

STRADA STATALE 4 "VIA SALARIA"
**Adeguamento della piattaforma stradale e messa in
sicurezza dal km 56+000 al km 64+000**
Stralcio 1 da pk 0+000 a pk 1+900

PROGETTO ESECUTIVO

COD. RM 368

PROGETTAZIONE: R.T.I.: PROGER S.p.A. (capogruppo mandataria)
PROGIN S.p.A.
S.I.N.A. S.p.A. – BRENG S.r.l.

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:
Dott. Ing. Antonio GRIMALDI (Progin S.p.A.)
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Napoli n. 23799

CAPOGRUPPO MANDATARIA:



IL GEOLOGO:
Dott. Geol. Gianluca PANDOLFI ELMI (Progin S.p.A.)
Ordine dei Geologi Regione Umbria n. 467



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Lorenzo INFANTE

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:
Dott. Ing. Michele CURIALE (Progin S.p.A.)



VISTO: IL RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO
Dott. Ing. Paolo NARDOCCI



PROTOCOLLO

DATA

_____ 202_

OPERE D'ARTE MINORI – SCAVI PROVVISORI

Verifiche di Stabilità scavi provvisori opere minori – Relazione di calcolo

CODICE PROGETTO

NOME FILE

T01OM00STRRE03A

REVISIONE

SCALA:

D	P	R	M	3	6	8	E	2	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

CODICE
ELAB.

T	0	1	O	M	0	0	S	T	R	R	E	0	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

A

-

A

Prima Emissione

02/2024

M. Boccardi

P.Valente

L. Infante

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

Sommario

1	PREMESSA	1
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
3	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	3
3.1	Stratigrafia sezione di scavo 1	3
3.2	Stratigrafia sezione di scavo 2	4
3.3	Stratigrafia sezione di scavo 3	4
3.4	Stratigrafia sezione di scavo 4	5
3.5	Stratigrafia sezione di scavo 5	5
3.6	Stratigrafia sezione di scavo 6	6
4	AZIONE SISMICA	7
5	CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE	10
6	COMBINAZIONI DI CARICO	11
6.1	Codici di calcolo adottati.....	11
7	STABILITA' DEL FRONTE DI SCAVO	13
7.1	Fronte di scavo 1.....	13
7.2	Fronte di scavo 2.....	18
7.3	Fronte di scavo 3.....	23
7.4	Fronte di scavo 4.....	29
7.5	Fronte di scavo 5.....	34
7.6	Fronte di scavo 6.....	47

1 PREMESSA

Nell'ambito della progettazione definitiva dell'intervento di adeguamento della piattaforma stradale e messa in sicurezza della STRADA STATALE 4 "VIA SALARIA" dal km 56+000 al km 64+000, sono previsti scavi provvisori utili alla realizzazione di tombini, pozzetti e varie opere di sostegno.

La presente relazione ha lo scopo di effettuare la verifica di stabilità degli scavi provvisori delle opere oggetto del progetto in questione. Gli scavi considerati per la verifica di stabilità sono quelli ritenuti più gravosi in funzione di:

- Stratigrafia
- Profondità della falda
- Pendenza del fronte di scavo
- Altezza del fronte di scavo
- Pendenza del profilo di monte
- Pendenza del profilo di valle

In funzione di questi parametri si sono analizzate diverse sezioni di scavo. Le più gravose sono quelle riportate di seguito, dove il numero (da 1 a 6) è identificativo della sezione di verifica:

- 1) Stabilità degli scavi per i muri di carreggiata nord: opera di riferimento OS01 (unità geotecniche GS-AL)
- 2) Stabilità degli scavi per i muri di carreggiata nord: opera di riferimento OS14 (unità geotecniche RA-SR)
- 3) Stabilità degli scavi per i muri di carreggiata sud: opera di riferimento OS02 (unità geotecniche GS-AL)
- 4) Stabilità degli scavi per i muri di carreggiata sud: opera di riferimento OS15 (unità geotecniche RA-SR)
- 5) Stabilità degli scavi tombini e pozzetti: opera di riferimento TM02 (unità geotecniche GS-AL)
- 6) Stabilità degli scavi tombini e pozzetti: opera di riferimento TM15 (unità geotecniche RA-SR)

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018).
- Circolare nr. 7 del 21/01/2019
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

3 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Nel presente capitolo si riportano le principali unità geotecniche presenti lungo la linea ed a seguire i parametri geotecnici di progetto secondo quanto riportato nella relazione geotecnica generale alla quale si rimanda per ulteriori approfondimenti.

3.1 Stratigrafia sezione di scavo 1

Le caratteristiche geotecniche del volume di terreno che interagisce con l'opera sono state desunte tenendo conto di quanto risultante nel profilo geologico e dalla caratterizzazione dei litotipi riportati nella relazione geotecnica generale.

Unità GS (ghiaia sabbiosa) – da 0m a 3m

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 35\div 40^\circ$ (assunto 37°)	angolo di resistenza al taglio
$E_o = 350 \div 600 \text{ MPa}$ (assunto 350 MPa)	modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni
$E_{op1'} = E_o/5 = 70 \text{ MPa}$	modulo elastico operativo

Unità AL (argilla limosa) – da 3m a 5,7m

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5 \div 15 \text{ kPa}$ (utilizzato 10 kPa)	coesione drenata
$\phi' = 26 \div 30^\circ$ (utilizzato 28°)	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 75 \div 200 \text{ kPa}$ (utilizzato 150 kPa)	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E_o = 150 \div 400 \text{ MPa}$ (utilizzato 150 MPa)	modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni
$E_{op1'} = E_o/5 = 30 \text{ MPa}$	modulo elastico operativo

Unità GS (ghiaia sabbiosa) – da 5,7m a 30m

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 35\div 40^\circ$ (assunto 37°)	angolo di resistenza al taglio
$E_o = 350 \div 600 \text{ MPa}$ (assunto 350 MPa)	modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni
$E_{op1'} = E_o/5 = 70 \text{ MPa}$	modulo elastico operativo

La falda è situata a 3,5m dal p.c.

3.2 Stratigrafia sezione di scavo 2

Le caratteristiche geotecniche del volume di terreno che interagisce con l'opera sono state desunte tenendo conto di quanto risultante nel profilo geologico e dalla caratterizzazione dei litotipi riportati nella relazione geotecnica generale.

Unità Ra - riporto antropico – (da 0m a 10,70m)

$\gamma = 19.0 \div 20.0 \text{ kN/m}^3$ (assunto 19 kN/m^3)	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 35^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$E_o = 250 \div 400 \text{ MPa}$ (assunto 250 MPa)	modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni

Unità SR / SB (calcari marnosi) – (da 10,70m a 30,00m)

$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 40 \div 60 \text{ kPa}$ (assunto 45 kPa)	coesione drenata
$\phi' = 40^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$E_o = 600 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni

La falda è situata a 4.0m dal p.c.

3.3 Stratigrafia sezione di scavo 3

Le caratteristiche geotecniche del volume di terreno che interagisce con l'opera sono state desunte tenendo conto di quanto risultante nel profilo geologico e dalla caratterizzazione dei litotipi riportati nella relazione geotecnica generale.

Unità GS (ghiaia sabbiosa) – da 0m a 3m

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 35 \div 40^\circ$ (assunto 37°)	angolo di resistenza al taglio
$E_o = 350 \div 600 \text{ MPa}$ (assunto 350 MPa)	modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni
$E_{op1'} = E_o/5 = 70 \text{ MPa}$	modulo elastico operativo

Unità AL (argilla limosa) – da 3m a 5,7m

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5 \div 15 \text{ kPa}$ (utilizzato 10 kPa)	coesione drenata
$\phi' = 26 \div 30^\circ$ (utilizzato 28°)	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 75 \div 200 \text{ kPa}$ (utilizzato 150 kPa)	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E_o = 150 \div 400 \text{ MPa}$ (utilizzato 150 MPa)	modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni
$E_{op1'} = E_o/5 = 30 \text{ MPa}$	modulo elastico operativo

Unità GS (ghiaia sabbiosa) – da 5,7m a 30m

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 35\div 40^\circ$ (assunto 37°)	angolo di resistenza al taglio
$E_o = 350 \div 600 \text{ MPa}$ (assunto 350 MPa)	modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni
$E_{op1'} = E_o/5 = 70 \text{ MPa}$	modulo elastico operativo

La falda è situata a 3,5m dal p.c.

3.4 Stratigrafia sezione di scavo 4

Le caratteristiche geotecniche del volume di terreno che interagisce con l'opera sono state desunte tenendo conto di quanto risultante nel profilo geologico e dalla caratterizzazione dei litotipi riportati nella relazione geotecnica generale.

Unità Ra - riporto antropico – (da 0m a 10,70m)

$\gamma = 19.0\div 20.0 \text{ kN/m}^3$ (assunto 19 kN/m^3)	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 35^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$E_o = 250 \div 400 \text{ MPa}$ (assunto 250 MPa)	modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni

Unità SR / SB (calcari marnosi) – (da 10,70m a 30,00m)

$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 40\div 60 \text{ kPa}$ (assunto 45 kPa)	coesione drenata
$\phi' = 40^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$E_o = 600 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni

La falda è situata a 4.0m dal p.c.

3.5 Stratigrafia sezione di scavo 5

Le caratteristiche geotecniche del volume di terreno che interagisce con l'opera sono state desunte tenendo conto di quanto risultante nel profilo geologico e dalla caratterizzazione dei litotipi riportati nella relazione geotecnica generale.

Unità GS (ghiaia sabbiosa) – da 0m a 3m

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 35\div 40^\circ$ (assunto 37°)	angolo di resistenza al taglio
$E_o = 350 \div 600 \text{ MPa}$ (assunto 350 MPa)	modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni
$E_{op1'} = E_o/5 = 70 \text{ MPa}$	modulo elastico operativo

Unità AL (argilla limosa) – da 3m a 5,7m

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5 \div 15 \text{ kPa}$ (utilizzato 10kPa)	coesione drenata
$\phi' = 26 \div 30^\circ$ (utilizzato 28°)	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 75 \div 200 \text{ kPa}$ (utilizzato 150kPa)	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E_o = 150 \div 400 \text{ MPa}$ (utilizzato 150MPa)	modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni
$E_{op1'} = E_o/5 = 30 \text{ MPa}$	modulo elastico operativo

Unità GS (ghiaia sabbiosa) – da 5,7m a 30m

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 35 \div 40^\circ$ (assunto 37°)	angolo di resistenza al taglio
$E_o = 350 \div 600 \text{ MPa}$ (assunto 350MPa)	modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni
$E_{op1'} = E_o/5 = 70 \text{ MPa}$	modulo elastico operativo

La falda è situata a 3,5m dal p.c.

3.6 Stratigrafia sezione di scavo 6

Le caratteristiche geotecniche del volume di terreno che interagisce con l'opera sono state desunte tenendo conto di quanto risultante nel profilo geologico e dalla caratterizzazione dei litotipi riportati nella relazione geotecnica generale.

Unità Ra - riporto antropico – (da 0m a 10,70m)

$\gamma = 19.0 \div 20.0 \text{ kN/m}^3$ (assunto 19 kN/m^3)	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 35^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$E_o = 250 \div 400 \text{ MPa}$ (assunto 250MPa)	modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni

Unità SR / SB (calcari marnosi) – (da 10,70m a 30,00m)

$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 40 \div 60 \text{ kPa}$ (assunto 45kPa)	coesione drenata
$\phi' = 40^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$E_o = 600 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni

La falda è situata a 8.0m dal p.c.

4 AZIONE SISMICA

Essendo gli scavi provvisori l'azione sismica non viene considerata.

Ad ogni modo si riportano i parametri sismici di riferimento. L'azione sismica di progetto è valutata a partire dalla pericolosità sismica di base del sito su cui l'opera insiste, descritta in termini geografici e temporali:

- attraverso i valori di accelerazione orizzontale di picco a_g (attesa in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale) e le espressioni che definiscono le ordinate del relativo spettro di risposta elastico in accelerazione $S_e(T)$;
- in corrispondenza del punto del reticolo che individua la posizione geografica dell'opera;
- con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR

In particolare, la forma spettrale prevista dalla normativa è definita, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione di tre parametri:

- a_g , accelerazione orizzontale massima del terreno
- F_0 , valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- TC^* , periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I suddetti parametri sono calcolati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il punto caratterizzante la posizione dell'opera, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

In particolare, si può notare come F_0 descriva la pericolosità sismica locale del sito su cui l'opera insiste. Infatti, da quest'ultimo, attraverso le espressioni fornite dalla normativa, sono valutati i valori d'amplificazione stratigrafica e topografica.

Considerando la lieve variabilità dei parametri sismici lungo il tracciato, le opere in progetto sono state verificate in funzione dei massimi parametri di pericolosità sismica attesi lungo l'intero tracciato.

Di seguito sono riassunti i valori dei parametri assunti per l'opera in oggetto.

Vita nominale VN	= 50 anni;
Classe d'uso	= IV;
Coefficiente d'uso C_u	= 2.0;
Periodo di riferimento VR	= 100.0 anni;
TR,SLV	= 949 anni;

Per le opere in progetto, in accordo con la tabella 3.2.III delle NTC2018, si assume categoria topografica T2. In accordo con quanto riportato al punto 3.2.3.2 delle NTC2008, ultimo capoverso, in ragione della morfologia dell'area e dell'ubicazione delle opere rispetto ad essa (situate di fatto in corrispondenza della base del versante), non sussistono condizioni tali da comportare un effetto di amplificazione topografica delle azioni sismiche, per cui il coefficiente topografico (Tab. 3.2.V), viene assunto unitario ($ST=1.0$).

