

COMMITTENTE / PROPRIETARIO / RAPPRESENTANTE LEGALE	RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO / RESPONSABILE DEI LAVORI
PROGETTISTA	DIRETTORE DEI LAVORI
COORDINATORE PER LA PROGETTAZIONE DEI LAVORI	COORDINATORE PER LA ESECUZIONE DEI LAVORI
IMPRESA APPALTATRICE	IMPRESA SUBAPPALTATRICE / IMPRESA ADDETTA AI LAVORI



ASSEGNAZIONI FSC
STRATEGIE TERRITORIALI D'AREA OMOGENEA - PROGRAMMA AMBIENTALE E DI RIGENERAZIONE CULTURALE
ATTRaverso L'UTILIZZO DI TECNOLOGIE SMART E DI ARTE CONTEMPORANEA
PER INNOVARE I PROCESSI E ACCOMUNARE I BISOGNI, NEGOZIARE I PROGETTI,
UNIRE E RIVITALIZZARE IL TERRITORIO, AUMENTARE L'ATTRATTIVA DELL'AERA
AREA OMOGENEA - PIANURA TORINESE - "P.A.R.C.O. SM.ART. PIANURA"

0	27/03/2026	Elaborazione alfa - numerica per progetto esecutivo	M	N	M
REV.	DATA	DESCRIZIONE	DIS.	CON.	APP.

MASSIMILIANO VIARENGO ARCHITETTO Via XXIV Maggio, 4 bis - Moncalieri (TO) Tel. 011/641.827 - Fax 011/641.827 e-mail: viarengo.massimiliano@studiogiallo.com pec: viarengo.max@architettitorinopec.it		COMMITTENTE COMUNE DI CANTALUPA VIA CHIESA, 43 - CANTALUPA (TO) UBICAZIONE INTERVENTO COMUNE DI CANTALUPA (TO)									
OGGETTO											
LAVORI DI RIQUALIFICAZIONE URBANA ALL'INTERNO DEL CENTRO ABITATO TRA VIA TORINO ED IL TORRENTE NOCE											
DESCRIZIONE ELABORATO											
RELAZIONE GEOTECNICA											
ALL.	DATA	COMMESSA / NOME FILE									
20		PROGETTO ESECUTIVO									
		0	3	2	5	E	R	S	1	0	

**Città Metropolitana di Torino
Comune di Cantalupa**

**Progetto "P.A.R.C.O. SM.ART. URBANO
Riqualificazione area urbana via Torino**

RELAZIONE GEOTECNICA

ADEMPIMENTI NORMATIVI: D.M. 17 gennaio 2018 –NTA PRG –

**Committente: Comune di CANTALUPA
Via Chiesa 43
10060 CANTALUPA**

Dott. Geol. Marco NOVO



10 Febbraio 2026

**Studio
PROGEA**

di Marco Novo Geologo

Via Carducci 15, 13044 CRESCENTINO (VC)

Tel. 0161-842055/348-2443334

e-mail: marco.novo@geologipiemonte.it

marco.novo@studioprogea.com

www.studioprogea.com

PIVA 07633500017 CF NVOMRC62B13L219H

1 PREMESSA

Su incarico della committenza, in ottemperanza al D.M. 17/01/2018 (Norme tecniche per le costruzioni) ed alle NTA del PRG comunale, viene redatta una Relazione Geotecnica, a supporto del progetto "P.A.R.C.O. SM.ART. URBANO - Riqualficazione area urbana in via Torino".

Nella presente relazione vengono esposti i calcoli, elaborati sulla base dei parametri caratteristici definiti nell'ambito della Relazione Geologica, per le seguenti verifiche agli Stati Limite Ultimi e agli Stati Limite di esercizio:

- 1) **OPERA 1** (struttura che costituisce il marciapiede stradale con soletta a sbalzo, poggiante sul muro in pietra esistente e fondata tramite cordolo su micropali)
 - a) Verifica di capacità portante e dei cedimenti attesi
 - b) Verifica di stabilità globale del versante in condizioni statiche ed in condizioni sismiche.
- 2) **OPERA 2** (scogliera in massi ciclopici in sponda destra del torrente Noce)
 - a) Verifica dell'opera di sostegno nella geometria finale del versante a tergo, prevista dai futuri interventi (capacità portante dei terreni di fondazione, scorrimento alla base e ribaltamento)

Non viene invece sottoposta a verifica la stabilità globale del pendio che il progetto attuale non prevede di modificare.

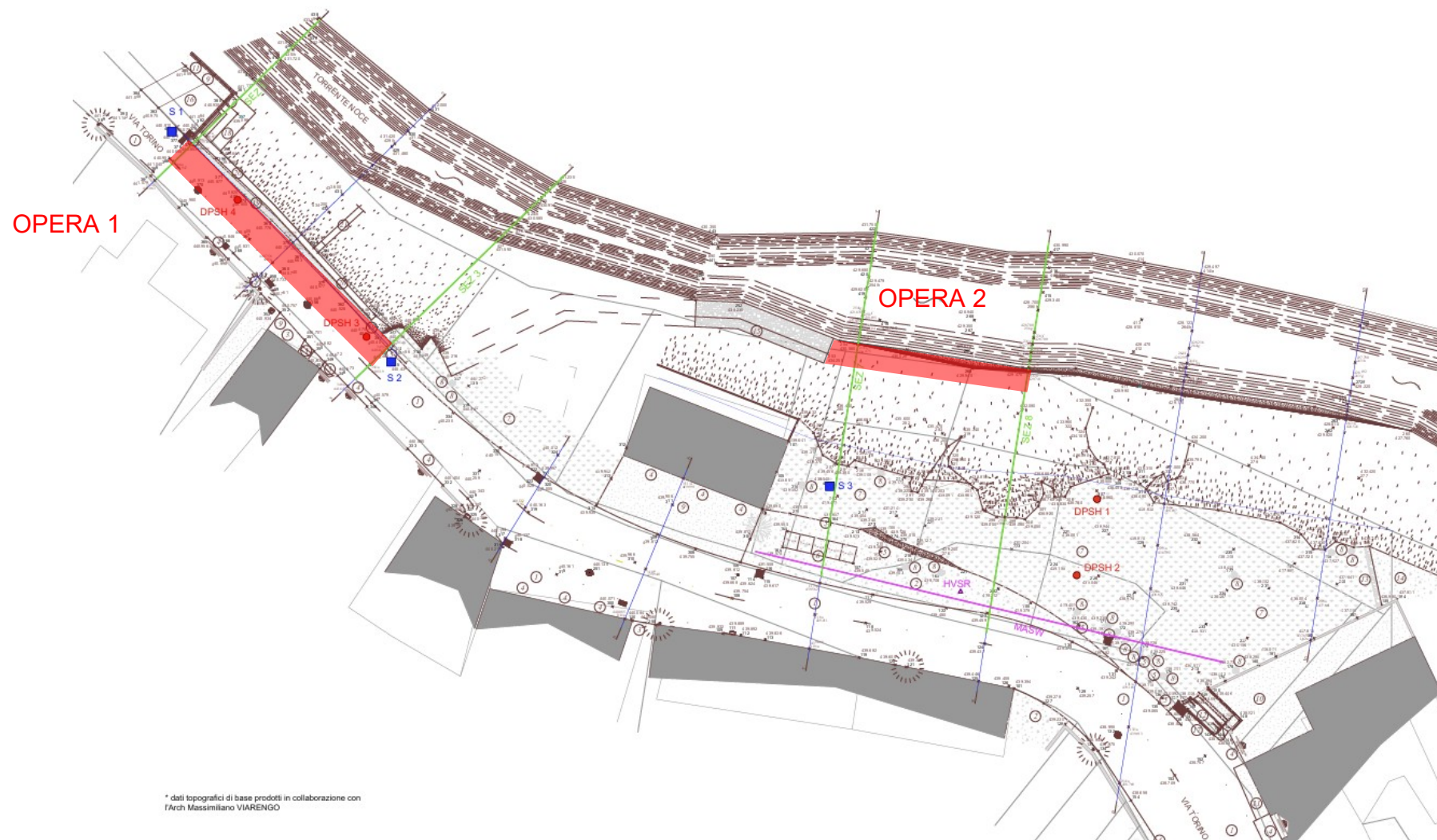


Figura 1 Planimetria di ubicazione dei siti di intervento

2 IL MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO DEI SITI DI INTERVENTO

Sulla base dei dati ottenuti dai sondaggi e dalle prove penetrometriche, nonché dall'analisi degli affioramenti dei terreni presenti nelle incisioni sulle sponde ed in alveo del torrente Noce, è stato ricostruito il modello geologico e geotecnico dei due siti di intervento.

Lo stesso è stato rappresentato sulle sezioni della tavola G2, allegata alla Relazione Geologica.

Sito Opera 1

A partire dalla superficie e con consistenza in rapida risalita con la profondità si riconoscono.

Strato 1b = Materiali di riporto antropico e/o terreni rimaneggiati a granulometria prevalentemente medio-grossolana – terreni granulari moderatamente addensati.

Strato 2a = Ghiaie con clasti fino a 6 cm subangolosi o subarrotondati con sabbie – terreni granulari molto grossolani con matrice grossolana molto addensati.

Strato 2b = Sabbie limose con ghiaie alterate (con clasti centimetrici spigolosi) cementate (depositi glaciali e/o fluvio-glaciali) – terreni granulari grossolani alterati con matrice fine molto addensati e cementati.

