Regione Liguria

Città Metropolitana di Genova

COMUNE DI GENOVA

OPERE DI ADEGUAMENTO IDRAULICO DEI TRATTI TOMBINATI DEI RIVI VEILINO E SANT'ANTONINO IN COMUNE DI GENOVA

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

RTP:

MANDATARIA

EDes Earth Design

Dott. Ing. Bartolomeo VISCONTI
Dott. Ing. Luca GATTIGLIA
Dott. Ing. Chiara PALESE

MANDANTI

ENARCH S.r.l.
Dott. Ing. Paolo RUGGIERI
Dott. Arch. Grazia PRASSA

Dott. Ing. Andrea MASCARO

Dott. Ing. Silvia MATARRESE

Dott. Archeol. Fabrizio DEL PRETE

EDes Ingegneri Associati P.IVA 10759750010
Via Postumia 49, 10142 Torino
Tel. +39 011.0262900 Fax. +39 011.0262902
www.edesconsulting.eu edes@edesconsulting.eu

Elaborato		Codice	Revisione	Data
5		19037-DE32-0_STR	0	MAR.2020
Scala	-			

COMMITTENTE:	Comune di Genova
R.U.P.:	Dott. Ing. Stefano PINASCO
	Via Garibaldi 9, Palazzo Tursi, 16124 Genova

REGIONE LIGURIA

CITTA' METROPOLITANA
DI GENOVA

COMUNE DI GENOVA

OPERE DI ADEGUAMENTO IDRAULICO DEI TRATTI TOMBINATI DEI RIVI VEILINO E SANT'ANTONINO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

INDICE

1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO 6
2. DESCRIZIONE DELL'OPERA 7
3. MATERIALI 8
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA 9
5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO 10
6. ANALISI STRUTTURALE 13
   6.1. Definizione delle combinazioni e dei coefficienti 13
   6.2. Definizione delle combinazioni e dei coefficienti nella progettazione geotecnica 14
7. SEZIONE DI INTERESSE 34 (RIO VEILINO) 15
   7.1. Modellazione 16
   7.2. Analisi dei Carichi Verticali agenti sulla Berlinese 18
   7.3. Verifiche Strutturali Micropali (STR) 19
   7.4. Verifiche Capacità portante Micropali (GEO) 24
   7.5. Verifica soletta di copertura tratto tombinato su sez. 34 (Rio Veilino) 27
8. SEZIONE DI INTERESSE 38 (RIO VEILINO) 29
   8.1. Modellazione 30
   8.2. Analisi dei Carichi Verticali agenti sulla Berlinese 31
   8.3. Verifiche Strutturali Micropali (STR) 33
   8.4. Verifiche Capacità portante Micropali (GEO) 39
9. SEZIONE DI INTERESSE 82 (SANT'ANTONINO) 43
   9.1. Modellazione 45
   9.2. Analisi dei Carichi Verticali agenti sulla Berlinese 46
   9.3. Verifiche Strutturali Micropali (STR) 47
   9.4. Verifiche Capacità portante Micropali (GEO) 55
   9.5. Verifica soletta di copertura tratto tombinato su sez 82 (Rio Sant'Antonino) 57
10. RIO SANT'ANTONINO – PORZIONI D'INTERVENTO SU STRUTTURE ESISTENTI 59
   10.1. Descrizione del software di calcolo 59
   10.2. Relazione di accettabilità dei calcoli eseguiti con elaboratore 61
   10.3. Manufatto imbocco galleria Sant'Antonino 62
      10.3.1 Breve descrizione delle opere 62
   10.4. Materiali 63

10.4.1 Materiali c.a. 63
10.4.2 Curve di materiali c.a. 63
10.4.3 Armature 64
10.5. Terreno 64
10.6. Dati di definizione 66
10.6.1 Preferenze di analisi 66
10.6.2 Spettri D.M. 17-01-18 68
10.6.3 Torsione NTC 08/NTC 18 74
10.7. Descrizione del modello strutturale 75
10.7.1 Modello Strutturale 75
10.7.2 Livelli 75
10.7.3 Tronchi 76
10.8. Azioni e combinazioni di carico 76
10.8.1 Azioni Verticali 76
10.8.2 Azione della neve 76
10.8.3 Azione del sisma 76
10.8.4 Riepilogo azioni superficiali sulla struttura 76
10.8.5 Condizioni elementari di carico 77
10.8.6 Combinazioni di carico 77
10.9. Risultati numerici 78
10.9.1 Spostamenti nodali estremi 78
10.9.2 Spostamenti di interpiano estremi 79
10.9.3 Equilibrio forze 81
10.9.4 Risposta di spettro 84
10.9.1 Pressioni sul terreno 85
10.10. Verifiche 87
10.10.1 Verifica platea di fondazione 87
10.10.2 Verifica micropali 92
10.10.3 Micropalo 88.9x10 (P1) 93
10.10.4 Micropalo 88.9x10 (P2) 94
10.10.5 Micropalo 114.3x10 (P3) 95
10.10.6 Verifica cordolo testapali 97
10.10.7 Verifica paramenti muri d'argine 99

10.10.8 Muro d'argine - riva destra (sottomurazione) 100
10.10.1 Muro d'argine - riva sinistra (placcaggio e sottomurazione) 102
11. MANUFATTO SOTOSTANTE LA GALLERIA SANT'ANTONINO 106
11.1. Breve descrizione delle opere 106
11.2. MATERIALI 106
11.2.1 Materiali c.a. 106
11.2.2 Curve di materiali c.a. 106
11.2.3 Armature 106
11.3. Terreno 107
11.4. Dati di definizione 108
11.4.1 Preferenze di analisi 108
11.4.2 Spettri D.M. 17-01-18 110
11.4.3 Torsione NTC 08/NTC 18 115
11.5. DESCRIZIONE DEL MODELLO STRUTTURALE 116
11.5.1 Modello Strutturale 116
11.5.2 Livelli 117
11.5.3 Tronchi 117
11.6. AZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO 117
11.6.1 Azioni Verticali 117
11.6.2 Azione della neve 118
11.6.3 Azione del sisma 118
11.6.4 Riepilogo azioni superficiali sulla struttura 118
11.6.5 Condizioni elementari di carico 118
11.6.6 Combinazioni di carico 119
11.7. Risultati numerici 121
11.7.1 Spostamenti nodali estremi 121
11.7.2 Spostamenti di interpiano estremi 122
11.7.3 Risposta modale 123
11.7.4 Equilibrio forze 124
11.7.5 Risposta di spettro 126
11.7.6 Pressioni sul terreno 128
11.8. Verifiche 130
11.8.1 Verifica platea di fondazione 130

11.8.2 Verifica muri d’argine 134
11.8.3 Muro d'argine 135
11.8.4 Verifica dispositivo di connessione 139

1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

[1] Legge N° 1086 del 05/11/1971 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica" e relative Norme Tecniche

[2] D.M. 17-01-2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni

[3] Circolare 21-01-2019 n° 21 – Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 17 Gennaio 2018

2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Oggetto della presente Relazione di calcolo è la verifica delle opere di adeguamento idraulico e idrogeologico dei tratti tombinati dei rivi Veilino e Sant'Antonino, siti nel comune di Genova.
Tali opere consistono essenzialmente nell'approfondimento della sezione scatolare esistente. Per la stabilizzazione degli scavi, durante le fasi realizzative dell'intervento, sono state introdotte delle Berlinesi costituite da micropali verticali e, all'occorrenza, dei micropali inclinati.
Lungo l'estensione dell'asta del Rio Veilino e di quella del Rio Sant'Antonino, oggetto della presente analisi, sono state individuate delle sezioni tipologiche di interesse, sulle quali attuare le suddette verifiche.
In particolare sono state individuate 6 sezioni di interesse:

Sezione	Rio	Descrizione
34	Veilino	Sezione tipologica di base rappresentativa di gran parte dell'estensione dell'opera
38	Veilino	Sezione in prossimità della Galleria Montino
48	Veilino	Sezione in prossimità di un fabbricato interferente
60/64	Veilino	Sezione sormontata da archi in pietra preesistenti con sovraccarichi da traffico
82	Sant'Antonino	Sezione rappresentativa dell'area interessata dal Rio San'Antonino

Nella presente relazione si riporta l/analisi eseguita in particolare per le sezioni 34 e 38 del rio Veilino e per la sez 82 del rio Sant'Antonino.

3. MATERIALI

I materiali considerati nella presente analisi sono i seguenti:

- ACCIAIO PER BARRE DA C.A. (B450C)
  - Tensione caratteristica di snervamento ..... $f_{yk} \geq 450$ N/mm²
  - Tensione caratteristica di rottura ..... $f_{tk} \geq 540$ N/mm²
  - Tensione di progetto $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ (1,15) ..... $f_{yd} = 391.3$ N/mm²
  - Modulo di Young ..... $E_s = 206000$ N/mm²

- ACCIAIO PER ARMATURA MICROPALI (S355JR)
  - Tensione caratteristica di snervamento ..... $f_{yk} \geq 355$ N/mm²
  - Tensione caratteristica di rottura ..... $f_{tk} \geq 510$ N/mm²
  - Tensione di progetto $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ (1,05) ..... $f_{yd} = 388.1$ N/mm²
  - Modulo di Young ..... $E_s = 210000$ N/mm²

- CALCESTRUZZO

Classe C25/30 – Fondazioni e muri:

  - Resistenza caratteristica cilindrica ..... $f_{ck} \geq 25$ N/mm²
  - Resistenza caratteristica cubica ..... $R_{ck} \geq 30$ N/mm²
  - Resistenza di calcolo a trazione media ..... $f_{ctm} \geq 2.56$ N/mm²
  - Modulo di Young ..... $E_{cm} = 31476$ N/mm²

4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Sulla base dei risultati delle indagini e degli elaborati e studi geologici, si perviene ad una caratterizzazione geotecnica dei terreni e quindi alla definizione stratigrafica e dei parametri geotecnici di progetto. Per il sito in esame, le unità geotecniche interessate sono le seguenti:

- Unità U1: Terreno di Riporto
- Unità U2: Ghiaia limoso sabbiosa
- Unità U3: Ghiaia eterometrica con sabbia e trovanti
- Unità U4: Trovanti in matrice ghiaiosa
- Unità U5A: Ghiaia fine e sabbia in matrice limoso-argillosa
- Unità U5: Substrato calcari marnosi

In accordo con quanto riportato nella relazione geotecnica generale, si considerano i seguenti parametri geotecnici di progetto in funzione delle sezioni analizzate:

Tabella 4.1 Parametri geotecnici di progetto

Unità geotecniche		**U1**	**U2**	**U3**	**U4**	**U5A**	**U5**
Peso per unità di volume	γ [kN/m3]	18,5	19	19	20	18,5	25
Angolo resistenza al taglio	ϕ' [°]	28	41	41	41	29	45
Coesione drenata	c' [kPa]	0	0	0	0	0	20

In via cautelativa, si è adottato nelle analisi svolte un angolo di resistenza al taglio non superiore a 36°.

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

L'opera in oggetto è situata nel comune di Genova (GE), nella zona di *Rio Veilino* le cui coordinate geografiche sono le seguenti:

- Latitudine: 44°25'48.44"N
- Longitudine: 8° 56'50.42"E

Per il calcolo sismico si adottano i seguenti parametri:

- Vita nominale della costruzione: 50 anni
- Classe d'uso: III
- Coefficiente c_u: 1.5
- Periodo di riferimento V_R : 75 anni
- Suolo: tipo B
- Accelerazione sismica al suolo P.G.A. (SLV): a_g=0.084g
- Valore del fattore di comportamento: q=1

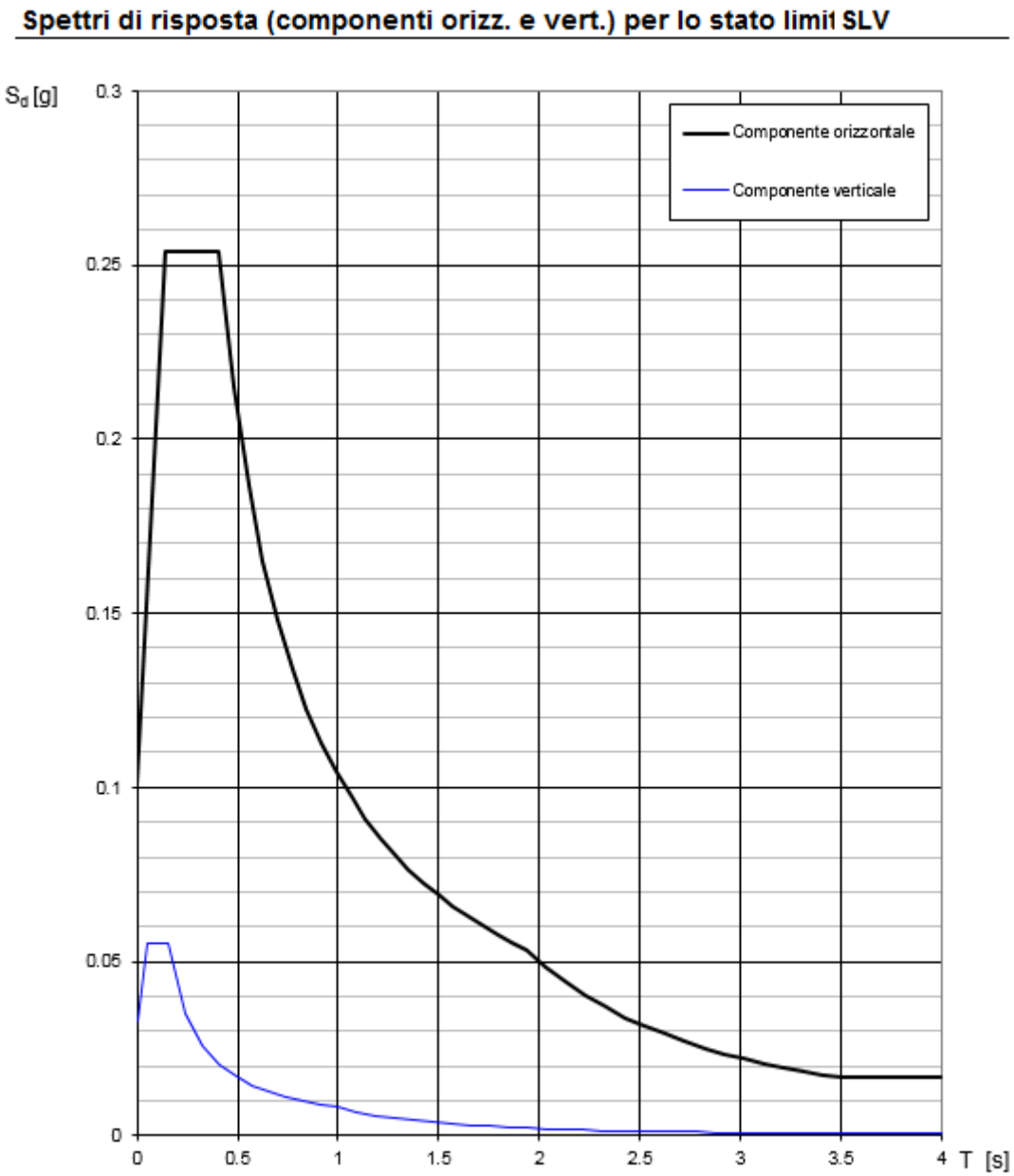


Figura 5-1 Spettro di risposta, componente orizzontale , SLV

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.084 g
F_o	2.519
T_C^*	0.289 s
S_S	1.200
C_C	1.410
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.136 s
T_C	0.407 s
T_D	1.936 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S \cdot S_T$ (NTC-18 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0{,}55;\ \eta = 1/q$ (NTC-18 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$T_B = T_C / 3$ (NTC-18 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_C \cdot T_C^*$ (NTC-18 Eq. 3.2.7)

$T_D = 4{,}0 \cdot a_g / g + 1{,}6$ (NTC-18 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-18 Eq. 3.2.4)

$0 \leq T < T_B$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o}\left(1 - \frac{T}{T_B}\right)\right]$

$T_B \leq T < T_C$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$

$T_C \leq T < T_D$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T}\right)$

$T_D \leq T$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2}\right)$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con 1/q, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.101
T_B ←	0.136	0.254
T_C ←	0.407	0.254
	0.480	0.215
	0.553	0.187
	0.626	0.165
	0.699	0.148
	0.771	0.134
	0.844	0.122
	0.917	0.113
	0.990	0.104
	1.062	0.097
	1.135	0.091
	1.208	0.086
	1.281	0.081
	1.353	0.076
	1.426	0.072
	1.499	0.069
	1.572	0.066
	1.645	0.063
	1.717	0.060
	1.790	0.058
	1.863	0.055
T_D ←	1.936	0.053
	2.034	0.048
	2.132	0.044
	2.231	0.040
	2.329	0.037
	2.427	0.034
	2.525	0.031
	2.624	0.029
	2.722	0.027
	2.820	0.025
	2.919	0.023
	3.017	0.022
	3.115	0.021
	3.214	0.019
	3.312	0.018
	3.410	0.017
	3.508	0.017
	3.607	0.017
	3.705	0.017
	3.803	0.017
	3.902	0.017
	4.000	0.017

Figura 5-2 Parametri spettro di risposta, componente orizzontale, SLV

6. ANALISI STRUTTURALE

6.1. Definizione delle combinazioni e dei coefficienti

In accordo con le Norme Tecniche per le costruzioni 2018, vengono utilizzate le seguenti combinazioni di carico a secondo il paragrafo §2.5.3:

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

  $\gamma_{g1} G_1 + \gamma_{g2} G_2 + \gamma_p P + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} \psi_{02} Q_{k2} + \gamma_{Q3} \psi_{03} Q_{k3} + \ldots$

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

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

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

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

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

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

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

  $E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} Q_{k1} + \psi_{22} Q_{k2} + \ldots$

- Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

  $G_1 + G_2 + \Sigma_j \psi_{2j} Q_{kj}$

6.2. Definizione delle combinazioni e dei coefficienti nella progettazione geotecnica

I coefficienti parziali di sicurezza relativi alle azioni sono indicati nella Tab. 6.2.I. Si deve comunque intendere che il terreno e l'acqua costituiscono carichi permanenti (strutturali) quando, nella modellazione utilizzata, contribuiscono al comportamento dell'opera con le loro caratteristiche di peso, resistenza e rigidezza.

Tab. 6.2.I – *Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni*

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti G_2 [1]	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

[1] Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

I valori di progetto delle resistenze possono essere determinati in modo analitico, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno, diviso per il valore del coefficiente parziale di sicurezza specificato nella successiva Tab. 6.2.II e tenendo conto, ove necessario, dei coefficienti parziali specificati nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera.

Tab. 6.2.II – *Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno*

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

7. SEZIONE DI INTERESSE 34 (RIO VEILINO)

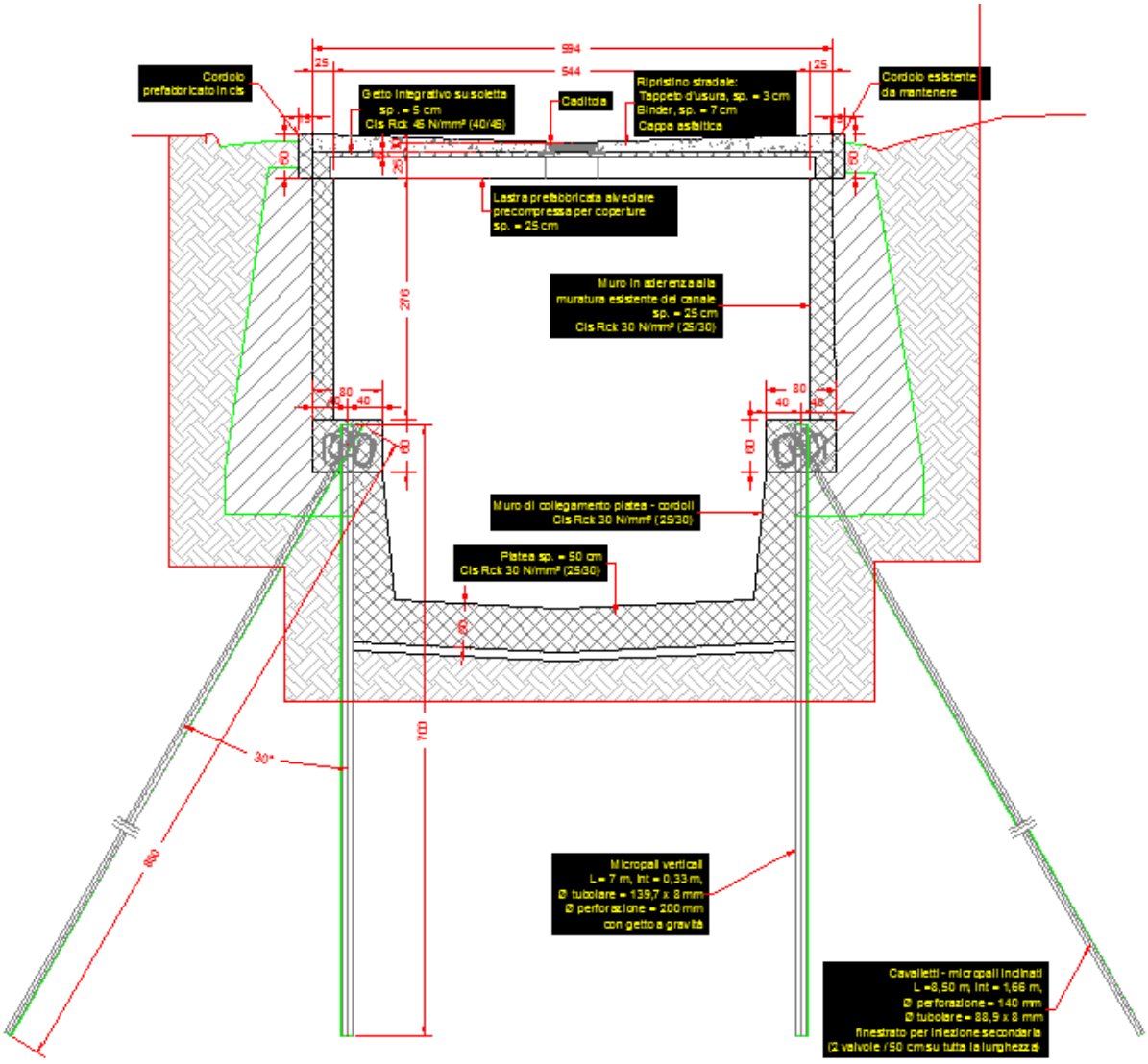


Figura 7.1 Schema progettuale sezione di interesse 34

La sezione 34 risulta essere rappresentativa di gran parte dell'estensione dell'opera competente il rio Veilino.

La soluzione proposta prevede l'utilizzo di una combinazione di micropali

verticali e inclinati con le seguenti caratteristiche:

Tabella 7.1 Caratteristiche micropali verticali della Berlinese sez 34

Micropali verticali Berlinese		
Diametro esterno [mm]	*Φe=*	139,7
Diametro interno [mm]	*Φi=*	123,7
Diamentro del foro [mm]	*Φh=*	200
Spessore [mm]	*s=*	8
Lunghezza [m]	*L=*	7
Interasse [m]	*i=*	0,33

Tabella 7.2 Caratteristiche micropali inclinati sez 34

Micropali Inclinati		
Diametro esterno [mm]	*Φe=*	88,9
Diametro interno [mm]	*Φi=*	72,9
Diamentro del foro [mm]	*Φh=*	140
Spessore [mm]	*s=*	8
Lunghezza [m]	*L=*	8,5
Passo [m]	*i=*	1,66
Inclinazione rispetto alla verticale [grad]	*α=*	30

7.1. Modellazione

L'approfondimento dello scatolare esistente viene effettuato seguendo delle fasi costruttive sequenziali. Le operazioni ritenute cruciali ai fini della progettazione strutturale e geotecnica, sono state introdotte nel software agli elementi finiti per l'analisi di strutture di sostegno flessibili, Paratie Plus ver. 20.0.3. Di seguito è rappresentato il modello nella sua configurazione finale:

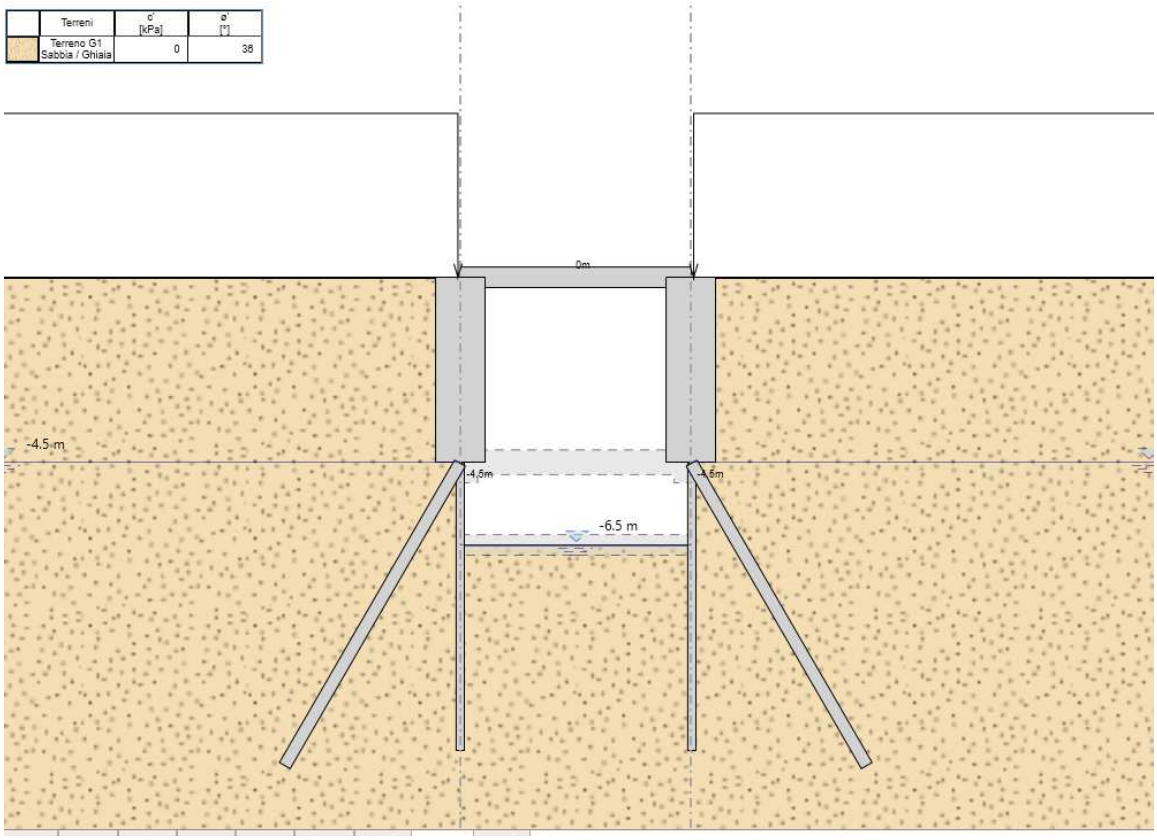


Figura 7.2 Modello 2D sezione di interesse 34

Essendo la suddetta sezione rappresentativa di gran parte dell'area oggetto dell'analisi, essa non presenta una suddivisione stratigrafica particolare delle unità geologiche, ma si è ritenuto opportuno adottare un unico strato di terreno con parametri geotecnici omogenei e rappresentativi dell'area di interesse.

Tabella 7.3 Parametri geotecnici di progetto omogeneizzati per la sezione 34

Peso per unità di volume	γ [kN/m3]	19
Angolo resistenza al taglio	ϕ' [°]	36
Coesione drenata	c' [kPa]	0

7.2. Analisi dei Carichi Verticali agenti sulla Berlinese

I carichi verticali, agenti sulla Berlinese sono i seguenti:

- Carico Muro esistente

B=1,2m base inferiore del muro

B =0,5m base superiore muro

h_m = 3,1m altezza muro

$\gamma_{c.a.}$= 25 kN/m^3

Q_{1k}= $\gamma_{c.a.}$*(B+b)*h_m*0.5=25*(1,2+0,5)*3,1= ***65, 9 kN/m***

- Carico contromuro da 25cm

B=0,25m base del muro

h_m = 3,1m altezza muro

$\gamma_{c.a.}$= 25 kN/m^3

Q_{2k}= $\gamma_{c.a.}$*B*h_m=25*0,25*3,1 ≈ ***20 kN/m***

- Carico metà soletta

L_S=5,9 m lunghezza soletta

h_s = 0,45 m altezza soletta

$\gamma_{c.a.}$= 25 kN/m^3

Q_{3k}= $\gamma_{c.a.}$* L_S *h_s*0.5=25*0,45*5,9*0,5 ≈***35 kN/m***

- Eventuale terreno di riporto sopra soletta

L_t=6,9 m lunghezza striscia di terreno

h_t = 0,3 m altezza soletta

$\gamma_{t.}$= 19 kN/m^3

Q_{tk}= γ_t.* L_t *h_t*0.5=19*6,9*0,3*0,5 ≈***20 kN/m***

- Sovvraccarico

L_s=6,9 m lunghezza di pertinenza

qsk = 10 kN/m^2 sovraccarico

Q_{qk}= qsk * L_s * 0.5=10*6,9*0,5 ≈***35 kN/m***

7.3. Verifiche Strutturali Micropali (STR)

Criterio di verifica: Approccio 1, combinazioni 1(A1+M1+R1), par. 6.5.3.1.2 NTC18 e C6.5.3.1.2. NTC18. Si riportano i diagrammi di momento e taglio in tale combinazione con le relative verifiche.

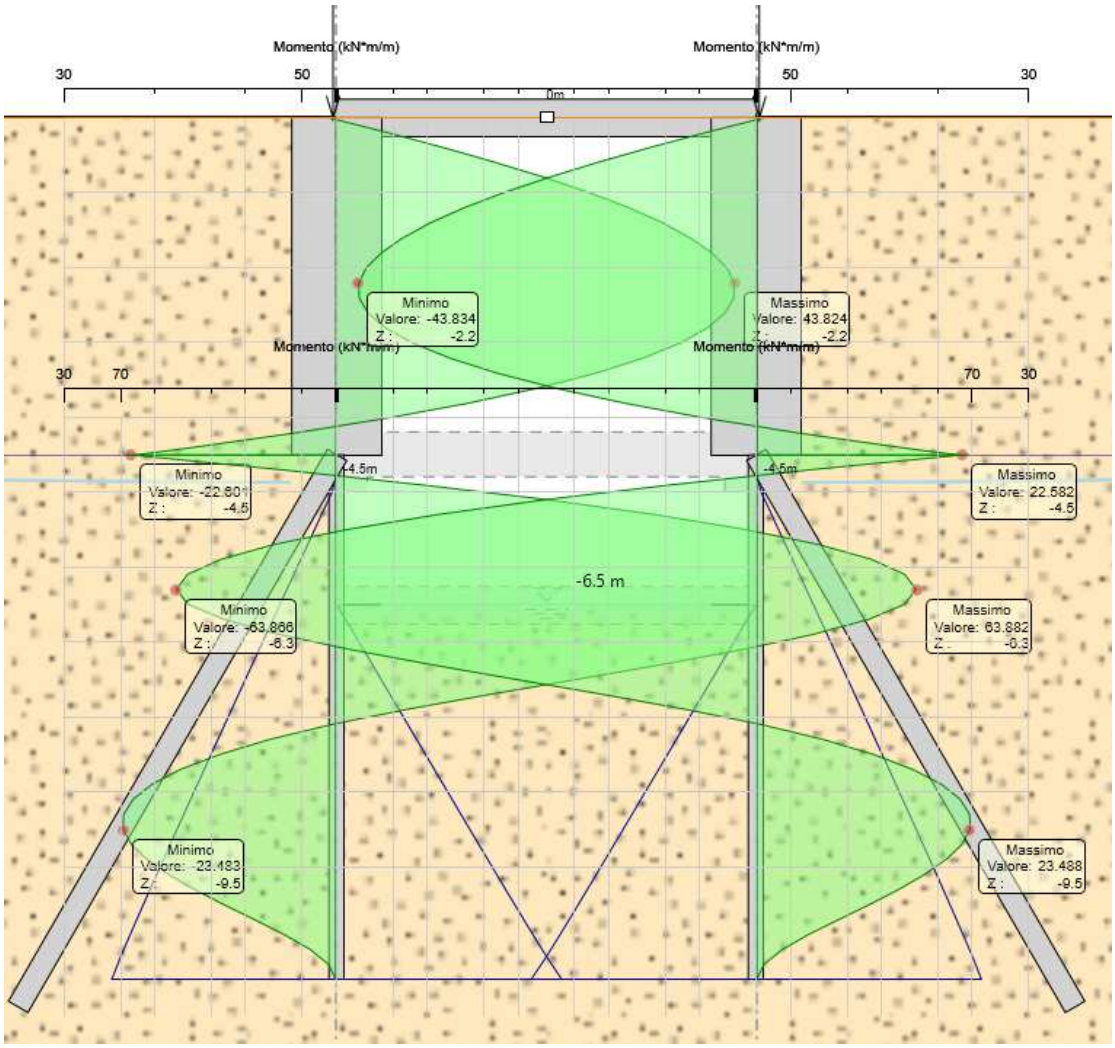
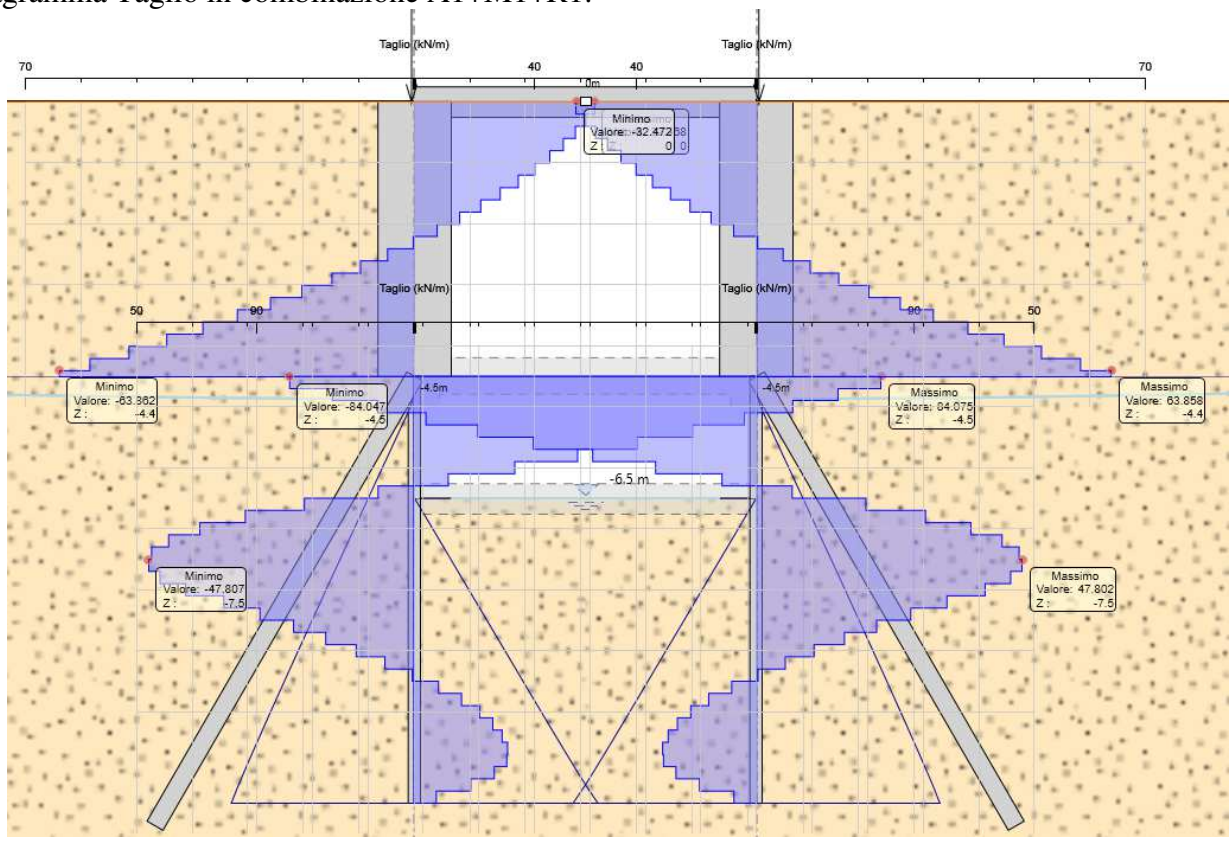
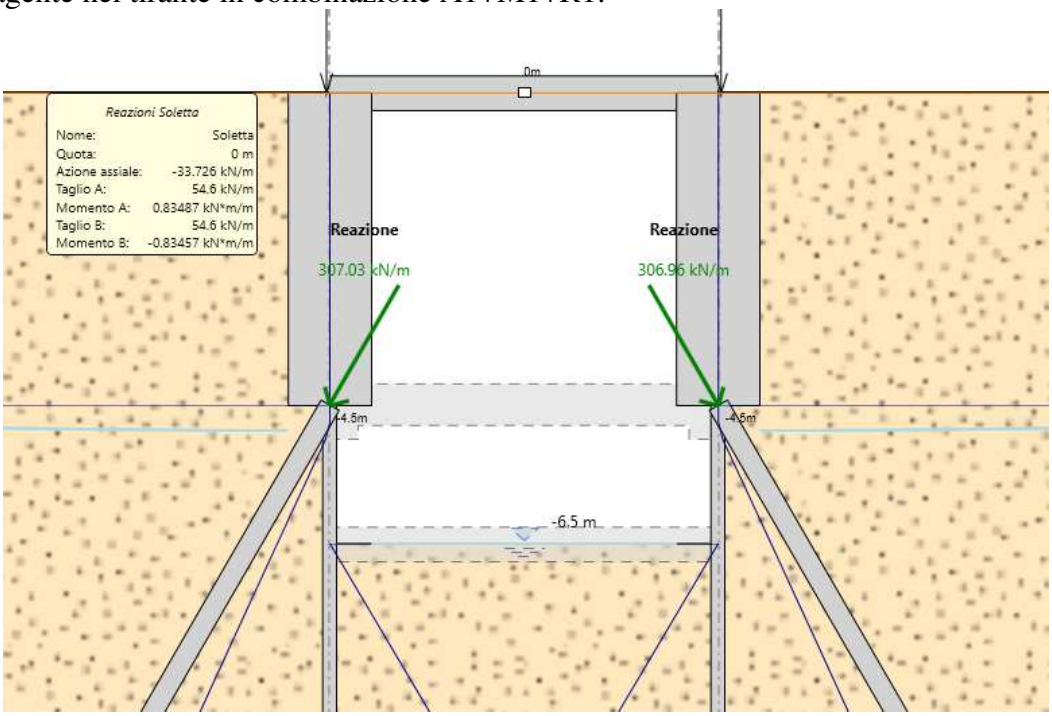


Diagramma Taglio in combinazione A1+M1+R1:



Reazione agente nel tirante in combinazione A1+M1+R1:



Lo sforzo normale agente sui micropali della berlinese, viene calcolato come somma dei carichi verticali dati dalla sovrastruttura e della componente verticale della reazione del tirante.

