



## CONSORZIO DI BONIFICA 5 TOSCANA COSTA

SISTEMAZIONI IDRAULICO FORESTALI SUL CANALE TRECINA E FOSSO VALMITERA IN LOCALITÀ PIAN DEL LAGO IN COMUNE DI MASSA MARITTIMA (GR)

*PSR 2014 – 2020 REGIONE TOSCANA – SOTTOMISURA 8.3. ANNUALITÀ 2015*



### **PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

#### **Elaborato 15 – Relazione geotecnica**

#### **Gruppo di Lavoro**

Dott. Ing. Simone Galardini  
Dott. Ing. Chiara Chiostrini  
Dott. Ing. Federico Orlandini  
Dott. For. Katuscia Begliomini

<b>Codice</b> 09506	<b>Emesso</b> Galardini	<b>D.R.E.A.M. Italia</b> Via Garibaldi, 3 Pratovecchio Stia (Ar) - Tel. 0575 52.95.14 Via Enrico Bindi n.14, Pistoia – Tel 0573 36.59.67	 <b>D.R.E.A.M.</b> ITALIA
<b>Rev.</b> 00	<b>Controllato</b> Chiostrini	<a href="http://www.dream-italia.it">http://www.dream-italia.it</a>	
<b>Data</b> Dicembre 2020	<b>Approvato D.T.</b> Miozzo	<b>AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ CERTIFICATO DA DNV = ISO 9001 =</b>	

## Relazione Geotecnica

### 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	5.00	0.00	0.000

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

#### Falda

Simbologia adottata

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

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

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-5.00	-1.50	0.000
2	-0.50	-1.50	0.000
3	0.00	0.00	71.565
4	5.00	0.00	0.000

#### 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>]  
 $c_a$  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	$\gamma$ [kg/mc]	$\gamma_{sat}$ [kg/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	$c$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$c_a$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Cesp	$\tau_l$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
1	Terreno in posto	1800.00	2000.00	35.000	23.330	0.05	0.03	---	---
2	Riempimento sedimenti	1800.00	2000.00	35.000	23.330	0.05	0.03	---	---

### Stratigrafia

Simbologia adottata

- $n^\circ$  Indice dello strato  
 $H$  Spessore dello strato espresso in [m]  
 $\alpha$  Inclinazione espressa in [°]  
 Terreno Terreno dello strato  
 $K_{wn}, K_{wt}$  Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm

Per calcolo pali (solo se presenti)

- $K_w$  Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 $K_s$  Coefficiente di spinta  
 Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

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

- $K_{st_{sta}}, K_{st_{sis}}$  Coeff. di spinta statico e sismico

n°	$H$ [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	$K_{wn}$ [Kg/cm <sup>3</sup> ]	$K_{wt}$ [Kg/cm <sup>3</sup> ]	$K_w$ [Kg/cm <sup>3</sup> ]	$K_s$	Cesp	$K_{st_{sta}}$	$K_{st_{sis}}$
1	1.50	0.000	Riempimento sedimenti	1.000	1.000	---	---	---	---	---
2	2.00	0.000	Terreno in posto	1.000	1.000	---	---	---	---	---

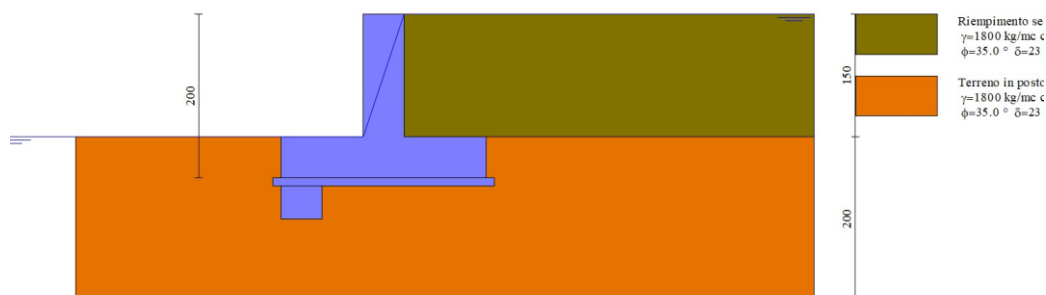


Fig. 1 - Stratigrafia

## 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)		1.164		45.202			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.550		41.651			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.500		42.988			
4 - GEO (A2-M2-R2)					2.017		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.328		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.307		
7 - EQU (A1-M1-R3)			1.589				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.004				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		1.872				
15 - HYD						3.333	
16 - UPL							2.267

