE FR 1	1	1	0	0	0	0
2	SLE FR 2	1	1	0	0	0.2	0
3	SLE FR 3	1	1	0.2	0	0	0

### Famiglia SLE quasi permanente

Il nome compatto della famiglia è SLE QP.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Vento	Accidentale manutenzione	Neve	$\Delta T$
1	SLE QP 1	1	1	0	0	0	0

### Famiglia SLO

Il nome compatto della famiglia è SLO.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Vento	Accidentale manutenzione	Neve	$\Delta T$	X SLO
1	SLO 1	1	1	0	0	0	0	-1
2	SLO 2	1	1	0	0	0	0	-1
3	SLO 3	1	1	0	0	0	0	-1
4	SLO 4	1	1	0	0	0	0	-1
5	SLO 5	1	1	0	0	0	0	-0.3
6	SLO 6	1	1	0	0	0	0	-0.3
7	SLO 7	1	1	0	0	0	0	-0.3
8	SLO 8	1	1	0	0	0	0	-0.3
9	SLO 9	1	1	0	0	0	0	0.3
10	SLO 10	1	1	0	0	0	0	0.3
11	SLO 11	1	1	0	0	0	0	0.3
12	SLO 12	1	1	0	0	0	0	0.3
13	SLO 13	1	1	0	0	0	0	1

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Vento	Accidentale manutenzione	Neve	ΔT	X SLO
14	SLO 14	1	1	0	0	0	0	1
15	SLO 15	1	1	0	0	0	0	1
16	SLO 16	1	1	0	0	0	0	1

Nome	Nome breve	Y SLO	Z SLO	EySx SLO	ExSy SLO	Tr x SLO	Tr y SLO	Tr z SLO
1	SLO 1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLO 2	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLO 3	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLO 4	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLO 5	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLO 6	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLO 7	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLO 8	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLO 9	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLO 10	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLO 11	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLO 12	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLO 13	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLO 14	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLO 15	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLO 16	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

### Famiglia SLD

Il nome compatto della famiglia è SLD.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Vento	Accidentale manutenzione	Neve	ΔT	X SLD
1	SLD 1	1	1	0	0	0	0	-1
2	SLD 2	1	1	0	0	0	0	-1
3	SLD 3	1	1	0	0	0	0	-1
4	SLD 4	1	1	0	0	0	0	-1
5	SLD 5	1	1	0	0	0	0	-0.3
6	SLD 6	1	1	0	0	0	0	-0.3
7	SLD 7	1	1	0	0	0	0	-0.3
8	SLD 8	1	1	0	0	0	0	-0.3
9	SLD 9	1	1	0	0	0	0	0.3
10	SLD 10	1	1	0	0	0	0	0.3
11	SLD 11	1	1	0	0	0	0	0.3
12	SLD 12	1	1	0	0	0	0	0.3
13	SLD 13	1	1	0	0	0	0	1
14	SLD 14	1	1	0	0	0	0	1
15	SLD 15	1	1	0	0	0	0	1
16	SLD 16	1	1	0	0	0	0	1

Nome	Nome breve	Y SLD	Z SLD	EySx SLD	ExSy SLD	Tr x SLD	Tr y SLD	Tr z SLD
1	SLD 1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLD 2	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0

Nome	Nome breve	Y SLD	Z SLD	EySx SLD	ExSy SLD	Tr x SLD	Tr y SLD	Tr z SLD
3	SLD 3	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLD 4	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLD 5	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLD 6	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLD 7	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLD 8	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLD 9	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLD 10	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLD 11	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLD 12	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLD 13	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLD 14	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLD 15	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLD 16	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

### Famiglia SLV

Il nome compatto della famiglia è SLV.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Vento	Accidentale manutenzione	Neve	ΔT	SLV X
1	SLV 1	1	1	0	0	0	0	-1
2	SLV 2	1	1	0	0	0	0	-1
3	SLV 3	1	1	0	0	0	0	-1
4	SLV 4	1	1	0	0	0	0	-1
5	SLV 5	1	1	0	0	0	0	-0.3
6	SLV 6	1	1	0	0	0	0	-0.3
7	SLV 7	1	1	0	0	0	0	-0.3
8	SLV 8	1	1	0	0	0	0	-0.3
9	SLV 9	1	1	0	0	0	0	0.3
10	SLV 10	1	1	0	0	0	0	0.3
11	SLV 11	1	1	0	0	0	0	0.3
12	SLV 12	1	1	0	0	0	0	0.3
13	SLV 13	1	1	0	0	0	0	1
14	SLV 14	1	1	0	0	0	0	1
15	SLV 15	1	1	0	0	0	0	1
16	SLV 16	1	1	0	0	0	0	1

Nome	Nome breve	SLV Y	SLV Z	EySx SLV	ExSy SLV	Tr sLV X	Tr sLV Y	Tr sLV Z
1	SLV 1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLV 2	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLV 3	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLV 4	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLV 5	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLV 6	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLV 7	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLV 8	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLV 9	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLV 10	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0



Nome	Nome breve	SLV Y	SLV Z	EySx SLV	ExSy SLV	Tr sLV X	Tr sLV Y	Tr sLV Z
11	SLV 11	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLV 12	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLV 13	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLV 14	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLV 15	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLV 16	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

### 8.3.2.3 Definizioni di carichi superficiali

**Nome:** nome identificativo della definizione di carico.

**Valori:** valori associati alle condizioni di carico.

**Condizione:** condizione di carico a cui sono associati i valori.

**Descrizione:** nome assegnato alla condizione elementare.

**Valore:** modulo del carico superficiale applicato alla superficie. [daN/m<sup>2</sup>]

**Applicazione:** modalità con cui il carico è applicato alla superficie.

Nome	Valori		
	Condizione	Valore	Applicazione
	Descrizione		
Pavimentazione	Pesi strutturali	0	Verticale
	Permanenti portati	500	Verticale
	Vento	0	Verticale
	Accidentale manutenzione	500	Verticale
	Neve	0	Verticale
Copertura	Pesi strutturali	0	Verticale
	Permanenti portati	30	Verticale
	Vento	0	Verticale
	Accidentale manutenzione	0	Verticale
	Neve	400	Verticale
Rinterro	Pesi strutturali	0	Verticale
	Permanenti portati	0	Verticale
	Vento	0	Verticale
	Accidentale manutenzione	500	Verticale
	Neve	0	Verticale

### 8.3.2.4 Definizioni di carichi potenziali

**Nome:** nome identificativo della definizione di carico.

**Valori:** valori associati alle condizioni di carico.

**Condizione:** condizione di carico a cui sono associati i valori.

**Descrizione:** nome assegnato alla condizione elementare.

**Valore i.:** valore del carico pressorio alla quota iniziale. [kN/m<sup>2</sup>]

**Quota i.:** quota assoluta in cui il carico pressorio assume il valore iniziale. [m]

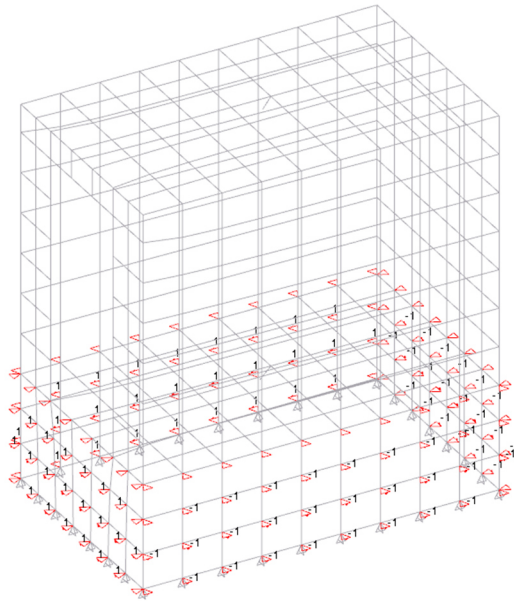
**Valore f.:** valore del carico pressorio alla quota finale. [kN/m<sup>2</sup>]

**Quota f.:** quota assoluta in cui il carico pressorio assume il valore finale. [m]

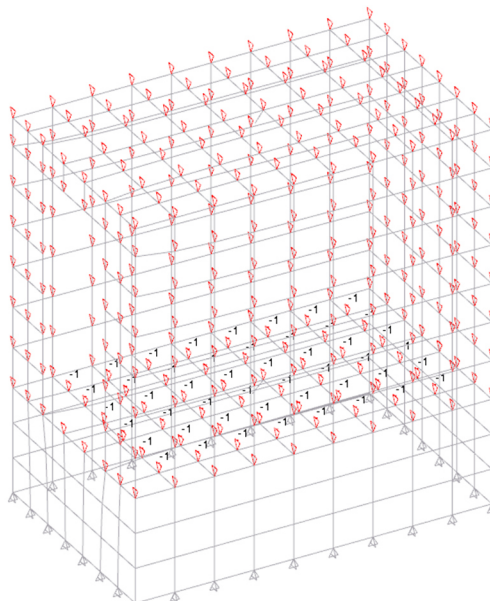
Nome	Valori				
	Condizione	Valore i.	Quota i.	Valore f.	Quota f.
	Descrizione				
Vento x	Pesi strutturali	0	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	0	0
	Vento	0.75	0.1	0.75	4

Nome	Valori				
	Condizione	Valore i.	Quota i.	Valore f.	Quota f.
Descrizione					
	Accidentale	0	0	0	0
	manutenzione				
	Neve	0	0	0	0

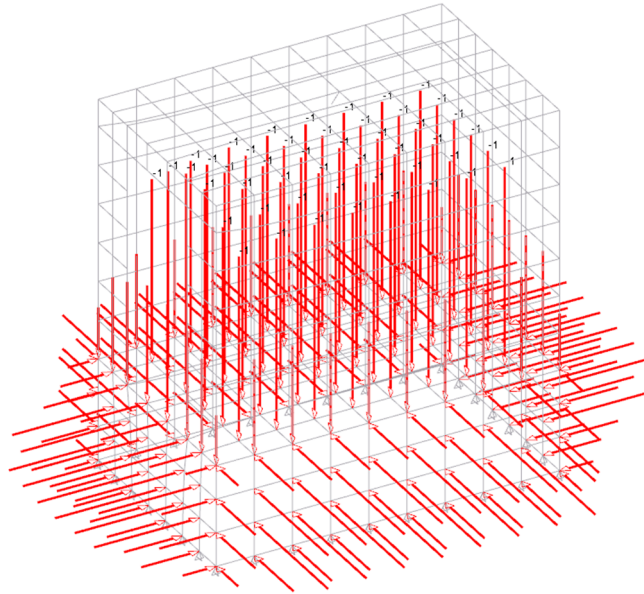
Si riportano a seguire i carichi lineari e nodali inseriti [daN,m].



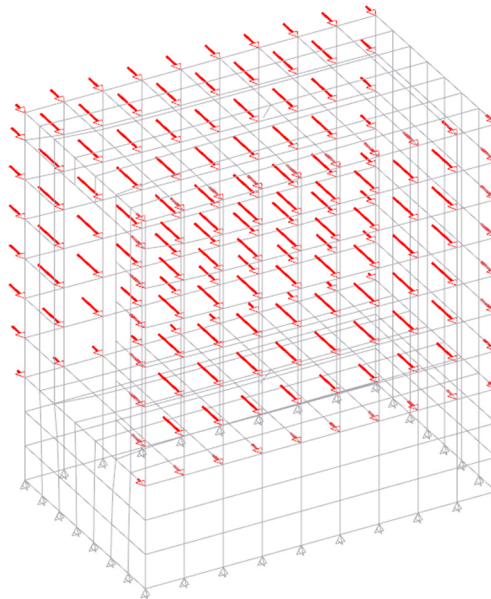
*Figura 8: Pesi strutturali (inseriti)*



*Figura 9: Permanenti portati*



*Figura 10: Manutenzione*



*Figura 11: Vento*

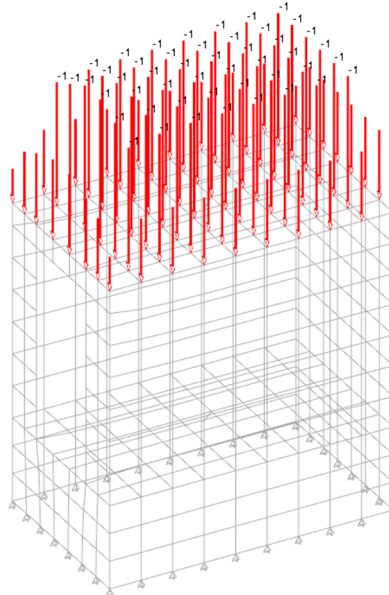


Figura 12: Neve

### 8.3.3 Quote

#### 8.3.3.1 Livelli

**Descrizione breve:** nome sintetico assegnato al livello.

**Descrizione:** nome assegnato al livello.

**Quota:** quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [cm]

**Spessore:** spessore del livello. [cm]

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Platea	-110	25
L2	Soletta	0	20
L3	Piano 1	290	20

#### 8.3.3.2 Tronchi

**Descrizione breve:** nome sintetico assegnato al tronco.

**Descrizione:** nome assegnato al tronco.

**Quota 1:** riferimento della prima quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

**Quota 2:** riferimento della seconda quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Descrizione breve	Descrizione	Quota 1	Quota 2
T1	Soletta - Piano 1	Soletta	Piano 1
T2	Platea - Soletta	Platea	Soletta

### 8.3.4 Materiali

#### 8.3.4.1 Materiali c.a.

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Rck:** resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [daN/cm<sup>2</sup>]

**E:** modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm<sup>2</sup>]

**G:** modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [daN/cm<sup>2</sup>]

**v:** coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

**y:** peso specifico del materiale. [daN/cm<sup>3</sup>]

**a:** coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

Descrizione	Rck	E	G	v	y	a
C32/40	400	336428	Default (152921.72)	0.1	0.0025	0.00001

### 8.3.4.2 Armature

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**fyk:** resistenza caratteristica. [kN/m<sup>2</sup>]

**σamm.:** tensione ammissibile. [kN/m<sup>2</sup>]

**Tipo:** tipo di barra.

**E:** modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [kN/m<sup>2</sup>]

**y:** peso specifico del materiale. [kN/m<sup>3</sup>]

**v:** coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

**a:** coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

**Livello di conoscenza:** indica se il materiale è nuovo o esistente, e in tal caso il livello di conoscenza secondo Circ.617 02/02/09 §C8A. Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.) e D.M. 17-01-18 (N.T.C.).

Descrizione	fyk	σamm.	Tipo	E	y	v	a	Livello di conoscenza
B450C	450000	255000	Aderenza migliorata	206000000	78.5	0.3	0.000012	Nuovo

## 8.4 Principali risultati dell'analisi

### 8.4.1 Tagli ai livelli

**Livello:** livello rispetto a cui è calcolato il taglio.

**Nome:** nome completo del livello.

**Cont.:** Contesto nel quale viene valutato il taglio.

**N.br.:** nome breve della condizione o combinazione di carico.

**Totale:** totale del taglio al livello.

**F:** forza del taglio. [daN]

**X:** componente lungo l'asse X globale. [daN]

**Y:** componente lungo l'asse Y globale. [daN]

**Z:** componente lungo l'asse Z globale. [daN]

**Aste verticali:** contributo al taglio totale dato dalle aste verticali.

**F:** forza del taglio. [daN]

**X:** componente lungo l'asse X globale. [daN]

**Y:** componente lungo l'asse Y globale. [daN]

**Z:** componente lungo l'asse Z globale. [daN]

**Pareti:** contributo al taglio totale dato dalle pareti e piastre generiche verticali.

**F:** forza del taglio. [daN]

**X:** componente lungo l'asse X globale. [daN]

**Y:** componente lungo l'asse Y globale. [daN]

**Z:** componente lungo l'asse Z globale. [daN]

Livello	Cont.	Totale			Aste verticali			Pareti		
		F			F			F		
		X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Platea	Pesi	0	0	-32124	0	0	0	0	0	-32124
Platea	Port.	0	0	-5709	0	0	0	0	0	-5709
Platea	Vento	1539	0	0	0	0	0	1539	0	0
Platea	Accidentale manutenzione	0	0	-4465	0	0	0	0	0	-4465
Platea	Neve	0	0	-3572	0	0	0	0	0	-3572
Platea	SLV X	4537	0	0	0	0	0	4537	0	0
Platea	SLV Y	0	4546	9	0	0	0	0	4546	9
Platea	X SLD	1988	0	0	0	0	0	1988	0	0

Livello	Cont.	Totale			Aste verticali			Pareti		
		F			F			F		
Nome	N.br.	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Platea	Y SLD	0	1976	4	0	0	0	0	1976	4
Platea	X SLO	1621	0	0	0	0	0	1621	0	0
Platea	Y SLO	0	1606	3	0	0	0	0	1606	3
Platea	Tr sLV X	3581	0	0	0	0	0	3581	0	0
Platea	Tr sLV Y	0	2215	0	0	0	0	0	2215	0
Platea	Tr x SLD	1542	0	0	0	0	0	1542	0	0
Platea	Tr y SLD	0	954	0	0	0	0	0	954	0
Platea	Tr x SLO	1249	0	0	0	0	0	1249	0	0
Platea	Tr y SLO	0	772	0	0	0	0	0	772	0
Platea	Rig Ux	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Platea	Rig Uy	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Platea	Rig Rz	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Platea	SLU 1	0	0	-36691	0	0	0	0	0	-36691
Platea	SLU 2	0	0	-42049	0	0	0	0	0	-42049
Platea	SLU 3	0	0	-43389	0	0	0	0	0	-43389
Platea	SLU 4	0	0	-46068	0	0	0	0	0	-46068
Platea	SLU 5	1385	0	-42049	0	0	0	1385	0	-42049
Platea	SLU 6	1385	0	-43389	0	0	0	1385	0	-43389
Platea	SLU 7	1385	0	-46068	0	0	0	1385	0	-46068
Platea	SLU 8	2309	0	-36691	0	0	0	2309	0	-36691
Platea	SLU 9	2309	0	-39370	0	0	0	2309	0	-39370
Platea	SLU 10	0	0	-40688	0	0	0	0	0	-40688
Platea	SLU 11	0	0	-46046	0	0	0	0	0	-46046
Platea	SLU 12	0	0	-47385	0	0	0	0	0	-47385
Platea	SLU 13	0	0	-50064	0	0	0	0	0	-50064
Platea	SLU 14	1385	0	-46046	0	0	0	1385	0	-46046
Platea	SLU 15	1385	0	-47385	0	0	0	1385	0	-47385
Platea	SLU 16	1385	0	-50064	0	0	0	1385	0	-50064
Platea	SLU 17	2309	0	-40688	0	0	0	2309	0	-40688
Platea	SLU 18	2309	0	-43367	0	0	0	2309	0	-43367
Platea	SLU 19	0	0	-46328	0	0	0	0	0	-46328
Platea	SLU 20	0	0	-51686	0	0	0	0	0	-51686
Platea	SLU 21	0	0	-53026	0	0	0	0	0	-53026
Platea	SLU 22	0	0	-55705	0	0	0	0	0	-55705
Platea	SLU 23	1385	0	-51686	0	0	0	1385	0	-51686
Platea	SLU 24	1385	0	-53026	0	0	0	1385	0	-53026
Platea	SLU 25	1385	0	-55705	0	0	0	1385	0	-55705
Platea	SLU 26	2309	0	-46328	0	0	0	2309	0	-46328
Platea	SLU 27	2309	0	-49007	0	0	0	2309	0	-49007
Platea	SLU 28	0	0	-50325	0	0	0	0	0	-50325
Platea	SLU 29	0	0	-55683	0	0	0	0	0	-55683
Platea	SLU 30	0	0	-57022	0	0	0	0	0	-57022
Platea	SLU 31	0	0	-59701	0	0	0	0	0	-59701
Platea	SLU 32	1385	0	-55683	0	0	0	1385	0	-55683
Platea	SLU 33	1385	0	-57022	0	0	0	1385	0	-57022
Platea	SLU 34	1385	0	-59701	0	0	0	1385	0	-59701
Platea	SLU 35	2309	0	-50325	0	0	0	2309	0	-50325

Livello	Cont.	Totale			Aste verticali			Pareti				
		Nome	N.br.	F			F			F		
				X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Platea	SLU 36	2309	0	-53004	0	0	0	2309	0	-53004		
Platea	SLE RA 1	0	0	-37833	0	0	0	0	0	-37833		
Platea	SLE RA 2	0	0	-41405	0	0	0	0	0	-41405		
Platea	SLE RA 3	0	0	-42298	0	0	0	0	0	-42298		
Platea	SLE RA 4	0	0	-44084	0	0	0	0	0	-44084		
Platea	SLE RA 5	923	0	-41405	0	0	0	923	0	-41405		
Platea	SLE RA 6	923	0	-42298	0	0	0	923	0	-42298		
Platea	SLE RA 7	923	0	-44084	0	0	0	923	0	-44084		
Platea	SLE RA 8	1539	0	-37833	0	0	0	1539	0	-37833		
Platea	SLE RA 9	1539	0	-39619	0	0	0	1539	0	-39619		
Platea	SLE FR 1	0	0	-37833	0	0	0	0	0	-37833		
Platea	SLE FR 2	0	0	-38548	0	0	0	0	0	-38548		
Platea	SLE FR 3	308	0	-37833	0	0	0	308	0	-37833		
Platea	SLE QP 1	0	0	-37833	0	0	0	0	0	-37833		
Platea	SLO 1	-2870	-714	-37834	0	0	0	-2870	-714	-37834		
Platea	SLO 2	-2870	-714	-37834	0	0	0	-2870	-714	-37834		
Platea	SLO 3	-2870	714	-37832	0	0	0	-2870	714	-37832		
Platea	SLO 4	-2870	714	-37832	0	0	0	-2870	714	-37832		
Platea	SLO 5	-861	-2379	-37836	0	0	0	-861	-2379	-37836		
Platea	SLO 6	-861	-2379	-37836	0	0	0	-861	-2379	-37836		
Platea	SLO 7	-861	2379	-37830	0	0	0	-861	2379	-37830		
Platea	SLO 8	-861	2379	-37830	0	0	0	-861	2379	-37830		
Platea	SLO 9	861	-2379	-37836	0	0	0	861	-2379	-37836		
Platea	SLO 10	861	-2379	-37836	0	0	0	861	-2379	-37836		
Platea	SLO 11	861	2379	-37830	0	0	0	861	2379	-37830		
Platea	SLO 12	861	2379	-37830	0	0	0	861	2379	-37830		
Platea	SLO 13	2870	-714	-37834	0	0	0	2870	-714	-37834		
Platea	SLO 14	2870	-714	-37834	0	0	0	2870	-714	-37834		
Platea	SLO 15	2870	714	-37832	0	0	0	2870	714	-37832		
Platea	SLO 16	2870	714	-37832	0	0	0	2870	714	-37832		
Platea	SLD 1	-3530	-879	-37834	0	0	0	-3530	-879	-37834		
Platea	SLD 2	-3530	-879	-37834	0	0	0	-3530	-879	-37834		
Platea	SLD 3	-3530	879	-37832	0	0	0	-3530	879	-37832		
Platea	SLD 4	-3530	879	-37832	0	0	0	-3530	879	-37832		
Platea	SLD 5	-1059	-2930	-37837	0	0	0	-1059	-2930	-37837		
Platea	SLD 6	-1059	-2930	-37837	0	0	0	-1059	-2930	-37837		
Platea	SLD 7	-1059	2930	-37829	0	0	0	-1059	2930	-37829		
Platea	SLD 8	-1059	2930	-37829	0	0	0	-1059	2930	-37829		
Platea	SLD 9	1059	-2930	-37837	0	0	0	1059	-2930	-37837		
Platea	SLD 10	1059	-2930	-37837	0	0	0	1059	-2930	-37837		
Platea	SLD 11	1059	2930	-37829	0	0	0	1059	2930	-37829		
Platea	SLD 12	1059	2930	-37829	0	0	0	1059	2930	-37829		
Platea	SLD 13	3530	-879	-37834	0	0	0	3530	-879	-37834		
Platea	SLD 14	3530	-879	-37834	0	0	0	3530	-879	-37834		
Platea	SLD 15	3530	879	-37832	0	0	0	3530	879	-37832		
Platea	SLD 16	3530	879	-37832	0	0	0	3530	879	-37832		
Platea	SLV 1	-8118	-2028	-37836	0	0	0	-8118	-2028	-37836		

Livello	Cont.	Totale			Aste verticali			Pareti		
		F			F			F		
Nome	N.br.	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Platea	SLV 2	-8118	-2028	-37836	0	0	0	-8118	-2028	-37836
Platea	SLV 3	-8118	2028	-37830	0	0	0	-8118	2028	-37830
Platea	SLV 4	-8118	2028	-37830	0	0	0	-8118	2028	-37830
Platea	SLV 5	-2436	-6761	-37842	0	0	0	-2436	-6761	-37842
Platea	SLV 6	-2436	-6761	-37842	0	0	0	-2436	-6761	-37842
Platea	SLV 7	-2435	6761	-37824	0	0	0	-2435	6761	-37824
Platea	SLV 8	-2435	6761	-37824	0	0	0	-2435	6761	-37824
Platea	SLV 9	2435	-6761	-37842	0	0	0	2435	-6761	-37842
Platea	SLV 10	2435	-6761	-37842	0	0	0	2435	-6761	-37842
Platea	SLV 11	2436	6761	-37824	0	0	0	2436	6761	-37824
Platea	SLV 12	2436	6761	-37824	0	0	0	2436	6761	-37824
Platea	SLV 13	8118	-2028	-37836	0	0	0	8118	-2028	-37836
Platea	SLV 14	8118	-2028	-37836	0	0	0	8118	-2028	-37836
Platea	SLV 15	8118	2028	-37830	0	0	0	8118	2028	-37830
Platea	SLV 16	8118	2028	-37830	0	0	0	8118	2028	-37830
Platea	CRTFP Ux+	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Platea	CRTFP Ux-	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0
Platea	CRTFP Uy+	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Platea	CRTFP Uy-	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0
Platea	CRTFP Rz+	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Platea	CRTFP Rz-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soletta	Pesi	0	0	-20740	0	0	0	0	0	-20740
Soletta	Port.	0	0	-1174	0	0	0	0	0	-1174
Soletta	Vento	1475	0	0	0	0	0	1475	0	0
Soletta	Accidentale manutenzione	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soletta	Neve	0	0	-3572	0	0	0	0	0	-3572
Soletta	SLV X	4606	0	0	0	0	0	4606	0	0
Soletta	SLV Y	0	4546	25	0	0	0	0	4546	25
Soletta	X SLD	2018	0	0	0	0	0	2018	0	0
Soletta	Y SLD	0	1976	11	0	0	0	0	1976	11
Soletta	X SLO	1645	0	0	0	0	0	1645	0	0
Soletta	Y SLO	0	1606	9	0	0	0	0	1606	9
Soletta	Tr sLV X	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soletta	Tr sLV Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soletta	Tr x SLD	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soletta	Tr y SLD	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soletta	Tr x SLO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soletta	Tr y SLO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soletta	Rig Ux	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Soletta	Rig Uy	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Soletta	Rig Rz	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soletta	SLU 1	0	0	-21679	0	0	0	0	0	-21679
Soletta	SLU 2	0	0	-27037	0	0	0	0	0	-27037
Soletta	SLU 3	0	0	-21679	0	0	0	0	0	-21679
Soletta	SLU 4	0	0	-24358	0	0	0	0	0	-24358
Soletta	SLU 5	1328	0	-27037	0	0	0	1328	0	-27037



Livello	Cont.	Totale			Aste verticali			Pareti		
		F			F			F		
Nome	N.br.	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Soletta	SLU 6	1328	0	-21679	0	0	0	1328	0	-21679
Soletta	SLU 7	1328	0	-24358	0	0	0	1328	0	-24358
Soletta	SLU 8	2213	0	-21679	0	0	0	2213	0	-21679
Soletta	SLU 9	2213	0	-24358	0	0	0	2213	0	-24358
Soletta	SLU 10	0	0	-22501	0	0	0	0	0	-22501
Soletta	SLU 11	0	0	-27859	0	0	0	0	0	-27859
Soletta	SLU 12	0	0	-22501	0	0	0	0	0	-22501
Soletta	SLU 13	0	0	-25180	0	0	0	0	0	-25180
Soletta	SLU 14	1328	0	-27859	0	0	0	1328	0	-27859
Soletta	SLU 15	1328	0	-22501	0	0	0	1328	0	-22501
Soletta	SLU 16	1328	0	-25180	0	0	0	1328	0	-25180
Soletta	SLU 17	2213	0	-22501	0	0	0	2213	0	-22501
Soletta	SLU 18	2213	0	-25180	0	0	0	2213	0	-25180
Soletta	SLU 19	0	0	-27901	0	0	0	0	0	-27901
Soletta	SLU 20	0	0	-33259	0	0	0	0	0	-33259
Soletta	SLU 21	0	0	-27901	0	0	0	0	0	-27901
Soletta	SLU 22	0	0	-30580	0	0	0	0	0	-30580
Soletta	SLU 23	1328	0	-33259	0	0	0	1328	0	-33259
Soletta	SLU 24	1328	0	-27901	0	0	0	1328	0	-27901
Soletta	SLU 25	1328	0	-30580	0	0	0	1328	0	-30580
Soletta	SLU 26	2213	0	-27901	0	0	0	2213	0	-27901
Soletta	SLU 27	2213	0	-30580	0	0	0	2213	0	-30580
Soletta	SLU 28	0	0	-28723	0	0	0	0	0	-28723
Soletta	SLU 29	0	0	-34081	0	0	0	0	0	-34081
Soletta	SLU 30	0	0	-28723	0	0	0	0	0	-28723
Soletta	SLU 31	0	0	-31402	0	0	0	0	0	-31402
Soletta	SLU 32	1328	0	-34081	0	0	0	1328	0	-34081
Soletta	SLU 33	1328	0	-28723	0	0	0	1328	0	-28723
Soletta	SLU 34	1328	0	-31402	0	0	0	1328	0	-31402
Soletta	SLU 35	2213	0	-28723	0	0	0	2213	0	-28723
Soletta	SLU 36	2213	0	-31402	0	0	0	2213	0	-31402
Soletta	SLE RA 1	0	0	-21914	0	0	0	0	0	-21914
Soletta	SLE RA 2	0	0	-25486	0	0	0	0	0	-25486
Soletta	SLE RA 3	0	0	-21914	0	0	0	0	0	-21914
Soletta	SLE RA 4	0	0	-23700	0	0	0	0	0	-23700
Soletta	SLE RA 5	885	0	-25486	0	0	0	885	0	-25486
Soletta	SLE RA 6	885	0	-21914	0	0	0	885	0	-21914
Soletta	SLE RA 7	885	0	-23700	0	0	0	885	0	-23700
Soletta	SLE RA 8	1475	0	-21914	0	0	0	1475	0	-21914
Soletta	SLE RA 9	1475	0	-23700	0	0	0	1475	0	-23700
Soletta	SLE FR 1	0	0	-21914	0	0	0	0	0	-21914
Soletta	SLE FR 2	0	0	-22628	0	0	0	0	0	-22628
Soletta	SLE FR 3	295	0	-21914	0	0	0	295	0	-21914
Soletta	SLE QP 1	0	0	-21914	0	0	0	0	0	-21914
Soletta	SLO 1	-1646	-482	-21917	0	0	0	-1646	-482	-21917
Soletta	SLO 2	-1646	-482	-21917	0	0	0	-1646	-482	-21917
Soletta	SLO 3	-1645	482	-21911	0	0	0	-1645	482	-21911