Lo sforzo normale (NSda) trasmesso dalla sovrastruttura in combinazione A1+M1+R1, è ottenuto a partire carichi caratteristici calcolati nel capitolo 7.2, moltiplicati per gli opportuni coefficienti di sicurezza:

$NSda = 1,3*(Q_{1k+} Q_{2k+} Q_{3k+} Q_{tk)} +1,5*(Q_{qk}) = 1,3*(65,9+35+20+20)+1,5*35 =235,67$ kN/m

NSda = 235,67*0,33 = 77,77 kN — sforzo normale agente nel singolo micropalo, trasmesso dalla sovrastruttura (compressione)

NSdb = 307*0,33*cos30° = 87,73 kN — sforzo normale agente nel singolo micropalo, trasmesso dalla componente verticale della trazione agente nel tirante in combinazione (A1+M1+R1)

Reazione agente nel tirante in combinazione A1+M1+R1:

NSd,tot = 77,77 +87,73 = 165,5 kN — sforzo normale di compressione nei micropali verticali

In sintesi le sollecitazioni massime presenti nei micropali verticali e nei micropali inclinati secondo la combinazione A1+M1+R1, sono di seguito riportate:

Tabella 7.4 Sollecitazioni di progetto nei micropali in combinazione A1+M1+R1 per la sezione 34

Micropali Berlinese		
Sforzo normale da carichi verticali (compressione)	Nsda [kN/m]	235,70
Sforzo normale da reazione del tirante (trazione)	Nsdb [kN/m]	265,87
Sforzo normale totale al metro lineare	Nsdtot [kN/m]	501,57
Sforzo normale su singolo palo	Nsdtot [kN]	165,52
Momento flettente al metro lineare	Msd [kNm/m]	63,88
Momento flettente su singolo palo	Msd [kNm]	21,08
Taglio al metro lineare	Vsd [kN/m]	84,08
Taglio su singolo palo	Vsd [kN]	27,74
Micropali inclinati		
Sforzo normale al metro lineare	Nsd [kN/m]	307,00
Sforzo normale su singolo palo	Nsd [kN]	509,62

VERIFICHE STRUTTURALI MICROPALI VERTICALI (BERLINESE)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE		Berlinese		L=	7 m
Diametro esterno	Φe=	139,7	mm		
Diametro interno	Φi=	123,7	mm		
Diamentro del foro	Φh=	200	mm		
Spessore	s=	8	mm		
Peso unitario tubo in acciaio	g_s =	26,0	kg/m		
Momento di inerzia	J=	7202889,1	mm^4		
Area	A=	3310,0	mm^2		
Modulo di resistenza	W=	103119,386	mm^3		

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Qualità dell'acciaio	S 355		
Tensione caratteristica di rottura	fuk=	510,0	Mpa
Tensione di snervamento caratteristica	fyk=	355,0	MPa
Coefficiente di sicurezza	γs=	1,05	
Tensione di snervamento di calcolo	fyd=	338,1	MPa

SOLLECITAZIONI DERIVANTI DALL'ANALISI

		A1+M1+R1	
Sforzo normale	N_{Sd} =	165,52	kN
Momento flettente	M_{Sd} =	21,08	kNm
Taglio	V_{Sd} =	27,74	kN

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

Tensione normale massima	σ_{max} =	254,43	Mpa	$\sigma_{max} = \frac{N_{sd}}{A} + \frac{M_{sd}}{W}$
Verifica	σ_{max}/f_{yd} =	0,75		Verifica soddisfatta

VERIFICA A TAGLIO

$$\tau = \frac{2 \cdot V_{sd}}{A}$$

Tensione tangenziale massima	τ=	16,8	Mpa	
Tensione equivalente	σ_{id} =	256,1	MPa	$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma_{max}^2 + 3 \cdot \tau^2}$
Verifica	σ_{id}/f_{yd} =	0,76		Verifica soddisfatta

VERIFICHE STRUTTURALI MICROPALI INCLINATI

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Micropali Inclinati L= 8,5 m

Diametro esterno	Φe=	88,9	mm
Diametro interno	Φi=	72,9	mm
Diamentro del foro	Φh=	140	mm
Spessore	s=	8	mm
Peso unitario tubo in acciaio	g_s =	16,0	kg/m
Momento di inerzia	J=	1679661,1	mm^4
Area	A=	2033,2	mm^2
Modulo di resistenza	W=	37787,651	mm^3

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Qualità dell'acciaio: S 355

Tensione caratteristica di rottura	fuk=	510,0	Mpa
Tensione di snervamento caratteristica	fyk=	355,0	MPa
Coefficiente di sicurezza	γs=	1,05	
Tensione di snervamento di calcolo	fyd=	338,1	MPa

SOLLECITAZIONI DERIVANTI DALL'ANALISI

		A1+M1+R1	
Sforzo normale	N_{Sd} =	509,62	kN
Momento flettente	M_{Sd} =	0	kNm
Taglio	V_{Sd} =	0	kN

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

Tensione normale massima	σ_{max} =	250,64	Mpa
Verifica	σ_{max}/f_{yd} =	0,74	Verifica soddisfatta

$$\sigma_{max} = \frac{N_{sd}}{A} + \frac{M_{sd}}{W}$$

VERIFICA A TAGLIO

Tensione tangenziale massima	τ=	0,0	Mpa
Tensione equivalente	σ_{id} =	250,6	MPa
Verifica	σ_{id}/f_{yd} =	0,74	Verifica soddisfatta

$$\tau = \frac{2 \cdot V_{sd}}{A}$$

$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma_{max}^2 + 3 \cdot \tau^2}$$

7.4. Verifiche Capacità portante Micropali (GEO)

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE MICROPALI VERTICALI (BERLINESE)

METODO DI BUSTAMANTE E DIOX					
SOLLECITAZIONI DI CALCOLO				Berlinese	L= 7 m
Sforzo normale di calcolo a trazione	N_{Sd}=	0,00	kN		
Sforzo normale di calcolo a compressione	N_{Sd}=	165,518	kN		
CARATTERISTICHE DEI MICROPALI					
Diametro esterno	Φe=	139,7	mm		
Diametro interno	Φi=	123,7	mm		
Diamentro del foro	Φh=	200	mm		
Spessore	s=	8	mm		
Area tubo di acciaio	As=	3309,98	mm^2		
Peso unitario tubo in acciaio	g_s =	26,02	kg/m		
Peso unitario acciaio + cls	g_{sc} =	96,3	kg/m		

CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA

MODALITA' DI INIEZIONE IGU INIEZIONE GLOBALE UNICA

Profondità [m]		ΔL		N_{SPT}	qs (IGU)	qs (IRS)	α (IGU)	α (IRS)	Dsi	Q_{list}
da	a	[m]			[kN/m²]	[kN/m²]			[m]	[kN]
6,5	11,5	5	ATTIVO	29	145	195	1,35	1,80	0,27	615
0	0	0	NONATTIVO	5	25	75	1,15	1,50	0,23	0
0	0	0	NON ATTIVO	23	-	-	1,10	1,40	-	0
0	0	0	NON ATTIVO	35	-	-	1,10	1,40	-	0
									$Q_{L,tot}$=	615

NUMERO DI VERTICALI INDAGATE 7

APPROCCIO NORMATIVO APPROCCIO 2 - (A1+M1+R3)

numero di verticali indagate	ξ_{a3}	ξ_{a4}
1	1,7	1,7
2	1,65	1,55
3	1,6	1,48
4	1,55	1,42
5	1,50	1,34
7	1,45	1,28
>=10	1,40	1,21

Resistenza	Simbolo	Pali trivellati		
	γ_R	R1	R2	R3
Base	γ_b	1,00	1,70	1,35
Laterale in compressione	γ_s	1,00	1,45	1,15
Laterale in trazione	γ_{st}	1,00	1,60	1,25

Resistenza caratteristica laterale $Q_{L,K}$= 424,1 kN
Resistenza caratteristica alla punta $Q_{P,K}$= 63,6 kN
Peso proprio del micropalo $W_{m,k}$= 4,8 kN

CAPACITA' PORTANTE DI CALCOLO

Resistenza di progetto laterale a trazione $Q_{L,d}$= 339,3 kN
Resistenza di progetto laterale a compressione $Q_{L,d}$= 368,8 kN
Resistenza di peogetto alla punta $Q_{P,d}$= 47,1 kN
Peso proprio del micropalo $W_{m,d}$= 4,8 kN
Resistenza caratteristica totale a trazione R_d= 344,1 kN
Resistenza caratteristica totale a compressione R_d= 411,1 kN

VERIFICA A CAPACITA' PORTANTE A COMPRESSIONE

N_{Sd}/R_d= 0,40 Verifica soddisfatta

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE MICROPALI INCLINATI

METODO DI BUSTAMANTE E DIOX

SOLLECITAZIONI DI CALCOLO

Micropali Inclinati L= 8,5 m

Sforzo normale di calcolo a trazione	N_{Sd}=	**509,6**	kN
Sforzo normale di calcolo a compressione	N_{Sd}=		kN

CARATTERISTICHE DEI MICROPALI

Diametro esterno	Φe=	88,9	mm
Diametro interno	Φi=	72,9	mm
Diamentro del foro	Φh=	140	mm
Spessore	s=	8	mm
Area tubo di acciaio	As=	3309,98	mm^2
Peso unitario tubo in acciaio	g_s =	26,02	kg/m
Peso unitario acciaio + cls	g_{sc} =	56,2	kg/m

CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA

MODALITA' DI INIEZIONE IRS INIEZIONE RIPETUTA SELETTIVA

Profondità [m]		ΔL		N_{SPT}	qs (IGU)	qs (IRS)	α (IGU)	α (IRS)	Dsi	Q_{lat}
da	a	[m]			[kN/m^2]	[kN/m^2]			[m]	[kN]
0	8,5	8,5	ATTIVO	29	145	195	1,35	1,70	0,24	1239
0	0	0	NONATTIVO	5	25	75	1,15	1,50	0,21	0
0	0	0	NON ATTIVO	23	-	-	1,10	1,40	-	0
0	0	0	NON ATTIVO	35	-	-	1,10	1,40	-	0
									$Q_{L,tot}$=	1239

NUMERO DI VERTICALI INDAGATE 7

APPROCCIO NORMATIVO APPROCCIO 2 - (A1+M1+R3)

numero di verticali indagate	ξ_{a3}	ξ_{a4}
1	1,7	1,7
2	1,65	1,55
3	1,6	1,48
4	1,55	1,42
5	1,50	1,34
7	1,45	1,28
>=10	1,40	1,21

Resistenza	Simbolo	Pali trivellati		
	γ_R	R1	R2	R3
Base	γ_b	1,00	1,70	1,35
Laterale in compressione	γ_s	1,00	1,45	1,15
Laterale in trazione	γ_{st}	1,00	1,60	1,25

Resistenza caratteristica laterale	$Q_{L,K}$=	854,7	kN
Resistenza caratteristica alla punta	$Q_{P,K}$=	128,2	kN
Peso proprio del micropalo	$W_{m,k}$=	4,8	kN

CAPACITA' PORTANTE DI CALCOLO

Resistenza di progetto laterale a trazione	$Q_{L,d}$=	683,8	kN
Resistenza di progetto laterale a compressione	$Q_{L,d}$=	743,2	kN
Resistenza di peogetto alla punta	$Q_{P,d}$=	95,0	kN
Peso proprio del micropalo	$W_{m,d}$=	4,8	kN
Resistenza caratteristica totale a trazione	R_d=	688,5	kN
Resistenza caratteristica totale a compressione	R_d=	833,4	kN

VERIFICA A CAPACITA' PORTANTE A COMPRESSIONE

N_{Sd}/R_d=	0,00	Verifica soddisfatta

VERIFICA A CAPACITA' PORTANTE A TRAZIONE

N_{Sd}/R_d=	0,74	Verifica soddisfatta

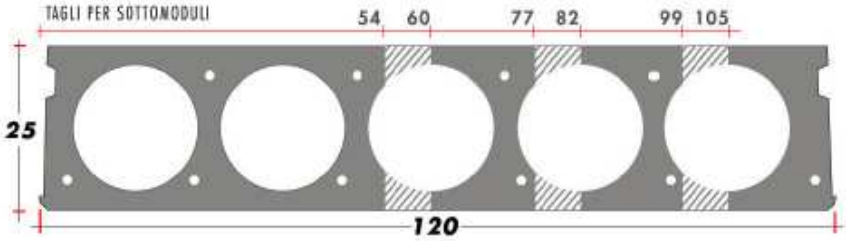
7.5. Verifica soletta di copertura tratto tombinato su sez. 34 (Rio Veilino)

I solai di copertura dei tratti tombinati del Rio Veilino risultano realizzati con lastre prefabbricate alveolari precompresse con sovrastante getto integrativo in opera.

Considerando un carico variabile pari a 2000 daN/m^2 ed un carico permanente relativo al sottofondo stradale pari a 500 daN/m^2 si ottiene un carico complessivo pari a

Q=2000+500= 2500daN/m^2.

Nel seguito si riporta la tabella di un prodotto commerciale relativo al solaio realizzato con lastre alveolari di altezza pari a 25cm ed un getto integrativo pari a 5cm; il riquadro rosso evidenzia l'idoneità della tipologia di lastra utilizzata per una luce pari a 5.5m a cui corrisponde una portata minima di 2500 daN/m^2 (per un'armatura tipo A1-25).



dati

Peso proprio lastra di solaio
319 Kg/mq

Larghezza lastra di solaio
120 cm

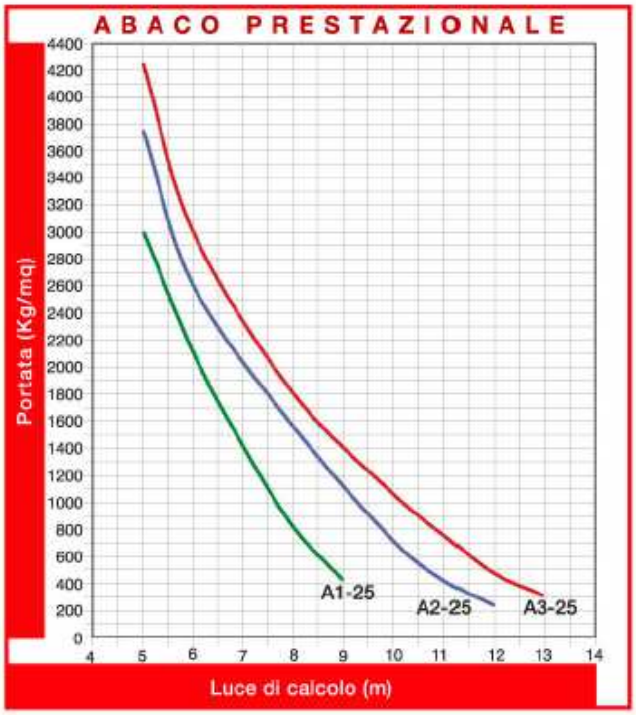
Altezza lastra solaio
25 cm

Altezza soletta in opera
5,0 cm

Trasporto
Max 90 mq viaggio

Incidenza getto di testata
0,113 mc lastra

Incidenza getto longitudinale
0,007 mc/ml



PORTATA (Kg/mq)	TIPO	LUCE DI CALCOLO (m)								
		5	6	7	8	9	10	11	12	13
	A1 - 25	3000	2100	1400	800	400				
	A2 - 25	3750	2600	2000	1550	1100	700	400	210	
	A3 - 25	4250	3000	2300	1800	1400	1050	740	450	280

8. SEZIONE DI INTERESSE 38 (RIO VEILINO)

La sezione 38 si colloca in prossimità della galleria Montino, pertanto risulta essere una sezione singolare.

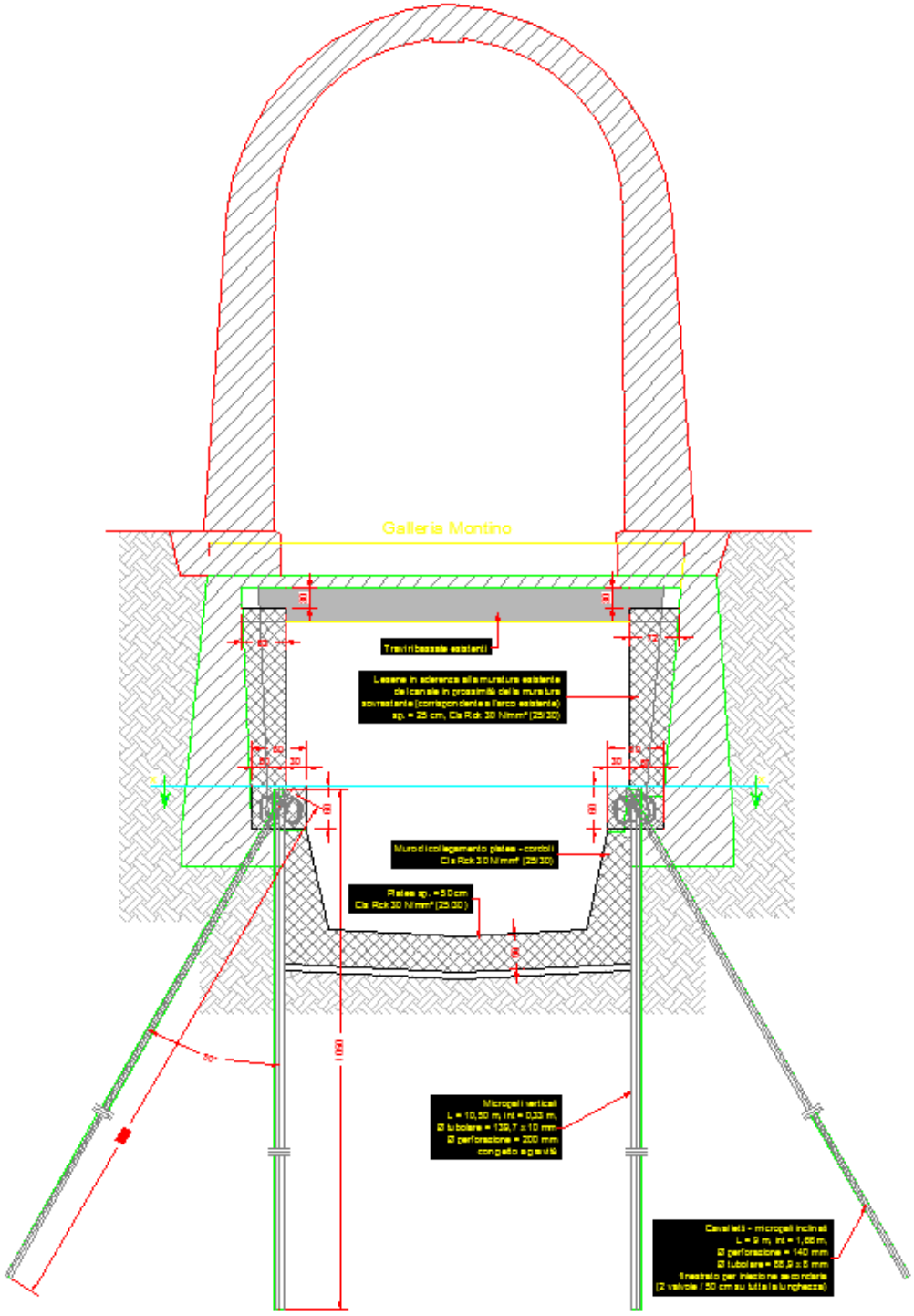


Figura 8.1 Schema progettuale sezione di interesse 38

La soluzione proposta prevede l'utilizzo di una combinazione di micropali

verticali e inclinati con le seguenti caratteristiche:

Tabella 8.1 Caratteristiche micropali verticali della Berlinese sez 38

Micropali verticali Berlinese		
Diametro esterno [mm]	*Φe=*	139,7
Diametro interno [mm]	*Φi=*	119,7
Diamentro del foro [mm]	*Φh=*	200
Spessore [mm]	*s=*	10
Lunghezza [m]	*L=*	10,5
Interasse [m]	*i=*	0,33

Tabella 8.2 Caratteristiche micropali inclinati sez 38

Micropali Inclinati		
Diametro esterno [mm]	*Φe=*	88,9
Diametro interno [mm]	*Φi=*	72,9
Diamentro del foro [mm]	*Φh=*	140
Spessore [mm]	*s=*	8
Lunghezza [m]	*L=*	9
Passo [m]	*i=*	1,66
Inclinazione rispetto alla verticale [grad]	*α=*	30

8.1. Modellazione

L'approfondimento dello scatolare esistente viene effettuato seguendo delle fasi costruttive sequenziali. Le operazioni ritenute cruciali ai fini della progettazione strutturale e geotecnica, sono state introdotte nel software agli elementi finiti per l'analisi di strutture di sostegno flessibili, Paratie Plus ver. 20.0.3. Di seguito è rappresentato il modello nella sua configurazione finale:

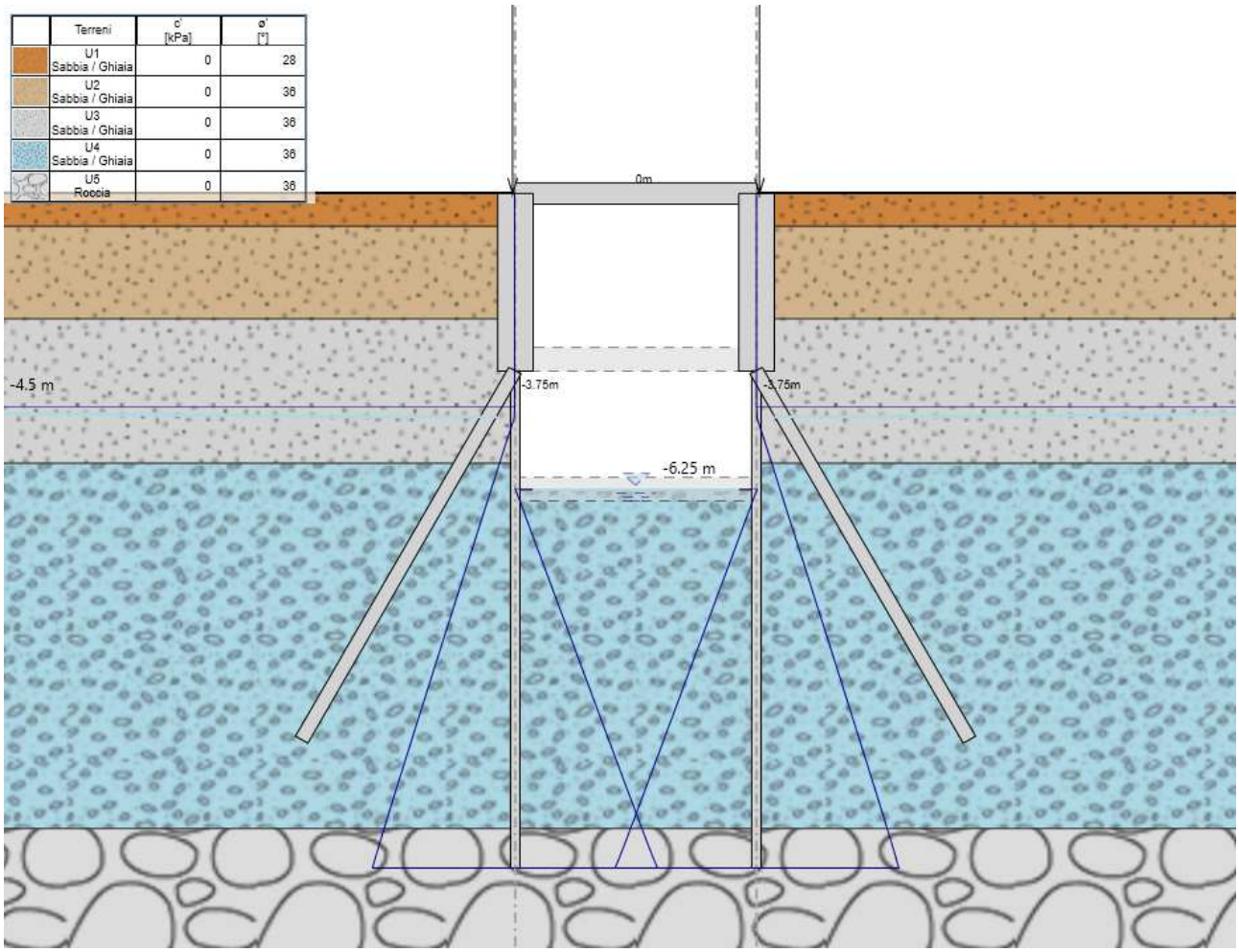


Figura 8.2 Modello 2D sezione di interesse 38

In questo caso è stata utilizzata una suddivisione stratigrafica particolare delle unità geologiche, rappresentativa dell'area di interesse.

8.2. Analisi dei Carichi Verticali agenti sulla Berlinese

I carichi verticali, agenti sulla Berlinese sono i seguenti:

- Carico ipotizzato Sovrastruttura

$A \approx 100 m^2$ superficie facciata frontale della galleria Montino

$\gamma_{s.}=18\ kN/m^3$

$Q_{1k}= \gamma_{s.} * A * 0.5=18*100*0,5 \approx$ ***900 kN/m***

- Carico Muro Esistente

B=0,75m base inferiore muro

h_m = 3,75m altezza muro

$\gamma_{c.a.}$= 25 kN/m^3

Q_{2k}= $\gamma_{c.a.}$*B*h_m=25*0,75*3,75= ***70,3 kN/m***

- Carico Contromuro

B=0,7m base inferiore muro

b=0,5m base superiore muro

h_m = 2,55m altezza muro

$\gamma_{c.a.}$= 25 kN/m^3

Q_{3k}= $\gamma_{c.a.}$*(B+b)*h_m*0.5=25*(0,7+0,5)*2,55= ***38,25 kN/m***

- Sovvraccarico

L_s=4,8 m lunghezza di pertinenza

qsk = 20 kN/m^2 sovraccarico

Q_{qk}= qsk * L_s * 0.5=20*4,8*0,5 ≈***48 kN/m***

- Carico metà soletta

L_S=4,8 m lunghezza soletta

h_s = 0,15 m altezza soletta

$\gamma_{c.a.}$= 25 kN/m^3

Q_{4k}= $\gamma_{c.a.}$* L_S *h_s*0.5=25*0,15*4,8*0,5 ≈***9 kN/m***

- Carico Travi ribassate

L_t=4,8 m lunghezza trave

h_t = 0,5 m altezza trave

i=1,30m interasse travi

$\gamma_{c.a.}$= 25 kN/m^3

Q_{5k}= ($\gamma_{c.a.}$* L_t *h_t)/i=(25*4,8*0,5 *0,5)/1,3≈ ***23 kN/m***

8.3. Verifiche Strutturali Micropali (STR)

Criterio di verifica: Approccio 1, combinazioni 1(A1+M1+R1), par. 6.5.3.1.2 NTC18 e C6.5.3.1.2. NTC18. Si riportano i diagrammi di momento e taglio in tale combinazione con le relative verifiche.

Diagramma Momento in combinazione A1+M1+R1:

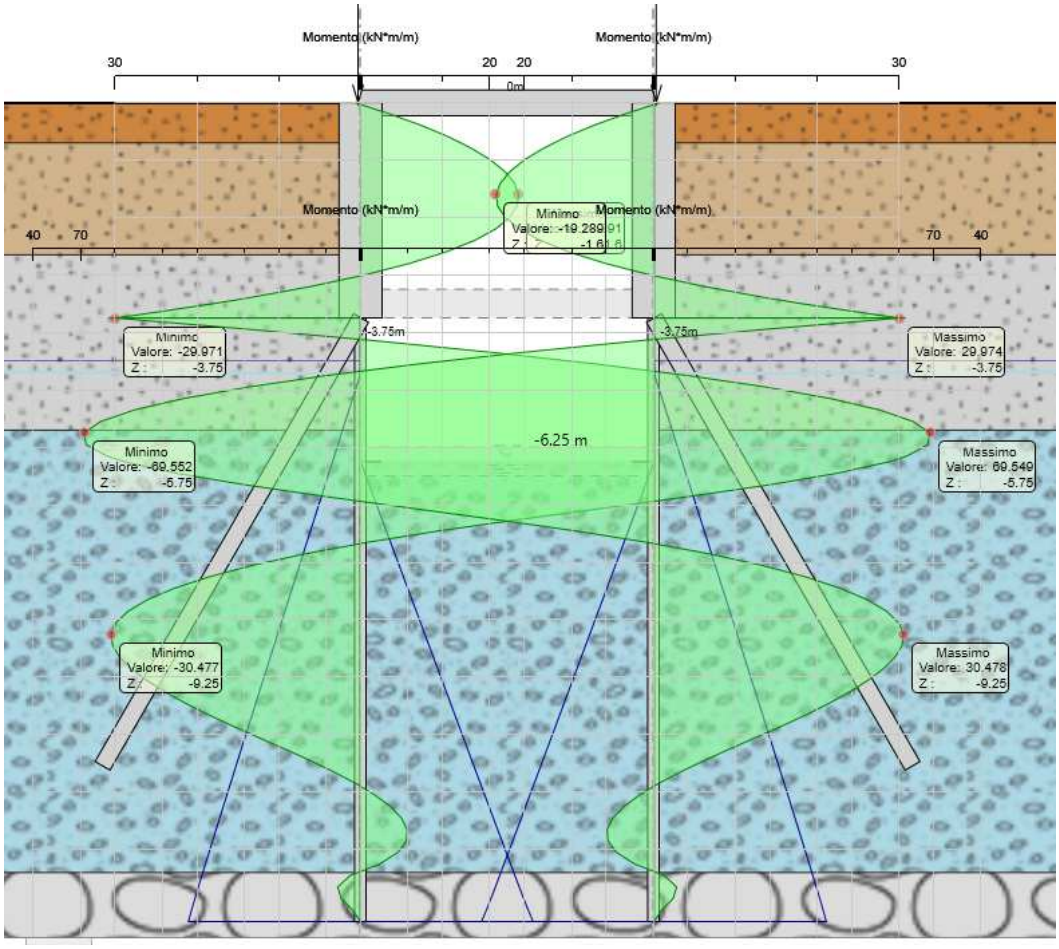
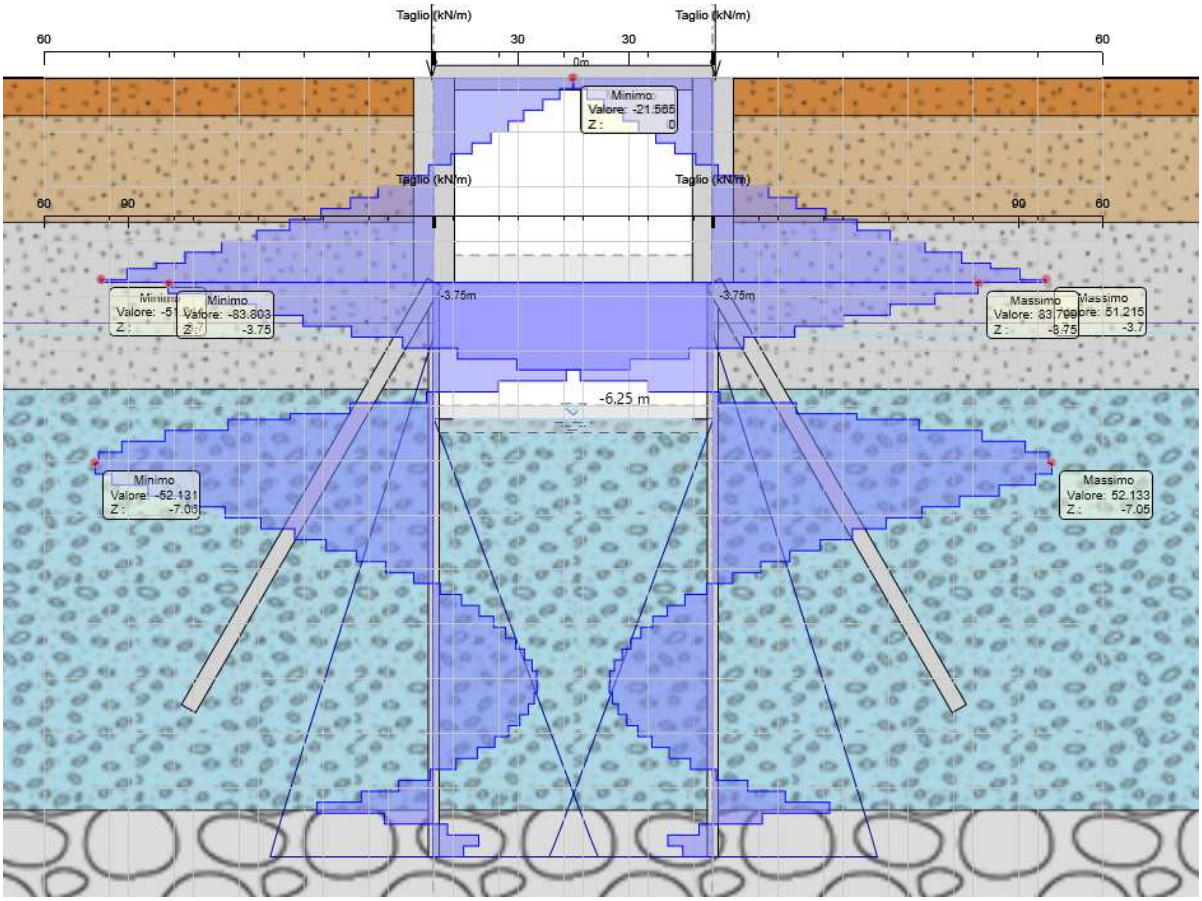
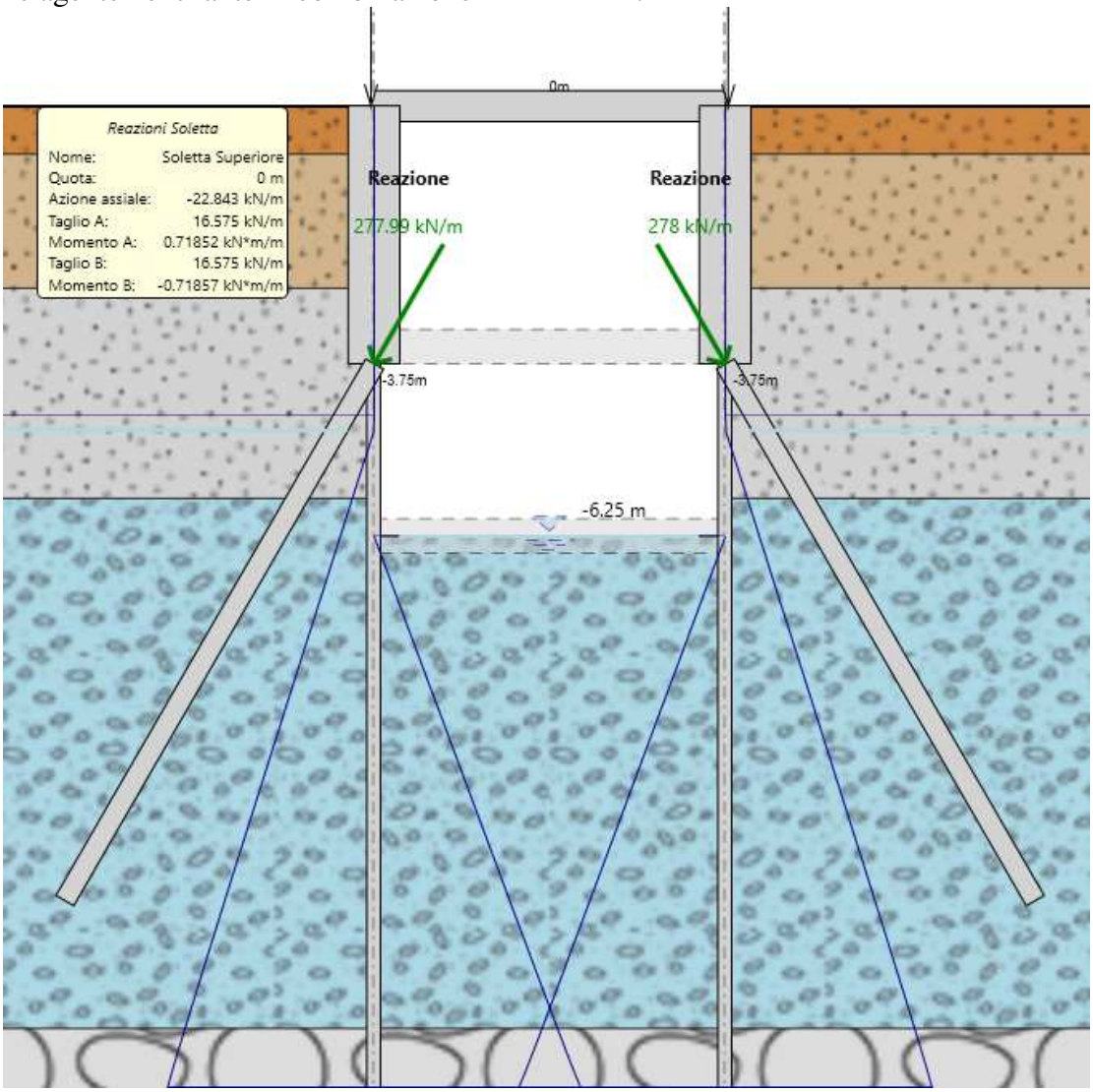


Diagramma Taglio in combinazione A1+M1+R1:



Reazione agente nel tirante in combinazione A1+M1+R1:



Lo sforzo normale agente sui micropali della berlinese, viene calcolato come somma dei carichi verticali dati dalla sovrastruttura e della componente verticale della reazione del tirante.

Lo sforzo normale (NSda) trasmesso dalla sovrastruttura in combinazione A1+M1+R1, è ottenuto a partire carichi caratteristici calcolati nel capitolo 8.2, moltiplicati per gli opportuni coefficienti di sicurezza:

NSda = $1,3*(Q_{1k+}\ Q_{2k+}\ Q_{3k+}\ Q_{4k+}\ Q_{5k)} +1,5*(Q_{qk}) = 1,3*(900+70,3+38,25+9+23)+1,5*48 =1424,7$ kN/m

NSda = 1424,7*0,33 = 470,1 kN — sforzo normale agente nel singolo micropalo, trasmesso dalla sovrastruttura (compressione)

NSdb = 278*0,33*cos30° = 79,5 kN — sforzo normale agente nel singolo micropalo, trasmesso dalla componente verticale della trazione agente nel tirante in combinazione

(A1+M1+R1)

Reazione agente nel tirante in combinazione A1+M1+R1:

NSd,tot = 470,1+79,5 = 549,6 kN sforzo normale di compressione nei micropali verticali

In sintesi le sollecitazioni massime presenti nei micropali verticali e micropali inclinati secondo la combinazione A1+M1+R1, so di seguito riportate:

Tabella 8.3 Sollecitazioni di progetto nei micropali in combinazione A1+M1+R1 per la sezione 38

Micropali Berlinese		
Sforzo normale da carichi verticali (compressione)	Nsda [kN/m]	1424,70
Sforzo normale da reazione del tirante (trazione)	Nsdb [kN/m]	278,00
Sforzo normale totale al metro lineare	Nsdtot [kN/m]	1702,70
Sforzo normale su singolo palo	Nsdtot [kN]	549,60
Momento flettente al metro lineare	Msd [kNm/m]	69,55
Momento flettente su singolo palo	Msd [kNm]	22,95
Taglio al metro lineare	Vsd [kN/m]	83,79
Taglio su singolo palo	Vsd [kN]	27,65
Micropali inclinati		
Sforzo normale al metro lineare	Nsd [kN/m]	278,00
Sforzo normale su singolo palo	Nsd [kN]	461,48

VERIFICHE STRUTTURALI MICROPALI VERTICALI (BERLINESE)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE Berlinese L= 10,5 m

Diametro esterno	Φe=	139,7	mm
Diametro interno	Φi=	119,7	mm
Diamentro del foro	Φh=	200	mm
Spessore	s=	10	mm
Peso unitario tubo in acciaio	g_s =	32,0	kg/m
Momento di inerzia	J=	8618940,1	mm^4
Area	A=	4074,6	mm^2
Modulo di resistenza	W=	123392,127	mm^3

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Qualità dell'acciaio: S 355

Tensione caratteristica di rottura	fuk=	510,0	Mpa
Tensione di snervamento caratteristica	fyk=	355,0	MPa
Coefficiente di sicurezza	γs=	1,05	
Tensione di snervamento di calcolo	fyd=	338,1	MPa

SOLLECITAZIONI DERIVANTI DALL'ANALISI

		A1+M1+R1	
Sforzo normale	N_{Sd} =	549,60	kN
Momento flettente	M_{Sd} =	22,95	kNm
Taglio	V_{Sd} =	27,65	kN

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

Tensione normale massima	σ_{max} =	320,89	Mpa
Verifica	σ_{max}/f_{yd} =	0,95	Verifica soddisfatta

$$\sigma_{max} = \frac{N_{sd}}{A} + \frac{M_{sd}}{W}$$

VERIFICA A TAGLIO

Tensione tangenziale massima	τ=	13,6	Mpa
Tensione equivalente	σ_{id} =	321,7	MPa
Verifica	σ_{id}/f_{yd} =	0,95	Verifica soddisfatta

$$\tau = \frac{2 \cdot V_{sd}}{A}$$

$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma_{max}^2 + 3 \cdot \tau^2}$$

VERIFICHE STRUTTURALI MICROPALI INCLINATI

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE Micropali inclinati L= 9 m

Diametro esterno	$\Phi e=$	88,9	mm
Diametro interno	$\Phi i=$	72,9	mm
Diamentro del foro	$\Phi h=$	140	mm
Spessore	$s=$	8	mm
Peso unitario tubo in acciaio	$g_s=$	16,0	kg/m
Momento di inerzia	$J=$	1679661,1	mm^4
Area	$A=$	2033,2	mm^2
Modulo di resistenza	$W=$	37787,651	mm^3

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Qualità dell'acciaio: S 355

Tensione caratteristica di rottura	$fuk=$	510,0	Mpa
Tensione di snervamento caratteristica	$fyk=$	355,0	MPa
Coefficiente di sicurezza	$\gamma s=$	1,05	
Tensione di snervamento di calcolo	$fyd=$	338,1	MPa

SOLLECITAZIONI DERIVANTI DALL'ANALISI

		A1+M1+R1	
Sforzo normale	$N_{Sd}=$	461,48	kN
Momento flettente	$M_{Sd}=$	0	kNm
Taglio	$V_{Sd}=$	0	kN

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

Tensione normale massima	$\sigma_{max}=$	226,97	Mpa
Verifica	$\sigma_{max}/f_{yd}=$	0,67	Verifica soddisfatta

$$\sigma_{max} = \frac{N_{sd}}{A} + \frac{M_{sd}}{W}$$

VERIFICA A TAGLIO

$$\tau = \frac{2 \cdot V_{sd}}{A}$$

Tensione tangenziale massima	$\tau=$	0,0	Mpa
Tensione equivalente	$\sigma_{id}=$	227,0	MPa
Verifica	$\sigma_{id}/f_{yd}=$	0,67	Verifica soddisfatta

$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma_{max}^2 + 3 \cdot \tau^2}$$

8.4. Verifiche Capacità portante Micropali (GEO)

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE MICROPALI VERTICALI (BERLINESE)

METODO DI BUSTAMANTE E DIOX					
SOLLECITAZIONI DI CALCOLO				Berlinese	L= 10,5 m
Sforzo normale di calcolo a trazione	N_{Sd}=	**0,00**	kN		
Sforzo normale di calcolo a compressione	N_{Sd}=	**549,60**	kN		
CARATTERISTICHE DEI MICROPALI					
Diametro esterno	Φe=	139,7	mm		
Diametro interno	Φi=	119,7	mm		
Diamentro del foro	Φh=	200	mm		
Spessore	s=	10	mm		
Area tubo di acciaio	As=	4074,65	mm^2		
Peso unitario tubo in acciaio	g_s =	32,03	kg/m		
Peso unitario acciaio + cls	g_{sc} =	100,4	kg/m		

CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA

MODALITA' DI INIEZIONE IGU INIEZIONE GLOBALE UNICA

Profondità [m]		ΔL		N_{SPT}	qs (IGU)	qs (IRS)	α (IGU)	α (IRS)	Dsi	Q_{lat}
da	a	[m]			[kN/m²]	[kN/m²]			[m]	[kN]
6,25	14,25	8	ATTIVO	29	145	195	1,35	1,80	0,27	984
0	0	0	NONATTIVO	45	225	275	1,35	1,80	0,27	0
0	0	0	NON ATTIVO	23	-	-	1,10	1,40	-	0
0	0	0	NON ATTIVO	35	-	-	1,10	1,40	-	0
									$Q_{L,tot}$=	984

NUMERO DI VERTICALI INDAGATE 7

APPROCCIO NORMATIVO APPROCCIO 2 - (A1+M1+R3)

numero di verticali indagate	ξ_{a3}	ξ_{a4}
1	1,7	1,7
2	1,65	1,55
3	1,6	1,48
4	1,55	1,42
5	1,50	1,34
7	1,45	1,28
>=10	1,40	1,21

Resistenza	Simbolo	Pali trivellati		
	γ_R	R1	R2	R3
Base	γ_b	1,00	1,70	1,35
Laterale in compressione	γ_s	1,00	1,45	1,15
Laterale in trazione	γ_{st}	1,00	1,60	1,25

Resistenza caratteristica laterale	$Q_{L,K}$=	678,6	kN
Resistenza caratteristica alla punta	$Q_{P,K}$=	101,8	kN
Peso proprio del micropalo	$W_{m,k}$=	8,0	kN

CAPACITA' PORTANTE DI CALCOLO

Resistenza di progetto laterale a trazione	$Q_{L,d}$=	542,9	kN		
Resistenza di progetto laterale a compressione	$Q_{L,d}$=	590,1	kN		
Resistenza di peogetto alla punta	$Q_{P,d}$=	75,4	kN		
Peso proprio del micropalo	$W_{m,d}$=	8,0	kN		
Resistenza caratteristica totale a trazione	R_d=	550,9	kN	Rd =(verifica tirante perm.)	565,4867
Resistenza caratteristica totale a compressione	R_d=	657,4	kN		

VERIFICA A CAPACITA' PORTANTE A COMPRESSIONE

N_{Sd}/R_d= 0,84 Verifica soddisfatta

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE MICROPALI INCLINATI

METODO DI BUSTAMANTE E DIOX

SOLLECITAZIONI DI CALCOLO — Micropali inclinati L= 9 m

Sforzo normale di calcolo a trazione	N_{Sd}=	**461,5**	kN
Sforzo normale di calcolo a compressione	N_{Sd}=		kN

CARATTERISTICHE DEI MICROPALI

Diametro esterno	Φe=	88,9	mm
Diametro interno	Φi=	72,9	mm
Diamentro del foro	Φh=	140	mm
Spessore	s=	10	mm
Area tubo di acciaio	As=	4074,65	mm^2
Peso unitario tubo in acciaio	g_s =	32,03	kg/m
Peso unitario acciaio + cls	g_{sc} =	60,3	kg/m

CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA

MODALITA' DI INIEZIONE IRS INIEZIONE RIPETUTA SELETTIVA

Profondità [m]		ΔL		N_{SPT}	qs (IGU)	qs (IRS)	α (IGU)	α (IRS)	Dsi	Q_{last}
da	a	[m]			[kN/m²]	[kN/m²]			[m]	[kN]
0	9	9	ATTIVO	29	145	195	1,35	1,80	0,25	1389
0	0	0	NONATTIVO	45	225	275	1,35	1,80	0,25	0
0	0	0	NON ATTIVO	45	-	-	1,35	1,80	-	0
0	0	0	NON ATTIVO	35	-	-	1,10	1,40	-	0
									$Q_{L,tot}$=	1389

NUMERO DI VERTICALI INDAGATE 7

APPROCCIO NORMATIVO APPROCCIO 2 - (A1+M1+R3)

numero di verticali indagate	ξ_{a3}	ξ_{a4}
1	1,7	1,7
2	1,65	1,55
3	1,6	1,48
4	1,55	1,42
5	1,50	1,34
7	1,45	1,28
>=10	1,40	1,21

Resistenza	Simbolo	Pali trivellati		
	γ_R	R1	R2	R3
Base	γ_b	1,00	1,70	1,35
Laterale in compressione	γ_s	1,00	1,45	1,15
Laterale in trazione	γ_{st}	1,00	1,60	1,25

Resistenza caratteristica laterale	$Q_{L,K}$=	958,2	kN
Resistenza caratteristica alla punta	$Q_{P,K}$=	143,7	kN
Peso proprio del micropalo	$W_{m,k}$=	5,4	kN

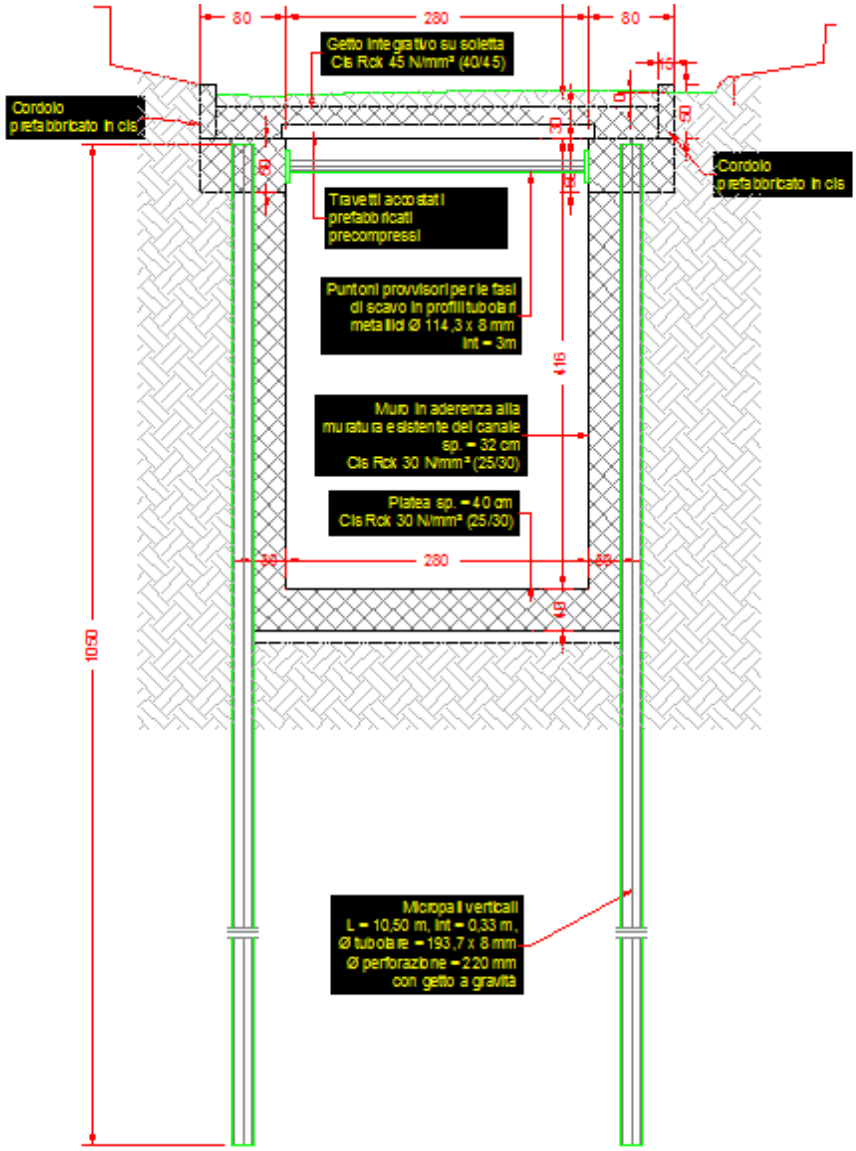
CAPACITA' PORTANTE DI CALCOLO

Resistenza di progetto laterale a trazione	$Q_{L,d}$=	766,6	kN		
Resistenza di progetto laterale a compressione	$Q_{L,d}$=	833,2	kN		
Resistenza di peogetto alla punta	$Q_{P,d}$=	106,5	kN		
Peso proprio del micropalo	$W_{m,d}$=	5,4	kN		
Resistenza caratteristica totale a trazione	R_d=	772,0	kN	Rd =(verifica tirante perm.)	798,5061879
Resistenza caratteristica totale a compressione	R_d=	934,3	kN		

VERIFICA A CAPACITA' PORTANTE A TRAZIONE

N_{Sd}/R_d= 0,60 Verifica soddisfatta

9. SEZIONE DI INTERESSE 82 (SANT'ANTONINO)



La sezione 82 si colloca nell'area di competenza del rio Sant'Antonino. In questo caso, non si prevede l'installazione di micropali inclinati, ma l'utilizzo di puntoni provvisori in carpenteria metallica per assicurare la stabilità dello scavo.