In relazione alle progressive chilometriche, le categorie di sottosuolo e topografiche sono riassunte nel prospetto seguente:

Da pk	A pk	Categoria sottosuolo
0+000	0+501	B
0+501	3+650	A
3+650	3+810	E
3+810	7+130	A
7+130	7+964	B

Si riporta di seguito a titolo di esempio lo spettro di riferimento per l'opera situata alla progressiva **1+824.91** per cui la categoria di sottosuolo è A. Si riporta la sismica locale per l'opera in questione:

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

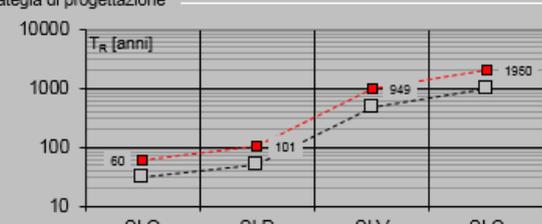
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	60	info
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	101	
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	949	
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	1950	

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

--□-- Strategia per costruzioni ordinarie

--■-- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite
Stato Limite considerato: **SLV** info

Risposta sismica locale
 Categoria di sottosuolo: **A** info $S_S = 1.000$ $C_C = 1.000$ info
 Categoria topografica: **T1** info $h/H = 0.000$ $S_T = 1.000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

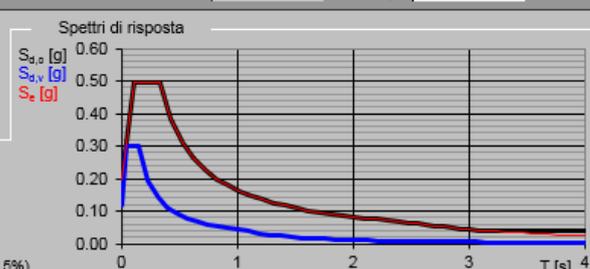
Compon. orizzontale
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%): **5** $\eta = 1.000$ info
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_s : **1** Regol. in altezza: **si** info

Compon. verticale
 Spettro di progetto Fattore q : **1** $\eta = 1.000$ info

Elaborazioni
 Grafici spettri di risposta ||>>>
 Parametri e punti spettri di risposta ||>>>

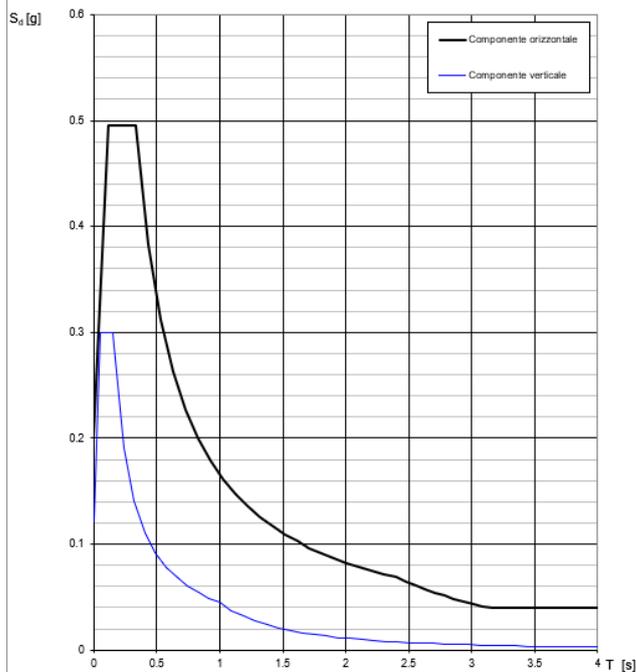
Spettro di progetto - componente orizzontale
 Spettro di progetto - componente verticale
 Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

Spettri di risposta



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_0	0.200 g
F_{q_s}	2.476
T_C	0.333 s
S_S	1.000
C_C	1.000
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.000
η	1.000
T_B	0.111 s
T_C	0.333 s
T_D	2.401 s

5 CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE

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 ΔX = X_d - X_s
ΔE	variazione delle forze normali sulla striscia ΔE = E_d - E_s

Metodo di Bishop

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

$$F = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i + (N_i / \cos(\alpha_i) - u_i b_i) \operatorname{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine **m** è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\operatorname{tg} \phi_i \operatorname{tg} \alpha_i}{F} \right) \cos \alpha_i$$

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 **Bishop 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 fin quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

6 COMBINAZIONI DI CARICO

Per la verifica di stabilità dei fronti di scavo si adotta la combinazione A2-M2-R2 delle NTC2018.

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_f (o γ_e)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(2)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qk}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽²⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.1. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{qs}

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Tab. 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
γ_R	1,1

6.1 Codici di calcolo adottati

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi e le verifiche di stabilità sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico.

I metodi di calcolo implementati sono i classici metodi delle strisce, basati sul concetto dell'equilibrio limite globale. La superficie di rottura è suddivisa in un determinato numero di strisce che consentono di calcolare le grandezze che entrano in gioco nelle equazioni risolutive.

Nel modulo terreni si adotta il criterio di rottura di Mohr-Coulomb. Nel modulo rocce si può adottare il criterio di rottura di Hoek-Brown o di Barton.

Il programma consente di inserire degli interventi di stabilizzazione, che possono intervenire secondo sue modalità diverse: variazione delle forze di interstriscia o resistenza a taglio equivalente.

L'analisi sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	STAP - Stabilità Pendii Terreni e Rocce
Versione	14.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - Loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	Progin S.p.A.
Licenza	AIU5041GP

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

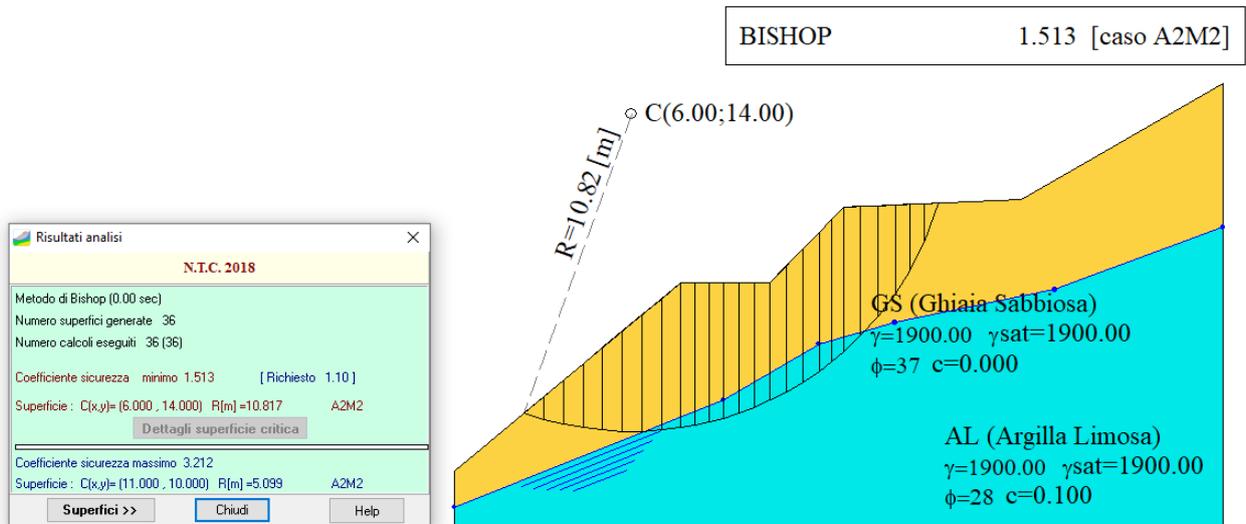
I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

7 STABILITA' DEL FRONTE DI SCAVO

7.1 Fronte di scavo 1

La pendenza degli scavi è pari a 1/1 ed ha un'altezza di 2,5m. Di seguito si riporta una sintesi dei risultati ed a seguire i tabulati di calcolo:



	7.66	3.00	2.50	6.00	6.85
0.00	7.66	10.66	13.16	19.16	26.01
1.83	(0.60)	8.26	(3.68)	8.26	(5.17)
		10.82	(6.39)	11.08	(7.78)
				15.04	(10.15)

Dati

Descrizione terreno

Simbologia adottata

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

n°	Descrizione	γ	γ_{sat}	ϕ'	c'
		[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[kg/cm ^q]
1	GS (Ghiaia Sabbiosa)	1900	1900	37.00	0.000
2	AL (Argilla Limosa)	1900	1900	28.00	0.100

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	0.00	1.83
2	7.66	8.26
3	10.66	8.26
4	13.16	10.82
5	19.16	11.08
6	26.01	15.04

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° 2 (AL (Argilla Limosa))

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	0.00	0.60
2	0.00	0.00
3	26.01	0.00
4	26.01	10.15
5	20.31	8.02
6	14.91	6.89
7	12.34	6.16
8	9.11	4.26

Strato N° 2 costituito da terreno n° 1 (GS (Ghiaia Sabbiosa))

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	26.01	10.15
2	26.01	15.04
3	19.16	11.08
4	13.16	10.82
5	10.66	8.26
6	7.66	8.26
7	0.00	1.83
8	0.00	0.60
9	9.11	4.26
10	12.34	6.16
11	14.91	6.89
12	20.31	8.02

Descrizione falda

Livello di falda

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	0.00	0.60
2	9.11	4.26
3	12.34	6.16
4	14.91	6.89
5	20.31	8.02

n°	X	Y
	[m]	[m]
6	26.01	10.15

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_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 circolari

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	$X_0 = 6.00$	$Y_0 = 10.00$
Passo maglia	[m]	$dX = 1.00$	$dY = 1.00$
Numero passi		$N_x = 6$	$N_y = 6$

Si considerano le superfici passanti per il punto P(12.00, 5.00) aventi centri sulla maglia

Opzioni di calcolo

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

- BISHOP

Le superfici sono state analizzate in condizioni **statiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Fronte di scavo [A2-M2] - Parametri di progetto

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di falda

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1.00	m
- freccia inferiore a	0.50	m
- volume inferiore a	2.00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	36
Coefficiente di sicurezza minimo	1.513
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FSmin	Smin	FSmax	Smax
BISHOP	36	1.513	1	3.212	36

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

F forma (C: circolare, S: spirale logaritmica, G: generica)

C_x ascissa x del centro [m]

C_y ordinata y del centro [m]

R raggio del cerchio espresso in m

x_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m

x_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [mc]

FS coefficiente di sicurezza. Tra parentesi il metodo di calcolo usato (F: Fellenius, B: Bishop, J: Janbu, C: Janbu completo, L: Bell, M: Morgenstern-Price P: Spencer, S: Sarma,

V: Maksimovic, G: GLE)

caso caso di calcolo

La colonna FS (fattore di sicurezza) potrebbe contenere più valori. Questo è dovuto alla presenza degli interventi quando considerati come incremento delle forze di interstriscia. In questo caso vengono analizzate più superfici di scorrimento ed ogni superficie è separata dalla successiva dall'intervento.

N°	F	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
1	C	6.00	14.00	10.82	2.36	16.38	48.93	1.513 (B)	[A2M2]	--
2	C	6.00	15.00	11.66	2.45	16.95	49.64	1.518 (B)	[A2M2]	--
3	C	6.00	13.00	10.00	2.26	15.78	48.37	1.520 (B)	[A2M2]	--
4	C	6.00	12.00	9.22	2.14	15.15	48.00	1.544 (B)	[A2M2]	--
5	C	6.00	11.00	8.49	2.01	14.48	47.91	1.588 (B)	[A2M2]	--
6	C	6.00	10.00	7.81	1.85	13.76	48.45	1.648 (B)	[A2M2]	--
7	C	7.00	15.00	11.18	3.17	17.44	47.98	1.663 (B)	[A2M2]	--
8	C	7.00	14.00	10.30	3.13	16.84	46.71	1.666 (B)	[A2M2]	--
9	C	7.00	13.00	9.43	3.08	16.21	45.50	1.683 (B)	[A2M2]	--
10	C	7.00	12.00	8.60	3.03	15.53	44.40	1.720 (B)	[A2M2]	--
11	C	7.00	11.00	7.81	2.96	14.81	43.42	1.795 (B)	[A2M2]	--
12	C	8.00	15.00	10.77	3.85	18.01	47.15	1.820 (B)	[A2M2]	--
13	C	8.00	14.00	9.85	3.85	17.38	45.40	1.833 (B)	[A2M2]	--
14	C	8.00	13.00	8.94	3.86	16.71	43.63	1.864 (B)	[A2M2]	--
15	C	7.00	10.00	7.07	2.88	14.02	42.95	1.889 (B)	[A2M2]	--
16	C	8.00	12.00	8.06	3.87	15.99	41.87	1.923 (B)	[A2M2]	--
17	C	9.00	15.00	10.44	4.48	18.67	47.23	1.991 (B)	[A2M2]	--
18	C	9.00	14.00	9.49	4.53	18.01	45.05	2.013 (B)	[A2M2]	--
19	C	8.00	11.00	7.21	3.88	15.21	40.18	2.020 (B)	[A2M2]	--
20	C	9.00	13.00	8.54	4.59	17.31	42.77	2.058 (B)	[A2M2]	--
21	C	9.00	12.00	7.62	4.66	16.55	40.39	2.141 (B)	[A2M2]	--
22	C	8.00	10.00	6.40	3.89	14.34	38.55	2.186 (B)	[A2M2]	--
23	C	10.00	15.00	10.20	5.06	19.49	48.35	2.188 (B)	[A2M2]	--
24	C	10.00	14.00	9.22	5.15	18.74	45.77	2.221 (B)	[A2M2]	--
25	C	10.00	13.00	8.25	5.26	18.01	43.05	2.279 (B)	[A2M2]	--
26	C	9.00	11.00	6.71	4.75	15.71	37.89	2.289 (B)	[A2M2]	--
27	C	11.00	15.00	10.05	5.60	20.56	50.94	2.378 (B)	[A2M2]	--
28	C	10.00	12.00	7.28	5.40	17.21	40.11	2.383 (B)	[A2M2]	--

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 kg/cmq
L	sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
W	peso della striscia espresso in kg
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kg
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kg
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kg
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kg
E _s , E _d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
X _s , X _d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2

Numero di strisce	25	
Coordinate del centro	X[m]= 6.00	Y[m]= 14.00
Raggio del cerchio	R[m]= 10.82	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 2.36	Y _v [m]= 3.81
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 16.38	Y _m [m]= 10.96