#### Verifica a scorrimento fondazione

##### Simbologia adottata

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

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1 - STR (A1-M1-R3)	2600	0	471	--	--	3071	2639	1.164
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	3056	0	471	--	--	3527	2276	1.550
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	2939	0	471	--	--	3410	2274	1.500

### Dettagli verifica a scorrimento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N <sub>css</sub>	Carico sul cuneo di spinta passiva, espresso in [kg]
$\phi_{Rp}$	Angolo di rottura passivo, espresso in [°]
N <sub>rpp</sub>	Carico residuo sul piano di posa, espresso in [kg]
L <sub>r</sub>	Lunghezza base residua, espresso in [m]

n°	N <sub>css</sub> [kg]	$\phi_{Rp}$	N <sub>rpp</sub> [kg]	L <sub>r</sub> [m]
1	0	27.500	4579	2.50
2	0	27.500	5638	2.50
3	0	27.500	5366	2.50

### Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kg]
Q <sub>u</sub>	carico limite del terreno, espresso in [kg]
Q <sub>d</sub>	Portanza di progetto, espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N [kg]	Q <sub>u</sub> [kg]	Q <sub>d</sub> [kg]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	4579	206998	147856	45.202
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	5638	234812	195677	41.651
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	5366	230690	192242	42.988

### Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N <sub>c</sub> , N <sub>q</sub> , N <sub>γ</sub>	Fattori di capacità portante
i <sub>c</sub> , i <sub>q</sub> , i <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del carico
d <sub>c</sub> , d <sub>q</sub> , d <sub>γ</sub>	Fattori di profondità del piano di posa
g <sub>c</sub> , g <sub>q</sub> , g <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del profilo topografico
b <sub>c</sub> , b <sub>q</sub> , b <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del piano di posa
s <sub>c</sub> , s <sub>q</sub> , s <sub>γ</sub>	Fattori di forma della fondazione
p <sub>c</sub> , p <sub>q</sub> , p <sub>γ</sub>	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
I <sub>r</sub> , I <sub>rc</sub>	Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic
r <sub>γ</sub>	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B\gamma N_{\gamma}$ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
$\gamma$	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kg/mc]
$\phi$	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]

c Coesione del terreno medio, espresso in [kg/cm<sup>2</sup>]

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

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
1	57.754	--	--	--	--	1.300	--	--	--	0.689	0.976
	41.440	--	--	--	--	1.000	--	--			
	46.521	--	--	--	--	0.800	--	--			
2	57.754	--	--	--	--	1.300	--	--	--	0.781	0.976
	41.440	--	--	--	--	1.000	--	--			
	46.521	--	--	--	--	0.800	--	--			
3	57.754	--	--	--	--	1.300	--	--	--	0.768	0.976
	41.440	--	--	--	--	1.000	--	--			
	46.521	--	--	--	--	0.800	--	--			

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	φ [kg/mc ]	c [kg/cm q]
1	0.50	2.50	0.88	1000	35.00	0.05
2	0.50	2.50	0.88	1000	35.00	0.05
3	0.50	2.50	0.88	1000	35.00	0.05

### Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione

Ms Momento stabilizzante, espresso in [kgm]

Mr Momento ribaltante, espresso in [kgm]

FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kgm]	Mr [kgm]	FS
7 - EQU (A1-M1-R3)	12449	7834	1.589
8 - EQU (A1-M1-R3) H + V	12709	6342	2.004
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	12412	6631	1.872

### Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione

C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]

R Raggio, espresso in [m]

FS Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
4 - GEO (A2-M2-R2)	-1.00; 1.00	3.62	2.017
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-1.00; 1.50	4.04	2.328



Sistemazioni idraulico forestali sul Canale Trecina e Fosso Valmitera in Località Pian del Lago - Comune di Massa Marittima (GR) – PSR 2014 – 2020 Regione Toscana – Sottomisura 8.3 “Sostegno alla prevenzione degli incendi, calamità naturali ed eventi catastrofici. Annualità 2015