Livello	Cont.	Totale			Aste verticali			Pareti		
		F			F			F		
Nome	N.br.	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Soletta	SLO 4	-1645	482	-21911	0	0	0	-1645	482	-21911
Soletta	SLO 5	-494	-1606	-21923	0	0	0	-494	-1606	-21923
Soletta	SLO 6	-494	-1606	-21923	0	0	0	-494	-1606	-21923
Soletta	SLO 7	-494	1606	-21905	0	0	0	-494	1606	-21905
Soletta	SLO 8	-494	1606	-21905	0	0	0	-494	1606	-21905
Soletta	SLO 9	494	-1606	-21923	0	0	0	494	-1606	-21923
Soletta	SLO 10	494	-1606	-21923	0	0	0	494	-1606	-21923
Soletta	SLO 11	494	1606	-21905	0	0	0	494	1606	-21905
Soletta	SLO 12	494	1606	-21905	0	0	0	494	1606	-21905
Soletta	SLO 13	1645	-482	-21917	0	0	0	1645	-482	-21917
Soletta	SLO 14	1645	-482	-21917	0	0	0	1645	-482	-21917
Soletta	SLO 15	1646	482	-21911	0	0	0	1646	482	-21911
Soletta	SLO 16	1646	482	-21911	0	0	0	1646	482	-21911
Soletta	SLD 1	-2018	-593	-21917	0	0	0	-2018	-593	-21917
Soletta	SLD 2	-2018	-593	-21917	0	0	0	-2018	-593	-21917
Soletta	SLD 3	-2018	593	-21911	0	0	0	-2018	593	-21911
Soletta	SLD 4	-2018	593	-21911	0	0	0	-2018	593	-21911
Soletta	SLD 5	-606	-1976	-21925	0	0	0	-606	-1976	-21925
Soletta	SLD 6	-606	-1976	-21925	0	0	0	-606	-1976	-21925
Soletta	SLD 7	-605	1976	-21903	0	0	0	-605	1976	-21903
Soletta	SLD 8	-605	1976	-21903	0	0	0	-605	1976	-21903
Soletta	SLD 9	605	-1976	-21925	0	0	0	605	-1976	-21925
Soletta	SLD 10	605	-1976	-21925	0	0	0	605	-1976	-21925
Soletta	SLD 11	606	1976	-21903	0	0	0	606	1976	-21903
Soletta	SLD 12	606	1976	-21903	0	0	0	606	1976	-21903
Soletta	SLD 13	2018	-593	-21917	0	0	0	2018	-593	-21917
Soletta	SLD 14	2018	-593	-21917	0	0	0	2018	-593	-21917
Soletta	SLD 15	2018	593	-21911	0	0	0	2018	593	-21911
Soletta	SLD 16	2018	593	-21911	0	0	0	2018	593	-21911
Soletta	SLV 1	-4606	-1364	-21922	0	0	0	-4606	-1364	-21922
Soletta	SLV 2	-4606	-1364	-21922	0	0	0	-4606	-1364	-21922
Soletta	SLV 3	-4606	1364	-21906	0	0	0	-4606	1364	-21906
Soletta	SLV 4	-4606	1364	-21906	0	0	0	-4606	1364	-21906
Soletta	SLV 5	-1382	-4546	-21939	0	0	0	-1382	-4546	-21939
Soletta	SLV 6	-1382	-4546	-21939	0	0	0	-1382	-4546	-21939
Soletta	SLV 7	-1381	4546	-21889	0	0	0	-1381	4546	-21889
Soletta	SLV 8	-1381	4546	-21889	0	0	0	-1381	4546	-21889
Soletta	SLV 9	1381	-4546	-21939	0	0	0	1381	-4546	-21939
Soletta	SLV 10	1381	-4546	-21939	0	0	0	1381	-4546	-21939
Soletta	SLV 11	1382	4546	-21889	0	0	0	1382	4546	-21889
Soletta	SLV 12	1382	4546	-21889	0	0	0	1382	4546	-21889
Soletta	SLV 13	4606	-1364	-21922	0	0	0	4606	-1364	-21922
Soletta	SLV 14	4606	-1364	-21922	0	0	0	4606	-1364	-21922
Soletta	SLV 15	4606	1364	-21906	0	0	0	4606	1364	-21906
Soletta	SLV 16	4606	1364	-21906	0	0	0	4606	1364	-21906

## 8.4.2 Risposta modale

**Modo:** identificativo del modo di vibrare.

**Periodo:** periodo. [s]

**Massa X:** massa partecipante in direzione globale X. Il valore è adimensionale.

**Massa Y:** massa partecipante in direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

**Massa Z:** massa partecipante in direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

**Massa rot X:** massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale X. Il valore è adimensionale.

**Massa rot Y:** massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

**Massa rot Z:** massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

### Totale masse partecipanti:

Traslazione X: 0.978967

Traslazione Y: 0.965921

Traslazione Z: 0

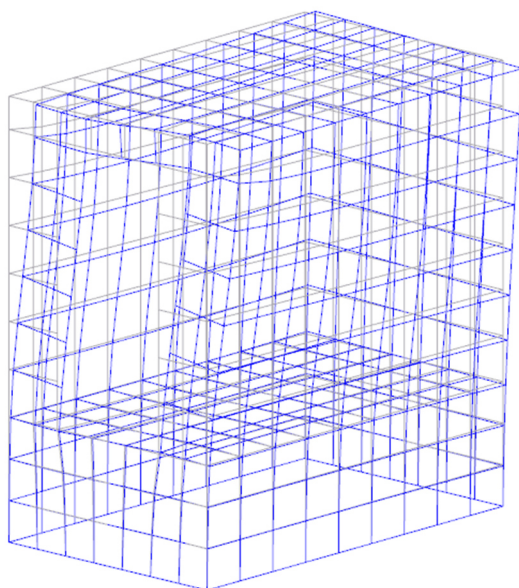
Rotazione X: 0.991944

Rotazione Y: 0.994994

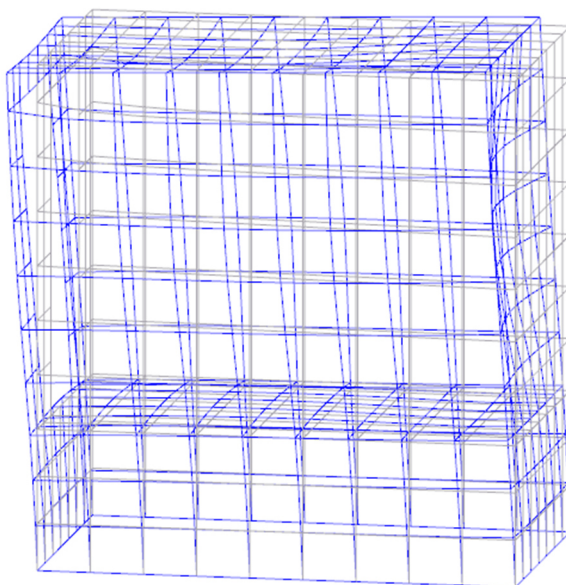
Rotazione Z: 0.968821

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot X	Massa rot Y	Massa rot Z
1	0.027027261	0.803108378	0.000000001	0	0.000000001	0.923413664	0.243904296
2	0.013062347	0.000000002	0.799288825	0	0.82627299	0.000000006	0.132454597
3	0.012326698	0.000000037	0.108978891	0	0.120719193	0.000000002	0.018010018
4	0.011293	0.083183332	0.00000007	0	0.000000055	0.002331668	0.251171014
5	0.010011005	0.008795316	0.000000006	0	0	0.063325173	0.246150341
6	0.008037974	0.000000016	0.001014375	0	0.01313049	0.000000004	0.000174453
7	0.006908615	0.000000123	0.000404562	0	0.017956479	0.000000017	0.00006001
8	0.006687355	0.019245593	0.000000005	0	0.000000042	0.004457021	0.033825742
9	0.005806693	0.052069948	0.000000002	0	0.000000019	0.000795072	0.015957637
10	0.005540847	0.000000605	0.000052077	0	0.003068886	0.000000003	0.000006499
11	0.005109435	0.007695577	0	0	0.000000002	0.00013838	0.001311534
12	0.004967916	0.000000005	0.000033998	0	0.00001348	0	0.000005456
13	0.004638481	0.000028285	0.000000068	0	0.000000032	0.000079974	0.000206584
14	0.004536648	0	0.015852974	0	0.005835302	0.000000001	0.002625938
15	0.004192251	0.000000001	0.011737048	0	0.000099443	0	0.001952894
16	0.004075534	0.001520842	0	0	0	0.000170512	0.00657964
17	0.004008629	0.002398923	0.000000003	0	0	0.000264047	0.00925736
18	0.003825203	0.000000001	0.000863932	0	0.000285837	0	0.000145034
19	0.003401223	0.000919791	0.000000001	0	0	0.000018854	0.000428271
20	0.003319459	0.000000027	0.027694334	0	0.0045618	0.000000009	0.00459348

Si presentano le principali forme modali riscontrate.



*Figura 13: Forma del 1° modo di vibrare*



*Figura 14: Forma del 2° modo di vibrare*

### 8.4.3 Sollecitazioni

Si presentano i principali stati di sollecitazione riscontrati sugli elementi a seguito dell'analisi [kN,m].

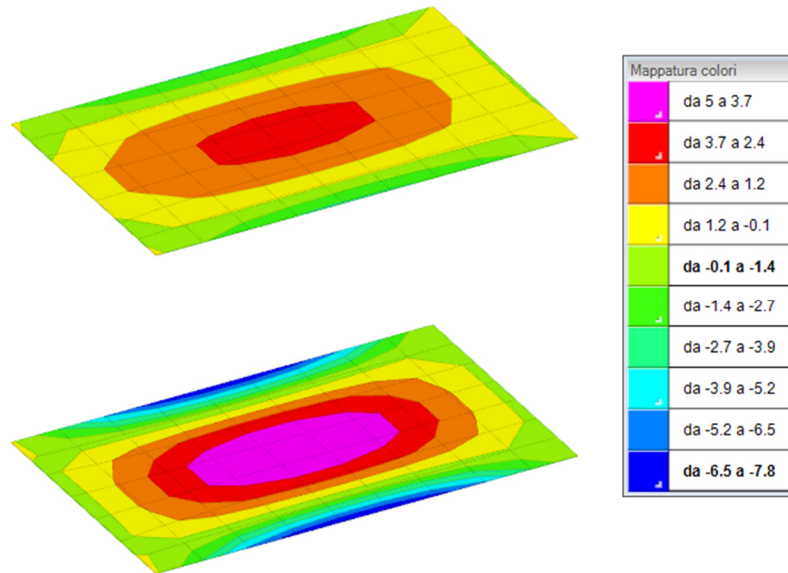


Figura 15: Momenti  $M_{xx}$  sulle solette, comb. SLU 30

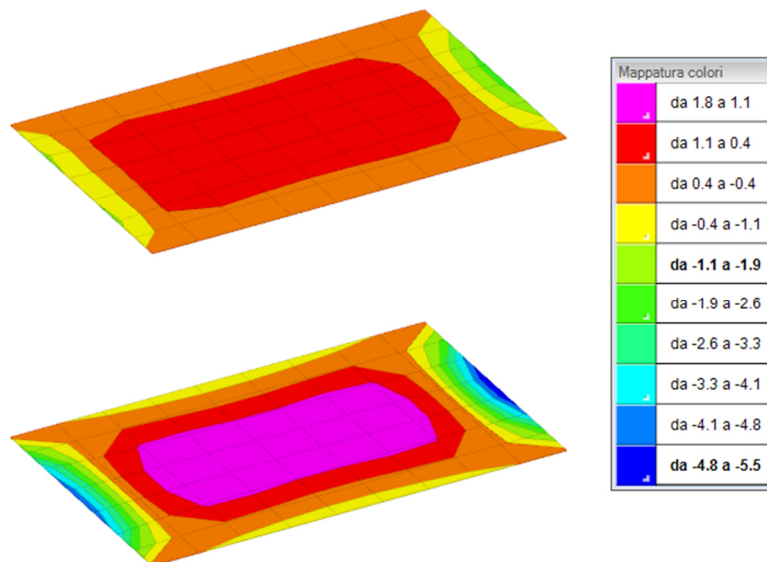


Figura 16: Momenti  $M_{yy}$  sulle solette, comb. SLU 30

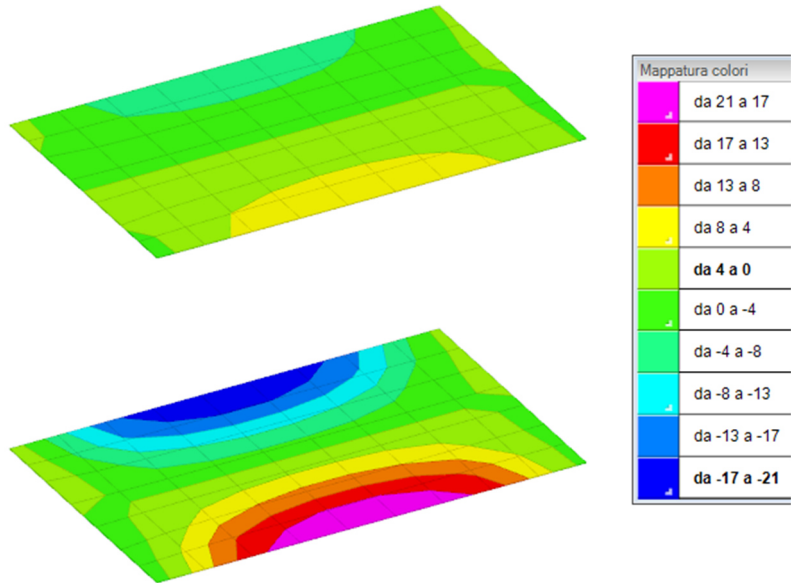


Figura 17: Taglio  $V_x$  sulle solette, comb. SLU 30

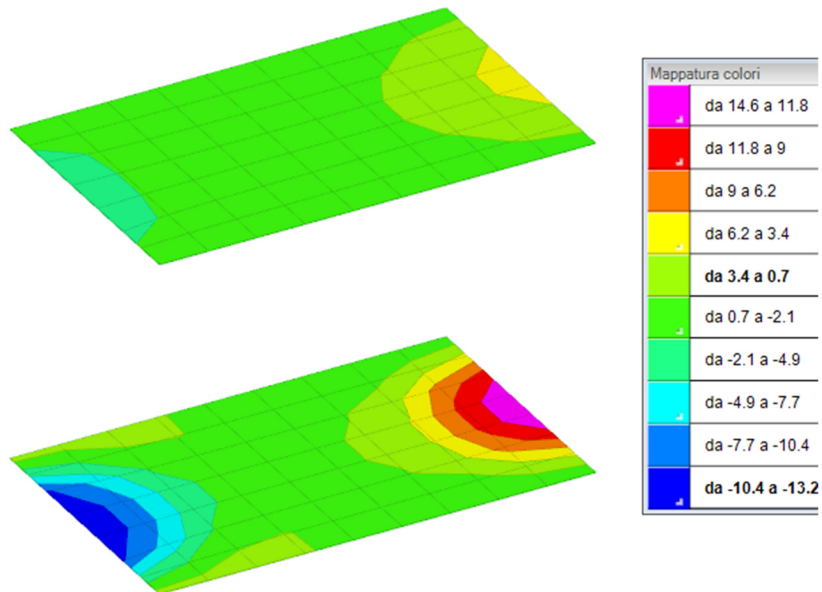
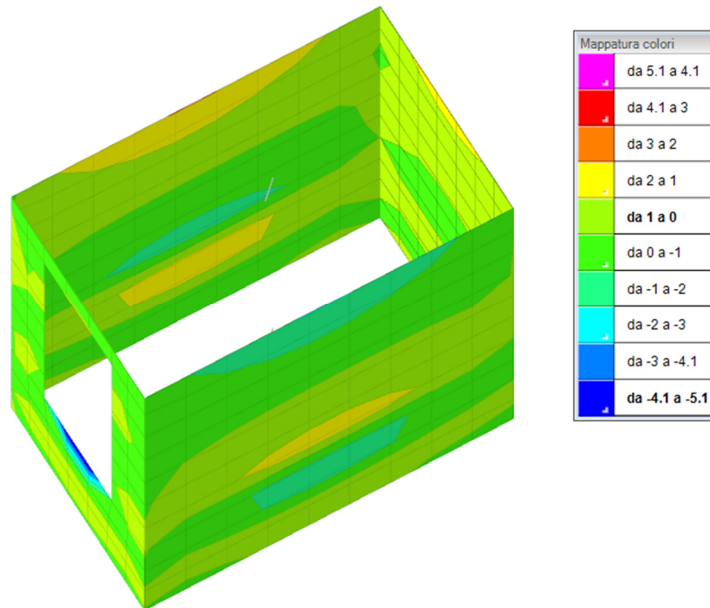
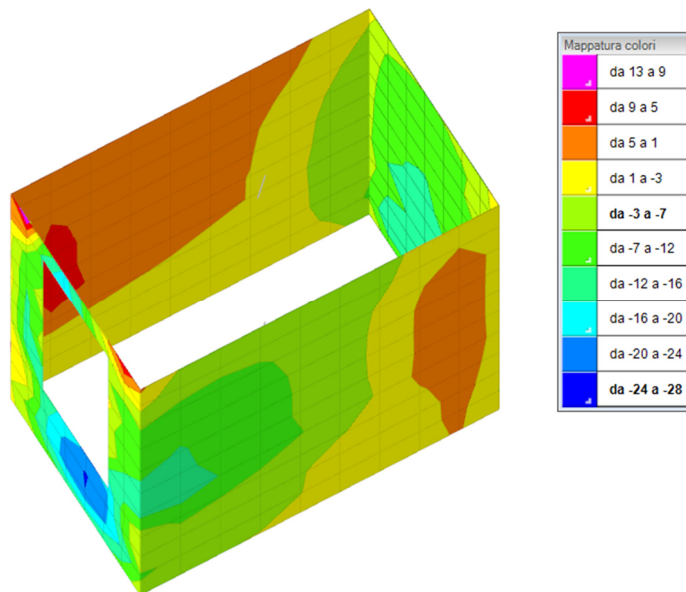


Figura 18: Taglio  $V_y$  sulle solette, comb. SLU 30



*Figura 19: Taglio Mzz sulle pareti, comb. SLU 30*



*Figura 20: Tensioni tangenziali F0z sulle pareti, comb. SLV 1*

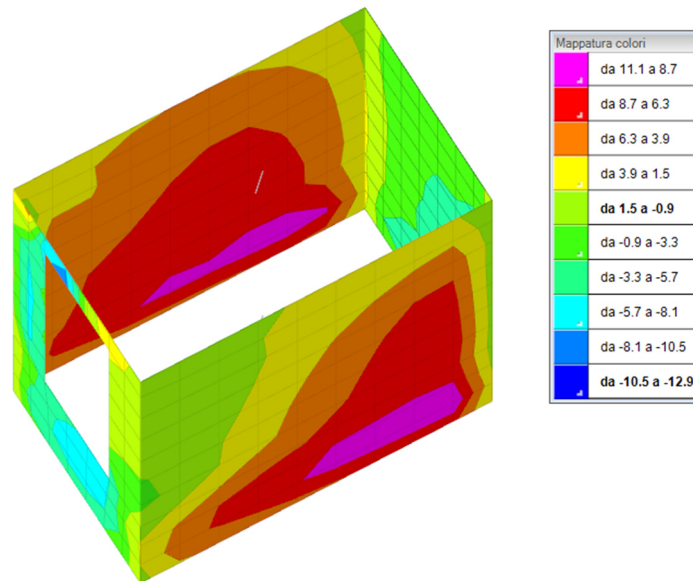


Figura 21: Tensioni tangenziali  $F_{0z}$  sulle pareti, comb. SLV 8

## 8.5 Verifiche

### 8.5.1 Verifica delle pareti

Le pareti sono armate con barre  $\varnothing 8/20$  verticali e orizzontali, in corrispondenza degli spigoli delle pareti e lateralmente alle forometrie sono presenti barre  $\varnothing 12$ .

#### Significato dei simboli utilizzati:

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [cm, daN] ove non espressamente specificato.

**Descrizione breve:** nome sintetico assegnato al livello.

**Descrizione:** nome assegnato al livello.

**Quota:** quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [cm]

**Spessore:** spessore del livello. [cm]

**Descrizione:** descrizione della sezione di verifica.

**Dir.:** direzione della sezione di verifica.

**Base:** base della sezione. [cm]

**Altezza:** altezza della sezione. [cm]

**As,sup:** area di acciaio efficace superiore. [cm<sup>2</sup>]

**As,inf:** area di acciaio efficace inferiore. [cm<sup>2</sup>]

**c,sup:** copriferro medio superiore. [cm]

**c,inf:** copriferro medio inferiore. [cm]

**Comb.:** combinazione di verifica.

**MEd:** momento agente. [daN\*cm]

**NEd:** sforzo normale agente, positivo se di trazione. [daN]

**MRd:** momento resistente. [daN\*cm]

**NRd:** sforzo normale resistente, positivo se di trazione. [daN]

**c.s.:** coefficiente di sicurezza.

**Verifica:** stato di verifica.

**d:** altezza utile. [cm]

**bw:** minima larghezza anima. [cm]

**Armatura a taglio:** necessità di armatura a taglio.

**Asw/s:** rapporto tra l'area dell'armatura trasversale e l'interasse tra due armature consecutive.

**VEd:** taglio agente. [daN]

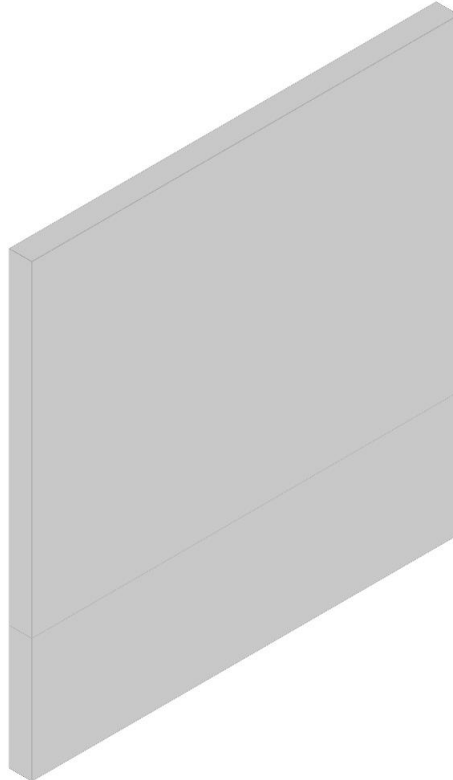


**Vrd,c**: resistenza di calcolo a taglio per elementi privi di armature trasversali. [daN]  
**Vrcd**: valore resistente di calcolo a taglio compressione del calcestruzzo d'anima. [daN]  
**Vrsd**: valore resistente di calcolo a taglio trazione dell'armatura trasversale. [daN]  
**VRd**: resistenza a taglio. [daN]  
**cotg( $\theta$ )**: cotangente dell'angolo dei puntoni rispetto all'asse.  
**Asl**: area armatura longitudinale. [cm<sup>2</sup>]  
**Sezione fessurata**: sezione fessurata.  
 **$\sigma_c$** : tensione del calcestruzzo. [daN/cm<sup>2</sup>]  
 **$\sigma_c$  limite**: tensione limite del calcestruzzo. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**Es/Ec**: coefficiente di omogenizzazione.  
 **$\sigma_f$** : tensione dell'armatura. [daN/cm<sup>2</sup>]  
 **$\sigma_f$  limite**: tensione limite dell'armatura. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**Indice sezione**: indice della sezione di verifica.  
**Quota**: quota della sezione di verifica. [cm]  
**Tipo**: descrizione della quota.  
**Quota ritegno**: quota del ritegno all'instabilità. [cm]  
 **$\beta$** : valore del coefficiente nel tratto al di sopra del ritegno all'instabilità.  
**MEd,x**: momento agente attorno all'asse x della sezione di verifica. [daN\*cm]  
**MRd,x**: momento resistente attorno all'asse x della sezione di verifica. [daN\*cm]  
**MEd,y**: momento agente attorno all'asse y della sezione di verifica. [daN\*cm]  
**MRd,y**: momento resistente attorno all'asse y della sezione di verifica. [daN\*cm]  
**NEd**: sforzo normale agente, negativo se di compressione. [daN]  
**NRd**: sforzo normale resistente, negativo se di compressione. [daN]  
**Quota ritegno inf.**: quota del ritegno inferiore. [cm]  
**Quota ritegno sup.**: quota del ritegno superiore. [cm]  
 **$\Delta H$** : distanza tra i ritegni all'interno dei quali cade la sezione. [cm]  
**SLU**: valori per SLU.  
 **$\beta_x$** : valore di  $\beta$  per inflessione attorno l'asse x-x.  
 **$\lambda_x$** : snellezza per inflessione attorno l'asse x-x.  
 **$\beta_y$** : valore di  $\beta$  per inflessione attorno l'asse y-y.  
 **$\lambda_y$** : snellezza per inflessione attorno l'asse y-y.  
**SLV**: valori per SLV.  
 **$\lambda_{lim,x}$** : snellezza limite per inflessione attorno l'asse x-x. D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.9.2 [4.1.41].  
 **$\lambda_{lim,y}$** : snellezza limite per inflessione attorno l'asse y-y. D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.9.2 [4.1.41].  
**MxEd**: momento agente attorno l'asse x-x della sezione, privo di imperfezioni e effetti del secondo ordine. [daN\*cm]  
**MOEd,x**: momento del primo ordine attorno l'asse x-x della sezione, considerando eventuali imperfezioni geometriche. [daN\*cm]  
**M2,x**: momento del secondo ordine attorno l'asse x-x della sezione. [daN\*cm]  
**MEd,tot,x**: momento di verifica attorno l'asse x-x della sezione. [daN\*cm]  
**MRd,x**: momento resistente attorno l'asse x-x della sezione in pressoflessione deviata. [daN\*cm]  
**MyEd**: momento agente attorno l'asse y-y della sezione, privo di imperfezioni e effetti del secondo ordine. [daN\*cm]  
**MOEd,y**: momento del primo ordine attorno l'asse y-y della sezione, considerando eventuali imperfezioni geometriche. [daN\*cm]  
**M2,y**: momento del secondo ordine attorno l'asse y-y della sezione. [daN\*cm]  
**MEd,tot,y**: momento di verifica attorno l'asse y-y della sezione. [daN\*cm]  
**MRd,y**: momento resistente attorno l'asse y-y della sezione in pressoflessione deviata. [daN\*cm]  
**NRd**: sforzo normale resistente. [daN]

### 8.5.1.1 Parete longitudinale +x

#### 8.5.1.1.1 Dati della parete

##### Geometria



### 8.5.1.2 Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 4500

Calcestruzzo: C32/40 Rck 400

#### 8.5.1.2.1 Livelli significativi

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Platea	-110	25
L2	Soletta	0	20
L3	Piano 1	290	20

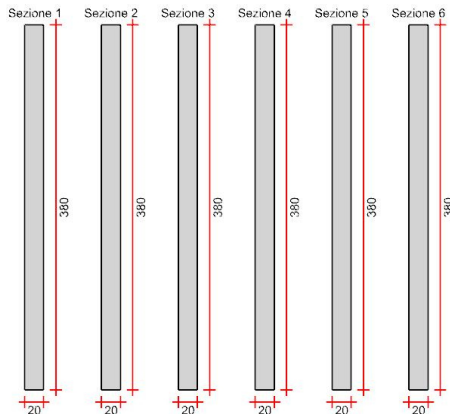
### 8.5.1.3 Verifica del nucleo N1

Nucleo con cerniera plastica a quota -110.

#### 8.5.1.3.1 Posizione delle sezioni di verifica

Indice sezione	Quota	Tipo
1	-110	Platea (estradosso);Si
2	-65	interpiano
3	-20	Soletta (intradosso);Si
4	0	Soletta (estradosso);Si
5	135	interpiano
6	270	Piano 1 (intradosso);Si

### 8.5.1.3.2 Sezioni lorde



### 8.5.1.3.3 Ritegni all'instabilità

Quota ritegno	Tipo	$\beta$
-110	Platea (estradosso);Si	Automatico
-10	Soletta (metà spessore);Si	Automatico
280	Piano 1 (metà spessore);Si	Automatico

### 8.5.1.3.4 Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4-§7.4.4.5.1

La struttura oppure parte di essa, è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per le combinazioni SLV, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Indice sezione	Quota	Comb.	MEd,x	MRd,x	MEd,y	MRd,y	NEd	NRd	c.s.	Verifica
1	-110	SLU 34	-58197	-3406736	9113	533452	-20817	-1218593	58.538	Si
1	-110	SLV 15	-399280	-22639439	26458	1500183	-17663	-1001521	56.701	Si
2	-65	SLU 34	-33753	-2066824	-1527	-93504	-19901	-1218593	61.233	Si
2	-65	SLV 13	-180018	-13101711	-2004	-145882	-16744	-1218593	72.78	Si
3	-20	SLU 30	17170	653847	-100215	-3816335	-17029	-648478	38.081	Si
3	-20	SLV 1	311444	11350165	-53197	-1938695	-6724	-245040	36.444	Si
4	0	SLU 34	5200	282668	70424	3828129	-11312	-614886	54.358	Si
4	0	SLV 15	-243694	-12818754	54127	2847188	-11195	-588877	52.602	Si
5	135	SLU 32	-63583	-9452655	-11128	-1654406	-8197	-1218593	148.666	Si
5	135	SLV 13	-186236	-27200019	-12243	-1788111	-6070	-886543	146.051	Si
6	270	SLU 29	-15226	-201449	-81661	-1080450	-4846	-64116	13.231	Si
6	270	SLV 13	-71855	-1406812	-36721	-718948	-2226	-43586	19.579	Si

### 8.5.1.3.5 Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4-§7.4.4.5.1

Indice sezione	Quota	Comb.	MEd,x	MRd,x	MEd,y	MRd,y	NEd	NRd	c.s.	Verifica
1	-110	SLD 15	-175307	-14005522	12608	1007243	-14737	-1177334	79.891	Si
2	-65	SLD 13	-73070	-6372377	-1346	-117383	-13973	-1218593	87.209	Si
3	-20	SLD 1	147910	9058306	-48763	-2986355	-9215	-564314	61.242	Si
4	0	SLD 15	-93401	-7111181	40231	3063048	-9060	-689787	76.136	Si
5	135	SLD 13	-86314	-17589757	-6286	-1281051	-5350	-1090286	203.789	Si
6	270	SLD 13	-36222	-807115	-35699	-795466	-2293	-51101	22.283	Si

8.5.1.3.6 Verifiche a taglio non dissipativa SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Indice sezione	Quota	d	bw	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
1	-110	370	20	0.06	SLU 31	58	-19678	-537	23294	219002	196494	196494	2.5	0	3362.672	Si
1	-110	370.4	20	0.06	SLV 11	2891	-13779	423841	22453	218347	196707	196707	2.5	0	68.047	Si
2	-65	370	20	0.053	SLU 31	64	-18856	-19248	23173	218878	172363	172363	2.5	0	2679.261	Si
2	-65	370.4	20	0.053	SLV 11	2882	-13010	338879	22341	218230	172550	172550	2.5	0	59.88	Si
3	-20	370	20	0.05	SLU 31	68	-18018	-35927	23051	218751	163745	163745	2.5	0	2425.585	Si
3	-20	370.4	20	0.05	SLV 11	2772	-12264	249602	22232	218118	163922	163922	2.5	0	59.142	Si
4	0	370.4	20	0.05	SLU 9	319	-9569	23705	21838	217710	163922	163922	2.5	0	513.707	Si
4	0	370	20	0.05	SLV 5	-2591	-6436	-291205	21360	217001	163745	163745	2.5	0	63.197	Si
5	135	370.4	20	0.05	SLU 8	327	-5044	77906	21176	217025	163922	163922	2.5	0	501.7	Si
5	135	370	20	0.05	SLV 5	-2100	-4432	-126456	21067	216699	163745	163745	2.5	0	77.97	Si
6	270	370.4	20	0.036	SLU 8	312	-2195	27850	20759	216594	117087	117087	2.5	0	374.895	Si
6	270	370	20	0.036	SLV 1	-1427	-2456	-58506	20778	216400	116961	116961	2.5	0	81.942	Si

8.5.1.3.7 Verifiche a taglio non dissipativa SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Indice sezione	Quota	d	bw	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
1	-110	370.4	20	0.06	SLD 11	1270	-13037	185082	22345	218234	196707	196707	2.5	0	154.861	Si
2	-65	370.4	20	0.053	SLD 11	1268	-12339	141295	22243	218129	172550	172550	2.5	0	136.043	Si
3	-20	370.4	20	0.05	SLD 11	1222	-11643	97101	22141	218024	163922	163922	2.5	0	134.155	Si
4	0	370	20	0.05	SLD 5	-1149	-6974	-140113	21438	217083	163745	163745	2.5	0	142.571	Si
5	135	370	20	0.05	SLD 5	-919	-4632	-50565	21096	216729	163745	163745	2.5	0	178.169	Si
6	270	370	20	0.036	SLD 1	-631	-2394	-20895	20769	216391	116961	116961	2.5	0	185.25	Si

8.5.1.3.8 Verifiche ad instabilità deviata SLU EN1992-1-1:2008 §5.8.8

Indice sezione	Quota	SLU				SLV						
		Quota ritegno inf.	Quota ritegno sup.	ΔH	βx	λx	βy	λy	βx	λx	βy	λy
1	-110	-110	-10	100	1	17.321	1	0.912	1	17.321	1	0.912
2	-65	-110	-10	100	1	17.321	1	0.912	1	17.321	1	0.912
3	-20	-110	-10	100	1	17.321	1	0.912	1	17.321	1	0.912
4	0	-10	280	290	1	50.229	1	2.644	1	50.229	1	2.644
5	135	-10	280	290	1	50.229	1	2.644	1	50.229	1	2.644
6	270	-10	280	290	1	50.229	1	2.644	1	50.229	1	2.644

