



c_d969 .Comune di Genova - Prot. 17/03/2023. 0121572.E



COMUNE DI GENOVA
SETTORE ATTUAZIONE OPERE IDRAULICHE
DIREZIONE INFRASTRUTTURE E DIFESA DEL SUOLO
Via di Francia 3 - 16149 GENOVA

**OPERE IDRAULICHE E STRUTTURALI DI ARGINATURA
SUL TORRENTE VARENNA IN LOCALITÀ SAN CARLO DI CESE
VAL VARENNA A GENOVA PEGLI**

- 2° lotto funzionale -

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOTECNICA E DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	D
Prima emissione:	gennaio 2022
Aggiornamento: eliminazione interferenze con sottoservizi	febbraio 2023

Il Responsabile Unico
del Procedimento
Il Direttore
Dott. Arch. Roberto Valcalda

Il Progettista
Dott. Ing. Mauro Tirelli
Via Fausto Beretta 5/20
16146 Genova
Tel: 010/4041749
mauro.tirelli@ingpec.eu



SOMMARIO

1. PREMESSA.....	2
2. DESCRIZIONE DELLE OPERE	2
3. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	4
5. CARATTERISTICHE DEL TERRENO.....	5
6. VALUTAZIONE SISMICA	6
7. MURO D'ARGINE IN SPONDA SINISTRA.....	8
7.1 CARATTERISTICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	8
7.2 ANALISI DEI CARICHI.....	15
7.3 MODELLAZIONE E METODO DI ANALISI.....	17
7.4 VERIFICHE GEOTECNICHE – CASO 1: H (MURO) = 2.80 ML.....	21
7.5 VERIFICHE GEOTECNICHE – CASO 2: H (MURO) = 3.40 ML.....	23
7.6 VERIFICHE GEOTECNICHE – CASO 3: H (MURO) = 2.80 ML.....	25
7.7 VERIFICHE STRUTTURALI FONDAZIONE – CASO 1: H (MURO) = 2.80 ML.....	28
7.8 VERIFICHE STRUTTURALI FONDAZIONE – CASO 2: H (MURO) = 3.40 ML	33
7.9 VERIFICHE STRUTTURALI FONDAZIONE – CASO 3: H (MURO) = 2.80 ML.....	38
7.10 VERIFICHE DEI MICROPALI – CASO 1: H (MURO) = 2.80 ML	44
7.11 VERIFICHE DEI MICROPALI – CASO 2: H (MURO) = 3.40 ML.....	57
7.12 VERIFICHE DEI MICROPALI – CASO 3: H (MURO) = 2.80 ML	69
8. MURO D'ARGINE IN SPONDA DESTRA.....	83
8.1 CARATTERISTICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	83
8.2 ANALISI DEI CARICHI	88
8.3 MODELLAZIONE E METODO DI ANALISI	89
8.4 VERIFICHE GEOTECNICHE – CASO 1: H (MURO) = 3.50 ML.....	93
8.5 VERIFICHE GEOTECNICHE – CASO 2: H (MURO) = 3.00 ML.....	94
8.6 VERIFICHE STRUTTURALI FONDAZIONE – CASO 1: H (MURO) = 3.50 ML.....	97
8.7 VERIFICHE STRUTTURALI FONDAZIONE – CASO 2: H (MURO) = 3.00 ML	101
8.8 VERIFICHE DEI MICROPALI – CASO 1: H (MURO) = 3.50 ML	107
8.9 VERIFICHE DEI MICROPALI – CASO 2: H (MURO) = 3.00 ML.....	118
9. VALIDAZIONE CODICE DI CALCOLO.....	132



1. PREMESSA

Il presente elaborato costituisce la relazione di calcolo strutturale dei nuovi muri d'argine previsti nell'ambito del progetto inerente le "Opere idrauliche e strutturali di arginatura sul Torrente Varenna in località San Carlo di Cese – Val Varenna, a Genova Pegli – secondo lotto funzionale".

Tale relazione è comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica, in accordo con le prescrizioni contenute nel paragrafo 10.1 del Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

2. DESCRIZIONE DELLE OPERE

Il progetto, che fa seguito ai lavori del primo lotto funzionale ultimati nel 2017, prevede la realizzazione di opere di difesa (muri d'argine) dell'abitato di S. Carlo di Cese dalle piene del Torrente Varenna, da realizzare al di fuori dal contesto dell'alveo fluviale, evitando quindi ogni intervento di risagomatura del fondo alveo.

I muri d'argine in progetto, collocati sia in sponda destra che in sponda sinistra si sviluppano dalla briglia di valle eseguita nel corso del primo lotto fino alla briglia di valle preesistente subito a valle dell'area abitata, per un tratto complessivo dello sviluppo in asse alveo di circa ml 205.

In particolare, il muro d'argine in sponda sinistra si sviluppa dalla briglia di valle del primo lotto per un tratto di lunghezza pari a 149.75ml, ed ha un'altezza variabile del paramento da 1.70ml a 4.60ml, mentre il muro d'argine in sponda destra è posto più a valle, in continuità del muro della rampa di accesso alla passerella pedonale del primo lotto, si sviluppa per un tratto di lunghezza pari a 122.50ml e presenta un'altezza variabile del paramento da 3.00ml a 3.50ml. Il paramento presenta un'inclinazione del 5% lato alveo, mentre è verticale sul lato prospiciente le proprietà private e la strada comunale.

Entrambi i nuovi argini sono previsti costituiti da muri in calcestruzzo armato di classe C30/37, rivestiti con pannelli in pietra naturale su apposito plinto gettato in opera, fondato su micropali per garantire la stabilità dell'opera stessa.

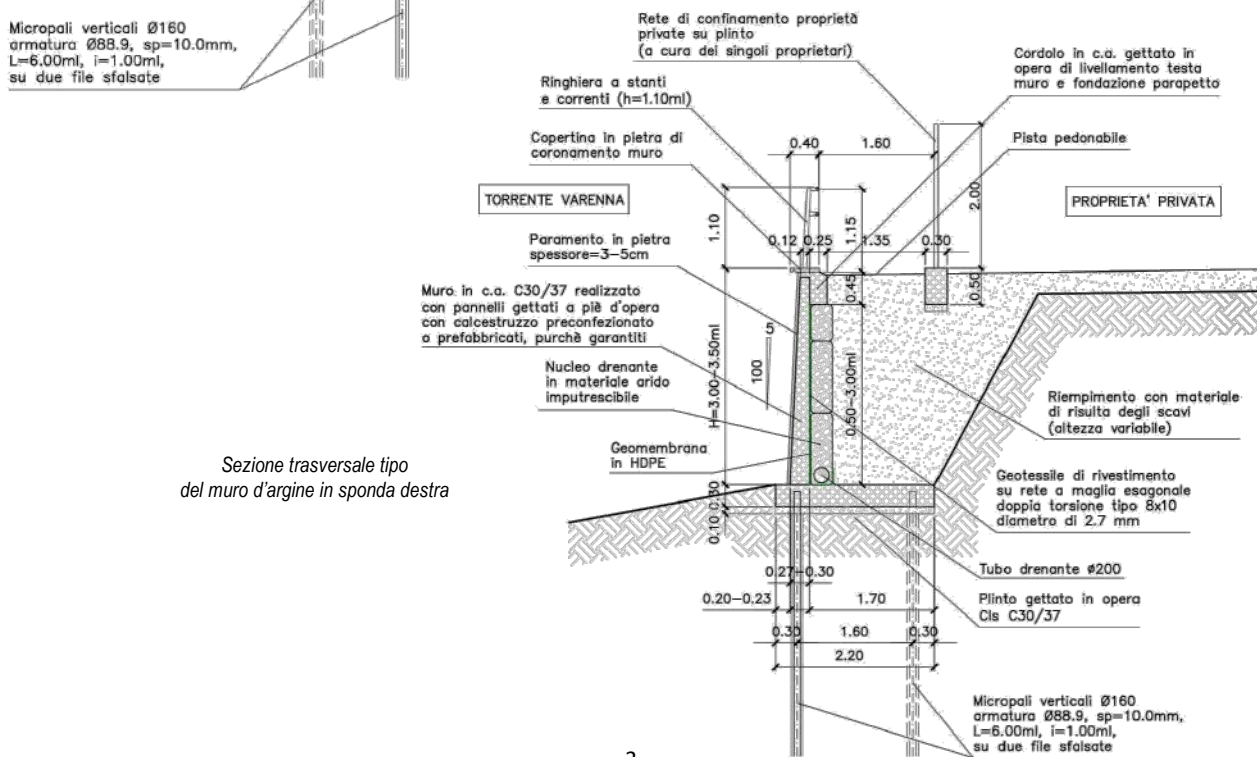
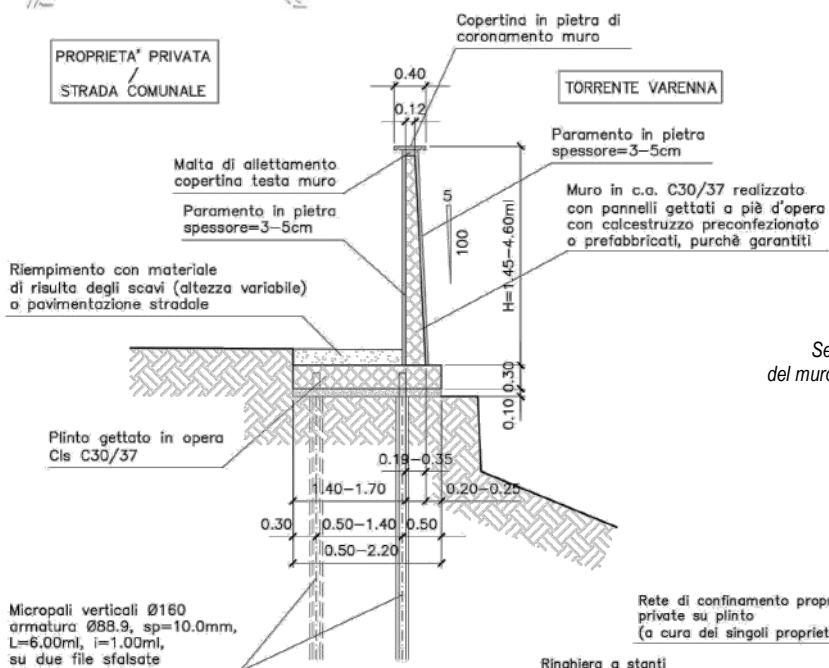
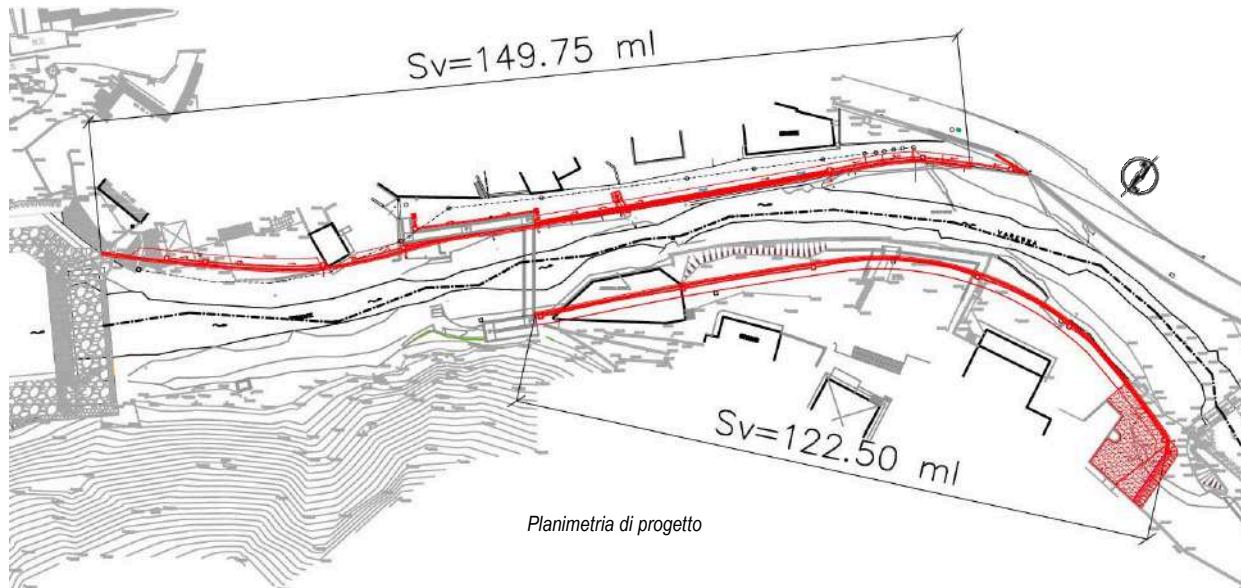
Il plinto in progetto ha larghezza di 1.90ml (per muro di altezza inferiore e uguale a 3.00ml) o 2.20ml (per muro di altezza superiore ai 3.00ml) e altezza pari a 0.30ml.

I micropali previsti sono verticali, hanno lunghezza pari a 6.00ml, interasse pari a 1.00ml (su due file sfalsate), diametro di perforazione pari a 160mm e armatura tubolare di diametro 88.9mm, spessore 10mm; è fatta eccezione per i primi 5.00ml, dove il diametro di perforazione dei micropali si riduce a 90mm, l'armatura tubolare a 33.7mm di diametro e per gli ultimi 15.00ml, dove oltre alla stessa riduzione di diametro anche la lunghezza si limita a 2.00ml.

Sempre in sponda sinistra, ove il muro d'argine viene disposto in aderenza con strutture esistenti (muro di sostegno della rampa d'accesso alla passerella pedonale, scogliera andatoria della briglia di monte), il plinto di fondazione non può essere realizzato nelle dimensioni previste: la stabilità della struttura viene, dunque, garantita mediante cuciture alle strutture esistenti con tiranti in barre Dywidag del diametro 26 mm e di lunghezza idonea allo scopo. Analogamente, laddove si riscontrano interferenze con strutture esistenti (ad esempio la vasca Imhoff) la larghezza del plinto di fondazione è prevista ridotta a 1.00ml e a 1.30ml.

A coronamento dei muri d'argine è prevista un'apposita copertina di protezione in pietra naturale a spacco, il tutto a maggior garanzia della durabilità dell'opera.

Per ulteriori dettagli, si rimanda alle relative tavole grafiche.



3. RIFERIMENTI NORMATIVI

Le fasi di analisi e verifica delle strutture sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative, in particolare:

D. M. Infrastrutture Trasporti 17 gennaio 2018

“Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni”, (G.U. 20 febbraio 2018 n. 42 - Suppl. Ord.)

Circolare 21 gennaio 2019, n. 7

“Istruzioni per l'applicazione dell' «Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018.” (GU n. 35 del 11-2-2019 - Suppl. Ordinario n.5)

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nella:

EUROCODICI da 1 a 8, nella forma internazionale EN.

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Le fondazioni dei muri d'argine sono realizzate in conglomerato cementizio armato con calcestruzzo di tipo C30/37 e acciaio in barre ad aderenza migliorata B450C del tipo controllato in stabilimento.

Calcestruzzo classe C30/37 con le seguenti caratteristiche:

Densità	ρ	24500	N/m ³
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	37.00	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	30.00	N/mm ²
Coefficiente di sicurezza parziale per il calcestruzzo	γ_c	1.50	
Coefficiente che tiene conto degli effetti di lungo termine	γ_{cc}	0.85	
Valore medio della resistenza a compressione cilindrica	f_{cm}	38.00	N/mm ²
Valore medio della resistenza a trazione assiale del calcestruzzo	f_{ctm}	2.90	N/mm ²
Coefficiente di Poisson	ν	0.2	
Valore caratteristico della resistenza a trazione assiale (frattile 5%)	$f_{ctk;0,05}$	2.03	N/mm ²
Valore caratteristico della resistenza a trazione assiale (frattile 95%)	$f_{ctk;0,95}$	3.77	N/mm ²
Modulo di elasticità secante del calcestruzzo	E_{cm}	32836	N/mm ²
Deformazione di contrazione nel calcestruzzo alla tensione f_c	ϵ_{c1}	0.0020	
Deformazione ultima di contrazione nel calcestruzzo	ϵ_{cu}	0.0035	

Resistenza di progetto a compressione del calcestruzzo	f_{cd}	17.00 N/mm ²
Resistenza di progetto a trazione del calcestruzzo	f_{ctd}	1.35 N/mm ²

Acciaio tipo B450C con le seguenti caratteristiche:

Densità	ρ	78500 N/m ³
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	450.00 N/mm ²
Coefficiente di sicurezza parziale per l'acciaio	γ_s	1.15
Modulo di elasticità secante dell'acciaio	E_s	206000 N/mm ²
Deformazione a snervamento dell'acciaio	ϵ_{yd}	0.0019
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{su}	0.01
Resistenza di progetto a trazione dell'acciaio	f_{yd}	391.30 N/mm ²
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	260.00 N/mm ²

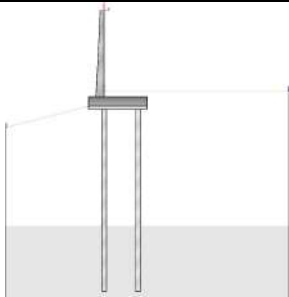
Acciaio per armatura tubolare tipo S355 (EN 10025-2) con le seguenti caratteristiche:

Densità	ρ	78500 N/m ³
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	355.00 N/mm ²
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	510.00 N/mm ²
Coefficiente di sicurezza per la resistenza delle sezioni	γ_{MO}	1.05
Modulo di elasticità secante	E_s	210000 N/mm ²
Deformazione a snervamento	ϵ_{yd}	0.0019
Deformazione ultima	ϵ_{su}	0.01
Tensione di progetto di snervamento	f_{yd}	338.09 N/mm ²

5. CARATTERISTICHE DEL TERRENO

Il terreno di fondazione è stato schematizzato come costituito da due strati i cui valori geotecnici, ricavati dalla relazione geologica allegata al progetto, sono qui di seguito riassunti:

STRATO E TERRENO	DATI INSERITI	DISEGNO STRATO	COORDINATE (x;z)
Strato 1 Terreno tipo 1 (non coesivo): <u>Ghiaia</u> $c' = 0 \text{ daN/cm}^2$ $\gamma = 0.0019 \text{ daN/cm}^3$ $\Phi = 26^\circ$	$h = -260$ $i = 0^\circ$		1 (6;-7)[m] 2 (6;-2.6)[m] 3 (0;-2.6)[m] 4 (0;-2.8)[m] 5 (1.4;-2.8)[m] 6 (1.4;-3.1)[m] 7 (-0.5;-3.1)[m] 8 (-3.2;-3.8)[m] 9 (-3.2;-7)[m] 10 (0;-7)[m]

Strato 2 Terreno tipo 2 (roccia): <u>Roccia</u> $c' = 0 \text{ daN/cm}^2$ $\gamma = 0.0021 \text{ daN/cm}^3$ $\Phi = 38^\circ$ $q_u = 25 \text{ N/mm}^2$	$h = -300$ $i = 0^\circ$		1 (6;-11.1)[m] 2 (6;-7)[m] 3 (0;-7)[m] 4 (-3.2;-7)[m] 5 (-3.2;-11.1)[m]
--	-----------------------------	---	---

Il substrato roccioso si trova a circa 4.00ml di profondità dal piano di campagna, ad eccezione della zona in sponda sinistra in corrispondenza del bivio con Via San Carlo di Cese ove si riscontra ad una profondità di circa 50-100cm.

6. VALUTAZIONE SISMICA

L'analisi è stata eseguita in condizioni sismiche. I dati di progetto dell'azione sismica e i parametri scelti in funzione delle coordinate geografiche e delle caratteristiche del luogo sono:

CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA E DEL SOTTOSUOLO

Coordinate geografiche:

Latitudine: 44.47100000 Longitudine: 8.83250000

Classe d'uso:

Punto 2.4.2 DM 2018: CLASSE II (reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV)

Condizioni topografiche:

Tabella 3.2.III DM 2018: CATEGORIA TOPOGRAFICA T1

Vita nominale:

“La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.” (NTC 2018). La vita nominale delle opere edili e civili è tabulata nelle Norme Tecniche a seconda dei diversi tipi di costruzione. L'opera in oggetto è intesa come una costruzione con livelli di prestazione elevati, per cui la sua vita nominale è stimata essere $V_n = 100$ anni (tab. 2.4.I del DM2018).

Periodo di riferimento dell'azione sismica:

Si ottiene moltiplicando la vita nominale per il coefficiente C_U , dipendente dalla classe d'uso.

$$V_R = V_N \times C_U$$

Per la CLASSE II Tabella 2.4.II DM2018: $C_U = 1.0$

$$V_R = 100 \text{ anni}$$

Categoria del sottosuolo:

Il sottosuolo si può classificare nella categoria: Tabella 3.2.II DM2018: CATEGORIA B

Probabilità di superamento del periodo di riferimento:

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella Tab. 3.2.I. del DM2018.

Considerando come stato limite ultimo lo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV), il periodo di riferimento è $P_{VR} = 10\% = 0,1$

PARAMETRI DI PERICOLOSITA' SISMICA

La pericolosità sismica è rappresentata dai parametri a_g (accelerazione orizzontale massima del sito), F_0 (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e T_c^* (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale). Tali valori, come visto precedentemente, sono indicati da normativa sulla base delle coordinate geografiche del sito di residenza del fabbricato e del periodo di ritorno T_R .

Periodo di ritorno

Il periodo di ritorno T_R è determinato in base al periodo di riferimento V_R e alla probabilità del superamento del periodo di riferimento P_{VR} secondo l'espressione: $T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR}) = 949$ anni

Individuazione dei nodi del reticolo di riferimento

Per definire i parametri sismici del sito ove risiede l'edificio, occorre conoscere le sue coordinate geografiche. Il sito è contornato da una griglia, i cui nodi hanno una identificazione geografica ID, riportata nella tabella 1 dell'allegato B del DM2008. In questa, in corrispondenza di ogni ID sono indicati i parametri di pericolosità sismica.

Tabella dei siti di riferimento:

Sito 1	ID: 16472	Lat: 44,4922	Lon: 8,7947	Distanza: 3811,824
Sito 2	ID: 16473	Lat: 44,4949	Lon: 8,8647	Distanza: 3548,904
Sito 3	ID: 16695	Lat: 44,4450	Lon: 8,8684	Distanza: 4083,854
Sito 4	ID: 16694	Lat: 44,4422	Lon: 8,7986	Distanza: 4316,349

Nella TABELLA 1 dell'allegato B del DM2008, in corrispondenza dei codici identificati ID dei quattro nodi contornanti il sito, e in funzione del periodo di ritorno $T_R = 949$ anni si rilevano i parametri di pericolosità sismica a_g , F_0 , T_c^* . Interpolando i valori dei parametri dei quattro ID si trovano i valori dei parametri di pericolosità sismici in riferimento al sito in esame:

Stato Limite	T_r [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	60	0.031	2.526	0.212
Danno (SLD)	101	0.038	2.550	0.241
Salvaguardia vita (SLV)	949	0.088	2.521	0.293
Prevenzione collasso (SLC)	1950	0.113	2.511	0.299
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	100			

Coefficienti Sismici Opere di sostegno NTC 2018:

SLO:	SLD:	SLV:	SLC:
Ss: 1,200	Ss: 1,200	Ss: 1,200	Ss: 1,200
Cc: 1,500	Cc: 1,460	Cc: 1,410	Cc: 1,400
St: 1,000	St: 1,000	St: 1,000	St: 1,000
Kh: 0,007	Kh: 0,008	Kh: 0,019	Kh: 0,033
Kv: 0,003	Kv: 0,004	Kv: 0,010	Kv: 0,016
Amax: 0,368	Amax: 0,448	Amax: 1,036	Amax: 1,330
Beta: 0,180	Beta: 0,180	Beta: 0,180	Beta: 0,240

7. MURO D'ARGINE IN SPONDA SINISTRA

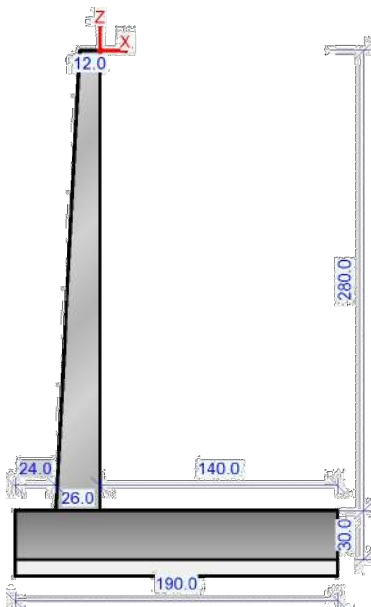
7.1 CARATTERISTICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

Per le verifiche del muro d'argine in sponda sinistra sono stati presi in considerazione tre casi studio:

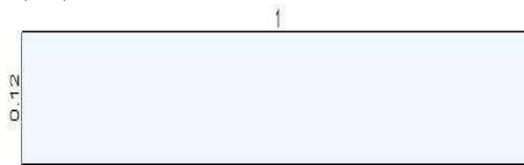
1. sezione tipo del muro (h=2.80ml);
2. sezione di altezza massima (h=3.40ml);
3. sezione con plinto ridotto, nella condizione peggiore (zona fossa Imhoff, muro h=2.80ml, micropali L=4.00ml)

I tre modelli di calcolo presentano le seguenti geometrie:

CASO 1: h (muro) = 2.80ml



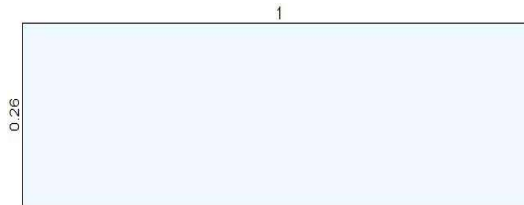
Sezione 1 (testa muro):
(valle)



Sezione n. 1:
Area [cm²]: 1 200.0
Jz,g [cm⁴]: 14 400
Jy,g [cm⁴]: 1 000 000
Zg [cm]: 0.0
Yg [cm]: 6.0

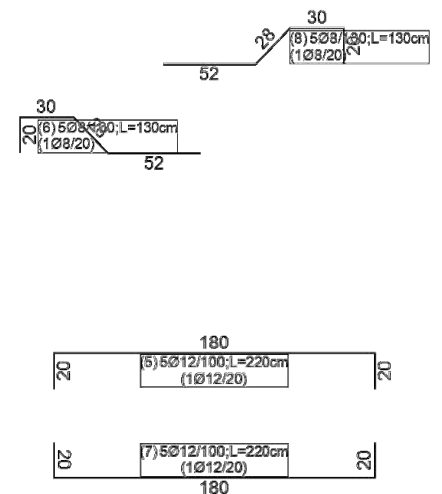
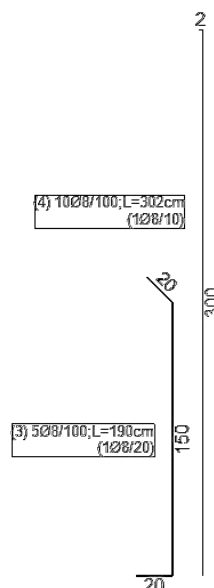
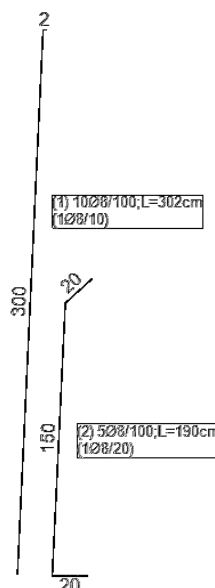
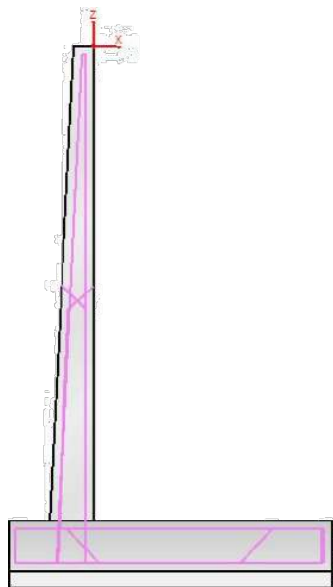
(monte)

Sezione 2 (piede muro):
(valle)



Sezione n. 2:
Area [cm²]: 2 600.0
Jz,g [cm⁴]: 146 467
Jy,g [cm⁴]: 2 166 667
Zg [cm]: 0.0
Yg [cm]: 13.0

(monte)

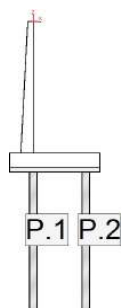


SCHEMA ARMATURA	DATI ARMATURA	COORDINATE (x;z)
	<p>- 1 - gruppo = 1 num. ferri = 10 Ø = 8 mm lunghezza = 302 cm descrizione = ferri-tronco a valle tipo = ferrimuro_xz</p>	<p>1 (-0.21;-3.05)[m] 2 (-0.07;-0.05)[m] 3 (-0.05;-0.05)[m]</p>
	<p>- 2 - gruppo = 1 num. ferri = 5 Ø = 8 mm lunghezza = 190 cm descrizione = ferri-ripresa a valle tipo = ferrimuro_xz</p>	<p>1 (-0.02;-3.05)[m] 2 (-0.22;-3.05)[m] 3 (-0.15;-1.55)[m] 4 (-0.002;-1.42)[m]</p>
	<p>- 3 - gruppo = 2 num. ferri = 5 Ø = 8 mm lunghezza = 190 cm descrizione = ferri-ripresa a monte tipo = ferrimuro_xz</p>	<p>1 (-0.25;-3.05)[m] 2 (-0.05;-3.05)[m] 3 (-0.05;-1.55)[m] 4 (-0.19;-1.41)[m]</p>
	<p>- 4 - gruppo = 2 num. ferri = 10 Ø = 8 mm lunghezza = 302 cm descrizione = ferri-tronco a monte tipo = ferrimuro_xz</p>	<p>1 (-0.05;-3.05)[m] 2 (-0.05;-0.05)[m] 3 (-0.07;-0.05)[m]</p>
	<p>- 5 - gruppo = 3 num. ferri = 5 Ø = 12 mm lunghezza = 220 cm descrizione = ferri-fondazione superiore tipo = ferrifond_xz</p>	<p>1 (1.34;-3.05)[m] 2 (1.34;-2.85)[m] 3 (-0.46;-2.85)[m] 4 (-0.46;-3.05)[m]</p>
	<p>- 6 - gruppo = 3 num. ferri = 5 Ø = 8 mm lunghezza = 130 cm descrizione = ferri-fondazione superiore tipo = ferrifond_xz</p>	<p>1 (0.55;-3.05)[m] 2 (0.03;-3.05)[m] 3 (-0.16;-2.85)[m] 4 (-0.46;-2.85)[m] 5 (-0.46;-3.05)[m]</p>



SCHEMA ARMATURA	DATI ARMATURA	COORDINATE (x;z)
	<p>- 7 - gruppo = 3 num. ferri = 5 $\varnothing = 12$ mm lunghezza = 220 cm descrizione = ferri-fondazione inferiore tipo = ferrifond_xz</p>	<p>1 (1.34;-2.85)[m] 2 (1.34;-3.05)[m] 3 (-0.46;-3.05)[m] 4 (-0.46;-2.85)[m]</p>
	<p>- 8 - gruppo = 3 num. ferri = 5 $\varnothing = 8$ mm lunghezza = 130 cm descrizione = ferri-fondazione inferiore tipo = ferrifond_xz</p>	<p>1 (0.34;-3.05)[m] 2 (0.86;-3.05)[m] 3 (1.05;-2.85)[m] 4 (1.35;-2.85)[m] 5 (1.35;-3.05)[m]</p>

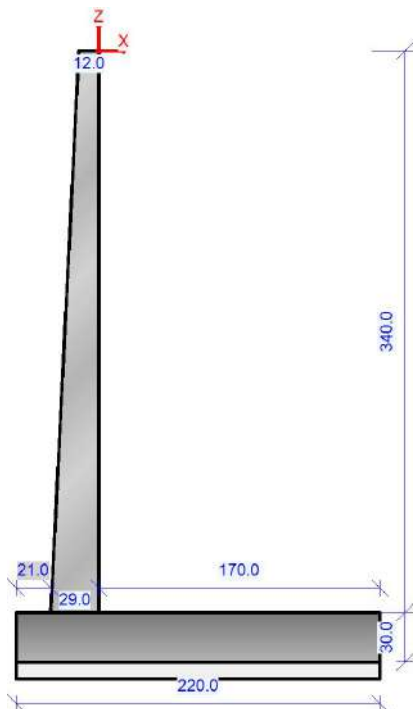
PALI



- Fila 1:
- lunghezza = 600 cm
 - interasse = 100 cm
 - scostamento iniziale = 100 cm
 - dist. bordo fondazione = 50 cm
 - inclinazione = 0 °
 - tipo = micropalo
 - vincolo = cerniera
 - \varnothing interno micropalo = 6.89 cm
 - \varnothing esterno micropalo = 8.89 cm
 - \varnothing perforazione = 16 cm

- Fila 2:
- lunghezza = 600 cm
 - interasse = 100 cm
 - scostamento iniziale = 50 cm
 - dist. bordo fondazione = 160 cm
 - inclinazione = 0 °
 - tipo = micropalo
 - vincolo = cerniera
 - \varnothing interno micropalo = 6.89 cm
 - \varnothing esterno micropalo = 8.89 cm
 - \varnothing perforazione = 16 cm

CASO 2: h (muro) = 3.40ml



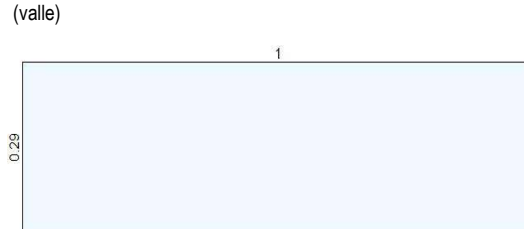
Sezione 1 (testa muro): (valle)



Sezione n. 1:
 Area [cm²]: 1 200.0
 Jz,g [cm⁴]: 14 400
 Jy,g [cm⁴]: 1 000 000
 Zg [cm]: 0.0
 Yg [cm]: 6.0

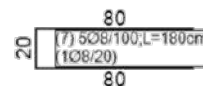
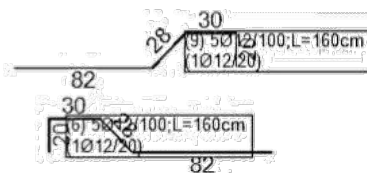
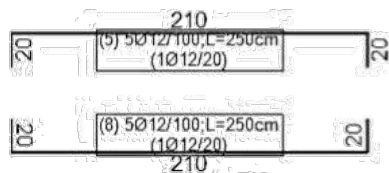
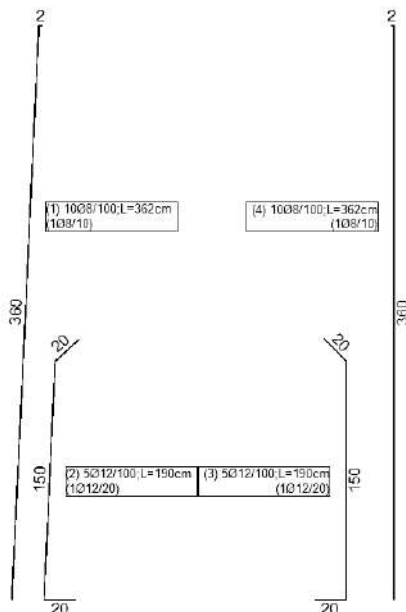
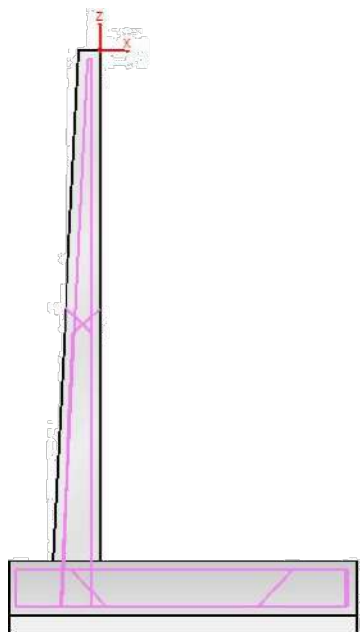
(monte)

Sezione 2 (piede muro): (valle)



Sezione n. 2:
 Area [cm²]: 2 900.0
 Jz,g [cm⁴]: 203 242
 Jy,g [cm⁴]: 2 416 667
 Zg [cm]: 0.0
 Yg [cm]: 14.5

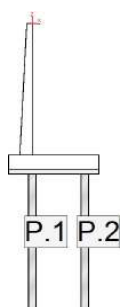
(monte)



SCHEMA ARMATURA	DATI ARMATURA	COORDINATE (x;z)
	<p>- 1 - gruppo = 1 num. ferri = 10 Ø = 8mm lunghezza = 362 cm descrizione = ferri-tronco a valle tipo = ferrimuro_xz</p>	<p>1 (-0.24;-3.65)[m] 2 (-0.07;-0.05)[m] 3 (-0.05;-0.05)[m]</p>
	<p>- 2 - gruppo = 1 num. ferri = 5 Ø = 12 mm lunghezza = 190 cm descrizione = ferri-ripresa a valle tipo = ferrimuro_xz</p>	<p>1 (-0.04;-3.65)[m] 2 (-0.24;-3.65)[m] 3 (-0.17;-2.15)[m] 4 (-0.02;-2.03)[m]</p>
	<p>- 3 - gruppo = 2 num. ferri = 5 Ø = 12 mm lunghezza = 190 cm descrizione = ferri-ripresa a monte tipo = ferrimuro_xz</p>	<p>1 (-0.25;-3.65)[m] 2 (-0.05;-3.65)[m] 3 (-0.05;-2.15)[m] 4 (-0.19;-2.00)[m]</p>
	<p>- 4 - gruppo = 2 num. ferri = 10 Ø = 8 mm lunghezza = 362 cm descrizione = ferri-tronco a monte tipo = ferrimuro_xz</p>	<p>1 (-0.05;-3.65)[m] 2 (-0.05;-0.05)[m] 3 (-0.07;-0.05)[m]</p>

SCHEMA ARMATURA	DATI ARMATURA	COORDINATE (x;z)
	<p>- 5 - gruppo = 3 num. ferri = 5 $\varnothing = 12$ mm lunghezza = 250 cm descrizione = ferri-fondazione superiore tipo = ferrifond_xz</p>	<p>1 (1.66;-3.65)[m] 2 (1.66;-3.45)[m] 3 (-0.44;-3.45)[m] 4 (-0.44;-3.65)[m]</p>
	<p>- 6 - gruppo = 3 num. ferri = 5 $\varnothing = 12$ mm lunghezza = 160 cm descrizione = ferri-fondazione superiore tipo = ferrifond_xz</p>	<p>1 (0.87;-3.65)[m] 2 (0.05;-3.65)[m] 3 (-0.14;-3.45)[m] 4 (-0.44;-3.45)[m] 5 (-0.44;-3.65)[m]</p>
	<p>- 7 - gruppo = 3 num. ferri = 5 $\varnothing = 8$ mm lunghezza = 180 cm descrizione = ferri-fondazione inferiore tipo = ferrifond_xz</p>	<p>1 (0.36;-3.45)[m] 2 (-0.44;-3.45)[m] 3 (-0.44;-3.65)[m] 4 (0.36;-3.65)[m]</p>
	<p>- 8 - gruppo = 3 num. ferri = 5 $\varnothing = 12$ mm lunghezza = 250 cm descrizione = ferri-fondazione inferiore tipo = ferrifond_xz</p>	<p>1 (1.66;-3.45)[m] 2 (1.66;-3.65)[m] 3 (-0.44;-3.65)[m] 4 (-0.44;-3.45)[m]</p>
	<p>- 9 - gruppo = 3 num. ferri = 5 $\varnothing = 12$ mm lunghezza = 160 cm descrizione = ferri-fondazione superiore tipo = ferrifond_xz</p>	<p>1 (0.35;-3.65)[m] 2 (1.17;-3.65)[m] 3 (1.36;-3.45)[m] 4 (1.66;-3.45)[m] 5 (1.66;-3.65)[m]</p>

PALI



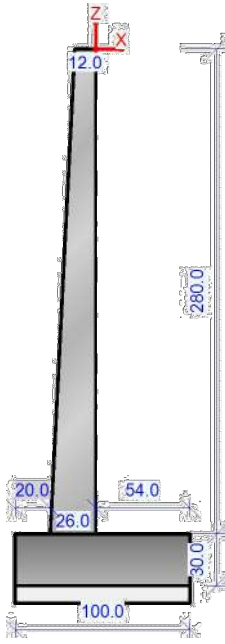
Fila 1:

- lunghezza = 600 cm
- interasse = 100 cm
- scostamento iniziale = 100 cm
- dist. bordo fondazione = 30 cm
- inclinazione = 0 °
- tipo = micropalo
- vincolo = cerniera
- \varnothing interno micropalo = 6.89 cm
- \varnothing esterno micropalo = 8.89 cm
- \varnothing perforazione = 16 cm

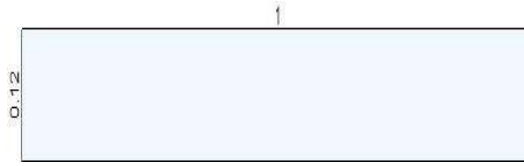
Fila 2:

- lunghezza = 600 cm
- interasse = 100 cm
- scostamento iniziale = 50 cm
- dist. bordo fondazione = 190 cm
- inclinazione = 0 °
- tipo = micropalo
- vincolo = cerniera
- \varnothing interno micropalo = 6.89 cm
- \varnothing esterno micropalo = 8.89 cm
- \varnothing perforazione = 16 cm

CASO 3: h (muro) = 2.80ml (fondazione ridotta)



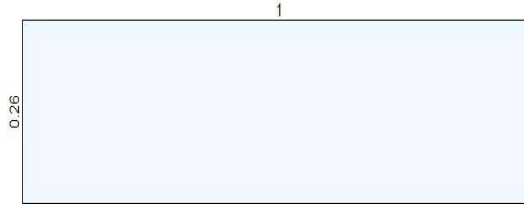
Sezione 1 (testa muro):
(valle)



Sezione n. 1:
Area [cm2]: 1 200.0
Jz,g [cm4]: 14 400
Jy,g [cm4]: 1 000 000
Zg [cm]: 0.0
Yg [cm]: 6.0

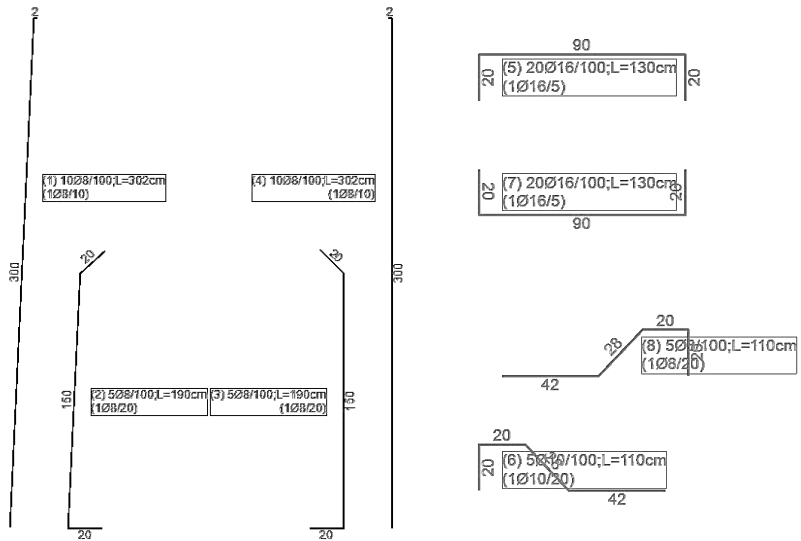
(monte)

Sezione 2 (piede muro):
(valle)

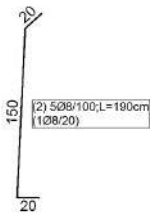
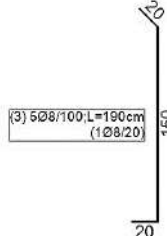
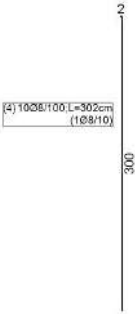
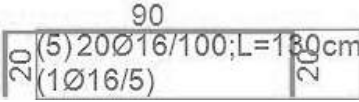
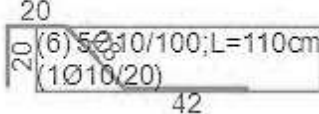
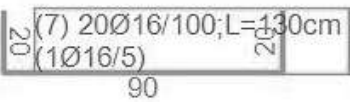
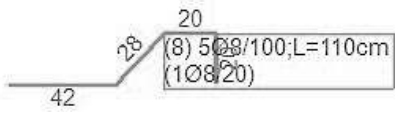


Sezione n. 2:
Area [cm2]: 2 600.0
Jz,g [cm4]: 146 467
Jy,g [cm4]: 2 166 667
Zg [cm]: 0.0
Yg [cm]: 13.0

(monte)



SCHEMA ARMATURA	DATI ARMATURA	COORDINATE (x;z)
	<p>- 1 - gruppo = 1 num. ferri = 10 Ø = 8mm lunghezza = 302 cm descrizione = ferri-tronco a valle tipo = ferrimuro_xz</p>	<p>1 (-0.21;-3.05)[m] 2 (-0.07;-0.05)[m] 3 (-0.05;-0.05)[m]</p>

	<p>- 2 - gruppo = 1 num. ferri = 5 Ø = 8 mm lunghezza = 190 cm descrizione = ferri-ripresa a valle tipo = ferrimuro_xz</p>	<p>1 (-0.02;-3.05)[m] 2 (-0.22;-3.05)[m] 3 (-0.15;-1.55)[m] 4 (-0.002;-1.42)[m]</p>
	<p>- 3 - gruppo = 2 num. ferri = 5 Ø = 8 mm lunghezza = 190 cm descrizione = ferri-ripresa a monte tipo = ferrimuro_xz</p>	<p>1 (-0.25;-3.05)[m] 2 (-0.05;-3.05)[m] 3 (-0.05;-1.55)[m] 4 (-0.19;-1.41)[m]</p>
	<p>- 4 - gruppo = 2 num. ferri = 10 Ø = 8 mm lunghezza = 302 cm descrizione = ferri-tronco a monte tipo = ferrimuro_xz</p>	<p>1 (-0.05;-3.05)[m] 2 (-0.05;-0.05)[m] 3 (-0.07;-0.05)[m]</p>
	<p>- 5 - gruppo = 3 num. ferri = 20 Ø = 16 mm lunghezza = 130 cm descrizione = ferri-fondazione superiore tipo = ferrifond_xz</p>	<p>1 (0.49;-3.05)[m] 2 (0.49;-2.85)[m] 3 (-0.41;-2.85)[m] 4 (-0.41;-3.05)[m]</p>
	<p>- 6 - gruppo = 3 num. ferri = 5 Ø = 8 mm lunghezza = 110 cm descrizione = ferri-fondazione superiore tipo = ferrifond_xz</p>	<p>1 (0.40;-3.05)[m] 2 (-0.02;-3.05)[m] 3 (-0.21;-2.85)[m] 4 (-0.41;-2.85)[m] 5 (-0.41;-3.05)[m]</p>
	<p>- 7 - gruppo = 3 num. ferri = 20 Ø = 16 mm lunghezza = 130 cm descrizione = ferri-fondazione inferiore tipo = ferrifond_xz</p>	<p>1 (0.49;-2.85)[m] 2 (0.49;-3.05)[m] 3 (-0.41;-3.05)[m] 4 (-0.41;-2.85)[m]</p>
	<p>- 8 - gruppo = 3 num. ferri = 5 Ø = 8 mm lunghezza = 110 cm descrizione = ferri-fondazione inferiore tipo = ferrifond_xz</p>	<p>1 (-0.31;-3.05)[m] 2 (0.11;-3.05)[m] 3 (0.30;-2.85)[m] 4 (0.50;-2.85)[m] 5 (0.50;-3.05)[m]</p>

PALI



Fila 1:

- lunghezza = 600 cm
- interasse = 100 cm
- scostamento iniziale = 100 cm
- dist. bordo fondazione = 40 cm
- inclinazione = 0 °
- tipo = micropalo
- vincolo = cerniera
- Ø interno micropalo = 6.89 cm
- Ø esterno micropalo = 8.89 cm
- Ø perforazione = 16 cm

Fila 2:

- lunghezza = 600 cm
- interasse = 100 cm
- scostamento iniziale = 50 cm
- dist. bordo fondazione = 75 cm
- inclinazione = 0 °
- tipo = micropalo
- vincolo = cerniera
- Ø interno micropalo = 6.89 cm
- Ø esterno micropalo = 8.89 cm
- Ø perforazione = 16 cm

7.2 ANALISI DEI CARICHI


In accordo con le NTC 2018, sono state considerate le seguenti categorie di azioni sulla struttura:

- azioni permanenti (G): azioni che agiscono durante tutta la vita nominale di progetto della costruzione, la cui variazione di intensità nel tempo è molto lenta e di modesta entità;
- azioni variabili (Q): azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo.
- eccezionali (A): azioni che si verificano solo eccezionalmente nel corso della vita nominale della struttura;
- sismiche (E): azioni derivanti dai terremoti.

I carichi che gravano sul muro d'argine in sponda sinistra di progetto sono quindi:

CASO 1: h (muro) = 2.80ml

- peso proprio di tutti gli elementi strutturali (peso muro e fondazione);
- spinta del riporto a monte del muro d'argine esistente (calcolata per i diversi casi di carico nei capitoli successivi);
- sovraccarico variabile per traffico stradale (valutato e modellato come sovraccarico nastriforme pari a 2.00 KN/m²);
- spinta da valle dovuta alla pressione dell'acqua in caso di piena duecentennale del Torrente Varenna (valutata e modellata come forza orizzontale concentrata pari a 39.20 KN applicata al paramento del muro a 1.87 ml dalla quota di testa muro);
- spinta da monte dovuta dalla forza di eventuale collisione di veicolo in svio (valutata e modellata come forza orizzontale concentrata pari a 100 KN applicata al paramento del muro a 1.60 ml dalla quota di testa muro, cioè a 1.00ml di distanza dal piano viario. Si suppone che tale forza orizzontale, si diffonda sul paramento del muro e alla quota di testa micropali con un angolo di 45° sulla verticale);
- azione sismica (calcolata per i diversi casi di carico nei capitoli successivi)



CASO 2: h (muro) = 3.40ml

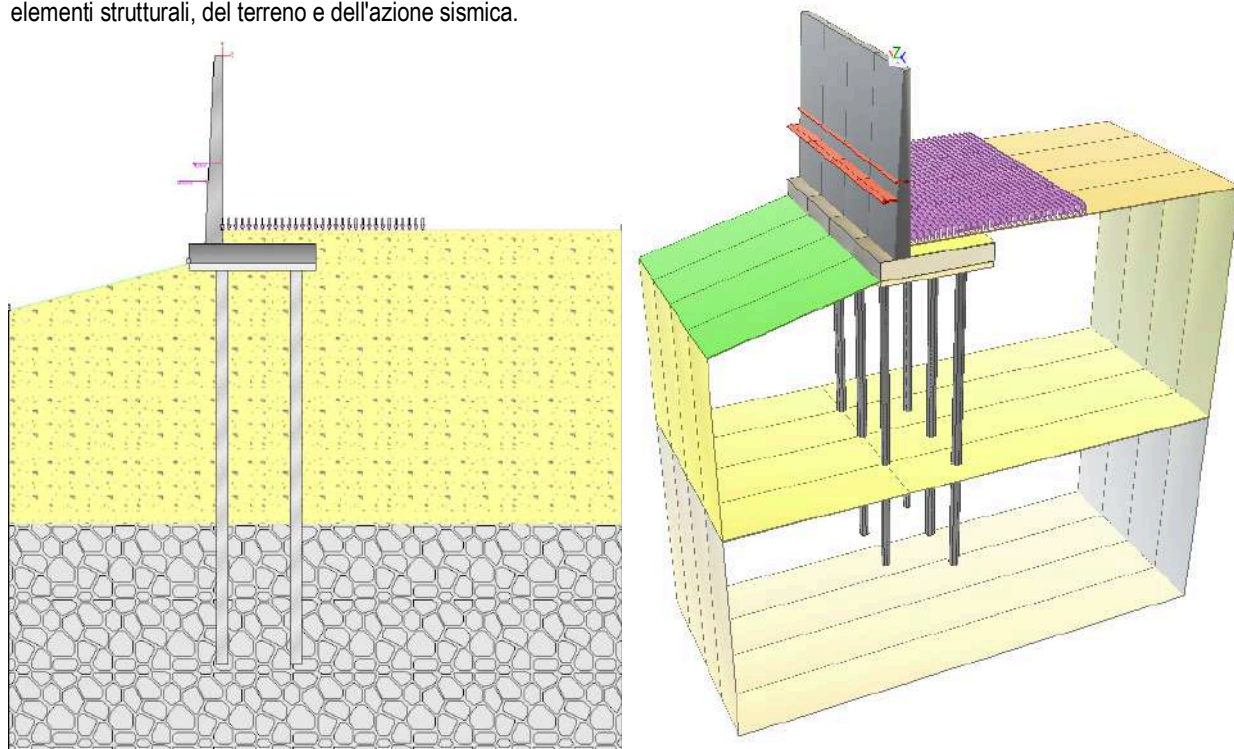
- peso proprio di tutti gli elementi strutturali (peso muro e fondazione);
- spinta del riporto a monte del muro d'argine esistente (calcolata per i diversi casi di carico nei capitoli successivi);
- spinta da valle dovuta alla pressione dell'acqua in caso di piena duecentennale del Torrente Varenna (valutata e modellata come forza orizzontale concentrata pari a 57.80 KN applicata al paramento del muro a 1.87 ml dalla quota di testa muro);
- azione sismica (calcolata per i diversi casi di carico nei capitoli successivi)

CASO 3: h (muro) = 2.80ml (fondazione ridotta)

- peso proprio di tutti gli elementi strutturali (peso muro e fondazione);
- spinta del riporto a monte del muro d'argine esistente (calcolata per i diversi casi di carico nei capitoli successivi);
- sovraccarico variabile per traffico stradale (valutato e modellato come sovraccarico nastriforme pari a 2.00 KN/m²);
- spinta da valle dovuta alla pressione dell'acqua in caso di piena duecentennale del Torrente Varenna (valutata e modellata come forza orizzontale concentrata pari a 39.20 KN applicata al paramento del muro a 1.87 ml dalla quota di testa muro);
- spinta da monte dovuta dalla forza di eventuale collisione di veicolo in svio (valutata e modellata come forza orizzontale concentrata pari a 100 KN applicata al paramento del muro a 1.60 ml dalla quota di testa muro, cioè a 1.00ml di distanza dal piano viario. Si suppone che tale forza orizzontale, si diffonda sul paramento del muro e alla quota di testa micropali con un angolo di 45° sulla verticale);
- azione sismica (calcolata per i diversi casi di carico nei capitoli successivi)

7.3 MODELLAZIONE E METODO DI ANALISI

Il muro d'argine in sponda sinistra di progetto è stato modellato utilizzando il programma di calcolo CDM DOLMEN versione 2018, in particolare il modulo IS MURI in cui sono stati inserite le caratteristiche geometriche e dei materiali degli elementi strutturali, del terreno e dell'azione sismica.



Sezione trasversale e vista tridimensionale del muro d'argine in sponda sinistra

Le verifiche geotecniche effettuate sono state:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
- collasso per scorrimento sul piano di posa
- ribaltamento;
- stabilità globale del complesso opera - terreno

Si è verificato che la condizione $E_d \leq R_d$ risulti soddisfatta per ogni stato limite considerato per i tre casi modellati (caso 1 e caso 3: $h=2.80\text{ml}$, caso 2: $h=3.40\text{ml}$).

Le verifiche geotecniche sono state effettuate secondo l'Approccio progettuale di tipo 1, con la combinazione 2 (A2+M2+R2), per quel che riguarda la verifica di stabilità globale.

Le rimanenti verifiche sono state effettuate secondo l'Approccio progettuale di tipo 2, con la combinazione (A1+M1+R3), tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II, 6.4.II e 6.4.VI delle Norme Tecniche del 17/01/2018.

I valori dei diversi coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU risultano essere:

Approccio 1 Combinazione 2 (A2+M2+R2) per stabilità globale		
Coefficienti sulle azioni	Coefficienti proprietà terreno	Coefficienti resistenze
- permanenti/favorevole = 1 - permanenti/sfavorevole = 1 - permanenti non strutturali/favorevole = 0.8 - permanenti non strutturali/sfavorevole = 1.3 - variabili/favorevole = 0 - variabili/sfavorevole = 1.3	- Coesione = 1.25 - Angolo di attrito = 1.25 - Resistenza al taglio non drenata = 1.4	- Stabilità globale = 1.1 - Stabilità globale (sisma) = 1.2
Approccio 2 (A1+M1+R3)		
Coefficienti sulle azioni	Coefficienti proprietà terreno	Coefficienti resistenze
- permanenti/favorevole = 1 - permanenti/sfavorevole = 1.3 - permanenti non strutturali/favorevole = 0.8 - permanenti non strutturali/sfavorevole = 1.5 - variabili/favorevole = 0 - variabili/sfavorevole = 1.5	- Coesione = 1 - Angolo di attrito = 1 - Resistenza al taglio non drenata = 1	- Capacità portante = 1.4 - Scorrimento = 1.1 - Resistenza terreno a valle = 1.4 - Ribaltamento = 1.15 - Capacità portante (sisma) = 1.2 - Scorrimento (sisma) = 1 - Resistenza terreno a valle (sisma) = 1.2 - Ribaltamento (sisma) = 1

Le spinte sono state calcolate con coefficiente di spinta attiva "ka" (si considera che il muro non sia in grado di subire spostamenti).

