



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Struttura di Vigilanza sulle Concessionarie Autostradali



AMMODERNAMENTO A N° 4 CORSIE DELLA S.S. 514  
"DI CHIARAMONTE" E DELLA S.S. 194 RAGUSANA  
DALLO SVINCOLO CON LA S.S. 115 ALLO  
SVINCOLO CON LA S.S. 114.

(C.U.P. F12C03000000001)

PROGETTO DEFINITIVO

LOTTO 5  
GEOLOGIA E GEOTECNICA  
Geotecnica  
Relazione tecnica  
Interventi di stabilizzazione di versante

Il Progettista

Responsabile di progetto ed  
incaricato delle integrazioni tra  
le varie prestazioni:



Ing. Santa Monaco - Ordine Ing. Torino 5760H

Supporto specialistico

Ottimizzazione della cantierizzazione  
delle opere



Ing. Gianmaria De Stavola - Ordine Ing. Venezia 2074

Consulenze specialistiche

Geologo:

Dott. Geologo Fabio Melchiorri  
Ordine Geologi del Lazio A.P. n 663

Geotecnica e opere d'arte minori:

Ing. Antonio Alparone



Opere d'arte principali:

Viadotti  
Ing. G. Mondello



Gallerie  
Ing. G. Guiducci



Opere di mitigazione dell'impatto ambientale:

Ecosistemi e  
paesaggio



Rumore,  
vibrazioni  
ed atmosfera



RIFERIMENTO ELABORATO

FASE	TR/LT	DISCIPLINA/OPERA	DOC	PROGR.	ST.REV.	FOGLIO
D01	T1L5	GT053	1	RG	001	0A

FOGLIO	DATA
01 DI 01	GENNAIO '17
SCALA	-

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO/CONSULENTE	VERIFICATO	APPROVATO
A	GENNAIO '17	Emissione	SILEC	Zoi	Monaco

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO	IL CONCESSIONARIO  SARC SRL		L'ENTITA' COSTRUTTRICE  VISTO PER ACCETTAZIONE
--	-----------------------------------	--	--

## INDICE

<b>A</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>B</b>	<b>NORMATIVE, RIFERIMENTI TECNICI</b>	<b>3</b>
<b>C</b>	<b>ELABORATI DI RIFERIMENTO</b>	<b>4</b>
<b>D</b>	<b>INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE - LOTTO 5 PK. 0+950-1+000 – FRANA L5_1</b>	<b>5</b>
<b>E</b>	<b>INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE - LOTTO 5 PK. 5+027-5+087 – FRANA L5_2</b>	<b>7</b>
E.1	Caratterizzazione geotecnica.....	8
E.2	Dimensionamento dreni tubolari .....	12
E.3	Verifica di stabilità .....	13
E.3.1	Verifica secondo la combinazione A2-M2 .....	14
E.3.2	Verifica secondo la combinazione A1-M1 + SIS .....	17
E.3.3	Verifica secondo la combinazione A2-M2 + SIS .....	20

## **A PREMESSA**

Nella presente relazione tecnica sono stati riportati gli interventi di stabilizzazione previsti in corrispondenza dei corpi franosi del lotto 5 che interferiscono con l'infrastruttura.

La frana L5\_1 interferente con il Viadotto Piano delle Rose essendo di limitata estensione non necessita di interventi specifici poiché già scavi per opere di fondazione ne asportano una buona parte.

La Frana L5\_2 interferente con un'opera esistente necessita di un intervento di sostegno che vada a scaricare l'opera esistente che in qualche punto mostra i segni del carico gravante a tergo. L'opera progettata consiste in una paratia di pali intirantata unitamente ad un sistema drenante con dreni tubolari che vanno a consolidare il corpo franoso principale. A protezione dell'erosione superficiale inoltre è stato previsto l'utilizzo della tecnologia dei prati a radicazione profonda che stabilizzano la parte superficiale e consentono di proteggere il versante.

## B NORMATIVE, RIFERIMENTI TECNICI

- Decreto Min. LL. PP. 11 Marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, ed 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". *(Utilizzato per i capitoli inerenti le indagini geotecniche e non per la progettazione delle opere d'arte).*
- Circolare Min. LL.PP. 24 Settembre 1988, n. 30483 "Istruzioni riguardanti "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali, le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" di cui al D.M. 11 marzo 1988".
- Decreto Min. Infrastrutture e Trasporti 14 Gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare n° 617 del 2 Febbraio 2009 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per e costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008".
- Raccomandazioni AGI giugno 1977 "Programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche
- Raccomandazioni AGI giugno 1994 " Programmazione ed esecuzione delle prove di laboratorio".

## C ELABORATI DI RIFERIMENTO

### Elaborati parte generale

D01-T100-GG020-1-RJ-001-0A	Relazione geologica	
D01-T100-GG020-1-RJ-002-0A	Allegato alla relazione geologica	Monografie delle frane censite
D01-T100-GT050-1-RN-001-0A	Relazione geotecnica	

### Elaborati Lotto 5

D01-T1L5-GG010-1-RZ-002-0A	Sondaggi geognostici	
D01-T1L5-GG010-1-RZ-003-0A	Prove Spt (Standard Penetration Test)	
D01-T1L5-GG010-1-RZ-007-0A	Piezometri e letture piezometriche	
D01-T1L5-GG010-1-RZ-008-0A	Inclinometri e letture inclinometriche	
D01-T1L5-GG010-1-RZ-013-0A	Planimetrie ubicazione - All A	
D01-T1L5-GG010-1-RZ-014-0A	Prospezioni sismiche a rifrazione - All. B1 e B2	
D01-T1L5-GG010-1-RZ-015-0A	Prospezioni sismiche - MASW - All. C1 e C2	
D01-T1L5-GG010-1-RZ-016-0A	Prospezioni Down Hole - All. D	
D01-T1L5-GG010-1-RZ-018-0A	Certificati delle analisi relative ai campioni prelevati nei sondaggi	
D01-T1L5-GG031-1-EZ-001-0A	Frane censite - Sezioni geologiche - Frana L5_1	
D01-T1L5-GG031-1-EZ-002-0A	Frane censite - Sezioni geologiche - Frana L5_2	
D01-T1L5-GT050-1-RN-001-0A	Relazione geotecnica	
D01-T1L5-GT051-1-P6-001-0A	Profilo geotecnico asse destro - Ragusa Catania	Tavola 1 di 5
D01-T1L5-GT051-1-P6-002-0A	Profilo geotecnico asse destro - Ragusa Catania	Tavola 2 di 5
D01-T1L5-GT051-1-P6-003-0A	Profilo geotecnico asse destro - Ragusa Catania	Tavola 3 di 5
D01-T1L5-GT051-1-P6-004-0A	Profilo geotecnico asse destro - Ragusa Catania	Tavola 4 di 5
D01-T1L5-GT051-1-P6-005-0A	Profilo geotecnico asse destro - Ragusa Catania	Tavola 5 di 5
D01-T1L5-GT054-1-P6-001-0A	Profilo geotecnico asse sinistro - Catania Ragusa	Tavola 1 di 5
D01-T1L5-GT054-1-P6-002-0A	Profilo geotecnico asse sinistro - Catania Ragusa	Tavola 2 di 5
D01-T1L5-GT054-1-P6-003-0A	Profilo geotecnico asse sinistro - Catania Ragusa	Tavola 3 di 5
D01-T1L5-GT054-1-P6-004-0A	Profilo geotecnico asse sinistro - Catania Ragusa	Tavola 4 di 5
D01-T1L5-GT054-1-P6-005-0A	Profilo geotecnico asse sinistro - Catania Ragusa	Tavola 5 di 5
D01-T1L5-GT053-1-RG-001-0A	Relazione tecnica	Interventi di stabilizzazione di versante
D01-T1L5-GT053-1-EZ-001-0A	Stabilizzazione di versante	Intervento in SX dal km 5+027 al km 5+087

