

ASSE VIARIO MARCHE - UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA

Sublotto 2.2: Intervalliva Macerata - allaccio funzionale della SS77
alla città di Macerata alle località "La Pieve" e "Mattei"

PROGETTO DEFINITIVO

IL GEOLOGO Dott. Geol. Salvatore Marino Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1069	I PROGETTISTI SPECIALISTICI Ing. Ambrogio Signorelli Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 10550 n. A35111 Ing. Moreno Panfil Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657 Ing. Claudio Muller Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 15754 Ing. Giuseppe Resta Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629	PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria) GPI INGEGNERIA GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl    IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12): Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI ORDINE INGEGNERI ROMA n. 140354035
COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE Ing. Valerio Guidobaldi Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A30025		
VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Ing. Iginio Farotti		

OPERE D'ARTE MINORI

OPERE DI SOSTEGNO – ASSE PRINCIPALE – TRATTO 2

Interventi di stabilizzazione – Relazione di calcolo

CODICE PROGETTO				NOME FILE				REVISIONE	SCALA																		
OPERA		LOTTO	STATO	SETTORE	WBS		DISCIPLINA	TIPO DOC.	N° PROGRESS.																		
L	O	7	0	3	M	C	D	P	CODICE ELAB.	G	E	N	E	R	0	0	G	E	T	R	E	L	0	0	3	C	—
C		Revisione a seguito alle istruttorie Prot. QMU 0002937						Nov. 2020		Morigi		Signorelli		Guiducci													
B		Revisione a seguito alle istruttorie Prot. QMU 0002937						Ott. 2020		Morigi		Signorelli		Guiducci													
A		Emissione						Marzo 2020		Bela		Signorelli		Guiducci													
REV.		DESCRIZIONE						DATA		REDATTO		VERIFICATO		APPROVATO													

INDICE

1.	<u>PREMESSA.....</u>	<u>2</u>
2.	<u>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</u>	<u>2</u>
3.	<u>ASPETTI GEOMORFOLOGICI.....</u>	<u>2</u>
4.	<u>INTERVENTI DI DRENAGGIO</u>	<u>3</u>
4.1.	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	3
4.2.	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO	4
4.2.1.	<i>Trincee drenanti</i>	<i>5</i>
4.2.2.	<i>Drenaggi sub-orizzontali.....</i>	<i>6</i>
4.3.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	8
4.4.	VERIFICHE.....	8
4.4.1.	<i>Trincee drenanti</i>	<i>8</i>
4.4.2.	<i>Drenaggi sub-orizzontali.....</i>	<i>10</i>
5.	<u>OPERA DI PROTEZIONE DEL RILEVATO.....</u>	<u>12</u>
5.1.	DESCRIZIONE DELL'OPERA	12
5.2.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	13
5.3.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	14
5.4.	INQUADRAMENTO SISMICO.....	15
5.5.	CRITERI DI VERIFICA.....	16
5.6.	METODI DI ANALISI E VERIFICHE	17
5.6.1.	<i>Metodo di calcolo</i>	<i>17</i>
5.6.2.	<i>Condizioni di carico</i>	<i>18</i>
5.6.3.	<i>Risultati delle analisi e verifiche.....</i>	<i>18</i>
6.	<u>ALLEGATI DI CALCOLO</u>	<u>27</u>
6.1.	OPERA DI PROTEZIONE DEL RILEVATO (TABULATI STAP) – PRE INTERVENTO	27
6.2.	OPERA DI PROTEZIONE DEL RILEVATO (TABULATI STAP) – POST INTERVENTO	40

1. PREMESSA

Nella presente relazione si illustrano gli interventi di stabilizzazione previsti in corrispondenza degli elementi geomorfologici individuati lungo il tracciato, nell'ambito della progettazione definitiva dell'“Asse Viario Marche – Umbria e Quadrilatero di Penetrazione Interna - Sublotto 2.2: Intervalliva di Macerata - allaccio funzionale della SS77 alla città di Macerata alle località "La Pieve" e "Mattei””. In particolare, gli interventi riguardano la realizzazione di interventi di drenaggio nelle zone interessate da fenomeni di soliflusso e di un'opera di protezione al piede del rilevato che si estende dalle progressive 3+525.00 a 3+826.79, in un'area in cui è stata riscontrata la presenza di una frana quiescente.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- [1] D.M. 17/01/2018 Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”;
- [2] Circolare 21/01/2019 “Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al DM17/01/2018;

3. ASPETTI GEOMORFOLOGICI

I fenomeni di instabilità cartografati ed interferenti con il tracciato in progetto (*si veda Carta Geomorfologica, elaborato LO703.MC.D.P.GENER.00.GEO.PLA.006*) sono da mettere in relazione soprattutto alle caratteristiche litologiche ed ai processi morfoevolutivi (naturali ed antropici) dei terreni, nonché alle caratteristiche fisico-meccaniche.

Le unità litologiche comprese nella Formazione delle Argille Azzurre presentano caratteristiche di sovraconsolidazione, ma nella porzione più corticale, a causa dei processi di erosione ed alterazione, sono oggetto del decadimento delle caratteristiche fisico-meccaniche che ha come conseguenza la formazione di una coltre superficiale sensibile all'azione gravitativa.

Si distinguono due tipologie di movimento:

- Corpo di frana per scorrimento inattivo;
- Area interessata da movimenti superficiali.

I fenomeni sono individuati nelle seguenti aree:

- dalla prog. 3+150 alla prog. 3+300 – movimento superficiale della coltre eluviale/colluviale; è previsto un intervento con trincee drenanti nella zona a monte del rilevato prima della spalla 1 del Viadotto Pieve;
- dalla prog. 3+475 alla prog. 3+825 – corpo di frana per scorrimento quiescente; è previsto un intervento di consolidamento al piede del rilevato con una fila di pali $\varnothing 1000$ passo 1,4 m e lunghezza $L = 10,0$ m;
- dalla prog. 4+025 alla prog. 4+150 – movimento superficiale della coltre eluviale/colluviale; è previsto un intervento con trincee drenanti nella zona a monte del rilevato;
- dalla prog. 4+325 alla prog. 4+425 – movimento superficiale della coltre eluviale/colluviale; è previsto un intervento con drenaggi sub-orizzontali dalla scarpata della trincea di progetto;
- dalla prog. 4+500 alla prog. 4+750 – movimento superficiale della coltre eluviale/colluviale; è previsto un intervento con trincee drenanti nella zona a monte del rilevato.

4. INTERVENTI DI DRENAGGIO

In alcune aree del tracciato sono stati riscontrati fenomeni di soliflusso. In queste aree sono previsti interventi di drenaggio, come di seguito descritto.

4.1. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Gli interventi di drenaggio sono previsti in corrispondenza delle aree in cui, nella carta geomorfologica, sono individuati fenomeni di soliflusso:

- Tratto in rilevato da progr. 3+127.81 a prog. 3+202,41;
- Tratto in rilevato da prog. 4+029.60 a prog. 4+153.62;
- Tratto in trincea da prog. 4+325 a 4+425;
- Tratto in rilevato da prog. 4+509.25 a prog. 4+726.52.

Nei tratti in rilevato, l'intervento consiste nella realizzazione a monte del rilevato di un sistema di drenaggio mediante trincee di lunghezza 10,0 – 12,0 m, larghezza alla base di 0,50 m e altezza di 2,00 m. Il pannello drenante è costituito da uno strato esterno in rete metallica a doppia torsione rivestito con geotessile ritentore e separatore. Il nucleo drenante è costituito da "ciottoli" di polistirolo non riciclato, imputrescibile, insolubile e chimicamente inerte alle acque.

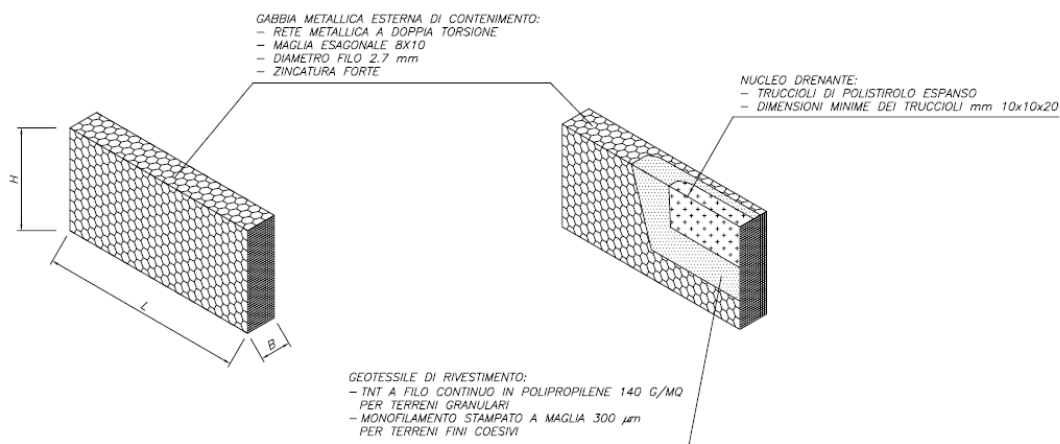


Figura 4-1 Trincee drenanti prefabbricate.

Nei tratti in trincea, il drenaggio dello strato instabile è realizzato mediante dreni sub-orizzontali, con pendenza sull'orizzontale maggiore di 5°, in PVC rigido micro fessurati $\varnothing$ 88,9 mm, lunghezza L = 10 m, rivestiti con TNT alloggiati in prefiori $\varnothing \geq 125$ mm.

I movimenti superficiali, come quelli individuati nelle aree di intervento, risentono in modo significativo delle variazioni stagionali delle pressioni interstiziali in dipendenza dell'andamento delle precipitazioni atmosferiche. Per tali movimenti il margine di sicurezza varia nel tempo e i fenomeni di instabilità si riattivano periodicamente durante le stagioni invernali. Il sistema drenante riduce le pressioni interstiziali e riduce anche l'ampiezza delle oscillazioni stagionali limitando i valori massimi che possono essere raggiunti.

Il controllo dell'efficacia del sistema drenante deve avvenire mediante la misura di pressioni interstiziali installando un adeguato numero di celle piezometriche in prossimità della potenziale superficie di scorrimento. Si rimanda alla Relazione sul monitoraggio geotecnico e strutturale (elaborato LO703.MC.D.P.GENER.00.GET.REL.004) per i dettagli dei sistemi installati.

4.2. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

Le condizioni di stabilità di un pendio sono espresse mediante il rapporto tra la resistenza al taglio disponibile τ_f e lo sforzo di taglio τ_m agente lungo la superficie di scorrimento, effettiva o potenziale. Con riferimento allo schema semplice di pendio indefinito, sede di un moto di filtrazione stazionario con flusso monodimensionale parallelo al piano campagna, sulla generica superficie di scorrimento, parallela al piano campagna e a profondità z da esso, il coefficiente di sicurezza è:

$$F = \frac{\tau_f}{\tau_m} = \frac{c' + (\sigma_n - u_0) \tan \varphi'}{\tau_m}$$

dove:

$$\tau_m = \gamma \cdot z \cdot \sin \beta \cos \beta$$

tensione tangenziale sulla superficie di scorrimento

$$\sigma_n = \gamma \cdot z \cdot \cos^2 \beta$$

tensione totale normale sulla superficie di scorrimento

$$u_0 = \gamma_w \cdot z_w \cdot \cos^2 \beta$$

pressione interstiziale sulla superficie di scorrimento

z_w

profondità dalla superficie libera

β

inclinazione del pendio rispetto all'orizzontale

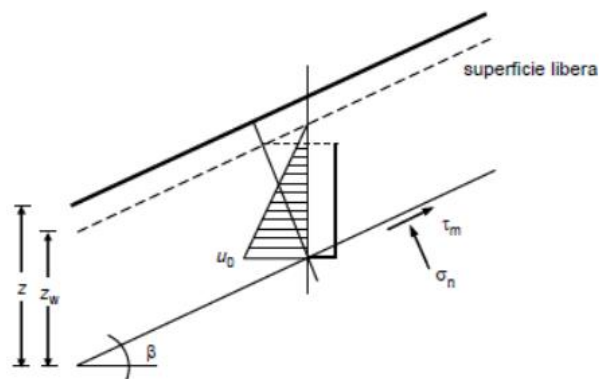


Figura 4-2 Schema di pendio indefinito.

Se lungo tutta la superficie di scorrimento le pressioni interstiziali vengono ridotte ad un valore $u < u_0$, l'incremento del coefficiente di sicurezza è:

$$\Delta F = \frac{-\Delta u \tan \varphi'}{\tau_m}$$

che assume il valore massimo quando si annullano le pressioni interstiziali ($\Delta u_{\max} = -u_0$). Per efficienza idraulica puntuale di un drenaggio si intende il rapporto tra la riduzione di pressione interstiziale ottenuta nel punto in esame ($-\Delta u$) e la massima riduzione possibile ($-\Delta u_{\max} = u_0$).

$$E(t) = \frac{-\Delta u}{u_0} = \frac{u_0 - u(t)}{u_0} = 1 - \frac{u(t)}{u_0}$$

L'efficienza idraulica dipende dal tempo e in generale, varia da punto a punto nel volume di terreno in cui avviene il processo di drenaggio. Ai fini applicativi si valuta un valore medio lungo un'assegnata superficie. Nel caso di pendio indefinito, e nell'ipotesi di riduzione costante delle pressioni interstiziali sulla superficie di scorrimento, l'efficienza idraulica media coincide con quella

puntuale e rappresenta il rapporto tra l'incremento del coefficiente di sicurezza al tempo t e quello massimo ottenibile annullando le pressioni interstiziali:

$$\bar{E}(t) = E(t) = \frac{u_0 - u(t)}{u_0} = \frac{\Delta F(t)}{\Delta F_{\max}}$$

In letteratura sono state proposte soluzioni per le trincee drenanti e per i dreni tubolari, ottenute per schemi semplificati di condizioni di flusso piane.

4.2.1. TRINCEE DRENANTI

L'efficienza idraulica di un sistema di trincee drenanti può essere valutata con riferimento allo schema seguente.

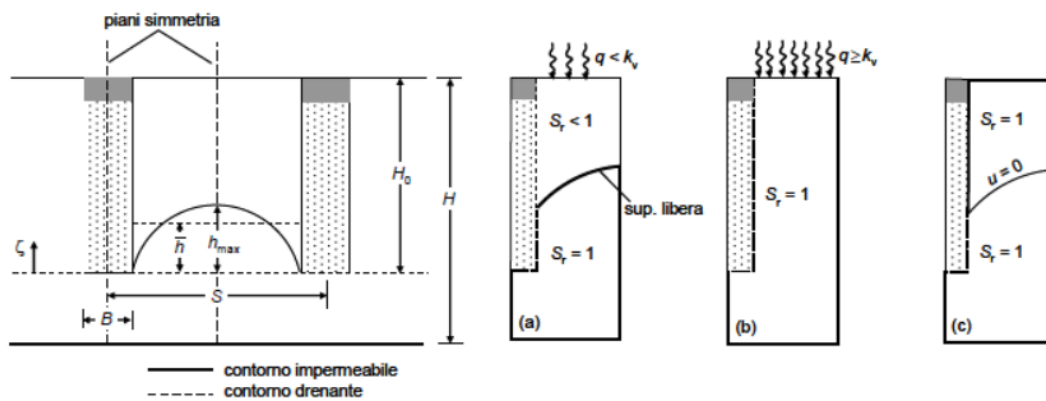


Figura 4-3 Schema geometrico delle trincee drenanti e condizioni al contorno al piano campagna: (a) superficie libera; (b) lama d'acqua; (c) superficie impermeabile.

La soluzione dipende dai rapporti S/H_0 , B/H_0 , H/H_0 . Nel seguito si riportano gli abachi proposti da Desideri et al. (1997).

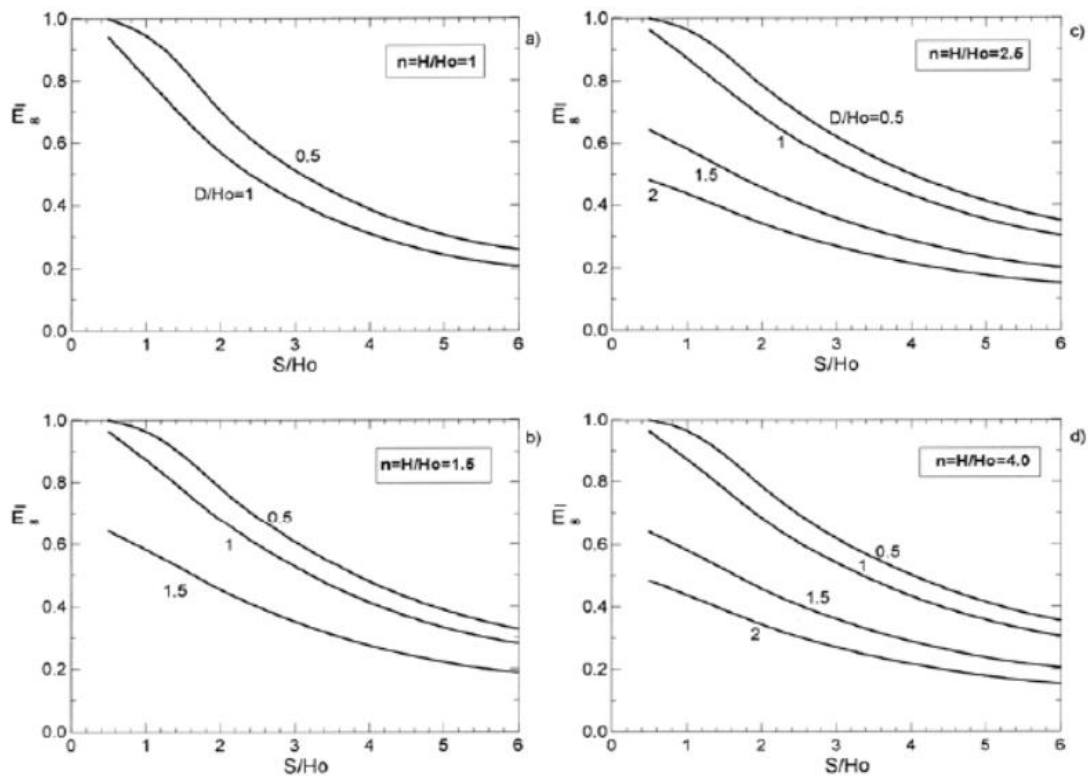


Figura 4-4 Efficienza idraulica a regime di un sistema di trincee drenanti – lama d'acqua al piano campagna (Desideri et al., 1997).