La soluzione proposta prevede l'utilizzo di una combinazione di micropali verticali e puntoni con le seguenti caratteristiche:

Tabella 9.1 Caratteristiche micropali verticali della Berlinese sez 82

Micropali verticali Berlinese		
Diametro esterno [mm]	*Φe=*	193,7
Diametro interno [mm]	*Φi=*	177,7
Diamentro del foro [mm]	*Φh=*	220
Spessore [mm]	*s=*	8
Lunghezza [m]	*L=*	10,5
Interasse [m]	*i=*	0,33

Tabella 9.2 Caratteristiche puntoni sez 82

Puntone		
Diametro esterno [mm]	*Φe=*	114,3
Diametro interno [mm]	*Φi=*	98,3
Spessore [mm]	*s=*	8
Lunghezza [m]	*L=*	3,5
Passo [m]	*i=*	3
Inclinazione rispetto alla verticale [grad]	*α=*	90

9.1. Modellazione

L'approfondimento dello scatolare esistente viene effettuato seguendo delle fasi costruttive sequenziali. Le operazioni ritenute cruciali ai fini della progettazione strutturale e geotecnica, sono state introdotte nel software agli elementi finiti per l'analisi di strutture di sostegno flessibili, Paratie Plus ver. 20.0.3. Di seguito è rappresentato il modello nella sua configurazione finale:

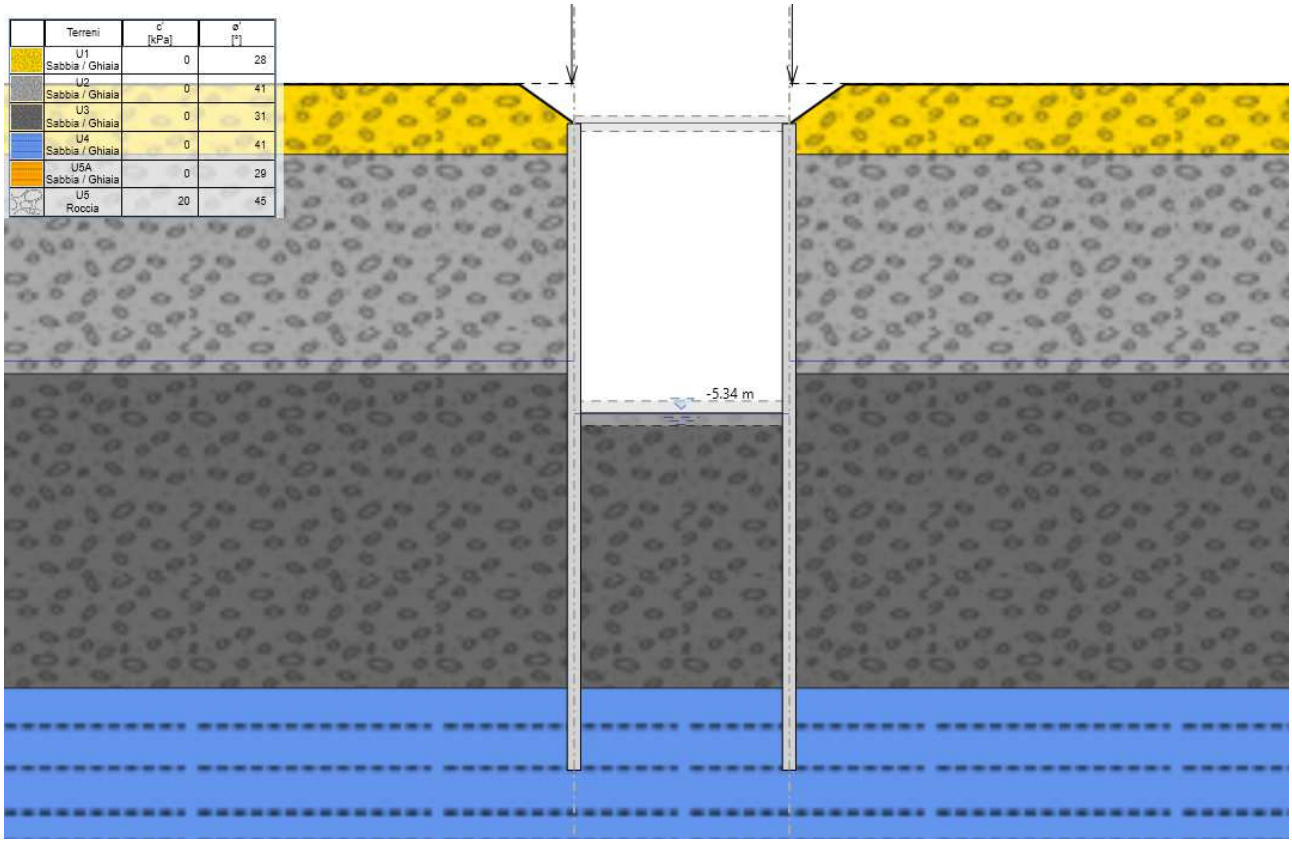


Figura 9.1 Modello 2D sezione di interesse 82

In questo caso è stata utilizzata una suddivisione stratigrafica particolare delle unità geologiche, rappresentativa dell'area di interesse.

9.2. Analisi dei Carichi Verticali agenti sulla Berlinese

I carichi verticali, agenti sulla Berlinese sono i seguenti:

- Sovvraccarico

L_s=3,5 m lunghezza di pertinenza

qsk = 20 kN/m^2 sovraccarico

Q_{qk}= qsk * L_s * 0,5=20*3,5*0,5 =***35 kN/m***

- Carico metà soletta

L_S=3,5 m lunghezza soletta

h_s = 0,25 m altezza soletta

$\gamma_{c.a.}$= 25 kN/m^3

Q_{1k}= $\gamma_{c.a.}$* L_S *h_s*0,5=25*0,25*43,5*0,5 =***10,9 kN/m***

9.3. Verifiche Strutturali Micropali (STR)

Criterio di verifica: Approccio 1, combinazioni 1(A1+M1+R1), par. 6.5.3.1.2 NTC18 e C6.5.3.1.2. NTC18. Si riportano i diagrammi di momento e taglio in tale combinazione con le relative verifiche.

Diagramma Momento in combinazione A1+M1+R1:

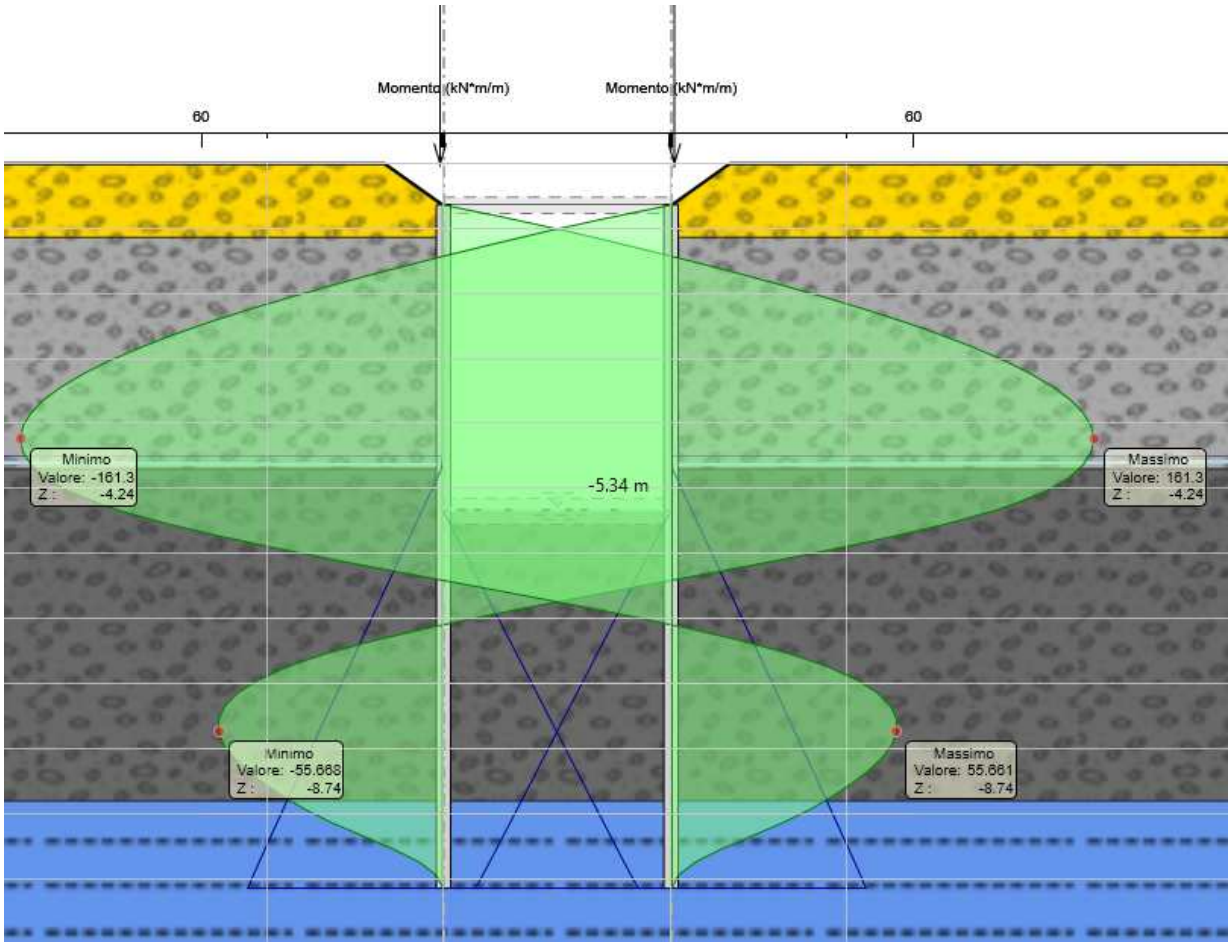
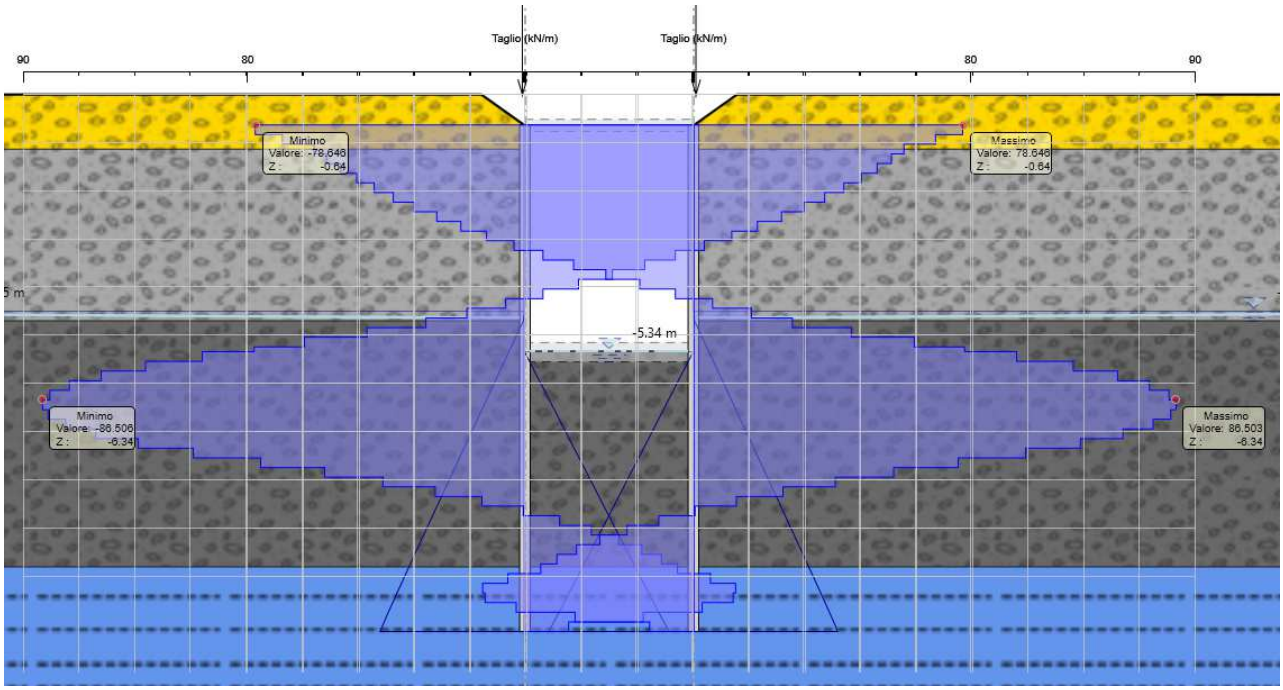
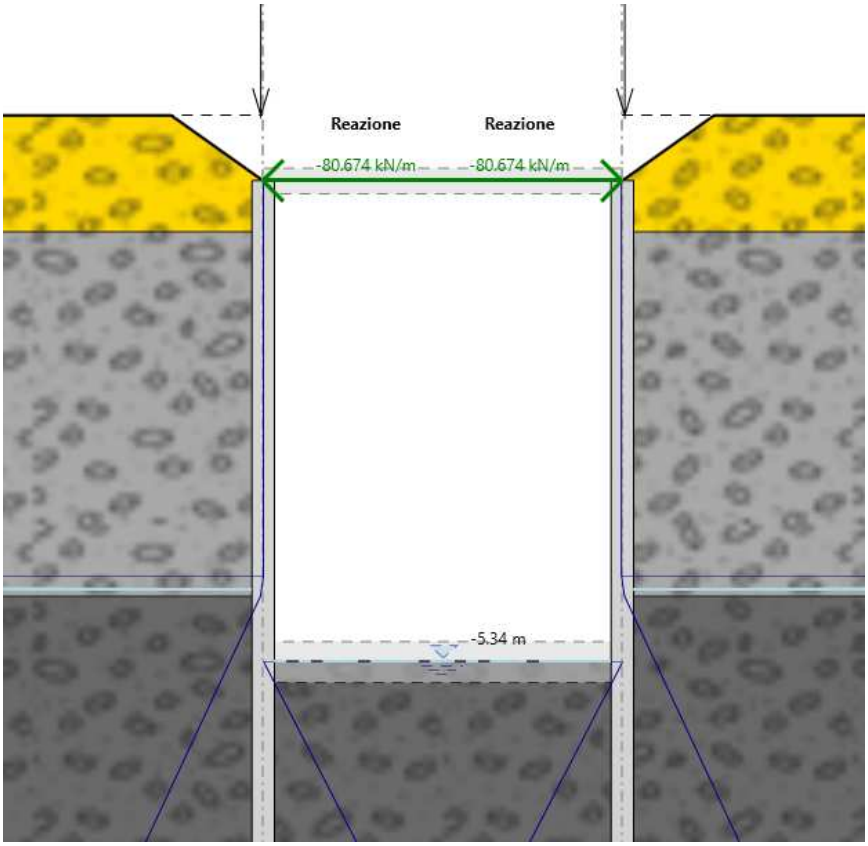


Diagramma Taglio in combinazione A1+M1+R1:



Reazione agente nel puntone in combinazione A1+M1+R1:



Lo sforzo normale agente sui micropali della berlinese, viene calcolato come somma dei carichi verticali dati dalla sovrastruttura.

Lo sforzo normale (NSda) trasmesso dalla sovrastruttura in combinazione A1+M1+R1, è ottenuto a partire carichi caratteristici calcolati nel capitolo 9.2, moltiplicati per gli opportuni coefficienti di sicurezza:

$NSd = 1,3*Q_{1k} + 1,5*Q_{qk} = 1,3*10,9+1,5*35 = 66,67$ kN/m

NSd = 66,67*0,33 = 22,0 kN sforzo normale agente nel singolo micropalo, trasmesso dalla sovrastruttura (compressione)

In sintesi le sollecitazioni massime presenti nei micropali verticali e micropali inclinati secondo la combinazione A1+M1+R1, so di seguito riportate:

Tabella 9.3 Sollecitazioni di progetto nei micropali in combinazione A1+M1+R1 per la sezione 82

Micropali Berlinese		
Sforzo normale da carichi verticali (compressione)	Nsd [kN/m]	66,67
Sforzo normale su singolo palo	Nsdtot [kN]	22,0
Momento flettente al metro lineare	Msd [kNm/m]	161,10
Momento flettente su singolo palo	Msd [kNm]	53,16
Taglio al metro lineare	Vsd [kN/m]	86,5
Taglio su singolo palo	Vsd [kN]	28,54
Puntoni		
Sforzo Normale nei puntoni al metro lineare (compressione)	Nsd [kN/m]	-80,67
Sforzo Normale nel singolo puntone	Nsd [kN]	-242,01

VERIFICHE STRUTTURALI MICROPALI VERTICALI (BERLINESE)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Berlinese — L= 10,5 m

Diametro esterno	Φe=	193,7	mm
Diametro interno	Φi=	177,7	mm
Diamentro del foro	Φh=	220	mm
Spessore	s=	8	mm
Peso unitario tubo in acciaio	g_s =	36,7	kg/m
Momento di inerzia	J=	20155373,3	mm^4
Area	A=	4667,2	mm^2
Modulo di resistenza	W=	208109,172	mm^3

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Qualità dell'acciaio: S 355

Tensione caratteristica di rottura	fuk=	510,0	Mpa
Tensione di snervamento caratteristica	fyk=	355,0	MPa
Coefficiente di sicurezza	γs=	1,05	
Tensione di snervamento di calcolo	fyd=	338,1	MPa

SOLLECITAZIONI DERIVANTI DALL'ANALISI

A1+M1+R1

Sforzo normale	N_{Sd} =	22,011	kN
Momento flettente	M_{Sd} =	53,163	kNm
Taglio	V_{Sd} =	28,545	kN

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

Tensione normale massima	σ_{max} =	260,17	Mpa
Verifica	σ_{max}/f_{yd} =	0,77	Verifica soddisfatta

$$\sigma_{max} = \frac{N_{sd}}{A} + \frac{M_{sd}}{W}$$

VERIFICA A TAGLIO

Tensione tangenziale massima	τ=	12,2	Mpa
Tensione equivalente	σ_{id} =	261,0	MPa
Verifica	σ_{id}/f_{yd} =	0,77	Verifica soddisfatta

$$\tau = \frac{2 \cdot V_{sd}}{A}$$

$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma_{max}^2 + 3 \cdot \tau^2}$$

VERIFICHE STRUTTURALI PUNTONE

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE Puntone L= 3,5 m

Diametro esterno	Φe=	114,3	mm
Diametro interno	Φi=	98,3	mm
Diamentro del foro	Φh=	0	mm
Spessore	s=	8	mm
Peso unitario tubo in acciaio	g_s =	21,0	kg/m
Momento di inerzia	J=	3794919,0	mm^4
Area	A=	2671,6	mm^2
Modulo di resistenza	W=	66402,7828	mm^3

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Qualità dell'acciaio: S 355

Tensione caratteristica di rottura	fuk=	510,0	Mpa
Tensione di snervamento caratteristica	fyk=	355,0	MPa
Coefficiente di sicurezza	γs=	1,05	
Tensione di snervamento di calcolo	fyd=	338,1	MPa

SOLLECITAZIONI DERIVANTI DALL'ANALISI

A1+M1+R1

Sforzo normale	N_{Sd} =	242,01	kN
Momento flettente	M_{Sd} =	0	kNm
Taglio	V_{Sd} =	0	kN

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

Tensione normale massima	σ_{max} =	90,59	Mpa
Verifica	σ_{max}/f_{yd} =	0,27	Verifica soddisfatta

$$\sigma_{max} = \frac{N_{sd}}{A} + \frac{M_{sd}}{W}$$

VERIFICA A TAGLIO

Tensione tangenziale massima	τ=	0,0	Mpa
Tensione equivalente	σ_{id} =	90,6	MPa
Verifica	σ_{id}/f_{yd} =	0,27	Verifica soddisfatta

$$\tau = \frac{2 \cdot V_{sd}}{A}$$

$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma_{max}^2 + 3 \cdot \tau^2}$$

VERIFICA DI STABILITA' DEL PUNTONE

Modulo elastico dell'acciaio	$E=$	210000	Mpa
Lunghezza puntone	L=	3500	mm
Coefficiente influenza vincoli	k	1	
Snellezza	λ=	92,87	
Raggio di inerzia della sezione	ρ=	37,69	mm
Lunghezza libera di inflessione	$L_0=$	3500,00	mm
Tensione Critica	$\sigma_{crit}=$	240,33	Mpa
Carico critico	$P_{crit}=$	642,07	kN

$$\rho = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$L_0 = \frac{L}{\sqrt{k}}$$

$$\lambda = \frac{L_0}{\rho}$$

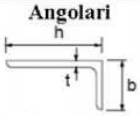
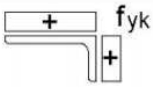
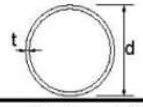
$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_0^2}$$

Verifica stabilità delle membrature: Aste Compresse (NTC18 Cap. 4.2.4.1.3)

La verifica di stabilità del puntone si effettua nell'ipotesi che la sezione trasversale sia uniformemente compressa.

La Classe della sezione in esame è stata valutata seguendo le indicazioni esposte per le sezioni tubolari nella Tab.4.2.V, presente nelle NTC18.

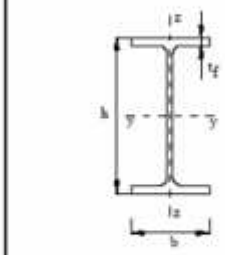
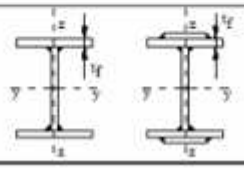
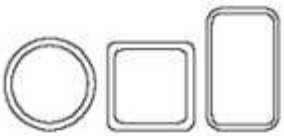
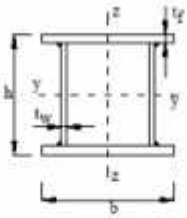
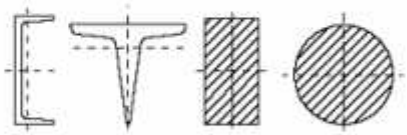
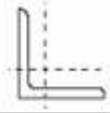
Tab. 4.2.V - *Massimi rapporti larghezza spessore per parti compresse*

Angolari  **Riferirsi anche alle piattabande esterne (v. Tab 4.2.II)** **Non si applica agli angoli in contatto continuo con altri componenti**						
Classe	**Sezione in compressione**					
Distribuzione delle tensioni sulla sezione (compressione positiva)						
3	$h/t \le 15\varepsilon$ $\quad \frac{b+h}{2t} \le 11,5\varepsilon$					
Sezioni Tubolari 						
Classe	**Sezione inflessa e/o compressa**					
1	$d/t \le 50\varepsilon^2$					
2	$d/t \le 70\varepsilon^2$					
3	$d/t \le 90\varepsilon^2$ (Per $d/t > 90\,\varepsilon^2$ vedere EN 1993-1-6)					
$\varepsilon = \sqrt{235/f_{yk}}$	f_{yk}	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71
	ε^2	1,00	0,85	0,66	0,56	0,51

$$\frac{d}{t} = \frac{114,7}{8} = 14,33 \le 50 \cdot \varepsilon^2 = 50 \cdot 0,66 = 33 \quad \rightarrow Classe\ 1$$

Il fattore di imperfezione, è stato valutato secondo quanto esposto nella Tab4.2.VIII delle NTC18, in funzione del tipo di sezione, modalità di produzione e curva di instabilità.

Tab. 4.2.VIII - *Curve d'instabilità per varie tipologie di sezioni e classi d'acciaio, per elementi compressi*

Sezione trasversale		Limiti		Inflessione intorno all'asse	Curva di instabilità	
					S235, S275, S355, S420	S460
Sezioni laminate		h/b > 1,2	$t_f \leq 40$ mm	y-y z-z	a b	a_0 a_0
			40 mm < $t_f \leq 100$ mm	y-y z-z	b c	a a
		h/b ≤ 1,2	$t_f \leq 100$ mm	y-y z-z	b c	a a
			$t_f > 100$ mm	y-y z-z	d d	c c
Sezioni ad I saldate			$t_f \leq 40$ mm	y-y z-z	b c	b c
			$t_f > 40$ mm	y-y z-z	c d	c d
Sezioni cave			Sezione formata "a caldo"	qualunque	a	a_0
			Sezione formata "a freddo"	qualunque	c	c
Sezioni scatolari saldate			In generale	qualunque	b	b
			saldature "spesse": a>0.5t_f; b/t_f<30; h/t_w<30	qualunque	c	c
Sezioni piene, ad U e T				qualunque	c	c
Sezioni ad L				qualunque	b	b

Curva di instabilità	a_0	a	b	c	d
Fattore di imperfezione α	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

$$\alpha = 0{,}21$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_{yk}}{\gamma_{M1}}$ per le sezioni di classe 1, 2 e 3,

$N_{b,Rd} = \frac{\chi A_{eff} f_{yk}}{\gamma_{M1}}$ per le sezioni di classe 4

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1.0 \qquad [4.2.44]$$

$\Phi = 0.5\left[1 + \alpha\left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \bar{\lambda}^2\right]$, α è il fattore di imperfezione ricavato dalla Tab. 4.2.VIII

$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}$ per le sezioni di classe 1, 2 e 3, e a

Y_{M1}	1,05	
α=	0,21	*fattore di imperfezione*

$\bar{\lambda}$=	1,22	*snellezza normalizzata*
ϕ=	1,35	
χ=	0,52	<=1

$N_{b,Rd}$ *[kN]*	470,03

$N_{Sd}/N_{b,Rd}$=	0,51	Verifica soddisfatta

9.4. Verifiche Capacità portante Micropali (GEO)

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE MICROPALI VERTICALI (BERLINESE)

METODO DI BUSTAMANTE E DIOX

SOLLECITAZIONI DI CALCOLO Berlinese L= 10,5 m

Sforzo normale di calcolo a trazione	N_{Sd}=		kN
Sforzo normale di calcolo a compressione	N_{Sd}=	**22,011**	kN

CARATTERISTICHE DEI MICROPALI

Diametro esterno	Φe=	193,7	mm
Diametro interno	Φi=	177,7	mm
Diamentro del foro	Φh=	220	mm
Spessore	s=	8	mm
Area tubo di acciaio	As=	4667,15	mm^2
Peso unitario tubo in acciaio	g_s =	36,68	kg/m
Peso unitario acciaio + cls	g_{sc} =	120,0	kg/m

CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA

MODALITA' DI INIEZIONE IGU INIEZIONE GLOBALE UNICA

Profondità [m]		ΔL		N_{SPT}	qs (IGU)	qs (IRS)	α (IGU)	α (IRS)	Dsi	Q_{lat}
da	a	[m]			[kN/m^2]	[kN/m^2]			[m]	[kN]
5,34	9,8	4,46	ATTIVO	17	85	135	1,30	1,70	0,29	341
9,8	11,14	1,34	ATTIVO	45	225	275	1,35	1,80	0,30	281
0	0	0	NON ATTIVO	23	-	-	1,10	1,40	-	0
0	0	0	NON ATTIVO	35	-	-	1,10	1,40	-	0
									$Q_{L,tot}$=	622

NUMERO DI VERTICALI INDAGATE 7

APPROCCIO NORMATIVO APPROCCIO 2 - (A1+M1+R3)

numero di verticali indagate	ξ_{a3}	ξ_{a4}
1	1,7	1,7
2	1,65	1,55
3	1,6	1,48
4	1,55	1,42
5	1,50	1,34
7	1,45	1,28
>=10	1,40	1,21

Resistenza	Simbolo	Pali trivellati		
	γ_R	R1	R2	R3
Base	γ_b	1,00	1,70	1,35
Laterale in compressione	γ_s	1,00	1,45	1,15
Laterale in trazione	γ_{st}	1,00	1,60	1,25

Resistenza caratteristica laterale $Q_{L,K}$= 428,9 kN
Resistenza caratteristica alla punta $Q_{P,K}$= 64,3 kN
Peso proprio del micropalo $W_{m,k}$= 7,0 kN

CAPACITA' PORTANTE DI CALCOLO

Resistenza di progetto laterale a trazione $Q_{L,d}$= 343,1 kN
Resistenza di progetto laterale a compressione $Q_{L,d}$= 373,0 kN
Resistenza di peogetto alla punta $Q_{P,d}$= 47,7 kN
Peso proprio del micropalo $W_{m,d}$= 7,0 kN
Resistenza caratteristica totale a trazione R_d= 350,1 kN
Resistenza caratteristica totale a compressione R_d= 413,7 kN

VERIFICA A CAPACITA' PORTANTE A COMPRESSIONE

N_{sd}/R_d= 0,05 Verifica soddisfatta

9.5. Verifica soletta di copertura tratto tombinato su sez 82 (Rio Sant'Antonino)

Il solaio di copertura del tratto tombinato del Rio Sant'Antonino risulta realizzato con travetti prefabbricati accostati precompressi ed un getto integrativo in opera, con altezza complessiva del solaio pari a 30cm.

Nel seguito si riporta la sezione 7 che risulta essere la sezione tipologica dell'intervento.

Considerando i seguenti carichi ed una luce pari a 3m si ha:

$Q_{variabile}$=2000 daN/m^2; $Q_{perm\text{-}sottofondo}$=200 daN/m^2; $Q_{perm\text{-}solaio}$=750 daN/m^2

Carico complessivo di esercizio: Q=2000+200+750= 2950daN/m^2.

M =Ql^2/8= 2950x3^2/8= 3318.8daN/m^2 [33.19KNm]

Nel seguito si riporta la tabella di un prodotto commerciale relativo al solaio realizzato con travetti precompressi accostati con altezza di solaio pari a 30cm; il riquadro rosso evidenzia il momento massimo di servizio che risulta inferiore a quello sollecitante essendo: M_s=150.35 KNm > 33.19 KNm (M)

Solettone a travetti precompressi TRAVE-CAP® 13x14 accostati

Altezza solaio	Congl. per getto	Peso solaio in opera	Prestazioni di servizio riferite alla striscia di solaio larga 1 metro R'_{ck} = 30 N/mm^2 R'_{ckp} = 55 N/mm^2 Acciaio da prec. f_{yk} = 1670 N/mm^2					Caratteristiche meccaniche sezione parzializzata	
cm	l/m^2	kN/m^2	Momenti massimi di servizio (kNm)				Taglio	Dist. asse neutro lembo sup.	Momento d'inerzia
	Armatura tipo		A1	A2	A3	A4	kN	cm	cm^4
25	170	6,25	103,63	-	-	-	135,00	12,7	135734
30	220	7,50	150,35	-	-	-	162,00	15,0	232122
35	270	8,75	202,42	205,82	-	-	189,00	17,1	361040
40	320	10,00	242,14	268,25	-	-	216,00	19,0	524334
45	370	11,25	280,73	318,07	338,44	340,18	243,00	20,9	723492
50	420	12,50	319,31	362,05	414,03	416,75	270,00	22,6	959749
55	470	13,75	357,90	406,03	465,34	499,55	297,00	24,2	1234150
60	520	15,00	396,48	450,01	516,65	588,28	324,00	25,8	1547595
65	570	16,25	430,76	493,99	567,96	682,69	351,00	27,3	1900869
70	620	17,50	469,16	532,47	619,27	775,90	378,00	28,8	2294668

10. RIO SANT'ANTONINO – PORZIONI D'INTERVENTO SU STRUTTURE ESISTENTI

Il presente capitolo tratterà le verifiche inerenti alle opere strutturali finalizzate all'adeguamento idraulico del tratto del Rio Sant'Antonino in corrispondenza dell'imbocco della tombinatura e di quello sottostante la strada e l'edificio cimiteriale denominato Galleria Sant'Antonino; in tali tratti verranno mantenute in opera le strutture esistenti, mentre nel rimanente tratto compreso tra la Galleria e la tombinatura del rio Veilino, si procederà con il completo rifacimento dei manufatti esistenti.

10.1. Descrizione del software di calcolo

Descrizione del programma Sismicad

Si tratta di un programma di calcolo strutturale che nella versione più estesa è dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili. Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto. Il programma è sostanzialmente diviso in tre moduli: un pre-processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore; il solutore agli elementi finiti; un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output.

Specifiche tecniche

Denominazione del software: Sismicad 12.15
Produttore del software: Concrete
Concrete srl, via della Pieve, 19, 35121 PADOVA - Italy
http://www.concrete.it
Rivenditore: CONCRETE SRL - Via della Pieve 19 - 35121 Padova - tel.049-8754720
Versione: 12.15
Identificatore licenza: SW-73080
Intestatario della licenza: ING. A. MASCARO – VIA CARLIN 8/1 - ARENZANO (GE)
Versione regolarmente licenziata

Schematizzazione strutturale e criteri di calcolo delle sollecitazioni

Il programma schematizza la struttura attraverso l'introduzione nell'ordine di fondazioni, poste anche a quote diverse, platee, platee nervate, plinti e travi di fondazione poggianti tutte su suolo elastico alla Winkler, di elementi verticali, pilastri e pareti in c.a. anche con fori, di orizzontamenti costituiti da solai orizzontali e inclinati (falde), e relative travi di piano e di falda; è ammessa anche l'introduzione di elementi prismatici in c.a. di interpiano con possibilità di collegamento in inclinato a solai posti a quote diverse. I nodi strutturali possono essere connessi solo a travi, pilastri e pareti, simulando così impalcati infinitamente deformabili nel piano, oppure a elementi lastra di spessore dichiarato dall'utente simulando in tal modo impalcati a rigidezza finita. I nodi appartenenti agli impalcati orizzontali possono essere connessi rigidamente ad uno o più nodi principali giacenti nel piano dell'impalcato; generalmente un nodo principale coincide con il baricentro delle masse. Tale opzione, oltre a ridurre significativamente i tempi di elaborazione, elimina le approssimazioni numeriche connesse all'utilizzo di elementi lastra quando si richiede l'analisi a impalcati infinitamente rigidi.

Per quanto concerne i carichi, in fase di immissione dati, vengono definite, in numero a scelta dell'utente, condizioni di carico elementari le quali, in aggiunta alle azioni sismiche e variazioni termiche, vengono combinate attraverso coefficienti moltiplicativi per fornire le combinazioni richieste per le verifiche successive. L'effetto di disassamento delle forze orizzontali, indotto ad esempio dai torcenti di piano per costruzioni in zona sismica, viene simulato attraverso l'introduzione di eccentricità planari aggiuntive le quali costituiscono ulteriori condizioni elementari di carico da cumulare e combinare secondo i criteri del paragrafo precedente. Tipologicamente sono ammessi sulle travi e sulle pareti carichi uniformemente distribuiti e carichi trapezoidali; lungo le aste e nei nodi di incrocio delle membrature sono anche definibili componenti di forze e coppie concentrate comunque dirette nello spazio. Sono previste distribuzioni di temperatura, di intensità a scelta dell'utente, agenti anche su singole porzioni di struttura. Il calcolo delle sollecitazioni si basa sulle seguenti ipotesi e modalità: - travi e pilastri deformabili a sforzo normale, flessione deviata, taglio deviato e momento torcente. Sono previsti coefficienti riduttivi dei momenti di inerzia a scelta dell'utente per considerare la riduzione della rigidezza flessionale e torsionale per effetto della fessurazione del conglomerato cementizio. E' previsto un moltiplicatore della rigidezza assiale dei pilastri per considerare, se pure in modo approssimato, l'accorciamento dei pilastri per sforzo normale durante la costruzione. - le travi di fondazione su suolo alla Winkler sono risolte in forma chiusa tramite uno specifico elemento finito; - le pareti in c.a. sono analizzate schematizzandole come elementi lastra-piastra discretizzati con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; - le pareti in muratura possono essere schematizzate con elementi lastra-piastra con spessore flessionale ridotto rispetto allo spessore membranale.- I plinti su suolo alla Winkler sono modellati con la introduzione di molle verticali elastoplastiche. La traslazione orizzontale a scelta dell'utente è bloccata o gestita da molle orizzontali di modulo di reazione proporzionale al verticale. - I pali sono modellati suddividendo l'asta in più aste immerse in terreni di stratigrafia definita dall'utente. Nei nodi di divisione tra le aste vengono inserite molle assialsimmetriche elastoplastiche precaricate dalla spinta a riposo che hanno come pressione limite minima la spinta attiva e come pressione limite massima la spinta passiva modificabile attraverso opportuni coefficienti. - i plinti su pali sono modellati attraverso aste di di rigidezza elevata che collegano un punto della struttura in elevazione con le aste che simulano la presenza dei pali;- le piastre sono discretizzate in un numero finito di elementi lastra-piastra con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; nel caso di platee di fondazione i nodi sono collegati al suolo da molle aventi rigidezze alla traslazione verticale ed richiesta anche orizzontale.- La deformabilità nel proprio piano di piani dichiarati non infinitamente rigidi e di falde (piani inclinati) può essere controllata attraverso la introduzione di elementi membranali nelle zone di solaio. - I disassamenti tra elementi asta sono gestiti automaticamente dal programma attraverso la introduzione di collegamenti rigidi locali.- Alle estremità di elementi asta è possibile inserire svincolamenti tradizionali così come cerniere parziali (che trasmettono una quota di ciò che trasmetterebbero in condizioni di collegamento rigido) o cerniere plastiche.- Alle estremità di elementi bidimensionali è possibile inserire svincolamenti con cerniere parziali del momento flettente avente come asse il bordo dell'elemento.- Il calcolo degli effetti del sisma è condotto, a scelta dell'utente, con analisi statica lineare, con analisi dinamica modale o con analisi statica non lineare, in accordo alle varie normative adottate. Le masse, nel caso di impalcati dichiarati rigidi sono concentrate nei nodi principali di piano altrimenti vengono considerate diffuse nei nodi giacenti sull'impalcato stesso. Nel caso di analisi sismica vengono anche controllati gli spostamenti di interpiano.

Verifiche delle membrature in cemento armato

Nel caso più generale le verifiche degli elementi in c.a. possono essere condotte col metodo delle tensioni ammissibili (D.M. 14-1-92) o agli stati limite in accordo al D.M. 09-01-96, al D.M. 14-01-08, al D.M. 17-01-18

o secondo Eurocodice 2. Le travi sono progettate e verificate a flessione retta e taglio; a richiesta è possibile la verifica per le sei componenti della sollecitazione. I pilastri ed i pali sono verificati per le sei componenti della sollecitazione. Per gli elementi bidimensionali giacenti in un medesimo piano è disponibile la modalità di verifica che consente di analizzare lo stato di verifica nei singoli nodi degli elementi. Nelle verifiche (a presso flessione e punzonamento) è ammessa la introduzione dei momenti di calcolo modificati in base alle direttive dell'EC2, Appendice A.2.8. I plinti superficiali sono verificati assumendo lo schema statico di mensole con incastri posti a filo o in asse pilastro. Gli ancoraggi delle armature delle membrature in c.a. sono calcolati sulla base della effettiva tensione normale che ogni barra assume nella sezione di verifica distinguendo le zone di ancoraggio in zone di buona o cattiva aderenza. In particolare il programma valuta la tensione normale che ciascuna barra può assumere in una sezione sviluppando l'aderenza sulla superficie cilindrica posta a sinistra o a destra della sezione considerata; se in una sezione una barra assume per effetto dell'aderenza una tensione normale minore di quella ammissibile, il suo contributo all'area complessiva viene ridotto dal programma nel rapporto tra la tensione normale che la barra può assumere per effetto dell'aderenza e quella ammissibile. Le verifiche sono effettuate a partire dalle aree di acciaio equivalenti così calcolate che vengono evidenziate in relazione.A seguito di analisi inelastiche eseguite in accordo a OPCM 3431 o D.M. 14-01-08, al D.M. 17-01-18 vengono condotte verifiche di resistenza per i meccanismi fragili (nodi e taglio) e verifiche di deformabilità per i meccanismi duttili.