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-1.00; 1.50	4.04	2.307

#### 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]

Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kg]

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

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

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]

Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]

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

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kg/cm <sup>2</sup> ]	u [kg/cm <sup>2</sup> ]	Tx; Ty [kg]
1	148	0	0	2.48 - 0.24	67.954	29.256	0.04	0.030	
2	398	0	0	0.24	59.817	29.256	0.04	0.081	
3	579	0	0	0.24	52.760	29.256	0.04	0.118	
4	721	0	0	0.24	46.731	29.256	0.04	0.148	
5	837	0	0	0.24	41.325	29.256	0.04	0.171	
6	934	0	0	0.24	36.340	29.256	0.04	0.191	
7	1071	0	0	0.24	31.659	29.256	0.04	0.208	
8	1143	0	0	0.24	27.205	29.256	0.04	0.221	
9	1199	0	0	0.24	22.924	29.256	0.04	0.233	
10	1245	0	0	0.24	18.775	29.256	0.04	0.242	
11	1433	0	0	0.24	14.726	29.256	0.04	0.225	
12	1491	0	0	0.24	10.752	29.256	0.04	0.157	
13	673	0	0	0.24	6.829	29.256	0.04	0.109	
14	603	0	0	0.24	2.939	29.256	0.04	0.111	
15	680	0	0	0.24	-0.938	29.256	0.04	0.111	
16	660	0	0	0.24	-4.819	29.256	0.04	0.110	
17	561	0	0	0.24	-8.723	29.256	0.04	0.107	
18	501	0	0	0.24	-12.668	29.256	0.04	0.103	
19	470	0	0	0.24	-16.675	29.256	0.04	0.096	
20	429	0	0	0.24	-20.769	29.256	0.04	0.088	
21	379	0	0	0.24	-24.978	29.256	0.04	0.078	
22	317	0	0	0.24	-29.337	29.256	0.04	0.065	
23	244	0	0	0.24	-33.893	29.256	0.04	0.050	
24	156	0	0	0.24	-38.709	29.256	0.04	0.032	
25	45	0	0	-3.63 - 0.24	-42.086	29.256	0.04	0.011	

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

Sistemazioni idraulico forestali sul Canale Trecina e Fosso Valmitera in Località Pian del Lago - Comune di Massa Marittima (GR) – PSR 2014 – 2020 Regione Toscana – Sottomisura 8.3 “Sostegno alla prevenzione degli incendi, calamità naturali ed eventi catastrofici. Annualità 2015

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq ]	u [kg/cmq ]	Tx; Ty [kg]
1	133	0	0	2.76 - 0.26	63.199	35.000	0.05	0.026	
2	369	0	0	0.26	56.760	35.000	0.05	0.071	
3	553	0	0	0.26	50.511	35.000	0.05	0.107	
4	702	0	0	0.26	45.017	35.000	0.05	0.135	
5	826	0	0	0.26	40.013	35.000	0.05	0.159	
6	930	0	0	0.26	35.357	35.000	0.05	0.179	
7	1031	0	0	0.26	30.957	35.000	0.05	0.196	
8	1157	0	0	0.26	26.753	35.000	0.05	0.211	
9	1219	0	0	0.26	22.700	35.000	0.05	0.223	
10	1270	0	0	0.26	18.764	35.000	0.05	0.232	
11	1379	0	0	0.26	14.918	35.000	0.05	0.240	
12	1537	0	0	0.26	11.141	35.000	0.05	0.180	
13	1152	0	0	0.26	7.412	35.000	0.05	0.107	
14	599	0	0	0.26	3.714	35.000	0.05	0.103	
15	636	0	0	0.26	0.032	35.000	0.05	0.104	
16	664	0	0	0.26	-3.649	35.000	0.05	0.103	
17	578	0	0	0.26	-7.346	35.000	0.05	0.101	
18	500	0	0	0.26	-11.075	35.000	0.05	0.096	
19	469	0	0	0.26	-14.851	35.000	0.05	0.090	
20	428	0	0	0.26	-18.695	35.000	0.05	0.083	
21	378	0	0	0.26	-22.629	35.000	0.05	0.073	
22	316	0	0	0.26	-26.680	35.000	0.05	0.061	
23	242	0	0	0.26	-30.881	35.000	0.05	0.047	
24	154	0	0	0.26	-35.277	35.000	0.05	0.030	
25	45	0	0	-3.72 - 0.26	-38.289	35.000	0.05	0.010	

