

# Regione Siciliana Comune di Nicosia (Enna)



allegato o disegno

# D02



D. GEOLOGIA, GEOTECNICA E CALCOLI

## RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

visti

**Riqualificazione  
ambientale e  
messa in  
sicurezza  
del piazzale  
all'ingresso  
nord-est della  
città di Nicosia  
in c.da Crociate**

dicembre 2019

responsabile unico del procedimento  
ing. Antonino Testa Camillo

progettisti  
arch. Domenico Castiglia

arch. Francesco Coltilletti

## Relazione geotecnica e sulle fondazioni

La presente relazione è stata redatta a supporto del progetto dei "Lavori di riqualificazione ambientale e messa in sicurezza del piazzale sito nella "C.da Crociate", all'ingresso nord-est della Città di Nicosia".

Il sito oggetto di riqualificazione, è costituito da una grande area pianeggiante adibita in generale a parcheggio e/o deposito di mezzi della N.U. ubicata in prossimità dell'incrocio delle due S.S. n.117 Centrale Sicula e della S.S. 120 dell'Etna e delle Madonie.

L'area in esame è stata resa pianeggiante negli anni passati a seguito di continui depositi di materiali e terreni di riporto di varia natura, quindi è per questo motivo che il piazzale pavimentato che si andrà a realizzare necessita di opere di sostegno/contenimento di una certa importanza al fine di garantire la stabilità generale dell'intera area e limitando al massimo i cedimenti verso valle.

Dallo studio geologico allegato al presente progetto si evince l'andamento stratigrafico dei terreni che costituiscono l'area di sedime del futuro piazzale. In particolare si evince che vi è la presenza di una spessa coltre di materiale di riporto di natura prevalentemente argillosa con diffusi trovanti lapidei e sfabbricidi vari, depositati nei decenni passati ed aventi spessori variabili dai 10 – 12 metri in corrispondenza del margine esterno a pochi metri nella zona più interna adiacente alla S.S. 117 ed alla Strada Comunale di Sant'Onofrio.

A sud del sito di progetto affiora, invece, la successione torbiditica del Flysch Numidico che risulta costituita da argille limose color tabacco con sottili intercalazioni quarzarenitiche e da limi sabbiosi bruno-giallastri nonché, in corrispondenza del centro abitato, da prevalenti arenarie sabbiose consistenti a composizione quarzosa e da quarzareniti compatte in grossi banchi che al taglio fresco mostrano una colorazione grigio-giallastra ma che a causa della frequente alterazione ed ossidazione possono essere ricoperte da una corteccia caratterizzata da toni cromatici più scuri, intervallati da sottili livelli pelitici di spessore decimetrico, subordinati rispetto agli orizzonti litoidi.

La ricotruzione di dettaglio al fine di individuare le caratteristiche litostratigrafiche del terreno presente nel piazzale interessato dai lavori è stata effettuata mediante due perforazioni geognostiche a carotaggio continuo e cinque prove penetrometriche dinamiche.

Le indagini svolte hanno permesso quindi di ricostruire l'andamento stratigrafico sia in termini di spessori e sia in termini di parametri geotecnici.

Si sono individuate tre tipologie di terreni:

- **PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO DI RIPORTO**  
**Peso di volume:**  $\gamma = 1,93 \text{ t/m}^3$   
**Coesione efficace:**  $C' = 29 \text{ KN/m}^2$   
**Angolo di attrito**  $\phi' = 18^\circ$   
**Coesione non drenata:**  $C_u = 61 \text{ KN/m}^2$
- **PARAMETRI GEOTECNICI DEL SUBSTRATO SUPERFICIALE**  
**Peso di volume:**  $\gamma = 1,94 \text{ t/m}^3$   
**Coesione efficace:**  $C' = 28 \text{ KN/m}^2$   
**Angolo di attrito**  $\phi' = 20^\circ$   
**Coesione non drenata:**  $C_u = 66 \text{ KN/m}^2$
- **PARAMETRI GEOTECNICI DEL SUBSTRATO PROFONDO**

- **Peso di volume:**  $\gamma=2,06 \text{ t/m}^3$
- **Coesione non drenata:**  $C_u = 159 \text{ KN/m}^2$

Quindi, in relazione alle risultanze emerse dallo studio geologico, dall'andamento litostratigrafico rinvenuto sui luoghi, dall'andamento orografico dell'area in progetto si sono progettate le opere di contenimento necessarie a garantire una sufficiente stabilità dell'area in progetto in relazione alla destinazione d'uso prevista.

In particolare, come già accennato, le opere di sostegno previste sono di due tipologie in relazione all'andamento del terreno nello stato attuale e nello stato futuro: una paratia di pali  $\phi 600$  e  $L=11,00$  m di infissione e un muro su pali di altezza variabile fino a circa 2,20.

La scelta di utilizzare opere di fondazioni profonde è stata obbligata oltre che dalle caratteristiche geotecniche scadenti del substrato di fondazione anche dalla presenza dello strato superficiale caratterizzato da materiali di riporto di spessore significativo e con parametri geomeccanici veramenti scadenti.

Le verifiche di stabilità delle opere di fondazione sono riportate nel seguito della presente.

Nel calcolo delle suddette opere di contenimento è stata operata la scelta di trascurare, a favore della sicurezza, il valore della coesione nello strato superficiale considerato la natura dello stesso.

Per la visione completa delle opere previste si rimanda alle tavole di progetto che definiscono in maniera dettagliata la tipologia e l'ubicazione delle stesse. Mentre, per la caratterizzazione geologica e geotecnica si rimanda allo studio geologico e alle risultanze delle prove geognostiche e di laboratorio allegate.

## Muro tipo 1 – H=2.20 m

### Dati

#### Geometria profilo terreno a monte del muro

##### Simbologia adottata

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

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

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

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

#### Descrizione terreni

##### Parametri di resistenza

##### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
ca	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
$\tau_l$	Tensione tangenziale limite, espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

n°	Descr	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi$	$\delta$	c	ca	Cesp	$\tau_l$	
		[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg/cm <sup>2</sup> ]		[kg/cm <sup>2</sup> ]	
1	Riporto	1930,00	2000,00	18.000	12.000	0,00	0,00	1.800	0,00	(CAR)
				18.000	12.000	0,00	0,00		0,00	(MIN)
				18.000	12.000	0,00	0,00		0,00	(MED)
2	Argille	1920,00	2000,00	20.000	13.330	0,28	0,14	1.900	1,01	(CAR)
				23.000	15.333	0,28	0,14		1,01	(MIN)
				23.000	15.333	0,28	0,14		1,01	(MED)

#### Stratigrafia

##### Simbologia adottata

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

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

Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H	$\alpha$	Terreno	Kwn	Kwt	Kw	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
	[m]	[°]		[Kg/cm <sup>2</sup> ]	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	[Kg/cm <sup>2</sup> ]				
1	6,00	0.000	Riporto	0.000	0.000	0.000	0,000	1,000	---	---
2	10,00	0.000	Argille	0.000	0.000	0.000	0,000	1,000	---	---

Terreno di riempimento: Riporto

Inclinazione riempimento (rispetto alla verticale): 0.00 [°]

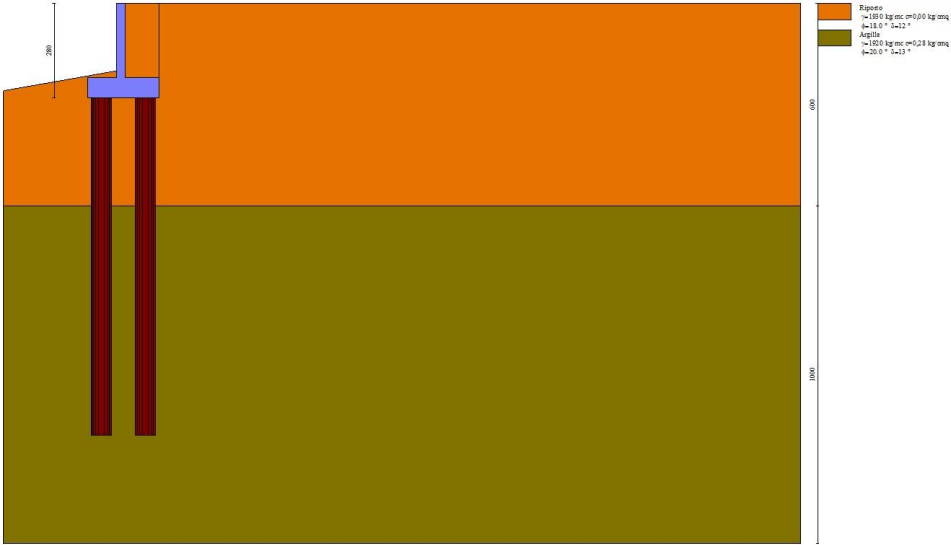


Fig. 1 - Stratigrafia

## Risultati

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

##### Simbologia adottata

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

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		5.062					
2 - STR (A1-M1-R3)		5.062					
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	3.428					
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	3.677					
5 - GEO (A2-M2-R2)					2.512		
6 - GEO (A2-M2-R2)					2.512		
7 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.769		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.891		

#### Verifiche portanza trasversale (scorrimento)

##### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
T	Carico orizzontale agente alla testa del palo, espresso in [kg]
Td	Portanza trasversale di progetto, espresso in [kg]
FS <sub>o</sub>	Fattore di sicurezza (Td/T)

Ic	Ip	T	Td	FS <sub>o</sub>
		[kg]	[kg]	
1 - STR (A1-M1-R3)	1	-13427	67964	5.062
	2	-13427	67964	5.062
2 - STR (A1-M1-R3)	1	-13427	67964	5.062
	2	-13427	67964	5.062
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	-20316	69641	3.428
	2	-20316	69641	3.428
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	-18828	69226	3.677
	2	-18828	69226	3.677

#### Verifiche portanza verticale

##### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Carico verticale agente alla testa del palo, espresso in [kg]
Pd	Portanza di progetto, espresso in [kg]
FS <sub>v</sub>	Fattore di sicurezza (Pd/N)

Ic	Ip	N	Pd	FS <sub>v</sub>
		[kg]	[kg]	
1 - STR (A1-M1-R3)	1	-19421	122338	6.299
	2	55469	134234	2.420
2 - STR (A1-M1-R3)	1	-19421	122338	6.299
	2	55469	134234	2.420
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	-57247	122338	2.137
	2	88268	134234	1.521
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	-55810	122338	2.192
	2	79002	134234	1.699

#### Dettagli calcolo portanza verticale

## Simbologia adottata

n°	Indice palo
Nc, Nq	Coeff. di capacità portante
N'c, N'q	Coeff. di capacità portante corretti
Zc	Massima profondità andamento pressione geostatica, espressa in [m]
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espresse in [kg]
A	Attrito negativo, espresso in [kg]
Wp	Peso palo, espresso in [kg]

n°	Nc	N'c	Nq	N'q	Zc	Pp	Pl	A	Wp
					[m]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]
1	0.000	0.000	0.000	0.000	--	0 0	244948 244948	0	7069
2	0.000	0.000	0.000	0.000	--	36742 36742	244948 244948	0	7069

## Verifica stabilità globale muro + terreno

## Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
5 - GEO (A2-M2-R2)	-4,50; 4,50	9,15	2.512
6 - GEO (A2-M2-R2)	-4,50; 4,50	9,15	2.512
7 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4,50; 4,50	9,15	1.769
8 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4,50; 4,50	9,15	1.891

## Dettagli strisce verifiche stabilità

## Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kg]
Q <sub>y</sub>	carico sulla striscia espresso in [kg]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
T <sub>x</sub> ; T <sub>y</sub>	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kg/cmq]

## Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	$\alpha$	$\phi$	c	u	Tx; Ty
	[kg]	[kg]	[m]	[°]	[°]	[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg]
1	366	901	3,48 - 0,50	57.094	14.571	0,00	0,000	
2	1039	1140	0,50	52.326	14.571	0,00	0,000	
3	1605	1140	0,50	47.490	14.571	0,00	0,000	
4	2085	1140	0,50	43.069	14.571	0,00	0,000	
5	2498	1140	0,50	38.950	14.571	0,00	0,000	
6	3025	1140	0,50	35.058	14.571	0,00	0,000	
7	3336	1140	0,50	31.346	14.571	0,00	0,000	
8	2998	22	0,50	27.775	14.571	0,00	0,000	
9	1842	0	0,50	24.318	14.571	0,00	0,000	
10	1828	0	0,50	20.954	14.571	0,00	0,000	
11	1870	0	0,50	17.664	14.571	0,00	0,000	
12	1923	0	0,50	14.433	14.571	0,00	0,000	
13	1947	0	0,50	11.249	14.571	0,00	0,000	
14	1945	0	0,50	8.099	14.571	0,00	0,000	
15	1915	0	0,50	4.975	14.571	0,00	0,000	
16	1860	0	0,50	1.865	14.571	0,00	0,000	
17	1779	0	0,50	-1.240	14.571	0,00	0,000	
18	1672	0	0,50	-4.348	14.571	0,00	0,000	
19	1540	0	0,50	-7.469	14.571	0,00	0,000	
20	1381	0	0,50	-10.613	14.571	0,00	0,000	
21	1195	0	0,50	-13.789	14.571	0,00	0,000	
22	980	0	0,50	-17.010	14.571	0,00	0,000	
23	737	0	0,50	-20.287	14.571	0,00	0,000	
24	462	0	0,50	-23.635	14.571	0,00	0,000	
25	153	0	-8,91 - 0,50	-26.161	14.571	0,00	0,000	

Resistenza al taglio pali 28408 [kg]