### Opere d'arte minore Paratia di pali dal km 5+027 al km 5+087

D01-T1L5-OMP00-1-RG-001-0A	LOTTO 5	Relazione tecnica e di calcolo	
D01-T1L5-OMP05-1-EZ-001-0A	LOTTO 5	Paratia di pali dal km 5+027 al km 5+087 - Carreggiata sinistra	Planimetria, pianta e sviluppata
D01-T1L5-OMP05-1-EZ-002-0A	LOTTO 5	Paratia di pali dal km 5+027 al km 5+087 - Carreggiata sinistra	Sezioni trasversali

## **D INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE - LOTTO 5 PK. 0+950-1+000 – FRANA L5\_1**

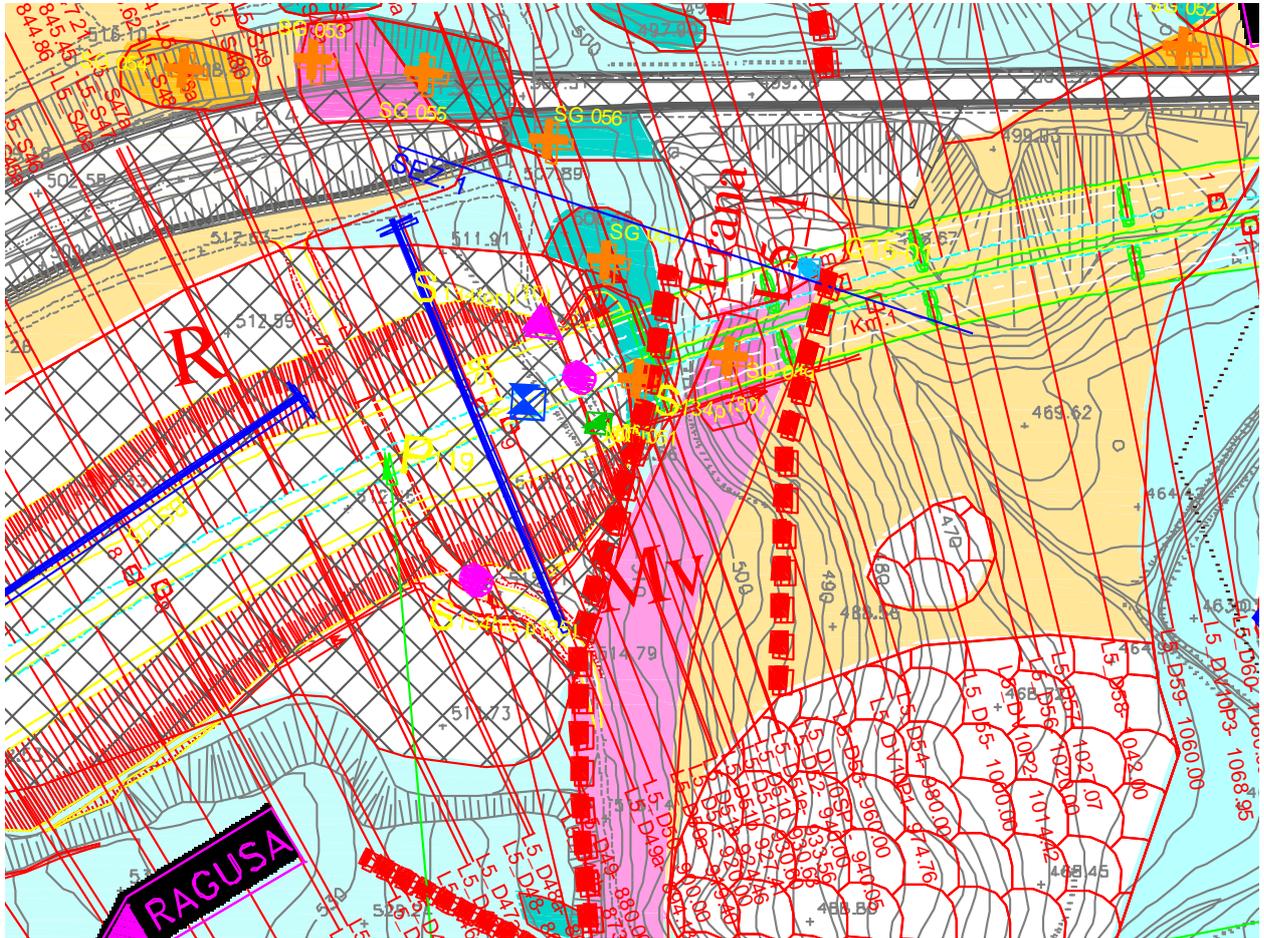
La Frana L5\_1 è ubicata presso la zona di Piana delle Rose, in destra idrografica del Vallone Fiumarello (Zona nuovo Viadotto Piano delle Rose) (Elaborato D01-T1L5-GG031-1-EZ-001-0A).

Si tratta di un dissesto di limitata estensione areale che interessa un versante a medio-bassa acclività costituito dai termini miocenici rappresentati dalla Formazione del Calcare di base (Mg), del Tellaro (Mm) e di Carlentini (Mv) e che ha coinvolto i termini superficiali degradati del Calcare di base (Mg).

Il dissesto non presenta indizi di attività recente, e viene in gran parte asportato dagli scavi della pila P1 Sx. A protezione degli scavi della pila P1 Sx del Viadotto Piano delle Rose è stata progettata un'opera di sostegno provvisoria che ha la funzione tra l'altro di limitare gli scavi e contenere il corpo di frana che vi grava a monte che è di limitato spessore e che può essere considerato geotecnicamente come la parte alterata della formazione Mg.