Indice sezione	Quota	Comb.	λ,lim,x	λ,lim,y	MxEd	M0Ed,x	M2,x	MEd,tot,x	MRd,x	MyEd	M0Ed,y	M2,y	MEd,tot,y	MRd,y	NEd	NRd	c.s.	Verifica
1	-110	SLU 34	207.191	207.191	9113	16052	0	16052	939650	58197	58197	0	58197	3406736	-20817	-1218593	58.538	Si
1	-110	SLV 15	224.928	224.928	26458	32346	0	32346	1751512	399280	399280	0	399280	21620915	-17663	-956463	54.15	Si
2	-65	SLU 34	211.906	211.906	-1527	-8161	0	-8161	-	33753	33753	0	33753	2066824	-19901	-1218593	61.233	Si

Indice sezione	Quota	Comb.	$\lambda_{lim,x}$	$\lambda_{lim,y}$	MxEd	M0Ed, x	M2, x	MEd,tot, x	MRd,x	MyEd	M0Ed, y	M2, y	MEd,tot, y	MRd,y	NEd	NRd	c.s.	Verifica
2	-65	SLV 15	232.109	232.109	-2482	-8011	0	-8011	-	34109	34109	0	341091	2402009	-	-	70.421	Si
									564156	1	1			1	1658	116810		
3	-20	SLU 30	229.081	229.081	-	-	0	-105891	-	-	-	0	-17170	-618823	-	-	36.042	Si
					100215	105891			381648	17170	17170				17029	613741		
3	-20	SLV 13	364.563	364.563	-	-55438	0	-55438	-	-	-	0	-311444	-	-	-	33.203	Si
					53197				184072	31144	31144			1034092	6724	223251		
4	0	SLU 15	329.719	329.719	62605	70551	0	70551	301985	18765	18765	0	18765	803229	-	-	42.804	Si
									6					8220	351848			
4	0	SLV 15	282.532	282.532	54127	64949	0	64949	284046	24369	24369	0	243694	1065764	-	-	43.734	Si
									0	4	4			7	1119	489598		
5	135	SLU 32	330.184	330.184	-	-19052	0	-19052	-	63583	63583	0	63583	8415007	-	-	132.34	Si
					11128				252146						8197	108482	6	
5	135	SLV 13	383.692	383.692	-	-18111	0	-18111	-	18623	18623	0	186236	2344967	-	-	125.91	Si
					12243				228039	6	6			5	6070	764307	4	
6	270	SLU 29	429.428	429.428	-	-86346	0	-86346	-	15226	15226	0	15226	181424	-	-57743	11.916	Si
					81661				102886						4846			
6	270	SLV 13	633.57	633.57	-	-38873	0	-38873	-	71855	71855	0	71855	1276118	-	-39537	17.76	Si
					36721				690376						2226			

### 8.5.1.3.9 Verifiche ad instabilità deviata SLD Resistenza EN1992-1-1:2008 §5.8.8

Indice sezione	Quota	Quota ritegno inf.	Quota ritegno sup.	$\Delta H$	$\beta_x$	$\lambda_x$	$\beta_y$	$\lambda_y$
1	-110	-110	-10	100	1	17.321	1	0.912
2	-65	-110	-10	100	1	17.321	1	0.912
3	-20	-110	-10	100	1	17.321	1	0.912
4	0	-10	280	290	1	50.229	1	2.644
5	135	-10	280	290	1	50.229	1	2.644
6	270	-10	280	290	1	50.229	1	2.644

Indice sezione	Quota	Comb.	$\lambda_{lim,x}$	$\lambda_{lim,y}$	MxEd	M0Ed, x	M2, x	MEd,tot, x	MRd,x	MyEd	M0Ed, y	M2, y	MEd,tot, y	MRd,y	NEd	NRd	c.s.	Verifica
1	-110	SLD 15	246.252	246.252	1260	17520	0	17520	132912	17530	175307	0	175307	1329949	-	-	75.864	Si
					8				9	7				4	1473	111798		
2	-65	SLD 13	252.89	252.89	-	-6004	0	-6004	-	73070	73070	0	73070	6372377	-	-	87.209	Si
					1346				523580						1397	121859		
3	-20	SLD 18	311.418	311.418	-	-51835	0	-51835	-	-	-	0	-147910	-	-	-	57.447	Si
					4876				297773	14791	147910			8496946	9215	529343		
					3				2	0								

Indice sezione	Quota	Comb.	$\lambda_{lim,x}$	$\lambda_{lim,y}$	MxEd	MOEd, x	M2, x	MEd,tot, x	MRd,x	MyEd	MOEd, y	M2, y	MEd,tot, y	MRd,y	NEd	NRd	c.s.	Verifica
4	0	SLD 15	314.063	314.063	40231	48989	0	48989	3119760	93401	93401	0	93401	5948020	-9060	-576960	63.682	Si
5	135	SLD 13	408.696	408.696	-6286	-11458	0	-11458	-2039213	86314	86314	0	86314	15361605	-5350	-952176	177.974	Si
6	270	SLD 13	624.237	624.237	-35699	-37916	0	-37916	-754467	36222	36222	0	36222	720757	-2293	-45633	19.899	Si

#### 8.5.1.3.10 Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1

Indice sezione	Quota	Comb.	MEd,x	MEd,y	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1	-110	SLE RA 7	-38124	5263	-15291	No	-2.2	199.2	15	89.909	Si
1	-110	SLE QP 1	-1127	2029	-12457	No	-1.7	149.4	15	90.044	Si
2	-65	SLE RA 7	-20284	-264	-14594	No	-1.9	199.2	15	104.763	Si
2	-65	SLE QP 1	11059	-946	-11815	No	-1.6	149.4	15	96.012	Si
3	-20	SLE RA 4	27250	-68226	-13251	No	-4.3	199.2	15	46.017	Si
3	-20	SLE QP 1	20610	-45282	-11158	No	-3.2	149.4	15	47.015	Si
4	0	SLE RA 7	6748	49037	-8482	No	-3	199.2	15	67.441	Si
4	0	SLE QP 1	23514	29385	-7394	No	-2.1	149.4	15	71.074	Si
5	135	SLE RA 9	-58252	-8854	-5572	No	-1.2	199.2	15	171.732	Si
5	135	SLE QP 1	-8178	-1658	-4788	No	-0.7	149.4	15	217.575	Si
6	270	SLE RA 2	-11278	-58690	-3527	No	-2.7	199.2	15	73.627	Si
6	270	SLE QP 1	-8424	-34889	-2346	No	-1.6	149.4	15	90.917	Si

#### 8.5.1.3.11 Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2

Indice sezione	Quota	Comb.	MEd,x	MEd,y	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1	-110	SLE RA 8	-66386	4771	-13723	No	-22.6	3600	15	159.1	Si
2	-65	SLE RA 1	11059	-946	-11815	No	-21.8	3600	15	164.787	Si
3	-20	SLE RA 3	14745	-69731	-12591	No	-0.5	3600	15	7749.918	Si
4	0	SLE RA 6	-4307	46954	-7832	No	0.8	3600	15	4730.914	Si
5	135	SLE RA 8	-54081	-7559	-4993	No	-5.5	3600	15	659.906	Si
6	270	SLE RA 2	-11278	-58690	-3527	No	13.2	3600	15	273.17	Si

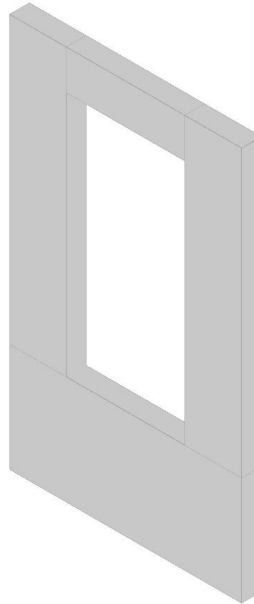
#### 8.5.1.3.12 Verifiche SLE fessurazione

Il nucleo non presenta apertura delle fessure.

#### 8.5.1.4 Parete longitudinale +x

##### 8.5.1.4.1 Dati della parete

##### Geometria



##### 8.5.1.5 Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 4500

Calcestruzzo: C32/40 Rck 400

##### 8.5.1.5.1 Livelli significativi

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Platea	-110	25
L2	Soletta	0	20
L3	Piano 1	290	20

##### 8.5.1.6 Verifica del nucleo N1

Nucleo con cerniera plastica a quota -110.

##### 8.5.1.6.1 Posizione delle sezioni di verifica

Indice sezione	Quota	Tipo
1	0	Soletta (estradosso);Si
2	135	interpiano
3	270	Piano 1 (intradosso);Si

##### 8.5.1.6.2 Sezioni lorde



##### 8.5.1.6.3 Ritegni all'instabilità

Quota ritegno	Tipo	$\beta$
0	Soletta (estradosso);Si	Automatico
280	Piano 1 (metà spessore);Si	Automatico

#### 8.5.1.6.4 Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4-§7.4.4.5.1

La struttura oppure parte di essa, è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per le combinazioni SLV, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Indice sezione	Quota	Comb.	MEd,x	MRd,x	MEd,y	MRd,y	NEd	NRd	c.s.	Verifica
1	0	SLU 36	4494	306340	9777	666476	-2454	-167286	68.171	Si
1	0	SLV 3	1367	5742	-39081	-164126	626	2628	4.2	Si
2	135	SLU 29	256	25862	8652	874389	-1825	-184485	101.065	Si
2	135	SLV 9	-169	-22154	5747	754195	-1310	-171857	131.223	Si
3	270	SLU 29	-5575	-300223	10383	559114	-635	-34174	53.848	Si
3	270	SLV 3	-3793	-190979	11040	555889	-531	-26761	50.351	Si

#### 8.5.1.6.5 Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4-§7.4.4.5.1

Indice sezione	Quota	Comb.	MEd,x	MRd,x	MEd,y	MRd,y	NEd	NRd	c.s.	Verifica
1	0	SLD 3	2111	55348	-17888	-468953	-466	-12213	26.215	Si
2	135	SLD 9	-73	-11280	4542	703874	-1140	-176730	154.984	Si
3	270	SLD 3	-2956	-225986	7354	562266	-408	-31218	76.456	Si

#### 8.5.1.6.6 Verifiche a taglio non dissipativa SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Indice sezione	Quota	d	bw	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
1	0	49.2	20	0.055	SLU 17	311	-1954	11954	4406	28956	23927	23927	2.5	0	76.942	Si
1	0	28.6	20	0.055	SLV 3	-695	626	-39081	3270	16669	13898	13898	2.5	3.016	20.002	Si
2	135	49.2	20	0.05	SLU 29	-225	-1825	8652	4390	28939	21752	21752	2.5	0	96.68	Si
2	135	49.2	20	0.05	SLV 3	-653	-885	3147	4269	28814	21752	21752	2.5	0	33.296	Si
3	270	49.2	20	0.039	SLU 8	-94	-225	2438	4184	28727	17091	17091	2.5	0	182.361	Si
3	270	39	20	0.039	SLV 3	413	-531	11040	3590	22819	13557	13557	2.5	1.699	32.837	Si

#### 8.5.1.6.7 Verifiche a taglio non dissipativa SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Indice sezione	Quota	d	bw	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
1	0	38.6	20	0.055	SLD 3	-296	-466	-17888	3555	22556	18767	18767	2.5	2.011	63.417	Si
2	135	49.2	20	0.05	SLD 3	-341	-956	3416	4278	28824	21752	21752	2.5	0	63.729	Si
3	270	49	20	0.039	SLD 1	203	-412	7324	4198	28656	17034	17034	2.5	0.85	83.892	Si

#### 8.5.1.6.8 Verifiche ad instabilità deviata SLU EN1992-1-1:2008 §5.8.8

Indice sezione	Quota	Quota ritegno inf.	Quota ritegno sup.	ΔH	SLU				SLV			
					βx	λx	βy	λy	βx	λx	βy	λy
1	0	0	280	280	1	48.497	1	16.869	1	48.497	1	16.869
2	135	0	280	280	1	48.497	1	16.869	1	48.497	1	16.869
3	270	0	280	280	1	48.497	1	16.869	1	48.497	1	16.869

Indice sezione	Quota	Comb.	λ,lim,x	λ,lim,y	MxEd	MOEd,x	M2,x	MEd,tot,x	MRd,x	MyEd	MOEd,y	M2,y	MEd,tot,y	MRd,y	NEd	NRd	c.s.	Verifica
1	0	SLU 36	234.743	234.743	4494	6784	0	6784	409570	9777	9777	0	9777	590235	-	-	60.373	Si
1	0	SLV 7	792.072	792.072	1384	1586	0	1586	35704	-	-14212	0	-14212	-	-216	-4853	22.518	Si



Indice sezione	Quota	Comb.	$\lambda_{lim,x}$	$\lambda_{lim,y}$	MxEd	M0Ed,x	M2,x	MEd,tot,x	MRd,x	MyEd	M0Ed,y	M2,y	MEd,tot,y	MRd,y	NEd	NRd	c.s.	Verifica
2	135	SLU 20	274.125	274.125	330	2009	0	2009	193668	8999	8999	0	8999	867338	-1799	-173446	96.387	Si
2	135	SLV 9	321.324	321.324	-169	-1391	0	-1391	-164909	5747	5747	0	5747	681297	-1310	-155246	118.54	Si
3	270	SLU 29	461.598	461.598	-5575	-6168	0	-6168	-272289	10383	10383	0	10383	458393	-635	-28017	44.148	Si
3	270	SLV 3	504.399	504.399	-3793	-4289	0	-4289	-178848	11040	11040	0	11040	460370	-531	-22163	41.699	Si

#### 8.5.1.6.9 Verifiche ad instabilità deviata SLD Resistenza EN1992-1-1:2008 §5.8.8

Indice sezione	Quota	Quota ritegno inf.	Quota ritegno sup.	$\Delta H$	$\beta_x$	$\lambda_x$	$\beta_y$	$\lambda_y$
1	0	0	280	280	1	48.497	1	16.869
2	135	0	280	280	1	48.497	1	16.869
3	270	0	280	280	1	48.497	1	16.869

Indice sezione	Quota	Comb.	$\lambda_{lim,x}$	$\lambda_{lim,y}$	MxEd	M0Ed,x	M2,x	MEd,tot,x	MRd,x	MyEd	M0Ed,y	M2,y	MEd,tot,y	MRd,y	NEd	NRd	c.s.	Verifica
1	0	SLD 3	538.759	538.759	2111	2546	0	2546	64320	-17888	-17888	0	-17888	-451904	-466	-11769	25.262	Si
2	135	SLD 9	344.358	344.358	-73	-1137	0	-1137	-158860	4542	4542	0	4542	634505	-1140	-159313	139.71	Si
3	270	SLD 3	575.474	575.474	-2956	-3337	0	-3337	-205776	7354	7354	0	7354	453511	-408	-25180	61.667	Si

#### 8.5.1.6.10 Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1

Indice sezione	Quota	Comb.	MEd,x	MEd,y	NEd	Sezione fessurata	$\sigma_c$	$\sigma_c$ limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1	0	SLE RA 8	3170	7499	-1705	No	-2.9	199.2	15	69.225	Si
1	0	SLE QP 1	2686	-1341	-1316	No	-1.9	149.4	15	78.972	Si
2	135	SLE RA 2	185	6316	-1347	No	-1.7	199.2	15	115.416	Si
2	135	SLE QP 1	1	3617	-1010	No	-1.2	149.4	15	128.551	Si
3	270	SLE RA 2	-4019	7489	-463	No	-2	199.2	15	99.81	Si
3	270	SLE QP 1	-2303	4477	-312	No	-1.2	149.4	15	124.884	Si

#### 8.5.1.6.11 Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2

Indice sezione	Quota	Comb.	MEd,x	MEd,y	NEd	Sezione fessurata	$\sigma_f$	$\sigma_f$ limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1	0	SLE RA 6	4230	3880	-1594	No	-7.2	3600	15	502.79	Si
2	135	SLE RA 1	1	3617	-1010	No	-9.3	3600	15	386.894	Si
3	270	SLE RA 2	-4019	7489	-463	No	9.6	3600	15	376.594	Si

#### 8.5.1.6.12 Verifiche SLE fessurazione

Il nucleo non presenta apertura delle fessure.

#### 8.5.1.7 Verifica del nucleo N2

Nucleo con cerniera plastica a quota 0.

#### 8.5.1.7.1 Posizione delle sezioni di verifica

Indice sezione	Quota	Tipo
1	0	Soletta (estradosso); Si
2	135	interpiano

Indice sezione	Quota	Tipo
3	270	Piano 1 (intradosso);Si

### 8.5.1.7.2 Sezioni lorde



### 8.5.1.7.3 Ritegni all'instabilità

Quota ritegno	Tipo	$\beta$
0	Soletta (estradosso);Si	Automatico
280	Piano 1 (metà spessore);Si	Automatico

### 8.5.1.7.4 Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4-§7.4.4.5.1

La struttura oppure parte di essa, è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per le combinazioni SLV, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Indice sezione	Quota	Comb.	MEd,x	MRd,x	MEd,y	MRd,y	NEd	NRd	c.s.	Verifica
1	0	SLU 34	5202	397006	11588	884343	-1589	-121303	76.318	Si
1	0	SLV 15	1363	5758	39093	165121	626	2643	4.224	Si
2	135	SLU 32	433	42470	-9468	-929041	-1846	-181162	98.12	Si
2	135	SLV 5	-169	-22174	-5745	-755133	-1309	-172113	131.437	Si
3	270	SLU 32	-6019	-279328	-11585	-537642	-686	-31820	46.407	Si
3	270	SLV 15	-3793	-179476	-11041	-522412	-532	-25153	47.316	Si

### 8.5.1.7.5 Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4-§7.4.4.5.1

Indice sezione	Quota	Comb.	MEd,x	MRd,x	MEd,y	MRd,y	NEd	NRd	c.s.	Verifica
1	0	SLD 15	2107	55353	17898	470099	-466	-12235	26.265	Si
2	135	SLD 5	-73	-11273	-4541	-704801	-1140	-176990	155.224	Si
3	270	SLD 15	-2956	-213548	-7355	-531369	-408	-29498	72.242	Si

### 8.5.1.7.6 Verifiche a taglio non dissipativa SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Indice sezione	Quota	d	bw	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg( $\theta$ )	Asl	c.s.	Verifica
1	0	39	20	0.055	SLU 8	266	-712	14623	3606	22816	18961	18961	2.5	2.011	71.205	Si
1	0	29	20	0.055	SLV 15	695	626	39093	3290	16903	14093	14093	2.5	3.016	20.272	Si
2	135	48.7	20	0.05	SLU 36	340	-1608	-7986	4336	28675	21575	21575	2.5	0	63.518	Si
2	135	48.7	20	0.05	SLV 15	653	-886	-3152	4244	28580	21575	21575	2.5	0	33.02	Si
3	270	48.5	20	0.039	SLU 36	-171	-606	-10123	4194	28404	16869	16869	2.5	0.85	98.576	Si
3	270	38.5	20	0.039	SLV 15	-413	-532	-11041	3559	22542	13392	13392	2.5	1.699	32.409	Si

### 8.5.1.7.7 Verifiche a taglio non dissipativa SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Indice sezione	Quota	d	bw	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg( $\theta$ )	Asl	c.s.	Verifica
1	0	39	20	0.055	SLD 15	296	-466	17898	3581	22790	18961	18961	2.5	2.011	64.026	Si
2	135	48.7	20	0.05	SLD 15	341	-956	-3418	4253	28589	21575	21575	2.5	0	63.201	Si
3	270	48.5	20	0.039	SLD 13	-203	-412	-7326	4170	28379	16869	16869	2.5	0.85	83.02	Si

8.5.1.7.8 Verifiche ad instabilità deviata SLU EN1992-1-1:2008 §5.8.8

Indice sezione	Quota	Quota ritegno inf.	Quota ritegno sup.	ΔH	SLU				SLV			
					β <sub>x</sub>	λ <sub>x</sub>	β <sub>y</sub>	λ <sub>y</sub>	β <sub>x</sub>	λ <sub>x</sub>	β <sub>y</sub>	λ <sub>y</sub>
1	0	0	280	280	1	48.497	1	16.869	1	48.497	1	16.869
2	135	0	280	280	1	48.497	1	16.869	1	48.497	1	16.869
3	270	0	280	280	1	48.497	1	16.869	1	48.497	1	16.869

Indice sezione	Quota	Comb.	λ <sub>lim,x</sub>	λ <sub>lim,y</sub>	MxEd	M0Ed,x	M2,x	MEd,tot,x	MRd,x	MyEd	M0Ed,y	M2,y	MEd,tot,y	MRd,y	NEd	NRd	c.s.	Verifica
1	0	SLU 34	291.675	291.675	5202	6685	0	6685	446153	11588	11588	0	11588	773296	-	-	66.735	Si
1	0	SLV 11	791.707	791.707	1380	1582	0	1582	35787	14217	14217	0	14217	321684	-216	-4881	22.626	Si
2	135	SLU 23	272.544	272.544	507	2206	0	2206	205087	-9815	-9815	0	-9815	-	-	-	92.983	Si
2	135	SLV 5	321.347	321.347	-169	-1391	0	-1391	-	-5745	-5745	0	-5745	-	-	-	118.721	Si
3	270	SLU 32	444.079	444.079	-6019	-6659	0	-6659	-	-	-11585	0	-11585	-	-686	-26640	38.852	Si
3	270	SLV 15	504.353	504.353	-3793	-4289	0	-4289	-	-	-11041	0	-11041	-	-532	-21100	39.692	Si


8.5.1.7.9 Verifiche ad instabilità deviata SLD Resistenza EN1992-1-1:2008 §5.8.8

Indice sezione	Quota	Quota ritegno inf.	Quota ritegno sup.	ΔH	β <sub>x</sub>	λ <sub>x</sub>	β <sub>y</sub>	λ <sub>y</sub>
1	0	0	280	280	1	48.497	1	16.869
2	135	0	280	280	1	48.497	1	16.869
3	270	0	280	280	1	48.497	1	16.869

Indice sezione	Quota	Comb.	λ <sub>lim,x</sub>	λ <sub>lim,y</sub>	MxEd	M0Ed,x	M2,x	MEd,tot,x	MRd,x	MyEd	M0Ed,y	M2,y	MEd,tot,y	MRd,y	NEd	NRd	c.s.	Verifica
1	0	SLD 15	538.774	538.774	2107	2542	0	2542	64356	17898	17898	0	17898	453084	-466	-11792	25.315	Si
2	135	SLD 5	344.371	344.371	-73	-1137	0	-1137	-	-4541	-4541	0	-4541	-	-	-	139.911	Si
3	270	SLD 15	575.467	575.467	-2956	-3337	0	-3337	-	-7355	-7355	0	-7355	-	-408	-24170	59.193	Si

8.5.1.7.10 Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1

Indice sezione	Quota	Comb.	MEd,x	MEd,y	NEd	Sezione fessurata	σ <sub>c</sub>	σ <sub>c</sub> limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1	0	SLE RA 7	3623	7913	-1220	No	-2.6	199.2	15	75.97	Si
1	0	SLE QP 1	2682	1349	-1316	No	-1.9	149.4	15	78.941	Si
2	135	SLE RA 5	303	-6861	-1361	No	-1.8	199.2	15	109.857	Si
2	135	SLE QP 1	2	-3616	-1010	No	-1.2	149.4	15	128.683	Si
3	270	SLE RA 5	-4315	-8291	-497	No	-2.2	199.2	15	89.639	Si
3	270	SLE QP 1	-2303	-4479	-312	No	-1.2	149.4	15	121.549	Si

	<b>Cod 059_FV_BGR_00081</b>	Pagina 60 / 136
		Numero Revisione
		00

#### 8.5.1.7.11 Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2

Indice sezione	Quota	Comb.	MEd,x	MEd,y	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1	0	SLE RA 8	2198	10190	-928	No	2.6	3600	15	1369.439	Si
2	135	SLE RA 8	198	-4522	-1033	No	-8.5	3600	15	423.711	Si
3	270	SLE RA 5	-4315	-8291	-497	No	10.8	3600	15	333.093	Si

#### 8.5.1.7.12 Verifiche SLE fessurazione

Il nucleo non presenta apertura delle fessure.

### 8.5.2 Verifica delle piastre

Le solette sono armate con barre  $\varnothing 8/20$  verticali e orizzontali, in corrispondenza degli spigoli delle pareti sono presenti barre  $\varnothing 12$ .

#### Significato dei simboli utilizzati:

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [m, kN] ove non espressamente specificato.

**Nodo:** indice del nodo di verifica.

**Dir.:** direzione della sezione di verifica.

**B:** base della sezione rettangolare di verifica. [m]

**H:** altezza della sezione rettangolare di verifica. [m]

**A. sup.:** area barre armatura superiori. [m<sup>2</sup>]

**C. sup.:** distanza media delle barre superiori dal bordo superiore della sezione. [m]

**A. inf.:** area barre armatura inferiori. [m<sup>2</sup>]

**C. inf.:** distanza media delle barre inferiori dal bordo inferiore della sezione. [m]

**Comb.:** combinazione di verifica.

**M:** momento flettente. [kN\*m]

**N:** sforzo normale. [kN]

**Mu:** momento flettente ultimo. [kN\*m]

**Nu:** sforzo normale ultimo. [kN]

**c.s.:** coefficiente di sicurezza.

**Verifica:** stato di verifica.

**$\sigma_c$ :** tensione nel calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]

**$\sigma_{lim}$ :** tensione limite. [kN/m<sup>2</sup>]

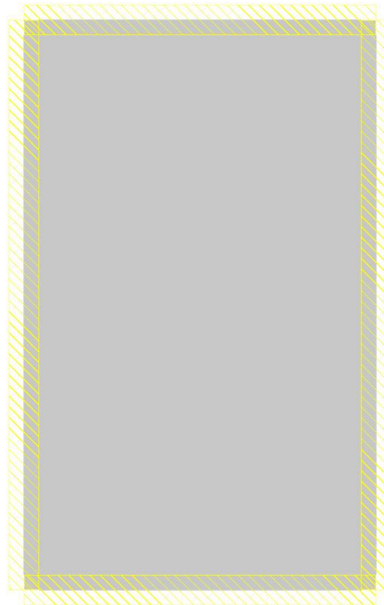
**Es/Ec:** coefficiente di omogenizzazione.

**$\sigma_f$ :** tensione nell'acciaio d'armatura. [kN/m<sup>2</sup>]

#### 8.5.2.1 Copertura

##### 8.5.2.1.1 Dati della piastra

##### Geometria



#### 8.5.2.2 Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 4500

Calcestruzzo: C32/40 Rck 400

#### 8.5.2.3 Sistema di riferimento e direzioni di armatura

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (0; 0; 290), direzione dell'asse X = (1; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 1; 0).

Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento.

#### 8.5.2.4 Verifiche nei nodi

##### 8.5.2.4.1 Verifiche SLU flessione nei nodi

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per le combinazioni SLV, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
402	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLU 32	-38734	0	-179619	0	4.6373	Si
410	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLU 32	-38600	0	-179619	0	4.6534	Si
393	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLU 32	-38376	0	-179619	0	4.6805	Si
385	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLU 32	-38161	0	-179619	0	4.7068	Si
417	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLU 29	-37434	0	-179619	0	4.7982	Si

##### 8.5.2.4.2 Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
402	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLD 3	-16831	0	-154158	0	9.159	Si
409	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLD 15	-16831	0	-154158	0	9.1591	Si
410	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLD 7	-16811	0	-154158	0	9.1701	Si
417	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLD 11	-16811	0	-154158	0	9.1703	Si

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
385	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLD 1	-16625	0	-154158	0	9.2728	Si

#### 8.5.2.4.3 Verifiche SLU taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrvc	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
393	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	0	0	SLU 32	1199	0	9469	9469	0	48461	2.5	2.513	7.8988	Si
402	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	0	0	SLU 32	1182	0	9469	9469	0	48461	2.5	2.513	8.0128	Si
400	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	0	0	SLU 29	-1180	0	9469	9469	0	48461	2.5	2.513	8.0251	Si
394	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	0	0	SLU 32	1165	0	9469	9469	0	48461	2.5	2.513	8.1298	Si
409	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	0	0	SLU 29	-1162	0	9469	9469	0	48461	2.5	2.513	8.1455	Si

#### 8.5.2.4.4 Verifiche SLD Resistenza taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrvc	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
400	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	0	0	SLD 13	-490	0	10237	10237	0	48461	2.5	2.513	20.8715	Si
393	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	0	0	SLD 1	490	0	10237	10237	0	48461	2.5	2.513	20.8717	Si
409	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	0	0	SLD 3	-485	0	10237	10237	0	48461	2.5	2.513	21.1023	Si
402	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	0	0	SLD 15	485	0	10237	10237	0	48461	2.5	2.513	21.1023	Si
399	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	0	0	SLD 13	-476	0	10237	10237	0	48461	2.5	2.513	21.4893	Si

#### 8.5.2.4.5 Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σc	σlim	Es/Ec	Verifica
402	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLE RA 5	-27746	0	-4	199.2	15	Si
410	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLE RA 5	-27679	0	-4	199.2	15	Si
393	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLE RA 5	-27483	0	-3.9	199.2	15	Si
385	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLE RA 5	-27350	0	-3.9	199.2	15	Si
417	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLE RA 2	-26902	0	-3.8	199.2	15	Si

#### 8.5.2.4.6 Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σf	σlim	Es/Ec	Verifica
402	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLE RA 5	-27746	0	39.3	3600	15	Si
410	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLE RA 5	-27679	0	39.2	3600	15	Si
393	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLE RA 5	-27483	0	38.9	3600	15	Si
385	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLE RA 5	-27350	0	38.7	3600	15	Si
417	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLE RA 2	-26902	0	38.1	3600	15	Si

#### 8.5.2.4.7 Verifiche SLE fessurazione nei nodi

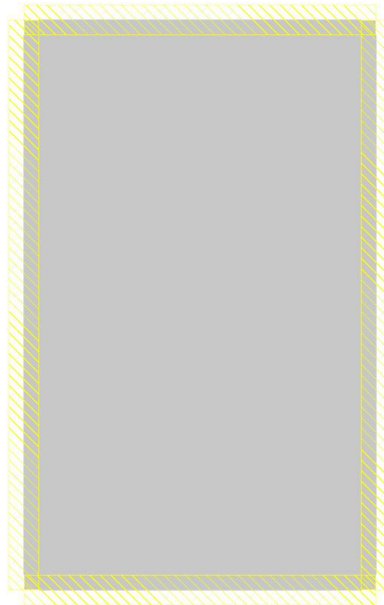
La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

#### 8.5.2.5 Pavimento

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

##### 8.5.2.5.1 Dati della piastra

##### Geometria



#### 8.5.2.6 Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 4500

Calcestruzzo: C32/40 Rck 400

#### 8.5.2.7 Sistema di riferimento e direzioni di armatura

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (0; 0; 0), direzione dell'asse X = (1; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 1; 0).

Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento.