4.2.2. DRENAGGI SUB-ORIZZONTALI

I dreni tubolari sono installati parallelamente al piano campagna a partire dalla parete trasversale della trincea. In queste condizioni essi funzionano come un sistema di trincee drenanti, con le modifiche delle condizioni al contorno.

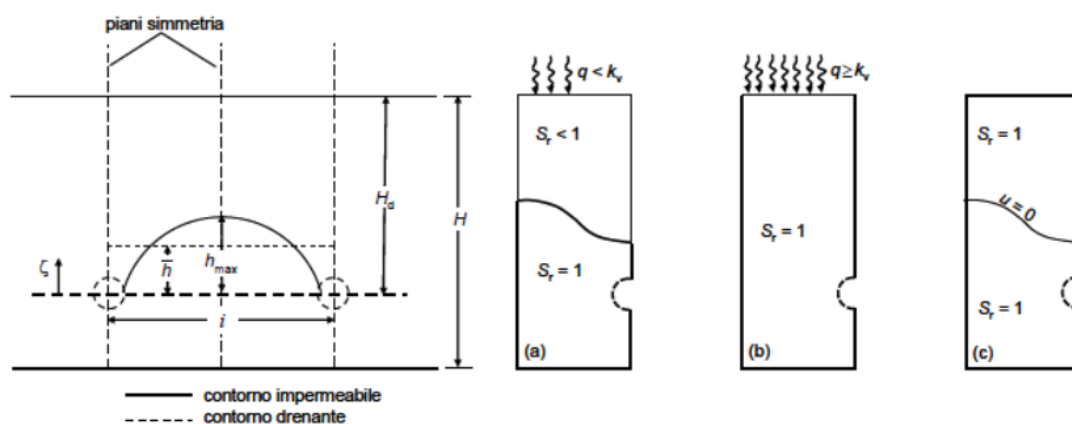


Figura 4-5 Schema geometrico dei dreni tubolari e condizioni al contorno al piano campagna: (a) superficie libera; (b) lama d'acqua; (c) superficie impermeabile.

Desideri et al (1997) hanno proposto una soluzione che studia il problema del drenaggio indotto da un sistema di dreni tubolari separatamente dal problema dell'equilibrio, riferendosi allo schema di

pendio indefinito. La procedura permette di ottenere una valutazione quantitativa dell'efficienza idraulica media e di valutare l'incremento del coefficiente di sicurezza indotto dal sistema di dreni.

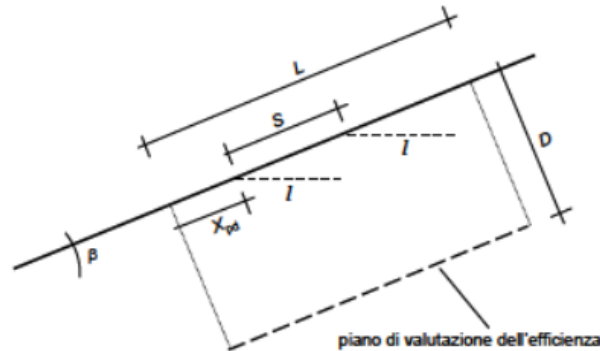


Figura 4-6 Schema di installazione dei dreni – sezione longitudinale.

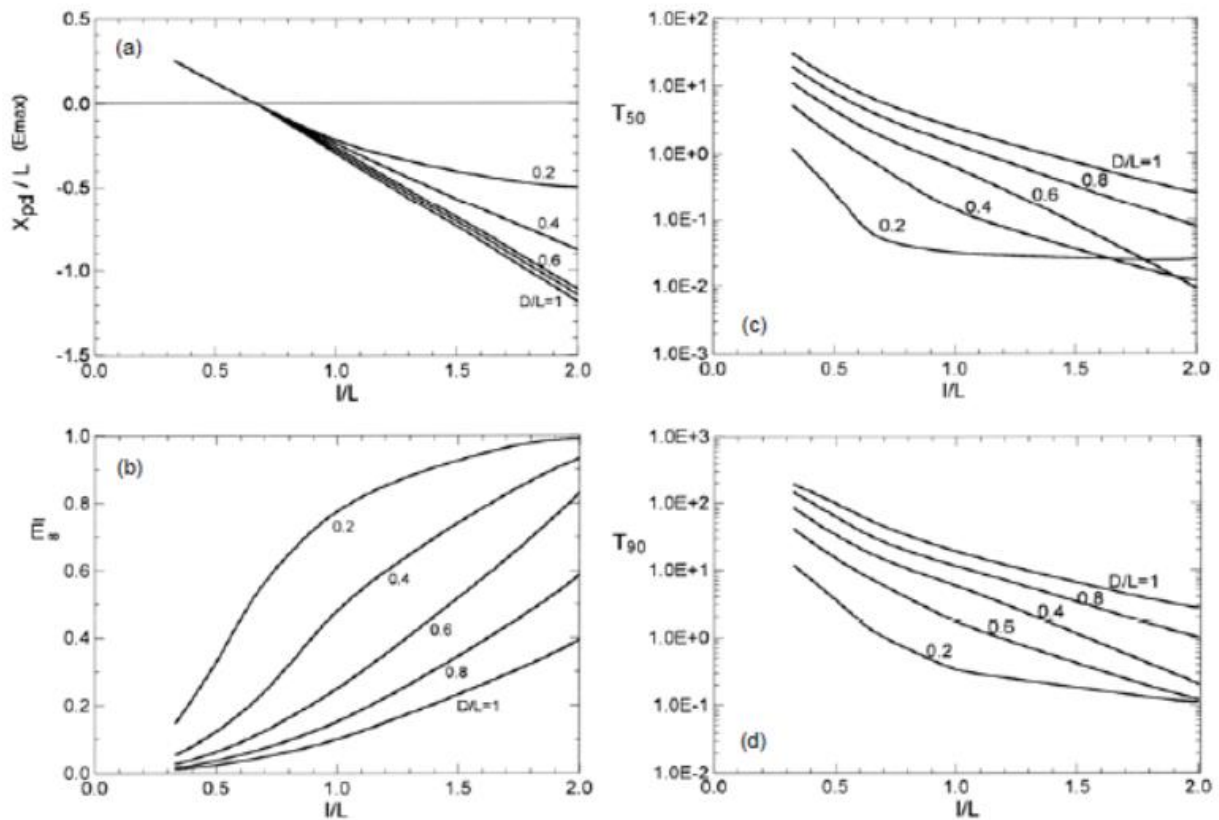


Figura 4-7 Dimensionamento di un singolo livello di dreni (Desideri et al., 1997).

4.3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Il progetto delle trincee drenanti è stato svolto a partire dalle caratteristiche geotecniche dell'unità LS4s - limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso. Nelle zone interessate da fenomeni di soliflusso, le caratteristiche meccaniche dell'unità sono di seguito definite (*si veda la Relazione Geotecnica, elaborato LO703.MC.D.P.GENER.00.GET.REL.001*):

TERRENO	UNITÀ GEOTECNICA	γ	c'	φ'	E
		[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[MPa]
Argilla con limo con sabbia	LS4s	19	0 ÷ 5	20 ÷ 23	5 ÷ 10

In via cautelativa, nei calcoli sono stati considerati i valori minimi delle caratteristiche di resistenza.

4.4. VERIFICHE

4.4.1. TRINCEE DRENANTI

Schema di pendio indefinito, sede di moto stazionario
con flusso monodimensionale parallelo al p.c.

Dati del pendio

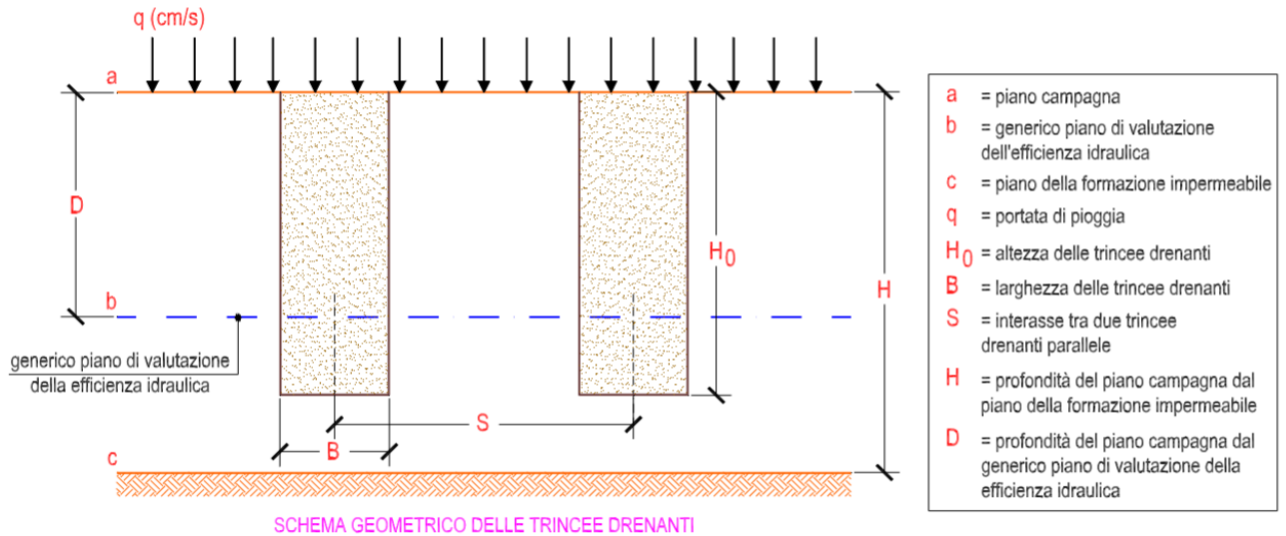
β (°) 10 inclinazione del pendio
 z (m) 2,0 spessore dello strato
 $z_w = m$ (m) 2,0 posizione della falda

Dati caratteristici del terreno

γ_w (kN/m³) 10,0
 γ_{sat} (kN/m³) 20,0
 γ (kN/m³) 19,0
 γ' (kN/m³) 10,0
 φ (°)
 c' (kPa) $F = \frac{\tau_f}{\tau_m} = \frac{c' + (\sigma_n - u_0) \tan \varphi'}{\tau_m}$

τ_m (kPa) 6,84 tensione tangenziale sulla superficie di scorrimento
 σ_n (kPa) 38,79 tensione totale sulla superficie di scorrimento
 u_0 (kPa) 19,40 pressione interstiziale sulla superficie di scorrimento
 τ_f (kPa) 7,0599

F **1,03** coefficiente di sicurezza $F = \tau / \tau_f$ (senza trincee)



Dimensionamento trincee drenanti

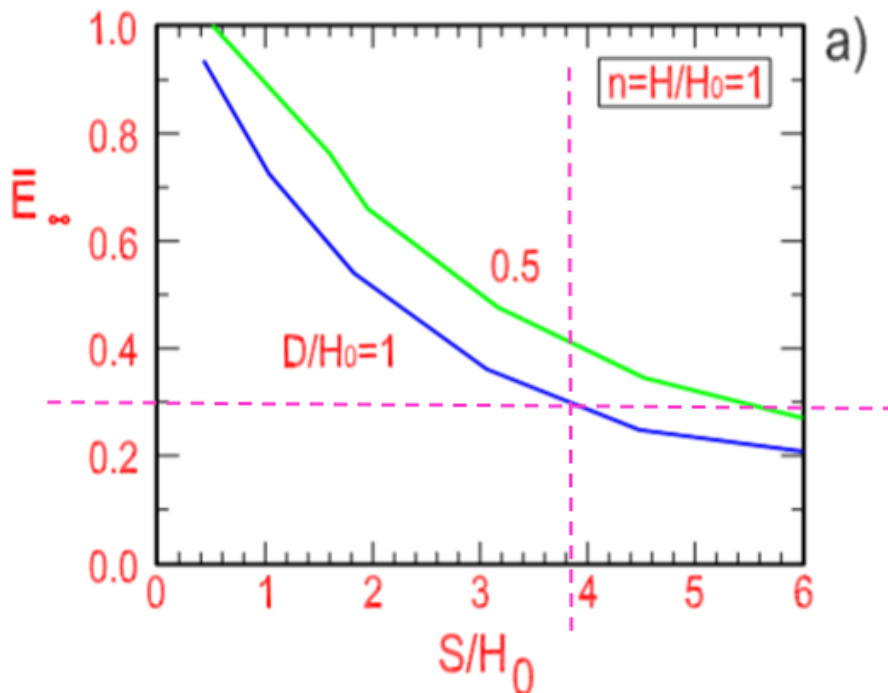
z (m)	2,0 spessore dello strato
$z_w = m$ (m)	0,0 posizione della falda (pressioni interstiziali nulle sulla superficie di scorrimento)
τ_f (kPa)	13,41
τ (kPa)	6,50
F	2,06 coefficiente di sicurezza massimo (press. interstiziali nulle sulla sup. scorrimento)

Dati geometrici delle trincee

H (m)	2,0 profondità del p.c. dal piano della formazione impermeabile
H_0 (m)	2,0 altezza delle trincee drenanti
D (m)	2,0 profondità generica dal p.c. per la valutazione dell'efficienza idraulica
B (m)	1,0 larghezza delle trincee drenanti

$$\Delta F(t) = E_{med}(t) \cdot \Delta F_{max}$$

ΔF_{max}	1,03
ΔF_{reg}	0,27
E_{med}	0,26 efficienza idraulica media alla base della trincea
D/H_0	1,0
$n = H/H_0$	1,0
S/H_0	3,8



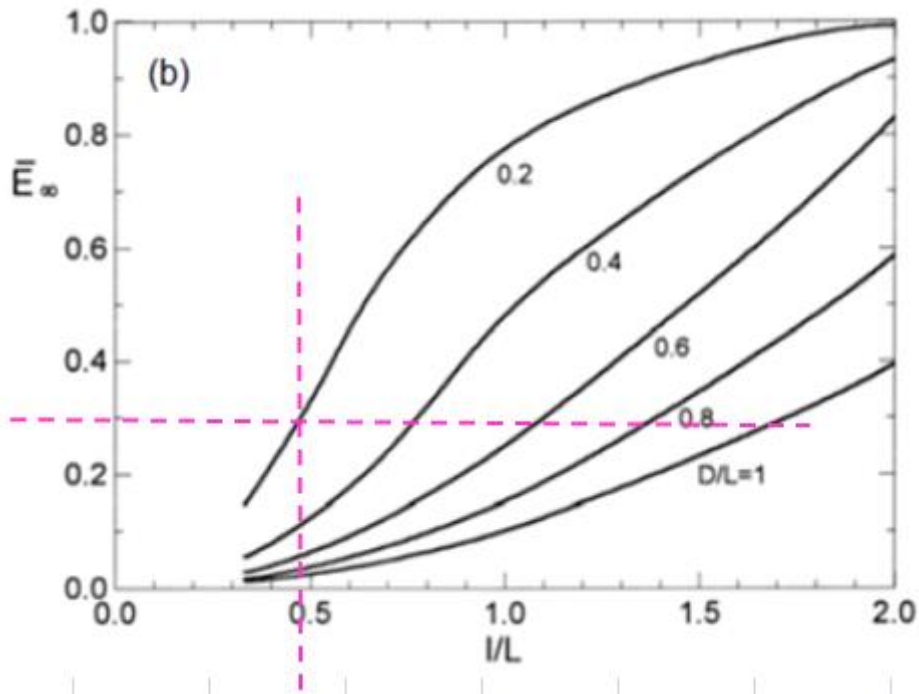
Come illustrato nei calcoli, per ottenere un'efficienza media del 30%, valore necessario per avere sulla potenziale superficie di scorrimento un coefficiente di sicurezza ritenuto accettabile e pari a 1,3, l'interasse tra le trincee deve essere di almeno 4 volte l'altezza. Nel caso di progetto, per le trincee si è mantenuto un interasse di 3,0 – 4,0 m, e lunghezze 10,0 – 12,0 m, al fine di mantenere verificata la condizione $L \gg s$ (perché si verifichi l'ipotesi di flusso bidimensionale).

Le trincee sono disposte longitudinalmente, secondo la direzione monte – valle, lungo la linea di massima pendenza del pendio. Per l'ubicazione delle trincee drenanti, le lunghezze e i dettagli esecutivi si rimanda agli specifici elaborati di progetto.

4.4.2. DRENAGGI SUB-ORIZZONTALI

Dimensionamento drenaggi sub-orizzontali

L (m)	12,0	lunghezza del tratto di pendio da stabilizzare
d (m)	0,0889	diametro
D (m)	2,0	profondità del piano su cui valutare l'efficienza
E_{med}	0,26	efficienza idraulica media alla profondità indicata dal p.c.
D/L	0,17	
I/L	0,5	



Come per le trincee drenanti, l'abaco permette di determinare la lunghezza dei dreni, nota la lunghezza L del tratto di pendio da stabilizzare, la profondità del piano su cui valutare l'efficienza e l'efficienza media del sistema di drenaggio. La lunghezza minima dei tubi di drenaggio, perché sia possibile raggiungere il coefficiente di sicurezza minimo sulla superficie di scorrimento, ricavati dall'abaco è pari a circa 6,0 m.

Nel progetto sono previsti tubi di drenaggio a partire dalla scarpata della trincea di lunghezza 10,0 m, inclinati di circa 10° sull'orizzontale, in modo da risultare paralleli al piano campagna.

Per l'ubicazione delle trincee drenanti, le lunghezze e i dettagli esecutivi si rimanda agli specifici elaborati di progetto.

5. OPERA DI PROTEZIONE DEL RILEVATO

5.1. DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'opera è composta da pali trivellati in c.a. $\varnothing$ 1000, con interasse pari a 1,40 m, aventi tutti una lunghezza pari a 10,0 m con cordolo in c.a. avente una sezione rettangolare 1,1 m x 1,0 m. L'opera è divisa in 2 tratti a causa dell'interferenza con il tombino idraulico circolare che si trova alla progressiva 3+710.00: il primo tratto si estende dalle progressive 3+525.00 a 3+708.62, mentre il secondo tratto si estende dalle progressive 3+711.18 a 3+826.79.