Il calcolo della spinta è stato svolto secondo il metodo del cuneo di tentativo generalizzato (Rif.: Renato LANCELLOTTA "Geotecnica" (2004) - NAVFAC Design Manual 7.02 (1986)). Il metodo è iterativo e prevede la suddivisione del terreno a monte dell'opera in poligoni semplici definiti dal paramento, dalla successione stratigrafica e dalla superficie di scivolamento di tentativo. La procedura automatica vaglia numerose superfici di scivolamento ad ogni quota di calcolo lungo il paramento, determinando la configurazione che comporta la spinta massima sull'opera.

Inoltre, sono state adottate i seguenti ulteriori coefficienti:

- attrito muro terreno/ \emptyset (calcolo delle spinte in condizioni drenate: coefficiente applicato all'angolo di resistenza al taglio del terreno per trovare l'angolo di attrito muro/terreno) = 0.67;

- aderenza cordolo terreno/coesione (calcolo delle spinte in condizioni drenate: coefficiente applicato alla coesione efficace del terreno per trovare l'aderenza cordolo/terreno) = 0

- attrito terreno terreno/ \emptyset (calcolo delle spinte in condizioni drenate: coefficiente applicato all'angolo di resistenza al taglio del terreno per trovare l'angolo di attrito terreno/terreno) = 0.67

- aderenza muro terreno/coesione (calcolo delle spinte in condizioni drenate: coefficiente applicato alla coesione efficace del terreno per trovare l'aderenza terreno/terreno) = 0

La verifica di stabilità globale viene eseguita con i metodi di Fellenius e Bishop semplificato, utilizzando il coefficiente di sicurezza minore.

- Attrito stabilità globale / \emptyset' o C_u = 1

Il calcolo delle sollecitazioni e degli spostamenti dell'opera è stato svolto con il metodo degli elementi finiti (FEM). Gli elementi schematizzanti il muro hanno peso e caratteristiche meccaniche proprie dei materiali di cui è costituito. Il terreno spingente (a monte) è stato rappresentato per mezzo di azioni distribuite applicate sugli elementi.



Il terreno di fondazione è stato rappresentato per mezzo di elementi finiti non-lineari (con parzializzazione), con opportuno coefficiente di reazione alla Winkler in compressione.

- lunghezze aste elevazione = 20 [cm]
- lunghezze aste fondazione = 10 [cm]
- coefficiente di reazione del terreno (Winkler) = 5 [daN/cm³]

La verifica delle sezioni in cemento armato è stata eseguita a Stato Limite Ultimo e Stato Limite di Esercizio.

La pressoflessione è verificata a Stato Limite Ultimo con i diagrammi costitutivi parabola-rettangolo per il calcestruzzo e bilatero per l'acciaio (NTC18 § 4.1.2.1.2). La resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti è verificata a Stato Limite Ultimo (NTC18 § 4.1.2.3.5).

A Stato Limite di Esercizio si verifica lo stato limite di apertura delle fessure [NTC18 § 4.1.2.2.4], e la tensione massima nei materiali [NTC18 § 4.1.2.2.5].

- apertura delle fessure: $k_1=0.40$, $k_1=0.80$, $k_2=0.50$, $k_3=3.40$, $k_4=0.43$. interasse barre limitato.
- lunghezza di ancoraggio, numero di diametri = 20
- lunghezza di ancoraggio, lunghezza minima = 15 [cm]

I carichi agenti sul terreno a monte del muro d'argine sono nastriformi ed hanno un valore pari a:

- CASO 1: Carico 1: - descrizione = carico nastriforme 1
- tipologia = variabili da traffico distribuiti
 - estremi ($x_i;x_f$) = 0 [cm]; 300 [cm]
 - tipo inserimento = sul profilo
 - intensità = 0.2 [daN/cm²]

- CASO 3: Carico 1: - descrizione = carico nastriforme 1
- tipologia = variabili da traffico distribuiti
 - estremi ($x_i;x_f$) = 0 [cm]; 300 [cm]
 - tipo inserimento = sul profilo
 - intensità = 0.2 [daN/cm²]

I carichi agenti sul paramento del muro d'argine sono puntuali ed hanno un valore pari a:

- CASO 1: Carico 1: - descrizione = Spinta acqua
- tipologia = variabile
 - tipo inserimento = sul fusto (estradosso)
 - coord. z = 187 cm
 - T = -39.20 [kN] a ml

- Carico 2: - descrizione = Urto
- tipologia = eccezionale
 - tipo inserimento = sul fusto (intradosso)
 - coord. z = 160 cm
 - T = 50 [kN] a ml

- CASO 2: Carico 1: - descrizione = Spinta acqua
- tipologia = variabile
 - tipo inserimento = sul fusto (estradosso)
 - coord. z = 187 cm
 - T = -39.20 [kN] a ml

- CASO 3: Carico 1: - descrizione = Spinta acqua
- tipologia = variabile
 - tipo inserimento = sul fusto (estradosso)
 - coord. z = 187 cm
 - T = -39.20 [kN] a ml

- Carico 2: - descrizione = Urto
- tipologia = eccezionale
 - tipo inserimento = sul fusto (intradosso)
 - coord. z = 160 cm
 - T = 50 [kN] a ml

I casi di carico considerati per le verifiche geotecniche e strutturali delle fondazioni sono stati:

CASO 1 – CASI DI CARICO		COEFFICIENTI PER I CARICHI
1	STR (SLU) descr. = SLU A1+M1+R3 coeff. = 1.3(pp.), 1.3(ter.m.), 1.3(fld.m.)1.3(ter.cs.), 1.3(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [1.35; -] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.50; -] Car.Pun.(str) --- 2) Urto [0.00; -]
2	GEO (SLU_GEO) descr. = SLU A2+M2+R2 coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [1.15; -] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.30; -] Car.Pun.(str) --- 2) Urto [0.00; -]
3	SLV_SISMA_SU (SLV) descr. = Sisma_1+1+R_Su coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [0.00;0.00] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.00;1.00] Car.Pun.(str) --- 2) Urto [0.00;0.00]
4	SLV_SISMA_GIU (SLV) descr. = Sisma_1+1+R_Giu coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [0.00;0.00] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.00;1.00] Car.Pun.(str) --- 2) Urto [0.00;0.00]
5	SLD_SISMA_SU (SLD) descr. = Sisma_1+1+R_Su coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [0.00;0.00] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.00;1.00] Car.Pun.(str) --- 2) Urto [0.00;0.00]
6	SLD_SISMA_GIU (SLD) descr. = Sisma_1+1+R_Giu coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [0.00;0.00] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.00;1.00] Car.Pun.(str) --- 2) Urto [0.00;0.00]
7	STR_ECCEZIONALE (SLU) descr. = SLU_Str_Eccezionale (appr.2) coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [0.00; -] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.00; -] Car.Pun.(str) --- 2) Urto [1.00; -]
8	GEO_ECCEZIONALE (SLU_GEO) descr. = SLU_Geo_Eccezionale (appr.2) coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [0.00; -] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.00; -] Car.Pun.(str) --- 2) Urto [1.00; -]
9	EQU_ECCEZIONALE (SLU_EQU) descr. = SLU_Equ_Eccezionale (per equilibrio) coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [0.00; -] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.00; -] Car.Pun.(str) --- 2) Urto [1.00; -]
10	RARA (Caratteristica) descr. = SLE caratteristica (rara) coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [1.00; -] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.00; -] Car.Pun.(str) --- 2) Urto [0.00; -]
11	FREQ. (Frequente) descr. = SLE frequente coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [1.00; -] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.00; -] Car.Pun.(str) --- 2) Urto [0.00; -]
12	Q.PERM. (Quasi_Perm) descr. = SLE quasi permanente coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [1.00; -] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.00; -] Car.Pun.(str) --- 2) Urto [0.00; -]

CASO 2 – CASI DI CARICO		COEFFICIENTI PER I CARICHI
1	STR (SLU) descr. = SLU A1+M1+R3 coeff. = 1.3(pp.), 1.3(ter.m.), 1.3(fld.m.)1.3(ter.cs.), 1.3(fld.cs.)	Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.50; -]
2	GEO (SLU_GEO) descr. = SLU A2+M2+R2 coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.30; -]
3	SLV_SISMA_SU (SLV) descr. = Sisma_1+1+R_Su coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.00;1.00]
4	SLV_SISMA_GIU (SLV) descr. = Sisma_1+1+R_Giu coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.00;1.00]
5	SLD_SISMA_SU (SLD) descr. = Sisma_1+1+R_Su coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.00;1.00]
6	SLD_SISMA_GIU (SLD) descr. = Sisma_1+1+R_Giu coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.00;1.00]
7	RARA (Caratteristica) descr. = SLE caratteristica (rara) coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.00; -]
8	FREQ. (Frequente) descr. = SLE frequente coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.00; -]
9	Q.PERM. (Quasi_Perm) descr. = SLE quasi permanente coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.00; -]

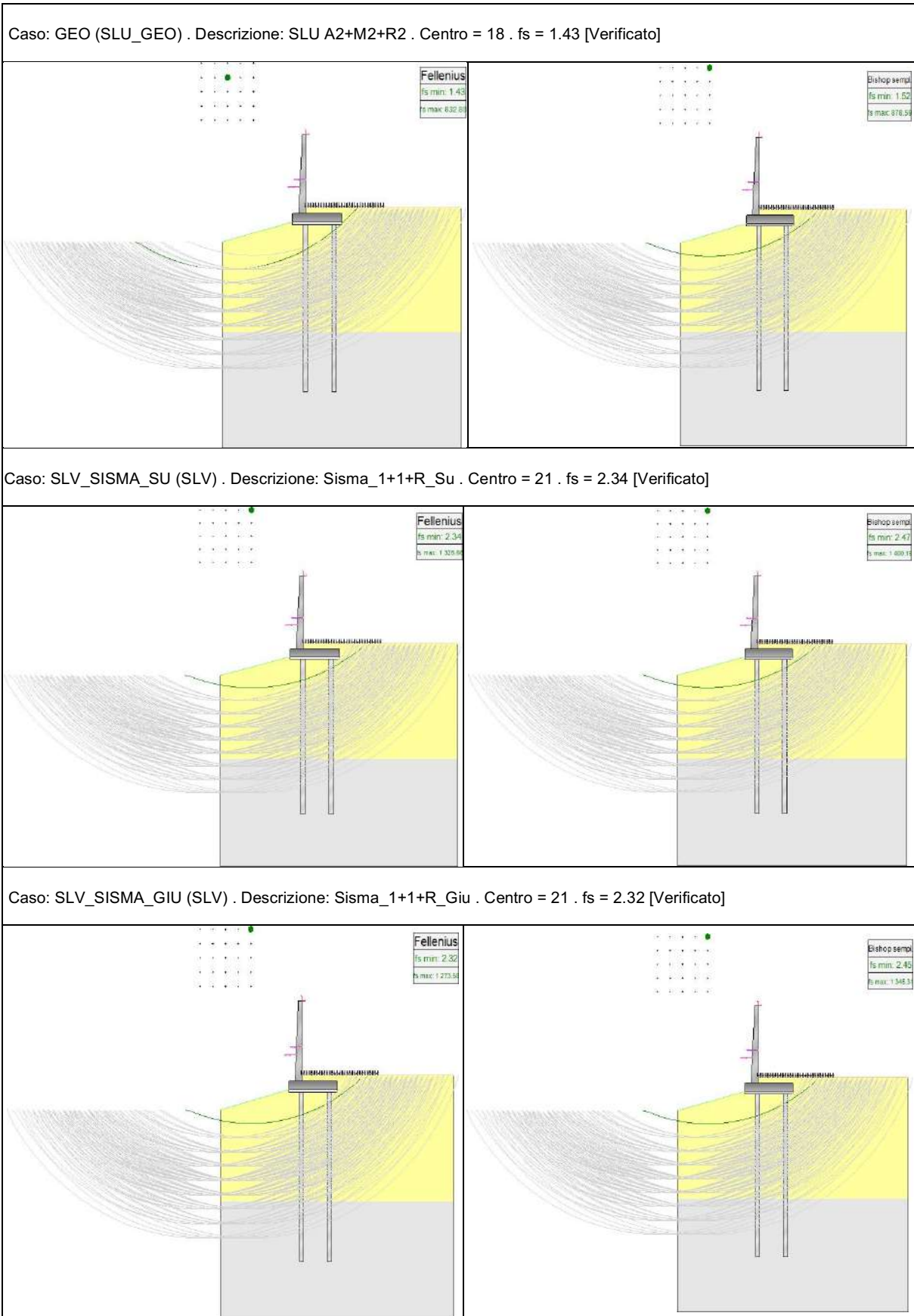
CASO 3 – CASI DI CARICO		COEFFICIENTI PER I CARICHI	
1	STR (SLU) descr. = SLU A1+M1+R3 coeff. = 1.3(pp.), 1.3(ter.m.), 1.3(fld.m.)1.3(ter.cs.), 1.3(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [1.35; -] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.50; -] Car.Pun.(str) --- 2) Urto [0.00; -]	
2	GEO (SLU_GEO) descr. = SLU A2+M2+R2 coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [1.15; -] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.30; -] Car.Pun.(str) --- 2) Urto [0.00; -]	
3	SLV_SISMA_SU (SLV) descr. = Sisma_1+1+R_Su coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [0.00;0.00] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.00;1.00] Car.Pun.(str) --- 2) Urto [0.00;0.00]	
4	SLV_SISMA_GIU (SLV) descr. = Sisma_1+1+R_Giu coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [0.00;0.00] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.00;1.00] Car.Pun.(str) --- 2) Urto [0.00;0.00]	
5	SLD_SISMA_SU (SLD) descr. = Sisma_1+1+R_Su coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [0.00;0.00] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.00;1.00] Car.Pun.(str) --- 2) Urto [0.00;0.00]	
6	SLD_SISMA_GIU (SLD) descr. = Sisma_1+1+R_Giu coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [0.00;0.00] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.00;1.00] Car.Pun.(str) --- 2) Urto [0.00;0.00]	
7	STR_ECCEZIONALE (SLU) descr. = SLU_Str_Eccezionale (appr.2) coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [0.00; -] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.00; -] Car.Pun.(str) --- 2) Urto [1.00; -]	
8	GEO_ECCEZIONALE (SLU_GEO) descr. = SLU_Geo_Eccezionale (appr.2) coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [0.00; -] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.00; -] Car.Pun.(str) --- 2) Urto [1.00; -]	
9	EQU_ECCEZIONALE (SLU_EQU) descr. = SLU_Equ_Eccezionale (per equilibrio) coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [0.00; -] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.00; -] Car.Pun.(str) --- 2) Urto [1.00; -]	
10	RARA (Caratteristica) descr. = SLE caratteristica (rara) coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [1.00; -] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.00; -] Car.Pun.(str) --- 2) Urto [0.00; -]	
11	FREQ. (Frequente) descr. = SLE frequente coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [1.00; -] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.00; -] Car.Pun.(str) --- 2) Urto [0.00; -]	
12	Q.PERM. (Quasi_Perm) descr. = SLE quasi permanente coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1 [1.00; -] Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua [1.00; -] Car.Pun.(str) --- 2) Urto [0.00; -]	

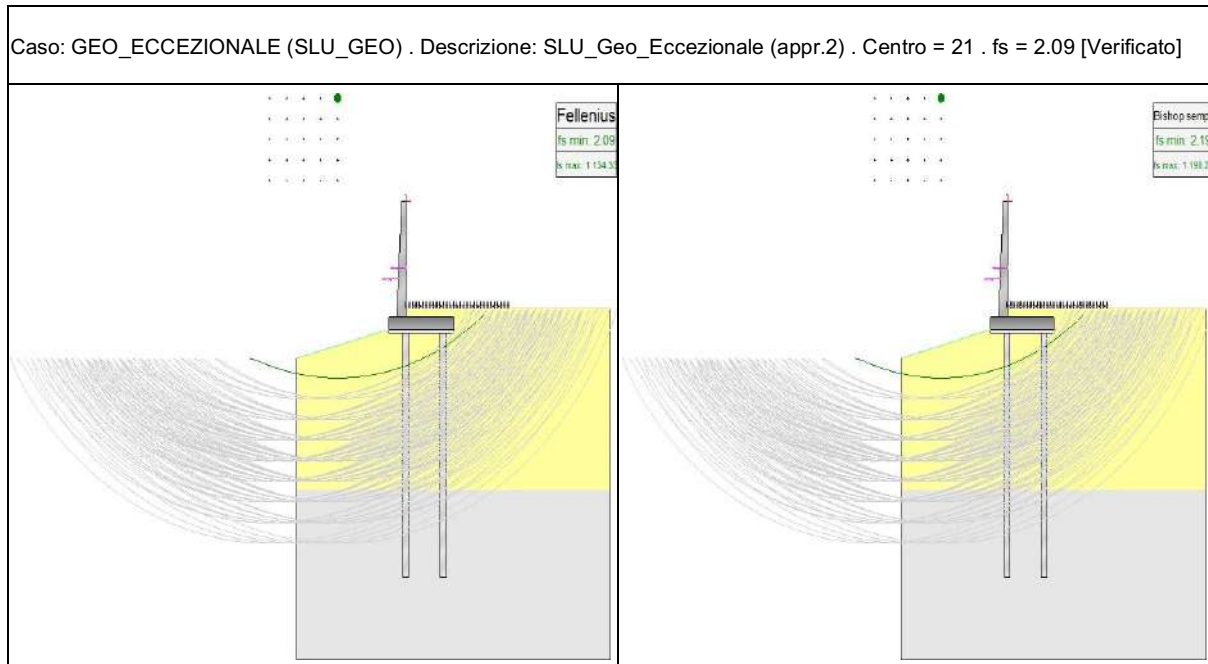
7.4 VERIFICHE GEOTECNICHE – CASO 1: h (muro) = 2.80 ml

Viene valutata la portata di ogni singolo palo :

CASO DI CARICO	PALO (n° fila)	N [KN]	Qtc [KN] (compressione)	F _s >1	Qtt [KN] (trazione)	F _s >1	T [KN]	Rtr [KN] (trasversale)	F _s >1
1 - STR (SLU)	1	15.0596	290.2157	-	-186.8989	12.41	26.6298	183.7346	6.9
1 - STR (SLU)	2	-104.0167	290.2157	2.79	-186.8989	-	26.5561	183.7346	6.92
3 - SLV_SISMA_SU (SLV)	1	15.2653	290.2157	-	-186.8989	12.24	17.7076	183.7346	10.38
3 - SLV_SISMA_SU (SLV)	2	-52.4884	290.2157	5.53	-186.8989	-	17.6608	183.7346	10.4
4 - SLV_SISMA_GIU (SLV)	1	12.6175	290.2157	-	-186.8989	14.81	17.6675	183.7346	10.4
4 - SLV_SISMA_GIU (SLV)	2	-53.3309	290.2157	5.44	-186.8989	-	17.6207	183.7346	10.43
5 - SLD_SISMA_SU (SLD)	1	15.6569	290.2157	-	-186.8989	11.94	18.5745	183.7346	9.89
5 - SLD_SISMA_SU (SLD)	2	-53.8354	290.2157	5.39	-186.8989	-	18.5268	183.7346	9.92
6 - SLD_SISMA_GIU (SLD)	1	14.5101	290.2157	-	-186.8989	12.88	18.5567	183.7346	9.9
6 - SLD_SISMA_GIU (SLD)	2	-54.2002	290.2157	5.35	-186.8989	-	18.5089	183.7346	9.93
7 - STR_ECCEZIONALE (SLU)	1	-53.0982	290.2157	5.47	-186.8989	-	5.7995	183.7346	31.68
7 - STR_ECCEZIONALE (SLU)	2	13.3182	290.2157	-	-186.8989	14.03	5.787	183.7346	31.75

Vengono eseguite le verifiche a stabilità globale sia con il metodo di Fellenius che con quello di Bishop semplificato:



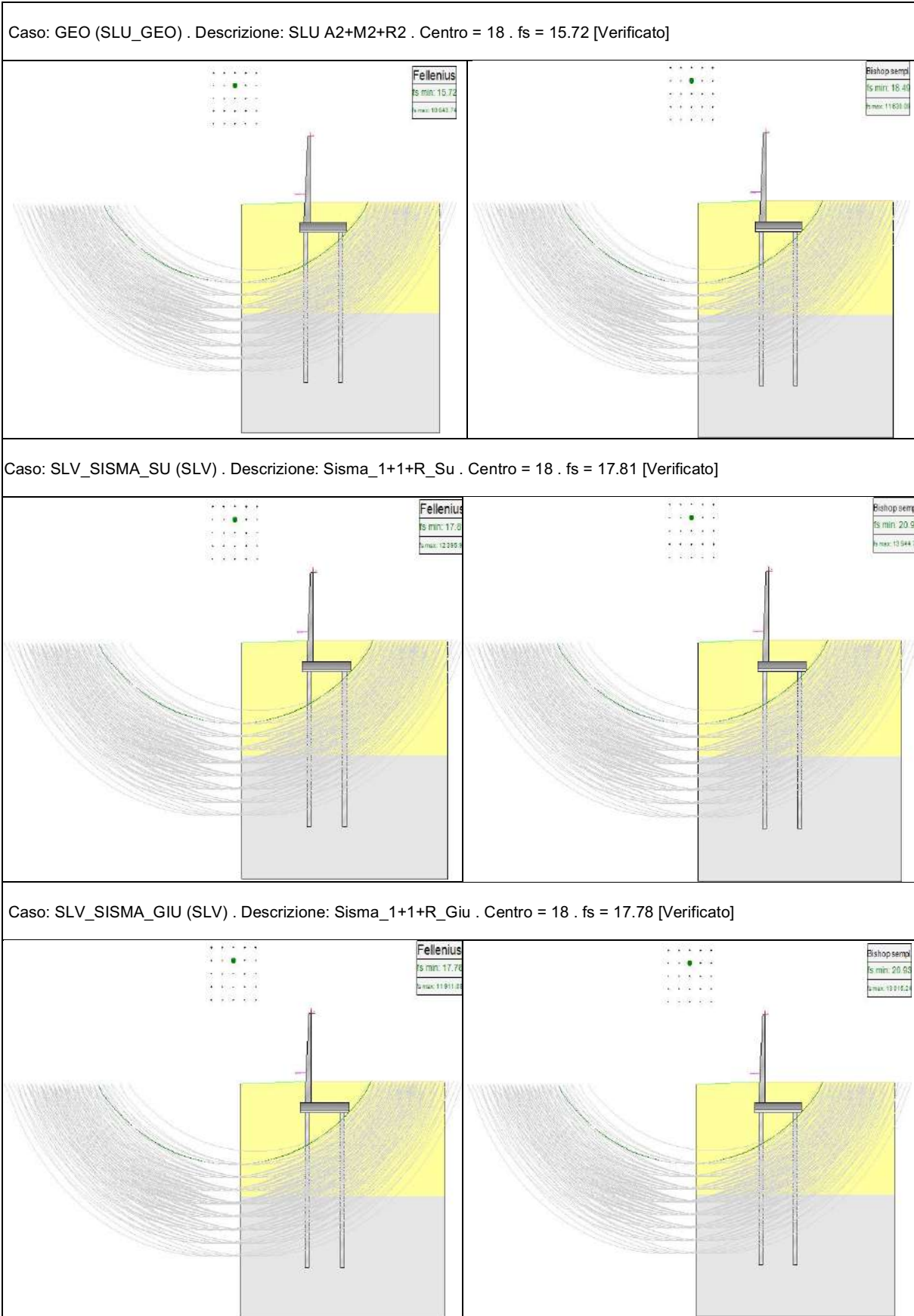


7.5 VERIFICHE GEOTECNICHE – CASO 2: h (muro) = 3.40 ml

Viene valutata la portata di ogni singolo palo :

CASO DI CARICO	PALO (n° fila)	N [KN]	Qtc [KN] (compressione)	Fs>1	Qtt [KN] (trazione)	Fs>1	T [KN]	Rtr [KN] (trasversale)	Fs>1
1 - STR (SLU)	1	29.1312	373.1344	-	-240.2986	8.25	40.9427	292.4592	7.14
1 - STR (SLU)	2	-115.0447	373.1344	3.24	-240.2986	-	40.8084	292.4592	7.17
3 - SLV_SISMA_SU (SLV)	1	12.9678	373.1344	-	-240.2986	18.53	24.9109	292.4592	11.74
3 - SLV_SISMA_SU (SLV)	2	-76.7869	373.1344	4.86	-240.2986	-	24.8246	292.4592	11.78
4 - SLV_SISMA_GIU (SLV)	1	9.107	373.1344	-	-240.2986	26.39	24.7167	292.4592	11.83
4 - SLV_SISMA_GIU (SLV)	2	-79.3481	373.1344	4.7	-240.2986	-	24.6305	292.4592	11.87
5 - SLD_SISMA_SU (SLD)	1	13.4609	373.1344	-	-240.2986	17.85	26.134	292.4592	11.19
5 - SLD_SISMA_SU (SLD)	2	-78.9354	373.1344	4.73	-240.2986	-	26.0459	292.4592	11.23
6 - SLD_SISMA_GIU (SLD)	1	11.7853	373.1344	-	-240.2986	20.39	26.0476	292.4592	11.23
6 - SLD_SISMA_GIU (SLD)	2	-80.0419	373.1344	4.66	-240.2986	-	25.9595	292.4592	11.27
7 - STR_ECCEZIONALE (SLU)	1	29.1312	373.1344	-	-240.2986	8.25	40.9427	292.4592	7.14
7 - STR_ECCEZIONALE (SLU)	2	-115.0447	373.1344	3.24	-240.2986	-	40.8084	292.4592	7.17

Vengono eseguite le verifiche a stabilità globale sia con il metodo di Fellenius che con quello di Bishop semplificato:

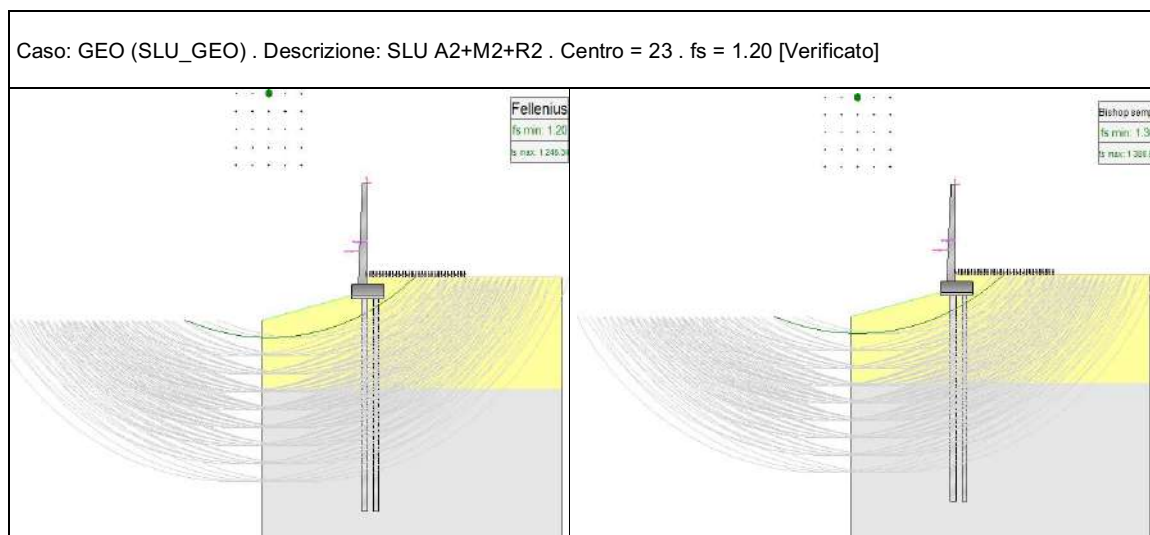


7.6 VERIFICHE GEOTECNICHE – CASO 3: h (muro) = 2.80 ml

Viene valutata la portata di ogni singolo palo :

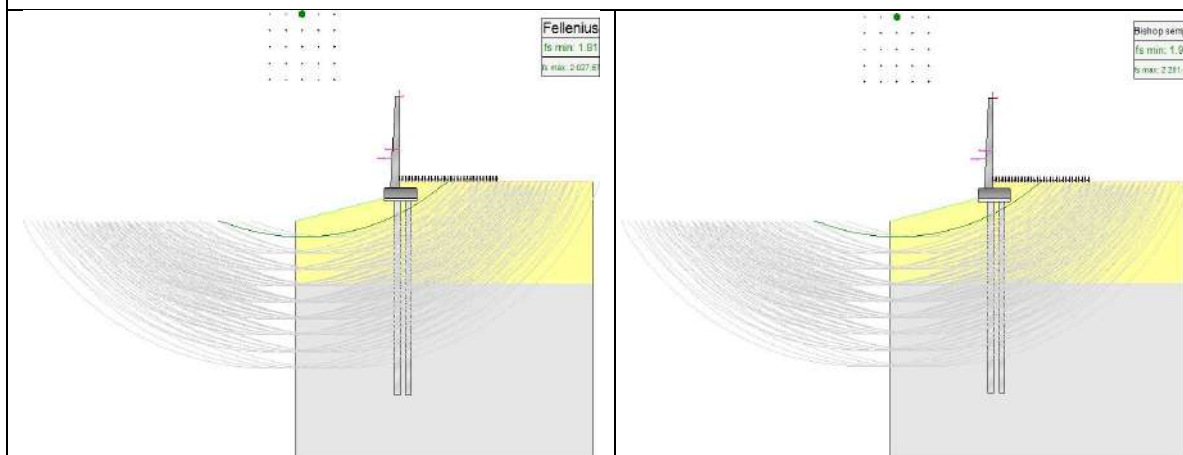
CASO DI CARICO	PALO (n° fila)	N [KN]	Qt _c [KN] (compressione)	F _{s>1}	Qt _t [KN] (trazione)	F _{s>1}	T [KN]	R _{tr} [KN] (trasversale)	F _{s>1}
1 - STR (SLU)	1	172.4552	469.873	-	-302.5982	1.75	26.6027	213.1488	8.01
1 - STR (SLU)	2	-225.169	469.873	2.09	-302.5982	-	26.5832	213.1488	8.02
3 - SLV_SISMA_SU (SLV)	1	109.0626	469.873	-	-302.5982	2.77	18.0461	213.1488	11.81
3 - SLV_SISMA_SU (SLV)	2	-136.7958	469.873	3.43	-302.5982	-	18.0338	213.1488	11.82
4 - SLV_SISMA_GIU (SLV)	1	106.8459	469.873	-	-302.5982	2.83	18.006	213.1488	11.84
4 - SLV_SISMA_GIU (SLV)	2	-137.0134	469.873	3.43	-302.5982	-	17.9937	213.1488	11.85
5 - SLD_SISMA_SU (SLD)	1	112.0157	469.873	-	-302.5982	2.70	18.711	213.1488	11.39
5 - SLD_SISMA_SU (SLD)	2	-140.4049	469.873	3.35	-302.5982	-	18.6984	213.1488	11.40
6 - SLD_SISMA_GIU (SLD)	1	111.0549	469.873	-	-302.5982	2.72	18.6931	213.1488	11.40
6 - SLD_SISMA_GIU (SLD)	2	-140.4985	469.873	3.34	-302.5982	-	18.6805	213.1488	11.41
7 - STR_ECCEZIONALE (SLU)	1	-100.8943	469.873	4.66	-302.5982	-	5.7949	213.1488	36.78
7 - STR_ECCEZIONALE (SLU)	2	71.1323	469.873	-	-302.5982	4.25	5.7916	213.1488	36.80

Vengono eseguite le verifiche a stabilità globale sia con il metodo di Fellenius che con quello di Bishop semplificato:

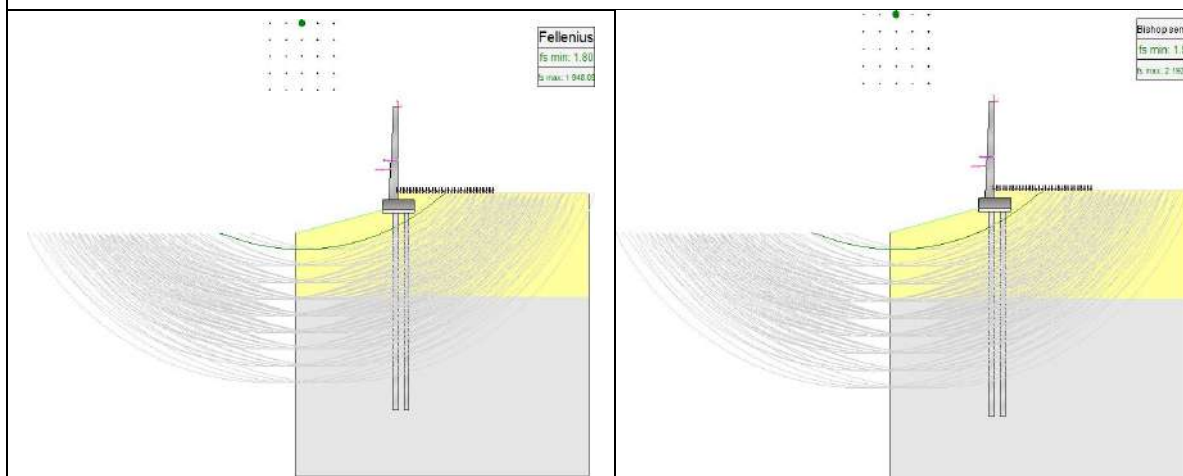




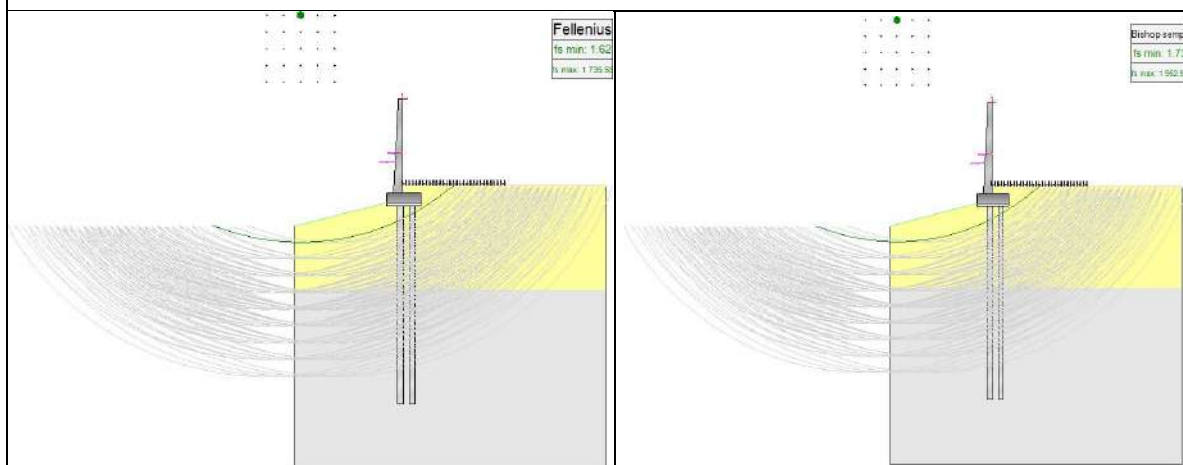
Caso: SLV_SISMA_SU (SLV) . Descrizione: Sisma_1+1+R_Su . Centro = 23 . fs = 1.81 [Verificato]



Caso: SLV_SISMA_GIU (SLV) . Descrizione: Sisma_1+1+R_Giu . Centro = 23 . fs = 1.80 [Verificato]



Caso: GEO_ECCEZIONALE (SLU_GEO) . Descrizione: SLU_Geo_Eccezionale (appr.2) . Centro = 23 . fs = 1.62 [Verificato]



Di seguito viene riportata la tabella riassuntiva con i fattori di sicurezza minimi (= rapporto R_d/E_d o C_d/E_d) calcolati per tutte le verifiche geotecniche del muro d'argine in sponda sinistra.

Le caselle con i trattini indicano che la verifica corrispondente non va svolta per il relativo Caso di Carico.

MURO D'ARGINE IN SPONDA SINISTRA

CASO 1: h (muro) = 2.80ml

CASO DI CARICO	RESISTENZA ASSIALE	RESISTENZA TRASVERSALE	STABILITÀ GLOBALE
1 - STR(SLU)	2.79	6.90	---
2 - GEO(SLU_GEO)	---	---	1.43
3 - SLV_SISMA_SU(SLV)	5.53	10.38	2.34
4 - SLV_SISMA_GIU(SLV)	5.44	10.4	2.32
5 - SLD_SISMA_SU(SLD)	5.39	9.89	---
6 - SLD_SISMA_GIU(SLD)	5.35	9.90	---
7 - STR_ECCEZIONALE(SLU)	5.47	31.68	---
8 - GEO_ECCEZIONALE(SLU_GEO)	---	---	2.09
9 - EQU_ECCEZIONALE(SLU_EQU)	---	---	---
10 - RARA(RARA)	---	---	---
11 - FREQ.(FREQUENTE)	---	---	---
12 - Q.PERM.(QUASI_PERM)	---	---	---

CASO 2: h (muro) = 3.40ml

CASO DI CARICO	RESISTENZA ASSIALE	RESISTENZA TRASVERSALE	STABILITÀ GLOBALE
1 - STR(SLU)	3.24	7.14	---
2 - GEO(SLU_GEO)	---	---	15.72
3 - SLV_SISMA_SU(SLV)	4.86	11.74	17.81
4 - SLV_SISMA_GIU(SLV)	4.70	11.83	17.78
5 - SLD_SISMA_SU(SLD)	4.73	11.19	---
6 - SLD_SISMA_GIU(SLD)	4.66	11.23	---
7 - STR_ECCEZIONALE(SLU)	---	---	---
8 - GEO_ECCEZIONALE(SLU_GEO)	---	---	---
9 - EQU_ECCEZIONALE(SLU_EQU)	---	---	---
10 - RARA(RARA)	3.24	7.14	---
11 - FREQ.(FREQUENTE)	---	---	15.72
12 - Q.PERM.(QUASI_PERM)	4.86	11.74	17.81

CASO 3: h (muro) = 2.80ml (fondazione ridotta)

CASO DI CARICO	RESISTENZA ASSIALE	RESISTENZA TRASVERSALE	STABILITÀ GLOBALE
1 - STR(SLU)	1.75	8.01	---
2 - GEO(SLU_GEO)	---	---	1.20
3 - SLV_SISMA_SU(SLV)	2.77	11.81	1.81
4 - SLV_SISMA_GIU(SLV)	2.83	11.84	1.80
5 - SLD_SISMA_SU(SLD)	2.7	11.39	---
6 - SLD_SISMA_GIU(SLD)	2.72	11.40	---
7 - STR_ECCEZIONALE(SLU)	4.25	36.78	---
8 - GEO_ECCEZIONALE(SLU_GEO)	---	---	1.62
9 - EQU_ECCEZIONALE(SLU_EQU)	---	---	---
10 - RARA(RARA)	---	---	---
11 - FREQ.(FREQUENTE)	---	---	---
12 - Q.PERM.(QUASI_PERM)	---	---	---

Muro Verificato!

[Verifiche Superate]

7.7 VERIFICHE STRUTTURALI FONDAZIONE – CASO 1: h (muro) = 2.80 ml

DIAGRAMMI DI SFORZO NORMALE / TAGLIO / MOMENTO

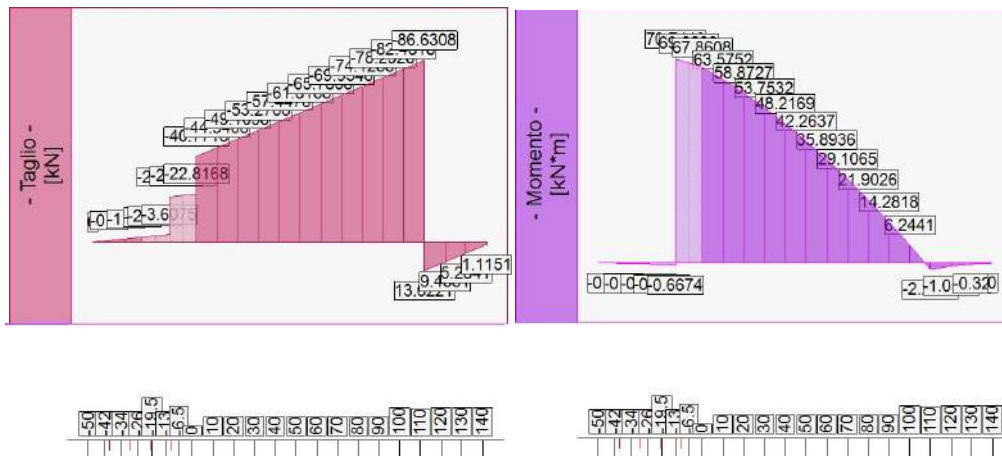
Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)

Fondazione, flessione							
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Mom.Res.POS [kN*m]	Mom.Res.NEG [kN*m]	FS >1/<1	-
-0.42	-0.78	-0.0312	•	47867.7	-278624.4	> 100	Verificato
-0.34	-1.56	-0.1248	•	628910.5	-835814.1	> 100	Verificato
-0.26	-2.34	-0.2808	•	628910.5	-835814.1	> 100	Verificato
0	-22.8168	67.8608	•	862310.7	-722208.7	1.27	Verificato
0	-40.7718	67.8608	•	834131.5	-693846.5	1.23	Verificato
0.1	-44.9408	63.5752	•	870816.9	-658117.6	1.37	Verificato
0.2	-49.1098	58.8727	•	870816.9	-658117.6	1.48	Verificato
0.3	-53.2788	53.7532	•	870816.9	-658117.6	1.62	Verificato
0.4	-57.4478	48.2169	•	656013.7	-656013.7	1.36	Verificato
0.5	-61.6168	42.2637	•	870816.9	-658117.6	2.06	Verificato
0.6	-65.7858	35.8936	•	870816.9	-658117.6	2.43	Verificato
0.7	-69.9548	29.1065	•	870816.9	-658117.6	2.99	Verificato
0.8	-74.1238	21.9026	•	870816.9	-658117.6	3.98	Verificato
0.9	-78.2928	14.2818	•	826213.9	-701359.6	5.79	Verificato
1	-82.4618	6.2441	•	717938	-808908.4	11.5	Verificato
1.1	-86.6308	-2.2106	•	660646	-867614.3	39.25	Verificato
1.1	13.6221	-2.2106	•	632656.2	-839567.6	37.98	Verificato
1.2	9.4531	-1.0568	•	632656.2	-839567.6	79.44	Verificato
1.3	5.2841	-0.32	•	52897.9	-283707.9	88.67	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)

Fondazione, taglio							
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Tag.Res. [kN]	FS >1/<1	-	-
-0.42	-0.78	-0.0312	•	12643.4	> 100	Verificato	
-0.34	-1.56	-0.1248	•	12643.4	81.05	Verificato	
-0.26	-2.34	-0.2808	•	12643.4	54.03	Verificato	
0	-22.8168	67.8608	•	12643.4	5.54	Verificato	
0	-40.7718	67.8608	•	12643.4	3.1	Verificato	
0.1	-44.9408	63.5752	•	12643.4	2.81	Verificato	
0.2	-49.1098	58.8727	•	12643.4	2.57	Verificato	
0.3	-53.2788	53.7532	•	12643.4	2.37	Verificato	
0.4	-57.4478	48.2169	•	12643.4	2.2	Verificato	
0.5	-61.6168	42.2637	•	12643.4	2.05	Verificato	
0.6	-65.7858	35.8936	•	12643.4	1.92	Verificato	
0.7	-69.9548	29.1065	•	12643.4	1.81	Verificato	
0.8	-74.1238	21.9026	•	12643.4	1.71	Verificato	
0.9	-78.2928	14.2818	•	12643.4	1.61	Verificato	
1	-82.4618	6.2441	•	12643.4	1.53	Verificato	
1.1	-86.6308	-2.2106	•	12643.4	1.46	Verificato	
1.1	13.6221	-2.2106	•	12643.4	9.28	Verificato	
1.2	9.4531	-1.0568	•	12643.4	13.37	Verificato	
1.3	5.2841	-0.32	•	12643.4	23.93	Verificato	

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)

Caso 2 (GEO [SLU_GEO] - SLU A2+M2+R2)

Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

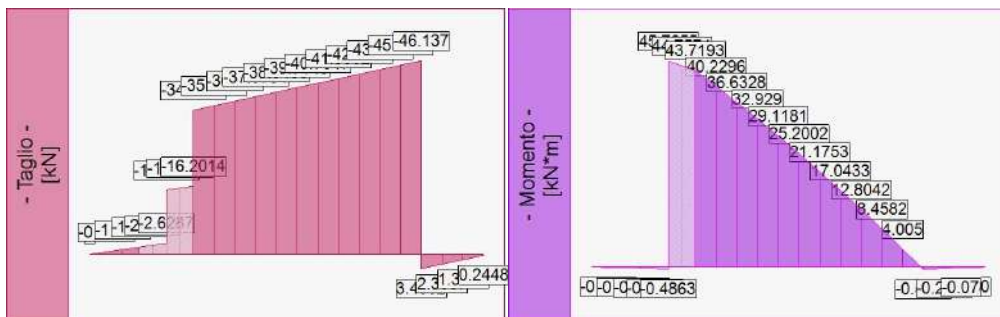
Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)

Fondazione, flessione							
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Mom.Res.POS [kN*m]	Mom.Res.NEG [kN*m]	FS >1/<1	-
-0.42	-0.5684	-0.0227	•	47778.5	-278535	> 100	Verificato
-0.34	-1.1368	-0.0909	•	628776.6	-835680.1	> 100	Verificato
-0.26	-1.7051	-0.2046	•	628710.5	-835614.6	> 100	Verificato
0	-16.2014	43.7193	•	841695.3	-701459.7	1.93	Verificato
0	-34.3621	43.7193	•	822951.3	-682591.8	1.88	Verificato
0.1	-35.4325	40.2296	•	859582.8	-646835	2.14	Verificato
0.2	-36.503	36.6328	•	859498.7	-646752.7	2.35	Verificato
0.3	-37.5734	32.929	•	859416.1	-646668.6	2.61	Verificato
0.4	-38.6438	29.1181	•	644405.6	-644405.6	2.21	Verificato
0.5	-39.7143	25.2002	•	859249.4	-646500.4	3.41	Verificato
0.6	-40.7847	21.1753	•	859165.3	-646416.3	4.06	Verificato
0.7	-41.8552	17.0433	•	859081.2	-646332.2	5.04	Verificato
0.8	-42.9256	12.8042	•	858998.7	-646248.1	6.71	Verificato
0.9	-43.9961	8.4582	•	814272.8	-689347.9	9.63	Verificato
1	-45.0665	4.005	•	705848.3	-796871.5	17.62	Verificato
1.1	-46.137	-0.5551	•	648597	-855541.8	> 100	Verificato
1.1	3.4562	-0.5551	•	629982.6	-836888.2	> 100	Verificato
1.2	2.3857	-0.2631	•	629898.2	-836805.9	> 100	Verificato
1.3	1.3153	-0.078	•	49085.1	-279854.9	> 100	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)

Fondazione, taglio							
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Tag.Res. [kN]	FS >1/<1	-	
-0.42	-0.5684	-0.0227	•	12643.4	> 100	Verificato	
-0.34	-1.1368	-0.0909	•	12643.4	> 100	Verificato	
-0.26	-1.7051	-0.2046	•	12643.4	74.15	Verificato	
0	-16.2014	43.7193	•	12643.4	7.8	Verificato	
0	-34.3621	43.7193	•	12643.4	3.68	Verificato	
0.1	-35.4325	40.2296	•	12643.4	3.57	Verificato	
0.2	-36.503	36.6328	•	12643.4	3.46	Verificato	
0.3	-37.5734	32.929	•	12643.4	3.36	Verificato	
0.4	-38.6438	29.1181	•	12643.4	3.27	Verificato	
0.5	-39.7143	25.2002	•	12643.4	3.18	Verificato	
0.6	-40.7847	21.1753	•	12643.4	3.1	Verificato	
0.7	-41.8552	17.0433	•	12643.4	3.02	Verificato	
0.8	-42.9256	12.8042	•	12643.4	2.95	Verificato	
0.9	-43.9961	8.4582	•	12643.4	2.87	Verificato	
1	-45.0665	4.005	•	12643.4	2.81	Verificato	
1.1	-46.137	-0.5551	•	12643.4	2.74	Verificato	
1.1	3.4562	-0.5551	•	12643.4	36.58	Verificato	
1.2	2.3857	-0.2631	•	12643.4	53	Verificato	
1.3	1.3153	-0.078	•	12643.4	96.13	Verificato	

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)

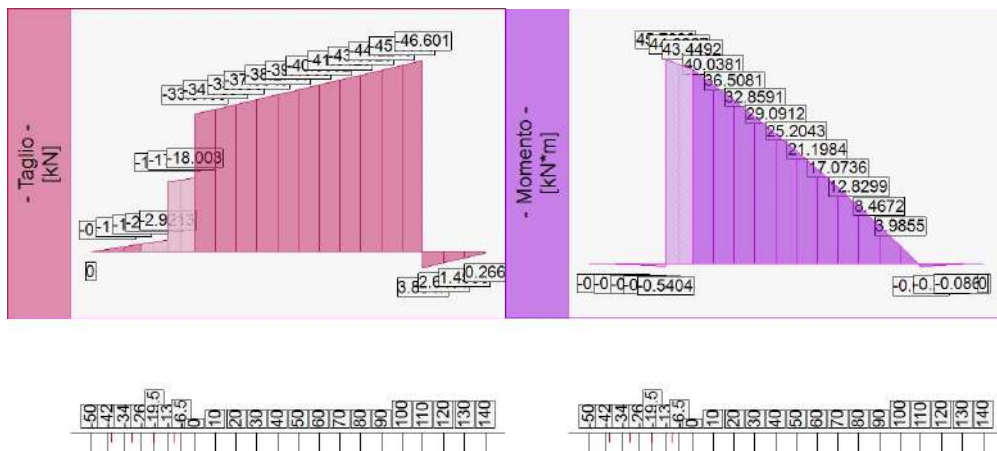
Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)

Fondazione, flessione							
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Mom.Res.POS [kN*m]	Mom.Res.NEG [kN*m]	FS >1/<1	-
-0.42	-0.6316	-0.0253	•	47778.5	-278535	> 100	Verificato
-0.34	-1.2632	-0.1011	•	628776.6	-835680.1	> 100	Verificato
-0.26	-1.8949	-0.2274	•	628710.5	-835614.6	> 100	Verificato
0	-18.003	43.4492	•	841681.1	-701445.5	1.94	Verificato
0	-33.5159	43.4492	•	822979.2	-682621.3	1.89	Verificato
0.1	-34.7054	40.0381	•	859611.8	-646864.2	2.15	Verificato
0.2	-35.895	36.5081	•	859527.7	-646781.9	2.35	Verificato
0.3	-37.0845	32.8591	•	859445.1	-646697.8	2.62	Verificato
0.4	-38.2741	29.0912	•	644435.6	-644435.6	2.22	Verificato
0.5	-39.4636	25.2043	•	859276.9	-646529.6	3.41	Verificato
0.6	-40.6532	21.1984	•	859194.4	-646445.6	4.05	Verificato
0.7	-41.8428	17.0736	•	859110.3	-646361.5	5.03	Verificato
0.8	-43.0323	12.8299	•	859026.2	-646277.4	6.7	Verificato
0.9	-44.2219	8.4672	•	814302.2	-689377.3	9.62	Verificato
1	-45.4114	3.9855	•	705876.3	-796899.4	17.71	Verificato
1.1	-46.601	-0.6151	•	648626.7	-855571.2	> 100	Verificato
1.1	3.8347	-0.6151	•	630054.2	-836959.9	> 100	Verificato
1.2	2.6451	-0.2911	•	629969.8	-836876	> 100	Verificato
1.3	1.4556	-0.0861	•	49179.2	-279950.9	> 100	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)

Fondazione, taglio						
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Tag.Res. [kN]	FS >1/<1	-
-0.42	-0.6316	-0.0253	•	12643.4	> 100	Verificato
-0.34	-1.2632	-0.1011	•	12643.4	> 100	Verificato
-0.26	-1.8949	-0.2274	•	12643.4	66.72	Verificato
0	-18.003	43.4492	•	12643.4	7.02	Verificato
0	-33.5159	43.4492	•	12643.4	3.77	Verificato
0.1	-34.7054	40.0381	•	12643.4	3.64	Verificato
0.2	-35.895	36.5081	•	12643.4	3.52	Verificato
0.3	-37.0845	32.8591	•	12643.4	3.41	Verificato
0.4	-38.2741	29.0912	•	12643.4	3.3	Verificato
0.5	-39.4636	25.2043	•	12643.4	3.2	Verificato
0.6	-40.6532	21.1984	•	12643.4	3.11	Verificato
0.7	-41.8428	17.0736	•	12643.4	3.02	Verificato
0.8	-43.0323	12.8299	•	12643.4	2.94	Verificato
0.9	-44.2219	8.4672	•	12643.4	2.86	Verificato
1	-45.4114	3.9855	•	12643.4	2.78	Verificato
1.1	-46.601	-0.6151	•	12643.4	2.71	Verificato
1.1	3.8347	-0.6151	•	12643.4	32.97	Verificato
1.2	2.6451	-0.2911	•	12643.4	47.8	Verificato
1.3	1.4556	-0.0861	•	12643.4	86.86	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)

Caso 5 (SLD_SISMA_SU [SLD] - Sisma_1+1+R_Su)
 Caso 6 (SLD_SISMA_GIU [SLD] - Sisma_1+1+R_Giu)

Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

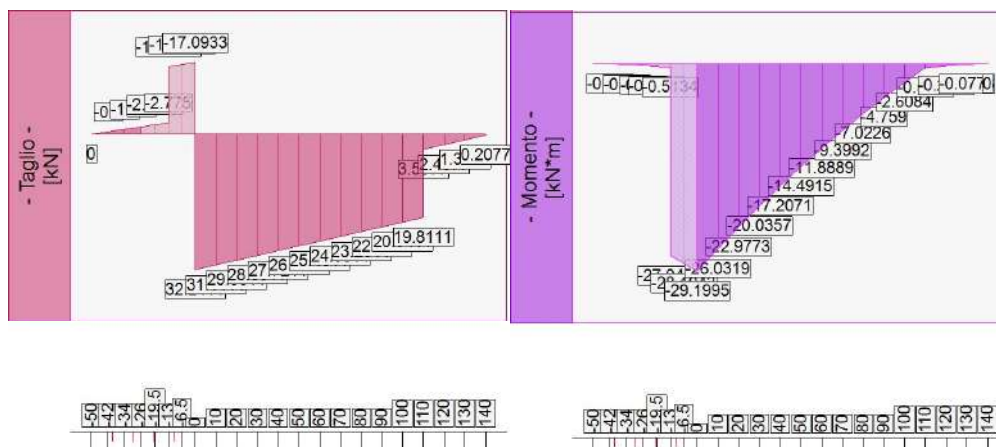
Caso 7 (STR_ECCEZIONALE [SLU] - SLU_Str_Eccezionale (appr.2))

Fondazione, flessione							
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Mom.Res.POS [kN*m]	Mom.Res.NEG [kN*m]	FS >1/<1	-
-0.42	-0.6	-0.024	•	47867.7	-278624.4	> 100	Verificato
-0.34	-1.2	-0.096	•	628910.5	-835814.1	> 100	Verificato
-0.26	-1.8	-0.216	•	628910.5	-835814.1	> 100	Verificato
0	-17.0933	-29.1995	•	790681.9	-650106.3	2.23	Verificato
0	32.2411	-29.1995	•	796824.4	-656289.7	2.25	Verificato
0.1	31.1111	-26.0319	•	833610.9	-620761	2.38	Verificato
0.2	29.9811	-22.9773	•	833610.9	-620761	2.7	Verificato
0.3	28.8511	-20.0357	•	833610.9	-620761	3.1	Verificato
0.4	27.7211	-17.2071	•	618417.4	-618417.4	3.59	Verificato
0.5	26.5911	-14.4915	•	833610.9	-620761	4.28	Verificato
0.6	25.4611	-11.8889	•	833610.9	-620761	5.22	Verificato
0.7	24.3311	-9.3992	•	833610.9	-620761	6.6	Verificato
0.8	23.2011	-7.0226	•	833610.9	-620761	8.84	Verificato
0.9	22.0711	-4.759	•	788884.8	-663809.6	13.95	Verificato
1	20.9411	-2.6084	•	680405.2	-771537.7	29.58	Verificato
1.1	19.8111	-0.5708	•	623507.7	-830399.6	> 100	Verificato
1.1	3.5977	-0.5708	•	629608.1	-836513.3	> 100	Verificato
1.2	2.4677	-0.2675	•	629608.1	-836513.3	> 100	Verificato
1.3	1.3377	-0.0773	•	48805.1	-279571.4	> 100	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 7 (STR_ECCEZIONALE [SLU] - SLU_Str_Eccezionale (appr.2))