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cm²]	u [kg/cm²]	Tx; Ty [kg]
1	366	901	3,48 - 0,50	57.094	14.571	0,00	0,000	
2	1039	1140	0,50	52.326	14.571	0,00	0,000	
3	1605	1140	0,50	47.490	14.571	0,00	0,000	
4	2085	1140	0,50	43.069	14.571	0,00	0,000	
5	2498	1140	0,50	38.950	14.571	0,00	0,000	
6	3025	1140	0,50	35.058	14.571	0,00	0,000	
7	3336	1140	0,50	31.346	14.571	0,00	0,000	
8	2998	22	0,50	27.775	14.571	0,00	0,000	
9	1842	0	0,50	24.318	14.571	0,00	0,000	
10	1828	0	0,50	20.954	14.571	0,00	0,000	
11	1870	0	0,50	17.664	14.571	0,00	0,000	
12	1923	0	0,50	14.433	14.571	0,00	0,000	
13	1947	0	0,50	11.249	14.571	0,00	0,000	
14	1945	0	0,50	8.099	14.571	0,00	0,000	
15	1915	0	0,50	4.975	14.571	0,00	0,000	
16	1860	0	0,50	1.865	14.571	0,00	0,000	
17	1779	0	0,50	-1.240	14.571	0,00	0,000	
18	1672	0	0,50	-4.348	14.571	0,00	0,000	
19	1540	0	0,50	-7.469	14.571	0,00	0,000	
20	1381	0	0,50	-10.613	14.571	0,00	0,000	
21	1195	0	0,50	-13.789	14.571	0,00	0,000	
22	980	0	0,50	-17.010	14.571	0,00	0,000	
23	737	0	0,50	-20.287	14.571	0,00	0,000	
24	462	0	0,50	-23.635	14.571	0,00	0,000	
25	153	0	-8,91 - 0,50	-26.161	14.571	0,00	0,000	

Resistenza al taglio pali 28408 [kg]

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cm²]	u [kg/cm²]	Tx; Ty [kg]
1	366	752	3,48 - 0,50	57.094	18.000	0,00	0,000	
2	1039	991	0,50	52.326	18.000	0,00	0,000	
3	1605	991	0,50	47.490	18.000	0,00	0,000	
4	2085	991	0,50	43.069	18.000	0,00	0,000	
5	2498	991	0,50	38.950	18.000	0,00	0,000	
6	3025	991	0,50	35.058	18.000	0,00	0,000	
7	3336	991	0,50	31.346	18.000	0,00	0,000	
8	2998	19	0,50	27.775	18.000	0,00	0,000	
9	1842	0	0,50	24.318	18.000	0,00	0,000	
10	1828	0	0,50	20.954	18.000	0,00	0,000	
11	1870	0	0,50	17.664	18.000	0,00	0,000	
12	1923	0	0,50	14.433	18.000	0,00	0,000	
13	1947	0	0,50	11.249	18.000	0,00	0,000	
14	1945	0	0,50	8.099	18.000	0,00	0,000	
15	1915	0	0,50	4.975	18.000	0,00	0,000	
16	1860	0	0,50	1.865	18.000	0,00	0,000	
17	1779	0	0,50	-1.240	18.000	0,00	0,000	
18	1672	0	0,50	-4.348	18.000	0,00	0,000	
19	1540	0	0,50	-7.469	18.000	0,00	0,000	
20	1381	0	0,50	-10.613	18.000	0,00	0,000	
21	1195	0	0,50	-13.789	18.000	0,00	0,000	
22	980	0	0,50	-17.010	18.000	0,00	0,000	
23	737	0	0,50	-20.287	18.000	0,00	0,000	
24	462	0	0,50	-23.635	18.000	0,00	0,000	
25	153	0	-8,91 - 0,50	-26.161	18.000	0,00	0,000	

Resistenza al taglio pali 28408 [kg]

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cm²]	u [kg/cm²]	Tx; Ty [kg]
1	366	752	3,48 - 0,50	57.094	18.000	0,00	0,000	
2	1039	991	0,50	52.326	18.000	0,00	0,000	
3	1605	991	0,50	47.490	18.000	0,00	0,000	
4	2085	991	0,50	43.069	18.000	0,00	0,000	
5	2498	991	0,50	38.950	18.000	0,00	0,000	
6	3025	991	0,50	35.058	18.000	0,00	0,000	
7	3336	991	0,50	31.346	18.000	0,00	0,000	
8	2998	19	0,50	27.775	18.000	0,00	0,000	



n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kg/cm <sup>2</sup> ]	u [kg/cm <sup>2</sup> ]	Tx; Ty [kg]
9	1842	0	0,50	24.318	18.000	0,00	0,000	
10	1828	0	0,50	20.954	18.000	0,00	0,000	
11	1870	0	0,50	17.664	18.000	0,00	0,000	
12	1923	0	0,50	14.433	18.000	0,00	0,000	
13	1947	0	0,50	11.249	18.000	0,00	0,000	
14	1945	0	0,50	8.099	18.000	0,00	0,000	
15	1915	0	0,50	4.975	18.000	0,00	0,000	
16	1860	0	0,50	1.865	18.000	0,00	0,000	
17	1779	0	0,50	-1.240	18.000	0,00	0,000	
18	1672	0	0,50	-4.348	18.000	0,00	0,000	
19	1540	0	0,50	-7.469	18.000	0,00	0,000	
20	1381	0	0,50	-10.613	18.000	0,00	0,000	
21	1195	0	0,50	-13.789	18.000	0,00	0,000	
22	980	0	0,50	-17.010	18.000	0,00	0,000	
23	737	0	0,50	-20.287	18.000	0,00	0,000	
24	462	0	0,50	-23.635	18.000	0,00	0,000	
25	153	0	-8,91 - 0,50	-26.161	18.000	0,00	0,000	

Resistenza al taglio pali      28408    [kg]

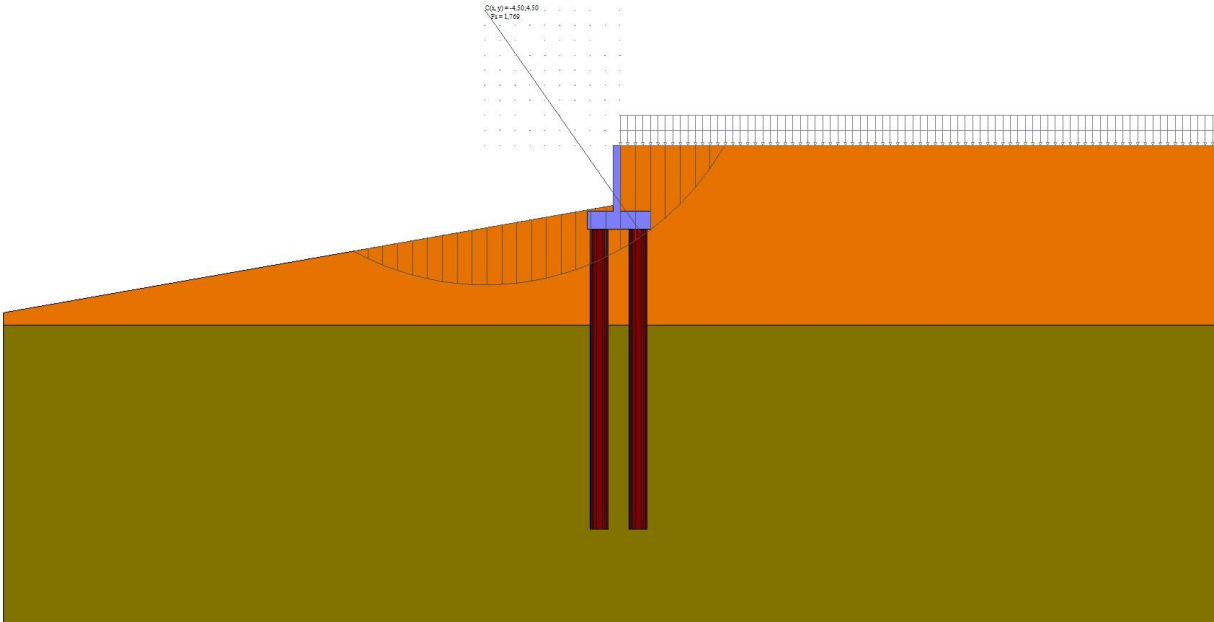


Fig. 2 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 7)

Cedimenti pali

Simbologia adottata  
Ic      Indice combinazione  
Ip      Indice palo  
w      Cedimento, espresso in [cm]

Ic	Ip	w [cm]
9	1	-0,0210
	2	0,1098
10	1	-0,0210
	2	0,1098
11	1	-0,0210
	2	0,1098
12	1	-0,0210
	2	0,1098
13	1	-0,0210
	2	0,1098

Ic	Ip	w
		[cm]
14	1	-0,0210
	2	0,1098

## Muro tipo 2 – H = 1,20

### Dati

#### Geometria profilo terreno a monte del muro

##### Simbologia adottata

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

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

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

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

#### Descrizione terreni

##### Parametri di resistenza

##### Simbologia adottata

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

n°	Descr	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi$	$\delta$	c	ca	Cesp	$\tau_l$	
		[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kg/cm <sup>q</sup> ]	[kg/cm <sup>q</sup> ]		[kg/cm <sup>q</sup> ]	
1	Riporto	1930,00	2000,00	18.000	12.000	0,00	0,00	1.800	0,00	(CAR)
				18.000	12.000	0,00	0,00		0,00	(MIN)
				18.000	12.000	0,00	0,00		0,00	(MED)
2	Argille	1920,00	2000,00	20.000	13.330	0,28	0,14	1.900	1,01	(CAR)
				23.000	15.333	0,28	0,14		1,01	(MIN)
				23.000	15.333	0,28	0,14		1,01	(MED)

#### Stratigrafia

##### Simbologia adottata

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

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

Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H	$\alpha$	Terreno	Kwn	Kwt	Kw	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
	[m]	[°]		[Kg/cm <sup>2</sup> ]	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	[Kg/cm <sup>2</sup> ]				
1	7,00	0.000	Riporto	0.000	0.000	0,000	0,000	1,000	---	---
2	10,00	0.000	Argille	0.000	0.000	0,000	0,000	1,000	---	---

Terreno di riempimento: Riporto

Inclinazione riempimento (rispetto alla verticale): 0.00 [°]

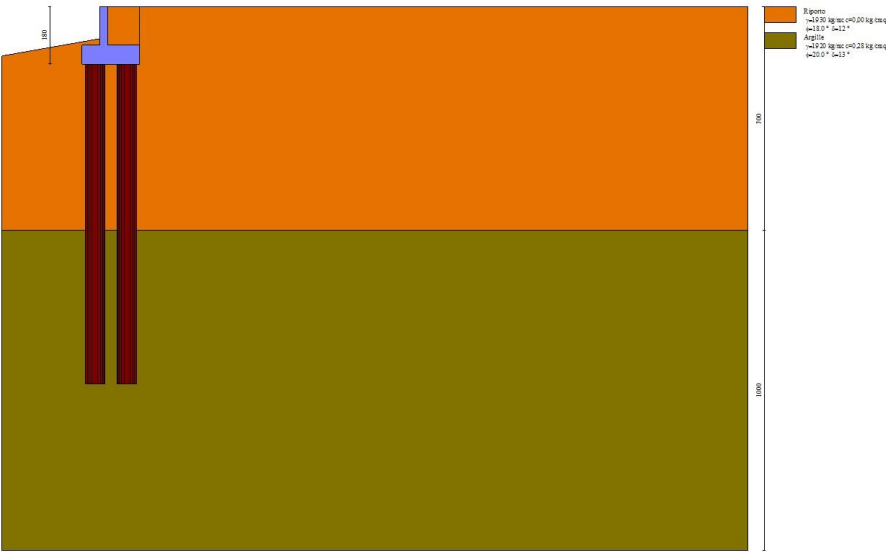


Fig. 1 - Stratigrafia

## Risultati

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

##### Simbologia adottata

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

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		4.974					
2 - STR (A1-M1-R3)		4.974					
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	3.055					
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	3.290					
5 - GEO (A2-M2-R2)					2.517		
6 - GEO (A2-M2-R2)					2.517		
7 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.536		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.433		

#### Verifiche portanza trasversale (scorrimento)

##### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
T	Carico orizzontale agente alla testa del palo, espresso in [kg]
Td	Portanza trasversale di progetto, espresso in [kg]
FS <sub>o</sub>	Fattore di sicurezza (Td/T)

Ic	Ip	T	Td	FS <sub>o</sub>
		[kg]	[kg]	
1 - STR (A1-M1-R3)	1	-11024	54834	4.974
	2	-11024	54834	4.974
2 - STR (A1-M1-R3)	1	-11024	54834	4.974
	2	-11024	54834	4.974
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	-17976	54923	3.055
	2	-17976	54923	3.055
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	-16588	54568	3.290
	2	-16588	54568	3.290

#### Verifiche portanza verticale

##### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Carico verticale agente alla testa del palo, espresso in [kg]
Pd	Portanza di progetto, espresso in [kg]
FS <sub>v</sub>	Fattore di sicurezza (Pd/N)

Ic	Ip	N	Pd	FS <sub>v</sub>
		[kg]	[kg]	
1 - STR (A1-M1-R3)	1	-4800	85599	17.831
	2	44577	92674	2.079
2 - STR (A1-M1-R3)	1	-4800	85599	17.831
	2	44577	92674	2.079
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	-40685	88435	2.174
	2	69939	92674	1.325
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	-40941	88435	2.160
	2	61692	92674	1.502

#### Dettagli calcolo portanza verticale

##### Simbologia adottata

n°	Indice palo
----	-------------

Nc, Nq Coeff. di capacità portante  
 N'c, N'q Coeff. di capacità portante corretti  
 Zc Massima profondità andamento pressione geostatica, espressa in [m]  
 Pp, Pl Portanza di punta e laterale caratteristica, espresse in [kg]  
 A Attrito negativo, espresso in [kg]  
 Wp Peso palo, espresso in [kg]

n°	Nc	N'c	Nq	N'q	Zc	Pp	Pl	A	Wp
					[m]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]
1	0.000	0.000	0.000	0.000	--	25936 25936	172904 172904	0	7069
2	0.000	0.000	0.000	0.000	--	25936 25936	172904 172904	0	7069

### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione  
 C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]  
 R Raggio, espresso in [m]  
 FS Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
5 - GEO (A2-M2-R2)	-1,50; 4,50	11,49	2.517
6 - GEO (A2-M2-R2)	-1,50; 4,50	11,49	2.517
7 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-1,50; 4,50	11,49	1.536
8 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-1,50; 4,50	11,49	1.433