I parametri geotecnici caratteristici dei tre strati individuati, sono sintetizzati nella seguente tabella:

	N _{SPT}	DR (%)	Φ'	c' kPa	γ_{sat} (t/m ³)			
STRATO 1b	8	26	28°	0	1,8	MODERATAMENTE ADDENSATI		
STRATO 2a	59	72	44°	0	2,1	MOLTO ADDENSATI		
STRATO 2b	42		40°	59	2	(CEMENTATI)		

Sito Opera 2

A partire dalla superficie e con addensamento variabile con la profondità si riconoscono:

Strato 1a = Materiali di riporto antropico e/o terreni rimaneggiati a granulometria prevalentemente fine – terreni granulari fini sciolti o poco addensati.

Strato 1b = Materiali di riporto antropico e/o terreni rimaneggiati a granulometria prevalentemente medio-grossolana – terreni granulari moderatamente addensati.

Strato 2a = Ghiaie con clasti fino a 6 cm subangolosi o subarrotondati con sabbie – terreni granulari molto grossolani con matrice grossolana molto addensati.

Strato 2b = Sabbie limose con ghiaie alterate (con clasti centimetrici spigolosi) cementate (depositi glaciali e/o fluvio-glaciali) – terreni granulari grossolani alterati con matrice fine molto addensati e cementati.

I parametri geotecnici caratteristici dei quattro strati individuati, sono sintetizzati nella seguente tabella:

	N _{SPT}	DR (%)	Φ'	c' kPa	γ _{sat} (t/m ³)			
STRATO 1a	3	11	22°	0	1,8	SCIOLTO		
STRATO 1b	8	26	28°	0	1,8	MODERATAMENTE ADDENSATI		
STRATO 2a	59	72	44°	0	2,1	MOLTO ADDENSATI		
STRATO 2b	42		40°	59	2	(CEMENTATI)		

3. LA STIMA DEL MODULO DI REAZIONE VERTICALE (coefficiente di Winkler -K_v)

Con la finalità di fornire un parametro utile per la valutazione dell'interazione terreno struttura ed indispensabile per i normali software commerciali di calcolo strutturale, viene fatta una stima del modulo di reazione verticale riferita al cordolo del marciapiede a sbalzo (Opera 1) in progetto. Si sottolinea che l'utilizzo di un modello di suolo alla Winkler, da cui tale parametro discende, pur essendo una semplificazione datata e priva di un preciso significato fisico, è ancora molto diffuso nelle applicazioni pratiche.

Esso presuppone che il modulo di reazione verticale, definito dal rapporto

$$K_v = \sigma / s$$

tra la pressione esercitata e il cedimento, dovrebbe a rigore essere determinato valutando non solo la deformabilità del terreno ma anche la geometria della fondazione e l'entità dei carichi applicati. Non è pertanto una caratteristica intrinseca del terreno, ma per così dire un "artificio numerico" che deriva dall'interazione tra struttura e terreno.

Il suo valore, tuttavia, può essere stimato con la formula proposta da Vesic (1961)

$$K' = \frac{0,65 \cdot E}{1-\nu^2} \left[\frac{E \cdot B^4}{(Ef)_t} \right]^{1/12}$$

Nella quale:

E = modulo elastico

ν = modulo di Poisson

Dal momento che il termine tra parentesi quadra moltiplicato per 0,65 nei casi più ricorrenti è prossimo al valore 1 e che

$$K_v = \frac{K'}{B}$$

la formula si riduce alla seguente

$$K_v = \frac{E}{B \cdot (1 - \nu^2)}$$

Secondo Bowles (1982) il modulo elastico E del terreno può essere valutato facendo ricorso ad una relazione empirica a partire da valori di N_{SPT} di prove penetrometriche standard; per sabbie ghiaiose la relazione proposta è:

$$E = 1200 (N_{SPT} + 6)$$

I valori derivanti sono pertanto i seguenti:

Strato di appoggio 1b tra le profondità di 1,00 e 2,00 m

$$N_{SPT} = 8$$

$$E = 16.800 \text{ kPa}$$

$$B = 1,2 \text{ m}$$

$$\nu = 0,34$$

Da cui

$$K_v = \frac{16.800}{1,06} = 15.849 \text{ kN/m}^3 = 1,62 \text{ kg/cm}^3$$

4. I PARAMETRI SISMICI DI PROGETTO

La caratterizzazione sismica dei siti, come descritto nell'ambito delle Relazione Geologica, è stata prodotta tramite acquisizioni sismiche dirette. La sismostratigrafia dei siti ricostruita consente di determinare valori di V_{seq} di circa 310 m/s che individuano una categoria di **Sottosuolo di tipo C** *“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s”*.

Le accelerazioni massime al suolo ed i coefficienti sismici sono stati determinati con il software on-line Geostru PS (figura 2)

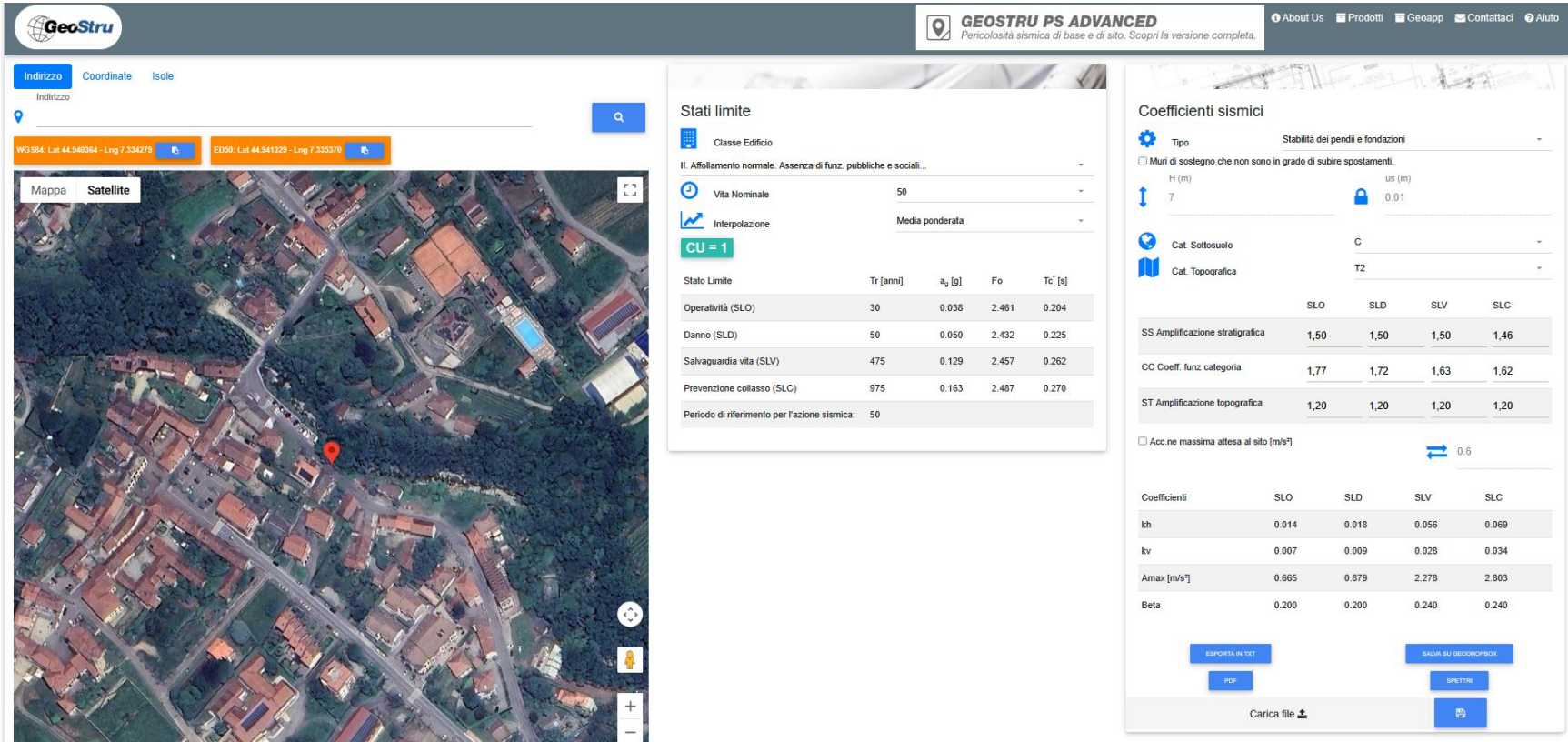


Figura 2 Parametri sismici dal software On-line Geostru PS

OPERA 1

5. LE FONDAZIONI IN PROGETTO

Sulla base del modello geologico, geotecnico e sismico definito e descritto nell'ambito della Relazione Geologica e dopo l'accertamento diretto tramite prove di carico sul muro in pietra esistente, i Progettisti hanno definito di realizzare un fondazione mista che consentisse di rispondere alle esigenze di adeguato immorsamento e di bilanciamento dei momenti ribaltanti (nonché di rispettare gli spazi operativi disponibili) tramite un cordolo tozzo di 1,80 m di larghezza per 1,20 m di spessore, fondato su micropali eccentrici da 0,20 m e con interasse di circa 1,45 m.

Le verifiche che seguono NON tengono conto cautelativamente dei seguenti contributi:

- a) Supporto del muro in pietra esistente;
- b) Incremento di capacità portante (laterale e di base) delle fondazioni profonde.

6. FONDAZIONI: VERIFICHE GEOTECNICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

La verifica geotecnica delle strutture di fondazione ai sensi delle NTC 2018, viene prodotta agli stati limite ultimi, valutando, che le resistenze del terreno (R_d) risultino superiori alle azioni di progetto derivanti dai carichi imposti dalla nuova costruzione (E_d).