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]
1	2.36	3.81	3.81	3.02	4.37	3.60	2.80	3.93	0.70	-17.81	31.08	0.00
2	3.02	4.37	3.60	3.69	4.92	3.43	3.39	4.09	0.68	-14.16	31.08	0.00
3	3.69	4.92	3.43	4.35	5.48	3.31	4.04	4.29	0.67	-10.56	31.08	0.00
4	4.35	5.48	3.31	5.01	6.04	3.23	4.69	4.52	0.67	-7.01	31.08	0.00
5	5.01	6.04	3.23	5.67	6.59	3.19	5.35	4.77	0.66	-3.49	31.08	0.00
6	5.67	6.59	3.19	6.34	7.15	3.19	6.01	5.03	0.66	0.02	31.08	0.00
7	6.34	7.15	3.19	7.00	7.70	3.23	6.67	5.32	0.66	3.54	24.58	0.06
8	7.00	7.70	3.23	7.66	8.26	3.31	7.33	5.63	0.67	7.06	23.04	0.08
9	7.66	8.26	3.31	8.14	8.26	3.40	7.90	5.81	0.49	10.13	23.04	0.08
10	8.14	8.26	3.40	8.63	8.26	3.51	8.38	5.86	0.50	12.74	23.04	0.08
11	8.63	8.26	3.51	9.11	8.26	3.64	8.87	5.92	0.50	15.38	23.04	0.08
12	9.11	8.26	3.64	9.63	8.26	3.81	9.37	5.99	0.54	18.15	23.04	0.08
13	9.63	8.26	3.81	10.14	8.26	4.01	9.88	6.08	0.55	21.06	23.04	0.08
14	10.14	8.26	4.01	10.66	8.26	4.24	10.40	6.19	0.57	24.02	23.04	0.08
15	10.66	8.26	4.24	11.22	8.83	4.53	10.94	6.47	0.63	27.19	23.04	0.08
16	11.22	8.83	4.53	11.78	9.41	4.86	11.50	6.91	0.65	30.58	23.04	0.08
17	11.78	9.41	4.86	12.34	9.98	5.24	12.06	7.37	0.68	34.09	23.04	0.08
18	12.34	9.98	5.24	12.75	10.40	5.55	12.55	7.79	0.52	37.25	23.04	0.08
19	12.75	10.40	5.55	13.16	10.82	5.89	12.96	8.17	0.54	40.03	23.04	0.08
20	13.16	10.82	5.89	13.74	10.85	6.45	13.45	8.50	0.81	43.58	23.04	0.08
21	13.74	10.85	6.45	14.33	10.87	7.10	14.03	8.81	0.87	48.03	29.23	0.02
22	14.33	10.87	7.10	14.91	10.90	7.87	14.61	9.18	0.97	52.90	31.08	0.00
23	14.91	10.90	7.87	15.40	10.92	8.65	15.14	9.57	0.92	57.90	31.08	0.00
24	15.40	10.92	8.65	15.89	10.94	9.62	15.62	10.01	1.09	63.23	31.08	0.00
25	15.89	10.94	9.62	16.38	10.96	10.96	16.05	10.51	1.43	69.90	31.08	0.00

Metodo di **BISHOP**

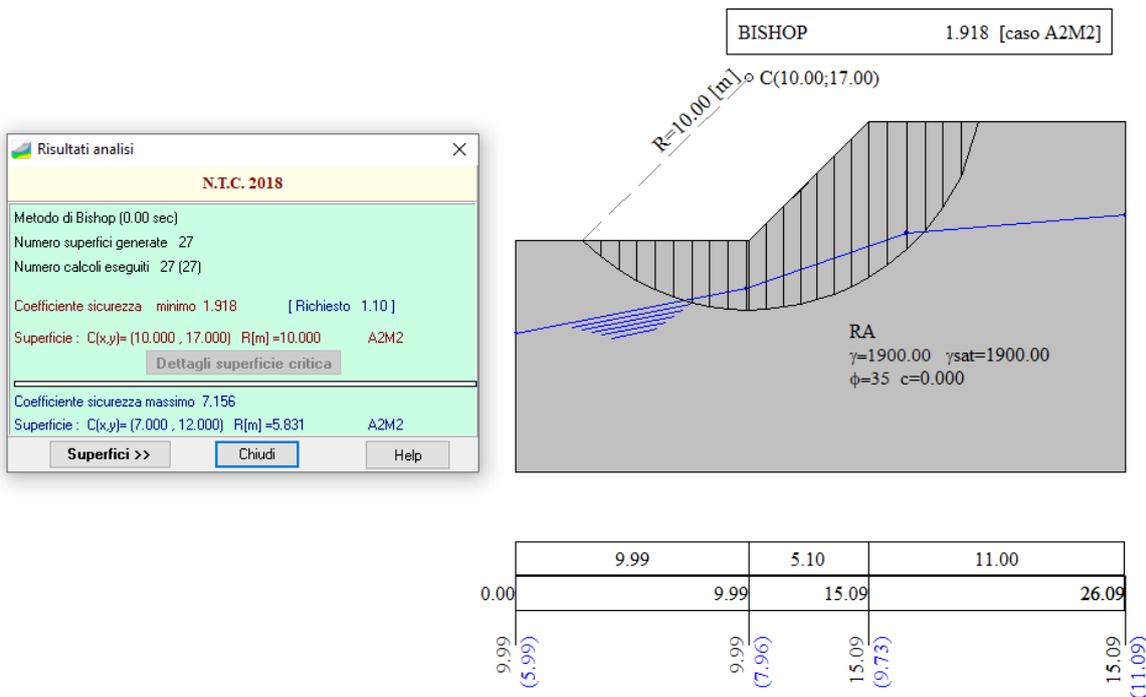
Coefficiente di sicurezza $F_s = 1.513$

Forze applicate sulle strisce

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
1	483	0	582	232	0	0	399	0	0	
2	1422	0	1630	649	0	399	1427	0	0	
3	2304	0	2531	1009	0	1427	2883	0	0	
4	3132	0	3318	1322	0	2883	4600	0	0	
5	3908	0	4013	1599	0	4600	6440	0	0	
6	4632	0	4632	1845	0	6440	8283	0	0	
7	5306	0	5156	1843	46	8283	9801	0	0	
8	5928	0	5553	1914	183	9801	10996	0	0	
9	4505	0	4117	1417	206	10996	11630	0	0	
10	4415	0	3960	1375	256	11630	12042	0	0	
11	4304	0	3801	1334	295	12042	12241	0	0	
12	4452	0	3861	1373	374	12241	12227	0	0	
13	4271	0	3625	1312	447	12227	11988	0	0	
14	4061	0	3382	1250	507	11988	11546	0	0	
15	4431	0	3678	1367	601	11546	10807	0	0	
16	4712	0	3976	1462	634	10807	9721	0	0	
17	4944	0	4274	1559	641	9721	8257	0	0	
18	3738	0	3347	1213	426	8257	6939	0	0	
19	3809	0	3566	1286	329	6939	5418	0	0	
20	5168	0	5114	1864	246	5418	3072	0	0	
21	4529	0	4715	1850	0	3072	804	0	0	
22	3770	0	4094	1631	0	804	-1477	0	0	
23	2467	0	2839	1131	0	-1477	-3281	0	0	
24	1670	0	2072	825	0	-3281	-4759	0	0	
25	614	0	855	341	0	-4759	-5444	0	0	

7.2 Fronte di scavo 2

La pendenza degli scavi è pari a 1/1 ed ha un'altezza di 5,1m. Di seguito si riporta una sintesi dei risultati ed a seguire i tabulati di calcolo:



Dati

Descrizione terreno

Simbologia adottata

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

n°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ' [°]	c' [kg/cm ^q]
3	RA	1900	1900	35.00	0.000

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 [m]	Y [m]
1	0.00	9.99
2	9.99	9.99
3	15.09	15.09
4	26.09	15.09

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° 3 (RA)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	9.99
2	0.00	0.00
3	26.09	0.00
4	26.09	15.09
5	15.09	15.09
6	9.99	9.99

Descrizione falda

Livello di falda

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	5.99
2	9.86	7.91
3	16.75	10.31
4	26.09	11.09

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 circolari

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	$X_0 = 2.00$	$Y_0 = 12.00$
Passo maglia	[m]	$dX = 1.00$	$dY = 1.00$
Numero passi		$N_x = 9$	$N_y = 8$

Si considerano le superfici passanti per il punto P(10.00, 7.00) aventi centri sulla maglia

Opzioni di calcolo

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

- BISHOP

Le superfici sono state analizzate in condizioni **statiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Fronte di scavo [A2-M2] - Parametri di progetto

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di falda

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1.00	m
- freccia inferiore a	0.50	m
- volume inferiore a	2.00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	27
Coefficiente di sicurezza minimo	1.918
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FSmin	Smin	FSmax	Smax
BISHOP	27	1.918	1	7.156	27

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

F forma (C: circolare, S: spirale logaritmica, G: generica)

C_x ascissa x del centro [m]

C_y ordinata y del centro [m]

R raggio del cerchio espresso in m

x_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m

x_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [mc]

FS coefficiente di sicurezza. Tra parentesi il metodo di calcolo usato (F: Fellenius, B: Bishop, J: Janbu, C: Janbu completo, L: Bell, M: Morgenstern-Price P: Spencer, S: Sarma,

V: Maksimovic, G: GLE)

caso caso di calcolo

La colonna FS (fattore di sicurezza) potrebbe contenere più valori. Questo è dovuto alla presenza degli interventi quando considerati come incremento delle forze di interstriscia. In questo caso vengono analizzate più superfici di scorrimento ed ogni superficie è separata dalla successiva dall'intervento.

N°	F	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
1	C	10.00	17.00	10.00	2.87	19.82	61.03	1.918 (B)	[A2M2]	--
2	C	10.00	18.00	11.00	2.46	20.61	65.70	1.927 (B)	[A2M2]	--
3	C	10.00	16.00	9.00	3.30	18.95	56.00	1.931 (B)	[A2M2]	--
4	C	10.00	19.00	12.00	2.07	21.35	70.06	1.946 (B)	[A2M2]	--
5	C	10.00	15.00	8.00	3.76	18.00	50.59	1.972 (B)	[A2M2]	--
6	C	9.00	18.00	11.05	1.39	19.66	61.64	1.989 (B)	[A2M2]	--
7	C	9.00	19.00	12.04	1.01	20.39	65.94	1.995 (B)	[A2M2]	--
8	C	9.00	17.00	10.05	1.80	18.87	57.02	2.003 (B)	[A2M2]	--
9	C	10.00	14.00	7.00	4.26	16.91	44.90	2.027 (B)	[A2M2]	--
10	C	9.00	16.00	9.06	2.23	18.01	52.11	2.042 (B)	[A2M2]	--
11	C	9.00	15.00	8.06	2.68	17.06	46.90	2.117 (B)	[A2M2]	--
12	C	8.00	18.00	11.18	0.20	18.79	59.65	2.144 (B)	[A2M2]	--
13	C	8.00	17.00	10.20	0.59	18.02	55.21	2.194 (B)	[A2M2]	--
14	C	9.00	14.00	7.07	3.18	15.99	41.12	2.276 (B)	[A2M2]	--
15	C	8.00	16.00	9.22	1.01	17.17	50.44	2.299 (B)	[A2M2]	--
16	C	10.00	13.00	6.00	4.81	15.62	37.46	2.304 (B)	[A2M2]	--
17	C	8.00	15.00	8.25	1.45	16.25	45.37	2.492 (B)	[A2M2]	--
18	C	9.00	13.00	6.08	3.71	14.81	34.27	2.720 (B)	[A2M2]	--
19	C	8.00	14.00	7.28	1.92	15.20	40.05	2.811 (B)	[A2M2]	--
20	C	10.00	12.00	5.00	5.42	14.39	29.31	3.082 (B)	[A2M2]	--
21	C	7.00	15.00	8.54	0.08	15.54	46.59	3.116 (B)	[A2M2]	--
22	C	8.00	13.00	6.32	2.44	14.21	34.50	3.491 (B)	[A2M2]	--
23	C	9.00	12.00	5.10	4.31	13.78	27.97	3.530 (B)	[A2M2]	--
24	C	7.00	14.00	7.62	0.53	14.59	41.84	3.808 (B)	[A2M2]	--
25	C	8.00	12.00	5.39	3.00	13.24	29.50	4.731 (B)	[A2M2]	--
26	C	7.00	13.00	6.71	1.01	13.67	37.59	4.970 (B)	[A2M2]	--
27	C	7.00	12.00	5.83	1.53	12.78	33.95	7.156 (B)	[A2M2]	--
28	G	--	--	--	0.00	0.00	0.00		[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 kg/cmq
 - L sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
 - u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
 - W peso della striscia espresso in kg
 - Q carico applicato sulla striscia espresso in kg
 - N sforzo normale alla base della striscia espresso in kg
 - T sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kg
 - U pressione neutra alla base della striscia espressa in kg
 - E_s, E_d forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
 - X_s, X_d forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
 - ID Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2

Numero di strisce	23	
Coordinate del centro	X[m]= 10.00	Y[m]= 17.00
Raggio del cerchio	R[m]= 10.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 2.87	Y _v [m]= 9.99
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 19.82	Y _m [m]= 15.09