10.2. Relazione di accettabilità dei calcoli eseguiti con elaboratore

La ricerca dei parametri di sollecitazione è stata fatta secondo le disposizioni di carico più gravose avvalendosi di codici di calcolo automatico per l'analisi strutturale. Tali codici sono di sicura ed accertata validità e sono stati impiegati conformemente alle loro caratteristiche.

Tale affermazione è suffragata dai seguenti elementi:

- grande diffusione del codice di calcolo sul mercato;
- storia consolidata del codice di calcolo (svariati anni di utilizzo);
- utilizzo delle versioni più aggiornate (dopo test);
- pratica d'uso frequente nell'attività professionale.

In particolare, sono stati utilizzati i seguenti programmi di calcolo:

- Titolo: Sismicad 12
- Caratteristiche: Programma di calcolo strutturale agli elementi finiti che esegue il calcolo di strutture spaziali composte da elementi mono e/o bidimensionali anche con non linearità di materiale o con effetti dinamici

- Autore: Concrete s.r.l. – Via della Pieve, 19 – 35121 Padova

- Versione: 12.15 64bit

Il sottoscritto ha esaminato preliminarmente la documentazione a corredo del software per valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. Tale documentazione, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati.

Il sottoscritto, inoltre, ha verificato l'affidabilità del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

La valutazione dell'attendibilità del software ha, inoltre, compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura.

La visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi quali sollecitazioni, tensioni, deformazioni, spostamenti, reazioni vincolari hanno permesso un immediato controllo con i risultati ottenuti mediante schemi semplificati di cui è nota la soluzione in forma chiusa nell'ambito della Scienza delle Costruzioni.

Si è inoltre controllato che le reazioni vincolari diano valori in equilibrio con i carichi applicati, in particolare per i valori dei taglianti di base delle azioni sismiche si è provveduto a confrontarli con valori ottenuti da modelli semplificati.

Le sollecitazioni ottenute sulle travi per i carichi verticali direttamente agenti sono stati confrontati con semplici schemi a trave continua.

Per gli elementi inflessi di tipo bidimensionale si è provveduto a confrontare i valori ottenuti dall'analisi FEM con i valori di momento flettente ottenuti con gli schemi semplificati della Tecnica delle Costruzioni.

10.3. Manufatto imbocco galleria Sant'Antonino

10.3.1 Breve descrizione delle opere

Per poter attuare la modifica idraulica della sezione d'imbocco alla tombinatura, consistente nella riprofilatura del fondo alveo per mezzo dell'introduzione di un salto di fondo, si procederà, intervenendo in sottomurazione degli argini esistenti.

In sponda sinistra è presente un muro in pietre e calcestruzzo impostato, senza specifiche strutture di fondazione, sulla porzione sommitale del substrato roccioso alterato sul quale scorre il rio; la sottomurazione del paramento murario avverrà previa la messa in opera di una serie di micropali eseguiti a rotazione nel corpo del paramento al fine di offrire a quest'ultimo opportuna fondazione durante la fase preliminare di scavo in alveo. A contenimento delle azioni agenti sul paramento murario, in fase di realizzazione della sottomurazione, verrà predisposta anche una seconda fila di

micropali connessa ai precedenti per mezzo di opportuno cordolo in di sommità. L'intervento, in fase definitiva, prevedrà la realizzazione del placcaggio armato del fronte di scavo, contestuale sottomurazione del paramento esistente e la realizzazione di una controparete estesa fino al cordolo testapali precedentemente predisposto. Le nuove opere sostituiranno, sotto il profilo statico e funzionale quelle attualmente presenti in sponda sinistra.

In sponda destra è presente un argine monolitico in calcestruzzo in ottimo stato di conservazione, ben proporzionato e deputato al solo contenimento delle sistemazioni a verde poste a tergo dello stesso; l'intervento in progetto sarà oggetto di sola sottomurazione a campioni, con le medesime caratteristiche di quella che verrà attuata in riva opposta, a placcaggio del substrato presente al di sotto dell'attuale piano di fondazione del muro.

Le opere sopra descritte saranno rese solidali tra loro mediante una nuova platea di fondazione costituente in fondo alveo da realizzare anch'essa a campioni preliminarmente alle opere di placcaggio dei fronti di scavo in sottomurazione..

10.4. Materiali

10.4.1 Materiali c.a.

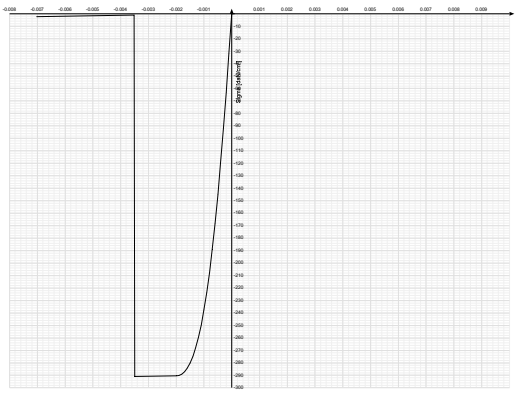
***Descrizione**: descrizione o nome assegnato all'elemento.*
***Rck**: resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [daN/cm²]*
***E**: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]*
***G**: modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [daN/cm²]*
***v**: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.*
***γ**: peso specifico del materiale. [daN/cm³]*
***α**: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]*

Descrizione	Rck	E	G	v	γ	α
C28/35	350	325881	Default (148127.76)	0.1	0.0025	0.00001

10.4.2 Curve di materiali c.a.

***Descrizione**: descrizione o nome assegnato all'elemento.*
***Curva**: curva caratteristica.*
***Reaz.traz.**: reagisce a trazione.*
***Comp.frag.**: ha comportamento fragile.*
***E.compr.**: modulo di elasticità a compressione. [daN/cm²]*
***Incr.compr.**: incrudimento di compressione. Il valore è adimensionale.*
***EpsEc**: ε elastico a compressione. Il valore è adimensionale.*
***EpsUc**: ε ultimo a compressione. Il valore è adimensionale.*
***E.traz.**: modulo di elasticità a trazione. [daN/cm²]*
***Incr.traz.**: incrudimento di trazione. Il valore è adimensionale.*
***EpsEt**: ε elastico a trazione. Il valore è adimensionale.*
***EpsUt**: ε ultimo a trazione. Il valore è adimensionale.*

Descrizione	Curva									
	Reaz.traz.	Comp.frag.	E.compr.	Incr.compr.	EpsEc	EpsUc	E.traz.	Incr.traz.	EpsEt	EpsUt
C28/35	No	Si	325881.08	0.001	-0.002	-0.0035	325881.08	0.001	0.0000609	0.000067



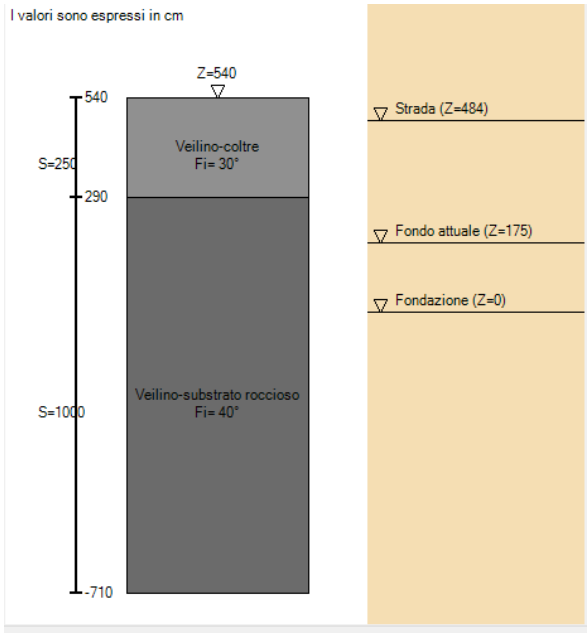
10.4.3 Armature

***Descrizione**: descrizione o nome assegnato all'elemento.*
***fyk**: resistenza caratteristica. [daN/cm²]*
***σamm.**: tensione ammissibile. [daN/cm²]*
***Tipo**: tipo di barra.*
***E**: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]*
***γ**: peso specifico del materiale. [daN/cm³]*
***ν**: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.*
***α**: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]*
***Livello di conoscenza**: indica se il materiale è nuovo o esistente, e in tal caso il livello di conoscenza secondo Circ.617 02/02/09 §C8A. Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.) e D.M. 17-01-18 (N.T.C.).*

Descrizione	fyk	σamm.	Tipo	E	γ	ν	α	Livello di conoscenza
B450C	4500	2550	Aderenza migliorata	2060000	0.00785	0.3	0.000012	Nuovo

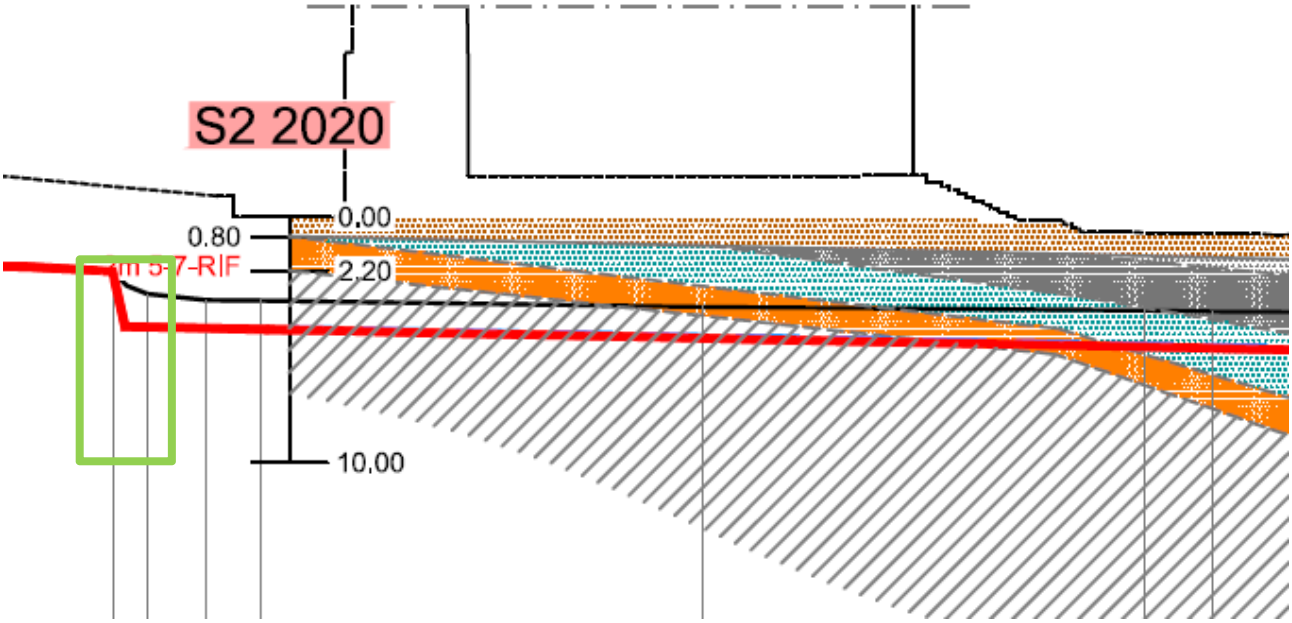
10.5. Terreno

In considerazione di quanto descritto nella Relazione Geologica, facente parte integrante del progetto strutturale, la stratigrafia del terreno a tergo del muro d'argine, in corrispondenza del salto di fondo è stato assunto cautelativamente così come sotto descritto:



Gli strati sopra riportati sono stati definiti, assumendo, sempre a favore di sicurezza, tramite i parametri geotecnici contenuti all'interno della tabella proposta qui di seguito:

Denominazione	**Peso di volume**	**Angolo di attrito efficace**	**Coesione non drenata**	**Coesione efficace**
	daN/m^3	(gradi)	daN/cm^2	daN/cm^2
Coltre	1900/2000	30	0.00	0.00
Substrato Calcare	1950/2150	40	0.00	0.00



Modello Geologico (nel riquadro verde il tratto oggetto di verifica)

Fondo alveo esistente
Fondo alveo progetto
Quota strada - Estradosso scatolare
Quota livello falda

U1: Riporto
U2: Ghiaia limoso sabbiosa
U3: Ghiaia eterometrica con sabbia e trovanti
U4: Trovanti in matrice ghiaiosa
U5A: Ghiaia fine e sabbia in matrice limoso - argilloso
U5: Substrato calcari marnosi

2m 1-3-RIF Profondità e valori prova SPT

10.6. Dati di definizione

10.6.1 Preferenze di analisi

Metodo di analisi	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Tipo di costruzione	2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vn	50
Classe d'uso	III
Vr	75

Tipo di analisi Lineare dinamica

Località



Genova; Latitudine ED50 44,4501° (44° 27' 0''); Longitudine ED50 8,9279° (8° 55' 40''); Altitudine s.l.m. 273,84 m.

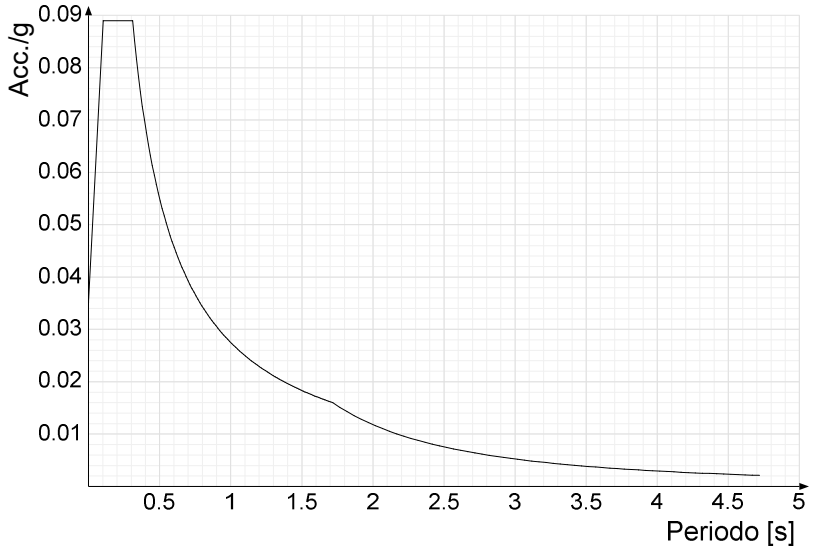
Categoria del suolo	B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti	
Categoria topografica	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i<=15°	
Ss orizzontale SLO	1.2	
Tb orizzontale SLO	0.103	[s]
Tc orizzontale SLO	0.309	[s]
Td orizzontale SLO	1.717	[s]
Ss orizzontale SLD	1.2	
Tb orizzontale SLD	0.111	[s]
Tc orizzontale SLD	0.332	[s]
Td orizzontale SLD	1.745	[s]
Ss orizzontale SLV	1.2	
Tb orizzontale SLV	0.135	[s]
Tc orizzontale SLV	0.404	[s]
Td orizzontale SLV	1.945	[s]
St	1	
PVr SLO (%)	81	
Tr SLO	45.16	
Ag/g SLO	0.0294	
Fo SLO	2.526	
Tc* SLO	0.205	[s]
PVr SLD (%)	63	
Tr SLD	75.43	
Ag/g SLD	0.0362	

Fo SLD	2.541	
Tc* SLD	0.224	[s]
PVr SLV (%)	10	
Tr SLV	711.84	
Ag/g SLV	0.0863	
Fo SLV	2.506	
Tc* SLV	0.286	[s]
Smorzamento viscoso (%)	5	
Classe di duttilità	Non dissipativa	
Rotazione del sisma	0	[deg]
Quota dello '0' sismico	0	[cm]
Altezza costruzione	459	[cm]
T1,x	0.13257	[s]
T1,y	0.08248	[s]
λ SLO,x	1	
λ SLO,y	1	
λ SLD,x	1	
λ SLD,y	1	
λ SLV,x	1	
λ SLV,y	1	
Numero modi	3	
Metodo di Ritz	applicato	
Limite spostamenti interpiano SLD	0.005	
Fattore di comportamento per sisma SLD X	1.5	
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1.5	
Fattore di comportamento per sisma SLV X	1.5	
Fattore di comportamento per sisma SLV Y	1.5	
Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2.3	
Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali)	1.1	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, punta	1.35	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale compressione	1.15	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale trazione	1.25	
Coefficiente di sicurezza portanza trasversale pali	1.3	
Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate	1.7	

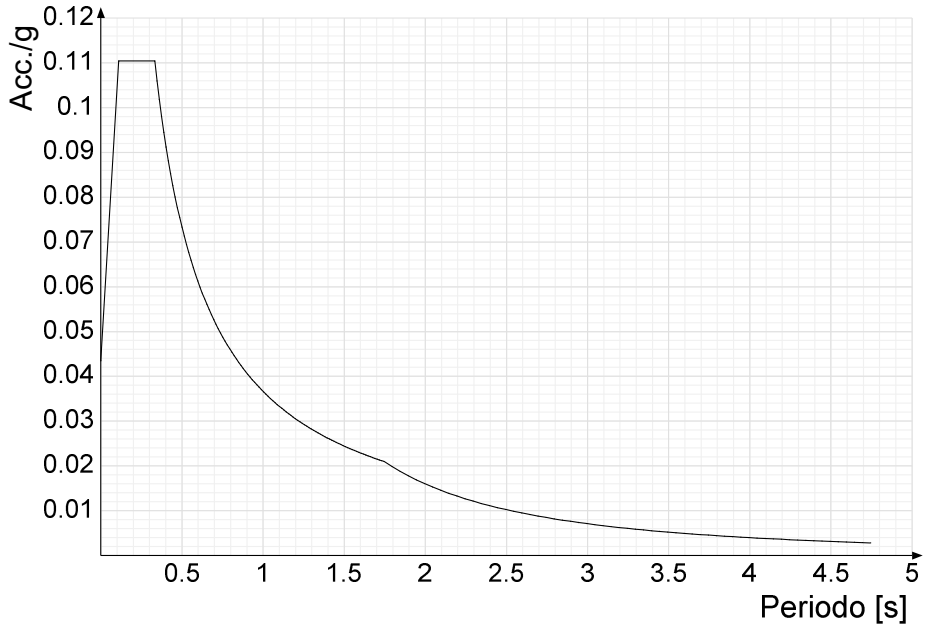
10.6.2 Spettri D.M. 17-01-18

***Acc./g**: Accelerazione spettrale normalizzata ottenuta dividendo l'accelerazione spettrale per l'accelerazione di gravità.*
***Periodo**: Periodo di vibrazione.*

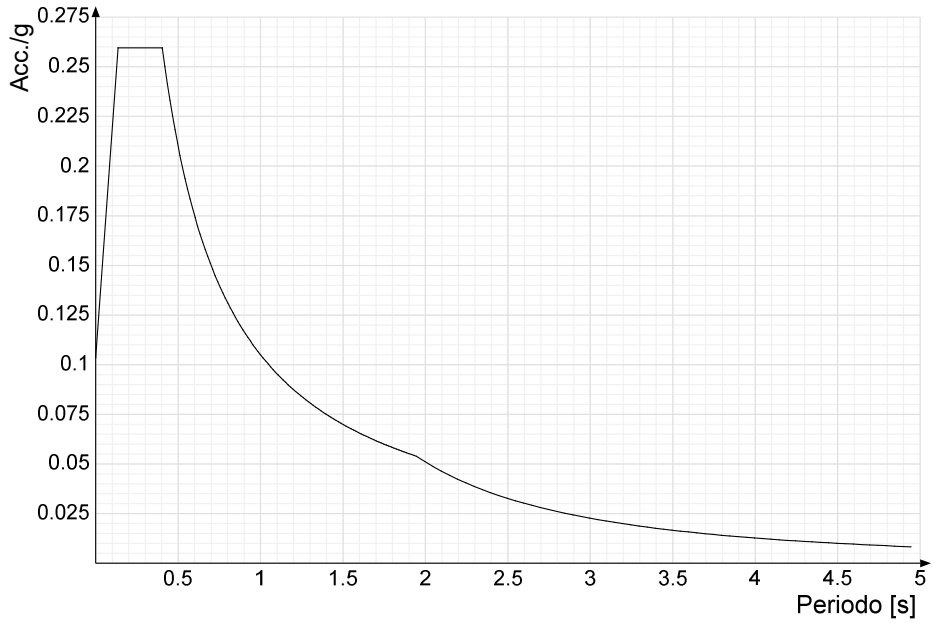
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.2.1 [3.2.2]



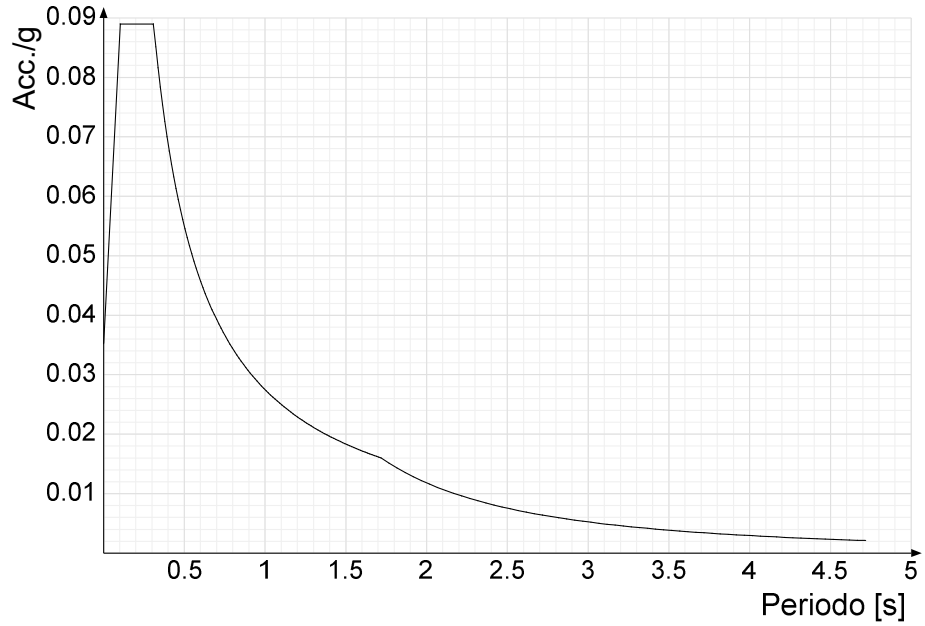
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 [3.2.2]



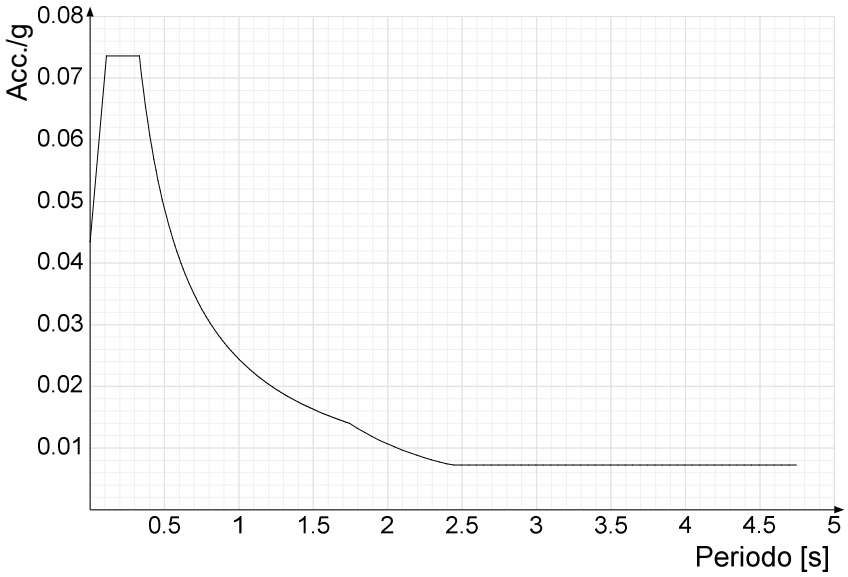
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 [3.2.2]



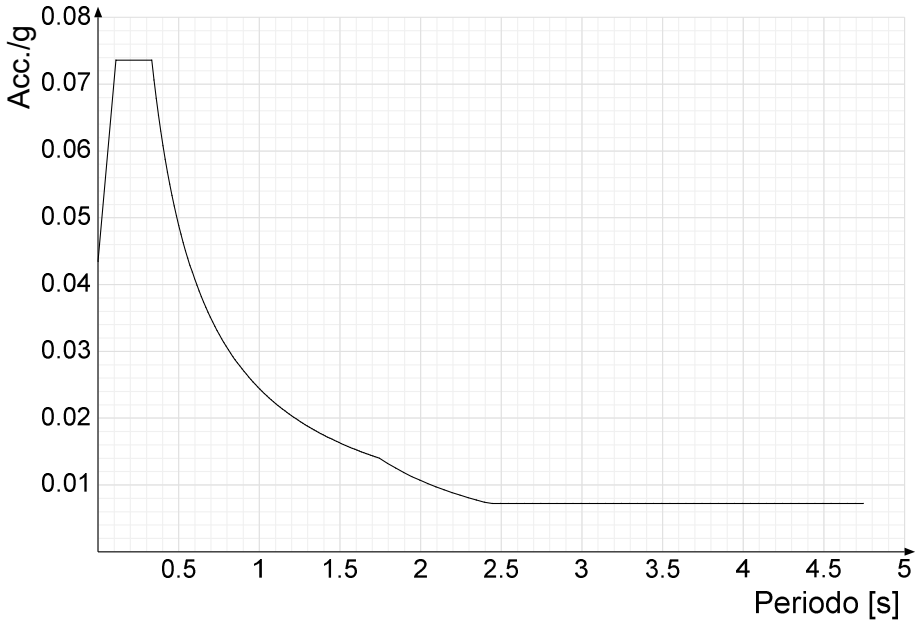
Spettro di risposta di progetto in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.4



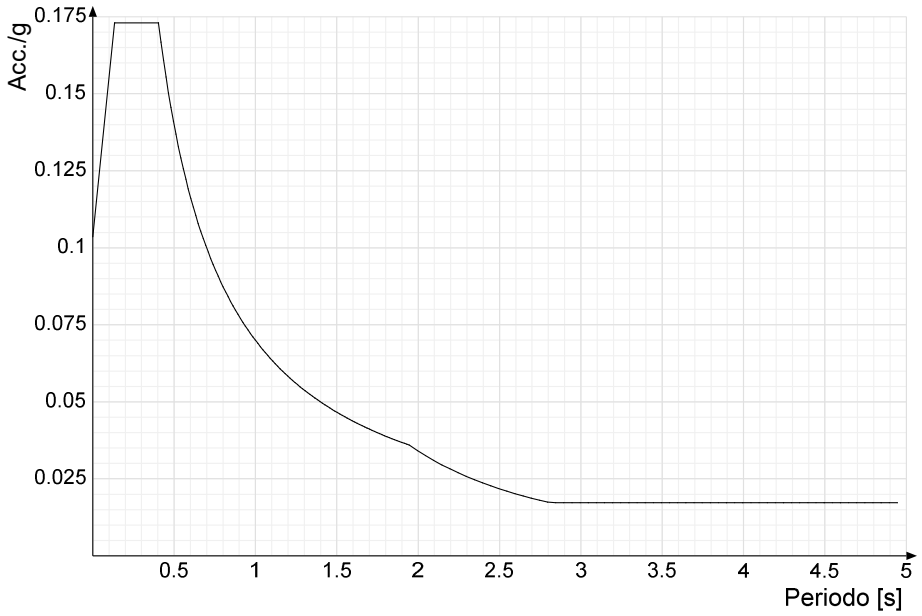
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5



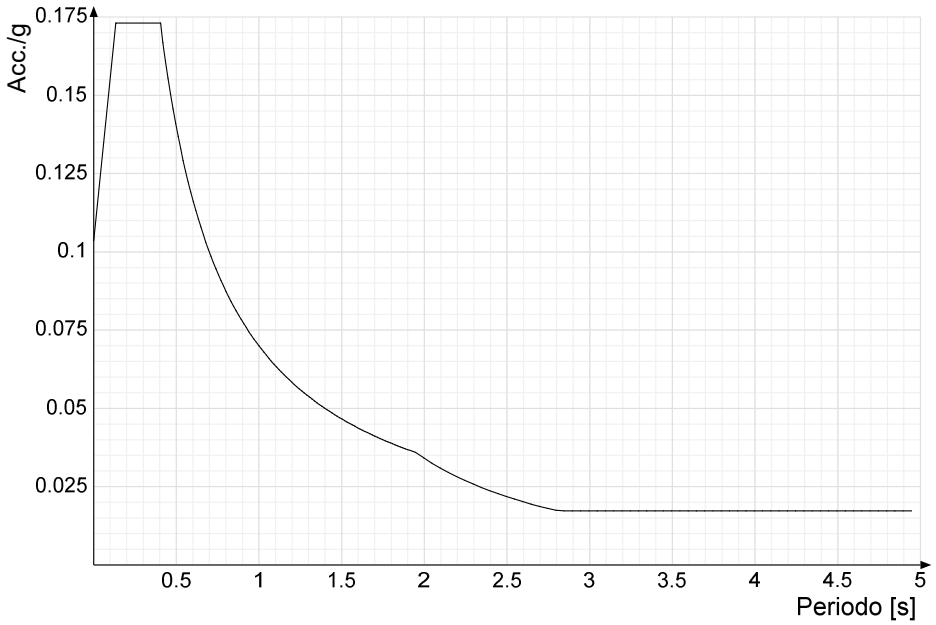
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5



Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5



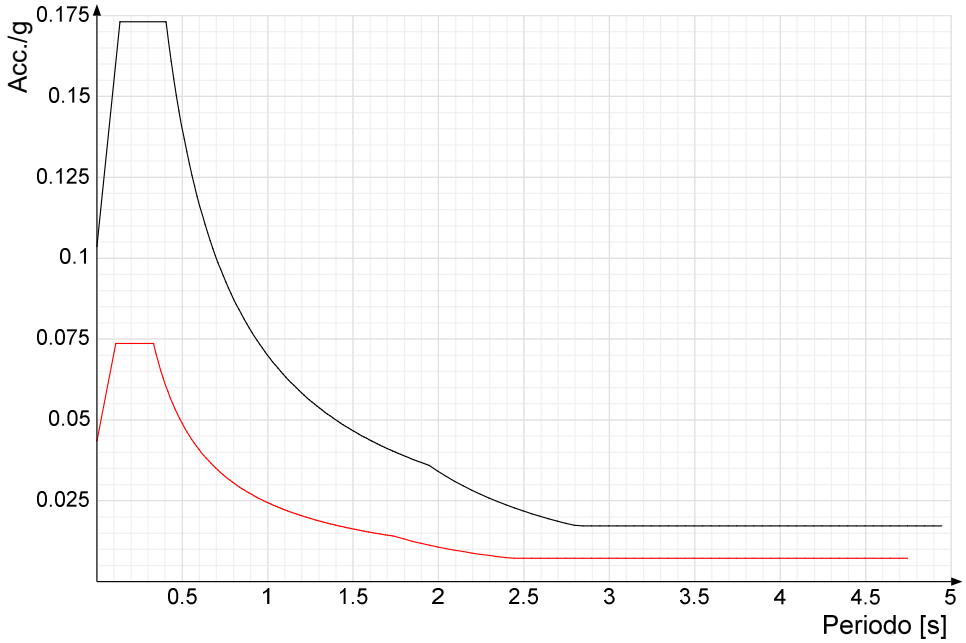
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5



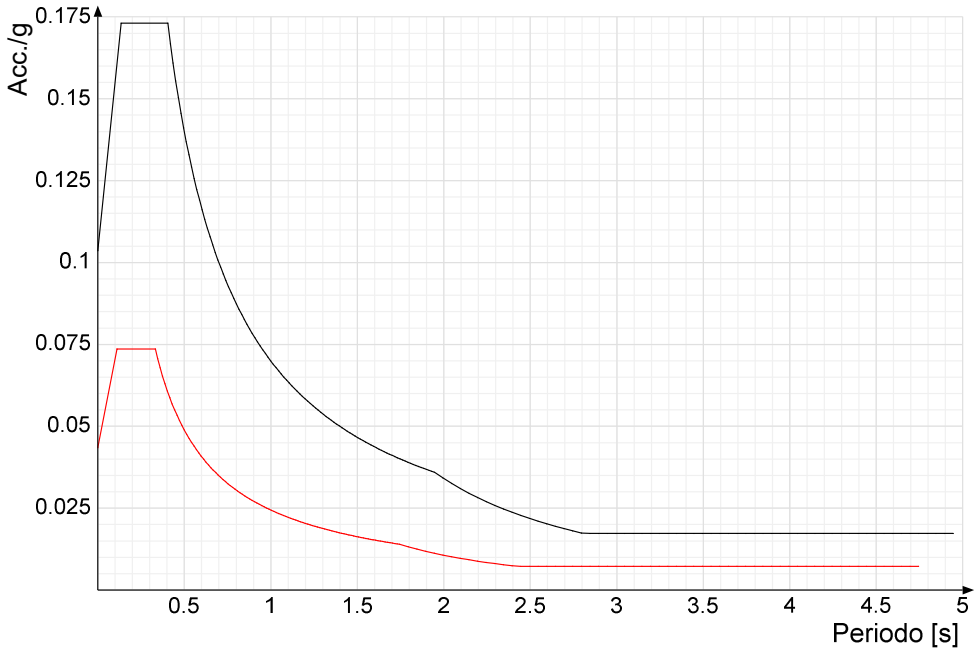
Confronti spettri SLV-SLD

Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta

di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).



Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).



10.6.3 Torsione NTC 08/NTC 18

Per tenere conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze nella localizzazione delle masse, la normativa richiede di attribuire al centro di massa una eccentricità accidentale (NTC18 e NTC08 §7.2.6), in aggiunta alla eccentricità naturale della costruzione, mediante l'applicazione di carichi statici costituiti da momenti torcenti di valore pari alla risultante orizzontale della forza agente al piano, moltiplicata per l'eccentricità accidentale del baricentro delle masse rispetto alla sua posizione di calcolo.

Nella struttura in oggetto si è applicata una eccentricità accidentale secondo il seguente prospetto:

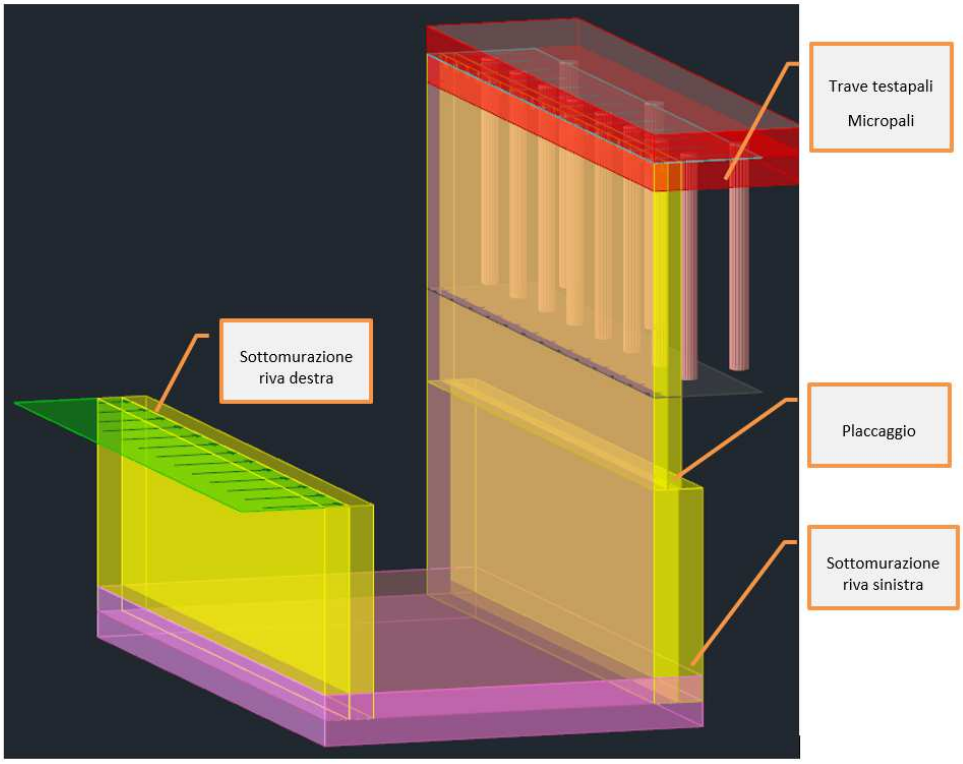
***Quota**: Livello o falda a cui si riferisce l'eccentricità.*
***Eccentricità X**: Eccentricità X per sisma Y attribuita alla quota. [cm]*
***Eccentricità Y**: Eccentricità Y per sisma X attribuita alla quota. [cm]*

Quota	Eccentricità X	Eccentricità Y
Fondazione	17.5	32
Fondo attuale	17.5	32
Strada	7	32

10.7. Descrizione del modello strutturale

10.7.1 Modello Strutturale

Il modello strutturale è stato realizzato al fine di descrivere la situazione statica rappresentativa dell'intera opera di adeguamento idraulico ed analizzando la condizione di maggior altezza delle sottomurazioni nella situtazione definifiva. In particolare, in sponda sinistra non verrà modellato l'effetto irrigidente offerto dal paramento murario esistente ai micropali che verranno realizzati al proprio interno ed il trasferimento delle azioni derivanti dal rilevato stradale al cordolo testa pali verrà imputato alla sola parete di placcaggio; in sponda destra verrà modellata la sola parete di placcaggio dello scavo in sottomurazione, recuperando l'effetto del muro esistente per mezzo della schematizzazione di un carico equivalente.



Modello di calcolo

10.7.2 Livelli

***Descrizione breve**: nome sintetico assegnato al livello.*
***Descrizione**: nome assegnato al livello.*
***Quota**: quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [cm]*
***Spessore**: spessore del livello. [cm]*

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	45
L2	Fondo attuale	175	15
L3	Strada	484	50

10.7.3 Tronchi

***Descrizione breve**: nome sintetico assegnato al tronco.*
***Descrizione**: nome assegnato al tronco.*
***Quota 1**: riferimento della prima quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [cm]*
***Quota 2**: riferimento della seconda quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [cm]*

Descrizione breve	Descrizione	Quota 1	Quota 2
T1	Fondazione - Fondo attuale	Fondazione	Fondo attuale
T2	Fondo attuale - Copertura	Fondo attuale	Strada

10.8. Azioni e combinazioni di carico

10.8.1 Azioni Verticali

Strada
Sovraccarico stradale equivalente
Azione variabile da traffico 2000 daN/m^2

Terreno (a tergo riva destra)
L'azione di spinta del terreno agente sul placcaggio viene maggiorata dalla componente di carico indotta dalla presenza del muro esistente presente in sponda destra considerando che, a favore di sicurezza, l'intero muro interessi lo strato di coltre per un'altezza pari a circa 3.25m
Azione permanente equivalente agente a tergo della sottomurazione 6200 daN/m^2

10.8.2 Azione della neve

Si omette la valutazione della pressione della neve in quanto i restanti carichi agenti sulla struttura in esame sono caratterizzati da due ordini di grandezza in più rispetto a quello nivologico.

10.8.3 Azione del sisma

La caratterizzazione sismica del sito, descritta nel paragrafo "Preferenze di analisi", determina un effetto sugli elementi strutturali principali proporzionali alle masse ad essi associate in relazione al rapporto tra Ag/g amplificato dai fattori relativi alle caratteristiche del suolo di fondazione e topografici sopra esposti.

10.8.4 Riepilogo azioni superficiali sulla struttura

***Nome**: nome identificativo della definizione di carico.*
***Valori**: valori associati alle condizioni di carico.*
***Condizione**: condizione di carico a cui sono associati i valori.*
***Descrizione**: nome assegnato alla condizione elementare.*
***Valore**: modulo del carico superficiale applicato alla superficie. [daN/cm²]*
***Applicazione**: modalità con cui il carico è applicato alla superficie.*

Nome	Valori		
	Condizione	Valore	Applicazione
	Descrizione		
terreno	Pesi strutturali	0	Verticale
	Permanenti portati	0.62	Verticale
	Variabile	0	Verticale

Nome	Valori		
	Condizione	Valore	Applicazione
	Descrizione		
strada	Pesi strutturali	0	Verticale
	Permanenti portati	0	Verticale
	Variabile	0.2	Verticale

10.8.5 Condizioni elementari di carico

***Descrizione**: nome assegnato alla condizione elementare.*
***Nome breve**: nome breve assegnato alla condizione elementare.*
***Durata**: descrive la durata della condizione (necessario per strutture in legno).*
***ψ0**: coefficiente moltiplicatore ψ0. Il valore è adimensionale.*
***ψ1**: coefficiente moltiplicatore ψ1. Il valore è adimensionale.*
***ψ2**: coefficiente moltiplicatore ψ2. Il valore è adimensionale.*
***Con segno**: descrive se la condizione elementare ha la possibilità di variare di segno.*

Descrizione	Nome breve	Durata	ψ0	ψ1	ψ2	Con segno
Pesi strutturali	Pesi	Permanente				
Permanenti portati	Port.	Permanente				
Variabile	Variabile A	Media	0.7	0.5	0.3	
ΔT	ΔT	Media	0.6	0.5	0	No
Sisma X SLV	X SLV					
Sisma Y SLV	Y SLV					
Sisma Z SLV	Z SLV					
Eccentricità Y per sisma X SLV	EY SLV					
Eccentricità X per sisma Y SLV	EX SLV					
Sisma X SLD	X SLD					
Sisma Y SLD	Y SLD					
Sisma Z SLD	Z SLD					
Eccentricità Y per sisma X SLD	EY SLD					
Eccentricità X per sisma Y SLD	EX SLD					
Sisma X SLO	X SLO					
Sisma Y SLO	Y SLO					
Sisma Z SLO	Z SLO					
Eccentricità Y per sisma X SLO	EY SLO					
Eccentricità X per sisma Y SLO	EX SLO					
Terreno sisma X SLV	Tr x SLV					
Terreno sisma Y SLV	Tr y SLV					
Terreno sisma Z SLV	Tr z SLV					
Terreno sisma X SLD	Tr x SLD					
Terreno sisma Y SLD	Tr y SLD					
Terreno sisma Z SLD	Tr z SLD					
Terreno sisma X SLO	Tr x SLO					
Terreno sisma Y SLO	Tr y SLO					
Terreno sisma Z SLO	Tr z SLO					
Rig. Ux	R Ux					
Rig. Uy	R Uy					
Rig. Rz	R Rz					

10.8.6 Combinazioni di carico

7	**SLO 7**	1	1	0.3	0	-0.3	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	**SLO 8**	1	1	0.3	0	-0.3	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	**SLO 9**	1	1	0.3	0	0.3	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	**SLO 10**	1	1	0.3	0	0.3	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	**SLO 11**	1	1	0.3	0	0.3	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	**SLO 12**	1	1	0.3	0	0.3	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	**SLO 13**	1	1	0.3	0	1	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	**SLO 14**	1	1	0.3	0	1	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	**SLO 15**	1	1	0.3	0	1	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	**SLO 16**	1	1	0.3	0	1	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia SLD

Il nome compatto della famiglia è SLD.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	ΔT	X SLD	Y SLD	Z SLD	EY SLD	EX SLD	Tr x SLD	Tr y SLD	Tr z SLD
1	SLD 1	1	1	0.3	0	-1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLD 2	1	1	0.3	0	-1	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLD 3	1	1	0.3	0	-1	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLD 4	1	1	0.3	0	-1	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLD 5	1	1	0.3	0	-0.3	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLD 6	1	1	0.3	0	-0.3	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLD 7	1	1	0.3	0	-0.3	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLD 8	1	1	0.3	0	-0.3	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLD 9	1	1	0.3	0	0.3	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLD 10	1	1	0.3	0	0.3	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLD 11	1	1	0.3	0	0.3	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLD 12	1	1	0.3	0	0.3	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLD 13	1	1	0.3	0	1	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLD 14	1	1	0.3	0	1	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLD 15	1	1	0.3	0	1	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLD 16	1	1	0.3	0	1	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia SLV

Il nome compatto della famiglia è SLV.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	ΔT	X SLV	Y SLV	Z SLV	EY SLV	EX SLV	Tr x SLV	Tr y SLV	Tr z SLV
1	SLV 1	1	1	0.3	0	-1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLV 2	1	1	0.3	0	-1	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLV 3	1	1	0.3	0	-1	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLV 4	1	1	0.3	0	-1	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLV 5	1	1	0.3	0	-0.3	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLV 6	1	1	0.3	0	-0.3	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLV 7	1	1	0.3	0	-0.3	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLV 8	1	1	0.3	0	-0.3	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLV 9	1	1	0.3	0	0.3	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLV 10	1	1	0.3	0	0.3	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLV 11	1	1	0.3	0	0.3	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLV 12	1	1	0.3	0	0.3	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLV 13	1	1	0.3	0	1	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLV 14	1	1	0.3	0	1	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLV 15	1	1	0.3	0	1	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLV 16	1	1	0.3	0	1	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia Calcolo rigidezza torsionale/flessionale di piano

Il nome compatto della famiglia è CRTFP.

