

# PROVINCIA DI MATERA

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE FRANE AL KM  
139,200 DELLA S.P. EX S.S. 103 E AL KM 0,800  
DELLA S.P. 79 STIGLIANO-GANNANO

## PROGETTO UNIFICATO (DEFINITIVO/ESECUTIVO)

Data:	GIUGNO 2022	1° AGGIORNAMENTO:	2° AGGIORNAMENTO:
Codice elaborato	<b>4.6</b>	Scala	
PROGETTO DELLE STRUTTURE			
RELAZIONE SULLE FONDAZIONI			

Il Progettista

Ing. Francesco DURSO



Il Responsabile del Procedimento

Ing. Ignazio OLIVERI

# **RELAZIONE SULLE FONDAZIONI**

## **Premessa**

La presente relazione assume la finalità di illustrare gli aspetti geotecnici, in relazione alle caratteristiche geomeccaniche dei litotipi in affioramento e di sub-strato, alle analisi ed alle verifiche di capacità portante e degli spostamenti, del sistema di fondazione delle opere d'arte previste nel progetto definitivo dei lavori di **“Intervento di sistemazione frane al km 139,200 della S.P. ex SS 103 e al km 0,800 della S.P. 79 Stigliano-Gannano”**.

Gli interventi si sviluppa su tratto della strada provinciale ex SS 103 km 139,200 e su tratto della strada provinciale n. 79 Stigliano-Gannano km 0,800 e per tali siti è possibile definire il rispettivamente il seguente modello geologico di riferimento:

### *Strada Provinciale ex SS 103:*

- da 0,00 fino a 15 m dal p.c : Coltri di copertura e Corpi di frana – Limi sabbiosi di colore brunoastro con inclusi detriti lapidei di dimensioni centimetriche e decimetriche, denotanti una struttura caotica, poco addensati e molto plastici.

$\gamma = 18,00 \text{ KN/mc}$  peso di volume naturale

$\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ KN/mc}$  peso di volume saturo

$C = 40 \text{ Kpa}$  coesione

$\Phi = 16^\circ$  angolo d'attrito residuo;

$\Phi' = 19^\circ$  angolo d'attrito efficace.

- da 15,00 m fino a 30,00 m. dal p.c: Substrato alterato – Arenarie a grana media e grossolana alternate a marne siltose e calcareniti bioclastiche

$\gamma = 19,00 \text{ KN/mc}$  peso di volume naturale

$\gamma_{\text{sat}} = 20,00 \text{ KN/mc}$  peso di volume saturo

$C = 60 \text{ Kpa}$  coesione

$\Phi' = 28^\circ$  angolo d'attrito efficace

### *Strada Provinciale n. 79 Stigliano-Gannano*

- da 0,00 fino a 5 m dal p.c : Coltri di copertura e Corpi di frana – Limi sabbiosi di colore brunoastro con inclusi detriti lapidei di dimensioni centimetriche e decimetriche, denotanti una struttura caotica, poco addensati e molto plastici.

$\gamma = 18,00 \text{ KN/mc}$  peso di volume naturale

$\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ KN/mc}$  peso di volume saturo

$C = 40$  Kpa coesione

$\Phi = 16^\circ$  angolo d'attrito residuo;

$\Phi' = 19^\circ$  angolo d'attrito efficace.

- da 5,00 m fino a 30,00 m. dal p.c: Substrato alterato – Arenarie a grana media e grossolana alternate a marne siltose e calcareniti bioclastiche

$\gamma = 19,00$  KN/mc peso di volume naturale

$\gamma_{sat} = 20,00$  KN/mc peso di volume saturo

$C = 60$  Kpa coesione

$\Phi' = 28^\circ$  angolo d'attrito efficace

Per l'inquadramento litologico delle unità in affioramento e di substrato presenti nel sito di intervento e per la successiva costruzione del modello litotecnico schematico di riferimento e stato, innanzitutto, analizzato lo studio geologico, a firma del Dott. Tommaso Santochirico, allegato al presente progetto, e, successivamente, sono state raccolte e considerate tutte le indagini geologiche e geognostiche disponibili.

Con la presente relazione si intende porre particolare attenzione alle valutazioni geotecniche connesse con la realizzazione delle fondazioni delle opere d'arti degli interventi in essere e documentare le soluzioni progettuali proposte.

Gli interventi consistono in:

**Strada Provinciale ex SS 103 km 139,200**

- Realizzazione a valle della SP ex SS 103 km 139,200 di muro in calcestruzzo cementizio armato in opera con fondazione indiretta su pali trivellati di "grande diametro", articolato in undici conci elementari, identificati da 1 a 11, dotati di giunto tecnico planimetrico e caratterizzato geometricamente nel modo seguente:

- Lunghezza dei conci pari a ml 12,00;
- Larghezza del giunto tecnico pari a 0,10 ml;
- Altezza del paramento di elevazione variabile da 2,40 ml a 3,00 ml;
- Spessore del paramento di elevazione in testa pari a 0,30 ml;
- Spessore del paramento di elevazione al piede pari a 0,50 ml;
- Larghezza complessiva della fondazione pari a 4,00 ml;
- Larghezza mensola di monte e di valle pari a 1,75 ml;
- Spessore della fondazione a valle pari a 1,40 ml;
- Spessore della fondazione a monte pari a ml 1,40 ml;
- Diametro dei pali  $\varnothing$  1000 mm;
- Disposizione dei pali su due file sfalsati ad interasse di 2,50 ml;
- Interasse tra le file 2,50 ml;
- Lunghezza dei pali pari a ml 22,10 ml.

- Realizzazione a monte della SP ex SS 103 km 139,200 di paratia di pali trivellati di "grande diametro" che si articola in sette conci elementari, identificati da 1 a 7 e dotati di giunto tecnico planimetrico con cordolo di raccordo della testa dei pali e vincolata, alla pendice, con tiranti di ancoraggio di tipo attivo, e caratterizzata geometricamente nel modo seguente:
  - lunghezza dei conci 1, 2, 3, 4, 5, 6, e 7 pari a 12,00 ml;
  - larghezza del cordolo di testata pari a 3,60 ml;
  - altezza dei cordoli di testata pari a 1,40 ml;
  - diametro dei pali pari a  $\varnothing$  1000 mm;
  - disposizione dei pali su due file ad interasse di 2,50 ml;
  - interasse tra le file di 2,10 ml
  - lunghezza dei pali pari a 22,10 ml;
  - diametro dei tiranti attivi pari a  $\varnothing$  180 mm;
  - disposizione dei tiranti su un'unica fila con interasse pari a 1,25 ml;
  - lunghezza dei tiranti attivi pari a 25,00 ml;
  - inclinazione dei tiranti rispetto all'orizzontale pari a 20,00°.