Fondazione, taglio							
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Tag.Res. [kN]	FS >1/<1	-	
-0.42	-0.6	-0.024	•	12643.4	> 100	Verificato	
-0.34	-1.2	-0.096	•	12643.4	> 100	Verificato	
-0.26	-1.8	-0.216	•	12643.4	70.24	Verificato	
0	-17.0933	-29.1995	•	12643.4	7.4	Verificato	
0	32.2411	-29.1995	•	12643.4	3.92	Verificato	
0.1	31.1111	-26.0319	•	12643.4	4.06	Verificato	
0.2	29.9811	-22.9773	•	12643.4	4.22	Verificato	
0.3	28.8511	-20.0357	•	12643.4	4.38	Verificato	
0.4	27.7211	-17.2071	•	12643.4	4.56	Verificato	
0.5	26.5911	-14.4915	•	12643.4	4.75	Verificato	
0.6	25.4611	-11.8889	•	12643.4	4.97	Verificato	
0.7	24.3311	-9.3992	•	12643.4	5.2	Verificato	
0.8	23.2011	-7.0226	•	12643.4	5.45	Verificato	
0.9	22.0711	-4.759	•	12643.4	5.73	Verificato	
1	20.9411	-2.6084	•	12643.4	6.04	Verificato	
1.1	19.8111	-0.5708	•	12643.4	6.38	Verificato	
1.1	3.5977	-0.5708	•	12643.4	35.14	Verificato	
1.2	2.4677	-0.2675	•	12643.4	51.24	Verificato	
1.3	1.3377	-0.0773	•	12643.4	94.52	Verificato	

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 7 (STR_ECCEZIONALE [SLU] - SLU_Str_Eccezionale (appr.2))



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 7 (STR_ECCEZIONALE [SLU] - SLU_Str_Eccezionale (appr.2))

Caso 8 (GEO_ECCEZIONALE [SLU_GEO] - SLU_Geo_Eccezionale (appr.2))

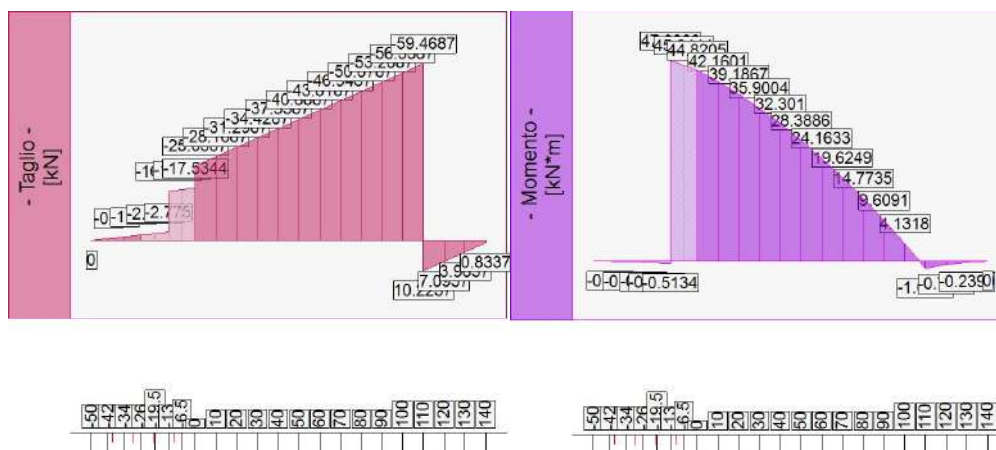
Caso 9 (EQU_ECCEZIONALE [SLU_EQU] - SLU_Equ_Eccezionale (per equilibrio))

Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

Caso 10 (RARA [Caratteristica] - SLE caratteristica (rara))

Fondazione, tensioni di esercizio cls, tensioni di esercizio acciaio					
quota [m]	Tensione Cls [N/mm ²]	FS >1/<1	Tensione Acc [N/mm ²]	FS >1/<1	-
-0.42	0.005	> 100	0.403	> 100	Verificato
-0.34	0.012	> 100	0.518	> 100	Verificato
-0.26	0.028	> 100	1.166	> 100	Verificato
0	6.075	2.87	264.758	1.36	Verificato
0	6.075	2.87	264.758	1.36	Verificato
0.1	5.347	3.26	229.363	1.57	Verificato
0.2	4.97	3.51	213.187	1.69	Verificato
0.3	4.553	3.83	195.308	1.84	Verificato
0.4	4.82	3.62	248.102	1.45	Verificato
0.5	3.6	4.84	154.442	2.33	Verificato
0.6	3.064	5.69	131.455	2.74	Verificato
0.7	2.489	7	106.765	3.37	Verificato
0.8	1.874	9.3	80.372	4.48	Verificato
0.9	1.319	13.21	57.915	6.22	Verificato
1	0.628	27.75	30.641	11.75	Verificato
1.1	0.212	82.36	8.958	40.19	Verificato
1.1	0.212	82.36	8.958	40.19	Verificato
1.2	0.101	> 100	4.282	84.08	Verificato
1.3	0.051	> 100	4.031	89.3	Verificato

Tensione nei materiali lungo la fondazione, per il Caso 10 (RARA [Caratteristica] - SLE caratteristica (rara))



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 10 (RARA [Caratteristica] - SLE caratteristica (rara))

Caso 11 (FREQ. [Frequente] - SLE frequente)

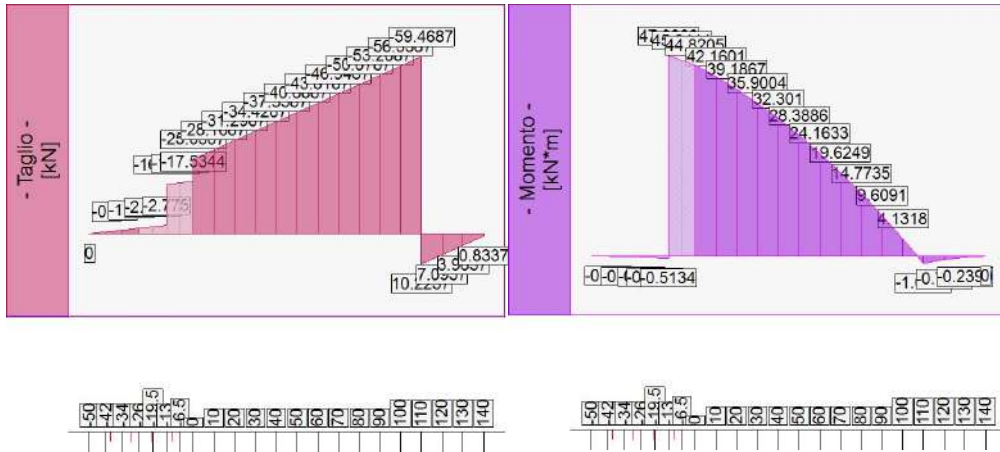
Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

Caso 12 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - SLE quasi permanente)

Fondazione, tensioni di esercizio cls, tensioni di esercizio acciaio					
quota [m]	Tensione Cls [N/mm ²]	FS >1/<1	Tensione Acc [N/mm ²]	FS >1/<1	-
-0.42	0.005	> 100	0.403	-	Verificato
-0.34	0.012	> 100	0.518	-	Verificato
-0.26	0.028	> 100	1.166	-	Verificato
0	6.075	2.15	264.758	-	Verificato
0	6.075	2.15	264.758	-	Verificato
0.1	5.347	2.44	229.363	-	Verificato
0.2	4.97	2.63	213.187	-	Verificato
0.3	4.553	2.87	195.308	-	Verificato
0.4	4.82	2.71	248.102	-	Verificato
0.5	3.6	3.63	154.442	-	Verificato
0.6	3.064	4.27	131.455	-	Verificato
0.7	2.489	5.25	106.765	-	Verificato
0.8	1.874	6.98	80.372	-	Verificato
0.9	1.319	9.91	57.915	-	Verificato
1	0.628	20.81	30.641	-	Verificato
1.1	0.212	61.77	8.958	-	Verificato
1.1	0.212	61.77	8.958	-	Verificato
1.2	0.101	> 100	4.282	-	Verificato

1.3	0.051	> 100	4.031	-	Verificato
-----	-------	-------	-------	---	------------

Tensione nei materiali lungo la fondazione, per il Caso 12 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - SLE quasi permanente)



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 12 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - SLE quasi permanente)

7.8 VERIFICHE STRUTTURALI FONDAZIONE – CASO 2: h (muro) = 3.40 ml

DIAGRAMMI DI SFORZO NORMALE / TAGLIO / MOMENTO

Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)

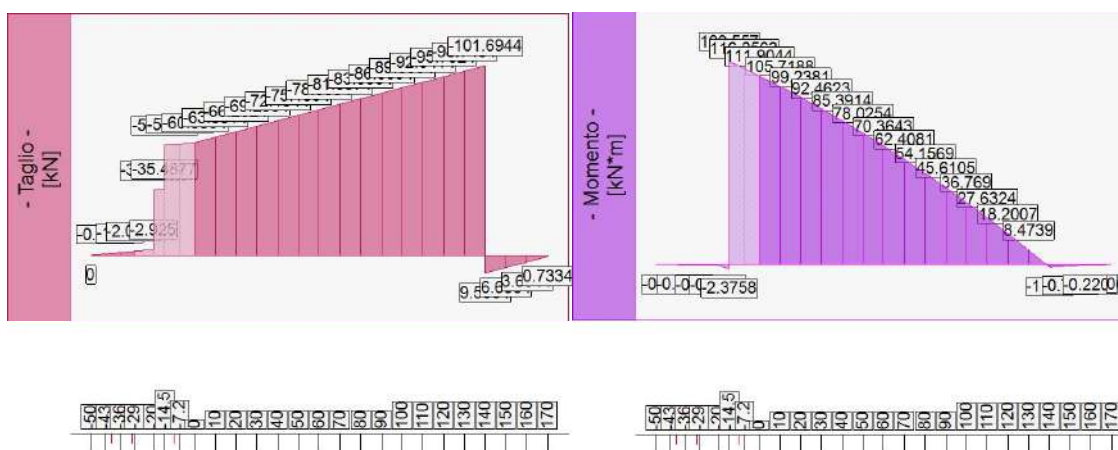
Fondazione, flessione							
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Mom.Res.POS [kN*m]	Mom.Res.NEG [kN*m]	FS >1/<1	.
-0.43	-0.6825	-0.0239	.	310300.7	-310300.7	> 100	Verificato
-0.36	-1.365	-0.0955	.	842836.8	-1304715.6	> 100	Verificato
-0.29	-2.0475	-0.215	.	842836.8	-1304715.6	> 100	Verificato
0	-60.3804	111.9044	.	1225757	-1009742.4	1.1	Verificato
0.1	-63.3314	105.7188	.	1355700.4	-884726.2	1.28	Verificato
0.2	-66.2824	99.2381	.	1355700.4	-884726.2	1.37	Verificato
0.3	-69.2334	92.4623	.	1149537.7	-673583.9	1.24	Verificato
0.4	-72.1844	85.3914	.	1149537.7	-673583.9	1.35	Verificato
0.5	-75.1354	78.0254	.	1149537.7	-673583.9	1.47	Verificato
0.6	-78.0864	70.3643	.	1616114.2	-675353.1	2.3	Verificato
0.7	-81.0374	62.4081	.	1149537.7	-673583.9	1.84	Verificato
0.8	-83.9884	54.1569	.	1149537.7	-673583.9	2.12	Verificato
0.9	-86.9394	45.6105	.	1149537.7	-673583.9	2.52	Verificato
1	-89.8904	36.769	.	1149537.7	-673583.9	3.13	Verificato
1.1	-92.8414	27.6324	.	1149537.7	-673583.9	4.16	Verificato
1.2	-95.7924	18.2007	.	1074922	-747608.6	5.91	Verificato
1.3	-98.7434	8.4739	.	832090.2	-987189.8	9.82	Verificato
1.4	-101.6944	-1.548	.	677989.2	-1142414.8	73.8	Verificato
1.4	9.5864	-1.548	.	635416.9	-1100010.7	71.06	Verificato
1.5	6.6354	-0.7369	.	635416.9	-1100010.7	> 100	Verificato
1.6	3.6844	-0.2209	.	635416.9	-1100010.7	> 100	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)

Fondazione, taglio							
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Tag.Res. [kN]	FS >1/<1	.	
-0.43	-0.6825	-0.0239	.	12643.4	> 100	Verificato	
-0.36	-1.365	-0.0955	.	14607.6	> 100	Verificato	
-0.29	-2.0475	-0.215	.	14607.6	71.34	Verificato	
0	-60.3804	111.9044	.	14607.6	2.42	Verificato	
0.1	-63.3314	105.7188	.	14607.6	2.31	Verificato	
0.2	-66.2824	99.2381	.	14607.6	2.2	Verificato	
0.3	-69.2334	92.4623	.	13662.5	1.97	Verificato	

0.4	-72.1844	85.3914	•	13662.5	1.89	Verificato
0.5	-75.1354	78.0254	•	13662.5	1.82	Verificato
0.6	-78.0864	70.3643	•	15639.6	2	Verificato
0.7	-81.0374	62.4081	•	13662.5	1.69	Verificato
0.8	-83.9884	54.1569	•	13662.5	1.63	Verificato
0.9	-86.9394	45.6105	•	13662.5	1.57	Verificato
1	-89.8904	36.769	•	13662.5	1.52	Verificato
1.1	-92.8414	27.6324	•	13662.5	1.47	Verificato
1.2	-95.7924	18.2007	•	13662.5	1.43	Verificato
1.3	-98.7434	8.4739	•	12643.4	1.28	Verificato
1.4	-101.6944	-1.548	•	13662.5	1.34	Verificato
1.4	9.5864	-1.548	•	13662.5	14.25	Verificato
1.5	6.6354	-0.7369	•	13662.5	20.59	Verificato
1.6	3.6844	-0.2209	•	13662.5	37.08	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)

Caso 2 (GEO [SLU_GEO] - SLU A2+M2+R2)

Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

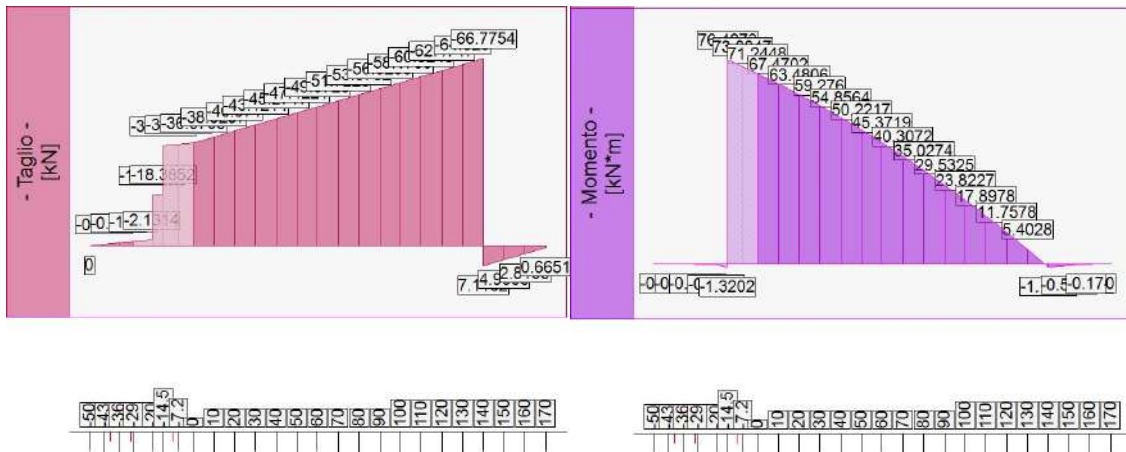
Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)

Fondazione, flessione							
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	•	Mom.Res.POS [kN*m]	Mom.Res.NEG [kN*m]	FS >1/<1	-
-0.43	-0.4973	-0.0174	•	310231.7	-310231.7	> 100	Verificato
-0.36	-0.9947	-0.0696	•	842723.1	-1304602.4	> 100	Verificato
-0.29	-1.492	-0.1567	•	842665.6	-1304545.9	> 100	Verificato
0	-36.6703	71.2448	•	1210555.6	-994433.7	1.7	Verificato
0.1	-38.8207	67.4702	•	1340517.9	-869202.5	1.99	Verificato
0.2	-40.971	63.4806	•	1340437.4	-869120.5	2.11	Verificato
0.3	-43.1214	59.276	•	1133872.3	-657670.6	1.91	Verificato
0.4	-45.2717	54.8564	•	1133791.7	-657587.5	2.07	Verificato
0.5	-47.4221	50.2217	•	1133709.4	-657504.4	2.26	Verificato
0.6	-49.5725	45.3719	•	1600881.6	-659294.3	3.53	Verificato
0.7	-51.7228	40.3072	•	1133544.8	-657338.1	2.81	Verificato
0.8	-53.8732	35.0274	•	1133462.6	-657255	3.24	Verificato
0.9	-56.0236	29.5325	•	1133380.3	-657171.8	3.84	Verificato
1	-58.1739	23.8227	•	1133298	-657088.7	4.76	Verificato
1.1	-60.3243	17.8978	•	1133215.8	-657005.6	6.33	Verificato
1.2	-62.4747	11.7578	•	1058435.1	-730886.8	9	Verificato
1.3	-64.625	5.4028	•	815323.9	-970534.8	15.09	Verificato
1.4	-66.7754	-1.1672	•	661336.1	-1125838.2	96.46	Verificato
1.4	7.1162	-1.1672	•	635436.8	-1100031.1	94.25	Verificato
1.5	4.9658	-0.5631	•	635353.7	-1099948	> 100	Verificato
1.6	2.8155	-0.174	•	635271.8	-1099864.9	> 100	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)

Fondazione, taglio						
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Tag.Res. [kN]	FS >1/<1	-
-0.43	-0.4973	-0.0174	•	12643.4	> 100	Verificato
-0.36	-0.9947	-0.0696	•	14607.6	> 100	Verificato
-0.29	-1.492	-0.1567	•	14607.6	97.91	Verificato
0	-36.6703	71.2448	•	14607.6	3.98	Verificato
0.1	-38.8207	67.4702	•	14607.6	3.76	Verificato
0.2	-40.971	63.4806	•	14607.6	3.57	Verificato
0.3	-43.1214	59.276	•	13662.5	3.17	Verificato
0.4	-45.2717	54.8564	•	13662.5	3.02	Verificato
0.5	-47.4221	50.2217	•	13662.5	2.88	Verificato
0.6	-49.5725	45.3719	•	15639.6	3.15	Verificato
0.7	-51.7228	40.3072	•	13662.5	2.64	Verificato
0.8	-53.8732	35.0274	•	13662.5	2.54	Verificato
0.9	-56.0236	29.5325	•	13662.5	2.44	Verificato
1	-58.1739	23.8227	•	13662.5	2.35	Verificato
1.1	-60.3243	17.8978	•	13662.5	2.26	Verificato
1.2	-62.4747	11.7578	•	13662.5	2.19	Verificato
1.3	-64.625	5.4028	•	12643.4	1.96	Verificato
1.4	-66.7754	-1.1672	•	13662.5	2.05	Verificato
1.4	7.1162	-1.1672	•	13662.5	19.2	Verificato
1.5	4.9658	-0.5631	•	13662.5	27.51	Verificato
1.6	2.8155	-0.174	•	13662.5	48.53	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)

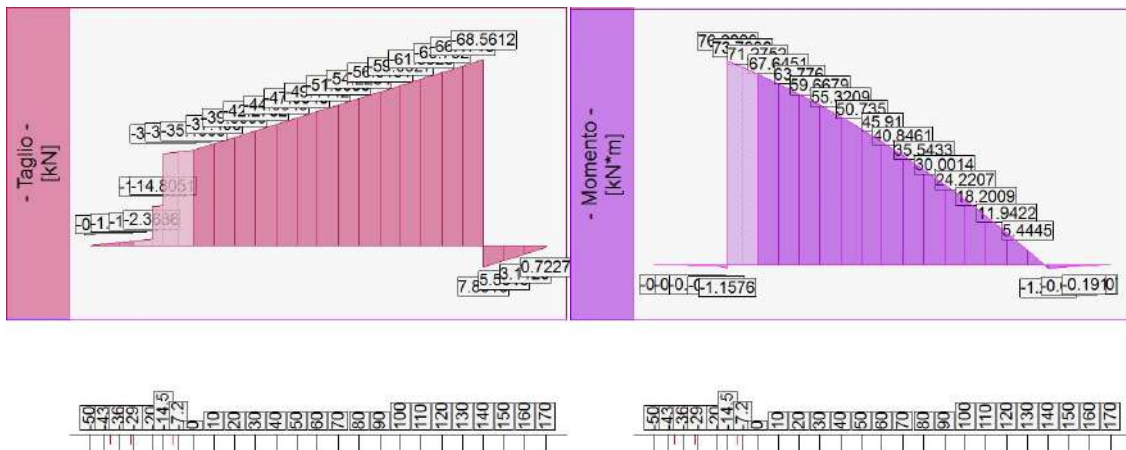
Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)

Fondazione, flessione							
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Mom.Res.POS [kN*m]	Mom.Res.NEG [kN*m]	FS >1/<1	-
-0.43	-0.5527	-0.0193	•	310231.7	-310231.7	> 100	Verificato
-0.36	-1.1053	-0.0774	•	842723.1	-1304602.4	> 100	Verificato
-0.29	-1.658	-0.1741	•	842665.6	-1304545.9	> 100	Verificato
0	-35.1063	71.2752	•	1210544.2	-994422.3	1.7	Verificato
0.1	-37.496	67.6451	•	1340506.7	-869191.4	1.98	Verificato
0.2	-39.8856	63.776	•	1340426.3	-869109.3	2.1	Verificato
0.3	-42.2752	59.6679	•	1133862	-657660.3	1.9	Verificato
0.4	-44.6649	55.3209	•	1133779.7	-657576	2.05	Verificato
0.5	-47.0545	50.735	•	1133697.4	-657492.8	2.23	Verificato
0.6	-49.4442	45.91	•	1600871.4	-659281.8	3.49	Verificato
0.7	-51.8338	40.8461	•	1133532.8	-657326.5	2.78	Verificato
0.8	-54.2234	35.5433	•	1133452.3	-657243.4	3.19	Verificato
0.9	-56.6131	30.0014	•	1133370	-657160.3	3.78	Verificato
1	-59.0027	24.2207	•	1133287.7	-657077.2	4.68	Verificato
1.1	-61.3923	18.2009	•	1133205.5	-656994	6.23	Verificato
1.2	-63.782	11.9422	•	1058422.9	-730876.3	8.86	Verificato
1.3	-66.1716	5.4445	•	815313.4	-970522.6	14.97	Verificato
1.4	-68.5612	-1.2921	•	661325.4	-1125827.8	87.13	Verificato
1.4	7.8916	-1.2921	•	635627.5	-1100221	85.15	Verificato
1.5	5.5019	-0.6225	•	635545.6	-1100139.6	> 100	Verificato
1.6	3.1123	-0.1917	•	635463.7	-1100056.5	> 100	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)

Fondazione, taglio						
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Tag.Res. [kN]	FS >1/<1	-
-0.43	-0.5527	-0.0193	•	12643.4	> 100	Verificato
-0.36	-1.1053	-0.0774	•	14607.6	> 100	Verificato
-0.29	-1.658	-0.1741	•	14607.6	88.1	Verificato
0	-35.1063	71.2752	•	14607.6	4.16	Verificato
0.1	-37.496	67.6451	•	14607.6	3.9	Verificato
0.2	-39.8856	63.776	•	14607.6	3.66	Verificato
0.3	-42.2752	59.6679	•	13662.5	3.23	Verificato
0.4	-44.6649	55.3209	•	13662.5	3.06	Verificato
0.5	-47.0545	50.735	•	13662.5	2.9	Verificato
0.6	-49.4442	45.91	•	15639.6	3.16	Verificato
0.7	-51.8338	40.8461	•	13662.5	2.64	Verificato
0.8	-54.2234	35.5433	•	13662.5	2.52	Verificato
0.9	-56.6131	30.0014	•	13662.5	2.41	Verificato
1	-59.0027	24.2207	•	13662.5	2.32	Verificato
1.1	-61.3923	18.2009	•	13662.5	2.23	Verificato
1.2	-63.782	11.9422	•	13662.5	2.14	Verificato
1.3	-66.1716	5.4445	•	12643.4	1.91	Verificato
1.4	-68.5612	-1.2921	•	13662.5	1.99	Verificato
1.4	7.8916	-1.2921	•	13662.5	17.31	Verificato
1.5	5.5019	-0.6225	•	13662.5	24.83	Verificato
1.6	3.1123	-0.1917	•	13662.5	43.9	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)

Caso 5 (SLD_SISMA_SU [SLD] - Sisma_1+1+R_Su)

Caso 6 (SLD_SISMA_GIU [SLD] - Sisma_1+1+R_Giu)

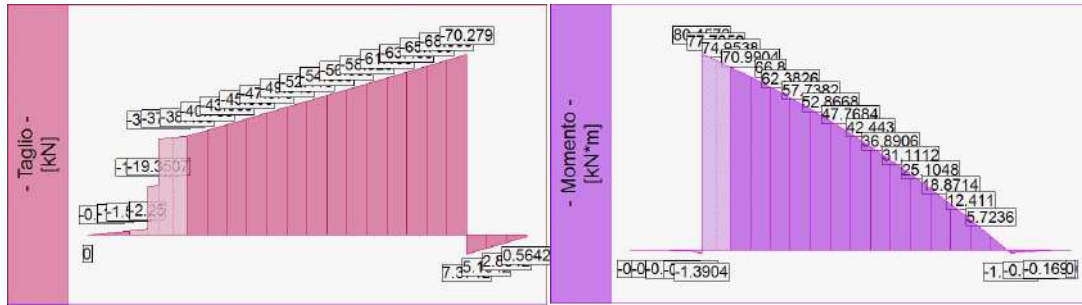
Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

Caso 7 (RARA [Caratteristica] - SLE caratteristica (rara))

Fondazione, tensioni di esercizio cls, tensioni di esercizio acciaio					
quota [m]	Tensione Cls [N/mm ²]	FS >1/<1	Tensione Acc [N/mm ²]	FS >1/<1	-
-0.43	0.004	> 100	0.307	> 100	Verificato
-0.36	0.008	> 100	0.24	> 100	Verificato
-0.29	0.017	> 100	0.541	> 100	Verificato
0	8.739	1.99	301.377	1.19	Verificato
0.1	7.205	2.42	233.424	1.54	Verificato
0.2	6.779	2.57	219.645	1.64	Verificato
0.3	6.926	2.52	247.314	1.46	Verificato
0.4	6.41	2.72	228.902	1.57	Verificato
0.5	5.869	2.97	209.589	1.72	Verificato
0.6	4.554	3.83	128.079	2.81	Verificato
0.7	4.712	3.7	168.264	2.14	Verificato
0.8	4.096	4.26	146.252	2.46	Verificato
0.9	3.454	5.05	123.34	2.92	Verificato
1	2.787	6.25	99.528	3.62	Verificato
1.1	2.095	8.32	74.815	4.81	Verificato
1.2	1.526	11.42	56.476	6.37	Verificato
1.3	0.882	19.77	39.739	9.06	Verificato
1.4	0.134	> 100	4.711	76.42	Verificato

1.4	0.134	> 100	4.711	76.42	Verificato
1.5	0.064	> 100	2.242	> 100	Verificato
1.6	0.019	> 100	0.672	> 100	Verificato

Tensione nei materiali lungo la fondazione, per il Caso 7 (RARA [Caratteristica] - SLE caratteristica (rara))



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 7 (RARA [Caratteristica] - SLE caratteristica (rara))

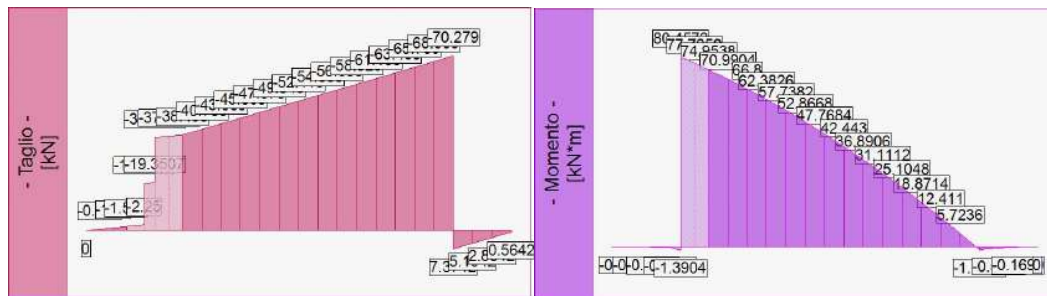
Caso 8 (FREQ. [Frequente] - SLE frequente)

Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

Caso 9 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - SLE quasi permanente)

Fondazione, tensioni di esercizio cls, tensioni di esercizio acciaio					
quota [m]	Tensione Cls [N/mm ²]	FS >1/<1	Tensione Acc [N/mm ²]	FS >1/<1	-
-0.43	0.004	> 100	0.307	-	Verificato
-0.36	0.008	> 100	0.24	-	Verificato
-0.29	0.017	> 100	0.541	-	Verificato
0	8.739	1.5	301.377	-	Verificato
0.1	7.205	1.81	233.424	-	Verificato
0.2	6.779	1.93	219.645	-	Verificato
0.3	6.926	1.89	247.314	-	Verificato
0.4	6.41	2.04	228.902	-	Verificato
0.5	5.869	2.23	209.589	-	Verificato
0.6	4.554	2.87	128.079	-	Verificato
0.7	4.712	2.77	168.264	-	Verificato
0.8	4.096	3.19	146.252	-	Verificato
0.9	3.454	3.78	123.34	-	Verificato
1	2.787	4.69	99.528	-	Verificato
1.1	2.095	6.24	74.815	-	Verificato
1.2	1.526	8.56	56.476	-	Verificato
1.3	0.882	14.83	39.739	-	Verificato
1.4	0.134	97.9	4.711	-	Verificato
1.4	0.134	97.9	4.711	-	Verificato
1.5	0.064	> 100	2.242	-	Verificato
1.6	0.019	> 100	0.672	-	Verificato

Tensione nei materiali lungo la fondazione, per il Caso 9 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - SLE quasi permanente)



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 9 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - SLE quasi permanente)

7.9 VERIFICHE STRUTTURALI FONDAZIONE – CASO 3: h (muro) = 2.80 ml

DIAGRAMMI DI SFORZO NORMALE / TAGLIO / MOMENTO

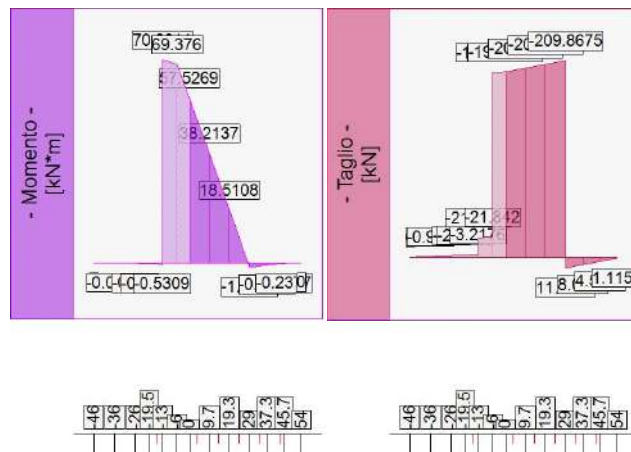
Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)

Fondazione, flessione							
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Mom.Res.POS [kN*m]	Mom.Res.NEG [kN*m]	FS >1/<1	-
-0.36	-0.975	-0.0488	.	70805.7	-428320.5	> 100	Verificato
-0.26	-1.95	-0.195	.	3402782.5	-3703880.9	> 100	Verificato
0	-197.7774	57.5269	.	3933066.1	-3437892.8	6.84	Verificato
0.0967	-201.8075	38.2137	.	3933066.1	-3437892.8	10.29	Verificato
0.1933	-205.8375	18.5108	.	3844477.7	-3513892.8	20.77	Verificato
0.29	-209.8675	-1.5816	.	3427596.8	-3609328.4	> 100	Verificato
0.29	11.5376	-1.5816	.	3402412.8	-3584241.7	> 100	Verificato
0.3733	8.0634	-0.7649	.	52897.9	-283707.9	37.09	Verificato
0.4567	4.5892	-0.2377	.	52897.9	-283707.9	> 100	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)

Fondazione, taglio							
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Tag.Res. [kN]	FS >1/<1	-	
-0.36	-0.975	-0.0488	.	12643.4	> 100	Verificato	
-0.26	-1.95	-0.195	.	21510.7	> 100	Verificato	
0	-197.7774	57.5269	.	21911.5	1.11	Verificato	
0.0967	-201.8075	38.2137	.	21911.5	1.09	Verificato	
0.1933	-205.8375	18.5108	.	21510.7	1.05	Verificato	
0.29	-209.8675	-1.5816	.	21278.6	1.01	Verificato	
0.29	11.5376	-1.5816	.	21278.6	18.44	Verificato	
0.3733	8.0634	-0.7649	.	12643.4	15.68	Verificato	
0.4567	4.5892	-0.2377	.	12643.4	27.55	Verificato	

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)

Caso 2 (GEO [SLU_GEO] - SLU A2+M2+R2)

Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

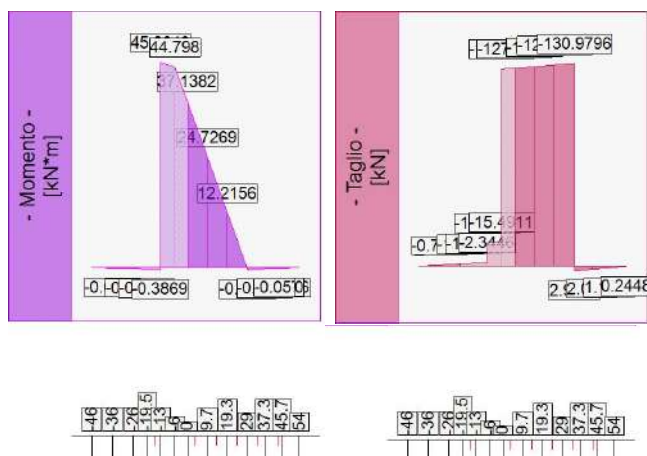
Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)

Fondazione, flessione							
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Mom.Res.POS [kN*m]	Mom.Res.NEG [kN*m]	FS >1/<1	-
-0.36	-0.7105	-0.0355	•	70696.4	-428232	> 100	Verificato
-0.26	-1.421	-0.1421	•	3402630.6	-3703732.4	> 100	Verificato
0	-127.8753	37.1382	•	3922940.6	-3427385.7	10.56	Verificato
0.0967	-128.91	24.7269	•	3922870.5	-3427313	15.86	Verificato
0.1933	-129.9448	12.2156	•	3834196.8	-3503348.5	31.39	Verificato
0.29	-130.9796	-0.3957	•	3417062.1	-3598833.7	> 100	Verificato
0.29	2.9209	-0.3957	•	3399971.1	-3581808.4	> 100	Verificato
0.3733	2.0289	-0.1895	•	49158.3	-279931.2	> 100	Verificato
0.4567	1.1369	-0.0576	•	49065.9	-279837.5	> 100	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)

Fondazione, taglio							
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Tag.Res. [kN]	FS >1/<1	-	
-0.36	-0.7105	-0.0355	•	12643.4	> 100	Verificato	
-0.26	-1.421	-0.1421	•	21510.7	> 100	Verificato	
0	-127.8753	37.1382	•	21911.5	1.71	Verificato	
0.0967	-128.91	24.7269	•	21911.5	1.7	Verificato	
0.1933	-129.9448	12.2156	•	21510.7	1.66	Verificato	
0.29	-130.9796	-0.3957	•	21278.6	1.62	Verificato	
0.29	2.9209	-0.3957	•	21278.6	72.85	Verificato	
0.3733	2.0289	-0.1895	•	12643.4	62.32	Verificato	
0.4567	1.1369	-0.0576	•	12643.4	> 100	Verificato	

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)

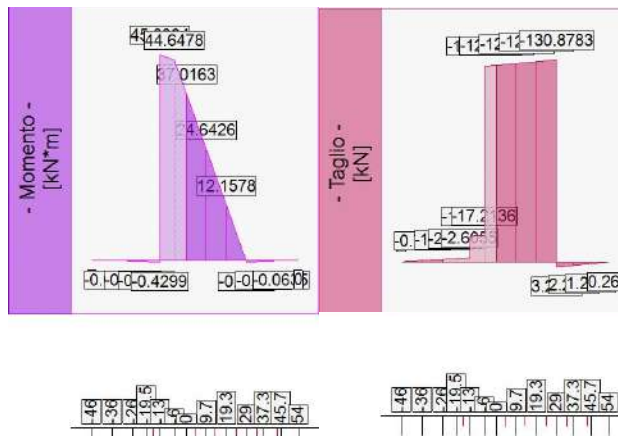
Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)

Fondazione, flessione							
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Mom.Res.POS [kN*m]	Mom.Res.NEG [kN*m]	FS >1/<1	-
-0.36	-0.7895	-0.0395	•	70696.4	-428232	> 100	Verificato
-0.26	-1.5791	-0.1579	•	3402630.6	-3703732.4	> 100	Verificato
0	-127.4286	37.0163	•	3922966.4	-3427413.1	10.6	Verificato
0.0967	-128.5785	24.6426	•	3922896.3	-3427338.5	15.92	Verificato
0.1933	-129.7284	12.1578	•	3834222.6	-3503375.5	31.54	Verificato
0.29	-130.8783	-0.4382	•	3417088.4	-3598861	> 100	Verificato
0.29	3.2399	-0.4382	•	3400034.8	-3581872	> 100	Verificato
0.3733	2.2486	-0.2095	•	49254.3	-280027.2	> 100	Verificato
0.4567	1.2573	-0.0635	•	49161.8	-279933.4	> 100	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)

Fondazione, taglio						
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Tag.Res. [kN]	FS >1/<1	-
-0.36	-0.7895	-0.0395	•	12643.4	> 100	Verificato
-0.26	-1.5791	-0.1579	•	21510.7	> 100	Verificato
0	-127.4286	37.0163	•	21911.5	1.72	Verificato
0.0967	-128.5785	24.6426	•	21911.5	1.7	Verificato
0.1933	-129.7284	12.1578	•	21510.7	1.66	Verificato
0.29	-130.8783	-0.4382	•	21278.6	1.63	Verificato
0.29	3.2399	-0.4382	•	21278.6	65.68	Verificato
0.3733	2.2486	-0.2095	•	12643.4	56.23	Verificato
0.4567	1.2573	-0.0635	•	12643.4	> 100	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)

Caso 5 (SLD_SISMA_SU [SLD] - Sisma_1+1+R_Su)

Caso 6 (SLD_SISMA_GIU [SLD] - Sisma_1+1+R_Giu)

Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

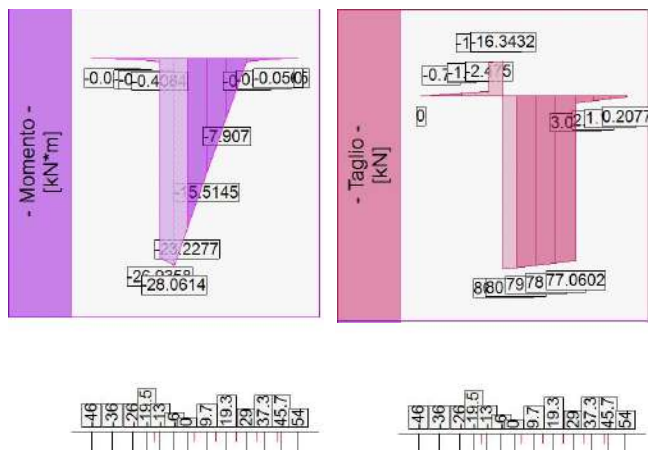
Caso 7 (STR_ECCEZIONALE [SLU] - SLU_Str_Eccezionale (appr.2))

Fondazione, flessione							
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Mom.Res.POS [kN*m]	Mom.Res.NEG [kN*m]	FS >1/<1	-
-0.36	-0.75	-0.0375	•	70805.7	-428320.5	> 100	Verificato
-0.26	-1.5	-0.15	•	3402782.5	-3703880.9	> 100	Verificato
0	80.3372	-23.2277	•	3900263.7	-3403871.1	14.65	Verificato
0.0967	79.2449	-15.5145	•	3900263.7	-3403871.1	21.94	Verificato
0.1933	78.1526	-7.907	•	3811631.9	-3480215.2	44.01	Verificato
0.29	77.0602	-0.405	•	3394179.8	-3576036.4	> 100	Verificato
0.29	3.0327	-0.405	•	3399671.1	-3581510.2	> 100	Verificato
0.3733	2.091	-0.1916	•	48805.1	-279571.4	> 100	Verificato
0.4567	1.1493	-0.0565	•	48805.1	-279571.4	> 100	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 7 (STR_ECCEZIONALE [SLU] - SLU_Str_Eccezionale (appr.2))

Fondazione, taglio						
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Tag.Res. [kN]	FS >1/<1	-
-0.36	-0.75	-0.0375	•	12643.4	> 100	Verificato
-0.26	-1.5	-0.15	•	21510.7	> 100	Verificato
0	80.3372	-23.2277	•	20852.9	2.6	Verificato
0.0967	79.2449	-15.5145	•	20852.9	2.63	Verificato
0.1933	78.1526	-7.907	•	20852.9	2.67	Verificato
0.29	77.0602	-0.405	•	21278.6	2.76	Verificato
0.29	3.0327	-0.405	•	21278.6	70.16	Verificato
0.3733	2.091	-0.1916	•	12643.4	60.47	Verificato
0.4567	1.1493	-0.0565	•	12643.4	> 100	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 7 (STR_ECCEZIONALE [SLU] - SLU_Str_Eccezionale (appr.2))



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 7 (STR_ECCEZIONALE [SLU] - SLU_Str_Eccezionale (appr.2))

Caso 8 (GEO_ECCEZIONALE [SLU_GEO] - SLU_Geo_Eccezionale (appr.2))

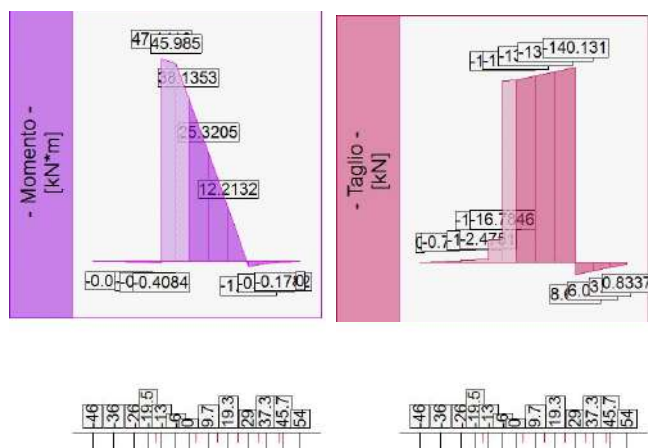
Caso 9 (EQU_ECCEZIONALE [SLU_EQU] - SLU_Equ_Eccezionale (per equilibrio))

Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

Caso 10 (RARA [Caratteristica] - SLE caratteristica (rara))

Fondazione, tensioni di esercizio cls, tensioni di esercizio acciaio					
quota [m]	Tensione Cls [N/mm ²]	FS >1/<1	Tensione Acc [N/mm ²]	FS >1/<1	-
-0.36	0.007	> 100	0.409	> 100	Verificato
-0.26	0.008	> 100	0.163	> 100	Verificato
0	2.103	8.29	39.912	9.02	Verificato
0.0967	1.396	12.48	26.5	13.58	Verificato
0.1933	0.687	25.37	13.336	27	Verificato
0.29	0.068	> 100	1.341	> 100	Verificato
0.29	0.068	> 100	1.341	> 100	Verificato
0.3733	0.122	> 100	9.642	37.34	Verificato
0.4567	0.038	> 100	2.994	> 100	Verificato

Tensione nei materiali lungo la fondazione, per il Caso 10 (RARA [Caratteristica] - SLE caratteristica (rara))



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 10 (RARA [Caratteristica] - SLE caratteristica (rara))

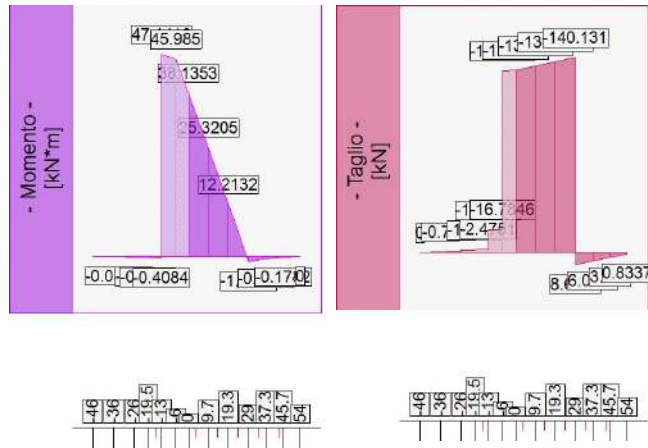
Caso 11 (FREQ. [Frequente] - SLE frequente)

Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

Caso 12 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - SLE quasi permanente)

Fondazione, tensioni di esercizio cls, tensioni di esercizio acciaio					
quota [m]	Tensione Cls [N/mm ²]	FS >1/<1	Tensione Acc [N/mm ²]	FS >1/<1	-
-0.36	0.007	> 100	0.409	-	Verificato
-0.26	0.008	> 100	0.163	-	Verificato
0	2.103	6.22	39.912	-	Verificato
0.0967	1.396	9.36	26.5	-	Verificato
0.1933	0.687	19.03	13.336	-	Verificato
0.29	0.068	> 100	1.341	-	Verificato
0.29	0.068	> 100	1.341	-	Verificato
0.3733	0.122	> 100	9.642	-	Verificato
0.4567	0.038	> 100	2.994	-	Verificato

Tensione nei materiali lungo la fondazione, per il Caso 12 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - SLE quasi permanente)



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 12 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - SLE quasi permanente)

Di seguito viene riportata la tabella riassuntiva con i fattori di sicurezza minimi (= rapporto R_d/E_d o C_d/E_d) calcolati per tutte le verifiche strutturali della fondazione del muro d'argine in sponda sinistra.

Le caselle con i trattini indicano che la verifica corrispondente non va svolta per il relativo Caso di Carico.

MURO D'ARGINE IN SPONDA SINISTRA

CASO 1: h (muro) = 2.80ml

caso di carico	FS strutturale Fondazione (flessione)	FS strutturale Fondazione (taglio)	FS strutturale Fondazione (tensione cls)	FS strutturale Fondazione (tensione acciaio)
1 - STR(SLU)	1.23	1.46	---	---
2 - GEO(SLU_GEO)	---	---	---	---
3 - SLV_SISMA_SU(SLV)	1.88	2.74	---	---
4 - SLV_SISMA_GIU(SLV)	1.89	2.71	---	---
5 - SLD_SISMA_SU(SLD)	---	---	---	---
6 - SLD_SISMA_GIU(SLD)	---	---	---	---
7 - STR_ECCEZIONALE(SLU)	2.23	3.92	---	---
8 - GEO_ECCEZIONALE(SLU_GEO)	---	---	---	---
9 - EQU_ECCEZIONALE(SLU_EQU)	---	---	---	---
10 - RARA(RARA)	---	---	2.87	1.36
11 - FREQ.(FREQUENTE)	---	---	---	---
12 - Q.PERM.(QUASI_PERM)	---	---	2.15	---

CASO 2: h (muro) = 3.40ml

caso di carico	FS strutturale Fondazione (flessione)	FS strutturale Fondazione (taglio)	FS strutturale Fondazione (tensione cls)	FS strutturale Fondazione (tensione acciaio)
1 - STR(SLU)	1.10	1.28	---	---
2 - GEO(SLU_GEO)	---	---	---	---
3 - SLV_SISMA_SU(SLV)	1.70	1.96	---	---
4 - SLV_SISMA_GIU(SLV)	1.70	1.91	---	---
5 - SLD_SISMA_SU(SLD)	---	---	---	---
6 - SLD_SISMA_GIU(SLD)	---	---	---	---
7 - RARA(RARA)	---	---	1.99	1.19
8 - FREQ.(FREQUENTE)	---	---	---	---
9 - Q.PERM.(QUASI_PERM)	---	---	1.50	---

CASO 3: h (muro) = 2.80ml (fondazione ridotta)

caso di carico	FS strutturale Fondazione (flessione)	FS strutturale Fondazione (taglio)	FS strutturale Fondazione (tensione cls)	FS strutturale Fondazione (tensione acciaio)
1 - STR(SLU)	6.84	1.01	---	---
2 - GEO(SLU_GEO)	---	---	---	---
3 - SLV_SISMA_SU(SLV)	10.56	1.62	---	---
4 - SLV_SISMA_GIU(SLV)	10.60	1.63	---	---
5 - SLD_SISMA_SU(SLD)	---	---	---	---
6 - SLD_SISMA_GIU(SLD)	---	---	---	---
7 - STR_ECCEZIONALE(SLU)	14.65	2.60	---	---
8 - GEO_ECCEZIONALE(SLU_GEO)	---	---	---	---
9 - EQU_ECCEZIONALE(SLU_EQU)	---	---	---	---
10 - RARA(RARA)	---	---	8.29	9.02
11 - FREQ.(FREQUENTE)	---	---	---	---
12 - Q.PERM.(QUASI_PERM)	---	---	6.22	---

Muro Verificato!

[Verifiche Superate]

7.10 VERIFICHE DEI MICROPALI – CASO 1: h (muro) = 2.80 ml

La verifica è stata condotta per i micropali maggiormente sollecitati della fila 1 e della fila 2.

MATERIALI

Calcestruzzo

Tipo	f_{ck} [N/mm ²]	γ_c	f_{cd} [N/mm ²]	E [N/mm ²]
C30/37 (Cls 1)	30.71	1.50	17.40	33019.44

Di seguito sono elencate le tensioni massime ammesse in esercizio.

Tipo	$\sigma^{(l)}_{cls, rara}$ [N/mm ²]	$\sigma^{(l)}_{cls, q.p.}$ [N/mm ²]
C30/37 (Cls 1)	18.43	13.82

Condizioni ambientali: a (poco aggressivo) [§4.1.2.2.4.3].

Acciaio per carpenteria

Tipo	$f_{yk}(0+40)$ [N/mm ²]	γ_{m0}	$f_{yd}(0+40)$ [N/mm ²]	E [N/mm ²]
S 355 (Acc 1)	355	1.05	338.10	210000

COMBINAZIONI DEI CARICHI

Tutte le verifiche sono eseguite secondo l'Approccio 2.

Si svolge l'analisi per i seguenti 12 casi di carico.

CASO	NOME	TIPO	SISMA	N° SESTETTI	DESCR.
C1	STR	SLU	No	1	SLU A1+M1+R3
C2	GEO	SLU Geo	No	1	SLU A2+M2+R2
C3	SLV_SISMA_SU	SLV	Si	1	Sisma_1+1+R_Su
C4	SLV_SISMA_GIU	SLV	Si	1	Sisma_1+1+R_Giu
C5	SLD_SISMA_SU	SLD	Si	1	Sisma_1+1+R_Su
C6	SLD_SISMA_GIU	SLD	Si	1	Sisma_1+1+R_Giu
C7	STR_ECCEZIONALE	SLU	No	1	SLU_Str_Eccezionale (appr.2)
C8	GEO_ECCEZIONALE	SLU Geo	No	1	SLU_Geo_Eccezionale (appr.2)
C9	EQU_ECCEZIONALE	Nessuno	No	1	SLU_Equ_Eccezionale (per equilibrio)
C10	RARA	Rara	No	1	SLE caratteristica (rara)
C11	FREQ.	Freq	No	1	SLE frequente
C12	Q.PERM.	QPerm	No	1	SLE quasi permanente

TIPI DI PALO

Nel progetto del muro d'argine in sponda sinistra è stata utilizzata una tipologia di micropalo con le seguenti caratteristiche:

Palo	Nome	\varnothing in.[cm]	\varnothing es.[cm]	\varnothing pe.[cm]	L[m]	W[kN]	Acc.	Cls
M1	Fila 1, Fila 2 (Micr. 1)	6.89	8.89	16	6	3.8116	S 355 (Acc 1)	C30/37 (Cls 1)

PUNTI MAGLIA

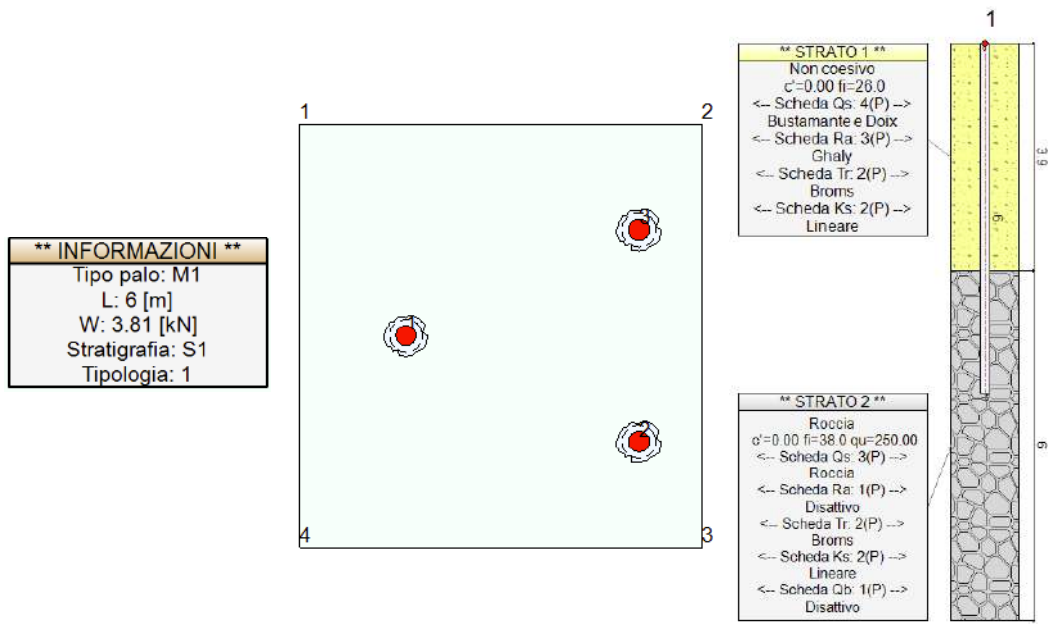
Si è modellata una porzione di fondazione comprendente tre punti maglia, associati a delle coordinate, un tipo di palo ed i dati del terreno.

Punto	X[m]	Y[m]	Palo	β [°]	ψ [°]	Rotaz.	Stratig.	SPT	CPT	Descr.
PM1	0	1	M1	0	0	Libera	S1	SPT1	-	
PM2	1.1	0.5	M1	0	0	Libera	S1	SPT1	-	
PM3	1.1	1.5	M1	0	0	Libera	S1	SPT1	-	

FONDAZIONE

La porzione di fondazione modellata è definita da 4 vertici.

Vertice	X[m]	Y[m]
V1	-0.5	2
V2	1.4	2
V3	1.4	0
V4	-0.5	0



Stralcio planimetrico e sezione tipo dei micropali

AZIONI

Le azioni sono applicate direttamente in testa ai pali, espresse rispetto al sistema di riferimento globale.

Punto	Caso	Ses.	N _z [KN]	V _x [KN]	V _y [KN]	M _x [KN*m]	M _y [KN*m]	T _z [KN*m]
Punto maglia: Punto 1								
Caso: STR - SLU A1+M1+R3								
PM1	C1	1	17.9549	26.6298	0	0	0	0
Caso: GEO - SLU A2+M2+R2								
PM1	C2	1	18.7261	22.6694	0	0	0	0
Caso: SLV_SISMA_SU - Sisma_1+1+R_Su								
PM1	C3	1	18.1606	17.7076	0	0	0	0
Caso: SLV_SISMA_GIU - Sisma_1+1+R_Giu								
PM1	C4	1	15.5128	17.6675	0	0	0	0
Caso: SLD_SISMA_SU - Sisma_1+1+R_Su								
PM1	C5	1	18.5522	18.5745	0	0	0	0
Caso: SLD_SISMA_GIU - Sisma_1+1+R_Giu								
PM1	C6	1	17.4054	18.5567	0	0	0	0
Caso: STR_ECCEZIONALE - SLU_Str_Eccezionale (appr.2)								
PM1	C7	1	-49.3344	-5.7995	0	0	0	0
Caso: GEO_ECCEZIONALE - SLU_Geo_Eccezionale (appr.2)								
PM1	C8	1	-49.3646	-5.8849	0	0	0	0
Caso: EQU_ECCEZIONALE - SLU_Equ_Eccezionale (per equilibrio)								
PM1	C9	1	-49.3344	-5.7995	0	0	0	0
Caso: RARA - SLE caratteristica (rara)								
PM1	C10	1	7.5043	17.5308	0	0	0	0
Caso: FREQ. - SLE frequente								
PM1	C11	1	7.5043	17.5308	0	0	0	0
Caso: Q.PERM. - SLE quasi permanente								
PM1	C12	1	7.5043	17.5308	0	0	0	0

Punto	Caso	Ses.	N _z [KN]	V _x [KN]	V _y [KN]	M _x [KN*m]	M _y [KN*m]	T _z [KN*m]
Punto maglia: Punto 2 / Punto 3								
Caso: STR - SLU A1+M1+R3								
PM2 / PM3	C1	1	-100.2528	26.5561	0	0	0	0

Caso: GEO - SLU A2+M2+R2								
PM2 / PM3	C2	1	-85.2474	22.6054	0	0	0	0
Caso: SLV_SISMA_SU - Sisma_1+1+R_Su								
PM2 / PM3	C3	1	-49.5931	17.6608	0	0	0	0
Caso: SLV_SISMA_GIU - Sisma_1+1+R_Giu								
PM2 / PM3	C4	1	-50.4356	17.6207	0	0	0	0
Caso: SLD_SISMA_SU - Sisma_1+1+R_Su								
PM2 / PM3	C5	1	-50.9401	18.5268	0	0	0	0
Caso: SLD_SISMA_GIU - Sisma_1+1+R_Giu								
PM2 / PM3	C6	1	-51.3049	18.5089	0	0	0	0
Caso: STR_ECCEZIONALE - SLU_Str_Eccezionale (appr.2)								
PM2 / PM3	C7	1	16.2134	-5.787	0	0	0	0
Caso: GEO_ECCEZIONALE - SLU_Geo_Eccezionale (appr.2)								
PM2 / PM3	C8	1	16.2467	-5.8725	0	0	0	0
Caso: EQU_ECCEZIONALE - SLU_Equ_Eccezionale (per equilibrio)								
PM2 / PM3	C9	1	16.2134	-5.787	0	0	0	0
Caso: RARA - SLE caratteristica (rara)								
PM2 / PM3	C10	1	-69.6924	17.4815	0	0	0	0
Caso: FREQ. - SLE frequente								
PM2 / PM3	C11	1	-69.6924	17.4815	0	0	0	0
Caso: Q.PERM. - SLE quasi permanente								
PM2 / PM3	C12	1	-69.6924	17.4815	0	0	0	0

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE

Nel progetto si distingue una tipologia di palo.