Nelle figure seguenti si riporta la planimetria e la sezione tipologica dell'opera.

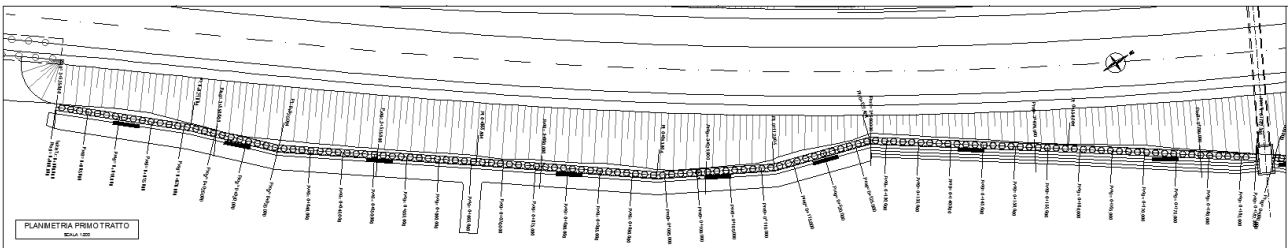


Figura 5-1 Opera di protezione del rilevato – planimetria primo tratto

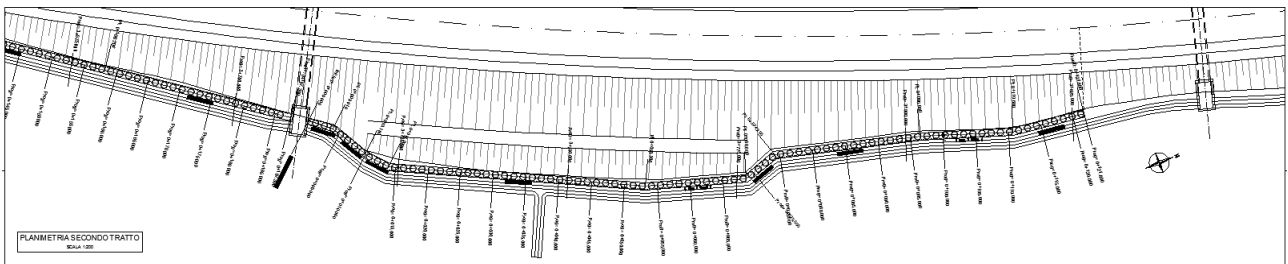


Figura 5-2 Opera di protezione del rilevato – planimetria secondo tratto

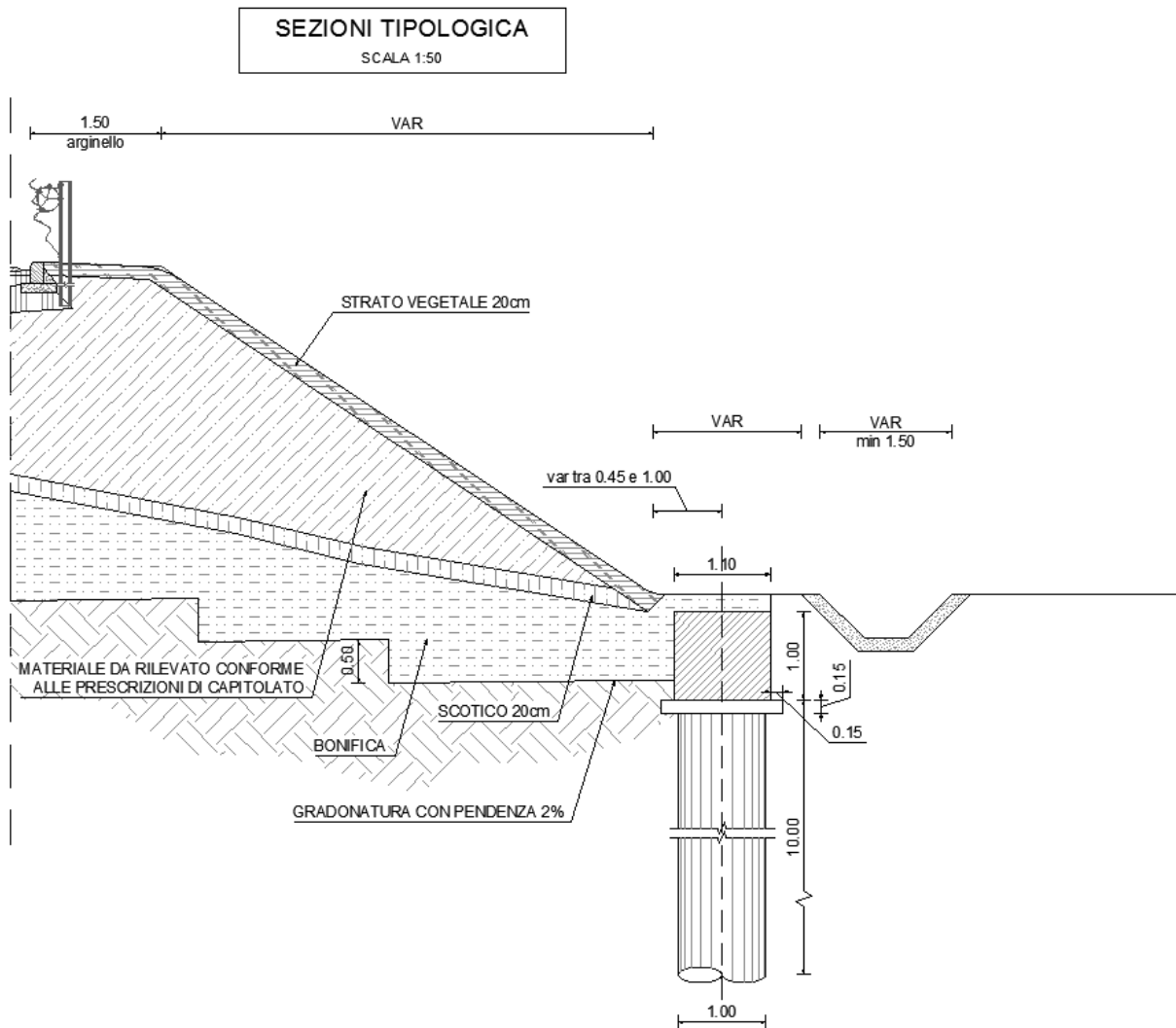


Figura 5-3 Opera di protezione del rilevato – sezione tipologica

5.2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo pali e cordolo conforme UNI EN 206-1

- Classe di resistenza: C28/35
- Classe di esposizione: XC2
- Diametro massimo inerti: 32mm
- Rapporto a/c ≤ 0.60
- Classe di consistenza: S4 / S5

5.3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le analisi di stabilità e le verifiche geotecniche per quest'opera sono state eseguite facendo riferimento alla relazione geotecnica (LO703.MC.D.P.GENER.00.GET.REL.001.A); le diverse unità geotecniche presenti in sito ed i relativi parametri geotecnici, sono riassunti nella successiva tabella.

Tabella 5-4 Parametri geotecnici rappresentativi del modello geotecnico considerato per l'opera in esame.

TERRENO	UNITÀ GEOTECNICA	γ	c'	φ'	E	n_h
		[kN/m³]	[kPa]	[°]	[MPa]	[kN/m³]
Argilla con limo con sabbia (valori residui)	LS4s	19	0	18	3	-
Argilla con limo con sabbia	LS4	19	15	23	15	3000
Argilla e limo sabbiosa a tratti marnosa	AMA	20	30	25	25	3500
Rilevato	R	20	0	35	35	-

dove:

γ	peso di volume
φ'	angolo di attrito efficace
c'	coesione efficace
E	modulo elastico
n_h	Parametro per il calcolo della rigidezza orizzontale alla Winkler

La rigidezza delle molle da utilizzare il calcolo delle sollecitazioni sul singolo palo è pari a:

$$K_h = n_h \cdot z/d$$

dove K_h è la rigidezza orizzontale del palo, z è la quota e d è il diametro del palo.

I valori di n_h utilizzati nel calcolo sono stati dedotti dalla letteratura tecnica:

Tabella 5.1 - Valori orientativi di n_h per terreni coesivi (Viggiani, 1999)

Tipo di terreno	n_h	Fonte
Argilla n.c. o lievemente o.c.	200 ÷ 3500	Reese & Matlock (1956)
	300 ÷ 500	Davisson & Prakash (1963)
Argilla organica n.c.	100 ÷ 1000	Peek & Davisson (1970)
	100 ÷ 800	Davisson (1970)
Torba	50	Davisson (1970)
	30 ÷ 100	Wilson & Hilt (1967)
Loess	8000 ÷ 10000	Bowles (1968)

Nel calcolo la falda è stata posta a -3.0 m dal piano.

5.4. INQUADRAMENTO SISMICO

La vita nominale dell'opera V_N è intesa come il numero di anni nei quali la struttura deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata; per le opere oggetto di questo documento si considera una vita nominale pari a 50 anni.

In presenza di azioni simiche, in relazione alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso.

Nel caso in esame si fa riferimento alla classe d'uso IV cui è associato un coefficiente pari a 2.0.

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione sono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R definito come prodotto tra la vita nominale ed il coefficiente d'uso.

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Per il caso in esame si ottiene: $V_R = 100$ anni.

La pericolosità sismica si definisce, per il caso in oggetto, in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero, su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, in considerazione di prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R .

Il valore di progetto dell'accelerazione a_g viene definito in funzione della "probabilità di superamento" in un dato "tempo di ritorno". Queste due grandezze sono correlate tra loro:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR})$$

dove:

T_R è il tempo di ritorno

V_R il periodo di riferimento dell'opera

P_{VR} è la probabilità di superamento nel periodo di riferimento

Per la struttura in oggetto le verifiche in condizioni simiche saranno condotte facendo riferimento allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV).

Accelerazione massima al suolo

La definizione dell'azione sismica di progetto, nel D.M. 17/01/2018, non si basa sulla classificazione sismica del territorio. I parametri necessari per la determinazione dell'azione sismica di progetto sono calcolati direttamente per il sito in esame, utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (Allegato B del D.M. 17/01/2018).

Le coordinate di riferimento sono: latitudine 43,300 e longitudine 13,453.

I valori al sito sono ottenuti mediando i parametri spettrali (a_g , F_0 , T^*c) dei 4 nodi più prossimi al sito stesso mediante la seguente formula:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{P_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

dove:

P valore del parametro nel sito in esame;

P_i valore del parametro nell'i-esimo punto della maglia contenente il sito in esame;

d_i di distanza del sito in esame dall'i-esimo punto della maglia.

Nella tabella seguente si riportano i valori dell'accelerazione massima su suolo roccioso (a_g) e dei parametri spettrali (F_0 , T^*c) per lo SLV.

Tabella 5-5 Parametri spettrali del sito

a_g [g]	F_0 [-]	T^*c [sec]
0.225	2.458	0.345

Gli effetti di amplificazione locale dovuti alla stratigrafia e alla conformazione topografica vengono messi in conto mediante i parametri S_S ed S_T .

La categoria di suolo più attinente a quella in oggetto è la C pertanto, in considerazione dei parametri a_g ed F_0 definiti nella tabella 4.1, si ottiene $S_S=1.368$ (D.M. 17/01/2018 Tab.3.2.V).

Per tener conto delle condizioni topografiche si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella Tab.3.2.VI del D.M. 14/01/2008.

Il sito dove sorge l'opera è stato classificato nella categoria "T2", a cui corrisponde un coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1.2$.

Accelerazione massima al sito e coefficienti sismici

L'accelerazione massima orizzontale al sito (a_{max}) è calcolata come prodotto dell'accelerazione su suolo roccioso e dei fattori di amplificazione:

$$a_{max} = a_g \cdot S_S \cdot S_T$$

Per il caso in esame l'accelerazione massima orizzontale al sito per lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) risulta pari a:

$$a_{max} = 0.225 \cdot 1.368 \cdot 1.2 = 0.369 \text{ g}$$

I coefficienti sismici orizzontale e verticale sono espressi come:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{max} / g$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove β_s è il coefficiente riduttivo dell'accelerazione sismica, e vale $\beta_s=0.28$ (par. 7.11.3.5.2). Pertanto, i coefficienti sismici orizzontale e verticale utilizzati per le analisi sono i seguenti:

$$k_h = 0.1035$$

$$k_v = 0.5171$$

5.5. CRITERI DI VERIFICA

Nel presente capitolo sono descritti i metodi, le assunzioni di calcolo e i parametri di progetto adottati per le verifiche geotecniche e strutturali delle opere in oggetto. Le verifiche sono state condotte secondo il metodo degli stati limite.

Le verifiche agli stati limite prevedono un approccio di tipo semiprobabilistico in base al quale le azioni e le resistenze di progetto sono definite sulla base dei valori caratteristici applicando i coefficienti parziali di seguito definiti:

Azioni: $F_d = (F_k \times \psi) \times \gamma_F$

Proprietà del terreno: $X_d = X_k / \gamma_M$

Resistenza del terreno: $R_d = R_k / \gamma_R$

Dove:

F: indica genericamente un'azione,

ψ : indica un fattore ≤ 1.0 che è definito nell'ambito della combinazione di carico;

X: indica genericamente un parametro di resistenza del terreno;

R: indica genericamente la resistenza limite calcolata;

$\gamma_F, \gamma_M, \gamma_R$: indicano i coefficienti parziali.

Una volta definiti i parametri di progetto si verifica che valga la relazione:

$$E_d \leq R_d$$

Dove:

$$E_d = F_k \times \psi \times \gamma_F \text{ [effetti delle azioni]}, R_d = 1 / \gamma_R \times R_k \text{ (} F_k \times \psi \times \gamma_F, X_k / \gamma_M \text{) [resistenza del terreno]}.$$

Azioni e resistenze di progetto

Le verifiche di stabilità globale del complesso opera di sostegno – terreno e dell'opera sono state condotte secondo l'approccio 1, considerando la combinazione:

- Combinazione 2 - (A2 + M2 + R2).

I coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno e per le azioni sono riportati nelle tabelle seguenti.

Tabella 5-6 Coefficienti parziali per le azioni (combinazioni statiche)

Carichi	Effetto	Coefficiente parziale γ_F	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.30

Tabella 5-7 Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M2 combinazioni statiche)	(M2 combinazioni sismiche)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi_k'$	$\gamma_{\phi'}$	1.25	1.0
Coesione efficace	c_k'	$\gamma_{c'}$	1.25	1.0
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1.4	1.0
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1.0	1.0

5.6. METODI DI ANALISI E VERIFICHE

5.6.1. METODO DI CALCOLO

Per le verifiche di stabilità globale è stato utilizzato il codice di calcolo STAP versione 14.02a della AZTEC informatica.

Le verifiche di stabilità sono state svolte, con il metodo dell'equilibrio limite (Janbu), analizzando le combinazioni di carico statica e sismica. L'analisi sismica è stata condotta con il metodo pseudostatico, dove l'azione del sisma è rappresentata da una forza statica equivalente che non varia nel tempo, pari al prodotto di un coefficiente k (coefficiente sismico) per il peso della massa potenzialmente instabile.

Nelle analisi di stabilità globale del pendio si è assunto un coefficiente di riduzione dell'accelerazione sismica $\beta_s = 0.28$ (Tab. 7.11.I – DM 17/01/2018).

Le verifiche di stabilità globale sono state eseguite considerando la Combinazione 2 dell'Approccio 1 del DM Infrastrutture 17 Gennaio 2018 (A2+M2+R2, dove R2=1.0). Il fattore di sicurezza deve pertanto essere ≥ 1.0 (R2) in condizioni statiche e in condizioni sismiche.

La tabella seguente riporta le caratteristiche geometriche, altezza fuori terra e profondità di infissione, dell'opera analizzata.

Tabella 5.2 Caratteristiche geometriche dell'opera di protezione del rilevato

$H_{fuori\ terra}$ [m]	$H_{infissione}$ [m]
4 (1 + 3)	7

5.6.2. CONDIZIONI DI CARICO

Carichi permanenti

Peso proprio

Il peso proprio della struttura si ottiene moltiplicando i singoli spessori per il peso specifico del cemento armato, pari a 25kN/m³.

Carichi accidentali

Come sovraccarico accidentale si è considerato il sovraccarico stradale, assunto pari a 20 kPa per una lunghezza complessiva di 14.5 m. In condizioni sismiche il carico accidentale è stato ridotto a 5 kPa.

Carichi sismici

Per il caso in esame si ottengono i seguenti coefficienti sismici:

Opera di protezione del rilevato:

$$k_h = 0.1035 = (a_g/g * \beta_s * S_T * S_S)$$

$$k_v = 0.0517$$

Nelle analisi è stato assunto $\beta_s = 0.28$.

5.6.3. RISULTATI DELLE ANALISI E VERIFICHE

Le figure seguenti mostrano il riepilogo delle superfici di rottura analizzate e il coefficiente di sicurezza minimo calcolato, nella condizione pre e post-intervento:

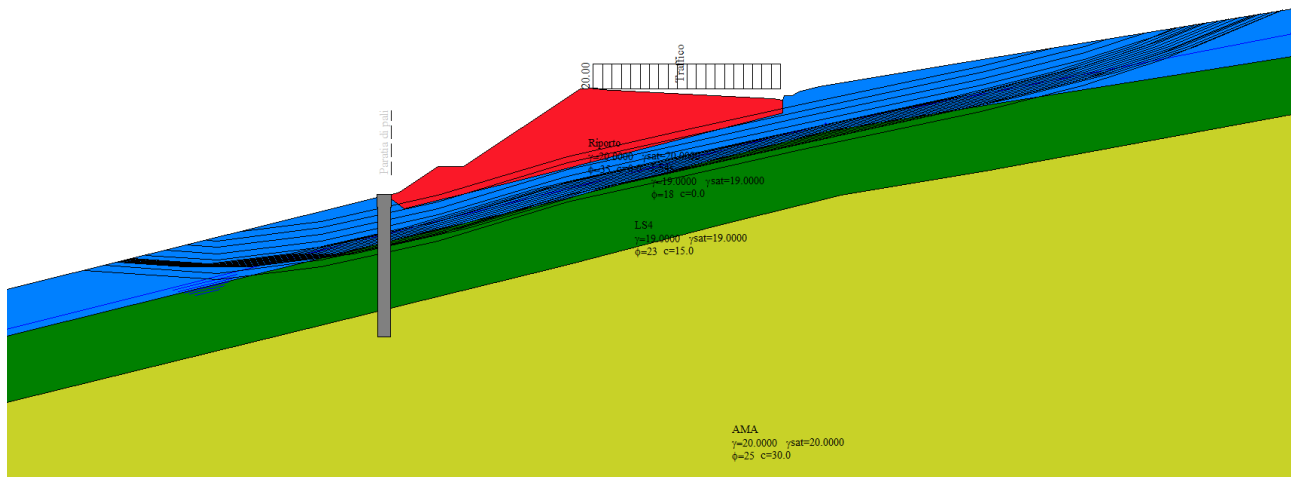


Figura 5-8 – Superfici di scorrimento considerate nel calcolo.