### Dettagli strisce verifiche stabilità

#### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
 Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
 Origine in testa al muro (spigolo contro terra)  
 W peso della striscia espresso in [kg]  
 Qy carico sulla striscia espresso in [kg]  
 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm]  
 b larghezza della striscia espressa in [m]  
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm]  
 Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kg/cm]

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

n°	W	Qy	b	α	φ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	[kg]	[m]	[°]	[°]	[kg/cm]	[kg/cm]	[kg]
1	1123	1403	9,09 - 0,78	62.433	14.571	0,00	0,000	
2	3088	1403	0,78	55.169	14.571	0,00	0,000	
3	4601	1403	0,78	48.814	14.571	0,00	0,000	
4	5821	1403	0,78	43.197	14.571	0,00	0,000	
5	6831	1403	0,78	38.063	14.571	0,00	0,000	
6	7674	1403	0,78	33.270	14.571	0,00	0,000	
7	8380	1403	0,78	28.730	14.571	0,00	0,000	
8	8967	1477	0,78	24.381	14.571	0,00	0,000	
9	9448	1793	0,78	20.177	14.571	0,00	0,000	
10	9833	1793	0,78	16.085	14.571	0,00	0,000	
11	10294	1793	0,78	12.075	14.571	0,00	0,000	
12	10305	1181	0,78	8.126	14.571	0,00	0,000	
13	9034	0	0,78	4.214	14.571	0,00	0,000	
14	8691	0	0,78	0.323	14.571	0,00	0,000	
15	8451	0	0,78	-3.567	14.571	0,00	0,000	
16	8131	0	0,78	-7.474	14.571	0,00	0,000	
17	7729	0	0,78	-11.416	14.571	0,00	0,000	
18	7242	0	0,78	-15.414	14.571	0,00	0,000	
19	6666	0	0,78	-19.490	14.571	0,00	0,000	
20	5995	0	0,78	-23.673	14.571	0,00	0,000	
21	5220	0	0,78	-27.996	14.571	0,00	0,000	
22	4328	0	0,78	-32.501	14.571	0,00	0,000	
23	3302	0	0,78	-37.246	14.571	0,00	0,000	
24	2116	0	0,78	-42.315	14.571	0,00	0,000	
25	728	0	-10,40 - 0,78	-47.336	14.571	0,00	0,000	

Resistenza al taglio pali 18054 [kg]

#### Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	φ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	[kg]	[m]	[°]	[°]	[kg/cm]	[kg/cm]	[kg]

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cm²]	u [kg/cm²]	Tx; Ty [kg]
1	1123	1403	9,09 - 0,78	62.433	14.571	0,00	0,000	
2	3088	1403	0,78	55.169	14.571	0,00	0,000	
3	4601	1403	0,78	48.814	14.571	0,00	0,000	
4	5821	1403	0,78	43.197	14.571	0,00	0,000	
5	6831	1403	0,78	38.063	14.571	0,00	0,000	
6	7674	1403	0,78	33.270	14.571	0,00	0,000	
7	8380	1403	0,78	28.730	14.571	0,00	0,000	
8	8967	1477	0,78	24.381	14.571	0,00	0,000	
9	9448	1793	0,78	20.177	14.571	0,00	0,000	
10	9833	1793	0,78	16.085	14.571	0,00	0,000	
11	10294	1793	0,78	12.075	14.571	0,00	0,000	
12	10305	1181	0,78	8.126	14.571	0,00	0,000	
13	9034	0	0,78	4.214	14.571	0,00	0,000	
14	8691	0	0,78	0.323	14.571	0,00	0,000	
15	8451	0	0,78	-3.567	14.571	0,00	0,000	
16	8131	0	0,78	-7.474	14.571	0,00	0,000	
17	7729	0	0,78	-11.416	14.571	0,00	0,000	
18	7242	0	0,78	-15.414	14.571	0,00	0,000	
19	6666	0	0,78	-19.490	14.571	0,00	0,000	
20	5995	0	0,78	-23.673	14.571	0,00	0,000	
21	5220	0	0,78	-27.996	14.571	0,00	0,000	
22	4328	0	0,78	-32.501	14.571	0,00	0,000	
23	3302	0	0,78	-37.246	14.571	0,00	0,000	
24	2116	0	0,78	-42.315	14.571	0,00	0,000	
25	728	0	-10,40 - 0,78	-47.336	14.571	0,00	0,000	

Resistenza al taglio pali 18054 [kg]

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cm²]	u [kg/cm²]	Tx; Ty [kg]
1	1123	1169	9,09 - 0,78	62.433	18.000	0,00	0,000	
2	3088	1169	0,78	55.169	18.000	0,00	0,000	
3	4601	1169	0,78	48.814	18.000	0,00	0,000	
4	5821	1169	0,78	43.197	18.000	0,00	0,000	
5	6831	1169	0,78	38.063	18.000	0,00	0,000	
6	7674	1169	0,78	33.270	18.000	0,00	0,000	
7	8380	1169	0,78	28.730	18.000	0,00	0,000	
8	8967	1243	0,78	24.381	18.000	0,00	0,000	
9	9448	1559	0,78	20.177	18.000	0,00	0,000	
10	9833	1559	0,78	16.085	18.000	0,00	0,000	
11	10294	1559	0,78	12.075	18.000	0,00	0,000	
12	10305	1027	0,78	8.126	18.000	0,00	0,000	
13	9034	0	0,78	4.214	18.000	0,00	0,000	
14	8691	0	0,78	0.323	18.000	0,00	0,000	
15	8451	0	0,78	-3.567	18.000	0,00	0,000	
16	8131	0	0,78	-7.474	18.000	0,00	0,000	
17	7729	0	0,78	-11.416	18.000	0,00	0,000	
18	7242	0	0,78	-15.414	18.000	0,00	0,000	
19	6666	0	0,78	-19.490	18.000	0,00	0,000	
20	5995	0	0,78	-23.673	18.000	0,00	0,000	
21	5220	0	0,78	-27.996	18.000	0,00	0,000	
22	4328	0	0,78	-32.501	18.000	0,00	0,000	
23	3302	0	0,78	-37.246	18.000	0,00	0,000	
24	2116	0	0,78	-42.315	18.000	0,00	0,000	
25	728	0	-10,40 - 0,78	-47.336	18.000	0,00	0,000	

Resistenza al taglio pali 18054 [kg]

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cm²]	u [kg/cm²]	Tx; Ty [kg]
1	1123	1169	9,09 - 0,78	62.433	18.000	0,00	0,000	
2	3088	1169	0,78	55.169	18.000	0,00	0,000	
3	4601	1169	0,78	48.814	18.000	0,00	0,000	
4	5821	1169	0,78	43.197	18.000	0,00	0,000	
5	6831	1169	0,78	38.063	18.000	0,00	0,000	
6	7674	1169	0,78	33.270	18.000	0,00	0,000	
7	8380	1169	0,78	28.730	18.000	0,00	0,000	
8	8967	1243	0,78	24.381	18.000	0,00	0,000	
9	9448	1559	0,78	20.177	18.000	0,00	0,000	
10	9833	1559	0,78	16.085	18.000	0,00	0,000	
11	10294	1559	0,78	12.075	18.000	0,00	0,000	

n°	W	Qy	b	α	φ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	[kg]	[m]	[°]	[°]	[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg]
12	10305	1027	0,78	8.126	18.000	0,00	0,000	
13	9034	0	0,78	4.214	18.000	0,00	0,000	
14	8691	0	0,78	0.323	18.000	0,00	0,000	
15	8451	0	0,78	-3.567	18.000	0,00	0,000	
16	8131	0	0,78	-7.474	18.000	0,00	0,000	
17	7729	0	0,78	-11.416	18.000	0,00	0,000	
18	7242	0	0,78	-15.414	18.000	0,00	0,000	
19	6666	0	0,78	-19.490	18.000	0,00	0,000	
20	5995	0	0,78	-23.673	18.000	0,00	0,000	
21	5220	0	0,78	-27.996	18.000	0,00	0,000	
22	4328	0	0,78	-32.501	18.000	0,00	0,000	
23	3302	0	0,78	-37.246	18.000	0,00	0,000	
24	2116	0	0,78	-42.315	18.000	0,00	0,000	
25	728	0	-10,40 - 0,78	-47.336	18.000	0,00	0,000	

Resistenza al taglio pali      18054    [kg]

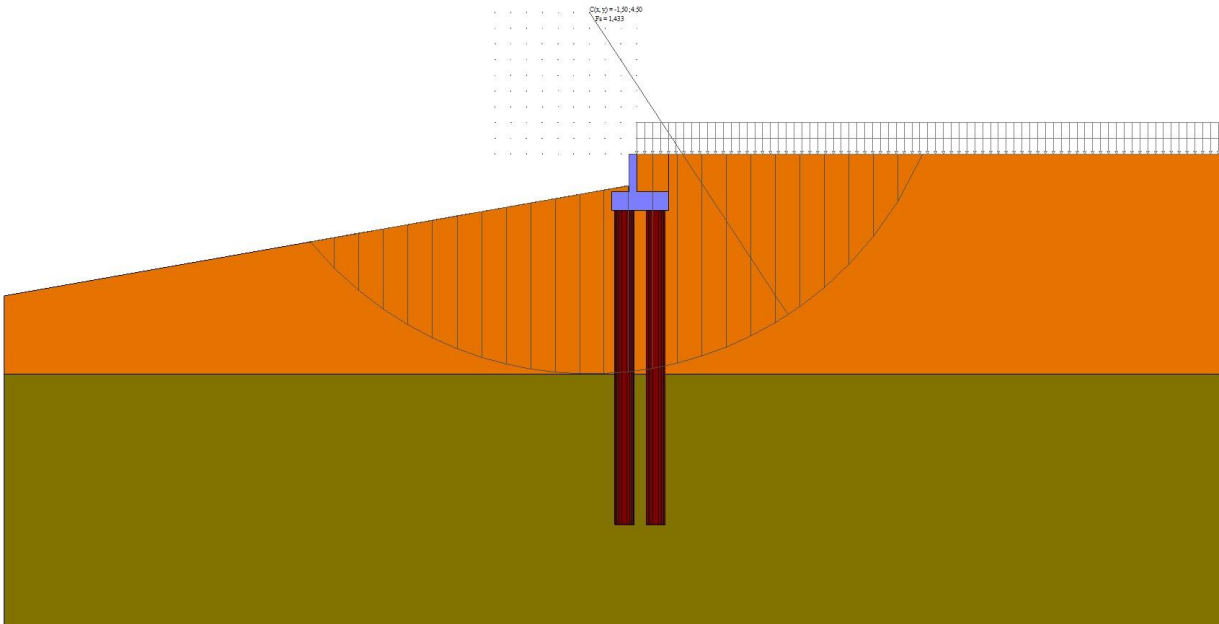


Fig. 2 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico    (Combinazione n° 8)

Cedimenti pali

Simbologia adottata  
Ic                    Indice combinazione  
Ip                    Indice palo  
w                    Cedimento, espresso in [cm]

Ic	Ip	w
		[cm]
9	1	0,0088
	2	0,1245
10	1	0,0088
	2	0,1245
11	1	0,0088
	2	0,1245
12	1	0,0088
	2	0,1245
13	1	0,0088
	2	0,1245
14	1	0,0088
	2	0,1245



## Paratia

### Metodo di analisi

#### Calcolo della profondità di infissione

Nel caso generale l'equilibrio della paratia è assicurato dal bilanciamento fra la spinta attiva agente da monte sulla parte fuori terra, la resistenza passiva che si sviluppa da valle verso monte nella zona interrata e la controspinta che agisce da monte verso valle nella zona interrata al di sotto del centro di rotazione.

Nel caso di paratia tirantata nell'equilibrio della struttura intervengono gli sforzi dei tiranti (diretti verso monte); in questo caso, se la paratia non è sufficientemente infissa, la controspinta sarà assente.

Pertanto il primo passo da compiere nella progettazione è il calcolo della profondità di infissione necessaria ad assicurare l'equilibrio fra i carichi agenti (spinta attiva, resistenza passiva, controspinta, tiro dei tiranti ed eventuali carichi esterni).

Nel calcolo classico delle paratie si suppone che essa sia infinitamente rigida e che possa subire una rotazione intorno ad un punto (*Centro di rotazione*) posto al di sotto della linea di fondo scavo (per paratie non tirantate).

Occorre pertanto costruire i diagrammi di spinta attiva e di spinta (resistenza) passiva agenti sulla paratia. A partire da questi si costruiscono i diagrammi risultanti.

Nella costruzione dei diagrammi risultanti si adotterà la seguente notazione:

$K_{am}$	diagramma della spinta attiva agente da monte
$K_{av}$	diagramma della spinta attiva agente da valle sulla parte interrata
$K_{pm}$	diagramma della spinta passiva agente da monte
$K_{pv}$	diagramma della spinta passiva agente da valle sulla parte interrata.

Calcolati i diagrammi suddetti si costruiscono i diagrammi risultanti

$$D_m = K_{pm} - K_{av} \quad \text{e} \quad D_v = K_{pv} - K_{am}$$

Questi diagrammi rappresentano i valori limiti delle pressioni agenti sulla paratia. La soluzione è ricercata per tentativi facendo variare la profondità di infissione e la posizione del centro di rotazione fino a quando non si raggiunge l'equilibrio sia alla traslazione che alla rotazione.

Per mettere in conto un fattore di sicurezza nel calcolo delle profondità di infissione si può agire con tre modalità :

1. applicazione di un coefficiente moltiplicativo alla profondità di infissione strettamente necessaria per l'equilibrio
2. riduzione della spinta passiva tramite un coefficiente di sicurezza
3. riduzione delle caratteristiche del terreno tramite coefficienti di sicurezza su  $\tan(\phi)$  e sulla coesione

#### Calcolo delle spinte

### Metodo di Culmann (metodo del cuneo di tentativo)

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb: cuneo di spinta a monte della parete che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea o spezzata (nel caso di terreno stratificato).

La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il valore della spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo).

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione  $\rho$  rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio ( $W$ ), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura ( $R$  e  $C$ ) e resistenza per coesione lungo la parete ( $A$ );
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta  $S$  sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima nel caso di spinta attiva e minima nel caso di spinta passiva.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta  $S$  rispetto all'ordinata  $z$ . Noto il diagramma delle pressioni si ricava il punto di applicazione della spinta.