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]
1	2.87	9.99	9.99	3.65	9.99	9.28	3.39	9.75	1.05	-42.47	29.26	0.00
2	3.65	9.99	9.28	4.42	9.99	8.70	4.07	9.48	0.97	-36.68	29.26	0.00
3	4.42	9.99	8.70	5.20	9.99	8.23	4.83	9.22	0.91	-31.30	29.26	0.00
4	5.20	9.99	8.23	5.98	9.99	7.85	5.60	9.01	0.87	-26.21	29.26	0.00
5	5.98	9.99	7.85	6.75	9.99	7.54	6.37	8.84	0.83	-21.34	29.26	0.00
6	6.75	9.99	7.54	7.53	9.99	7.31	7.15	8.71	0.81	-16.63	29.26	0.00
7	7.53	9.99	7.31	8.31	9.99	7.14	7.92	8.61	0.79	-12.03	29.26	0.00
8	8.31	9.99	7.14	9.08	9.99	7.04	8.70	8.54	0.78	-7.51	29.26	0.00
9	9.08	9.99	7.04	9.86	9.99	7.00	9.47	8.51	0.78	-3.03	29.26	0.00
10	9.86	9.99	7.00	9.99	9.99	7.00	9.93	8.50	0.78	-0.43	29.26	0.00
11	9.99	9.99	7.00	10.72	10.72	7.03	10.37	8.69	0.73	2.03	29.26	0.00
12	10.72	10.72	7.03	11.45	11.45	7.11	11.09	9.08	0.73	6.22	29.26	0.00
13	11.45	11.45	7.11	12.18	12.18	7.24	11.82	9.50	0.74	10.44	29.26	0.00
14	12.18	12.18	7.24	12.90	12.90	7.43	12.55	9.94	0.75	14.73	29.26	0.00
15	12.90	12.90	7.43	13.63	13.63	7.68	13.27	10.42	0.77	19.09	29.26	0.00
16	13.63	13.63	7.68	14.36	14.36	8.00	14.00	10.92	0.79	23.58	29.26	0.00
17	14.36	14.36	8.00	15.09	15.09	8.39	14.73	11.46	0.83	28.23	29.26	0.00
18	15.09	15.09	8.39	15.92	15.09	8.94	15.50	11.88	0.99	33.45	29.26	0.00
19	15.92	15.09	8.94	16.75	15.09	9.62	16.33	12.18	1.07	39.38	29.26	0.00
20	16.75	15.09	9.62	17.52	15.09	10.40	17.12	12.55	1.10	45.59	29.26	0.00
21	17.52	15.09	10.40	18.28	15.09	11.40	17.88	12.99	1.25	52.33	29.26	0.00
22	18.28	15.09	11.40	19.05	15.09	12.74	18.64	13.56	1.55	60.37	29.26	0.00
23	19.05	15.09	12.74	19.82	15.09	15.09	19.30	14.31	2.47	71.90	29.26	0.00

Metodo di **BISHOP**

Coefficiente di sicurezza F_s= 1.918

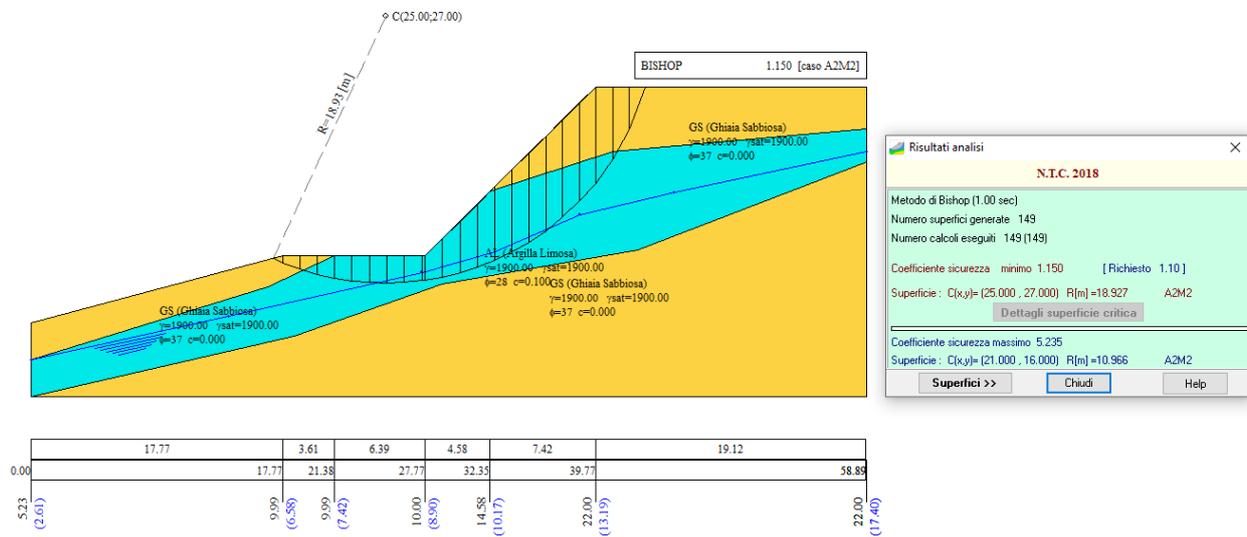
Forze applicate sulle strisce

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
1	525	0	971	284	0	0	865	0	0	
2	1477	0	2353	687	0	865	2822	0	0	

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	Es [kg]	Ed [kg]	Xs [kg]	Xd [kg]	ID
3	2252	0	3205	936	0	2822	5287	0	0	
4	2883	0	3753	1096	0	5287	7929	0	0	
5	3389	0	4108	1200	0	7929	10541	0	0	
6	3785	0	4327	1264	0	10541	12990	0	0	
7	4078	0	4188	1223	242	12990	15110	0	0	
8	4276	0	4004	1170	462	15110	16853	0	0	
9	4381	0	3814	1114	632	16853	18201	0	0	
10	738	0	619	181	121	18201	18387	0	0	
11	4625	0	3809	1113	780	18387	19336	0	0	
12	5561	0	4519	1320	931	19336	20058	0	0	
13	6422	0	5200	1519	1050	20058	20419	0	0	
14	7205	0	5863	1713	1136	20419	20296	0	0	
15	7906	0	6520	1904	1187	20296	19574	0	0	
16	8520	0	7181	2098	1199	19574	18144	0	0	
17	9038	0	7861	2296	1164	18144	15899	0	0	
18	10130	0	9168	2678	1203	15899	12417	0	0	
19	9160	0	8793	2568	949	12417	8221	0	0	
20	7394	0	7861	2296	360	8221	3955	0	0	
21	6101	0	7243	2116	0	3955	-485	0	0	
22	4397	0	5876	1716	0	-485	-4744	0	0	
23	1708	0	2903	848	0	-4744	-7240	0	0	

7.3 Fronte di scavo 3

La pendenza degli scavi è pari a 1/1 ed ha un'altezza di 12,0m. Di seguito si riporta una sintesi dei risultati ed a seguire i tabulati di calcolo:



Dati

Descrizione terreno

Simbologia adottata
 Nr. Indice del terreno

<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kg/mc
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in kg/mc
ϕ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kg/cm ^q
ϕ_u	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u	Coesione 'totale' del terreno espressa in kg/cm ^q

n°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ' [°]	c' [kg/cm ^q]
1	GS (Ghiaia Sabbiosa)	1900	1900	37.00	0.000
2	AL (Argilla Limosa)	1900	1900	28.00	0.100

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.

<i>Nr.</i>	Identificativo del punto
<i>X</i>	Ascissa del punto del profilo espressa in m
<i>Y</i>	Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	5.23
2	17.77	9.99
3	21.38	9.99
4	27.77	10.00
5	32.35	14.58
6	39.77	22.00
7	58.89	22.00

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° 1 (GS (Ghiaia Sabbiosa))

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	0.00
2	58.89	0.00
3	58.89	16.69
4	42.78	10.42
5	29.00	7.99
6	18.52	4.29

Strato N° **2** costituito da terreno n° 2 (AL (Argilla Limosa))

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X [m]	Y [m]
1	32.35	14.58
2	27.77	10.00
3	21.38	9.99
4	16.64	7.83
5	0.00	2.61
6	0.00	0.00
7	18.52	4.29
8	29.00	7.99
9	42.78	10.42
10	58.89	16.69
11	58.89	19.00
12	41.00	17.44

Strato N° 3 costituito da terreno n° 1 (GS (Ghiaia Sabbiosa))

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	21.38	9.99
2	17.77	9.99
3	0.00	5.23
4	0.00	2.61
5	16.64	7.83

Strato N° 4 costituito da terreno n° 1 (GS (Ghiaia Sabbiosa))

Coordinate dei vertici dello strato n° 4

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	58.89	19.00
2	58.89	22.00
3	39.77	22.00
4	32.35	14.58
5	41.00	17.44

Descrizione falda

Livello di falda

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	0.00	2.61
2	13.94	5.70
3	27.54	8.84
4	32.68	10.26
5	38.67	12.93
6	45.34	14.51
7	58.89	17.40

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_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 circolari

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	$X_0 = 12.00$	$Y_0 = 16.00$
Passo maglia	[m]	$dX = 1.00$	$dY = 1.00$
Numero passi		$N_x = 14$	$N_y = 12$
Raggio	[m]	$R = 30.00$	

Si considerano le superfici passanti per il punto P(29.00, 8.50) aventi centri sulla maglia

Opzioni di calcolo

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

- BISHOP

Le superfici sono state analizzate in condizioni **statiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Fronte di scavo [A2-M2] - Parametri di progetto

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di falda

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1.00	m
- freccia inferiore a	0.50	m
- volume inferiore a	2.00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	149
Coefficiente di sicurezza minimo	1.150
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
BISHOP	149	1.150	1	5.235	149

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

F forma (C: circolare, S: spirale logaritmica, G: generica)

C_x ascissa x del centro [m]

C_y ordinata y del centro [m]

R raggio del cerchio espresso in m

x_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m

x_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [mc]

FS coefficiente di sicurezza. Tra parentesi il metodo di calcolo usato (F: Fellenius, B: Bishop, J: Janbu, C: Janbu completo, L: Bell, M: Morgenstern-Price P: Spencer, S: Sarma,

V: Maksimovic, G: GLE)

caso caso di calcolo

La colonna FS (fattore di sicurezza) potrebbe contenere più valori. Questo è dovuto alla presenza degli interventi quando considerati come incremento delle forze di interstriscia. In questo caso vengono analizzate più superfici di scorrimento ed ogni superficie è separata dalla successiva dall'intervento.

N°	F	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
1	C	25.00	27.00	18.93	17.09	43.26	92.79	1.149 (B)	[A2M2]	--
2	C	25.00	26.00	17.95	17.19	42.50	86.81	1.167 (B)	[A2M2]	--
3	C	25.00	25.00	16.98	17.31	41.71	80.48	1.196 (B)	[A2M2]	--
4	C	24.00	27.00	19.16	16.10	42.50	88.34	1.220 (B)	[A2M2]	--
5	C	25.00	24.00	16.01	17.43	40.88	73.86	1.243 (B)	[A2M2]	--
6	C	24.00	26.00	18.20	16.18	41.76	82.52	1.255 (B)	[A2M2]	--
7	C	25.00	23.00	15.04	17.55	40.01	67.32	1.299 (B)	[A2M2]	--
8	C	24.00	25.00	17.24	16.27	40.98	76.42	1.309 (B)	[A2M2]	--
9	C	23.00	27.00	19.45	15.03	41.79	85.22	1.309 (B)	[A2M2]	--
10	C	23.00	26.00	18.50	15.10	41.06	79.68	1.367 (B)	[A2M2]	--
11	C	24.00	24.00	16.29	16.37	40.16	70.50	1.374 (B)	[A2M2]	--
12	C	25.00	22.00	14.08	17.69	39.06	60.09	1.394 (B)	[A2M2]	--
13	C	22.00	27.00	19.78	13.90	41.14	83.66	1.417 (B)	[A2M2]	--
14	C	23.00	25.00	17.56	15.16	40.30	74.29	1.439 (B)	[A2M2]	--
15	C	24.00	23.00	15.34	16.47	39.26	64.03	1.479 (B)	[A2M2]	--
16	C	25.00	21.00	13.12	17.86	38.11	54.06	1.492 (B)	[A2M2]	--
17	C	22.00	26.00	18.85	13.94	40.42	78.63	1.496 (B)	[A2M2]	--
18	C	21.00	27.00	20.16	12.70	40.53	83.45	1.546 (B)	[A2M2]	--
19	C	23.00	24.00	16.62	15.23	39.46	68.48	1.549 (B)	[A2M2]	--
20	C	24.00	22.00	14.40	16.57	38.32	58.50	1.594 (B)	[A2M2]	--
21	C	22.00	25.00	17.92	13.98	39.65	73.39	1.608 (B)	[A2M2]	--
22	C	25.00	20.00	12.18	18.07	37.16	48.45	1.621 (B)	[A2M2]	--
23	C	21.00	26.00	19.24	12.71	39.82	78.83	1.655 (B)	[A2M2]	--
24	C	23.00	23.00	15.69	15.30	38.53	63.43	1.674 (B)	[A2M2]	--
25	C	20.00	27.00	20.57	11.44	39.96	84.61	1.695 (B)	[A2M2]	--
26	C	24.00	21.00	13.46	16.68	37.39	53.38	1.742 (B)	[A2M2]	--
27	C	22.00	24.00	17.01	14.01	38.73	68.64	1.743 (B)	[A2M2]	--
28	C	25.00	19.00	11.24	18.29	36.22	43.40	1.784 (B)	[A2M2]	--

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 kg/cmq
L	sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
W	peso della striscia espresso in kg
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kg
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kg
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kg
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kg
E _s , E _d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
X _s , X _d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2

Numero di strisce	24	
Coordinate del centro	X[m]= 25.00	Y[m]= 27.00
Raggio del cerchio	R[m]= 18.93	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 17.09	Y _v [m]= 9.81
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 43.26	Y _m [m]= 22.00