Gli stati limite ultimi determinati dalla resistenza del terreno interagente con le fondazioni riguardano principalmente il collasso per carico limite nei terreni di fondazione.

La valutazione della pressione limite per le fondazioni in progetto è stata prodotta in condizioni drenate in termini di tensioni efficaci, utilizzando la formulazione di Brinch-Hansen:

$$q'_{lim} = 0,5 \gamma B N_\gamma + q' N_q \quad \text{fondazione nastriforme}$$

in cui:

γ = peso di volume (kN/m^3)

B = larghezza fondazione (m)

N_γ, N_q = fattori di capacità portante dipendenti da ϕ' (Vesic 1973)

$q' = \gamma d$ = sovraccarico laterale agente alla profondità D

Non è stato necessario tener conto dell'eccentricità del carico (in quanto poco rilevante), che il modello implementato avrebbe considerato utilizzando il criterio delle dimensioni equivalenti (Meyerhof, 1953), corrispondente alla minima superficie rispetto alla quale la risultante del carico risulta centrata, valutando pertanto il valore della larghezza di fondazione ridotta

$$B_R = B - 2e$$

Dove l'eccentricità $e = M_d/N_d$

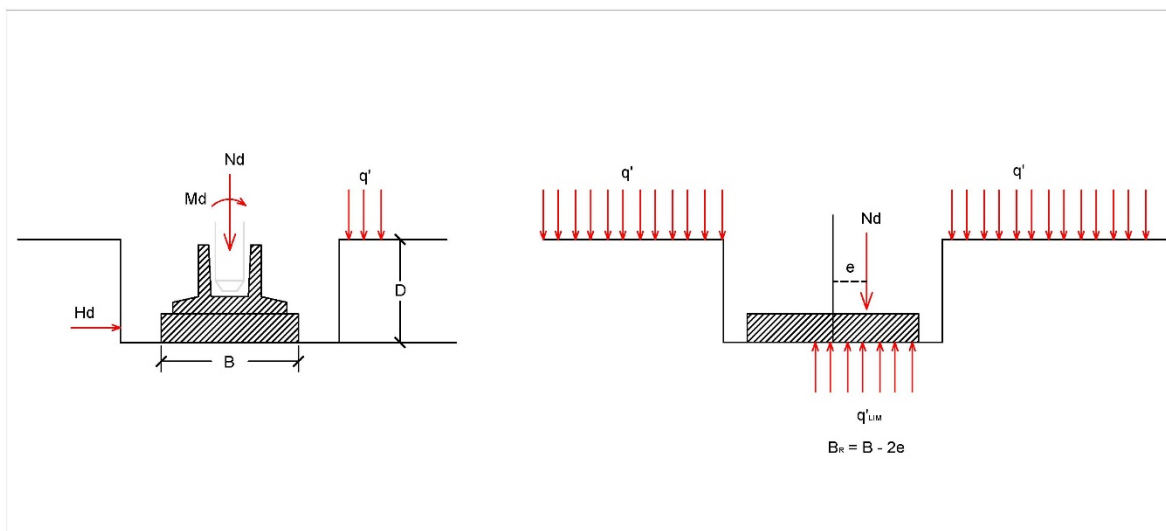


FIGURA 3: schema di calcolo della capacità portante

L'analisi geotecnica di capacità portante dei terreni è stata prodotta per la fondazione a cordolo poggiante sullo strato geotecnico 1b (ad una profondità di 1,20).

Per il calcolo sono stati utilizzati i seguenti dati dimensionali, di carichi al piede (forniti dal progettista strutturale):

SLU

N_d unitario = 29,9 kN/m²

$M_x - M_y = 0$

Dimensione del cordolo

$B = 1,80$ m $D = 1,20$ m

Ed i seguenti dati geotecnici

Terreno (Strato 1b)

$\gamma = 18$ kN/m³

$\phi'_k = 28^\circ$

$c' = 0$

$N_\gamma = 16,72$

$N_q = 14,72$

La verifica agli SLU effettuata con l'Approccio 2 (A1+M1+R3) tramite foglio di calcolo implementato, risulta ampiamente positiva sia in condizioni statiche sia in condizioni sismiche. Di seguito i dettagli di calcolo.

(APPROCCIO 2 - A1+M1+R3) CONDIZIONI STATICHE

γ (kN/m ³)	ϕ' k	N_γ	N_q	d
18	28	16,72	14,72	0
				q'
				0

$$\gamma_R = 2,3$$

$$Q'_{LIM} = \frac{q'_{lim} B_R}{\gamma_R}$$

RESISTENZE

γ (kN/m ³)	ϕ 'k	B	Nγ	Nq	d
18	28	1,80	16,72	14,72	0
		B _R			q'
		1,80			0

q'_{LIM} (kPa)
270,9

$$Q'_{LIM} = \frac{q'_{lim} B_{Rx}}{\gamma_R}$$

$$\gamma_R = 2,3$$

	Q' LIM (kN/m)
Rd	212,0

Ed (kN/m)
91

Ed<Rd VERIFICATO

(APPROCCIO 2 - A1+M1+R3) CONDIZIONI SISMICHE

RESISTENZE

γ (kN/m ³)	ϕ'_k	B	N γ	Nq	d
18	28	1,80	16,72	14,72	0
		B _P			q'
					0

B_R	0		
1,80			
k_h (SLV)	$tg \phi'_k$	$k_h/tg \phi'_k$	$z\gamma = z_q$
0,056	0,531709	0,105321	0,96179738

Categoria sottosuolo C

$$q'_{lim} \text{ (kPa)}$$

$$Q'_{LIM} = \frac{q'_{lim} B_R}{\gamma_R}$$

$$\gamma_R = 2,3$$

Q' LIM (kN)
204

Ed **91,2** Ed<Rd **VERIFICATO**

AZIONI (da carichi e componenti forniti dal progettista strutturale)

	Nd		Mz	
carico	91,2	kN/m	momento	0 kN m/m

AZIONI (da carichi e componenti forniti dal progettista strutturale)

AZIONI
Carichi

	Nd		Mx	
carico	91,2	kN/m	momento	0 kN m/m

7 FONDAZIONI: VERIFICHE GEOTECNICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

La verifica agli Stati Limite di Esercizio (SLE) in considerazione dei cedimenti attesi è stata prodotta con il metodo di Burland & Burbidge (1985) ed implementata tramite foglio di calcolo appositamente predisposto.

Il metodo si basa sui dati ottenuti da prove penetrometriche dinamiche, prevedendo la correlazione con l'indice di compressibilità I_c . L'espressione del cedimento proposta dai due autori è la seguente:

$$S = f_s \cdot f_H \cdot f_t \cdot \left[\sigma'_{v0} \cdot B^{0.7} \cdot I_C / 3 + (q' - \sigma'_{v0}) \cdot B^{0.7} \cdot I_C \right]$$

nella quale:

q' = pressione efficace lorda;

σ'_{v0} = tensione verticale efficace alla quota d'imposta della fondazione;

B = larghezza della fondazione;

I_c = indice di compressibilità;

f_s , f_H , f_t = fattori correttivi che tengono conto rispettivamente della forma, dello spessore dello strato compressibile e del tempo, per la componente viscosa.

L'indice di compressibilità I_c è legato al valore medio N_{av} di N_{spt} all'interno di una profondità significativa z :

$$I_c = \frac{1.706}{N_{AV}^{1.4}}$$

Per quanto riguarda i valori di N_{spt} da utilizzare nel calcolo del valore medio N_{AV} va precisato che i valori vanno corretti, per sabbie con componente limosa sotto falda e $N_{spt} > 15$, secondo l'indicazione di Terzaghi e Peck (1948)

$$N_c = 15 + 0.5 (N_{spt} - 15)$$

dove N_c è il valore corretto da usare nei calcoli.

Per depositi ghiaiosi o sabbioso-ghiaiosi il valore corretto è pari a:

$$N_c = 1.25 N_{spt}$$

Le espressioni dei fattori correttivi f_s , f_H ed f_t sono rispettivamente:

$$f_S = \left(\frac{1.25 \cdot L / B}{L / B + 0.25} \right)^2$$

$$f_H = \frac{H}{z_i} \left(2 - \frac{H}{z_i} \right)$$

$$f_t = \left(1 + R_3 + R \cdot \log \frac{t}{3} \right)$$

Con:

t = tempo in anni > 3;

R3 = costante pari a 0.3 per carichi statici e 0.7 per carichi dinamici;

R = 0.2 nel caso di carichi statici e 0.8 per carichi dinamici.

La verifica è stata condotta valutando una profondità di influenza z_i con valori costanti con la profondità ($z_i = B^{0.7}$) e con i seguenti valori di pressione in fondazione:

SLE

$\sigma = 46,7$ kPa

I risultati evidenziano una positiva verifica agli SLE con valori massimi di cedimento totale immediato di circa 3 mm e a 30 anni di circa 7 mm.