### Spinta in presenza di sisma

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

Il metodo di Mononobe-Okabe considera nell'equilibrio del cuneo spingente la forza di inerzia dovuta al sisma. Indicando con  $W$  il peso del cuneo e con  $C$  il coefficiente di intensità sismica la forza di inerzia valutata come

$$F_i = W \cdot C$$

Indicando con  $S$  la spinta calcolata in condizioni statiche e con  $S_s$  la spinta totale in condizioni sismiche l'incremento di spinta è ottenuto come

$$DS = S - S_s$$

L'incremento di spinta viene applicato a 1/2 dell'altezza della parete stessa (diagramma rettangolare).

### Analisi ad elementi finiti

La paratia è considerata come una struttura a prevalente sviluppo lineare (si fa riferimento ad un metro di larghezza) con comportamento a trave. Come caratteristiche geometriche della sezione si assume il momento d'inerzia  $I$  e l'area  $A$  per metro lineare di larghezza della paratia. Il modulo elastico è quello del materiale utilizzato per la paratia.

La parte fuori terra della paratia è suddivisa in elementi di lunghezza pari a circa 5 centimetri e più o meno costante per tutti gli elementi. La suddivisione è suggerita anche dalla eventuale presenza di tiranti, carichi e vincoli. Infatti questi elementi devono capitare in corrispondenza di un nodo. Nel caso di tirante è inserito un ulteriore elemento atto a schematizzarlo. Detta  $L$  la lunghezza libera del tirante,  $A_r$  l'area di armatura nel tirante ed  $E_s$  il modulo elastico dell'acciaio è inserito un elemento di lunghezza pari ad  $L$ , area  $A_r$ , inclinazione pari a quella del tirante e modulo elastico  $E_s$ . La parte interrata della paratia è suddivisa in elementi di lunghezza, come visto sopra, pari a circa 5 centimetri.

I carichi agenti possono essere di tipo distribuito (spinta della terra, diagramma aggiuntivo di carico, spinta della falda, diagramma di spinta sismica) oppure concentrati. I carichi distribuiti sono riportati sempre come carichi concentrati nei nodi (sotto forma di reazioni di incastro perfetto cambiate di segno).

### Schematizzazione del terreno

La modellazione del terreno si rifà al classico schema di Winkler. Esso è visto come un letto di molle indipendenti fra di loro reagenti solo a sforzo assiale di compressione. La rigidezza della singola molla è legata alla costante di sottofondo orizzontale del terreno (*costante di Winkler*). La costante di sottofondo,  $k$ , è definita come la pressione unitaria che occorre applicare per ottenere uno spostamento unitario. Dimensionalmente è espressa quindi come rapporto fra una pressione ed uno spostamento al cubo  $[F/L^3]$ . È evidente che i risultati sono tanto migliori quanto più è elevato il numero delle molle che schematizzano il terreno. Se  $m$  è l'interasse fra le molle (in cm) e  $b$  è la larghezza della paratia in direzione longitudinale ( $b=100$  cm) l'area equivalente della molla sarà  $A_m = m \cdot b$ .

Per le molle di estremità, in corrispondenza della linea di fondo scavo ed in corrispondenza dell'estremità inferiore della paratia, si assume una area equivalente dimezzata. Inoltre, tutte le molle hanno, ovviamente, rigidezza flessionale e tagliante nulla e sono vincolate all'estremità alla traslazione. Quindi la matrice di rigidezza di tutto il sistema paratia-terreno sarà data dall'assemblaggio delle matrici di rigidezza degli elementi della paratia (elementi a rigidezza flessionale, tagliante ed assiale), delle matrici di rigidezza dei tiranti (solo rigidezza assiale) e delle molle (rigidezza assiale).

### Modalità di analisi e comportamento elasto-plastico del terreno

A questo punto vediamo come è effettuata l'analisi. Un tipo di analisi molto semplice e veloce sarebbe l'analisi elastica (peraltro disponibile nel programma **PAC**). Ma si intuisce che considerare il terreno con un comportamento infinitamente elastico è una approssimazione alquanto grossolana. Occorre quindi introdurre qualche correttivo che meglio ci aiuti a modellare il terreno. Fra le varie soluzioni possibili una delle più praticabili e che fornisce risultati soddisfacenti è quella di considerare il terreno con comportamento elasto-plastico perfetto. Si assume cioè che la curva sforzi-deformazioni del terreno abbia andamento bilatero. Rimane da scegliere il criterio di plasticizzazione del terreno (molle). Si può fare riferimento ad un criterio di tipo cinematico: la resistenza della molla cresce con la deformazione fino a quando lo spostamento non raggiunge il valore  $X_{max}$ ; una volta superato tale spostamento limite non si ha più incremento di resistenza all'aumentare degli spostamenti. Un altro criterio può essere di tipo statico: si assume che la molla abbia una resistenza crescente fino al raggiungimento di una pressione  $p_{max}$ . Tale pressione  $p_{max}$  può essere imposta pari al valore della pressione passiva in corrispondenza della quota della molla. D'altronde un ulteriore criterio si può ottenere dalla combinazione dei due descritti precedentemente: plasticizzazione o per raggiungimento dello spostamento limite o per raggiungimento della pressione passiva. Dal punto di vista strettamente numerico è chiaro che l'introduzione di criteri di plasticizzazione porta ad analisi di tipo non lineare (non linearità meccaniche). Questo comporta un aggravio computazionale non indifferente. L'entità di tale aggravio dipende poi dalla particolare tecnica adottata per la soluzione. Nel caso di analisi elastica lineare il problema si risolve immediatamente con la soluzione del sistema fondamentale ( $K$  matrice di rigidezza,  $u$  vettore degli spostamenti nodali,  $p$  vettore dei carichi nodali)

$$Ku = p$$

Un sistema non lineare, invece, deve essere risolto mediante un'analisi al passo per tener conto della plasticizzazione delle molle. Quindi si procede per passi di carico, a partire da un carico iniziale  $p_0$ , fino a raggiungere il carico totale  $p$ . Ogni volta che si incrementa il carico si controllano eventuali plasticizzazioni delle molle. Se si hanno nuove plasticizzazioni la matrice globale andrà riassemblata escludendo il contributo delle molle plasticizzate. Il procedimento descritto se fosse applicato in questo modo sarebbe particolarmente gravoso (la fase di decomposizione della matrice di rigidezza è particolarmente onerosa). Si ricorre pertanto a soluzioni più sofisticate che escludono il riasssemblaggio e la decomposizione della matrice, ma usano la matrice elastica iniziale (*metodo di Riks*).

Senza addentrarci troppo nei dettagli diremo che si tratta di un metodo di Newton-Raphson modificato e ottimizzato. L'analisi condotta secondo questa tecnica offre dei vantaggi immediati. Essa restituisce l'effettiva deformazione della paratia e le relative sollecitazioni; dà informazioni dettagliate circa la deformazione e la pressione sul terreno. Infatti la deformazione è direttamente leggibile, mentre la pressione sarà data dallo sforzo nella molla diviso per l'area di influenza della molla stessa. Sappiamo quindi quale è la zona di terreno effettivamente plasticizzato. Inoltre dalle deformazioni ci si può rendere conto di un possibile meccanismo di rottura del terreno.

### Analisi per fasi di scavo

L'analisi della paratia per fasi di scavo consente di ottenere informazioni dettagliate sullo stato di sollecitazione e deformazione dell'opera durante la fase di realizzazione. In ogni fase lo stato di sollecitazione e di deformazione dipende dalla 'storia' dello scavo (soprattutto nel caso di paratie tirantate o vincolate).

Definite le varie altezze di scavo (in funzione della posizione di tiranti, vincoli, o altro) si procede per ogni fase al calcolo delle spinte inserendo gli elementi (tiranti, vincoli o carichi) attivi per quella fase, tenendo conto delle deformazioni dello stato precedente. Ad esempio, se sono presenti dei tiranti passivi si inserirà nell'analisi della fase la 'molla' che lo rappresenta. Indicando con  $u$  ed  $u_0$  gli spostamenti nella fase attuale e nella fase precedente, con  $s$  ed  $s_0$  gli sforzi nella fase attuale e nella fase precedente e con  $K$  la matrice di rigidità della 'struttura' la relazione sforzi-deformazione è esprimibile nella forma

$$s = s_0 + K(u - u_0)$$

In sostanza analizzare la paratia per fasi di scavo oppure 'direttamente' porta a risultati abbastanza diversi sia per quanto riguarda lo stato di deformazione e sollecitazione dell'opera sia per quanto riguarda il tiro dei tiranti.

### Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso paratia+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a 1,10.

È usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento è supposta circolare.

In particolare il programma esamina, per un dato centro 3 cerchi differenti: un cerchio passante per la linea di fondo scavo, un cerchio passante per il piede della paratia ed un cerchio passante per il punto medio della parte interrata. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità della paratia. Il numero di strisce è pari a 50.

Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left( \frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + [W_i \cos \alpha_i - u_i b_i] \tan \phi_i \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

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

Inoltre  $u_i$  ed  $l_i$  rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ( $l_i = b_i / \cos \alpha_i$ ).

Quindi, assunto un cerchio di tentativo si suddivide in  $n$  strisce e dalla formula precedente si ricava  $\eta$ . Questo procedimento è eseguito per il numero di centri prefissato e è assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

## Dati

### Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di pali**

Altezza fuori terra	1,00	[m]
Profondità di infissione	11,00	[m]
Altezza totale della paratia	12,00	[m]
Lunghezza paratia	30,00	[m]
Numero di file di pali	1	
Interasse fra i pali della fila	1,20	[m]
Diametro dei pali	60,00	[cm]
Numero totale di pali	25	
Numero di pali per metro lineare	0.83	

### Geometria cordoli

#### Simbologia adottata

n°	numero d'ordine del cordolo
Y	posizione del cordolo sull'asse della paratia espresso in [m]

#### Cordoli in calcestruzzo

B	Base della sezione del cordolo espresso in [cm]
H	Altezza della sezione del cordolo espresso in [cm]

#### Cordoli in acciaio

A	Area della sezione in acciaio del cordolo espresso in [cmq]
W	Modulo di resistenza della sezione del cordolo espresso in [cm <sup>3</sup> ]

N°	Y	Tipo	B	H	A	W
	[m]		[cm]	[cm]	[cmq]	[cm <sup>3</sup> ]
1	0,00	Calcestruzzo	80,00	60,00	--	--

### Geometria profilo terreno

#### Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

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

#### Profilo di monte

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
2	20,00	0,00	0.00

#### Profilo di valle

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-45,00	-13,00	0.00
2	0,00	-1,00	0.00

### Descrizione terreni

#### Simbologia adottata

n°	numero d'ordine
Descrizione	Descrizione del terreno
γ	peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ <sub>sat</sub>	peso di volume saturo del terreno espresso [kg/mc]
φ	angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]
δ	angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]
c	coesione del terreno espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

N°	Descrizione	γ	γ <sub>sat</sub>	φ	δ	c
		[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kg/cm <sup>2</sup> ]
1	Argille	1940,0	2000,0	20.00	13.33	0,280
2	Riporto	1930,0	2000,0	18.00	12.00	0,000

### Descrizione stratigrafia

#### Simbologia adottata

n°	numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia
sp	spessore dello strato in corrispondenza dell'asse della paratia espresso in [m]
kw	costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm

$\alpha$  inclinazione dello strato espressa in GRADI(°) (M: strato di monte V:strato di valle)  
 Terreno Terreno associato allo strato (M: strato di monte V:strato di valle)

N°	sp	$\alpha_M$	$\alpha_V$	$K_{WM}$	$K_{WV}$	Terreno M	Terreno V
	[m]	[°]	[°]	[kg/cm <sup>2</sup> /cm]	[kg/cm <sup>2</sup> /cm]		
1	7,00	6.00	8.00	0.62	0.62	Riporto	Riporto
2	10,00	10.00	10.00	3.19	3.19	Argille	Argille

## Caratteristiche materiali utilizzati

### Simbologia adottata

$\gamma_{ds}$  Peso specifico cls, espresso in [kg/mc]  
 Classe cls Classe di appartenenza del calcestruzzo  
 Rck Rigidezza cubica caratteristica, espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]  
 E Modulo elastico, espresso in [kg/cm<sup>2</sup>]  
 Acciaio Tipo di acciaio  
 n Coeff. di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo

Descrizione	$\gamma_{ds}$	Classe cls	Rck	E	Acciaio	n
	[kg/mc]		[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg/cm <sup>2</sup> ]		
Paratia	2500	C20/25	255	307953	B450C	15.00
Cordolo/Muro	2500	C20/25	255	307953	B450C	15.00

Coeff. di omogeneizzazione cls teso/compresso 1.00

## Condizioni di carico

### Simbologia e convenzioni adottate

Le ascisse dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia  
 Le ordinate dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia  
 Ig Indice di gruppo  
 F<sub>x</sub> Forza orizzontale espressa in [kg], positiva da monte verso valle  
 F<sub>y</sub> Forza verticale espressa in [kg], positiva verso il basso  
 M Momento espresso in [kgm], positivo ribaltante  
 Q<sub>i</sub>, Q<sub>r</sub> Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]  
 V<sub>i</sub>, V<sub>s</sub> Intensità dei carichi distribuiti sulla paratia espresse in [kg/mq], positivi da monte verso valle  
 R Risultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kg]

### Condizione n° 1 - Variabile da traffico - Sovraccarico (Ig=0) [ $\Psi_0=1.00$ - $\Psi_1=1.00$ - $\Psi_2=1.00$ ]

Carico distribuito sul profilo	X <sub>i</sub> = 0,00	X <sub>r</sub> = 20,00	Q <sub>i</sub> = 1000	Q <sub>r</sub> = 1000
--------------------------------	-----------------------	------------------------	-----------------------	-----------------------

### Condizione n° 2 - Variabile - Condizione 2 (Ig=0) [ $\Psi_0=1.00$ - $\Psi_1=1.00$ - $\Psi_2=1.00$ ]

Carico distribuito sul profilo	X <sub>i</sub> = 0,00	X <sub>r</sub> = 20,00	Q <sub>i</sub> = 500	Q <sub>r</sub> = 500
--------------------------------	-----------------------	------------------------	----------------------	----------------------

### Condizione n° 3 - Permanente - Condizione 3

Carico distribuito sul profilo	X <sub>i</sub> = 0,00	X <sub>r</sub> = 3,00	Q <sub>i</sub> = 500	Q <sub>r</sub> = 500
--------------------------------	-----------------------	-----------------------	----------------------	----------------------

## Combinazioni di carico

Nella tabella sono riportate le condizioni di carico di ogni combinazione con il relativo coefficiente di partecipazione.