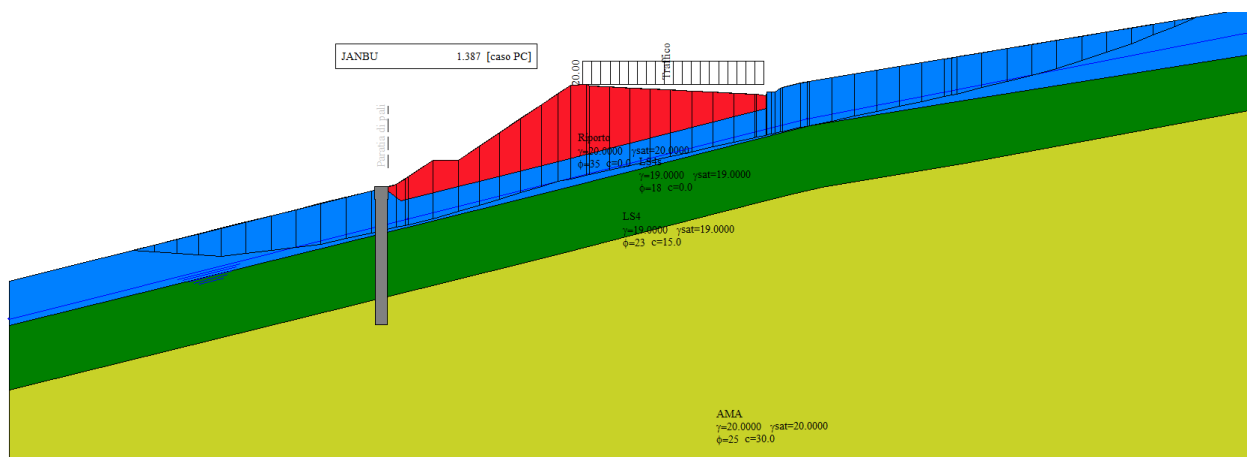


Figura 5-9 - Analisi di stabilità del pendio pre-intervento (condizioni statiche).

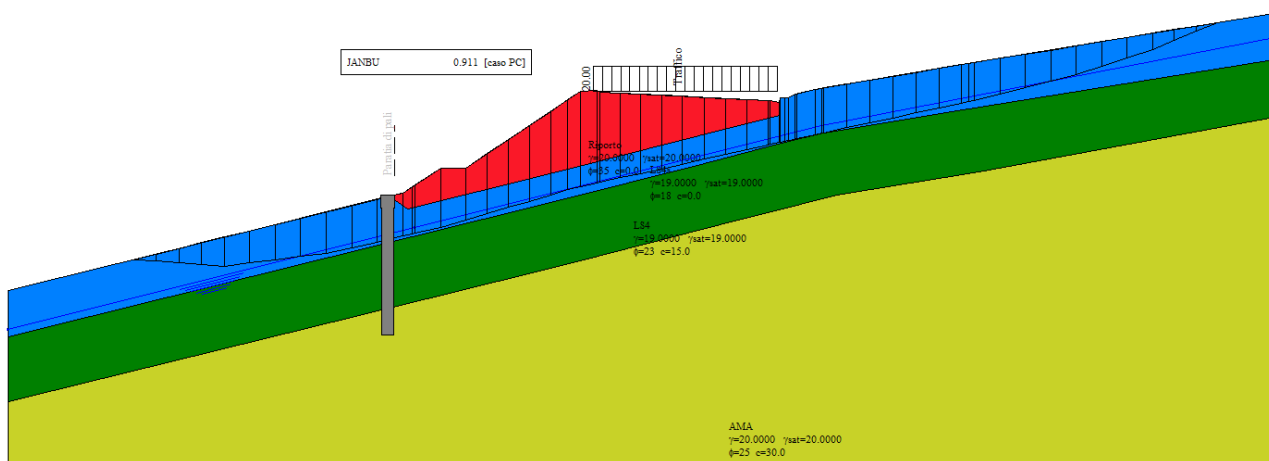


Figura 5-10 - Analisi di stabilità del pendio pre-intervento (condizioni sismiche).

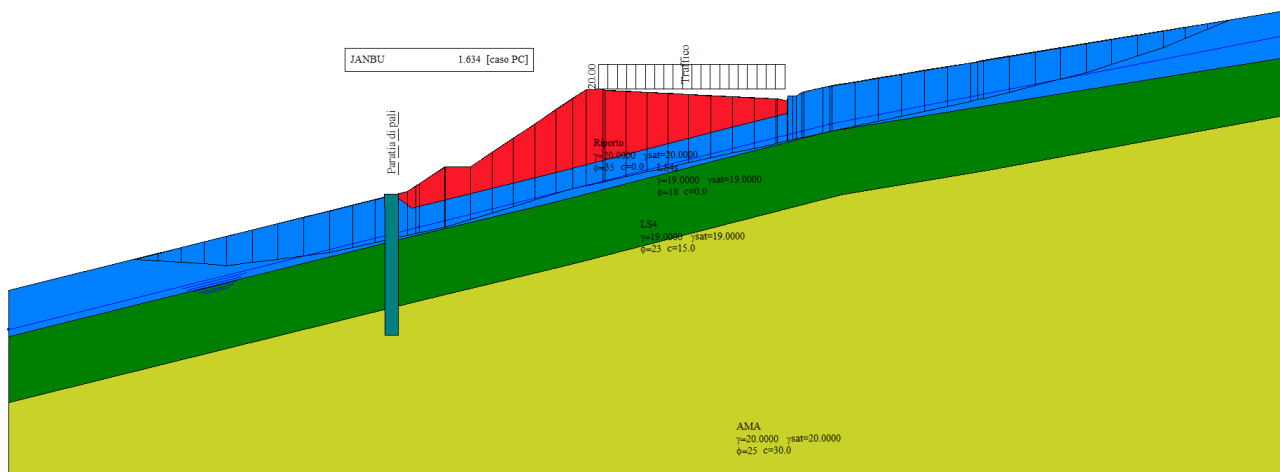


Figura 5-11 - Analisi di stabilità del pendio post-intervento (condizioni statiche).

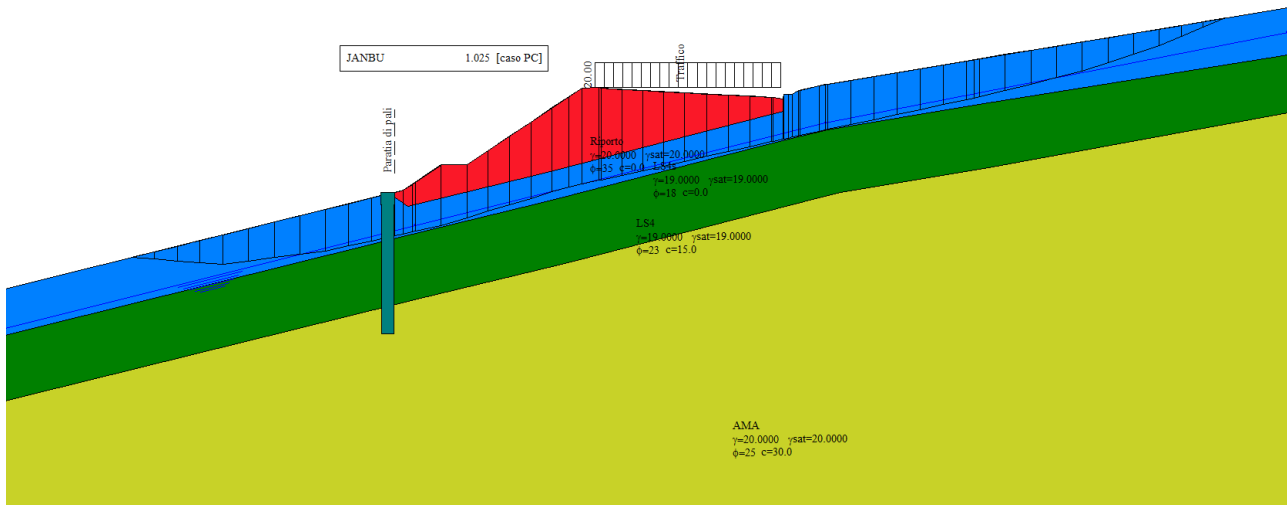


Figura 5-12 - Analisi di stabilità del pendio post-intervento (condizioni sismiche).

Nelle tabelle seguenti si riportano rispettivamente le caratteristiche statiche della sezione analizzata.

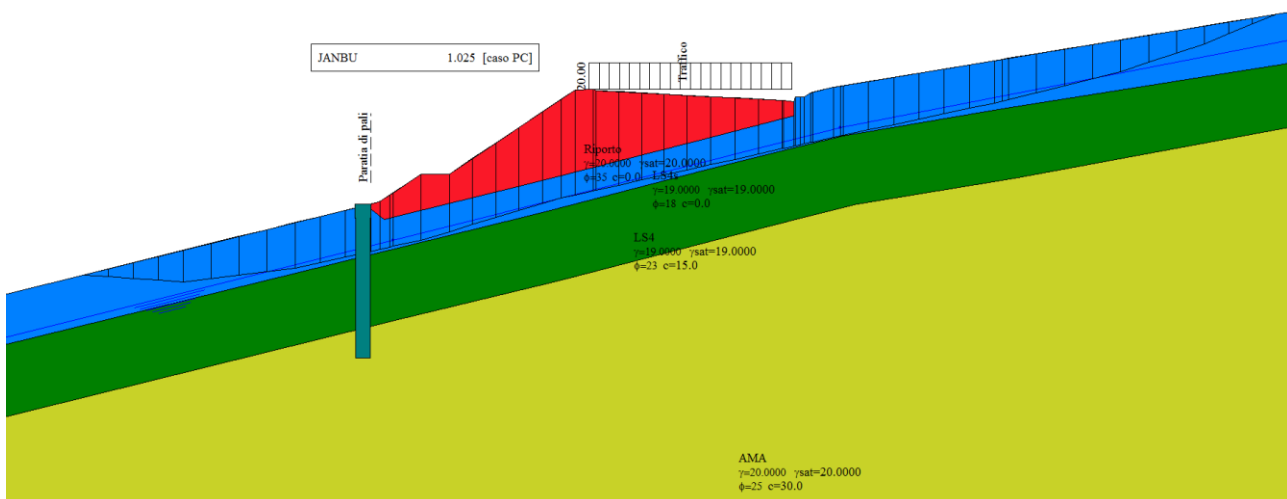
Tabella 5.3 Caratteristiche statiche dell'opera analizzata

Materiale armatura	Diametro pali [mm]	Armatura flessione/taglio/copriferro [cm]	Interasse pali [m]
Acciaio B450C	Ø1000	n° 24Ø22 / spirale Ø12/15 / c = 7.0	1.40

Inoltre, si dispone l'armatura flettente del cordolo di testa in c.a. composta da 6+6 correnti Ø20 disposti lato palo ed estradosso, 8+8 correnti Ø20 sia lato terra sia lato scavo e l'armatura resistente a taglio formata da staffe a due bracci Ø12 con passo 15 cm.

L'incidenza di armatura è pari a 100 kg/ml per il palo e 90 kg/m³ per il cordolo.

Si riporta una schermata tratta dal codice di calcolo STAP (software utilizzato per la verifica di stabilità del pendio), in cui si mostra il contributo offerto dall'intervento alla stabilità del pendio:



PROGETTAZIONE ATI:

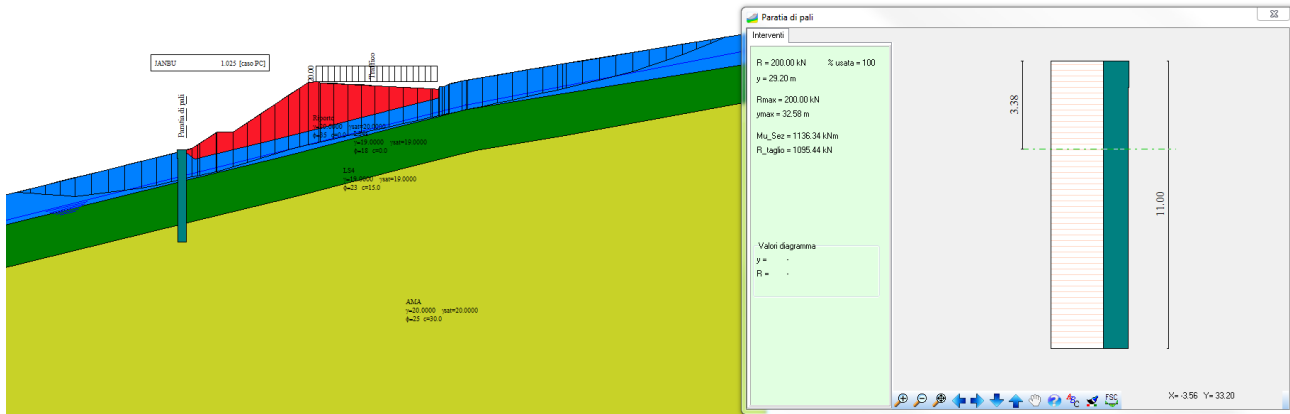


Figura 5-13: Azione stabilizzante offerta dall'intervento

L'azione stabilizzante offerta dall'intervento, in accordo alle verifiche di stabilità, è pari a 200 kN/m. L'azione agente su ogni singolo palo si ottiene moltiplicando tale forza per l'interasse, pari a 1.40 m. Lo schema statico utilizzato per ricavare le caratteristiche di sollecitazione nel palo, dovute all'azione esercitata dai pali per stabilizzare il pendio, è quello di palo libero di ruotare in testa e il modello di calcolo utilizzato è "alla Winkler", in cui il terreno è schematizzato come un letto di molle indipendenti e il palo è modellato come un elemento *beam*. L'azione è stata considerata uniformemente distribuita sullo spessore dello strato soggetto al movimento, ovvero lo strato LS4s che è caratterizzato da uno spessore pari a 4 m. Per lo strato interessato dalla frana non sono state assegnate le molle. Si mostra il calcolo effettuato per ricavare i diagrammi delle sollecitazioni lungo il fusto del palo. Nei dati di input del codice di calcolo la lunghezza dei pali è ridotta di 4 m, in quanto lungo lo spessore della coltre in frana non sono state assegnate le molle e le azioni indotte sono state considerate come una forza e una coppia applicate in testa al palo, pari rispettivamente a:

$$F = 200 \text{ kN/m} \cdot 1.40 \text{ m} = 280 \text{ kN};$$

$$M = 200 \text{ kN/m} \cdot 1.40 \text{ m} \cdot H_{LS4s} / 2 = 280 \text{ kN} \cdot 4 \text{ m} / 2 = 560 \text{ kNm}.$$

Le sollecitazioni sui primi 4 m di palo sono state calcolate separatamente, considerando un carico uniformemente distribuito pari a:

$$q = 280 \text{ kN} / H_{LS4s} = 280 \text{ kN} / 4 \text{ m} = 70.0 \text{ kN/m}.$$

Per il calcolo complessivo delle caratteristiche di sollecitazione lungo il fusto dei pali, si dovranno sommare i diagrammi così ottenuti con quelli ricavati a partire dalle azioni trasmesse dal muro di sostegno, sfruttando il principio di sovrapposizione degli effetti.

scala grafico

strati terreno	descrizione	quote (m)	k_h (kN/m³)	n_h (kN/m³)
p.c.=strato 1	LS4	100.00		3000
☒ strato 2	AMA	94.85		3500
☐ strato 3				
☐ strato 4				
☐ strato 5				
☐ strato 6				

Diametro del palo: 1 (m)

J palo: 0.04909 (m⁴)

Lunghezza del palo: 6 (m)

Forza orizzontale in testa: -280 (kN)

Momento in testa: 560 (kNm)

E cls: 32308 (Mpa)

dimensione elementi: 0.2 (m)

☐ palo impedito di ruotare
☐ palo impedito di traslare
☒ palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

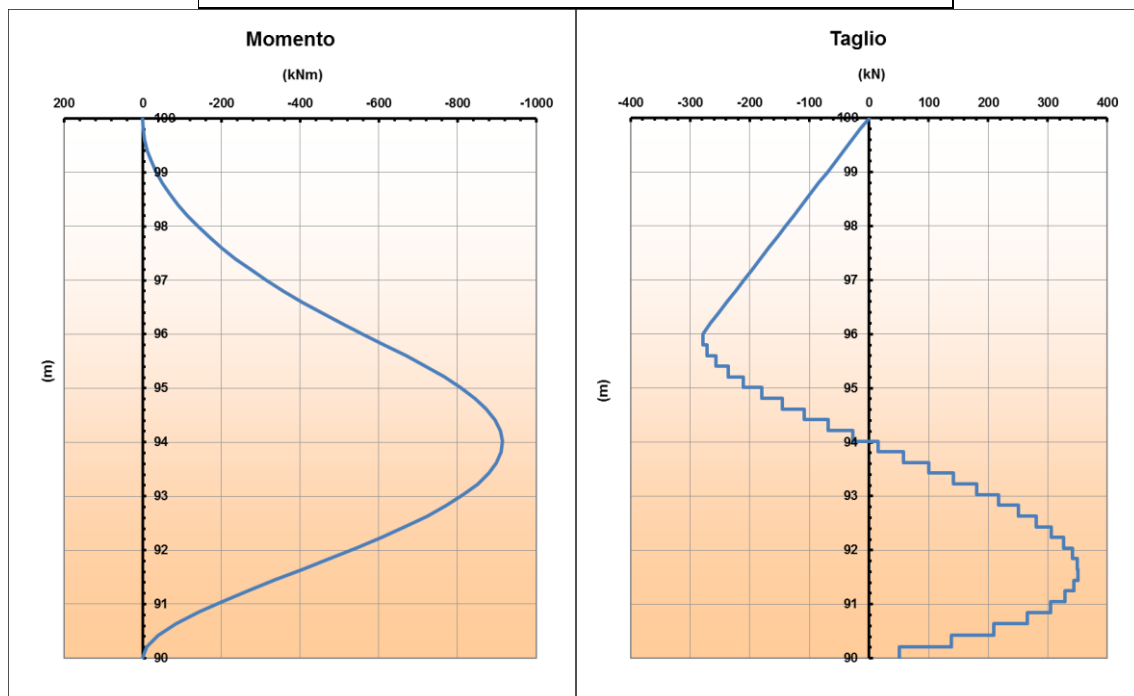


Figura 5-14: Schermata di input e diagrammi del momento flettente e del taglio lungo agente lungo il palo