#### **Strada Provinciale n. 79 Stigliano-Gannano km 0,800**

- Realizzazione a valle della SP n. 79 km 0,800 di muro in calcestruzzo cementizio armato in opera con fondazione indiretta su pali trivellati di "grande diametro", articolato in tre conci elementari, identificati da 1 a 3, dotati di giunto tecnico planimetrico e caratterizzato geometricamente nel modo seguente:
  - Lunghezza dei conci 1 e 3 pari a ml 12,00;
  - Lunghezza del concio 2 pari a ml 14,00;
  - Larghezza del giunto tecnico pari a 0,10 ml;
  - Altezza del paramento di elevazione pari a ml 2,00 ml;
  - Spessore del paramento di elevazione in testa pari a 0,30 ml;
  - Spessore del paramento di elevazione al piede pari a 0,50 ml;
  - Larghezza complessiva della fondazione pari a 3,20 ml;
  - Larghezza mensola di monte e di valle pari a 1,35 ml;
  - Spessore della fondazione a valle pari a 1,00 ml;
  - Spessore della fondazione a monte pari a ml 1,00 ml;
  - Diametro dei pali  $\varnothing$  800 mm;
  - Disposizione dei pali su due file sfalsati ad interasse di 2,50 ml;
  - Interasse tra le file 1,90 ml;
  - Lunghezza dei pali pari a ml 11,25 ml.

## Modello geotecnico schematico dei siti di intervento

Le analisi e considerazioni relative alla costruzione dei modelli geotecnici schematici dei siti di interesse sono illustrate nella relazione geologica e verifica di stabilità del pendio. Per quanto concerne la definizione e la caratterizzazione litologica e litotecnica dei materiali in affioramento e di substrato presenti nei siti oggetto di attenzione, si è fatto riferimento alle indagini geognostiche contenute nel quaderno indagini allegate al progetto.

Per il sito, strada provinciale ex SS 103 km 139,200, è stato definito il seguente modello geologico di riferimento:

- da 0,00 fino a 15,00 m dal p.c : Coltri di copertura e Corpi di frana – Limi sabbiosi di colore brunastro con inclusi detriti lapidei di dimensioni centimetriche e decimetriche, denotanti una struttura caotica, poco addensati e molto plastici.
- da 15,00 m fino a 30,00 m. dal p.c: Substrato alterato – Arenarie a grana media e grossolana alternate a marne siltose e calcareniti bioclastiche

Parametri geotecnici medi desunti da prove geotecniche eseguite sui sondaggi realizzati

da 0,00 fino a 15,00 m dal p.c :

- $\gamma = 18,00 \text{ KN/mc}$  peso di volume naturale
- $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ KN/mc}$  peso di volume saturo
- $C = 40 \text{ Kpa}$  coesione
- $\Phi = 16^\circ$  angolo d'attrito residuo;
- $\Phi' = 19^\circ$  angolo d'attrito efficace.

da 15,00 fino a 30,00 m dal p.c :

- $\gamma = 19,00 \text{ KN/mc}$  peso di volume naturale
- $\gamma_{\text{sat}} = 20,00 \text{ KN/mc}$  peso di volume saturo
- $C = 60 \text{ Kpa}$  coesione
- $\Phi' = 28^\circ$  angolo d'attrito efficace

Per il sito, strada provinciale n. 79 Stigliano-Gannano km 0,800, è stato definito il seguente modello geologico di riferimento:

- da 0,00 fino a 5,00 m dal p.c : Coltri di copertura e Corpi di frana – Limi sabbiosi di colore brunastro con inclusi detriti lapidei di dimensioni centimetriche e decimetriche, denotanti una struttura caotica, poco addensati e molto plastici.
- da 5,00 m fino a 30,00 m. dal p.c: Substrato alterato – Arenarie a grana media e grossolana alternate a marne siltose e calcareniti bioclastiche

Parametri geotecnici medi desunti da prove geotecniche eseguite sui sondaggi realizzati

da 0,00 fino a 5,00 m dal p.c :

$\gamma = 18,00 \text{ KN/mc}$  peso di volume naturale  
 $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ KN/mc}$  peso di volume saturo  
 $C = 40 \text{ Kpa}$  coesione  
 $\Phi = 16^\circ$  angolo d'attrito residuo;  
 $\Phi' = 19^\circ$  angolo d'attrito efficace.

da 5,00 fino a 30,00 m dal p.c :

$\gamma = 19,00 \text{ KN/mc}$  peso di volume naturale  
 $\gamma_{\text{sat}} = 20,00 \text{ KN/mc}$  peso di volume saturo  
 $C = 60 \text{ Kpa}$  coesione  
 $\Phi' = 28^\circ$  angolo d'attrito efficace

### **Normative di riferimento**

Le normative di riferimento utilizzate per le verifiche geotecniche di cui alla presente relazione sono le seguenti:

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. 9 Gennaio 1996

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. 16 Gennaio 1996 Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'.

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996.

- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.

Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018).

- Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018

## Relazione di calcolo

### **Calcolo della profondità di infissione (Paratia)**

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 contropinta 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 contropinta 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, contropinta, 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  $\tan(\varphi)$  e sulla coesione

### 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:

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n \left[ \frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + (W_i \cos \alpha_i - u_i l_i) \tan \varphi_i \right]}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \alpha_i}$$

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  $\varphi_i$  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 ed è assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

### **Calcolo della profondità di infissione (pali fondazione muro)**

Per l'analisi della capacità portante dei pali occorre determinare alcune caratteristiche del terreno in cui si va ad operare. In particolare bisogna conoscere l'angolo d'attrito  $\varphi$  e la coesione  $c$ . Per pali soggetti a carichi trasversali è necessario conoscere il modulo di reazione laterale o il modulo elastico laterale.