Nome	Nome breve	R Ux	R Uy	R Rz
Rig. Ux+	CRTFP Ux+	1	0	0
Rig. Ux-	CRTFP Ux-	-1	0	0
Rig. Uy+	CRTFP Uy+	0	1	0
Rig. Uy-	CRTFP Uy-	0	-1	0
Rig. Rz+	CRTFP Rz+	0	0	1
Rig. Rz-	CRTFP Rz-	0	0	-1

10.9. Risultati numerici

10.9.1 Spostamenti nodali estremi

***Nodo**: nodo interessato dallo spostamento.*
***Ind.**: indice del nodo.*
***Cont.**: condizione o combinazione di carico a cui si riferisce lo spostamento.*
***N.br.**: nome breve della condizione o combinazione di carico.*
***Spostamento**: spostamento traslazionale del nodo.*
***ux**: componente X dello spostamento del nodo. [cm]*
***uy**: componente Y dello spostamento del nodo. [cm]*
***uz**: componente Z dello spostamento del nodo. [cm]*
***Rotazione**: spostamento rotazionale del nodo.*
***rx**: componente X della rotazione del nodo. [deg]*
***ry**: componente Y della rotazione del nodo. [deg]*
***rz**: componente Z della rotazione del nodo. [deg]*

Spostamenti nodali con componente Ux minima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
270	MVBR 2	-0.07444	-0.22905	0.07378	0.0148	-0.0048	0.0134
271	MVBR 2	-0.07442	-0.20688	0.08208	0.0154	-0.0053	0.0134
274	MVBR 2	-0.07437	-0.1964	0.08624	0.0156	-0.0052	0.0133
272	MVBR 2	-0.07437	-0.1993	0.08511	0.0156	-0.0052	0.0133
273	MVBR 2	-0.07437	-0.1993	0.08511	0.0156	-0.0149	0.0133

Spostamenti nodali con componente Ux massima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
248	SLU 6	0.59649	0.00001	-0.04047	0	0.0686	0
249	SLU 6	0.59649	0.00001	-0.04047	0	0.0397	0
250	SLU 6	0.59649	0.00001	-0.04914	0	0.0397	0
241	SLU 6	0.59648	0	-0.04045	0	0.0686	0
242	SLU 6	0.59648	0	-0.04045	0	0.0398	0

Spostamenti nodali con componente Uy minima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
219	MVBR 2	0.07445	-0.22905	-0.07378	0.0148	0.0048	0.0134
270	MVBR 2	-0.07444	-0.22905	0.07378	0.0148	-0.0048	0.0134
234	MVBR 2	0.03722	-0.22903	-0.03459	0.0128	0.0031	0.0134
228	MVBR 2	0.05582	-0.22903	-0.0533	0.0141	0.0042	0.0133
264	MVBR 2	-0.05582	-0.22902	0.05331	0.0141	-0.0042	0.0133

Spostamenti nodali con componente Uy massima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
234	SLV 12	0.30972	0.0238	0.01556	-0.0012	0.021	-0.0024
228	SLV 12	0.30633	0.02379	0.01743	-0.0013	0.021	-0.0024
270	SLV 8	0.21391	0.02379	-0.01496	-0.0013	0.0132	-0.0024
219	SLV 12	0.30298	0.02379	0.01927	-0.0014	0.0209	-0.0024
239	SLV 12	0.31308	0.02378	0.01395	-0.0011	0.0211	-0.0024

Spostamenti nodali con componente Uz minima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
35	MVBR 2	0.02868	-0.06937	-0.08658	0.0155	-0.0075	0.0049
223	MVBR 2	0.07437	-0.1964	-0.08625	0.0156	0.0052	0.0133
178	MVBR 2	0.02554	-0.1392	-0.0856	0.0158	0.0083	0.0051
188	MVBR 2	0.0388	-0.15936	-0.08558	0.0158	0.0122	0.0075
209	MVBR 2	0.05576	-0.17938	-0.0854	0.0157	0.0142	0.0103

Spostamenti nodali con componente Uz massima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
99	MVBR 2	-0.02868	-0.06937	0.08657	0.0155	0.0075	0.0049
274	MVBR 2	-0.07437	-0.1964	0.08624	0.0156	-0.0052	0.0133
187	MVBR 2	-0.02555	-0.1392	0.08559	0.0158	-0.0083	0.0051
197	MVBR 2	-0.03881	-0.15936	0.08558	0.0158	-0.0122	0.0075
218	MVBR 2	-0.05577	-0.17938	0.0854	0.0157	-0.0142	0.0103

10.9.2 Spostamenti di interpiano estremi

***Nodo inferiore**: nodo inferiore.*
***I.**: numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.*
***Pos.**: coordinate del nodo.*
***X**: coordinata X. [cm]*
***Y**: coordinata Y. [cm]*
***Z**: coordinata Z. [cm]*

***Nodo superiore**: nodo superiore.*
***I.**: numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.*
***Pos.**: coordinate del nodo.*
***Z**: coordinata Z. [cm]*
***Spost. rel.**: spostamento relativo. Il valore è adimensionale.*
***Comb.**: combinazione.*
***N.b.**: nome breve o compatto della combinazione di carico.*
***Spostamento inferiore**: spostamento in pianta del nodo inferiore.*
***X**: coordinata X. [cm]*
***Y**: coordinata Y. [cm]*
***Spostamento superiore**: spostamento in pianta del nodo superiore.*
***X**: coordinata X. [cm]*
***Y**: coordinata Y. [cm]*
***S.V.**: si intende non verificato qualora lo spostamento relativo sia superiore al valore limite espresso nelle preferenze di analisi.*

Questo capitolo mostra gli spostamenti estremi per ogni interpiano in ognuna delle combinazioni di carico.
Per spostamenti estremi si intendono i primi 5 spostamenti massimi tra tutti gli interpiani che condividono la stessa quota iniziale e la stessa quota finale.
limite = 0,003333

Nodo inferiore				Nodo superiore		Spost. rel.	Comb.	Spostamento inferiore		Spostamento superiore		S.V.
I.	Pos.			I.	Pos.		N.b.	X	Y	X	Y	
	X	Y	Z		Z							
36	241.8	212.8	-22.5	222	459	0.000388	SLO 1	-0.001	-0.001	0.185	-0.003	si
100	241.8	852.8	-22.5	272	459	0.000357	SLO 1	-0.003	-0.001	0.169	-0.003	si
100	241.8	852.8	-22.5	272	459	0.000386	SLO 2	-0.002	-0.001	0.183	-0.003	si
36	241.8	212.8	-22.5	222	459	0.00036	SLO 2	-0.002	-0.001	0.171	-0.003	si
36	241.8	212.8	-22.5	222	459	0.000386	SLO 3	-0.002	0.001	0.183	0.003	si
100	241.8	852.8	-22.5	272	459	0.00036	SLO 3	-0.002	0.001	0.171	0.003	si
100	241.8	852.8	-22.5	272	459	0.000388	SLO 4	-0.001	0.001	0.186	0.003	si
36	241.8	212.8	-22.5	222	459	0.000357	SLO 4	-0.003	0.001	0.169	0.003	si
36	241.8	212.8	-22.5	222	459	0.000497	SLO 5	0.001	-0.003	0.241	-0.009	si
100	241.8	852.8	-22.5	272	459	0.000475	SLO 5	-0.002	-0.003	0.227	-0.009	si
100	241.8	852.8	-22.5	272	459	0.000489	SLO 6	-0.001	-0.003	0.234	-0.01	si
36	241.8	212.8	-22.5	222	459	0.000484	SLO 6	0.001	-0.003	0.234	-0.01	si
36	241.8	212.8	-22.5	222	459	0.000489	SLO 7	-0.001	0.003	0.234	0.01	si
100	241.8	852.8	-22.5	272	459	0.000484	SLO 7	0.001	0.003	0.234	0.01	si
100	241.8	852.8	-22.5	272	459	0.000497	SLO 8	0.001	0.003	0.241	0.009	si
36	241.8	212.8	-22.5	222	459	0.000475	SLO 8	-0.002	0.003	0.227	0.009	si
36	241.8	212.8	-22.5	222	459	0.000595	SLO 9	0.003	-0.003	0.29	-0.009	si
100	241.8	852.8	-22.5	272	459	0.000573	SLO 9	0	-0.003	0.276	-0.009	si
100	241.8	852.8	-22.5	272	459	0.000586	SLO 10	0.001	-0.003	0.283	-0.01	si
36	241.8	212.8	-22.5	222	459	0.000582	SLO 10	0.003	-0.003	0.283	-0.01	si

Nodo inferiore				Nodo superiore		Spost. rel.	Comb.	Spostamento inferiore		Spostamento superiore		S.V.
I.	Pos.			I.	Pos.		N.b.	X	Y	X	Y	
	X	Y	Z		Z							
36	241.8	212.8	-22.5	222	459	0.000586	SLO 11	0.001	0.003	0.283	0.01	si
100	241.8	852.8	-22.5	272	459	0.000582	SLO 11	0.003	0.003	0.283	0.01	si
100	241.8	852.8	-22.5	272	459	0.000595	SLO 12	0.003	0.003	0.29	0.009	si
36	241.8	212.8	-22.5	222	459	0.000573	SLO 12	0	0.003	0.276	0.009	si
36	241.8	212.8	-22.5	222	459	0.000713	SLO 13	0.005	-0.001	0.348	-0.003	si
100	241.8	852.8	-22.5	272	459	0.000682	SLO 13	0.003	-0.001	0.331	-0.003	si
100	241.8	852.8	-22.5	272	459	0.000711	SLO 14	0.004	-0.001	0.346	-0.003	si
36	241.8	212.8	-22.5	222	459	0.000685	SLO 14	0.004	-0.001	0.334	-0.003	si
36	241.8	212.8	-22.5	222	459	0.000711	SLO 15	0.004	0.001	0.346	0.003	si
100	241.8	852.8	-22.5	272	459	0.000685	SLO 15	0.004	0.001	0.334	0.003	si
100	241.8	852.8	-22.5	272	459	0.000713	SLO 16	0.005	0.001	0.348	0.003	si
36	241.8	212.8	-22.5	222	459	0.000682	SLO 16	0.003	0.001	0.331	0.003	si

10.9.3 Equilibrio forze

***Contributo**: Nome attribuito al sistema risultante.*
***Fx**: Componente X di forza del sistema risultante. [daN]*
***Fy**: Componente Y di forza del sistema risultante. [daN]*
***Fz**: Componente Z di forza del sistema risultante. [daN]*
***Mx**: Componente di momento attorno l'asse X del sistema risultante. [daN*cm]*
***My**: Componente di momento attorno l'asse Y del sistema risultante. [daN*cm]*
***Mz**: Componente di momento attorno l'asse Z del sistema risultante. [daN*cm]*

Bilancio in condizione di carico: Pesi strutturali

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	18027.979	0	-78298.235	-41718905	31067489	-9605677
Reazioni	-18027.979	0	78298.235	41718905	-31067489	9605677
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Permanenti portati

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	-15037.411	0	0	0	-1090212	8012241
Reazioni	15037.411	0	0	0	1090212	-8012241
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Variabile A

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	13376	0	0	0	4744757	-7127007
Reazioni	-13376	0	0	0	-4744756	7127007
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma X SLV

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	7398.815	0	0	0	2613065	-3942164
Reazioni	-7398.815	0	0	0	-2613065	3942164
P-Delta	0	0	0	0	0	0

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma Y SLV

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	6004.947	0	-2120788	0	1516718
Reazioni	0	-6004.947	0	2120788	0	-1516718
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Eccentricità Y per sisma X SLV

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	0	0	0	-155945
Reazioni	0	0	0	0	0	155945
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Eccentricità X per sisma Y SLV

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	0	0	0	35703
Reazioni	0	0	0	0	0	-35703
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma X SLD

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	3192.899	0	0	0	1127647	-1701209
Reazioni	-3192.899	0	0	0	-1127647	1701209
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma Y SLD

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	2683.744	0	-947827	0	677855
Reazioni	0	-2683.744	0	947827	0	-677855
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Eccentricità Y per sisma X SLD

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	0	0	0	-67297
Reazioni	0	0	0	0	0	67297
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Eccentricità X per sisma Y SLD

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	0	0	0	15957
Reazioni	0	0	0	0	0	-15957
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma X SLO

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	3860.202	0	0	0	1363321	-2056755
Reazioni	-3860.202	0	0	0	-1363321	2056755
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma Y SLO

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	3058.17	0	-1080064	0	772427
Reazioni	0	-3058.17	0	1080064	0	-772427
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Eccentricità Y per sisma X SLO

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	0	0	0	-81361
Reazioni	0	0	0	0	0	81361
P-Delta	0	0	0	0	0	0

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Eccentricità X per sisma Y SLO

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	0	0	0	18183
Reazioni	0	0	0	0	0	-18183
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Terreno sisma X SLV

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	8364.637	0	0	0	2326512	-4456850
Reazioni	-8364.637	0	0	0	-2326512	4456850
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Terreno sisma Y SLV

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	0	0	0	0
Reazioni	0	0	0	0	0	0
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Terreno sisma X SLD

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	3429.548	0	0	0	965570	-1827334
Reazioni	-3429.548	0	0	0	-965570	1827334
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Terreno sisma Y SLD

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	0	0	0	0
Reazioni	0	0	0	0	0	0
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Terreno sisma X SLO

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	2772.435	0	0	0	781811	-1477210
Reazioni	-2772.435	0	0	0	-781811	1477210
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Terreno sisma Y SLO

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	0	0	0	0
Reazioni	0	0	0	0	0	0
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Rig. Ux

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	1	0	0	0	459	-533
Reazioni	-1	0	0	0	-459	533
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Rig. Uy

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	1	0	-459	0	201
Reazioni	0	-1	0	459	0	-201
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Rig. Rz

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	0	0	0	1
Reazioni	0	0	0	0	0	-1
P-Delta	0	0	0	0	0	0

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Totale	0	0	0	0	0	0

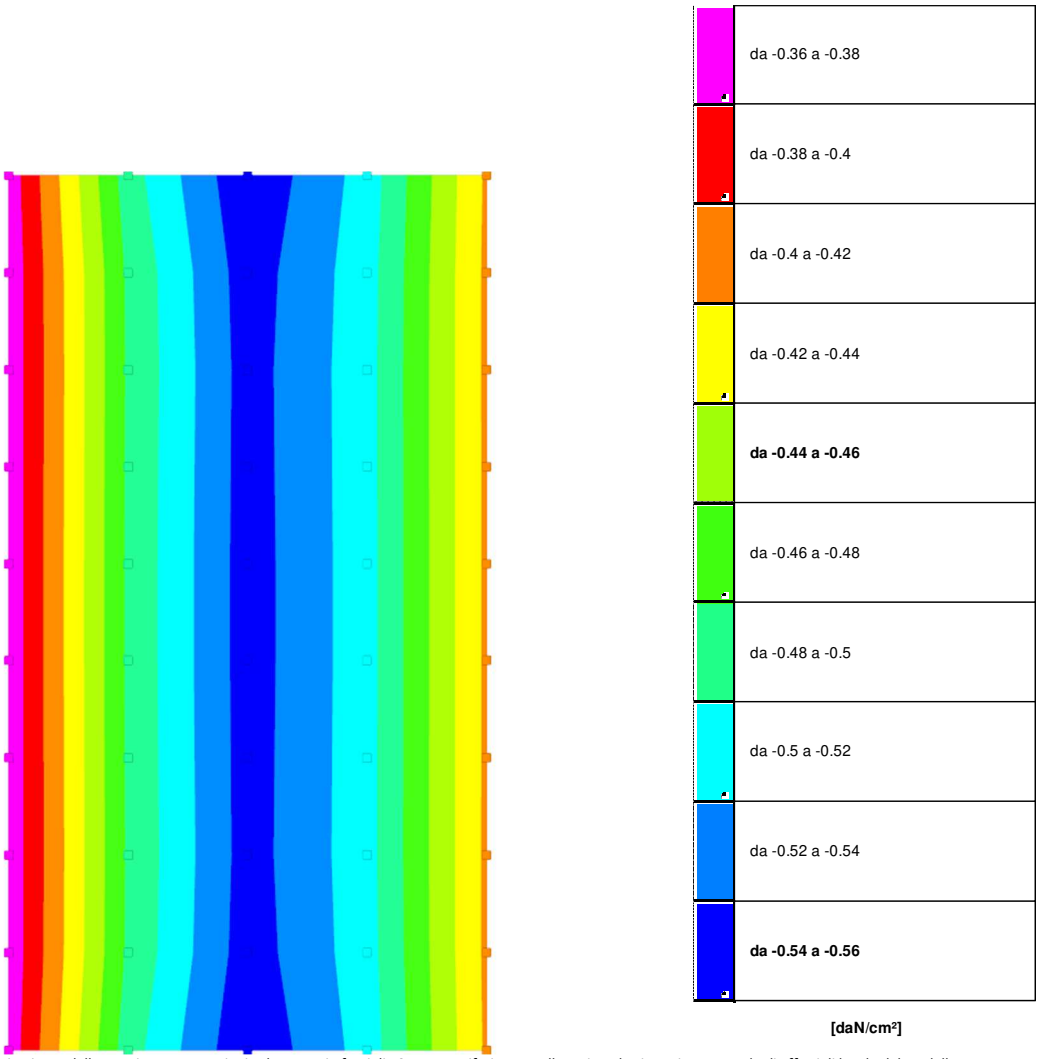
10.9.4 Risposta di spettro

***Spettro**: condizione elementare corrispondente allo spettro.*
***N.b.**: nome breve della condizione elementare.*
***Fx**: componente della forza lungo l'asse X. [daN]*
***Fy**: componente della forza lungo l'asse Y. [daN]*
***Fz**: componente della forza lungo l'asse Z. [daN]*
***Mx**: componente della coppia attorno all'asse X. [daN*cm]*
***My**: componente della coppia attorno all'asse Y. [daN*cm]*
***Mz**: componente della coppia attorno all'asse Z. [daN*cm]*
***Max X**: massima reazione lungo l'asse X.*
***Valore**: valore massimo della reazione. [daN]*
***Angolo**: angolo d'ingresso del sisma che provoca il valore massimo della reazione. [deg]**Max Y**: massima reazione lungo l'asse Y.*
***Valore**: valore massimo della reazione. [daN]*
***Angolo**: angolo d'ingresso del sisma che provoca il valore massimo della reazione. [deg]*
***Max Z**: massima reazione lungo l'asse Z.*
***Valore**: valore massimo della reazione. [daN]*
***Angolo**: angolo d'ingresso del sisma che provoca il valore massimo della reazione. [deg]*

Spettro	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	Max X		Max Y		Max Z	
N.b.							Valore	Angolo	Valore	Angolo	Valore	Angolo
X SLV	4704.59	0.31	0	90.92	1.629E06	2.507E06	4704.59	0	4776.4	90	0	0
Y SLV	0.31	4776.4	0	1.539E06	42.25	1.042E06	4704.59	0	4776.4	90	0	0
X SLD	2037.65	0.14	0	40.17	703314.39	1.086E06	2037.65	0	2134.68	90	0	0
Y SLD	0.14	2134.68	0	687732.25	18.75	465521.19	2037.65	0	2134.68	90	0	0
X SLO	2389.37	0.15	0	43.65	848635.36	1.273E06	2389.37	0	2432.5	90	0	0
Y SLO	0.15	2432.5	0	783681.99	20.97	530468.66	2389.37	0	2432.5	90	0	0

10.9.1 Pressioni sul terreno

Pressioni terreno in SLU

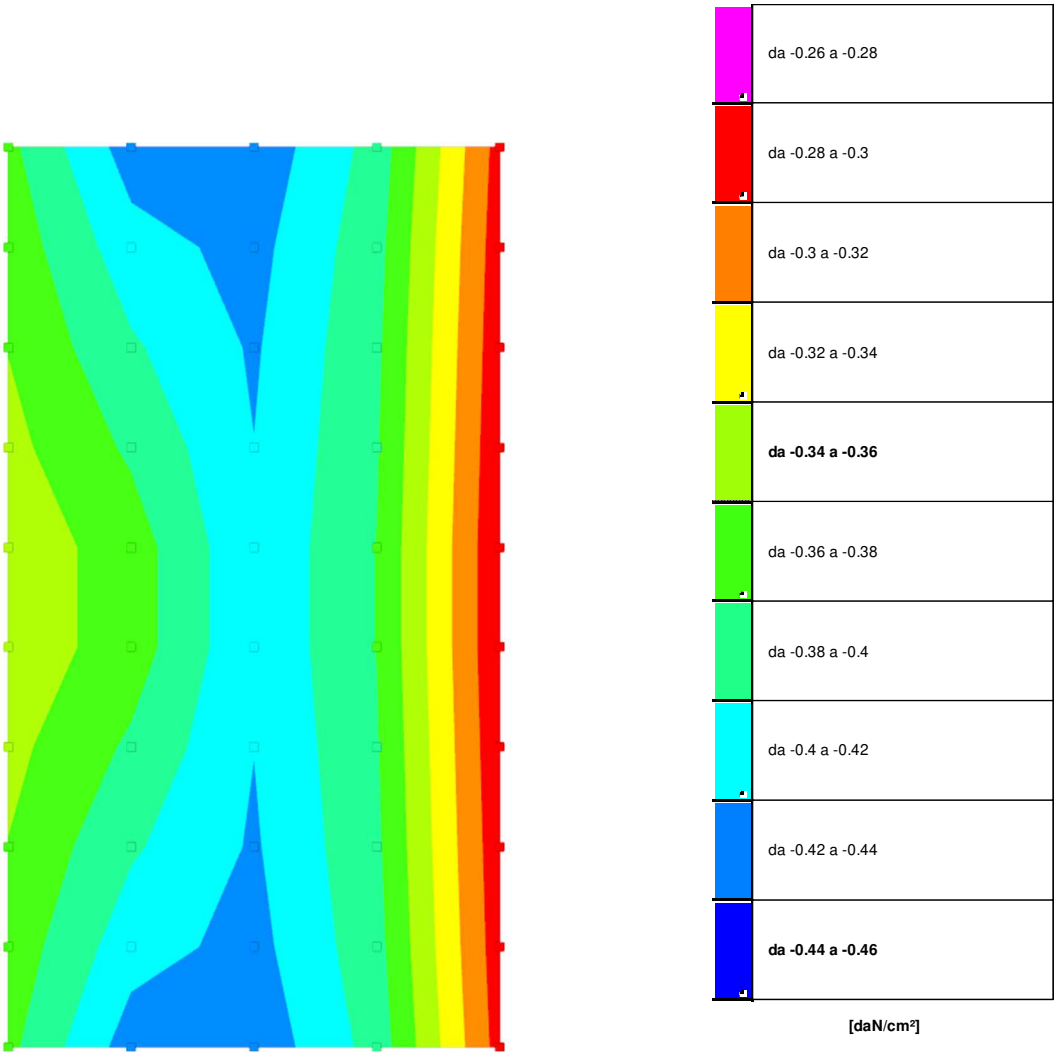


Rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglia SLU- Fare riferimento alla sezione baricentrica scevra dagli effetti di bordo del modello.

***Nodo**: Nodo che interagisce col terreno.*
***Ind.**: indice del nodo.*
***Pressione minima**: situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo.*
***Cont.**: nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima.*
***uz**: spostamento massimo verticale del nodo. [cm]*
***Valore**: pressione minima sul terreno del nodo. [daN/cm²]*
***Pressione massima**: situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo.*
***Cont.**: nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima.*
***uz**: spostamento minimo verticale del nodo. [cm]*
***Valore**: pressione massima sul terreno del nodo. [daN/cm²]*

Compressione estrema massima -0.55742 al nodo di indice 102, di coordinate x = 394, y = 853, z = -23, nel contesto SLU 8.
Spostamento estremo minimo -0.05574 al nodo di indice 102, di coordinate x = 394, y = 853, z = -23, nel contesto SLU 8.
Spostamento estremo massimo -0.00679 al nodo di indice 63, di coordinate x = 219, y = 497, z = -23, nel contesto SLU 2

Pressioni terreno in SLV



Rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglie SLV- Fare riferimento alla sezione baricentrica scevra dagli effetti di bordo del modello.

***Nodo**: Nodo che interagisce col terreno.*
***Ind.**: indice del nodo.*
***Pressione minima**: situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo.*
***Cont.**: nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima.*
***uz**: spostamento massimo verticale del nodo. [cm]*
***Valore**: pressione minima sul terreno del nodo. [daN/cm²]*
***Pressione massima**: situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo.*
***Cont.**: nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima.*
***uz**: spostamento minimo verticale del nodo. [cm]*

***Valore**: pressione massima sul terreno del nodo. [daN/cm²]*

Compressione estrema massima -0.4343 al nodo di indice 102, di coordinate x = 394, y = 853, z = -23, nel contesto SLV 16.
Spostamento estremo minimo -0.04343 al nodo di indice 102, di coordinate x = 394, y = 853, z = -23, nel contesto SLV 16.
Spostamento estremo massimo -0.00996 al nodo di indice 35, di coordinate x = 219, y = 213, z = -23, nel contesto SLV 15.

10.10. Verifiche

10.10.1 Verifica platea di fondazione

Nella modellazione si è considerata la presenza di fondazioni superficiali e fondazioni profonde, schematizzando il suolo con un letto di molle elastiche di assegnata rigidezza. In direzione orizzontale si è considerata una rigidezza pari a 0.5 volte quella verticale.

I valori dei parametri di modellazione del suolo, sono i seguenti:.

Coefficiente di sottofondo verticale per fondazioni superficiali (default)	10	[daN/cm³]
K punta palo	0	[daN/cm³]
Pressione limite punta palo	0	[daN/cm²]

Per elementi nei quali si sono valutati i parametri geotecnici in funzione della stratigrafia sottostante si sono adottate le seguenti formulazioni di letteratura:

Metodo di calcolo della K verticale	Vesic
Metodo di calcolo della capacità portante	Vesic
Metodo di calcolo della pressione limite punta palo	Vesic

La resistenza limite offerta dai pali in direzione orizzontale e verticale è funzione dell'attrito e della coesione che si può sviluppare all'interfaccia con il terreno. Oltre ai dati del suolo, descritti nelle seguenti stratigrafie, hanno influenza anche i seguenti parametri:

Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2.3
Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali)	1.1
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, punta	1.35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale trazione	1.25
Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate	1.7

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

***Nodo**: indice del nodo di verifica.*
***Dir.**: direzione della sezione di verifica.*
***B**: base della sezione rettangolare di verifica. [cm]*
***H**: altezza della sezione rettangolare di verifica. [cm]*
***A. sup.**: area barre armatura superiori. [cm²]*
***C. sup.**: distanza media delle barre superiori dal bordo superiore della sezione. [cm]*
***A. inf.**: area barre armatura inferiori. [cm²]*
***C. inf.**: distanza media delle barre inferiori dal bordo inferiore della sezione. [cm]*
***Comb.**: combinazione di verifica.*
***M**: momento flettente. [daN*cm]*

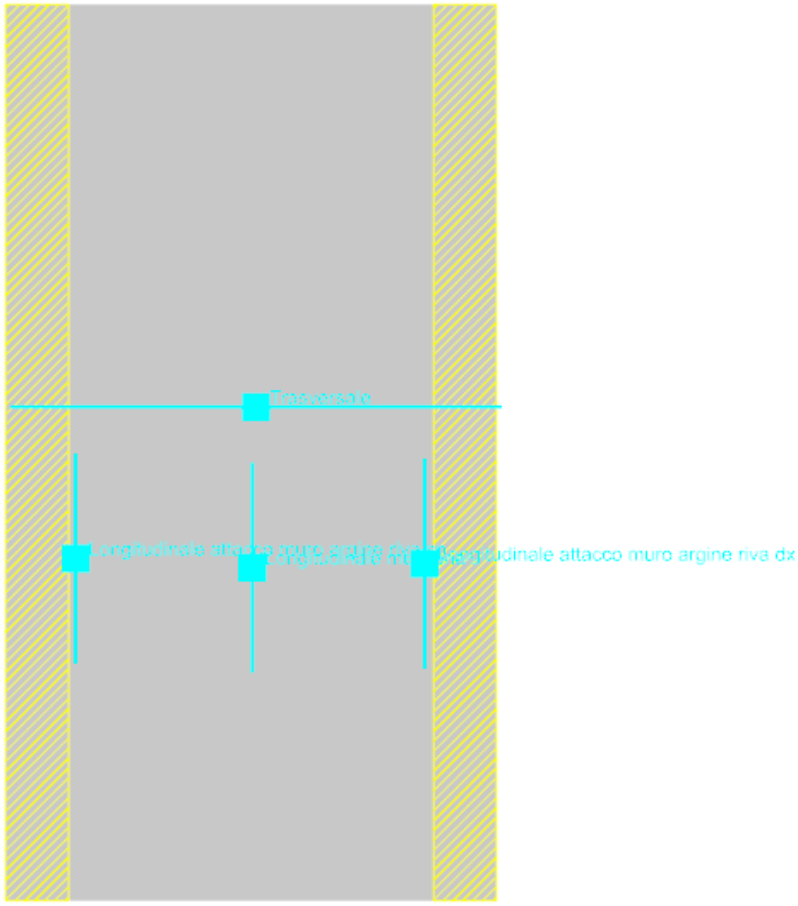
***N**: sforzo normale. [daN]*
***Mu**: momento flettente ultimo. [daN*cm]*
***Nu**: sforzo normale ultimo. [daN]*
***c.s.**: coefficiente di sicurezza.*
***Verifica**: stato di verifica.*
***σc**: tensione nel calcestruzzo. [daN/cm²]*
***σlim**: tensione limite. [daN/cm²]*
***Es/Ec**: coefficiente di omogenizzazione.*
***σf**: tensione nell'acciaio d'armatura. [daN/cm²]*
***Nome**: nome attribuito alla sezione di verifica.*
***X**: ascissa del punto medio della base nominale di verifica. [cm]*
***Y**: ordinata del punto centrale della base nominale di verifica. [cm]*
***Base nominale**: larghezza nominale della sezione di verifica. [cm]*
***Punto**: nome del punto di verifica.*
***Comb.**: combinazione.*
***Fh**: componente orizzontale del carico. [daN]*
***Fv**: componente verticale del carico. [daN]*
***Cnd**: resistenza valutata a breve o lungo termine (BT - LT).*
***Ad**: adesione di progetto. [daN/cm²]*
***Phi**: angolo di attrito di progetto. [deg]*
***RPl**: resistenza passiva laterale unitaria di progetto. [daN/cm²]*
***γR**: coefficiente parziale sulla resistenza di progetto.*
***Rd**: resistenza alla traslazione di progetto. [daN]*
***Ed**: azione di progetto. [daN]*
***Rd/Ed**: coefficiente di sicurezza allo scorrimento.*
***ID**: indice della verifica di capacità portante.*
***Fx**: componente lungo x del carico. [daN]*
***Fy**: componente lungo y del carico. [daN]*
***Fz**: componente verticale del carico. [daN]*
***Mx**: componente lungo x del momento. [daN*cm]*
***My**: componente lungo y del momento. [daN*cm]*
***ix**: inclinazione del carico in x. [deg]*
***iy**: inclinazione del carico in y. [deg]*
***ex**: eccentricità del carico in x. [cm]*
***ey**: eccentricità del carico in y. [cm]*
***B'**: larghezza efficace. [cm]*
***L'**: lunghezza efficace. [cm]*
***C**: coesione di progetto. [daN/cm²]*
***Qs**: sovraccarico laterale da piano di posa. [daN/cm²]*
***Rd**: resistenza alla rottura del complesso di progetto. [daN]*
***Ed**: azione di progetto (sforzo normale al piano di posa). [daN]*
***Rd/Ed**: coefficiente di sicurezza alla capacità portante.*
***N**:*
***Nq**: fattore di capacità portante per il termine di sovraccarico.*
***Nc**: fattore di capacità portante per il termine coesivo.*
***Ng**: fattore di capacità portante per il termine attritivo.*
***S**:*
***Sq**: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine di sovraccarico.*
***Sc**: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine coesivo.*
***Sg**: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine attritivo.*
***D**:*
***Dq**: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine di sovraccarico.*
***Dc**: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine coesivo.*
***Dg**: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine attritivo.*
***I**:*
***Iq**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine di sovraccarico.*
***Ic**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine coesivo.*
***Ig**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine attritivo.*
***B**:*
***Bq**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine di sovraccarico.*

***Bc**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine coesivo.*
***Bg**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine attritivo.*
***G**:*
***Gq**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine di sovraccarico.*
***Gc**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine coesivo.*
***Gg**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine attritivo.*
***P**:*
***Pq**: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine di sovraccarico.*
***Pc**: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine coesivo.*
***Pg**: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine attritivo.*
***E**:*
***Eq**: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine di sovraccarico.*
***Ec**: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine coesivo.*
***Eg**: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine attritivo.*

Platea

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

Geometria con indicazione delle sezioni di verifica



Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 4500
Calcestruzzo: C28/35 Rck 350

Sistema di riferimento e direzioni di armatura

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (219.3; 212.8; 0), direzione dell'asse X = (1; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 1; 0).
Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento.

Verifiche

Punti di verifica

Nome	Dir.	X	Y	Base nominale
Longitudinale attacco muro argine riva dx	Y	298.7	240.6	150
Longitudinale attacco muro argine riva sn	Y	50	244.3	150
Longitudinale mezzeria	Y	175.8	237.8	150
Trasversale	X	178.5	352.4	350

Verifiche SLU flessione nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
Longitudinale attacco muro argine riva sn	Y	150	45	11.55	4.2	27.28	4.3	SLU 8	1566101	0	4070049	0	2.5988	Si

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
Longitudinale mezzeria	Y	150	45	11.55	4.2	11.55	4.2	SLU 8	539278	0	1800913	0	3.3395	Si
Longitudinale attacco muro argine riva dx	Y	150	45	11.55	4.2	27.23	4.3	SLU 8	526350	0	4071549	0	7.7354	Si
Trasversale	X	346.5	45	15.67	5.5	15.67	5.7	SLU 8	187035	0	2534306	0	13.5499	Si

Verifiche SLD Resistenza flessione nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
Longitudinale attacco muro argine riva sn	Y	150	45	11.55	4.2	27.28	4.3	SLD 14	949500	0	3816322	0	4.0193	Si
Longitudinale mezzeria	Y	150	45	11.55	4.2	11.55	4.2	SLD 15	298210	0	1677860	0	5.6264	Si
Longitudinale attacco muro argine riva dx	Y	150	45	11.55	4.2	27.23	4.3	SLD 7	342135	0	3881737	0	11.3456	Si
Trasversale	X	346.5	45	15.67	5.5	15.67	5.7	SLD 15	115138	0	2263732	0	19.661	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σc	σlim	Es/Ec	Verifica
Longitudinale attacco muro argine riva sn	Y	150	45	11.55	4.2	27.28	4.3	SLE RA 2	1123008	0	-19.5	174.3	15	Si
Longitudinale attacco muro argine riva sn	Y	150	45	11.55	4.2	27.28	4.3	SLE QP 2	781953	0	-13.6	130.7	15	Si
Longitudinale attacco muro argine riva dx	Y	150	45	11.55	4.2	27.23	4.3	SLE QP 2	335990	0	-5.8	130.7	15	Si
Longitudinale mezzeria	Y	150	45	11.55	4.2	11.55	4.2	SLE RA 2	364102	0	-6.5	174.3	15	Si
Longitudinale attacco muro argine riva dx	Y	150	45	11.55	4.2	27.23	4.3	SLE RA 2	355726	0	-6.2	174.3	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σf	σlim	Es/Ec	Verifica
Longitudinale attacco muro argine riva sn	Y	150	45	11.55	4.2	27.28	4.3	SLE RA 2	1123008	0	224.2	3600	15	Si
Longitudinale mezzeria	Y	150	45	11.55	4.2	11.55	4.2	SLE RA 2	364102	0	79.6	3600	15	Si
Longitudinale attacco muro argine riva dx	Y	150	45	11.55	4.2	27.23	4.3	SLE RA 2	355726	0	71	3600	15	Si
Trasversale	X	346.5	45	15.67	5.5	15.67	5.7	SLE RA 2	129554	0	11.8	3600	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei punti generici

La piastra non presenta punti generici con apertura delle fessure.

Verifiche geotecniche

Dati geometrici dell'impronta di calcolo

Forma dell'impronta di calcolo: rettangolare di area equivalente
Centro impronta, nel sistema globale: 394.3; 532.8; -45
Lato minore B dell'impronta: 350
Lato maggiore L dell'impronta: 640
Area dell'impronta rettangolare di calcolo: 224000

Verifica di capacità portante sul piano di posa

Profondità massima del bulbo di rottura considerato: 3.75 m
Peso specifico efficace del terreno di progetto γs: 1950 daN/m3
Accelerazione normalizzata massima attesa al suolo Amax per verifiche in SLD: 0.013
Accelerazione normalizzata massima attesa al suolo Amax per verifiche in SLV: 0.031

Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 13.96

ID	Comb.	Fx	Fy	Fz	Mx	My	ix	iy	ex	ey	B'	L'	Cnd	C	Phi	Qs	γR	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
1	SLU 6	17033	0	-99500	-110	2007885	10	0	20	0	310	640	LT	0	40	0	2.3	1389233	-99500	13.96	Si
2	SLV 2	-8257	-1715	-64495	397967	-1833556	-7	-2	-28	6	293	628	LT	0	40	0	2.3	1381563	-64495	21.42	Si

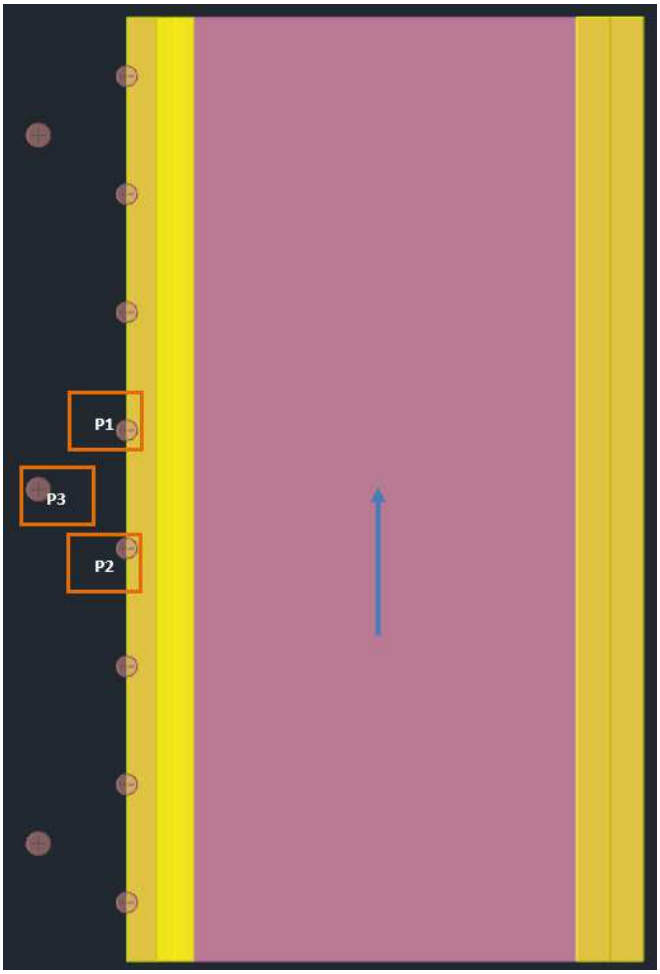
ID	Comb.	Fx	Fy	Fz	Mx	My	ix	iy	ex	ey	B'	L'	Cnd	C	Phi	Qs	γR	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
3	SLD 2	-3015	-766	-67942	177682	-997863	-3	-1	-15	3	321	635	LT	0	40	0	2.3	2121895	-67942	31.23	Si

Verifiche geotecniche di capacità portante - fattori utilizzati nel calcolo di Rd

ID	N			S			D			I			B			G			P			E		
	Nq	Nc	Ng	Sq	Sc	Sg	Dq	Dc	Dg	Iq	Ic	Ig	Bq	Bc	Bg	Gq	Gc	Gg	Pq	Pc	Pg	Eq	Ec	Eg
1	64	75	109	1.41	1.41	0.81	1	1	1	0.73	0.73	0.61	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	64	75	109	1.39	1.4	0.81	1	1	1	0.79	0.79	0.69	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.99	0.99	0.99
3	64	75	109	1.42	1.43	0.8	1	1	1	0.93	0.92	0.88	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.99	1	0.99

10.10.2Verifica micropali

Indicazione pali oggetto di verifica



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

***Verifica**: stato di verifica.*
***Posizione**: posizione del palo.*
***Quota**: quota sezione. [cm]*

***Filo**: numero del filo (se assegnato).*
***Ind.**: indice del palo.*
***Xp**: coordinata x del palo che ha prodotto la verifica peggiore. [cm]*
***Yp**: coordinata y del palo che ha prodotto la verifica peggiore. [cm]*
***Taglio**: verifica a taglio.*
***Tx**: taglio Tx. [daN]*
***Ty**: taglio Ty. [daN]*
***Mt**: momento torcente. [daN*cm]*
***Comb.**: combinazione peggiore a taglio torsione.*
***Vrd**: resistenza di progetto a taglio torsione. [daN]*
***C.S.tt**: coefficiente di sicurezza minimo a taglio/torsione.*
***PressoFlessione**: verifica a pressoflessione.*
***Mx**: momento Mx. [daN*cm]*
***My**: momento My. [daN*cm]*
***N**: sforzo normale. [daN]*
***Comb.**: combinazione peggiore a pressoflessione.*
***Mrd**: resistenza di progetto a pressoflessione. [daN]*
***C.S.pf**: coefficiente di sicurezza minimo a pressoflessione.*
***γR laterale**: coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza laterale.*
***γR punta**: coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza alla punta.*
***Pl,d**: portanza laterale di progetto. [daN]*
***Pp,d**: portanza di punta di progetto. [daN]*
***Def.vol**: deformazione volumetrica (usata per formula portanza punta secondo Vesic).*
***Comb.**: combinazione peggiore.*
***Cnd**: condizione peggiore a breve termine (BT) o lungo termine (LT).*
***N**: sforzo normale in testa. [daN]*
***Ed**: azione totale di progetto. [daN]*
***Rd**: resistenza totale di progetto. [daN]*
***C.S.**: coefficiente di sicurezza.*

NOTA:
Nelle verifiche relative ai micropali si è adottato un calcestruzzo di classe di resistenza molto bassa (C12/15) per massimizzare le sollecitazioni sui tubi di armatura; si specifica che il getto di intasamento verrà realizzato con un conglomerato cementizio di classe minima C20/25.