VERIFICA SLE (CORDOLO)

VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI

Metodo di Burland & Burbidge 1985

PROVA DPSH 4

N20	N _{SPT}	Profondità
23	26,5	-0,2
10	11,5	-0,4
5	5,8	-0,6
2	2,3	-0,8
10	11,5	-1
14	16,1	-1,2
6	6,9	-1,4
6	6,9	-1,6
8	9,2	-1,8
12	13,8	-2
18	20,7	-2,2
27	31,1	-2,4
13	15,0	-2,6
9	10,4	-2,8
5	5,8	-3
30	34,5	-3,2
50	57,5	-3,4

$$z_i = B^{0,7}$$

B

1,8

z_i

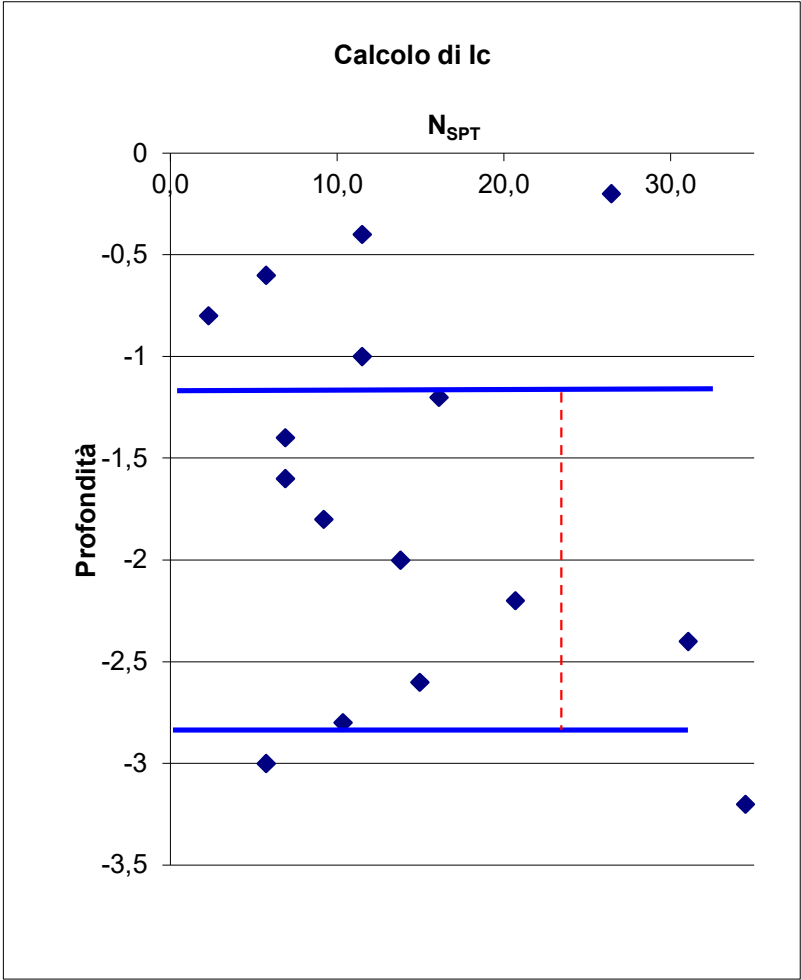
1,51

valori costanti

Nav = 14,2

$$I_c = \frac{1,706}{N_{AV}^{1,4}}$$

Ic = 0,041442



Cedimenti a fine costruzione

$$w_0 = f_s f_H [\sigma_{vo} B^{0,7} Ic/3 + (q' - \sigma_{vo}) B^{0,7} Ic]$$

$$\sigma_{vo} = \gamma z = 18 \times 1,25 = 22,5 \text{ kPa}$$

$$q' = N_d / B \times B = 428 / 9 = 47,6 \text{ kPa}$$

fs= 1,32

f_H= 1,00

Cedimento immediato medio

Cedimento massimo

w₀ = 2,7 mm

4,0 mm

Cedimenti dopo 30 anni

$$w_{30} = w_0 \times f_t$$

carichi ciclici

R = 0,8

$$f_t = (1 + R_3 + R \log t/3)$$

R₃ = 0,7

$$f_t = (1 + 0,7 + 0,8 \log 30/3) = 2,5$$

w₃₀ = 6,7 mm

8 LE VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE

E' stata sottoposta a verifica di stabilità globale la sezione di progetto più sfavorevole (sezione 2), utilizzando, attraverso le elaborazioni del software Slope della Geostru, il metodo di Morgenstern-Price.

In particolare sono stati utilizzati come richiesto dalle NTC 2018 i seguenti approcci:

1) CONDIZIONI STATICHE: A2+M2+R2

Con $R2 = 1, 1$

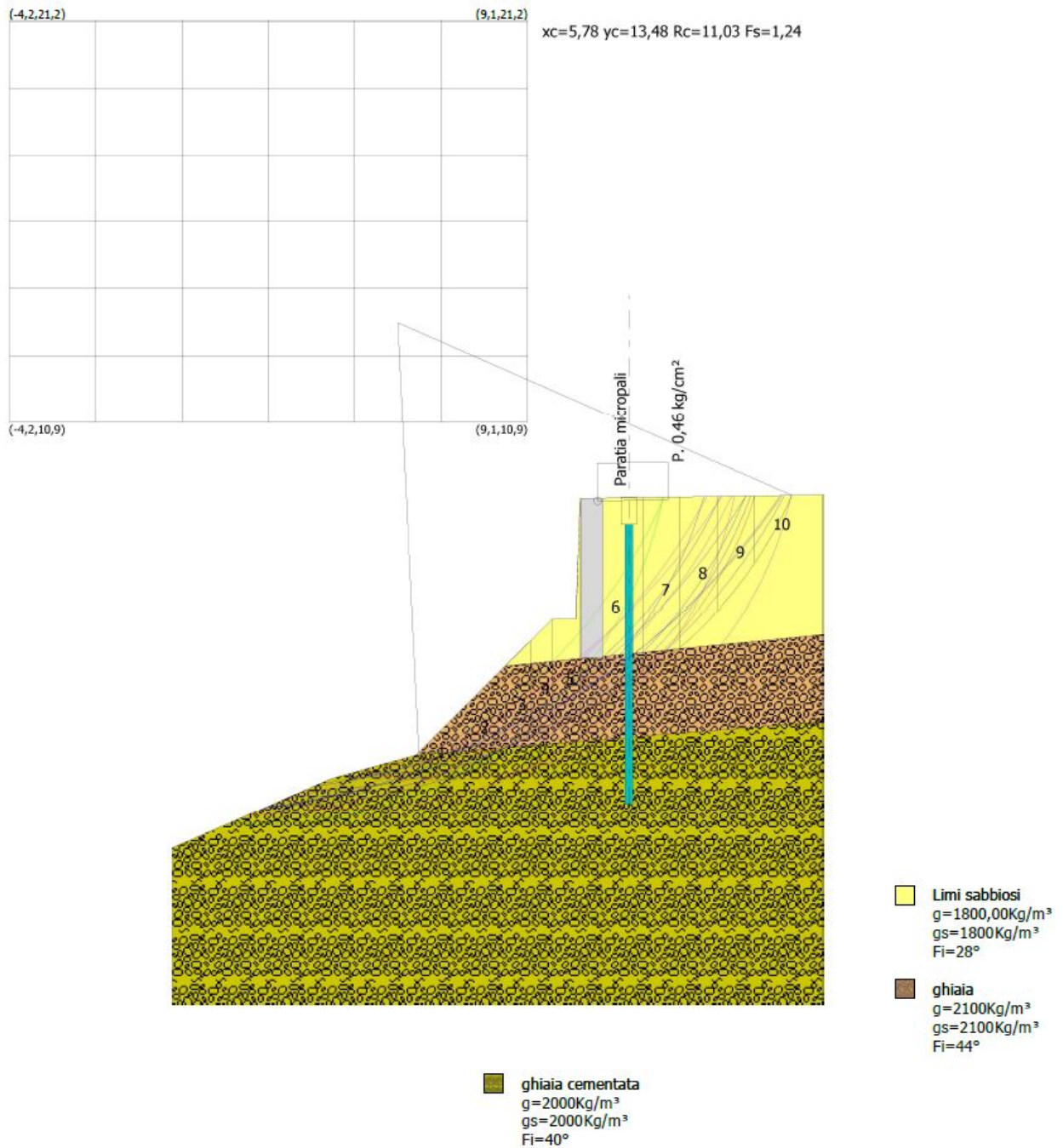
ed M2 determinato con le riduzioni dei parametri geotecnici caratteristici di cui alla sottostante tabella

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi_k'$	γ_ϕ'	1.0	1.25
Coesione efficace	c_k'	γ_c'	1.0	1.25

2) CONDIZIONI SISMICHE: A1+M1+R1

Con $R1 = 1, 2$

CONDIZIONI STATICHE (A2+M2+R2)



Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Lat./Long.	45,128837/8,012042
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-4,17 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	10,92 m
Ascissa vertice destro superiore xs	9,09 m
Ordinata vertice destro superiore ys	21,19 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	6,0
Numero di celle lungo y	6,0

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	4,07	1,8
3	6,24	2,4
4	8,52	4,68
5	9,73	5,89
6	10,33	5,89
7	10,44	8,96
8	16,65	9,05

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	4,07	1,8
3	6,24	2,4
4	8,52	4,68
5	16,65	5,49

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	4,07	1,8
3	6,24	2,4
4	16,65	3,26

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0 1,0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0 1,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0		28	1800,00	1800	Limi sabbiosi
2	0		44	2100	2100	ghiaia
3	0,6		40	2000	2000	ghiaia cementata

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (Kg/m ³)
1	11,02	4,89	0	0	4,08	0,56	0,56	2,2

Pali...