La capacità portante di un palo viene valutata come somma di due contributi: portata di base (o di punta) e portata per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_t = Q_p + Q_l - W_p$$

dove:

- $Q_T$  portanza totale del palo
- $Q_p$  portanza di base del palo
- $Q_L$  portanza per attrito laterale del palo
- $W_p$  peso proprio del palo

e le due componenti  $Q_p$  e  $Q_L$  sono calcolate in modo indipendente fra loro.

Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo  $Q_A$  applicando il coefficiente di sicurezza della portanza alla punta ed il coefficiente di sicurezza della portanza per attrito laterale.



Palo compresso:

$$Q_d = \frac{Q_p}{\eta_p} + \frac{Q_l}{\eta_l} - W_p$$

Palo teso:

$$Q_d = \frac{Q_l}{\eta_l} - W_p$$

Capacità portante di punta

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_p = A_p \left( cN'_c + qN'_q + \frac{1}{2} B\gamma N'_\gamma \right)$$

dove:

$A_p$  è l'area portante efficace della punta del palo

$c$  è la coesione

$q$  è la pressione geostatica alla quota della punta del palo

$\gamma$  è il peso specifico del terreno

$D$  è il diametro del palo

$N'_c$   $N'_q$   $N'_\gamma$  sono i coefficienti di capacità portante corretti per tener conto degli effetti di forma e di profondità.

#### Capacità portante per resistenza laterale

La resistenza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limite:

$$Q_l = \int_S \tau_a dS$$

dove  $\tau_a$  è dato dalla nota relazione di Coulomb

$$\tau_a = c_a + \sigma_h \tan \delta$$

dove:

$c_a$  è l'adesione palo-terreno

$\delta$  è l'angolo di attrito palo-terreno

$\gamma$  è il peso specifico del terreno

$z$  è la generica quota a partire dalla testa del palo

$L$  è la lunghezza del palo

$P$  è il perimetro del palo

$K_s$  è il coefficiente di spinta che dipende dalle caratteristiche meccaniche e fisiche del terreno dal suo stato di addensamento e dalle modalità di realizzazione del palo.

#### Portanza trasversale dei pali - Analisi ad elementi finiti

Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante elastica  $K$  espressa in  $\text{Kg/cm}^2/\text{cm}$  che rappresenta la pressione (in  $\text{Kg/cm}^2$ ) che bisogna applicare per ottenere l'abbassamento di 1 cm.

Nel metodo degli elementi finiti occorre discretizzare il particolare problema. Nel caso specifico il palo viene suddiviso in un certo numero di elementi di eguale lunghezza. Ogni elemento è caratterizzato da una sezione avente area ed inerzia coincidente con quella del palo.

Il terreno viene schematizzato come una serie di molle orizzontali che reagiscono agli spostamenti nei due versi. La rigidezza assiale della singola molla è proporzionale alla costante di Winkler orizzontale del terreno, al diametro del palo ed alla lunghezza dell'elemento. La molla, però, non viene vista come un elemento infinitamente elastico ma come un elemento con comportamento del tipo elastoplastico perfetto (diagramma sforzi-deformazioni di tipo bilatero). Essa presenta una resistenza crescente al crescere degli spostamenti fino a che l'entità degli spostamenti si mantiene al di sotto di un certo spostamento limite,  $X_{max}$  oppure fino a quando non si raggiunge il valore della pressione limite. Superato tale limite non si ha un incremento di resistenza.

Questa modellazione presenta il notevole vantaggio di poter schematizzare tutti quei comportamenti individuati da Broms e che sarebbe impossibile trattare in un modello numerico.

## Calcolo

I valori numerici delle verifiche già riportate nelle relazioni di calcolo sono:

## Paratia strada provinciale ex SS 103 km 139,200

### Verifiche geotecniche

#### Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
$P_{p,med}$ , $P_{p,min}$	Portanza di punta media e minima, espressa in [kg]
$P_{L,med}$ , $P_{L,min}$	Portanza laterale media e minima, espressa in [kg]
$P_d$	Portanza di progetto, espressa in [kg]
N	Sforzo normale alla base del palo, espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto $P_d/N$ )

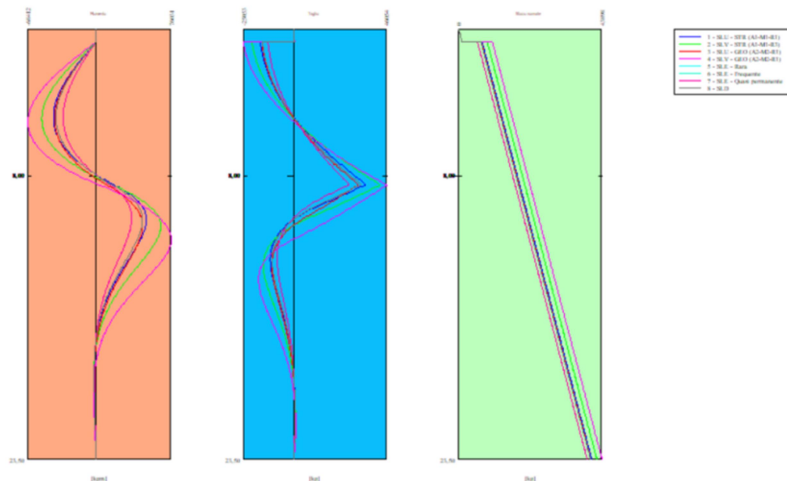
n°	Tipo	$P_{p,med}$ [kg]	$P_{L,med}$ [kg]	$P_{p,min}$ [kg]	$P_{L,min}$ [kg]	$P_d$ [kg]	N [kg]	FS
1	SLU - STR	277294	141372	277294	141372	193138	54376	3.552
2	SLV - STR	277294	141372	277294	141372	193138	56443	3.422