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]
1	17.09	9.81	9.81	17.77	9.99	9.51	17.54	9.77	0.75	-23.59	31.08	0.00
2	17.77	9.99	9.51	18.97	9.99	9.06	18.44	9.62	1.28	-20.51	31.08	0.00
3	18.97	9.99	9.06	20.18	9.99	8.70	19.61	9.43	1.26	-16.67	24.50	0.07
4	20.18	9.99	8.70	21.38	9.99	8.42	20.80	9.27	1.23	-12.89	23.04	0.08
5	21.38	9.99	8.42	22.61	9.99	8.22	22.01	9.16	1.25	-9.14	23.04	0.08
6	22.61	9.99	8.22	23.84	9.99	8.11	23.23	9.08	1.24	-5.37	23.04	0.08
7	23.84	9.99	8.11	25.08	10.00	8.07	24.46	9.04	1.23	-1.64	23.04	0.08
8	25.08	10.00	8.07	26.31	10.00	8.12	25.69	9.05	1.23	2.10	23.04	0.08
9	26.31	10.00	8.12	27.54	10.00	8.24	26.92	9.09	1.24	5.84	23.04	0.08
10	27.54	10.00	8.24	27.77	10.00	8.28	27.65	9.13	0.23	8.06	23.04	0.08
11	27.77	10.00	8.28	29.00	11.23	8.50	28.43	9.53	1.25	10.31	23.04	0.08
12	29.00	11.23	8.50	30.12	12.35	8.78	29.58	10.23	1.15	13.94	23.04	0.08
13	30.12	12.35	8.78	31.23	13.46	9.13	30.69	10.94	1.17	17.46	23.04	0.08
14	31.23	13.46	9.13	32.35	14.58	9.56	31.81	11.69	1.20	21.04	23.04	0.08
15	32.35	14.58	9.56	32.68	14.91	9.70	32.52	12.19	0.36	23.39	23.04	0.08
16	32.68	14.91	9.70	33.88	16.11	10.28	33.29	12.76	1.33	25.96	23.04	0.08
17	33.88	16.11	10.28	35.08	17.31	10.98	34.49	13.68	1.38	30.07	23.04	0.08
18	35.08	17.31	10.98	36.27	18.50	11.80	35.68	14.65	1.45	34.36	23.04	0.08
19	36.27	18.50	11.80	37.47	19.70	12.76	36.88	15.69	1.54	38.89	23.04	0.08
20	37.47	19.70	12.76	38.67	20.90	13.91	38.07	16.82	1.66	43.73	23.04	0.08
21	38.67	20.90	13.91	39.77	22.00	15.16	39.22	17.99	1.67	48.77	23.04	0.08
22	39.77	22.00	15.16	41.00	22.00	16.89	40.36	18.99	2.12	54.50	23.04	0.08
23	41.00	22.00	16.89	42.13	22.00	18.94	41.52	19.91	2.34	61.26	28.82	0.02
24	42.13	22.00	18.94	43.26	22.00	22.00	42.50	20.98	3.26	69.75	31.08	0.00

Metodo di BISHOP

Coefficiente di sicurezza F_s= 1.149

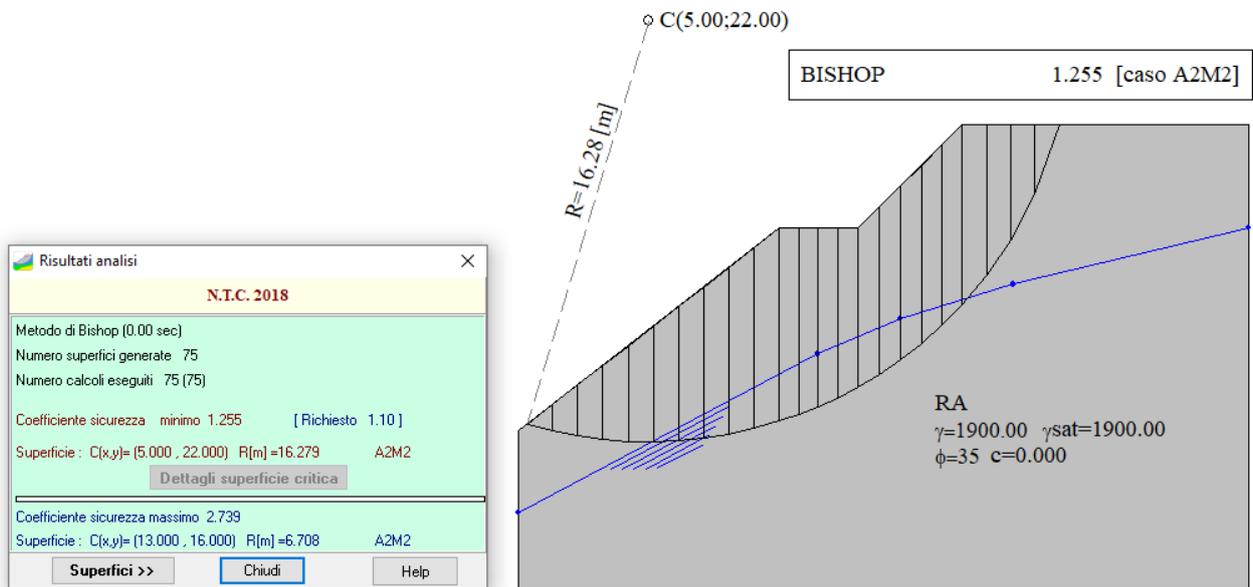
Forze applicate sulle strisce

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
1	314	0	444	233	0	0	391	0	0	
2	1617	0	2148	1127	0	391	2199	0	0	

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
3	2544	0	3256	2007	0	2199	5055	0	0	
4	3270	0	3880	2295	0	5055	8158	0	0	
5	3905	0	4354	2480	0	8158	11297	0	0	
6	4277	0	4535	2539	0	11297	14250	0	0	
7	4458	0	4484	2517	48	14250	16896	0	0	
8	4451	0	3977	2330	392	16896	19064	0	0	
9	4255	0	3420	2127	640	19064	20767	0	0	
10	760	0	573	374	142	20767	21037	0	0	
11	5204	0	4005	2352	857	21037	22481	0	0	
12	6683	0	5324	2771	873	22481	23678	0	0	
13	8385	0	6854	3351	882	23678	24554	0	0	
14	9926	0	8326	3914	803	24554	24929	0	0	
15	3208	0	2738	1263	210	24929	24918	0	0	
16	12557	0	10848	4942	713	24918	24301	0	0	
17	13831	0	12212	5483	596	24301	22629	0	0	
18	14836	0	13552	6025	302	22629	19783	0	0	
19	15531	0	14702	6512	0	19783	15622	0	0	
20	15854	0	15389	6849	0	15622	9933	0	0	
21	14450	0	14483	6521	0	9933	3340	0	0	
22	13961	0	14469	6828	0	3340	-4474	0	0	
23	8749	0	9268	4896	0	-4474	-10246	0	0	
24	3273	0	3905	2048	0	-10246	-13201	0	0	

7.4 Fronte di scavo 4

La pendenza degli scavi è pari a 1/1 ed ha un'altezza di 4,0m. Di seguito si riporta una sintesi dei risultati ed a seguire i tabulati di calcolo:



	10.03	3.00	4.00	11.00	
0.00	10.03	13.03	17.03		28.03
6.14 (2.98)	13.98 (8.34)	13.98 (9.77)	17.98 (11.20)		17.98 (13.98)

Dati

Descrizione terreno

Simbologia adottata

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

n°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ' [°]	c' [kg/cm ^q]
3	RA	1900	1900	35.00	0.000

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 [m]	Y [m]
1	0.00	6.14
2	10.03	13.98
3	13.03	13.98
4	17.03	17.98
5	28.03	17.98

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° 3 (RA)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	6.14
2	0.00	0.00
3	28.03	0.00
4	28.03	17.98
5	17.03	17.98
6	13.03	13.98
7	10.03	13.98

Descrizione falda

Livello di falda

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	2.98
2	11.50	9.12
3	14.69	10.48
4	18.99	11.81
5	28.03	13.98

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 circolari

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	$X_0 = 2.00$	$Y_0 = 16.00$
Passo maglia	[m]	$dX = 1.00$	$dY = 1.00$
Numero passi		$N_x = 12$	$N_y = 9$

Si considerano le superfici passanti per il punto P(16.00, 10.00) aventi centri sulla maglia

Opzioni di calcolo

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

- BISHOP

Le superfici sono state analizzate in condizioni **statiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Fronte di scavo [A2-M2] - Parametri di progetto

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di falda

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1.00	m
- freccia inferiore a	0.50	m
- volume inferiore a	2.00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	75
Coefficiente di sicurezza minimo	1.255
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FSmin	Smin	FSmax	Smax
BISHOP	75	1.255	1	2.739	75

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

F forma (C: circolare, S: spirale logaritmica, G: generica)

C_x ascissa x del centro [m]

C_y ordinata y del centro [m]

R raggio del cerchio espresso in m

x_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m

x_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [mc]

FS coefficiente di sicurezza. Tra parentesi il metodo di calcolo usato (F: Fellenius, B: Bishop, J: Janbu, C: Janbu completo, L: Bell, M: Morgenstern-Price P: Spencer, S: Sarma,

V: Maksimovic, G: GLE)

caso caso di calcolo

La colonna FS (fattore di sicurezza) potrebbe contenere più valori. Questo è dovuto alla presenza degli interventi quando considerati come incremento delle forze di interstriscia. In questo caso vengono analizzate più superfici di scorrimento ed ogni superficie è separata dalla successiva dall'intervento.

N°	F	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
1	C	5.00	22.00	16.28	0.34	20.77	103.69	1.255 (B)	[A2M2]	--
2	C	5.00	21.00	15.56	0.12	20.26	104.98	1.257 (B)	[A2M2]	--
3	C	5.00	23.00	17.03	0.54	21.27	102.86	1.258 (B)	[A2M2]	--
4	C	5.00	24.00	17.80	0.73	21.76	102.24	1.265 (B)	[A2M2]	--
5	C	6.00	22.00	15.62	1.25	21.09	98.02	1.320 (B)	[A2M2]	--
6	C	6.00	23.00	16.40	1.42	21.61	97.75	1.323 (B)	[A2M2]	--
7	C	6.00	21.00	14.87	1.07	20.56	98.50	1.324 (B)	[A2M2]	--
8	C	6.00	24.00	17.20	1.58	22.12	97.78	1.329 (B)	[A2M2]	--
9	C	6.00	20.00	14.14	0.87	20.00	99.42	1.332 (B)	[A2M2]	--
10	C	6.00	19.00	13.45	0.66	19.41	100.62	1.352 (B)	[A2M2]	--
11	C	6.00	18.00	12.81	0.42	18.81	102.15	1.384 (B)	[A2M2]	--
12	C	7.00	22.00	15.00	2.14	21.45	93.11	1.392 (B)	[A2M2]	--
13	C	7.00	23.00	15.81	2.27	21.99	93.48	1.394 (B)	[A2M2]	--
14	C	7.00	21.00	14.21	1.99	20.89	93.01	1.396 (B)	[A2M2]	--
15	C	7.00	24.00	16.64	2.39	22.52	94.01	1.400 (B)	[A2M2]	--
16	C	6.00	17.00	12.21	0.17	18.17	105.22	1.407 (B)	[A2M2]	--
17	C	7.00	20.00	13.45	1.84	20.30	93.01	1.409 (B)	[A2M2]	--
18	C	7.00	19.00	12.73	1.67	19.69	93.33	1.433 (B)	[A2M2]	--
19	C	7.00	18.00	12.04	1.48	19.04	94.22	1.466 (B)	[A2M2]	--
20	C	8.00	22.00	14.42	2.99	21.85	89.08	1.473 (B)	[A2M2]	--
21	C	8.00	23.00	15.26	3.08	22.42	90.00	1.474 (B)	[A2M2]	--
22	C	8.00	21.00	13.60	2.89	21.26	88.25	1.478 (B)	[A2M2]	--
23	C	8.00	24.00	16.12	3.17	22.96	91.07	1.481 (B)	[A2M2]	--
24	C	8.00	20.00	12.81	2.77	20.65	87.58	1.494 (B)	[A2M2]	--
25	C	7.00	17.00	11.40	1.28	18.36	95.89	1.504 (B)	[A2M2]	--
26	C	8.00	19.00	12.04	2.65	20.00	87.17	1.520 (B)	[A2M2]	--
27	C	9.00	22.00	13.89	3.81	22.30	85.85	1.565 (B)	[A2M2]	--
28	C	9.00	23.00	14.76	3.86	22.89	87.36	1.565 (B)	[A2M2]	--

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 kg/cmq
L sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
W peso della striscia espresso in kg
Q carico applicato sulla striscia espresso in kg
N sforzo normale alla base della striscia espresso in kg
T sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kg
U pressione neutra alla base della striscia espressa in kg
E_s, E_d forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
X_s, X_d forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
ID Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2

Numero di strisce	23	
Coordinate del centro	X[m]= 5.00	Y[m]= 22.00
Raggio del cerchio	R[m]= 16.28	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 0.34	Y _v [m]= 6.40
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 20.77	Y _m [m]= 17.98

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]
1	0.34	6.40	6.40	1.31	7.16	6.15	0.98	6.57	1.00	-14.88	29.26	0.00
2	1.31	7.16	6.15	2.28	7.92	5.95	1.84	6.81	0.99	-11.37	29.26	0.00
3	2.28	7.92	5.95	3.24	8.68	5.82	2.79	7.10	0.98	-7.91	29.26	0.00
4	3.24	8.68	5.82	4.21	9.43	5.74	3.75	7.42	0.97	-4.48	29.26	0.00
5	4.21	9.43	5.74	5.18	10.19	5.72	4.71	7.78	0.97	-1.06	29.26	0.00
6	5.18	10.19	5.72	6.15	10.95	5.76	5.68	8.16	0.97	2.35	29.26	0.00
7	6.15	10.95	5.76	7.12	11.71	5.86	6.65	8.57	0.97	5.78	29.26	0.00
8	7.12	11.71	5.86	8.09	12.46	6.02	7.61	9.02	0.98	9.22	29.26	0.00
9	8.09	12.46	6.02	9.06	13.22	6.24	8.58	9.49	0.99	12.70	29.26	0.00
10	9.06	13.22	6.24	10.03	13.98	6.52	9.55	9.99	1.01	16.22	29.26	0.00
11	10.03	13.98	6.52	10.77	13.98	6.78	10.40	10.31	0.78	19.37	29.26	0.00
12	10.77	13.98	6.78	11.50	13.98	7.08	11.13	10.45	0.79	22.14	29.26	0.00
13	11.50	13.98	7.08	12.27	13.98	7.43	11.88	10.62	0.84	25.02	29.26	0.00
14	12.27	13.98	7.43	13.03	13.98	7.84	12.64	10.81	0.87	28.03	29.26	0.00
15	13.03	13.98	7.84	13.86	14.81	8.34	13.45	11.25	0.97	31.27	29.26	0.00
16	13.86	14.81	8.34	14.69	15.64	8.92	14.28	11.93	1.01	34.75	29.26	0.00
17	14.69	15.64	8.92	15.47	16.42	9.53	15.08	12.63	0.99	38.28	29.26	0.00
18	15.47	16.42	9.53	16.25	17.20	10.23	15.86	13.35	1.05	41.87	29.26	0.00
19	16.25	17.20	10.23	17.03	17.98	11.03	16.64	14.11	1.12	45.68	29.26	0.00
20	17.03	17.98	11.03	17.97	17.98	12.16	17.48	14.78	1.46	50.22	29.26	0.00
21	17.97	17.98	12.16	18.90	17.98	13.53	18.41	15.40	1.66	55.72	29.26	0.00
22	18.90	17.98	13.53	19.84	17.98	15.31	19.33	16.16	2.01	62.18	29.26	0.00
23	19.84	17.98	15.31	20.77	17.98	17.98	20.15	17.09	2.83	70.71	29.26	0.00