10.10.3 Micropalo 88.9x10 (P1)

Verifiche effettuate secondo D.M. 17-01-18, Circolare 7 21-01-19

Caratteristiche geometriche

Tubo in acciaio UNI10219 88.9x10
Diametro tubo 89 mm
Spessore tubo 10 mm
Lunghezza 800 cm

Caratteristiche dei materiali

Calcestruzzo C12/15
Acciaio S275

Verifiche secondo DM18

Posizione					Taglio						PressoFlessione						Verifica
Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf	
-25	-	-	219	573	1194	0	0	SLU 6	22776	19.07	-16	60371	-309	SLU 6	156464	1.73	Si
-25	-	-	219	573	682	6	-1	SLD 16	22777	33.38	-329	34462	-484	SLD 16	156464	3.04	Si
-25	-	-	219	573	905	14	-2	SLV 16	22777	25.16	-737	45685	-286	SLV 16	156464	2.29	Si
-106	-	-	219	573	-27	0	0	SLU 8	22776	832.45	-2	-10168	-256	SLU 8	156464	14.56	Si
-106	-	-	219	573	-15	0	0	SLD 16	22776	1482.28	50	-5812	-350	SLD 16	156464	25.5	Si
-106	-	-	219	573	-21	0	0	SLV 16	22777	1102.32	112	-7748	-198	SLV 16	156464	19.12	Si
-186	-	-	219	573	-27	0	0	SLU 8	22776	832.45	0	-7965	-286	SLU 8	156464	14.56	Si
-186	-	-	219	573	-15	0	0	SLD 16	22776	1482.28	41	-4574	-373	SLD 16	156464	25.5	Si

Posizione					Taglio						PressoFlessione						Verifica
Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf	
-186	-	-	219	573	-21	0	0	SLV 16	22777	1102.32	92	-6084	-221	SLV 16	156464	19.12	Si
-267	-	-	219	573	-43	0	0	SLU 6	22776	532.74	1	-5548	-150	SLU 6	156464	24.65	Si
-267	-	-	219	573	-24	0	0	SLD 16	22776	932.63	30	-3168	-256	SLD 16	156464	43.16	Si
-267	-	-	219	573	-32	-1	0	SLV 16	22776	702.8	67	-4202	-143	SLV 16	156464	32.54	Si
-347	-	-	219	573	-43	0	0	SLU 6	22776	532.74	1	-2106	-180	SLU 6	156464	24.65	Si
-347	-	-	219	573	-24	0	0	SLD 16	22776	932.63	12	-1202	-279	SLD 16	156464	43.16	Si
-347	-	-	219	573	-32	-1	0	SLV 16	22776	702.8	26	-1592	-167	SLV 16	156464	32.54	Si
-468	-	-	219	573	0	0	0	SLU 1	22776	10000	0	366	-134	SLU 8	156464	391.06	Si
-468	-	-	219	573	0	0	0	SLD 1	22776	10000	-2	209	-179	SLD 16	156464	687.67	Si
-468	-	-	219	573	0	0	0	SLV 1	22776	10000	-4	279	-104	SLV 16	156464	514.54	Si
-548	-	-	219	573	0	0	0	SLU 1	22776	10000	0	322	-164	SLU 8	156464	391.06	Si
-548	-	-	219	573	0	0	0	SLD 1	22776	10000	-2	186	-202	SLD 16	156464	687.67	Si
-548	-	-	219	573	0	0	0	SLV 1	22776	10000	-4	247	-127	SLV 16	156464	514.54	Si
-629	-	-	219	573	1	0	0	SLU 1	22776	10000	0	186	-58	SLU 6	156464	492.83	Si
-629	-	-	219	573	1	0	0	SLD 1	22776	10000	-1	106	-93	SLD 16	156464	862.96	Si
-629	-	-	219	573	0	0	0	SLV 1	22776	10000	-2	141	-54	SLV 16	156464	650.51	Si
-709	-	-	219	573	1	0	0	SLU 1	22776	10000	0	23	-88	SLU 6	156464	492.83	Si
-709	-	-	219	573	1	0	0	SLD 1	22776	10000	0	13	-116	SLD 16	156464	862.96	Si
-709	-	-	219	573	0	0	0	SLV 1	22776	10000	0	18	-77	SLV 16	156464	650.51	Si
-790	-	-	219	573	0	0	0	SLU 1	22776	10000	0	0	-13	SLU 1	156464	10000	Si
-790	-	-	219	573	0	0	0	SLD 1	22776	10000	0	0	-13	SLD 1	156464	10000	Si
-790	-	-	219	573	0	0	0	SLV 1	22776	10000	0	0	-16	SLV 1	156464	10000	Si

Verifica di capacità portante per la famiglia SLU

Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo

Fattore di correlazione ψ scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7
Peso del palo = 414 * 1.3

Filo	Ind.	Xp	Yp	γR laterale	γR punta	Pl,d	Pp,d	Def.vol	Comb.	Cnd	N	Ed	Rd	C.S.	Verifica
-	-	219.25	572.82	1.15	1.35	3411	0		SLU 7	lungo	-996	-1534	3411	2.22	Si

Verifica di capacità portante per la famiglia SLD

Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo

Fattore di correlazione ψ scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7
Peso del palo = 414 * 1

Filo	Ind.	Xp	Yp	γR laterale	γR punta	Pl,d	Pp,d	Def.vol	Comb.	Cnd	N	Ed	Rd	C.S.	Verifica
-	-	219.25	572.82	1.15	1.35	3411	0		SLD 3	lungo	-779	-1193	3411	2.86	Si

Verifica di capacità portante per la famiglia SLV

Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo

Fattore di correlazione ψ scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7
Peso del palo = 414 * 1

Filo	Ind.	Xp	Yp	γR laterale	γR punta	Pl,d	Pp,d	Def.vol	Comb.	Cnd	N	Ed	Rd	C.S.	Verifica
-	-	219.25	572.82	1.15	1.35	3411	0		SLV 3	lungo	-986	-1400	3411	2.44	Si

10.10.4 Micropalo 88.9x10 (P2)

Verifiche effettuate secondo D.M. 17-01-18, Circolare 7 21-01-19

Caratteristiche geometriche

Tubo in acciaio UNI10219 88.9x10
Diametro tubo 89 mm
Spessore tubo 10 mm
Lunghezza 800 cm

Caratteristiche dei materiali

Calcestruzzo C12/15
Acciaio S275

Verifiche secondo DM18

Posizione					Taglio						PressoFlessione						Verifica
Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf	
-25	-	-	219	493	1195	0	0	SLU 6	22776	19.07	15	60381	-309	SLU 6	156464	1.73	Si
-25	-	-	219	493	682	-6	1	SLD 13	22776	33.38	329	34467	-484	SLD 13	156464	3.04	Si
-25	-	-	219	493	905	-14	2	SLV 13	22776	25.15	737	45693	-286	SLV 13	156464	2.29	Si
-106	-	-	219	493	-27	0	0	SLU 8	22776	832.96	2	-10166	-256	SLU 8	156464	14.57	Si
-106	-	-	219	493	-15	0	0	SLD 13	22776	1483.24	-50	-5811	-350	SLD 13	156464	25.51	Si
-106	-	-	219	493	-21	0	0	SLV 13	22776	1103.01	-112	-7746	-198	SLV 13	156464	19.12	Si
-186	-	-	219	493	-27	0	0	SLU 8	22776	832.96	0	-7965	-286	SLU 8	156464	14.57	Si
-186	-	-	219	493	-15	0	0	SLD 13	22776	1483.24	-41	-4574	-373	SLD 13	156464	25.51	Si
-186	-	-	219	493	-21	0	0	SLV 13	22776	1103.01	-92	-6084	-221	SLV 13	156464	19.12	Si
-267	-	-	219	493	-43	0	0	SLU 6	22776	532.68	-1	-5549	-150	SLU 6	156464	24.64	Si
-267	-	-	219	493	-24	0	0	SLD 13	22776	932.52	-30	-3169	-256	SLD 13	156464	43.16	Si
-267	-	-	219	493	-32	1	0	SLV 13	22776	702.71	-67	-4202	-143	SLV 13	156464	32.53	Si
-347	-	-	219	493	-43	0	0	SLU 6	22776	532.68	-1	-2106	-180	SLU 6	156464	24.64	Si
-347	-	-	219	493	-24	0	0	SLD 13	22776	932.52	-12	-1202	-279	SLD 13	156464	43.16	Si
-347	-	-	219	493	-32	1	0	SLV 13	22776	702.71	-26	-1593	-167	SLV 13	156464	32.53	Si
-468	-	-	219	493	0	0	0	SLU 1	22776	10000	0	366	-134	SLU 8	156464	391.17	Si
-468	-	-	219	493	0	0	0	SLD 1	22776	10000	2	209	-179	SLD 13	156464	687.88	Si
-468	-	-	219	493	0	0	0	SLV 1	22776	10000	4	279	-104	SLV 13	156464	514.69	Si
-548	-	-	219	493	0	0	0	SLU 1	22776	10000	0	322	-164	SLU 8	156464	391.17	Si
-548	-	-	219	493	0	0	0	SLD 1	22776	10000	2	186	-202	SLD 13	156464	687.88	Si
-548	-	-	219	493	0	0	0	SLV 1	22776	10000	4	247	-127	SLV 13	156464	514.69	Si
-629	-	-	219	493	1	0	0	SLU 1	22776	10000	0	186	-58	SLU 6	156464	492.76	Si
-629	-	-	219	493	1	0	0	SLD 1	22776	10000	1	106	-93	SLD 13	156464	862.84	Si
-629	-	-	219	493	0	0	0	SLV 1	22776	10000	2	141	-54	SLV 13	156464	650.42	Si
-709	-	-	219	493	1	0	0	SLU 1	22776	10000	0	23	-88	SLU 6	156464	492.76	Si
-709	-	-	219	493	1	0	0	SLD 1	22776	10000	0	13	-116	SLD 13	156464	862.84	Si
-709	-	-	219	493	0	0	0	SLV 1	22776	10000	0	18	-77	SLV 13	156464	650.42	Si
-790	-	-	219	493	0	0	0	SLU 1	22776	10000	0	0	-13	SLU 1	156464	10000	Si
-790	-	-	219	493	0	0	0	SLD 1	22776	10000	0	0	-13	SLD 1	156464	10000	Si
-790	-	-	219	493	0	0	0	SLV 1	22776	10000	0	0	-17	SLV 1	156464	10000	Si

Verifica di capacità portante per la famiglia SLU

Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo

Fattore di correlazione ψ scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7
Peso del palo = 414 * 1.3

Filo	Ind.	Xp	Yp	γR laterale	γR punta	Pl,d	Pp,d	Def.vol	Comb.	Cnd	N	Ed	Rd	C.S.	Verifica
-	-	219.25	492.82	1.15	1.35	3411	0		SLU 7	lungo	-996	-1534	3411	2.22	Si

Verifica di capacità portante per la famiglia SLD

Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo

Fattore di correlazione ψ scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7
Peso del palo = 414 * 1

Filo	Ind.	Xp	Yp	γR laterale	γR punta	Pl,d	Pp,d	Def.vol	Comb.	Cnd	N	Ed	Rd	C.S.	Verifica
-	-	219.25	492.82	1.15	1.35	3411	0		SLD 2	lungo	-779	-1193	3411	2.86	Si

Verifica di capacità portante per la famiglia SLV

Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo

Fattore di correlazione ψ scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7
Peso del palo = 414 * 1

Filo	Ind.	Xp	Yp	γR laterale	γR punta	Pl,d	Pp,d	Def.vol	Comb.	Cnd	N	Ed	Rd	C.S.	Verifica
-	-	219.25	492.82	1.15	1.35	3411	0		SLV 2	lungo	-986	-1400	3411	2.44	Si

10.10.5 Micropalo 114.3x10 (P3)

Verifiche effettuate secondo D.M. 17-01-18, Circolare 7 21-01-19

Caratteristiche geometriche

Tubo in acciaio UNI10219 114.3x10
Diametro tubo 114 mm
Spessore tubo 10 mm
Lunghezza 800 cm

Caratteristiche dei materiali

Calcestruzzo C12/15
Acciaio S275

Verifiche secondo DM18

Posizione					Taglio						PressoFlessione						Verifica
Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf	
-25	-	-	159	533	1628	0	0	SLU 6	30109	18.5	-1	90381	1265	SLU 6	272796	2.08	Si
-25	-	-	159	533	927	-13	1	SLD 13	30109	32.47	-729	51434	397	SLD 16	272796	3.66	Si
-25	-	-	159	533	1227	-29	3	SLV 13	30108	24.52	-1654	67988	949	SLV 16	272796	2.76	Si
-106	-	-	159	533	57	0	0	SLU 6	30109	525.98	0	-7884	1031	SLU 8	272796	40.51	Si
-106	-	-	159	533	32	1	0	SLD 16	30109	931	-39	-4415	342	SLD 13	272796	73	Si
-106	-	-	159	533	42	1	-1	SLV 16	30109	712.49	-88	-5936	770	SLV 13	272796	54.01	Si
-186	-	-	159	533	57	0	0	SLU 6	30109	525.98	0	-12286	986	SLU 8	272796	40.51	Si
-186	-	-	159	533	32	1	0	SLD 16	30109	931	-86	-7016	307	SLD 13	272796	73	Si
-186	-	-	159	533	42	1	-1	SLV 16	30109	712.49	-194	-9331	735	SLV 13	272796	54.01	Si
-267	-	-	159	533	-86	0	0	SLU 6	30109	349.01	0	-14206	767	SLU 6	272796	17.24	Si
-267	-	-	159	533	-49	1	0	SLD 13	30109	612.11	110	-8094	258	SLD 16	272796	30.26	Si
-267	-	-	159	533	-65	1	0	SLV 13	30109	461.69	249	-10720	576	SLV 16	272796	22.84	Si
-347	-	-	159	533	-86	0	0	SLU 6	30109	349.01	0	-7259	722	SLU 6	272796	17.24	Si
-347	-	-	159	533	-49	1	0	SLD 13	30109	612.11	57	-4134	224	SLD 16	272796	30.26	Si
-347	-	-	159	533	-65	1	0	SLV 13	30109	461.69	130	-5470	542	SLV 16	272796	22.84	Si
-468	-	-	159	533	-20	0	0	SLU 6	30109	1537.85	0	-991	498	SLU 6	272796	123.42	Si
-468	-	-	159	533	-11	0	0	SLD 16	30109	2703.59	9	-562	160	SLD 16	272796	217.25	Si
-468	-	-	159	533	-15	0	0	SLV 16	30109	2046.66	20	-739	373	SLV 16	272796	164.78	Si
-548	-	-	159	533	-20	0	0	SLU 6	30109	1537.85	0	585	452	SLU 6	272796	123.42	Si
-548	-	-	159	533	-11	0	0	SLD 16	30109	2703.59	-4	335	126	SLD 16	272796	217.25	Si
-548	-	-	159	533	-15	0	0	SLV 16	30109	2046.66	-9	445	339	SLV 16	272796	164.78	Si
-629	-	-	159	533	6	0	0	SLU 6	30109	5408.12	0	513	257	SLU 6	272796	310.61	Si
-629	-	-	159	533	3	0	0	SLD 13	30109	9477.3	4	293	82	SLD 13	272796	544.33	Si
-629	-	-	159	533	4	0	0	SLV 13	30109	7139.55	9	389	193	SLV 13	272796	410.06	Si
-709	-	-	159	533	6	0	0	SLU 6	30109	5408.12	0	65	212	SLU 6	272796	310.61	Si
-709	-	-	159	533	3	0	0	SLD 13	30109	9477.3	0	37	47	SLD 13	272796	544.33	Si
-709	-	-	159	533	4	0	0	SLV 13	30109	7139.55	1	49	158	SLV 13	272796	410.06	Si
-790	-	-	159	533	0	0	0	SLU 1	30109	10000	0	0	-9	SLU 1	272796	10000	Si
-790	-	-	159	533	0	0	0	SLD 1	30109	10000	0	0	-10	SLD 1	272796	10000	Si
-790	-	-	159	533	0	0	0	SLV 1	30109	10000	0	0	-20	SLV 1	272796	10000	Si

Verifica di capacità portante per la famiglia SLU

Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo

Fattore di correlazione ψ scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7
Peso del palo = 542.4 * 1.3

Filo	Ind.	Xp	Yp	γR laterale	γR punta	Pl,d	Pp,d	Def.vol	Comb.	Cnd	N	Ed	Rd	C.S.	Verifica
-	-	159.25	532.82	1.15	1.35	3898	0		SLU 5	lungo	-468	-1173	3898	3.32	Si

Verifica di capacità portante per la famiglia SLD

Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo

Fattore di correlazione ψ scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7
Peso del palo = 542.4 * 1

Filo	Ind.	Xp	Yp	γR laterale	γR punta	Pl,d	Pp,d	Def.vol	Comb.	Cnd	N	Ed	Rd	C.S.	Verifica
-	-	159.25	532.82	1.15	1.35	3898	0		SLD 2	lungo	-415	-958	3898	4.07	Si

Verifica di capacità portante per la famiglia SLV

Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo

Fattore di correlazione ψ scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7
Peso del palo = 542.4 * 1

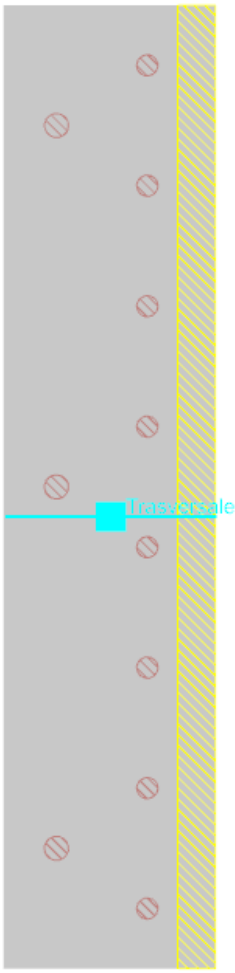
Filo	Ind.	Xp	Yp	γR laterale	γR punta	Pl,d	Pp,d	Def.vol	Comb.	Cnd	N	Ed	Rd	C.S.	Verifica
-	-	159.25	532.82	1.15	1.35	3898	0		SLV 2	lungo	-968	-1510	3898	2.58	Si

10.10.6Verifica cordolo testapali

Cordolo testapali

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

Geometria con indicazione dei punti di verifica



Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 4500
Calcestruzzo: C28/35 Rck 350

Sistema di riferimento e direzioni di armatura

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (124.3; 212.8; 484), direzione dell'asse X = (1; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 1; 0).
Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento.

Verifiche

Punti di verifica

Nome	Dir.	X	Y	Base nominale
Trasversale	X	71	300.2	140

Verifiche SLU flessione nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
Trasversale	X	139	50	9.73	5.4	9.73	5.4	SLV 4	-27356	0	-1531265	0	55.9755	Si
Trasversale	X	139	50	9.73	5.4	9.73	5.4	SLU 2	19383	0	1697107	0	87.5562	Si

Verifiche SLD Resistenza flessione nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
Trasversale	X	139	50	9.73	5.4	9.73	5.4	SLD 4	-21423	0	-1531265	0	71.4788	Si
Trasversale	X	139	50	9.73	5.4	9.73	5.4	SLD 16	9896	0	1531265	0	154.7379	Si

Verifiche SLU taglio nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
Trasversale	X	139	50	9.73	5.4	9.73	5.4	0	0	SLU 6	741	0	25230	25230	0	158353	2.5	9.726	34.0589	Si
Trasversale	X	139	50	9.73	5.4	9.73	5.4	0	0	SLV 4	-370	0	25230	25230	0	158353	2.5	9.726	68.245	Si

Verifiche SLD Resistenza taglio nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
Trasversale	X	139	50	9.73	5.4	9.73	5.4	0	0	SLD 13	356	0	30890	30890	0	158353	2.5	9.726	86.6715	Si
Trasversale	X	139	50	9.73	5.4	9.73	5.4	0	0	SLD 8	-186	0	30890	30890	0	158353	2.5	9.726	166.4313	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σc	σlim	Es/Ec	Verifica
Trasversale	X	139	50	9.73	5.4	9.73	5.4	SLE QP 1	-19091	0	-0.3	130.7	15	Si
Trasversale	X	139	50	9.73	5.4	9.73	5.4	SLE RA 1	-19091	0	-0.3	174.3	15	Si
Trasversale	X	139	50	9.73	5.4	9.73	5.4	SLE RA 2	12948	0	-0.2	174.3	15	Si
Trasversale	X	139	50	9.73	5.4	9.73	5.4	SLE QP 2	1118	0	0	130.7	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σf	σlim	Es/Ec	Verifica
Trasversale	X	139	50	9.73	5.4	9.73	5.4	SLE RA 1	-19091	0	3.6	3600	15	Si
Trasversale	X	139	50	9.73	5.4	9.73	5.4	SLE RA 2	12948	0	2.4	3600	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei punti generici

La piastra non presenta punti generici con apertura delle fessure.

10.10.7 Verifica paramenti muri d'argine

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

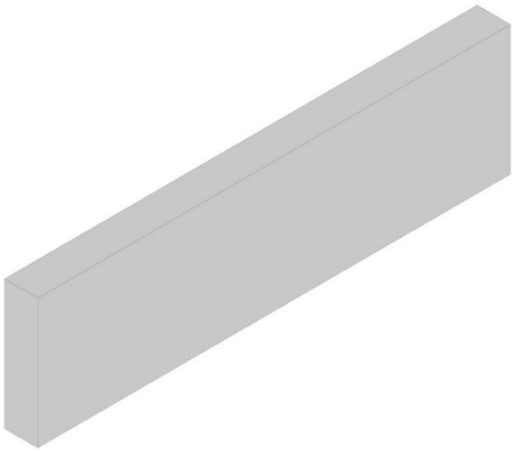
***Descrizione breve**: nome sintetico assegnato al livello.*
***Descrizione**: nome assegnato al livello.*
***Quota**: quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [cm]*
***Spessore**: spessore del livello. [cm]*
***Descrizione**: descrizione della sezione di verifica.*
***Dir.**: direzione della sezione di verifica.*
***Base**: base della sezione. [cm]*
***Altezza**: altezza della sezione. [cm]*
***As,sup**: area di acciaio efficace superiore. [cm]*
***As,inf**: area di acciaio efficace inferiore. [cm]*
***c,sup**: copriferro medio superiore. [cm]*
***c,inf**: copriferro medio inferiore. [cm]*
***Comb.**: combinazione di verifica.*
***MEd**: momento agente. [daN*cm]*
***NEd**: sforzo normale agente, positivo se di trazione. [daN]*
***MRd**: momento resistente. [daN*cm]*
***NRd**: sforzo normale resistente, positivo se di trazione. [daN]*
***c.s.**: coefficiente di sicurezza.*
***Verifica**: stato di verifica.*
***d**: altezza utile. [cm]*
***bw**: minima larghezza anima. [cm]*
***Armatura a taglio**: necessità di armatura a taglio.*
***Asw/s**: rapporto tra l'area dell'armatura trasversale e l'interasse tra due armature consecutive.*
***VEd**: taglio agente. [daN]*
***Vrd,c**: resistenza di calcolo a taglio per elementi privi di armature trasversali. [daN]*
***Vrcd**: valore resistente di calcolo a taglio compressione del calcestruzzo d'anima. [daN]*
***Vrsd**: valore resistente di calcolo a taglio trazione dell'armatura trasversale. [daN]*
***VRd**: resistenza a taglio. [daN]*
***cotg(ϑ)**: cotangente dell'angolo dei puntoni rispetto all'asse.*
***Asl**: area armatura longitudinale. [cm²]*
***Sezione fessurata**: sezione fessurata.*
***σc**: tensione del calcestruzzo. [daN/cm²]*
***σc limite**: tensione limite del calcestruzzo. [daN/cm²]*
***Es/Ec**: coefficiente di omogenizzazione.*
***σf**: tensione dell'armatura. [daN/cm²]*
***σf limite**: tensione limite dell'armatura. [daN/cm²]*
***Nome**: nome attribuito alla sezione di verifica.*
***X**: ascissa del punto medio della base nominale di verifica. [cm]*
***Y**: ordinata del punto centrale della base nominale di verifica. [cm]*
***Base nominale**: larghezza nominale della sezione di verifica. [cm]*
***Indice sezione**: indice della sezione di verifica.*
***Quota**: quota della sezione di verifica. [cm]*
***Tipo**: descrizione della quota.*
***Quota ritegno**: quota del ritegno all'instabilità. [cm]*
***β**: valore del coefficiente nel tratto al di sopra del ritegno all'instabilità.*
***MEd,x**: momento agente attorno all'asse x della sezione di verifica. [daN*cm]*
***MRd,x**: momento resistente attorno all'asse x della sezione di verifica. [daN*cm]*
***MEd,y**: momento agente attorno all'asse y della sezione di verifica. [daN*cm]*
***MRd,y**: momento resistente attorno all'asse y della sezione di verifica. [daN*cm]*
***NEd**: sforzo normale agente, negativo se di compressione. [daN]*
***NRd**: sforzo normale resistente, negativo se di compressione. [daN]*
***Quota ritegno inf.**: quota della ritegno inferiore. [cm]*
***Quota ritegno sup.**: quota della ritegno superiore. [cm]*
***ΔH**: distanza tra i ritegni all'interno dei quali cade la sezione. [cm]*
***βx**: valore di β per inflessione attorno l'asse x-x.*
***λx**: snellezza per inflessione attorno l'asse x-x.*

***β_y**: valore di β per inflessione attorno l'asse y-y.*
***λy**: snellezza per inflessione attorno l'asse y-y.*
***λ,lim,x**: snellezza limite per inflessione attorno l'asse x-x. D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.9.2 [4.1.41].*
***λ,lim,y**: snellezza limite per inflessione attorno l'asse y-y. D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.9.2 [4.1.41].*
***MxEd**: momento agente attorno l'asse x-x della sezione, privo di imperfezioni e effetti del secondo ordine. [daN*cm]*
***M0Ed,x**: momento del primo ordine attorno l'asse x-x della sezione, considerante eventuali imperfezioni geometriche. [daN*cm]*
***M2,x**: momento del secondo ordine attorno l'asse x-x della sezione. [daN*cm]*
***MEd,tot,x**: momento di verifica attorno l'asse x-x della sezione. [daN*cm]*
***MRd,x**: momento resistente attorno l'asse x-x della sezione in pressoflessione deviata. [daN*cm]*
***MyEd**: momento agente attorno l'asse y-y della sezione, privo di imperfezioni e effetti del secondo ordine. [daN*cm]*
***M0Ed,y**: momento del primo ordine attorno l'asse y-y della sezione, considerante eventuali imperfezioni geometriche. [daN*cm]*
***M2,y**: momento del secondo ordine attorno l'asse y-y della sezione. [daN*cm]*
***MEd,tot,y**: momento di verifica attorno l'asse y-y della sezione. [daN*cm]*
***MRd,y**: momento resistente attorno l'asse y-y della sezione in pressoflessione deviata. [daN*cm]*
***NRd**: sforzo normale resistente. [daN]*

10.10.8 Muro d'argine - riva destra (sottomurazione)

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

Geometria



Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 4500
Calcestruzzo: C28/35 Rck 350

Livelli significativi

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	45
L2	Fondo attuale	175	15

Verifiche

Punti di verifica

Nome	Dir.	X	Y	Base nominale
Orizzontale inferiore	Orizzontale	319.8	8.1	150
Orizzontale superiore	Orizzontale	321	151.2	150
Verticale	Verticale	320.4	85.9	170

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
Orizzontale inferiore Prosp.A	Orizzontale	150	45	10.78	14.07	4.7	4.8
Verticale Prosp.A	Verticale	170	45	6.98	6.98	3.5	3.5
Orizzontale superiore Prosp.A	Orizzontale	150	45	10.78	10.78	4.7	4.7

Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
Orizzontale inferiore Prosp.A	Orizzontale	SLU 8	-441735	-3121	-2518538	-17794	5.7015	Si
Verticale Prosp.A	Verticale	SLU 8	-20266	457	-798830	18030	39.4168	Si
Orizzontale superiore Prosp.A	Orizzontale	SLU 4	-22650	-790	-4508945	-157344	199.0747	Si
Verticale Prosp.A	Verticale	SLV 2	0	1	8259	54224	49681.6948	Si

Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
Orizzontale inferiore Prosp.A	Orizzontale	SLD 3	-320895	-2401	-2358605	-17646	7.3501	Si
Verticale Prosp.A	Verticale	SLD 6	-15358	222	-837258	12086	54.5143	Si
Orizzontale superiore Prosp.A	Orizzontale	SLD 3	-16761	-798	-5675090	-270319	338.5872	Si

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

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
Orizzontale inferiore Prosp.A	Orizzontale	40.2	150	Non necessaria	0	SLU 8	4772	-3121	-441735	25751	154463	0	25751	2.5	14.074	5.3967	Si
Orizzontale superiore Prosp.A	Orizzontale	40.3	150	Non necessaria	0	SLU 8	1416	-1031	-22971	25514	154557	0	25514	2.5	10.776	18.0201	Si
Verticale Prosp.A	Verticale	41.5	170	Non necessaria	0	SLV 12	66	256	-15734	29349	180213	0	29349	2.5	6.984	444.3081	Si

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

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
Orizzontale inferiore Prosp.A	Orizzontale	40.2	150	Non necessaria	0	SLD 4	3465	-2401	-320180	25654	154363	0	25654	2.5	14.074	7.4045	Si
Orizzontale superiore Prosp.A	Orizzontale	40.3	150	Non necessaria	0	SLD 1	1019	-798	-16615	25483	154524	0	25483	2.5	10.776	24.9989	Si
Verticale Prosp.A	Verticale	41.5	170	Non necessaria	0	SLD 12	29	242	-14436	29349	180213	0	29349	2.5	6.984	997.2443	Si

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

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
Orizzontale inferiore Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 2	-300005	-2402	No	-5.7	130.7	15	22.7578	Si
Orizzontale inferiore Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 2	-300449	-2401	No	-5.8	174.3	15	30.3019	Si
Orizzontale superiore Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 2	-15427	-797	No	-0.4	130.7	15	333.2287	Si
Orizzontale superiore Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 2	-15457	-794	No	-0.4	174.3	15	444.1207	Si
Verticale Prosp.A	Verticale	SLE QP 1	-13202	199	No	-0.2	130.7	15	680.8236	Si

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

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σf	σf limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
Orizzontale inferiore Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 2	-300449	-2401	No	58.1	3600	15	61.9987	Si
Verticale Prosp.A	Verticale	SLE RA 2	-13748	308	No	3.5	3600	15	1042.1637	Si
Orizzontale superiore Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 2	-15457	-794	No	1.6	3600	15	2195.795	Si

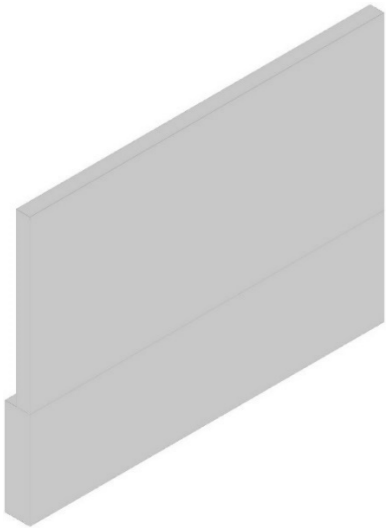
Verifiche SLE fessurazione

Il nucleo non presenta apertura delle fessure.

10.10.1 Muro d'argine - riva sinistra (placcaggio e sottomurazione)

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

Geometria



Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 4500
Calcestruzzo: C28/35 Rck 350

Livelli significativi

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	45
L2	Fondo attuale	175	15
L3	Strada	484	50

Verifiche

Punti di verifica

Nome	Dir.	X	Y	Base nominale
Orizzontale sopra attacco placcaggio	Orizzontale	332.4	184.4	150
Orizzontale sotto attacco placcaggio	Orizzontale	334.3	146.3	150
Orizzontale inferiore	Orizzontale	320	12.6	150
Orizzontale superiore	Orizzontale	323.1	412.5	150

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
Orizzontale inferiore Prosp.A	Orizzontale	150	45	10.78	10.78	4.7	4.7
Orizzontale sopra attacco placcaggio Prosp.A	Orizzontale	150	25	12.32	12.32	4.7	4.7
Orizzontale sotto attacco placcaggio Prosp.A	Orizzontale	150	45	12.32	12.32	4.7	4.7
Orizzontale superiore Prosp.A	Orizzontale	150	25	10.78	10.78	4.7	4.7

Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
Orizzontale inferiore Prosp.A	Orizzontale	SLU 8	1612864	-10424	1961869	-12679	1.2164	Si

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
Orizzontale sopra attacco placcaggio Prosp.A	Orizzontale	SLU 8	425038	-7001	1142847	-18823	2.6888	Si
Orizzontale sotto attacco placcaggio Prosp.A	Orizzontale	SLU 8	722093	-8462	2483418	-29101	3.4392	Si
Orizzontale superiore Prosp.A	Orizzontale	SLU 6	-112270	-4275	-1301056	-49536	11.5887	Si

Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
Orizzontale inferiore Prosp.A	Orizzontale	SLD 15	977165	-7227	1830492	-13537	1.8733	Si
Orizzontale sopra attacco placcaggio Prosp.A	Orizzontale	SLD 16	234417	-4579	1064726	-20796	4.542	Si
Orizzontale sotto attacco placcaggio Prosp.A	Orizzontale	SLD 15	419848	-5706	2377627	-32314	5.6631	Si
Orizzontale superiore Prosp.A	Orizzontale	SLD 1	-52837	-1290	-996291	-24316	18.8561	Si

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

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
Orizzontale sopra attacco placcaggio Prosp.A	Orizzontale	20.3	150	Non necessaria	0	SLU 8	-5464	-7001	425038	17405	78663	0	17405	2.5	12.315	3.1856	Si
Orizzontale inferiore Prosp.A	Orizzontale	40.3	150	Non necessaria	0	SLU 8	-7459	-10424	1612864	26776	155862	0	26776	2.5	10.776	3.5897	Si
Orizzontale sotto attacco placcaggio Prosp.A	Orizzontale	40.3	150	Non necessaria	0	SLU 8	-6059	-8462	722093	26513	155589	0	26513	2.5	12.315	4.3756	Si
Orizzontale superiore Prosp.A	Orizzontale	20.3	150	Non necessaria	0	SLU 6	2443	-4275	-112270	16677	78320	0	16677	2.5	10.776	6.8276	Si

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

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
Orizzontale inferiore Prosp.A	Orizzontale	40.3	150	Non necessaria	0	SLD 15	-4851	-7227	977165	26347	155418	0	26347	2.5	10.776	5.4308	Si
Orizzontale sopra attacco placcaggio Prosp.A	Orizzontale	20.3	150	Non necessaria	0	SLD 16	-3132	-4579	234417	17110	78358	0	17110	2.5	12.315	5.4636	Si
Orizzontale sotto attacco placcaggio Prosp.A	Orizzontale	40.3	150	Non necessaria	0	SLD 16	-3681	-5707	419781	26143	155206	0	26143	2.5	12.315	7.1013	Si
Orizzontale superiore Prosp.A	Orizzontale	20.3	150	Non necessaria	0	SLD 13	1299	-2418	-61059	16451	78086	0	16451	2.5	10.776	12.6615	Si

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

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
Orizzontale inferiore Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 2	1158876	-7792	No	-22.1	174.3	15	7.8853	Si
Orizzontale inferiore Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 2	802335	-6657	No	-15.5	130.7	15	8.4435	Si
Orizzontale sopra attacco placcaggio Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 2	297791	-5155	No	-18.3	174.3	15	9.5023	Si

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
Orizzontale sopra attacco placcaggio Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 2	175095	-3997	No	-11	130.7	15	11.8627	Si
Orizzontale sotto attacco placcaggio Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 2	512836	-6279	No	-10.1	174.3	15	17.3123	Si

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

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σf	σf limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
Orizzontale inferiore Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 2	1158876	-7792	No	232.7	3600	15	15.47	Si
Orizzontale sopra attacco placcaggio Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 2	297791	-5155	No	141.2	3600	15	25.4942	Si
Orizzontale sotto attacco placcaggio Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 2	512836	-6279	No	95.8	3600	15	37.5865	Si
Orizzontale superiore Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 2	-80069	-2978	No	32.6	3600	15	110.3981	Si

Verifiche SLE fessurazione

Il nucleo non presenta apertura delle fessure.

11. MANUFATTO SOTOSTANTE LA GALLERIA SANT'ANTONINO

11.1. Breve descrizione delle opere

L'abbassamento dell'alveo previsto a progetto, finalizzato all'adeguamento idraulico del Rio Sant'Antonino, sarà realizzato attraverso il placcaggio degli attuali muri d'argine in pietra e la messa in opera di sottomurazioni, senza l'ausilio di opere speciali procedendo a campioni verticali e orizzontali di contenuta estensione così come dettagliatamente descritto negli elaborati grafici progettuali; i nuovi paramenti in c.a. costituenti i nuovi argini saranno collegato al piede dalla nuova platea di fondo alveo ed in sommità per mezzo dell'orizzontamento esistente.

11.2. MATERIALI

11.2.1 Materiali c.a.

***Descrizione**: descrizione o nome assegnato all'elemento.*
***Rck**: resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [daN/cm²]*
***E**: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]*
***G**: modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [daN/cm²]*
***v**: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.*
***γ**: peso specifico del materiale. [daN/cm³]*
***α**: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]*

Descrizione	Rck	E	G	v	γ	α
C28/35	350	325881	Default (148127.76)	0.1	0.0025	0.00001

11.2.2 Curve di materiali c.a.

***Descrizione**: descrizione o nome assegnato all'elemento.*
***Curva**: curva caratteristica.*
***Reaz.traz.**: reagisce a trazione.*
***Comp.frag.**: ha comportamento fragile.*
***E.compr.**: modulo di elasticità a compressione. [daN/cm²]*
***Incr.compr.**: incrudimento di compressione. Il valore è adimensionale.*
***EpsEc**: ε elastico a compressione. Il valore è adimensionale.*
***EpsUc**: ε ultimo a compressione. Il valore è adimensionale.*
***E.traz.**: modulo di elasticità a trazione. [daN/cm²]*
***Incr.traz.**: incrudimento di trazione. Il valore è adimensionale.*
***EpsEt**: ε elastico a trazione. Il valore è adimensionale.*
***EpsUt**: ε ultimo a trazione. Il valore è adimensionale.*

Descrizione	Curva									
	Reaz.traz.	Comp.frag.	E.compr.	Incr.compr.	EpsEc	EpsUc	E.traz.	Incr.traz.	EpsEt	EpsUt
C28/35	No	Si	325881.08	0.001	-0.002	-0.0035	325881.08	0.001	0.0000609	0.000067

11.2.3 Armature

***Descrizione**: descrizione o nome assegnato all'elemento.*
***fyk**: resistenza caratteristica. [daN/cm²]*
***σamm.**: tensione ammissibile. [daN/cm²]*
***Tipo**: tipo di barra.*
***E**: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]*
***γ**: peso specifico del materiale. [daN/cm³]*
***v**: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.*
***α**: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]*
***Livello di conoscenza**: indica se il materiale è nuovo o esistente, e in tal caso il livello di conoscenza secondo Circ.617 02/02/09 §C8A. Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.) e D.M. 17-01-18 (N.T.C.).*

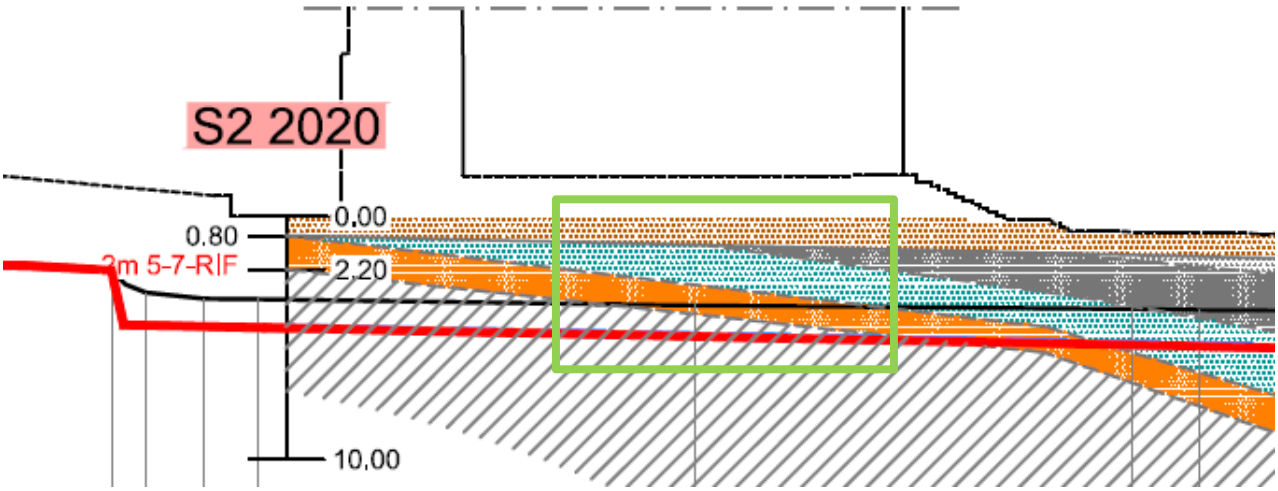
Descrizione	fyk	σamm.	Tipo	E	γ	ν	α	Livello di conoscenza
B450C	4500	2550	Aderenza migliorata	2060000	0.00785	0.3	0.000012	Nuovo

11.3. Terreno

In considerazione di quanto descritto nella Relazione Geologica, facente parte integrante del progetto strutturale, il terreno sul quale verrà realizzato il nuovo piano di scorrimento sarà del tipo Substrato Calcare Marmoso, assunto, in maniera cautelativa, con caratteristiche leggermente inferiori a quella proposte dal geologo incaricato.

Per quanto concerne il terreno presente a tergo dei muri d'argine, esaminate attentamente le sezioni geologiche, a favore di sicurezza, si è deciso di adottare un'unica stratigrafica caratterizzata da parametri geotecnici ridotti rispetto a quelli effettivamente presenti, assimilabili ad una coltre detritica.

Denominazione	Peso di volume	Angolo di attrito efficace	Coesione non drenata	Coesione efficace
	daN/m^3	(gradi)	daN/cm^2	daN/cm^2
Coltre	1900/2000	30	0.00	0.00
Substrato Calcare	1950/2150	40	0.00	0.00



Modello Geologico (nel riquadro verde il tratto oggetto di verifica)



11.4. Dati di definizione

11.4.1 Preferenze di analisi

Metodo di analisi	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Tipo di costruzione	2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vn	50
Classe d'uso	III
Vr	75
Tipo di analisi	Lineare dinamica

Località



Genova; Latitudine ED50 44,4501° (44° 27' 0''); Longitudine ED50 8,9279° (8° 55' 40'');
Altitudine s.l.m. 273,84 m.