N°	x (m)	y (m)	Diametro (m)	Lunghezz a (m)	Inclinazio ne (°)	Interasse (m)	Resistenza al taglio (kg/cm ²)	Momento plasticizza zione (kN*m)	Metodo stabilizzaz ione
1	11,59	8,295077	0,2	7,15	90	1,46	3	85	Tensione tangenzial e

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm ²)
1	10,89	8,9	12,69	8,926086	0,46

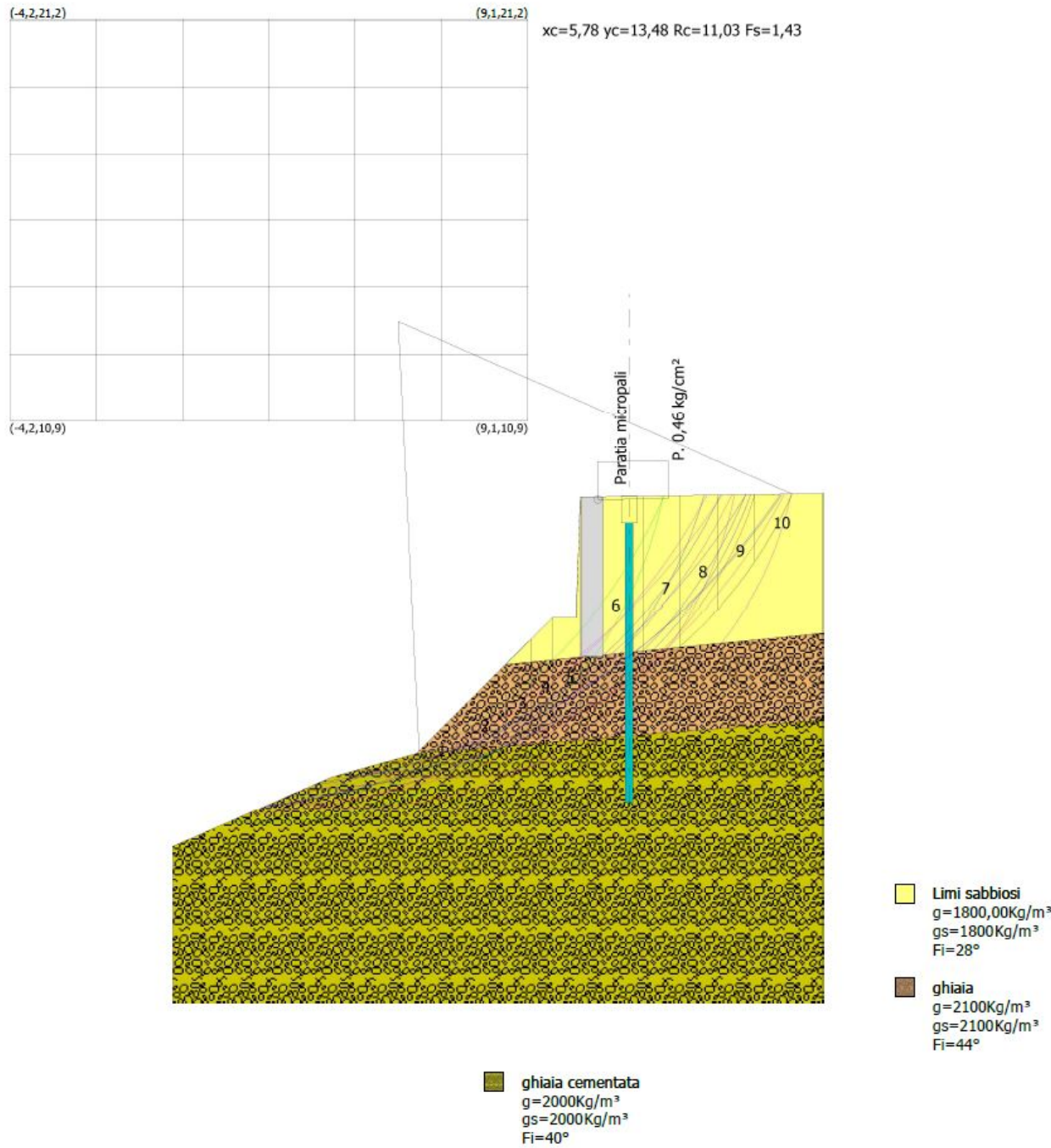
Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1,24
Ascissa centro superficie	5,78 m
Ordinata centro superficie	13,48 m
Raggio superficie	11,03 m

Numero di superfici esaminate....(17)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	2,5	10,9	10,3	2,77
2	3,6	11,8	10,4	1,98
3	4,7	10,9	9,9	2,29
4	5,8	11,8	9,5	1,63
5	6,9	10,9	9,2	2,34
6	3,6	13,5	12,0	1,99
7	4,7	12,6	10,8	1,88
8	5,8	13,5	11,0	1,24
9	0,2	14,3	13,5	3,01
10	1,4	15,2	14,4	2,22
11	2,5	14,3	12,7	1,96
12	0,2	16,1	15,2	2,58
13	2,5	16,1	15,0	2,12
14	-0,9	18,6	17,8	2,58
15	0,2	17,8	16,9	1,91
16	1,4	18,6	17,2	1,76
17	0,2	19,5	18,5	1,95

CONDIZIONI SISMICHE (A1+M1+R1)



Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Lat./Long.	44,940364/7,334279
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-4,17 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	10,92 m
Ascissa vertice destro superiore xs	9,09 m
Ordinata vertice destro superiore ys	21,19 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	6,0
Numero di celle lungo y	6,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,37	2,46	0,2
S.L.D.	50,0	0,49	2,43	0,23
S.L.V.	475,0	1,27	2,46	0,26
S.L.C.	975,0	1,6	2,49	0,27

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,666	0,2	0,0136	0,0068
S.L.D.	0,882	0,2	0,018	0,009
S.L.V.	2,286	0,24	0,0559	0,028
S.L.C.	2,796	0,24	0,0684	0,0342

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,0559
Coefficiente azione sismica verticale	0,028

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	4,07	1,8
3	6,24	2,4
4	8,52	4,68
5	9,73	5,89
6	10,33	5,89
7	10,44	8,96
8	16,65	9,05

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	4,07	1,8
3	6,24	2,4
4	8,52	4,68
5	16,65	5,49

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	4,07	1,8
3	6,24	2,4
4	16,65	3,26

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia
1	0		28	1800,00	1800	Limi sabbiosi
2	0		44	2100	2100	ghiaia
3	0,6		40	2000	2000	ghiaia cementata



Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (Kg/m³)
1	11,02	4,89	0	0	4,08	0,56	0,56	2,2

Pali...

N°	x (m)	y (m)	Diametro (m)	Lunghezz a (m)	Inclinazio ne (°)	Interasse (m)	Resistenza al taglio (kg/cm²)	Momento plasticizza zione (kN*m)	Metodo stabilizzaz ione
1	11,59	8,295077	0,2	7,15	90	1,46	3	85	Tensione tangenzial e

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm²)
1	10,89	8,9	12,69	8,926086	0,46

Risultati analisi pendio [A1+M1+R1]

Fs minimo individuato	1,43
Ascissa centro superficie	5,78 m
Ordinata centro superficie	13,48 m
Raggio superficie	11,03 m

Numero di superfici esaminate....(17)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	2,5	10,9	10,3	3,18
2	3,6	11,8	10,4	2,30
3	4,7	10,9	9,9	2,64
4	5,8	11,8	9,5	1,89
5	6,9	10,9	9,2	2,69
6	3,6	13,5	12,0	2,29
7	4,7	12,6	10,8	2,17
8	5,8	13,5	11,0	1,43
9	0,2	14,3	13,5	3,40
10	1,4	15,2	14,4	2,56
11	2,5	14,3	12,7	2,21
12	0,2	16,1	15,2	2,90
13	2,5	16,1	15,0	2,42
14	-0,9	18,6	17,8	2,86
15	0,2	17,8	16,9	2,19
16	1,4	18,6	17,2	2,01
17	0,2	19,5	18,5	2,23