#### 8.5.2.8 Verifiche nei nodi

##### 8.5.2.8.1 Verifiche SLU flessione nei nodi

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per le combinazioni SLV, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
137	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLU 34	-80775	0	-179619	0	2.2237	Si
146	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLU 34	-80435	0	-179619	0	2.2331	Si
130	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLU 31	-78342	0	-179619	0	2.2927	Si
139	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLU 31	-78088	0	-179619	0	2.3002	Si
129	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLU 34	-76112	0	-179619	0	2.3599	Si

##### 8.5.2.8.2 Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
130	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLD 3	-39089	0	-154158	0	3.9438	Si
137	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLD 15	-39084	0	-154158	0	3.9443	Si
139	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLD 1	-38813	0	-154158	0	3.9718	Si
146	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLD 13	-38810	0	-154158	0	3.9721	Si

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
122	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLD 3	-36931	0	-154158	0	4.1742	Si

#### 8.5.2.8.3 Verifiche SLU taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrvc	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
137	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	0	0	SLU 34	-2070	0	9469	9469	0	48461	2.5	2.513	4.5752	Si
146	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	0	0	SLU 34	-2061	0	9469	9469	0	48461	2.5	2.513	4.5949	Si
130	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	0	0	SLU 31	2045	0	9469	9469	0	48461	2.5	2.513	4.6291	Si
139	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	0	0	SLU 31	2037	0	9469	9469	0	48461	2.5	2.513	4.6489	Si
136	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	0	0	SLU 34	-2011	0	9469	9469	0	48461	2.5	2.513	4.7095	Si

#### 8.5.2.8.4 Verifiche SLD Resistenza taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrvc	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
130	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	0	0	SLD 1	975	0	10237	10237	0	48461	2.5	2.513	10.502	Si
137	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	0	0	SLD 13	-974	0	10237	10237	0	48461	2.5	2.513	10.5053	Si
139	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	0	0	SLD 1	970	0	10237	10237	0	48461	2.5	2.513	10.5503	Si
146	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	0	0	SLD 13	-970	0	10237	10237	0	48461	2.5	2.513	10.5518	Si
131	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	0	0	SLD 1	947	0	10237	10237	0	48461	2.5	2.513	10.8095	Si

#### 8.5.2.8.5 Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σc	σlim	Es/Ec	Verifica
137	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLE RA 7	-56407	0	-8.1	199.2	15	Si
146	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLE RA 7	-56168	0	-8	199.2	15	Si
130	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLE RA 4	-54786	0	-7.8	199.2	15	Si
139	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLE RA 4	-54603	0	-7.8	199.2	15	Si
129	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLE RA 7	-53143	0	-7.6	199.2	15	Si

#### 8.5.2.8.6 Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σf	σlim	Es/Ec	Verifica
137	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLE RA 7	-56407	0	79.8	3600	15	Si
146	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLE RA 7	-56168	0	79.5	3600	15	Si
130	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLE RA 4	-54786	0	77.5	3600	15	Si
139	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLE RA 4	-54603	0	77.3	3600	15	Si
129	Y	100	20	2.51	3.4	2.51	3.4	SLE RA 7	-53143	0	75.2	3600	15	Si

#### 8.5.2.8.7 Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.



### 8.5.3 Verifica geotecnica e delle fondazioni

La verifica geotecnica e delle fondazioni è svolta con un modello di calcolo che vede modellata la platea su suolo alla Winkler. Il modulo di reazione è assunto pari a  $1 \text{ daN/cm}^3$ , si è svolta una analisi statica lineare con elementi non lineari (le molle).

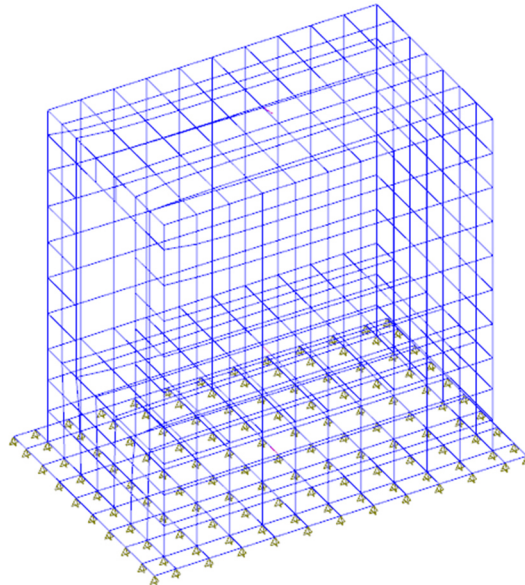


Figura 22: Vista del modello completo di platea di fondazione

Si presentano le massime compressioni riscontrate in combinazioni statiche e sismiche.

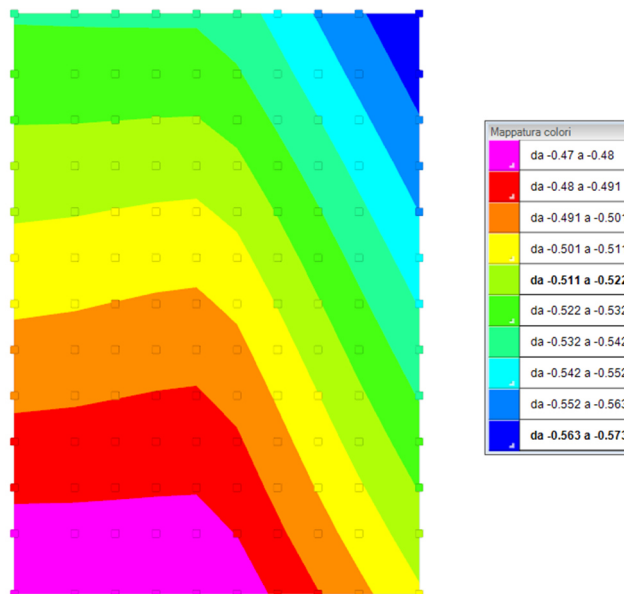


Figura 23: Massime compressioni, fam. SLU

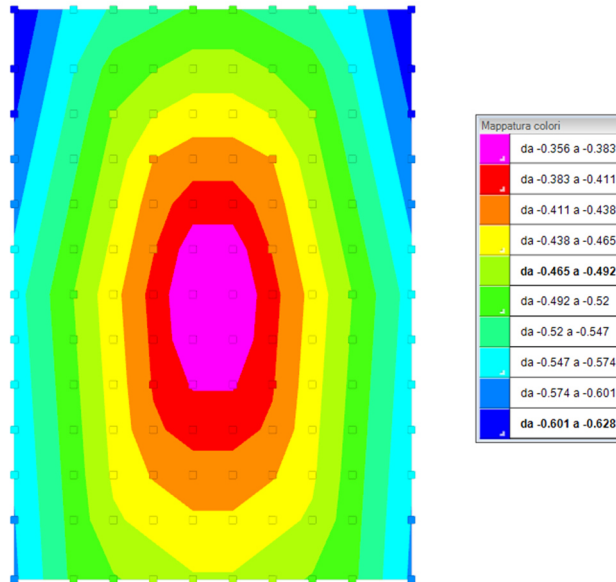


Figura 24: Massime compressioni, fam. SLV

### 8.5.3.1 Verifica geotecnica

La verifica della portanza è riferita, a favore della sicurezza, in condizioni sismiche e alla coesione non drenata  $c_u=25\text{kPa}$  stimata, in assenza di prove puntuali sul terreno, tra le CPT 07 bis e CPT11 bis e agli strati di terreno sottostanti quello di posa. Con riferimento alla formulazione di Meyerhof, risulta:

#### PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO

Peso dell'unità di volume del terreno di fondazione	$\gamma$	18,0 kN/m <sup>3</sup>
Peso saturo dell'unità di volume del terreno di fondazione	$\gamma'$	21,0 kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno caratteristico	$\phi_k$	0 °
Coesione	c	25,00 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di spinta passiva	$K_p$	1,00
Peso dell'unità di volume del terreno di riporto	$\gamma_r$	18,0 kN/m <sup>3</sup>

#### APPROCCIO DI CALCOLO ADOTTATO

A1+M1+R3

Azioni permanenti (sfav./fav.)	$\gamma_{G1}$	1.3/1.0
Azioni permanenti non strutturali (sfav./fav.)	$\gamma_{G2}$	1.5/0.0
Azioni accidentali (sfav./fav.)	$\gamma_Q$	1.5/0.0
Coefficienti parziali per i valori caratteristici del terreno (M)		
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\gamma_\phi$	1,00
Coesione efficace/resistenza non drenata	$\gamma_c=\gamma_{cu}$	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1,00

**PARAMETRI GEOMETRICI DELLA FONDAZIONE**

Larghezza della fondazione	B	2,85 m
Lunghezza della fondazione	L	4,30 m
Eccentricità in larghezza	$e_x$	0,49 m
Eccentricità in lunghezza	$e_y$	0,02 m
Approfondimento piano di posa	D	2,00 m
Angolo di inclinazione del carico	i	10,00 °
Larghezza efficace della fondazione	B'	2,45 m
Lunghezza efficace della fondazione	L'	4,44 m

**COEFFICIENTI DI CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE**

Fattori adimensionali di capacità portante		
$N_c = (N_q - 1) \cotg(\varphi)$	$N_c$	5,14
$N_q = e^{(\pi \cdot \tan \varphi)} \cdot \tan^2(45^\circ + \varphi/2)$	$N_q$	1,00
$N_\gamma = (N_q - 1) \cdot \tan(1.4 \cdot \varphi)$	$N_\gamma$	0,00
Fattori adimensionali correttivi di forma della fondazione		
$s_c = 1 + 0.2 \cdot K_p \cdot (B/L)$	$s_c$	1,14
$s_\gamma = s_q = 1 + 0.1 \cdot K_p \cdot (B/L)$	$s_\gamma = s_q$	1,00
Fattori adimensionali correttivi di profondità		
$d_c = 1 + 0.2 \cdot K_p^{0.5} \cdot (D/B)$	$d_c$	1,12
$d_\gamma = d_q = 1 + 0.1 \cdot K_p^{0.5} \cdot (D/B)$	$d_\gamma = d_q$	1,06
Fattori adimensionali correttivi dell'inclinazione del carico		
$i_q = i_c = (1 - i/90)^2$	$i_q = i_c$	0,79
$i_\gamma = (1 - i/\varphi)^2$	$i_\gamma$	0,00

**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE**

Calcolo della capacità portante limite con falda a quota d'imposta della fondazione		
$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c / \gamma_c + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma / \gamma_\gamma + \gamma_r \cdot D \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q / \gamma_q$	$q_{lim}$	1,62 daN/cm <sup>2</sup>
Coefficiente di sicurezza $\gamma_R$ dell'approccio adottato	$\gamma_R$ (R3)	2,30

<b>Capacità portante ammissibile</b>	<b><math>q_{amm}</math></b>	<b>0,70 daN/cm<sup>2</sup></b>
--------------------------------------	-----------------------------	--------------------------------

Le verifiche geotecniche, sulla base delle assunzioni da confermare in fase esecutiva, sono soddisfatte: le tensioni massime in contesto statico e sismico sono compatibili con il valore ammissibile.

### 8.5.3.2 Verifica delle fondazioni

Si presentano le sollecitazioni riscontrate sugli elementi di fondazione.

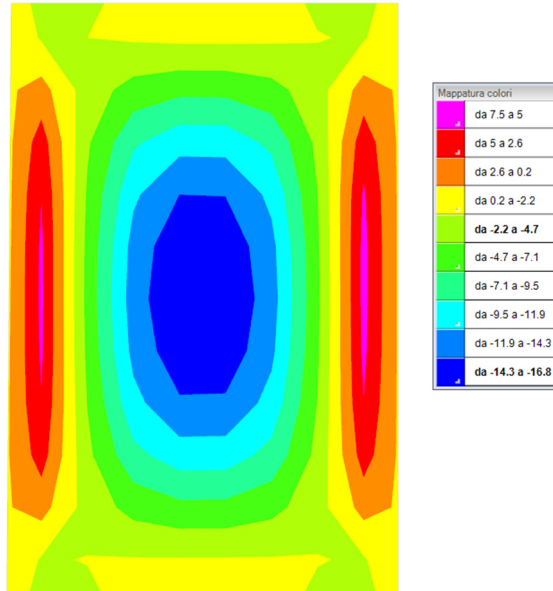


Figura 25: Momenti  $M_{xx}$  sulla platea, comb. SLU 30

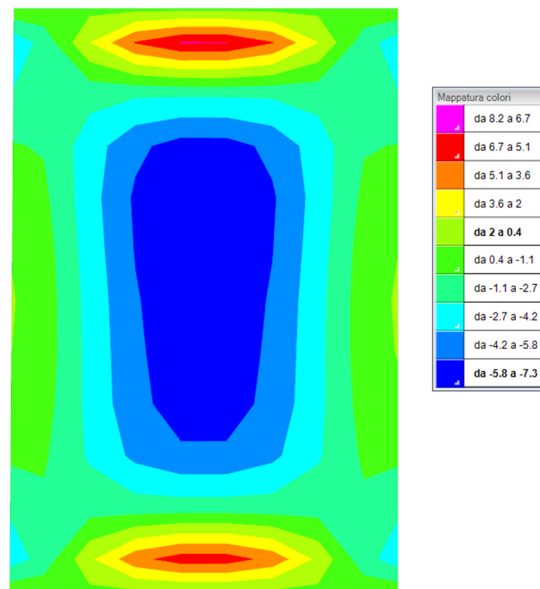


Figura 26: Momenti  $M_{yy}$  sulla platea, comb. SLU 30

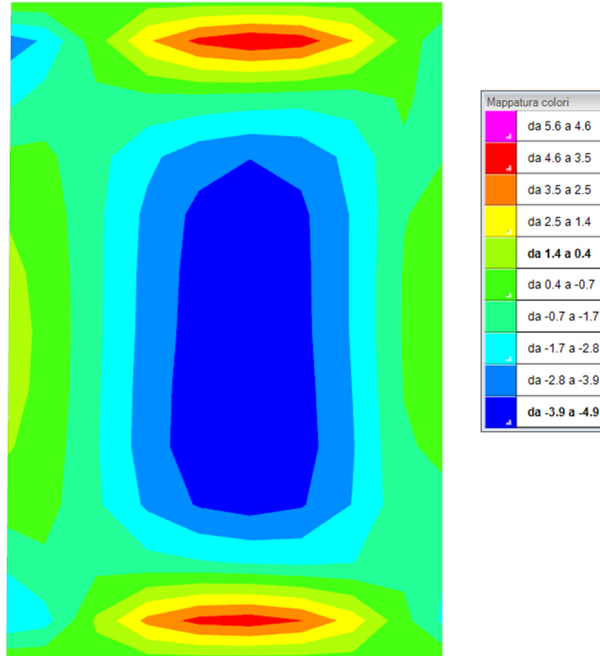


Figura 27: Momenti  $M_{xx}$  sulla platea, comb. SLV 13

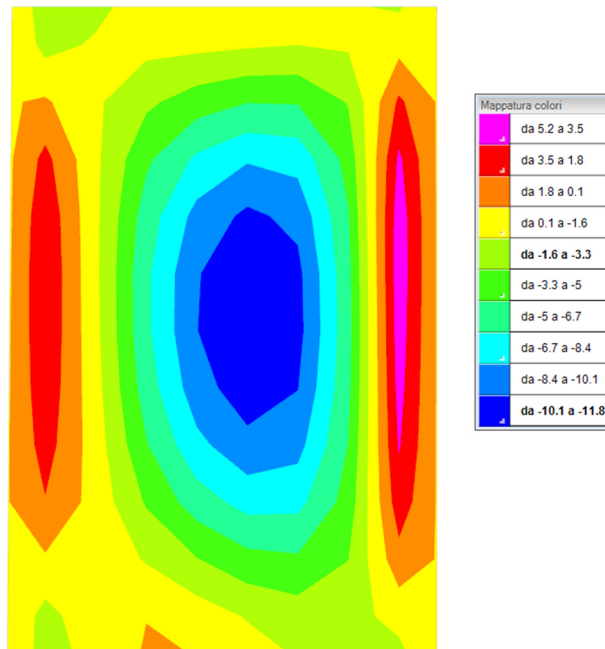


Figura 28: Momenti  $M_{yy}$  sulla platea, comb. SLV 3

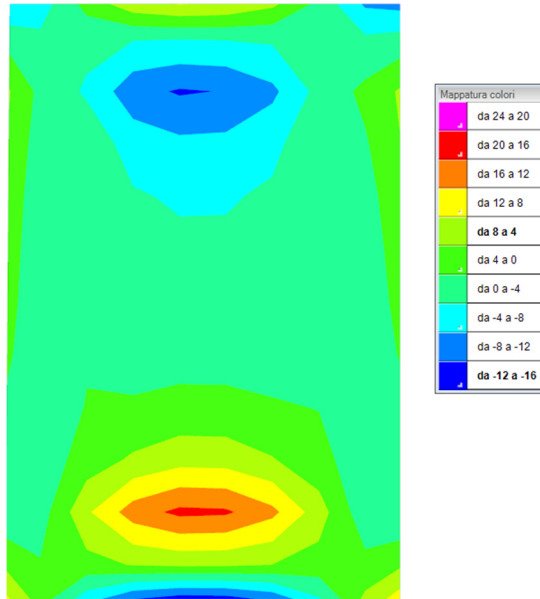


Figura 29: Taglio Vx sulla platea, comb. SLV 5

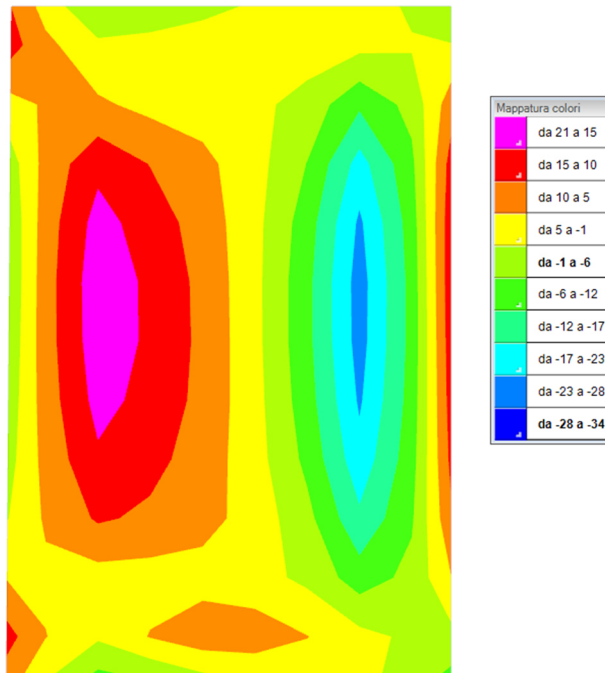
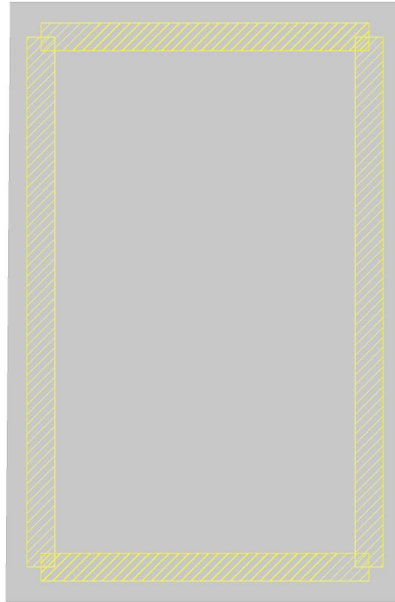


Figura 30: Taglio Vy sulla platea, comb. SLV 15

### 8.5.3.2.1 Dati della piastra

#### *Geometria*



#### *Caratteristiche dei materiali*

Acciaio: B450C Fyk 4500

Calcestruzzo: C32/40 Rck 400

#### *Sistema di riferimento e direzioni di armatura*

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (-25; -25; -120), direzione dell'asse X = (1; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 1; 0).

Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento.

### 8.5.3.3 Verifiche nei nodi

#### *Verifiche SLU flessione nei nodi*

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per le combinazioni SLV, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
67	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	SLU 34	-176362	0	-582876	0	3.305	si
66	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	SLU 31	-175978	0	-582876	0	3.3122	si
76	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	SLU 31	-172764	0	-582876	0	3.3738	si
77	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	SLU 34	-172482	0	-582876	0	3.3793	si
56	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	SLU 34	-172418	0	-582876	0	3.3806	si

#### *Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi*

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
66	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	SLD 3	-115707	0	-531654	0	4.5948	Si
67	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	SLD 15	-114337	0	-531654	0	4.6499	Si
55	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	SLD 1	-113931	0	-531654	0	4.6665	Si
56	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	SLD 13	-112680	0	-531654	0	4.7183	Si
76	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	SLD 3	-112495	0	-531654	0	4.726	Si

*Verifiche SLU taglio nei nodi*

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
70	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	0	0	SLU 34	4273	0	16898	16898	0	106555	2.5	3.927	3.9545	Si
69	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	0	0	SLU 34	4273	0	16898	16898	0	106555	2.5	3.927	3.9545	Si
79	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	0	0	SLU 34	4203	0	16898	16898	0	106555	2.5	3.927	4.0206	Si
80	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	0	0	SLU 34	4203	0	16898	16898	0	106555	2.5	3.927	4.0206	Si
63	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	0	0	SLU 31	-4160	0	16898	16898	0	106555	2.5	3.927	4.0617	Si

*Verifiche SLD Resistenza taglio nei nodi*

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
63	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	0	0	SLD 3	-2930	0	17477	17477	0	106555	2.5	3.927	5.965	Si
64	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	0	0	SLD 3	-2930	0	17477	17477	0	106555	2.5	3.927	5.965	Si
73	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	0	0	SLD 3	-2914	0	17477	17477	0	106555	2.5	3.927	5.9984	Si
74	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	0	0	SLD 3	-2914	0	17477	17477	0	106555	2.5	3.927	5.9984	Si
70	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	0	0	SLD 13	2910	0	17477	17477	0	106555	2.5	3.927	6.0055	Si

*Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi*

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	oc	olim	Es/Ec	Verifica
66	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	SLE QP 1	-111280	0	-3.9	149.4	15	Si
67	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	SLE QP 1	-110891	0	-3.9	149.4	15	Si
76	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	SLE QP 1	-109350	0	-3.9	149.4	15	Si
77	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	SLE QP 1	-109008	0	-3.9	149.4	15	Si
55	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	SLE QP 1	-108437	0	-3.8	149.4	15	Si


*Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi*

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	of	olim	Es/Ec	Verifica
67	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	SLE RA 7	-129880	0	56.9	3600	15	Si
66	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	SLE RA 4	-129667	0	56.8	3600	15	Si
76	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	SLE RA 4	-127317	0	55.7	3600	15	Si
77	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	SLE RA 7	-127090	0	55.6	3600	15	Si
56	Y	100	40	3.93	3.5	3.93	3.5	SLE RA 7	-126932	0	55.6	3600	15	Si

*Verifiche SLE fessurazione nei nodi*

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.



	<b>Cod 059_FV_BGR_00081</b>	Pagina 73 / 136
		Numero Revisione
		00

## 9. VERIFICA ATTRAVERSAMENTI LUNGO S.P. 91

### 9.1 Premessa

Per l'accesso ai campi fotovoltaici è prevista la sostituzione degli attuali ponticelli con nuovi attraversamenti, di larghezza utile 6,0 m, provvisti di dispositivi di ritenuta tipo H2 Bordo Ponte. L'attraversamento è parzialmente prefabbricato, si prevede infatti la posa di 3 elementi di tubazione armata dim. 350x200, sul cui estradosso si realizza una soletta in c.a. dello spessore di 20 cm. Il prefabbricato risulta certificato per sovraccarico stradale con ricoprimento variabile da 10 a 300 cm, conseguentemente di seguito si presenta la sola verifica dei muri laterali al sovraccarico del traffico di 20 kN/m<sup>2</sup>, tenuto conto del vincolo sommitale offerto dalla soletta. La verifica dell'elemento è svolta con Max, programma della Aztec informatica di Cosenza.



### 9.2 Richiami teorici

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale

Se il muro è in calcestruzzo armato: Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

Se il muro è a gravità: Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione e verifica in diverse sezioni al ribaltamento, allo scorrimento ed allo schiacciamento.

#### Calcolo della spinta sul muro

#### *Valori caratteristici e valori di calcolo*

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali  $\gamma$ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

### Metodo di Mononobe-Okabe

Il metodo di Mononobe-Okabe adotta le stesse ipotesi della teoria di Coulomb: un cuneo di spinta a monte del muro che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea. Mette in conto inoltre l'inerzia sismica del cuneo in direzione orizzontale e verticale. Dall'equilibrio del cuneo si ricava la spinta che il terreno esercita sull'opera di sostegno in condizioni sismiche. Viene messo in conto, come nella teoria di Coulomb, l'esistenza dell'attrito fra il terreno e il paramento del muro, e quindi la retta di spinta risulta inclinata rispetto alla normale al paramento stesso di un angolo di attrito terra-muro.

L'espressione della spinta totale (statica più sismica) esercitata da un terrapieno, di peso di volume  $\gamma$ , su una parete di altezza  $H$ , risulta espressa secondo la teoria di Mononobe-Okabe dalla seguente relazione

$$S = \frac{1}{2} (1 \mp k_v) \gamma H^2 K_a$$

$K_a$  rappresenta il coefficiente di spinta attiva espresso da

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \varphi - \theta)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta - \theta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta - \theta)}{\sin(\alpha - \delta - \theta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

L'angolo  $\theta$  è legato al coefficiente sismico dalla seguente espressione

$$\tan \theta = \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

dove  $k_h$  e  $k_v$  rappresentano in coefficiente di intensità sismica orizzontale e verticale.

Nel caso in cui il terrapieno sia gravato di un sovraccarico uniforme  $Q$  l'espressione della pressione e della spinta diventano

$$\sigma_a = (\gamma z + q) k_a$$

$$S = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$$

Al carico  $Q$  corrisponde un diagramma delle pressioni rettangolare con risultante applicata a  $1/2H$ .

Nel caso di terreno dotato di coesione  $c$  l'espressione della pressione esercitata sulla parete, alla generica profondità  $z$ , diventa

$$\sigma_a = \gamma z K_a - 2c \sqrt{K_a}$$

Al diagramma triangolare, espresso dal termine  $\gamma z K_a$ , si sottrae il diagramma rettangolare legato al termine con la coesione. La pressione  $\sigma_a$  risulta negativa per valori di  $z$  minori di

$$h_c = \frac{2c}{\gamma \sqrt{K_a}}$$

La grandezza  $h_c$  è detta altezza critica e rappresenta la profondità di potenziale frattura del terreno. E' chiaro che se l'altezza della parete è inferiore ad  $h_c$  non abbiamo nessuna spinta sulla parete.

### *Spinta in presenza di falda*

Nel caso in cui a monte del muro sia presente la falda il diagramma delle pressioni sul muro risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento

$$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

dove  $\gamma_{\text{sat}}$  è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e  $\gamma_w$  è il peso specifico dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

### *Spinta in presenza di sisma*

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente. Detta  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta \quad \beta' = \beta + \theta$$

dove  $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$  essendo  $k_h$  il coefficiente sismico orizzontale e  $k_v$  il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di  $k_h$ .

In presenza di falda a monte,  $\theta$  assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctan\left(\frac{\gamma_{\text{sat}}}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctan\left(\frac{\gamma}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

Detta  $S$  la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente  $A$  vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2 \beta \cos \theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente  $A$  si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di  $\theta$ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente  $A$  viene posto pari a 1. Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico. Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{iH} = k_h W \quad F_{iV} = \pm k_v W$$

dove  $W$  è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

### Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante  $M_r$ ) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante  $M_s$ ) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto  $M_s/M_r$  sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_r$ . Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza:

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante  $M_r$  è dato dalla componente orizzontale della spinta  $S$ , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro  $\delta$  è positivo, ribaltante se  $\delta$  è negativo.  $\delta$  è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

### Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento  $F_r$  e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro  $F_s$  risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_s$

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella  $F_s$  sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta  $N$  la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_f$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \tan \delta_f + c_a B_r$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione,  $\delta_f$ , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di  $\delta_f$  pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

### Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a  $\eta_q$ . Cioè, detto  $Q_u$ , il carico limite ed  $R$  la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$q_u = cN_c s_c d_c i_c + qN_q s_q d_q i_q + 0.5B\gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In questa espressione:

- c coesione del terreno in fondazione
- $\phi$  angolo di attrito del terreno in fondazione
- $\gamma$  peso di volume del terreno in fondazione
- B larghezza della fondazione
- D profondità del piano di posa
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa
- N fattori di capacità portante
- d fattori di profondità del piano di posa
- i fattori di inclinazione del carico

Fattori di capacità portante		$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	$N_q = e^{\pi \tan \phi} K_p$	$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\phi)$
Fattori di forma	$\phi = 0$	$s_c = 1 + 0.2K_p \frac{B'}{L'}$	$s_q = 1$	$s_\gamma = 1$
	$\phi > 0$	$s_c = 1 + 0.2K_p \frac{B'}{L'}$	$s_q = 1 + 0.1K_p \frac{B'}{L'}$	$s_\gamma = 1 + 0.1K_p \frac{B'}{L'}$
Fattori di profondità	$\phi = 0$	$d_c = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_q = 1$	$d_\gamma = 1$
	$\phi > 0$	$d_c = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_q = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$
Fattori di inclinazione del carico	$\phi = 0$	$i_c = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_q = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_\gamma = 0$
	$\phi > 0$	$i_c = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_q = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ}\right)^2$

Indichiamo con  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

#### Riduzione per eccentricità del carico

Nel caso in cui il carico al piano di posa della fondazione risulta eccentrico, Meyerhof propone di moltiplicare la capacità portante ultima per un fattore correttivo  $R_e$

$R_e = 1.0 - 2.0 \frac{e}{B}$	per terreni coesivi
$R_e = 1.0 - \sqrt{\frac{e}{B}}$	per terreni incoerenti

con  $e$  eccentricità del carico e  $B$  la dimensione minore della fondazione.

#### Riduzione per effetto piastra

Per valori elevati di  $B$  (dimensione minore della fondazione), Bowles propone di utilizzare un fattore correttivo  $r_\gamma$  del solo termine sul peso di volume ( $0.5 B \gamma N_\gamma$ ) quando  $B$  supera i 2 m.

$$r_\gamma = 1.0 + 0.25 \log \frac{B}{2.0}$$

Il termine sul peso di volume diventa:

$$0.5 B \gamma N_\gamma r_\gamma$$

#### Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a  $\eta_g$ .

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 25.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_{i=0}^n \left[ \frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \varphi_i}{m} \right]}{\sum_{i=0}^n W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine  $m$  è espresso da

$$m = \left( 1 + \frac{\tan \varphi_i \tan \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

In questa espressione  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i$ -esima rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i$ -esima,  $c_i$  e  $\phi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed  $u_i$  è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine  $m$  che è funzione di  $\eta$ . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per  $\eta$  da inserire nell'espressione di  $m$  ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

## 9.3 Impostazione dell'analisi

### 9.3.1 Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<u>Calcestruzzo armato</u>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
$R_{ck}$	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

#### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$ [kN/mc]	$R_{ck}$ [kPa]	E [kPa]	$\nu$	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24,5170	40000	33642649	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24,5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50

#### Acciai

Descr	$f_{yk}$ [kPa]	$f_{uk}$ [kPa]
B450C	450000	540000

### 9.3.2 Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0,00	-0,20	0.000
2	8,00	-0,20	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

### 9.3.3 Falda

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n° numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-5,00	-2,80	0.000
2	10,00	-2,80	0.000

### 9.3.4 Geometria muro

#### Geometria paramento e fondazione

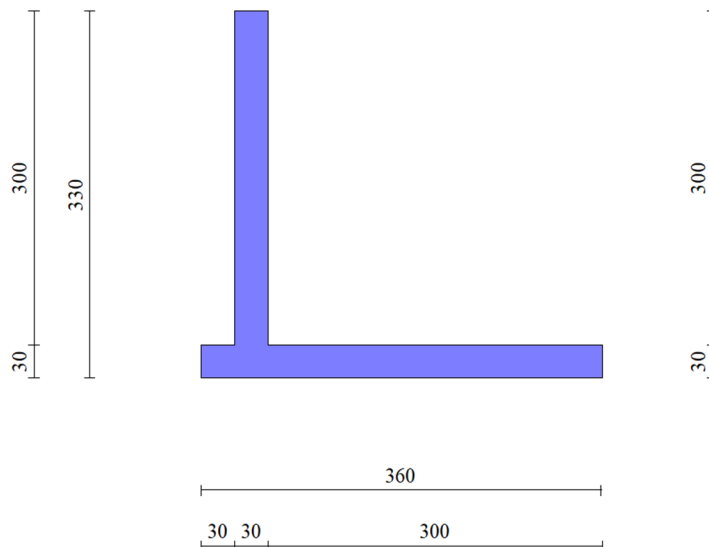
Lunghezza muro 10,00 [m]

#### Paramento

Materiale C32/40  
Altezza paramento 3,00 [m]  
Altezza paramento libero 2,70 [m]  
Spessore in sommità 0,30 [m]  
Spessore all'attacco con la fondazione 0,30 [m]  
Inclinazione paramento esterno 0,00 [°]  
Inclinazione paramento interno 0,00 [°]

#### Fondazione

Materiale C32/40  
Lunghezza mensola di valle 0,30 [m]  
Lunghezza mensola di monte 3,00 [m]  
Lunghezza totale 3,60 [m]  
Inclinazione piano di posa 0,00 [°]  
Spessore 0,30 [m]  
Spessore magrone 0,00 [m]





### 9.3.5 Vincoli

#### Simbologia adottata

n°	indice del vincolo
X, Y	Posizione del vincolo sul muro, espressa in [m]
Vx, Vy	Vincolo alla traslazione orizzontale e verticale (Rigido o Elastico)
Kx, Ky	Rigidezza del vincolo elastico, espressa in [kg/cm]
Dir	Direzione reazione vincolo

n°	X [m]	Y [m]	Vx	Kx [kg/cm]	Dir	Vy	Ky [kg/cm]	Dir
1	0,00	-0,40	Rigido	--	Entrambe	Libero	--	--

### 9.3.6 Descrizione terreni

#### Parametri di resistenza

#### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
ca	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
$\tau_l$	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	$\tau_l$ [kPa]
1	Ripporto	18,0000	20,0000	30.000	20.000	0	0	---	---
2	Argilla e limo argilloso	18,0000	20,0000	0.000	0.000	30	30	---	---
3	Argilla torbosa	18,0000	30,0000	0.000	0.000	9	9	---	---

### 9.3.7 Stratigrafia

#### Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
$\alpha$	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Per calcolo pali (solo se presenti)	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kst<sub>sta</sub>, Kst<sub>sis</sub> Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kwt [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ks	Cesp	Kst <sub>sta</sub>	Kst <sub>sis</sub>
1	3,00	0.000	Ripporto	0.000	0.000	---	---	---	---	---
2	5,00	0.000	Argilla e limo argilloso	2.000	0.600	---	---	---	---	---

### 9.3.8 Condizioni di carico

#### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F <sub>x</sub>	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F <sub>y</sub>	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X <sub>i</sub>	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X <sub>f</sub>	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q <sub>i</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>i</sub> espressa in [kN]

$Q_f$  Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kN]

**Condizione n° 1 (Soletta) - PERMANENTE**

*Carichi sul terreno*

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					0,00	8,00	5,0000	5,0000

**Condizione n° 2 (Traffico) - VARIABILE**

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

*Carichi sul terreno*

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					0,00	8,00	20,0000	20,0000

**9.3.9 Normativa**

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche				Combinazioni sismiche		
			UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma^{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma^c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma^{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

**9.3.10 Descrizione combinazioni di carico**

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili.

I valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

#### Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Soletta	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.50	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Soletta	1.00	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Soletta	1.00	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Soletta	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.30	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Soletta	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Soletta	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Soletta	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Soletta	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Soletta	1.00	--	Sfavorevole

### 9.3.11 Dati sismici

Latitudine	45.753280
Longitudine	13.325970
Indice punti di interpolazione	11431 - 11209 - 11208 - 11430
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.229	0.531
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.125	0.054
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.602	2.571
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.387	0.291
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		D	1.800
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh [%]	kv [%]
Ultimo	1.000	22.543	11.271
Ultimo - Ribaltamento	1.000	22.543	11.271
Esercizio	1.000	9.750	4.875

Forma diagramma incremento sismico  **Rettangolare**

### 9.3.12 Opzioni di calcolo

#### Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Mononobe-Okabe
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

#### Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Meyerhof
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ( $0.5B\gamma N_c$ )	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra	

#### Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

#### Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	50.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	SI
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

#### Spostamenti

Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	5,00 [cm]

#### Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

## 9.4 Risultati per involucro

### 9.4.1 Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	69,47	16,47	66,61	19,70	3,00	-2,06
	Peso/Inerzia muro			0,00	48,54/0,00	0,59	-2,40
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	261,90/0,00	1,50	-1,60
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0,00	1,15	-0,45	-2,85
	Spinta falda da monte			1,59		3,00	-3,13
	Sottostinta della falda				22,95	1,20	-3,30
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00
	Resistenza passiva terreno antistante			-10,38			
	Reazione vincolare			-10,21	0,00	0,00	-0,40
2	Spinta statica	25,24	19,88	23,74	8,58	3,00	-1,99
	Incremento di spinta sismica		17,64	16,59	6,00	3,00	-1,75
	Peso/Inerzia muro			10,94	48,54/5,47	0,59	-2,40
	Peso/Inerzia terrapieno			37,74	167,40/18,87	1,50	-1,60
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0,26	1,15	-0,45	-2,85
	Spinta falda da monte			1,23		3,00	-3,13
	Sottostinta della falda				17,65	1,20	-3,30
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00
	Resistenza passiva terreno antistante			-10,38			
	Reazione vincolare			-37,07	0,00	0,00	-0,40

### 9.4.2 Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	308,35	58,00	124,35	708,28	-0,094
2 - STR (A1-M1-R3)	238,36	53,43	162,81	615,39	-0,099
3 - STR (A1-M1-R3)	188,16	50,29	202,41	560,72	-0,104
4 - GEO (A2-M2-R2)	293,45	67,66	116,17	630,71	0,047
5 - GEO (A2-M2-R2)	238,36	90,49	162,81	507,90	0,352
6 - GEO (A2-M2-R2)	188,16	86,29	202,41	456,32	0,451
7 - EQU (A1-M1-R3)	308,35	58,00	124,35	708,28	-0,094
8 - EQU (A1-M1-R3)	238,36	53,43	162,81	615,39	-0,099
9 - EQU (A1-M1-R3)	188,16	50,29	202,41	560,72	-0,104
10 - SLEP	273,72	42,57	90,55	594,16	-0,040
11 - SLEF	257,30	38,51	83,58	553,74	-0,027
12 - SLEQ	208,03	27,22	69,53	440,20	0,018
13 - SLEQ	220,82	38,34	104,76	509,10	-0,031
14 - SLEQ	198,96	36,66	121,24	484,62	-0,026

### 9.4.3 Verifiche geotecniche

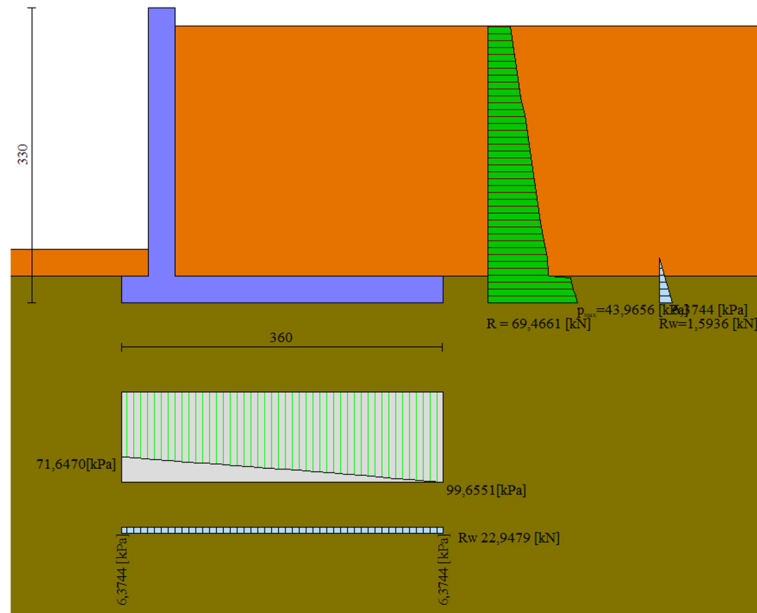


Figura 31: Diagrammi delle pressioni

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>SUPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.885		1.430			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.718		1.754			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.789		2.083			
4 - GEO (A2-M2-R2)					1.278		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.538		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.693		
7 - EQU (A1-M1-R3)			5.696				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		3.780				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.770				

### Verifica a scorrimento fondazione

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	118,21	10,38	0,00	--	--	128,59	68,21	1.885
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	145,07	10,38	0,00	--	--	155,45	90,49	1.718

### Verifica a carico limite

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	308,35	440,95	314,96	1.430
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	238,36	417,98	348,31	1.754

### Dettagli calcolo portanza

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B_yN_y$ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
$\gamma$	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '-' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
1	5.140 1.000 -0.000	0.777 0.777 0.000	1.033 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.948	0.936
2	5.140 1.000 -0.000	0.739 0.739 0.000	1.033 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.945	0.936

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	$\gamma$ [°]	$\phi$ [kN/mc]	c [kPa]
1	0,60	3,60	1,80	10,19	0,00	30
2	0,60	3,60	1,80	10,19	0,00	30

### Verifica a ribaltamento

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
7 - EQU (A1-M1-R3)	708,28	124,35	5.696
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	560,72	202,41	2.770

### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]



R Raggio, espresso in [m]  
FS Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	0,00; 0,50	4,85	1.278
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-2,50; 0,00	6,42	1.538

## Dettagli strisce verifiche stabilità

### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

Qy carico sulla striscia espresso in [kN]

Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	3,60	10,50	0,00	4,81 - 0,34	73,994	24,791	0	0,0	
2	9,21	10,50	0,00	0,34	62,810	24,791	0	0,0	
3	12,69	10,50	0,00	0,34	54,945	24,791	0	0,0	
4	15,33	10,50	0,00	0,34	48,444	24,791	0	0,0	
5	17,62	10,50	0,00	0,34	42,705	0,000	21	2,6	
6	19,86	10,50	0,00	0,34	37,462	0,000	21	5,4	
7	21,63	10,50	0,00	0,34	32,568	0,000	21	7,7	
8	22,97	10,50	0,00	0,34	27,930	0,000	21	9,6	
9	24,08	10,50	0,00	0,34	23,485	0,000	21	11,2	
10	24,97	10,50	0,00	0,34	19,186	0,000	21	12,5	
11	25,68	10,50	0,00	0,34	14,997	0,000	21	13,6	
12	26,21	10,50	0,00	0,34	10,889	0,000	21	14,3	
13	26,57	10,50	0,00	0,34	6,837	0,000	21	14,8	
14	26,76	10,50	0,00	0,34	2,819	0,000	21	15,1	
15	32,93	2,14	0,00	0,34	-1,184	0,000	21	15,2	
16	12,44	0,00	0,00	0,34	-5,194	0,000	21	15,0	
17	10,67	0,00	0,00	0,34	-9,229	0,000	21	14,6	
18	10,22	0,00	0,00	0,34	-13,311	0,000	21	13,9	
19	9,58	0,00	0,00	0,34	-17,464	0,000	21	13,0	
20	8,77	0,00	0,00	0,34	-21,714	0,000	21	11,8	
21	7,75	0,00	0,00	0,34	-26,095	0,000	21	10,3	
22	6,51	0,00	0,00	0,34	-30,648	0,000	21	8,5	
23	5,01	0,00	0,00	0,34	-35,428	0,000	21	6,4	
24	3,21	0,00	0,00	0,34	-40,515	0,000	21	3,8	
25	1,06	0,00	0,00	-3,66 - 0,34	-45,081	24,791	0	0,7	

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	9,99	2,45	0,00	3,92 - 0,49	77,764	30,000	0	0,0	
2	24,44	2,45	0,00	0,49	62,690	30,000	0	1,3	
3	32,96	2,45	0,00	0,49	54,176	0,000	30	9,3	
4	38,90	2,45	0,00	0,49	47,213	0,000	30	15,3	
5	43,60	2,45	0,00	0,49	41,087	0,000	30	20,0	
6	47,41	2,45	0,00	0,49	35,495	0,000	30	23,8	
7	50,53	2,45	0,00	0,49	30,273	0,000	30	26,9	
8	120,45	2,45	0,00	0,49	25,319	0,000	30	29,4	
9	53,33	0,00	0,00	0,49	20,561	0,000	30	31,5	
10	34,11	0,00	0,00	0,49	15,948	0,000	30	33,1	
11	35,14	0,00	0,00	0,49	11,439	0,000	30	34,2	
12	35,92	0,00	0,00	0,49	7,002	0,000	30	35,0	
13	36,33	0,00	0,00	0,49	2,607	0,000	30	35,4	
14	36,36	0,00	0,00	0,49	-1,773	0,000	30	35,5	
15	36,03	0,00	0,00	0,49	-6,163	0,000	30	35,1	
16	35,32	0,00	0,00	0,49	-10,590	0,000	30	34,4	
17	34,22	0,00	0,00	0,49	-15,083	0,000	30	33,3	
18	32,71	0,00	0,00	0,49	-19,673	0,000	30	31,8	
19	30,76	0,00	0,00	0,49	-24,400	0,000	30	29,9	
20	28,32	0,00	0,00	0,49	-29,312	0,000	30	27,4	
21	25,31	0,00	0,00	0,49	-34,477	0,000	30	24,4	
22	21,64	0,00	0,00	0,49	-39,988	0,000	30	20,7	
23	17,13	0,00	0,00	0,49	-45,995	0,000	30	16,2	
24	11,47	0,00	0,00	0,49	-52,763	0,000	30	10,6	
25	4,00	0,00	0,00	-8,34 - 0,49	-60,206	0,000	30	3,2	

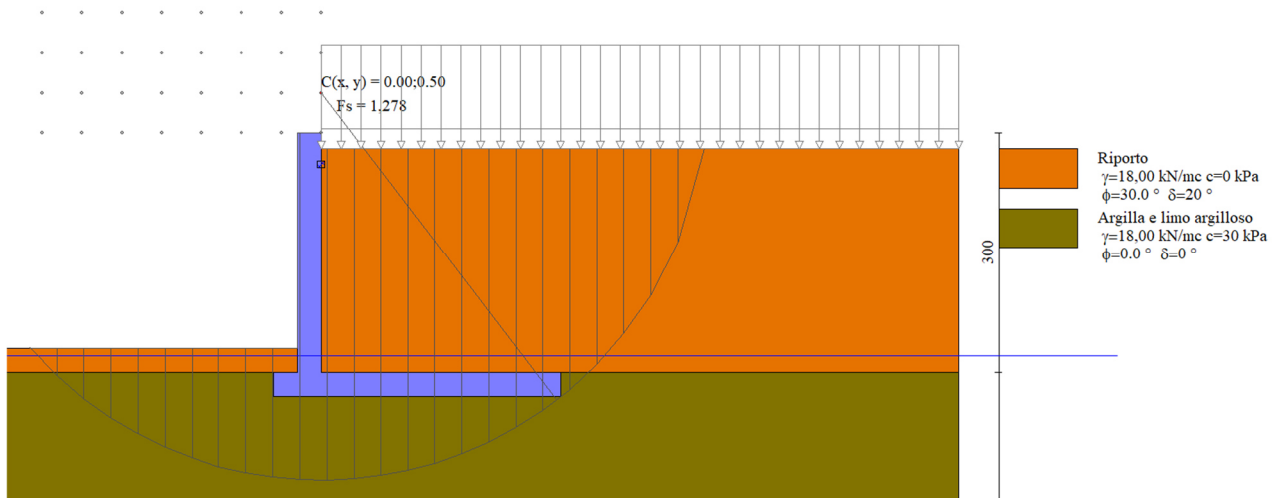


Figura 32: Cerchio critico

#### 9.4.4 Sollecitazioni

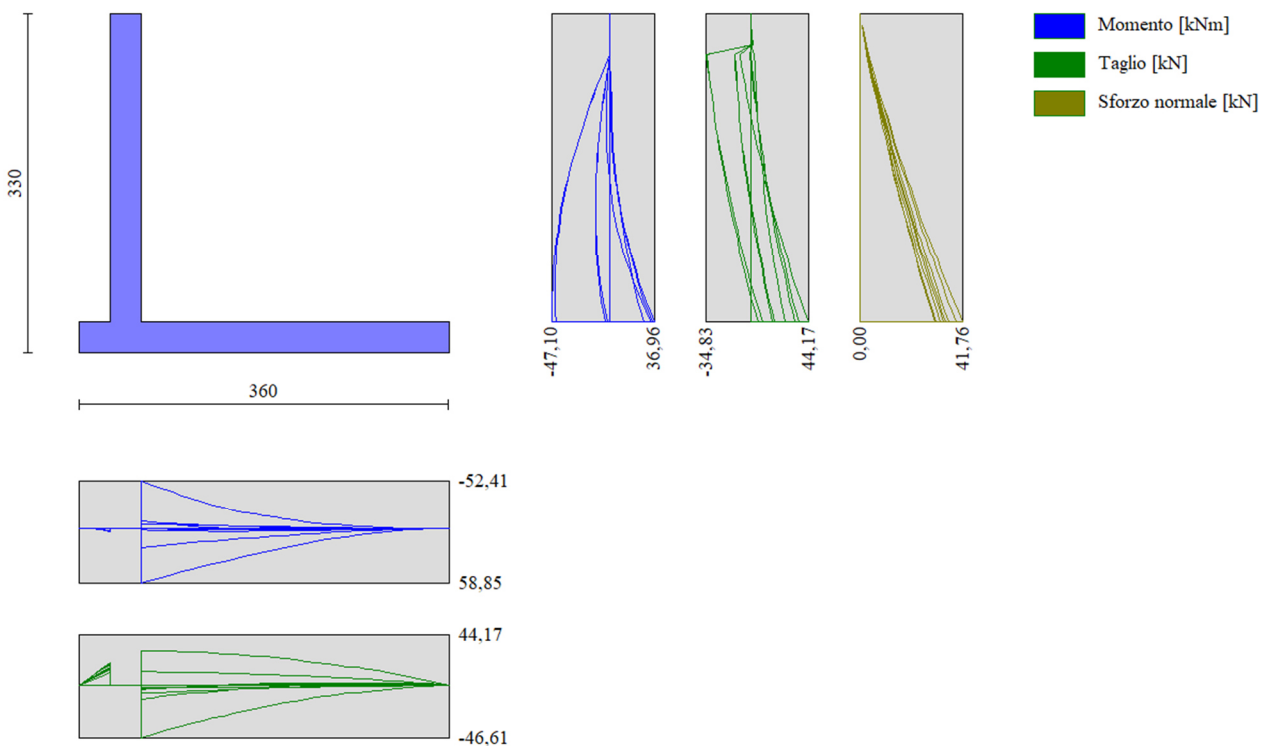


Figura 33: Inviluppo sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

- n° Indice della sezione
- X Posizione della sezione, espresso in [m]
- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
- T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
- M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

La posizione delle sezioni di verifica fanno riferimento al sistema di riferimento globale la cui origine è nello spigolo in alto a destra del paramento.

*Paramento*

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,10	0,65	0,82	0,00	0,17	0,00	0,01
3	-0,20	1,31	1,64	0,00	0,33	0,00	0,03
4	-0,30	2,18	2,73	0,16	1,26	-0,01	0,07
5	-0,40	3,07	3,85	-34,83	2,64	0,01	0,20
6	-0,40	3,07	3,85	-34,83	2,64	0,01	0,20
7	-0,50	3,91	4,98	-33,80	2,90	-3,28	0,28
8	-0,60	4,76	6,13	-32,72	3,22	-6,65	0,56
9	-0,70	5,63	7,30	-31,59	3,58	-9,92	0,88
10	-0,80	6,52	8,54	-30,41	4,00	-13,08	1,24
11	-0,90	7,42	9,80	-29,19	4,47	-16,12	1,64
12	-1,00	8,35	11,09	-28,04	4,98	-19,03	2,08
13	-1,10	9,29	12,39	-26,86	5,80	-21,82	2,58
14	-1,20	10,25	13,73	-25,63	6,93	-24,48	3,13
15	-1,30	11,23	15,08	-24,35	8,15	-26,99	3,74
16	-1,40	12,23	16,46	-23,02	9,43	-29,37	4,42
17	-1,50	13,24	17,87	-21,64	10,76	-31,60	5,17
18	-1,60	14,27	19,30	-20,21	12,14	-33,75	6,00
19	-1,70	15,33	20,75	-18,73	13,56	-35,77	6,91
20	-1,80	16,40	22,22	-17,19	15,04	-37,64	7,98
21	-1,90	17,48	23,72	-15,61	16,57	-39,36	9,38
22	-2,00	18,59	25,25	-13,98	18,74	-40,92	10,96
23	-2,10	19,72	26,79	-12,30	20,97	-42,31	12,76
24	-2,20	20,86	28,36	-10,56	23,26	-43,54	14,73
25	-2,30	22,02	29,96	-8,78	25,62	-44,60	16,87
26	-2,40	23,20	31,58	-6,95	28,05	-45,47	19,18
27	-2,50	24,40	33,22	-5,06	30,54	-46,17	21,67
28	-2,60	25,61	34,88	-3,13	33,09	-46,68	24,34
29	-2,80	28,10	38,29	0,89	38,40	-47,10	30,25
30	-2,90	29,37	40,02	3,02	41,20	-47,01	33,50
31	-3,00	30,65	41,76	5,27	44,17	-46,71	36,96

*Fondazione*

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,50	0,00	0,00	3,50	6,40	0,17	0,32
3	-0,40	0,00	0,00	7,05	12,88	0,70	1,28
4	-0,30	0,00	0,00	10,65	19,44	1,59	2,90
5	0,00	0,00	0,00	-46,61	29,64	-52,41	58,85
6	0,10	0,00	0,00	-43,93	29,57	-47,88	55,89
7	0,20	0,00	0,00	-41,32	29,45	-43,62	52,93
8	0,30	0,00	0,00	-38,80	29,26	-39,61	50,00
9	0,40	0,00	0,00	-36,35	29,01	-35,86	47,08
10	0,50	0,00	0,00	-33,98	28,69	-32,34	44,20
11	0,60	0,00	0,00	-31,68	28,31	-29,06	41,35
12	0,70	0,00	0,00	-29,47	27,87	-26,00	38,54
13	0,80	0,00	0,00	-27,33	27,36	-23,16	35,78
14	0,90	0,00	0,00	-25,27	26,79	-20,53	33,07
15	1,00	0,00	0,00	-23,29	26,15	-18,10	30,42
16	1,10	0,00	0,00	-21,39	25,45	-15,87	27,84
17	1,20	0,00	0,00	-19,56	24,69	-13,82	25,33
18	1,30	0,00	0,00	-17,81	23,86	-11,96	22,90
19	1,40	0,00	0,00	-16,14	22,97	-10,26	20,56
20	1,50	0,00	0,00	-14,55	22,01	-8,73	18,31
21	1,60	0,00	0,00	-13,04	21,00	-7,35	16,16
22	1,70	0,00	0,00	-11,60	19,91	-6,12	14,11
23	1,80	0,00	0,00	-10,24	18,76	-5,02	12,18
24	1,90	0,00	0,00	-8,96	17,55	-4,06	10,36
25	2,00	0,00	0,00	-7,76	16,28	-3,23	8,67
26	2,10	0,00	0,00	-6,63	14,94	-2,51	7,11
27	2,20	0,00	0,00	-5,58	13,53	-1,90	5,69
28	2,30	0,00	0,00	-4,61	12,06	-1,39	4,41
29	2,40	0,00	0,00	-3,72	10,53	-0,98	3,28
30	2,50	0,00	0,00	-2,91	8,94	-0,65	2,30
31	2,60	0,00	0,00	-2,17	7,28	-0,39	1,49
32	2,70	0,00	0,00	-1,51	5,55	-0,21	0,85
33	2,80	0,00	0,00	-0,93	3,77	-0,09	0,38
34	2,90	0,00	0,00	-0,43	1,92	-0,02	0,10
35	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

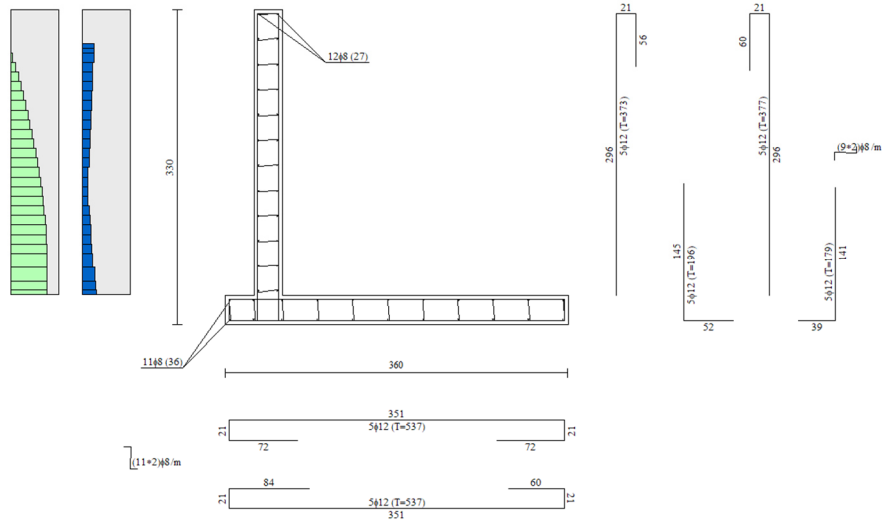


Figura 34: Armature

## 9.4.5 Verifiche strutturali

### Verifiche a flessione

#### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

n°	indice sezione
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
N	sfuerzo normale agente espressa in [kN]
Mrd	momento resistente espresso in [kNm]
Nrd	sfuerzo normale resistente espresso in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

### Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
1	100	30	5,65	5,65	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
2	100	30	5,65	5,65	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
3	100	30	5,65	5,65	0,03	1,64	100,44	4957,75	3028.882
4	100	30	5,65	5,65	0,07	2,73	126,77	4900,07	1793.257
5	100	30	5,65	5,65	0,20	3,85	204,71	3922,32	1019.720
6	100	30	5,65	5,65	0,20	3,85	204,71	3922,32	1019.720
7	100	30	5,65	5,65	-3,21	3,99	-67,05	83,14	20.857
8	100	30	5,65	5,65	-6,53	4,92	-62,53	47,08	9.577
9	100	30	5,65	5,65	-9,75	5,86	-61,25	36,84	6.281
10	100	30	5,65	5,65	-12,87	6,83	-60,66	32,19	4.712
11	100	30	5,65	5,65	-15,90	7,82	-60,35	29,68	3.796
12	100	30	5,65	5,65	-18,81	8,82	-60,16	28,21	3.199
13	100	30	5,65	5,65	-21,61	9,84	-60,06	27,35	2.779
14	100	30	5,65	5,65	-24,29	10,88	-60,00	26,87	2.470
15	100	30	5,65	5,65	-26,85	11,94	-59,97	26,67	2.233
16	100	30	5,65	5,65	-29,29	13,02	-59,97	26,65	2.048
17	100	30	5,65	5,65	-31,59	14,11	-59,99	26,80	1.899
18	100	30	5,65	5,65	-33,75	15,23	-60,02	27,08	1.779
19	100	30	5,65	5,65	-35,77	16,36	-60,07	27,47	1.680
20	100	30	5,65	5,65	-37,64	17,51	-60,13	27,97	1.598
21	100	30	5,65	5,65	-39,36	18,67	-60,21	28,57	1.530
22	100	30	5,65	5,65	-40,92	19,86	-60,30	29,27	1.474
23	100	30	5,65	5,65	-42,31	21,07	-60,40	30,07	1.427
24	100	30	5,65	5,65	-43,54	22,29	-60,51	30,98	1.390
25	100	30	5,65	5,65	-44,60	23,53	-60,64	31,99	1.360
26	100	30	5,65	5,65	-45,47	24,79	-60,78	33,13	1.337
27	100	30	5,65	5,65	-46,17	26,07	-60,94	34,41	1.320
28	100	30	5,65	5,65	-46,68	27,36	-61,12	35,83	1.309

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
29	100	30	5,65	5,65	-47,10	30,01	-61,54	39,21	1.307
30	100	30	5,65	5,65	-47,01	31,36	-61,80	41,22	1.314
31	100	30	5,65	5,65	-46,71	32,72	-62,08	43,48	1.329

## Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
1	100	30	5,65	5,65	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
2	100	30	5,65	5,65	0,32	0,00	56,63	0,00	177.225
3	100	30	5,65	5,65	1,28	0,00	56,63	0,00	44.127
4	100	30	5,65	5,65	2,90	0,00	56,63	0,00	19.533
5	100	30	5,65	5,65	56,55	0,00	56,63	0,00	1.000
6	100	30	5,65	5,65	55,89	0,00	56,63	0,00	1.013
7	100	30	5,65	5,65	52,93	0,00	56,63	0,00	1.070
8	100	30	5,65	5,65	50,00	0,00	56,63	0,00	1.133
9	100	30	5,65	5,65	47,08	0,00	56,63	0,00	1.203
10	100	30	5,65	5,65	44,20	0,00	56,63	0,00	1.281
11	100	30	5,65	5,65	41,35	0,00	56,63	0,00	1.370
12	100	30	5,65	5,65	38,54	0,00	56,63	0,00	1.469
13	100	30	5,65	5,65	35,78	0,00	56,63	0,00	1.583
14	100	30	5,65	5,65	33,07	0,00	56,63	0,00	1.713
15	100	30	5,65	5,65	30,42	0,00	56,63	0,00	1.862
16	100	30	5,65	5,65	27,84	0,00	56,63	0,00	2.034
17	100	30	5,65	5,65	25,33	0,00	56,63	0,00	2.236
18	100	30	5,65	5,65	22,90	0,00	56,63	0,00	2.473
19	100	30	5,65	5,65	20,56	0,00	56,63	0,00	2.754
20	100	30	5,65	5,65	18,31	0,00	56,63	0,00	3.093
21	100	30	5,65	5,65	16,16	0,00	56,63	0,00	3.504
22	100	30	5,65	5,65	14,11	0,00	56,63	0,00	4.012
23	100	30	5,65	5,65	12,18	0,00	56,63	0,00	4.650
24	100	30	5,65	5,65	10,36	0,00	56,63	0,00	5.464
25	100	30	5,65	5,65	8,67	0,00	56,63	0,00	6.531
26	100	30	5,65	5,65	7,11	0,00	56,63	0,00	7.965
27	100	30	5,65	5,65	5,69	0,00	56,63	0,00	9.959
28	100	30	5,65	5,65	4,41	0,00	56,63	0,00	12.854
29	100	30	5,65	5,65	3,28	0,00	56,63	0,00	17.290
30	100	30	5,65	5,65	2,30	0,00	56,63	0,00	24.610
31	100	30	5,65	5,65	1,49	0,00	56,63	0,00	38.012
32	100	30	5,65	5,65	0,85	0,00	56,63	0,00	66.812
33	100	30	5,65	5,65	0,38	0,00	56,63	0,00	148.644
34	100	30	5,65	5,65	0,10	0,00	56,63	0,00	587.993
35	100	30	5,65	5,65	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000

## Verifiche a taglio

### Simbologia adottata

n° (o Is)	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A <sub>sw</sub>	area ferri a taglio espresso in [cmq]
cotθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V <sub>Rcd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
V <sub>Rd</sub>	resistenza di progetto a taglio espresso in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A <sub>sw</sub> >0.0) V <sub>Rd</sub> =min(V <sub>Rcd</sub> , V <sub>Rsd</sub> ).
T	taglio agente espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

## Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	0,00	100.000
2	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,73	0,17	866.870
3	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,82	0,33	433.691
4	100	30	0,00	--	0,00	0,00	144,00	1,26	114.362
5	100	30	0,00	--	0,00	0,00	144,15	-34,83	4.139
6	100	30	0,00	--	0,00	0,00	144,15	-34,83	4.139
7	100	30	0,00	--	0,00	0,00	144,29	-33,80	4.269
8	100	30	0,00	--	0,00	0,00	144,44	-32,72	4.414
9	100	30	0,00	--	0,00	0,00	144,60	-31,59	4.577
10	100	30	0,00	--	0,00	0,00	144,75	-30,41	4.759
11	100	30	0,00	--	0,00	0,00	144,66	-29,17	4.959
12	100	30	0,00	--	0,00	0,00	144,79	-28,04	5.164

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
13	100	30	0,00	--	0,00	0,00	144,93	-26,86	5.395
14	100	30	0,00	--	0,00	0,00	145,06	-25,63	5.660
15	100	30	0,00	--	0,00	0,00	145,20	-24,35	5.963
16	100	30	0,00	--	0,00	0,00	145,34	-23,02	6.314
17	100	30	0,00	--	0,00	0,00	145,48	-21,64	6.723
18	100	30	0,00	--	0,00	0,00	145,63	-20,21	7.207
19	100	30	0,00	--	0,00	0,00	145,77	-18,73	7.785
20	100	30	0,00	--	0,00	0,00	145,92	-17,19	8.487
21	100	30	0,00	--	0,00	0,00	146,73	16,57	8.854
22	100	30	0,00	--	0,00	0,00	146,93	18,74	7.842
23	100	30	0,00	--	0,00	0,00	147,13	20,97	7.018
24	100	30	0,00	--	0,00	0,00	147,33	23,26	6.334
25	100	30	0,00	--	0,00	0,00	147,54	25,62	5.759
26	100	30	0,00	--	0,00	0,00	147,75	28,05	5.268
27	100	30	0,00	--	0,00	0,00	147,97	30,54	4.846
28	100	30	0,00	--	0,00	0,00	148,18	33,09	4.478
29	100	30	0,00	--	0,00	0,00	148,62	38,40	3.870
30	100	30	0,00	--	0,00	0,00	148,85	41,20	3.613
31	100	30	0,00	--	0,00	0,00	149,08	44,17	3.375

### Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	0,00	100.000
2	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-6,40	22.432
3	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-12,88	11.149
4	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-19,44	7.388
5	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-46,61	3.082
6	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-43,93	3.270
7	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-41,32	3.476
8	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-38,80	3.703
9	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-36,35	3.952
10	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-33,98	4.228
11	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-31,68	4.534
12	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-29,47	4.875
13	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-27,36	5.250
14	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-26,79	5.362
15	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-26,15	5.492
16	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-25,45	5.643
17	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-24,69	5.818
18	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-23,86	6.020
19	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-22,97	6.253
20	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-22,01	6.525
21	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-21,00	6.842
22	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-19,91	7.214
23	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-18,76	7.656
24	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-17,55	8.184
25	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-16,28	8.826
26	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-14,94	9.617
27	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-13,53	10.615
28	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-12,06	11.906
29	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-10,53	13.637
30	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-8,94	16.072
31	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-7,28	19.737
32	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-5,55	25.861
33	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-3,77	38.133
34	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	-1,92	74.992
35	100	30	0,00	--	0,00	0,00	143,65	0,00	100.000

## 10. VASCA DEL TRASFORMATORE

### 10.1 Premessa

Per la salvaguardia dell'ambiente dalle eventuali fuoriuscite di olio dai trasformatori, questi vengono alloggiati in vasche in c.a., la cui dimensione esterna è superiore alla proiezione in pianta del trasformatore.