Tipologia	Punti maglia associati
TP1	PM1 PM2 PM3

Segue il calcolo per la tipologia di palo di progetto.

Tipologia: TP1 (Micropalo)

Si riporta integralmente il calcolo di capacità portante per la situazione peggiore (coef. di sicurezza minore): Punto maglia PM2, Caso C1 (Stato limite Ultimo).

Descrizione dei metodi di calcolo utilizzati per la portata laterale

Il calcolo della portata per attrito laterale viene effettuato col metodo Roccia.

Metodo: Roccia

Secondo Thorne (1977), nel caso di pali incastrati o infissi in roccia (previa asportazione di tutto il terreno rimaneggiato dalla zona di incastro) è possibile ammettere che parte del carico venga ceduto al terreno lungo il fusto. L'attrito limite è assunto pari ad una frazione della resistenza a compressione monoassiale della roccia, ma in molti casi il fattore determinante è invece rappresentato dalla resistenza del calcestruzzo costituente il palo. Il valore indicativo della resistenza a compressione monoassiale può essere tratto dal seguente compendio di proprietà tipiche delle rocce (Peck, 1969):

Roccia	q _u min. [MPa]	q _u max. [MPa]
Basalto	199	462
Granito	69	267
Quarzite	110	309
Calcare	16.9	196
Marmo	54.5	186
Arenaria	33.8	138
Argilloscisto	47.9	214

Argillite	3.4	44.8
Calcestruzzo	13.8	34.5

Nel caso di rocce notevolmente fratturate, è più ragionevole ricorrere a valori di attrito limite compresi fra 75 e 150 kPa.

Descrizione del metodo di calcolo utilizzato per il modulo di reazione orizzontale.

Il calcolo del modulo di reazione orizzontale viene effettuato col metodo Lineare.

Il valore del modulo di reazione orizzontale varia linearmente con la quota, e viene calcolato come somma di un termine costante (A) più un coefficiente (B) moltiplicato per l'approfondimento (z) sotto il piano campagna.

Descrizione del metodo di calcolo utilizzato per la resistenza trasversale laterale.

Il calcolo della resistenza trasversale laterale viene effettuato col metodo Broms.

La teoria pubblicata da Broms nel 1964 propone due approcci differenti per terreni coesivi e non coesivi. Per terreni sciolti, propone una distribuzione di resistenza ultima pari a tre volte la pressione di resistenza passiva valutata secondo la teoria di Rankine, $p_i = 3K_p \sigma'_v$. Per terreni coesivi, propone una distribuzione di p_i che vede un tratto nullo per i primi 1.5 diametri dalla superficie, seguito da un tratto con valore di resistenza pari a $9s_u$ (resistenza al taglio non drenata) per profondità maggiori.

$$p_{lim} = 3K_p \sigma'_{v0} \text{ (terreno non coesivo)}$$

$$p_{lim} = 9 s_u \text{ (terreno coesivo)}$$

STR – SLU A1+M1+R3

Si applicano i seguenti coefficienti di sicurezza parziali per le azioni: $\gamma_{G1,f} = 1.00$, $\gamma_{G1,s} = 1.30$, $\gamma_{G2,f} = 0.80$, $\gamma_{G2,s} = 1.50$,
 $\gamma_{Q1,f} = 0.00$, $\gamma_{Q1,s} = 1.50$.

Si applicano i seguenti coefficienti di sicurezza, secondo il numero di verticali indagate:

n. vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ_{med}	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ_{min}	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

Si applicano i seguenti coefficienti di sicurezza parziali alle portate calcolate, secondo il tipo di palo:

Tipo di palo	Infisso	Trivellato	A elica continua	Micropalo	Avvitato
γ_b	1.15	1.35	1.30	1.35	1.15
γ_s	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
γ_{st}	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25

Alle sollecitazioni applicate viene aggiunto il peso proprio del palo, amplificato col coefficiente parziale $\gamma_{G1, fav} = 1.00$ o $\gamma_{G1, sfa} = 1.30$, secondo il caso.

Calcolo della portata di base

La portata di base viene trascurata, posta pari a 0.

Calcolo della portata laterale

Il fusto del palo attraversa 2 strati. A favore di sicurezza è stato considerato il contributo alla portata del solo strato di roccia.

Strato 2: Roccia

Metodo Roccia per il calcolo della portata laterale.

Il palo attraversa questo strato da quota -390 [cm] a quota -600 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -494 [cm].

L'attrito limite, determinato dalla resistenza del cls $f_{cd} 0.050 f_{cd} = 0.65$ [N/mm²].

L'attrito limite, determinato dalla resistenza a compressione monoassiale della roccia, è $0.050 q_{uk} = 1.25$ [N/mm²].

L'attrito laterale calcolato vale 0.65 [N/mm²].

La portata laterale calcolata vale 686.12 [KN] (480.28 [KN]).

Si applica $\xi_{med}=1.70$. Si applicano $\gamma_s=1.15$ e $\gamma_{st}=1.25$.

Portate di calcolo: $Q_{sc,d} = 350.96$ [KN] ($s/D=0.10\%$). $Q_{st,d} = 226.02$ [KN] ($s/D=0.10\%$).

Portata laterale totale: $Q_{sc,d} = 350.96$ [KN], $Q_{st,d} = 226.02$ [KN]

Portata totale (base + laterale): La portata di calcolo $Q_{tc,d} = 350.96$ [KN], $Q_{tt,d} = 226.02$ [KN].

Calcolo del modulo di reazione orizzontale

Il fusto del palo attraversa 2 strati.

Strato 1: Non coesivo

Metodo Lineare per il calcolo del modulo di reazione orizzontale.

Il palo attraversa questo strato da quota 0 [cm] a quota -390 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -195 [cm].

L'approfondimento vale 195 [cm]. Il modulo di reazione orizzontale calcolato vale 11.5 [daN/cm³].

Modulo di reazione orizzontale medio: $k_{s0,med} = 11.43$ [daN/cm³].

Strato 2: Roccia

Metodo Lineare per il calcolo del modulo di reazione orizzontale.

Il palo attraversa questo strato da quota -390 [cm] a quota -600 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -494 [cm].

L'approfondimento vale 494 [cm]. Il modulo di reazione orizzontale calcolato vale 40.0 [daN/cm³].

Modulo di reazione orizzontale medio: $k_{s0,med} = 40.0$ [daN/cm³].

Calcolo della resistenza trasversale laterale

Il fusto del palo attraversa 2 strati.

Strato 1: Non coesivo

Metodo Broms per il calcolo della resistenza trasversale laterale.

Il palo attraversa questo strato da quota 0 [cm] a quota -390 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -195 [cm].

L'angolo di resistenza al taglio φ'_k vale 26. La tensione verticale efficace vale $\sigma'_v = 0.37$ [daN/cm²].

La pressione limite laterale calcolata vale 2.85 [daN/cm²].

La resistenza trasversale laterale calcolata vale 177.63 [kN]. Si applica $\xi_{med}=1.70$. Si applica $\gamma_{tr}=1.30$.

Resistenza trasversale di calcolo: $R_{tr,d} = 80.38$ [kN].

Strato 2: Roccia

Metodo Broms per il calcolo della resistenza trasversale laterale.

Il palo attraversa questo strato da quota -390 [cm] a quota -600 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -494 [cm].

L'angolo di resistenza al taglio φ'_k vale 38. La tensione verticale efficace vale $\sigma'_v = 0.96$ [daN/cm²].

La pressione limite laterale calcolata vale 12.09 [daN/cm²].

La resistenza trasversale laterale calcolata vale 407.42 [kN]. Si applica $\xi_{med}=1.70$. Si applica $\gamma_{tr}=1.30$.

Resistenza trasversale di calcolo: $R_{tr,d} = 184.35$ [kN].

Resistenza laterale totale

Per palo in grado di traslare rigidamente (meccanismo di palo "corto", assumendo che non vi sia rottura strutturale), la resistenza laterale di calcolo $R_{tr,d}$ è 264.73 [kN]. Per palo che ruota in testa (meccanismo di palo "intermedio" o "lungo", assumendo che non vi sia rottura strutturale), la resistenza laterale di calcolo $R_{tr,d}$ è 183.73 [kN].

Curva di mobilitazione verticale

La curva di mobilitazione del palo è definita dalle seguenti coppie di valori, dove s è il cedimento, misurato in [m], ed E_d è la sollecitazione di sforzo normale (comprensiva del peso proprio del palo), espressa in [daN].

	1	2	3	4	5
s	-0.0006	-0.0001	0	0.0001	0.0005
E_d	-350.9585	-350.9585	0	226.0173	226.0173

Si riassume in seguito il valore di capacità portante per tutti i casi.

Caso	Q st [daN]	Q sc [daN]	Q bc [daN]	Q tt [daN]	Q tc [daN]
C1	226.0173	350.9585	0	226.0173	350.9585
C2	282.5216	403.6023	0	282.5216	403.6023
C3	226.0173	350.9585	0	226.0173	350.9585
C4	226.0173	350.9585	0	226.0173	350.9585
C5	226.0173	350.9585	0	226.0173	350.9585
C6	226.0173	350.9585	0	226.0173	350.9585
C7	226.0173	350.9585	0	226.0173	350.9585
C8	282.5216	403.6023	0	282.5216	403.6023
C9	480.2867	686.1238	0	480.2867	686.1238
C10	480.2867	686.1238	0	480.2867	686.1238
C11	480.2867	686.1238	0	480.2867	686.1238
C12	480.2867	686.1238	0	480.2867	686.1238

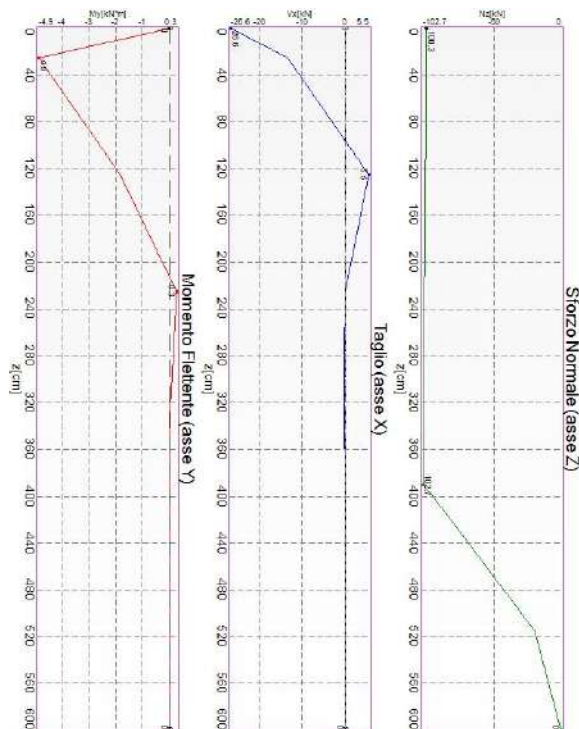
Qst = Portata Laterale in Trazione | Qsc = Portata Laterale in Compressione | Qbc = Portata di Base in Compressione |
 Qtt = Portata TOTALE in Trazione | Qtc = Portata TOTALE in Compressione

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riporta di seguito il dettaglio delle sollecitazioni calcolate, per il punto maglia più sollecitato. Le caratteristiche di sollecitazione sono espresse nel sistema di riferimento locale del palo.

Tipologia: TP1 (Casi a SLU)

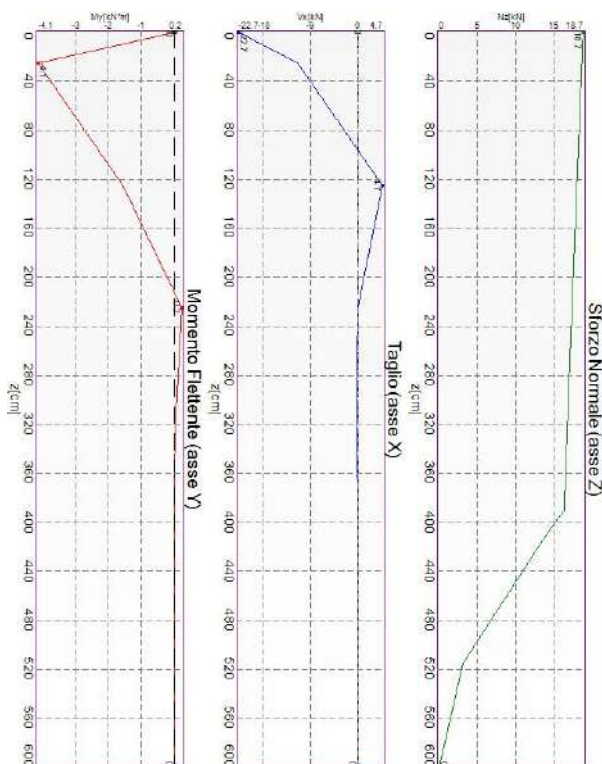
I massimi valori di Sforzo Normale di compressione, si ottengono nel punto maglia PM2, nel caso di carico C1 (Stato limite ultimo).



Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM2, caso C1)

Azioni applicate in testa (punto maglia PM2, caso C1)					
N_z [kN]	V_x [kN]	V_y [kN]	M_x [kN*m]	M_y [kN*m]	T_z [kN*m]
-100.2528	26.5561	0	0	0	0
Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM2, caso C1)					
z_{loc} [m]	N_z [kN]	V_{xy} [kN]	M_{xy} [kN*m]		
0	-100.2528	26.5561	0		
0	-100.2528	26.5561	0		
0.25	-100.4116	13.377	4.8508		
1.25	-101.0469	5.4907	1.8258		
2.25	-101.6821	0.0291	0.2683		
3.25	-102.3174	0.1512	0.0315		
3.9	-102.7303	0.0152	0.0134		
3.9	-102.7303	0.0152	0.0134		
4.15	-85.3213	0.0138	0.0128		
5.15	-19.6538	0.0017	0.0004		
6	0	0	0		

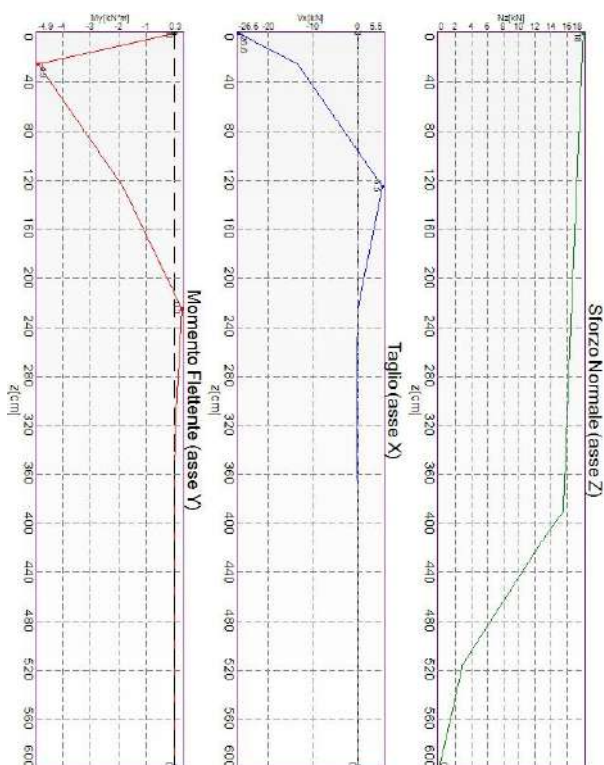
I massimi valori di Sforzo Normale di trazione, si ottengono nel punto maglia PM1, nel caso di carico C2 (SLU Geotecnico).



Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C2)

Azioni applicate in testa (punto maglia PM1, caso C2)					
N_z [kN]	V_x [kN]	V_y [kN]	M_x [kN*m]	M_y [kN*m]	T_z [kN*m]
18.7261	22.6694	0	0	0	0
Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C2)					
z_{loc} [m]	N_z [kN]	V_{xy} [kN]	M_{xy} [kN*m]		
0	18.7261	22.6694	0		
0	18.7261	22.6694	0		
0.25	18.5673	11.43	4.1424		
1.25	17.932	4.6945	1.5654		
2.25	17.2968	0.0219	0.2292		
3.25	16.6615	0.13	0.0273		
3.9	16.2486	0.0134	0.0114		
3.9	16.2486	0.0134	0.0114		
4.15	13.4295	0.0116	0.011		
5.15	3.1098	0.0015	0.0004		
6	0	0	0		

I massimi valori di Taglio (in valore assoluto), Momento flettente (in valore assoluto), si ottengono nel punto maglia PM1, nel caso di carico C1 (Stato limite ultimo).

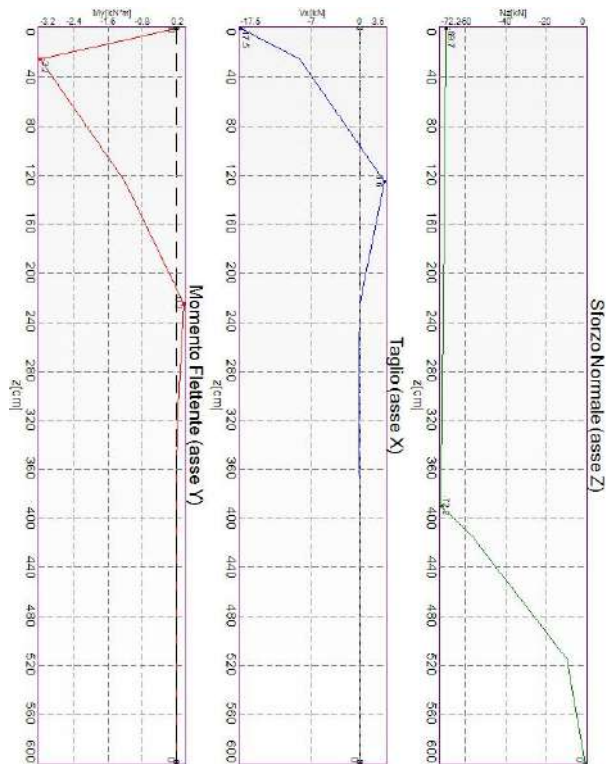


Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C1)

Azioni applicate in testa (punto maglia PM1, caso C1)					
N_z [kN]	V_x [kN]	V_y [kN]	M_x [kN*m]	M_y [kN*m]	T_z [kN*m]
17.9549	26.6298	0	0	0	0
Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C1)					
z_{loc} [m]	N_z [kN]	V_{xy} [kN]	M_{xy} [kN*m]		
0	17.9549	26.6298	0		
0	17.9549	26.6298	0		
0.25	17.7961	13.4269	4.8661		
1.25	17.1608	5.5146	1.8388		
2.25	16.5256	0.0257	0.2693		
3.25	15.8903	0.1527	0.0321		
3.9	15.4774	0.0157	0.0134		
3.9	15.4774	0.0157	0.0134		
4.15	12.7889	0.0137	0.0129		
5.15	2.9615	0.0017	0.0004		
6	0	0	0		

Tipologia: TP1 (Casi a SLE)

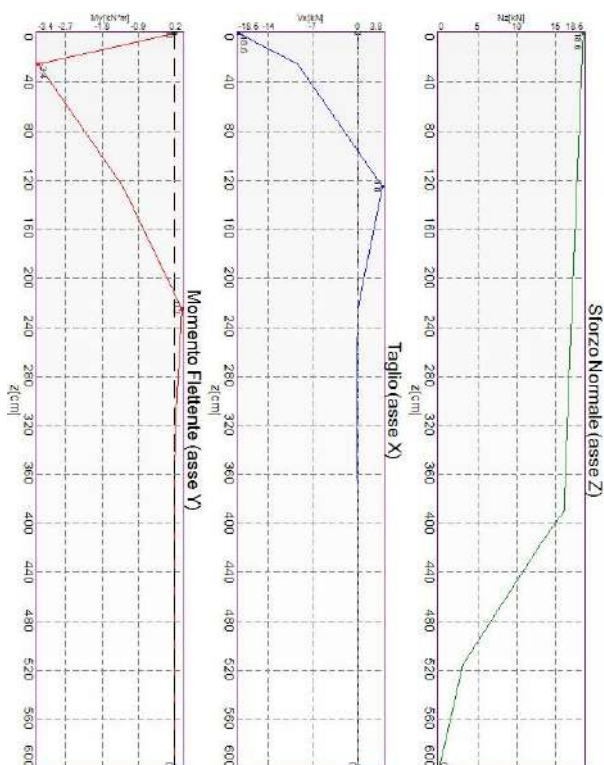
I massimi valori di Sforzo Normale di compressione, si ottengono nel punto maglia PM2, nel caso di carico C10 (Rara).



Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM2, caso C10)

Azioni applicate in testa (punto maglia PM2, caso C10)					
N_z [kN]	V_x [kN]	V_y [kN]	M_x [kN*m]	M_y [kN*m]	T_z [kN*m]
-69.6924	17.4815	0	0	0	0
Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM2, caso C10)					
z_{loc} [m]	N_z [kN]	V_{xy} [kN]	M_{xy} [kN*m]		
0	-69.6924	17.4815	0		
0	-69.6924	17.4815	0		
0.25	-69.8512	8.8143	3.1944		
1.25	-70.4865	3.6201	1.2071		
2.25	-71.1217	0.0169	0.1768		
3.25	-71.757	0.1002	0.0211		
3.9	-72.1699	0.0103	0.0088		
3.9	-72.1699	0.0103	0.0088		
4.15	-56.5806	0.009	0.0085		
5.15	-9.0814	0.0011	0.0003		
6	0	0	0		

I massimi valori di Sforzo Normale di trazione, Taglio (in valore assoluto), Momento flettente (in valore assoluto), si ottengono nel punto maglia PM1, nel caso di carico C5 (Stato limite di danno).



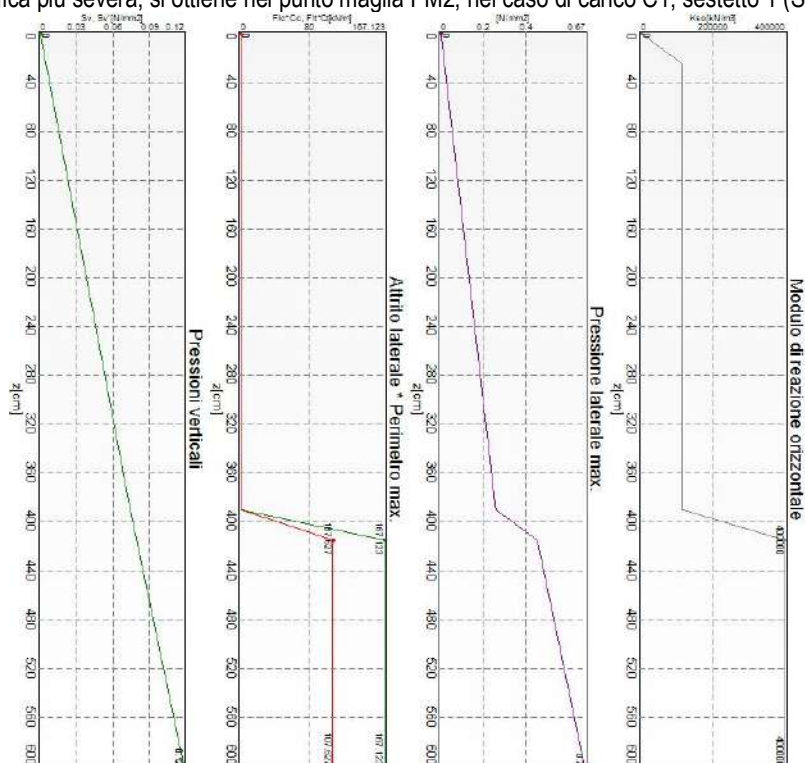
Azioni applicate in testa (punto maglia PM1, caso C5)					
N_z [kN]	V_x [kN]	V_y [kN]	M_x [kN*m]	M_y [kN*m]	T_z [kN*m]
18.5522	18.5745	0	0	0	0
Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C5)					
z_{loc} [m]	N_z [kN]	V_{xy} [kN]	M_{xy} [kN*m]		
0	18.5522	18.5745	0		
0	18.5522	18.5745	0		
0.25	18.3934	9.3654	3.3942		
1.25	17.7581	3.8465	1.2826		
2.25	17.1229	0.0179	0.1878		
3.25	16.4876	0.1065	0.0224		
3.9	16.0747	0.0109	0.0093		
3.9	16.0747	0.0109	0.0093		
4.15	13.2851	0.0095	0.009		
5.15	3.0764	0.0012	0.0003		
6	0	0	0		

VERIFICHE GEOTECNICHE

Si riporta di seguito il dettaglio delle verifiche eseguite.

Tipologia: TP1 - Verifica: Capacità portante

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia PM2, nel caso di carico C1, sestetto 1 (Stato limite ultimo).



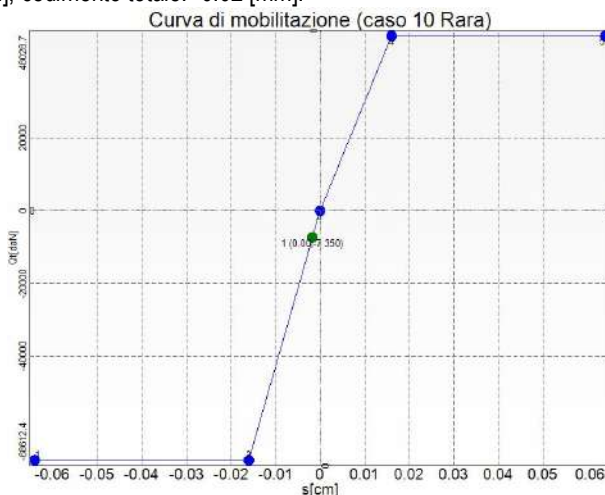
Capacità portante - Situazione peggiore: Punto maglia PM2, Caso C1, Sestetto 1

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Capacità portante					
Punto	Caso	Ses.	R _d : Qt[kN]	S _d : Qt[kN]	fs[-]
PM1	C7	1	350.96	54.29	6.46
PM2	C1	1	350.96	105.21	3.34
PM3	C1	1	350.96	105.21	3.34

Tipologia: TP1 - Verifica: Cedimento

I cedimenti del singolo palo sono calcolati utilizzando la relativa curva di mobilitazione. L'interazione tra i pali è valutata con il metodo dei fattori di interazione (Poulos e Davis, 1980). La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia PM2, nel caso di carico C10, sestetto 1 (Rara). Si ottengono i seguenti valori: cedimento del palo singolo = -0.02 [mm], cedimento indotto dal gruppo = -0.00 [mm], cedimento totale: -0.02 [mm].



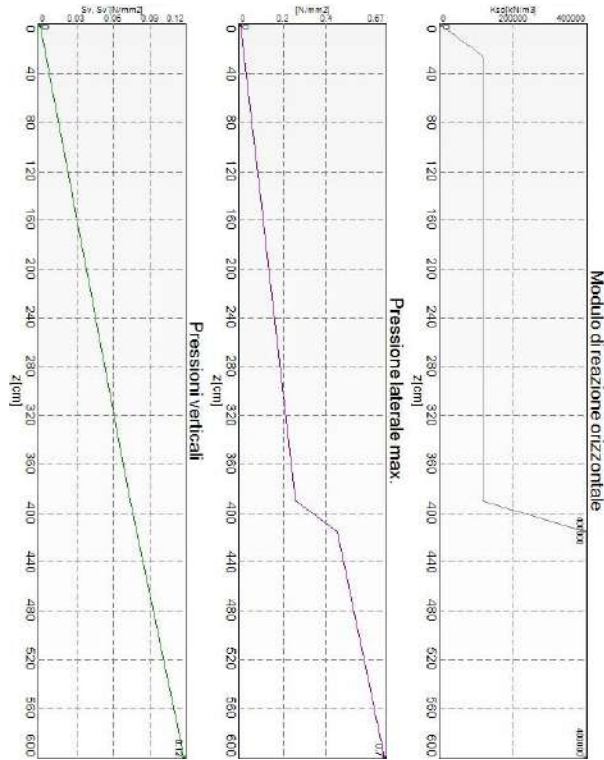
Cedimento - Situazione peggiore: Punto maglia PM2, Caso C10, Sestetto 1

Segue il riassunto della verifica, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Cedimento					
Punto	Caso	Ses.	R _d : Ced.[mm]	S _d : Ced.[mm]	fs[-]
PM1	C10	1	-40	0	10.00
PM2	C10	1	-40	0	10.00
PM3	C10	1	-40	0	10.00

Tipologia: TP1 - Verifica: Resistenza trasversale

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia PM1, nel caso di carico C1, sestetto 1 (Stato limite Ultimo).



Resistenza trasversale - Situazione peggiore: Punto maglia PM1, Caso C1, Sestetto 1

Segue il riassunto della verifica, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Resistenza trasversale					
Punto	Caso	Ses.	R _d : R _r [daN]	S _d : R _r [daN]	fs[-]
PM1	C1	1	183.73	26.63	6.90
PM2	C1	1	183.73	26.56	6.92
PM3	C1	1	183.73	26.56	6.92

VERIFICHE STRUTTURALI

Si riporta di seguito il dettaglio delle verifiche eseguite, per ciascun palo, solo in corrispondenza della progressiva dove si ottiene la situazione più severa.

Tipologia: TP1 - Verifica: Spostamento orizzontale

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia PM1, nel caso di carico C10, sestetto 1 (Rara).

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Spostamento orizzontale					
Punto	Caso	Ses.	R _d : Sor[mm]	S _d : Sor[mm]	fs[-]
PM1	C10	1	40	5	8.33
PM2	C10	1	40	5	8.33
PM3	C10	1	40	5	8.33

Tipologia: TP1 - Verifica: Acciaio: tensione ideale

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia PM2, nel caso di carico C1, sestetto 1 (Stato limite ultimo).



Acciaio: tensione ideale - Situazione peggiore: Punto maglia PM2, Caso C1, Sestetto 1

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Acciaio: tensione ideale					
Punto	Caso	Ses.	R _d : sigma[daN/cm ²]	S _d : sigma[daN/cm ²]	fs[-]
PM1	C1	1	338.1	118.5	2.85
PM2	C1	1	338.1	151.3	2.23
PM3	C1	1	338.1	151.3	2.23

7.11 VERIFICHE DEI MICROPALI – CASO 2: h (muro) = 3.40 ml

La verifica è stata condotta per i micropali maggiormente sollecitati della fila 1 e della fila 2.

MATERIALI

Calcestruzzo

Tipo	f_{ck} [N/mm ²]	γ_c	f_{cd} [N/mm ²]	E [N/mm ²]
C30/37 (Cls 1)	30.71	1.50	17.40	33019.435

Di seguito sono elencate le tensioni massime ammesse in esercizio.

Tipo	$\sigma^{(c)}_{cls, rara}$ [N/mm ²]	$\sigma^{(c)}_{cls, q.p.}$ [N/mm ²]
C30/37 (Cls 1)	18.43	13.82

Condizioni ambientali: a (poco aggressivo) [§4.1.2.2.4.3].

Acciaio per carpenteria

Tipo	$f_{yk}(0+40)$ [N/mm ²]	γ_{m0}	$f_{yd}(0+40)$ [N/mm ²]	E [N/mm ²]
S 355 (Acc 1)	355	1.05	338.10	210000

COMBINAZIONI DEI CARICHI

Tutte le verifiche sono eseguite secondo l'Approccio 2.

Si svolge l'analisi per i seguenti 9 casi di carico.

CASO	NOME	TIPO	SISMA	N° SESTETTI	DESCR.
C1	STR	SLU	No	1	SLU A1+M1+R3
C2	GEO	SLU Geo	No	1	SLU A2+M2+R2
C3	SLV_SISMA_SU	SLV	Si	1	Sisma_1+1+R_Su
C4	SLV_SISMA_GIU	SLV	Si	1	Sisma_1+1+R_Giu
C5	SLD_SISMA_SU	SLD	Si	1	Sisma_1+1+R_Su
C6	SLD_SISMA_GIU	SLD	Si	1	Sisma_1+1+R_Giu
C7	RARA	Rara	No	1	SLE caratteristica (rara)
C8	FREQ.	Freq	No	1	SLE frequente
C9	Q.PERM.	QPerm	No	1	SLE quasi permanente

TIPI DI PALO

Nel progetto del muro d'argine in sponda sinistra è stata utilizzata una tipologia di micropalo con le seguenti caratteristiche:

Palo	Nome	Ø in.[cm]	Ø es.[cm]	Ø pe.[cm]	L[m]	W[kN]	Acc.	Cls
M1	Fila 1, Fila 2 (Micr. 1)	6.89	8.89	16	6	3.8116	S 355 (Acc 1)	C30/37 (Cls 1)

PUNTI MAGLIA

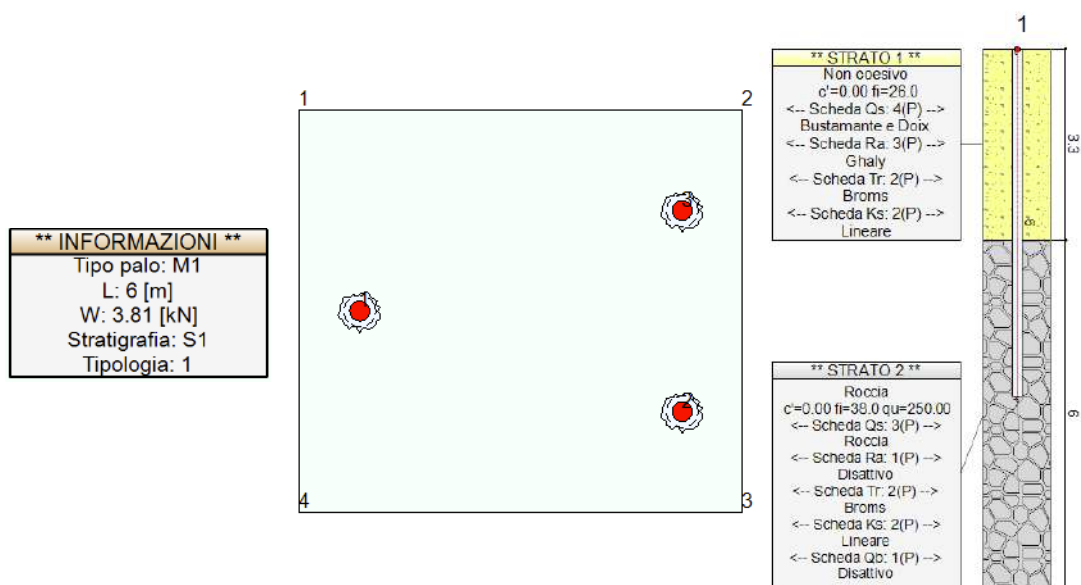
Si è modellata una porzione di fondazione comprendente tre punti maglia, associati a delle coordinate, un tipo di palo ed i dati del terreno.

Punto	X[m]	Y[m]	Palo	β [°]	ψ [°]	Rotaz.	Stratig.	SPT	CPT	Descr.
PM1	-0.2	1	M1	0	0	Libera	S1	SPT1	-	
PM2	1.4	0.5	M1	0	0	Libera	S1	SPT1	-	
PM3	1.4	1.5	M1	0	0	Libera	S1	SPT1	-	

FONDAZIONE

La porzione di fondazione modellata è definita da 4 vertici.

Vertice	X[m]	Y[m]
V1	-0.5	2
V2	1.7	2
V3	1.7	0
V4	-0.5	0



Stralcio planimetrico e sezione tipo dei micropali

AZIONI

Le azioni sono applicate direttamente in testa ai pali, espresse rispetto al sistema di riferimento globale.

Punto	Caso	Ses.	N _z [kN]	V _x [kN]	V _y [kN]	M _x [kN*m]	M _y [kN*m]	T _z [kN*m]
Punto maglia: Punto 1								
Caso: STR - SLU A1+M1+R3								
PM1	C1	1	32.0265	40.9427	0	0	0	0
Caso: GEO - SLU A2+M2+R2								
PM1	C2	1	31.995	35.3108	0	0	0	0
Caso: SLV_SISMA_SU - Sisma_1+1+R_Su								
PM1	C3	1	15.8631	24.9109	0	0	0	0
Caso: SLV_SISMA_GIU - Sisma_1+1+R_Giu								
PM1	C4	1	12.0023	24.7167	0	0	0	0
Caso: SLD_SISMA_SU - Sisma_1+1+R_Su								
PM1	C5	1	16.3561	26.134	0	0	0	0
Caso: SLD_SISMA_GIU - Sisma_1+1+R_Giu								
PM1	C6	1	14.6806	26.0476	0	0	0	0
Caso: RARA - SLE caratteristica (rara)								
PM1	C7	1	16.6882	27.0413	0	0	0	0
Caso: FREQ. - SLE frequente								
PM1	C8	1	16.6882	27.0413	0	0	0	0
Caso: Q.PERM. - SLE quasi permanente								
PM1	C9	1	16.6882	27.0413	0	0	0	0

Punto	Caso	Ses.	N _z [kN]	V _x [kN]	V _y [kN]	M _x [kN*m]	M _y [kN*m]	T _z [kN*m]
Punto maglia: Punto 2 / Punto 3								
Caso: STR - SLU A1+M1+R3								
PM2 / PM3	C1	1	-111.2808	40.8084	0	0	0	0
Caso: GEO - SLU A2+M2+R2								
PM2 / PM3	C2	1	-92.9452	35.1945	0	0	0	0
Caso: SLV_SISMA_SU - Sisma_1+1+R_Su								
PM2 / PM3	C3	1	-73.8916	24.8246	0	0	0	0
Caso: SLV_SISMA_GIU - Sisma_1+1+R_Giu								
PM2 / PM3	C4	1	-76.4528	24.6305	0	0	0	0
Caso: SLD_SISMA_SU - Sisma_1+1+R_Su								

PM2 / PM3	C5	1	-76.0401	26.0459	0	0	0	0
Caso: SLD_SISMA_GIU - Sisma_1+1+R_Giu								
PM2 / PM3	C6	1	-77.1466	25.9595	0	0	0	0
Caso: RARA - SLE caratteristica (rara)								
PM2 / PM3	C7	1	-77.6531	26.9519	0	0	0	0
Caso: FREQ. - SLE frequente								
PM2 / PM3	C8	1	-77.6531	26.9519	0	0	0	0
Caso: Q.PERM. - SLE quasi permanente								
PM2 / PM3	C9	1	-77.6531	26.9519	0	0	0	0

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE

Nel progetto si distingue una tipologia di palo.

Tipologia	Punti maglia associati
TP1	PM1 PM2 PM3

Segue il calcolo per la tipologia di palo di progetto.

Tipologia: TP1 (Micropalo)

Si riporta integralmente il calcolo di capacità portante per la situazione peggiore (coef. di sicurezza minore): Punto maglia PM2, Caso C1 (Stato limite Ultimo).

Descrizione dei metodi di calcolo utilizzati per la portata laterale

Il calcolo della portata per attrito laterale viene effettuato col metodo Roccia.

Metodo: Roccia

Secondo Thorne (1977), nel caso di pali incastrati o infissi in roccia (previa asportazione di tutto il terreno rimaneggiato dalla zona di incastro) è possibile ammettere che parte del carico venga ceduto al terreno lungo il fusto. L'attrito limite è assunto pari ad una frazione della resistenza a compressione monoassiale della roccia, ma in molti casi il fattore determinante è invece rappresentato dalla resistenza del calcestruzzo costituente il palo. Il valore indicativo della resistenza a compressione monoassiale può essere tratto dal seguente compendio di proprietà tipiche delle rocce (Peck, 1969):

Roccia	q_u min. [MPa]	q_u max. [MPa]
Basalto	199	462
Granito	69	267
Quarzite	110	309
Calcare	16.9	196
Marmo	54.5	186
Arenaria	33.8	138
Argilloscisto	47.9	214
Argillite	3.4	44.8
Calcestruzzo	13.8	34.5

Nel caso di rocce notevolmente fratturate, è più ragionevole ricorrere a valori di attrito limite compresi fra 75 e 150 kPa.

Descrizione del metodo di calcolo utilizzato per il modulo di reazione orizzontale.

Il calcolo del modulo di reazione orizzontale viene effettuato col metodo Lineare.

Il valore del modulo di reazione orizzontale varia linearmente con la quota, e viene calcolato come somma di un termine costante (A) più un coefficiente (B) moltiplicato per l'approfondimento (z) sotto il piano campagna.

Descrizione del metodo di calcolo utilizzato per la resistenza trasversale laterale.

Il calcolo della resistenza trasversale laterale viene effettuato col metodo Broms.

La teoria pubblicata da Broms nel 1964 propone due approcci differenti per terreni coesivi e non coesivi. Per terreni sciolti, propone una distribuzione di resistenza ultima pari a tre volte la pressione di resistenza passiva valutata secondo la teoria di Rankine, $p_{lim} = 3K_p \sigma'_v$. Per terreni coesivi, propone una distribuzione di p_l che vede un tratto nullo per i primi 1.5 diametri dalla superficie, seguito da un tratto con valore di resistenza pari a $9s_u$ (resistenza al taglio non drenata) per profondità maggiori.

$$p_{lim} = 3K_p \sigma'_v \text{ (terreno non coesivo)}$$

$$p_{lim} = 9 s_u \text{ (terreno coesivo)}$$

STR – SLU A1+M1+R3

Si applicano i seguenti coefficienti di sicurezza parziali per le azioni: $\gamma_{G1,f} = 1.00$, $\gamma_{G1,s} = 1.30$, $\gamma_{G2,f} = 0.80$, $\gamma_{G2,s} = 1.50$,
 $\gamma_{Q1,f} = 0.00$, $\gamma_{Q1,s} = 1.50$.

Si applicano i seguenti coefficienti di sicurezza, secondo il numero di verticali indagate:

n. vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ_{med}	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ_{min}	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

Si applicano i seguenti coefficienti di sicurezza parziali alle portate calcolate, secondo il tipo di palo:

Tipo di palo	Infisso	Trivellato	A elica continua	Micropalo	Avvitato
γ_b	1.15	1.35	1.30	1.35	1.15
γ_s	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
γ_{st}	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25

Alle sollecitazioni applicate viene aggiunto il peso proprio del palo, amplificato col coefficiente parziale $\gamma_{G1,fav} = 1.00$ o $\gamma_{G1,sfa} = 1.30$, secondo il caso.

Calcolo della portata di base

La portata di base viene trascurata, posta pari a 0.

Calcolo della portata laterale

Il fusto del palo attraversa 2 strati. A favore di sicurezza è stato considerato il contributo alla portata del solo strato di roccia.

Strato 2: Roccia

Metodo Roccia per il calcolo della portata laterale.

Il palo attraversa questo strato da quota -330 [cm] a quota -600 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -464 [cm].

L'attrito limite, determinato dalla resistenza del cls $f_{cd} = 0.050 f_{cd} = 0.65$ [N/mm²].

L'attrito limite, determinato dalla resistenza a compressione monoassiale della roccia, è $0.050 q_{uk} = 1.25$ [N/mm²].

L'attrito laterale calcolato vale 0.65 [N/mm²].

La portata laterale calcolata vale 882.16 [kN] (617.51 [kN]).

Si applica $\xi_{med} = 1.70$. Si applicano $\gamma_s = 1.15$ e $\gamma_{st} = 1.25$.

Portate di calcolo: $Q_{sc,d} = 451.23$ [kN] ($s/D = 0.10\%$). $Q_{st,d} = 290.59$ [kN] ($s/D = 0.10\%$).

Portata laterale totale: $Q_{sc,d} = 451.23$ [kN], $Q_{st,d} = 290.59$ [kN]

Portata totale (base + laterale): La portata di calcolo $Q_{tc,d} = 451.23$ [kN], $Q_{tt,d} = 290.59$ [kN].

Calcolo del modulo di reazione orizzontale

Il fusto del palo attraversa 2 strati.

Strato 1: Non coesivo

Metodo Lineare per il calcolo del modulo di reazione orizzontale.

Il palo attraversa questo strato da quota 0 [cm] a quota -330 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -165 [cm].

L'approfondimento vale 165 [cm]. Il modulo di reazione orizzontale calcolato vale 11.5 [daN/cm³].

Modulo di reazione orizzontale medio: $k_{so,med} = 11.41$ [daN/cm³].

Strato 2: Roccia

Metodo Lineare per il calcolo del modulo di reazione orizzontale.

Il palo attraversa questo strato da quota -330 [cm] a quota -600 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -464 [cm].

L'approfondimento vale 464 [cm]. Il modulo di reazione orizzontale calcolato vale 40.0 [daN/cm³].

Modulo di reazione orizzontale medio: $k_{so,med} = 40.0$ [daN/cm³].

Calcolo della resistenza trasversale laterale

Il fusto del palo attraversa 2 strati.

Strato 1: Non coesivo

Metodo Broms per il calcolo della resistenza trasversale laterale.

Il palo attraversa questo strato da quota 0 [cm] a quota -330 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -165 [cm].

L'angolo di resistenza al taglio ϕ'_k vale 26. La tensione verticale efficace vale $\sigma'_v = 0.31$ [daN/cm²].

La pressione limite laterale calcolata vale 2.41 [daN/cm²].

La resistenza trasversale laterale calcolata vale 127.18 [kN]. Si applica $\xi_{med}=1.70$. Si applica $\gamma_{tr}=1.30$.

Resistenza trasversale di calcolo: $R_{tr,d} = 57.55$ [kN].

Strato 2: Roccia

Metodo Broms per il calcolo della resistenza trasversale laterale.

Il palo attraversa questo strato da quota -330 [cm] a quota -600 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -464 [cm].

L'angolo di resistenza al taglio ϕ'_k vale 38. La tensione verticale efficace vale $\sigma'_v = 0.91$ [daN/cm²].

La pressione limite laterale calcolata vale 11.45 [daN/cm²].

La resistenza trasversale laterale calcolata vale 496.05 [kN]. Si applica $\xi_{med}=1.70$. Si applica $\gamma_{tr}=1.30$.

Resistenza trasversale di calcolo: $R_{tr,d} = 224.45$ [kN].

Resistenza laterale totale

Per palo in grado di traslare rigidamente (meccanismo di palo "corto", assumendo che non via sia rottura strutturale), la resistenza laterale di calcolo $R_{tr,d}$ è 282.00 [kN]. Per palo che ruota in testa (meccanismo di palo "intermedio" o "lungo", assumendo che non via sia rottura strutturale), la resistenza laterale di calcolo $R_{tr,d}$ è 191.64 [kN].

Curva di mobilitazione verticale

La curva di mobilitazione del palo è definita dalle seguenti coppie di valori, dove s è il cedimento, misurato in [m], ed E_d è la sollecitazione di sforzo normale (comprensiva del peso proprio del palo), espressa in [daN].

	1	2	3	4	5
s	-0.0006	-0.0001	0	0.0001	0.0005
E_d	-451.2323	-451.2323	0	290.5936	290.5936

Si riassume in seguito il valore di capacità portante per tutti i casi.

Caso	Q st [daN]	Q sc [daN]	Q bc [daN]	Q tt [daN]	Q tc [daN]
C1	290.5936	451.2323	0	290.5936	451.2323
C2	363.242	518.9172	0	363.242	518.9172
C3	290.5936	451.2323	0	290.5936	451.2323
C4	290.5936	451.2323	0	290.5936	451.2323
C5	290.5936	451.2323	0	290.5936	451.2323
C6	290.5936	451.2323	0	290.5936	451.2323
C7	617.5115	882.1592	0	617.5115	882.1592
C8	617.5115	882.1592	0	617.5115	882.1592
C9	617.5115	882.1592	0	617.5115	882.1592

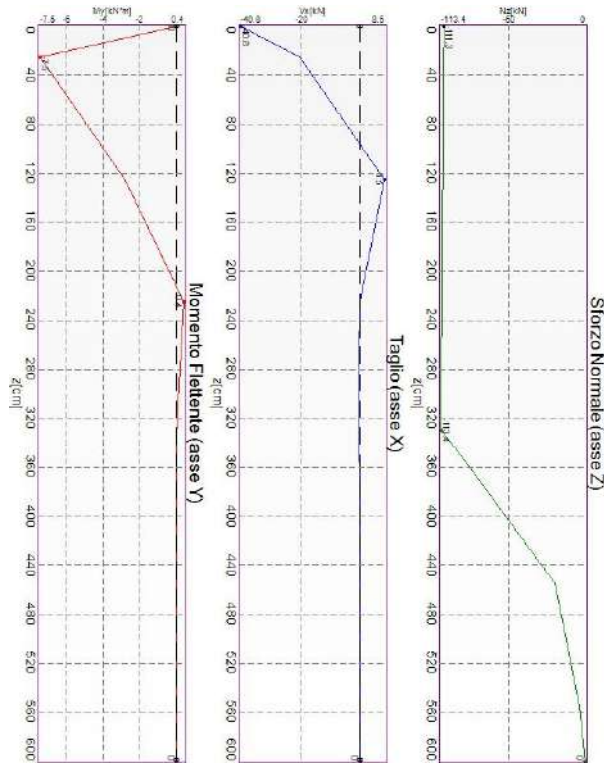
Qst = Portata Laterale in Trazione | Qsc = Portata Laterale in Compressione | Qbc = Portata di Base in Compressione |
Qtt = Portata TOTALE in Trazione | Qtc = Portata TOTALE in Compressione

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riporta di seguito il dettaglio delle sollecitazioni calcolate, per il punto maglia più sollecitato. Le caratteristiche di sollecitazione sono espresse nel sistema di riferimento locale del palo.

Tipologia: TP1 (Casi a SLU)

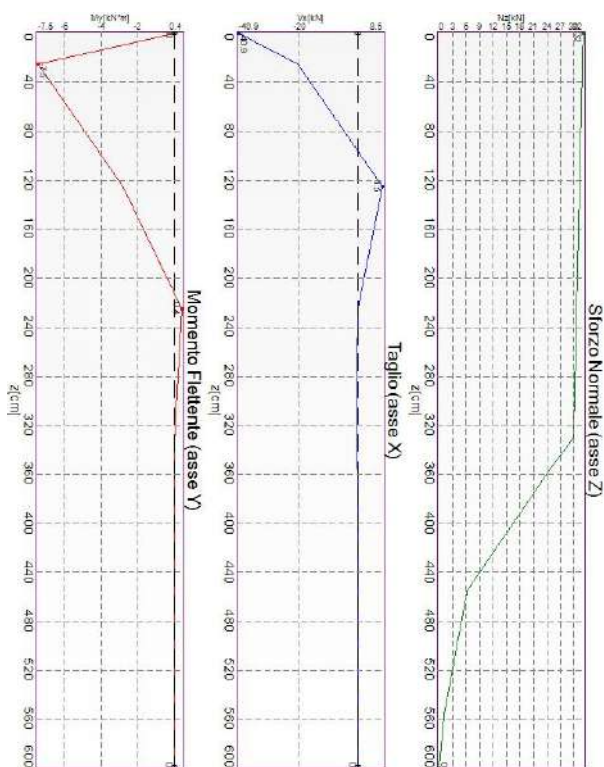
I massimi valori di Sforzo Normale di compressione, si ottengono nel punto maglia PM2, nel caso di carico C1 (Stato limite ultimo).



Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM2, caso C1)

Azioni applicate in testa (punto maglia PM2, caso C1)					
N_z [kN]	V_x [kN]	V_y [kN]	M_x [kN*m]	M_y [kN*m]	T_z [kN*m]
-111.2808	40.8084	0	0	0	0
Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM2, caso C1)					
z_{loc} [m]	N_z [kN]	V_{xy} [kN]	M_{xy} [kN*m]		
0	-111.2808	40.8084	0		
0	-111.2808	40.8084	0		
0.25	-111.4396	20.576	7.457		
1.25	-112.0749	8.4516	2.8179		
2.25	-112.7101	0.0344	0.416		
3.25	-113.3454	0.2815	0.0416		
3.3	-113.3772	0.2626	0.028		
3.3	-113.3772	0.2626	0.028		
3.55	-94.3781	0.1042	0.016		
4.55	-23.6468	0.0171	0.0022		
5.55	-4.351	0.0016	0.0004		

I massimi valori di Sforzo Normale di trazione, Taglio (in valore assoluto), Momento flettente (in valore assoluto), si ottengono nel punto maglia PM1, nel caso di carico C1 (Stato limite ultimo).

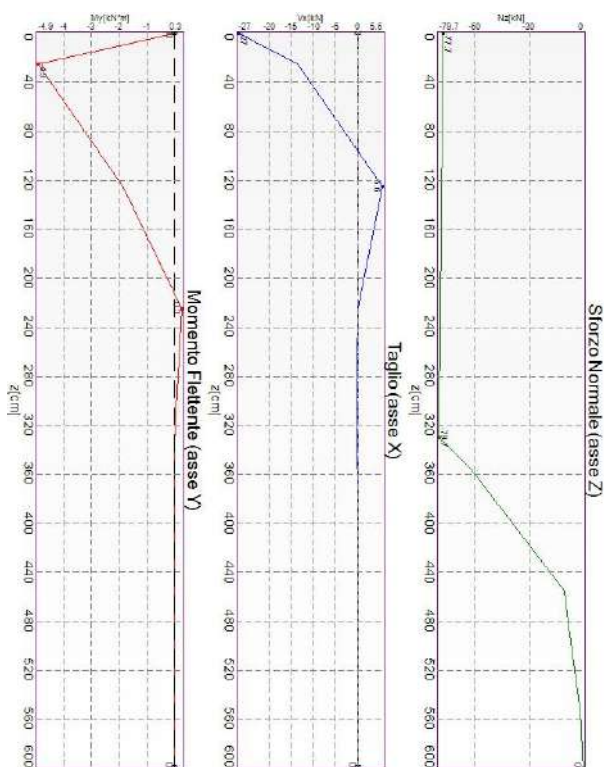


Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C1)

Azioni applicate in testa (punto maglia PM1, caso C1)					
N_z [kN]	V_x [kN]	V_y [kN]	M_x [kN*m]	M_y [kN*m]	T_z [kN*m]
32.0265	40.9427	0	0	0	0
Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C1)					
z_{loc} [m]	N_z [kN]	V_{xy} [kN]	M_{xy} [kN*m]		
0	32.0265	40.9427	0		
0	32.0265	40.9427	0		
0.25	31.8677	20.6437	7.4816		
1.25	31.2324	8.4795	2.8272		
2.25	30.5972	0.0345	0.4174		
3.25	29.9619	0.2824	0.0417		
3.3	29.9301	0.2634	0.0281		
3.3	29.9301	0.2634	0.0281		
3.55	24.8303	0.1045	0.016		
4.55	6.2213	0.0171	0.0022		
5.55	1.1447	0.0016	0.0004		
6	0	0	0		

Tipologia: TP1 (Casi a SLE)

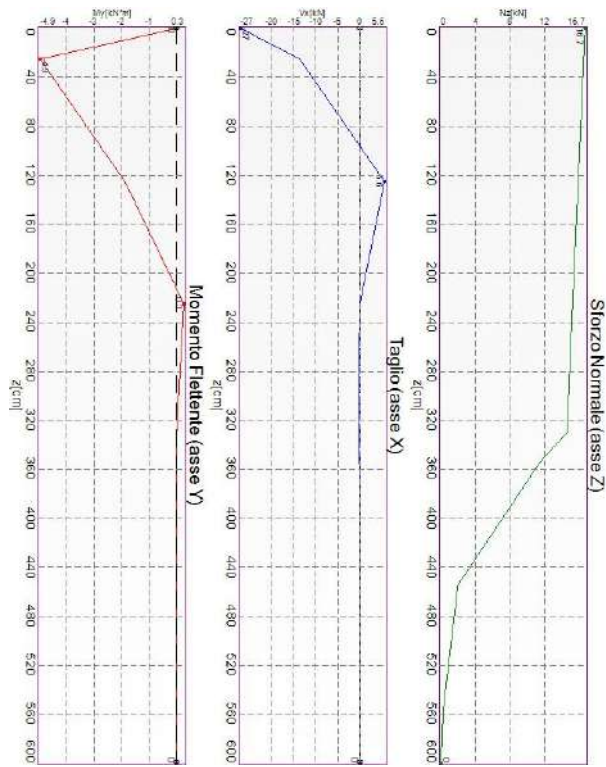
I massimi valori di Sforzo Normale di compressione, si ottengono nel punto maglia PM2, nel caso di carico C7 (Rara).



Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM2, caso C7)

Azioni applicate in testa (punto maglia PM2, caso C7)					
N_z [kN]	V_x [kN]	V_y [kN]	M_x [kN*m]	M_y [kN*m]	T_z [kN*m]
-77.6531	26.9519	0	0	0	0
Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM2, caso C7)					
Z_{loc} [m]	N_z [kN]	V_{xy} [kN]	M_{xy} [kN*m]		
0	-77.6531	26.9519	0		
0	-77.6531	26.9519	0		
0.25	-77.8119	13.5894	4.925		
1.25	-78.4472	5.5819	1.8611		
2.25	-79.0824	0.0227	0.2748		
3.25	-79.7177	0.1859	0.0275		
3.3	-79.7495	0.1734	0.0185		
3.3	-79.7495	0.1734	0.0185		
3.55	-62.5431	0.0688	0.0105		
4.55	-10.4762	0.0113	0.0015		
5.55	-1.4175	0.001	0.0002		
6	0	0	0		

I massimi valori di Sforzo Normale di trazione, Taglio (in valore assoluto), Momento flettente (in valore assoluto), si ottengono nel punto maglia PM1, nel caso di carico C7 (Rara).



Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C7)

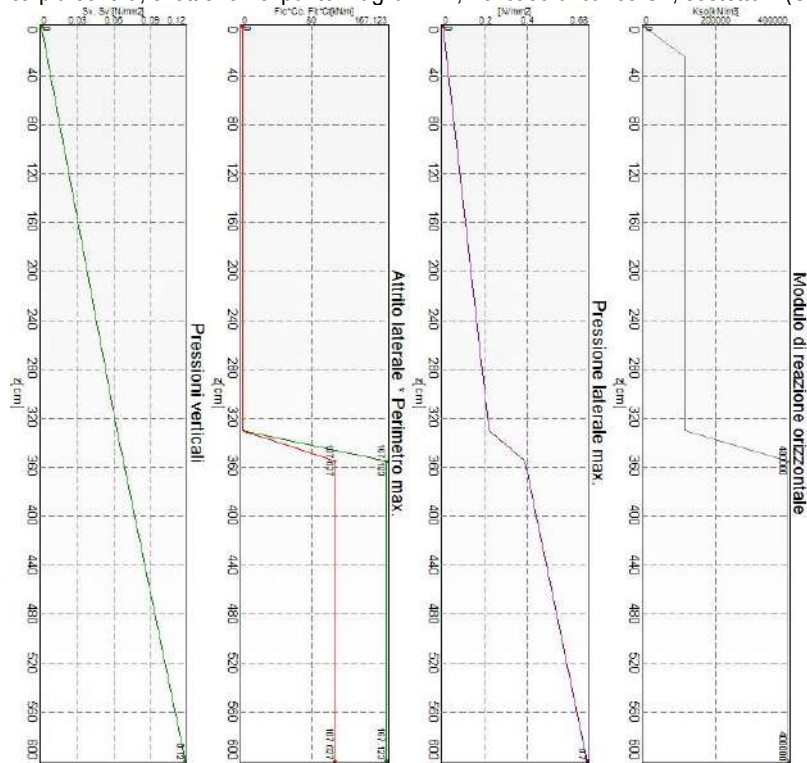
Azioni applicate in testa (punto maglia PM1, caso C7)					
N_z [kN]	V_x [kN]	V_y [kN]	M_x [kN*m]	M_y [kN*m]	T_z [kN*m]
16.6882	27.0413	0	0	0	0
Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C7)					
z_{loc} [m]	N_z [kN]	V_{xy} [kN]	M_{xy} [kN*m]		
0	16.6882	27.0413	0		
0	16.6882	27.0413	0		
0.25	16.5294	13.6345	4.9413		
1.25	15.8941	5.6004	1.8672		
2.25	15.2589	0.0228	0.2757		
3.25	14.6236	0.1865	0.0275		
3.3	14.5918	0.174	0.0185		
3.3	14.5918	0.174	0.0185		
3.55	11.3687	0.069	0.0106		
4.55	1.9043	0.0113	0.0015		
5.55	0.2577	0.001	0.0002		
6	0	0	0		

VERIFICHE GEOTECNICHE

Si riporta di seguito il dettaglio delle verifiche eseguite.

Tipologia: TP1 - Verifica: Capacità portante

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia PM2, nel caso di carico C1, sestetto 1 (Stato limite ultimo).



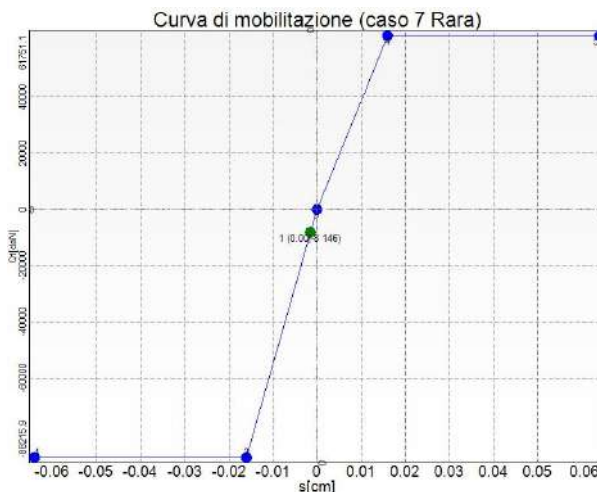
Capacità portante - Situazione peggiore: Punto maglia PM2, Caso C1, Sestetto 1

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Capacità portante					
Punto	Caso	Ses.	R _d : Qt[kN]	S _d : Qt[kN]	fs[-]
PM1	C1	1	290.59	28.21	10.30
PM2	C1	1	451.23	116.24	3.88
PM3	C1	1	451.23	116.24	3.88

Tipologia: TP1 - Verifica: Cedimento

I cedimenti del singolo palo sono calcolati utilizzando la relativa curva di mobilitazione. L'interazione tra i pali è valutata con il metodo dei fattori di interazione (Poulos e Davis, 1980). La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia PM2, nel caso di carico C7, sestetto 1 (Rara). Si ottengono i seguenti valori: cedimento del palo singolo = -0.01 [mm], cedimento indotto dal gruppo = -0.00 [mm], cedimento totale: -0.01 [mm].



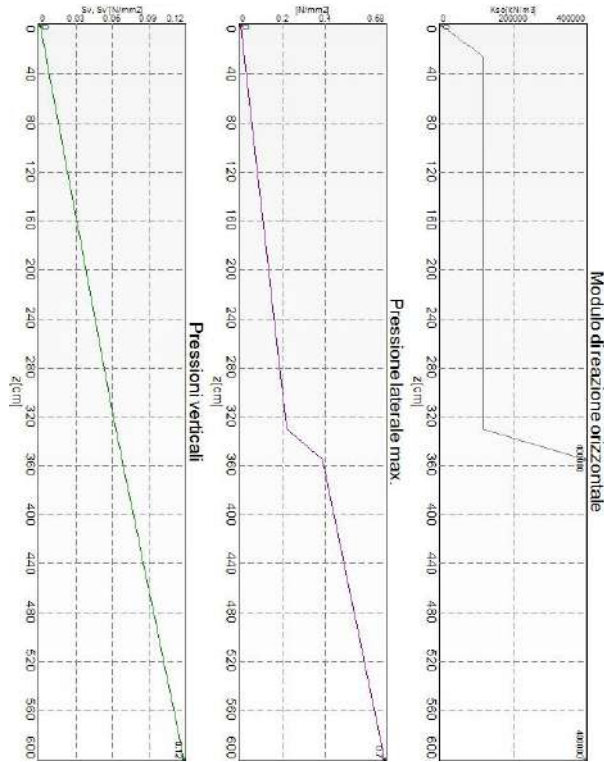
Cedimento - Situazione peggiore: Punto maglia PM2, Caso C7, Sestetto 1

Segue il riassunto della verifica, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Cedimento					
Punto	Caso	Ses.	R _d : Ced.[mm]	S _d : Ced.[mm]	fs[-]
PM1	C7	1	-40	0	10.00
PM2	C7	1	-40	0	10.00
PM3	C7	1	-40	0	10.00

Tipologia: TP1 - Verifica: Resistenza trasversale

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia PM1, nel caso di carico C1, sestetto 1 (Stato limite Ultimo).



Resistenza trasversale - Situazione peggiore: Punto maglia PM1, Caso C1, Sestetto 1

Segue il riassunto della verifica, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Resistenza trasversale					
Punto	Caso	Ses.	R _d : R _r [daN]	S _d : R _r [daN]	fs[-]
PM1	C1	1	191.64	40.94	4.68
PM2	C1	1	191.64	40.81	4.70
PM3	C1	1	191.64	40.81	4.70

VERIFICHE STRUTTURALI

Si riporta di seguito il dettaglio delle verifiche eseguite, per ciascun palo, solo in corrispondenza della progressiva dove si ottiene la situazione più severa.

Tipologia: TP1 - Verifica: Spostamento orizzontale

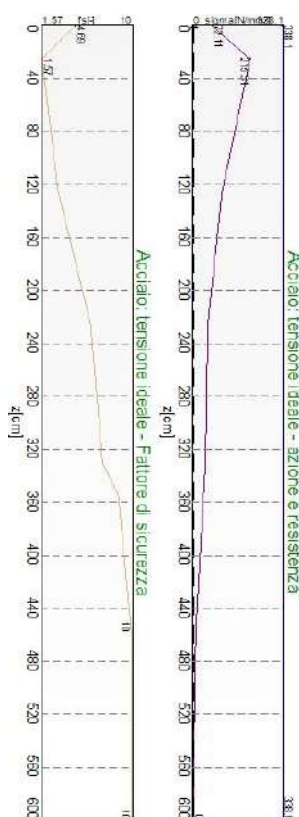
La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia PM1, nel caso di carico C7, sestetto 1 (Rara).

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Spostamento orizzontale					
Punto	Caso	Ses.	R _d : Sor[mm]	S _d : Sor[mm]	fs[-]
PM1	C7	1	40	7	5.48
PM2	C7	1	40	7	5.48
PM3	C7	1	40	7	5.48

Tipologia: TP1 - Verifica: Acciaio: tensione ideale

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia PM2, nel caso di carico C1, sestetto 1 (Stato limite ultimo).



Acciaio: tensione ideale - Situazione peggiore: Punto maglia PM2, Caso C1, Sestetto 1

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Acciaio: tensione ideale					
Punto	Caso	Ses.	R _d : sigma[daN/cm ²]	S _d : sigma[daN/cm ²]	fs[-]
PM1	C1	1	338.1	184	1.84
PM2	C1	1	338.1	215.31	1.57
PM3	C1	1	338.1	215.31	1.57

7.12 VERIFICHE DEI MICROPALI – CASO 3: h (muro) = 2.80 ml

La verifica è stata condotta per i micropali maggiormente sollecitati della fila 1 e della fila 2.

MATERIALI

Calcestruzzo

Tipo	f_{ck} [N/mm ²]	γ_c	f_{cd} [N/mm ²]	E [N/mm ²]
C30/37 (Cls 1)	30.71	1.50	17.402	33019.435

Di seguito sono elencate le tensioni massime ammesse in esercizio.

Tipo	$\sigma^{(l)}_{cls, rara}$ [N/mm ²]	$\sigma^{(l)}_{cls, q.p.}$ [N/mm ²]
C30/37 (Cls 1)	30.71	1.50

Condizioni ambientali: a (poco aggressivo) [§4.1.2.2.4.3].

Acciaio per carpenteria

Tipo	$f_{yk}(0+40)$ [N/mm ²]	γ_{m0}	$f_{yd}(0+40)$ [N/mm ²]	E [N/mm ²]
S 355 (Acc 1)	355	1.05	338.10	210000

COMBINAZIONI DEI CARICHI

Tutte le verifiche sono eseguite secondo l'Approccio 2.

Si svolge l'analisi per i seguenti 12 casi di carico.

CASO	NOME	TIPO	SISMA	N° SESTETTI	DESCR.
C1	STR	SLU	No	1	SLU A1+M1+R3
C2	GEO	SLU Geo	No	1	SLU A2+M2+R2
C3	SLV_SISMA_SU	SLV	Si	1	Sisma_1+1+R_Su
C4	SLV_SISMA_GIU	SLV	Si	1	Sisma_1+1+R_Giu
C5	SLD_SISMA_SU	SLD	Si	1	Sisma_1+1+R_Su
C6	SLD_SISMA_GIU	SLD	Si	1	Sisma_1+1+R_Giu
C7	STR_ECCEZIONALE	SLU	No	1	SLU_Str_Eccezionale (appr.2)
C8	GEO_ECCEZIONALE	SLU Geo	No	1	SLU_Geo_Eccezionale (appr.2)
C9	EQU_ECCEZIONALE	Nessuno	No	1	SLU_Equ_Eccezionale (per equilibrio)
C10	RARA	Rara	No	1	SLE caratteristica (rara)
C11	FREQ.	Freq	No	1	SLE frequente
C12	Q.PERM.	QPerm	No	1	SLE quasi permanente

TIPI DI PALO

Nel progetto del muro d'argine in sponda sinistra è stata utilizzata una tipologia di micropalo con le seguenti caratteristiche:

Palo	Nome	\varnothing in. [cm]	\varnothing es. [cm]	\varnothing pe. [cm]	L [m]	W [kN]	Acc.	Cls
M1	Fila 1, Fila 2 (Micr. 1)	6.89	8.89	16	6	3.8116	S 355 (Acc 1)	C30/37 (Cls 1)

PUNTI MAGLIA

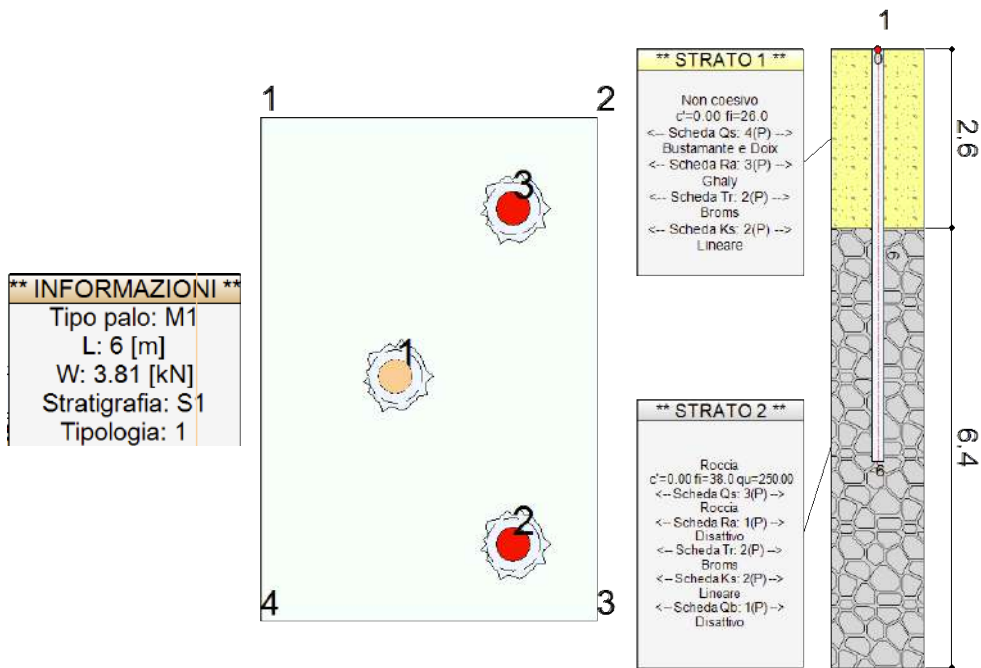
Si è modellata una porzione di fondazione comprendente tre punti maglia, associati a delle coordinate, un tipo di palo ed i dati del terreno.

Punto	X [m]	Y [m]	Palo	β [°]	ψ [°]	Rotaz.	Stratig.	SPT	CPT	Descr.
PM1	-0.06	1	M1	0	0	Libera	S1	SPT1	-	
PM2	0.29	0.5	M1	0	0	Libera	S1	SPT1	-	
PM3	0.29	1.5	M1	0	0	Libera	S1	SPT1	-	

FONDAZIONE

La porzione di fondazione modellata è definita da 4 vertici.

Vertice	X [m]	Y [m]
V1	-0.46	1.77
V2	0.54	1.77
V3	0.54	0.27
V4	-0.46	0.27



Stralcio planimetrico e sezione tipo dei micropali

AZIONI

Le azioni sono applicate direttamente in testa ai pali, espresse rispetto al sistema di riferimento globale.

Punto	Caso	Ses.	N _z [KN]	V _x [KN]	V _y [KN]	M _x [KN*m]	M _y [KN*m]	T _z [KN*m]
Punto maglia: Punto 1								
Caso: STR - SLU A1+M1+R3								
PM1	C1	1	175.3505	26.6027	0	0	0	0
Caso: GEO - SLU A2+M2+R2								
PM1	C2	1	153.9153	22.6459	0	0	0	0
Caso: SLV_SISMA_SU - Sisma_1+1+R_Su								
PM1	C3	1	111.9579	18.0461	0	0	0	0
Caso: SLV_SISMA_GIU - Sisma_1+1+R_Giu								
PM1	C4	1	109.7412	18.006	0	0	0	0
Caso: SLD_SISMA_SU - Sisma_1+1+R_Su								
PM1	C5	1	114.911	18.711	0	0	0	0
Caso: SLD_SISMA_GIU - Sisma_1+1+R_Giu								
PM1	C6	1	113.9502	18.6931	0	0	0	0
Caso: STR_ECCEZIONALE - SLU_Str_Eccezionale (appr.2)								
PM1	C7	1	-97.1304	-5.7949	0	0	0	0
Caso: GEO_ECCEZIONALE - SLU_Geo_Eccezionale (appr.2)								
PM1	C8	1	-97.2262	-5.8804	0	0	0	0
Caso: EQU_ECCEZIONALE - SLU_Equ_Eccezionale (per equilibrio)								
PM1	C9	1	-97.1304	-5.7949	0	0	0	0
Caso: RARA - SLE caratteristica (rara)								
PM1	C10	1	113.8194	17.5126	0	0	0	0
Caso: FREQ. - SLE frequente								
PM1	C11	1	113.8194	17.5126	0	0	0	0
Caso: Q.PERM. - SLE quasi permanente								
PM1	C12	1	113.8194	17.5126	0	0	0	0

Punto	Caso	Ses.	N _z [KN]	V _x [KN]	V _y [KN]	M _x [KN*m]	M _y [KN*m]	T _z [KN*m]
Punto maglia: Punto 2 / Punto 3								
Caso: STR - SLU A1+M1+R3								
PM2 / PM3	C1	1	-221.4051	26.5832	0	0	0	0
Caso: GEO - SLU A2+M2+R2								
PM2 / PM3	C2	1	-190.6388	22.629	0	0	0	0
Caso: SLV_SISMA_SU - Sisma_1+1+R_Su								
PM2 / PM3	C3	1	-133.9005	18.0338	0	0	0	0
Caso: SLV_SISMA_GIU - Sisma_1+1+R_Giu								
PM2 / PM3	C4	1	-134.1182	17.9937	0	0	0	0
Caso: SLD_SISMA_SU - Sisma_1+1+R_Su								
PM2 / PM3	C5	1	-137.5096	18.6984	0	0	0	0
Caso: SLD_SISMA_GIU - Sisma_1+1+R_Giu								
PM2 / PM3	C6	1	-137.6032	18.6805	0	0	0	0
Caso: STR_ECCEZIONALE - SLU_Str_Eccezionale (appr.2)								
PM2 / PM3	C7	1	74.0276	-5.7916	0	0	0	0
Caso: GEO_ECCEZIONALE - SLU_Geo_Eccezionale (appr.2)								
PM2 / PM3	C8	1	74.1264	-5.8771	0	0	0	0
Caso: EQU_ECCEZIONALE - SLU_Equ_Eccezionale (per equilibrio)								
PM2 / PM3	C9	1	74.0276	-5.7916	0	0	0	0
Caso: RARA - SLE caratteristica (rara)								
PM2 / PM3	C10	1	-148.7896	17.4996	0	0	0	0
Caso: FREQ. - SLE frequente								
PM2 / PM3	C11	1	-148.7896	17.4996	0	0	0	0
Caso: Q.PERM. - SLE quasi permanente								
PM2 / PM3	C12	1	-148.7896	17.4996	0	0	0	0

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE

Nel progetto si distingue una tipologia di palo.

Tipologia	Punti maglia associati
TP1	PM1 PM2 PM3

Segue il calcolo per la tipologia di palo di progetto.

Tipologia: TP1 (Micropalo)

Si riporta integralmente il calcolo di capacità portante per la situazione peggiore (coef. di sicurezza minore): Punto maglia PM1, Caso C1 (Stato limite Ultimo).

Descrizione dei metodi di calcolo utilizzati per la portata laterale

Il calcolo della portata per attrito laterale viene effettuato col metodo Roccia.

Metodo: Roccia

Secondo Thorne (1977), nel caso di pali incastrati o infissi in roccia (previa asportazione di tutto il terreno rimaneggiato dalla zona di incastro) è possibile ammettere che parte del carico venga ceduto al terreno lungo il fusto. L'attrito limite è assunto pari ad una frazione della resistenza a compressione monoassiale della roccia, ma in molti casi il fattore determinante è invece rappresentato dalla resistenza del calcestruzzo costituente il palo. Il valore indicativo della resistenza a compressione monoassiale può essere tratto dal seguente compendio di proprietà tipiche delle rocce (Peck, 1969):

Roccia	q_u min. [MPa]	q_u max. [MPa]
Basalto	199	462
Granito	69	267
Quarzite	110	309
Calcere	16.9	196
Marmo	54.5	186
Arenaria	33.8	138
Argiloscisto	47.9	214
Argillite	3.4	44.8
Calcestruzzo	13.8	34.5

Nel caso di rocce notevolmente fratturate, è più ragionevole ricorrere a valori di attrito limite compresi fra 75 e 150 kPa.

Descrizione del metodo di calcolo utilizzato per il modulo di reazione orizzontale.

Il calcolo del modulo di reazione orizzontale viene effettuato col metodo Lineare.

Il valore del modulo di reazione orizzontale varia linearmente con la quota, e viene calcolato come somma di un termine costante (A) più un coefficiente (B) moltiplicato per l'approfondimento (z) sotto il piano campagna.

Descrizione del metodo di calcolo utilizzato per la resistenza trasversale laterale.

Il calcolo della resistenza trasversale laterale viene effettuato col metodo Broms.

La teoria pubblicata da Broms nel 1964 propone due approcci differenti per terreni coesivi e non coesivi. Per terreni sciolti, propone una distribuzione di resistenza ultima pari a tre volte la pressione di resistenza passiva valutata secondo la teoria di Rankine, $p_i = 3K_p \sigma'_v$. Per terreni coesivi, propone una distribuzione di p_i che vede un tratto nullo per i primi 1.5 diametri dalla superficie, seguito da un tratto con valore di resistenza pari a $9s_u$ (resistenza al taglio non drenata) per profondità maggiori.

$$p_{lim} = 3K_p \sigma'_v \text{ (terreno non coesivo)}$$

$$p_{lim} = 9 s_u \text{ (terreno coesivo)}$$

STR – SLU A1+M1+R3

Si applicano i seguenti coefficienti di sicurezza parziali per le azioni: $\gamma_{G1,f} = 1.00$, $\gamma_{G1,s} = 1.30$, $\gamma_{G2,f} = 0.80$, $\gamma_{G2,s} = 1.50$,
 $\gamma_{Q1,f} = 0.00$, $\gamma_{Q1,s} = 1.50$.

Si applicano i seguenti coefficienti di sicurezza, secondo il numero di verticali indagate:

n. vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ_{med}	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ_{min}	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

Si applicano i seguenti coefficienti di sicurezza parziali alle portate calcolate, secondo il tipo di palo:

Tipo di palo	Infisso	Trivellato	A elica continua	Micropalo	Avvitato
γ_b	1.15	1.35	1.30	1.35	1.15
γ_s	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
γ_{st}	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25

Alle sollecitazioni applicate viene aggiunto il peso proprio del palo, amplificato col coefficiente parziale $\gamma_{G1, fav} = 1.00$ o $\gamma_{G1, sfa} = 1.30$, secondo il caso.

Calcolo della portata di base

La portata di base viene trascurata, posta pari a 0.

Calcolo della portata laterale

Il fusto del palo attraversa 2 strati. A favore di sicurezza è stato considerato il contributo alla portata del solo strato di roccia.

Strato 2: Roccia

Metodo Roccia per il calcolo della portata laterale.

Il palo attraversa questo strato da quota -260 [cm] a quota -600 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -434 [cm].

L'attrito limite, determinato dalla resistenza del cls $f_{cd} = 0.050 f_{cd} = 0.65$ [N/mm²].

L'attrito limite, determinato dalla resistenza a compressione monoassiale della roccia, è $0.050 q_{uk} = 1.25$ [N/mm²].

L'attrito laterale calcolato vale 0.65 [N/mm²].

La portata laterale calcolata vale 1110.87 [KN] (777.61 [KN]).

Si applica $\xi_{med} = 1.70$. Si applicano $\gamma_s = 1.15$ e $\gamma_{st} = 1.25$.

Portate di calcolo: $Q_{sc,d} = 568.22$ [KN] ($s/D = 0.10\%$). $Q_{st,d} = 365.93$ [KN] ($s/D = 0.10\%$).

Portata laterale totale: $Q_{sc,d} = 568.22$ [KN], $Q_{st,d} = 365.93$ [KN]

Portata totale (base + laterale): La portata di calcolo $Q_{tc,d} = 568.22$ [KN], $Q_{tt,d} = 365.93$ [KN].

Calcolo del modulo di reazione orizzontale

Il fusto del palo attraversa 2 strati.

Strato 1: Non coesivo

Metodo Lineare per il calcolo del modulo di reazione orizzontale.

Il palo attraversa questo strato da quota 0 [cm] a quota -260 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -130 [cm].

L'approfondimento vale 130 [cm]. Il modulo di reazione orizzontale calcolato vale 11.5 [daN/cm³].

Modulo di reazione orizzontale medio: $k_{s0,med} = 11.39$ [daN/cm³].

Strato 2: Roccia

Metodo Lineare per il calcolo del modulo di reazione orizzontale.

Il palo attraversa questo strato da quota -260 [cm] a quota -600 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -434 [cm].

L'approfondimento vale 434 [cm]. Il modulo di reazione orizzontale calcolato vale 40.0 [daN/cm³].

Modulo di reazione orizzontale medio: $k_{s0,med} = 40.0$ [daN/cm³].

Calcolo della resistenza trasversale laterale

Il fusto del palo attraversa 2 strati.

Strato 1: Non coesivo

Metodo Broms per il calcolo della resistenza trasversale laterale.

Il palo attraversa questo strato da quota 0 [cm] a quota -260 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -130 [cm].

L'angolo di resistenza al taglio φ'_k vale 26. La tensione verticale efficace vale $\sigma'_v = 0.25$ [daN/cm²].

La pressione limite laterale calcolata vale 1.90 [daN/cm²].

La resistenza trasversale laterale calcolata vale 78.95 [kN]. Si applica $\xi_{med}=1.70$. Si applica $\gamma_{tr}=1.30$.

Resistenza trasversale di calcolo: $R_{tr,d} = 35.72$ [kN].

Strato 2: Roccia

Metodo Broms per il calcolo della resistenza trasversale laterale.

Il palo attraversa questo strato da quota -260 [cm] a quota -600 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -434 [cm].

L'angolo di resistenza al taglio φ'_k vale 38. La tensione verticale efficace vale $\sigma'_v = 0.86$ [daN/cm²].

La pressione limite laterale calcolata vale 10.839 [daN/cm²].

La resistenza trasversale laterale calcolata vale 583.83 [kN]. Si applica $\xi_{med}=1.70$. Si applica $\gamma_{tr}=1.30$.

Resistenza trasversale di calcolo: $R_{tr,d} = 264.18$ [kN].

Resistenza laterale totale

Per palo in grado di traslare rigidamente (meccanismo di palo "corto", assumendo che non vi sia rottura strutturale), la resistenza laterale di calcolo $R_{tr,d}$ è 299.90 [kN]. Per palo che ruota in testa (meccanismo di palo "intermedio" o "lungo", assumendo che non vi sia rottura strutturale), la resistenza laterale di calcolo $R_{tr,d}$ è 213.15 [kN].

Curva di mobilitazione verticale

La curva di mobilitazione del palo è definita dalle seguenti coppie di valori, dove s è il cedimento, misurato in [m], ed E_d è la sollecitazione di sforzo normale (comprensiva del peso proprio del palo), espressa in [daN].

	1	2	3	4	5
s	-0.0006	-0.0001	0	0.0001	0.0005
E_d	-568.2185	-568.2185	0	365.9327	365.9327

Si riassume in seguito il valore di capacità portante per tutti i casi.

Caso	Q st [daN]	Q sc [daN]	Q bc [daN]	Q tt [daN]	Q tc [daN]
C1	365.9327	568.2185	0	365.9327	568.2185
C2	457.4159	653.4513	0	457.4159	653.4513
C3	365.9327	568.2185	0	365.9327	568.2185
C4	365.9327	568.2185	0	365.9327	568.2185
C5	365.9327	568.2185	0	365.9327	568.2185
C6	365.9327	568.2185	0	365.9327	568.2185
C7	365.9327	568.2185	0	365.9327	568.2185
C8	457.4159	653.4513	0	457.4159	653.4513
C9	777.607	1110.8672	0	777.607	1110.8672
C10	777.607	1110.8672	0	777.607	1110.8672
C11	777.607	1110.8672	0	777.607	1110.8672
C12	777.607	1110.8672	0	777.607	1110.8672

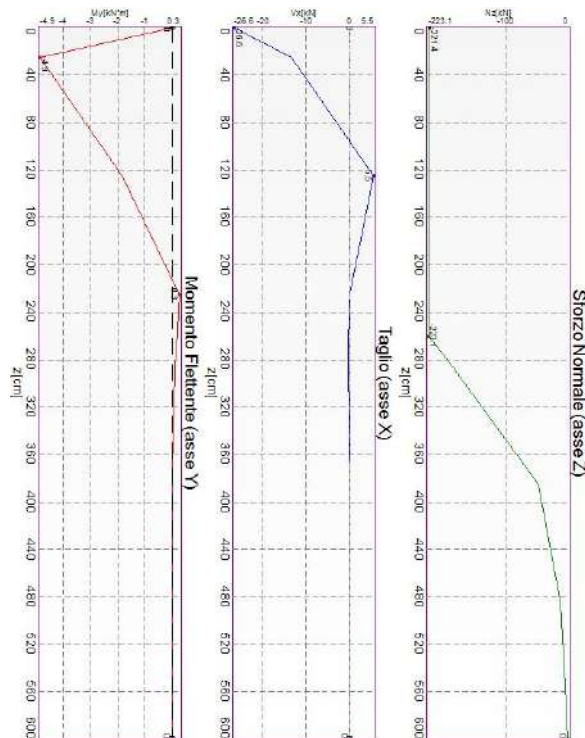
Qst = Portata Laterale in Trazione | Qsc = Portata Laterale in Compressione | Qbc = Portata di Base in Compressione |
 Qtt = Portata TOTALE in Trazione | Qtc = Portata TOTALE in Compressione

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riporta di seguito il dettaglio delle sollecitazioni calcolate, per il punto maglia più sollecitato. Le caratteristiche di sollecitazione sono espresse nel sistema di riferimento locale del palo.

Tipologia: TP1 (Casi a SLU)

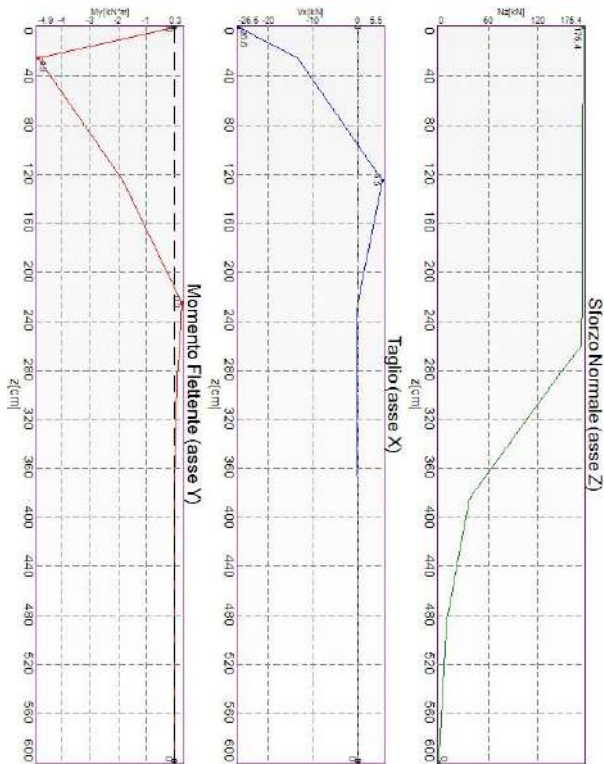
I massimi valori di Sforzo Normale di compressione, si ottengono nel punto maglia PM2, nel caso di carico C1 (Stato limite ultimo).



Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM2, caso C1)

Azioni applicate in testa (punto maglia PM2, caso C1)					
N_z [kN]	V_x [kN]	V_y [kN]	M_x [kN*m]	M_y [kN*m]	T_z [kN*m]
-221.4051	26.5832	0	0	0	0
Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM2, caso C1)					
z_{loc} [m]	N_z [kN]	V_{xy} [kN]	M_{xy} [kN*m]		
0	-221.4051	26.5832	0		
0	-221.4051	26.5832	0		
0.25	-221.5639	13.4037	4.8576		
1.25	-222.1992	5.508	1.835		
2.25	-222.8344	0.0226	0.2754		
2.6	-223.0568	0.3219	0.2009		
2.6	-223.0568	0.3219	0.2009		
2.85	-185.67	0.3475	0.113		
3.85	-47.2395	0.0117	0.0091		
4.85	-11.5627	0.0011	0.0004		
5.85	-1.0365	0.0002	0		
6	0	0	0		

I massimi valori di Sforzo Normale di trazione, Taglio (in valore assoluto), Momento flettente (in valore assoluto), si ottengono nel punto maglia PM1, nel caso di carico C1 (Stato limite ultimo).

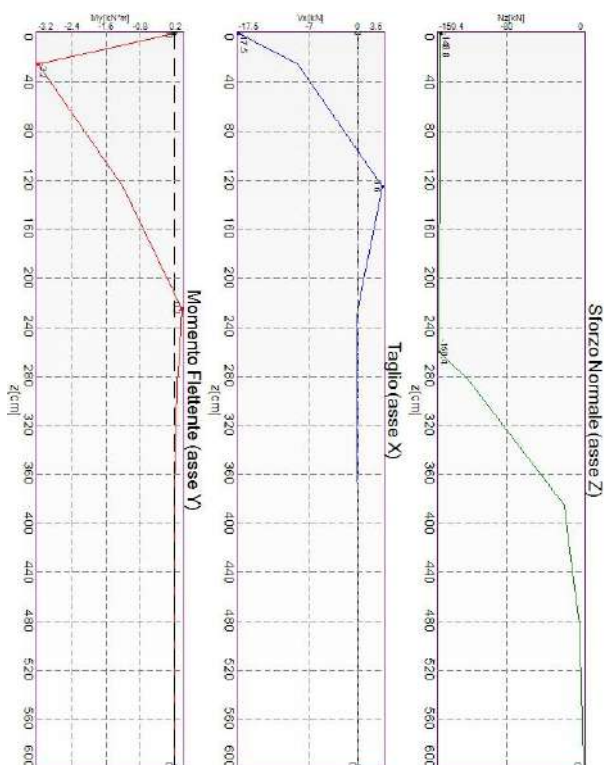


Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C1)

Azioni applicate in testa (punto maglia PM1, caso C1)					
N_z [kN]	V_x [kN]	V_y [kN]	M_x [kN*m]	M_y [kN*m]	T_z [kN*m]
175.3505	26.6027	0	0	0	0
Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C1)					
z_{loc} [m]	N_z [kN]	V_{xy} [kN]	M_{xy} [kN*m]		
0	175.3505	26.6027	0		
0	175.3505	26.6027	0		
0.25	175.1917	13.4135	4.8612		
1.25	174.5564	5.5121	1.8364		
2.25	173.9212	0.0227	0.2756		
2.6	173.6988	0.3221	0.201		
2.6	173.6988	0.3221	0.201		
2.85	144.4663	0.3478	0.1131		
3.85	36.7562	0.0117	0.0091		
4.85	8.9967	0.0011	0.0004		
5.85	0.8065	0.0002	0		
6	0	0	0		

Tipologia: TP1 (Casi a SLE)

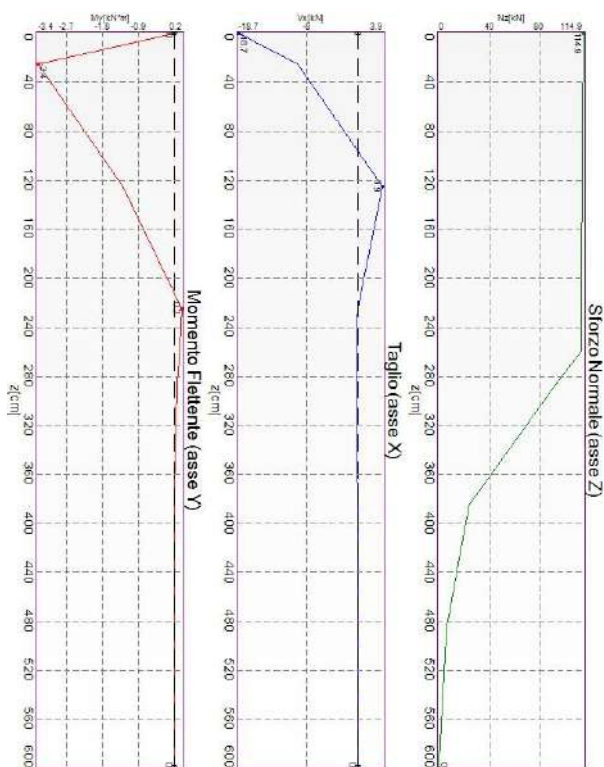
I massimi valori di Sforzo Normale di compressione, si ottengono nel punto maglia PM2, nel caso di carico C10 (Rara).



Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM2, caso C10)

Azioni applicate in testa (punto maglia PM2, caso C10)					
N_z [kN]	V_x [kN]	V_y [kN]	M_x [kN*m]	M_y [kN*m]	T_z [kN*m]
-148.7896	17.4996	0	0	0	0
Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM2, caso C10)					
z_{loc} [m]	N_z [kN]	V_{xy} [kN]	M_{xy} [kN*m]		
0	-148.7896	17.4996	0		
0	-148.7896	17.4996	0		
0.25	-148.9484	8.8236	3.1978		
1.25	-149.5837	3.6259	1.208		
2.25	-150.2189	0.0149	0.1813		
2.6	-150.4413	0.2119	0.1322		
2.6	-150.4413	0.2119	0.1322		
2.85	-117.933	0.2288	0.0744		
3.85	-19.8553	0.0077	0.006		
4.85	-3.2903	0.0007	0.0002		
5.85	-0.2333	0.0001	0		
6	0	0	0		

I massimi valori di Sforzo Normale di trazione, Taglio (in valore assoluto), Momento flettente (in valore assoluto), si ottengono nel punto maglia PM1, nel caso di carico C5 (Stato limite di danno).



Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C5)

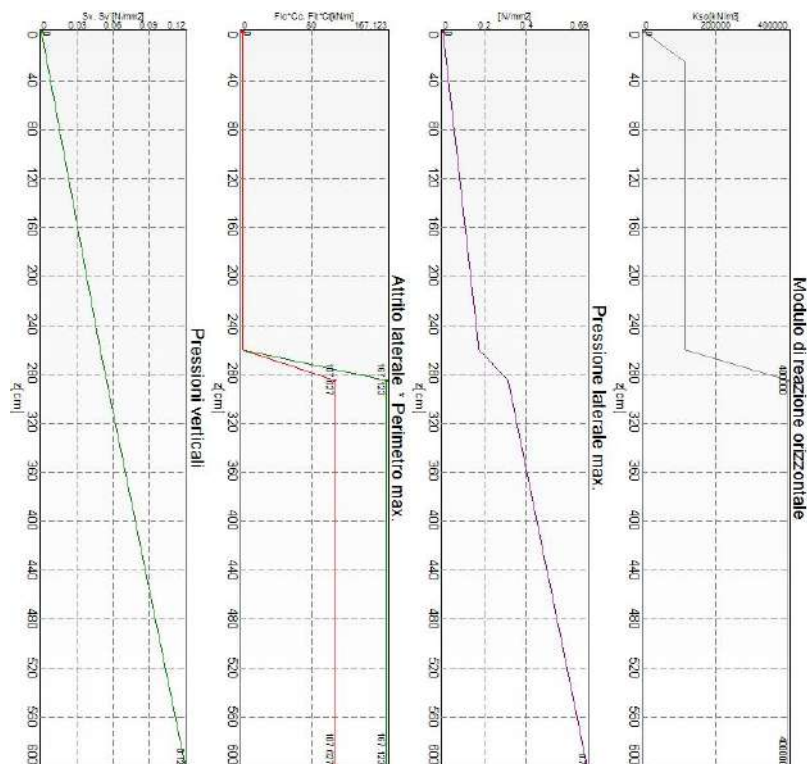
Azioni applicate in testa (punto maglia PM1, caso C5)					
N_z [kN]	V_x [kN]	V_y [kN]	M_x [kN*m]	M_y [kN*m]	T_z [kN*m]
114.911	18.711	0	0	0	0
Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C5)					
z_{loc} [m]	N_z [kN]	V_{xy} [kN]	M_{xy} [kN*m]		
0	114.911	18.711	0		
0	114.911	18.711	0		
0.25	114.7522	9.4344	3.4191		
1.25	114.1169	3.8769	1.2916		
2.25	113.4817	0.0159	0.1938		
2.6	113.2593	0.2266	0.1414		
2.6	113.2593	0.2266	0.1414		
2.85	94.1752	0.2446	0.0796		
3.85	23.9607	0.0082	0.0064		
4.85	5.8648	0.0007	0.0003		
5.85	0.5258	0.0001	0		
6	0	0	0		

VERIFICHE GEOTECNICHE

Si riporta di seguito il dettaglio delle verifiche eseguite.

Tipologia: TP1 - Verifica: Capacità portante

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia PM1, nel caso di carico C1, sestetto 1 (Stato limite ultimo).



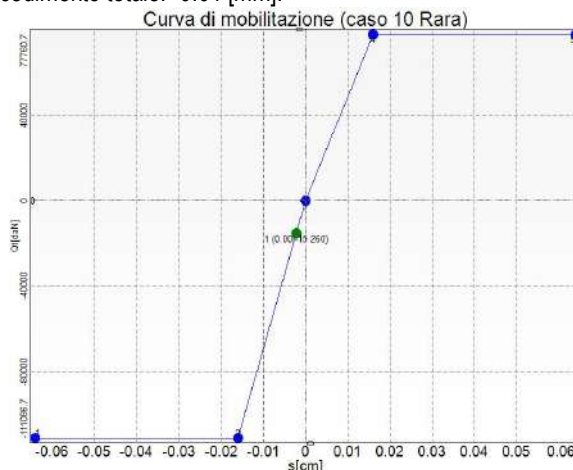
Capacità portante - Situazione peggiore: Punto maglia PM1, Caso C1, Sestetto 1

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Capacità portante					
Punto	Caso	Ses.	R _d : Qt[kN]	S _d : Qt[kN]	fs[-]
PM1	C1	1	365.93	171.54	2.13
PM2	C1	1	568.22	226.36	2.51
PM3	C1	1	568.22	226.36	2.51

Tipologia: TP1 - Verifica: Cedimento

I cedimenti del singolo palo sono calcolati utilizzando la relativa curva di mobilitazione. L'interazione tra i pali è valutata con il metodo dei fattori di interazione (Poulos e Davis, 1980). La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia PM2, nel caso di carico C10, sestetto 1 (Rara). Si ottengono i seguenti valori: cedimento del palo singolo = -0.02 [mm], cedimento indotto dal gruppo = 0.01 [mm], cedimento totale: -0.01 [mm].



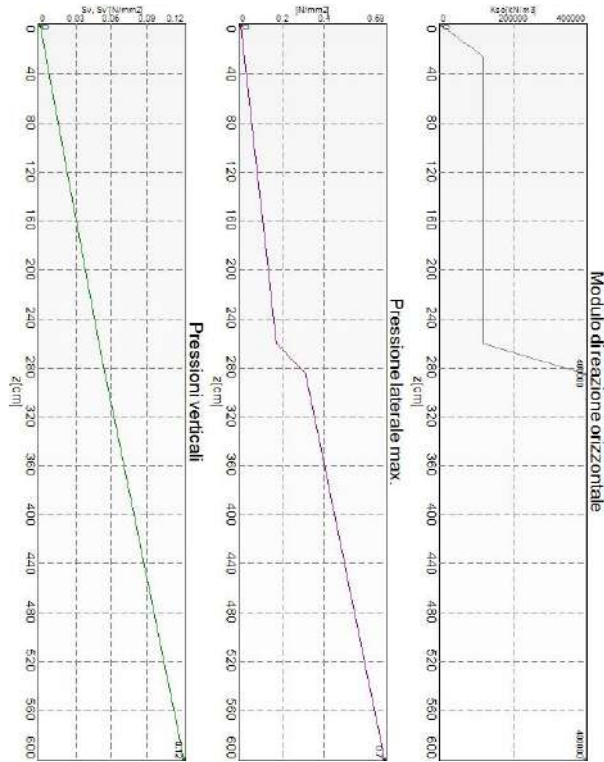
Cedimento - Situazione peggiore: Punto maglia PM2, Caso C10, Sestetto 1

Segue il riassunto della verifica, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Cedimento					
Punto	Caso	Ses.	R _d : Ced.[mm]	S _d : Ced.[mm]	fs[-]
PM1	C10	1	40	0	10.00
PM2	C10	1	-40	0	10.00
PM3	C10	1	-40	0	10.00

Tipologia: TP1 - Verifica: Resistenza trasversale

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia PM1, nel caso di carico C1, sestetto 1 (Stato limite Ultimo).



Resistenza trasversale - Situazione peggiore: Punto maglia PM1, Caso C1, Sestetto 1

Segue il riassunto della verifica, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Resistenza trasversale					
Punto	Caso	Ses.	R _d : R _r [daN]	S _d : R _r [daN]	fs[-]
PM1	C1	1	213.15	26.6	8.01
PM2	C1	1	213.15	26.58	8.02
PM3	C1	1	213.15	26.58	8.02

VERIFICHE STRUTTURALI

Si riporta di seguito il dettaglio delle verifiche eseguite, per ciascun palo, solo in corrispondenza della progressiva dove si ottiene la situazione più severa.

Tipologia: TP1 - Verifica: Spostamento orizzontale

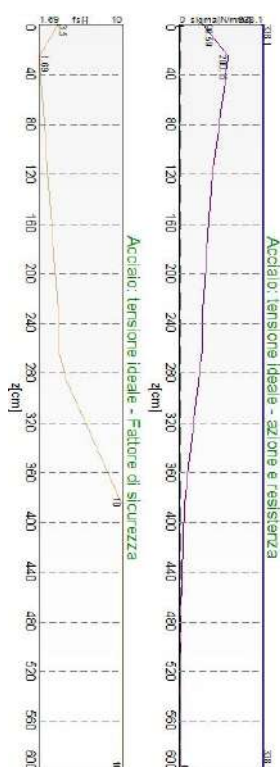
La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia PM1, nel caso di carico C10, sestetto 1 (Rara).

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Spostamento orizzontale					
Punto	Caso	Ses.	R _d : Sor[mm]	S _d : Sor[mm]	fs[-]
PM1	C10	1	40	5	8.33
PM2	C10	1	40	5	8.33
PM3	C10	1	40	5	8.33

Tipologia: TP1 - Verifica: Acciaio: tensione ideale

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia PM2, nel caso di carico C1, sestetto 1 (Stato limite ultimo).



Acciaio: tensione ideale - Situazione peggiore: Punto maglia PM2, Caso C1, Sestetto 1

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Acciaio: tensione ideale					
Punto	Caso	Ses.	R _d : sigma[daN/cm2]	S _d : sigma[daN/cm2]	fs[-]
PM1	C1	1	338.1	181.58	1.86
PM2	C1	1	338.1	200.15	1.69
PM3	C1	1	338.1	200.15	1.69

Di seguito viene riportata la tabella riassuntiva con tutte le verifiche eseguite sui micropali di fondazione del muro d'argine in sponda sinistra, nei vari casi di calcolo definiti.

Per ciascuna verifica è indicato il confronto tra resistenza di calcolo Rd ed azione di calcolo Sd, ed il relativo coefficiente di sicurezza fs.