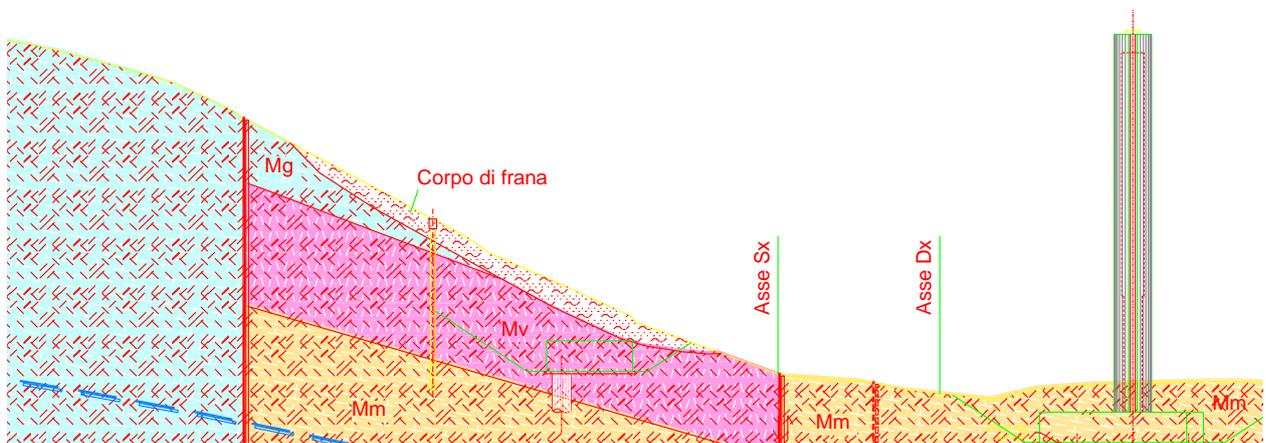
Si riporta nella Figura D.1 uno stralcio della planimetria dell'area in frana.

**Figura D.1 – Stralci planimetrico e geologico della Frana L5\_1 con ubicazione della sezione geologica Sez. 1.**



Nella Figura D.2 si è riportato uno stralcio della sezione geologica Sez. 1 da dove si può rilevare l'incidenza degli scavi sul corpo in frana che gli scavi vanno di fatto a contenere ulteriormente.

**Figura D.2 – Stralcio della sezione Sez. 1 della Frana L5\_1 con ubicazione degli scavi delle Pile P1 Sx e P2 Sx e delle relative opere provvisorie progettate.**



## **E INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE - LOTTO 5 PK. 5+027-5+087 – FRANA L5\_2**

La Frana L5\_2 è ubicata presso la Vizzini scalo, in adiacenza alla esistente S.S. 514 di Chiaramonte (Elaborato D01-T1L5-GG031-1-EZ-002-0A).

Il dissesto che attualmente è in condizioni generali di equilibrio, ha interessato i termini argilloso-sabbiosi del Pvs e mostra alcuni tratti di riattivazione legati alle condizioni di saturazione del corpo di frana e all'azione erosiva esercitata dalle acque dilavanti. Si osserva, infatti, una frana di neoformazione di modeste dimensioni (circa 10 x 10 m) che ha lesionato il fosso di guardia situato al di sopra del muro di contenimento realizzato a protezione della statale esistente.

Si tratta di un movimento roto-traslazionale la cui direzione di movimento è verso sud, pressoché ortogonale all'asse del tracciato.

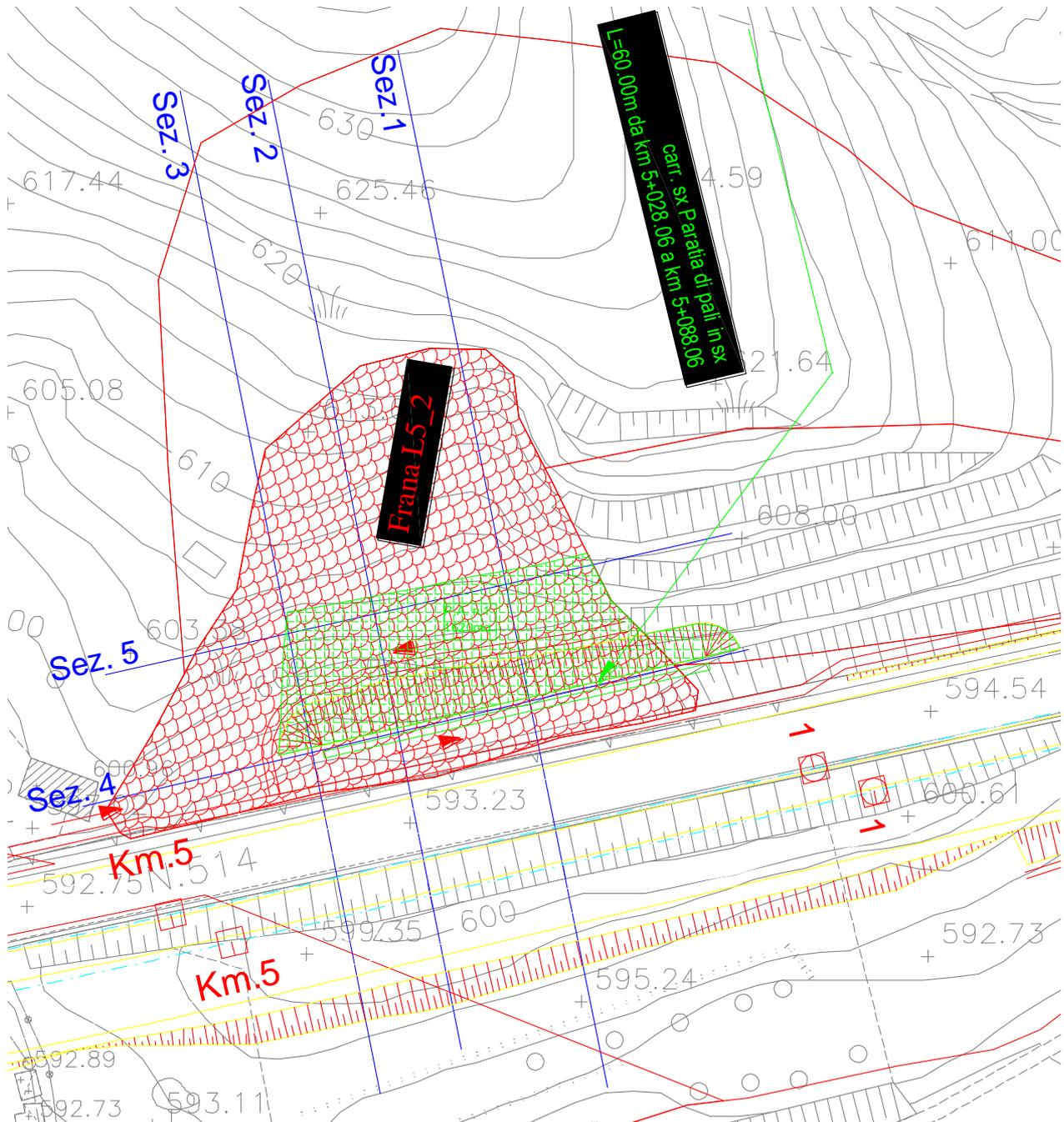
Sulla base delle indagini geofisiche (BS133) svolte è stato accertato uno spessore massimo della frana pari a circa 4 m.