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

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq ]	u [kg/cmq ]	Tx; Ty [kg]
1	133	0	0	2.76 - 0.26	63.199	35.000	0.05	0.026	
2	369	0	0	0.26	56.760	35.000	0.05	0.071	
3	553	0	0	0.26	50.511	35.000	0.05	0.107	
4	702	0	0	0.26	45.017	35.000	0.05	0.135	
5	826	0	0	0.26	40.013	35.000	0.05	0.159	
6	930	0	0	0.26	35.357	35.000	0.05	0.179	
7	1031	0	0	0.26	30.957	35.000	0.05	0.196	
8	1157	0	0	0.26	26.753	35.000	0.05	0.211	
9	1219	0	0	0.26	22.700	35.000	0.05	0.223	
10	1270	0	0	0.26	18.764	35.000	0.05	0.232	
11	1379	0	0	0.26	14.918	35.000	0.05	0.240	
12	1537	0	0	0.26	11.141	35.000	0.05	0.180	
13	1152	0	0	0.26	7.412	35.000	0.05	0.107	
14	599	0	0	0.26	3.714	35.000	0.05	0.103	
15	636	0	0	0.26	0.032	35.000	0.05	0.104	
16	664	0	0	0.26	-3.649	35.000	0.05	0.103	
17	578	0	0	0.26	-7.346	35.000	0.05	0.101	
18	500	0	0	0.26	-11.075	35.000	0.05	0.096	
19	469	0	0	0.26	-14.851	35.000	0.05	0.090	
20	428	0	0	0.26	-18.695	35.000	0.05	0.083	
21	378	0	0	0.26	-22.629	35.000	0.05	0.073	
22	316	0	0	0.26	-26.680	35.000	0.05	0.061	
23	242	0	0	0.26	-30.881	35.000	0.05	0.047	



n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kg/cmq ]	u [kg/cmq ]	Tx; Ty [kg]
24	154	0	0	0.26	-35.277	35.000	0.05	0.030	
25	45	0	0	-3.72 - 0.26	-38.289	35.000	0.05	0.010	

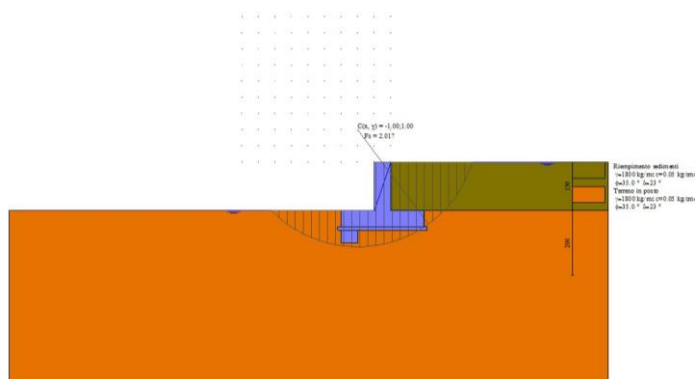


Fig. 2 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

### Verifica a sifonamento

#### Simbologia adottata

- Ic Indice della combinazione
- $\Delta H$  perdita di carico, espressa in [m]
- L Lunghezza di filtrazione, espressa in [m]
- $\gamma m$  Peso galleggiamento medio, espressa in [kg/mc]
- ic gradiente idraulico critico
- ie gradiente idraulico di efflusso
- FS Fattore di sicurezza a sifonamento (rapporto tra ic/ie)

Ic	$\Delta H$ [m]	L [m]	$\gamma m$ [kg/mc]	ic	ie	FS
15	1.50	5.00	1000.00	1.000	0.300	3.333

### Verifica a sollevamento

#### Simbologia adottata

- As Azione stabilizzante, espressa in [kg]
- Ai Azione instabilizzante, espressa in [kg]
- Rp Resistenza di progetto, espressa in [kg]
- FS Fattore di sicurezza a sollevamento (rapporto tra As/Ai)

Ic	As [kg]	Ai [kg]	FS
16	7794	3438	2.267