MURO D'ARGINE IN SPONDA SINISTRA

CASO 1: h (muro) = 2.80ml

Tutti i Punti maglia (3), Tutti i casi (12), Tutti i sestetti (12)					
Caso	CAPACITA' PORTANTE [KN] [f.s.]	CEDIMENTO [mm]	RESISTENZA TRASVERSALE [KN] [f.s.]	SPOSTAMENTO ORIZZONTALE [mm]	TENSIONE IDEALE ACCIAIO [N/mm ²] [f.s.]
1: SLU A1+M1+R3	PM2-S1 ↓350.96/105.21 = 3.34	---	PM1-S1 183.73/26.63 = 6.90	---	PM2-S1 338.1/151.35 = 2.23
2: SLU A2+M2+R2	---	---	---	---	---
3: Sisma_1+1+R_Su	PM2-S1 ↓350.96/53.4 = 6.57	---	PM1-S1 183.73/17.71 = 10.38	---	PM2-S1 338.1/93.82 = 3.60
4: Sisma_1+1+R_Giu	PM2-S1 ↓350.96/54.25 = 6.47	---	PM1-S1 183.73/17.67 = 10.40	---	PM2-S1 338.1/93.99 = 3.60
5: Sisma_1+1+R_Su	PM2-S1 ↓350.96/54.75 = 6.41	---	---	---	---
6: Sisma_1+1+R_Giu	PM2-S1 ↓350.96/55.12 = 6.37	---	---	---	---
7: SLU_Str_Eccezionale (appr.2)	PM1-S1 ↓350.96/54.29 = 6.46	---	PM1-S1 183.73/5.8 = 31.68	---	PM1-S1 338.1/44.13 = 7.66
8: SLU_Geo_Eccezionale (appr.2)	---	---	---	---	---
9: SLU_Equ_Eceez (per equilibrio)	---	---	---	---	---
10: SLE caratteristica (rara)	---	PM2-S1 0 (max -40)	---	PM1-S1 5 (max 40)	---
11: SLE frequente	---	---	---	---	---
12: SLE quasi permanente	---	PM2-S1 0 (max -50)	---	PM1-S1 5 (max 50)	---

C.Port. = Capacità portante | Cedim. = Cedimento | R.Tras. = Resistenza trasversale | --- = Verifica non prevista

CASO 2: h (muro) = 3.40ml

Tutti i Punti maglia (3), Tutti i casi (9), Tutti i sestetti (9)					
Caso	CAPACITA' PORTANTE [KN] [f.s.]	CEDIMENTO [mm]	RESISTENZA TRASVERSALE [KN] [f.s.]	SPOSTAMENTO ORIZZONTALE [mm]	TENSIONE IDEALE ACCIAIO [N/mm ²] [f.s.]
1: SLU A1+M1+R3	PM2-S1 ↓451.23/116.24 = 3.88	---	PM1-S1 191.64/40.94 = 4.68	---	PM2-S1 338.1/215.38 = 1.57
2: SLU A2+M2+R2	---	---	---	---	---
3: Sisma_1+1+R_Su	PM2-S1 ↓451.23/77.7 = 5.81	---	PM1-S1 191.64/24.91 = 7.69	---	PM2-S1 338.1/133.53 = 2.53
4: Sisma_1+1+R_Giu	PM2-S1 ↓451.23/80.26 = 5.62	---	PM1-S1 191.64/24.72 = 7.75	---	PM2-S1 338.1/133.75 = 2.53
5: Sisma_1+1+R_Su	PM2-S1 ↓451.23/79.85 = 5.65	---	---	---	---
6: Sisma_1+1+R_Giu	PM2-S1 ↓451.23/80.96 = 5.57	---	---	---	---
7: SLE caratteristica (rara)	---	PM2-S1 0 (max -40)	---	PM1-S1 7 (max 40)	---
8: SLE frequente	---	---	---	---	---
9: SLE quasi permanente	---	PM2-S1 0 (max -50)	---	PM1-S1 7 (max 50)	---

C.Port. = Capacità portante | Cedim. = Cedimento | R.Tras. = Resistenza trasversale | --- = Verifica non prevista

CASO 3: h (muro) = 2.80ml (fondazione ridotta)

Tutti i Punti maglia (3), Tutti i casi (12), Tutti i sestetti (12)

Caso	CAPACITA' PORTANTE [KN] [f.s.]	CEDIMENTO [mm]	RESISTENZA TRASVERSALE [KN] [f.s.]	SPOSTAMENTO ORIZZONTALE [mm]	TENSIONE IDEALE ACCIAIO [N/mm ²] [f.s.]
1: SLU A1+M1+R3	PM1-S1 ↑365.93/171.54 = 2.13	---	PM1-S1 213.15/26.6 = 8.01	---	PM2-S1 338.1/200.15 = 1.69
2: SLU A2+M2+R2	---	---	---	---	---
3: Sisma_1+1+R_Su	PM1-S1 ↑365.93/108.15 = 3.38	---	PM1-S1 213.15/18.05 = 11.81	---	PM2-S1 338.1/129.24 = 2.62
4: Sisma_1+1+R_Giu	PM1-S1 ↑365.93/105.93 = 3.45	---	PM1-S1 213.15/18.01 = 11.84	---	PM2-S1 338.1/129.16 = 2.62
5: Sisma_1+1+R_Su	PM1-S1 ↑365.93/111.1 = 3.29	---	---	---	---
6: Sisma_1+1+R_Giu	PM1-S1 ↑365.93/110.14 = 3.32	---	---	---	---
7: SLU_Str_Eccezionale (appr.2)	PM2-S1 ↑365.93/70.22 = 5.21	---	PM1-S1 213.15/5.79 = 36.78	---	PM1-S1 338.1/63.36 = 5.34
8: SLU_Geo_Eccezionale (appr.2)	---	---	---	---	---
9: SLU_Equ_Eccez (per equilibrio)	---	---	---	---	---
10: SLE caratteristica (rara)	---	PM2-S1 0 (max -40)	---	PM1-S1 5 (max 40)	---
11: SLE frequente	---	---	---	---	---
12: SLE quasi permanente	---	PM2-S1 0 (max -50)	---	PM1-S1 5 (max 50)	---

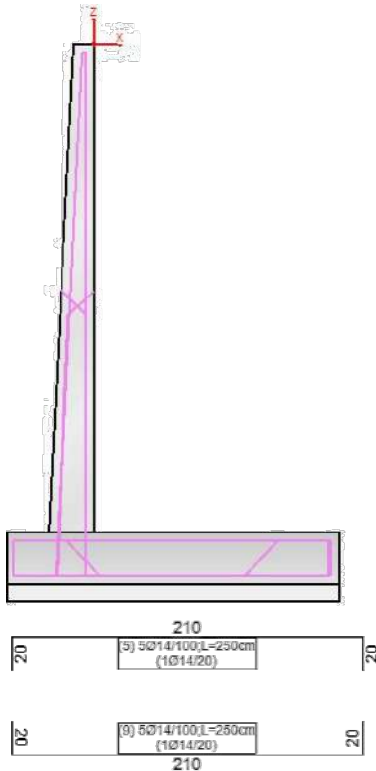
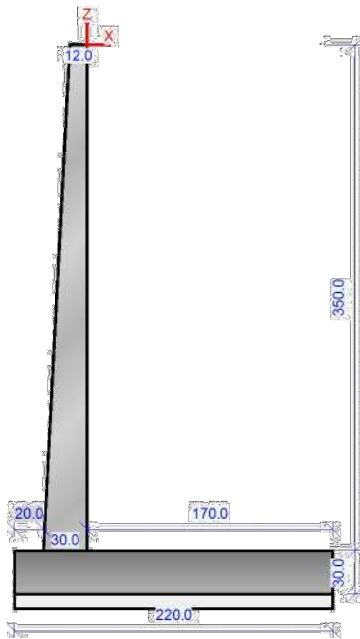
C.Port. = Capacità portante | Cedim. = Cedimento | R.Tras. = Resistenza trasversale | --- = Verifica non prevista

8. MURO D'ARGINE IN SPONDA DESTRA

8.1 CARATTERISTICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

E' stata presa in considerazione la sezione del muro d'argine in sponda destra ove presente il massimo volume di riempimento a tergo ($h=3.50\text{ml}$) e la sezione di altezza pari a 3.00ml , dove il riempimento a tergo raggiunge quote inferiori. Si sono studiati così due modelli di calcolo con le seguenti geometrie:

CASO 1: h (muro) = 3.50ml



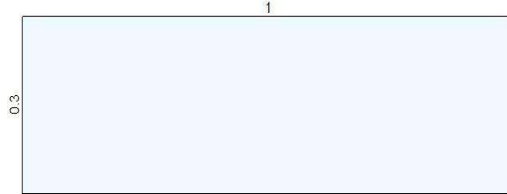
Sezione 1 (testa muro): (valle)



Sezione n. 1:
Area [cm²]: 1 200.0
Jz,g [cm⁴]: 14 400
Jy,g [cm⁴]: 1 000 000
Zg [cm]: 0.0
Yg [cm]: 6.0

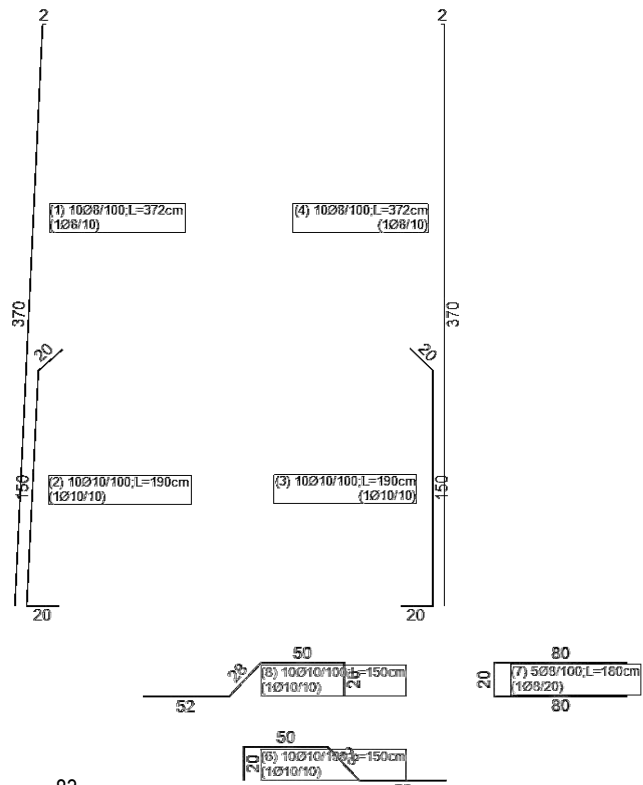
(monte)

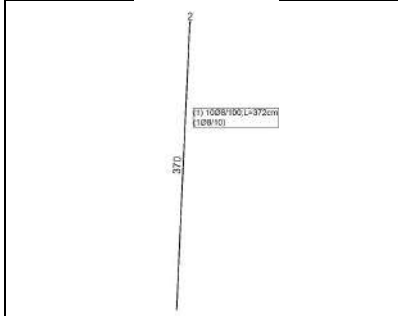
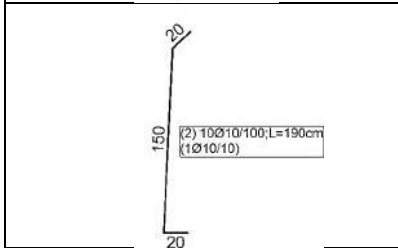
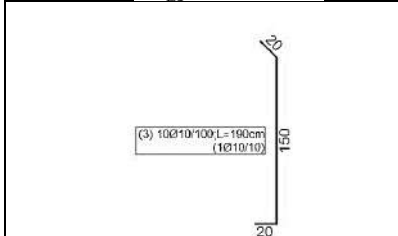
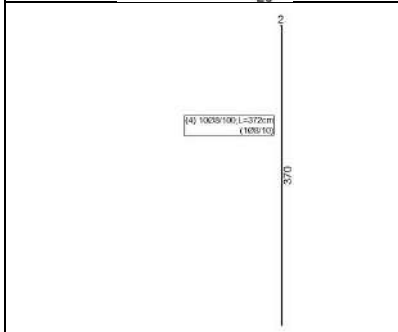
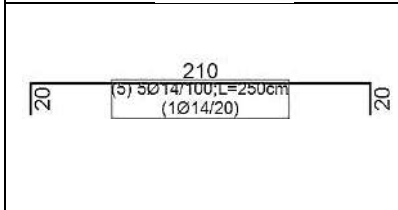
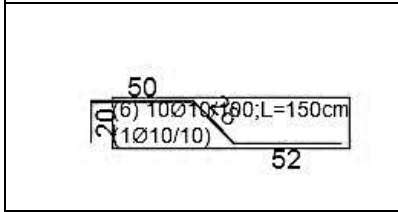
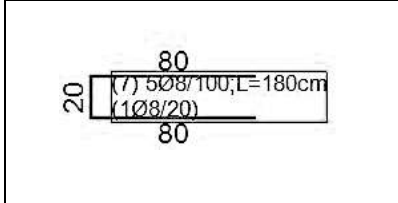
Sezione 2 (piede muro): (valle)



Sezione n. 2:
Area [cm²]: 3 000.0
Jz,g [cm⁴]: 225 000
Jy,g [cm⁴]: 2 500 000
Zg [cm]: 0.0
Yg [cm]: 15.0

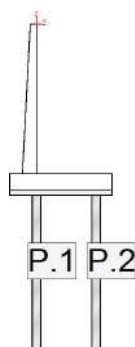
(monte)



SCHEMA ARMATURA	DATI ARMATURA	COORDINATE (x;z)
	<p>- 1 - gruppo = 1 num. ferri = 10 Ø = 8 mm lunghezza = 372 cm descrizione = ferri-tronco a valle tipo = ferrimuro_xz</p>	<p>1 (-0.25;-3.75)[m] 2 (-0.08;-0.05)[m] 3 (-0.05;-0.05)[m]</p>
	<p>- 2 - gruppo = 1 num. ferri = 10 Ø = 10 mm lunghezza = 190 cm descrizione = ferri-ripresa a valle tipo = ferrimuro_xz</p>	<p>1 (-0.05;-3.75)[m] 2 (-0.26;-3.75)[m] 3 (-0.19;-2.25)[m] 4 (-0.04;-2.11)[m]</p>
	<p>- 3 - gruppo = 2 num. ferri = 10 Ø = 10 mm lunghezza = 190 cm descrizione = ferri-ripresa a monte tipo = ferrimuro_xz</p>	<p>1 (-0.25;-3.75)[m] 2 (-0.05;-3.75)[m] 3 (-0.05;-2.55)[m] 4 (-0.19;-2.11)[m]</p>
	<p>- 4 - gruppo = 2 num. ferri = 10 Ø = 8 mm lunghezza = 372 cm descrizione = ferri-tronco a monte tipo = ferrimuro_xz</p>	<p>1 (-0.05;-3.75)[m] 2 (-0.05;-0.05)[m] 3 (-0.07;-0.05)[m]</p>
	<p>- 5 - gruppo = 3 num. ferri = 5 Ø = 14 mm lunghezza = 250 cm descrizione = ferri-fondazione superiore tipo = ferrifond_xz</p>	<p>1 (1.65;-3.75)[m] 2 (1.65;-2.55)[m] 3 (-0.45;-3.55)[m] 4 (-0.45;-3.75)[m]</p>
	<p>- 6 - gruppo = 3 num. ferri = 10 Ø = 10 mm lunghezza = 150 cm descrizione = ferri-fondazione superiore tipo = ferrifond_xz</p>	<p>1 (0.77;-3.75)[m] 2 (0.25;-3.75)[m] 3 (-0.06;-3.55)[m] 4 (-0.45;-3.55)[m] 5 (-0.45;-3.75)[m]</p>
	<p>- 7 - gruppo = 3 num. ferri = 5 Ø = 8 mm lunghezza = 150 cm descrizione = ferri-fondazione superiore tipo = ferrifond_xz</p>	<p>1 (0.36;-3.55)[m] 2 (0.45;-3.55)[m] 3 (-0.45;-3.75)[m] 4 (-0.36;-3.75)[m]</p>

SCHEMA ARMATURA	DATI ARMATURA	COORDINATE (x;z)
	<p>- 8 - gruppo = 3 num. ferri = 10 $\varnothing = 10$ mm lunghezza = 1500 cm descrizione = ferri-fondazione superiore tipo = ferrifond_xz</p>	<p>1 (0.45;-3.75)[m] 2 (0.97;-3.75)[m] 3 (1.16;-3.55)[m] 4 (1.66;-3.55)[m] 5 (1.66;-3.75)[m]</p>
	<p>- 9 - gruppo = 3 num. ferri = 5 $\varnothing = 14$ mm lunghezza = 250 cm descrizione = ferri-fondazione inferiore tipo = ferrifond_xz</p>	<p>1 (1.65;-3.55)[m] 2 (1.65;-3.55)[m] 3 (-0.45;-3.75)[m] 4 (-0.45;-3.55)[m]</p>

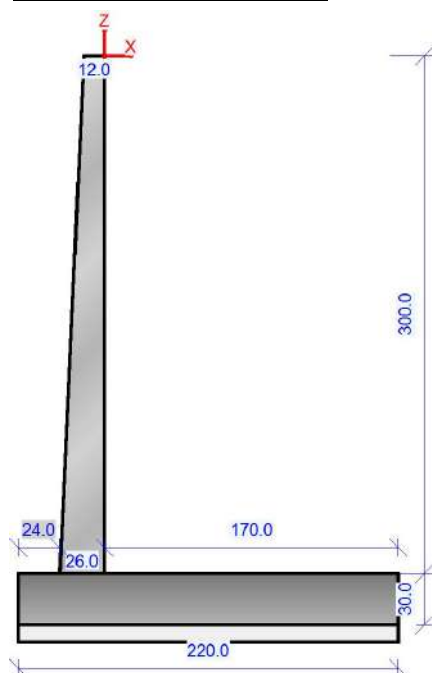
PALI



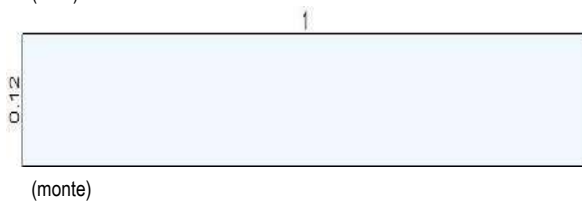
- Fila 1:
- lunghezza = 600 cm
 - interasse = 100 cm
 - scostamento iniziale = 100 cm
 - dist. bordo fondazione = 30 cm
 - inclinazione = 0 °
 - tipo = micropalo
 - vincolo = cerniera
 - \varnothing interno micropalo = 6.89 cm
 - \varnothing esterno micropalo = 8.89 cm
 - \varnothing perforazione = 16 cm

- Fila 2:
- lunghezza = 600 cm
 - interasse = 100 cm
 - scostamento iniziale = 50 cm
 - dist. bordo fondazione = 190 cm
 - inclinazione = 0 °
 - tipo = micropalo
 - vincolo = cerniera
 - \varnothing interno micropalo = 6.89 cm
 - \varnothing esterno micropalo = 8.89 cm
 - \varnothing perforazione = 16 cm

CASO 2: h (muro) = 3.00ml

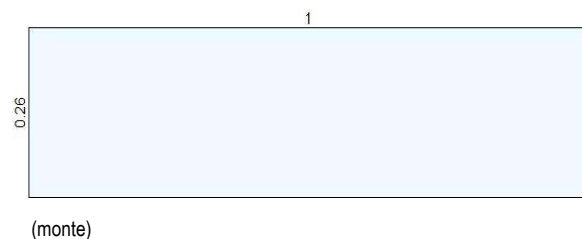


Sezione 1 (testa muro): (valle)

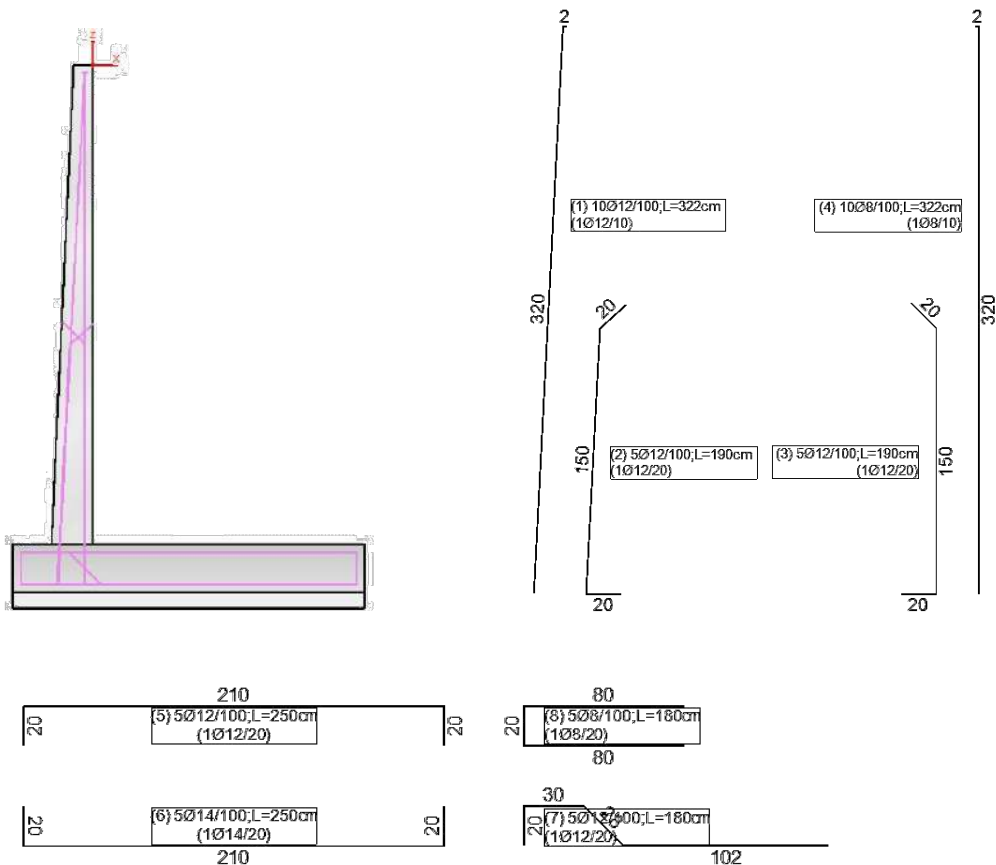


Sezione n. 1:
 Area [cm²]: 1 200.0
 Jz,g [cm⁴]: 14 400
 Jy,g [cm⁴]: 1 000 000
 Zg [cm]: 0.0
 Yg [cm]: 6.0

Sezione 2 (piede muro): (valle)



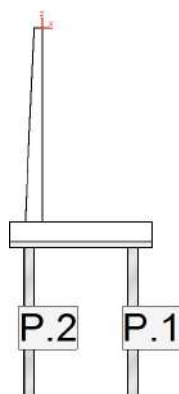
Sezione n. 2:
 Area [cm²]: 2 600.0
 Jz,g [cm⁴]: 146 467
 Jy,g [cm⁴]: 2 166 667
 Zg [cm]: 0.0
 Yg [cm]: 13.0



SCHEMA ARMATURA	DATI ARMATURA	COORDINATE (x;z)
	<p>- 1 - gruppo = 1 num. ferri = 10 Ø = 12 mm lunghezza = 322 cm descrizione = ferri-tronco a valle tipo = ferrimuro_xz</p>	<p>1 (-0.22;-3.24)[m] 2 (-0.05;-0.05)[m] 3 (-0.03;-0.05)[m]</p>
	<p>- 2 - gruppo = 1 num. ferri = 5 Ø = 12 mm lunghezza = 190 cm descrizione = ferri-ripresa a valle tipo = ferrimuro_xz</p>	<p>1 (-0.04;-3.25)[m] 2 (-0.22;-3.25)[m] 3 (-0.14;-1.75)[m] 4 (-0.03;-1.62)[m]</p>
	<p>- 3 - gruppo = 2 num. ferri = 5 Ø = 12 mm lunghezza = 190 cm descrizione = ferri-ripresa a monte tipo = ferrimuro_xz</p>	<p>1 (-0.25;-3.25)[m] 2 (-0.05;-3.25)[m] 3 (-0.05;-1.75)[m] 4 (-0.19;-1.61)[m]</p>

SCHEMA ARMATURA	DATI ARMATURA	COORDINATE (x;z)
	<p>- 4 - gruppo = 2 num. ferri = 10 Ø = 8 mm lunghezza = 322 cm descrizione = ferri-tronco a monte tipo = ferrimuro_xz</p>	<p>1 (-0.05;-3.25)[m] 2 (-0.05;-0.05)[m] 3 (-0.07;-0.05)[m]</p>
	<p>- 5 - gruppo = 3 num. ferri = 5 Ø = 12 mm lunghezza = 250 cm descrizione = ferri-fondazione superiore tipo = ferrifond_xz</p>	<p>1 (1.65;-3.25)[m] 2 (1.65;-3.05)[m] 3 (-0.45;-3.05)[m] 4 (-0.45;-3.25)[m]</p>
	<p>- 6 - gruppo = 3 num. ferri = 5 Ø = 14 mm lunghezza = 250 cm descrizione = ferri-fondazione inferiore tipo = ferrifond_xz</p>	<p>1 (1.65;-3.05)[m] 2 (1.65;-3.25)[m] 3 (-0.45;-3.25)[m] 4 (-0.45;-3.05)[m]</p>
	<p>- 7 - gruppo = 3 num. ferri = 5 Ø = 12 mm lunghezza = 180 cm descrizione = ferri-fondazione superiore tipo = ferrifond_xz</p>	<p>1 (1.07;-3.25)[m] 2 (0.05;-3.248)[m] 3 (-0.15;-3.05)[m] 4 (-0.45;-3.05)[m] 5 (-0.45;-3.25)[m]</p>
	<p>- 8 - gruppo = 3 num. ferri = 5 Ø = 8 mm lunghezza = 180 cm descrizione = ferri-fondazione superiore tipo = ferrifond_xz</p>	<p>1 (0.35;-3.05)[m] 2 (-0.45;-3.05)[m] 3 (-0.45;-3.25)[m] 4 (0.35;-3.25)[m]</p>

PALI



Fila 1:

- lunghezza = 600 cm
- interasse = 100 cm
- scostamento iniziale = 50 cm
- dist. bordo fondazione = 190 cm
- inclinazione = 0°
- tipo = micropalo
- vincolo = cerniera
- Ø interno micropalo = 6.89 cm
- Ø esterno micropalo = 8.89 cm
- Ø perforazione = 16 cm

Fila 2:

- lunghezza = 600 cm
- interasse = 100 cm
- scostamento iniziale = 100 cm
- dist. bordo fondazione = 30 cm
- inclinazione = 0°
- tipo = micropalo
- vincolo = cerniera
- Ø interno micropalo = 6.89 cm
- Ø esterno micropalo = 8.89 cm
- Ø perforazione = 16 cm

8.2 ANALISI DEI CARICHI

In accordo con le NTC 2018, sono state considerate le seguenti categorie di azioni sulla struttura:

- azioni permanenti (G): azioni che agiscono durante tutta la vita nominale di progetto della costruzione, la cui variazione di intensità nel tempo è molto lenta e di modesta entità;
- azioni variabili (Q): azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo.
- sismiche (E): azioni derivanti dai terremoti.

I carichi che gravano sul muro d'argine in sponda destra di progetto sono quindi:

CASO 1: h (muro) = 3.50ml

- peso proprio di tutti gli elementi strutturali (peso muro e fondazione);
- spinta del riporto a monte del muro d'argine (calcolata per i diversi casi di carico nei capitoli successivi);
- sovraccarico variabile per traffico stradale (valutato e modellato come sovraccarico nastriforme pari a 2.00 KN/m²);
- azione sismica (calcolata per i diversi casi di carico nei capitoli successivi).

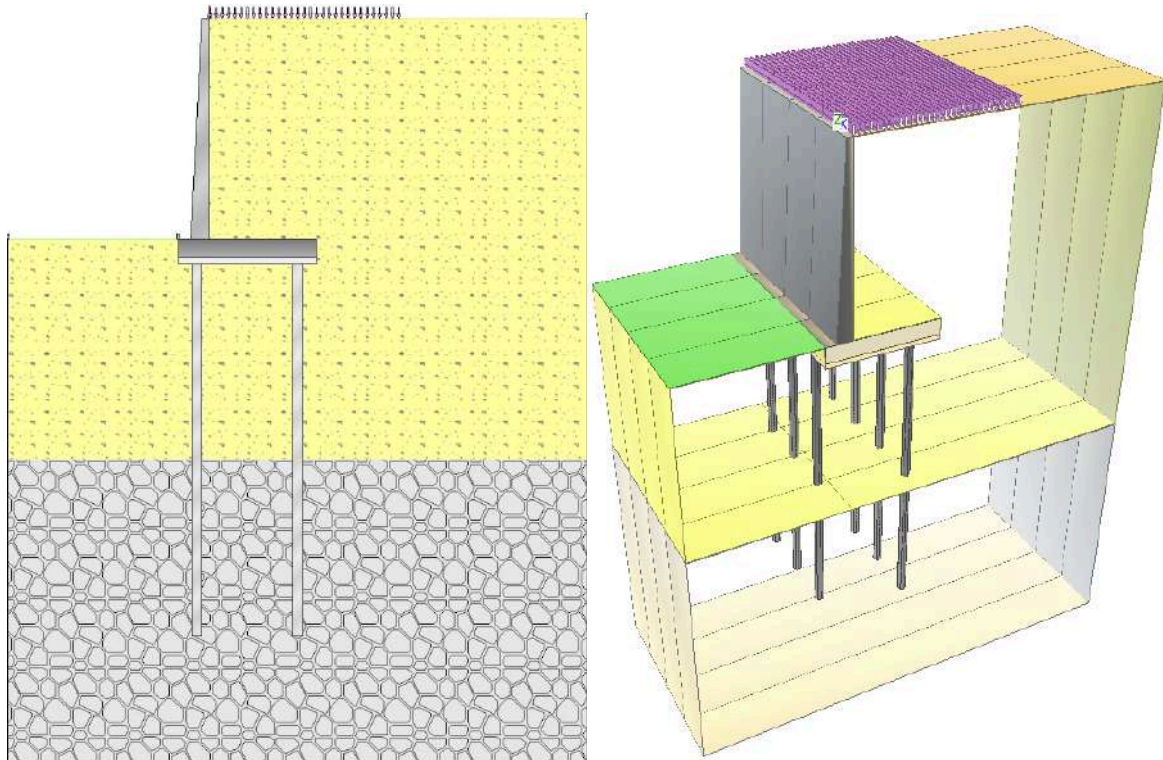
La spinta da valle dovuta alla pressione dell'acqua non è stata considerata in quanto stabilizzante, in presenza di riempimento a quota testa muro.

CASO 2: h (muro) = 3.00ml

- peso proprio di tutti gli elementi strutturali (peso muro e fondazione);
- spinta del riporto a monte del muro d'argine esistente (calcolata per i diversi casi di carico nei capitoli successivi);
- spinta da valle dovuta alla pressione dell'acqua in caso di piena duecentennale del Torrente Varena (valutata e modellata come forza orizzontale concentrata pari a 45.00 KN applicata al paramento del muro a 2.00 ml dalla quota di testa muro);
- azione sismica (calcolata per i diversi casi di carico nei capitoli successivi)

8.3 MODELLAZIONE E METODO DI ANALISI

Il muro d'argine in sponda destra di progetto è stato modellato utilizzando il programma di calcolo CDM DOLMEN versione 2018, in particolare il modulo IS MURI in cui sono stati inserite le caratteristiche geometriche e dei materiali degli elementi strutturali, del terreno e dell'azione sismica.



Sezione trasversale e vista tridimensionale del muro d'argine in sponda destra (caso 1)

Le verifiche geotecniche effettuate sono state:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
- collasso per scorrimento sul piano di posa
- ribaltamento;
- stabilità globale del complesso opera - terreno

Si è verificato che la condizione $E_d \leq R_d$ risulti soddisfatta per ogni stato limite considerato per entrambi i casi modellati (caso 1: $h=3.50\text{ml}$ e caso 2: $h=3.00\text{ml}$).

Le verifiche geotecniche sono state effettuate secondo l'Approccio progettuale di tipo 1, con la combinazione 2 (A2+M2+R2), per quel che riguarda la verifica di stabilità globale.

Le rimanenti verifiche sono state effettuate secondo l'Approccio progettuale di tipo 2, con la combinazione (A1+M1+R3), tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II, 6.4.II e 6.4.VI delle Norme Tecniche del 17/01/2018.

I valori dei diversi coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU risultano essere:

Approccio 1 Combinazione 2 (A2+M2+R2) per stabilità globale		
<i>Coefficienti sulle azioni</i>	<i>Coefficienti proprietà terreno</i>	<i>Coefficienti resistenze</i>
- permanenti/favorevole = 1 - permanenti/sfavorevole = 1 - permanenti non strutturali/favorevole = 0.8 - permanenti non strutturali/sfavorevole = 1.3 - variabili/favorevole = 0 - variabili/sfavorevole = 1.3	- Coesione = 1.25 - Angolo di attrito = 1.25 - Resistenza al taglio non drenata = 1.4	- Stabilità globale = 1.1 - Stabilità globale (sisma) = 1.2
Approccio 2 (A1+M1+R3)		
<i>Coefficienti sulle azioni</i>	<i>Coefficienti proprietà terreno</i>	<i>Coefficienti resistenze</i>
- permanenti/favorevole = 1 - permanenti/sfavorevole = 1.3 - permanenti non strutturali/favorevole = 0.8 - permanenti non strutturali/sfavorevole = 1.5 - variabili/favorevole = 0 - variabili/sfavorevole = 1.5	- Coesione = 1 - Angolo di attrito = 1 - Resistenza al taglio non drenata = 1	- Capacità portante = 1.4 - Scorrimento = 1.1 - Resistenza terreno a valle = 1.4 - Ribaltamento = 1.15 - Capacità portante (sisma) = 1.2 - Scorrimento (sisma) = 1 - Resistenza terreno a valle (sisma) = 1.2 - Ribaltamento (sisma) = 1

Le spinte sono state calcolate con coefficiente di spinta attiva " k_a " (si considera che il muro non sia in grado di subire spostamenti).

Il calcolo della spinta è stato svolto secondo il metodo del cuneo di tentativo generalizzato (Rif.: Renato LANCELLOTTA "Geotecnica" (2004) - NAVFAC Design Manual 7.02 (1986)). Il metodo è iterativo e prevede la suddivisione del terreno a monte dell'opera in poligoni semplici definiti dal paramento, dalla successione stratigrafica e dalla superficie di scivolamento di tentativo. La procedura automatica vaglia numerose superfici di scivolamento ad ogni quota di calcolo lungo il paramento, determinando la configurazione che comporta la spinta massima sull'opera.

Inoltre, sono state adottate i seguenti ulteriori coefficienti:

- attrito muro terreno/ \emptyset (calcolo delle spinte in condizioni drenate: coefficiente applicato all'angolo di resistenza al taglio del terreno per trovare l'angolo di attrito muro/terreno) = 0.67;

- aderenza cordolo terreno/coesione (calcolo delle spinte in condizioni drenate: coefficiente applicato alla coesione efficace del terreno per trovare l'aderenza cordolo/terreno) = 0

- attrito terreno terreno/ \emptyset (calcolo delle spinte in condizioni drenate: coefficiente applicato all'angolo di resistenza al taglio del terreno per trovare l'angolo di attrito terreno/terreno) = 0.67

- aderenza muro terreno/coesione (calcolo delle spinte in condizioni drenate: coefficiente applicato alla coesione efficace del terreno per trovare l'aderenza terreno/terreno) = 0

La verifica di stabilità globale viene eseguita con i metodi di Fellenius e Bishop semplificato, utilizzando il coefficiente di sicurezza minore.

- Attrito stabilità globale / \emptyset' o C_u = 1

Il calcolo delle sollecitazioni e degli spostamenti dell'opera è stato svolto con il metodo degli elementi finiti (FEM). Gli elementi schematizzanti il muro hanno peso e caratteristiche meccaniche proprie dei materiali di cui è costituito. Il terreno spingente (a

monte) è stato rappresentato per mezzo di azioni distribuite applicate sugli elementi.

Il terreno di fondazione è stato rappresentato per mezzo di elementi finiti non-lineari (con parzializzazione), con opportuno coefficiente di reazione alla Winkler in compressione.

- lunghezze aste elevazione = 20 [cm]
- lunghezze aste fondazione = 10 [cm]
- coefficiente di reazione del terreno (Winkler) = 5 [daN/cm³]

La verifica delle sezioni in cemento armato è stata eseguita a Stato Limite Ultimo e Stato Limite di Esercizio.

La pressoflessione è verificata a Stato Limite Ultimo con i diagrammi costitutivi parabola-rettangolo per il calcestruzzo e bilatero per l'acciaio (NTC18 § 4.1.2.1.2). La resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti è verificata a Stato Limite Ultimo (NTC18 § 4.1.2.3.5).

A Stato Limite di Esercizio si verifica lo stato limite di apertura delle fessure [NTC18 § 4.1.2.2.4], e la tensione massima nei materiali [NTC18 § 4.1.2.2.5].

- apertura delle fessure: $k_1=0.40$, $k_1=0.80$, $k_2=0.50$, $k_3=3.40$, $k_4=0.43$. interasse barre limitato.
- lunghezza di ancoraggio, numero di diametri = 20
- lunghezza di ancoraggio, lunghezza minima = 15 [cm]

I carichi agenti sul terreno a monte del muro d'argine sono nastriformi ed hanno un valore pari a:

- CASO 1: Carico 1: - descrizione = carico nastriforme 1
- tipologia = variabili da traffico distribuiti
 - estremi ($x_i; x_f$) = 0 [cm]; 300 [cm]
 - tipo inserimento = sul profilo
 - intensità = 0.2 [daN/cm²]

I carichi agenti sul paramento del muro d'argine sono puntuali ed hanno un valore pari a:

- CASO 2: Carico 1: - descrizione = Spinta acqua
- tipologia = variabile
 - tipo inserimento = sul fusto (estradosso)
 - coord. z = 200 cm
 - T = -45.00 [kN] a ml

I casi di carico considerati per le verifiche geotecniche e strutturali delle fondazioni sono stati:

CASO 1 – CASI DI CARICO		COEFFICIENTI PER I CARICHI	
1	STR (SLU) descr. = SLU A1+M1+R3 coeff. = 1.3(pp.), 1.3(ter.m.), 1.3(fld.m.)1.3(ter.cs.), 1.3(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1	[1.35; -]
2	GEO (SLU_GEO) descr. = SLU A2+M2+R2 coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1	[1.15; -]
3	SLV_SISMA_SU (SLV) descr. = Sisma_1+1+R_Su coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1	[0.00;0.00]
4	SLV_SISMA_GIU (SLV) descr. = Sisma_1+1+R_Giu coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1	[0.00;0.00]
5	SLD_SISMA_SU (SLD) descr. = Sisma_1+1+R_Su coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1	[0.00;0.00]
6	SLD_SISMA_GIU (SLD) descr. = Sisma_1+1+R_Giu coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1	[0.00;0.00]
7	RARA (Caratteristica) descr. = SLE caratteristica (rara) coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1	[1.00; -]
8	FREQ. (Frequente) descr. = SLE frequente coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1	[1.00; -]
9	Q.PERM. (Quasi_Perm) descr. = SLE quasi permanente coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Nas.(ter) --- 1) carico nastriforme 1	[1.00; -]

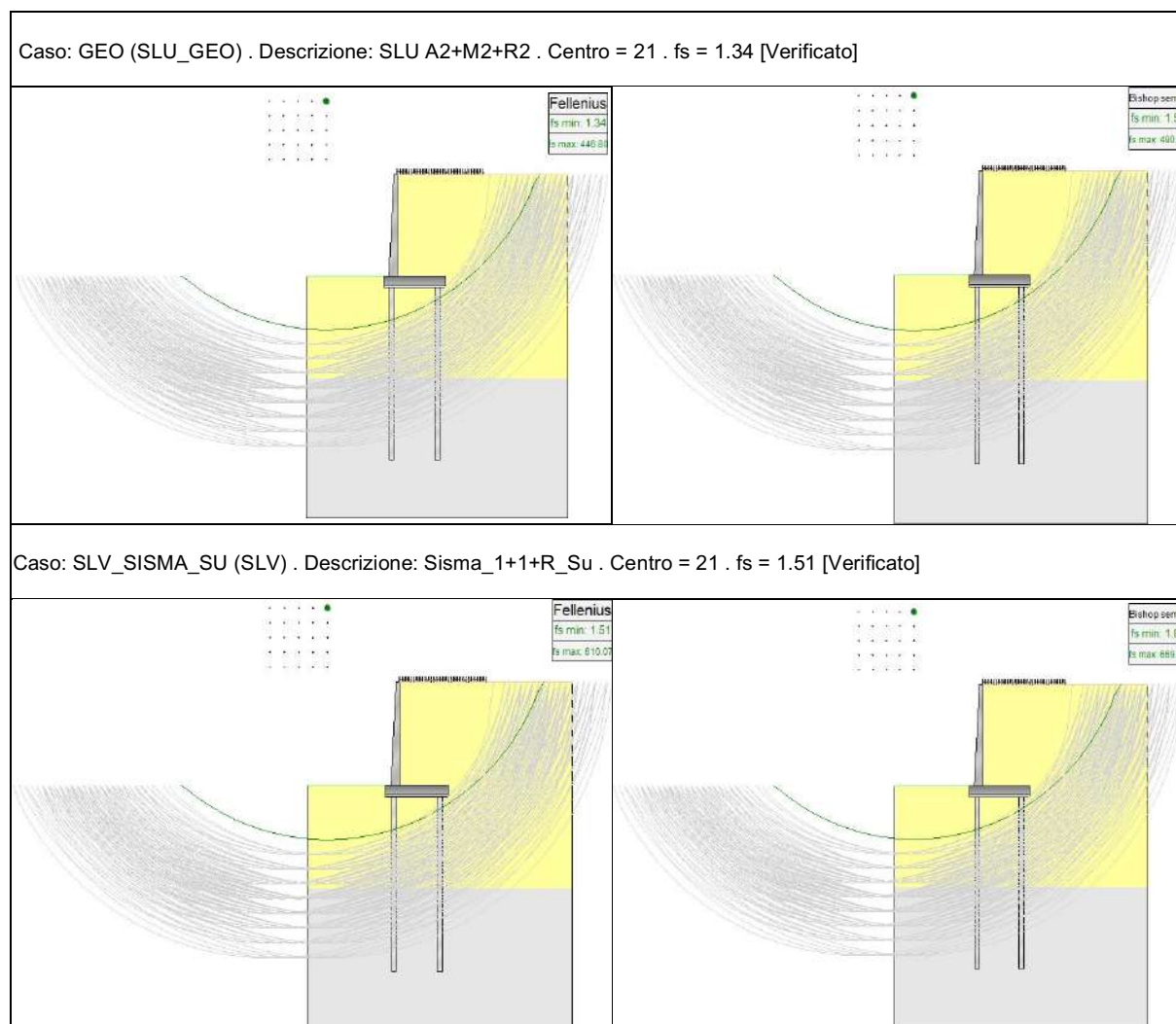
CASO 2 – CASI DI CARICO		COEFFICIENTI PER I CARICHI	
1	STR (SLU) descr. = SLU A1+M1+R3 coeff. = 1.3(pp.), 1.3(ter.m.), 1.3(fld.m.)1.3(ter.cs.), 1.3(fld.cs.)	Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua	[1.50; -]
2	GEO (SLU_GEO) descr. = SLU A2+M2+R2 coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua	[1.30; -]
3	SLV_SISMA_SU (SLV) descr. = Sisma_1+1+R_Su coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua	[1.00;1.00]
4	SLV_SISMA_GIU (SLV) descr. = Sisma_1+1+R_Giu coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua	[1.00;1.00]
5	SLD_SISMA_SU (SLD) descr. = Sisma_1+1+R_Su coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua	[1.00;1.00]
6	SLD_SISMA_GIU (SLD) descr. = Sisma_1+1+R_Giu coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua	[1.00;1.00]
7	RARA (Caratteristica) descr. = SLE caratteristica (rara) coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua	[1.00; -]
8	FREQ. (Frequente) descr. = SLE frequente coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua	[1.00; -]
9	Q.PERM. (Quasi_Perm) descr. = SLE quasi permanente coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.)	Car.Pun.(str) --- 1) Spinta acqua	[1.00; -]

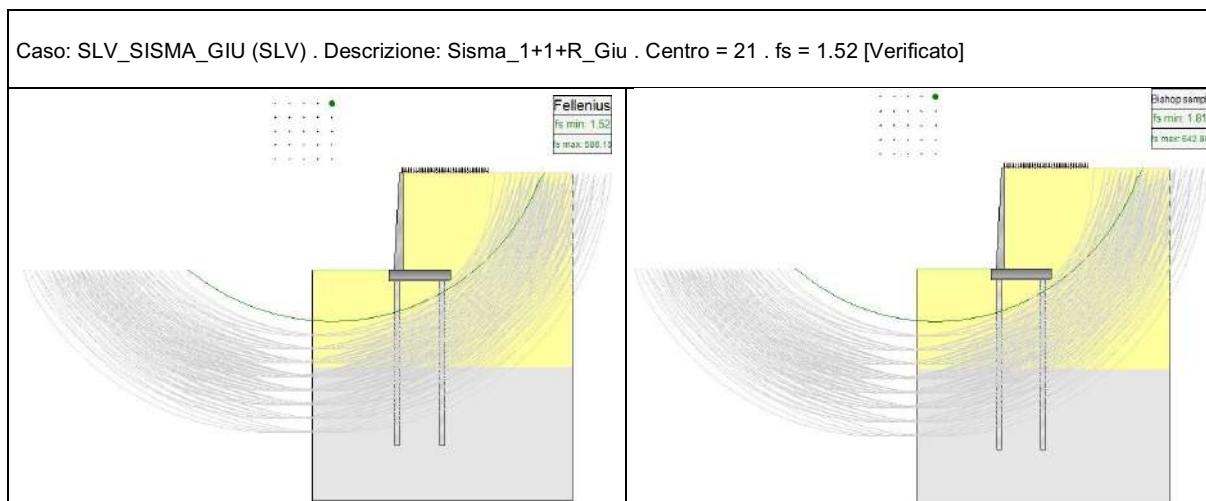
8.4 VERIFICHE GEOTECNICHE – CASO 1: h (muro) = 3.50 ml

Viene valutata la portata di ogni singolo palo :

CASO DI CARICO	PALO (n° fila)	N [KN]	Qtc [KN] (compressione)	Fs>1	Qtt [KN] (trazione)	Fs>1	T [KN]	Rtr [KN] (trasversale)	Fs>1
1 - STR (SLU)	1	-214.2082	386.9542	1.81	-249.1985	-	40.7898	226.166	5.54
1 - STR (SLU)	2	-55.6668	386.9542	6.95	-249.1985	-	40.6632	226.166	5.56
3 - SLV_SISMA_SU (SLV)	1	-124.2399	386.9542	3.11	-249.1985	-	28.6519	226.166	7.89
3 - SLV_SISMA_SU (SLV)	2	-38.4924	386.9542	10.05	-249.1985	-	28.5907	226.166	7.91
4 - SLV_SISMA_GIU (SLV)	1	-137.2545	386.9542	2.82	-249.1985	-	30.9715	226.166	7.3
4 - SLV_SISMA_GIU (SLV)	2	-42.5248	386.9542	9.1	-249.1985	-	30.9053	226.166	7.32
5 - SLD_SISMA_SU (SLD)	1	-118.2582	386.9542	3.27	-249.1985	-	25.1199	226.166	9
5 - SLD_SISMA_SU (SLD)	2	-47.3349	386.9542	8.17	-249.1985	-	25.066	226.166	9.02
6 - SLD_SISMA_GIU (SLD)	1	-123.9691	386.9542	3.12	-249.1985	-	26.1525	226.166	8.65
6 - SLD_SISMA_GIU (SLD)	2	-49.0227	386.9542	7.89	-249.1985	-	26.0963	226.166	8.67

Vengono eseguite le verifiche a stabilità globale sia con il metodo di Fellenius che con quello di Bishop semplificato:



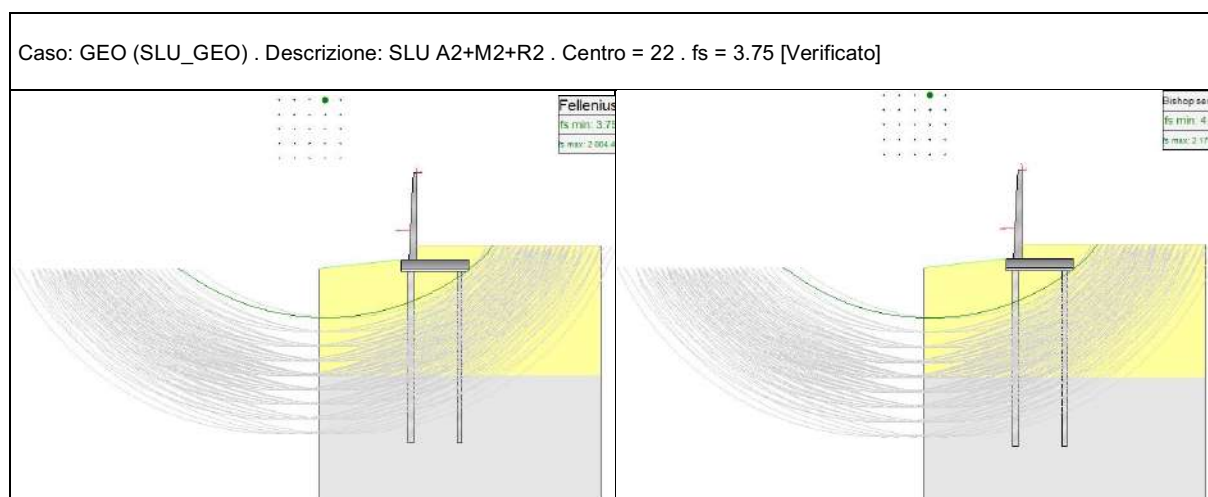


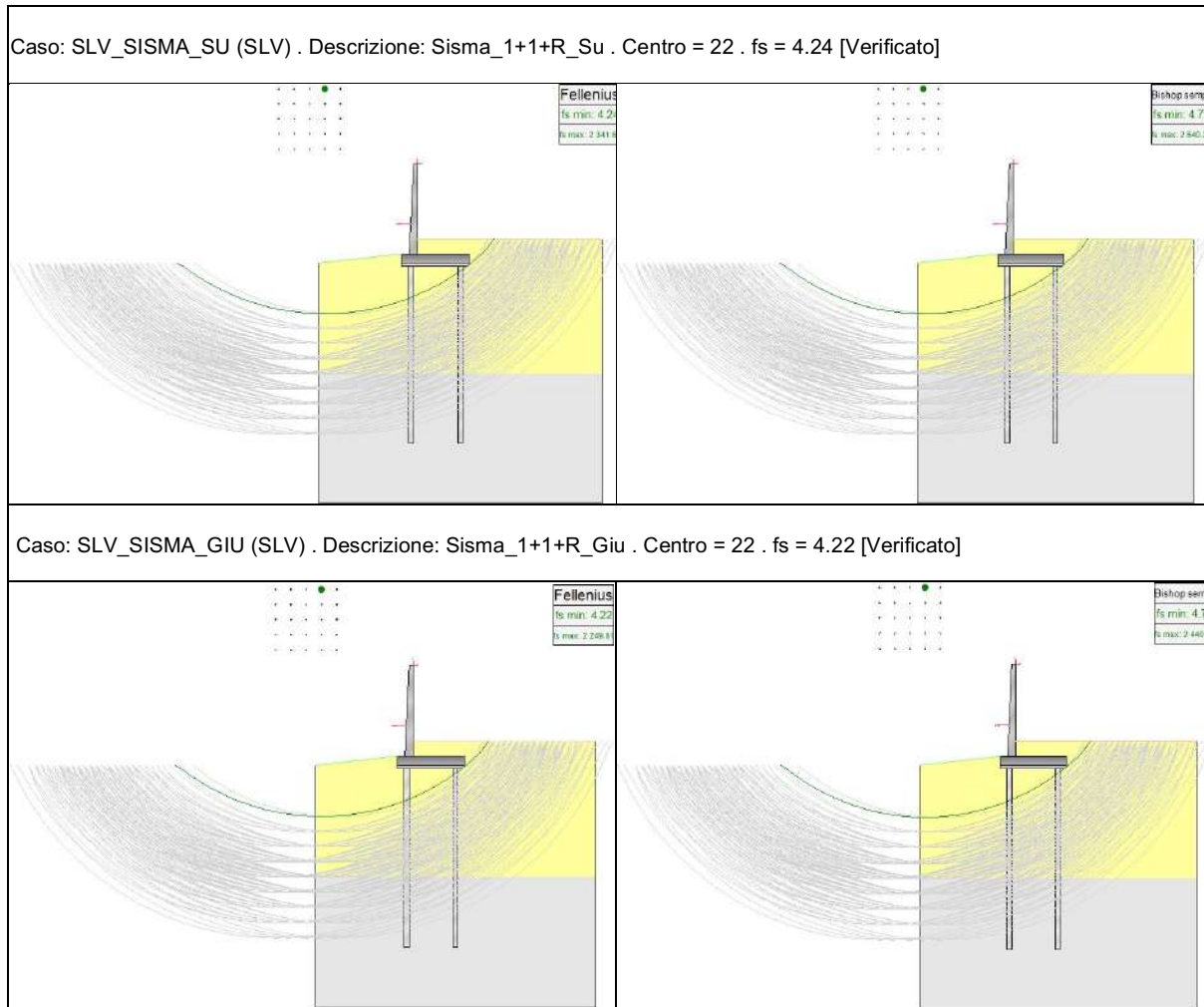
8.5 VERIFICHE GEOTECNICHE – CASO 2: h (muro) = 3.00 ml

Viene valutata la portata di ogni singolo palo :

CASO DI CARICO	PALO (n° fila)	N [KN]	Qtc [KN] (compressione)	Fs>1	Qtt [KN] (trazione)	Fs>1	T [KN]	Rtr [KN] (trasversale)	Fs>1
1 - STR (SLU)	1	-84.4248	317.8553	3.76	-204.6988	-	32.3884	212.6286	6.56
1 - STR (SLU)	2	15.9693	317.8553	-	-204.6988	12.82	32.4942	212.6286	6.54
3 - SLV_SISMA_SU (SLV)	1	-56.6651	317.8553	5.61	-204.6988	-	19.6582	212.6286	10.82
3 - SLV_SISMA_SU (SLV)	2	5.6979	317.8553	-	-204.6988	35.93	19.7264	212.6286	10.78
4 - SLV_SISMA_GIU (SLV)	1	-58.6932	317.8553	5.42	-204.6988	-	19.5555	212.6286	10.87
4 - SLV_SISMA_GIU (SLV)	2	2.7175	317.8553	-	-204.6988	75.33	19.6238	212.6286	10.84
5 - SLD_SISMA_SU (SLD)	1	-58.173	317.8553	5.46	-204.6988	-	20.6868	212.6286	10.28
5 - SLD_SISMA_SU (SLD)	2	5.8732	317.8553	-	-204.6988	34.85	20.7563	212.6286	10.24
6 - SLD_SISMA_GIU (SLD)	1	-59.0505	317.8553	5.38	-204.6988	-	20.641	212.6286	10.3
6 - SLD_SISMA_GIU (SLD)	2	4.5813	317.8553	-	-204.6988	44.68	20.7106	212.6286	10.27

Vengono eseguite le verifiche a stabilità globale sia con il metodo di Fellenius che con quello di Bishop semplificato:





Di seguito viene riportata la tabella riassuntiva con i fattori di sicurezza minimi (= rapporto Rd/Ed o Cd/Ed) calcolati per tutte le verifiche geotecniche del muro d'argine in sponda destra.

Le caselle con i trattini indicano che la verifica corrispondente non va svolta per il relativo Caso di Carico.

MURO D'ARGINE IN SPONDA DESTRA

CASO 1: h (muro) = 3.50ml

CASO DI CARICO	RESISTENZA ASSIALE	RESISTENZA TRASVERSALE	STABILITÀ GLOBALE
1 - STR(SLU)	1.81	5.54	---
2 - GEO(SLU_GEO)	---	---	1.34
3 - SLV_SISMA_SU(SLV)	3.11	7.89	1.51
4 - SLV_SISMA_GIU(SLV)	2.82	7.3	1.52
5 - SLD_SISMA_SU(SLD)	3.27	9	---
6 - SLD_SISMA_GIU(SLD)	3.12	8.65	---
7 - RARA(RARA)	---	---	---
8 - FREQ.(FREQUENTE)	---	---	---
9 - Q.PERM.(QUASI_PERM)	---	---	---

CASO 2: h (muro) = 3.00ml

CASO DI CARICO	RESISTENZA ASSIALE	RESISTENZA TRASVERSALE	STABILITÀ GLOBALE
1 - STR(SLU)	3.76	6.54	---
2 - GEO(SLU_GEO)	---	---	3.75
3 - SLV_SISMA_SU(SLV)	5.61	10.78	4.24
4 - SLV_SISMA_GIU(SLV)	5.42	10.84	4.22
5 - SLD_SISMA_SU(SLD)	5.46	10.24	---
6 - SLD_SISMA_GIU(SLD)	5.38	10.27	---
7 - RARA(RARA)	---	---	---
8 - FREQ.(FREQUENTE)	---	---	---
9 - Q.PERM.(QUASI_PERM)	---	---	---

Muro Verificato!