Dalla scheda tecnica del possibile trasformatore previsto, si riscontrano le seguenti caratteristiche:

PESI		
MASSA TOTALE	kg	65000
MASSA ESTRAIBILE	kg	33000
MASSA OLIO	kg	17400
MASSA OLIO	dmc	19660

Considerato di ospitare i 17.400 kg dichiarati, necessita un volume di 20 m<sup>3</sup> che viene eguagliato con un'altezza interna minima di 0,55 m, cui va sommata l'altezza d'acqua associata alla precipitazione con tempo di ritorno di 50 anni della durata di 24h, pari a 0,20 m. Sul fondo, per l'immissione dei liquidi accumulatisi nella vasca, è previsto un massetto delle pendenze e degli attraversamenti delle nervature a collegamento dei diversi settori, risulta dunque sufficiente un'altezza interna di 0,90 m. Per un migliore ripartizione del carico del trasformatore e dei carichi distribuiti, la vasca presenta nervature longitudinali e trasversali interne, a collegamento delle pareti perimetrali.

Date le dimensioni in pianta delle diverse "vasche" comunicanti, risulta un'altezza minima di 0,75 m. Superiormente è presente un grigliato elettrosaldato zincato e un materasso in ghiaia di spessore 0,30 m con funzione antifiamma con il primo poggiate, oltre che dalle nervature interne e dalle pareti esterne, da un profilo rompitratta aggiuntivo.

#### 10.1.1 Analisi dei carichi

##### Carichi permanenti portati

	<i>a</i> [m]	<i>b</i> [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma$ [kN/m]	<i>int.</i> [m]	
Grigliato e sottostruttura						50 daN/m <sup>2</sup>
Strato di ghiaia	0,30		15,00			450 daN/m <sup>2</sup>
						<b>G<sub>2</sub> 500 daN/m<sup>2</sup></b>

Trasformatore	65000	daN
Accidentale manutenzione esterno vasca	500	daN/m <sup>2</sup>
Accidentale manutenzione interno vasca	200	daN/m <sup>2</sup>

## 10.2 Verifica del grigliato

Il grigliato presenta piatto portante 40x3 int. 30 mm, le barre trasversali sono a passo 76 mm. L'elemento è verificato sulla luce di 110 cm, dal momento che si inserisce un profilo rompitratta tra la parete esterna e la nervatura interna prevista.

Si presenta la verifica del grigliato.

### PORTATA DI PANNELLI IN GRIGLIATO CON CARICO UNIFORMEMENTE DISTRIBUITO

BEARING LOAD OF GRATING WITH DISTRIBUTED LOAD

#### Dati input

Tipo pannello / Panel type	appoggiato agli estremi / support to extremity
----------------------------	--

Tipo Grigliato Grating type	Altezza piatto portante / Bearing plate height	h	40	mm
	Spessore piatto portante / Bearing plate thickness	b	3	mm
	Maglia (interasse piatti) / Distance between bearing plates	t	30	mm
	Maglia (interasse traversini) / Distance between transverse bars	i	76	mm

Param.geom. Geometric P.	Luce libera tra gli appoggi / Distance between panel supports	L	1100	mm
-----------------------------	---	---	------	----

Param. Generali General P.	Freccia (1/200 rispetto alla luce netta; max. 5mm) Camber (1/200*L; max 5mm )	famm	5.00	mm
	Tensione snervamento	S <sub>sn</sub>	2350	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff.sicurezza resistenza delle membrature e stabilità	g <sub>M0</sub>	1.05	#
	Coeff.parziale per le azioni nelle verifiche SLU	g <sub>Q</sub>	1.5	#
	Tensione confronto / Stress compared	S <sub>c</sub>	2238	daN/cm <sup>2</sup>
	Modulo di elasticità / Modulus of elasticity	E	2100000	daN/cm <sup>2</sup>

#### Risultati / Results

Carico max Max load	Carico massimo applicabile / Max load applicable	Q <sub>appl.</sub>	2631	daN/m <sup>2</sup>
Freccia Camber	Freccia sotto carico applicato / Camber with load applied	f	4.48	mm
Peso grigliato Weight	Peso grigliato grezzo (approssimato) / Weight ungalvanized	Peso <sub>grezzo</sub>	33.43	daN/m <sup>2</sup>
	Peso grigliato zincato (approssimato) / Weight galvanized	Peso <sub>zincato</sub>	35.43	daN/m <sup>2</sup>

Il grigliato risulta verificato.



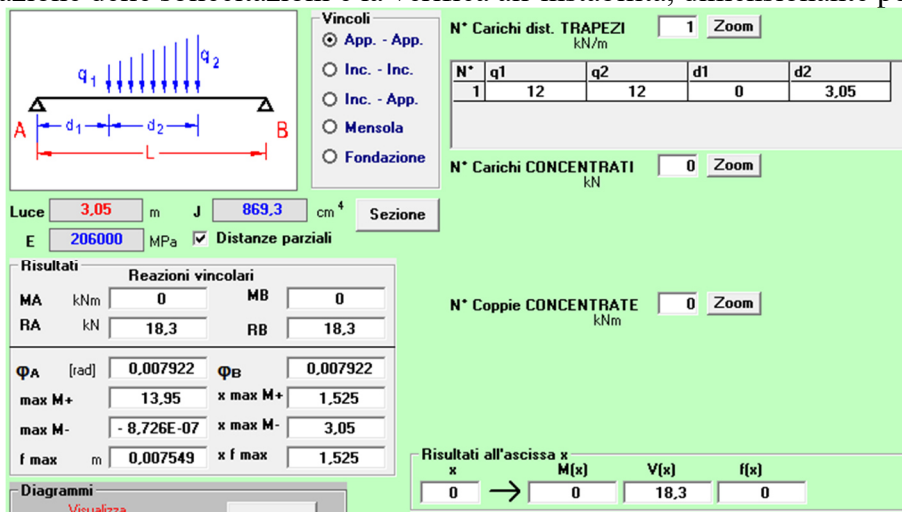
### 10.3 Verifica del profilo rompitratta IPE 160

Il profilo rompitratta è verificato come asta appoggiata – appoggiata di luce 3,05 m, si assume un profilo IPE 160. Il carico di competenza, valutato sull’interasse di 1,10 m, risulta:

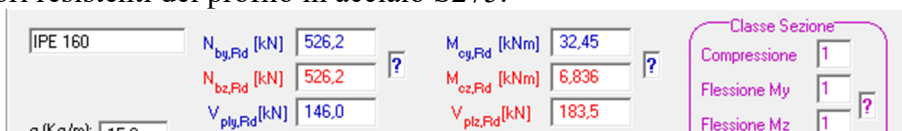
$$g_2 \quad 500 \times 1,10 = 550 \text{ daN/m}$$

$$q \quad 200 \times 1,10 = 220 \text{ daN/m}$$

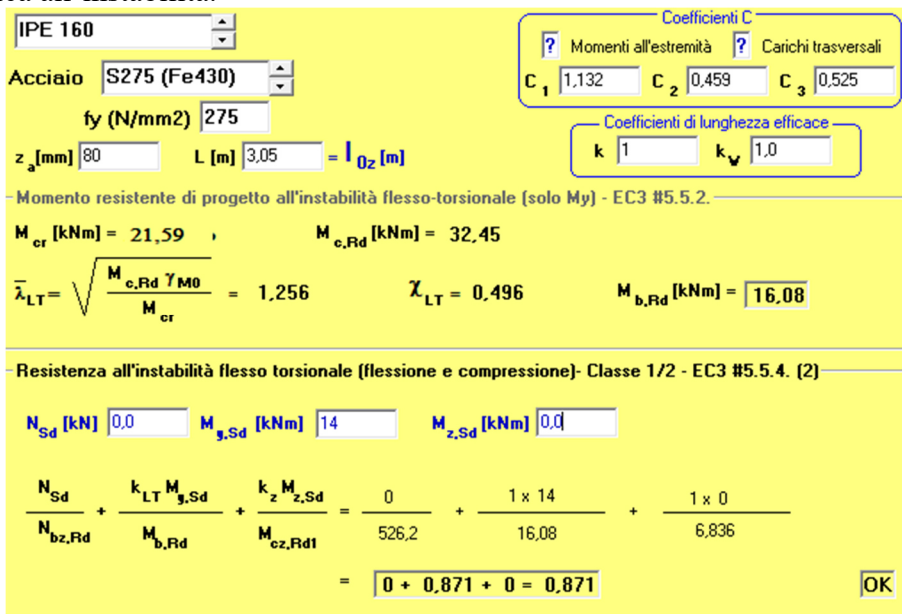
Segue la valutazione delle sollecitazioni e la verifica all’instabilità, dimensionante per il profilo.



Seguono i valori resistenti del profilo in acciaio S275.



Segue la verifica all’instabilità.



## 10.4 Verifica della vasca

Il calcolo di verifica è stato eseguito con il software Sismicad 12.21 della Concrete s.r.l. di Padova; il modello agli elementi finiti è realizzato con elementi bidimensionali a rappresentare le pareti e la platea di fondazione, nel modello si sono inserite anche le fondazioni per la determinazione delle pressioni sul terreno, assumendo un coefficiente di Winkler pari a  $0,3 \text{ daN/cm}^3$ .

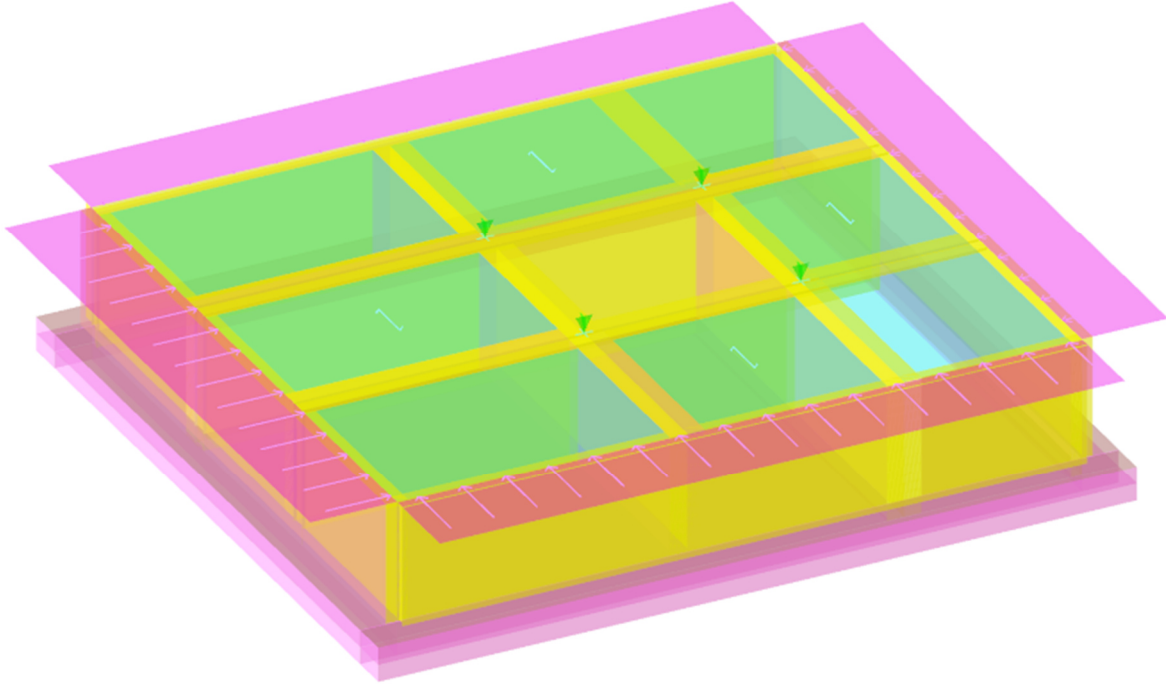


Figura 35: Vista dell'inserimento della struttura

L'analisi svolta è una statica lineare, si assumono i fattori di comportamento  $\alpha_x = \alpha_v = 1$ , dunque si assume la struttura non dissipativa e si procede al dimensionamento ai carichi verticali.

Si presentano di seguito i soli parametri della modellazione che differiscono dai precedenti.

### 10.4.1 Impostazioni del programma e dati di modellazione

#### 10.4.1.1 Preferenze di normativa

Normativa	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)	
Tipo di costruzione	2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	
Vn	100	
Classe d'uso	IV	
Vr	200	
Tipo di analisi	Lineare dinamica	
Considera sisma Z	Solo se $A_g \geq 0.15 \text{ g}$ , conformemente a §3.2.3.1	
Località	Udine, Aquileia; Latitudine ED50 $45,7683^\circ$ ( $45^\circ 46' 6''$ ); Longitudine ED50 $13,365^\circ$ ( $13^\circ 21' 54''$ ); Altitudine s.l.m. 0,38 m.	
Categoria del suolo	D - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti	
Categoria topografica	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	
Ss orizzontale SLO	1.8	
Tb orizzontale SLO	0.229	[s]
Tc orizzontale SLO	0.687	[s]
Td orizzontale SLO	1.843	[s]
Ss orizzontale SLD	1.8	
Tb orizzontale SLD	0.239	[s]
Tc orizzontale SLD	0.716	[s]
Td orizzontale SLD	1.901	[s]

Ss orizzontale SLV	1.7444	
Tb orizzontale SLV	0.26	[s]
Tc orizzontale SLV	0.78	[s]
Td orizzontale SLV	2.263	[s]
Ss verticale	1	
Tb verticale	0.05	[s]
Tc verticale	0.15	[s]
Td verticale	1	[s]
St	1	
PVr SLO (%)	81	
Tr SLO	120.43	
Ag/g SLO	0.0608	
Fo SLO	2.575	
Tc* SLO	0.302	[s]
PVr SLD (%)	63	
Tr SLD	201	
Ag/g SLD	0.0751	
Fo SLD	2.572	
Tc* SLD	0.328	[s]
PVr SLV (%)	10	
Tr SLV	1898.24	
Ag/g SLV	0.1657	
Fo SLV	2.638	
Tc* SLV	0.39	[s]
Smorzamento viscoso (%)	5	
Classe di duttilità	Non dissipativa	
Rotazione del sisma	0	[deg]
Quota dello '0' sismico	0	[cm]
Regolarità in pianta	Si	
Regolarità in elevazione	Si	
Edificio C.A.	Si	
Tipologia C.A.	Strutture a telaio $q_0=3.0*\alpha/\alpha_1$	
$\alpha/\alpha_1$ C.A.	Strutture a telaio di un piano $\alpha/\alpha_1=1.1$	
Edificio esistente	No	
Altezza costruzione	140	[cm]
T1,x	0.01949	[s]
T1,y	0.02269	[s]
$\lambda$ SLO,x	1	
$\lambda$ SLO,y	1	
$\lambda$ SLD,x	1	
$\lambda$ SLD,y	1	
$\lambda$ SLV,x	1	
$\lambda$ SLV,y	1	
Limite spostamenti interpiano SLD	0.005	
Fattore di comportamento per sisma SLD X	1.5	
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1.5	
Fattore di comportamento per sisma SLV X	1	
Fattore di comportamento per sisma SLV Y	1	
Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2.3	

#### 10.4.1.2 Preferenze FEM

Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	30	[cm]
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	30	[cm]
Dimensione massima ottimale suddivisioni archi finestre/porte (default)	30	[cm]
Tipo di mesh dei gusci (default)	Quadrilateri o triangoli	
Tipo di mesh imposta ai gusci	Specifico dell'elemento	
Metodo P-Delta	non utilizzato	
Analisi buckling	non utilizzata	
Rapporto spessore flessionale/membranale gusci muratura verticali	0.2	

#### 10.4.1.3 Azioni, carichi, combinazioni di carico

##### 10.4.1.3.1 Condizioni elementari di carico

**Descrizione:** nome assegnato alla condizione elementare.

**Nome breve:** nome breve assegnato alla condizione elementare.

**Durata:** descrive la durata della condizione (necessario per strutture in legno).

**$\psi_0$ :** coefficiente moltiplicatore  $\psi_0$ . Il valore è adimensionale.

**$\psi_1$ :** coefficiente moltiplicatore  $\psi_1$ . Il valore è adimensionale.

**$\psi_2$ :** coefficiente moltiplicatore  $\psi_2$ . Il valore è adimensionale.

**Con segno:** descrive se la condizione elementare ha la possibilità di variare di segno.

Descrizione	Nome breve	Durata	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	Con segno
Pesi strutturali	Pesi	Permanente				
Permanenti portati	Port.	Permanente				
Manutenzione	Manutenzione	Media	0	0	0	

Descrizione	Nome breve	Durata	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	Con segno
$\Delta T$	$\Delta T$	Media	0.6	0.5	0	No
Sisma X SLV	SLV X					
Sisma Y SLV	SLV Y					
Sisma Z SLV	SLV Z					
Eccentricità Y per sisma X SLV	EySx SLV					
Eccentricità X per sisma Y SLV	ExSy SLV					
Sisma X SLD	X SLD					
Sisma Y SLD	Y SLD					
Sisma Z SLD	Z SLD					
Eccentricità Y per sisma X SLD	EySx SLD					
Eccentricità X per sisma Y SLD	ExSy SLD					
Sisma X SLO	X SLO					
Sisma Y SLO	Y SLO					
Sisma Z SLO	Z SLO					
Eccentricità Y per sisma X SLO	EySx SLO					
Eccentricità X per sisma Y SLO	ExSy SLO					
Terreno sisma X SLV	Tr sLV X					
Terreno sisma Y SLV	Tr sLV Y					
Terreno sisma Z SLV	Tr sLV Z					
Terreno sisma X SLD	Tr x SLD					
Terreno sisma Y SLD	Tr y SLD					
Terreno sisma Z SLD	Tr z SLD					
Terreno sisma X SLO	Tr x SLO					
Terreno sisma Y SLO	Tr y SLO					
Terreno sisma Z SLO	Tr z SLO					
Rig Ux	Rig Ux					
Rig Uy	Rig Uy					
Rig Rz	Rig Rz					

#### 10.4.1.3.2 Combinazioni di carico

**Nome:** E' il nome esteso che contraddistingue la condizione elementare di carico.

**Nome breve:** E' il nome compatto della condizione elementare di carico, che viene utilizzato altrove nella relazione.

**Pesi:** Pesi strutturali

**Port.:** Permanenti portati

**Vento:** Vento

**Accidentale copertura:** Accidentale copertura

**Neve:** Neve

**$\Delta T$ :**  $\Delta T$

**X SLO:** Sisma X SLO

**Y SLO:** Sisma Y SLO

**Z SLO:** Sisma Z SLO

**EySx SLO:** Eccentricità Y per sisma X SLO

**ExSy SLO:** Eccentricità X per sisma Y SLO

**Tr x SLO:** Terreno sisma X SLO

**Tr y SLO:** Terreno sisma Y SLO

**Tr z SLO:** Terreno sisma Z SLO

**X SLD:** Sisma X SLD

**Y SLD:** Sisma Y SLD

**Z SLD:** Sisma Z SLD

**EySx SLD:** Eccentricità Y per sisma X SLD

**ExSy SLD:** Eccentricità X per sisma Y SLD

**Tr x SLD:** Terreno sisma X SLD

**Tr y SLD:** Terreno sisma Y SLD

**Tr z SLD:** Terreno sisma Z SLD

**SLV X:** Sisma X SLV

**SLV Y:** Sisma Y SLV

**SLV Z:** Sisma Z SLV

**EySx SLV:** Eccentricità Y per sisma X SLV

**ExSy SLV:** Eccentricità X per sisma Y SLV

**Tr sLV X:** Terreno sisma X SLV

**Tr sLV Y:** Terreno sisma Y SLV

**Tr sLV Z:** Terreno sisma Z SLV

**Rig Ux:** Rig Ux

**Rig Uy:** Rig Uy

**Rig Rz:** Rig Rz

Tutte le combinazioni di carico vengono raggruppate per famiglia di appartenenza. Le celle di una riga contengono i coefficienti moltiplicatori della i-esima combinazione, dove il valore della prima cella è da intendersi come moltiplicatore associato alla prima condizione elementare, la seconda cella si riferisce alla seconda condizione elementare e così via.

## Famiglia SLU

Il nome compatto della famiglia è SLU.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Manutenzione	ΔT
1	SLU 1	1	0.8	0	0
2	SLU 2	1	0.8	1.5	0
3	SLU 3	1	1.5	0	0
4	SLU 4	1	1.5	1.5	0
5	SLU 5	1.3	0.8	0	0
6	SLU 6	1.3	0.8	1.5	0
7	SLU 7	1.3	1.5	0	0
8	SLU 8	1.3	1.5	1.5	0

## Famiglia SLE rara

Il nome compatto della famiglia è SLE RA.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Manutenzione	ΔT
1	SLE RA 1	1	1	0	0
2	SLE RA 2	1	1	1	0

## Famiglia SLE frequente

Il nome compatto della famiglia è SLE FR.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Manutenzione	ΔT
1	SLE FR 1	1	1	0	0

## Famiglia SLE quasi permanente

Il nome compatto della famiglia è SLE QP.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Manutenzione	ΔT
1	SLE QP 1	1	1	0	0

Si omettono le combinazioni riferite al sisma, non dimensionanti l'opera.

### 10.4.1.4 Definizioni di carichi concentrati

**Nome:** nome identificativo della definizione di carico.

**Valori:** valori associati alle condizioni di carico.

**Condizione:** condizione di carico a cui sono associati i valori.

**Descrizione:** nome assegnato alla condizione elementare.

**Fx:** componente X del carico concentrato. [kN]

**Fy:** componente Y del carico concentrato. [kN]

**Fz:** componente Z del carico concentrato. [kN]

**Mx:** componente di momento della coppia concentrata attorno all'asse X. [kN\*m]

**My:** componente di momento della coppia concentrata attorno all'asse Y. [kN\*m]

**Mz:** componente di momento della coppia concentrata attorno all'asse Z. [kN\*m]

Nome	Valori						
	Condizione	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Descrizione							
Trasformatore	Pesi strutturali	0	0	0	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	-165	0	0	0
	Manutenzione	0	0	0	0	0	0

#### 10.4.1.5 Definizioni di carichi superficiali

**Nome:** nome identificativo della definizione di carico.

**Valori:** valori associati alle condizioni di carico.

**Condizione:** condizione di carico a cui sono associati i valori.

**Descrizione:** nome assegnato alla condizione elementare.

**Valore:** modulo del carico superficiale applicato alla superficie. [daN/m<sup>2</sup>]

**Applicazione:** modalità con cui il carico è applicato alla superficie.

Nome	Valori		Applicazione
	Condizione	Valore	
Descrizione			
Ghiaia	Pesi strutturali	0	Verticale
	Permanenti portati	510	Verticale
	Manutenzione	200	Verticale
Rinterro	Pesi strutturali	0	Verticale
	Permanenti portati	0	Verticale
	Manutenzione	500	Verticale

Si riportano a seguire i carichi lineari e nodali inseriti [daN,m].

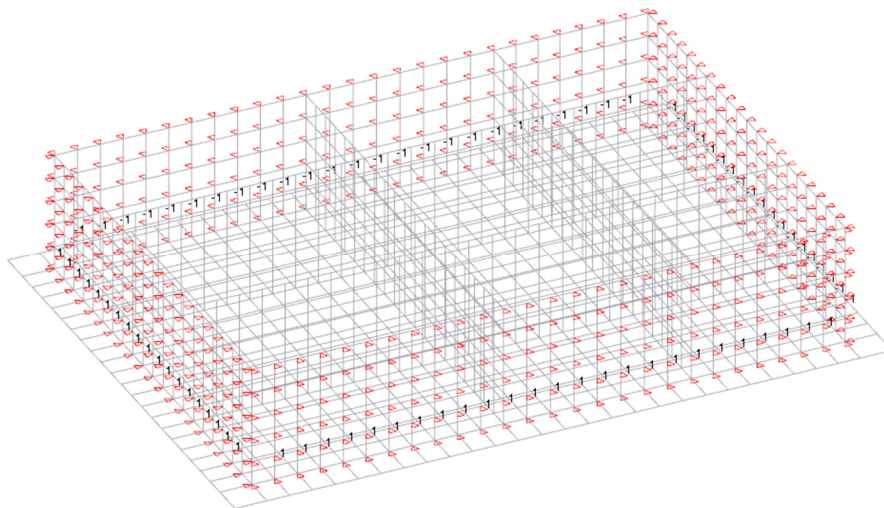


Figura 36: Pesi strutturali

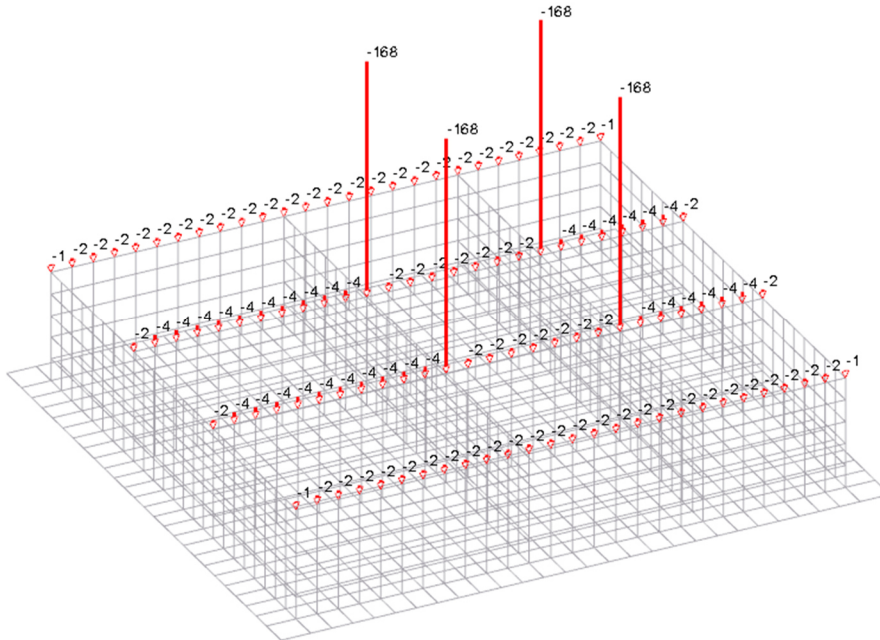


Figura 37: Permanenti portati

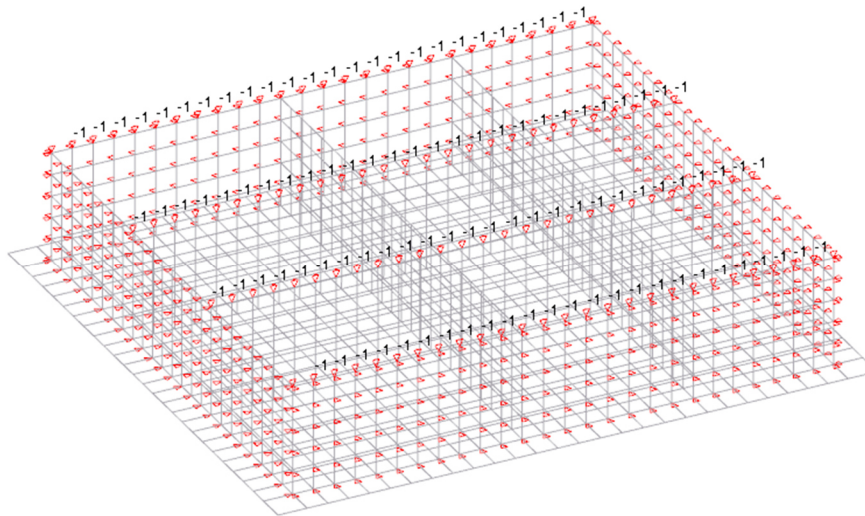


Figura 38: Accidentale

#### 10.4.1.6 Quote

##### 10.4.1.6.1 Livelli


**Descrizione breve:** nome sintetico assegnato al livello.

**Descrizione:** nome assegnato al livello.

**Quota:** quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [cm]

**Spessore:** spessore del livello. [cm]

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	40
L2	Piano 1	140	0

	<h2>Cod 059_FV_BGR_00081</h2>	Pagina 104 / 136
		Numero Revisione
		00

#### 10.4.1.6.2 Tronchi

**Descrizione breve:** nome sintetico assegnato al tronco.

**Descrizione:** nome assegnato al tronco.

**Quota 1:** riferimento della prima quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

**Quota 2:** riferimento della seconda quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Descrizione breve	Descrizione	Quota 1	Quota 2
T1	Fondazione - Piano 1	Fondazione	Piano 1

#### 10.4.1.7 Materiali

##### 10.4.1.7.1 Materiali c.a.

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Rck:** resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [daN/cm<sup>2</sup>]

**E:** modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm<sup>2</sup>]

**G:** modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [daN/cm<sup>2</sup>]

**v:** coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

**y:** peso specifico del materiale. [daN/cm<sup>3</sup>]

**a:** coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

Descrizione	Rck	E	G	v	y	a
C32/40	400	336428	Default (152921.72)	0.1	0.0025	0.00001

##### 10.4.1.7.2 Armature

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**fyk:** resistenza caratteristica. [kN/m<sup>2</sup>]

**σamm.:** tensione ammissibile. [kN/m<sup>2</sup>]

**Tipo:** tipo di barra.

**E:** modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [kN/m<sup>2</sup>]

**y:** peso specifico del materiale. [kN/m<sup>3</sup>]

**v:** coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

**a:** coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

**Livello di conoscenza:** indica se il materiale è nuovo o esistente, e in tal caso il livello di conoscenza secondo Circ.617 02/02/09 §C8A. Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.) e D.M. 17-01-18 (N.T.C.).