Metodo di **BISHOP**

Coefficiente di sicurezza F_s= 1.255

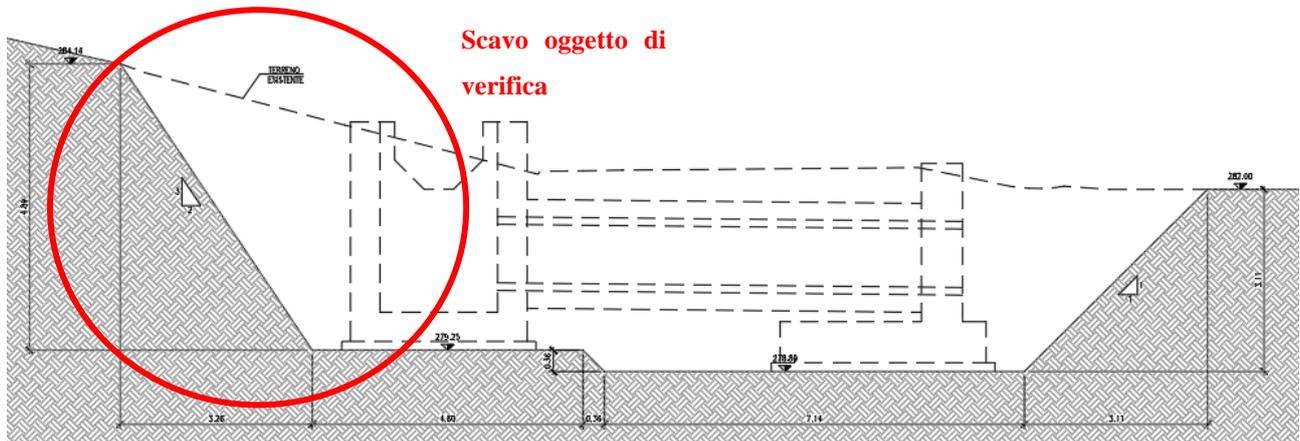
Forze applicate sulle strisce

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
1	935	0	1097	490	0	0	755	0	0	
2	2747	0	3078	1374	0	755	2709	0	0	

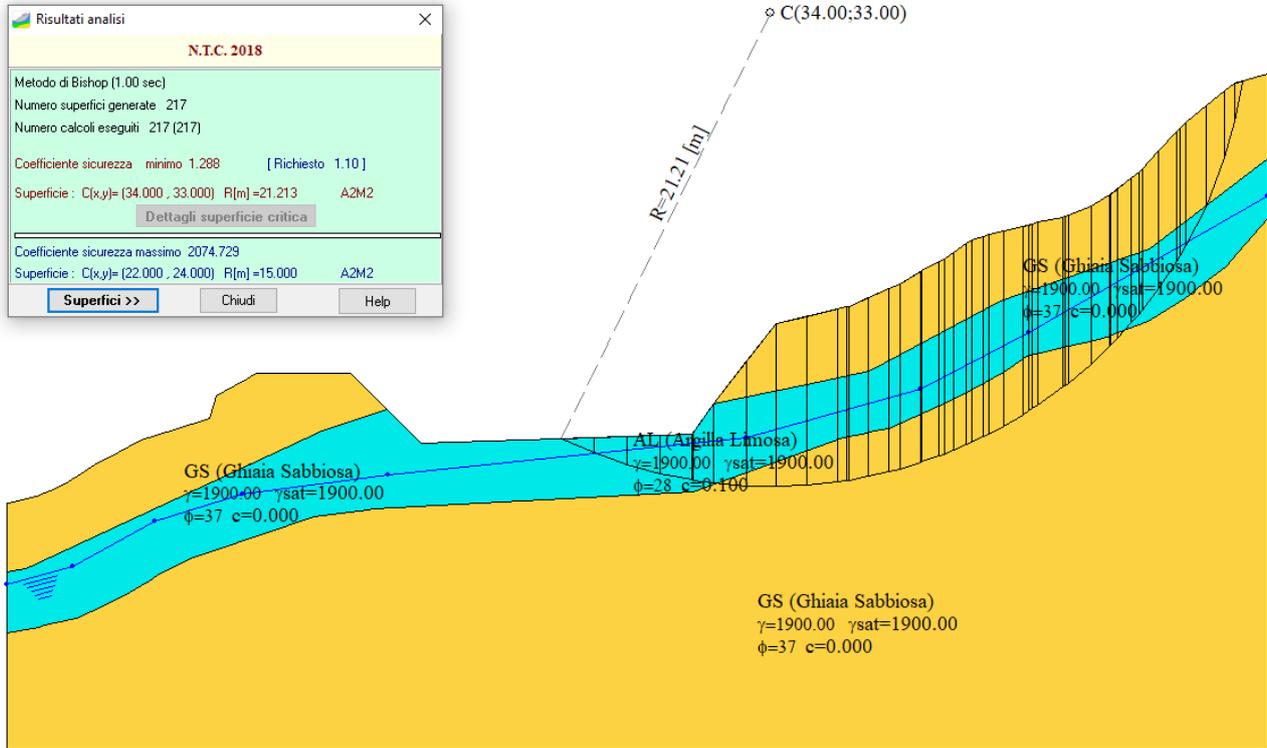
N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
3	4446	0	4785	2135	0	2709	5483	0	0	
4	6035	0	6273	2799	0	5483	8763	0	0	
5	7517	0	7581	3383	0	8763	12286	0	0	
6	8892	0	8488	3788	256	12286	15711	0	0	
7	10161	0	9107	4064	694	15711	18768	0	0	
8	11321	0	9685	4322	1083	18768	21309	0	0	
9	12370	0	10229	4565	1423	21309	23201	0	0	
10	13305	0	10746	4795	1716	23201	24324	0	0	
11	10241	0	8114	3621	1468	24324	24562	0	0	
12	9851	0	7659	3418	1585	24562	24244	0	0	
13	9777	0	7511	3352	1713	24244	23380	0	0	
14	9221	0	7059	3150	1710	23380	22040	0	0	
15	9941	0	7731	3450	1804	22040	20040	0	0	
16	10398	0	8374	3737	1689	20040	17374	0	0	
17	10082	0	8489	3788	1365	17374	14243	0	0	
18	10264	0	9129	4074	1003	14243	10514	0	0	
19	10310	0	9784	4366	502	10514	6205	0	0	
20	11357	0	11556	5157	0	6205	623	0	0	
21	9135	0	9803	4374	0	623	-5014	0	0	
22	6336	0	7356	3282	0	-5014	-9988	0	0	
23	2379	0	3165	1412	0	-9988	-12509	0	0	

7.5 Fronte di scavo 5

La pendenza degli scavi è pari a 2/3 in alcuni punti e 1/1 in altri. La pendenza è stata differenziata in sinistra per contenere gli scavi. Essendo tali scavi di natura provvisoria, necessari per garantire la costruzione dell'opera si riportano delle verifiche per garantirne la stabilità, in particolare la verifica viene condotta sullo scavo a maggiore pendenza e maggiore altezza:



Di seguito si riporta una sintesi dei risultati ed a seguire i tabulati di calcolo:



Dati

Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kg/mc
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in kg/mc
ϕ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kg/cm ²
ϕ_u	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c _u	Coesione 'totale' del terreno espressa in kg/cm ²

n°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ' [°]	c' [kg/cm ²]
1	GS (Ghiaia Sabbiosa)	1900	1900	37.00	0.000
2	AL (Argilla Limosa)	1900	1900	28.00	0.100

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 [m]	Y [m]

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	11.02
2	0.12	11.05
3	0.32	11.10
4	1.32	11.32
5	1.94	11.59
6	2.46	11.86
7	3.15	12.28
8	4.05	12.86
9	4.40	13.03
10	5.95	13.86
11	7.45	14.32
12	9.02	14.86
13	9.22	15.52
14	9.30	15.86
15	9.67	16.07
16	10.70	16.63
17	11.01	16.79
18	11.13	16.86
19	12.24	16.86
20	12.50	16.86
21	13.20	16.86
22	13.59	16.86
23	15.03	16.86
24	15.30	16.86
25	16.92	15.24
26	18.41	13.75
27	30.51	14.12
28	31.44	15.52
29	34.24	19.11
30	36.95	19.74
31	37.36	19.84
32	37.48	19.86
33	39.25	20.67
34	39.74	20.86
35	40.74	21.45
36	41.50	21.86
37	41.62	21.94
38	41.71	22.00
39	42.13	22.30
40	42.71	22.70
41	42.95	22.86
42	43.45	23.00
43	43.72	23.07
44	44.37	23.24
45	45.24	23.45
46	45.65	23.56
47	45.88	23.63
48	47.01	23.86
49	47.12	23.90
50	47.23	23.95
51	48.25	24.34
52	49.10	24.86
53	50.04	25.64
54	50.37	25.86
55	50.52	26.04
56	51.25	26.86
57	52.06	27.70
58	52.21	27.86
59	52.49	28.11
60	53.36	28.86
61	54.21	29.52
62	54.65	29.86
63	56.14	30.26

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° 1 (GS (Ghiaia Sabbiosa))

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	5.98	7.33
2	5.23	6.88
3	4.42	6.46
4	3.11	5.87
5	1.69	5.56
6	1.40	5.49
7	0.00	5.23
8	0.00	0.00
9	56.14	0.00
10	56.14	23.80
11	54.82	22.30
12	54.23	21.61
13	53.49	21.09
14	52.42	20.21
15	50.78	19.20
16	49.44	18.69
17	49.13	18.55
18	48.40	18.33
19	47.25	18.09
20	46.65	17.93
21	45.78	17.72
22	45.37	17.61
23	45.01	17.36
24	44.82	17.22
25	44.38	16.94
26	43.54	16.48
27	42.25	15.73
28	41.48	15.42
29	39.23	14.39
30	38.59	14.27
31	38.29	14.20
32	37.25	13.96
33	30.55	11.55
34	16.31	10.77
35	16.12	10.76
36	13.66	10.44
37	9.21	8.90
38	8.15	8.57
39	6.98	7.95
40	6.84	7.88
41	6.17	7.44

Strato N° 2 costituito da terreno n° 2 (AL (Argilla Limosa))

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X [m]	Y [m]
1	31.44	15.52
2	30.51	14.12
3	18.41	13.75
4	16.92	15.24
5	14.05	14.30
6	1.05	8.20
7	0.80	8.12
8	0.00	7.97
9	0.00	5.23
10	1.40	5.49
11	1.69	5.56
12	3.11	5.87
13	4.42	6.46
14	5.23	6.88
15	5.98	7.33
16	6.17	7.44
17	6.84	7.88
18	6.98	7.95

n°	X [m]	Y [m]
19	8.15	8.57
20	9.21	8.90
21	13.66	10.44
22	16.12	10.76
23	16.31	10.77
24	30.55	11.55
25	37.25	13.96
26	38.29	14.20
27	38.59	14.27
28	39.23	14.39
29	41.48	15.42
30	42.25	15.73
31	43.54	16.48
32	44.38	16.94
33	44.82	17.22
34	45.01	17.36
35	45.37	17.61
36	45.78	17.72
37	46.65	17.93
38	47.25	18.09
39	48.40	18.33
40	49.13	18.55
41	49.44	18.69
42	50.78	19.20
43	52.42	20.21
44	53.49	21.09
45	54.23	21.61
46	54.82	22.30
47	56.14	23.80
48	56.14	26.47
49	50.85	22.42
50	44.23	20.10
51	38.40	16.98
52	35.60	16.35

Strato N° 3 costituito da terreno n° 1 (GS (Ghiaia Sabbiosa))

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X [m]	Y [m]
1	16.92	15.24
2	15.30	16.86
3	15.03	16.86
4	13.59	16.86
5	13.20	16.86
6	12.50	16.86
7	12.24	16.86
8	11.13	16.86
9	11.01	16.79
10	10.70	16.63
11	9.67	16.07
12	9.30	15.86
13	9.22	15.52
14	9.02	14.86
15	7.45	14.32
16	5.95	13.86
17	4.40	13.03
18	4.05	12.86
19	3.15	12.28
20	2.46	11.86
21	1.94	11.59
22	1.32	11.32
23	0.32	11.10
24	0.12	11.05
25	0.00	11.02
26	0.00	7.97
27	0.80	8.12
28	1.05	8.20
29	14.05	14.30

Strato N° 4 costituito da terreno n° 1 (GS (Ghiaia Sabbiosa))

Coordinate dei vertici dello strato n° 4

n°	X [m]	Y [m]
1	56.14	26.47
2	56.14	30.26
3	54.65	29.86
4	54.21	29.52
5	53.36	28.86
6	52.49	28.11
7	52.21	27.86
8	52.06	27.70
9	51.25	26.86
10	50.52	26.04
11	50.37	25.86
12	50.04	25.64
13	49.10	24.86
14	48.25	24.34
15	47.23	23.95
16	47.12	23.90
17	47.01	23.86
18	45.88	23.63
19	45.65	23.56
20	45.24	23.45
21	44.37	23.24
22	43.72	23.07
23	43.45	23.00
24	42.95	22.86
25	42.71	22.70
26	42.13	22.30
27	41.71	22.00
28	41.62	21.94
29	41.50	21.86
30	40.74	21.45
31	39.74	20.86
32	39.25	20.67
33	37.48	19.86
34	37.36	19.84
35	36.95	19.74
36	34.24	19.11
37	31.44	15.52
38	35.60	16.35
39	38.40	16.98
40	44.23	20.10
41	50.85	22.42

Descrizione falda

Livello di falda

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	7.40
2	2.95	8.19
3	6.58	10.22
4	10.46	11.46
5	16.96	12.29
6	32.94	13.96
7	40.67	16.17
8	45.50	18.68
9	56.14	24.82

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_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 circolari

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	$X_0 = 20.00$	$Y_0 = 20.00$
Passo maglia	[m]	$dX = 1.00$	$dY = 1.00$
Numero passi		$N_x = 16$	$N_y = 14$

Si considerano le superfici passanti per il punto P(31.00, 12.00) aventi centri sulla maglia

Opzioni di calcolo

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

- BISHOP

Le superfici sono state analizzate in condizioni **statiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Fronte di scavo [A2-M2] - Parametri di progetto

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di falda

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1.00	m
- freccia inferiore a	0.50	m
- volume inferiore a	2.00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	217
Coefficiente di sicurezza minimo	1.288
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
BISHOP	217	1.288	1	-8.495	217

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

F forma (C: circolare, S: spirale logaritmica, G: generica)

C_x ascissa x del centro [m]

C_y ordinata y del centro [m]

R raggio del cerchio espresso in m

x_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m

x_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [mc]

FS coefficiente di sicurezza. Tra parentesi il metodo di calcolo usato (F: Fellenius, B: Bishop, J: Janbu, C: Janbu completo, L: Bell, M: Morgenstern-Price P: Spencer, S: Sarma,

V: Maksimovic, G: GLE)

caso caso di calcolo

La colonna FS (fattore di sicurezza) potrebbe contenere più valori. Questo è dovuto alla presenza degli interventi quando considerati come incremento delle forze di interstriscia. In

questo caso vengono analizzate più superfici di scorrimento ed ogni superficie è separata dalla successiva dall'intervento.