Categoria del suolo	B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti	
Categoria topografica	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i<=15°	
Ss orizzontale SLO	1.2	
Tb orizzontale SLO	0.103	[s]
Tc orizzontale SLO	0.309	[s]
Td orizzontale SLO	1.717	[s]
Ss orizzontale SLD	1.2	
Tb orizzontale SLD	0.111	[s]
Tc orizzontale SLD	0.332	[s]
Td orizzontale SLD	1.745	[s]
Ss orizzontale SLV	1.2	
Tb orizzontale SLV	0.135	[s]
Tc orizzontale SLV	0.404	[s]
Td orizzontale SLV	1.945	[s]
St	1	
PVr SLO (%)	81	
Tr SLO	45.16	
Ag/g SLO	0.0294	
Fo SLO	2.526	
Tc* SLO	0.205	[s]
PVr SLD (%)	63	
Tr SLD	75.43	
Ag/g SLD	0.0362	
Fo SLD	2.541	
Tc* SLD	0.224	[s]
PVr SLV (%)	10	

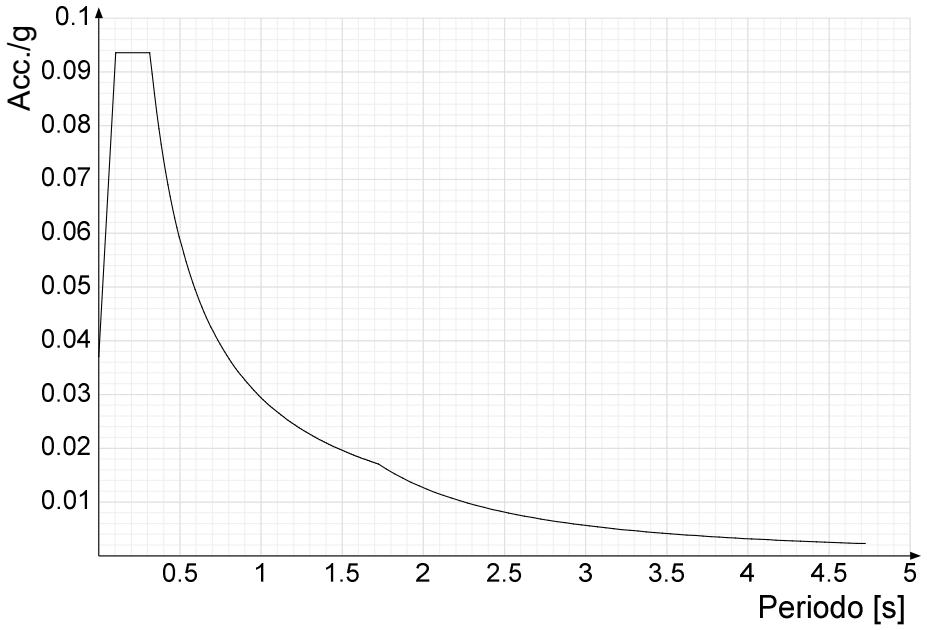
Tr SLV	711.84	
Ag/g SLV	0.0863	
Fo SLV	2.506	
Tc* SLV	0.286	[s]
Smorzamento viscoso (%)	5	
Classe di duttilità	Non dissipativa	
Rotazione del sisma	0	[deg]
Quota dello '0' sismico	0	[cm]
Altezza costruzione	292.5	[cm]
T1,x	0.22631	[s]
T1,y	0.08254	[s]
λ SLO,x	1	
λ SLO,y	1	
λ SLD,x	1	
λ SLD,y	1	
λ SLV,x	1	
λ SLV,y	1	
Numero modi	3	
Metodo di Ritz	applicato	
Limite spostamenti interpiano SLD	0.005	
Fattore di comportamento per sisma SLD X	1.5	
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1.5	
Fattore di comportamento per sisma SLV X	1.5	
Fattore di comportamento per sisma SLV Y	1.5	
Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2.3	
Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali)	1.1	

11.4.2 Spettri D.M. 17-01-18

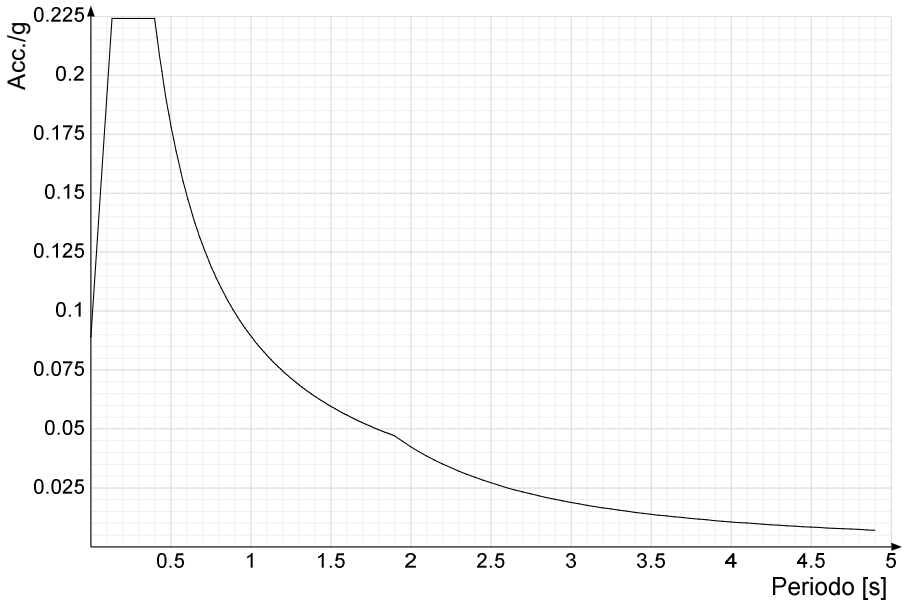
***Acc./g**: Accelerazione spettrale normalizzata ottenuta dividendo l'accelerazione spettrale per l'accelerazione di gravità.*

***Periodo**: Periodo di vibrazione.*

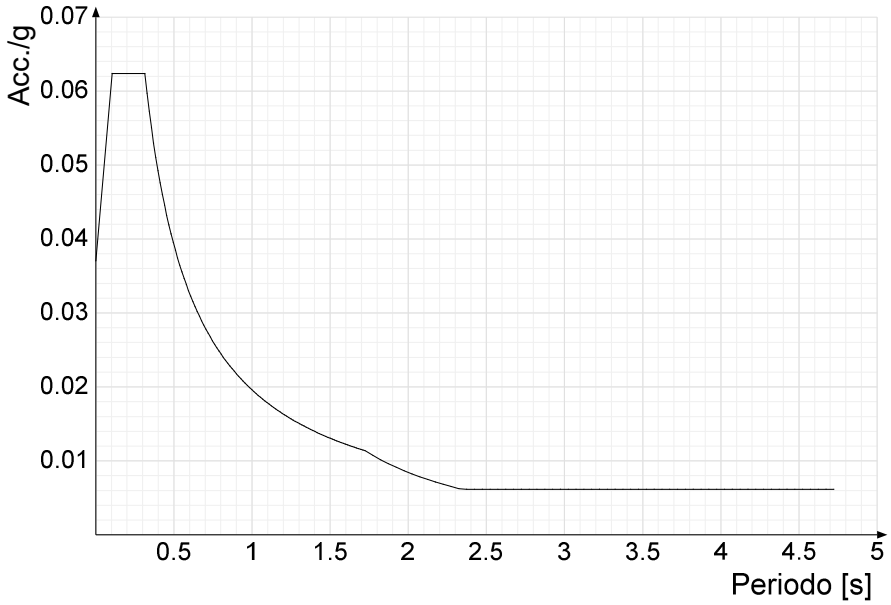
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 [3.2.2]



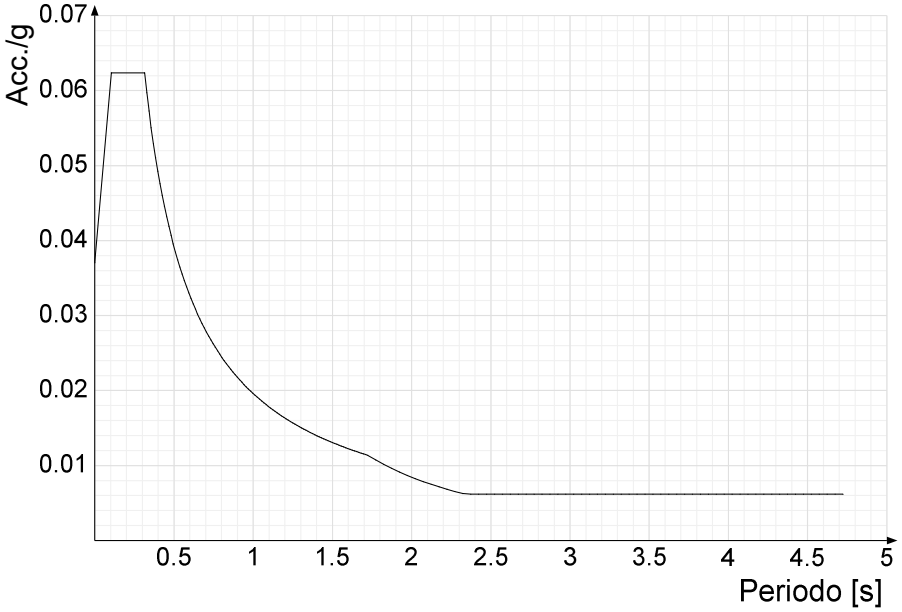
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 [3.2.2]



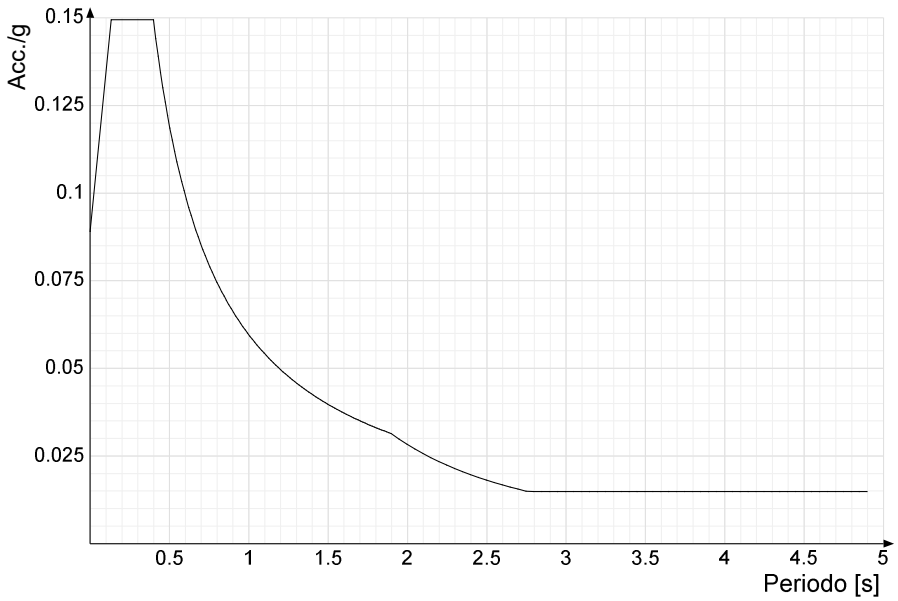
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5



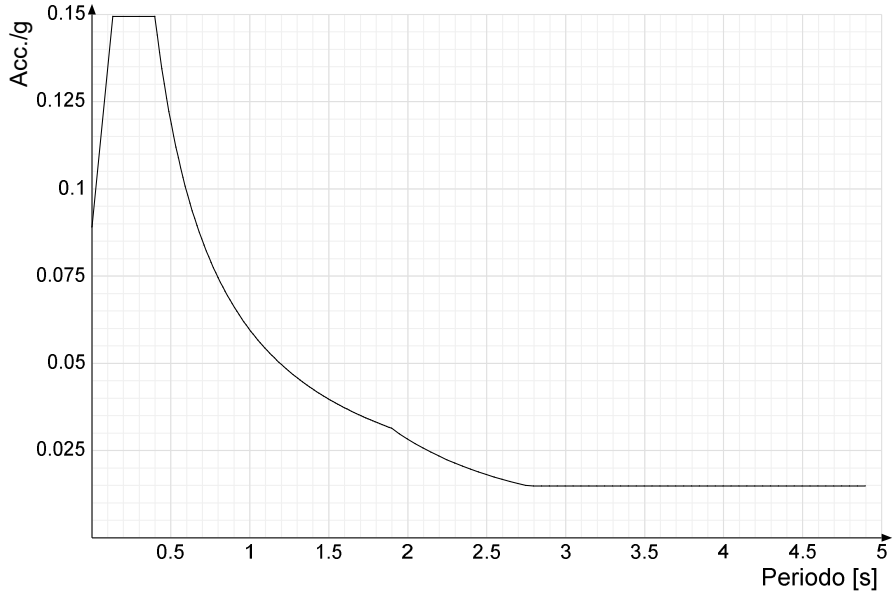
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5



Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5

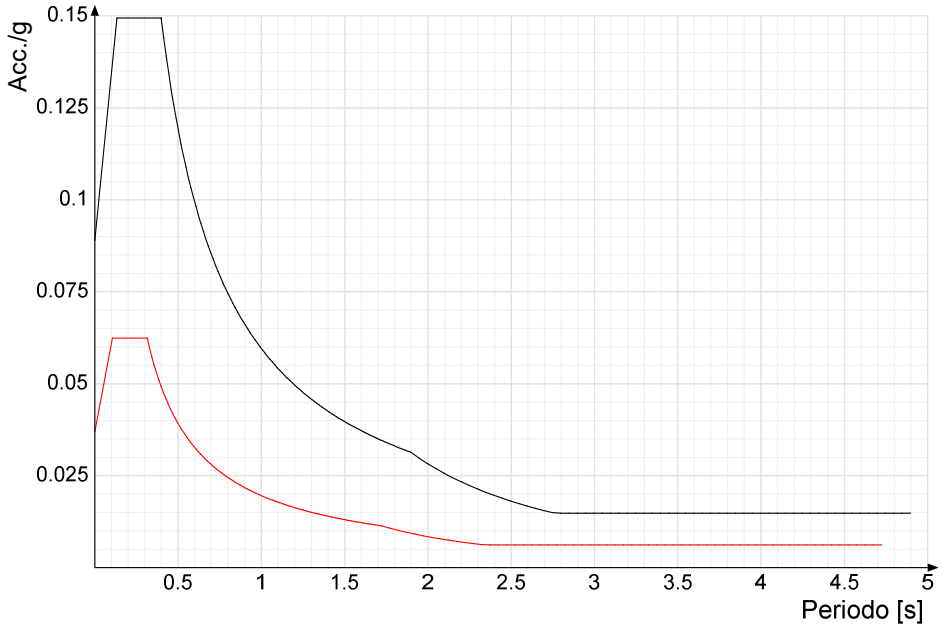


Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5

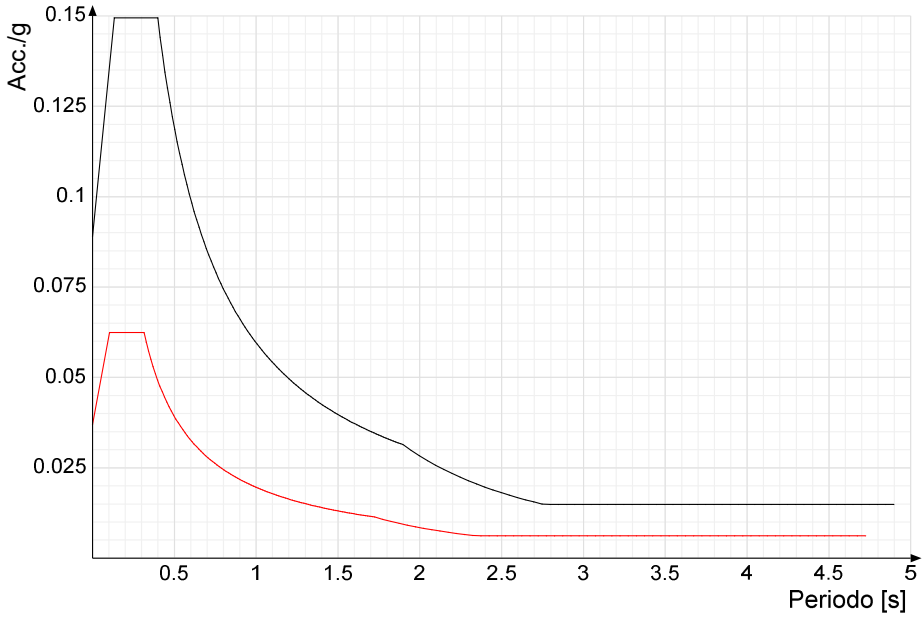


Confronti spettri SLV-SLD

Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).



Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).



11.4.3 Torsione NTC 08/NTC 18

Per tenere conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze nella localizzazione delle masse, la normativa richiede di attribuire al centro di massa una eccentricità accidentale (NTC18 e NTC08 §7.2.6), in aggiunta alla eccentricità naturale della costruzione, mediante l'applicazione di carichi statici costituiti da momenti torcenti di valore pari alla risultante orizzontale della forza agente al piano, moltiplicata per l'eccentricità accidentale del baricentro delle masse rispetto alla sua posizione di calcolo.

Nella struttura in oggetto si è applicata una eccentricità accidentale secondo il seguente prospetto:

***Quota**: Livello o falda a cui si riferisce l'eccentricità.*
***Eccentricità X**: Eccentricità X per sisma Y attribuita alla quota. [cm]*
***Eccentricità Y**: Eccentricità Y per sisma X attribuita alla quota. [cm]*

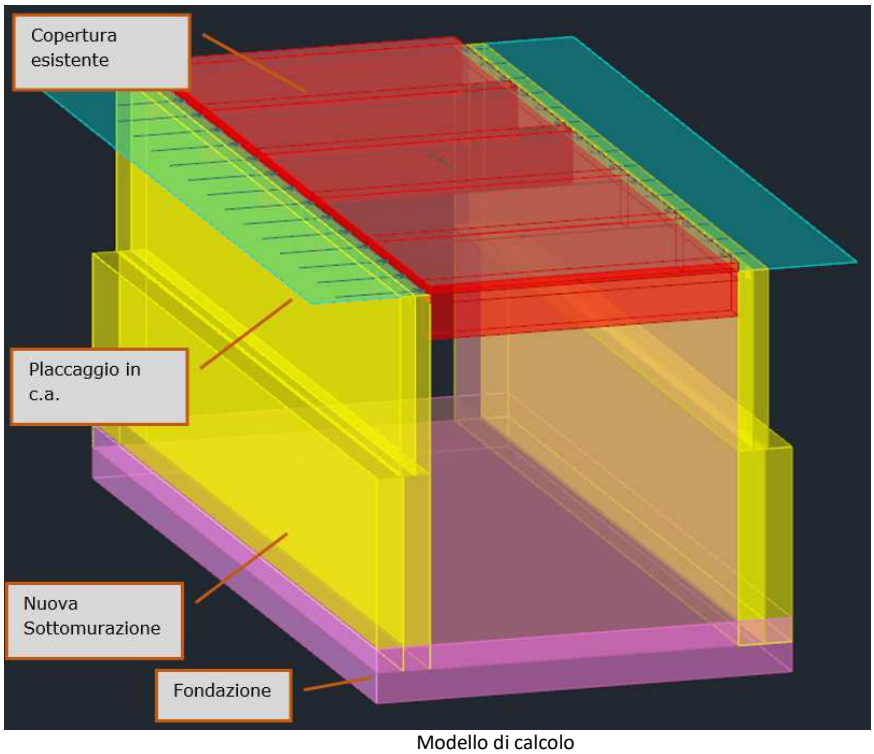
Quota	Eccentricità X	Eccentricità Y
Fondazione	17.5	38.5
Fondo attuale	17	38.5
Copertura	13	38.5

11.5. DESCRIZIONE DEL MODELLO STRUTTURALE

11.5.1 Modello Strutturale

Il modello strutturale è stato realizzato considerando una unica sezione tipologica rappresentativa dell'intero tratto realizzato in sottomurazione della tombinatura esistente in quanto, lungo lo sviluppo, la geometria della tombinatura risulta pressoché costante e le azioni al contorno agenti sul manufatto risultano di entità confrontabile; in particolare si farà riferimento alla sezione sottostante l'edificio cimiteriale in quanto gli strati di riporto presenti al di sopra della tombinatura esistente determinano un'azione su questa sicuramente superiore a quella indotta dal corpo stradale presente immediatamente a valle dell'imboccatura del tratto tombinato in esame.

Il modello di calcolo considera la sola presenza ed efficacia delle nuove pareti in calcestruzzo armato connettendole tra di loro rigidamente per mezzo del nuovo elemento di fondazione ed in sommità tramite vincolo cerniera alle travature esistenti in corrispondenza della soletta di copertura della tombinatura.



Modello di calcolo

11.5.2 Livelli

***Descrizione breve**: nome sintetico assegnato al livello.*
***Descrizione**: nome assegnato al livello.*
***Quota**: quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [cm]*
***Spessore**: spessore del livello. [cm]*

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	40
L2	Fondo attuale	150	15
L3	Copertura	300	15

11.5.3 Tronchi

***Descrizione breve**: nome sintetico assegnato al tronco.*
***Descrizione**: nome assegnato al tronco.*
***Quota 1**: riferimento della prima quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [cm]*
***Quota 2**: riferimento della seconda quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [cm]*

Descrizione breve	Descrizione	Quota 1	Quota 2
T1	Fondazione - Fondo attuale	Fondazione	Fondo attuale
T2	Fondo attuale - Copertura	Fondo attuale	Copertura

11.6. AZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO

11.6.1 Azioni Verticali

<u>Copertura (oltre al peso proprio della soletta nervata)</u>
Al di sopra della copertura dell'attuale tombinatura si sviluppa il corridoio centrale della Galleria Sant'Antonino al di sotto del quale risultano allocate una serie di tombe a pavimento avente sviluppo in profondità pari a circa 1.5m. Nella determinazione della azioni incidenti sul solaio esistente, essendo stabilizzanti per i nuovi elementi in progetto, vengono cautelativamente valutati agenti i seguenti carichi:
Permanenti portati 4000 daN/m^2
Variabili 500 daN/m^2

<u>Terrapieno</u>
L'azione di spinta del terreno agente sul placcaggio viene maggiorata dalla componente di carico indotta dalla presenza del riporto presente per il raggiungimento della quota di calpestio della Galleria considerando che, a favore di sicurezza, l'intero riempimento no abbia cavità e si sviluppi per un'altezza pari a circa 3.25m
Azione permanente portata equivalente agente a tergo della sottomurazione 6200 daN/m^2

11.6.2 Azione della neve

Si omette la valutazione della pressione della neve in quanto i restanti carichi agenti sulla struttura in esame sono caratterizzati da due ordini di grandezza in più rispetto a quello nivologico.

11.6.3 Azione del sisma

La caratterizzazione sismica del sito, descritta al paragrafo "Preferenze di analisi", determina un effetto sugli elementi strutturali principali proporzionali alle masse ad essi associate in relazione al rapporto tra Ag/g amplificato dai fattori relativi alle caratteristiche del suolo di fondazione e topografici sopra esposti.

11.6.4 Riepilogo azioni superficiali sulla struttura

***Nome**: nome identificativo della definizione di carico.*
***Valori**: valori associati alle condizioni di carico.*
***Condizione**: condizione di carico a cui sono associati i valori.*
***Descrizione**: nome assegnato alla condizione elementare.*
***Valore**: modulo del carico superficiale applicato alla superficie. [daN/cm²]*
***Applicazione**: modalità con cui il carico è applicato alla superficie.*

Nome	Valori		
	Condizione	Valore	Applicazione
	Descrizione		
copertura	Pesi strutturali	0	Verticale
	Permanenti portati	0.4	Verticale
	Variabile A	0.05	Verticale
terrapieno	Pesi strutturali	0	Verticale
	Permanenti portati	0.62	Verticale
	Variabile A	0	Verticale

11.6.5 Condizioni elementari di carico

***Descrizione**: nome assegnato alla condizione elementare.*
***Nome breve**: nome breve assegnato alla condizione elementare.*
***Durata**: descrive la durata della condizione (necessario per strutture in legno).*
***ψ0**: coefficiente moltiplicatore ψ0. Il valore è adimensionale.*
***ψ1**: coefficiente moltiplicatore ψ1. Il valore è adimensionale.*
***ψ2**: coefficiente moltiplicatore ψ2. Il valore è adimensionale.*
***Con segno**: descrive se la condizione elementare ha la possibilità di variare di segno.*

Descrizione	Nome breve	Durata	ψ0	ψ1	ψ2	Con segno
Pesi strutturali	Pesi	Permanente				
Permanenti portati	Port.	Permanente				
Variabile A	Variabile A	Media	0.7	0.5	0.3	
ΔT	ΔT	Media	0.6	0.5	0	No
Sisma X SLV	X SLV					
Sisma Y SLV	Y SLV					
Sisma Z SLV	Z SLV					
Eccentricità Y per sisma X SLV	EY SLV					
Eccentricità X per sisma Y SLV	EX SLV					
Sisma X SLD	X SLD					
Sisma Y SLD	Y SLD					
Sisma Z SLD	Z SLD					

Descrizione	Nome breve	Durata	ψ0	ψ1	ψ2	Con segno
Eccentricità Y per sisma X SLD	EY SLD					
Eccentricità X per sisma Y SLD	EX SLD					
Terreno sisma X SLV	Tr x SLV					
Terreno sisma Y SLV	Tr y SLV					
Terreno sisma Z SLV	Tr z SLV					
Terreno sisma X SLD	Tr x SLD					
Terreno sisma Y SLD	Tr y SLD					
Terreno sisma Z SLD	Tr z SLD					
Rig. Ux	R Ux					
Rig. Uy	R Uy					
Rig. Rz	R Rz					

11.6.6 Combinazioni di carico

***Nome breve**: E' il nome compatto della condizione elementare di carico, che viene utilizzato altrove nella relazione.*
***Pesi**: Pesi strutturali*
***Port.**: Permanenti portati*
***Variabile A**: Variabile A*
***ΔT**: ΔT*
***X SLD**: Sisma X SLD*
***Y SLD**: Sisma Y SLD*
***Z SLD**: Sisma Z SLD*
***EY SLD**: Eccentricità Y per sisma X SLD*
***EX SLD**: Eccentricità X per sisma Y SLD*
***Tr x SLD**: Terreno sisma X SLD*
***Tr y SLD**: Terreno sisma Y SLD*
***Tr z SLD**: Terreno sisma Z SLD*
***X SLV**: Sisma X SLV*
***Y SLV**: Sisma Y SLV*
***Z SLV**: Sisma Z SLV*
***EY SLV**: Eccentricità Y per sisma X SLV*
***EX SLV**: Eccentricità X per sisma Y SLV*
***Tr x SLV**: Terreno sisma X SLV*
***Tr y SLV**: Terreno sisma Y SLV*
***Tr z SLV**: Terreno sisma Z SLV*
***R Ux**: Rig. Ux*
***R Uy**: Rig. Uy*
***R Rz**: Rig. Rz*
Tutte le combinazioni di carico vengono raggruppate per famiglia di appartenenza. Le celle di una riga contengono i coefficienti moltiplicatori della i-esima combinazione, dove il valore della prima cella è da intendersi come moltiplicatore associato alla prima condizione elementare, la seconda cella si riferisce alla seconda condizione elementare e così via.

Famiglia SLU

Il nome compatto della famiglia è SLU.

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

Famiglia SLE rara

Il nome compatto della famiglia è SLE RA.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	ΔT
1	**SLE RA 1**	1	1	0	0
2	**SLE RA 2**	1	1	1	0

Famiglia SLE frequente

Il nome compatto della famiglia è SLE FR.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	ΔT
1	SLE FR 1	1	1	0	0
2	SLE FR 2	1	1	0.5	0

Famiglia SLE quasi permanente

Il nome compatto della famiglia è SLE QP.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	ΔT
1	SLE QP 1	1	1	0	0
2	SLE QP 2	1	1	0.3	0

Famiglia SLU eccezionale

Il nome compatto della famiglia è SLU EX.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	ΔT

Famiglia SLD

Il nome compatto della famiglia è SLD.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	ΔT	X SLD	Y SLD	Z SLD	EY SLD	EX SLD	Tr x SLD	Tr y SLD	Tr z SLD
1	SLD 1	1	1	0.3	0	-1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLD 2	1	1	0.3	0	-1	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLD 3	1	1	0.3	0	-1	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLD 4	1	1	0.3	0	-1	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLD 5	1	1	0.3	0	-0.3	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLD 6	1	1	0.3	0	-0.3	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLD 7	1	1	0.3	0	-0.3	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLD 8	1	1	0.3	0	-0.3	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLD 9	1	1	0.3	0	0.3	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLD 10	1	1	0.3	0	0.3	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLD 11	1	1	0.3	0	0.3	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLD 12	1	1	0.3	0	0.3	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLD 13	1	1	0.3	0	1	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLD 14	1	1	0.3	0	1	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLD 15	1	1	0.3	0	1	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLD 16	1	1	0.3	0	1	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia SLV

Il nome compatto della famiglia è SLV.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	ΔT	X SLV	Y SLV	Z SLV	EY SLV	EX SLV	Tr x SLV	Tr y SLV	Tr z SLV
1	SLV 1	1	1	0.3	0	-1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLV 2	1	1	0.3	0	-1	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLV 3	1	1	0.3	0	-1	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLV 4	1	1	0.3	0	-1	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLV 5	1	1	0.3	0	-0.3	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLV 6	1	1	0.3	0	-0.3	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLV 7	1	1	0.3	0	-0.3	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLV 8	1	1	0.3	0	-0.3	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLV 9	1	1	0.3	0	0.3	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLV 10	1	1	0.3	0	0.3	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLV 11	1	1	0.3	0	0.3	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLV 12	1	1	0.3	0	0.3	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLV 13	1	1	0.3	0	1	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLV 14	1	1	0.3	0	1	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLV 15	1	1	0.3	0	1	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLV 16	1	1	0.3	0	1	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia Calcolo rigidezza torsionale/flessionale di piano

Il nome compatto della famiglia è CRTFP.

Nome	Nome breve	R Ux	R Uy	R Rz
Rig. Ux+	CRTFP Ux+	1	0	0
Rig. Ux-	CRTFP Ux-	-1	0	0
Rig. Uy+	CRTFP Uy+	0	1	0

Nome	Nome breve	R Ux	R Uy	R Rz
Rig. Uy-	CRTFP Uy-	0	-1	0
Rig. Rz+	CRTFP Rz+	0	0	1
Rig. Rz-	CRTFP Rz-	0	0	-1

●

11.7. Risultati numerici

11.7.1 Spostamenti nodali estremi

***Nodo**: nodo interessato dallo spostamento.*
***Ind.**: indice del nodo.*
***Cont.**: condizione o combinazione di carico a cui si riferisce lo spostamento.*
***N.br.**: nome breve della condizione o combinazione di carico.*
***Spostamento**: spostamento traslazionale del nodo.*
***ux**: componente X dello spostamento del nodo. [cm]*
***uy**: componente Y dello spostamento del nodo. [cm]*
***uz**: componente Z dello spostamento del nodo. [cm]*
***Rotazione**: spostamento rotazionale del nodo.*
***rx**: componente X della rotazione del nodo. [deg]*
***ry**: componente Y della rotazione del nodo. [deg]*
***rz**: componente Z della rotazione del nodo. [deg]*

Spostamenti nodali con componente Ux minima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
275	SLV 1	-0.38997	-0.00477	-0.03131	0.0026	-0.06	0.0015
173	SLV 4	-0.38997	0.00477	-0.03131	-0.0026	-0.06	-0.0015
273	SLV 1	-0.38997	-0.00511	-0.04972	0.0026	-0.0844	0.0015
274	SLV 1	-0.38997	-0.00477	-0.03131	0.0026	-0.0844	0.0015
172	SLV 4	-0.38997	0.00511	-0.04972	-0.0026	-0.0844	-0.0015

Spostamenti nodali con componente Ux massima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
269	SLV 14	0.38997	-0.00477	-0.03131	0.0026	0.06	-0.0015
167	SLV 15	0.38997	0.00477	-0.03131	-0.0026	0.06	0.0015
268	SLV 14	0.38997	-0.00477	-0.03131	0.0026	0.0844	-0.0015
270	SLV 14	0.38997	-0.00511	-0.04972	0.0026	0.0844	-0.0015
168	SLV 15	0.38997	0.00477	-0.03131	-0.0026	0.0844	0.0015

Spostamenti nodali con componente Uy minima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
178	MVBR 2	0.00016	-0.09697	-0.11167	0.0174	0	0.0006
171	MVBR 2	0.00027	-0.09697	-0.11471	0.0174	0	0.0006
177	MVBR 2	-0.00016	-0.09697	-0.11167	0.0174	0	-0.0006
170	MVBR 2	-0.00027	-0.09697	-0.11471	0.0174	0	-0.0006
272	MVBR 2	-0.00027	-0.09697	0.11471	0.0174	0	0.0006

Spostamenti nodali con componente Uy massima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
267	SLV 7	-0.11879	0.02809	-0.13321	0.0019	-0.0596	0.0003
262	SLV 12	0.11879	0.02809	-0.13321	0.0019	0.0596	-0.0003
266	SLV 7	-0.11879	0.02809	-0.13319	-0.0035	-0.0596	0.0008
274	SLV 7	-0.11894	0.02809	-0.13379	-0.0035	-0.0596	0.0008
263	SLV 12	0.11879	0.02809	-0.13319	-0.0035	0.0596	-0.0008

Spostamenti nodali con componente Uz minima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
225	SLU 8	-0.00054	0	-0.39068	0	-0.0543	0
231	SLU 8	-0.00053	0.00016	-0.35167	0.0005	-0.0504	0
211	SLU 8	0.00053	-0.00016	-0.35167	-0.0005	0.0504	0
212	SLU 8	-0.00053	-0.00016	-0.35167	-0.0005	-0.0504	0
230	SLU 8	0.00053	0.00016	-0.35167	0.0005	0.0504	0

Spostamenti nodali con componente Uz massima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
65	MVBR 3	0	0	0.20851	0.0002	0.0857	0
2	MVBR 3	0	0.00006	0.20851	0.0006	0.0863	-0.0002
9	MVBR 3	0	0	0.20851	-0.0002	0.0857	0
72	MVBR 3	0	-0.00006	0.20851	-0.0006	0.0863	0.0002
58	MVBR 3	0	0	0.20825	0	0.0853	0

11.7.2 Spostamenti di interpiano estremi

***Nodo inferiore**: nodo inferiore.*
***I.**: numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.*
***Pos.**: coordinate del nodo.*
***X**: coordinata X. [cm]*
***Y**: coordinata Y. [cm]*
***Z**: coordinata Z. [cm]*
***Nodo superiore**: nodo superiore.*
***I.**: numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.*
***Pos.**: coordinate del nodo.*
***Z**: coordinata Z. [cm]*
***Spost. rel.**: spostamento relativo. Il valore è adimensionale.*
***Comb.**: combinazione.*
***N.b.**: nome breve o compatto della combinazione di carico.*
***Spostamento inferiore**: spostamento in pianta del nodo inferiore.*
***X**: coordinata X. [cm]*
***Y**: coordinata Y. [cm]*
***Spostamento superiore**: spostamento in pianta del nodo superiore.*
***X**: coordinata X. [cm]*
***Y**: coordinata Y. [cm]*
***S.V.**: si intende non verificato qualora lo spostamento relativo sia superiore al valore limite espresso nelle preferenze di analisi.*

Questo capitolo mostra gli spostamenti estremi per ogni interpiano in ognuna delle combinazioni di carico.
Per spostamenti estremi si intendono i primi 5 spostamenti massimi tra tutti gli interpiani che condividono la stessa quota iniziale e la stessa quota finale.
limite = 0,003333

Nodo inferiore				Nodo superiore		Spost. rel.	Comb.	Spostamento inferiore		Spostamento superiore		S.V.
I.	Pos.			I.	Pos.		N.b.	X	Y	X	Y	
	X	Y	Z		Z							
77	546.8	982.8	-20	274	292.5	0.00056	SLO 1	0	0	-0.175	-0.002	si
73	241.8	982.8	-20	268	292.5	0.000554	SLO 1	0	0	-0.173	-0.005	si
7	546.8	212.8	-20	174	292.5	0.00054	SLO 1	0	0	-0.169	-0.004	si
3	241.8	212.8	-20	168	292.5	0.000534	SLO 1	0	0	-0.167	-0.006	si
7	546.8	212.8	-20	174	292.5	0.00056	SLO 2	0	0	-0.175	-0.006	si
3	241.8	212.8	-20	168	292.5	0.000555	SLO 2	0	0	-0.173	-0.004	si
77	546.8	982.8	-20	274	292.5	0.00054	SLO 2	0	0	-0.169	-0.005	si
73	241.8	982.8	-20	268	292.5	0.000534	SLO 2	0	0	-0.167	-0.002	si
77	546.8	982.8	-20	274	292.5	0.00056	SLO 3	0	0	-0.175	0.006	si
73	241.8	982.8	-20	268	292.5	0.000555	SLO 3	0	0	-0.173	0.004	si
7	546.8	212.8	-20	174	292.5	0.00054	SLO 3	0	0	-0.169	0.005	si
3	241.8	212.8	-20	168	292.5	0.000534	SLO 3	0	0	-0.167	0.002	si
7	546.8	212.8	-20	174	292.5	0.00056	SLO 4	0	0	-0.175	0.002	si
3	241.8	212.8	-20	168	292.5	0.000554	SLO 4	0	0	-0.173	0.005	si
77	546.8	982.8	-20	274	292.5	0.00054	SLO 4	0	0	-0.169	0.004	si

Nodo inferiore				Nodo superiore		Spost. rel.	Comb.	Spostamento inferiore		Spostamento superiore		S.V.
I.	Pos.			I.	Pos.		N.b.	X	Y	X	Y	
	X	Y	Z		Z							
73	241.8	982.8	-20	268	292.5	0.000534	SLO 4	0	0	-0.167	0.006	si
77	546.8	982.8	-20	274	292.5	0.000177	SLO 5	0	0	-0.054	-0.013	si
73	241.8	982.8	-20	268	292.5	0.000173	SLO 5	0	0	-0.052	-0.014	si
7	546.8	212.8	-20	174	292.5	0.000167	SLO 5	0	0	-0.05	-0.014	si
3	241.8	212.8	-20	168	292.5	0.000163	SLO 5	0	0	-0.049	-0.015	si
7	546.8	212.8	-20	174	292.5	0.000179	SLO 6	0	0	-0.054	-0.015	si
3	241.8	212.8	-20	168	292.5	0.000173	SLO 6	0	0	-0.052	-0.014	si
77	546.8	982.8	-20	274	292.5	0.000168	SLO 6	0	0	-0.05	-0.014	si
73	241.8	982.8	-20	268	292.5	0.000161	SLO 6	0	0	-0.049	-0.013	si
77	546.8	982.8	-20	274	292.5	0.000179	SLO 7	0	0	-0.054	0.015	si
73	241.8	982.8	-20	268	292.5	0.000173	SLO 7	0	0	-0.052	0.014	si
7	546.8	212.8	-20	174	292.5	0.000168	SLO 7	0	0	-0.05	0.014	si
3	241.8	212.8	-20	168	292.5	0.000161	SLO 7	0	0	-0.049	0.013	si
7	546.8	212.8	-20	174	292.5	0.000177	SLO 8	0	0	-0.054	0.013	si
3	241.8	212.8	-20	168	292.5	0.000173	SLO 8	0	0	-0.052	0.014	si
77	546.8	982.8	-20	274	292.5	0.000167	SLO 8	0	0	-0.05	0.014	si
73	241.8	982.8	-20	268	292.5	0.000163	SLO 8	0	0	-0.049	0.015	si
3	241.8	212.8	-20	168	292.5	0.000179	SLO 9	0	0	0.054	-0.015	si
7	546.8	212.8	-20	174	292.5	0.000173	SLO 9	0	0	0.052	-0.014	si
73	241.8	982.8	-20	268	292.5	0.000168	SLO 9	0	0	0.05	-0.014	si
77	546.8	982.8	-20	274	292.5	0.000161	SLO 9	0	0	0.049	-0.013	si
73	241.8	982.8	-20	268	292.5	0.000177	SLO 10	0	0	0.054	-0.013	si
77	546.8	982.8	-20	274	292.5	0.000173	SLO 10	0	0	0.052	-0.014	si
3	241.8	212.8	-20	168	292.5	0.000167	SLO 10	0	0	0.05	-0.014	si
7	546.8	212.8	-20	174	292.5	0.000163	SLO 10	0	0	0.049	-0.015	si
3	241.8	212.8	-20	168	292.5	0.000177	SLO 11	0	0	0.054	0.013	si
7	546.8	212.8	-20	174	292.5	0.000173	SLO 11	0	0	0.052	0.014	si
73	241.8	982.8	-20	268	292.5	0.000167	SLO 11	0	0	0.05	0.014	si
77	546.8	982.8	-20	274	292.5	0.000163	SLO 11	0	0	0.049	0.015	si
73	241.8	982.8	-20	268	292.5	0.000179	SLO 12	0	0	0.054	0.015	si
77	546.8	982.8	-20	274	292.5	0.000173	SLO 12	0	0	0.052	0.014	si
3	241.8	212.8	-20	168	292.5	0.000168	SLO 12	0	0	0.05	0.014	si
7	546.8	212.8	-20	174	292.5	0.000161	SLO 12	0	0	0.049	0.013	si
3	241.8	212.8	-20	168	292.5	0.00056	SLO 13	0	0	0.175	-0.006	si
7	546.8	212.8	-20	174	292.5	0.000555	SLO 13	0	0	0.173	-0.004	si
73	241.8	982.8	-20	268	292.5	0.00054	SLO 13	0	0	0.169	-0.005	si
77	546.8	982.8	-20	274	292.5	0.000534	SLO 13	0	0	0.167	-0.002	si
73	241.8	982.8	-20	268	292.5	0.00056	SLO 14	0	0	0.175	-0.002	si
77	546.8	982.8	-20	274	292.5	0.000554	SLO 14	0	0	0.173	-0.005	si
3	241.8	212.8	-20	168	292.5	0.00054	SLO 14	0	0	0.169	-0.004	si
7	546.8	212.8	-20	174	292.5	0.000534	SLO 14	0	0	0.167	-0.006	si
3	241.8	212.8	-20	168	292.5	0.00056	SLO 15	0	0	0.175	0.002	si
7	546.8	212.8	-20	174	292.5	0.000554	SLO 15	0	0	0.173	0.005	si
73	241.8	982.8	-20	268	292.5	0.00054	SLO 15	0	0	0.169	0.004	si
77	546.8	982.8	-20	274	292.5	0.000534	SLO 15	0	0	0.167	0.006	si
73	241.8	982.8	-20	268	292.5	0.00056	SLO 16	0	0	0.175	0.006	si
77	546.8	982.8	-20	274	292.5	0.000555	SLO 16	0	0	0.173	0.004	si
3	241.8	212.8	-20	168	292.5	0.00054	SLO 16	0	0	0.169	0.005	si
7	546.8	212.8	-20	174	292.5	0.000534	SLO 16	0	0	0.167	0.002	si

11.7.3 Risposta modale

***Modo**: identificativo del modo di vibrare.*
***Periodo**: periodo. [s]*
***Massa X**: massa partecipante in direzione globale X. Il valore è adimensionale.*

***Massa Y**: massa partecipante in direzione globale Y. Il valore è adimensionale.*
***Massa Z**: massa partecipante in direzione globale Z. Il valore è adimensionale.*
***Massa rot. X**: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale X. Il valore è adimensionale.*
***Massa rot. Y**: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Y. Il valore è adimensionale.*
***Massa rot. Z**: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Z. Il valore è adimensionale.*
***Massa sX**: massa partecipante in direzione Sisma X. Il valore è adimensionale.*
***Massa sY**: massa partecipante in direzione Sisma Y. Il valore è adimensionale.*

Totale masse partecipanti:

Traslazione X: 0.977142
Traslazione Y: 0.919693
Traslazione Z: 0
Rotazione X: 0.999385
Rotazione Y: 0.999942
Rotazione Z: 0.851692