[Verifiche Superate]

8.6 VERIFICHE STRUTTURALI FONDAZIONE – CASO 1: h (muro) = 3.50 ml

DIAGRAMMI DI SFORZO NORMALE / TAGLIO / MOMENTO

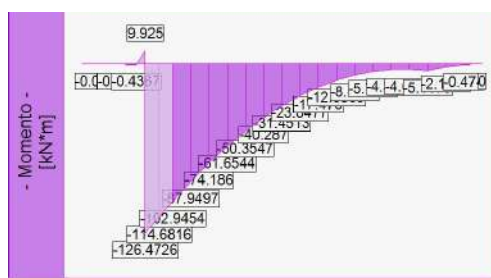
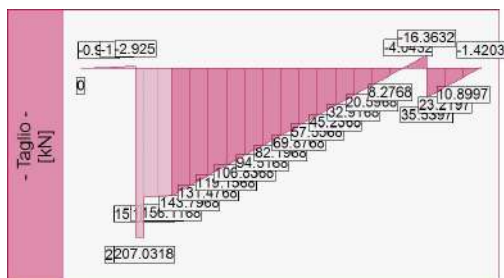
Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)

Fondazione, flessione							
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Mom.Res.POS [kN*m]	Mom.Res.NEG [kN*m]	FS >1/<1	-
-0.4	-0.975	-0.0487	•	368775.5	-1015532.4	> 100	Verificato
-0.3	-1.95	-0.195	•	1011584.1	-1647309.2	> 100	Verificato
0	156.1168	-102.9454	•	970100.4	-1606812.3	1.56	Verificato
0.1	143.7968	-87.9497	•	1105032.3	-1470661.8	1.67	Verificato
0.2	131.4768	-74.186	•	1436890.1	-1137737.7	1.53	Verificato
0.3	119.1568	-61.6544	•	1413707.1	-758463.4	1.23	Verificato
0.4	106.8368	-50.3547	•	1413707.1	-758463.4	1.51	Verificato
0.5	94.5168	-40.287	•	1413707.1	-758463.4	1.88	Verificato
0.6	82.1968	-31.4513	•	756485.3	-756485.3	2.41	Verificato
0.7	69.8768	-23.8477	•	1413707.1	-758463.4	3.18	Verificato
0.8	57.5568	-17.476	•	1413707.1	-758463.4	4.34	Verificato
0.9	45.2368	-12.3363	•	1413707.1	-758463.4	6.15	Verificato
1	32.9168	-8.4286	•	1310784	-858153.5	10.18	Verificato
1.1	20.5968	-5.7529	•	975166.4	-1189647.6	20.68	Verificato
1.2	8.2768	-4.3093	•	762995.7	-1403886.3	32.58	Verificato
1.3	-4.0432	-4.0976	•	762995.7	-1403886.3	34.26	Verificato
1.4	-16.3632	-5.1179	•	762995.7	-1403886.3	27.43	Verificato
1.4	35.5397	-5.1179	•	804854.5	-1445027.2	28.23	Verificato
1.5	23.2197	-2.1799	•	804854.5	-1445027.2	66.29	Verificato
1.6	10.8997	-0.474	•	124655.8	-787550.4	> 100	Verificato

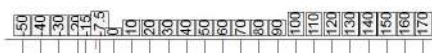
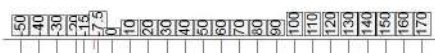
Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)

Fondazione, taglio							
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Tag.Res. [kN]	FS >1/<1	-	
-0.4	-0.975	-0.0487	•	13271.9	> 100	Verificato	
-0.3	-1.95	-0.195	•	15970.5	81.9	Verificato	
0	156.1168	-102.9454	•	15970.5	1.02	Verificato	
0.1	143.7968	-87.9497	•	15970.5	1.11	Verificato	
0.2	131.4768	-74.186	•	13204.5	1	Verificato	
0.3	119.1568	-61.6544	•	12643.4	1.06	Verificato	
0.4	106.8368	-50.3547	•	12643.4	1.18	Verificato	
0.5	94.5168	-40.287	•	12643.4	1.34	Verificato	
0.6	82.1968	-31.4513	•	12643.4	1.54	Verificato	
0.7	69.8768	-23.8477	•	12643.4	1.81	Verificato	
0.8	57.5568	-17.476	•	12643.4	2.2	Verificato	
0.9	45.2368	-12.3363	•	12643.4	2.79	Verificato	
1	32.9168	-8.4286	•	12643.4	3.84	Verificato	
1.1	20.5968	-5.7529	•	15192.6	7.38	Verificato	
1.2	8.2768	-4.3093	•	15192.6	18.36	Verificato	
1.3	-4.0432	-4.0976	•	15192.6	37.58	Verificato	
1.4	-16.3632	-5.1179	•	15192.6	9.28	Verificato	
1.4	35.5397	-5.1179	•	15192.6	4.27	Verificato	
1.5	23.2197	-2.1799	•	15192.6	6.54	Verificato	
1.6	10.8997	-0.474	•	12643.4	11.6	Verificato	

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)



c_d969.Comune di Genova - Prot. 17/03/2023.0121572.E

Caso 2 (GEO [SLU_GEO] - SLU A2+M2+R2)
 Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

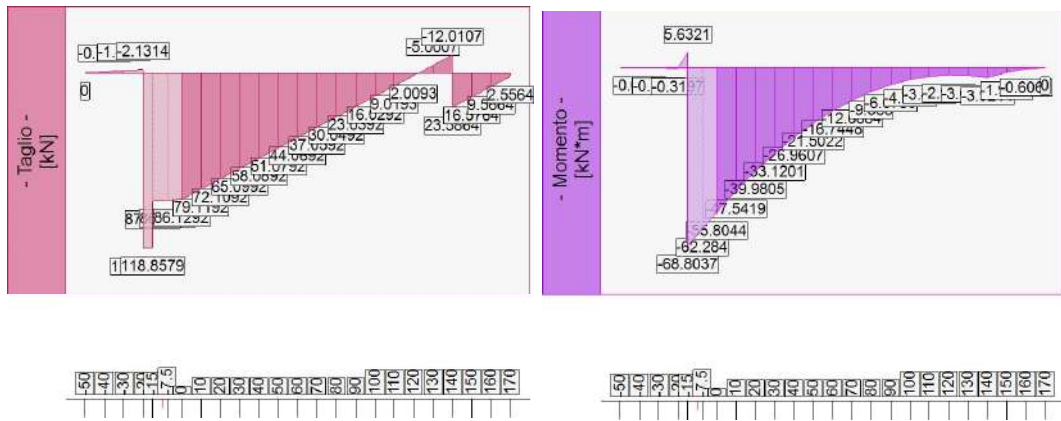
Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)

Fondazione, flessione							
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Mom.Res.POS [kN*m]	Mom.Res.NEG [kN*m]	FS >1/<1	-
-0.4	-0.7105	-0.0355	•	368691.8	-1015446.6	> 100	Verificato
-0.3	-1.4209	-0.1421	•	1011423.3	-1647152.7	> 100	Verificato
0	86.1292	-55.8044	•	992104.1	-1628308.8	2.92	Verificato
0.1	79.1192	-47.5419	•	1126812.5	-1492212.7	3.14	Verificato
0.2	72.1092	-39.9805	•	1458389.4	-1159424.3	2.9	Verificato
0.3	65.0992	-33.1201	•	1435290.5	-780667.9	2.36	Verificato
0.4	58.0892	-26.9607	•	1435211.4	-780584.9	2.9	Verificato
0.5	51.0792	-21.5022	•	1435130.1	-780501.9	3.63	Verificato
0.6	44.0692	-16.7448	•	778606.3	-778606.3	4.65	Verificato
0.7	37.0592	-12.6884	•	1434971.9	-780338.9	6.15	Verificato
0.8	30.0492	-9.333	•	1434890.6	-780255.9	8.36	Verificato
0.9	23.0392	-6.6786	•	1434811.6	-780173	11.68	Verificato
1	16.0292	-4.7251	•	1331926.7	-879624.6	18.62	Verificato
1.1	9.0193	-3.4727	•	996503.5	-1210829.5	34.87	Verificato
1.2	2.0093	-2.9213	•	784219.3	-1424761.4	48.77	Verificato
1.3	-5.0007	-3.0709	•	784138.9	-1424681.4	46.39	Verificato
1.4	-12.0107	-3.9214	•	784057.1	-1424601.3	36.33	Verificato
1.4	23.5864	-3.9214	•	813484.2	-1453493.7	37.07	Verificato
1.5	16.5764	-1.9133	•	813401.7	-1453414.3	75.96	Verificato
1.6	9.5664	-0.6061	•	135346.7	-796882.1	> 100	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)

Fondazione, taglio							
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Tag.Res. [kN]	FS >1/<1	-	
-0.4	-0.7105	-0.0355	•	13271.9	> 100	Verificato	
-0.3	-1.4209	-0.1421	•	15970.5	> 100	Verificato	
0	86.1292	-55.8044	•	15970.5	1.85	Verificato	
0.1	79.1192	-47.5419	•	15970.5	2.02	Verificato	
0.2	72.1092	-39.9805	•	13204.5	1.83	Verificato	
0.3	65.0992	-33.1201	•	12643.4	1.94	Verificato	
0.4	58.0892	-26.9607	•	12643.4	2.18	Verificato	
0.5	51.0792	-21.5022	•	12643.4	2.48	Verificato	
0.6	44.0692	-16.7448	•	12643.4	2.87	Verificato	
0.7	37.0592	-12.6884	•	12643.4	3.41	Verificato	
0.8	30.0492	-9.333	•	12643.4	4.21	Verificato	
0.9	23.0392	-6.6786	•	12643.4	5.49	Verificato	
1	16.0292	-4.7251	•	12643.4	7.89	Verificato	
1.1	9.0193	-3.4727	•	15192.6	16.84	Verificato	
1.2	2.0093	-2.9213	•	15192.6	75.61	Verificato	
1.3	-5.0007	-3.0709	•	15192.6	30.38	Verificato	
1.4	-12.0107	-3.9214	•	15192.6	12.65	Verificato	
1.4	23.5864	-3.9214	•	15192.6	6.44	Verificato	
1.5	16.5764	-1.9133	•	15192.6	9.17	Verificato	
1.6	9.5664	-0.6061	•	12643.4	13.22	Verificato	

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)



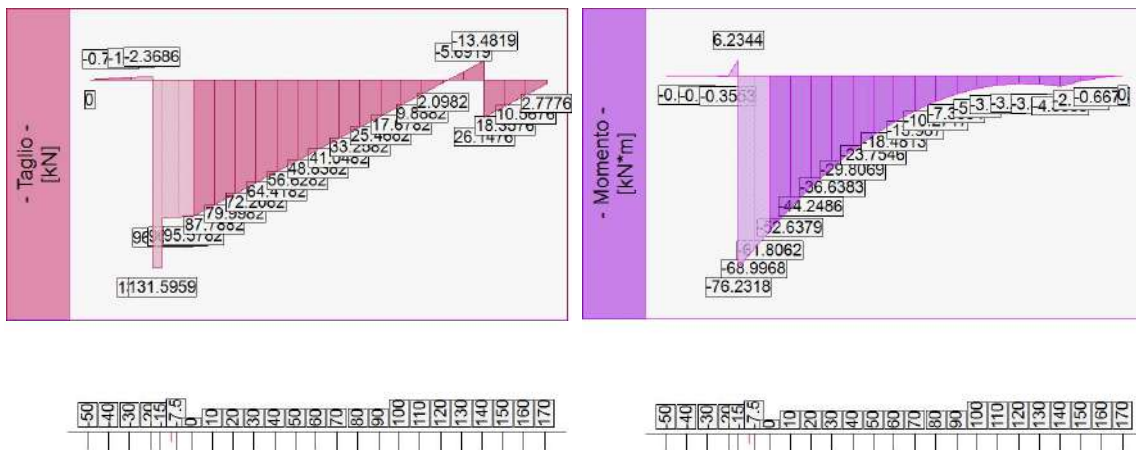
Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)

Fondazione, flessione							
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Mom.Res.POS [kN*m]	Mom.Res.NEG [kN*m]	FS >1/<1	-
-0.4	-0.7895	-0.0395	•	368691.8	-1015446.6	> 100	Verificato
-0.3	-1.579	-0.1579	•	1011423.3	-1647152.7	> 100	Verificato
0	95.5782	-61.8062	•	990460.7	-1626705.7	2.63	Verificato
0.1	87.7882	-52.6379	•	1125183.6	-1490599.3	2.83	Verificato
0.2	79.9982	-44.2486	•	1456775.2	-1157795.2	2.62	Verificato
0.3	72.2082	-36.6383	•	1433663.3	-778992.2	2.13	Verificato
0.4	64.4182	-29.8069	•	1433583.2	-778909.2	2.61	Verificato
0.5	56.6282	-23.7546	•	1433503.1	-778827.8	3.28	Verificato
0.6	48.8382	-18.4813	•	776917.9	-776917.9	4.2	Verificato
0.7	41.0482	-13.987	•	1433342.9	-778661.9	5.57	Verificato
0.8	33.2582	-10.2717	•	1433263.9	-778580.4	7.58	Verificato
0.9	25.4682	-7.3354	•	1433182.7	-778498.9	10.61	Verificato
1	17.6782	-5.178	•	1330289.1	-877962.5	16.96	Verificato
1.1	9.8882	-3.7997	•	994844.7	-1209183.5	31.82	Verificato
1.2	2.0982	-3.2004	•	782562.5	-1423132.8	44.47	Verificato
1.3	-5.6919	-3.3801	•	782480.7	-1423052.8	42.1	Verificato
1.4	-13.4819	-4.3388	•	782398.9	-1422972.9	32.8	Verificato
1.4	26.1476	-4.3388	•	814208.6	-1454204.3	33.52	Verificato
1.5	18.3576	-2.1135	•	814127.6	-1454124.8	68.8	Verificato
1.6	10.5676	-0.6673	•	136260.7	-797682.7	> 100	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)

Fondazione, taglio						
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Tag.Res. [kN]	FS >1/<1	-
-0.4	-0.7895	-0.0395	•	13271.9	> 100	Verificato
-0.3	-1.579	-0.1579	•	15970.5	> 100	Verificato
0	95.5782	-61.8062	•	15970.5	1.67	Verificato
0.1	87.7882	-52.6379	•	15970.5	1.82	Verificato
0.2	79.9982	-44.2486	•	13204.5	1.65	Verificato
0.3	72.2082	-36.6383	•	12643.4	1.75	Verificato
0.4	64.4182	-29.8069	•	12643.4	1.96	Verificato
0.5	56.6282	-23.7546	•	12643.4	2.23	Verificato
0.6	48.8382	-18.4813	•	12643.4	2.59	Verificato
0.7	41.0482	-13.987	•	12643.4	3.08	Verificato
0.8	33.2582	-10.2717	•	12643.4	3.8	Verificato
0.9	25.4682	-7.3354	•	12643.4	4.96	Verificato
1	17.6782	-5.178	•	12643.4	7.15	Verificato
1.1	9.8882	-3.7997	•	15192.6	15.36	Verificato
1.2	2.0982	-3.2004	•	15192.6	72.41	Verificato
1.3	-5.6919	-3.3801	•	15192.6	26.69	Verificato
1.4	-13.4819	-4.3388	•	15192.6	11.27	Verificato
1.4	26.1476	-4.3388	•	15192.6	5.81	Verificato
1.5	18.3576	-2.1135	•	15192.6	8.28	Verificato
1.6	10.5676	-0.6673	•	12643.4	11.96	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)

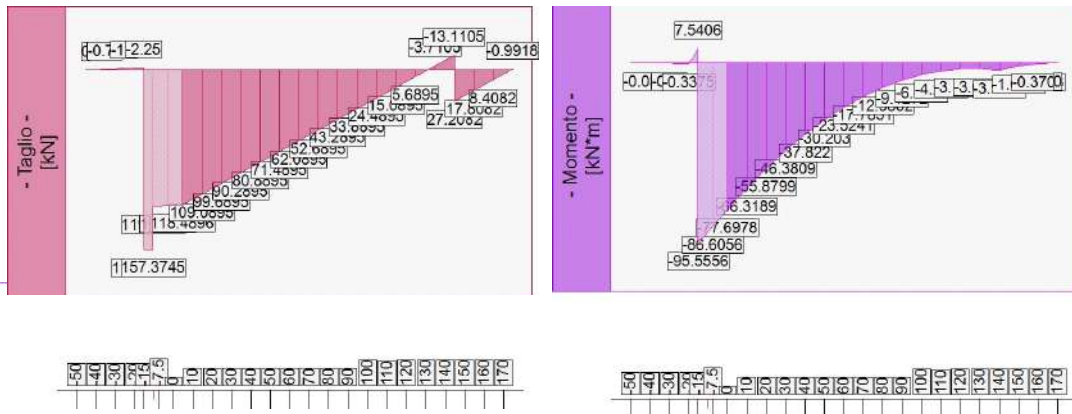
Caso 5 (SLD_SISMA_SU [SLD] - Sisma_1+1+R_Su)
 Caso 6 (SLD_SISMA_GIU [SLD] - Sisma_1+1+R_Giu)

Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

Caso 7 (RARA [Caratteristica] - SLE caratteristica (rara))

Fondazione, tensioni di esercizio cls, tensioni di esercizio acciaio					
quota [m]	Tensione Cls [N/mm ²]	FS >1/<1	Tensione Acc [N/mm ²]	FS >1/<1	-
-0.4	0.004	> 100	0.161	> 100	Verificato
-0.3	0.014	> 100	0.381	> 100	Verificato
0	7.114	2.45	197.137	1.83	Verificato
0.1	6.811	2.56	202.251	1.78	Verificato
0.2	6.554	2.66	235.712	1.53	Verificato
0.3	5.805	3	266.79	1.35	Verificato
0.4	4.734	3.68	217.558	1.65	Verificato
0.5	3.78	4.61	173.732	2.07	Verificato
0.6	3.051	5.71	134.68	2.67	Verificato
0.7	2.226	7.83	102.303	3.52	Verificato
0.8	1.625	10.72	74.698	4.82	Verificato
0.9	1.142	15.26	52.501	6.86	Verificato
1	0.824	21.15	35.026	10.28	Verificato
1.1	0.509	34.26	17.146	21	Verificato
1.2	0.314	55.59	9.326	38.6	Verificato
1.3	0.304	57.37	9.036	39.84	Verificato
1.4	0.386	45.1	11.495	31.32	Verificato
1.4	0.386	45.1	11.495	31.32	Verificato
1.5	0.165	> 100	4.916	73.24	Verificato
1.6	0.049	> 100	2.07	> 100	Verificato

Tensione nei materiali lungo la fondazione, per il Caso 7 (RARA [Caratteristica] - SLE caratteristica (rara))



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 7 (RARA [Caratteristica] - SLE caratteristica (rara))

Caso 8 (FREQ. [Frequente] - SLE frequente)

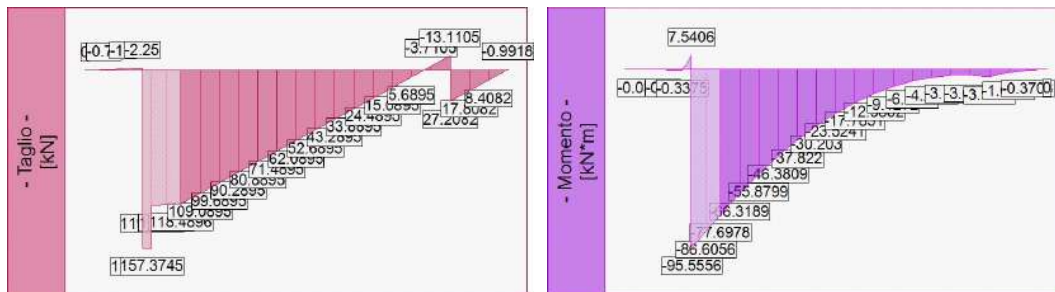
Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

Caso 9 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - SLE quasi permanente)

Fondazione, tensioni di esercizio cls, tensioni di esercizio acciaio					
quota [m]	Tensione Cls [N/mm ²]	FS >1/<1	Tensione Acc [N/mm ²]	FS >1/<1	-
-0.4	0.004	> 100	0.161	-	Verificato
-0.3	0.014	> 100	0.381	-	Verificato
0	7.114	1.84	197.137	-	Verificato
0.1	6.811	1.92	202.251	-	Verificato
0.2	6.554	1.99	235.712	-	Verificato
0.3	5.805	2.25	266.79	-	Verificato
0.4	4.734	2.76	217.558	-	Verificato
0.5	3.78	3.46	173.732	-	Verificato
0.6	3.051	4.28	134.68	-	Verificato
0.7	2.226	5.87	102.303	-	Verificato
0.8	1.625	8.04	74.698	-	Verificato
0.9	1.142	11.44	52.501	-	Verificato
1	0.824	15.86	35.026	-	Verificato

1.1	0.509	25.69	17.146	-	Verificato
1.2	0.314	41.69	9.326	-	Verificato
1.3	0.304	43.03	9.036	-	Verificato
1.4	0.386	33.82	11.495	-	Verificato
1.4	0.386	33.82	11.495	-	Verificato
1.5	0.165	79.1	4.916	-	Verificato
1.6	0.049	> 100	2.07	-	Verificato

Tensione nei materiali lungo la fondazione, per il Caso 9 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - SLE quasi permanente)



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 9 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - SLE quasi permanente)

8.7 VERIFICHE STRUTTURALI FONDAZIONE – CASO 2: h (muro) = 3.00 ml

DIAGRAMMI DI SFORZO NORMALE / TAGLIO / MOMENTO

Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)

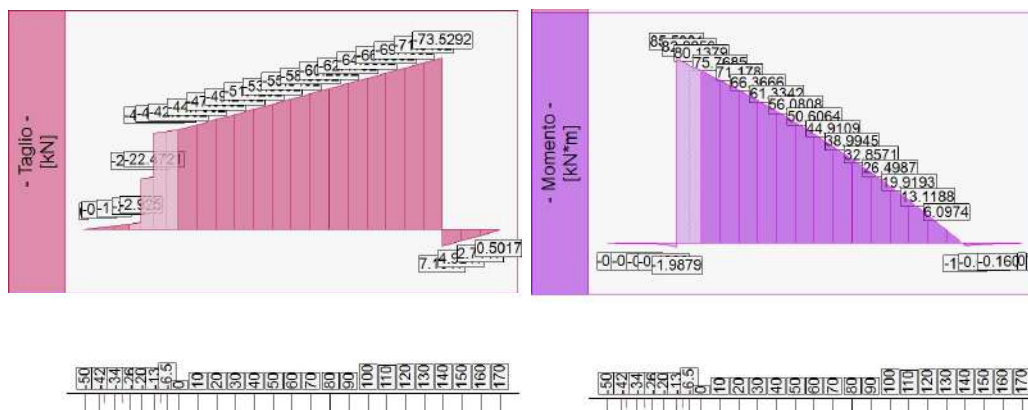
Fondazione, flessione							
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Mom.Res.POS [kN*m]	Mom.Res.NEG [kN*m]	FS >1/<1	-
-0.42	-0.78	-0.0312	•	310300.7	-310300.7	> 100	Verificato
-0.34	-1.56	-0.1248	•	1010577.9	-1304943.4	> 100	Verificato
-0.26	-2.34	-0.2808	•	1010577.9	-1304943.4	> 100	Verificato
0	-42.5892	80.1379	•	1388287.5	-994668.2	1.73	Verificato
0.1	-44.7992	75.7685	•	1499925.2	-880909.2	1.98	Verificato
0.2	-47.0092	71.178	•	1295885.8	-673479.4	1.82	Verificato
0.3	-49.2192	66.3666	•	1295885.8	-673479.4	1.95	Verificato
0.4	-51.4292	61.3342	•	1295885.8	-673479.4	2.11	Verificato
0.5	-53.6392	56.0808	•	1295885.8	-673479.4	2.31	Verificato
0.6	-55.8492	50.6064	•	1295885.8	-673479.4	2.56	Verificato
0.7	-58.0592	44.9109	•	1295885.8	-673479.4	2.89	Verificato
0.8	-60.2692	38.9945	•	1295885.8	-673479.4	3.32	Verificato
0.9	-62.4792	32.8571	•	832213.1	-664015.2	2.53	Verificato
1	-64.6892	26.4987	•	832213.1	-664015.2	3.14	Verificato
1.1	-66.8992	19.9193	•	832213.1	-664015.2	4.18	Verificato
1.2	-69.1092	13.1188	•	832213.1	-664015.2	6.34	Verificato
1.3	-71.3192	6.0974	•	832213.1	-664015.2	13.65	Verificato
1.4	-73.5292	-1.145	•	832213.1	-664015.2	57.99	Verificato
1.4	7.1317	-1.145	•	797936.9	-629812	55.01	Verificato
1.5	4.9217	-0.5423	•	797936.9	-629812	> 100	Verificato
1.6	2.7117	-0.1607	•	98439.4	-590523.3	> 100	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)

Fondazione, taglio						
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Tag.Res. [kN]	FS >1/<1	-
-0.42	-0.78	-0.0312	•	12643.4	> 100	Verificato
-0.34	-1.56	-0.1248	•	14607.6	93.64	Verificato
-0.26	-2.34	-0.2808	•	14607.6	62.43	Verificato
0	-42.5892	80.1379	•	15294.2	3.59	Verificato

0.1	-44.7992	75.7685	.	15294.2	3.41	Verificato
0.2	-47.0092	71.178	.	14439.7	3.07	Verificato
0.3	-49.2192	66.3666	.	14439.7	2.93	Verificato
0.4	-51.4292	61.3342	.	14439.7	2.81	Verificato
0.5	-53.6392	56.0808	.	14439.7	2.69	Verificato
0.6	-55.8492	50.6064	.	14439.7	2.59	Verificato
0.7	-58.0592	44.9109	.	14439.7	2.49	Verificato
0.8	-60.2692	38.9945	.	14439.7	2.4	Verificato
0.9	-62.4792	32.8571	.	12643.4	2.02	Verificato
1	-64.6892	26.4987	.	12643.4	1.95	Verificato
1.1	-66.8992	19.9193	.	12643.4	1.89	Verificato
1.2	-69.1092	13.1188	.	12643.4	1.83	Verificato
1.3	-71.3192	6.0974	.	12643.4	1.77	Verificato
1.4	-73.5292	-1.145	.	12643.4	1.72	Verificato
1.4	7.1317	-1.145	.	12643.4	17.73	Verificato
1.5	4.9217	-0.5423	.	12643.4	25.69	Verificato
1.6	2.7117	-0.1607	.	12643.4	46.63	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU A1+M1+R3)

Caso 2 (GEO [SLU_GEO] - SLU A2+M2+R2)

Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)

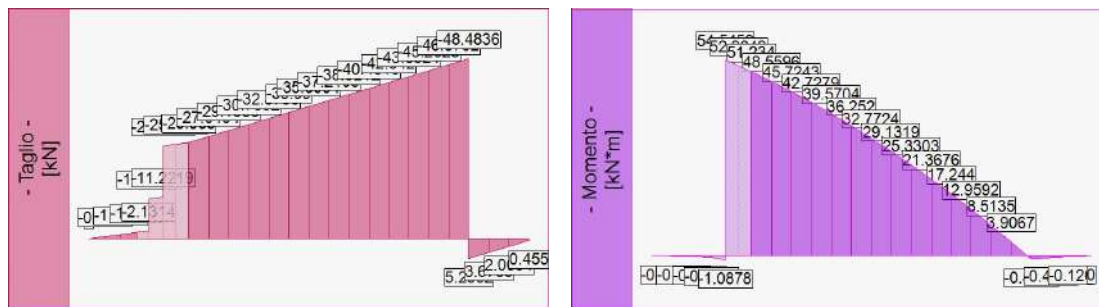
Fondazione, flessione							
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Mom.Res.POS [kN*m]	Mom.Res.NEG [kN*m]	FS >1/<1	-
-0.42	-0.5684	-0.0227	.	310221.4	-310221.4	> 100	Verificato
-0.34	-1.1368	-0.0909	.	1010448.3	-1304815.3	> 100	Verificato
-0.26	-1.7051	-0.2046	.	1010384.9	-1304750	> 100	Verificato
0	-25.938	51.234	.	1376629.5	-982821.6	2.69	Verificato
0.1	-27.5484	48.5596	.	1488250.3	-869048	3.06	Verificato
0.2	-29.1588	45.7243	.	1283892.8	-661419.5	2.81	Verificato
0.3	-30.7692	42.7279	.	1283811.1	-661338.4	3	Verificato
0.4	-32.3796	39.5704	.	1283731.2	-661255.8	3.24	Verificato
0.5	-33.99	36.252	.	1283649.5	-661174.7	3.54	Verificato
0.6	-35.6004	32.7724	.	1283567.8	-661093.5	3.92	Verificato
0.7	-37.2108	29.1319	.	1283487.9	-661012.3	4.41	Verificato
0.8	-38.8212	25.3303	.	1283406.2	-660931.2	5.07	Verificato
0.9	-40.4316	21.3676	.	819254.8	-651082.2	3.83	Verificato
1	-42.042	17.244	.	819170.8	-650998.6	4.75	Verificato
1.1	-43.6524	12.9592	.	819086.8	-650916.7	6.32	Verificato
1.2	-45.2628	8.5135	.	819002.8	-650833.1	9.62	Verificato
1.3	-46.8732	3.9067	.	818920.3	-650749.5	20.96	Verificato
1.4	-48.4836	-0.8612	.	818836.4	-650665.9	75.56	Verificato
1.4	5.2862	-0.8612	.	798031.6	-629905.2	73.15	Verificato
1.5	3.6758	-0.4131	.	797947.5	-629822.5	> 100	Verificato
1.6	2.0654	-0.126	.	98344.4	-590442.7	> 100	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)

Fondazione, taglio							
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	.	Tag.Res. [kN]	FS >1/<1	-	
-0.42	-0.5684	-0.0227	.	12643.4	> 100	Verificato	
-0.34	-1.1368	-0.0909	.	14607.6	> 100	Verificato	

-0.26	-1.7051	-0.2046	•	14607.6	85.67	Verificato
0	-25.938	51.234	•	15294.2	5.9	Verificato
0.1	-27.5484	48.5596	•	15294.2	5.55	Verificato
0.2	-29.1588	45.7243	•	14439.7	4.95	Verificato
0.3	-30.7692	42.7279	•	14439.7	4.69	Verificato
0.4	-32.3796	39.5704	•	14439.7	4.46	Verificato
0.5	-33.99	36.252	•	14439.7	4.25	Verificato
0.6	-35.6004	32.7724	•	14439.7	4.06	Verificato
0.7	-37.2108	29.1319	•	14439.7	3.88	Verificato
0.8	-38.8212	25.3303	•	14439.7	3.72	Verificato
0.9	-40.4316	21.3676	•	12643.4	3.13	Verificato
1	-42.042	17.244	•	12643.4	3.01	Verificato
1.1	-43.6524	12.9592	•	12643.4	2.9	Verificato
1.2	-45.2628	8.5135	•	12643.4	2.79	Verificato
1.3	-46.8732	3.9067	•	12643.4	2.7	Verificato
1.4	-48.4836	-0.8612	•	12643.4	2.61	Verificato
1.4	5.2862	-0.8612	•	12643.4	23.92	Verificato
1.5	3.6758	-0.4131	•	12643.4	34.4	Verificato
1.6	2.0654	-0.126	•	12643.4	61.22	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)



Sollecitazioni in fondazione, per il Caso 3 (SLV_SISMA_SU [SLV] - Sisma_1+1+R_Su)

Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)

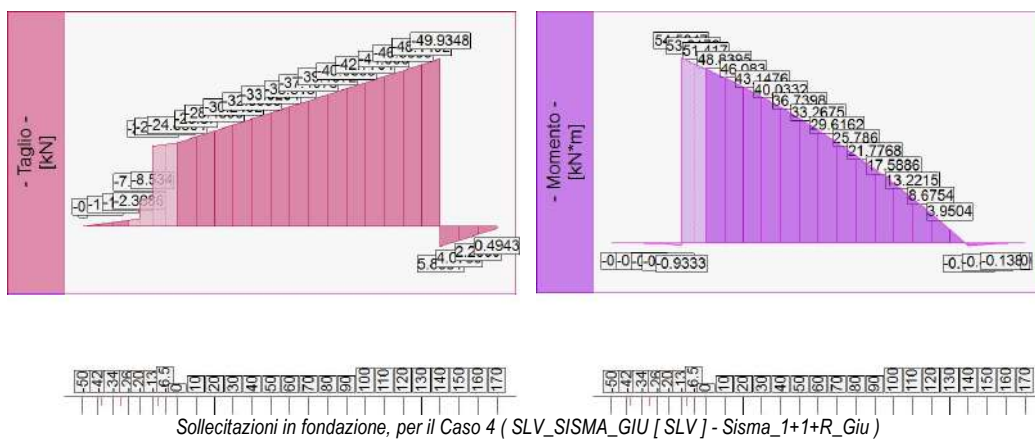
Fondazione, flessione							
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	•	Mom.Res.POS [kN*m]	Mom.Res.NEG [kN*m]	FS >1/<1	-
-0.42	-0.6316	-0.0253	•	310221.4	-310221.4	> 100	Verificato
-0.34	-1.2632	-0.1011	•	1010448.3	-1304815.3	> 100	Verificato
-0.26	-1.8949	-0.2274	•	1010384.9	-1304750	> 100	Verificato
0	-24.8804	51.417	•	1376653.3	-982844.6	2.68	Verificato
0.1	-26.67	48.8395	•	1488272.9	-869071.7	3.05	Verificato
0.2	-28.4596	46.083	•	1283917	-661442.5	2.79	Verificato
0.3	-30.2492	43.1476	•	1283835.2	-661361.4	2.98	Verificato
0.4	-32.0388	40.0332	•	1283753.5	-661280.2	3.21	Verificato
0.5	-33.8284	36.7398	•	1283673.6	-661199	3.49	Verificato
0.6	-35.618	33.2675	•	1283591.9	-661117.8	3.86	Verificato
0.7	-37.4076	29.6162	•	1283510.2	-661035.3	4.33	Verificato
0.8	-39.1972	25.786	•	1283428.5	-660954.2	4.98	Verificato
0.9	-40.9868	21.7768	•	819277.7	-651107.1	3.76	Verificato
1	-42.7764	17.5886	•	819195.2	-651023.5	4.66	Verificato
1.1	-44.566	13.2215	•	819111.2	-650939.9	6.2	Verificato
1.2	-46.3556	8.6754	•	819027.2	-650856.3	9.44	Verificato
1.3	-48.1452	3.9504	•	818944.8	-650772.6	20.73	Verificato
1.4	-49.9348	-0.9536	•	818859.3	-650689	68.23	Verificato
1.4	5.8631	-0.9536	•	798163.8	-630037.1	66.07	Verificato
1.5	4.0735	-0.4568	•	798079.6	-629954.5	> 100	Verificato
1.6	2.2839	-0.1389	•	98515	-590585.9	> 100	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)

Fondazione, taglio						
quota [m]	Taglio [kN]	Momento [kN*m]	•	Tag.Res. [kN]	FS >1/<1	-
-0.42	-0.6316	-0.0253	•	12643.4	> 100	Verificato
-0.34	-1.2632	-0.1011	•	14607.6	> 100	Verificato

-0.26	-1.8949	-0.2274	•	14607.6	77.09	Verificato
0	-24.8804	51.417	•	15294.2	6.15	Verificato
0.1	-26.67	48.8395	•	15294.2	5.73	Verificato
0.2	-28.4596	46.083	•	14439.7	5.07	Verificato
0.3	-30.2492	43.1476	•	14439.7	4.77	Verificato
0.4	-32.0388	40.0332	•	14439.7	4.51	Verificato
0.5	-33.8284	36.7398	•	14439.7	4.27	Verificato
0.6	-35.618	33.2675	•	14439.7	4.05	Verificato
0.7	-37.4076	29.6162	•	14439.7	3.86	Verificato
0.8	-39.1972	25.786	•	14439.7	3.68	Verificato
0.9	-40.9868	21.7768	•	12643.4	3.08	Verificato
1	-42.7764	17.5886	•	12643.4	2.96	Verificato
1.1	-44.566	13.2215	•	12643.4	2.84	Verificato
1.2	-46.3556	8.6754	•	12643.4	2.73	Verificato
1.3	-48.1452	3.9504	•	12643.4	2.63	Verificato
1.4	-49.9348	-0.9536	•	12643.4	2.53	Verificato
1.4	5.8631	-0.9536	•	12643.4	21.56	Verificato
1.5	4.0735	-0.4568	•	12643.4	31.04	Verificato
1.6	2.2839	-0.1389	•	12643.4	55.36	Verificato

Taglio e Momento lungo la mensola di fondazione, per il Caso 4 (SLV_SISMA_GIU [SLV] - Sisma_1+1+R_Giu)



Caso 5 (SLD_SISMA_SU [SLD] - Sisma_1+1+R_Su)

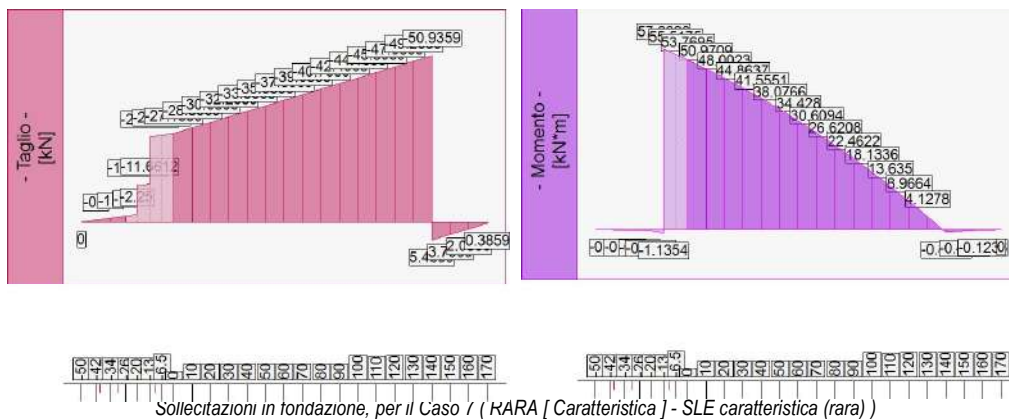
Caso 6 (SLD_SISMA_GIU [SLD] - Sisma_1+1+R_Giu)

Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

Caso 7 (RARA [Caratteristica] - SLE caratteristica (rara))

Fondazione, tensioni di esercizio cls, tensioni di esercizio acciaio						
quota [m]	Tensione Cls [N/mm ²]	FS >1/<1	Tensione Acc [N/mm ²]	FS >1/<1		
-0.42	0.005	> 100	0.401	> 100		Verificato
-0.34	0.01	> 100	0.314	> 100		Verificato
-0.26	0.022	> 100	0.707	> 100		Verificato
0	5.818	3	183.146	1.97		Verificato
0.1	4.981	3.5	147.297	2.44		Verificato
0.2	5.085	3.43	163.477	2.2		Verificato
0.3	4.753	3.67	152.788	2.36		Verificato
0.4	4.402	3.96	141.52	2.54		Verificato
0.5	4.034	4.32	129.674	2.78		Verificato
0.6	3.647	4.78	117.248	3.07		Verificato
0.7	3.243	5.38	104.243	3.45		Verificato
0.8	2.82	6.18	90.66	3.97		Verificato
0.9	2.937	5.93	128.422	2.8		Verificato
1	2.371	7.35	103.675	3.47		Verificato
1.1	1.783	9.78	77.955	4.62		Verificato
1.2	1.173	14.86	51.263	7.02		Verificato
1.3	0.54	32.29	23.6	15.25		Verificato
1.4	0.131	> 100	6.772	53.16		Verificato
1.4	0.131	> 100	6.772	53.16		Verificato
1.5	0.062	> 100	3.207	> 100		Verificato
1.6	0.019	> 100	0.946	> 100		Verificato

Tensione nei materiali lungo la fondazione, per il Caso 7 (RARA [Caratteristica] - SLE caratteristica (rara))



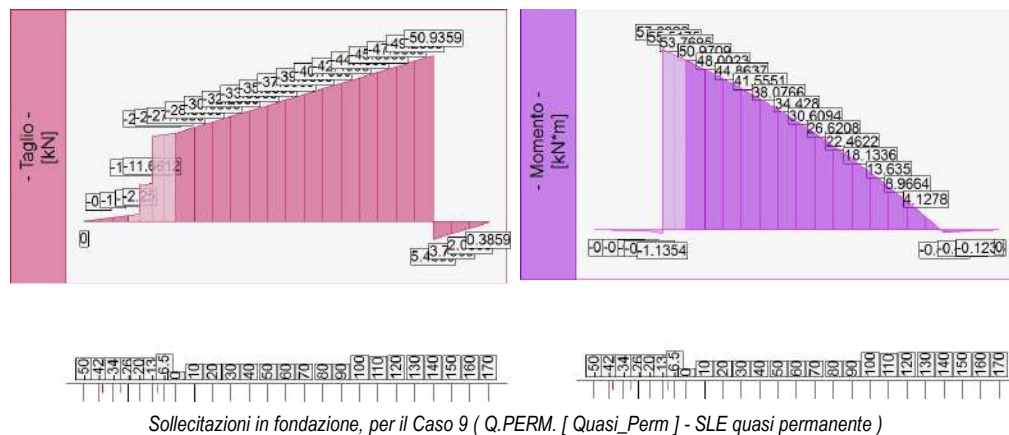
Caso 8 (FREQ. [Frequente] - SLE frequente)

Nessuna verifica per questo Caso di Carico.

Caso 9 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - SLE quasi permanente)

Fondazione, tensioni di esercizio cls, tensioni di esercizio acciaio					
quota [m]	Tensione Cls [N/mm ²]	FS >1/<1	Tensione Acc [N/mm ²]	FS >1/<1	-
-0.42	0.005	> 100	0.401	-	Verificato
-0.34	0.01	> 100	0.314	-	Verificato
-0.26	0.022	> 100	0.707	-	Verificato
0	5.818	2.25	183.146	-	Verificato
0.1	4.981	2.62	147.297	-	Verificato
0.2	5.085	2.57	163.477	-	Verificato
0.3	4.753	2.75	152.788	-	Verificato
0.4	4.402	2.97	141.52	-	Verificato
0.5	4.034	3.24	129.674	-	Verificato
0.6	3.647	3.58	117.248	-	Verificato
0.7	3.243	4.03	104.243	-	Verificato
0.8	2.82	4.64	90.66	-	Verificato
0.9	2.937	4.45	128.422	-	Verificato
1	2.371	5.51	103.675	-	Verificato
1.1	1.783	7.33	77.955	-	Verificato
1.2	1.173	11.15	51.263	-	Verificato
1.3	0.54	24.22	23.6	-	Verificato
1.4	0.131	99.92	6.772	-	Verificato
1.4	0.131	99.92	6.772	-	Verificato
1.5	0.062	> 100	3.207	-	Verificato
1.6	0.019	> 100	0.946	-	Verificato

Tensione nei materiali lungo la fondazione, per il Caso 9 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - SLE quasi permanente)



Di seguito viene riportata la tabella riassuntiva con i fattori di sicurezza minimi (= rapporto Rd/Ed o Cd/Ed) calcolati per tutte le verifiche strutturali della fondazione del muro d'argine in sponda destra.

Le caselle con i trattini indicano che la verifica corrispondente non va svolta per il relativo Caso di Carico.

MURO D'ARGINE IN SPONDA DESTRA

CASO 1: h (muro) = 3.50ml

caso di carico	FS strutturale Fondazione (flessione)	FS strutturale Fondazione (taglio)	FS strutturale Fondazione (tensione cls)	FS strutturale Fondazione (tensione acciaio)
1 - STR(SLU)	1.23	1	---	---
2 - GEO(SLU_GEO)	---	---	---	---
3 - SLV_SISMA_SU(SLV)	2.36	1.83	---	---
4 - SLV_SISMA_GIU(SLV)	2.13	1.65	---	---
5 - SLD_SISMA_SU(SLD)	---	---	---	---
6 - SLD_SISMA_GIU(SLD)	---	---	---	---
7 - RARA(RARA)	---	---	2.45	1.35
8 - FREQ.(FREQUENTE)	---	---	---	---
9 - Q.PERM.(QUASI_PERM)	---	---	1.84	---

CASO 2: h (muro) = 3.00ml

caso di carico	FS strutturale Fondazione (flessione)	FS strutturale Fondazione (taglio)	FS strutturale Fondazione (tensione cls)	FS strutturale Fondazione (tensione acciaio)
1 - STR(SLU)	1.73	1.72	---	---
2 - GEO(SLU_GEO)	---	---	---	---
3 - SLV_SISMA_SU(SLV)	2.69	2.61	---	---
4 - SLV_SISMA_GIU(SLV)	2.68	2.53	---	---
5 - SLD_SISMA_SU(SLD)	---	---	---	---
6 - SLD_SISMA_GIU(SLD)	---	---	---	---
7 - RARA(RARA)	---	---	3	1.97
8 - FREQ.(FREQUENTE)	---	---	---	---
9 - Q.PERM.(QUASI_PERM)	---	---	2.25	---

Muro Verificato!

[Verifiche Superate]

8.8 VERIFICHE DEI MICROPALI – CASO 1: h (muro) = 3.50 ml

La verifica è stata condotta per i micropali maggiormente sollecitati della fila 1 e della fila 2.

MATERIALI

Calcestruzzo

Tipo	f_{ck} [N/mm ²]	γ_c	f_{cd} [N/mm ²]	E [N/mm ²]
C30/37 (Cls 1)	30.71	1.50	17.40	33019.435

Di seguito sono elencate le tensioni massime ammesse in esercizio.

Tipo	$\sigma^{(-)}_{cls, rara}$ [N/mm ²]	$\sigma^{(-)}_{cls, q.p.}$ [N/mm ²]
C30/37 (Cls 1)	18.43	13.82

Condizioni ambientali: a (poco aggressivo) [§4.1.2.2.4.3].

Acciaio per carpenteria

Tipo	$f_{yk}(0\div40)$ [N/mm ²]	γ_{m0}	$f_{yd}(0\div40)$ [N/mm ²]	E [N/mm ²]
S 355 (Acc 1)	355	1.05	338.10	210000

COMBINAZIONI DEI CARICHI

Tutte le verifiche sono eseguite secondo l'Approccio 2.

Si svolge l'analisi per i seguenti 12 casi di carico.

CASO	NOME	TIPO	SISMA	N° SESTETTI	DESCR.
C1	STR	SLU	No	1	SLU A1+M1+R3
C2	GEO	SLU Geo	No	1	SLU A2+M2+R2
C3	SLV_SISMA_SU	SLV	Si	1	Sisma_1+1+R_Su
C4	SLV_SISMA_GIU	SLV	Si	1	Sisma_1+1+R_Giu
C5	SLD_SISMA_SU	SLD	Si	1	Sisma_1+1+R_Su
C6	SLD_SISMA_GIU	SLD	Si	1	Sisma_1+1+R_Giu
C7	RARA	Rara	No	1	SLE caratteristica (rara)
C8	FREQ.	Freq	No	1	SLE frequente
C9	Q.PERM.	QPerm	No	1	SLE quasi permanente

TIPI DI PALO

Nel progetto del muro d'argine in sponda sinistra è stata utilizzata una tipologia di micropalo con le seguenti caratteristiche:

Palo	Nome	\varnothing in.[cm]	\varnothing es.[cm]	\varnothing pe.[cm]	L[m]	W[KN]	Acc.	Cls
M1	Fila 1, Fila 2 (Micr. 1)	6.89	8.89	16	6	3.8116	S 355 (Acc 1)	C30/37 (Cls 1)

PUNTI MAGLIA

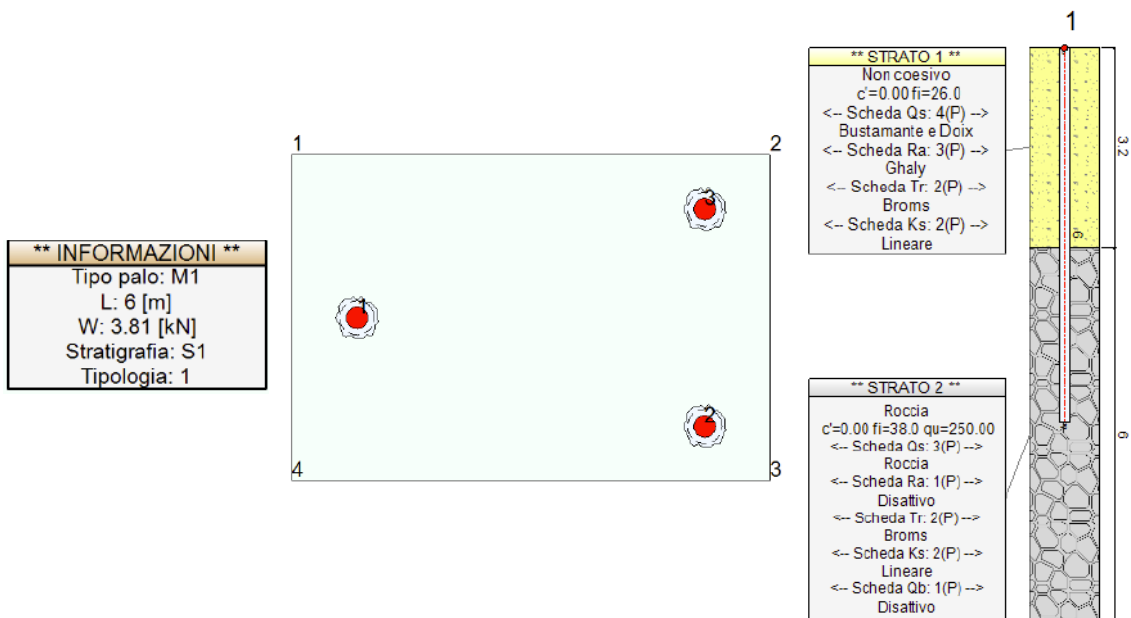
Si è modellata una porzione di fondazione comprendente tre punti maglia, associati a delle coordinate, un tipo di palo ed i dati del terreno.

Punto	X[m]	Y[m]	Palo	β [°]	ϑ [°]	Rotaz.	Stratig.	SPT	CPT	Descr.
PM1	-0.2	1	M1	0	0	Libera	S1	SPT1	-	
PM2	1.4	0.5	M1	0	0	Libera	S1	SPT1	-	
PM3	1.4	1.5	M1	0	0	Libera	S1	SPT1	-	

FONDAZIONE

La porzione di fondazione modellata è definita da 4 vertici.

Vertice	X[m]	Y[m]
V1	-0.5	1.75
V2	1.7	1.75
V3	1.7	0.25
V4	-0.5	0.25



Stralcio planimetrico e sezione tipo dei micropali

AZIONI

Le azioni sono applicate direttamente in testa ai pali, espresse rispetto al sistema di riferimento globale.

Punto	Caso	Ses.	N _z [KN]	V _x [KN]	V _y [KN]	M _x [KN*m]	M _y [KN*m]	T _z [KN*m]
Punto maglia: Punto 1								
Caso: STR - SLU A1+M1+R3								
PM1	C1	1	-210.4443	-40.7898	0	0	0	0
Caso: GEO - SLU A2+M2+R2								
PM1	C2	1	-182.3248	-39.7744	0	0	0	0
Caso: SLV_SISMA_SU - Sisma_1+1+R_Su								
PM1	C3	1	-121.3446	-28.6519	0	0	0	0
Caso: SLV_SISMA_GIU - Sisma_1+1+R_Giu								
PM1	C4	1	-134.3592	-30.9715	0	0	0	0
Caso: SLD_SISMA_SU - Sisma_1+1+R_Su								
PM1	C5	1	-115.3629	-25.1199	0	0	0	0
Caso: SLD_SISMA_GIU - Sisma_1+1+R_Giu								
PM1	C6	1	-121.0738	-26.1525	0	0	0	0
Caso: RARA - SLE caratteristica (rara)								
PM1	C7	1	-159.9995	-30.9291	0	0	0	0
Caso: FREQ. - SLE frequente								
PM1	C8	1	-159.9995	-30.9291	0	0	0	0
Caso: Q.PERM. - SLE quasi permanente								
PM1	C9	1	-159.9995	-30.9291	0	0	0	0

Punto	Caso	Ses.	N _z [KN]	V _x [KN]	V _y [KN]	M _x [KN*m]	M _y [KN*m]	T _z [KN*m]
Punto maglia: Punto 2 / Punto 3								
Caso: STR - SLU A1+M1+R3								
PM2 / PM3	C1	1	-51.9029	-40.6632	0	0	0	0
Caso: GEO - SLU A2+M2+R2								
PM2 / PM3	C2	1	-23.1878	-39.651	0	0	0	0
Caso: SLV_SISMA_SU - Sisma_1+1+R_Su								
PM2 / PM3	C3	1	-35.5971	-28.5907	0	0	0	0
Caso: SLV_SISMA_GIU - Sisma_1+1+R_Giu								
PM2 / PM3	C4	1	-39.6295	-30.9053	0	0	0	0
Caso: SLD_SISMA_SU - Sisma_1+1+R_Su								

PM2 / PM3	C5	1	-44.4396	-25.066	0	0	0	0
Caso: SLD_SISMA_GIU - Sisma_1+1+R_Giu								
PM2 / PM3	C6	1	-46.1274	-26.0963	0	0	0	0
Caso: RARA - SLE caratteristica (rara)								
PM2 / PM3	C7	1	-40.3186	-30.8332	0	0	0	0
Caso: FREQ. - SLE frequente								
PM2 / PM3	C8	1	-40.3186	-30.8332	0	0	0	0
Caso: Q.PERM. - SLE quasi permanente								
PM2 / PM3	C9	1	-40.3186	-30.8332	0	0	0	0

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE

Nel progetto si distingue una tipologia di palo.

Tipologia	Punti maglia associati
TP1	PM1 PM2 PM3

Segue il calcolo per la tipologia di palo di progetto.

Tipologia: TP1 (Micropalo)

Si riporta integralmente il calcolo di capacità portante per la situazione peggiore (coef. di sicurezza minore): Punto maglia PM1, Caso C1 (Stato limite Ultimo).

Descrizione dei metodi di calcolo utilizzati per la portata laterale

Il calcolo della portata per attrito laterale viene effettuato col metodo Roccia.

Metodo: Roccia

Secondo Thorne (1977), nel caso di pali incastrati o infissi in roccia (previa asportazione di tutto il terreno rimaneggiato dalla zona di incastro) è possibile ammettere che parte del carico venga ceduto al terreno lungo il fusto. L'attrito limite è assunto pari ad una frazione della resistenza a compressione monoassiale della roccia, ma in molti casi il fattore determinante è invece rappresentato dalla resistenza del calcestruzzo costituente il palo. Il valore indicativo della resistenza a compressione monoassiale può essere tratto dal seguente compendio di proprietà tipiche delle rocce (Peck, 1969):

Roccia	q_u min. [MPa]	q_u max. [MPa]
Basalto	199	462
Granito	69	267
Quarzite	110	309
Calcere	16.9	196
Marmo	54.5	186
Arenaria	33.8	138
Argilloscisto	47.9	214
Argillite	3.4	44.8
Calcestruzzo	13.8	34.5

Nel caso di rocce notevolmente fratturate, è più ragionevole ricorrere a valori di attrito limite compresi fra 75 e 150 kPa.

Descrizione del metodo di calcolo utilizzato per il modulo di reazione orizzontale.

Il calcolo del modulo di reazione orizzontale viene effettuato col metodo Lineare.

Il valore del modulo di reazione orizzontale varia linearmente con la quota, e viene calcolato come somma di un termine costante (A) più un coefficiente (B) moltiplicato per l'approfondimento (z) sotto il piano campagna.

Descrizione del metodo di calcolo utilizzato per la resistenza trasversale laterale.

Il calcolo della resistenza trasversale laterale viene effettuato col metodo Broms.

La teoria pubblicata da Broms nel 1964 propone due approcci differenti per terreni coesivi e non coesivi. Per terreni sciolti, propone una distribuzione di resistenza ultima pari a tre volte la pressione di resistenza passiva valutata secondo la teoria di Rankine, $p_l = 3K_p \sigma'_v$. Per terreni coesivi, propone una distribuzione di p_l che vede un tratto nullo per i primi 1.5 diametri dalla superficie, seguito da un tratto con valore di resistenza pari a $9s_u$ (resistenza al taglio non drenata) per profondità maggiori.

$p_{lim} = 3K_p \sigma'_v$ (terreno non coesivo)

$p_{lim} = 9 s_u$ (terreno coesivo)

STR – SLU A1+M1+R3

Si applicano i seguenti coefficienti di sicurezza parziali per le azioni: $\gamma_{G1,f} = 1.00$, $\gamma_{G1,s} = 1.30$, $\gamma_{G2,f} = 0.80$, $\gamma_{G2,s} = 1.50$,
 $\gamma_{Q1,f} = 0.00$, $\gamma_{Q1,s} = 1.50$.

Si applicano i seguenti coefficienti di sicurezza, secondo il numero di verticali indagate:

n. vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ_{med}	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ_{min}	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

Si applicano i seguenti coefficienti di sicurezza parziali alle portate calcolate, secondo il tipo di palo:

Tipo di palo	Infisso	Trivellato	A elica continua	Micropalo	Avvitato
γ_b	1.15	1.35	1.30	1.35	1.15
γ_s	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
γ_{st}	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25

Alle sollecitazioni applicate viene aggiunto il peso proprio del palo, amplificato col coefficiente parziale $\gamma_{G1,fav} = 1.00$ o $\gamma_{G1,sfa} = 1.30$, secondo il caso.

Calcolo della portata di base

La portata di base viene trascurata, posta pari a 0.

Calcolo della portata laterale

Il fusto del palo attraversa 2 strati. A favore di sicurezza è stato considerato il contributo alla portata del solo strato di roccia.

Strato 2: Roccia

Metodo Roccia per il calcolo della portata laterale.

Il palo attraversa questo strato da quota -320 [cm] a quota -600 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -460 [cm].

L'attrito limite, determinato dalla resistenza del cls $f_{cd} = 0.050 f_{cd} = 0.65$ [N/mm²].

L'attrito limite, determinato dalla resistenza a compressione monoassiale della roccia, è $0.050 q_{uk} = 1.25$ [N/mm²].

L'attrito laterale calcolato vale 0.65 [N/mm²].

La portata laterale calcolata vale 914.83 [KN] (640.38 [KN]).

Si applica $\xi_{med} = 1.70$. Si applicano $\gamma_s = 1.15$ e $\gamma_{st} = 1.25$.

Portate di calcolo: $Q_{sc,d} = 467.94$ [KN] ($s/D = 0.10\%$). $Q_{st,d} = 301.36$ [KN] ($s/D = 0.10\%$).

Portata laterale totale: $Q_{sc,d} = 467.94$ [KN], $Q_{st,d} = 301.36$ [KN]

Portata totale (base + laterale): La portata di calcolo $Q_{tc,d} = 467.94$ [KN], $Q_{tt,d} = 301.36$ [KN].

Calcolo del modulo di reazione orizzontale

Il fusto del palo attraversa 2 strati.

Strato 1: Non coesivo

Metodo Lineare per il calcolo del modulo di reazione orizzontale.

Il palo attraversa questo strato da quota 0 [cm] a quota -320 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -160 [cm].

L'approfondimento vale 160 [cm]. Il modulo di reazione orizzontale calcolato vale 11.5 [daN/cm³].

Modulo di reazione orizzontale medio: $k_{so,med} = 11.41$ [daN/cm³].

Strato 2: Roccia

Metodo Lineare per il calcolo del modulo di reazione orizzontale.

Il palo attraversa questo strato da quota -320 [cm] a quota -600 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -460 [cm].

L'approfondimento vale 460 [cm]. Il modulo di reazione orizzontale calcolato vale 40.0 [daN/cm³].

Modulo di reazione orizzontale medio: $k_{so,med} = 40.0$ [daN/cm³].

Calcolo della resistenza trasversale laterale

Il fusto del palo attraversa 2 strati.

Strato 1: Non coesivo

Metodo Broms per il calcolo della resistenza trasversale laterale.

Il palo attraversa questo strato da quota 0 [cm] a quota -320 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -160 [cm].

L'angolo di resistenza al taglio φ'_k vale 26. La tensione verticale efficace vale $\sigma'_v = 0.30$ [daN/cm²].
 La pressione limite laterale calcolata vale 2.34 [daN/cm²].
 La resistenza trasversale laterale calcolata vale 119.59 [kN]. Si applica $\xi_{med}=1.70$. Si applica $\gamma_{tr}=1.30$.
 Resistenza trasversale di calcolo: $R_{tr,d} = 54.11$ [kN].

Strato 2: Roccia

Metodo Broms per il calcolo della resistenza trasversale laterale.

Il palo attraversa questo strato da quota -320 [cm] a quota -600 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -460 [cm].

L'angolo di resistenza al taglio φ'_k vale 38. La tensione verticale efficace vale $\sigma'_v = 0.90$ [daN/cm²].

La pressione limite laterale calcolata vale 11.35 [daN/cm²].

La resistenza trasversale laterale calcolata vale 509.61 [kN]. Si applica $\xi_{med}=1.70$. Si applica $\gamma_{tr}=1.30$.

Resistenza trasversale di calcolo: $R_{tr,d} = 230.60$ [kN].

Resistenza laterale totale

Per palo in grado di traslare rigidamente (meccanismo di palo "corto", assumendo che non via sia rottura strutturale), la resistenza laterale di calcolo $R_{tr,d}$ è 284.71 [kN]. Per palo che ruota in testa (meccanismo di palo "intermedio" o "lungo", assumendo che non via sia rottura strutturale), la resistenza laterale di calcolo $R_{tr,d}$ è 198.52 [kN].

Curva di mobilitazione verticale

La curva di mobilitazione del palo è definita dalle seguenti coppie di valori, dove s è il cedimento, misurato in [m], ed E_d è la sollecitazione di sforzo normale (comprensiva del peso proprio del palo), espressa in [daN].

	1	2	3	4	5
s	-0.0006	-0.0001	0	0.0001	0.0005
E_d	-467.9446	-467.9446	0	301.3564	301.3564

Si riassume in seguito il valore di capacità portante per tutti i casi.

Caso	Q st [daN]	Q sc [daN]	Q bc [daN]	Q tt [daN]	Q tc [daN]
C1	301.3564	467.9446	0	301.3564	467.9446
C2	376.6954	538.1363	0	376.6954	538.1363
C3	301.3564	467.9446	0	301.3564	467.9446
C4	301.3564	467.9446	0	301.3564	467.9446
C5	301.3564	467.9446	0	301.3564	467.9446
C6	301.3564	467.9446	0	301.3564	467.9446
C7	640.3822	914.8318	0	640.3822	914.8318
C8	640.3822	914.8318	0	640.3822	914.8318
C9	640.3822	914.8318	0	640.3822	914.8318

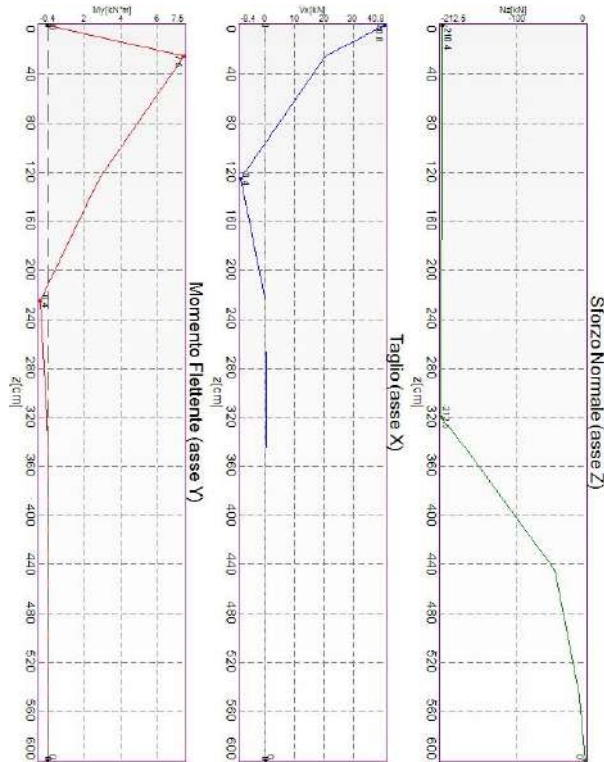
Qst = Portata Laterale in Trazione | Qsc = Portata Laterale in Compressione | Qbc = Portata di Base in Compressione |
 Qtt = Portata TOTALE in Trazione | Qtc = Portata TOTALE in Compressione

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riporta di seguito il dettaglio delle sollecitazioni calcolate, per il punto maglia più sollecitato. Le caratteristiche di sollecitazione sono espresse nel sistema di riferimento locale del palo.

Tipologia: TP1 (Casi a SLU)

I massimi valori di Sforzo Normale di compressione, Sforzo Normale di trazione, Taglio (in valore assoluto), Momento flettente (in valore assoluto), si ottengono nel punto maglia PM1, nel caso di carico C1 (Stato limite ultimo).