N°	F	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
1	C	34.00	33.00	21.21	24.68	54.99	174.97	1.288 (B)	[A2M2]	--
2	C	35.00	32.00	20.40	25.47	55.30	188.33	1.303 (B)	[A2M2]	--
3	C	33.00	33.00	21.10	24.00	53.74	154.66	1.317 (B)	[A2M2]	--
4	C	34.00	32.00	20.22	24.88	54.06	165.72	1.323 (B)	[A2M2]	--
5	C	35.00	31.00	19.42	25.67	54.37	178.92	1.339 (B)	[A2M2]	--
6	C	33.00	32.00	20.10	24.20	52.77	146.24	1.347 (B)	[A2M2]	--
7	C	32.00	33.00	21.02	23.22	52.44	137.26	1.349 (B)	[A2M2]	--
8	C	34.00	31.00	19.24	25.09	53.09	156.94	1.357 (B)	[A2M2]	--
9	C	30.00	31.00	19.03	21.76	47.75	100.87	1.369 (B)	[A2M2]	--
10	C	30.00	30.00	18.03	21.97	46.95	95.49	1.369 (B)	[A2M2]	--
11	C	30.00	29.00	17.03	22.19	46.18	90.17	1.371 (B)	[A2M2]	--
12	C	32.00	32.00	20.02	23.43	51.39	129.73	1.373 (B)	[A2M2]	--
13	C	31.00	28.00	16.00	23.43	46.42	93.55	1.373 (B)	[A2M2]	--
14	C	31.00	27.00	15.00	23.67	45.60	87.76	1.376 (B)	[A2M2]	--
15	C	30.00	28.00	16.03	22.42	45.38	84.69	1.376 (B)	[A2M2]	--
16	C	31.00	29.00	17.00	23.20	47.23	99.16	1.376 (B)	[A2M2]	--
17	C	30.00	32.00	20.02	21.55	48.59	106.24	1.376 (B)	[A2M2]	--
18	C	33.00	31.00	19.10	24.41	51.76	138.18	1.377 (B)	[A2M2]	--
19	C	31.00	33.00	21.00	22.34	50.99	122.95	1.377 (B)	[A2M2]	--
20	C	30.00	33.00	21.02	21.35	49.53	111.82	1.378 (B)	[A2M2]	--
21	C	31.00	30.00	18.00	22.97	48.06	104.83	1.379 (B)	[A2M2]	--
22	C	31.00	31.00	19.00	22.75	48.95	110.54	1.380 (B)	[A2M2]	--
23	C	35.00	30.00	18.44	25.87	53.41	169.64	1.381 (B)	[A2M2]	--
24	C	31.00	32.00	20.00	22.54	49.93	116.52	1.383 (B)	[A2M2]	--
25	C	30.00	27.00	15.03	22.66	44.57	79.19	1.384 (B)	[A2M2]	--
26	C	29.00	33.00	21.10	20.25	48.23	103.30	1.384 (B)	[A2M2]	--
27	C	29.00	32.00	20.10	20.44	47.45	98.25	1.385 (B)	[A2M2]	--
28	C	31.00	26.00	14.00	23.93	44.74	81.92	1.385 (B)	[A2M2]	--
29	C	29.00	31.00	19.10	20.65	46.69	93.22	1.386 (B)	[A2M2]	--
30	C	29.00	30.00	18.11	20.85	45.96	88.16	1.388 (B)	[A2M2]	--
31	C	32.00	31.00	19.03	23.64	50.31	122.80	1.390 (B)	[A2M2]	--
32	C	34.00	30.00	18.25	25.30	52.11	148.47	1.392 (B)	[A2M2]	--
33	C	29.00	29.00	17.12	21.07	45.19	83.00	1.393 (B)	[A2M2]	--
34	C	30.00	26.00	14.04	22.91	43.73	73.57	1.395 (B)	[A2M2]	--

N°	F	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
35	C	29.00	28.00	16.12	21.29	44.41	77.83	1.395 (B)	[A2M2]	--
36	C	32.00	30.00	18.03	23.86	49.34	116.39	1.398 (B)	[A2M2]	--
37	C	32.00	28.00	16.03	24.32	47.54	104.36	1.398 (B)	[A2M2]	--
38	C	31.00	25.00	13.00	24.19	43.86	75.97	1.399 (B)	[A2M2]	--
39	C	28.00	29.00	17.26	19.83	44.26	77.81	1.399 (B)	[A2M2]	--
40	C	33.00	30.00	18.11	24.63	50.72	130.79	1.400 (B)	[A2M2]	--
41	C	32.00	29.00	17.03	24.08	48.41	110.28	1.400 (B)	[A2M2]	--
42	C	29.00	27.00	15.13	21.52	43.61	72.62	1.400 (B)	[A2M2]	--
43	C	32.00	27.00	15.03	24.56	46.69	98.39	1.401 (B)	[A2M2]	--
44	C	29.00	26.00	14.14	21.76	42.76	67.30	1.404 (B)	[A2M2]	--
45	C	28.00	30.00	18.25	19.62	45.01	82.63	1.405 (B)	[A2M2]	--
46	C	32.00	26.00	14.04	24.81	45.83	92.39	1.406 (B)	[A2M2]	--
47	C	30.00	25.00	13.04	23.17	42.85	67.85	1.408 (B)	[A2M2]	--
48	C	29.00	25.00	13.15	22.01	41.83	62.19	1.408 (B)	[A2M2]	--
49	C	32.00	25.00	13.04	25.07	44.94	86.19	1.416 (B)	[A2M2]	--
50	C	33.00	29.00	17.12	24.85	49.73	123.92	1.418 (B)	[A2M2]	--
51	C	31.00	24.00	12.00	24.47	42.95	69.86	1.419 (B)	[A2M2]	--
52	C	30.00	24.00	12.04	23.44	41.90	62.29	1.419 (B)	[A2M2]	--
53	C	28.00	28.00	16.28	20.04	43.50	72.94	1.420 (B)	[A2M2]	--
54	C	35.00	29.00	17.46	26.08	52.44	161.10	1.420 (B)	[A2M2]	--
55	C	34.00	29.00	17.26	25.51	51.11	140.64	1.423 (B)	[A2M2]	--
56	C	30.00	22.00	10.05	24.02	40.00	51.79	1.426 (B)	[A2M2]	--
57	C	30.00	23.00	11.05	23.72	40.95	56.99	1.426 (B)	[A2M2]	--
58	C	29.00	24.00	12.17	22.27	40.92	57.32	1.429 (B)	[A2M2]	--
59	C	32.00	24.00	12.04	25.35	44.01	79.95	1.432 (B)	[A2M2]	--
60	C	30.00	21.00	9.06	24.34	39.05	46.58	1.433 (B)	[A2M2]	--
61	C	33.00	28.00	16.12	25.08	48.78	117.46	1.433 (B)	[A2M2]	--
62	C	33.00	27.00	15.13	25.32	47.87	111.29	1.437 (B)	[A2M2]	--
63	C	31.00	23.00	11.00	24.76	41.97	63.85	1.441 (B)	[A2M2]	--
64	C	28.00	27.00	15.30	20.26	42.67	68.07	1.447 (B)	[A2M2]	--
65	C	33.00	26.00	14.14	25.57	46.98	105.08	1.447 (B)	[A2M2]	--
66	C	34.00	28.00	16.28	25.74	50.11	133.32	1.452 (B)	[A2M2]	--
67	C	29.00	23.00	11.18	22.54	40.00	52.62	1.452 (B)	[A2M2]	--
68	C	33.00	25.00	13.15	25.82	46.09	98.85	1.457 (B)	[A2M2]	--
69	C	31.00	22.00	10.00	25.06	40.99	58.06	1.457 (B)	[A2M2]	--
70	C	32.00	23.00	11.05	25.64	43.04	73.53	1.460 (B)	[A2M2]	--
71	C	35.00	28.00	16.49	26.30	51.47	152.81	1.461 (B)	[A2M2]	--
72	C	30.00	20.00	8.06	24.68	38.06	41.44	1.468 (B)	[A2M2]	--
73	C	28.00	26.00	14.32	20.48	41.76	63.37	1.474 (B)	[A2M2]	--
74	C	31.00	21.00	9.00	25.39	40.00	52.37	1.475 (B)	[A2M2]	--
75	C	34.00	27.00	15.30	25.97	49.15	126.53	1.475 (B)	[A2M2]	--
76	C	29.00	22.00	10.20	22.82	39.10	47.87	1.487 (B)	[A2M2]	--
77	C	33.00	24.00	12.17	26.09	45.15	92.10	1.487 (B)	[A2M2]	--
78	C	32.00	22.00	10.05	25.94	42.05	67.03	1.496 (B)	[A2M2]	--
79	C	31.00	20.00	8.00	25.74	38.98	46.73	1.496 (B)	[A2M2]	--
80	C	34.00	26.00	14.32	26.21	48.22	119.94	1.500 (B)	[A2M2]	--
81	C	35.00	27.00	15.52	26.52	50.49	145.17	1.500 (B)	[A2M2]	--
82	C	28.00	25.00	13.34	20.72	40.88	58.91	1.503 (B)	[A2M2]	--
83	C	33.00	23.00	11.18	26.38	44.18	85.75	1.512 (B)	[A2M2]	--
84	C	34.00	25.00	13.34	26.46	47.30	113.85	1.515 (B)	[A2M2]	--
85	C	29.00	21.00	9.22	23.13	38.18	43.35	1.524 (B)	[A2M2]	--
86	C	32.00	21.00	9.06	26.27	41.03	60.90	1.527 (B)	[A2M2]	--
87	C	28.00	24.00	12.37	20.96	40.00	54.73	1.531 (B)	[A2M2]	--
88	C	35.00	26.00	14.56	26.75	49.54	138.00	1.539 (B)	[A2M2]	--
89	C	34.00	24.00	12.37	26.71	46.37	107.22	1.545 (B)	[A2M2]	--
90	C	33.00	22.00	10.20	26.67	43.16	79.14	1.550 (B)	[A2M2]	--
91	C	32.00	20.00	8.06	26.61	40.00	54.76	1.565 (B)	[A2M2]	--
92	C	29.00	20.00	8.25	23.45	37.24	38.96	1.571 (B)	[A2M2]	--
93	C	28.00	23.00	11.40	21.22	39.15	50.57	1.571 (B)	[A2M2]	--
94	C	35.00	25.00	13.60	26.98	48.59	131.30	1.578 (B)	[A2M2]	--
95	C	34.00	23.00	11.40	26.98	45.39	100.70	1.582 (B)	[A2M2]	--
96	C	27.00	26.00	14.56	19.10	40.85	61.81	1.596 (B)	[A2M2]	--
97	C	33.00	21.00	9.22	26.99	42.13	72.27	1.606 (B)	[A2M2]	--
98	C	35.00	24.00	12.65	27.23	47.65	124.86	1.615 (B)	[A2M2]	--
99	C	28.00	22.00	10.44	21.48	38.29	46.57	1.617 (B)	[A2M2]	--
100	C	34.00	22.00	10.44	27.27	44.37	94.05	1.627 (B)	[A2M2]	--
101	C	27.00	25.00	13.60	19.31	40.01	58.07	1.633 (B)	[A2M2]	--
102	C	27.00	24.00	12.65	19.54	39.20	54.42	1.669 (B)	[A2M2]	--
103	C	35.00	23.00	11.70	27.48	46.68	118.26	1.669 (B)	[A2M2]	--
104	C	33.00	20.00	8.25	27.32	41.08	65.55	1.673 (B)	[A2M2]	--