### Valori massimi e minimi sollecitazioni per metro di paratia

#### Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
M	momento flettente massimo e minimo espresso in [kgm]
N	sforzo normale massimo e minimo espresso in [kg] (positivo di compressione)
T	taglio massimo e minimo espresso in [kg]

n°	Tipo	M [kgm]	$Y_M$ [m]	T [kg]	$Y_T$ [m]	N [kg]	$Y_N$ [m]	
1	SLU - STR	50342	10,40	35407	8,45	40782	23,50	MAX
		-42895	4,80	-16617	0,70	0	0,00	MIN
2	SLV - STR	64756	10,70	42772	8,50	42332	23,50	MAX
		-54658	4,90	-20799	0,70	0	0,00	MIN
3	SLU - GEO	46546	10,70	31747	8,45	40516	23,50	MAX
		-41747	4,90	-15918	0,70	0	0,00	MIN
4	SLV - GEO	75276	11,45	45984	8,50	43923	23,50	MAX
		-68717	5,05	-25123	0,70	0	0,00	MIN
5	SLE - Rara	35752	10,30	27249	8,45	39357	23,50	MAX
		-32991	4,80	-12781	0,70	0	0,00	MIN
6	SLE - Frequente	35752	10,30	27249	8,45	39357	23,50	MAX
		-32991	4,80	-12781	0,70	0	0,00	MIN
7	SLE - Quasi permanente	35752	10,30	27249	8,45	39357	23,50	MAX
		-32991	4,80	-12781	0,70	0	0,00	MIN
8	SLD	46442	10,40	33083	8,45	40407	23,50	MAX
		-40324	4,80	-15608	0,70	0	0,00	MIN

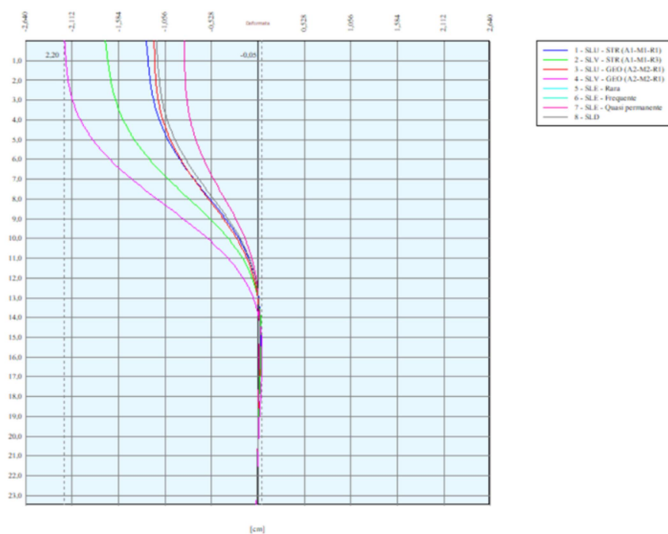


## Spostamenti massimi e minimi della paratia

### Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
U	spostamento orizzontale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso valle
V	spostamento verticale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso il basso

n°	Tipo	U [cm]	Y <sub>U</sub> [m]	V [cm]	Y <sub>V</sub> [m]	
1	SLU - STR	1,2710	0,00	0,0290	0,00	MAX
		-0,0281	14,75	0,0000	0,00	MIN
2	SLV - STR	1,7382	0,00	0,0309	0,00	MAX
		-0,0380	15,10	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - GEO	1,1838	0,00	0,0287	0,00	MAX
		-0,0256	15,05	0,0000	0,00	MIN
4	SLV - GEO	2,2034	0,00	0,0328	0,00	MAX
		-0,0456	15,85	0,0000	0,00	MIN
5	SLE - Rara	0,8359	1,05	0,0273	0,00	MAX
		-0,0181	14,65	0,0000	0,00	MIN
6	SLE - Frequente	0,8359	1,05	0,0273	0,00	MAX
		-0,0181	14,65	0,0000	0,00	MIN
7	SLE - Quasi permanente	0,8359	1,05	0,0273	0,00	MAX
		-0,0181	14,65	0,0000	0,00	MIN
8	SLD	1,1559	0,00	0,0285	0,00	MAX
		-0,0254	14,75	0,0000	0,00	MIN



## Verifica a spostamento

### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione/Fase
Tipo	Tipo combinazione/Fase
Ulim	spostamento orizzontale limite, espresso in [cm]
U	spostamento orizzontale calcolato, espresso in [cm] (positivo verso valle)

n°	Tipo	U <sub>lim</sub> [cm]	U [cm]
1	SLU - STR	11,7500	1,2710
2	SLV - STR	11,7500	1,7382
3	SLU - GEO	11,7500	1,1838
4	SLV - GEO	11,7500	2,2034
5	SLE - Rara	11,7500	0,8359
6	SLE - Frequente	11,7500	0,8359
7	SLE - Quasi permanente	11,7500	0,8359
8	SLD	11,7500	1,1559

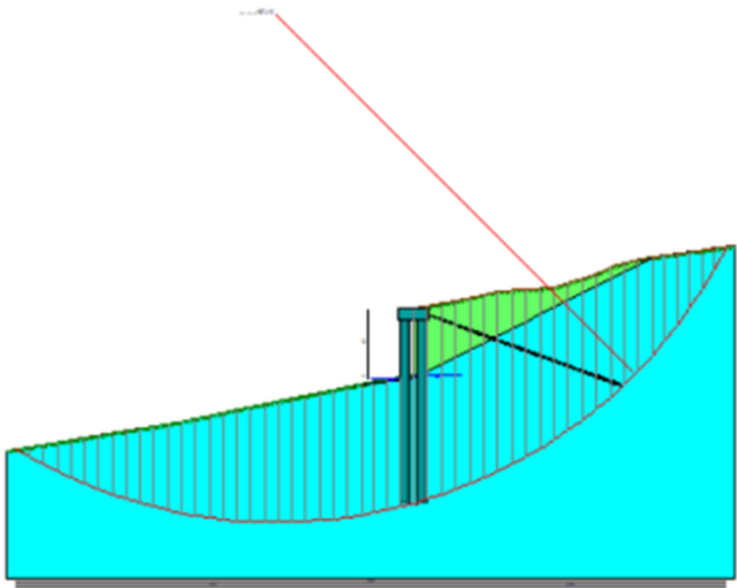
Stabilità globale

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    400

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
3	SLU - GEO	-7,05; 21,15	45,20	-34,53; -14,74	35,93; 7,13	1.882	1.100
4	SLV - GEO	-44,65; 42,30	79,52	-88,85; -23,80	25,90; 5,61	1.668	1.200
8	SLD	-16,45; 35,25	61,01	-47,97; -16,99	37,83; 7,38	1.966	1.200



# Muro su pali strada provinciale ex SS 103 km 139,200

## 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 [m]	Y [m]	A [°]
1	0,00	0,00	0.000
2	5,10	0,20	2.246
3	11,10	0,20	0.000
4	11,90	0,20	0.000
5	30,00	0,20	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 5.000 [°]