Descrizione	fyk	σamm.	Tipo	E	y	v	a	Livello di conoscenza
B450C	450000	255000	Aderenza migliorata	206000000	78.5	0.3	0.000012	Nuovo

### 10.4.2 Principali risultati dell'analisi

#### 10.4.2.1 Tagli ai livelli

**Livello:** livello rispetto a cui è calcolato il taglio.

**Nome:** nome completo del livello.

**Cont.:** Contesto nel quale viene valutato il taglio.

**N.br.:** nome breve della condizione o combinazione di carico.

**Totale:** totale del taglio al livello.

**F:** forza del taglio. [daN]

**X:** componente lungo l'asse X globale. [daN]

**Y:** componente lungo l'asse Y globale. [daN]

**Z:** componente lungo l'asse Z globale. [daN]

**Aste verticali:** contributo al taglio totale dato dalle aste verticali.

**F:** forza del taglio. [daN]

**X:** componente lungo l'asse X globale. [daN]

**Y:** componente lungo l'asse Y globale. [daN]

**Z:** componente lungo l'asse Z globale. [daN]

**Pareti:** contributo al taglio totale dato dalle pareti e piastre generiche verticali.



*F: forza del taglio. [daN]*

*X: componente lungo l'asse X globale. [daN]*

*Y: componente lungo l'asse Y globale. [daN]*

*Z: componente lungo l'asse Z globale. [daN]*

Livello	Cont.	Totale			Aste verticali			Pareti		
		F			F			F		
Nome	N.br.	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Fondazione	Pesi	0	0	-78000	0	0	0	0	0	-78000
Fondazione	Port.	0	0	-91673	0	0	0	0	0	-91673
Fondazione	Manutenzione	0	0	-10068	0	0	0	0	0	-10068
Fondazione	SLV X	47881	0	-99	0	0	0	47881	0	-99
Fondazione	SLV Y	0	48237	0	0	0	0	0	48237	0
Fondazione	X SLD	20739	0	-45	0	0	0	20739	0	-45
Fondazione	Y SLD	0	20729	0	0	0	0	0	20729	0
Fondazione	X SLO	18383	0	-38	0	0	0	18383	0	-38
Fondazione	Y SLO	0	18543	0	0	0	0	0	18543	0
Fondazione	Tr sLV X	1895	0	0	0	0	0	1895	0	0
Fondazione	Tr sLV Y	0	2109	0	0	0	0	0	2109	0
Fondazione	Tr x SLD	1040	0	0	0	0	0	1040	0	0
Fondazione	Tr y SLD	0	1157	0	0	0	0	0	1157	0
Fondazione	Tr x SLO	831	0	0	0	0	0	831	0	0
Fondazione	Tr y SLO	0	924	0	0	0	0	0	924	0
Fondazione	SLU 1	0	0	-151339	0	0	0	0	0	-151339
Fondazione	SLU 2	0	0	-166441	0	0	0	0	0	-166441
Fondazione	SLU 3	0	0	-215510	0	0	0	0	0	-215510
Fondazione	SLU 4	0	0	-230612	0	0	0	0	0	-230612
Fondazione	SLU 5	0	0	-174739	0	0	0	0	0	-174739
Fondazione	SLU 6	0	0	-189841	0	0	0	0	0	-189841
Fondazione	SLU 7	0	0	-238910	0	0	0	0	0	-238910
Fondazione	SLU 8	0	0	-254012	0	0	0	0	0	-254012
Fondazione	SLE RA 1	0	0	-169673	0	0	0	0	0	-169673
Fondazione	SLE RA 2	0	0	-179741	0	0	0	0	0	-179741
Fondazione	SLE FR 1	0	0	-169673	0	0	0	0	0	-169673
Fondazione	SLE QP 1	0	0	-169673	0	0	0	0	0	-169673
Fondazione	SLO 1	-19214	-5840	-169636	0	0	0	-19214	-5840	-169636
Fondazione	SLO 2	-19214	-5840	-169636	0	0	0	-19214	-5840	-169636
Fondazione	SLO 3	-19214	5840	-169636	0	0	0	-19214	5840	-169636
Fondazione	SLO 4	-19214	5840	-169636	0	0	0	-19214	5840	-169636
Fondazione	SLO 5	-5764	-19467	-169662	0	0	0	-5764	-19467	-169662
Fondazione	SLO 6	-5764	-19467	-169662	0	0	0	-5764	-19467	-169662
Fondazione	SLO 7	-5764	19467	-169662	0	0	0	-5764	19467	-169662
Fondazione	SLO 8	-5764	19467	-169662	0	0	0	-5764	19467	-169662
Fondazione	SLO 9	5764	-19467	-169685	0	0	0	5764	-19467	-169685
Fondazione	SLO 10	5764	-19467	-169685	0	0	0	5764	-19467	-169685
Fondazione	SLO 11	5764	19467	-169685	0	0	0	5764	19467	-169685
Fondazione	SLO 12	5764	19467	-169685	0	0	0	5764	19467	-169685
Fondazione	SLO 13	19214	-5840	-169711	0	0	0	19214	-5840	-169711
Fondazione	SLO 14	19214	-5840	-169711	0	0	0	19214	-5840	-169711
Fondazione	SLO 15	19214	5840	-169711	0	0	0	19214	5840	-169711
Fondazione	SLO 16	19214	5840	-169711	0	0	0	19214	5840	-169711

Livello	Cont.	Totale			Aste verticali			Pareti		
		Nome	N.br.	F	F	F	F	F	F	
		X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Fondazione	SLD 1	-21779	-6566	-169628	0	0	0	-21779	-6566	-169628
Fondazione	SLD 2	-21779	-6566	-169628	0	0	0	-21779	-6566	-169628
Fondazione	SLD 3	-21779	6566	-169628	0	0	0	-21779	6566	-169628
Fondazione	SLD 4	-21779	6566	-169628	0	0	0	-21779	6566	-169628
Fondazione	SLD 5	-6534	-21886	-169660	0	0	0	-6534	-21886	-169660
Fondazione	SLD 6	-6534	-21886	-169660	0	0	0	-6534	-21886	-169660
Fondazione	SLD 7	-6534	21886	-169660	0	0	0	-6534	21886	-169660
Fondazione	SLD 8	-6534	21886	-169660	0	0	0	-6534	21886	-169660
Fondazione	SLD 9	6534	-21886	-169687	0	0	0	6534	-21886	-169687
Fondazione	SLD 10	6534	-21886	-169687	0	0	0	6534	-21886	-169687
Fondazione	SLD 11	6534	21886	-169687	0	0	0	6534	21886	-169687
Fondazione	SLD 12	6534	21886	-169687	0	0	0	6534	21886	-169687
Fondazione	SLD 13	21779	-6566	-169719	0	0	0	21779	-6566	-169719
Fondazione	SLD 14	21779	-6566	-169719	0	0	0	21779	-6566	-169719
Fondazione	SLD 15	21779	6566	-169719	0	0	0	21779	6566	-169719
Fondazione	SLD 16	21779	6566	-169719	0	0	0	21779	6566	-169719
Fondazione	SLV 1	-49777	-15104	-169574	0	0	0	-49777	-15104	-169574
Fondazione	SLV 2	-49777	-15104	-169574	0	0	0	-49777	-15104	-169574
Fondazione	SLV 3	-49777	15104	-169574	0	0	0	-49777	15104	-169574
Fondazione	SLV 4	-49777	15104	-169574	0	0	0	-49777	15104	-169574
Fondazione	SLV 5	-14933	-50346	-169644	0	0	0	-14933	-50346	-169644
Fondazione	SLV 6	-14933	-50346	-169644	0	0	0	-14933	-50346	-169644
Fondazione	SLV 7	-14933	50346	-169644	0	0	0	-14933	50346	-169644
Fondazione	SLV 8	-14933	50346	-169644	0	0	0	-14933	50346	-169644
Fondazione	SLV 9	14933	-50346	-169703	0	0	0	14933	-50346	-169703
Fondazione	SLV 10	14933	-50346	-169703	0	0	0	14933	-50346	-169703
Fondazione	SLV 11	14933	50346	-169703	0	0	0	14933	50346	-169703
Fondazione	SLV 12	14933	50346	-169703	0	0	0	14933	50346	-169703
Fondazione	SLV 13	49777	-15104	-169772	0	0	0	49777	-15104	-169772
Fondazione	SLV 14	49777	-15104	-169772	0	0	0	49777	-15104	-169772
Fondazione	SLV 15	49777	15104	-169772	0	0	0	49777	15104	-169772
Fondazione	SLV 16	49777	15104	-169772	0	0	0	49777	15104	-169772

#### 10.4.2.2 Sollecitazioni

Si presentano i principali stati di sollecitazione riscontrati sugli elementi a seguito dell'analisi [kN,m].

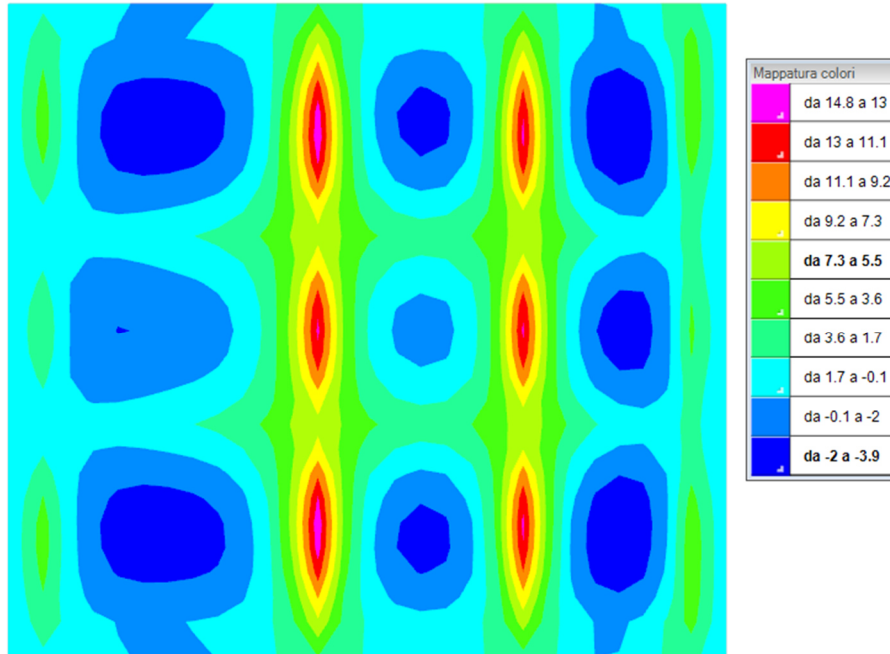


Figura 39: Momenti  $M_{xx}$  sulla platea, comb. SLU 8

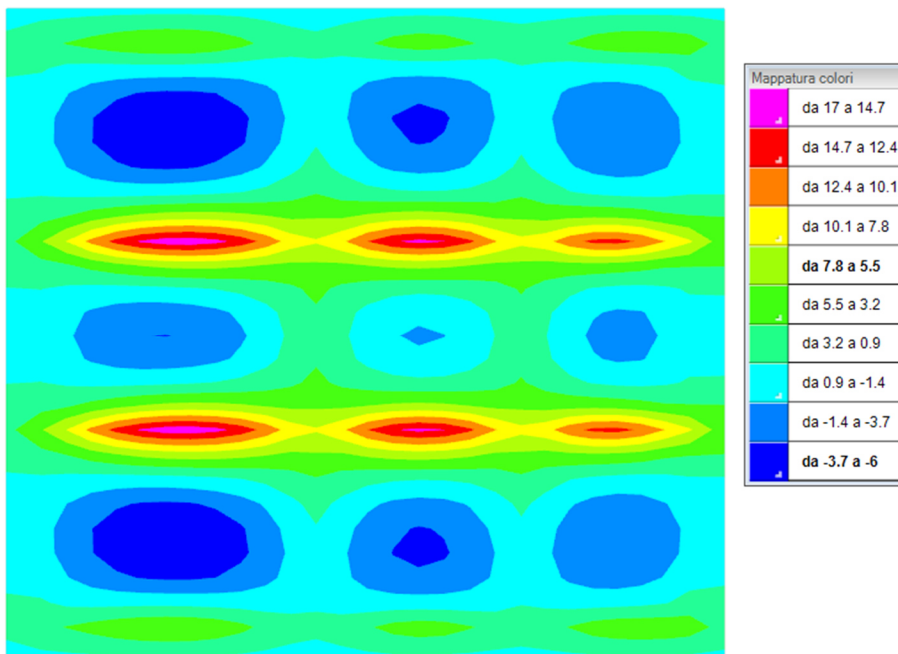


Figura 40: Momenti  $M_{yy}$  sulla platea, comb. SLU 8

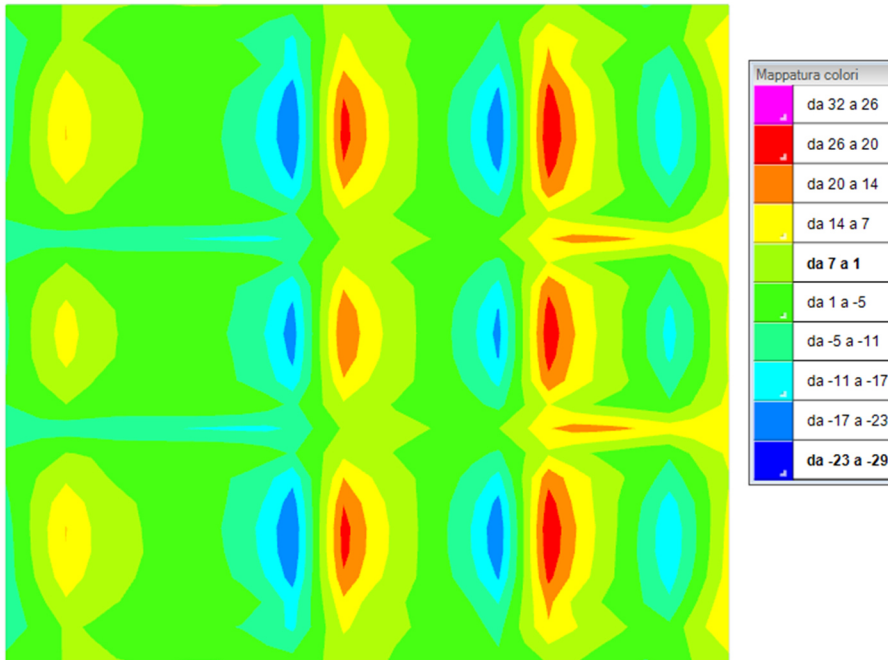


Figura 41: Taglio Vx sulla platea, comb. SLU 8

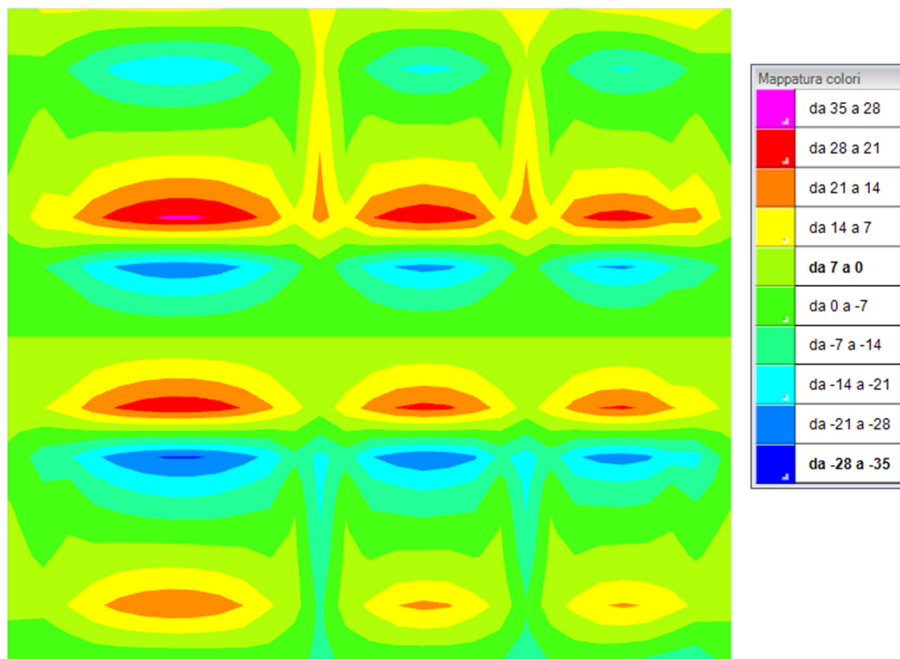


Figura 42: Taglio Vy sulla platea, comb. SLU 8

### 10.4.3 Verifica geotecnica e delle fondazioni

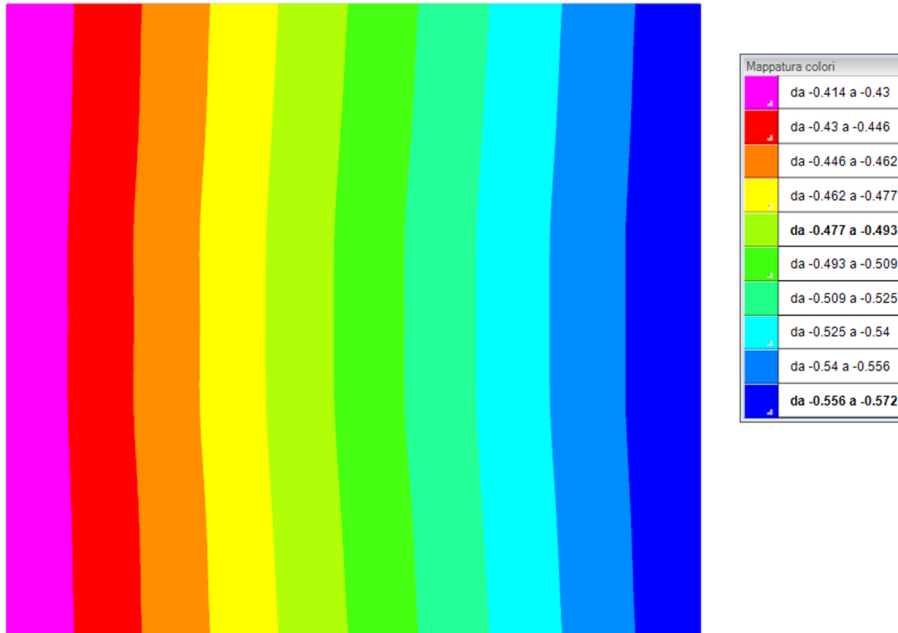


Figura 43: Massime compressioni, fam. SLU

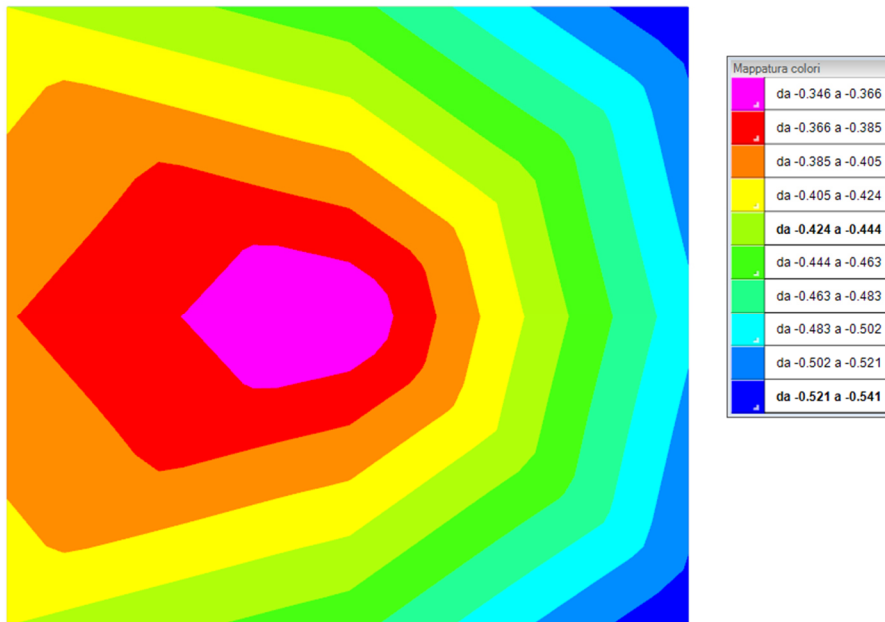


Figura 44: Massime compressioni, fam. SLV

#### 10.4.3.1 Verifica geotecnica

Si presenta la valutazione della capacità portante riferita ad un terreno equivalente frutto della interpolazione delle caratteristiche dei primi strati, in condizioni non drenate, riferite alle prova CPT 7 bis e 11 bis.

#### PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO

Peso dell'unità di volume del terreno di fondazione	$\gamma$	18,0 kN/m <sup>3</sup>
Peso saturo dell'unità di volume del terreno di fondazione	$\gamma'$	21,0 kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno caratteristico	$\varphi_k$	0 °
Coesione	c	20,00 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di spinta passiva	$K_p$	1,00
Peso dell'unità di volume del terreno di riporto	$\gamma_r$	18,0 kN/m <sup>3</sup>

#### APPROCCIO DI CALCOLO ADOTTATO

A1+M1+R3

Azioni permanenti (sfav./fav.)	$\gamma_{G1}$	1.3/1.0
Azioni permanenti non strutturali (sfav./fav.)	$\gamma_{G2}$	1.5/0.0
Azioni accidentali (sfav./fav.)	$\gamma_Q$	1.5/0.0
Coefficienti parziali per i valori caratteristici del terreno (M)		
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\gamma_\varphi$	1,00
Coesione efficace/resistenza non drenata	$\gamma_c = \gamma_{cu}$	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1,00

#### PARAMETRI GEOMETRICI DELLA FONDAZIONE

Larghezza della fondazione	B	9,00 m
Lunghezza della fondazione	L	7,30 m
Eccentricità in larghezza	$e_x$	0,00 m
Eccentricità in lunghezza	$e_y$	0,00 m
Approfondimento piano di posa	D	1,20 m
Angolo di inclinazione del carico	i	0,00 °
Larghezza efficace della fondazione	B'	9,00 m
Lunghezza efficace della fondazione	L'	7,30 m

**COEFFICIENTI DI CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE**

Fattori adimensionali di capacità portante		
$N_c = (N_q - 1) \cotg(\varphi)$	$N_c$	5,14
$N_q = e^{(\pi \cdot \tan \varphi)} \cdot \tan^2(45^\circ + \varphi/2)$	$N_q$	1,00
$N_\gamma = (N_q - 1) \cdot \tan(1.4 \cdot \varphi)$	$N_\gamma$	0,00
Fattori adimensionali correttivi di forma della fondazione		
$s_c = 1 + 0.2 \cdot K_p \cdot (B/L)$	$s_c$	1,25
$s_\gamma = s_q = 1 + 0.1 \cdot K_p \cdot (B/L)$	$s_\gamma = s_q$	1,12
Fattori adimensionali correttivi di profondità		
$d_c = 1 + 0.2 \cdot K_p^{0.5} \cdot (D/B)$	$d_c$	1,03
$d_\gamma = d_q = 1 + 0.1 \cdot K_p^{0.5} \cdot (D/B)$	$d_\gamma = d_q$	1,01
Fattori adimensionali correttivi dell'inclinazione del carico		
$i_q = i_c = (1 - i/90)^2$	$i_q = i_c$	1,00
$i_\gamma = (1 - i/\varphi)^2$	$i_\gamma$	1,00

**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE**

Calcolo della capacità portante limite con falda a quota d'imposta della fondazione		
$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c / \gamma_c + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma / \gamma_\gamma + \gamma_r \cdot D \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q / \gamma_q$	$q_{lim}$	1,56 daN/cm <sup>2</sup>
Coefficiente di sicurezza $\gamma_R$ dell'approccio adottato	$\gamma_R$ (R3)	2,30
<b>Capacità portante ammissibile</b>	<b><math>q_{amm}</math></b>	<b>0,68 daN/cm<sup>2</sup></b>

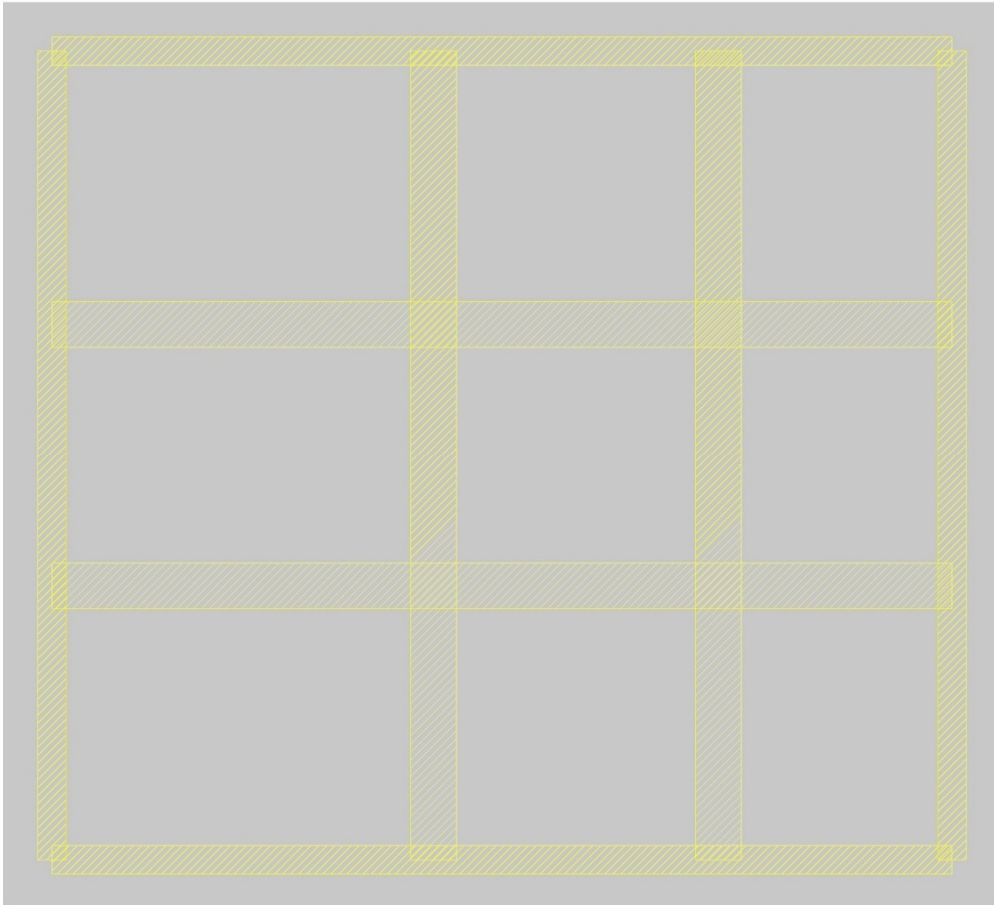
La verifica della capacità portante è soddisfatta.

#### 10.4.3.2 Verifica delle fondazioni

La platea è armata con barre  $\phi 12$  a maglia  $20 \times 20$  cm, sia superiormente che inferiormente.  
Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

##### 10.4.3.2.1 Dati della piastra

###### *Geometria*



###### *Caratteristiche dei materiali*

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

###### *Sistema di riferimento e direzioni di armatura*

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in  $(-0.425; -0.425; 0)$ , direzione dell'asse X =  $(0.01; 0; 0)$ , direzione dell'asse Y =  $(0; 0.01; 0)$ .

Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento.

##### 10.4.3.2.2 Verifiche nei nodi

###### *Verifiche SLU flessione nei nodi*

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per le combinazioni SLV, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1



Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
270	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.000565	0.048	SLV 5	17.3916	0	72.9241	0	4.1931	Si
502	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.000565	0.048	SLV 7	17.3916	0	72.9241	0	4.1931	Si
269	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.000565	0.048	SLV 5	17.0615	0	72.9241	0	4.2742	Si
501	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.000565	0.048	SLV 7	17.0615	0	72.9241	0	4.2742	Si
271	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.000565	0.048	SLV 5	16.7595	0	72.9241	0	4.3512	Si

*Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi*

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
270	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.000565	0.048	SLD 5	13.0911	0	72.9241	0	5.5705	Si
502	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.000565	0.048	SLD 7	13.0911	0	72.9241	0	5.5705	Si
269	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.000565	0.048	SLD 5	12.797	0	72.9241	0	5.6985	Si
501	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.000565	0.048	SLD 7	12.797	0	72.9241	0	5.6985	Si
271	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.000565	0.048	SLD 5	12.6879	0	72.9241	0	5.7475	Si

*Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi*

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{lim}$	Es/Ec	Verifica
269	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.000565	0.048	SLE QP 1	11.1659	0	-390	14940	15	Si
501	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.000565	0.048	SLE QP 1	11.1659	0	-390	14940	15	Si
270	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.000565	0.048	SLE QP 1	11.0794	0	-387	14940	15	Si
502	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.000565	0.048	SLE QP 1	11.0794	0	-387	14940	15	Si
268	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.000565	0.048	SLE QP 1	10.7161	0	-374	14940	15	Si


*Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi*

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	$\sigma_f$	$\sigma_{lim}$	Es/Ec	Verifica
269	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.000565	0.048	SLE RA 2	11.8535	0	4720	360000	15	Si
501	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.000565	0.048	SLE RA 2	11.8535	0	4720	360000	15	Si
502	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.000565	0.048	SLE RA 2	11.765	0	4685	360000	15	Si
270	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.000565	0.048	SLE RA 2	11.765	0	4685	360000	15	Si
268	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.000565	0.048	SLE RA 2	11.3741	0	4530	360000	15	Si

*Verifiche SLE fessurazione nei nodi*

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.



	<b>Cod 059_FV_BGR_00081</b>	Pagina 115 / 136
		Numero Revisione
		00

## 11. MURI DI CONTENIMENTO

### 11.1 Premessa

L'area prospiciente la S.P.91 su cui insistono gli edifici della stazione Terna e della sottostazione è realizzata con un ritombamento in materiale arido sino alla quota di -0,70 s.l.m.m., per l'accesso all'area si rende necessario l'intubamento della prima scolina adiacente la viabilità secondaria. Si presenta la verifica della generica testata in c.a., soggetta ad un carico variabile di 20 kN/m<sup>2</sup> rappresentativo dei sovraccarichi dei mezzi in transito.

La verifica dell'elemento è svolta con Max, programma della Aztec informatica di Cosenza.



### 11.2 Richiami teorici

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale

Se il muro è in calcestruzzo armato: Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

Se il muro è a gravità: Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione e verifica in diverse sezioni al ribaltamento, allo scorrimento ed allo schiacciamento.

#### Calcolo della spinta sul muro

##### *Valori caratteristici e valori di calcolo*

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali  $\gamma$ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

### Metodo di Mononobe-Okabe

Il metodo di Mononobe-Okabe adotta le stesse ipotesi della teoria di Coulomb: un cuneo di spinta a monte del muro che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea. Mette in conto inoltre l'inerzia sismica del cuneo in direzione orizzontale e verticale. Dall'equilibrio del cuneo si ricava la spinta che il terreno esercita sull'opera di sostegno in condizioni sismiche. Viene messo in conto, come nella teoria di Coulomb, l'esistenza dell'attrito fra il terreno e il paramento del muro, e quindi la retta di spinta risulta inclinata rispetto alla normale al paramento stesso di un angolo di attrito terra-muro.

L'espressione della spinta totale (statica più sismica) esercitata da un terrapieno, di peso di volume  $\gamma$ , su una parete di altezza  $H$ , risulta espressa secondo la teoria di Mononobe-Okabe dalla seguente relazione

$$S = \frac{1}{2} (1 \mp k_v) \gamma H^2 K_a$$

$K_a$  rappresenta il coefficiente di spinta attiva espresso da

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \varphi - \theta)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta - \theta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta - \theta)}{\sin(\alpha - \delta - \theta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

L'angolo  $\theta$  è legato al coefficiente sismico dalla seguente espressione

$$\tan \theta = \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

dove  $k_h$  e  $k_v$  rappresentano in coefficiente di intensità sismica orizzontale e verticale.

Nel caso in cui il terrapieno sia gravato di un sovraccarico uniforme  $Q$  l'espressione della pressione e della spinta diventano

$$\sigma_a = (\gamma z + q) k_a$$

$$S = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$$

Al carico  $Q$  corrisponde un diagramma delle pressioni rettangolare con risultante applicata a  $1/2H$ .

Nel caso di terreno dotato di coesione  $c$  l'espressione della pressione esercitata sulla parete, alla generica profondità  $z$ , diventa

$$\sigma_a = \gamma z K_a - 2c \sqrt{K_a}$$

Al diagramma triangolare, espresso dal termine  $\gamma z K_a$ , si sottrae il diagramma rettangolare legato al termine con la coesione. La pressione  $\sigma_a$  risulta negativa per valori di  $z$  minori di

$$h_c = \frac{2c}{\gamma \sqrt{K_a}}$$

La grandezza  $h_c$  è detta altezza critica e rappresenta la profondità di potenziale frattura del terreno. E' chiaro che se l'altezza della parete è inferiore ad  $h_c$  non abbiamo nessuna spinta sulla parete.

### *Spinta in presenza di falda*

Nel caso in cui a monte del muro sia presente la falda il diagramma delle pressioni sul muro risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento

$$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

dove  $\gamma_{\text{sat}}$  è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e  $\gamma_w$  è il peso specifico dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

### *Spinta in presenza di sisma*

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente. Detta  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta \quad \beta' = \beta + \theta$$

dove  $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$  essendo  $k_h$  il coefficiente sismico orizzontale e  $k_v$  il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di  $k_h$ .