OPERA 2

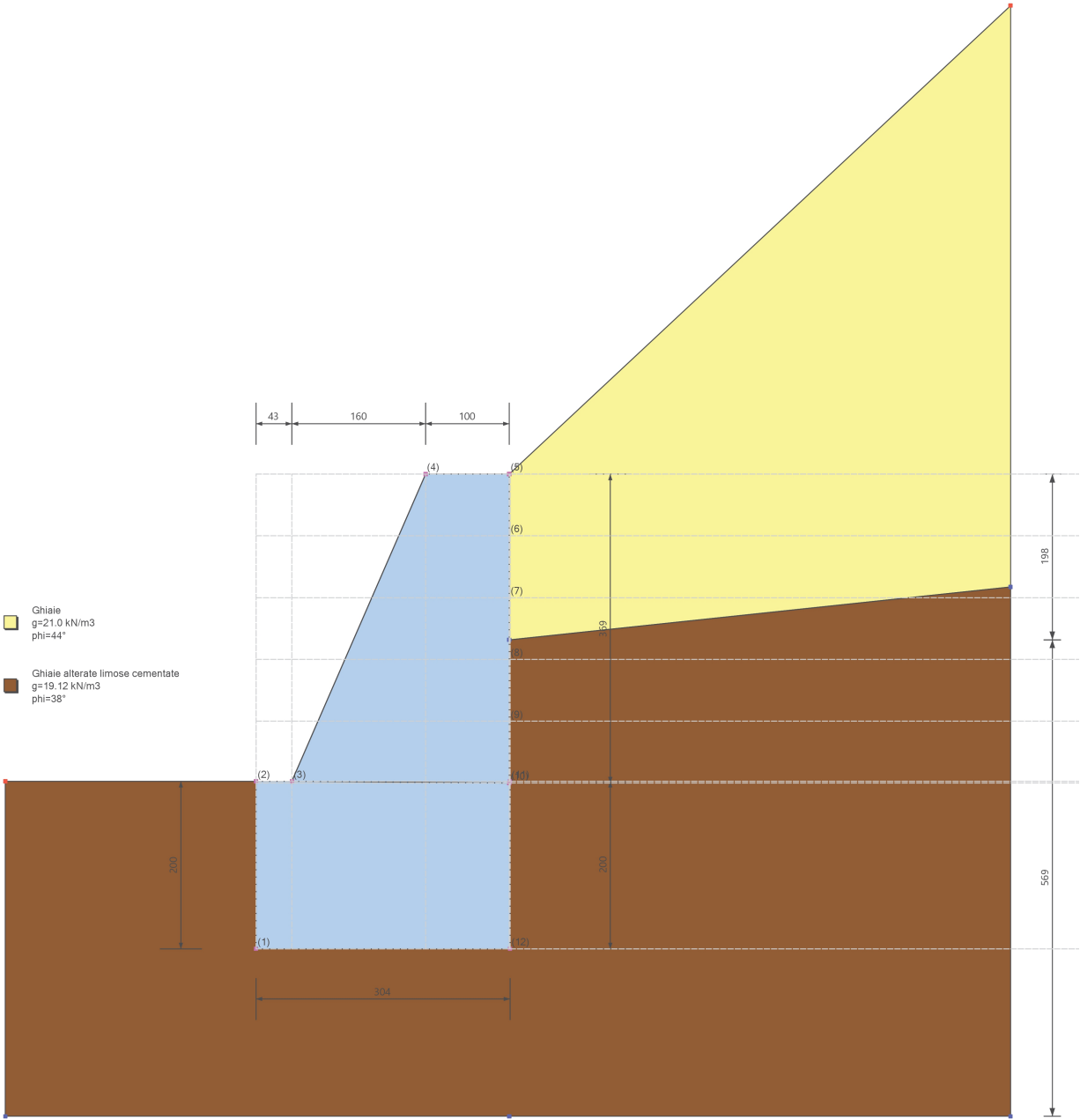
9. LE VERIFICHE DI STABILITA' DELL'OPERA DI SOSTEGNO

Sulla scogliera in blocchi ciclopici, in quanto struttura assimilabile ad un muro di sostegno, sono state previste le verifiche ai seguenti Stati Limite:

- a) Scorrimento sul piano di posa
- b) Collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno
- c) Ribaltamento.

Per le verifiche è stato utilizzato il software MDC 2025 della Geostru ed applicati i seguenti criteri:

- a) utilizzo come richiesto al punto 6.5 delle NTC 2018, dell'approccio 2 (A1+M1+R3);
- b) valutazioni dell'azione sismica con metodo pseudo-statico considerando un'accelerazione sismica massima come da modellazione sismica del sito.



Dati generali

Data 12/11/2025 09:22:54
 Condizioni ambientali Ordinarie
 Lat./Long. [WGS84] 44.940364/7.334279

Normativa GEO:
 D.M. 17 gennaio 2018 e CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617

Normativa STR:
 D.M. 17 gennaio 2018 e CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617

Spinta Mononobe & Okabe

Dati generali muro

Altezza muro	369.0	cm
Spessore testa muro	100.0	cm
Risega muro lato valle	160.0	cm
Risega muro lato monte	0.0	cm
Sporgenza mensola a valle	43.0	cm
Sporgenza mensola a monte	1.0	cm
Svaso mensola a valle	-2.0	cm
Altezza estremità mensola a valle	200.0	cm
Altezza estremità mensola a monte	200.0	cm

Coefficienti sismici [N.T.C.]

=====

Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie
 Classe d'uso: Classe II
 Vita nominale: 50.0 [anni]
 Vita di riferimento: 50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: C
 Categoria topografica: T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.373	2.461	0.204
S.L.D.	50.0	0.49	2.432	0.225
S.L.V.	475.0	1.265	2.457	0.262
S.L.C.	975.0	1.598	2.487	0.27

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.6714	0.2	0.0137	0.0068
S.L.D.	0.882	0.2	0.018	0.009
S.L.V.	2.277	0.24	0.0557	0.0279
S.L.C.	2.7936	0.24	0.0684	0.0342

Stratigrafia

Ns	Spessore strato (cm)	Inclinazione dello strato. (°)	Peso unità di volume (KN/m ³)	Angolo di resistenza a taglio (°)	Coesione (kPa)	Angolo di attrito terra muro (°)	Presenza di falda (Si/No)	Litologia	Descrizione	
1	198	6	21.00	44	0.00	29	No		Ghiaie	
2	569	0	19.12	38	0.00	25	No		Ghiaie alterate e limose cementate	

FATTORI DI COMBINAZIONE**A1+M1+R3**

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.30
3	Peso terreno mensola	1.30
4	Spinta falda	1.00
5	Spinta sismica in x	1.00
6	Spinta sismica in y	1.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1.4
2	Scorrimento	1.1

3	Partecipazione spinta passiva	1.4
	Ribaltamento	1.15

A_Unitari+M1+RSLV

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.00
3	Peso terreno mensola	1.00
4	Spinta falda	1.00
5	Spinta sismica in x	1.00
6	Spinta sismica in y	1.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1.2
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1.2
	Ribaltamento	1

A_Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.00
3	Peso terreno mensola	1.00
4	Spinta falda	1.00
5	Spinta sismica in x	1.00
6	Spinta sismica in y	1.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1.2
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1.2
	Ribaltamento	1

A1+M1+R3 [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0.0557
 Coefficiente sismico verticale Kv 0.0279

CALCOLO SPINTE**Discretizzazione terreno**

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato (cm);
 G Peso unità di volume (KN/m3);
 Eps Inclinazione dello strato. (°);
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
 Delta Angolo attrito terra muro;
 c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
567.0	493.2	21.043.0	44.0	29.0	0.0	0.0	0.0	
493.2	419.4	21.043.0	44.0	29.0	0.0	0.0	0.0	
419.4	369.0	21.043.0	44.0	29.0	0.0	0.0	0.0	
369.0	345.6	19.12	0.0	38.0	25.3	0.0	0.0	0.0
345.6	271.8	19.12	0.0	38.0	25.3	0.0	0.0	0.0
271.8	200.0	19.12	0.0	38.0	25.3	0.0	0.0	0.0
200.0	198.0	19.12	0.0	38.0	25.3	0.0	0.0	0.0

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 Ka Coefficiente di spinta attiva.
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
29.0	0.44	0.67	0.25	0.38	0.21	0.22	0.12
29.0	0.44	0.67	0.25	0.38	0.21	0.22	0.12
29.0	0.44	0.67	0.25	0.38	0.21	0.22	0.12
25.3	0.22	0.25	0.04	0.20	0.09	0.03	0.02
25.3	0.22	0.25	0.04	0.20	0.09	0.03	0.02
25.3	0.22	0.25	0.04	0.20	0.09	0.03	0.02
25.3	0.22	0.25	0.04	0.20	0.09	0.03	0.02

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)
 Qf Quota finale strato (cm)
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	Z(Rpx)	Z(Rpy)
1	567.0	493.2	4.092	27.517.8	517.8	
2	493.2	419.4	12.26	6.845	2.452.2	452.2
3	419.4	369.0	13.07	7.253	92.983	92.98
4	369.0	345.6	7.113	93.357.22	357.23	
5	345.6	271.8	24.413	32.307.94	308.04	
6	271.8	200.0	26.63	14.33	235.26	235.34
7	200.0	198.0	0.780	42.199.0	199.0	

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)

Py Peso del muro (kN);
 Px Forza inerziale (kN);
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
493.2	1.192	1.43	244.6	528.4
419.4	2.724	8.78	235.6	487.2
369.0	3.957	0.85	229.3	458.1
345.6	4.578	2.05	226.3	444.3
271.8	6.761	21.3	216.6	400.1
200.0	9.216	5.15	207.1	356.3
198.0	9.241	65.8	207.1	355.7

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
493.2	5.28	23.69	-1.72	132.2
419.4	19.07	57.84	-4.39	164.3
369.0	33.37	87.16	-4.68	186.3
345.6	41.1	102.29	-3.73	196.5

271.8	67.69	154.86	4.75	228.7
200.0	96.76	213.04	22.55	260.0
198.0	97.58	214.11	-12.0	303.0

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per $(x_{r1}, y_{r1}) = (304.0/0.0)$

Piano di rottura passante per $(x_{r2}, y_{r2}) = (304.0/567.9)$

Centro di rotazione $(x_{ro}, y_{ro}) = (0.0/0.0)$

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
G	Peso unità di volume (KN/m ³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	FiDelta	c β	Note
567.9	567.0	21.043.0	44.0	44.0	0.0	0.0
567.0	493.2	21.043.0	44.0	44.0	0.0	0.0
493.2	419.4	21.043.0	44.0	44.0	0.0	0.0
419.4	369.0	21.043.0	44.0	44.0	0.0	0.0
369.0	345.6	19.12	0.0	38.0	38.0	0.0
345.6	271.8	19.12	0.0	38.0	38.0	0.0
271.8	200.0	19.12	0.0	38.0	38.0	0.0
200.0	198.0	19.12	0.0	38.0	25.3	0.0
198.0	0.0	19.12	0.0	38.0	25.3	0.0

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	KdDk	KaxKay	DkxDky
44.0	0.51	0.830.34	0.370.36	0.240.24
44.0	0.51	0.830.34	0.370.36	0.240.24

44.0	0.51	0.830.34	0.370.36	0.240.24
44.0	0.51	0.830.34	0.370.36	0.240.24
38.0	0.23	0.260.04	0.180.14	0.030.03
38.0	0.23	0.260.04	0.180.14	0.030.03
38.0	0.23	0.260.04	0.180.14	0.030.03
25.3	0.22	0.250.04	0.20.09	0.030.02
25.3	0.22	0.250.04	0.20.09	0.030.02

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)
 Qf Quota finale strato (cm)
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	Z(Rpx)	Z(Rpy)
1	567.9	567.0	0.00.0	567.3	567.3	
2	567.0	493.2	4.254.11	518.09	518.09	
3	493.2	419.4	12.55	12.12	452.23	452.23
4	419.4	369.0	13.34	12.89	392.98	392.98
5	369.0	345.6	7.236.96	357.23	357.24	
6	345.6	271.8	24.63	23.36	308.01	308.13
7	271.8	200.0	26.624.8	235.31	235.41	
8	200.0	198.0	0.780.72	199.0	199.0	
9	198.0	0.088.03	76.43	94.93	96.78	

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato (cm);
 G Peso unità di volume (KN/m3);
 Eps Inclinazione dello strato. (°);
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
 Delta Angolo attrito terra muro;
 c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
200.0	0.0	19.12	180.0	38.0	25.3	0.0	180.0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.