## 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 [m]	Y [m]	A [°]
1	-4,00	-3,50	0.000
2	2,60	-3,30	1.736
3	7,40	-3,00	3.576
4	13,60	-2,70	2.770
5	16,96	-2,40	5.095
6	20,00	-2,10	5.645
7	25,00	-1,80	3.434
8	29,99	-1,50	3.434
9	30,00	-1,50	3.434
10	30,00	-1,50	3.434
11	30,00	-1,50	3.434

## 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<sub>a</sub> 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 <sub>a</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	Cesp	$\tau_l$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	
1	Terreno di natura limoso sabbiosa con diffuso ciotolame	1800,00	2200,00	16.000	10.667	0,00	0,00	1.000	0,00	(CAR)
				15.000	10.000	0,00	0,00			(MIN)
				16.000	10.667	0,00	0,00			(MED)
2	Arenarie a grane medie e grossolane alternate a marne siltose	1900,00	2000,00	28.000	18.667	0,60	0,30	1.000	0,00	(CAR)
				27.000	18.000	0,50	0,25			(MIN)
				28.000	18.667	0,60	0,30			(MED)

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

n° Indice dello strato  
H Spessore dello strato espresso in [m]  
 $\alpha$  Inclinazione espressa in [°]  
Terreno Terreno dello strato  
K<sub>wn</sub>, K<sub>wt</sub> Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
Per calcolo pali (solo se presenti)  
K<sub>w</sub> Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
K<sub>s</sub> 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<sub>st,star</sub>, K<sub>st,sis</sub> Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H	$\alpha$	Terreno	K <sub>wn</sub>	K <sub>wt</sub>	K <sub>w</sub>	K <sub>s</sub>	Cesp	K <sub>st,sta</sub>	K <sub>st,sis</sub>
----	---	----------	---------	-----------------	-----------------	----------------	----------------	------	---------------------	---------------------

	[m]	[°]		[Kg/cm <sup>3</sup> ]	[Kg/cm <sup>3</sup> ]	[Kg/cm <sup>3</sup> ]				
1	13,50	3.000	Terreno di natura limoso sabbiosa con diffuso ciotolame	0.000	0.000	1,000	0,500	1,000	---	---
2	20,00	0.000	Arenarie a grane medie e grossolane alternate a marne siltose	0.000	0.000	3,000	0,530	1,000	---	---

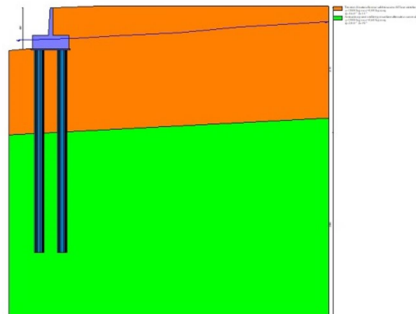


Fig. 1 - Stratigrafia

## 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)		1.753					
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.093					
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.141					
4 - GEO (A2-M2-R2)					4.117		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.421		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.216		
12 - HYD						61.363	
13 - UPL							5.854

#### 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>0</sub>	Fattore di sicurezza (Td/T)

Ic	Ip	T [kg]	Td [kg]	FS <sub>0</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	1	-19832	38171	1.925
	2	-19813	32095	1.620
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	-30279	36328	1.200
	2	-30240	30548	1.010
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	-29478	36910	1.252
	2	-29440	31037	1.054

#### 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 [kg]	Pd [kg]	FS <sub>v</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	1	-10753	258999	24.087
	2	66058	267058	4.043
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	-49144	145182	2.954
	2	108017	280076	2.593

Ic	Ip	N	Pd	FSv
		[kg]	[kg]	
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	-57706	145182	2.516
	2	99550	280076	2.813

### 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	25.803	60.459	14.720	18.457	--	592158 490263	241616 216300	0	43393
2	25.803	60.459	14.720	18.457	--	591968 490093	239998 214896	0	43393

### 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]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	-2,29; 3,57	19,30	4.117
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-2,29; 3,57	19,30	2.421
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-3,57; 3,57	30,42	2.216

### 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]
Q <sub>f</sub>	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/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° 4 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	Qf	b	$\alpha$	$\phi$	c	u	Tx; Ty
	[kg]	[kg]	[kg]	[m]	[°]	[°]	[kg/cmqa]	[kg/cmqa]	[kg]
1	5989	0	0	16,72 - 1,43	72.670	12.920	0,00	0,000	
2	15680	0	0	1,43	61.201	12.920	0,00	0,309	
3	21835	0	0	1,43	53.220	12.920	0,00	0,524	
4	26504	266	0	1,43	46.564	12.920	0,00	0,689	
5	30237	3299	0	1,43	40.659	12.920	0,00	0,819	
6	33287	3299	0	1,43	35.244	12.920	0,00	0,925	
7	35808	3299	0	1,43	30.174	12.920	0,00	1,010	
8	37941	3299	0	1,43	25.354	23.043	0,48	1,077	
9	39612	337	0	1,43	20.721	23.043	0,48	1,129	
10	40822	0	0	1,43	16.227	23.043	0,48	1,168	
11	42392	0	0	1,43	11.834	23.043	0,48	1,198	
12	41754	0	0	1,43	7.510	23.043	0,48	1,218	
13	36096	0	0	1,43	3.230	23.043	0,48	1,227	
14	32191	0	729	1,43	-1.032	23.043	0,48	1,226	
15	30468	0	1516	1,43	-5.300	23.043	0,48	1,214	
16	29576	0	1634	1,43	-9.598	23.043	0,48	1,190	
17	28364	0	1752	1,43	-13.952	23.043	0,48	1,156	
18	26816	0	1869	1,43	-18.390	23.043	0,48	1,110	
19	24911	0	1987	1,43	-22.946	23.043	0,48	1,052	
20	22688	0	2105	1,43	-27.663	12.920	0,00	0,979	
21	20072	0	2222	1,43	-32.595	12.920	0,00	0,891	
22	16963	0	2340	1,43	-37.818	12.920	0,00	0,786	
23	13252	0	2458	1,43	-43.447	12.920	0,00	0,658	
24	8756	0	2575	1,43	-49.672	12.920	0,00	0,501	
25	3118	0	2680	-19,14 - 1,43	-56.652	12.920	0,00	0,303	

Resistenza al taglio pali 108706 [kg]