In presenza di falda a monte,  $\theta$  assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctan\left(\frac{\gamma_{\text{sat}}}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctan\left(\frac{\gamma}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

Detta  $S$  la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente  $A$  vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2 \beta \cos \theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente  $A$  si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di  $\theta$ . Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente  $A$  viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico. Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{iH} = k_h W \quad F_{iV} = \pm k_v W$$

dove  $W$  è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

### Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante  $M_r$ ) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante  $M_s$ ) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto  $M_s/M_r$  sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_r$ . Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza:

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante  $M_r$  è dato dalla componente orizzontale della spinta  $S$ , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro  $\delta$  è positivo, ribaltante se  $\delta$  è negativo.  $\delta$  è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

### Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento  $F_r$  e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro  $F_s$  risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_s$

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella  $F_s$  sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta  $N$  la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_f$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \tan \delta_f + c_a B_r$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione,  $\delta_f$ , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di  $\delta_f$  pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

### Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a  $\eta_q$ . Cioè, detto  $Q_u$ , il carico limite ed  $R$  la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$q_u = cN_c s_c d_c i_c + qN_q s_q d_q i_q + 0.5B\gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In questa espressione:

- c coesione del terreno in fondazione
- $\phi$  angolo di attrito del terreno in fondazione
- $\gamma$  peso di volume del terreno in fondazione
- B larghezza della fondazione
- D profondità del piano di posa
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa
- N fattori di capacità portante
- d fattori di profondità del piano di posa
- i fattori di inclinazione del carico

Fattori di capacità portante		$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	$N_q = e^{\pi \tan \phi} K_p$	$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\phi)$
Fattori di forma	$\phi = 0$	$s_c = 1 + 0.2K_p \frac{B'}{L'}$	$s_q = 1$	$s_\gamma = 1$
	$\phi > 0$	$s_c = 1 + 0.2K_p \frac{B'}{L'}$	$s_q = 1 + 0.1K_p \frac{B'}{L'}$	$s_\gamma = 1 + 0.1K_p \frac{B'}{L'}$
Fattori di profondità	$\phi = 0$	$d_c = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_q = 1$	$d_\gamma = 1$
	$\phi > 0$	$d_c = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_q = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$
Fattori di inclinazione del carico	$\phi = 0$	$i_c = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_q = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_\gamma = 0$
	$\phi > 0$	$i_c = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_q = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ}\right)^2$

Indichiamo con  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

#### Riduzione per eccentricità del carico

Nel caso in cui il carico al piano di posa della fondazione risulta eccentrico, Meyerhof propone di moltiplicare la capacità portante ultima per un fattore correttivo  $R_e$

$R_e = 1.0 - 2.0 \frac{e}{B}$	per terreni coesivi
$R_e = 1.0 - \sqrt{\frac{e}{B}}$	per terreni incoerenti

con  $e$  eccentricità del carico e  $B$  la dimensione minore della fondazione.

#### Riduzione per effetto piastra

Per valori elevati di  $B$  (dimensione minore della fondazione), Bowles propone di utilizzare un fattore correttivo  $r_\gamma$  del solo termine sul peso di volume ( $0.5 B \gamma N_\gamma$ ) quando  $B$  supera i 2 m.

$$r_\gamma = 1.0 + 0.25 \log \frac{B}{2.0}$$

Il termine sul peso di volume diventa:

$$0.5 B \gamma N_\gamma r_\gamma$$

#### Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a  $\eta_g$ .

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 25.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_{i=0}^n \left[ \frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \varphi_i}{m} \right]}{\sum_{i=0}^n W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine  $m$  è espresso da

$$m = \left( 1 + \frac{\tan \varphi_i \tan \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$



In questa espressione  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i$ -esima rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i$ -esima,  $c_i$  e  $\phi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed  $u_i$  è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine  $m$  che è funzione di  $\eta$ . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per  $\eta$  da inserire nell'espressione di  $m$  ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

## 11.3 Impostazione dell'analisi

### 11.3.1 Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<u>Calcestruzzo armato</u>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
$R_{ck}$	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

#### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$ [kN/mc]	$R_{ck}$ [kPa]	E [kPa]	$\nu$	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24,5170	40000	33642649	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24,5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50

#### Acciai

Descr	$f_{yk}$ [kPa]	$f_{uk}$ [kPa]
B450C	450000	540000

### 11.3.2 Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0,00	-0,20	0.000
2	8,00	-0,20	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

### 11.3.3 Falda

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-5,00	-1,60	0.000
2	10,00	-1,60	0.000

### 11.3.4 Geometria muro

#### Geometria paramento e fondazione

##### Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	1,60	[m]
Altezza paramento libero	1,60	[m]
Spessore in sommità	0,25	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,25	[m]
Inclinazione paramento esterno	0,00	[°]
Inclinazione paramento interno	0,00	[°]

##### Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0,30	[m]
Lunghezza mensola di monte	0,85	[m]
Lunghezza totale	1,40	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,40	[m]
Spessore magrone	0,00	[m]

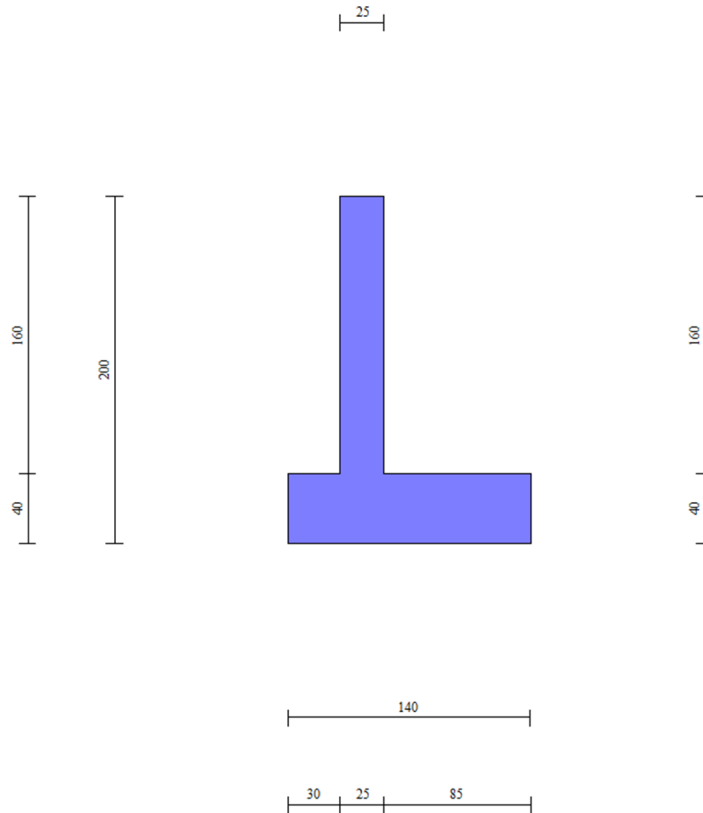


Figura 45: Sezione del muro

### 11.3.5 Descrizione terreni

#### Parametri di resistenza

##### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
$\tau_l$	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]	$c_a$ [kPa]	Cesp	$\tau_l$ [kPa]
1	Riporto	18,0000	20,0000	30.000	20.000	0	0	---	---
2	Limo sabbioso debolmente argilloso	18,0000	20,0000	0.000	0.000	60	30	---	---
3	Argilla	18,0000	30,0000	0.000	0.000	20	10	---	---

### 11.3.6 Stratigrafia

Simbologia adottata

$n^\circ$  Indice dello strato  
 $H$  Spessore dello strato espresso in [m]  
 $\alpha$  Inclinazione espressa in [°]

Terreno Terreno dello strato

Per calcolo pali (solo se presenti)

$K_w$  Costante di Winkler orizzontale espressa in  $\text{Kg/cm}^2/\text{cm}$   
 $K_s$  Coefficiente di spinta  
 $Cesp$  Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

$K_{ststa}$ ,  $K_{stsis}$  Coeff. di spinta statico e sismico

$n^\circ$	$H$ [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	$K_w$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$K_s$	Cesp	$K_{ststa}$	$K_{stsis}$
1	1,60	0.000	Riporto	---	---	---	---	---
2	1,00	0.000	Limo sabbioso debolmente argilloso	---	---	---	---	---
3	2,00	0.000	Argilla	---	---	---	---	---



Figura 46: Stratigrafia

### 11.3.7 Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.  
 Carichi orizzontali positivi verso sinistra.  
 Momento positivo senso antiorario.

$X$  Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]  
 $F_x$  Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]  
 $F_y$  Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]  
 $M$  Momento espresso in [kNm]  
 $X_i$  Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]  
 $X_f$  Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]  
 $Q_i$  Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kN]  
 $Q_f$  Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Condizione 1) - VARIABLE

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.0$  -  $\Psi_1=0.0$  -  $\Psi_2=0.0$

Carichi sul terreno

$n^\circ$	Tipo	$X$ [m]	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$M$ [kNm]	$X_i$ [m]	$X_f$ [m]	$Q_i$ [kN]	$Q_f$ [kN]
1	Distribuito					0,00	8,00	20,0000	20,0000

### 11.3.8 Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche				Combinazioni sismiche			
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma^{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma^c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma^{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

### 11.3.9 Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili. I valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

#### Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - SLEFR

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - SLEQP

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLEQ H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEQ H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

### 11.3.10 Dati sismici

Comune	
Provincia	
Regione	
Latitudine	45.753280
Longitudine	13.325970
Indice punti di interpolazione	11431 - 11209 - 11208 - 11430
Vita nominale	100 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_q$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.530	0.531
Accelerazione al suolo	$a_q/g$	[%]	0.156	0.054
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.644	2.571
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.403	0.291
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss	D	1.781	1.782
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St	T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh [%]	kv [%]
Ultimo	0.380	10.555	5.278
Ultimo - Ribaltamento	0.570	15.833	7.916
Esercizio	0.470	4.537	2.268

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

### 11.3.11 Opzioni di calcolo

#### Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Mononobe-Okabe
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

#### Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Meyerhof	
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)		Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof	

Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento) Nessuna

Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ( $0.5B\gamma N_{\gamma}$ ) Larghezza ridotta (B')

Fattori di forma e inclinazione del carico Solo i fattori di inclinazione

Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale Bishop

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante 50.00

Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione 50.00

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni SI

Considera terreno sulla fondazione di valle SI

Considera spinta e peso acqua fondazione di valle NO

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

	SLU	Eccezionale
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50	1.00
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15	1.00
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00	1.00

## 11.4 Risultati per involucro

### 11.4.1 Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione

A Tipo azione

I Inclinazione della spinta, espressa in [°]

V Valore dell'azione, espressa in [kN]

C<sub>x</sub>, C<sub>y</sub> Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]

P<sub>x</sub>, P<sub>y</sub> Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>x</sub> [kN]	C <sub>y</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [m]	P <sub>y</sub> [m]
1	Spinta statica	19,48	19,81	18,33	6,60	0,85	-0,99
	Peso/Inerzia muro			0,00	23,54/0,00	0,04	-1,38
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	46,92/0,00	0,43	-0,90
	Spinta falda da monte			1,02		0,85	-1,87
	Sottostinta della falda				7,14	0,15	-2,00
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00
	Resistenza passiva terreno antistante				-24,41		
2	Spinta statica	5,32	19,72	5,00	1,79	0,85	-1,14
	Incremento di spinta sismica		1,48	1,40	0,50	0,85	-1,40
	Peso/Inerzia muro			2,48	23,54/-1,24	0,04	-1,38
	Peso/Inerzia terrapieno			2,26	21,42/-1,13	0,43	-0,90
	Spinta falda da monte			0,78		0,85	-1,87
	Sottostinta della falda				5,49	0,15	-2,00
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00
Resistenza passiva terreno antistante				-24,41			
3	Spinta statica	5,32	19,72	5,00	1,79	0,85	-1,14
	Incremento di spinta sismica		0,95	0,89	0,32	0,85	-1,40
	Peso/Inerzia muro			2,48	23,54/-1,24	0,04	-1,38
	Peso/Inerzia terrapieno			2,26	21,42/-1,13	0,43	-0,90
	Spinta falda da monte			0,78		0,85	-1,87
	Sottostinta della falda				5,49	0,15	-2,00



Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00
	Resistenza passiva terreno antistante			-24,41			
10	Spinta statica	13,70	19,81	12,89	4,64	0,85	-1,00
	Peso/Inerzia muro			0,00	23,54/0,00	0,04	-1,38
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	38,42/0,00	0,43	-0,90
	Spinta falda da monte			0,78		0,85	-1,87
	Sottostinta della falda				5,49	0,15	-2,00
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00
	Resistenza passiva terreno antistante			-24,41			
11	Spinta statica	5,32	19,72	5,00	1,79	0,85	-1,14
	Peso/Inerzia muro			0,00	23,54/0,00	0,04	-1,38
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	21,42/0,00	0,43	-0,90
	Spinta falda da monte			0,78		0,85	-1,87
	Sottostinta della falda				5,49	0,15	-2,00
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00
	Resistenza passiva terreno antistante			-24,41			
12	Spinta statica	5,32	19,72	5,00	1,79	0,85	-1,14
	Peso/Inerzia muro			0,00	23,54/0,00	0,04	-1,38
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	21,42/0,00	0,43	-0,90
	Spinta falda da monte			0,78		0,85	-1,87
	Sottostinta della falda				5,49	0,15	-2,00
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00
	Resistenza passiva terreno antistante			-24,41			

## 11.4.2 Risultanti globali

### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M <sub>r</sub>	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M <sub>s</sub>	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M <sub>r</sub> [kNm]	M <sub>s</sub> [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	69,92	19,35	23,67	68,77	0,055
2 - STR (A1-M1-R3)	44,13	11,93	13,11	39,70	0,097
3 - STR (A1-M1-R3)	39,21	11,43	14,64	37,62	0,114
4 - GEO (A2-M2-R2)	67,07	19,86	23,37	63,91	0,095
5 - GEO (A2-M2-R2)	44,13	11,93	13,11	39,70	0,097
6 - GEO (A2-M2-R2)	39,21	11,43	14,64	37,62	0,114
7 - EQU (A1-M1-R3)	69,92	19,35	23,67	68,77	0,055
8 - EQU (A1-M1-R3)	45,62	15,14	15,62	41,04	0,143
9 - EQU (A1-M1-R3)	38,25	14,43	17,94	37,94	0,177
10 - SLER	61,11	13,67	16,88	57,74	0,031
11 - SLEF	41,26	5,79	8,25	37,17	-0,001
12 - SLEQ	41,26	5,79	8,25	37,17	-0,001
13 - SLEQ	42,47	8,36	10,30	38,23	0,042
14 - SLEQ	40,35	8,13	10,95	37,33	0,046

## 11.4.3 Verifiche geotecniche

### 11.4.3.1 Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		3.432		3.784			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	5.566		5.653			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	5.812		6.006			
4 - GEO (A2-M2-R2)					2.999		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				3.947		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				4.082		
7 - EQU (A1-M1-R3)			2.905				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.627				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.115				

### 11.4.3.2 Verifica a scorrimento fondazione

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	42,00	24,41	0,00	--	--	66,41	19,35	3.432
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	42,00	24,41	0,00	--	--	66,41	11,93	5.566
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	42,00	24,41	0,00	--	--	66,41	11,43	5.812

#### Verifica a carico limite

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	69,92	264,56	188,97	3.784
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	44,13	249,46	207,88	5.653
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	39,21	235,49	196,24	6.006

#### Dettagli calcolo portanza

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, N <sub>γ</sub>	Fattori di capacità portante
ic, iq, i <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d <sub>γ</sub>	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s <sub>γ</sub>	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p <sub>γ</sub>	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidezza per punzonamento secondo Vesic
r <sub>γ</sub>	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B_{\gamma}N_{\gamma}$ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]

H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]  
 $\gamma$  Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]  
 $\phi$  Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]  
c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]  
Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
1	5.140 1.000 -0.000	0.686 0.686 0.000	1.057 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.921	1.000
2	5.140 1.000 -0.000	0.692 0.692 0.000	1.057 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.861	1.000
3	5.140 1.000 -0.000	0.672 0.672 0.000	1.057 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.838	1.000

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	$\gamma$ [°]	$\phi$ [kN/mc]	c [kPa]
1	0,40	1,40	0,70	11,62	0.00	54
2	0,40	1,40	0,70	11,62	0.00	54
3	0,40	1,40	0,70	11,62	0.00	54

#### 11.4.3.3 Verifica a ribaltamento

##### Simbologia adottata

n° Indice combinazione  
Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]  
Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]  
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)  
La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
7 - EQU (A1-M1-R3)	68,77	23,67	2.905
8 - EQU (A1-M1-R3) H + V	41,04	15,62	2.627
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	37,94	17,94	2.115

#### 11.4.3.4 Verifica stabilità globale muro + terreno

##### Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione  
C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]  
R Raggio, espresso in [m]  
FS Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
4 - GEO (A2-M2-R2)	-1,50; 0,00	3,10	2.999
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4,50; 0,00	5,72	3.947
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4,50; 0,00	5,72	4.082

#### Dettagli strisce verifiche stabilità

##### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)  
W peso della striscia espresso in [kN]  
Qy carico sulla striscia espresso in [kN]  
Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	2,16	5,98	0,00	1,59 - 0,23	76,344	24,791	0	0,0	
2	5,04	5,98	0,00	0,23	62,658	24,791	0	0,0	
3	6,71	5,98	0,00	0,23	54,366	0,000	43	2,0	
4	8,36	5,98	0,00	0,23	47,558	0,000	43	4,8	
5	9,49	5,98	0,00	0,23	41,559	0,000	43	7,0	
6	10,34	5,98	0,00	0,23	36,081	0,000	43	8,8	
7	10,84	5,37	0,00	0,23	30,966	0,000	14	10,3	
8	15,12	0,00	0,00	0,23	26,114	0,000	14	11,5	
9	6,94	0,00	0,00	0,23	21,457	0,000	14	12,5	
10	7,20	0,00	0,00	0,23	16,946	0,000	14	13,3	
11	7,49	0,00	0,00	0,23	12,541	0,000	14	13,9	
12	7,78	0,00	0,00	0,23	8,211	0,000	14	14,3	
13	7,95	0,00	0,00	0,23	3,928	0,000	14	14,6	
14	8,00	0,00	0,00	0,23	-0,333	0,000	14	14,6	
15	7,93	0,00	0,00	0,23	-4,596	0,000	14	14,6	
16	7,75	0,00	0,00	0,23	-8,885	0,000	14	14,3	
17	7,44	0,00	0,00	0,23	-13,225	0,000	14	13,8	
18	7,00	0,00	0,00	0,23	-17,644	0,000	14	13,2	
19	6,42	0,00	0,00	0,23	-22,175	0,000	14	12,4	
20	5,70	0,00	0,00	0,23	-26,859	0,000	14	11,4	
21	4,82	0,00	0,00	0,23	-31,747	0,000	14	10,1	
22	4,01	0,00	0,00	0,23	-36,912	0,000	43	8,6	
23	3,13	0,00	0,00	0,23	-42,459	0,000	43	6,7	
24	2,05	0,00	0,00	0,23	-48,560	0,000	43	4,4	
25	0,61	0,00	0,00	-4,16 - 0,23	-53,919	0,000	43	1,5	

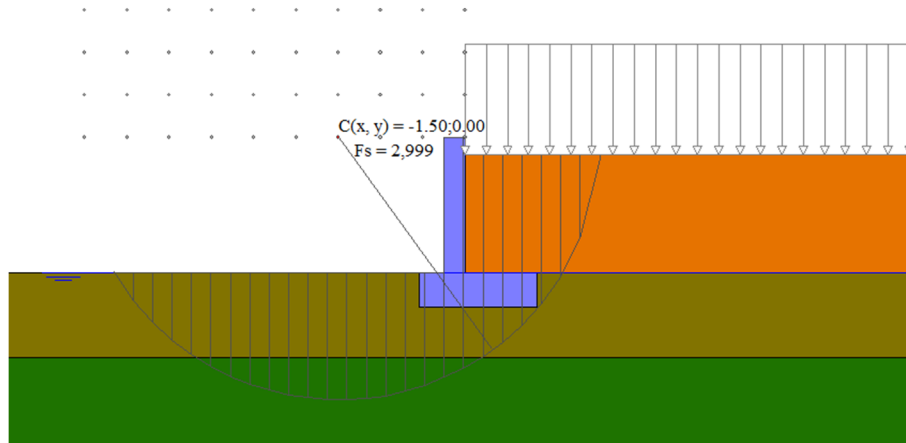


Figura 47: Cerchio critico

### 11.4.4 Sollecitazioni

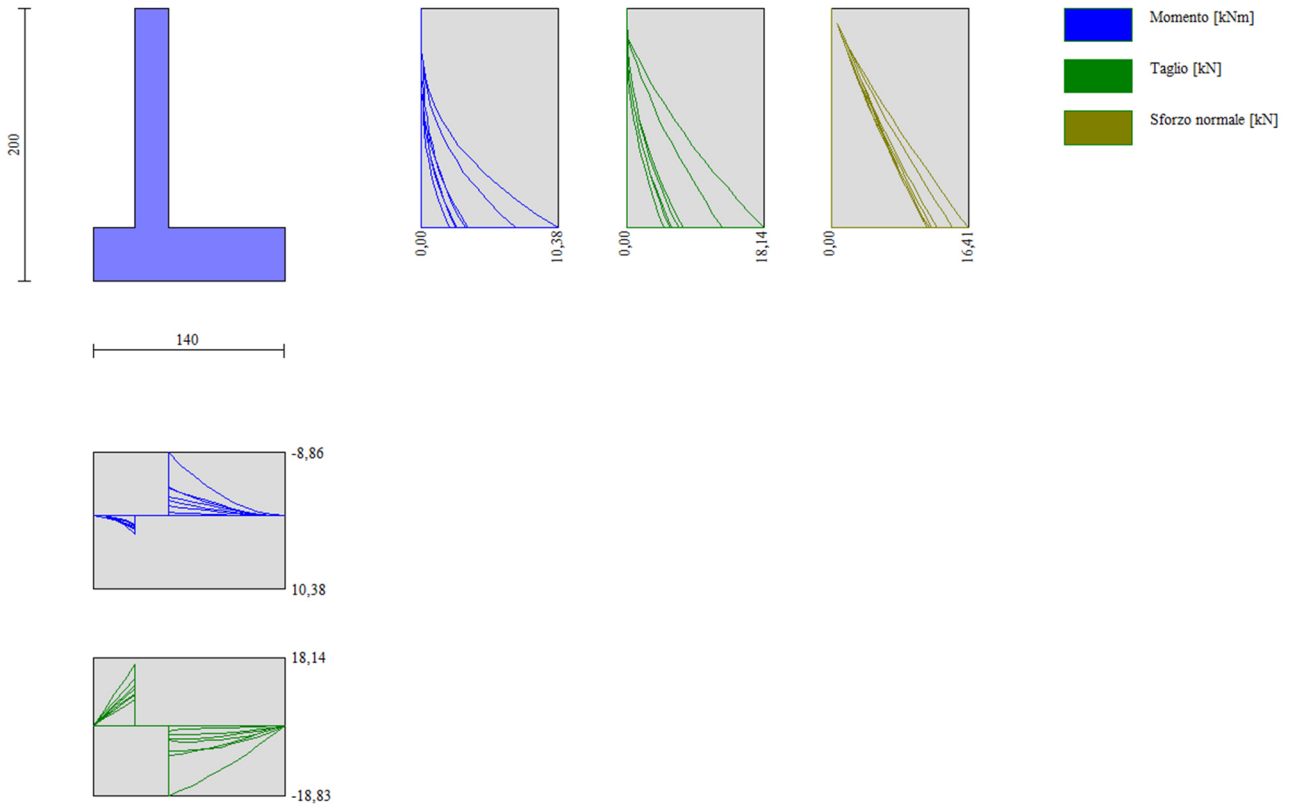


Figura 48: Sollecitazioni sul paramento e sulla fondazione

#### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

n° Indice della sezione

X Posizione della sezione, espresso in [m]

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.

T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle

M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

La posizione delle sezioni di verifica fanno riferimento al sistema di riferimento globale la cui origine è nello spigolo in alto a destra del paramento.

#### 11.4.4.1 Paramento

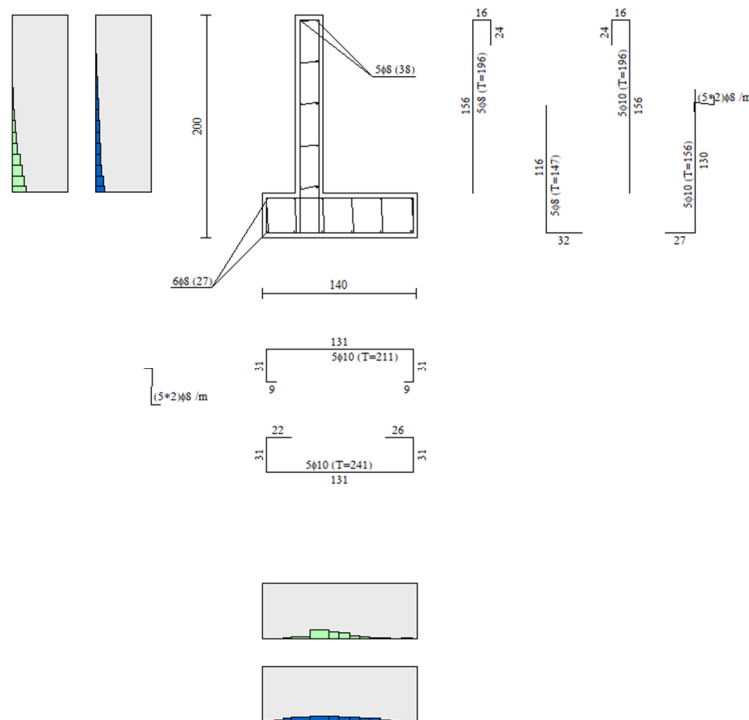
n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,10	0,58	0,65	0,00	0,06	0,00	0,00
3	-0,20	1,16	1,29	0,00	0,13	0,00	0,01
4	-0,30	1,75	2,16	0,03	0,87	0,00	0,03
5	-0,40	2,37	3,11	0,10	1,81	0,00	0,09
6	-0,50	3,00	4,09	0,23	2,81	0,01	0,28
7	-0,60	3,66	5,09	0,40	3,88	0,04	0,56
8	-0,70	4,34	6,11	0,63	5,01	0,08	0,96
9	-0,80	5,04	7,16	0,91	6,21	0,14	1,46
10	-0,90	5,76	8,23	1,23	7,47	0,23	2,09
11	-1,00	6,51	9,33	1,61	8,80	0,36	2,84
12	-1,10	7,27	10,45	2,04	10,19	0,52	3,73
13	-1,20	8,06	11,60	2,51	11,65	0,72	4,75
14	-1,30	8,87	12,76	3,04	13,17	0,98	5,92

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
15	-1,40	9,70	13,95	3,62	14,76	1,28	7,25
16	-1,50	10,56	15,17	4,25	16,42	1,65	8,73
17	-1,60	11,43	16,41	4,93	18,14	2,08	10,38

#### 11.4.4.2 Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,48	0,00	0,00	1,76	4,23	0,07	0,16
3	-0,40	0,00	0,00	3,52	8,36	0,26	0,63
4	-0,33	0,00	0,00	5,28	12,40	0,59	1,41
5	-0,25	0,00	0,00	7,05	16,35	1,06	2,49
6	0,00	0,00	0,00	-18,83	-1,33	-8,86	-0,56
7	0,09	0,00	0,00	-17,34	-1,17	-7,15	-0,44
8	0,19	0,00	0,00	-15,70	-1,02	-5,59	-0,33
9	0,28	0,00	0,00	-13,90	-0,87	-4,19	-0,24
10	0,38	0,00	0,00	-11,96	-0,72	-2,97	-0,17
11	0,47	0,00	0,00	-9,87	-0,57	-1,94	-0,11
12	0,57	0,00	0,00	-7,63	-0,43	-1,11	-0,06
13	0,66	0,00	0,00	-5,24	-0,28	-0,50	-0,03
14	0,76	0,00	0,00	-2,69	-0,14	-0,13	-0,01
15	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

### 11.5 Verifiche strutturali



#### 11.5.1 Verifiche a flessione

##### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

n°	indice sezione
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente espressa in [kN]

Mrd momento resistente espresso in [kNm]  
 Nrd sforzo normale resistente espresso in [kN]  
 FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

### Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
1	100	25	2,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	25	2,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
3	100	25	2,51	3,93	0,01	1,29	40,25	4014,68	3110.834
4	100	25	2,51	3,93	0,03	1,95	59,19	4014,68	2061.256
5	100	25	2,51	3,93	0,09	3,11	109,25	3608,79	1160.600
6	100	25	2,51	3,93	0,28	4,09	158,59	2324,69	568.817
7	100	25	2,51	3,93	0,56	5,09	133,90	1208,18	237.449
8	100	25	2,51	3,93	0,96	6,11	86,27	551,62	90.234
9	100	25	2,51	3,93	1,46	7,16	64,41	315,61	44.066
10	100	25	2,51	3,93	2,09	8,23	55,35	218,36	26.517
11	100	25	2,51	3,93	2,84	9,33	49,55	162,82	17.449
12	100	25	2,51	3,93	3,73	10,45	46,03	129,15	12.358
13	100	25	5,03	3,93	4,75	11,60	45,19	110,31	9.514
14	100	25	2,51	3,93	5,92	12,76	42,00	90,52	7.093
15	100	25	2,51	3,93	7,25	13,95	40,74	78,46	5.623
16	100	25	2,51	3,93	8,73	15,17	39,76	69,10	4.555
17	100	25	2,51	3,93	10,38	16,41	38,98	61,64	3.756

### Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
1	100	40	3,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	40	3,93	0,00	0,16	0,00	53,23	0,00	334.434
3	100	40	3,93	3,93	0,63	0,00	54,52	0,00	86.266
4	100	40	3,93	3,93	1,41	0,00	54,52	0,00	38.630
5	100	40	3,93	3,93	2,49	0,00	54,52	0,00	21.894
6	100	40	3,93	3,93	-8,86	0,00	-54,52	0,00	6.150
7	100	40	3,93	3,93	-7,15	0,00	-54,52	0,00	7.620
8	100	40	3,93	3,93	-5,59	0,00	-54,52	0,00	9.746
9	100	40	3,93	3,93	-4,19	0,00	-54,52	0,00	12.996
10	100	40	3,93	3,93	-2,97	0,00	-54,52	0,00	18.343
11	100	40	3,93	3,93	-1,94	0,00	-54,52	0,00	28.102
12	100	40	3,93	3,93	-1,11	0,00	-54,52	0,00	49.005
13	100	40	3,93	3,93	-0,50	0,00	-54,52	0,00	108.192
14	100	40	3,93	0,00	-0,13	0,00	-6,26	0,00	48.797
15	100	40	3,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000

## 11.5.2 Verifiche a taglio

### Simbologia adottata

n° (o Is) indice sezione  
 Y ordinata sezione espressa in [m]  
 B larghezza sezione espresso in [cm]  
 H altezza sezione espressa in [cm]  
 A<sub>sw</sub> area ferri a taglio espresso in [cmq]  
 cotθ inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo  
 V<sub>Rcd</sub> resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]  
 V<sub>Rsd</sub> resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]  
 V<sub>Rd</sub> resistenza di progetto a taglio espresso in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A<sub>sw</sub>>0.0) V<sub>Rd</sub>=min(V<sub>Rcd</sub>, V<sub>Rsd</sub>).  
 T taglio agente espressa in [kN]  
 FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

### Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	100	25	0,00	--	0,00	0,00	118,86	0,00	100.000
2	100	25	0,00	--	0,00	0,00	118,93	0,06	1838.363
3	100	25	0,00	--	0,00	0,00	119,01	0,13	919.747
4	100	25	0,00	--	0,00	0,00	119,13	0,87	136.803
5	100	25	0,00	--	0,00	0,00	119,25	1,81	65.993
6	100	25	0,00	--	0,00	0,00	119,38	2,81	42.503
7	100	25	0,00	--	0,00	0,00	119,50	3,88	30.835
8	100	25	0,00	--	0,00	0,00	119,63	5,01	23.888
9	100	25	0,00	--	0,00	0,00	119,76	6,21	19.299

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
10	100	25	0,00	--	0,00	0,00	119,90	7,47	16.053
11	100	25	0,00	--	0,00	0,00	120,04	8,80	13.645
12	100	25	0,00	--	0,00	0,00	120,18	10,19	11.793
13	100	25	0,00	--	0,00	0,00	122,78	11,65	10.539
14	100	25	0,00	--	0,00	0,00	120,47	13,17	9.144
15	100	25	0,00	--	0,00	0,00	120,62	14,76	8.169
16	100	25	0,00	--	0,00	0,00	120,77	16,42	7.355
17	100	25	0,00	--	0,00	0,00	120,93	18,14	6.666

## Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	100	40	0,00	--	0,00	0,00	169,16	0,00	100.000
2	100	40	0,00	--	0,00	0,00	169,16	-4,23	40.002
3	100	40	0,00	--	0,00	0,00	169,16	-8,36	20.227
4	100	40	0,00	--	0,00	0,00	169,16	-12,40	13.639
5	100	40	0,00	--	0,00	0,00	169,16	-16,35	10.348
6	100	40	0,00	--	0,00	0,00	169,16	-18,83	8.984
7	100	40	0,00	--	0,00	0,00	169,16	-17,34	9.757
8	100	40	0,00	--	0,00	0,00	169,16	-15,70	10.777
9	100	40	0,00	--	0,00	0,00	169,16	-13,90	12.166
10	100	40	0,00	--	0,00	0,00	169,16	-11,96	14.141
11	100	40	0,00	--	0,00	0,00	169,16	-9,87	17.139
12	100	40	0,00	--	0,00	0,00	169,16	-7,63	22.177
13	100	40	0,00	--	0,00	0,00	169,16	-5,24	32.312
14	100	40	0,00	--	0,00	0,00	169,16	-2,69	62.823
15	100	40	0,00	--	0,00	0,00	169,16	0,00	100.000

IL PROGETTISTA DELLE STRUTTURE