### Combinazione n° 1 - SLU - STR (A1-M1-R1)

Condizione	Fav/Sfav	$\gamma$	$\Psi$
Spinta terreno	SFAV	1.30	
Condizione 3	SFAV	1.30	1.00
Sovraccarico	SFAV	1.35	1.00
Condizione 2	SFAV	1.50	1.00

### Combinazione n° 2 - SLU - GEO (A2-M2-R1)

Condizione	Fav/Sfav	$\gamma$	$\Psi$
Spinta terreno	SFAV	1.00	
Condizione 3	SFAV	1.00	1.00
Sovraccarico	SFAV	1.15	1.00
Condizione 2	SFAV	1.30	1.00

### Combinazione n° 3 - SLV - GEO (A2-M2-R1)

Condizione	Fav/Sfav	$\gamma$	$\Psi$
Spinta terreno	SFAV	1.00	
Sovraccarico	SFAV	1.00	1.00
Condizione 2	SFAV	1.00	1.00

Condizione	Fav/Sfav	$\gamma$	$\Psi$
Condizione 3	SFAV	1.00	1.00

**Combinazione n° 4 - SLE - Rara**

Condizione	Fav/Sfav	$\gamma$	$\Psi$
Spinta terreno	SFAV	1.00	
Condizione 3	SFAV	1.00	1.00
Sovraccarico	SFAV	1.00	1.00
Condizione 2	SFAV	1.00	1.00

**Combinazione n° 5 - SLE - Frequente**

Condizione	Fav/Sfav	$\gamma$	$\Psi$
Spinta terreno	SFAV	1.00	
Condizione 3	SFAV	1.00	1.00
Sovraccarico	SFAV	1.00	1.00
Condizione 2	SFAV	1.00	1.00

**Combinazione n° 6 - SLE - Quasi permanente**

Condizione	Fav/Sfav	$\gamma$	$\Psi$
Spinta terreno	SFAV	1.00	
Condizione 3	SFAV	1.00	1.00
Sovraccarico	SFAV	1.00	1.00
Condizione 2	SFAV	1.00	1.00

**Combinazione n° 7 - SLD**

Condizione	Fav/Sfav	$\gamma$	$\Psi$
Spinta terreno	SFAV	1.00	
Sovraccarico	SFAV	1.00	1.00
Condizione 2	SFAV	1.00	1.00
Condizione 3	SFAV	1.00	1.00

**Impostazioni di progetto**

Spinte e verifiche secondo: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (17/01/2018)**

**Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:**

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00	1.00	1.00
Permanenti ns	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	0.80	0.80	0.00	0.00
Permanenti ns	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.35	1.15	1.00	1.00

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:**

Parametri		Statici		Sismici	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

**Verifica materiali : Stato Limite**

**Impostazioni verifiche SLU**

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio

Sezione in c.a.

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd}' \cdot (\text{ctg}(\theta) + \text{ctg}(\alpha)) / (1.0 + \text{ctg} \theta^2)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b <sub>w</sub>	larghezza minima sezione [mm]
A <sub>sw</sub>	area armatura trasversale [mmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α <sub>c</sub>	coefficiente maggiorativo, funzione di f <sub>cd</sub> e σ <sub>cp</sub>
σ <sub>cp</sub>	tensione media di compressione [N/mmq]
f <sub>cd</sub> '	= 0.5 · f <sub>cd</sub>

### **Impostazioni verifiche SLE**

Condizioni ambientali	Ordinarie
Armatura ad aderenza migliorata	
Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	w <sub>1</sub> = 0.20 w <sub>2</sub> = 0.30 w <sub>3</sub> = 0.40
Metodo di calcolo aperture delle fessure	Poco sensibile
<u>Verifica delle tensioni</u>	
Combinazione di carico	Rara σ <sub>c</sub> < 0.60 f <sub>ck</sub> - σ <sub>f</sub> < 0.80 f <sub>yk</sub> Quasi permanente σ <sub>c</sub> < 0.45 f <sub>ck</sub>

### **Impostazioni di analisi**

#### **Analisi per Combinazioni di Carico.**

Rottura del terreno: Pressione passiva Applicata diminuzione quota valle secondo NTC2018 - par 6.5.2.2

Influenza δ (angolo di attrito terreno-paratia): Nel calcolo del coefficiente di spinta attiva K<sub>a</sub> e nell'inclinazione della spinta attiva (non viene considerato per la spinta passiva)

Stabilità globale: Metodo di Fellenius

### **Impostazioni analisi sismica**

#### **Identificazione del sito**

Latitudine	37.748562
Longitudine	14.398250
Comune	Nicosia
Provincia	Enna
Regione	Sicilia

Punti di interpolazione del reticolo 46967 - 46968 - 46746 - 46745

#### **Tipo di opera**

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II - Normali affollamenti e industrie non pericolose
Vita di riferimento	50 anni

#### **Combinazioni/Fase**

	<b>SLU</b>	<b>SLE</b>
Accelerazione al suolo [m/s <sup>2</sup> ]	1.265	0.526
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F <sub>0</sub>	2.485	2.439
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante T <sub>c</sub> *	0.346	0.278
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.200	1.200
Tipo di sottosuolo	C	
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S <sub>s</sub> )	1.500	1.500
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (α)	0.913	0.913
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza U <sub>s</sub> [m]	0.060	0.060
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (β)	0.588	0.588
Prodotto α β	0.536 > 0.2	0.536 > 0.2
Coefficiente di intensità sismica (percento)	12.447	5.173
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (kv)	0.00	

Influenza sisma nella spinta attiva da monte

Forma diagramma incremento sismico : Rettangolare

## Risultati

### Analisi della paratia

#### L'analisi è stata eseguita per combinazioni di carico

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 20 elementi fuori terra e 220 elementi al di sotto della linea di fondo scavo.

Le molle che simulano il terreno hanno un comportamento elastoplastico: una volta raggiunta la pressione passiva non reagiscono ad ulteriori incremento di carico.

Altezza fuori terra della paratia	1,00	[m]
Profondità di infissione	11,00	[m]
Altezza totale della paratia	12,00	[m]

### Pressioni orizzontali agenti sulla paratia

#### Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione espressa in [m]
P	pressione sulla paratia espressa in [kg/mq] positiva da monte verso valle

#### Combinazione n° 1 - SLU - STR

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
1	0,00	0,00
2	0,00	1260,99
3	0,05	1322,28
4	0,10	1383,57
5	0,15	1444,86
6	0,20	1506,15
7	0,25	1564,26
8	0,30	1622,36
9	0,35	1680,47
10	0,40	1738,57
11	0,45	1796,68
12	0,50	1854,78
13	0,55	1912,89
14	0,60	1970,99
15	0,65	2029,10
16	0,70	2087,20
17	0,75	2145,31
18	0,80	2203,42
19	0,85	2261,52
20	0,90	2319,63
21	0,95	2377,73
22	1,00	2435,84
23	1,05	2343,74
24	1,10	2251,64
25	1,15	2159,54
26	1,20	2067,43
27	1,25	1975,33
28	1,30	1883,23
29	1,35	1791,13
30	1,40	1699,03
31	1,45	1606,93
32	1,50	1514,83
33	1,55	1422,73
34	1,60	1330,63
35	1,65	1238,52
36	1,70	1146,42
37	1,75	1054,32
38	1,80	962,22
39	1,85	870,12
40	1,90	778,02
41	1,95	685,92
42	2,00	593,82
43	2,05	501,72
44	2,10	409,62
45	2,15	317,52
46	2,20	225,41
47	2,25	133,31
48	2,30	41,21
28	2,35	-50,89



n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
29	2,40	-142,99
30	2,45	-235,09
31	2,50	-327,19
32	2,55	-419,29
33	2,60	-511,39
34	2,65	-603,49
35	2,70	-695,59
36	2,75	-787,70
37	2,80	-879,80
38	2,85	-971,90
39	2,90	-1064,00
40	2,95	-1156,10
41	3,00	-1248,20
42	3,05	-1340,30
43	3,10	-1432,40
44	3,15	-1524,50
45	3,20	-1616,60
46	3,25	-1708,70
47	3,30	-1800,81
48	3,35	-1898,27
49	3,40	-1995,73
50	3,45	-2111,02
51	3,50	-2226,31
52	3,55	-2356,30
53	3,60	-2486,30
54	3,65	-2617,95
55	3,70	-2685,91
56	3,75	-2620,35
57	3,80	-2555,62
58	3,85	-2491,72
59	3,90	-2428,65
60	3,95	-2366,43
61	4,00	-2305,06
62	4,05	-2244,54
63	4,10	-2184,88
64	4,15	-2126,08
65	4,20	-2068,15
66	4,25	-2011,08
67	4,30	-1954,88
68	4,35	-1899,55
69	4,40	-1845,09
70	4,45	-1791,51
71	4,50	-1738,79
72	4,55	-1686,96
73	4,60	-1635,99
74	4,65	-1585,89
75	4,70	-1536,67
76	4,75	-1488,31
77	4,80	-1440,82
78	4,85	-1394,19
79	4,90	-1348,42
80	4,95	-1303,52
81	5,00	-1259,46
82	5,05	-1216,26
83	5,10	-1173,90
84	5,15	-1132,39
85	5,20	-1091,72
86	5,25	-1051,88
87	5,30	-1012,86
88	5,35	-974,67
89	5,40	-937,30
90	5,45	-900,74
91	5,50	-864,98
92	5,55	-830,02
93	5,60	-795,86
94	5,65	-762,48
95	5,70	-729,88
96	5,75	-698,06
97	5,80	-667,00
98	5,85	-636,70
99	5,90	-607,14
100	5,95	-578,34
101	6,00	-550,26
102	6,05	-522,91
103	6,10	-496,29
104	6,15	-470,37

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
105	6,20	-445,16
106	6,25	-420,64
107	6,30	-396,80
108	6,35	-373,65
109	6,40	-351,16
110	6,45	-329,33
111	6,50	-308,15
112	6,55	-287,61
113	6,60	-267,71
114	6,65	-248,43
115	6,70	-229,77
116	6,75	-211,71
117	6,80	-194,25
118	6,85	-177,37
119	6,90	-161,07
120	6,95	-145,34
121	7,00	-402,65
122	7,05	-599,29
123	7,10	-526,25
124	7,15	-455,96
125	7,20	-388,36
126	7,25	-323,41
127	7,30	-261,06
128	7,35	-201,24
129	7,40	-143,92
130	7,45	-89,03
131	7,50	-36,52
132	7,55	13,65
133	7,60	61,55
134	7,65	107,23
135	7,70	150,74
136	7,75	192,13
137	7,80	231,45
138	7,85	268,77
139	7,90	304,12
140	7,95	337,57
141	8,00	369,16
142	8,05	398,95
143	8,10	426,98
144	8,15	453,32
145	8,20	477,99
146	8,25	501,07
147	8,30	522,59
148	8,35	542,60
149	8,40	561,15
150	8,45	578,29
151	8,50	594,06
152	8,55	608,51
153	8,60	621,69
154	8,65	633,63
155	8,70	644,38
156	8,75	653,98
157	8,80	662,48
158	8,85	669,91
159	8,90	676,31
160	8,95	681,73
161	9,00	686,20
162	9,05	689,76
163	9,10	692,44
164	9,15	694,29
165	9,20	695,34
166	9,25	695,61
167	9,30	695,15
168	9,35	693,99
169	9,40	692,15
170	9,45	689,67
171	9,50	686,59
172	9,55	682,92
173	9,60	678,69
174	9,65	673,94
175	9,70	668,69
176	9,75	662,96
177	9,80	656,78
178	9,85	650,18
179	9,90	643,18
180	9,95	635,79

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
181	10,00	628,05
182	10,05	619,97
183	10,10	611,57
184	10,15	602,88
185	10,20	593,90
186	10,25	584,67
187	10,30	575,19
188	10,35	565,48
189	10,40	555,56
190	10,45	545,44
191	10,50	535,14
192	10,55	524,67
193	10,60	514,05
194	10,65	503,28
195	10,70	492,39
196	10,75	481,37
197	10,80	470,24
198	10,85	459,01
199	10,90	447,69
200	10,95	436,29
201	11,00	424,81
202	11,05	413,28
203	11,10	401,68
204	11,15	390,03
205	11,20	378,33
206	11,25	366,60
207	11,30	354,83
208	11,35	343,03
209	11,40	331,21
210	11,45	319,37
211	11,50	307,51
212	11,55	295,64
213	11,60	283,75
214	11,65	271,86
215	11,70	259,96
216	11,75	248,05
217	11,80	236,14
218	11,85	224,23
219	11,90	212,32
220	11,95	200,41
221	12,00	188,50

**Combinazione n° 2 - SLU - GEO**

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
1	0,00	0,00
2	0,00	1217,52
3	0,05	1272,20
4	0,10	1326,87
5	0,15	1381,55
6	0,20	1436,22
7	0,25	1487,82
8	0,30	1539,42
9	0,35	1591,02
10	0,40	1642,62
11	0,45	1694,22
12	0,50	1745,82
13	0,55	1797,41
14	0,60	1849,01
15	0,65	1900,61
16	0,70	1952,21
17	0,75	2003,81
18	0,80	2055,41
19	0,85	2107,01
20	0,90	2158,61
21	0,95	2210,21
22	1,00	2261,81
23	1,05	2313,21
24	1,10	2364,62
25	1,15	2416,03
26	1,20	2467,44
27	1,25	2447,00
28	1,30	2426,56