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

n°	W	Qy	Qf	b	$\alpha$	$\phi$	c	u	Tx; Ty
	[kg]	[kg]	[kg]	[m]	[°]	[°]	[kg/cmqa]	[kg/cmqa]	[kg]
1	5989	0	0	16,72 - 1,43	72.670	16.000	0,00	0,000	
2	15680	0	0	1,43	61.201	16.000	0,00	0,309	

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cm²]	u [kg/cm²]	Tx; Ty [kg]
3	21835	0	0	1,43	53.220	16.000	0,00	0,524	
4	26504	0	0	1,43	46.564	16.000	0,00	0,689	
5	30237	0	0	1,43	40.659	16.000	0,00	0,819	
6	33287	0	0	1,43	35.244	16.000	0,00	0,925	
7	35808	0	0	1,43	30.174	16.000	0,00	1,010	
8	37941	0	0	1,43	25.354	28.000	0,60	1,077	
9	39612	0	0	1,43	20.721	28.000	0,60	1,129	
10	40822	0	0	1,43	16.227	28.000	0,60	1,168	
11	42392	0	0	1,43	11.834	28.000	0,60	1,198	
12	41754	0	0	1,43	7.510	28.000	0,60	1,218	
13	36096	0	0	1,43	3.230	28.000	0,60	1,227	
14	32191	0	729	1,43	-1.032	28.000	0,60	1,226	
15	30468	0	1516	1,43	-5.300	28.000	0,60	1,214	
16	29576	0	1634	1,43	-9.598	28.000	0,60	1,190	
17	28364	0	1752	1,43	-13.952	28.000	0,60	1,156	
18	26816	0	1869	1,43	-18.390	28.000	0,60	1,110	
19	24911	0	1987	1,43	-22.946	28.000	0,60	1,052	
20	22688	0	2105	1,43	-27.663	16.000	0,00	0,979	
21	20072	0	2222	1,43	-32.595	16.000	0,00	0,891	
22	16963	0	2340	1,43	-37.818	16.000	0,00	0,786	
23	13252	0	2458	1,43	-43.447	16.000	0,00	0,658	
24	8756	0	2575	1,43	-49.672	16.000	0,00	0,501	
25	3118	0	2680	-19,14 - 1,43	-56.652	16.000	0,00	0,303	

Resistenza al taglio pali 108706 [kg]

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

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cm²]	u [kg/cm²]	Tx; Ty [kg]
1	19169	0	0	26,67 - 2,35	74.996	16.000	0,00	0,241	
2	48464	0	0	2,35	61.787	16.000	0,00	0,885	
3	65766	0	0	2,35	53.385	28.000	0,60	1,248	
4	78938	0	0	2,35	46.455	28.000	0,60	1,510	
5	89361	0	0	2,35	40.334	28.000	0,60	1,711	
6	97806	0	0	2,35	34.733	28.000	0,60	1,871	
7	104703	0	0	2,35	29.494	28.000	0,60	2,007	
8	110292	0	0	2,35	24.515	28.000	0,60	2,116	
9	114735	0	0	2,35	19.729	28.000	0,60	2,199	
10	118009	0	0	2,35	15.082	28.000	0,60	2,258	
11	120903	0	0	2,35	10.536	28.000	0,60	2,299	
12	118121	0	0	2,35	6.057	28.000	0,60	2,326	
13	105465	0	1230	2,35	1.615	28.000	0,60	2,335	
14	101938	0	2617	2,35	-2.818	28.000	0,60	2,325	
15	100014	0	2933	2,35	-7.268	28.000	0,60	2,297	
16	97212	0	3249	2,35	-11.762	28.000	0,60	2,251	
17	93495	0	3565	2,35	-16.332	28.000	0,60	2,185	
18	88806	0	3881	2,35	-21.012	28.000	0,60	2,098	
19	83061	0	4197	2,35	-25.845	28.000	0,60	1,989	
20	76132	0	4513	2,35	-30.886	28.000	0,60	1,855	
21	67835	0	4829	2,35	-36.212	28.000	0,60	1,691	
22	57879	0	5145	2,35	-41.934	28.000	0,60	1,492	
23	45780	0	5461	2,35	-48.238	28.000	0,60	1,248	
24	30942	0	5777	2,35	-55.473	16.000	0,00	0,938	
25	11365	0	6062	-32,10 - 2,35	-64.420	16.000	0,00	0,515	

Resistenza al taglio pali 0 [kg]

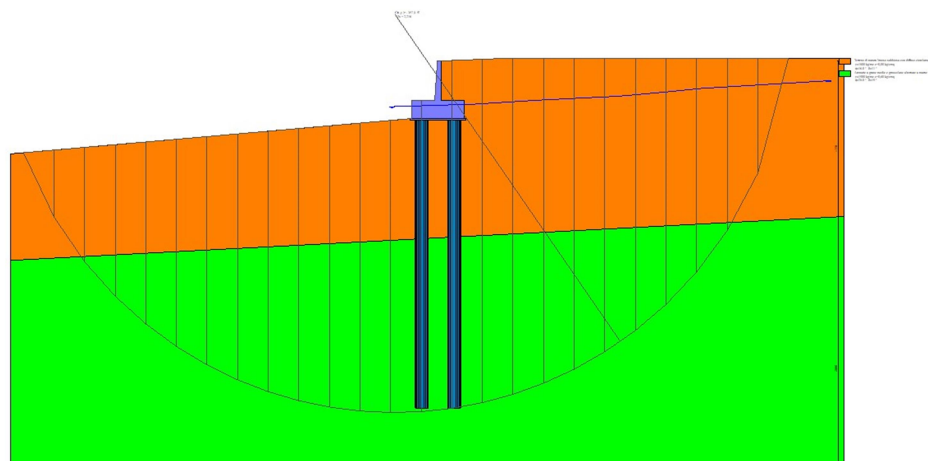


Fig. 2 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 6)



## 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]
$i_c$	gradiente idraulico critico
$i_e$	gradiente idraulico di efflusso
FS	Fattore di sicurezza a sifonamento (rapporto tra $i_c/i_e$ )

Ic	$\Delta H$ [m]	L [m]	$\gamma_m$ [kg/mc]	$i_c$	$i_e$	FS
12	0,24	2,53	5839,46	5.839	0.095	61.363