L'intervento di stabilizzazione che è stato progettato consiste nella realizzazione a monte del muro esistente che rimane a protezione anche del nuovo corpo stradale, di una paratia di Pali  $f=800$  lunghi 14m posizionati ad interasse di 1 m ed intirantata per la cui verifica si rimanda ai relativi elaborati progettuali e di una serie di dreni sub orizzontali lunghi 44m e ad interasse di 8.0m che svolgono la funzione di drenare il corpo della frana.

A protezione dall'erosione del terreno a monte della paratia di pali si è scelto di utilizzare i Prati Armati.

Nella Figura E.1 si riporta uno stralcio della planimetria dell'area comprensiva degli interventi in progetto.

**Figura E.1 – Stralcio planimetrico della Frana L5\_2 con ubicazione delle sezioni geologiche e della paratia di pali in progetto.**



## E.1 Caratterizzazione geotecnica

Poiché il corpo in frana è costituito dalla parte alterata della formazione Pvs si sono determinate le caratteristiche geotecniche prendendo a riferimento le caratteristiche medie di tale litotipo. Nella tabella seguente sono riportati alcuni valori ricavati dalle singole prove di laboratorio con le rispettive medie.

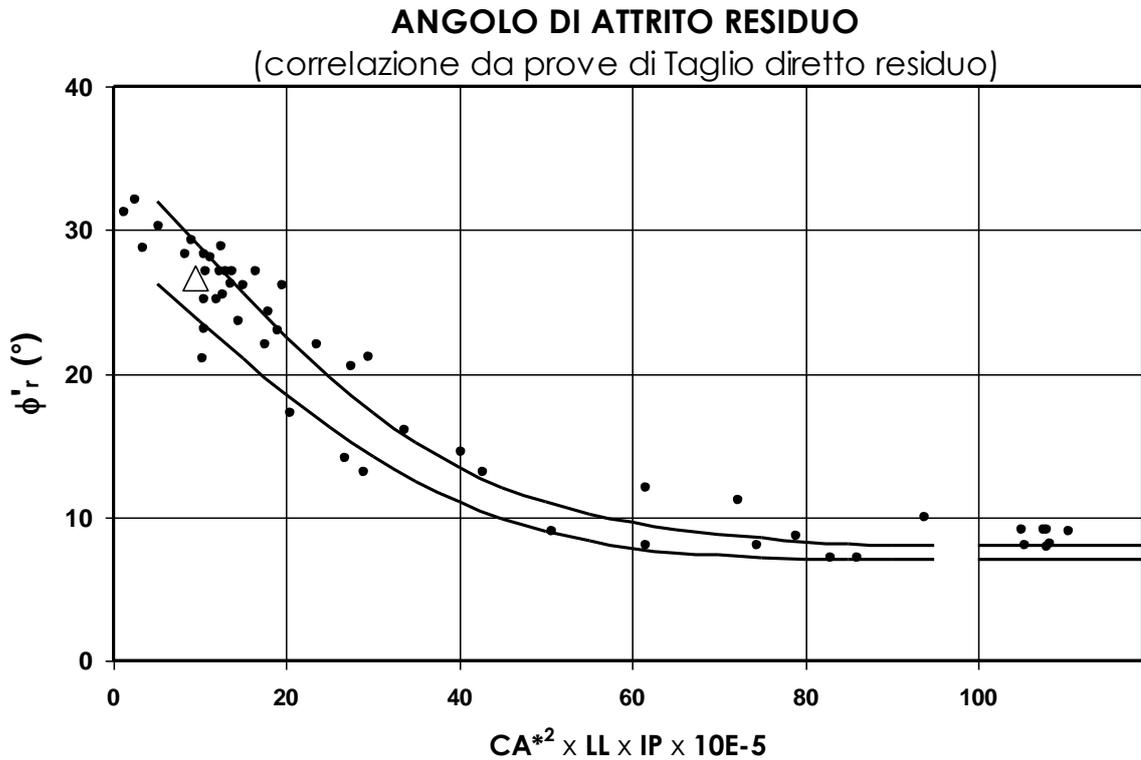
Lotto	Formazione	SONDAGGIO	PROF media [m]	CAMPIONE	Peso di volume allo stato naturale [kN/mc]	Indice di plasticità [%]	Limite di liquidità [%]	Limite di plasticità [%]	Passante setaccio 40 [%]	A
5	Pvs	139	18.15	CI1	17.4	12.7	58.3	45.6	99.7	39.4
		140	14.75	CI1	16.5	13.7	52.9	39.2	99.8	51.1
		141	6.4	CI1	17.4	12.3	44.4	32.1	99.8	54.4
		141	18.95	CI2	16.1	13	54.1	41.1	99.6	49.5
		143	18.25	CI3	18.7	7.6	36.1	28.5	99.8	40.7
		143	7.8	CI1	19.2	13.1	46.4	33.3	99.8	42.2
		147	4.3	CRA	14.7	7.9	37.6	29.7	93.2	10.4
Media					<b>17.14</b>	<b>11.47</b>	<b>47.11</b>	<b>35.64</b>	<b>98.81</b>	<b>41.10</b>

Dall'analisi della media dei campioni è stato possibile dedurre una stima dell'angolo di attrito residuo tramite una correlazione del valore dell'angolo di attrito residuo di terreni coesivi con i seguenti parametri:

- contenuto di argilla (<2 $\mu$ m): CA (%)
- limite liquido: LL (%)
- indice plastico: IP (%)

Dalle correlazioni fornite da Collotta et al. (1989), è stato stimato quindi il valore dell'angolo di attrito residuo.

passante al vaglio N40 ASTM (0.42 mm)	99	(%)
CA - contenuto di argilla (<2mm)	41	(%)
LL - limite liquido	47	(%)
IP - indice plastico	11	(%)



CA* (contenuto di argilla riferito al passante al vaglio N40 ASTM)	42	(%)			
CALIP = CA* <sup>2</sup> x LL x PI x 10E-5	9	(-)			
ANGOLO DI ATTRITO RESIDUO		f' <sub>r</sub> (°)	24	÷	29.2
(correlazione da prove di taglio diretto residuo)		f' <sub>r,medio</sub> (°)	26.6		

Per tale litotipo vista una certa incertezza nelle caratteristiche del terreno costituente il corpo in frana si è scelto di adottare un valore più conservativo rispetto al valore medio.