Kp Coefficiente di resistenza passiva.

Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	KpxKpy
205.3	4.2	-3.8 -1.8

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)

Qf Quota finale strato (cm)

Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);

Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	QfRpx	Rpyz(Rpx)z(Rpy)
1	200.0	0.0-145.33-68.7	66.67 66.67

Sollecitazioni totali

Fx Forza in direzione x (kN);

Fy Forza in direzione y (kN);

M Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	177.42	161.39	-109.97
Peso muro	9.24	165.8	-310.52
Peso fondazione	8.43	151.35	-221.2
Sovraccarico	0.0	0.0	0.0
Terr. fondazione	0.05	1.12	-3.23
Spinte fondazione	-145.33	-68.7	-96.89
	49.8	410.96	-741.81

Momento stabilizzante -1066.98 kNm

Momento ribaltante 325.16 kNm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	195.13	kN
Sommatoria forze verticali	479.65	kN
Coefficiente di attrito	0.78	
Adesione	0.0	kPa
Angolo piano di scorrimento	-360.0	°
Forze normali al piano di scorrimento	479.65	kN
Forze parall. al piano di scorrimento	195.13	kN

Resistenza terreno 520.08 kN
Coeff. sicurezza traslazione Csd 2.42
Traslazione verificata Csd>1

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante -1066.98 kNm
 Momento ribaltante 325.16 kNm
Coeff. sicurezza ribaltamento Csv 2.85
Muro verificato a ribaltamento Csv>1

Carico limite verticale VESIC

Somma forze in direzione x (Fx) 49.8 kN
 Somma forze in direzione y (Fy) 410.96 kN
 Somma momenti -741.81 kNm
 Larghezza fondazione 304.0 cm
 Lunghezza 12000000.0 cm
 Eccentricità su B 28.51 cm
 Peso unità di volume 19.12 KN/m³
 Angolo di resistenza al taglio 38.0 °
 Coesione 0.0 kPa
 Terreno sulla fondazione 200.0 cm
 Peso terreno sul piano di posa 19.12 KN/m³
 Nq 48.93
 Nc 61.35
 Ng 78.02
 Fattori di forma
 sq 1.0
 sc 1.0
 sg 1.0
 Inclinazione carichi
 iq 0.77
 ic 0.77
 ig 0.68
 Fattori di profondità
 dq 1.19
 dc 1.32
 dg 1.0
 Carico limite verticale (Qlim) 7324.99 kN
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy) 12.73

Carico limite verificato Csq>1

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione 180.51 cm
Larghezza della fondazione 304.0 cm

x = 0.0 cm 59.12 kPa
x = 304.0 cm 211.25 kPa

MENSOLA A VALLE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
43.0	-145.33	-77.24	17.4	200.0

MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
303.0	88.03	160.71	-5.19	198.0

A_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
Qf Quota finale strato (cm);
G Peso unità di volume (KN/m3);
Eps Inclinazione dello strato. (°);
Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta Angolo attrito terra muro;
c Coesione (kPa);
β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	FiDelta	c	β	Note
567.0	493.2	21.043.0	44.0	29.0	0.0	0.0	
493.2	419.4	21.043.0	44.0	29.0	0.0	0.0	
419.4	369.0	21.043.0	44.0	29.0	0.0	0.0	
369.0	345.6	19.12	0.0	38.0	25.3	0.0	0.0
345.6	271.8	19.12	0.0	38.0	25.3	0.0	0.0
271.8	200.0	19.12	0.0	38.0	25.3	0.0	0.0
200.0	198.0	19.12	0.0	38.0	25.3	0.0	0.0

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 K_a Coefficiente di spinta attiva.
 K_d Coefficiente di spinta dinamica.
 D_k Coefficiente di incremento dinamico.
 K_{ax}, K_{ay} Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
 D_{kx}, D_{ky} Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	K_a	K_d	D_k	K_{ax}	K_{ay}	D_{kx}	D_{ky}
29.0	0.44	0.00.0	0.380.21	0.00.0			
29.0	0.44	0.00.0	0.380.21	0.00.0			
29.0	0.44	0.00.0	0.380.21	0.00.0			
25.3	0.22	0.00.0	0.20.09	0.00.0			
25.3	0.22	0.00.0	0.20.09	0.00.0			
25.3	0.22	0.00.0	0.20.09	0.00.0			
25.3	0.22	0.00.0	0.20.09	0.00.0			

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i Quota iniziale strato (cm)
 Q_f Quota finale strato (cm)
 R_{px}, R_{py} Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 $Z(R_{px})$ Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 $Z(R_{py})$ Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Q_i	Q_f	R_{px}	R_{py}	$Z(R_{px})$	$Z(R_{py})$
1	567.0	493.2	2.191.22	517.8	517.8	
2	493.2	419.4	6.583.65	452.2	452.2	
3	419.4	369.0	7.013.89	392.98	392.98	
4	369.0	345.6	3.832.12	357.2	357.21	
5	345.6	271.8	13.44	7.31307.77	307.89	
6	271.8	200.0	15.03	8.04235.13	235.22	
7	200.0	198.0	0.450.24	199.0	199.0	

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)

Py Peso del muro (kN);
 Px Forza inerziale (kN);
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	PxPy	XpYp	
493.2	0.021.43	244.6	528.4
419.4	0.048.78	235.6	487.2
369.0	0.070.85	229.3	458.1
345.6	0.082.05	226.3	444.3
271.8	0.0121.3	216.6	400.1
200.0	0.0165.15	207.1	356.3
198.0	0.0165.8	207.1	355.7

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
493.2	2.19	22.64	-1.91	132.2
419.4	8.77	53.64	-6.68	164.3
369.0	15.79	79.6	-10.78	186.3
345.6	19.62	92.92	-12.62	196.5
271.8	33.06	139.48	-17.89	228.7
200.0	48.09	191.37	-21.74	260.0

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (304.0/0.0)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (304.0/567.9)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0.0/0.0)

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato (cm);
 G Peso unità di volume (KN/m3);
 Eps Inclinazione dello strato. (°);
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
 Delta Angolo attrito terra muro;

c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	FiDelta	c β	Note
567.9	567.0	21.043.0	44.0	44.0	0.0	0.0
567.0	493.2	21.043.0	44.0	44.0	0.0	0.0
493.2	419.4	21.043.0	44.0	44.0	0.0	0.0
419.4	369.0	21.043.0	44.0	44.0	0.0	0.0
369.0	345.6	19.12	0.0	38.0	38.0	0.0
345.6	271.8	19.12	0.0	38.0	38.0	0.0
271.8	200.0	19.12	0.0	38.0	38.0	0.0
200.0	198.0	19.12	0.0	38.0	25.3	0.0
198.0	0.0	19.12	0.0	38.0	25.3	0.0

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 K_a Coefficiente di spinta attiva.
 K_d Coefficiente di spinta dinamica.
 D_k Coefficiente di incremento dinamico.
 K_{ax}, K_{ay} Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
 D_{kx}, D_{ky} Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	K_a	$K_d D_k$	$K_{ax} K_{ay}$	$D_{kx} D_{ky}$
44.0	0.51	0.00.0	0.370.36	0.00.0
44.0	0.51	0.00.0	0.370.36	0.00.0
44.0	0.51	0.00.0	0.370.36	0.00.0
44.0	0.51	0.00.0	0.370.36	0.00.0
38.0	0.23	0.00.0	0.180.14	0.00.0
38.0	0.23	0.00.0	0.180.14	0.00.0
38.0	0.23	0.00.0	0.180.14	0.00.0
25.3	0.22	0.00.0	0.20.09	0.00.0
25.3	0.22	0.00.0	0.20.09	0.00.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i Quota iniziale strato (cm)
 Q_f Quota finale strato (cm)
 R_{px}, R_{py} Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 $Z(R_{px})$ Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 $Z(R_{py})$ Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Q_i	Q_f	R_{px}	R_{py}	$Z(R_{px})$	$Z(R_{py})$
1	567.9	567.0	0.00.0	567.3	567.3	

2	567.0	493.2	2.172.09	518.09	518.09	
3	493.2	419.4	6.46.19	452.23	452.23	
4	419.4	369.0	6.816.57	392.98	392.98	
5	369.0	345.6	3.713.57	357.2	357.22	
6	345.6	271.8	12.93	12.2307.82	307.97	
7	271.8	200.0	14.35	13.26	235.17	235.28
8	200.0	198.0	0.420.39	199.0	199.0	
9	198.0	0.049.47	41.99	94.196.27		