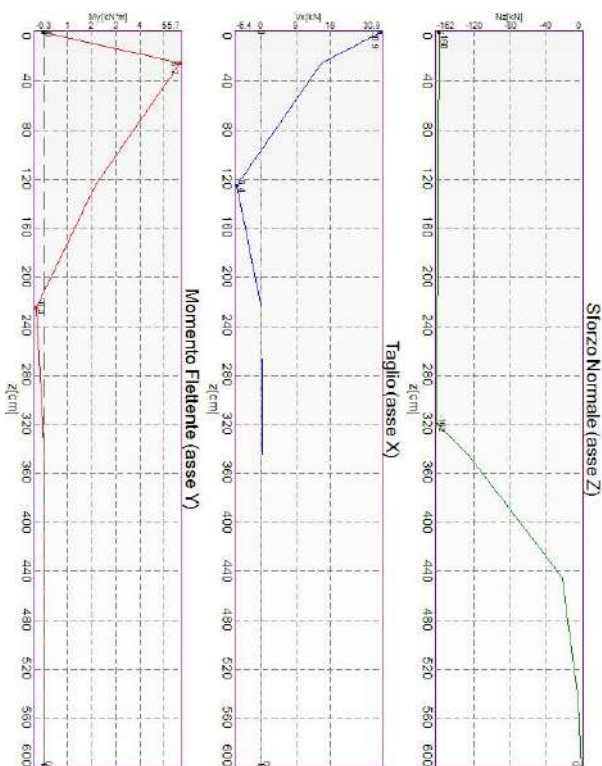
Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C1)

Azioni applicate in testa (punto maglia PM1, caso C1)					
N_z [kN]	V_x [kN]	V_y [kN]	M_x [kN*m]	M_y [kN*m]	T_z [kN*m]
-210.4443	-40.7898	0	0	0	0
Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C1)					
z_{loc} [m]	N_z [kN]	V_{xy} [kN]	M_{xy} [kN*m]		
0	-210.4443	40.7898	0		
0	-210.4443	40.7898	0		
0.25	-210.6031	20.5666	7.4536		
1.25	-211.2384	8.4483	2.8165		
2.25	-211.8736	0.0337	0.4171		
3.2	-212.4772	0.3221	0.0507		
3.2	-212.4772	0.3221	0.0507		
3.45	-176.8282	0.1494	0.0066		
4.45	-44.4972	0.02	0.0033		
5.45	-8.9549	0.0016	0.0005		
6	0	0	0		



Tipologia: TP1 (Casi a SLE)

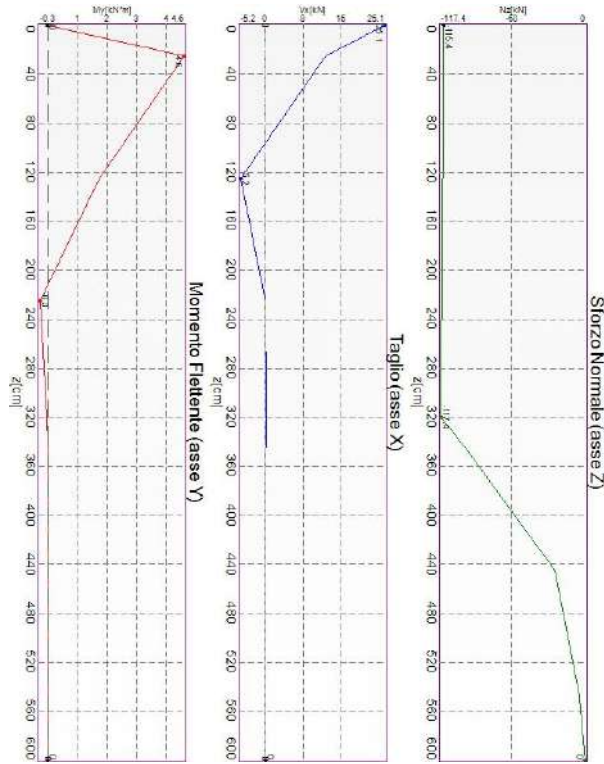
I massimi valori di Sforzo Normale di compressione, Taglio (in valore assoluto), Momento flettente (in valore assoluto), si ottengono nel punto maglia PM1, nel caso di carico C7 (Rara).



Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C7)

Azioni applicate in testa (punto maglia PM1, caso C7)					
N_z [kN]	V_x [kN]	V_y [kN]	M_x [kN*m]	M_y [kN*m]	T_z [kN*m]
-159.9995	-30.9291	0	0	0	0
Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C7)					
z_{loc} [m]	N_z [kN]	V_{xy} [kN]	M_{xy} [kN*m]		
0	-159.9995	30.9291	0		
0	-159.9995	30.9291	0		
0.25	-160.1583	15.5948	5.6518		
1.25	-160.7936	6.406	2.1356		
2.25	-161.4288	0.0255	0.3162		
3.2	-162.0324	0.2442	0.0384		
3.2	-162.0324	0.2442	0.0384		
3.45	-127.01	0.1133	0.005		
4.45	-21.3102	0.0152	0.0025		
5.45	-3.0959	0.0012	0.0004		
6	0	0	0		

I massimi valori di Sforzo Normale di trazione, si ottengono nel punto maglia PM1, nel caso di carico C5 (Stato limite di danno).



Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C5)

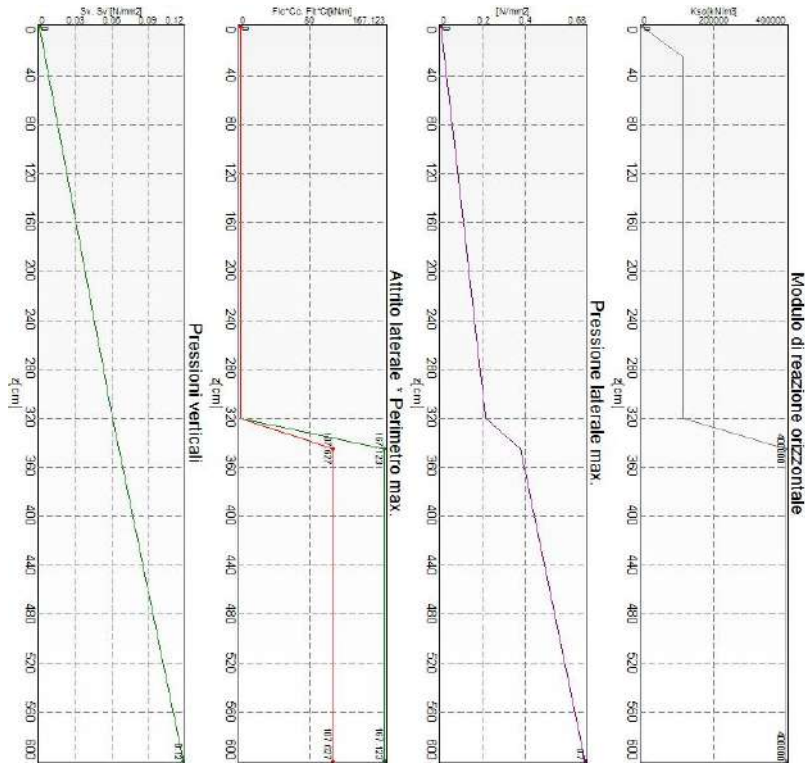
Azioni applicate in testa (punto maglia PM1, caso C5)					
N_z [kN]	V_x [kN]	V_y [kN]	M_x [kN*m]	M_y [kN*m]	T_z [kN*m]
-115.3629	25.1199	0	0	0	0
Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C5)					
z_{loc} [m]	N_z [kN]	V_{xy} [kN]	M_{xy} [kN*m]		
0	-115.3629	25.1199	0		
0	-115.3629	25.1199	0		
0.25	-115.5217	12.6657	4.5902		
1.25	-116.157	5.2028	1.7345		
2.25	-116.7922	0.0207	0.2568		
3.2	-117.3958	0.1984	0.0312		
3.2	-117.3958	0.1984	0.0312		
3.45	-97.7292	0.092	0.004		
4.45	-24.5927	0.0123	0.0021		
5.45	-4.9492	0.001	0.0003		
6	0	0	0		

VERIFICHE GEOTECNICHE

Si riporta di seguito il dettaglio delle verifiche eseguite.

Tipologia: TP1 - Verifica: Capacità portante

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia PM1, nel caso di carico C1, sestetto 1 (Stato limite ultimo).



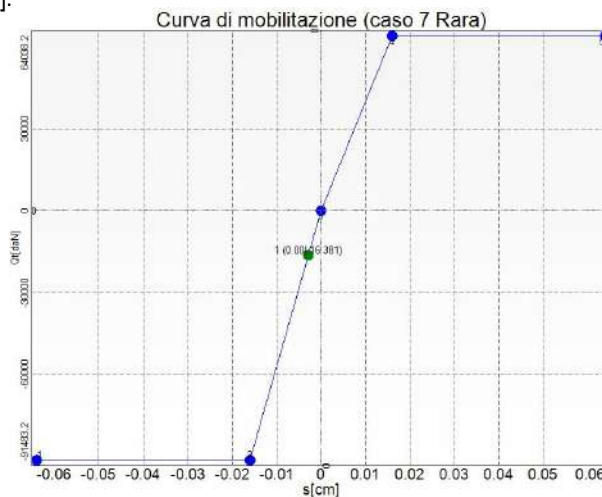
Capacità portante - Situazione peggiore: Punto maglia PM1, Caso C1, Sestetto 1

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Capacità portante					
Punto	Caso	Ses.	R _d : Qt[kN]	S _d : Qt[kN]	fs[-]
PM1	C1	1	467.94	215.4	2.17
PM2	C1	1	467.94	56.86	8.23
PM3	C1	1	467.94	56.86	8.23

Tipologia: TP1 - Verifica: Cedimento

I cedimenti del singolo palo sono calcolati utilizzando la relativa curva di mobilitazione. L'interazione tra i pali è valutata con il metodo dei fattori di interazione (Poulos e Davis, 1980). La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia PM1, nel caso di carico C7, sestetto 1 (Rara). Si ottengono i seguenti valori: cedimento del palo singolo = -0.023[mm], cedimento indotto dal gruppo = -0.00 [mm], cedimento totale: -0.03 [mm].



Cedimento - Situazione peggiore: Punto maglia PM1, Caso C7, Sestetto 1

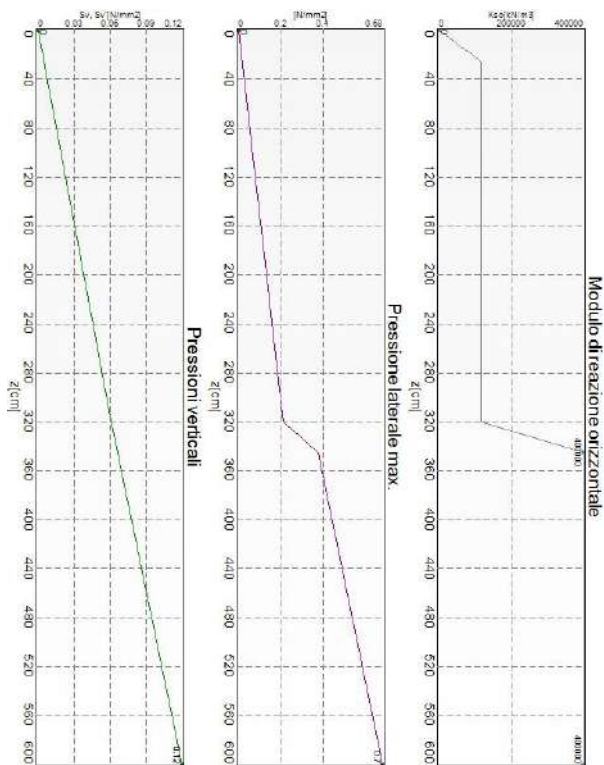


Segue il riassunto della verifica, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Cedimento					
Punto	Caso	Ses.	R _d : Ced.[mm]	S _d : Ced.[mm]	fs[-]
PM1	C7	1	-40	0	10.00
PM2	C7	1	-40	0	10.00
PM3	C7	1	-40	0	10.00

Tipologia: TP1 - Verifica: Resistenza trasversale

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia PM1, nel caso di carico C1, sestetto 1 (Stato limite Ultimo).



Resistenza trasversale - Situazione peggiore: Punto maglia PM1, Caso C1, Sestetto 1

Segue il riassunto della verifica, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Resistenza trasversale					
Punto	Caso	Ses.	R _d : R _{tr} [daN]	S _d : R _{tr} [daN]	fs[-]
PM1	C1	1	198.52	40.79	4.87
PM2	C1	1	198.52	40.66	4.88
PM3	C1	1	198.52	40.66	4.88

VERIFICHE STRUTTURALI

Si riporta di seguito il dettaglio delle verifiche eseguite, per ciascun palo, solo in corrispondenza della progressiva dove si ottiene la situazione più severa.

Tipologia: TP1 - Verifica: Spostamento orizzontale

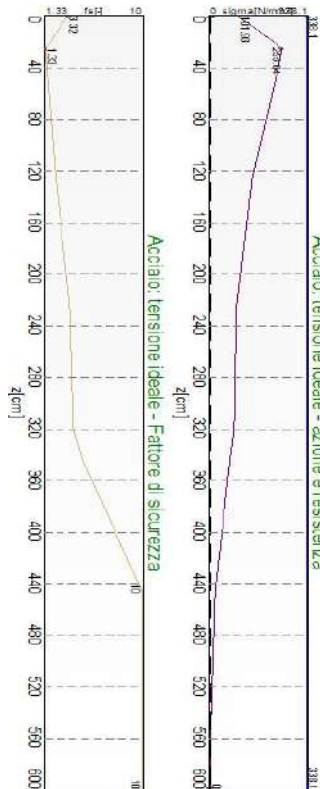
La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia PM1, nel caso di carico C7 sestetto 1 (Rara).

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Spostamento orizzontale					
Punto	Caso	Ses.	R _d : Sor[mm]	S _d : Sor[mm]	fs[-]
PM1	C7	1	40	8	4.76
PM2	C7	1	40	8	4.76
PM3	C7	1	40	8	4.76

Tipologia: TP1 - Verifica: Acciaio: tensione ideale

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia PM1, nel caso di carico C1, sestetto 1 (Stato limite ultimo).



Acciaio: tensione ideale - Situazione peggiore: Punto maglia PM1, Caso C1, Sestetto 1

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Acciaio: tensione ideale					
Punto	Caso	Ses.	R _d : sigma[daN/cm2]	S _d : sigma[daN/cm2]	fs[-]
PM1	C1	1	338.1	255.04	1.33
PM2	C1	1	338.1	190.91	1.77
PM3	C1	1	338.1	190.91	1.77

8.9 VERIFICHE DEI MICROPALI – CASO 2: h (muro) = 3.00 ml

La verifica è stata condotta per i micropali maggiormente sollecitati della fila 1 e della fila 2.

MATERIALI

Calcestruzzo

Tipo	f_{ck} [N/mm ²]	γ_c	f_{cd} [N/mm ²]	E [N/mm ²]
C30/37 (Cls 1)	30.71	1.50	17.40	33019.435

Di seguito sono elencate le tensioni massime ammesse in esercizio.

Tipo	$\sigma^{(-)}_{cls, rara}$ [N/mm ²]	$\sigma^{(-)}_{cls, q.p.}$ [N/mm ²]
C30/37 (Cls 1)	18.43	13.82

Condizioni ambientali: a (poco aggressivo) [§4.1.2.2.4.3].

Acciaio per carpenteria

Tipo	$f_{yk}(0\div40)$ [N/mm ²]	γ_{m0}	$f_{yd}(0\div40)$ [N/mm ²]	E [N/mm ²]
S 355 (Acc 1)	355	1.05	338.10	210000

COMBINAZIONI DEI CARICHI

Tutte le verifiche sono eseguite secondo l'Approccio 2.

Si svolge l'analisi per i seguenti 9 casi di carico.

CASO	NOME	TIPO	SISMA	N° SESTETTI	DESCR.
C1	STR	SLU	No	1	SLU A1+M1+R3
C2	GEO	SLU Geo	No	1	SLU A2+M2+R2
C3	SLV_SISMA_SU	SLV	Si	1	Sisma_1+1+R_Su
C4	SLV_SISMA_GIU	SLV	Si	1	Sisma_1+1+R_Giu
C5	SLD_SISMA_SU	SLD	Si	1	Sisma_1+1+R_Su
C6	SLD_SISMA_GIU	SLD	Si	1	Sisma_1+1+R_Giu
C7	RARA	Rara	No	1	SLE caratteristica (rara)
C8	FREQ.	Freq	No	1	SLE frequente
C9	Q.PERM.	QPerm	No	1	SLE quasi permanente

TIPI DI PALO

Nel progetto del muro d'argine in sponda sinistra è stata utilizzata una tipologia di micropalo con le seguenti caratteristiche:

Palo	Nome	\varnothing in.[cm]	\varnothing es.[cm]	\varnothing pe.[cm]	L[m]	W[KN]	Acc.	Cls
M1	Fila 1, Fila 2 (Micr. 1)	6.89	8.89	16	6	3.8116	S 355 (Acc 1)	C30/37 (Cls 1)

PUNTI MAGLIA

Si è modellata una porzione di fondazione comprendente tre punti maglia, associati a delle coordinate, un tipo di palo ed i dati del terreno.

Punto	X[m]	Y[m]	Palo	β [°]	ϑ [°]	Rotaz.	Stratig.	SPT	CPT	Descr.
PM1	1.4	0.5	M1	0	0	Libera	S1	SPT1	-	
PM2	1.4	1.5	M1	0	0	Libera	S1	SPT1	-	
PM3	-0.2	1	M1	0	0	Libera	S1	SPT1	-	

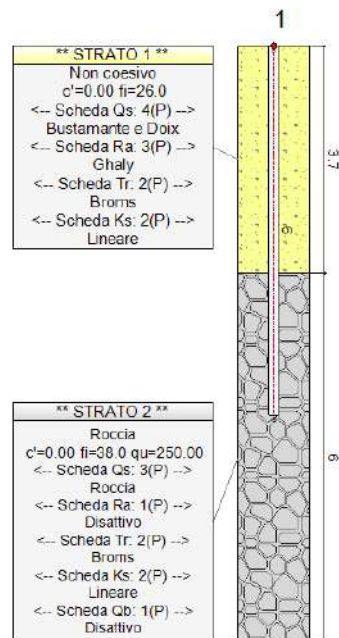
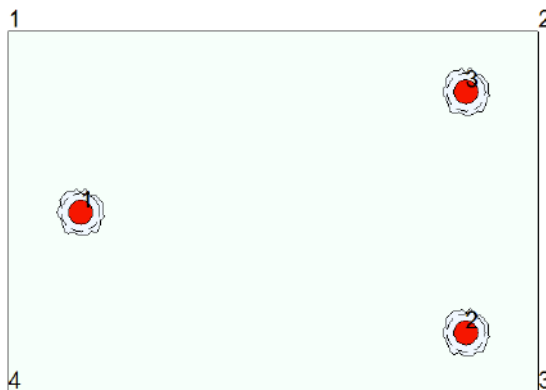
FONDAZIONE

La porzione di fondazione modellata è definita da 4 vertici.

Vertice	X[m]	Y[m]
V1	-0.5	1.75
V2	1.7	1.75
V3	1.7	0.25
V4	-0.5	0.25



** INFORMAZIONI **	
Tipo palo:	M1
L:	6 [m]
W:	3.81 [kN]
Stratigrafia:	S1
Tipologia:	1



Stralcio planimetrico e sezione tipo dei micropali

AZIONI

Le azioni sono applicate direttamente in testa ai pali, espresse rispetto al sistema di riferimento globale.

Punto	Caso	Ses.	N _z [KN]	V _x [KN]	V _y [KN]	M _x [KN*m]	M _y [KN*m]	T _z [KN*m]
Punto maglia: Punto 1								
Caso: STR - SLU A1+M1+R3								
PM1	C1	1	-80.6609	32.3884	0	0	0	0
Caso: GEO - SLU A2+M2+R2								
PM1	C2	1	-67.3074	27.9785	0	0	0	0
Caso: SLV_SISMA_SU - Sisma_1+1+R_Su								
PM1	C3	1	-53.7698	19.6582	0	0	0	0
Caso: SLV_SISMA_GIU - Sisma_1+1+R_Giu								
PM1	C4	1	-55.7979	19.5555	0	0	0	0
Caso: SLD_SISMA_SU - Sisma_1+1+R_Su								
PM1	C5	1	-55.2777	20.6868	0	0	0	0
Caso: SLD_SISMA_GIU - Sisma_1+1+R_Giu								
PM1	C6	1	-56.1552	20.641	0	0	0	0
Caso: RARA - SLE caratteristica (rara)								
PM1	C7	1	-56.4218	21.458	0	0	0	0
Caso: FREQ. - SLE frequente								
PM1	C8	1	-56.4218	21.458	0	0	0	0
Caso: Q.PERM. - SLE quasi permanente								
PM1	C9	1	-56.4218	21.458	0	0	0	0

Punto	Caso	Ses.	N _z [KN]	V _x [KN]	V _y [KN]	M _x [KN*m]	M _y [KN*m]	T _z [KN*m]
Punto maglia: Punto 2 / Punto 3								
Caso: STR - SLU A1+M1+R3								
PM2 / PM3	C1	1	-80.6609	32.3884	0	0	0	0
Caso: GEO - SLU A2+M2+R2								
PM2 / PM3	C2	1	-67.3074	27.9785	0	0	0	0
Caso: SLV_SISMA_SU - Sisma_1+1+R_Su								
PM2 / PM3	C3	1	-53.7698	19.6582	0	0	0	0
Caso: SLV_SISMA_GIU - Sisma_1+1+R_Giu								
PM2 / PM3	C4	1	-55.7979	19.5555	0	0	0	0

Caso: SLD_SISMA_SU - Sisma_1+1+R_Su								
PM2 / PM3	C5	1	-55.2777	20.6868	0	0	0	0
Caso: SLD_SISMA_GIU - Sisma_1+1+R_Giu								
PM2 / PM3	C6	1	-56.1552	20.641	0	0	0	0
Caso: RARA - SLE caratteristica (rara)								
PM2 / PM3	C7	1	-56.4218	21.458	0	0	0	0
Caso: FREQ. - SLE frequente								
PM2 / PM3	C8	1	-56.4218	21.458	0	0	0	0
Caso: Q.PERM. - SLE quasi permanente								
PM2 / PM3	C9	1	-56.4218	21.458	0	0	0	0

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE

Nel progetto si distingue una tipologia di palo.

Tipologia	Punti maglia associati
TP1	PM1 PM2 PM3

Segue il calcolo per la tipologia di palo di progetto.

Tipologia: TP1 (Micropalo)

Si riporta integralmente il calcolo di capacità portante per la situazione peggiore (coef. di sicurezza minore): Punto maglia PM1, Caso C1 (Stato limite Ultimo).

Descrizione dei metodi di calcolo utilizzati per la portata laterale

Il calcolo della portata per attrito laterale viene effettuato col metodo Roccia.

Metodo: Roccia

Secondo Thorne (1977), nel caso di pali incastrati o infissi in roccia (previa asportazione di tutto il terreno rimaneggiato dalla zona di incastro) è possibile ammettere che parte del carico venga ceduto al terreno lungo il fusto. L'attrito limite è assunto pari ad una frazione della resistenza a compressione monoassiale della roccia, ma in molti casi il fattore determinante è invece rappresentato dalla resistenza del calcestruzzo costituente il palo. Il valore indicativo della resistenza a compressione monoassiale può essere tratto dal seguente compendio di proprietà tipiche delle rocce (Peck, 1969):

Roccia	q_u min. [MPa]	q_u max. [MPa]
Basalto	199	462
Granito	69	267
Quarzite	110	309
Calcere	16.9	196
Marmo	54.5	186
Arenaria	33.8	138
Argilloscisto	47.9	214
Argillite	3.4	44.8
Calcestruzzo	13.8	34.5

Nel caso di rocce notevolmente fratturate, è più ragionevole ricorrere a valori di attrito limite compresi fra 75 e 150 kPa.

Descrizione del metodo di calcolo utilizzato per il modulo di reazione orizzontale.

Il calcolo del modulo di reazione orizzontale viene effettuato col metodo Lineare.

Il valore del modulo di reazione orizzontale varia linearmente con la quota, e viene calcolato come somma di un termine costante (A) più un coefficiente (B) moltiplicato per l'approfondimento (z) sotto il piano campagna.

Descrizione del metodo di calcolo utilizzato per la resistenza trasversale laterale.

Il calcolo della resistenza trasversale laterale viene effettuato col metodo Broms.

La teoria pubblicata da Broms nel 1964 propone due approcci differenti per terreni coesivi e non coesivi. Per terreni sciolti, propone una distribuzione di resistenza ultima pari a tre volte la pressione di resistenza passiva valutata secondo la teoria di Rankine, $p_l = 3K_p \sigma'_v$. Per terreni coesivi, propone una distribuzione di p_l che vede un tratto nullo per i primi 1.5 diametri dalla superficie, seguito da un tratto con valore di resistenza pari a $9s_u$ (resistenza al taglio non drenata) per profondità maggiori.

$$p_{lim} = 3K_p \sigma'_v \text{ (terreno non coesivo)}$$

$$p_{lim} = 9 s_u \text{ (terreno coesivo)}$$

STR – SLU A1+M1+R3

Si applicano i seguenti coefficienti di sicurezza parziali per le azioni: $\gamma_{G1,f} = 1.00$, $\gamma_{G1,s} = 1.30$, $\gamma_{G2,f} = 0.80$, $\gamma_{G2,s} = 1.50$,
 $\gamma_{Q1,f} = 0.00$, $\gamma_{Q1,s} = 1.50$.

Si applicano i seguenti coefficienti di sicurezza, secondo il numero di verticali indagate:

n. vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ_{med}	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ_{min}	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

Si applicano i seguenti coefficienti di sicurezza parziali alle portate calcolate, secondo il tipo di palo:

Tipo di palo	Infisso	Trivellato	A elica continua	Micropalo	Avvitato
γ_b	1.15	1.35	1.30	1.35	1.15
γ_s	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
γ_{st}	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25

Alle sollecitazioni applicate viene aggiunto il peso proprio del palo, amplificato col coefficiente parziale $\gamma_{G1,fav} = 1.00$ o $\gamma_{G1,sfa} = 1.30$, secondo il caso.

Calcolo della portata di base

La portata di base viene trascurata, posta pari a 0.

Calcolo della portata laterale

Il fusto del palo attraversa 2 strati. A favore di sicurezza è stato considerato il contributo alla portata del solo strato di roccia.

Strato 2: Roccia

Metodo Roccia per il calcolo della portata laterale.

Il palo attraversa questo strato da quota -370 [cm] a quota -600 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -485 [cm].

L'attrito limite, determinato dalla resistenza del cls $f_{cd} = 0.050 f_{cd} = 0.65$ [N/mm²].

L'attrito limite, determinato dalla resistenza a compressione monoassiale della roccia, è $0.050 q_{uk} = 1.25$ [N/mm²].

L'attrito laterale calcolato vale 0.65 [N/mm²].

La portata laterale calcolata vale 751.47 [KN] (526.03 [KN]).

Si applica $\xi_{med} = 1.70$. Si applicano $\gamma_s = 1.15$ e $\gamma_{st} = 1.25$.

Portate di calcolo: $Q_{sc,d} = 384.38$ [KN] ($s/D = 0.10\%$). $Q_{st,d} = 247.54$ [KN] ($s/D = 0.10\%$).

Portata laterale totale: $Q_{sc,d} = 384.38$ [KN], $Q_{st,d} = 247.54$ [KN]

Portata totale (base + laterale): La portata di calcolo $Q_{tc,d} = 384.38$ [KN], $Q_{tt,d} = 247.54$ [KN].

Calcolo del modulo di reazione orizzontale

Il fusto del palo attraversa 2 strati.

Strato 1: Non coesivo

Metodo Lineare per il calcolo del modulo di reazione orizzontale.

Il palo attraversa questo strato da quota 0 [cm] a quota -337 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -185 [cm].

L'approfondimento vale 185 [cm]. Il modulo di reazione orizzontale calcolato vale 11.5 [daN/cm³].

Modulo di reazione orizzontale medio: $k_{so,med} = 11.42$ [daN/cm³].

Strato 2: Roccia

Metodo Lineare per il calcolo del modulo di reazione orizzontale.

Il palo attraversa questo strato da quota -370 [cm] a quota -600 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -485 [cm].

L'approfondimento vale 485 [cm]. Il modulo di reazione orizzontale calcolato vale 40.0 [daN/cm³].

Modulo di reazione orizzontale medio: $k_{so,med} = 40.0$ [daN/cm³].

Calcolo della resistenza trasversale laterale

Il fusto del palo attraversa 2 strati.

Strato 1: Non coesivo

Metodo Broms per il calcolo della resistenza trasversale laterale.

Il palo attraversa questo strato da quota 0 [cm] a quota -370 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -185 [cm].

L'angolo di resistenza al taglio φ'_k vale 26. La tensione verticale efficace vale $\sigma'_v = 0.35$ [daN/cm²].

La pressione limite laterale calcolata vale 2.70 [daN/cm²].

La resistenza trasversale laterale calcolata vale 159.88 [kN]. Si applica $\xi_{med}=1.70$. Si applica $\gamma_{tr}=1.30$.

Resistenza trasversale di calcolo: $R_{tr,d} = 72.34$ [kN].

Strato 2: Roccia

Metodo Broms per il calcolo della resistenza trasversale laterale.

Il palo attraversa questo strato da quota -370 [cm] a quota -600 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -485 [cm].

L'angolo di resistenza al taglio φ'_k vale 38. La tensione verticale efficace vale $\sigma'_v = 0.94$ [daN/cm²].

La pressione limite laterale calcolata vale 11.88 [daN/cm²].

La resistenza trasversale laterale calcolata vale 438.34 [kN]. Si applica $\xi_{med}=1.70$. Si applica $\gamma_{tr}=1.30$.

Resistenza trasversale di calcolo: $R_{tr,d} = 198.35$ [kN].

Resistenza laterale totale

Per palo in grado di traslare rigidamente (meccanismo di palo "corto", assumendo che non vi sia rottura strutturale), la resistenza laterale di calcolo $R_{tr,d}$ è 270.69 [kN]. Per palo che ruota in testa (meccanismo di palo "intermedio" o "lungo", assumendo che non vi sia rottura strutturale), la resistenza laterale di calcolo $R_{tr,d}$ è 187.17 [kN].

Curva di mobilitazione verticale

La curva di mobilitazione del palo è definita dalle seguenti coppie di valori, dove s è il cedimento, misurato in [m], ed E_d è la sollecitazione di sforzo normale (comprensiva del peso proprio del palo), espressa in [daN].

	1	2	3	4	5
s	-0.0006	-0.0001	0	0.0001	0.0005
E_d	-384.3831	-384.3831	0	247.5427	247.5427

Si riassume in seguito il valore di capacità portante per tutti i casi.

Caso	Q st [daN]	Q sc [daN]	Q bc [daN]	Q tt [daN]	Q tc [daN]
C1	247.5427	384.3831	0	247.5427	384.3831
C2	309.4284	442.0406	0	309.4284	442.0406
C3	247.5427	384.3831	0	247.5427	384.3831
C4	247.5427	384.3831	0	247.5427	384.3831
C5	247.5427	384.3831	0	247.5427	384.3831
C6	247.5427	384.3831	0	247.5427	384.3831
C7	526.0283	751.469	0	526.0283	751.469
C8	526.0283	751.469	0	526.0283	751.469
C9	526.0283	751.469	0	526.0283	751.469
C9	247.5427	384.3831	0	247.5427	384.3831

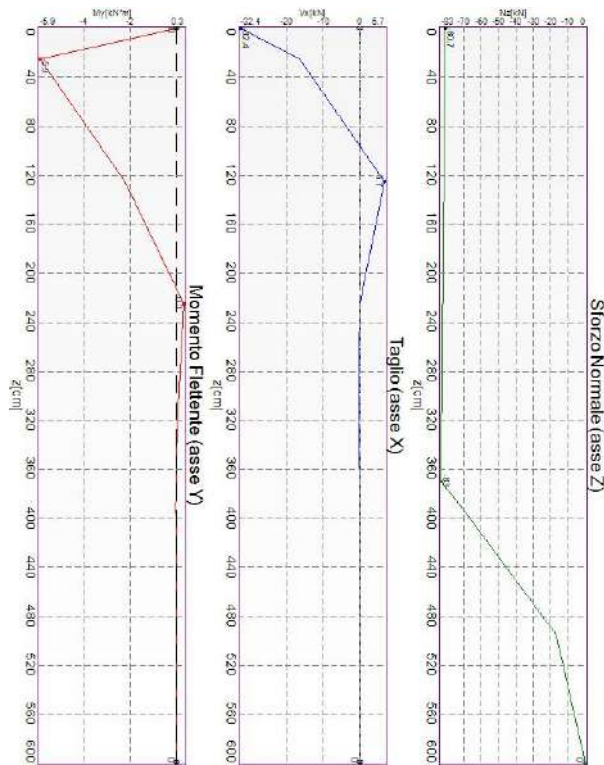
Qst = Portata Laterale in Trazione | Qsc = Portata Laterale in Compressione | Qbc = Portata di Base in Compressione |
Qtt = Portata TOTALE in Trazione | Qtc = Portata TOTALE in Compressione

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riporta di seguito il dettaglio delle sollecitazioni calcolate, per il punto maglia più sollecitato. Le caratteristiche di sollecitazione sono espresse nel sistema di riferimento locale del palo.

Tipologia: TP1 (Casi a SLU)

I massimi valori di Sforzo Normale di compressione, si ottengono nel punto maglia PM1, nel caso di carico C1 (Stato limite ultimo).

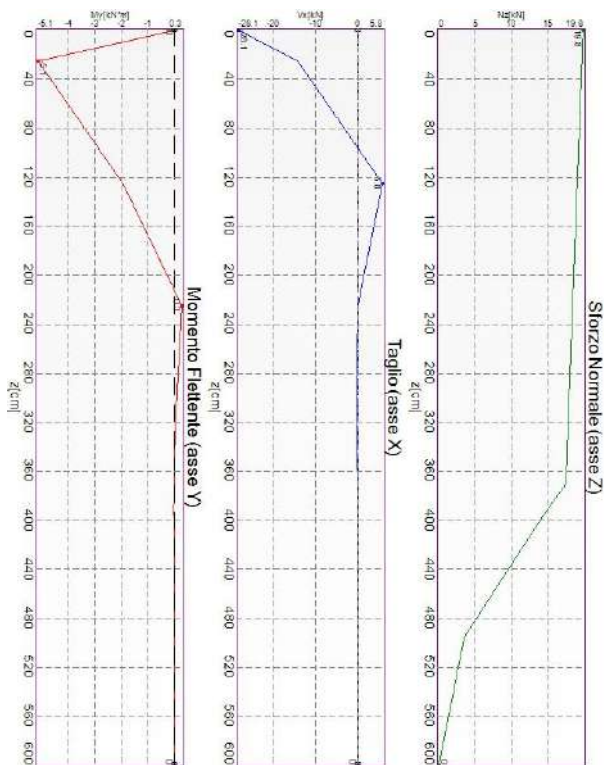


Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C1)

Azioni applicate in testa (punto maglia PM1, caso C1)					
N_z [kN]	V_x [kN]	V_y [kN]	M_x [kN*m]	M_y [kN*m]	T_z [kN*m]
-80.6609	32.3884	0	0	0	0
Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C1)					
z_{loc} [m]	N_z [kN]	V_{xy} [kN]	M_{xy} [kN*m]		
0	-80.6609	32.3884	0		
0	-80.6609	32.3884	0		
0.25	-80.8197	16.3304	5.9184		
1.25	-81.455	6.7071	2.2365		
2.25	-82.0902	0.0304	0.3279		
3.25	-82.7255	0.1893	0.0393		
3.7	-83.0114	0.061	0.0131		
3.7	-83.0114	0.061	0.0131		
3.95	-69.0698	0.0016	0.0193		
4.95	-16.681	0.005	0.0002		
5.95	-0.5761	0.0003	0		
6	0	0	0		



I massimi valori di Sforzo Normale di trazione, si ottengono nel punto maglia PM3, nel caso di carico C2 (SLU Geotecnico).

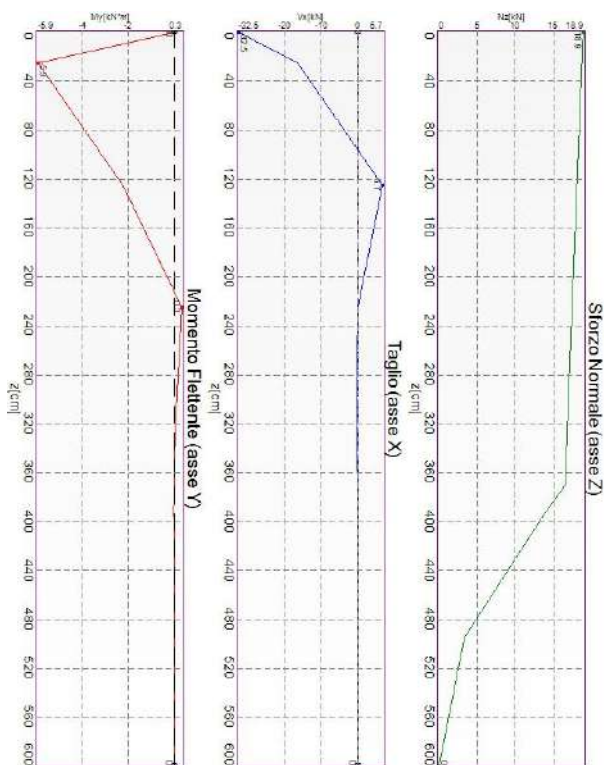


Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM3, caso C2)

Azioni applicate in testa (punto maglia PM3, caso C2)					
N_z [kN]	V_x [kN]	V_y [kN]	M_x [kN*m]	M_y [kN*m]	T_z [kN*m]
19.7795	28.0702	0	0	0	0
Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM3, caso C2)					
z_{loc} [m]	N_z [kN]	V_x [kN]	M_{xy} [kN*m]		
0	19.7795	28.0702	0		
0	19.7795	28.0702	0		
0.25	19.6207	14.1532	5.1293		
1.25	18.9854	5.8129	1.9383		
2.25	18.3502	0.0264	0.2842		
3.25	17.7149	0.164	0.0341		
3.7	17.429	0.0529	0.0113		
3.7	17.429	0.0529	0.0113		
3.95	14.4212	0.0014	0.0167		
4.95	3.4829	0.0043	0.0002		
5.95	0.1203	0.0002	0		
6	0	0	0		



I massimi valori di Taglio (in valore assoluto), Momento flettente (in valore assoluto), si ottengono nel punto maglia PM3, nel caso di carico C1 (Stato limite ultimo).

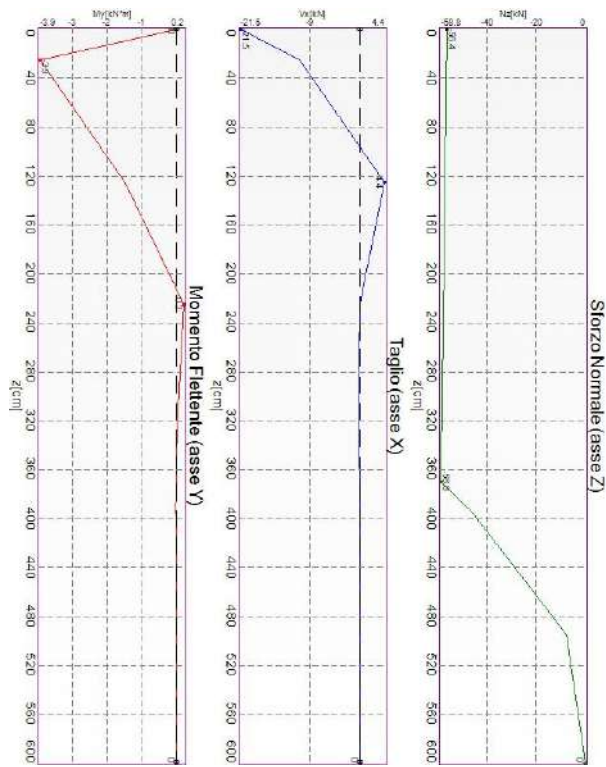


Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM3, caso C1)

Azioni applicate in testa (punto maglia PM3, caso C1)					
N_z [kN]	V_x [kN]	V_y [kN]	M_x [kN*m]	M_y [kN*m]	T_z [kN*m]
18.8646	32.4942	0	0	0	0
Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM3, caso C1)					
z_{loc} [m]	N_z [kN]	V_{xy} [kN]	M_{xy} [kN*m]		
0	18.8646	32.4942	0		
0	18.8646	32.4942	0		
0.25	18.7058	16.3838	5.9377		
1.25	18.0705	6.729	2.2438		
2.25	17.4353	0.0305	0.329		
3.25	16.8	0.1899	0.0394		
3.7	16.5141	0.0612	0.0131		
3.7	16.5141	0.0612	0.0131		
3.95	13.6607	0.0016	0.0194		
4.95	3.2992	0.005	0.0002		
5.95	0.1139	0.0003	0		
6	0	0	0		

Tipologia: TP1 (Casi a SLE)

I massimi valori di Sforzo Normale di compressione, si ottengono nel punto maglia PM1, nel caso di carico C7 (Rara).

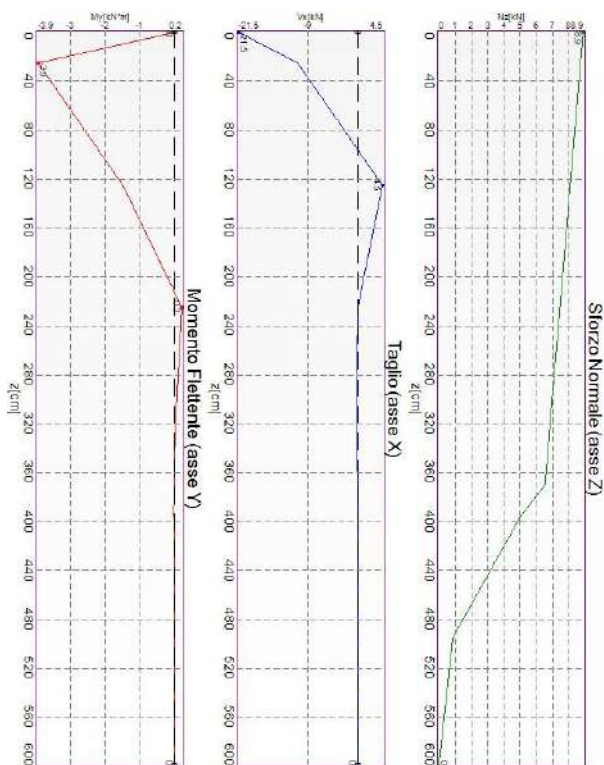


Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C7)

Azioni applicate in testa (punto maglia PM1, caso C7)					
N_z [kN]	V_x [kN]	V_y [kN]	M_x [kN*m]	M_y [kN*m]	T_z [kN*m]
-56.4218	21.458	0	0	0	0
Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C7)					
z_{loc} [m]	N_z [kN]	V_{xy} [kN]	M_{xy} [kN*m]		
0	-56.4218	21.458	0		
0	-56.4218	21.458	0		
0.25	-56.5806	10.8193	3.9211		
1.25	-57.2159	4.4436	1.4817		
2.25	-57.8511	0.0201	0.2172		
3.25	-58.4864	0.1254	0.026		
3.7	-58.7723	0.0404	0.0087		
3.7	-58.7723	0.0404	0.0087		
3.95	-46.1001	0.0011	0.0128		
4.95	-7.5858	0.0033	0.0002		
5.95	-0.2135	0.0002	0		
6	0	0	0		



I massimi valori di Sforzo Normale di trazione, Taglio (in valore assoluto), Momento flettente (in valore assoluto), si ottengono nel punto maglia PM3, nel caso di carico C7 (Rara).



Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM3, caso C7)

Azioni applicate in testa (punto maglia PM3, caso C7)					
N_z [kN]	V_x [kN]	V_y [kN]	M_x [kN*m]	M_y [kN*m]	T_z [kN*m]
8.8862	21.5286	0	0	0	0
Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM3, caso C7)					
z_{loc} [m]	N_z [kN]	V_{xy} [kN]	M_{xy} [kN*m]		
0	8.8862	21.5286	0		
0	8.8862	21.5286	0		
0.25	8.7274	10.8549	3.934		
1.25	8.0921	4.4582	1.4866		
2.25	7.4569	0.0202	0.2179		
3.25	6.8216	0.1258	0.0261		
3.7	6.5357	0.0405	0.0087		
3.7	6.5357	0.0405	0.0087		
3.95	5.0563	0.0011	0.0128		
4.95	0.832	0.0033	0.0002		
5.95	0.0234	0.0002	0		
6	0	0	0		

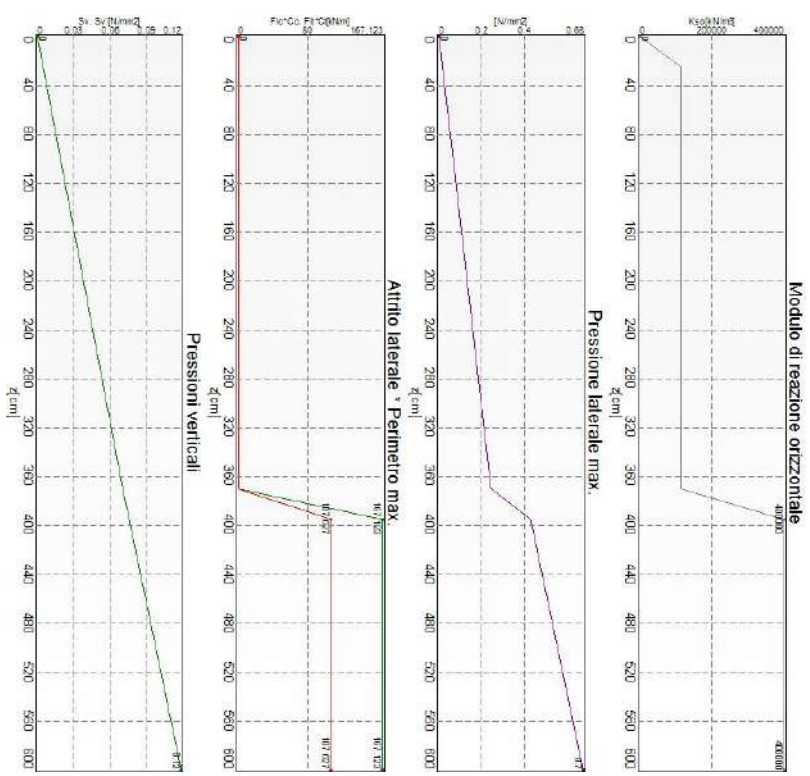


VERIFICHE GEOTECNICHE

Si riporta di seguito il dettaglio delle verifiche eseguite.

Tipologia: TP1 - Verifica: Capacità portante

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia PM1, nel caso di carico C1, sestetto 1 (Stato limite ultimo).



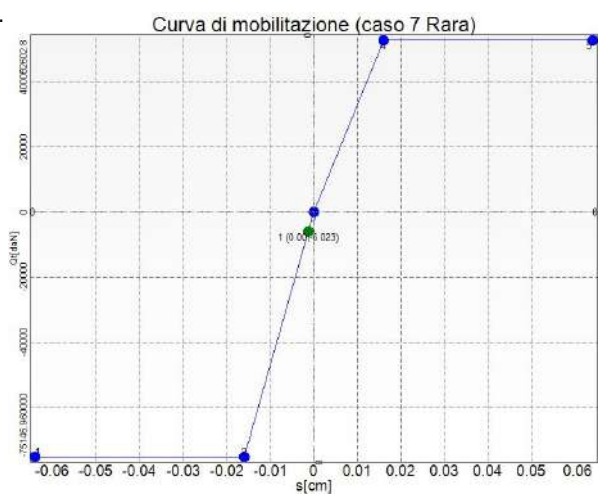
Capacità portante - Situazione peggiore: Punto maglia PM1, Caso C1, Sestetto 1

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Capacità portante					
Punto	Caso	Ses.	R _d : Qt[kN]	S _o : Qt[kN]	fs[-]
PM1	C1	1	384.38	85.62	4.49
PM2	C1	1	384.38	85.62	4.49
PM3	C1	1	247.54	15.05	16.45

Tipologia: TP1 - Verifica: Cedimento

I cedimenti del singolo palo sono calcolati utilizzando la relativa curva di mobilitazione. L'interazione tra i pali è valutata con il metodo dei fattori di interazione (Poulos e Davis, 1980). La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia PM1, nel caso di carico C7, sestetto 1 (Rara). Si ottengono i seguenti valori: cedimento del palo singolo = -0.01 [mm], cedimento indotto dal gruppo = -0.00 [mm], cedimento totale: -0.01 [mm].



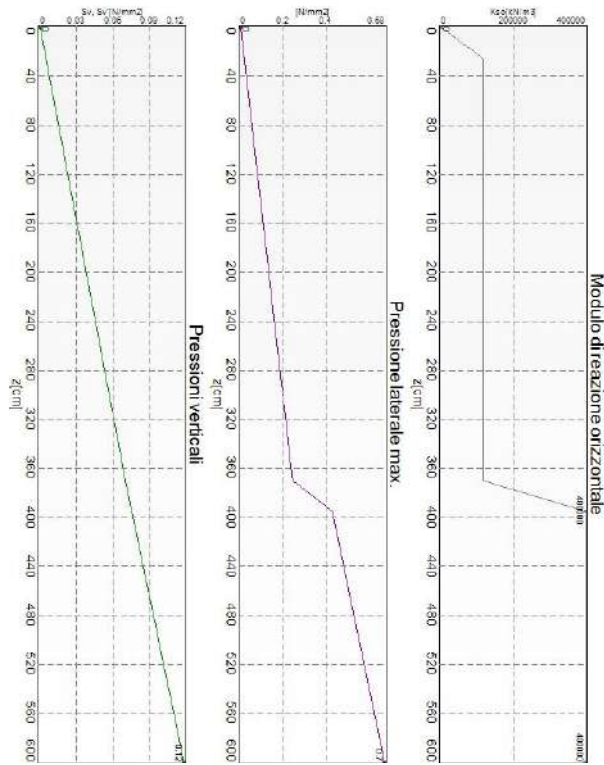
Cedimento - Situazione peggiore: Punto maglia PM2, Caso C7, Sestetto 1

Segue il riassunto della verifica, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Cedimento					
Punto	Caso	Ses.	R _d : Ced.[mm]	S _d : Ced.[mm]	fs[-]
PM1	C7	1	-40	0	10.00
PM2	C7	1	-40	0	10.00
PM3	C7	1	-40	0	10.00

Tipologia: TP1 - Verifica: Resistenza trasversale

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia PM3, nel caso di carico C1, sestetto 1 (Stato limite Ultimo).



Resistenza trasversale - Situazione peggiore: Punto maglia PM3, Caso C1, Sestetto 1

Segue il riassunto della verifica, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Resistenza trasversale					
Punto	Caso	Ses.	R _d : R _{tr} [daN]	S _d : R _{tr} [daN]	fs[-]
PM1	C1	1	187.17	32.39	5.78
PM2	C1	1	187.17	32.39	5.78
PM3	C1	1	187.17	32.49	5.76

VERIFICHE STRUTTURALI

Si riporta di seguito il dettaglio delle verifiche eseguite, per ciascun palo, solo in corrispondenza della progressiva dove si ottiene la situazione più severa.

Tipologia: TP1 - Verifica: Spostamento orizzontale

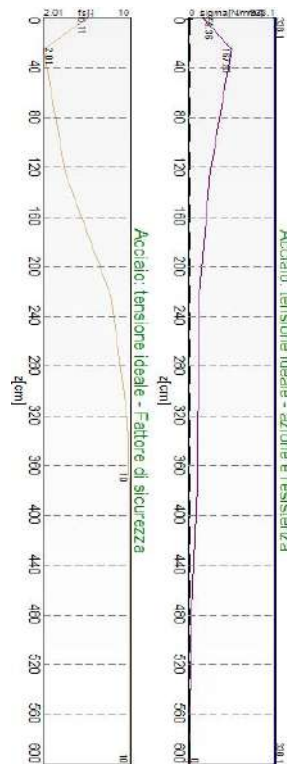
La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia PM3, nel caso di carico C7, sestetto 1 (Rara).

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Spostamento orizzontale					
Punto	Caso	Ses.	R _d : Sor[mm]	S _d : Sor[mm]	fs[-]
PM1	C7	1	40	6	6.90
PM2	C7	1	40	6	6.90
PM3	C7	1	40	6	6.78

Tipologia: TP1 - Verifica: Acciaio: tensione ideale

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia PM1, nel caso di carico C1, sestetto 1 (Stato limite ultimo).



Acciaio: tensione ideale - Situazione peggiore: Punto maglia PM1, Caso C1, Sestetto 1

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Acciaio: tensione ideale					
Punto	Caso	Ses.	R _d : sigma[daN/cm ²]	S _d : sigma[daN/cm ²]	fs[-]
PM1	C1	1	338.1	167.83	2.01
PM2	C1	1	338.1	167.83	2.01
PM3	C1	1	338.1	143.39	2.36

Di seguito viene riportata la tabella riassuntiva con tutte le verifiche eseguite sui micropali di fondazione del muro d'argine in sponda destra, nei vari casi di calcolo definiti.

Per ciascuna verifica è indicato il confronto tra resistenza di calcolo R_d ed azione di calcolo S_d , ed il relativo coefficiente di sicurezza f_s .

MURO D'ARGINE IN SPONDA DESTRA

CASO 1: h (muro) = 3.50ml

Tutti i Punti maglia (3), Tutti i casi (9), Tutti i sestetti (9)					
Caso	CAPACITA' PORTANTE [KN] [f.s.]	CEDIMENTO [mm]	RESISTENZA TRASVERSALE [KN] [f.s.]	SPOSTAMENTO ORIZZONTALE [mm]	TENSIONE IDEALE ACCIAIO [N/mm ²] [f.s.]
1: SLU A1+M1+R3	PM1-S1 ↓467.94/215.4 = 2.17	---	PM1-S1 198.52/40.79 = 4.87	---	PM1-S1 338.1/255.11 = 1.33
2: SLU A2+M2+R2	---	---	---	---	---
3: Sisma_1+1+R_Su	PM1-S1 ↓467.94/125.16 = 3.74	---	PM1-S1 198.52/28.65 = 6.93	---	PM1-S1 338.1/168.58 = 2.01
4: Sisma_1+1+R_Giu	PM1-S1 ↓467.94/138.17 = 3.39	---	PM1-S1 198.52/30.97 = 6.41	---	PM1-S1 338.1/183.5 = 1.84
5: Sisma_1+1+R_Su	PM1-S1 ↓467.94/119.17 = 3.93	---	---	---	---
6: Sisma_1+1+R_Giu	PM1-S1 ↓467.94/124.89 = 3.75	---	---	---	---
7: SLE caratteristica (rara)	---	PM1-S1 0 (max -40)	---	PM1-S1 8 (max 40)	---
8: SLE frequente	---	---	---	---	---
9: SLE quasi permanente	---	PM1-S1 0 (max -50)	---	PM1-S1 8 (max 50)	---

C.Port. = Capacità portante | Cedim. = Cedimento | R.Tras. = Resistenza trasversale | --- = Verifica non prevista

CASO 2: h (muro) = 3.00ml

Tutti i Punti maglia (3), Tutti i casi (9), Tutti i sestetti (9)					
Caso	CAPACITA' PORTANTE [KN] [f.s.]	CEDIMENTO [mm]	RESISTENZA TRASVERSALE [KN] [f.s.]	SPOSTAMENTO ORIZZONTALE [mm]	TENSIONE IDEALE ACCIAIO [N/mm ²] [f.s.]
1: SLU A1+M1+R3	PM1-S1 ↓384.38/85.62 = 4.49	---	PM3-S1 187.17/32.49 = 5.76	---	PM1-S1 338.1/167.88 = 2.01
2: SLU A2+M2+R2	---	---	---	---	---
3: Sisma_1+1+R_Su	PM1-S1 ↓384.38/57.58 = 6.68	---	PM3-S1 187.17/19.73 = 9.49	---	PM1-S1 338.1/103.85 = 3.26
4: Sisma_1+1+R_Giu	PM1-S1 ↓384.38/59.61 = 6.45	---	PM3-S1 187.17/19.62 = 9.54	---	PM1-S1 338.1/104.23 = 3.24
5: Sisma_1+1+R_Su	PM1-S1 ↓384.38/59.09 = 6.51	---	---	---	---
6: Sisma_1+1+R_Giu	PM1-S1 ↓384.38/59.97 = 6.41	---	---	---	---
7: SLE caratteristica (rara)	---	PM1-S1 0 (max -40)	---	PM3-S1 6 (max 40)	---
8: SLE frequente	---	---	---	---	---
9: SLE quasi permanente	---	PM1-S1 0 (max -50)	---	PM3-S1 6 (max 50)	---

C.Port. = Capacità portante | Cedim. = Cedimento | R.Tras. = Resistenza trasversale | --- = Verifica non prevista

9. VALIDAZIONE CODICE DI CALCOLO



VALIDAZIONE DEL CODICE DI CALCOLO

IS PALIFICATE