## 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
13	26136	4465	5.854

## Cedimenti pali

### Simbologia adottata

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

Ic	Ip	w [cm]
7	1	0,0076
	2	0,0878
8	1	0,0101
	2	0,0855
9	1	0,0158
	2	0,0801

# Muro su pali strada provinciale 79 Stigliano-Gannano km 0,800

## 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 [m]	Y [m]	A [°]
1	0,00	0,00	0.000
2	3,60	0,10	1.591
3	9,60	0,10	0.000
4	10,40	0,10	0.000
5	30,00	0,10	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 5.000 [°]

### 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 [m]	Y [m]	A [°]
1	-4,30	-3,50	0.000
2	2,60	-3,30	1.660
3	7,40	-3,00	3.576
4	13,60	-2,70	2.770
5	16,96	-2,40	5.095
6	20,00	-2,10	5.645
7	25,00	-1,80	3.434
8	29,99	-1,50	3.434
9	30,00	-1,50	3.434
10	30,00	-1,50	3.434
11	30,00	-1,50	3.434

### 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>]  
c<sub>a</sub> 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	$\gamma$ [kg/mc]	$\gamma_{sat}$ [kg/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kg/cm <sup>q</sup> ]	c <sub>a</sub> [kg/cm <sup>q</sup> ]	Cesp	$\tau_l$ [kg/cm <sup>q</sup> ]	
1	Terreno di natura limoso sabbiosa con diffuso ciotolame	1800,00	2200,00	16.000	10.667	0,00	0,00	1.000	0,00	(CAR)
				15.000	10.000	0,00	0,00			(MIN)
				16.000	10.667	0,00	0,00			(MED)
2	Arenarie a grane medie e grossolane alternate a marne siltose	1900,00	2000,00	28.000	18.667	0,60	0,30	1.000	0,00	(CAR)
				27.000	18.000	0,50	0,25			(MIN)
				28.000	18.667	0,60	0,30			(MED)

### Stratigrafia

#### Simbologia adottata

n° Indice dello strato  
H Spessore dello strato espresso in [m]  
 $\alpha$  Inclinazione espressa in [°]  
Terreno Terreno dello strato  
K<sub>wn</sub>, K<sub>wt</sub> Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
Per calcolo pali (solo se presenti)  
K<sub>w</sub> Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
K<sub>s</sub> 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<sub>st,stat</sub>, K<sub>st,sis</sub> Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	K <sub>wn</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	K <sub>wt</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	K <sub>w</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	K <sub>s</sub>	Cesp	K <sub>st<sub>sta</sub></sub>	K <sub>st<sub>sis</sub></sub>
1	4,00	3.000	Terreno di natura limoso sabbiosa con diffuso ciotolame	0.000	0.000	1,000	0,500	1,000	---	---
2	20,00	0.000	Arenarie a grane medie e grossolane alternate a marne siltose	0.000	0.000	3,000	0,530	1,000	---	---

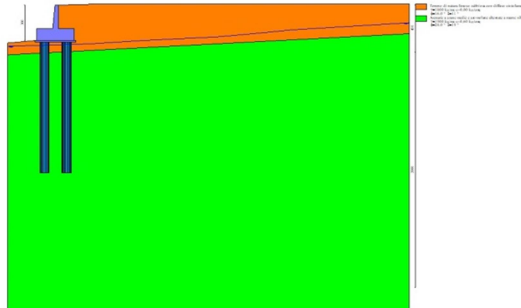


Fig. 1 - Stratigrafia

## 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)		1.647					
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.203					
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.285					
4 - GEO (A2-M2-R2)					5.645		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				3.323		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				3.029		
12 - HYD						100.000	
13 - UPL							100.000

#### 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 [kg]	Td [kg]	FS <sub>o</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	1	-9614	36085	3.753
	2	-9319	15468	1.660
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	-14800	40490	2.736
	2	-14330	17395	1.214
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	-14251	41634	2.922
	2	-13795	17894	1.297

#### 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 [kg]	Pd [kg]	FS <sub>v</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	1	8554	131390	15.360
	2	32172	131367	4.083
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	-3668	131793	35.930

Ic	Ip	N	Pd	FSv
	2	[kg] 46306	[kg] 135608	2.929
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	-8622	131793	15.286
	2	41642	135608	3.256

## 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	25.803	60.115	14.720	18.394	--	289070 233620	107877 93787	0	14137
2	25.803	60.115	14.720	18.394	--	289559 234057	107345 93371	0	14137

## 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]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	-3,57; 3,57	18,32	5.645
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-3,57; 3,57	18,32	3.323
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-3,57; 3,57	18,32	3.029

## 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]
Q <sub>f</sub>	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/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° 4 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	Qf	b	$\alpha$	$\phi$	c	u	Tx; Ty
	[kg]	[kg]	[kg]	[m]	[°]	[°]	[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg]
1	5356	0	0	14,43 - 1,38	71.986	12.920	0,00	0,000	
2	14419	0	0	1,38	60.731	23.043	0,48	0,260	
3	20279	0	0	1,38	52.764	23.043	0,48	0,467	
4	24726	1551	0	1,38	46.098	23.043	0,48	0,623	
5	28280	3167	0	1,38	40.174	23.043	0,48	0,746	
6	31174	3167	0	1,38	34.735	23.043	0,48	0,844	
7	33540	3167	0	1,38	29.638	23.043	0,48	0,922	
8	35466	2748	0	1,38	24.789	23.043	0,48	0,985	
9	36951	0	0	1,38	20.124	23.043	0,48	1,033	
10	38554	0	0	1,38	15.595	23.043	0,48	1,073	
11	39298	0	0	1,38	11.165	23.043	0,48	1,102	
12	34891	0	0	1,38	6.802	23.043	0,48	1,120	
13	32150	0	0	1,38	2.478	23.043	0,48	1,127	
14	31871	0	0	1,38	-1.831	23.043	0,48	1,124	
15	31306	0	0	1,38	-6.151	23.043	0,48	1,110	
16	30449	0	0	1,38	-10.506	23.043	0,48	1,086	
17	29291	0	0	1,38	-14.924	23.043	0,48	1,051	
18	27801	0	47	1,38	-19.436	23.043	0,48	1,004	
19	25940	0	149	1,38	-24.078	23.043	0,48	0,945	
20	23701	0	260	1,38	-28.896	23.043	0,48	0,872	
21	21034	0	371	1,38	-33.951	23.043	0,48	0,784	
22	17859	0	482	1,38	-39.331	23.043	0,48	0,677	
23	14053	0	593	1,38	-45.170	23.043	0,48	0,548	
24	9400	0	704	1,38	-51.700	23.043	0,48	0,387	
25	3435	0	800	-19,99 - 1,38	-59.179	23.043	0,48	0,181	