Il corpo in frana è stato quindi caratterizzato con i seguenti valori caratteristici:

$$\phi'_r = 25^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

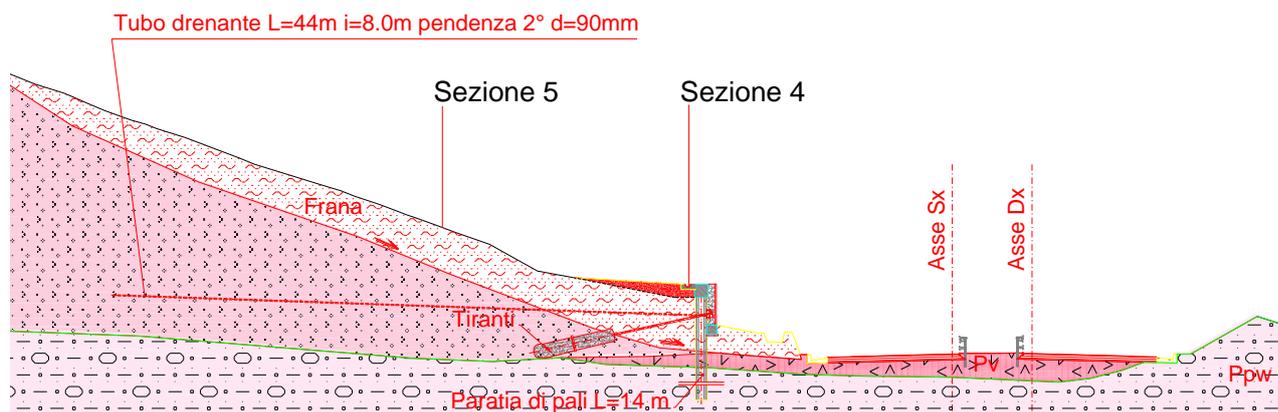
Il peso di volume è stato assunto pari a:

$$\gamma = 17.0 \text{ kN/mc}$$

Le verifiche di stabilità del corpo in frana sono state eseguite prendendo a riferimento uno stralcio della sezione geologica Sez. 2 riportata nella Figura E.2 che ha consentito di valutare le sollecitazioni necessarie per considerare stabile il corpo in frana imponendo il raggiungimento di

un coefficiente di sicurezza  $FS=1.1$  ipotizzando una parziale saturazione del corpo in frana sebbene la falda nell'area risulta molto più profonda.

Figura E.2 – Stralcio della sezione Sez. 2 della Frana L5\_2.



Si riportano di seguito i parametri dei terreni coinvolti nelle verifiche di stabilità

LITOTIPO		u.m.	Parametri caratteristici	M2 $\gamma_M$	Parametri di calcolo
Frana	$\gamma$	kN/mc	17.0	1	17.0
	c	Kpa	0	1.25	0
	$\phi$	(°)	25.0	1.25	20.5
Pvs	$\gamma$	kN/mc	18.0	1	18.0
	c	Kpa	10.0	1.25	8.0
	$\phi$	(°)	28.0	1.25	23.0

I parametri utilizzati per la determinazione dell'azione sismica risultano i seguenti:

- categoria di suolo B;
- massima accelerazione orizzontale al suolo:  $a_g/g = 0,363$ ;
- Coefficiente di amplificazione stratigrafica:  $S_S = 1,206$ ;
- Coefficiente di amplificazione topografica:  $S_T = 1,200$ ;
- coefficiente di riduzione di  $a_{max}$ :  $\beta_m = 0,28$ ;
- coefficiente di intensità sismica orizzontale  $k_h = 0,129$ ;

## E.2 Dimensionamento dreni tubolari

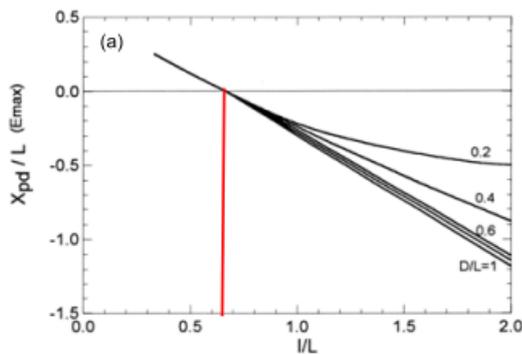
Il processo di dimensionamento del sistema drenante tramite dreni tubolari che vanno a confluire nel sistema drenante a tergo della paratia di pali si è basato sulla metodologia definita da Desideri et. Al (1997) per il caso di un singolo livello di dreni.

Il pendio mostra una pendenza media prossima a  $\beta=20^\circ$  con L la lunghezza del tratto di pendio da stabilizzare, che viene stimata in:

$$L=65\text{m}$$

Definita la posizione relativa del piano drenante rispetto al tratto L è individuata della distanza  $X_{pd}$  che nel nostro caso è assunta = a 0 si ottiene l'efficienza idraulica  $I/L$  che dal grafico si ricava essere:

$$I/L=0.65$$



Da cui si ricava la lunghezza relativa dei dreni I:

$$I=44 \text{ m}$$

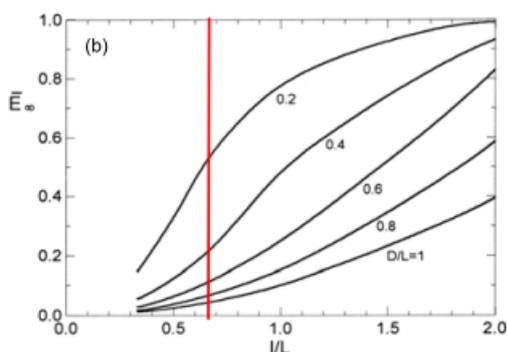
In funzione della profondità del piano di valutazione dell'efficienza del sistema drenante si è determinato il grado di efficienza del sistema drenante.

$$D=6\text{m}$$

Da cui

$$D/L=0.1$$

Dal seguente grafico si ricava il grado di efficienza che risulta essere > del 60%



L'interasse  $i$  fra i dreni soddisfa la condizione  $i/l \leq 0.2$  infatti ponendo