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
G	Peso unità di volume (KN/m3);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	FiDelta	c β	Note		
200.0	0.0	19.12		180.0	38.0	25.3	0.0	180.0

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
205.3	4.2	-3.8	-1.8

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota iniziale strato (cm)
Qf	Quota finale strato (cm)
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	200.0		0.0-145.33	66.67	66.67	

Sollecitazioni totali

Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	96.27	86.26	-61.08
Peso muro	0.0	165.8	-343.37
Peso fondazione	0.0	151.35	-229.6
Sovraccarico	0.0	0.0	0.0
Terr. fondazione	0.0	0.86	-2.61
Spinte fondazione	-145.33	-68.7	-96.89
	-49.07	335.57	-733.55

Momento stabilizzante -837.81 kNm

Momento ribaltante 104.26 kNm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	96.27	kN
Sommatoria forze verticali	404.27	kN
Coefficiente di attrito	0.78	
Adesione	0.0	kPa
Angolo piano di scorrimento	-360.0	°
Forze normali al piano di scorrimento	404.27	kN
Forze parall. al piano di scorrimento	96.27	kN
Resistenza terreno	461.18	kN
Coeff. sicurezza traslazione Csd	4.79	
Traslazione verificata Csd>1		

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	-837.81	kNm
Momento ribaltante	104.26	kNm
Coeff. sicurezza ribaltamento Csv	8.04	
Muro verificato a ribaltamento Csv>1		

Carico limite verticale VESIC

Somma forze in direzione x (Fx)	-49.07	kN
Somma forze in direzione y (Fy)	335.57	kN
Somma momenti	-733.55	kNm
Larghezza fondazione	304.0	cm
Lunghezza	12000000.0	cm

Eccentricità su B	66.6	cm	
Peso unità di volume	19.12	KN/m3	
Angolo di resistenza al taglio	38.0	°	
Coesione	0.0	kPa	
Terreno sulla fondazione	200.0	cm	
Peso terreno sul piano di posa		19.12	KN/m3
Nq	48.93		
Nc	61.35		
Ng	78.02		
Fattori di forma			
sq	1.0		
sc	1.0		
sg	1.0		
Inclinazione carichi			
iq	0.73		
ic	0.72		
ig	0.62		
Fattori di profondità			
dq	1.2		
dc	1.35		
dg	1.0		
Carico limite verticale (Qlim)	4148.84	kN	
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)		10.3	

Carico limite verificato $Csq > 1$

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	218.6	cm
Larghezza della fondazione	304.0	cm
x = 47.79 cm	0.00	kPa
x = 304.0 cm	261.95	kPa

MENSOLA A VALLE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
43.0	-145.33	-47.2	23.53	200.0

MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
303.0	49.47	85.08	-3.28	198.0

A_Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%) [GEO]**CALCOLO SPINTE****Discretizzazione terreno**

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato (cm);
 G Peso unità di volume (KN/m³);
 Eps Inclinazione dello strato. (°);
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
 Delta Angolo attrito terra muro;
 c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
567.0	493.2	21.043.0	44.0	29.0	0.0	0.0	0.0	
493.2	419.4	21.043.0	44.0	29.0	0.0	0.0	0.0	
419.4	369.0	21.043.0	44.0	29.0	0.0	0.0	0.0	
369.0	345.6	19.12	0.0	38.0	25.3	0.0	0.0	0.0
345.6	271.8	19.12	0.0	38.0	25.3	0.0	0.0	0.0
271.8	200.0	19.12	0.0	38.0	25.3	0.0	0.0	0.0
200.0	198.0	19.12	0.0	38.0	25.3	0.0	0.0	0.0

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 Ka Coefficiente di spinta attiva.
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.

Kax, KayComponenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, DkyComponenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	KdDk	KaxKay	DkxDky
29.0	0.44	0.00.0	0.380.21	0.00.0
29.0	0.44	0.00.0	0.380.21	0.00.0
29.0	0.44	0.00.0	0.380.21	0.00.0
25.3	0.22	0.00.0	0.20.09	0.00.0
25.3	0.22	0.00.0	0.20.09	0.00.0
25.3	0.22	0.00.0	0.20.09	0.00.0
25.3	0.22	0.00.0	0.20.09	0.00.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)
Qf Quota finale strato (cm)
Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	QfRpx	Rpyz(Rpx)z(Rpy)		
1	567.0	493.2	2.191.22	517.8	517.8
2	493.2	419.4	6.583.65	452.2	452.2
3	419.4	369.0	7.013.89	392.98	392.98
4	369.0	345.6	3.832.12	357.2	357.21
5	345.6	271.8	13.44	7.31307.77	307.89
6	271.8	200.0	15.03	8.04235.13	235.22
7	200.0	198.0	0.450.24	199.0	199.0

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)

Py Peso del muro (kN);
Px Forza inerziale (kN);
Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	PxPy	XpYp		
493.2	0.021.43	244.6	528.4	
419.4	0.048.78	235.6	487.2	
369.0	0.070.85	229.3	458.1	
345.6	0.082.05	226.3	444.3	
271.8	0.0121.3	216.6	400.1	
200.0	0.0165.15	207.1	356.3	
198.0	0.0165.8	207.1	355.7	

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
493.2	2.19	22.64	-1.91	132.2
419.4	8.77	53.64	-6.68	164.3
369.0	15.79	79.6	-10.78	186.3
345.6	19.62	92.92	-12.62	196.5
271.8	33.06	139.48	-17.89	228.7
200.0	48.09	191.37	-21.74	260.0
198.0	48.54	192.26	-57.0	303.0

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (304.0/0.0)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (304.0/567.9)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0.0/0.0)

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato (cm);
 G Peso unità di volume (KN/m3);
 Eps Inclinazione dello strato. (°);
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
 Delta Angolo attrito terra muro;
 c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
567.9	567.0	21.043.0	44.0	44.0	44.0	0.0	0.0	
567.0	493.2	21.043.0	44.0	44.0	44.0	0.0	0.0	
493.2	419.4	21.043.0	44.0	44.0	44.0	0.0	0.0	
419.4	369.0	21.043.0	44.0	44.0	44.0	0.0	0.0	
369.0	345.6	19.12	0.0	38.0	38.0	0.0	0.0	0.0
345.6	271.8	19.12	0.0	38.0	38.0	0.0	0.0	0.0
271.8	200.0	19.12	0.0	38.0	38.0	0.0	0.0	0.0
200.0	198.0	19.12	0.0	38.0	25.3	0.0	0.0	0.0
198.0	0.0	19.12	0.0	38.0	25.3	0.0	0.0	0.0

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 K_a Coefficiente di spinta attiva.
 K_d Coefficiente di spinta dinamica.
 D_k Coefficiente di incremento dinamico.
 K_{ax}, K_{ay} Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
 D_{kx}, D_{ky} Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	K_a	$K_d D_k$	$K_{ax} K_{ay}$	$D_{kx} D_{ky}$
44.0	0.51	0.00.0	0.370.36	0.00.0
44.0	0.51	0.00.0	0.370.36	0.00.0
44.0	0.51	0.00.0	0.370.36	0.00.0
44.0	0.51	0.00.0	0.370.36	0.00.0
38.0	0.23	0.00.0	0.180.14	0.00.0
38.0	0.23	0.00.0	0.180.14	0.00.0
38.0	0.23	0.00.0	0.180.14	0.00.0
25.3	0.22	0.00.0	0.20.09	0.00.0
25.3	0.22	0.00.0	0.20.09	0.00.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i Quota iniziale strato (cm)
 Q_f Quota finale strato (cm)
 R_{px}, R_{py} Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 $Z(R_{px})$ Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 $Z(R_{py})$ Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Q_i	Q_f	R_{px}	R_{py}	$Z(R_{px})$	$Z(R_{py})$
1	567.9	567.0	0.00.0	567.3	567.3	
2	567.0	493.2	2.172.09	518.09	518.09	
3	493.2	419.4	6.46.19	452.23	452.23	
4	419.4	369.0	6.816.57	392.98	392.98	
5	369.0	345.6	3.713.57	357.2	357.22	
6	345.6	271.8	12.93	12.2307.8	2307.97	
7	271.8	200.0	14.35	13.26	235.17	235.28
8	200.0	198.0	0.420.39	199.0	199.0	
9	198.0	0.049.47	41.99	94.196.27		

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Q_i Quota iniziale strato (cm);
 Q_f Quota finale strato (cm);
 G Peso unità di volume (KN/m³);
 E_{ps} Inclinazione dello strato. (°);

Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	FiDelta	c β	Note
200.0	0.0	19.12	180.0	38.0	25.3	0.0 180.0

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	KpxKpy
205.3	4.2	-3.8 -1.8

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota iniziale strato (cm)
Qf	Quota finale strato (cm)
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	QfRpx	Rpyz(Rpx)z(Rpy)
1	200.0	0.0-145.33-68.7	66.67 66.67

Sollecitazioni totali

Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	96.27	86.26	-61.08
Peso muro	0.0	165.8	-343.37
Peso fondazione	0.0	151.35	-229.6
Sovraccarico	0.0	0.0	0.0
Terr. fondazione	0.0	0.86	-2.61
Spinte fondazione	-145.33	-68.7	-96.89
	-49.07	335.57	-733.55

Momento stabilizzante -837.81 kNm
 Momento ribaltante 104.26 kNm

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante -837.81 kNm
 Momento ribaltante 104.26 kNm
Coeff. sicurezza ribaltamento C_{sv} 8.04
Muro verificato a ribaltamento C_{sv}>1

MENSOLA A VALLE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
43.0	-145.33	-47.2	23.53	200.0

MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
303.0	49.47	85.08	-3.28	198.0