PROGETTAZIONE ATI:

Tabella 5.4: Riepilogo sollecitazioni agenti lungo il palo da 10 m

z [m]	T [kN]	M [kNm]
0.00	0	0
0.20	-14	-1.4
0.40	-28	-5.6
0.60	-42	-12.6
0.80	-56	-22.4
1.00	-70	-35
1.20	-84	-50.4
1.40	-98	-68.6
1.60	-112	-89.6
1.80	-126	-113.4
2.00	-140	-140
2.20	-154	-169.4
2.40	-168	-201.6
2.60	-182	-236.6
2.80	-196	-274.4
3.00	-210	-315
3.20	-224	-358.4
3.40	-238	-404.6
3.60	-252	-453.6
3.80	-266	-505.4
4.00	-279.00	-560.00
4.20	-279.00	-615.26
4.20	-271.38	-615.26
4.40	-271.38	-669.02
4.40	-256.91	-669.02
4.59	-256.91	-719.90
4.59	-236.35	-719.90
4.79	-236.35	-766.72
4.79	-210.45	-766.72
4.99	-210.45	-808.40
4.99	-179.97	-808.40
5.19	-179.97	-844.05
5.19	-145.66	-844.05
5.39	-145.66	-872.90
5.39	-108.23	-872.90
5.58	-108.23	-894.34
5.58	-68.42	-894.34
5.78	-68.42	-907.90
5.78	-26.95	-907.90
5.98	-26.95	-913.23
5.98	15.47	-913.23
6.18	15.47	-910.17
6.18	58.14	-910.17
6.38	58.14	-898.65
6.38	100.37	-898.65

PROGETTAZIONE ATI:

6.58	100.37	-878.77
6.58	141.47	-878.77
6.77	141.47	-850.75
6.77	180.77	-850.75
6.97	180.77	-814.95
6.97	217.58	-814.95
7.17	217.58	-771.85
7.17	251.24	-771.85
7.37	251.24	-722.08
7.37	281.09	-722.08
7.57	281.09	-666.40
7.57	306.48	-666.40
7.76	306.48	-605.70
7.76	326.74	-605.70
7.96	326.74	-540.98
7.96	341.23	-540.98
8.16	341.23	-473.39
8.16	349.28	-473.39
8.36	349.28	-404.20
8.36	350.26	-404.20
8.56	350.26	-334.82
8.56	343.52	-334.82
8.75	343.52	-266.78
8.75	328.39	-266.78
8.95	328.39	-201.74
8.95	304.22	-201.74
9.15	304.22	-141.48
9.15	266.04	-141.48
9.36	266.04	-84.94
9.36	209.73	-84.94
9.58	209.73	-40.37
9.58	138.53	-40.37
9.79	138.53	-10.94
9.79	51.47	-10.94
10.00	51.47	0.00

Di seguito si riportano le verifiche a flessione e a taglio del palo:

PROGETTAZIONE ATI:

Verifica C.A. S.L.U. - File:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

TITOLO :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 50 [cm]

Raggio interno 0 [cm]

N° barre uguali 24

Diametro barre 2.2 [cm]

Copri ferro (baric.) 7 [cm]

N° barre 0 Zoom

Tipo Sezione

☐ Rettang. re ☐ Trapezi

☐ a T ☒ Circolare

☐ Rettangoli ☐ Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 0 kN

M_{xEd} 913.23 0 kNm

M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N

☒ Centro ☐ Baricentro cls

☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} 1.342 kN m

σ_c -15.87 N/mm²

σ_s 391.3 N/mm²

ε_c 3.5 ‰

ε_s 10.7 ‰

d 93 cm

x 22.92 x/d 0.2464

δ 0.748

Metodo di calcolo

☒ S.L.U. + ☐ S.L.U. -

☒ Metodo n

Tipo flessione

☒ Retta ☐ Deviata

Vertici: 52 N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C C28/35

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰

f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰

E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 15.87

E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8

ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 11

σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6667

τ_{c1} 1.971

Figura 5-15 – Verifica a flessione del palo

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI				
Calcestruzzo				
SLU				
Classe				classe identificativa del calcestruzzo
$R_{ck} \geq$	35	MPa		resistenza a compressione cubica caratteristica
γ_c	1.5			coefficiente parziale SLU
α_{cc}	0.85			fattore che tiene conto degli effetti dei carichi di lunga durata
$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	29.05	MPa		resistenza a compressione cilindrica caratteristica
$f_{cm} = f_{ck} + 8$	37.05	MPa		resistenza a compressione cilindrica media
$f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c$	16.46	MPa		resistenza a compressione cilindrica di progetto per SLU
$f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{(2/3)}$	2.83	MPa		resistenza a trazione media
$f_{ctk 0.05} = 0.7 f_{ctm}$	1.98	MPa		resistenza a trazione caratteristica (frattile 5%)
$f_{ctk 0.95} = 1.3 f_{ctm}$	3.69	MPa		resistenza a trazione caratteristica (frattile 95%)
$f_{ctd} = f_{ctk 0.05} / \gamma_c$	1.32	MPa		resistenza a trazione di progetto
$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3.40	MPa		resistenza a trazione per flessione media (frattile 50%)
$f_{cfk} = 0.7 f_{cfm}$	2.38	MPa		resistenza a trazione per flessione caratteristica (frattile 5%)
$f_{cfk} = 1.3 f_{cfm}$	4.42	MPa		resistenza a trazione per flessione caratteristica (frattile 95%)
$E_{cm} = 22000 (f_{cm} / 10)$	32588	MPa		modulo elastico
SLE				
$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$	2.36	MPa		stato limite di formazione delle fessure
$\sigma_c < 0.60 f_{ck}$	17.43	MPa		stato limite delle tensioni di esercizio (per combinazione rara)
$\sigma_c < 0.45 f_{ck}$	13.07	MPa		stato limite delle tensioni di esercizio (per combinazione quasi permanente)
Acciaio B450C				
SLU				
$f_{yk} \geq$	450	MPa		tensione di snervamento caratteristica (frattile 5%)
γ_s	1.15			coefficiente parziale SLU
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	391.30	MPa		tensione di snervamento di calcolo
E_s	210000	MPa		modulo elastico
SLE				
$\sigma_s < 0.80 f_{yk}$	360	MPa		stato limite delle tensioni di esercizio
n	15			coefficiente omogeneizzazione
δ	7	cm		copriferro
Taglio resistente nelle sezioni con armatura trasversale a taglio				
Taglio agente $V_{Ed} = 350.26 \text{ kN}$				
Larghezza minima della sezione	b_w	1000	mm	
Altezza della sezione	h	800	mm	
Copriferro della sezione	δ	70	mm	
Altezza utile della sezione	d	730	mm	
Diametro delle staffe	d_w	12	mm	
Numero di braccia	n_w	2		
Area totale staffe	A_{sw}	226.08	mm ²	
Passo delle staffe	s	150	mm	
Inclinazione delle staffe	α	90	deg	
Inclinazione delle bielle compresse	θ	21.8	deg	cot(θ) 2.5
Coef. maggiorativo per sezioni compresse	α_c	1		
Resistenza di calcolo a "taglio-trazione"	$V_{Rsd} =$	968.7	kN	$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) \cdot \sin \alpha$
Resistenza di calcolo a "taglio-comprensione"	$V_{Rcd} =$	1864.7	kN	$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \theta)$
Resistenza a taglio della sezione	$V_{Rd} =$	968.7	kN	$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$
Esito della verifica	soddisfatta			

Figura 5-16 – Verifica a taglio del palo

6. ALLEGATI DI CALCOLO

Descrizione metodo di calcolo

La verifica alla stabilità del pendio deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a γ_R .

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare.

In particolare, il programma esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione. Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate.

Nella descrizione dei metodi di calcolo si adotterà la seguente simbologia:

l	lunghezza della base della striscia
α	angolo della base della striscia rispetto all'orizzontale
b	larghezza della striscia $b=l \times \cos(\alpha)$
ϕ	angolo di attrito lungo la base della striscia
c	coesione lungo la base della striscia
γ	peso di volume del terreno
u	pressione neutra
W	peso della striscia
N	sforzo normale alla base della striscia
T	sforzo di taglio alla base della striscia
E_s, E_d	forze normali di interstriscia a sinistra e a destra
X_s, X_d	forze tangenziali di interstriscia a sinistra e a destra
E_a, E_b	forze normali di interstriscia alla base ed alla sommità del pendio
ΔX	variazione delle forze tangenziali sulla striscia $\Delta X = X_d - X_s$
ΔE	variazione delle forze normali sulla striscia $\Delta E = E_d - E_s$

Metodo di Janbu (semplificato)

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di **Janbu semplificato** si esprime secondo la seguente formula:

$$F = \frac{\sum [c_i b_i + (N_i / \cos(\alpha_i) - u_i b_i) \tan \phi_i]}{\sum [W_i \tan \alpha_i]}$$

dove il termine N_i è espresso da

$$N_i = [W_i - c_i l_i \sin \alpha_i / \eta + u_i l_i \tan \phi \sin \alpha_i / F] / m$$

dove il termine m è espresso da

$$m = \cos \alpha + (\sin \alpha \tan \phi) / F$$

In questa espressione n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_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, c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di **Janbu semplificato** contiene al secondo membro il termine m che è funzione di F . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per F da inserire nell'espressione di m ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

La semplificazione del metodo rispetto al procedimento completo consiste nel trascurare le forze tangenziali di interstriscia.

6.1. OPERA DI PROTEZIONE DEL RILEVATO (TABULATI STAP) – PRE INTERVENTO

Dati

Descrizione terreno

Simbologia adottata

$Nr.$	Indice del terreno
$Descrizione$	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
ϕ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MINORI – OPERE DI SOSTEGNO – INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE – RELAZIONE DI CALCOLO

c Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
 ϕ Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
 γ Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

n°	Descrizione	γ	γ_{sat}	ϕ'	c'
		[kN/mc]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
4	AMA	20.00	20.00	25.00	30.0
5	Riporto	20.00	20.00	35.00	0.0
9	LS4	19.00	19.00	23.00	15.0
11	LS4s	19.00	19.00	18.00	0.0

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

$Nr.$ Identificativo del punto
 X Ascissa del punto del profilo espressa in m
 Y Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-20.00	25.06
2	9.57	32.38
3	10.91	32.71
4	11.07	32.75
5	14.01	34.71
6	16.01	34.71
7	25.00	40.71
8	26.31	40.76
9	26.51	40.66
10	39.79	39.97
11	39.91	39.97
12	40.66	39.85
13	40.75	40.19
14	41.40	40.19
15	41.85	40.49
16	43.47	40.88
17	54.99	42.80
18	80.00	46.92

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° 1 costituito da terreno n° 4 (AMA)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-20.00	16.33
2	-20.00	0.00
3	80.00	0.00
4	80.00	38.76
5	56.37	34.41
6	45.18	32.55
7	42.32	31.85
8	35.96	30.23
9	23.88	27.12
10	12.94	24.45

Strato N° 2 costituito da terreno n° 5 (Riporto)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X	Y
----	---	---

PROGETTAZIONE ATI:

	[m]	[m]
1	40.66	39.85
2	39.91	39.97
3	39.79	39.97
4	26.51	40.66
5	26.31	40.76
6	25.00	40.71
7	16.01	34.71
8	14.01	34.71
9	11.07	32.75
10	10.91	32.71
11	9.57	32.38
12	10.47	32.15
13	11.39	31.48
14	22.30	34.15
15	34.34	37.24
16	40.66	38.85

Strato N° **3** costituito da terreno n° 11 (LS4s)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	80.00	43.25
2	80.00	46.92
3	54.99	42.80
4	43.47	40.88
5	41.85	40.49
6	41.40	40.19
7	40.75	40.19
8	40.66	39.85
9	40.66	38.85
10	34.34	37.24
11	22.30	34.15
12	11.39	31.48
13	10.47	32.15
14	9.57	32.38
15	-20.00	25.06
16	-20.00	21.48
17	11.75	29.31
18	22.67	31.97
19	34.72	35.07
20	41.11	36.70
21	44.17	37.45
22	55.56	39.35

Strato N° **4** costituito da terreno n° 9 (LS4)

Coordinate dei vertici dello strato n° 4

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	80.00	38.76
2	80.00	43.25
3	55.56	39.35
4	44.17	37.45
5	41.11	36.70
6	34.72	35.07
7	22.67	31.97
8	11.75	29.31
9	-20.00	21.48
10	-20.00	16.33
11	12.94	24.45
12	23.88	27.12
13	35.96	30.23
14	42.32	31.85
15	45.18	32.55
16	56.37	34.41

PROGETTAZIONE ATI:

Descrizione falda

Livello di falda

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-20.00	22.00
2	12.00	30.00
3	44.00	38.00
4	80.00	45.00

Carichi sul profilo

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra.

N° Identificativo del sovraccarico agente

Descrizione Descrizione carico

Tipo Tipo carico

Ψ_2 Coefficiente sismico carico variabile

Carichi distribuiti

P_i, P_f Posizione iniziale e finale del carico espressa in [m]

$V_{xi}, V_{xf}, V_{yi}, V_{yf}$ Intensità del carico in direzione X e Y nei punti iniziale e finale, espresse in [kN/m]

Carichi distribuiti

n°	Descrizione	Tipo	Ψ_2	P_i	P_f	V_y	V_x
				[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
1	Traffico	Variabile	0.25	26.00 40.75	40.50 40.75	20.00 20.00	0.00 0.00

Interventi inseriti

Numero interventi inseriti 1

Paratia di pali - Paratia di pali

Grado di sicurezza desiderato a monte	1.00	
Ascissa sul profilo (quota testa paratia)	10.40	m
Altezza totale paratia	11.00	m
Altezza inefficace paratia (a partire dal piede)	4.00	m
Diametro pali	1.00	m
Interasse pali	1.40	m
Altezza cordolo	1.00	m
Larghezza cordolo	1.10	m
Percentuale di armatura	1.50	%
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	35000	kPa
Resistenza a taglio (per metro)	200.00	kN
Altezza di scavo	0.00	m

Dati zona sismica

	Simbolo	U.M.	SLV	SLD
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	2.210	0.000
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.225	0.000
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.458	0.000
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.345	0.000

PROGETTAZIONE ATI:

	Simbolo	U.M.		SLV	SLD
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.368	1.500
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.200	1.200
Coefficiente riduzione pendio naturale	β_s			0.280	0.280
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale				0.50	0.50

Pendio naturale

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g) * \beta_s * S_t * S$	10.35	0.00
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h$	5.18	0.00

Dati normativa

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 - D.M. 17/01/2018

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

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.30	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.25	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	γ_R	1.00	1.00
Fronte di scavo	γ_R	1.10	1.20

Impostazioni delle superfici di rottura

Superfici di rottura generiche

Si considerano 18 superfici di rottura definite per punti

Coordinate superficie di rottura n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	-10.14	27.50
2	-3.00	27.00
3	5.00	28.00
4	14.00	30.00
5	24.00	33.00
6	33.00	35.00
7	42.00	37.00

PROGETTAZIONE ATI:

n°	X	Y
	[m]	[m]
8	56.00	40.00
9	64.00	42.00
10	70.00	44.00
11	75.14	46.12

Coordinate superficie di rottura n° 2

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-13.29	26.72
2	-3.00	26.00
3	5.00	27.00
4	14.00	29.00
5	24.00	32.00
6	33.00	34.00
7	42.00	36.00
8	56.00	39.00
9	64.00	41.00
10	70.00	43.00
11	79.18	46.78

Coordinate superficie di rottura n° 3

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-11.71	27.11
2	-3.00	26.50
3	5.00	27.50
4	14.00	29.50
5	24.00	32.50
6	33.00	34.50
7	42.00	36.50
8	56.00	39.50
9	64.00	41.50
10	70.00	43.50
11	77.16	46.45

Coordinate superficie di rottura n° 4

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-8.57	27.89
2	-3.00	27.50
3	5.00	28.50
4	14.00	30.50
5	24.00	33.50
6	33.00	35.50
7	42.00	37.50
8	56.00	40.50
9	64.00	42.50
10	70.00	44.50
11	73.12	45.79

Coordinate superficie di rottura n° 5

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-6.99	28.28
2	-3.00	28.00
3	5.00	29.00
4	14.00	31.00
5	24.00	34.00
6	33.00	36.00

PROGETTAZIONE ATI:

n°	X	Y
	[m]	[m]
7	42.00	38.00
8	56.00	41.00
9	64.00	43.00
10	70.00	45.00
11	71.10	45.45

Coordinate superficie di rottura n° 6

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-5.42	28.67
2	-3.00	28.50
3	5.00	29.50
4	14.00	31.50
5	24.00	34.50
6	33.00	36.50
7	42.00	38.50
8	56.00	41.50
9	64.00	43.50
10	68.65	45.05

Coordinate superficie di rottura n° 7

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-3.84	29.06
2	-3.00	29.00
3	5.00	30.00
4	14.00	32.00
5	24.00	35.00
6	33.00	37.00
7	42.00	39.00
8	56.00	42.00
9	64.00	44.00
10	65.69	44.56