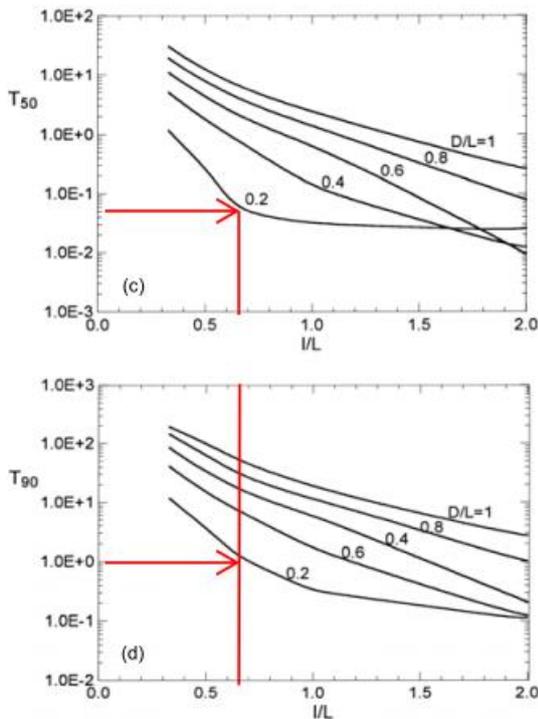
$$i = 0.2 \cdot l = 0.2 \cdot 44 = 8.8 \text{ m}$$

si assume come interasse dei dreni  **$i=8 \text{ m}$**

Assumendo un rapporto costante  $d/l=0.002$  si ricava il diametro dei tubi:

$$d=0.002 \cdot 44\text{m} = 0.088\text{m} \text{ si assume un tubo di diametro } \mathbf{d=90\text{mm}}.$$

I tempi di entrata in funzione del sistema drenante sono funzione del  $T(50)$  e  $T(90)$  e di  $l/L$  che dai grafici seguenti si ricavano i seguenti valori di  $T_{50}=0.05$  e  $T_{90}=1$ :



Assumendo un  $E'=14.2 \text{ Mpa}$   $\nu=0.3$  e  $k=5.810^{-9} \text{ cm/s}$  da cui si ricavano i tempi di entrata in funzione del sistema di drenaggio:

$$T = \frac{k_y}{\gamma_w (l \sin \beta)^2} \frac{E'}{2(1+\nu') \cdot (1-2\nu')} \cdot t$$

il sistema raggiunge il 90% della sua efficienza in 11 mesi.

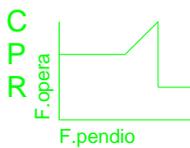
### E.3 Verifica di stabilità

Di seguito si riportano le verifiche condotte con il codice di calcolo I.L.A. attraverso il metodo di SARMA per determinare in corrispondenza della sezione geologica Sez. 2, che risulta essere la più significativa, le sollecitazioni agenti sulla paratia.

### E.3.1 Verifica secondo la combinazione A2-M2

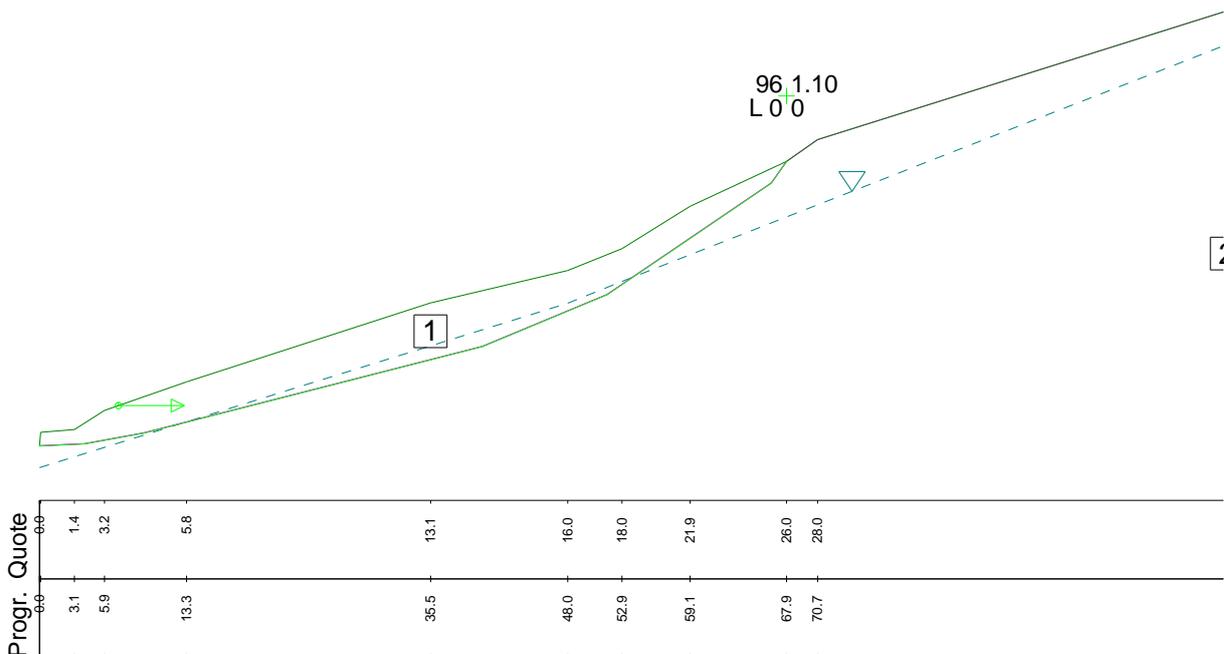
In questa combinazione di verifica conservativamente è stata considerata una falda che satura parzialmente il corpo di frana.

Litotipo 1:                    phi [°] = 20.5                    c [kN/m<sup>2</sup>] = 0                    gamma [kN/m<sup>3</sup>] = 17  
 Litotipo 2:                    phi [°] = 23                    c [kN/m<sup>2</sup>] = 8                    gamma [kN/m<sup>3</sup>] = 18  
 Gamma acqua [kN/m<sup>3</sup>] = 10  
 Metodo: Sarma



C (res. critica)= 100000  
 P (precarico)= 0  
 R (res. residua)= 0

RN | FS  
 X% | RT  
 FS: fatt. sicurezza ottenibile  
 RN: rez. per avere FS= 1.1  
 RT: res. a rottura del terreno  
 %: utilizzo resistenza critica  
 X: L=lineare; T=rottura terreno  
 P=precarico; R=residuo



Da cui si ricava che sulla paratia agirà una sollecitazione schematizzabile con un carico con una distribuzione triangolare che ha una risultante uguale a 96 kN/m:

a p.c. 0 kPa

a -2.9 66.2 kPa

#### VERIFICA DI STABILITA'

Metodo: Sarma

#### PIANO DI CAMPAGNA PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	20.5
Coesione [kN/m <sup>2</sup> ]	0
Peso di volume [kN/m <sup>3</sup> ]	17

#### PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0	0
2	0.1	1.23
3	3.17	1.49
4	5.91	3.24
5	13.37	5.86
6	35.57	13.1
7	48.04	16.07
8	52.98	18.07
9	59.17	21.95
10	67.95	26.07
11	70.77	28.07
12	109.18	40.25

#### SUPERFICIE FALDA

Peso di volume dell'acqua [kN/m <sup>3</sup> ]	10
--	----

#### PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0	-2
2	48.04	13.07
3	52.98	15.07
4	109.18	37.25

#### SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO TIPOLOGIA SUPERFICIE: DEFINITA PER PUNTI

#### PUNTI

N. punto	Progressiva	Quota
----------	-------------	-------

	[m]	[m]
1	0	0
2	4.09	0.19
3	9.47	1.18
4	40.27	9.11
5	51.62	13.87
6	66.55	24.09
7	67.95	26.07