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z	Massa sX	Massa sY
1	0.226309562	0.9001993	0	0	0	0.999369241	0.556729076	0.9001993	0
2	0.082544599	0	0.919693053	0	0.999384897	0	0.247378198	0	0.919693053
3	0.017807481	0.076942462	0	0	0	0.000573101	0.047585176	0.076942462	0

11.7.4 Equilibrio forze

***Contributo**: Nome attribuito al sistema risultante.*
***Fx**: Componente X di forza del sistema risultante. [daN]*
***Fy**: Componente Y di forza del sistema risultante. [daN]*
***Fz**: Componente Z di forza del sistema risultante. [daN]*
***Mx**: Componente di momento attorno l'asse X del sistema risultante. [daN*cm]*
***My**: Componente di momento attorno l'asse Y del sistema risultante. [daN*cm]*
***Mz**: Componente di momento attorno l'asse Z del sistema risultante. [daN*cm]*

Bilancio in condizione di carico: Pesi strutturali

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	-84264.375	-50374971	33221650	0
Reazioni	0	0	84264.375	50374971	-33221650	0
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Permanenti portati

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	-80080	-47873466	31571939	0
Reazioni	0	0	80080	47873466	-31571939	0
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Variabile A

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	-10010	-5984183	3946492	0
Reazioni	0	0	10010	5984183	-3946492	0
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma X SLV

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	22496.123	0	0	0	6204544	-13448648
Reazioni	-22496.123	0	0	0	-6204544	13448648
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma Y SLV

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	18997.751	0	-5239675	0	7489958
Reazioni	0	-18997.751	0	5239675	0	-7489958
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Eccentricità Y per sisma X SLV

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	0	0	0	-801538
Reazioni	0	0	0	0	0	801538
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Eccentricità X per sisma Y SLV

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	0	0	0	232094
Reazioni	0	0	0	0	0	-232094
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma X SLD

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	9567.682	0	0	0	2638815	-5719759
Reazioni	-9567.682	0	0	0	-2638815	5719759
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma Y SLD

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	8572.34	0	-2364294	0	3379688
Reazioni	0	-8572.34	0	2364294	0	-3379688
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Eccentricità Y per sisma X SLD

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	0	0	0	-340897
Reazioni	0	0	0	0	0	340897
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Eccentricità X per sisma Y SLD

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	0	0	0	104728
Reazioni	0	0	0	0	0	-104728
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma X SLO

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	11567.288	0	0	0	3190316	-6915164
Reazioni	-11567.288	0	0	0	-3190316	6915164
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma Y SLO

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	10179.73	0	-2807621	0	4013409
Reazioni	0	-10179.73	0	2807621	0	-4013409
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Eccentricità Y per sisma X SLO

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	0	0	0	-412143
Reazioni	0	0	0	0	0	412143
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Eccentricità X per sisma Y SLO

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	0	0	0	124365
Reazioni	0	0	0	0	0	-124365
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Terreno sisma X SLV

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	24102.323	0	0	0	3846675	-14408863
Reazioni	-24102.323	0	0	0	-3846675	14408863
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Terreno sisma Y SLV

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	0	0	0	0
Reazioni	0	0	0	0	0	0
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Terreno sisma X SLD

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	10110.868	0	0	0	1613671	-6044484
Reazioni	-10110.868	0	0	0	-1613671	6044484
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Terreno sisma Y SLD

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	0	0	0	0
Reazioni	0	0	0	0	0	0
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Terreno sisma X SLO

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	8198.012	0	0	0	1308384	-4900940
Reazioni	-8198.012	0	0	0	-1308384	4900940
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Terreno sisma Y SLO

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	0	0	0	0
Reazioni	0	0	0	0	0	0
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Rig. Ux

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	1	0	0	0	293	-598
Reazioni	-1	0	0	0	-292	598
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Rig. Uy

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	1	0	-293	0	394
Reazioni	0	-1	0	293	0	-394
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Rig. Rz

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	0	0	0	1
Reazioni	0	0	0	0	0	-1
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

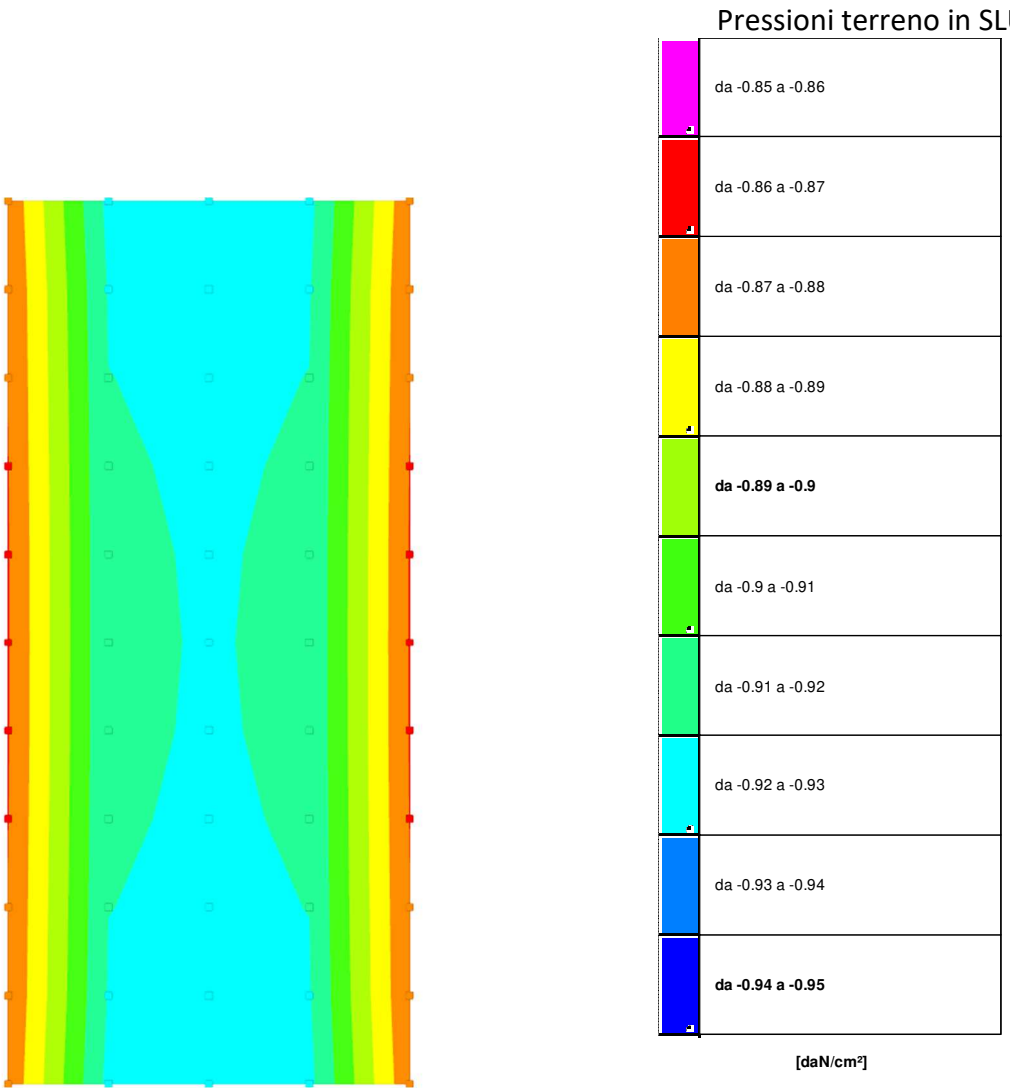
11.7.5 Risposta di spettro

***Spettro**: condizione elementare corrispondente allo spettro.*
***N.b.**: nome breve della condizione elementare.*
***Fx**: componente della forza lungo l'asse X. [daN]*
***Fy**: componente della forza lungo l'asse Y. [daN]*
***Fz**: componente della forza lungo l'asse Z. [daN]*

***Mx**: componente della coppia attorno all'asse X. [daN*cm]*
***My**: componente della coppia attorno all'asse Y. [daN*cm]*
***Mz**: componente della coppia attorno all'asse Z. [daN*cm]*
***Max X**: massima reazione lungo l'asse X.*
  ***Valore**: valore massimo della reazione. [daN]*
  ***Angolo**: angolo d'ingresso del sisma che provoca il valore massimo della reazione. [deg]*
***Max Y**: massima reazione lungo l'asse Y.*
  ***Valore**: valore massimo della reazione. [daN]*
  ***Angolo**: angolo d'ingresso del sisma che provoca il valore massimo della reazione. [deg]*
***Max Z**: massima reazione lungo l'asse Z.*
  ***Valore**: valore massimo della reazione. [daN]*
  ***Angolo**: angolo d'ingresso del sisma che provoca il valore massimo della reazione. [deg]*

Spettro	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	Max X		Max Y		Max Z	
N.b.							Valore	Angolo	Valore	Angolo	Valore	Angolo
X SLV	20282.92	0	0	0.33	5.614E06	1.213E07	20282.92	0	17472.1	90	0	0
Y SLV	0	17472.1	0	4.792E06	0.07	6.888E06	20282.92	0	17472.1	90	0	0
X SLD	8626.59	0	0	0.14	2.388E06	5.157E06	8626.59	0	7883.92	90	0	0
Y SLD	0	7883.92	0	2.162E06	0.03	3.108E06	8626.59	0	7883.92	90	0	0
X SLO	10422.6	0	0	0.14	2.887E06	6.231E06	10422.6	0	9362.23	90	0	0
Y SLO	0	9362.23	0	2.568E06	0.04	3.691E06	10422.6	0	9362.23	90	0	0

11.7.6 Pressioni sul terreno

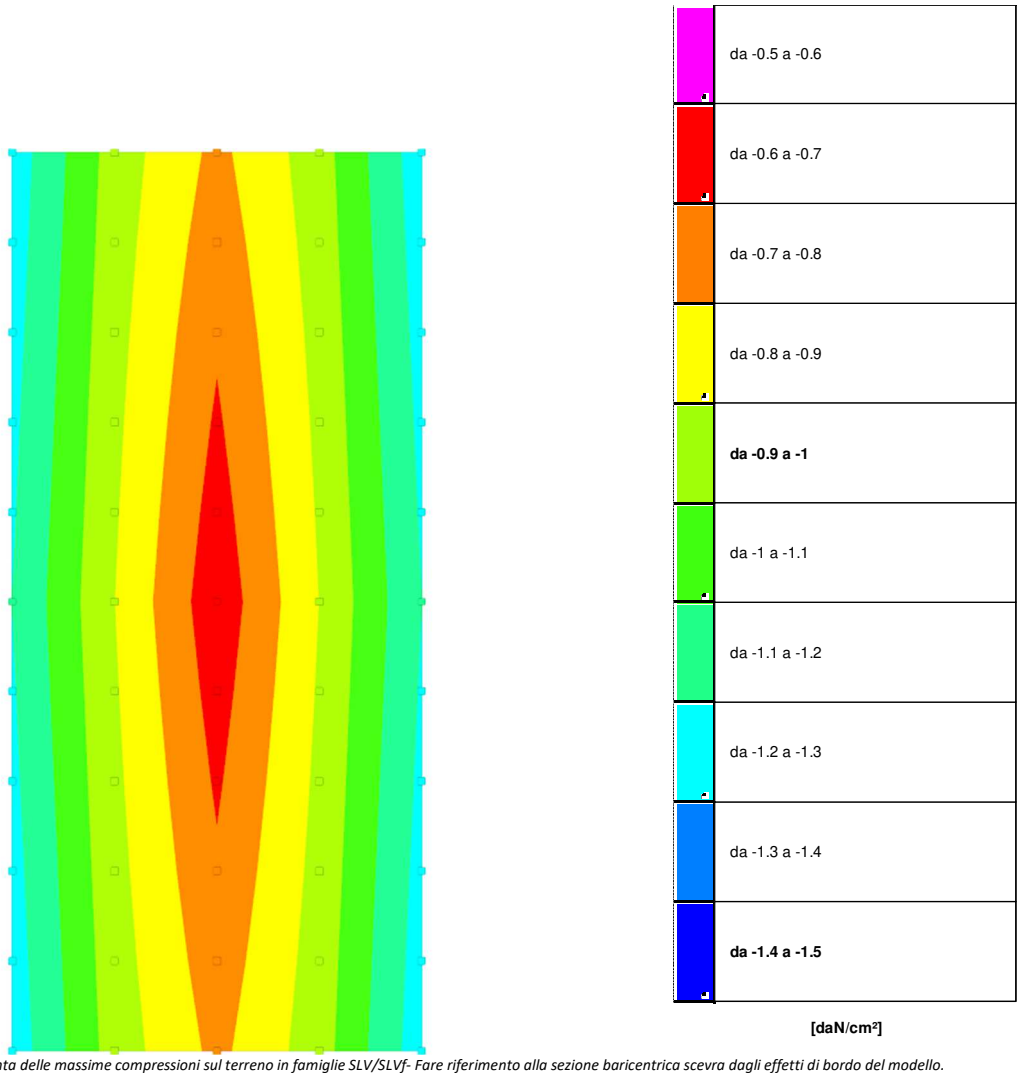


Rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglia SLU- Fare riferimento alla sezione baricentrica scevra dagli effetti di bordo del modello..

***Nodo**: Nodo che interagisce col terreno.*
***Ind.**: indice del nodo.*
***Pressione minima**: situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo.*
***Cont.**: nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima.*
***uz**: spostamento massimo verticale del nodo. [cm]*
***Valore**: pressione minima sul terreno del nodo. [daN/cm²]*
***Pressione massima**: situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo.*
***Cont.**: nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima.*
***uz**: spostamento minimo verticale del nodo. [cm]*
***Valore**: pressione massima sul terreno del nodo. [daN/cm²]*

Compressione estrema massima -0.92411 al nodo di indice 5, di coordinate x = 394, y = 213, z = -20, nel contesto SLU 8.
Spostamento estremo minimo -0.18482 al nodo di indice 5, di coordinate x = 394, y = 213, z = -20, nel contesto SLU 8.
Spostamento estremo massimo -0.10511 al nodo di indice 37, di coordinate x = 219, y = 598, z = -20, nel contesto SLU 1.

Pressioni terreno in SLV/SLVf



Rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglie SLV/SLVf- Fare riferimento alla sezione baricentrica scevra dagli effetti di bordo del modello.

***Nodo**: Nodo che interagisce col terreno.*
* **Ind.**: indice del nodo.*
***Pressione minima**: situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo.*
* **Cont.**: nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima.*
* **uz**: spostamento massimo verticale del nodo. [cm]*
* **Valore**: pressione minima sul terreno del nodo. [daN/cm²]*
***Pressione massima**: situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo.*
* **Cont.**: nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima.*

***uz**: spostamento minimo verticale del nodo. [cm]*
***Valore**: pressione massima sul terreno del nodo. [daN/cm²]*

Compressione estrema massima -1.25915 al nodo di indice 2, di coordinate x = 219, y = 213, z = -20, nel contesto SLV 1.
Spostamento estremo minimo -0.25183 al nodo di indice 2, di coordinate x = 219, y = 213, z = -20, nel contesto SLV 1.
Spostamento estremo massimo 0.01416 al nodo di indice 2, di coordinate x = 219, y = 213, z = -20, nel contesto SLV 16.

11.8. Verifiche

11.8.1 Verifica platea di fondazione

Nella modellazione si è considerata la presenza di fondazioni superficiali, schematizzando il suolo con un letto di molle elastiche di assegnata rigidezza. In direzione orizzontale si è considerata la struttura bloccata.

I valori di default dei parametri di modellazione del suolo, cioè quelli adottati dove non diversamente specificato, sono i seguenti:.

Coefficiente di sottofondo verticale per fondazioni superficiali (default) 5 [daN/cm³]

Per elementi nei quali si sono valutati i parametri geotecnici in funzione della stratigrafia sottostante si sono adottate le seguenti formulazioni di letteratura:

Metodo di calcolo della K verticale	Vesic
Metodo di calcolo della capacità portante	Vesic

La resistenza limite offerta dai pali in direzione orizzontale e verticale è funzione dell'attrito e della coesione che si può sviluppare all'interfaccia con il terreno. Oltre ai dati del suolo, descritti nelle seguenti stratigrafie, hanno influenza anche i seguenti parametri:
Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali) 2.3
Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali) 1.1

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

***Nodo**: indice del nodo di verifica.*
***Dir.**: direzione della sezione di verifica.*
***B**: base della sezione rettangolare di verifica. [cm]*
***H**: altezza della sezione rettangolare di verifica. [cm]*
***A. sup.**: area barre armatura superiori. [cm²]*
***C. sup.**: distanza media delle barre superiori dal bordo superiore della sezione. [cm]*
***A. inf.**: area barre armatura inferiori. [cm²]*
***C. inf.**: distanza media delle barre inferiori dal bordo inferiore della sezione. [cm]*
***Comb.**: combinazione di verifica.*
***M**: momento flettente. [daN*cm]*
***N**: sforzo normale. [daN]*
***Mu**: momento flettente ultimo. [daN*cm]*
***Nu**: sforzo normale ultimo. [daN]*
***c.s.**: coefficiente di sicurezza.*
***Verifica**: stato di verifica.*
***A. st.**: area staffe su interasse. [cm]*
***A. sag.**: area sagomati su interasse. [cm]*
***Ved**: taglio agente. [daN]*

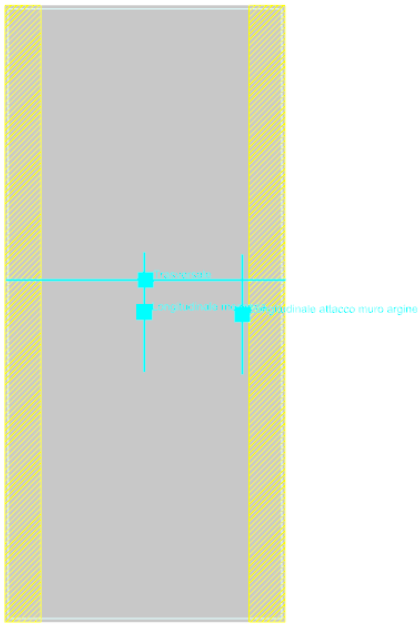
***Vrd**: taglio resistente. [daN]*
***Vrdc**: resistenza di calcolo a taglio per elementi privi di armature trasversali. [daN]*
***Vrsd**: resistenza di calcolo a taglio trazione. [daN]*
***Vrcd**: resistenza di calcolo a taglio compressione. [daN]*
***cotgϑ**: cotangente dell'inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse dell'elemento.*
***Asl**: area longitudinale tesa nella combinazione di verifica di Ved. [cm²]*
***σc**: tensione nel calcestruzzo. [daN/cm²]*
***σlim**: tensione limite. [daN/cm²]*
***Es/Ec**: coefficiente di omogenizzazione.*
***σf**: tensione nell'acciaio d'armatura. [daN/cm²]*
***Nome**: nome attribuito alla sezione di verifica.*
***X**: ascissa del punto medio della base nominale di verifica. [cm]*
***Y**: ordinata del punto centrale della base nominale di verifica. [cm]*
***Base nominale**: larghezza nominale della sezione di verifica. [cm]*
***Punto**: nome del punto di verifica.*
***Comb.**: combinazione.*
***Fh**: componente orizzontale del carico. [daN]*
***Fv**: componente verticale del carico. [daN]*
***Cnd**: resistenza valutata a breve o lungo termine (BT - LT).*
***Ad**: adesione di progetto. [daN/cm²]*
***Phi**: angolo di attrito di progetto. [deg]*
***RPl**: resistenza passiva laterale unitaria di progetto. [daN/cm²]*
***γR**: coefficiente parziale sulla resistenza di progetto.*
***Rd**: resistenza alla traslazione di progetto. [daN]*
***Ed**: azione di progetto. [daN]*
***Rd/Ed**: coefficiente di sicurezza allo scorrimento.*
***Verifica**: stato di verifica.*
***ID**: indice della verifica di capacità portante.*
***Fx**: componente lungo x del carico. [daN]*
***Fy**: componente lungo y del carico. [daN]*
***Fz**: componente verticale del carico. [daN]*
***Mx**: componente lungo x del momento. [daN*cm]*
***My**: componente lungo y del momento. [daN*cm]*
***ix**: inclinazione del carico in x. [deg]*
***iy**: inclinazione del carico in y. [deg]*
***ex**: eccentricità del carico in x. [cm]*
***ey**: eccentricità del carico in y. [cm]*
***B'**: larghezza efficace. [cm]*
***L'**: lunghezza efficace. [cm]*
***C**: coesione di progetto. [daN/cm²]*
***Qs**: sovraccarico laterale da piano di posa. [daN/cm²]*
***Rd**: resistenza alla rottura del complesso di progetto. [daN]*
***Ed**: azione di progetto (sforzo normale al piano di posa). [daN]*
***Rd/Ed**: coefficiente di sicurezza alla capacità portante.*
***N**:*
***Nq**: fattore di capacità portante per il termine di sovraccarico.*
***Nc**: fattore di capacità portante per il termine coesivo.*
***Ng**: fattore di capacità portante per il termine attritivo.*
***S**:*
***Sq**: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine di sovraccarico.*
***Sc**: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine coesivo.*
***Sg**: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine attritivo.*
***D**:*
***Dq**: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine di sovraccarico.*
***Dc**: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine coesivo.*
***Dg**: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine attritivo.*
***I**:*
***Iq**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine di sovraccarico.*
***Ic**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine coesivo.*
***Ig**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine attritivo.*

***B**:*
***Bq**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine di sovraccarico.*
***Bc**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine coesivo.*
***Bg**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine attritivo.*
***G**:*
***Gq**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine di sovraccarico.*
***Gc**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine coesivo.*
***Gg**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine attritivo.*
***P**:*
***Pq**: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine di sovraccarico.*
***Pc**: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine coesivo.*
***Pg**: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine attritivo.*
***E**:*
***Eq**: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine di sovraccarico.*
***Ec**: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine coesivo.*
***Eg**: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine attritivo.*

Platea

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

Geometria con individuazione delle sezioni di verifica



Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 4500
Calcestruzzo: C28/35 Rck 350

Sistema di riferimento e direzioni di armatura

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (219.3; 212.8; 0), direzione dell'asse X = (1; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 1; 0).
Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento.

Verifiche

Punti di verifica

Nome	X	Y	Base nominale	Dir.
Longitudinale mezzeria	Y	174.1	387.2	150
Trasversale	X	176	427.2	350
Longitudinale attacco muro argine	Y	296.6	384.1	150

Verifiche SLU flessione nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
Longitudinale attacco muro argine	Y	150	45	11.55	4.2	11.55	4.2	SLV 2	1391283	0	1677860	0	1.206	Si
Longitudinale attacco muro argine	Y	150	45	11.55	4.2	11.55	4.2	SLV 15	-228554	0	-1677860	0	7.3412	Si
Longitudinale mezzeria	Y	150	45	11.55	4.2	11.55	4.2	SLU 6	-144170	0	-1800913	0	12.4916	Si
Trasversale	X	349	45	15.79	5.5	15.79	5.5	SLV 2	115113	0	2298791	0	19.9698	Si
Trasversale	X	349	45	15.79	5.5	15.79	5.5	SLV 15	-51406	0	-2298791	0	44.7181	Si

Verifiche SLD Resistenza flessione nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
Longitudinale attacco muro argine	Y	150	45	11.55	4.2	11.55	4.2	SLD 2	921001	0	1677860	0	1.8218	Si
Longitudinale mezzeria	Y	150	45	11.55	4.2	11.55	4.2	SLD 4	-77485	0	-1677860	0	21.654	Si
Trasversale	X	349	45	15.79	5.5	15.79	5.5	SLD 6	89403	0	2298791	0	25.7126	Si
Trasversale	X	349	45	15.79	5.5	15.79	5.5	SLD 15	-17959	0	-2298791	0	127.9992	Si

Verifiche SLU taglio nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
Longitudinale attacco muro argine	Y	150	45	11.55	4.2	11.55	4.2	0	0	SLU 8	15239	0	25593	25593	0	156329	2.5	11.545	1.6794	Si
Longitudinale mezzeria	Y	150	45	11.55	4.2	11.55	4.2	0	0	SLV 16	-10967	0	25593	25593	0	156329	2.5	11.545	2.3336	Si
Longitudinale mezzeria	Y	150	45	11.55	4.2	11.55	4.2	0	0	SLV 1	4164	0	25593	25593	0	156329	2.5	11.545	6.1455	Si
Trasversale	X	349	45	15.79	5.5	15.79	5.5	0	0	SLV 5	266	0	58238	58238	0	352181	2.5	15.79	219.1546	Si
Trasversale	X	349	45	15.79	5.5	15.79	5.5	0	0	SLV 7	-260	0	58238	58238	0	352181	2.5	15.79	223.9124	Si

Verifiche SLD Resistenza taglio nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
Longitudinale attacco muro argine	Y	150	45	11.55	4.2	11.55	4.2	0	0	SLD 2	11877	0	33020	33020	0	156329	2.5	11.545	2.7801	Si
Longitudinale mezzeria	Y	150	45	11.55	4.2	11.55	4.2	0	0	SLD 16	-6601	0	33020	33020	0	156329	2.5	11.545	5.0025	Si
Trasversale	X	349	45	15.79	5.5	15.79	5.5	0	0	SLD 5	128	0	63411	63411	0	352181	2.5	15.79	497.1686	Si
Trasversale	X	349	45	15.79	5.5	15.79	5.5	0	0	SLD 7	-121	0	63411	63411	0	352181	2.5	15.79	526.1427	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σc	σlim	Es/Ec	Verifica
Longitudinale attacco muro argine	Y	150	45	11.55	4.2	11.55	4.2	SLE QP 2	576397	0	-10.3	130.7	15	Si
Longitudinale attacco muro argine	Y	150	45	11.55	4.2	11.55	4.2	SLE RA 2	576906	0	-10.3	174.3	15	Si
Longitudinale mezzeria	Y	150	45	11.55	4.2	11.55	4.2	SLE RA 2	-96642	0	-1.7	174.3	15	Si
Longitudinale mezzeria	Y	150	45	11.55	4.2	11.55	4.2	SLE QP 2	-66354	0	-1.2	130.7	15	Si
Trasversale	X	349	45	15.79	5.5	15.79	5.5	SLE QP 1	72661	0	-0.6	130.7	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σf	σlim	Es/Ec	Verifica
Longitudinale attacco muro argine	Y	150	45	11.55	4.2	11.55	4.2	SLE RA 2	576906	0	126.2	3600	15	Si

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σf	σlim	Es/Ec	Verifica
Longitudinale mezzeria	Y	150	45	11.55	4.2	11.55	4.2	SLE RA 2	-96642	0	21.1	3600	15	Si
Trasversale	X	349	45	15.79	5.5	15.79	5.5	SLE RA 1	72661	0	6.6	3600	15	Si
Trasversale	X	349	45	15.79	5.5	15.79	5.5	SLE RA 2	-6804	0	0.6	3600	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei punti generici

La piastra non presenta punti generici con apertura delle fessure.

Verifiche geotecniche

Dati geometrici dell'impronta di calcolo

Forma dell'impronta di calcolo: rettangolare di area equivalente
Centro impronta, nel sistema globale: 394.3; 597.8; -45
Lato minore B dell'impronta: 350
Lato maggiore L dell'impronta: 770
Area dell'impronta rettangolare di calcolo: 269500

Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 3.47

ID	Comb.	Fx	Fy	Fz	Mx	My	ix	iy	ex	ey	B'	L'	Cnd	C	Phi	Qs	γR	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
1	SLU 8	0	0	-244679	0	0	0	0	0	0	350	770	LT	0	40	0	2.3	3579420	-244679	14.63	Si
2	SLV 14	44558	-5699	-167347	1687037	11462058	15	-2	68	10	213	750	LT	0	40	0	2.3	580784	-167347	3.47	Si
3	SLD 4	-18812	2572	-167347	-761240	-4846244	-6	1	-29	-5	292	761	LT	0	40	0	2.3	1827814	-167347	10.92	Si

Verifiche geotecniche di capacità portante - fattori utilizzati nel calcolo di Rd

ID	N			S			D			I			B			G			P			E		
	Nq	Nc	Ng	Sq	Sc	Sg	Dq	Dc	Dg	Iq	Ic	Ig	Bq	Bc	Bg	Gq	Gc	Gg	Pq	Pc	Pg	Eq	Ec	Eg
1	64	75	109	1.38	1.39	0.82	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	64	75	109	1.24	1.24	0.89	1	1	1	0.58	0.57	0.42	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.99	0.99	0.99
3	64	75	109	1.32	1.33	0.85	1	1	1	0.81	0.81	0.72	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.99	1	0.99

11.8.2 Verifica muri d'argine

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

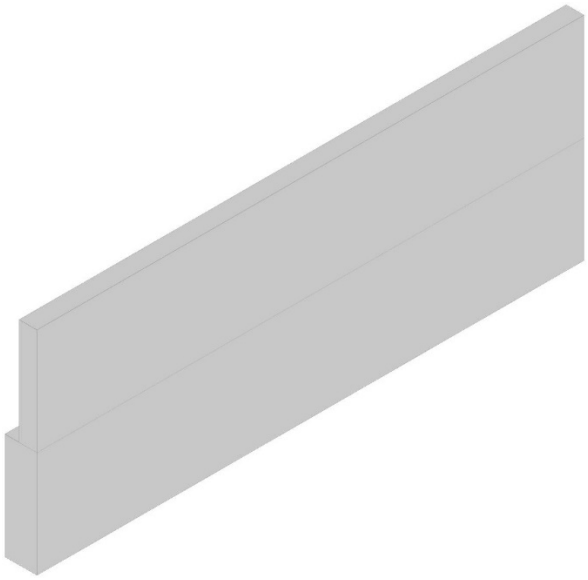
***Descrizione breve**: nome sintetico assegnato al livello.*
***Descrizione**: nome assegnato al livello.*
***Quota**: quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [cm]*
***Spessore**: spessore del livello. [cm]*
***Descrizione**: descrizione della sezione di verifica.*
***Dir.**: direzione della sezione di verifica.*
***Base**: base della sezione. [cm]*
***Altezza**: altezza della sezione. [cm]*
***As,sup**: area di acciaio efficace superiore. [cm]*
***As,inf**: area di acciaio efficace inferiore. [cm]*
***c,sup**: copriferro medio superiore. [cm]*
***c,inf**: copriferro medio inferiore. [cm]*
***Comb.**: combinazione di verifica.*
***MEd**: momento agente. [daN*cm]*
***NEd**: sforzo normale agente, positivo se di trazione. [daN]*
***MRd**: momento resistente. [daN*cm]*
***NRd**: sforzo normale resistente, positivo se di trazione. [daN]*
***c.s.**: coefficiente di sicurezza.*
***Verifica**: stato di verifica.*
***d**: altezza utile. [cm]*
***bw**: minima larghezza anima. [cm]*
***Armatura a taglio**: necessità di armatura a taglio.*
***Asw/s**: rapporto tra l'area dell'armatura trasversale e l'interasse tra due armature consecutive.*
***VEd**: taglio agente. [daN]*
***Vrd,c**: resistenza di calcolo a taglio per elementi privi di armature trasversali. [daN]*

***Vrcd**: valore resistente di calcolo a taglio compressione del calcestruzzo d'anima. [daN]*
***Vrsd**: valore resistente di calcolo a taglio trazione dell'armatura trasversale. [daN]*
***VRd**: resistenza a taglio. [daN]*
***cotg(ϑ)**: cotangente dell'angolo dei puntoni rispetto all'asse.*
***Asl**: area armatura longitudinale. [cm²]*
***Sezione fessurata**: sezione fessurata.*
***σc**: tensione del calcestruzzo. [daN/cm²]*
***σc limite**: tensione limite del calcestruzzo. [daN/cm²]*
***Es/Ec**: coefficiente di omogenizzazione.*
***σf**: tensione dell'armatura. [daN/cm²]*
***σf limite**: tensione limite dell'armatura. [daN/cm²]*
***Nome**: nome attribuito alla sezione di verifica.*
***X**: ascissa del punto medio della base nominale di verifica. [cm]*
***Y**: ordinata del punto centrale della base nominale di verifica. [cm]*
***Base nominale**: larghezza nominale della sezione di verifica. [cm]*
***Indice sezione**: indice della sezione di verifica.*
***Quota**: quota della sezione di verifica. [cm]*
***Tipo**: descrizione della quota.*
***Quota ritegno**: quota del ritegno all'instabilità. [cm]*
***β**: valore del coefficiente nel tratto al di sopra del ritegno all'instabilità.*
***MEd,x**: momento agente attorno all'asse x della sezione di verifica. [daN*cm]*
***MRd,x**: momento resistente attorno all'asse x della sezione di verifica. [daN*cm]*
***MEd,y**: momento agente attorno all'asse y della sezione di verifica. [daN*cm]*
***MRd,y**: momento resistente attorno all'asse y della sezione di verifica. [daN*cm]*
***NEd**: sforzo normale agente, negativo se di compressione. [daN]*
***NRd**: sforzo normale resistente, negativo se di compressione. [daN]*
***Quota ritegno inf.**: quota della ritegno inferiore. [cm]*
***Quota ritegno sup.**: quota della ritegno superiore. [cm]*
***ΔH**: distanza tra i ritegni all'interno dei quali cade la sezione. [cm]*
***βx**: valore di β per inflessione attorno l'asse x-x.*
***λx**: snellezza per inflessione attorno l'asse x-x.*
***βy**: valore di β per inflessione attorno l'asse y-y.*
***λy**: snellezza per inflessione attorno l'asse y-y.*
***λ,lim,x**: snellezza limite per inflessione attorno l'asse x-x. D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.9.2 [4.1.41].*
***λ,lim,y**: snellezza limite per inflessione attorno l'asse y-y. D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.9.2 [4.1.41].*
***MxEd**: momento agente attorno l'asse x-x della sezione, privo di imperfezioni e effetti del secondo ordine. [daN*cm]*
***M0Ed,x**: momento del primo ordine attorno l'asse x-x della sezione, considerante eventuali imperfezioni geometriche. [daN*cm]*
***M2,x**: momento del secondo ordine attorno l'asse x-x della sezione. [daN*cm]*
***MEd,tot,x**: momento di verifica attorno l'asse x-x della sezione. [daN*cm]*
***MRd,x**: momento resistente attorno l'asse x-x della sezione in pressoflessione deviata. [daN*cm]*
***MyEd**: momento agente attorno l'asse y-y della sezione, privo di imperfezioni e effetti del secondo ordine. [daN*cm]*
***M0Ed,y**: momento del primo ordine attorno l'asse y-y della sezione, considerante eventuali imperfezioni geometriche. [daN*cm]*
***M2,y**: momento del secondo ordine attorno l'asse y-y della sezione. [daN*cm]*
***MEd,tot,y**: momento di verifica attorno l'asse y-y della sezione. [daN*cm]*
***MRd,y**: momento resistente attorno l'asse y-y della sezione in pressoflessione deviata. [daN*cm]*
***NRd**: sforzo normale resistente. [daN]*

11.8.3 Muro d'argine

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

Geometria



Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 4500
Calcestruzzo: C28/35 Rck 350

Livelli significativi

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	40
L2	Fondo attuale	150	15
L3	Copertura	300	15

Verifiche

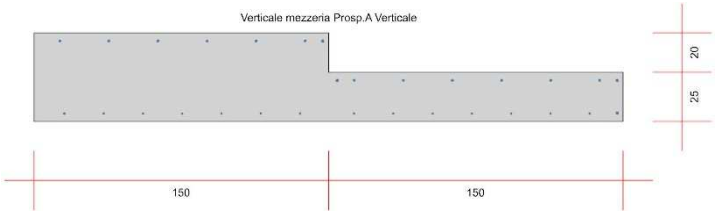
Punti di verifica

Nome	Dir.	X	Y	Base nominale
Orizzontale inferiore	Orizzontale	383.7	8.7	150
Verticale mezzeria	Verticale	383.3	152.7	350
Orizzontale sotto attacco sottomurazione	Orizzontale	385.8	131.9	150
Orizzontale sopra attacco sottomurazione	Orizzontale	383.9	170.5	150
Orizzontale appoggio solaio copertura	Orizzontale	383.6	278.4	150

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
Orizzontale sopra attacco sottomurazione Prosp.A	Orizzontale	150	25	9.24	9.24	5.6	5.2
Orizzontale inferiore Prosp.A	Orizzontale	150	45	9.24	12.06	5.4	5.3
Orizzontale sotto attacco sottomurazione Prosp.A	Orizzontale	150	45	9.24	15.84	5.6	11.12
Orizzontale appoggio solaio copertura Prosp.A	Orizzontale	150	25	6.64	6.64	5.6	5.6

Sezioni poligonali



Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
Orizzontale sopra attacco sottomurazione Prosp.A	Orizzontale	SLV 4	-749630	-10242	-753024	-10289	1.0045	Si
Orizzontale inferiore Prosp.A	Orizzontale	SLV 15	1404177	-12648	1603688	-14445	1.1421	Si
Orizzontale sotto attacco sottomurazione Prosp.A	Orizzontale	SLV 3	-755736	-11287	-2218208	-33129	2.9352	Si
Orizzontale inferiore Prosp.A	Orizzontale	SLV 4	-375875	-12644	-3897639	-131112	10.3695	Si
Orizzontale appoggio solaio copertura Prosp.A	Orizzontale	SLV 2	-111305	-9519	-1630742	-139459	14.6511	Si

Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
Orizzontale sopra attacco sottomurazione Prosp.A	Orizzontale	SLD 4	-581630	-10251	-785977	-13853	1.3513	Si
Orizzontale inferiore Prosp.A	Orizzontale	SLD 15	890753	-12648	1805636	-25639	2.0271	Si
Orizzontale sotto attacco sottomurazione Prosp.A	Orizzontale	SLD 3	-515813	-11291	-2612998	-57198	5.0658	Si
Orizzontale appoggio solaio copertura Prosp.A	Orizzontale	SLD 4	-91357	-9522	-1778040	-185328	19.4624	Si
Verticale mezzeria Prosp.A	Verticale	SLD 1	-46956	-756	-3256763	-52410	69.3582	Si

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

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
Orizzontale inferiore Prosp.A	Orizzontale	39.6	150	Non necessaria	0	SLV 15	-14973	-12648	1404177	26741	153458	0	26741	2.5	9.236	1.7859	Si
Orizzontale appoggio solaio copertura Prosp.A	Orizzontale	19.4	150	Non necessaria	0	SLU 7	7821	-13566	-113027	17106	75966	0	17106	2.5	6.639	2.187	Si
Orizzontale sotto attacco sottomurazione Prosp.A	Orizzontale	39.4	150	Non necessaria	0	SLV 16	-7767	-11303	58006	26469	152500	0	26469	2.5	9.236	3.4079	Si
Orizzontale sopra attacco sottomurazione Prosp.A	Orizzontale	19.8	150	Non necessaria	0	SLV 4	3936	-10242	-749630	17064	77124	0	17064	2.5	9.236	4.3348	Si
Verticale mezzeria Prosp.A	Verticale	41	150	Non necessaria	0	SLV 7	-258	-917	-35519	25749	157085	0	25749	2.5	12.535	99.987	Si

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

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
Orizzontale inferiore Prosp.A	Orizzontale	39.6	150	Non necessaria	0	SLD 15	-12464	-12648	890753	26741	153458	0	26741	2.5	9.236	2.1454	Si
Orizzontale appoggio solaio copertura Prosp.A	Orizzontale	19.4	150	Non necessaria	0	SLD 4	6269	-9522	-91357	16635	75480	0	16635	2.5	6.639	2.6534	Si
Orizzontale sotto attacco sottomurazione Prosp.A	Orizzontale	33.9	150	Non necessaria	0	SLD 16	-5696	-11298	-170965	23819	131134	0	23819	2.5	15.84	4.1817	Si
Orizzontale sopra attacco sottomurazione Prosp.A	Orizzontale	19.8	150	Non necessaria	0	SLD 4	2314	-10251	-581630	17065	77125	0	17065	2.5	9.236	7.3757	Si
Verticale mezzeria Prosp.A	Verticale	41	150	Non necessaria	0	SLD 7	-185	-813	-35101	25740	157075	0	25740	2.5	12.535	139.4005	Si

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

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
Orizzontale sopra attacco sottomurazione Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 2	-458381	-10258	No	-30	130.7	15	4.3629	Si
Orizzontale sopra attacco sottomurazione Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 2	-456502	-10946	No	-30	174.3	15	5.8058	Si
Orizzontale inferiore Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 2	514238	-12649	No	-11.1	130.7	15	11.7718	Si
Orizzontale inferiore Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 2	525425	-13332	No	-11.4	174.3	15	15.285	Si
Orizzontale sotto attacco sottomurazione Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	-343621	-11000	No	-7.9	130.7	15	16.5472	Si

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

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σf	σf limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
Orizzontale sopra attacco sottomurazione Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 1	-459187	-9963	No	202.8	3600	15	17.7556	Si
Orizzontale inferiore Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 2	525425	-13332	No	81.4	3600	15	44.2302	Si
Orizzontale sotto attacco sottomurazione Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 1	-343621	-11000	No	49.8	3600	15	72.3201	Si
Orizzontale appoggio solaio copertura Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 1	-78022	-9231	No	4.4	3600	15	824.1865	Si
Verticale mezzeria Prosp.A	Verticale	SLE RA 1	-38544	-711	No	4.2	3600	15	862.1241	Si

11.8.4 Verifica dispositivo di connessione

Verifica a taglio bulloni

F_{max} = 2521 daN [Azione assiale massima in corrispondenza nervature esistenti - Combinazione S.L.U. 7]

Calcolo forza di taglio agente su ogni bullone dovuto al momento parassita creato dall'eccentricità del carico

$M_{Ed,p}$ = 2521 x 10 = 25210 daN/cm (momento di trasporto in asse bullonatura)

$F_{v,Ed,p}$= (25210 / 10) / 4 = 630.25 daN

Calcolo forza di taglio dovuto alla ripartizione della forza F per ogni bullone

$F_{v,Ed}$ = 2521 / 4 = 630.25 daN

Calcolo forza di taglio totale agente sul bullone maggiormente sollecitato

$F_{v,Ed-tot}$ = 630.25 + 630.25 = 1260.50 daN

Calcolo $F_{v,Rd}$ – M14 8.8

$F_{v,Rd}$ =(0.6 x f_{tb} x A_{res}) γ_{M2} = (0.6 X 800 X 115) / 1.25 = 44160 N = 4416 daN

$F_{v,Rd} > F_{v,Ed-tot}$ Verificato

Verifica tensioni di contatto calcestruzzo – barra filettata

Si adotta a favore di sicurezza un calcestruzzo di bassa qualità (C16/20) con un L.C. 1 corrispondente ad un F.C. = 1.35.

Le barre di connessione verranno fissate al calcestruzzo esistente per una profondità pari a circa 15 cm.

$F_{v,Ed-tot}$ = 1260.50 daN

Calcolo Resistenza di calcolo SLU a compressione del calcestruzzo esistente

$f_{cd} = (\alpha_{cc} \times f_{ck}) / \gamma_c = (0.85 \times 20) / 1.50 = 11.33$ N/mm^2 = 113.3 daN/cm^2

$f_{cd\text{-}LC1} = f_{cd} / 1.35 = 113.3 / 1.35 = 84$ daN/cm^2

Calcolo tensione massima agente sul calcestruzzo

$\sigma_{media} = F_{v,Ed\text{-}tot} / (L \times (2\pi r/2)) = 1260.50 / (15 \times 2.19) = 38.37$ daN/cm^2

$\sigma_{max} = 2 \times \sigma_{media} = 2 \times 38.37 = 76.74$ daN/cm^2

$f_{cd\text{-}LC1} > \sigma_{max}$ Verificato