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
29	1,35	2347,52
30	1,40	2268,47
31	1,45	2214,45
32	1,50	2160,42
33	1,55	2121,31
34	1,60	2082,19
35	1,65	2044,53
36	1,70	2006,88
37	1,75	1965,87
38	1,80	1924,87
39	1,85	1885,33
40	1,90	1845,80
41	1,95	1807,73
42	2,00	1769,66
43	2,05	1728,22
44	2,10	1686,79
45	2,15	1645,20
46	2,20	1603,62
47	2,25	1565,14
48	2,30	1526,65
49	2,35	1486,40
57	3,80	-8,13
58	3,85	-49,59
59	3,90	-91,05
60	3,95	-132,75
61	4,00	-174,44
62	4,05	-218,18
63	4,10	-261,92
64	4,15	-304,07
65	4,20	-346,22
66	4,25	-387,28
67	4,30	-428,35
68	4,35	-472,23
69	4,40	-516,10
70	4,45	-558,33
71	4,50	-600,55
72	4,55	-644,06
73	4,60	-687,57
74	4,65	-730,69
75	4,70	-773,82
76	4,75	-817,16
77	4,80	-860,51
78	4,85	-905,96
79	4,90	-951,41
80	4,95	-993,15
81	5,00	-1034,89
82	5,05	-1078,76
83	5,10	-1122,64
84	5,15	-1168,67
85	5,20	-1214,69
86	5,25	-1256,89
87	5,30	-1299,09
88	5,35	-1343,47
89	5,40	-1387,85
90	5,45	-1434,45
91	5,50	-1481,04
92	5,55	-1525,78
93	5,60	-1570,52
94	5,65	-1615,42
95	5,70	-1660,32
96	5,75	-1705,39
97	5,80	-1750,46
98	5,85	-1793,50
99	5,90	-1836,55
100	5,95	-1881,92
101	6,00	-1927,28
102	6,05	-1974,99
103	6,10	-2022,70
104	6,15	-2068,41
105	6,20	-2114,12
106	6,25	-2162,29
107	6,30	-2210,45
108	6,35	-2256,50
109	6,40	-2302,56
110	6,45	-2346,49
111	6,50	-2390,41

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
112	6,55	-2436,77
113	6,60	-2483,12
114	6,65	-2529,63
115	6,70	-2576,14
116	6,75	-2622,80
117	6,80	-2669,46
118	6,85	-2715,16
119	6,90	-2759,49
120	6,95	-2644,17
121	7,00	-7830,09
122	7,05	-12556,21
123	7,10	-11996,28
124	7,15	-11449,13
125	7,20	-10914,73
126	7,25	-10393,06
127	7,30	-9884,09
128	7,35	-9387,77
129	7,40	-8904,04
130	7,45	-8432,81
131	7,50	-7974,02
132	7,55	-7527,56
133	7,60	-7093,34
134	7,65	-6671,23
135	7,70	-6261,12
136	7,75	-5862,88
137	7,80	-5476,37
138	7,85	-5101,45
139	7,90	-4737,95
140	7,95	-4385,74
141	8,00	-4044,64
142	8,05	-3714,48
143	8,10	-3395,10
144	8,15	-3086,31
145	8,20	-2787,93
146	8,25	-2499,77
147	8,30	-2221,65
148	8,35	-1953,37
149	8,40	-1694,74
150	8,45	-1445,56
151	8,50	-1205,63
152	8,55	-974,75
153	8,60	-752,71
154	8,65	-539,31
155	8,70	-334,36
156	8,75	-137,63
157	8,80	51,08
158	8,85	231,96
159	8,90	405,24
160	8,95	571,10
161	9,00	729,77
162	9,05	881,44
163	9,10	1026,32
164	9,15	1164,61
165	9,20	1296,52
166	9,25	1422,23
167	9,30	1541,96
168	9,35	1655,90
169	9,40	1764,24
170	9,45	1867,17
171	9,50	1964,89
172	9,55	2057,59
173	9,60	2145,45
174	9,65	2228,65
175	9,70	2307,38
176	9,75	2381,81
177	9,80	2452,13
178	9,85	2518,49
179	9,90	2581,08
180	9,95	2640,05
181	10,00	2695,58
182	10,05	2747,82
183	10,10	2796,92
184	10,15	2843,05
185	10,20	2886,34
186	10,25	2926,96
187	10,30	2965,04

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
188	10,35	3000,71
189	10,40	3034,13
190	10,45	3065,41
191	10,50	3094,69
192	10,55	3122,08
193	10,60	3147,73
194	10,65	3171,73
195	10,70	3194,20
196	10,75	3215,25
197	10,80	3235,00
198	10,85	3253,53
199	10,90	3270,95
200	10,95	3287,34
201	11,00	3302,81
202	11,05	3317,43
203	11,10	3331,29
204	11,15	3344,46
205	11,20	3357,02
206	11,25	3369,04
207	11,30	3380,58
208	11,35	3391,70
209	11,40	3402,47
210	11,45	3412,92
211	11,50	3423,12
212	11,55	3433,10
213	11,60	3442,91
214	11,65	3452,59
215	11,70	3462,15
216	11,75	3471,64
217	11,80	3481,08
218	11,85	3490,48
219	11,90	3499,86
220	11,95	3509,23
221	12,00	3518,60

**Combinazione n° 3 - SLV - GEO**

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
1	0,00	0,00
2	0,00	1382,25
3	0,05	1429,26
4	0,10	1476,27
5	0,15	1523,29
6	0,20	1570,30
7	0,25	1615,00
8	0,30	1659,69
9	0,35	1704,39
10	0,40	1749,09
11	0,45	1793,78
12	0,50	1838,48
13	0,55	1883,17
14	0,60	1927,87
15	0,65	1972,57
16	0,70	2017,26
17	0,75	2061,96
18	0,80	2106,66
19	0,85	2151,35
20	0,90	2196,05
21	0,95	2240,75
22	1,00	2285,44
23	1,05	2214,60
24	1,10	2143,75
25	1,15	2072,90
26	1,20	2002,05
27	1,25	1931,21
28	1,30	1860,36
29	1,35	1789,51
30	1,40	1718,67
31	1,45	1647,82
32	1,50	1576,97
33	1,55	1506,13
34	1,60	1435,28
35	1,65	1364,43

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
36	1,70	1293,59
37	1,75	1222,74
38	1,80	1151,89
39	1,85	1081,05
40	1,90	1010,20
41	1,95	939,35
42	2,00	868,50
43	2,05	797,66
44	2,10	726,81
45	2,15	655,96
46	2,20	585,12
47	2,25	514,27
48	2,30	443,42
49	2,35	372,58
30	2,45	-1,70
31	2,50	-305,13
32	2,55	-375,98
33	2,60	-446,82
34	2,65	-517,67
35	2,70	-588,52
36	2,75	-659,36
37	2,80	-730,21
38	2,85	-801,06
39	2,90	-871,90
40	2,95	-942,75
41	3,00	-1013,60
42	3,05	-1084,44
43	3,10	-1155,29
44	3,15	-1226,14
45	3,20	-1296,98
46	3,25	-1367,83
47	3,30	-1438,68
48	3,35	-1513,56
49	3,40	-1588,45
50	3,45	-1676,77
51	3,50	-1765,09
52	3,55	-1864,50
53	3,60	-1963,91
54	3,65	-2064,63
55	3,70	-2165,34
56	3,75	-2264,42
57	3,80	-2363,50
58	3,85	-2449,95
59	3,90	-2536,41
60	3,95	-2609,03
61	4,00	-2681,65
62	4,05	-2690,95
63	4,10	-2622,23
64	4,15	-2554,44
65	4,20	-2487,58
66	4,25	-2421,65
67	4,30	-2356,67
68	4,35	-2292,63
69	4,40	-2229,54
70	4,45	-2167,40
71	4,50	-2106,21
72	4,55	-2045,98
73	4,60	-1986,70
74	4,65	-1928,37
75	4,70	-1871,01
76	4,75	-1814,59
77	4,80	-1759,14
78	4,85	-1704,64
79	4,90	-1651,09
80	4,95	-1598,49
81	5,00	-1546,84
82	5,05	-1496,13
83	5,10	-1446,37
84	5,15	-1397,54
85	5,20	-1349,65
86	5,25	-1302,69
87	5,30	-1256,66
88	5,35	-1211,55
89	5,40	-1167,36
90	5,45	-1124,08
91	5,50	-1081,71

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
92	5,55	-1040,23
93	5,60	-999,65
94	5,65	-959,96
95	5,70	-921,15
96	5,75	-883,21
97	5,80	-846,14
98	5,85	-809,93
99	5,90	-774,58
100	5,95	-740,07
101	6,00	-706,39
102	6,05	-673,55
103	6,10	-641,52
104	6,15	-610,31
105	6,20	-579,91
106	6,25	-550,30
107	6,30	-521,48
108	6,35	-493,43
109	6,40	-466,16
110	6,45	-439,64
111	6,50	-413,88
112	6,55	-388,85
113	6,60	-364,56
114	6,65	-341,00
115	6,70	-318,14
116	6,75	-295,99
117	6,80	-274,54
118	6,85	-253,76
119	6,90	-233,66
120	6,95	-214,23
121	7,00	-604,59
122	7,05	-919,66
123	7,10	-828,88
124	7,15	-741,33
125	7,20	-656,96
126	7,25	-575,72
127	7,30	-497,54
128	7,35	-422,37
129	7,40	-350,16
130	7,45	-280,83
131	7,50	-214,34
132	7,55	-150,62
133	7,60	-89,62
134	7,65	-31,27
135	7,70	24,48
136	7,75	77,70
137	7,80	128,44
138	7,85	176,77
139	7,90	222,74
140	7,95	266,41
141	8,00	307,85
142	8,05	347,11
143	8,10	384,24
144	8,15	419,32
145	8,20	452,39
146	8,25	483,51
147	8,30	512,74
148	8,35	540,13
149	8,40	565,74
150	8,45	589,63
151	8,50	611,85
152	8,55	632,44
153	8,60	651,47
154	8,65	668,99
155	8,70	685,04
156	8,75	699,68
157	8,80	712,95
158	8,85	724,91
159	8,90	735,59
160	8,95	745,06
161	9,00	753,34
162	9,05	760,50
163	9,10	766,57
164	9,15	771,59
165	9,20	775,61
166	9,25	778,66
167	9,30	780,80



n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
168	9,35	782,05
169	9,40	782,46
170	9,45	782,05
171	9,50	780,88
172	9,55	778,97
173	9,60	776,36
174	9,65	773,08
175	9,70	769,17
176	9,75	764,65
177	9,80	759,56
178	9,85	753,92
179	9,90	747,77
180	9,95	741,13
181	10,00	734,03
182	10,05	726,49
183	10,10	718,55
184	10,15	710,22
185	10,20	701,53
186	10,25	692,49
187	10,30	683,14
188	10,35	673,50
189	10,40	663,57
190	10,45	653,39
191	10,50	642,96
192	10,55	632,32
193	10,60	621,47
194	10,65	610,42
195	10,70	599,21
196	10,75	587,83
197	10,80	576,30
198	10,85	564,65
199	10,90	552,87
200	10,95	540,98
201	11,00	528,99
202	11,05	516,91
203	11,10	504,75
204	11,15	492,52
205	11,20	480,23
206	11,25	467,89
207	11,30	455,50
208	11,35	443,07
209	11,40	430,60
210	11,45	418,10
211	11,50	405,59
212	11,55	393,05
213	11,60	380,49
214	11,65	367,92
215	11,70	355,35
216	11,75	342,76
217	11,80	330,17
218	11,85	317,58
219	11,90	304,99
220	11,95	292,40
221	12,00	279,80

**Combinazione n° 4 - SLE - Rara**

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
1	0,00	0,00
2	0,00	917,08
3	0,05	964,09
4	0,10	1011,11
5	0,15	1058,12
6	0,20	1105,14
7	0,25	1149,83
8	0,30	1194,53
9	0,35	1239,22
10	0,40	1283,92
11	0,45	1328,62
12	0,50	1373,31
13	0,55	1418,01
14	0,60	1462,71
15	0,65	1507,40

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
16	0,70	1552,10
17	0,75	1596,80
18	0,80	1641,49
19	0,85	1686,19
20	0,90	1730,88
21	0,95	1775,58
22	1,00	1820,28
23	1,05	1749,43
24	1,10	1678,59
25	1,15	1607,74
26	1,20	1536,89
27	1,25	1466,04
28	1,30	1395,20
29	1,35	1324,35
30	1,40	1253,50
31	1,45	1182,66
32	1,50	1111,81
33	1,55	1040,96
34	1,60	970,11
35	1,65	899,27
36	1,70	828,42
37	1,75	757,57
38	1,80	686,73
39	1,85	615,88
40	1,90	545,03
41	1,95	474,19
42	2,00	403,34
43	2,05	332,49
44	2,10	261,65
45	2,15	190,80
46	2,20	119,95
27	2,30	-21,74
28	2,35	-92,59
29	2,40	-163,43
30	2,45	-234,28
31	2,50	-305,13
32	2,55	-375,98
33	2,60	-446,82
34	2,65	-517,67
35	2,70	-588,52
36	2,75	-659,36
37	2,80	-730,21
38	2,85	-801,06
39	2,90	-871,90
40	2,95	-942,75
41	3,00	-1013,60
42	3,05	-1084,44
43	3,10	-1155,29
44	3,15	-1226,14
45	3,20	-1296,98
46	3,25	-1367,83
47	3,30	-1438,68
48	3,35	-1513,56
49	3,40	-1588,45
50	3,45	-1676,77
51	3,50	-1765,09
52	3,55	-1864,50
53	3,60	-1963,91
54	3,65	-1931,89
55	3,70	-1884,74
56	3,75	-1838,19
57	3,80	-1792,23
58	3,85	-1746,88
59	3,90	-1702,14
60	3,95	-1658,00
61	4,00	-1614,48
62	4,05	-1571,58
63	4,10	-1529,30
64	4,15	-1487,64
65	4,20	-1446,60
66	4,25	-1406,19
67	4,30	-1366,41
68	4,35	-1327,26
69	4,40	-1288,73
70	4,45	-1250,83
71	4,50	-1213,56