DISCONTINUITA' n. 1

PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	23
Coesione [kN/m <sup>2</sup> ]	8
Peso di volume [kN/m <sup>3</sup> ]	18

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0	0
2	4.09	0.19
3	9.47	1.18
4	40.27	9.11
5	51.62	13.87
6	66.55	24.09
7	67.95	26.07
8	70.77	28.07
9	109.18	40.25

CARATTERISTICHE DELL'OPERA DI SOSTEGNO

Progressiva dell'opera [m]	7.17
Pretensionamento [kN/m]	0
Carico di rottura [kN/m]	100000
Inclinazione reazione [°]	0

RISULTATI DEL CALCOLO

F.N.	R.A.	%	Cond. tratto	FS
95.06	95.06	0.1	lineare	1.1

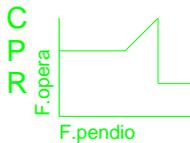
LEGENDA

CODICE	DESCRIZIONE
F.N.	Forza necessaria alla stabilizzazione [kN/m]
R.A.	Reazione effettivamente applicata [kN/m]
%	Percentuale di utilizzo dell'opera [%]
Cond.	Condizioni di carico opera sostegno
FS	Fattore di sicurezza

### E.3.2 Verifica secondo la combinazione A1-M1 + SIS

In questa combinazione anche se si considera entrato in esercizio del sistema drenante, conservativamente si è scelto comunque di considerare una limitata presenza della falda all'interno del corpo in frana.

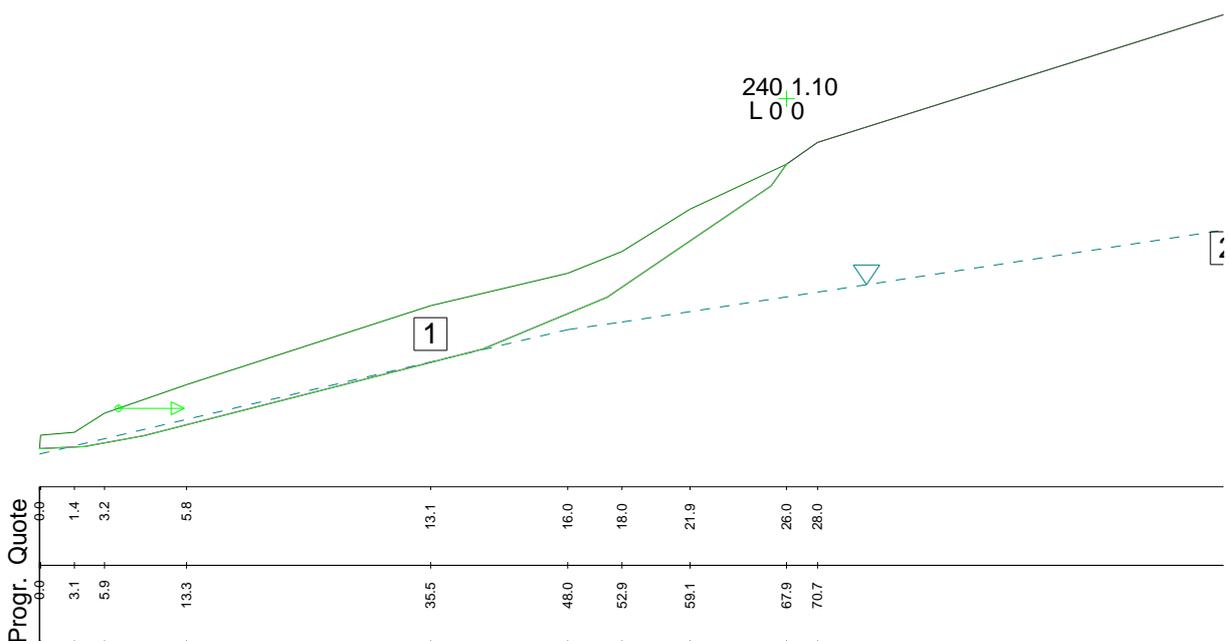
Litotipo 1:                    phi [°] = 25                    c [kN/m<sup>2</sup>] = 0                    gamma [kN/m<sup>3</sup>] = 17  
 Litotipo 2:                    phi [°] = 28                    c [kN/m<sup>2</sup>] = 10                    gamma [kN/m<sup>3</sup>] = 18  
 Gamma acqua [kN/m<sup>3</sup>] = 10                    Comp. sismica orizz. = .129  
 Metodo: Sarma



C (res. critica) = 100000  
 P (precarico) = 0  
 R (res. residua) = 0

RN | FS  
 X% | RT

FS: fatt. sicurezza ottenibile  
 RN: rez. per avere FS= 1.1  
 RT: res. a rottura del terreno  
 X: %: utilizzo resistenza critica  
 L=lineare; T=rottura terreno  
 P=precarico; R=residuo



Da cui si ricava che sulla paratia agirà una sollecitazione schematizzabile con un carico con una distribuzione triangolare che ha una risultante uguale a 96 kN/m:

a p.c. 0 kPa

a -2.9 166 kPa

#### VERIFICA DI STABILITA'

Metodo: Sarma

#### PIANO DI CAMPAGNA PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	25
Coesione [kN/m <sup>2</sup> ]	0
Peso di volume [kN/m <sup>3</sup> ]	17

#### PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0	0
2	0.1	1.23
3	3.17	1.49
4	5.91	3.24
5	13.37	5.86
6	35.57	13.1
7	48.04	16.07
8	52.98	18.07
9	59.17	21.95
10	67.95	26.07
11	70.77	28.07
12	109.18	40.25

#### SUPERFICIE FALDA

Peso di volume dell'acqua [kN/m <sup>3</sup> ]	10
--	----

#### PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0	-0.5
2	48.04	10.9
3	52.98	11.6
4	109.18	20.25

#### SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO TIPOLOGIA SUPERFICIE: DEFINITA PER PUNTI

#### PUNTI

N. punto	Progressiva	Quota
----------	-------------	-------

	[m]	[m]
1	0	0
2	4.09	0.19
3	9.47	1.18
4	40.27	9.11
5	51.62	13.87
6	66.55	24.09
7	67.95	26.07

DISCONTINUITA' n. 1

PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	28
Coesione [kN/m <sup>2</sup> ]	10
Peso di volume [kN/m <sup>3</sup> ]	18

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0	0
2	4.09	0.19
3	9.47	1.18
4	40.27	9.11
5	51.62	13.87
6	66.55	24.09
7	67.95	26.07
8	70.77	28.07
9	109.18	40.25

CARATTERISTICHE DELL'OPERA DI SOSTEGNO

Progressiva dell'opera [m]	7.17
Pretensionamento [kN/m]	0
Carico di rottura [kN/m]	100000
Inclinazione reazione [°]	0