Coordinate superficie di rottura n° 8

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-1.10	29.74
2	5.00	30.50
3	14.00	32.50
4	24.00	35.50
5	33.00	37.50
6	42.00	39.50
7	56.00	42.50
8	61.47	43.87

Coordinate superficie di rottura n° 9

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-10.69	27.36
2	-5.50	27.00
3	2.50	28.00
4	11.50	30.00
5	21.50	33.00
6	30.50	35.00
7	39.50	37.00
8	53.50	40.00
9	61.50	42.00
10	67.50	44.00

PROGETTAZIONE ATI:

n°	X	Y
	[m]	[m]
11	70.98	45.43

Coordinate superficie di rottura n° 10

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-10.58	27.39
2	-5.00	27.00
3	3.00	28.00
4	12.00	30.00
5	22.00	33.00
6	31.00	35.00
7	40.00	37.00
8	54.00	40.00
9	62.00	42.00
10	68.00	44.00
11	71.81	45.57

Coordinate superficie di rottura n° 11

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-10.47	27.42
2	-4.50	27.00
3	3.50	28.00
4	12.50	30.00
5	22.50	33.00
6	31.50	35.00
7	40.50	37.00
8	54.50	40.00
9	62.50	42.00
10	68.50	44.00
11	72.64	45.71

Coordinate superficie di rottura n° 12

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-10.36	27.45
2	-4.00	27.00
3	4.00	28.00
4	13.00	30.00
5	23.00	33.00
6	32.00	35.00
7	41.00	37.00
8	55.00	40.00
9	63.00	42.00
10	69.00	44.00
11	73.47	45.85

Coordinate superficie di rottura n° 13

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-10.25	27.47
2	-3.50	27.00
3	4.50	28.00
4	13.50	30.00
5	23.50	33.00
6	32.50	35.00
7	41.50	37.00
8	55.50	40.00
9	63.50	42.00

PROGETTAZIONE ATI:

n°	X	Y
	[m]	[m]
10	69.50	44.00
11	74.31	45.98

Coordinate superficie di rottura n° 14

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-10.03	27.53
2	-2.50	27.00
3	5.50	28.00
4	14.50	30.00
5	24.50	33.00
6	33.50	35.00
7	42.50	37.00
8	56.50	40.00
9	64.50	42.00
10	70.50	44.00
11	75.97	46.26

Coordinate superficie di rottura n° 15

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-9.92	27.55
2	-2.00	27.00
3	6.00	28.00
4	15.00	30.00
5	25.00	33.00
6	34.00	35.00
7	43.00	37.00
8	57.00	40.00
9	65.00	42.00
10	71.00	44.00
11	76.80	46.39

Coordinate superficie di rottura n° 16

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-9.81	27.58
2	-1.50	27.00
3	6.50	28.00
4	15.50	30.00
5	25.50	33.00
6	34.50	35.00
7	43.50	37.00
8	57.50	40.00
9	65.50	42.00
10	71.50	44.00
11	77.64	46.53

Coordinate superficie di rottura n° 17

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-9.70	27.61
2	-1.00	27.00
3	7.00	28.00
4	16.00	30.00
5	26.00	33.00
6	35.00	35.00
7	44.00	37.00
8	58.00	40.00

PROGETTAZIONE ATI:

n°	X	Y
	[m]	[m]
9	66.00	42.00
10	72.00	44.00
11	78.47	46.67

Coordinate superficie di rottura n° 18

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-9.59	27.64
2	-0.50	27.00
3	7.50	28.00
4	16.50	30.00
5	26.50	33.00
6	35.50	35.00
7	44.50	37.00
8	58.50	40.00
9	66.50	42.00
10	72.50	44.00
11	79.30	46.81

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

- JANBU

Le superfici sono state analizzate sia in condizioni **statiche** che **sismiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Pendio naturale [PC] - Parametri caratteristici

- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di falda

Presenza di carichi distribuiti

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- freccia inferiore a

3.00 m

- volume inferiore a

8.00 mc

- pendenza media della superficie inferiore a

1.00 [%]

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	54
Coefficiente di sicurezza minimo	0.911
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
JANBU	54	0.911	1	2.663	54

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N° numero d'ordine della superficie cerchio

X_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espressa in m

X_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espressa in m

V volume interessato dalla superficie espresso [mc]

F_s coefficiente di sicurezza

caso caso di calcolo

Metodo di JANBU (J)

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	X _v [m]	X _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
1	G	--	--	--	-10.14	75.14	292.63	0.911 (J)	[PC]	[SLV] H+V
2	G	--	--	--	-10.25	74.31	283.35	0.921 (J)	[PC]	[SLV] H+V
3	G	--	--	--	-5.42	68.65	172.85	0.925 (J)	[PC]	[SLV] H+V
4	G	--	--	--	-10.36	73.47	274.12	0.929 (J)	[PC]	[SLV] H+V
5	G	--	--	--	-6.99	71.10	210.95	0.932 (J)	[PC]	[SLV] H+V
6	G	--	--	--	-10.47	72.64	264.95	0.936 (J)	[PC]	[SLV] H+V
7	G	--	--	--	-8.57	73.12	250.89	0.938 (J)	[PC]	[SLV] H+V
8	G	--	--	--	-10.58	71.81	255.83	0.940 (J)	[PC]	[SLV] H+V
9	G	--	--	--	-10.69	70.98	246.77	0.941 (J)	[PC]	[SLV] H+V
10	G	--	--	--	-10.14	75.14	292.63	0.946 (J)	[PC]	[SLV] H-V
11	G	--	--	--	-10.25	74.31	283.35	0.956 (J)	[PC]	[SLV] H-V
12	G	--	--	--	-5.42	68.65	172.85	0.957 (J)	[PC]	[SLV] H-V
13	G	--	--	--	-10.03	75.97	301.97	0.959 (J)	[PC]	[SLV] H+V
14	G	--	--	--	-10.36	73.47	274.12	0.964 (J)	[PC]	[SLV] H-V
15	G	--	--	--	-6.99	71.10	210.95	0.965 (J)	[PC]	[SLV] H-V
16	G	--	--	--	-10.47	72.64	264.95	0.970 (J)	[PC]	[SLV] H-V
17	G	--	--	--	-8.57	73.12	250.89	0.971 (J)	[PC]	[SLV] H-V
18	G	--	--	--	-10.58	71.81	255.83	0.973 (J)	[PC]	[SLV] H-V
19	G	--	--	--	-10.69	70.98	246.77	0.974 (J)	[PC]	[SLV] H-V
20	G	--	--	--	-10.03	75.97	301.97	0.993 (J)	[PC]	[SLV] H-V
21	G	--	--	--	-9.92	76.80	311.36	1.083 (J)	[PC]	[SLV] H+V
22	G	--	--	--	-9.92	76.80	311.36	1.114 (J)	[PC]	[SLV] H-V
23	G	--	--	--	-9.81	77.64	320.81	1.209 (J)	[PC]	[SLV] H+V
24	G	--	--	--	-9.81	77.64	320.81	1.236 (J)	[PC]	[SLV] H-V
25	G	--	--	--	-9.70	78.47	330.31	1.294 (J)	[PC]	[SLV] H+V
26	G	--	--	--	-9.70	78.47	330.31	1.320 (J)	[PC]	[SLV] H-V

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MINORI – OPERE DI SOSTEGNO – INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE – RELAZIONE DI CALCOLO

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	X _v [m]	X _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
27	G	--	--	--	-11.71	77.16	336.17	1.322 (J)	[PC]	[SLV] H+V
28	G	--	--	--	-11.71	77.16	336.17	1.347 (J)	[PC]	[SLV] H-V
29	G	--	--	--	-10.14	75.14	292.63	1.387 (J)	[PC]	--
30	G	--	--	--	-9.59	79.30	339.87	1.391 (J)	[PC]	[SLV] H+V
31	G	--	--	--	-5.42	68.65	172.85	1.396 (J)	[PC]	--
32	G	--	--	--	-10.25	74.31	283.35	1.400 (J)	[PC]	--
33	G	--	--	--	-6.99	71.10	210.95	1.410 (J)	[PC]	--
34	G	--	--	--	-10.36	73.47	274.12	1.412 (J)	[PC]	--
35	G	--	--	--	-9.59	79.30	339.87	1.415 (J)	[PC]	[SLV] H-V
36	G	--	--	--	-10.47	72.64	264.95	1.420 (J)	[PC]	--
37	G	--	--	--	-8.57	73.12	250.89	1.421 (J)	[PC]	--
38	G	--	--	--	-10.58	71.81	255.83	1.425 (J)	[PC]	--
39	G	--	--	--	-10.69	70.98	246.77	1.427 (J)	[PC]	--
40	G	--	--	--	-13.29	79.18	381.51	1.446 (J)	[PC]	[SLV] H+V
41	G	--	--	--	-10.03	75.97	301.97	1.454 (J)	[PC]	--
42	G	--	--	--	-13.29	79.18	381.51	1.471 (J)	[PC]	[SLV] H-V
43	G	--	--	--	-3.84	65.69	136.95	1.514 (J)	[PC]	[SLV] H+V
44	G	--	--	--	-3.84	65.69	136.95	1.567 (J)	[PC]	[SLV] H-V
45	G	--	--	--	-9.92	76.80	311.36	1.633 (J)	[PC]	--
46	G	--	--	--	-1.10	61.47	103.59	1.749 (J)	[PC]	[SLV] H+V
47	G	--	--	--	-1.10	61.47	103.59	1.810 (J)	[PC]	[SLV] H-V
48	G	--	--	--	-9.81	77.64	320.81	1.812 (J)	[PC]	--
49	G	--	--	--	-9.70	78.47	330.31	1.937 (J)	[PC]	--
50	G	--	--	--	-11.71	77.16	336.17	1.979 (J)	[PC]	--
51	G	--	--	--	-9.59	79.30	339.87	2.077 (J)	[PC]	--
52	G	--	--	--	-13.29	79.18	381.51	2.163 (J)	[PC]	--
53	G	--	--	--	-3.84	65.69	136.95	2.303 (J)	[PC]	--
54	G	--	--	--	-1.10	61.47	103.59	2.663 (J)	[PC]	--

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X _s	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y _{ss}	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y _{si}	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X _g	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y _g	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa
L	sviluppo della base della striscia espressa in m (L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa
W	peso della striscia espresso in kN
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kN
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kN
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kN
E _s , E _d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
X _s , X _d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - valori caratteristici e sisma verso l'alto

Numero di strisce

60

Intersezione a valle con il profilo topografico

X_v[m]= -10.14

Y_v[m]= 27.50

Intersezione a monte con il profilo topografico

X_m[m]= 75.14

Y_m[m]= 46.12

Coefficiente di sicurezza

F_s= 0.911

PROGETTAZIONE ATI:

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _d	Y _{ds}	Y _{di}	X _g	Y _g	L	α	φ	c
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	[kPa]
1	-10.14	27.50	27.50	-8.35	27.94	27.38	-8.95	27.61	1.79	-4.01	18.00	0
2	-8.35	27.94	27.38	-6.57	28.38	27.25	-7.36	27.75	1.79	-4.01	18.00	0
3	-6.57	28.38	27.25	-4.78	28.83	27.13	-5.62	27.90	1.79	-4.01	18.00	0
4	-4.78	28.83	27.13	-3.00	29.27	27.00	-3.85	28.06	1.79	-4.01	18.00	0
5	-3.00	29.27	27.00	-1.00	29.76	27.25	-1.98	28.32	2.02	7.13	18.00	0
6	-1.00	29.76	27.25	1.00	30.26	27.50	0.02	28.70	2.02	7.13	18.00	0
7	1.00	30.26	27.50	3.00	30.75	27.75	2.01	29.07	2.02	7.13	18.00	0
8	3.00	30.75	27.75	5.00	31.25	28.00	4.01	29.44	2.02	7.13	18.00	0
9	5.00	31.25	28.00	7.02	31.75	28.45	6.01	29.86	2.07	12.53	18.00	0
10	7.02	31.75	28.45	9.05	32.25	28.90	8.04	30.34	2.07	12.53	18.00	0
11	9.05	32.25	28.90	11.07	32.75	29.35	10.06	30.81	2.07	12.53	18.00	0
12	11.07	32.75	29.35	11.75	33.20	29.50	11.42	31.20	0.70	12.53	18.00	0
13	11.75	33.20	29.50	12.00	33.37	29.56	11.88	31.41	0.26	12.53	18.00	0
14	12.00	33.37	29.56	14.00	34.70	30.00	13.03	31.92	2.05	12.53	18.00	0
15	14.00	34.70	30.00	14.01	34.71	30.00	14.01	32.35	0.01	16.70	18.00	0
16	14.01	34.71	30.00	16.01	34.71	30.60	14.99	32.50	2.09	16.70	18.00	0
17	16.01	34.71	30.60	17.68	35.82	31.10	16.86	33.07	1.74	16.70	18.00	0
18	17.68	35.82	31.10	19.34	36.93	31.60	18.53	33.87	1.74	16.70	18.00	0
19	19.34	36.93	31.60	21.01	38.04	32.10	20.19	34.68	1.74	16.70	18.00	0
20	21.01	38.04	32.10	22.67	39.15	32.60	21.85	35.48	1.74	16.70	18.00	0
21	22.67	39.15	32.60	24.00	40.04	33.00	23.34	36.20	1.39	16.70	18.00	0
22	24.00	40.04	33.00	25.00	40.71	33.22	24.51	36.75	1.03	12.53	18.00	0
23	25.00	40.71	33.22	26.31	40.76	33.51	25.65	37.05	1.34	12.53	18.00	0
24	26.31	40.76	33.51	26.51	40.66	33.56	26.41	37.12	0.20	12.53	18.00	0
25	26.51	40.66	33.56	28.13	40.58	33.92	27.31	37.18	1.66	12.53	18.00	0
26	28.13	40.58	33.92	29.76	40.49	34.28	28.93	37.32	1.66	12.53	18.00	0
27	29.76	40.49	34.28	31.38	40.41	34.64	30.56	37.45	1.66	12.53	18.00	0
28	31.38	40.41	34.64	33.00	40.32	35.00	32.18	37.59	1.66	12.53	18.00	0
29	33.00	40.32	35.00	34.72	40.23	35.38	33.85	37.73	1.76	12.53	18.00	0
30	34.72	40.23	35.38	36.41	40.15	35.76	35.55	37.88	1.73	12.53	18.00	0
31	36.41	40.15	35.76	38.10	40.06	36.13	37.24	38.02	1.73	12.53	18.00	0
32	38.10	40.06	36.13	39.79	39.97	36.51	38.93	38.17	1.73	12.53	18.00	0
33	39.79	39.97	36.51	39.91	39.97	36.54	39.85	38.25	0.12	12.53	18.00	0
34	39.91	39.97	36.54	40.66	39.85	36.70	40.28	38.26	0.77	12.53	18.00	0
35	40.66	39.85	36.70	40.75	40.19	36.72	40.71	38.37	0.09	12.53	18.00	0
36	40.75	40.19	36.72	41.11	40.19	36.80	40.93	38.48	0.37	12.53	18.00	0
37	41.11	40.19	36.80	41.40	40.19	36.87	41.26	38.51	0.30	12.53	18.00	0
38	41.40	40.19	36.87	41.85	40.49	36.97	41.63	38.63	0.46	12.53	18.00	0
39	41.85	40.49	36.97	42.00	40.53	37.00	41.93	38.75	0.15	12.53	18.00	0
40	42.00	40.53	37.00	43.47	40.88	37.32	42.74	38.93	1.50	12.09	18.00	0
41	43.47	40.88	37.32	44.00	40.97	37.43	43.74	39.15	0.54	12.09	18.00	0
42	44.00	40.97	37.43	44.17	41.00	37.47	44.09	39.21	0.17	12.09	18.00	0
43	44.17	41.00	37.47	45.97	41.30	37.85	45.07	39.40	1.84	12.09	18.00	0
44	45.97	41.30	37.85	47.78	41.60	38.24	46.87	39.75	1.84	12.09	18.00	0
45	47.78	41.60	38.24	49.58	41.90	38.62	48.68	40.09	1.84	12.09	18.00	0
46	49.58	41.90	38.62	51.38	42.20	39.01	50.48	40.43	1.84	12.09	18.00	0
47	51.38	42.20	39.01	53.19	42.50	39.40	52.28	40.78	1.84	12.09	18.00	0
48	53.19	42.50	39.40	54.99	42.80	39.78	54.09	41.12	1.84	12.09	18.00	0
49	54.99	42.80	39.78	55.56	42.89	39.91	55.28	41.35	0.58	12.09	18.00	0
50	55.56	42.89	39.91	56.00	42.97	40.00	55.78	41.44	0.45	12.09	18.00	0
51	56.00	42.97	40.00	58.00	43.30	40.50	56.99	41.69	2.06	14.04	18.00	0
52	58.00	43.30	40.50	60.00	43.63	41.00	58.99	42.10	2.06	14.04	18.00	0
53	60.00	43.63	41.00	62.00	43.95	41.50	60.99	42.52	2.06	14.04	18.00	0
54	62.00	43.95	41.50	64.00	44.28	42.00	62.99	42.93	2.06	14.04	18.00	0
55	64.00	44.28	42.00	66.00	44.61	42.67	64.97	43.38	2.11	18.43	18.00	0
56	66.00	44.61	42.67	68.00	44.94	43.33	66.97	43.88	2.11	18.43	18.00	0
57	68.00	44.94	43.33	70.00	45.27	44.00	68.96	44.38	2.11	18.43	18.00	0
58	70.00	45.27	44.00	71.71	45.56	44.71	70.80	44.87	1.85	22.42	18.00	0
59	71.71	45.56	44.71	73.43	45.84	45.41	72.47	45.35	1.85	22.42	18.00	0
60	73.43	45.84	45.41	75.14	46.12	46.12	74.00	45.79	1.85	22.42	18.00	0