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
72	4,55	-1176,91
73	4,60	-1140,90
74	4,65	-1105,51
75	4,70	-1070,74
76	4,75	-1036,60
77	4,80	-1003,08
78	4,85	-970,18
79	4,90	-937,90
80	4,95	-906,23
81	5,00	-875,17
82	5,05	-844,73
83	5,10	-814,89
84	5,15	-785,65
85	5,20	-757,01
86	5,25	-728,97
87	5,30	-701,52
88	5,35	-674,65
89	5,40	-648,38
90	5,45	-622,68
91	5,50	-597,55
92	5,55	-573,00
93	5,60	-549,01
94	5,65	-525,58
95	5,70	-502,70
96	5,75	-480,38
97	5,80	-458,60
98	5,85	-437,36
99	5,90	-416,66
100	5,95	-396,48
101	6,00	-376,83
102	6,05	-357,69
103	6,10	-339,07
104	6,15	-320,95
105	6,20	-303,32
106	6,25	-286,19
107	6,30	-269,55
108	6,35	-253,39
109	6,40	-237,70
110	6,45	-222,48
111	6,50	-207,72
112	6,55	-193,41
113	6,60	-179,55
114	6,65	-166,14
115	6,70	-153,15
116	6,75	-140,60
117	6,80	-128,47
118	6,85	-116,75
119	6,90	-105,44
120	6,95	-94,53
121	7,00	-259,87
122	7,05	-383,20
123	7,10	-332,64
124	7,15	-284,01
125	7,20	-237,28
126	7,25	-192,42
127	7,30	-149,38
128	7,35	-108,12
129	7,40	-68,62
130	7,45	-30,82
131	7,50	5,30
132	7,55	39,79
133	7,60	72,68
134	7,65	104,01
135	7,70	133,82
136	7,75	162,15
137	7,80	189,04
138	7,85	214,51
139	7,90	238,62
140	7,95	261,39
141	8,00	282,87
142	8,05	303,08
143	8,10	322,07
144	8,15	339,88
145	8,20	356,52
146	8,25	372,06
147	8,30	386,50

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
148	8,35	399,90
149	8,40	412,28
150	8,45	423,67
151	8,50	434,12
152	8,55	443,64
153	8,60	452,28
154	8,65	460,06
155	8,70	467,02
156	8,75	473,17
157	8,80	478,56
158	8,85	483,21
159	8,90	487,15
160	8,95	490,41
161	9,00	493,01
162	9,05	494,98
163	9,10	496,35
164	9,15	497,13
165	9,20	497,36
166	9,25	497,06
167	9,30	496,25
168	9,35	494,96
169	9,40	493,20
170	9,45	491,00
171	9,50	488,38
172	9,55	485,36
173	9,60	481,96
174	9,65	478,19
175	9,70	474,08
176	9,75	469,65
177	9,80	464,91
178	9,85	459,87
179	9,90	454,56
180	9,95	448,99
181	10,00	443,17
182	10,05	437,13
183	10,10	430,86
184	10,15	424,40
185	10,20	417,74
186	10,25	410,90
187	10,30	403,90
188	10,35	396,74
189	10,40	389,44
190	10,45	382,00
191	10,50	374,44
192	10,55	366,77
193	10,60	358,99
194	10,65	351,11
195	10,70	343,15
196	10,75	335,10
197	10,80	326,98
198	10,85	318,79
199	10,90	310,54
200	10,95	302,24
201	11,00	293,88
202	11,05	285,49
203	11,10	277,05
204	11,15	268,58
205	11,20	260,08
206	11,25	251,55
207	11,30	243,00
208	11,35	234,43
209	11,40	225,84
210	11,45	217,24
211	11,50	208,63
212	11,55	200,01
213	11,60	191,38
214	11,65	182,75
215	11,70	174,11
216	11,75	165,47
217	11,80	156,82
218	11,85	148,18
219	11,90	139,53
220	11,95	130,89
221	12,00	122,24

**Combinazione n° 5 - SLE - Frequente**

n°	Y [m]	P [kg/mq]
1	0,00	0,00
2	0,00	917,08
3	0,05	964,09
4	0,10	1011,11
5	0,15	1058,12
6	0,20	1105,14
7	0,25	1149,83
8	0,30	1194,53
9	0,35	1239,22
10	0,40	1283,92
11	0,45	1328,62
12	0,50	1373,31
13	0,55	1418,01
14	0,60	1462,71
15	0,65	1507,40
16	0,70	1552,10
17	0,75	1596,80
18	0,80	1641,49
19	0,85	1686,19
20	0,90	1730,88
21	0,95	1775,58
22	1,00	1820,28
23	1,05	1749,43
24	1,10	1678,59
25	1,15	1607,74
26	1,20	1536,89
27	1,25	1466,04
28	1,30	1395,20
29	1,35	1324,35
30	1,40	1253,50
31	1,45	1182,66
32	1,50	1111,81
33	1,55	1040,96
34	1,60	970,11
35	1,65	899,27
36	1,70	828,42
37	1,75	757,57
38	1,80	686,73
39	1,85	615,88
40	1,90	545,03
41	1,95	474,19
42	2,00	403,34
43	2,05	332,49
44	2,10	261,65
45	2,15	190,80
46	2,20	119,95
27	2,30	-21,74
28	2,35	-92,59
29	2,40	-163,43
30	2,45	-234,28
31	2,50	-305,13
32	2,55	-375,98
33	2,60	-446,82
34	2,65	-517,67
35	2,70	-588,52
36	2,75	-659,36
37	2,80	-730,21
38	2,85	-801,06
39	2,90	-871,90
40	2,95	-942,75
41	3,00	-1013,60
42	3,05	-1084,44
43	3,10	-1155,29
44	3,15	-1226,14
45	3,20	-1296,98
46	3,25	-1367,83
47	3,30	-1438,68
48	3,35	-1513,56
49	3,40	-1588,45
50	3,45	-1676,77
51	3,50	-1765,09
52	3,55	-1864,50
53	3,60	-1963,91
54	3,65	-1931,89

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
55	3,70	-1884,74
56	3,75	-1838,19
57	3,80	-1792,23
58	3,85	-1746,88
59	3,90	-1702,14
60	3,95	-1658,00
61	4,00	-1614,48
62	4,05	-1571,58
63	4,10	-1529,30
64	4,15	-1487,64
65	4,20	-1446,60
66	4,25	-1406,19
67	4,30	-1366,41
68	4,35	-1327,26
69	4,40	-1288,73
70	4,45	-1250,83
71	4,50	-1213,56
72	4,55	-1176,91
73	4,60	-1140,90
74	4,65	-1105,51
75	4,70	-1070,74
76	4,75	-1036,60
77	4,80	-1003,08
78	4,85	-970,18
79	4,90	-937,90
80	4,95	-906,23
81	5,00	-875,17
82	5,05	-844,73
83	5,10	-814,89
84	5,15	-785,65
85	5,20	-757,01
86	5,25	-728,97
87	5,30	-701,52
88	5,35	-674,65
89	5,40	-648,38
90	5,45	-622,68
91	5,50	-597,55
92	5,55	-573,00
93	5,60	-549,01
94	5,65	-525,58
95	5,70	-502,70
96	5,75	-480,38
97	5,80	-458,60
98	5,85	-437,36
99	5,90	-416,66
100	5,95	-396,48
101	6,00	-376,83
102	6,05	-357,69
103	6,10	-339,07
104	6,15	-320,95
105	6,20	-303,32
106	6,25	-286,19
107	6,30	-269,55
108	6,35	-253,39
109	6,40	-237,70
110	6,45	-222,48
111	6,50	-207,72
112	6,55	-193,41
113	6,60	-179,55
114	6,65	-166,14
115	6,70	-153,15
116	6,75	-140,60
117	6,80	-128,47
118	6,85	-116,75
119	6,90	-105,44
120	6,95	-94,53
121	7,00	-259,87
122	7,05	-383,20
123	7,10	-332,64
124	7,15	-284,01
125	7,20	-237,28
126	7,25	-192,42
127	7,30	-149,38
128	7,35	-108,12
129	7,40	-68,62
130	7,45	-30,82

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
131	7,50	5,30
132	7,55	39,79
133	7,60	72,68
134	7,65	104,01
135	7,70	133,82
136	7,75	162,15
137	7,80	189,04
138	7,85	214,51
139	7,90	238,62
140	7,95	261,39
141	8,00	282,87
142	8,05	303,08
143	8,10	322,07
144	8,15	339,88
145	8,20	356,52
146	8,25	372,06
147	8,30	386,50
148	8,35	399,90
149	8,40	412,28
150	8,45	423,67
151	8,50	434,12
152	8,55	443,64
153	8,60	452,28
154	8,65	460,06
155	8,70	467,02
156	8,75	473,17
157	8,80	478,56
158	8,85	483,21
159	8,90	487,15
160	8,95	490,41
161	9,00	493,01
162	9,05	494,98
163	9,10	496,35
164	9,15	497,13
165	9,20	497,36
166	9,25	497,06
167	9,30	496,25
168	9,35	494,96
169	9,40	493,20
170	9,45	491,00
171	9,50	488,38
172	9,55	485,36
173	9,60	481,96
174	9,65	478,19
175	9,70	474,08
176	9,75	469,65
177	9,80	464,91
178	9,85	459,87
179	9,90	454,56
180	9,95	448,99
181	10,00	443,17
182	10,05	437,13
183	10,10	430,86
184	10,15	424,40
185	10,20	417,74
186	10,25	410,90
187	10,30	403,90
188	10,35	396,74
189	10,40	389,44
190	10,45	382,00
191	10,50	374,44
192	10,55	366,77
193	10,60	358,99
194	10,65	351,11
195	10,70	343,15
196	10,75	335,10
197	10,80	326,98
198	10,85	318,79
199	10,90	310,54
200	10,95	302,24
201	11,00	293,88
202	11,05	285,49
203	11,10	277,05
204	11,15	268,58
205	11,20	260,08
206	11,25	251,55

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
207	11,30	243,00
208	11,35	234,43
209	11,40	225,84
210	11,45	217,24
211	11,50	208,63
212	11,55	200,01
213	11,60	191,38
214	11,65	182,75
215	11,70	174,11
216	11,75	165,47
217	11,80	156,82
218	11,85	148,18
219	11,90	139,53
220	11,95	130,89
221	12,00	122,24

**Combinazione n° 6 - SLE - Quasi permanente**

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
1	0,00	0,00
2	0,00	917,08
3	0,05	964,09
4	0,10	1011,11
5	0,15	1058,12
6	0,20	1105,14
7	0,25	1149,83
8	0,30	1194,53
9	0,35	1239,22
10	0,40	1283,92
11	0,45	1328,62
12	0,50	1373,31
13	0,55	1418,01
14	0,60	1462,71
15	0,65	1507,40
16	0,70	1552,10
17	0,75	1596,80
18	0,80	1641,49
19	0,85	1686,19
20	0,90	1730,88
21	0,95	1775,58
22	1,00	1820,28
23	1,05	1749,43
24	1,10	1678,59
25	1,15	1607,74
26	1,20	1536,89
27	1,25	1466,04
28	1,30	1395,20
29	1,35	1324,35
30	1,40	1253,50
31	1,45	1182,66
32	1,50	1111,81
33	1,55	1040,96
34	1,60	970,11
35	1,65	899,27
36	1,70	828,42
37	1,75	757,57
38	1,80	686,73
39	1,85	615,88
40	1,90	545,03
41	1,95	474,19
42	2,00	403,34
43	2,05	332,49
44	2,10	261,65
45	2,15	190,80
46	2,20	119,95
27	2,30	-21,74
28	2,35	-92,59
29	2,40	-163,43
30	2,45	-234,28
31	2,50	-305,13
32	2,55	-375,98
33	2,60	-446,82
34	2,65	-517,67



n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
35	2,70	-588,52
36	2,75	-659,36
37	2,80	-730,21
38	2,85	-801,06
39	2,90	-871,90
40	2,95	-942,75
41	3,00	-1013,60
42	3,05	-1084,44
43	3,10	-1155,29
44	3,15	-1226,14
45	3,20	-1296,98
46	3,25	-1367,83
47	3,30	-1438,68
48	3,35	-1513,56
49	3,40	-1588,45
50	3,45	-1676,77
51	3,50	-1765,09
52	3,55	-1864,50
53	3,60	-1963,91
54	3,65	-1931,89
55	3,70	-1884,74
56	3,75	-1838,19
57	3,80	-1792,23
58	3,85	-1746,88
59	3,90	-1702,14
60	3,95	-1658,00
61	4,00	-1614,48
62	4,05	-1571,58
63	4,10	-1529,30
64	4,15	-1487,64
65	4,20	-1446,60
66	4,25	-1406,19
67	4,30	-1366,41
68	4,35	-1327,26
69	4,40	-1288,73
70	4,45	-1250,83
71	4,50	-1213,56
72	4,55	-1176,91
73	4,60	-1140,90
74	4,65	-1105,51
75	4,70	-1070,74
76	4,75	-1036,60
77	4,80	-1003,08
78	4,85	-970,18
79	4,90	-937,90
80	4,95	-906,23
81	5,00	-875,17
82	5,05	-844,73
83	5,10	-814,89
84	5,15	-785,65
85	5,20	-757,01
86	5,25	-728,97
87	5,30	-701,52
88	5,35	-674,65
89	5,40	-648,38
90	5,45	-622,68
91	5,50	-597,55
92	5,55	-573,00
93	5,60	-549,01
94	5,65	-525,58
95	5,70	-502,70
96	5,75	-480,38
97	5,80	-458,60
98	5,85	-437,36
99	5,90	-416,66
100	5,95	-396,48
101	6,00	-376,83
102	6,05	-357,69
103	6,10	-339,07
104	6,15	-320,95
105	6,20	-303,32
106	6,25	-286,19
107	6,30	-269,55
108	6,35	-253,39
109	6,40	-237,70
110	6,45	-222,48