COMPONENTI SISMICHE

Componente sismica orizzontale	0.129
--------------------------------	-------

RISULTATI DEL CALCOLO

F.N.	R.A.	%	Cond. tratto	FS
239.6	239.6	0.24	lineare	1.1

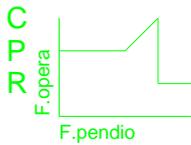
LEGENDA

CODICE	DESCRIZIONE
F.N.	Forza necessaria alla stabilizzazione [kN/m]
R.A.	Reazione effettivamente applicata [kN/m]
%	Percentuale di utilizzo dell'opera [%]
Cond.	Condizioni di carico opera sostegno
FS	Fattore di sicurezza

### E.3.3 Verifica secondo la combinazione A2-M2 + SIS

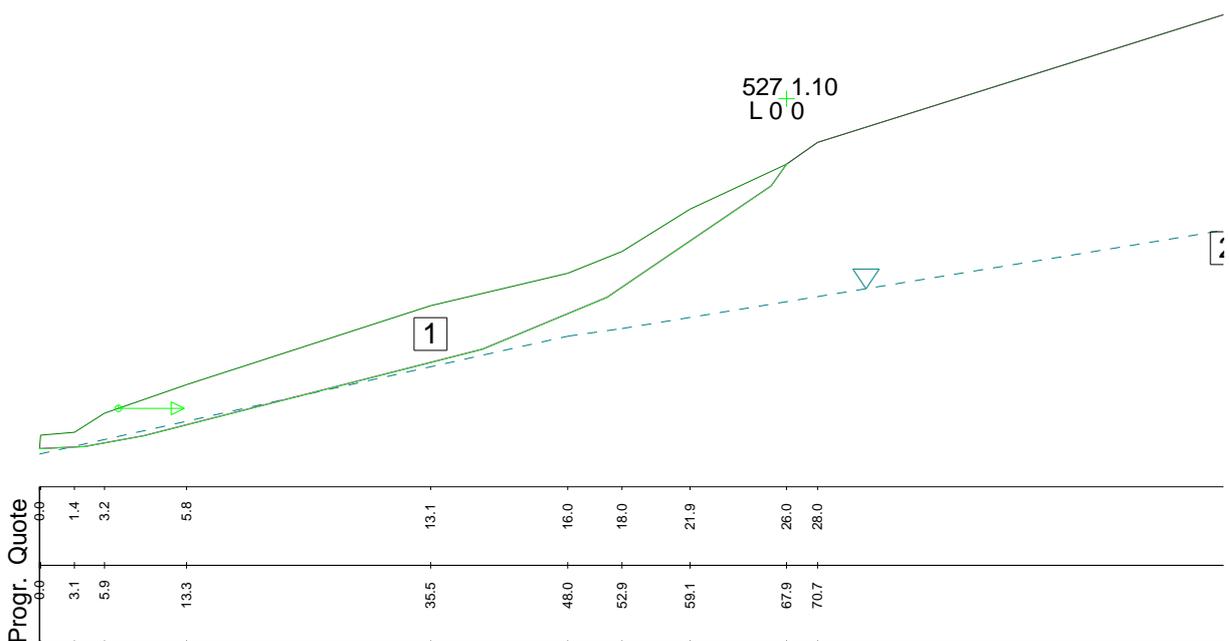
In questa combinazione anche se si considera entrato in esercizio del sistema drenante, conservativamente si è scelto comunque di considerare una limitata presenza della falda all'interno del corpo in frana.

Litotipo 1:                    phi [°] = 20.5                    c [kN/m<sup>2</sup>] = 0                    gamma [kN/m<sup>3</sup>] = 17  
 Litotipo 2:                    phi [°] = 23                    c [kN/m<sup>2</sup>] = 8                    gamma [kN/m<sup>3</sup>] = 18  
 Gamma acqua [kN/m<sup>3</sup>] = 10                    Comp. sismica orizz. = .129  
 Metodo: Sarma



C (res. critica) = 100000  
 P (precarico) = 0  
 R (res. residua) = 0

RN | FS  
 X% | RT  
 FS: fatt. sicurezza ottenibile  
 RN: rez. per avere FS= 1.1  
 RT: res. a rottura del terreno  
 X: %: utilizzo resistenza critica  
 L=lineare; T=rottura terreno  
 P=precarico; R=residuo



Da cui si ricava che sulla paratia agirà una sollecitazione schematizzabile con un carico con una distribuzione triangolare che ha una risultante uguale a 96 kN/m:

a p.c. 0 kPa

a -2.9 364 kPa

#### VERIFICA DI STABILITA'

Metodo: Sarma

#### PIANO DI CAMPAGNA

##### PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	20.5
Coesione [kN/m <sup>2</sup> ]	0
Peso di volume [kN/m <sup>3</sup> ]	17

#### PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0	0
2	0.1	1.23
3	3.17	1.49
4	5.91	3.24
5	13.37	5.86
6	35.57	13.1
7	48.04	16.07
8	52.98	18.07
9	59.17	21.95
10	67.95	26.07
11	70.77	28.07
12	109.18	40.25

#### SUPERFICIE FALDA

Peso di volume dell'acqua [kN/m <sup>3</sup> ]	10
--	----

#### PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0	-0.5
2	48.04	10.3
3	52.98	11
4	109.18	20.25

#### SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO

TIPOLOGIA SUPERFICIE: DEFINITA PER PUNTI

#### PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
----------	-----------------	-----------

1	0	0
2	4.09	0.19
3	9.47	1.18
4	40.27	9.11
5	51.62	13.87
6	66.55	24.09
7	67.95	26.07

DISCONTINUITA' n. 1

PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	23
Coesione [kN/m <sup>2</sup> ]	8
Peso di volume [kN/m <sup>3</sup> ]	18

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0	0
2	4.09	0.19
3	9.47	1.18
4	40.27	9.11
5	51.62	13.87
6	66.55	24.09
7	67.95	26.07
8	70.77	28.07
9	109.18	40.25

CARATTERISTICHE DELL'OPERA DI SOSTEGNO

Progressiva dell'opera [m]	7.17
Pretensionamento [kN/m]	0
Carico di rottura [kN/m]	100000
Inclinazione reazione [°]	0

COMPONENTI SISMICHE

Componente sismica orizzontale	0.129
--------------------------------	-------

RISULTATI DEL CALCOLO

F.N.	R.A.	%	Cond. tratto	FS
526.3	526.3	0.53	lineare	1.1

LEGENDA

CODICE	DESCRIZIONE
F.N.	Forza necessaria alla stabilizzazione [kN/m]
R.A.	Reazione effettivamente applicata [kN/m]
%	Percentuale di utilizzo dell'opera [%]
Cond.	Condizioni di carico opera sostegno
FS	Fattore di sicurezza