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d	ID
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	9.61	0.00	9.37	3.34	0.00	0.00	2.99	0.00	0.00	
2	28.83	0.00	28.11	10.03	0.00	2.99	11.98	0.00	0.00	
3	48.06	0.00	46.85	16.72	0.00	11.98	26.95	0.00	0.00	
4	67.28	0.00	65.59	23.40	0.00	26.95	47.91	0.00	0.00	
5	90.81	0.00	83.07	29.64	0.00	47.91	57.62	0.00	0.00	
6	100.12	0.00	91.59	32.68	0.00	57.62	68.32	0.00	0.00	
7	109.43	0.00	100.11	35.72	0.00	68.32	80.02	0.00	0.00	
8	118.74	0.00	106.26	37.91	2.47	80.02	91.86	0.00	0.00	
9	125.84	0.00	108.02	38.54	5.65	91.86	91.80	0.00	0.00	
10	127.81	0.00	108.73	38.79	6.80	91.80	91.38	0.00	0.00	
11	130.42	0.00	110.02	39.26	7.94	91.38	90.61	0.00	0.00	
12	46.86	0.00	39.46	14.08	2.92	90.61	90.30	0.00	0.00	
13	18.21	0.00	15.36	5.48	1.10	90.30	90.20	0.00	0.00	
14	166.14	0.00	140.73	50.21	9.49	90.20	89.43	0.00	0.00	
15	1.01	0.00	0.85	0.30	0.06	89.43	89.36	0.00	0.00	
16	172.14	0.00	145.63	51.96	9.20	89.36	76.81	0.00	0.00	
17	143.67	0.00	122.97	43.88	6.10	76.81	66.88	0.00	0.00	
18	164.20	0.00	142.61	50.88	4.68	66.88	56.29	0.00	0.00	
19	184.72	0.00	162.24	57.89	3.26	56.29	45.06	0.00	0.00	
20	205.24	0.00	181.88	64.90	1.84	45.06	33.17	0.00	0.00	
21	178.55	0.00	159.26	56.82	0.45	33.17	23.22	0.00	0.00	
22	143.83	0.00	129.32	46.14	0.14	23.22	25.29	0.00	0.00	
23	190.86	1.55	172.62	61.59	0.61	25.29	27.92	0.00	0.00	
24	28.36	1.00	26.30	9.38	0.13	27.92	28.30	0.00	0.00	
25	220.45	8.11	204.31	72.90	1.50	28.30	31.16	0.00	0.00	
26	205.93	8.11	190.56	67.99	2.24	31.16	33.55	0.00	0.00	
27	191.41	8.11	176.81	63.09	2.97	33.55	35.47	0.00	0.00	
28	176.89	8.11	163.06	58.18	3.71	35.47	36.94	0.00	0.00	
29	171.77	8.60	157.95	56.36	4.74	36.94	37.99	0.00	0.00	
30	152.78	8.45	140.06	49.97	5.45	37.99	38.51	0.00	0.00	
31	137.03	8.45	125.14	44.65	6.25	38.51	38.54	0.00	0.00	
32	121.27	8.45	110.22	39.33	7.05	38.54	38.06	0.00	0.00	
33	8.02	0.60	7.27	2.59	0.53	38.06	38.01	0.00	0.00	
34	47.76	2.95	42.48	15.16	3.41	38.01	37.60	0.00	0.00	
35	5.66	0.00	4.70	1.68	0.42	37.60	37.54	0.00	0.00	
36	23.44	0.00	19.52	6.97	1.70	37.54	37.31	0.00	0.00	
37	18.49	0.00	15.35	5.48	1.40	37.31	37.11	0.00	0.00	
38	29.27	0.00	24.29	8.67	2.21	37.11	36.79	0.00	0.00	
39	9.98	0.00	8.29	2.96	0.75	36.79	36.68	0.00	0.00	
40	99.09	0.00	82.05	29.28	7.76	36.68	36.23	0.00	0.00	
41	35.71	0.00	29.40	10.49	2.98	36.23	36.01	0.00	0.00	
42	11.48	0.00	9.44	3.37	0.98	36.01	35.93	0.00	0.00	
43	119.53	0.00	98.44	35.12	9.95	35.93	35.19	0.00	0.00	
44	116.59	0.00	96.39	34.39	9.30	35.19	34.60	0.00	0.00	
45	113.64	0.00	94.34	33.66	8.66	34.60	34.17	0.00	0.00	
46	110.70	0.00	92.29	32.93	8.01	34.17	33.89	0.00	0.00	
47	107.76	0.00	90.24	32.20	7.36	33.89	33.76	0.00	0.00	
48	104.82	0.00	88.19	31.47	6.71	33.76	33.79	0.00	0.00	
49	32.51	0.00	27.44	9.79	1.99	33.79	33.84	0.00	0.00	
50	24.84	0.00	20.99	7.49	1.49	33.84	33.88	0.00	0.00	
51	109.48	0.00	93.09	33.21	5.62	33.88	30.83	0.00	0.00	
52	103.00	0.00	89.34	31.88	3.37	30.83	28.60	0.00	0.00	
53	96.52	0.00	85.59	30.54	1.12	28.60	27.21	0.00	0.00	
54	90.05	0.00	80.81	28.83	0.00	27.21	26.26	0.00	0.00	
55	80.40	0.00	71.82	25.63	0.00	26.26	19.53	0.00	0.00	
56	67.59	0.00	60.38	21.54	0.00	19.53	13.88	0.00	0.00	
57	54.78	0.00	48.94	17.46	0.00	13.88	9.30	0.00	0.00	
58	34.53	0.00	30.87	11.02	0.00	9.30	4.13	0.00	0.00	
59	20.72	0.00	18.52	6.61	0.00	4.13	1.03	0.00	0.00	
60	6.91	0.00	6.17	2.20	0.00	1.03	0.00	0.00	0.00	

6.2. OPERA DI PROTEZIONE DEL RILEVATO (TABULATI STAP) – POST INTERVENTO
Dati

PROGETTAZIONE ATI:

Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
ϕ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
ϕ_u	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

n°	Descrizione	γ	γ_{sat}	ϕ'	c'
		[kN/mc]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
4	AMA	20.00	20.00	25.00	30.0
5	Riporto	20.00	20.00	35.00	0.0
9	LS4	19.00	19.00	23.00	15.0
11	LS4s	19.00	19.00	18.00	0.0

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-20.00	25.06
2	9.57	32.38
3	10.91	32.71
4	11.07	32.75
5	14.01	34.71
6	16.01	34.71
7	25.00	40.71
8	26.31	40.76
9	26.51	40.66
10	39.79	39.97
11	39.91	39.97
12	40.66	39.85
13	40.75	40.19
14	41.40	40.19
15	41.85	40.49
16	43.47	40.88
17	54.99	42.80
18	80.00	46.92

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° 1 costituito da terreno n° 4 (AMA)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-20.00	16.33
2	-20.00	0.00
3	80.00	0.00
4	80.00	38.76
5	56.37	34.41
6	45.18	32.55
7	42.32	31.85
8	35.96	30.23

PROGETTAZIONE ATI:

n°	X	Y
	[m]	[m]
9	23.88	27.12
10	12.94	24.45

Strato N° 2 costituito da terreno n° 5 (Riporto)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	40.66	39.85
2	39.91	39.97
3	39.79	39.97
4	26.51	40.66
5	26.31	40.76
6	25.00	40.71
7	16.01	34.71
8	14.01	34.71
9	11.07	32.75
10	10.91	32.71
11	9.57	32.38
12	10.47	32.15
13	11.39	31.48
14	22.30	34.15
15	34.34	37.24
16	40.66	38.85

Strato N° 3 costituito da terreno n° 11 (LS4s)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	80.00	43.25
2	80.00	46.92
3	54.99	42.80
4	43.47	40.88
5	41.85	40.49
6	41.40	40.19
7	40.75	40.19
8	40.66	39.85
9	40.66	38.85
10	34.34	37.24
11	22.30	34.15
12	11.39	31.48
13	10.47	32.15
14	9.57	32.38
15	-20.00	25.06
16	-20.00	21.48
17	11.75	29.31
18	22.67	31.97
19	34.72	35.07
20	41.11	36.70
21	44.17	37.45
22	55.56	39.35

Strato N° 4 costituito da terreno n° 9 (LS4)

Coordinate dei vertici dello strato n° 4

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	80.00	38.76
2	80.00	43.25
3	55.56	39.35
4	44.17	37.45
5	41.11	36.70
6	34.72	35.07
7	22.67	31.97

PROGETTAZIONE ATI:

n°	X	Y
	[m]	[m]
8	11.75	29.31
9	-20.00	21.48
10	-20.00	16.33
11	12.94	24.45
12	23.88	27.12
13	35.96	30.23
14	42.32	31.85
15	45.18	32.55
16	56.37	34.41

Descrizione falda

Livello di falda

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-20.00	22.00
2	12.00	30.00
3	44.00	38.00
4	80.00	45.00

Carichi sul profilo

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra.

N° Identificativo del sovraccarico agente

Descrizione Descrizione carico

Tipo Tipo carico

Ψ_2 Coefficiente sismico carico variabile

Carichi distribuiti

P_i, P_f Posizione iniziale e finale del carico espressa in [m]

$V_{xi}, V_{xf}, V_{yi}, V_{yf}$ Intensità del carico in direzione X e Y nei punti iniziale e finale, espresse in [kN/m]

Carichi distribuiti

n°	Descrizione	Tipo	Ψ_2	P_i	P_f	V_y	V_x
				[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
1	Traffico	Variabile	0.25	26.00 40.75	40.50 40.75	20.00 20.00	0.00 0.00

Interventi inseriti

Numero interventi inseriti 1

Paratia di pali - Paratia di pali

Grado di sicurezza desiderato a monte	1.00	
Ascissa sul profilo (quota testa paratia)	10.40	m
Altezza totale paratia	11.00	m
Altezza inefficace paratia (a partire dal piede)	4.00	m
Diametro pali	1.00	m
Interasse pali	1.40	m
Altezza cordolo	1.00	m
Larghezza cordolo	1.10	m
Percentuale di armatura	1.50	%
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	35000	kPa
Resistenza a taglio (per metro)	200.00	kN
Altezza di scavo	0.00	m

PROGETTAZIONE ATI:

Dati zona sismica

	Simbolo	U.M.		SLV	SLD
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]		2.210	0.000
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.225	0.000
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.458	0.000
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.345	0.000
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.368	1.500
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.200	1.200
Coefficiente riduzione pendio naturale	β_s			0.280	0.280
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale				0.50	0.50

Pendio naturale

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_s * S_t * S)$	10.35	0.00
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h$	5.18	0.00

Dati normativa

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 - D.M. 17/01/2018

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

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.30	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	γ_R	1.00	1.00
Fronte di scavo	γ_R	1.10	1.20

Impostazioni delle superfici di rottura

Superfici di rottura generiche

Si considerano 18 superfici di rottura definite per punti

PROGETTAZIONE ATI:

Coordinate superficie di rottura n° 1

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-10.14	27.50
2	-3.00	27.00
3	5.00	28.00
4	14.00	30.00
5	24.00	33.00
6	33.00	35.00
7	42.00	37.00
8	56.00	40.00
9	64.00	42.00
10	70.00	44.00
11	75.14	46.12

Coordinate superficie di rottura n° 2

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-13.29	26.72
2	-3.00	26.00
3	5.00	27.00
4	14.00	29.00
5	24.00	32.00
6	33.00	34.00
7	42.00	36.00
8	56.00	39.00
9	64.00	41.00
10	70.00	43.00
11	79.18	46.78

Coordinate superficie di rottura n° 3

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-11.71	27.11
2	-3.00	26.50
3	5.00	27.50
4	14.00	29.50
5	24.00	32.50
6	33.00	34.50
7	42.00	36.50
8	56.00	39.50
9	64.00	41.50
10	70.00	43.50
11	77.16	46.45

Coordinate superficie di rottura n° 4

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-8.57	27.89
2	-3.00	27.50
3	5.00	28.50
4	14.00	30.50
5	24.00	33.50
6	33.00	35.50
7	42.00	37.50
8	56.00	40.50
9	64.00	42.50
10	70.00	44.50
11	73.12	45.79

Coordinate superficie di rottura n° 5

PROGETTAZIONE ATI:

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-6.99	28.28
2	-3.00	28.00
3	5.00	29.00
4	14.00	31.00
5	24.00	34.00
6	33.00	36.00
7	42.00	38.00
8	56.00	41.00
9	64.00	43.00
10	70.00	45.00
11	71.10	45.45

Coordinate superficie di rottura n° 6

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-5.42	28.67
2	-3.00	28.50
3	5.00	29.50
4	14.00	31.50
5	24.00	34.50
6	33.00	36.50
7	42.00	38.50
8	56.00	41.50
9	64.00	43.50
10	68.65	45.05

Coordinate superficie di rottura n° 7

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-3.84	29.06
2	-3.00	29.00
3	5.00	30.00
4	14.00	32.00
5	24.00	35.00
6	33.00	37.00
7	42.00	39.00
8	56.00	42.00
9	64.00	44.00
10	65.69	44.56

Coordinate superficie di rottura n° 8

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-1.10	29.74
2	5.00	30.50
3	14.00	32.50
4	24.00	35.50
5	33.00	37.50
6	42.00	39.50
7	56.00	42.50
8	61.47	43.87

Coordinate superficie di rottura n° 9

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-10.69	27.36
2	-5.50	27.00
3	2.50	28.00
4	11.50	30.00

PROGETTAZIONE ATI:

n°	X	Y
	[m]	[m]
5	21.50	33.00
6	30.50	35.00
7	39.50	37.00
8	53.50	40.00
9	61.50	42.00
10	67.50	44.00
11	70.98	45.43

Coordinate superficie di rottura n° 10

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-10.58	27.39
2	-5.00	27.00
3	3.00	28.00
4	12.00	30.00
5	22.00	33.00
6	31.00	35.00
7	40.00	37.00
8	54.00	40.00
9	62.00	42.00
10	68.00	44.00
11	71.81	45.57

Coordinate superficie di rottura n° 11

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-10.47	27.42
2	-4.50	27.00
3	3.50	28.00
4	12.50	30.00
5	22.50	33.00
6	31.50	35.00
7	40.50	37.00
8	54.50	40.00
9	62.50	42.00
10	68.50	44.00
11	72.64	45.71

Coordinate superficie di rottura n° 12

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-10.36	27.45
2	-4.00	27.00
3	4.00	28.00
4	13.00	30.00
5	23.00	33.00
6	32.00	35.00
7	41.00	37.00
8	55.00	40.00
9	63.00	42.00
10	69.00	44.00
11	73.47	45.85

Coordinate superficie di rottura n° 13

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-10.25	27.47
2	-3.50	27.00
3	4.50	28.00

PROGETTAZIONE ATI:

n°	X	Y
	[m]	[m]
4	13.50	30.00
5	23.50	33.00
6	32.50	35.00
7	41.50	37.00
8	55.50	40.00
9	63.50	42.00
10	69.50	44.00
11	74.31	45.98

Coordinate superficie di rottura n° 14

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-10.03	27.53
2	-2.50	27.00
3	5.50	28.00
4	14.50	30.00
5	24.50	33.00
6	33.50	35.00
7	42.50	37.00
8	56.50	40.00
9	64.50	42.00
10	70.50	44.00
11	75.97	46.26

Coordinate superficie di rottura n° 15

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-9.92	27.55
2	-2.00	27.00
3	6.00	28.00
4	15.00	30.00
5	25.00	33.00
6	34.00	35.00
7	43.00	37.00
8	57.00	40.00
9	65.00	42.00
10	71.00	44.00
11	76.80	46.39

Coordinate superficie di rottura n° 16

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-9.81	27.58
2	-1.50	27.00
3	6.50	28.00
4	15.50	30.00
5	25.50	33.00
6	34.50	35.00
7	43.50	37.00
8	57.50	40.00
9	65.50	42.00
10	71.50	44.00
11	77.64	46.53

Coordinate superficie di rottura n° 17

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-9.70	27.61
2	-1.00	27.00

PROGETTAZIONE ATI:

n°	X	Y
	[m]	[m]
3	7.00	28.00
4	16.00	30.00
5	26.00	33.00
6	35.00	35.00
7	44.00	37.00
8	58.00	40.00
9	66.00	42.00
10	72.00	44.00
11	78.47	46.67

Coordinate superficie di rottura n° 18

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	-9.59	27.64
2	-0.50	27.00
3	7.50	28.00
4	16.50	30.00
5	26.50	33.00
6	35.50	35.00
7	44.50	37.00
8	58.50	40.00
9	66.50	42.00
10	72.50	44.00
11	79.30	46.81

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

- JANBU

Le superfici sono state analizzate sia in condizioni **statiche** che **sismiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Pendio naturale [PC] - Parametri caratteristici

- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di falda

Presenza di carichi distribuiti

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- freccia inferiore a

3.00 m

- volume inferiore a

8.00 mc

- pendenza media della superficie inferiore a

1.00 [%]

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	54
Coefficiente di sicurezza minimo	1.025
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
JANBU	54	1.025	1	4.253	54

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N° numero d'ordine della superficie cerchio

X_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espressa in m

X_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espressa in m

V volume interessato dalla superficie espresso [mc]

F_s coefficiente di sicurezza

caso caso di calcolo

Metodo di JANBU (J)