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
111	6,50	-207,72
112	6,55	-193,41
113	6,60	-179,55
114	6,65	-166,14
115	6,70	-153,15
116	6,75	-140,60
117	6,80	-128,47
118	6,85	-116,75
119	6,90	-105,44
120	6,95	-94,53
121	7,00	-259,87
122	7,05	-383,20
123	7,10	-332,64
124	7,15	-284,01
125	7,20	-237,28
126	7,25	-192,42
127	7,30	-149,38
128	7,35	-108,12
129	7,40	-68,62
130	7,45	-30,82
131	7,50	5,30
132	7,55	39,79
133	7,60	72,68
134	7,65	104,01
135	7,70	133,82
136	7,75	162,15
137	7,80	189,04
138	7,85	214,51
139	7,90	238,62
140	7,95	261,39
141	8,00	282,87
142	8,05	303,08
143	8,10	322,07
144	8,15	339,88
145	8,20	356,52
146	8,25	372,06
147	8,30	386,50
148	8,35	399,90
149	8,40	412,28
150	8,45	423,67
151	8,50	434,12
152	8,55	443,64
153	8,60	452,28
154	8,65	460,06
155	8,70	467,02
156	8,75	473,17
157	8,80	478,56
158	8,85	483,21
159	8,90	487,15
160	8,95	490,41
161	9,00	493,01
162	9,05	494,98
163	9,10	496,35
164	9,15	497,13
165	9,20	497,36
166	9,25	497,06
167	9,30	496,25
168	9,35	494,96
169	9,40	493,20
170	9,45	491,00
171	9,50	488,38
172	9,55	485,36
173	9,60	481,96
174	9,65	478,19
175	9,70	474,08
176	9,75	469,65
177	9,80	464,91
178	9,85	459,87
179	9,90	454,56
180	9,95	448,99
181	10,00	443,17
182	10,05	437,13
183	10,10	430,86
184	10,15	424,40
185	10,20	417,74
186	10,25	410,90

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
187	10,30	403,90
188	10,35	396,74
189	10,40	389,44
190	10,45	382,00
191	10,50	374,44
192	10,55	366,77
193	10,60	358,99
194	10,65	351,11
195	10,70	343,15
196	10,75	335,10
197	10,80	326,98
198	10,85	318,79
199	10,90	310,54
200	10,95	302,24
201	11,00	293,88
202	11,05	285,49
203	11,10	277,05
204	11,15	268,58
205	11,20	260,08
206	11,25	251,55
207	11,30	243,00
208	11,35	234,43
209	11,40	225,84
210	11,45	217,24
211	11,50	208,63
212	11,55	200,01
213	11,60	191,38
214	11,65	182,75
215	11,70	174,11
216	11,75	165,47
217	11,80	156,82
218	11,85	148,18
219	11,90	139,53
220	11,95	130,89
221	12,00	122,24

#### Combinazione n° 7 - SLD

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
1	0,00	0,00
2	0,00	1068,15
3	0,05	1115,16
4	0,10	1162,17
5	0,15	1209,19
6	0,20	1256,20
7	0,25	1300,90
8	0,30	1345,59
9	0,35	1390,29
10	0,40	1434,99
11	0,45	1479,68
12	0,50	1524,38
13	0,55	1569,07
14	0,60	1613,77
15	0,65	1658,47
16	0,70	1703,16
17	0,75	1747,86
18	0,80	1792,56
19	0,85	1837,25
20	0,90	1881,95
21	0,95	1926,65
22	1,00	1971,34
23	1,05	1900,50
24	1,10	1829,65
25	1,15	1758,80
26	1,20	1687,95
27	1,25	1617,11
28	1,30	1546,26
29	1,35	1475,41
30	1,40	1404,57
31	1,45	1333,72
32	1,50	1262,87
33	1,55	1192,03
34	1,60	1121,18

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
35	1,65	1050,33
36	1,70	979,49
37	1,75	908,64
38	1,80	837,79
39	1,85	766,95
40	1,90	696,10
41	1,95	625,25
42	2,00	554,41
43	2,05	483,56
44	2,10	412,71
45	2,15	341,86
46	2,20	271,02
47	2,25	200,17
48	2,30	129,32
29	2,40	-12,37
30	2,45	-158,75
31	2,50	-305,13
32	2,55	-375,98
33	2,60	-446,82
34	2,65	-517,67
35	2,70	-588,52
36	2,75	-659,36
37	2,80	-730,21
38	2,85	-801,06
39	2,90	-871,90
40	2,95	-942,75
41	3,00	-1013,60
42	3,05	-1084,44
43	3,10	-1155,29
44	3,15	-1226,14
45	3,20	-1296,98
46	3,25	-1367,83
47	3,30	-1438,68
48	3,35	-1513,56
49	3,40	-1588,45
50	3,45	-1676,77
51	3,50	-1765,09
52	3,55	-1864,50
53	3,60	-1963,91
54	3,65	-2064,63
55	3,70	-2165,34
56	3,75	-2221,00
57	3,80	-2166,46
58	3,85	-2112,60
59	3,90	-2059,44
60	3,95	-2006,99
61	4,00	-1955,25
62	4,05	-1904,21
63	4,10	-1853,90
64	4,15	-1804,30
65	4,20	-1755,42
66	4,25	-1707,27
67	4,30	-1659,85
68	4,35	-1613,15
69	4,40	-1567,19
70	4,45	-1521,95
71	4,50	-1477,44
72	4,55	-1433,67
73	4,60	-1390,62
74	4,65	-1348,30
75	4,70	-1306,72
76	4,75	-1265,86
77	4,80	-1225,73
78	4,85	-1186,32
79	4,90	-1147,63
80	4,95	-1109,66
81	5,00	-1072,41
82	5,05	-1035,87
83	5,10	-1000,05
84	5,15	-964,93
85	5,20	-930,52
86	5,25	-896,80
87	5,30	-863,78
88	5,35	-831,45
89	5,40	-799,81
90	5,45	-768,85

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
91	5,50	-738,57
92	5,55	-708,96
93	5,60	-680,02
94	5,65	-651,73
95	5,70	-624,11
96	5,75	-597,13
97	5,80	-570,80
98	5,85	-545,10
99	5,90	-520,04
100	5,95	-495,60
101	6,00	-471,78
102	6,05	-448,58
103	6,10	-425,98
104	6,15	-403,97
105	6,20	-382,56
106	6,25	-361,74
107	6,30	-341,49
108	6,35	-321,82
109	6,40	-302,71
110	6,45	-284,15
111	6,50	-266,14
112	6,55	-248,68
113	6,60	-231,75
114	6,65	-215,34
115	6,70	-199,46
116	6,75	-184,08
117	6,80	-169,21
118	6,85	-154,84
119	6,90	-140,95
120	6,95	-127,55
121	7,00	-354,53
122	7,05	-529,77
123	7,10	-467,47
124	7,15	-407,48
125	7,20	-349,78
126	7,25	-294,32
127	7,30	-241,06
128	7,35	-189,95
129	7,40	-140,94
130	7,45	-94,00
131	7,50	-49,08
132	7,55	-6,14
133	7,60	34,88
134	7,65	74,01
135	7,70	111,30
136	7,75	146,80
137	7,80	180,54
138	7,85	212,58
139	7,90	242,95
140	7,95	271,71
141	8,00	298,89
142	8,05	324,54
143	8,10	348,70
144	8,15	371,41
145	8,20	392,71
146	8,25	412,66
147	8,30	431,28
148	8,35	448,62
149	8,40	464,71
150	8,45	479,61
151	8,50	493,34
152	8,55	505,94
153	8,60	517,46
154	8,65	527,93
155	8,70	537,39
156	8,75	545,87
157	8,80	553,40
158	8,85	560,03
159	8,90	565,78
160	8,95	570,69
161	9,00	574,80
162	9,05	578,12
163	9,10	580,70
164	9,15	582,57
165	9,20	583,75
166	9,25	584,27

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
167	9,30	584,17
168	9,35	583,46
169	9,40	582,18
170	9,45	580,35
171	9,50	578,00
172	9,55	575,15
173	9,60	571,83
174	9,65	568,05
175	9,70	563,85
176	9,75	559,24
177	9,80	554,24
178	9,85	548,88
179	9,90	543,18
180	9,95	537,15
181	10,00	530,81
182	10,05	524,19
183	10,10	517,29
184	10,15	510,13
185	10,20	502,74
186	10,25	495,12
187	10,30	487,29
188	10,35	479,27
189	10,40	471,06
190	10,45	462,68
191	10,50	454,15
192	10,55	445,47
193	10,60	436,66
194	10,65	427,72
195	10,70	418,67
196	10,75	409,52
197	10,80	400,27
198	10,85	390,93
199	10,90	381,52
200	10,95	372,04
201	11,00	362,49
202	11,05	352,89
203	11,10	343,23
204	11,15	333,54
205	11,20	323,80
206	11,25	314,03
207	11,30	304,22
208	11,35	294,40
209	11,40	284,55
210	11,45	274,68
211	11,50	264,80
212	11,55	254,91
213	11,60	245,00
214	11,65	235,09
215	11,70	225,18
216	11,75	215,26
217	11,80	205,33
218	11,85	195,41
219	11,90	185,48
220	11,95	175,55
221	12,00	165,63

## Verifiche di corpo rigido

### Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
S	Spinta attiva da monte (risultante diagramma delle pressioni attive da monte) espressa in [kg]
R	Resistenza passiva da valle (risultante diagramma delle pressioni passive da valle) espresso in [kg]
W	Spinta netta falda (positiva da monte verso valle), espresso in [kg]
T	Reazione tiranti espresso in [kg]
P	Reazione puntoni espresso in [kg]
V	Reazione vincoli espresso in [kg]
C	Risultante carichi applicati sulla paratia (positiva da monte verso valle) espresso in [kg]
Y	Punto di applicazione, espresso in [m]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kgm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kgm]
FS <sub>RIB</sub>	Fattore di sicurezza a ribaltamento
FS <sub>SCO</sub>	Fattore di sicurezza a scorrimento

I punti di applicazione delle azioni sono riferite alla testa della paratia.

La verifica a ribaltamento viene eseguita rispetto al centro di rotazione posto alla base del palo.

n°	Tipo	S Y	R Y	W Y	T Y	P Y	V Y	C Y	Mr	Ms	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>sco</sub>
		[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kgm]	[kgm]		
2	SLU - GEO	68423 7,17	166822 8,74	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	325402	543143	1.669	2.477

## Stabilità globale

### Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
(X <sub>c</sub> ; Y <sub>c</sub> )	Coordinate centro cerchio superficie di scorrimento, espresse in [m]
R	Raggio cerchio superficie di scorrimento, espresso in [m]
(X <sub>v</sub> ; Y <sub>v</sub> )	Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a valle, espresse in [m]
(X <sub>m</sub> ; Y <sub>m</sub> )	Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a monte, espresse in [m]
FS	Coefficiente di sicurezza
R	Coefficiente di sicurezza richiesto

Numero di cerchi analizzati 100

n°	Tipo	X <sub>c</sub> , Y <sub>c</sub> [m]	R [m]	X <sub>v</sub> , Y <sub>v</sub> [m]	X <sub>m</sub> , Y <sub>m</sub> [m]	FS	R
2	SLU - GEO	-10,80; 9,60	17,89	-19,31; -6,14	4,31; 0,00	1.861	1.100
3	SLV - GEO	-10,80; 9,60	17,89	-19,31; -6,14	4,31; 0,00	1.665	1.200

## Dettagli superficie con fattore di sicurezza minimo

### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa alla paratia (spigolo contro terra)	
Le strisce sono numerate da monte verso valle	
N°	numero d'ordine della striscia
W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in gradi (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
L	sviluppo della base della striscia espressa in [m] ( $L=b/\cos\alpha$ )
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
Ctn, Ctt	contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espresse in [kg]

## Combinazione n° 3 - SLV - GEO

Numero di strisce 51

### Caratteristiche delle strisce

N°	W <sub>i</sub>	α	L	φ	c	u	(Ctn; Ctt)
	[kg]	[°]	[m]	[°]	[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg]
1	161,58	-27.54	0,53	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
2	491,05	-25.85	0,52	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
3	805,04	-24.19	0,52	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
4	1104,18	-22.55	0,51	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
5	1389,00	-20.92	0,50	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
6	1659,99	-19.32	0,50	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
7	1917,56	-17.73	0,49	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
8	2162,09	-16.15	0,49	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
9	2393,90	-14.59	0,49	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
10	2613,27	-13.03	0,48	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
11	2820,45	-11.49	0,48	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
12	3015,65	-9.95	0,48	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
13	3199,06	-8.43	0,48	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
14	3370,83	-6.90	0,47	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
15	3531,07	-5.39	0,47	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
16	3679,89	-3.87	0,47	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
17	3817,37	-2.36	0,47	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
18	3943,55	-0.86	0,47	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
19	4058,45	0.65	0,47	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
20	4162,07	2.16	0,47	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
21	4254,41	3.67	0,47	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
22	4335,40	5.18	0,47	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
23	4404,98	6.70	0,47	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
24	4463,06	8.22	0,48	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
25	4509,51	9.75	0,48	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
26	4544,19	11.28	0,48	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
27	4566,92	12.82	0,48	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
28	4577,49	14.38	0,49	18.00	0,000	0,000	(0; 0)

N°	Wi	$\alpha$	L	$\phi$	c	u	(Ctn; Ctt)
	[kg]	[°]	[m]	[°]	[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg]
29	4575,65	15.94	0,49	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
30	4561,14	17.51	0,49	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
31	4533,63	19.10	0,50	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
32	4492,75	20.71	0,50	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
33	4438,10	22.33	0,51	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
34	4369,21	23.97	0,52	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
35	4285,54	25.63	0,52	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
36	4186,47	27.31	0,53	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
37	4071,33	29.02	0,54	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
38	3939,32	30.76	0,55	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
39	3789,52	32.54	0,56	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
40	3620,89	34.34	0,57	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
41	3432,20	36.19	0,58	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
42	4602,27	38.00	0,55	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
43	4313,19	39.77	0,56	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
44	4005,07	41.59	0,58	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
45	3676,25	43.47	0,59	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
46	3324,80	45.40	0,61	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
47	2948,32	47.40	0,64	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
48	2535,91	49.48	0,66	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
49	1892,37	51.66	0,69	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
50	1419,88	53.94	0,73	18.00	0,000	0,000	(0; 0)
51	910,06	55.82	0,77	18.00	0,000	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia = 40050,26 [kg]

$\Sigma W_i = 169875,91$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 42270,43$  [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 50180,42$  [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,00$  [kg]