Resistenza al taglio pali 0 [kg]

Combinazione n° 5 - 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	5356	0	0	14,43 - 1,38	71.986	16.000	0,00	0,000	
2	14419	0	0	1,38	60.731	28.000	0,60	0,260	
3	20279	0	0	1,38	52.764	28.000	0,60	0,467	
4	24726	0	0	1,38	46.098	28.000	0,60	0,623	
5	28280	0	0	1,38	40.174	28.000	0,60	0,746	
6	31174	0	0	1,38	34.735	28.000	0,60	0,844	
7	33540	0	0	1,38	29.638	28.000	0,60	0,922	
8	35466	0	0	1,38	24.789	28.000	0,60	0,985	
9	36951	0	0	1,38	20.124	28.000	0,60	1,033	
10	38554	0	0	1,38	15.595	28.000	0,60	1,073	
11	39298	0	0	1,38	11.165	28.000	0,60	1,102	
12	34891	0	0	1,38	6.802	28.000	0,60	1,120	
13	32150	0	0	1,38	2.478	28.000	0,60	1,127	
14	31871	0	0	1,38	-1.831	28.000	0,60	1,124	
15	31306	0	0	1,38	-6.151	28.000	0,60	1,110	
16	30449	0	0	1,38	-10.506	28.000	0,60	1,086	
17	29291	0	0	1,38	-14.924	28.000	0,60	1,051	
18	27801	0	47	1,38	-19.436	28.000	0,60	1,004	
19	25940	0	149	1,38	-24.078	28.000	0,60	0,945	
20	23701	0	260	1,38	-28.896	28.000	0,60	0,872	
21	21034	0	371	1,38	-33.951	28.000	0,60	0,784	
22	17859	0	482	1,38	-39.331	28.000	0,60	0,677	
23	14053	0	593	1,38	-45.170	28.000	0,60	0,548	
24	9400	0	704	1,38	-51.700	28.000	0,60	0,387	
25	3435	0	800	-19.99 - 1.38	-59.179	28.000	0,60	0,181	

Resistenza al taglio pali	0	[kg]
---------------------------	---	------

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	5356	0	0	14,43 - 1,38	71.986	16.000	0,00	0,000	
2	14419	0	0	1,38	60.731	28.000	0,60	0,260	
3	20279	0	0	1,38	52.764	28.000	0,60	0,467	
4	24726	0	0	1,38	46.098	28.000	0,60	0,623	
5	28280	0	0	1,38	40.174	28.000	0,60	0,746	
6	31174	0	0	1,38	34.735	28.000	0,60	0,844	
7	33540	0	0	1,38	29.638	28.000	0,60	0,922	
8	35466	0	0	1,38	24.789	28.000	0,60	0,985	
9	36951	0	0	1,38	20.124	28.000	0,60	1,033	
10	38554	0	0	1,38	15.595	28.000	0,60	1,073	
11	39298	0	0	1,38	11.165	28.000	0,60	1,102	
12	34891	0	0	1,38	6.802	28.000	0,60	1,120	
13	32150	0	0	1,38	2.478	28.000	0,60	1,127	
14	31871	0	0	1,38	-1.831	28.000	0,60	1,124	
15	31306	0	0	1,38	-6.151	28.000	0,60	1,110	
16	30449	0	0	1,38	-10.506	28.000	0,60	1,086	
17	29291	0	0	1,38	-14.924	28.000	0,60	1,051	
18	27801	0	47	1,38	-19.436	28.000	0,60	1,004	
19	25940	0	149	1,38	-24.078	28.000	0,60	0,945	
20	23701	0	260	1,38	-28.896	28.000	0,60	0,872	
21	21034	0	371	1,38	-33.951	28.000	0,60	0,784	
22	17859	0	482	1,38	-39.331	28.000	0,60	0,677	
23	14053	0	593	1,38	-45.170	28.000	0,60	0,548	
24	9400	0	704	1,38	-51.700	28.000	0,60	0,387	
25	3435	0	800	-19.99 - 1.38	-59.179	28.000	0,60	0,181	

Resistenza al taglio pali	0	[kg]
---------------------------	---	------

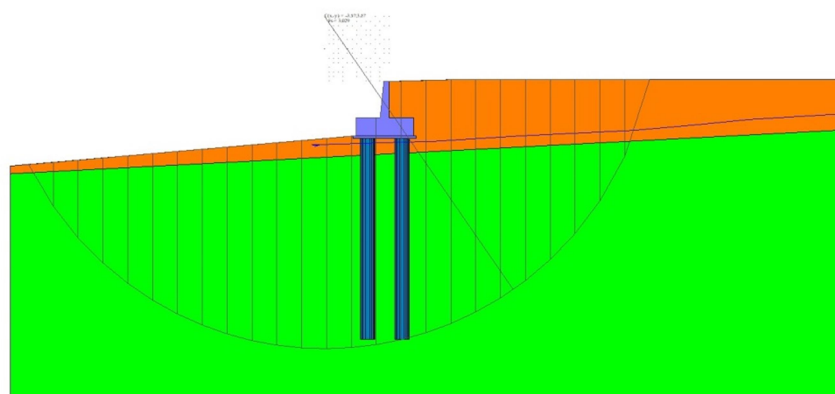


Fig. 2 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 6)

## 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]
$i_c$	gradiente idraulico critico
$i_e$	gradiente idraulico di efflusso
FS	Fattore di sicurezza a sifonamento (rapporto tra $i_c/i_e$ )

Ic	$\Delta H$ [m]	L [m]	$\gamma_m$ [kg/mc]	$i_c$	$i_e$	FS
12	99999,57	2,53	5839,46	5.839	0.000	100.000

## 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
13	14583	0	100.000

## Cedimenti pali

### Simbologia adottata

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

Ic	Ip	w [cm]
7	1	0,0317
	2	0,0685
8	1	0,0336
	2	0,0666
9	1	0,0382
	2	0,0621

Stigliano, giugno 2022

Il Progettista

Ing. Francesco DURSO