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	X _v [m]	X _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
1	G	--	--	--	-10.14	75.14	292.63	1.025 (J)	[PC]	[SLV] H+V
2	G	--	--	--	-10.25	74.31	283.35	1.041 (J)	[PC]	[SLV] H+V
3	G	--	--	--	-10.36	73.47	274.12	1.055 (J)	[PC]	[SLV] H+V
4	G	--	--	--	-10.14	75.14	292.63	1.056 (J)	[PC]	[SLV] H-V
5	G	--	--	--	-10.47	72.64	264.95	1.067 (J)	[PC]	[SLV] H+V
6	G	--	--	--	-10.25	74.31	283.35	1.071 (J)	[PC]	[SLV] H-V
7	G	--	--	--	-10.03	75.97	301.97	1.075 (J)	[PC]	[SLV] H+V
8	G	--	--	--	-10.58	71.81	255.83	1.077 (J)	[PC]	[SLV] H+V
9	G	--	--	--	-8.57	73.12	250.89	1.077 (J)	[PC]	[SLV] H+V
10	G	--	--	--	-10.69	70.98	246.77	1.083 (J)	[PC]	[SLV] H+V
11	G	--	--	--	-10.36	73.47	274.12	1.084 (J)	[PC]	[SLV] H-V
12	G	--	--	--	-10.47	72.64	264.95	1.095 (J)	[PC]	[SLV] H-V
13	G	--	--	--	-6.99	71.10	210.95	1.099 (J)	[PC]	[SLV] H+V
14	G	--	--	--	-10.58	71.81	255.83	1.104 (J)	[PC]	[SLV] H-V
15	G	--	--	--	-8.57	73.12	250.89	1.104 (J)	[PC]	[SLV] H-V
16	G	--	--	--	-10.03	75.97	301.97	1.105 (J)	[PC]	[SLV] H-V
17	G	--	--	--	-10.69	70.98	246.77	1.110 (J)	[PC]	[SLV] H-V
18	G	--	--	--	-6.99	71.10	210.95	1.124 (J)	[PC]	[SLV] H-V
19	G	--	--	--	-5.42	68.65	172.85	1.132 (J)	[PC]	[SLV] H+V
20	G	--	--	--	-5.42	68.65	172.85	1.153 (J)	[PC]	[SLV] H-V
21	G	--	--	--	-9.92	76.80	311.36	1.210 (J)	[PC]	[SLV] H+V
22	G	--	--	--	-9.92	76.80	311.36	1.234 (J)	[PC]	[SLV] H-V
23	G	--	--	--	-9.81	77.64	320.81	1.346 (J)	[PC]	[SLV] H+V
24	G	--	--	--	-9.81	77.64	320.81	1.365 (J)	[PC]	[SLV] H-V
25	G	--	--	--	-9.70	78.47	330.31	1.437 (J)	[PC]	[SLV] H+V
26	G	--	--	--	-9.70	78.47	330.31	1.454 (J)	[PC]	[SLV] H-V

PROGETTAZIONE ATI:

OPERE D'ARTE MINORI – OPERE DI SOSTEGNO – INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE – RELAZIONE DI CALCOLO

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	X _v [m]	X _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
27	G	--	--	--	-11.71	77.16	336.17	1.465 (J)	[PC]	[SLV] H+V
28	G	--	--	--	-11.71	77.16	336.17	1.482 (J)	[PC]	[SLV] H-V
29	G	--	--	--	-9.59	79.30	339.87	1.540 (J)	[PC]	[SLV] H+V
30	G	--	--	--	-9.59	79.30	339.87	1.555 (J)	[PC]	[SLV] H-V
31	G	--	--	--	-13.29	79.18	381.51	1.583 (J)	[PC]	[SLV] H+V
32	G	--	--	--	-13.29	79.18	381.51	1.601 (J)	[PC]	[SLV] H-V
33	G	--	--	--	-10.14	75.14	292.63	1.634 (J)	[PC]	--
34	G	--	--	--	-10.25	74.31	283.35	1.659 (J)	[PC]	--
35	G	--	--	--	-10.36	73.47	274.12	1.681 (J)	[PC]	--
36	G	--	--	--	-10.47	72.64	264.95	1.702 (J)	[PC]	--
37	G	--	--	--	-10.03	75.97	301.97	1.705 (J)	[PC]	--
38	G	--	--	--	-8.57	73.12	250.89	1.719 (J)	[PC]	--
39	G	--	--	--	-10.58	71.81	255.83	1.719 (J)	[PC]	--
40	G	--	--	--	-10.69	70.98	246.77	1.733 (J)	[PC]	--
41	G	--	--	--	-6.99	71.10	210.95	1.766 (J)	[PC]	--
42	G	--	--	--	-5.42	68.65	172.85	1.835 (J)	[PC]	--
43	G	--	--	--	-9.92	76.80	311.36	1.903 (J)	[PC]	--
44	G	--	--	--	-3.84	65.69	136.95	1.975 (J)	[PC]	[SLV] H+V
45	G	--	--	--	-3.84	65.69	136.95	2.002 (J)	[PC]	[SLV] H-V
46	G	--	--	--	-9.81	77.64	320.81	2.103 (J)	[PC]	--
47	G	--	--	--	-9.70	78.47	330.31	2.239 (J)	[PC]	--
48	G	--	--	--	-11.71	77.16	336.17	2.282 (J)	[PC]	--
49	G	--	--	--	-9.59	79.30	339.87	2.391 (J)	[PC]	--
50	G	--	--	--	-13.29	79.18	381.51	2.455 (J)	[PC]	--
51	G	--	--	--	-1.10	61.47	103.59	2.502 (J)	[PC]	[SLV] H+V
52	G	--	--	--	-1.10	61.47	103.59	2.513 (J)	[PC]	[SLV] H-V
53	G	--	--	--	-3.84	65.69	136.95	3.277 (J)	[PC]	--
54	G	--	--	--	-1.10	61.47	103.59	4.253 (J)	[PC]	--

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X _s	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y _{ss}	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y _{si}	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X _g	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y _g	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa
L	sviluppo della base della striscia espressa in m (L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa
W	peso della striscia espressa in kN
Q	carico applicato sulla striscia espressa in kN
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kN
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kN
E _s , E _d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
X _s , X _d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - valori caratteristici e sisma verso l'alto

Numero di strisce	61	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= -10.14	Y _v [m]= 27.50
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 75.14	Y _m [m]= 46.12
Coefficiente di sicurezza	F _s = 1.025	

PROGETTAZIONE ATI:

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _d	Y _{ds}	Y _{di}	X _g	Y _g	L	α	φ	c
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	[kPa]
1	-10.14	27.50	27.50	-8.35	27.94	27.38	-8.95	27.61	1.79	-4.01	18.00	0
2	-8.35	27.94	27.38	-6.57	28.38	27.25	-7.36	27.75	1.79	-4.01	18.00	0
3	-6.57	28.38	27.25	-4.78	28.83	27.13	-5.62	27.90	1.79	-4.01	18.00	0
4	-4.78	28.83	27.13	-3.00	29.27	27.00	-3.85	28.06	1.79	-4.01	18.00	0
5	-3.00	29.27	27.00	-1.00	29.76	27.25	-1.98	28.32	2.02	7.13	18.00	0
6	-1.00	29.76	27.25	1.00	30.26	27.50	0.02	28.70	2.02	7.13	18.00	0
7	1.00	30.26	27.50	3.00	30.75	27.75	2.01	29.07	2.02	7.13	18.00	0
8	3.00	30.75	27.75	5.00	31.25	28.00	4.01	29.44	2.02	7.13	18.00	0
9	5.00	31.25	28.00	6.80	31.69	28.40	5.90	29.84	1.84	12.53	18.00	0
10	6.80	31.69	28.40	8.60	32.14	28.80	7.70	30.26	1.84	12.53	18.00	0
11	8.60	32.14	28.80	10.40	32.58	29.20	9.50	30.68	1.84	12.53	18.00	0
12	10.40	32.58	29.20	11.07	32.75	29.35	10.74	30.97	0.69	12.53	18.00	0
13	11.07	32.75	29.35	11.75	33.20	29.50	11.42	31.20	0.70	12.53	18.00	0
14	11.75	33.20	29.50	12.00	33.37	29.56	11.88	31.41	0.26	12.53	18.00	0
15	12.00	33.37	29.56	14.00	34.70	30.00	13.03	31.92	2.05	12.53	18.00	0
16	14.00	34.70	30.00	14.01	34.71	30.00	14.01	32.35	0.01	16.70	18.00	0
17	14.01	34.71	30.00	16.01	34.71	30.60	14.99	32.50	2.09	16.70	18.00	0
18	16.01	34.71	30.60	17.68	35.82	31.10	16.86	33.07	1.74	16.70	18.00	0
19	17.68	35.82	31.10	19.34	36.93	31.60	18.53	33.87	1.74	16.70	18.00	0
20	19.34	36.93	31.60	21.01	38.04	32.10	20.19	34.68	1.74	16.70	18.00	0
21	21.01	38.04	32.10	22.67	39.15	32.60	21.85	35.48	1.74	16.70	18.00	0
22	22.67	39.15	32.60	24.00	40.04	33.00	23.34	36.20	1.39	16.70	18.00	0
23	24.00	40.04	33.00	25.00	40.71	33.22	24.51	36.75	1.03	12.53	18.00	0
24	25.00	40.71	33.22	26.31	40.76	33.51	25.65	37.05	1.34	12.53	18.00	0
25	26.31	40.76	33.51	26.51	40.66	33.56	26.41	37.12	0.20	12.53	18.00	0
26	26.51	40.66	33.56	28.13	40.58	33.92	27.31	37.18	1.66	12.53	18.00	0
27	28.13	40.58	33.92	29.76	40.49	34.28	28.93	37.32	1.66	12.53	18.00	0
28	29.76	40.49	34.28	31.38	40.41	34.64	30.56	37.45	1.66	12.53	18.00	0
29	31.38	40.41	34.64	33.00	40.32	35.00	32.18	37.59	1.66	12.53	18.00	0
30	33.00	40.32	35.00	34.72	40.23	35.38	33.85	37.73	1.76	12.53	18.00	0
31	34.72	40.23	35.38	36.41	40.15	35.76	35.55	37.88	1.73	12.53	18.00	0
32	36.41	40.15	35.76	38.10	40.06	36.13	37.24	38.02	1.73	12.53	18.00	0
33	38.10	40.06	36.13	39.79	39.97	36.51	38.93	38.17	1.73	12.53	18.00	0
34	39.79	39.97	36.51	39.91	39.97	36.54	39.85	38.25	0.12	12.53	18.00	0
35	39.91	39.97	36.54	40.66	39.85	36.70	40.28	38.26	0.77	12.53	18.00	0
36	40.66	39.85	36.70	40.75	40.19	36.72	40.71	38.37	0.09	12.53	18.00	0
37	40.75	40.19	36.72	41.11	40.19	36.80	40.93	38.48	0.37	12.53	18.00	0
38	41.11	40.19	36.80	41.40	40.19	36.87	41.26	38.51	0.30	12.53	18.00	0
39	41.40	40.19	36.87	41.85	40.49	36.97	41.63	38.63	0.46	12.53	18.00	0
40	41.85	40.49	36.97	42.00	40.53	37.00	41.93	38.75	0.15	12.53	18.00	0
41	42.00	40.53	37.00	43.47	40.88	37.32	42.74	38.93	1.50	12.09	18.00	0
42	43.47	40.88	37.32	44.00	40.97	37.43	43.74	39.15	0.54	12.09	18.00	0
43	44.00	40.97	37.43	44.17	41.00	37.47	44.09	39.21	0.17	12.09	18.00	0
44	44.17	41.00	37.47	45.97	41.30	37.85	45.07	39.40	1.84	12.09	18.00	0
45	45.97	41.30	37.85	47.78	41.60	38.24	46.87	39.75	1.84	12.09	18.00	0
46	47.78	41.60	38.24	49.58	41.90	38.62	48.68	40.09	1.84	12.09	18.00	0
47	49.58	41.90	38.62	51.38	42.20	39.01	50.48	40.43	1.84	12.09	18.00	0
48	51.38	42.20	39.01	53.19	42.50	39.40	52.28	40.78	1.84	12.09	18.00	0
49	53.19	42.50	39.40	54.99	42.80	39.78	54.09	41.12	1.84	12.09	18.00	0
50	54.99	42.80	39.78	55.56	42.89	39.91	55.28	41.35	0.58	12.09	18.00	0
51	55.56	42.89	39.91	56.00	42.97	40.00	55.78	41.44	0.45	12.09	18.00	0
52	56.00	42.97	40.00	58.00	43.30	40.50	56.99	41.69	2.06	14.04	18.00	0
53	58.00	43.30	40.50	60.00	43.63	41.00	58.99	42.10	2.06	14.04	18.00	0
54	60.00	43.63	41.00	62.00	43.95	41.50	60.99	42.52	2.06	14.04	18.00	0
55	62.00	43.95	41.50	64.00	44.28	42.00	62.99	42.93	2.06	14.04	18.00	0
56	64.00	44.28	42.00	66.00	44.61	42.67	64.97	43.38	2.11	18.43	18.00	0
57	66.00	44.61	42.67	68.00	44.94	43.33	66.97	43.88	2.11	18.43	18.00	0
58	68.00	44.94	43.33	70.00	45.27	44.00	68.96	44.38	2.11	18.43	18.00	0
59	70.00	45.27	44.00	71.71	45.56	44.71	70.80	44.87	1.85	22.42	18.00	0
60	71.71	45.56	44.71	73.43	45.84	45.41	72.47	45.35	1.85	22.42	18.00	0
61	73.43	45.84	45.41	75.14	46.12	46.12	74.00	45.79	1.85	22.42	18.00	0

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d	ID
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	9.61	0.00	9.34	2.96	0.00	0.00	2.61	0.00	0.00	
2	28.83	0.00	28.03	8.88	0.00	2.61	10.45	0.00	0.00	
3	48.06	0.00	46.72	14.80	0.00	10.45	23.50	0.00	0.00	
4	67.28	0.00	65.40	20.73	0.00	23.50	41.78	0.00	0.00	
5	90.81	0.00	83.47	26.45	0.00	41.78	48.28	0.00	0.00	
6	100.12	0.00	92.03	29.16	0.00	48.28	55.44	0.00	0.00	
7	109.43	0.00	100.59	31.88	0.00	55.44	63.26	0.00	0.00	
8	118.74	0.00	106.77	33.84	2.47	63.26	70.99	0.00	0.00	
9	111.83	0.00	96.84	30.69	4.97	70.99	67.29	0.00	0.00	
10	113.39	0.00	97.41	30.87	5.88	67.29	63.28	0.00	0.00	
11	115.12	0.00	98.13	31.10	6.78	63.28	58.96	0.00	0.00	
12	43.72	0.00	-4.42	-1.40	2.76	58.96	248.66	0.00	0.00	
13	46.86	0.00	39.79	12.61	2.92	248.66	246.85	0.00	0.00	
14	18.21	0.00	15.49	4.91	1.10	246.85	246.16	0.00	0.00	
15	166.14	0.00	141.90	44.97	9.49	246.16	240.02	0.00	0.00	
16	1.01	0.00	0.86	0.27	0.06	240.02	239.91	0.00	0.00	
17	172.14	0.00	147.22	46.66	9.20	239.91	221.83	0.00	0.00	
18	143.67	0.00	124.32	39.40	6.10	221.83	207.22	0.00	0.00	
19	164.20	0.00	144.17	45.69	4.68	207.22	191.21	0.00	0.00	
20	184.72	0.00	164.02	51.98	3.26	191.21	173.80	0.00	0.00	
21	205.24	0.00	183.87	58.27	1.84	173.80	155.00	0.00	0.00	
22	178.55	0.00	161.00	51.02	0.45	155.00	138.99	0.00	0.00	
23	143.83	0.00	130.39	41.32	0.14	138.99	136.12	0.00	0.00	
24	190.86	1.55	174.05	55.16	0.61	136.12	132.16	0.00	0.00	
25	28.36	1.00	26.52	8.40	0.13	132.16	131.54	0.00	0.00	
26	220.45	8.11	206.01	65.29	1.50	131.54	126.59	0.00	0.00	
27	205.93	8.11	192.14	60.89	2.24	126.59	121.71	0.00	0.00	
28	191.41	8.11	178.28	56.50	2.97	121.71	116.88	0.00	0.00	
29	176.89	8.11	164.41	52.10	3.71	116.88	112.12	0.00	0.00	
30	171.77	8.60	159.26	50.47	4.74	112.12	107.14	0.00	0.00	
31	152.78	8.45	141.22	44.75	5.45	107.14	102.32	0.00	0.00	
32	137.03	8.45	126.18	39.99	6.25	102.32	97.56	0.00	0.00	
33	121.27	8.45	111.13	35.22	7.05	97.56	92.88	0.00	0.00	
34	8.02	0.60	7.33	2.32	0.53	92.88	92.55	0.00	0.00	
35	47.76	2.95	42.83	13.57	3.41	92.55	90.52	0.00	0.00	
36	5.66	0.00	4.74	1.50	0.42	90.52	90.28	0.00	0.00	
37	23.44	0.00	19.69	6.24	1.70	90.28	89.30	0.00	0.00	
38	18.49	0.00	15.47	4.90	1.40	89.30	88.51	0.00	0.00	
39	29.27	0.00	24.49	7.76	2.21	88.51	87.27	0.00	0.00	
40	9.98	0.00	8.36	2.65	0.75	87.27	86.85	0.00	0.00	
41	99.09	0.00	82.71	26.21	7.76	86.85	83.26	0.00	0.00	
42	35.71	0.00	29.63	9.39	2.98	83.26	81.91	0.00	0.00	
43	11.48	0.00	9.51	3.01	0.98	81.91	81.47	0.00	0.00	
44	119.53	0.00	99.23	31.45	9.95	81.47	76.97	0.00	0.00	
45	116.59	0.00	97.16	30.79	9.30	76.97	72.70	0.00	0.00	
46	113.64	0.00	95.09	30.14	8.66	72.70	68.66	0.00	0.00	
47	110.70	0.00	93.03	29.48	8.01	68.66	64.86	0.00	0.00	
48	107.76	0.00	90.96	28.83	7.36	64.86	61.29	0.00	0.00	
49	104.82	0.00	88.90	28.17	6.71	61.29	57.95	0.00	0.00	
50	32.51	0.00	27.66	8.77	1.99	57.95	56.94	0.00	0.00	
51	24.84	0.00	21.16	6.71	1.49	56.94	56.18	0.00	0.00	
52	109.48	0.00	93.95	29.77	5.62	56.18	49.58	0.00	0.00	
53	103.00	0.00	90.16	28.57	3.37	49.58	43.96	0.00	0.00	
54	96.52	0.00	86.38	27.37	1.12	43.96	39.30	0.00	0.00	
55	90.05	0.00	81.55	25.84	0.00	39.30	35.27	0.00	0.00	
56	80.40	0.00	72.69	23.04	0.00	35.27	25.81	0.00	0.00	
57	67.59	0.00	61.11	19.37	0.00	25.81	17.86	0.00	0.00	
58	54.78	0.00	49.52	15.69	0.00	17.86	11.42	0.00	0.00	
59	34.53	0.00	31.32	9.93	0.00	11.42	5.08	0.00	0.00	
60	20.72	0.00	18.79	5.96	0.00	5.08	1.27	0.00	0.00	
61	6.91	0.00	6.26	1.99	0.00	1.27	0.00	0.00	0.00	