N°	F	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
105	C	28.00	21.00	9.49	21.76	37.42	42.78	1.674 (B)	[A2M2]	--
106	C	34.00	21.00	9.49	27.56	43.28	86.76	1.705 (B)	[A2M2]	--
107	C	27.00	23.00	11.70	19.77	38.38	50.92	1.716 (B)	[A2M2]	--
108	C	35.00	22.00	10.77	27.75	45.66	111.80	1.722 (B)	[A2M2]	--
109	C	27.00	30.00	18.44	14.06	44.13	81.66	1.725 (B)	[A2M2]	--
110	C	27.00	31.00	19.42	13.69	44.85	86.99	1.739 (B)	[A2M2]	--
111	C	27.00	32.00	20.40	13.33	45.56	92.33	1.752 (B)	[A2M2]	--
112	C	27.00	33.00	21.38	12.98	46.25	97.66	1.762 (B)	[A2M2]	--
113	C	27.00	22.00	10.77	20.02	37.56	47.71	1.775 (B)	[A2M2]	--
114	C	28.00	20.00	8.54	22.06	36.54	38.81	1.780 (B)	[A2M2]	--
115	C	35.00	21.00	9.85	28.03	44.58	104.50	1.817 (B)	[A2M2]	--
116	C	34.00	20.00	8.54	27.88	42.21	79.30	1.822 (B)	[A2M2]	--
117	C	27.00	21.00	9.85	20.27	36.76	44.40	1.880 (B)	[A2M2]	--
118	C	35.00	20.00	8.94	28.32	43.43	96.43	1.990 (B)	[A2M2]	--
119	C	26.00	22.00	11.18	18.45	36.95	51.02	2.039 (B)	[A2M2]	--
120	C	27.00	20.00	8.94	20.54	35.93	41.11	2.053 (B)	[A2M2]	--
121	C	26.00	23.00	12.08	16.13	37.69	54.06	2.070 (B)	[A2M2]	--
122	C	26.00	24.00	13.00	15.14	38.47	57.70	2.136 (B)	[A2M2]	--
123	C	26.00	33.00	21.59	11.66	45.38	99.17	2.142 (B)	[A2M2]	--
124	C	26.00	32.00	20.62	12.01	44.70	94.23	2.164 (B)	[A2M2]	--
125	C	26.00	31.00	19.65	12.36	44.01	89.23	2.189 (B)	[A2M2]	--
126	C	26.00	25.00	13.93	14.70	39.24	61.74	2.195 (B)	[A2M2]	--
127	C	26.00	21.00	10.30	18.68	36.20	48.44	2.218 (B)	[A2M2]	--
128	C	26.00	30.00	18.68	12.72	43.30	84.27	2.219 (B)	[A2M2]	--
129	C	26.00	26.00	14.87	14.28	40.01	65.91	2.229 (B)	[A2M2]	--
130	C	26.00	29.00	17.72	13.09	42.51	79.37	2.235 (B)	[A2M2]	--
131	C	26.00	27.00	15.81	13.87	40.82	70.16	2.250 (B)	[A2M2]	--
132	C	26.00	28.00	16.76	13.47	41.63	74.64	2.250 (B)	[A2M2]	--
133	C	26.00	20.00	9.43	18.92	35.41	45.97	2.508 (B)	[A2M2]	--
134	C	25.00	33.00	21.84	10.60	44.56	102.67	2.633 (B)	[A2M2]	--
135	C	25.00	32.00	20.88	10.81	43.90	98.19	2.719 (B)	[A2M2]	--
136	C	25.00	31.00	19.92	11.02	43.22	93.67	2.816 (B)	[A2M2]	--
137	C	25.00	30.00	18.97	11.31	42.43	89.19	2.926 (B)	[A2M2]	--
138	C	25.00	29.00	18.03	11.67	41.58	84.99	3.035 (B)	[A2M2]	--
139	C	25.00	28.00	17.09	12.04	40.80	81.01	3.144 (B)	[A2M2]	--
140	C	25.00	27.00	16.16	12.42	40.01	77.25	3.242 (B)	[A2M2]	--
141	C	24.00	33.00	22.14	9.71	43.79	107.64	3.267 (B)	[A2M2]	--
142	C	25.00	26.00	15.23	12.82	39.27	73.65	3.347 (B)	[A2M2]	--
143	C	25.00	25.00	14.32	13.22	38.54	70.19	3.463 (B)	[A2M2]	--
144	C	24.00	32.00	21.19	9.89	43.14	103.74	3.477 (B)	[A2M2]	--
145	C	25.00	24.00	13.42	13.64	37.81	67.05	3.556 (B)	[A2M2]	--
146	C	25.00	23.00	12.53	14.08	37.11	63.92	3.679 (B)	[A2M2]	--
147	C	24.00	31.00	20.25	10.08	42.36	99.92	3.737 (B)	[A2M2]	--
148	C	25.00	22.00	11.66	14.53	36.42	60.71	3.878 (B)	[A2M2]	--
149	C	24.00	30.00	19.31	10.28	41.52	96.32	4.018 (B)	[A2M2]	--
150	C	23.00	33.00	22.47	9.15	43.07	113.87	4.028 (B)	[A2M2]	--
151	C	25.00	21.00	10.82	15.01	35.71	57.96	4.037 (B)	[A2M2]	--
152	C	25.00	20.00	10.00	15.62	34.97	55.18	4.280 (B)	[A2M2]	--
153	C	24.00	29.00	18.38	10.50	40.77	92.94	4.327 (B)	[A2M2]	--
154	C	23.00	32.00	21.54	9.20	42.29	110.72	4.433 (B)	[A2M2]	--
155	C	24.00	28.00	17.46	10.73	40.01	89.80	4.658 (B)	[A2M2]	--
156	C	22.00	33.00	22.85	8.40	42.22	120.91	4.739 (B)	[A2M2]	--
157	C	23.00	31.00	20.62	9.25	41.47	107.81	4.908 (B)	[A2M2]	--
158	C	24.00	27.00	16.55	10.98	39.30	86.79	5.058 (B)	[A2M2]	--
159	C	22.00	32.00	21.93	8.53	41.43	118.65	5.301 (B)	[A2M2]	--
160	C	21.00	33.00	23.26	7.23	41.38	129.53	5.424 (B)	[A2M2]	--
161	C	23.00	30.00	19.70	9.30	40.75	105.11	5.482 (B)	[A2M2]	--
162	C	24.00	26.00	15.65	11.29	38.61	83.84	5.525 (B)	[A2M2]	--
163	C	20.00	33.00	23.71	5.99	40.68	139.75	5.972 (B)	[A2M2]	--
164	C	24.00	25.00	14.76	11.68	37.91	81.27	6.002 (B)	[A2M2]	--
165	C	22.00	31.00	21.02	8.67	40.73	116.65	6.018 (B)	[A2M2]	--
166	C	21.00	32.00	22.36	7.35	40.70	128.05	6.101 (B)	[A2M2]	--
167	C	23.00	29.00	18.79	9.47	40.01	102.62	6.181 (B)	[A2M2]	--
168	C	24.00	24.00	13.89	12.08	37.25	78.80	6.675 (B)	[A2M2]	--
169	C	20.00	32.00	22.83	6.09	40.01	139.07	6.694 (B)	[A2M2]	--
170	C	22.00	30.00	20.12	8.82	40.01	114.90	6.956 (B)	[A2M2]	--
171	C	21.00	31.00	21.47	7.47	40.01	126.85	6.969 (B)	[A2M2]	--
172	C	23.00	28.00	17.89	9.67	39.33	100.35	7.086 (B)	[A2M2]	--
173	C	20.00	31.00	21.95	6.19	39.40	138.61	7.625 (B)	[A2M2]	--
174	C	24.00	23.00	13.04	12.50	36.60	76.33	7.843 (B)	[A2M2]	--

N°	F	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
175	C	21.00	30.00	20.59	7.59	39.38	125.88	8.138 (B)	[A2M2]	--
176	C	22.00	29.00	19.24	8.98	39.36	113.38	8.277 (B)	[A2M2]	--
177	C	23.00	27.00	17.00	9.88	38.67	98.18	8.395 (B)	[A2M2]	--
178	C	20.00	30.00	21.10	6.29	38.82	138.40	8.935 (B)	[A2M2]	--
179	C	24.00	22.00	12.21	12.93	35.95	74.28	9.309 (B)	[A2M2]	--
180	C	21.00	29.00	19.72	7.72	38.77	125.10	9.878 (B)	[A2M2]	--
181	C	23.00	26.00	16.12	10.11	38.01	96.28	10.172 (B)	[A2M2]	--
182	C	22.00	28.00	18.36	9.06	38.72	112.06	10.314 (B)	[A2M2]	--
183	C	20.00	29.00	20.25	6.40	38.24	138.52	10.709 (B)	[A2M2]	--
184	C	24.00	21.00	11.40	13.38	35.28	72.22	12.336 (B)	[A2M2]	--
185	C	21.00	28.00	18.87	7.86	38.17	124.68	12.487 (B)	[A2M2]	--
186	C	23.00	25.00	15.26	10.36	37.37	94.58	13.090 (B)	[A2M2]	--
187	C	20.00	28.00	19.42	6.51	37.67	138.92	13.495 (B)	[A2M2]	--
188	C	22.00	27.00	17.49	9.11	38.09	111.02	13.600 (B)	[A2M2]	--
189	C	21.00	27.00	18.03	8.00	37.57	124.54	17.182 (B)	[A2M2]	--
190	C	24.00	20.00	10.63	13.84	34.60	70.87	17.206 (B)	[A2M2]	--
191	C	20.00	27.00	18.60	6.63	37.15	139.59	18.486 (B)	[A2M2]	--
192	C	23.00	24.00	14.42	10.63	36.77	93.00	18.678 (B)	[A2M2]	--
193	C	22.00	26.00	16.64	9.18	37.47	110.12	20.221 (B)	[A2M2]	--
194	C	21.00	26.00	17.20	8.15	37.03	124.61	28.828 (B)	[A2M2]	--
195	C	20.00	26.00	17.80	6.75	36.64	140.70	29.535 (B)	[A2M2]	--
196	C	23.00	23.00	13.60	10.92	36.16	91.64	32.220 (B)	[A2M2]	--
197	C	22.00	25.00	15.81	9.25	36.91	109.41	41.060 (B)	[A2M2]	--
198	C	20.00	25.00	17.03	6.88	36.13	142.15	76.886 (B)	[A2M2]	--
199	C	21.00	25.00	16.40	8.31	36.50	125.06	89.635 (B)	[A2M2]	--
200	C	23.00	22.00	12.81	11.27	35.54	90.53	118.054 (B)	[A2M2]	--
201	C	22.00	24.00	15.00	9.37	36.34	109.00	2074.729 (B)	[A2M2]	--
202	C	20.00	24.00	16.28	7.01	35.62	143.84		[A2M2]	--
203	C	21.00	24.00	15.62	8.47	35.96	125.86		[A2M2]	--
204	C	23.00	21.00	12.04	11.69	34.92	89.69		[A2M2]	--
205	C	22.00	23.00	14.21	9.61	35.77	108.87		[A2M2]	--
206	C	20.00	23.00	15.56	7.15	35.11	146.26		[A2M2]	--
207	C	21.00	23.00	14.87	8.65	35.42	126.91		[A2M2]	--
208	C	23.00	20.00	11.31	12.13	34.28	89.19		[A2M2]	--
209	C	22.00	22.00	13.45	9.87	35.19	108.99		[A2M2]	--
210	C	20.00	22.00	14.87	7.30	34.60	149.17		[A2M2]	--
211	C	21.00	22.00	14.14	8.83	34.87	128.62		[A2M2]	--
212	C	22.00	21.00	12.73	10.16	34.60	109.66		[A2M2]	--
213	C	20.00	21.00	14.21	7.45	34.05	152.65		[A2M2]	--
214	C	21.00	21.00	13.45	9.02	34.32	130.92		[A2M2]	--
215	C	20.00	20.00	13.60	7.62	33.47	157.52		[A2M2]	--
216	C	22.00	20.00	12.04	10.48	33.98	110.42		[A2M2]	--
217	C	21.00	20.00	12.81	9.12	33.71	133.76		[A2M2]	--

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 kg/cmq
L	sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
W	peso della striscia espressa in kg
Q	carico applicato sulla striscia espressa in kg
N	sfuerzo normale alla base della striscia espressa in kg
T	sfuerzo tangenziale alla base della striscia espressa in kg
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kg
E _s , E _d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
X _s , X _d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2

Numero di strisce	47	
Coordinate del centro	X[m]= 34.00	Y[m]= 33.00
Raggio del cerchio	R[m]= 21.21	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 24.68	Y _v [m]= 13.94
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 54.99	Y _m [m]= 29.95

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]
1	24.68	13.94	13.94	26.14	13.99	13.30	25.66	13.74	1.59	-23.90	23.04	0.08
2	26.14	13.99	13.30	27.60	14.03	12.78	26.94	13.51	1.55	-19.66	23.04	0.08
3	27.60	14.03	12.78	29.05	14.08	12.37	28.36	13.31	1.51	-15.53	23.04	0.08
4	29.05	14.08	12.37	30.51	14.12	12.08	29.80	13.16	1.49	-11.48	23.04	0.08
5	30.51	14.12	12.08	30.55	14.18	12.07	30.53	13.11	0.04	-9.41	23.04	0.08
6	30.55	14.18	12.07	31.44	15.52	11.94	31.03	13.45	0.90	-8.15	23.04	0.08
7	31.44	15.52	11.94	32.94	17.44	11.81	32.25	14.21	1.51	-4.90	30.22	0.01
8	32.94	17.44	11.81	34.24	19.11	11.79	33.62	15.06	1.30	-1.11	31.08	0.00
9	34.24	19.11	11.79	35.59	19.42	11.85	34.92	15.54	1.36	2.48	31.08	0.00
10	35.59	19.42	11.85	36.95	19.74	11.99	36.27	15.75	1.36	6.15	31.08	0.00
11	36.95	19.74	11.99	37.36	19.84	12.05	37.16	15.91	0.41	8.55	31.08	0.00
12	37.36	19.84	12.05	37.48	19.86	12.07	37.42	15.96	0.12	9.28	31.08	0.00
13	37.48	19.86	12.07	38.36	20.27	12.24	37.92	16.11	0.90	10.66	31.08	0.00
14	38.36	20.27	12.24	39.25	20.67	12.45	38.81	16.41	0.91	13.10	31.08	0.00
15	39.25	20.67	12.45	39.74	20.86	12.58	39.50	16.64	0.51	15.01	31.08	0.00
16	39.74	20.86	12.58	40.67	21.41	12.86	40.21	16.93	0.97	17.01	31.08	0.00
17	40.67	21.41	12.86	40.74	21.45	12.89	40.71	17.15	0.07	18.43	31.08	0.00
18	40.74	21.45	12.89	41.50	21.86	13.16	41.12	17.34	0.81	19.62	31.08	0.00
19	41.50	21.86	13.16	41.71	22.00	13.24	41.61	17.56	0.22	21.01	31.08	0.00
20	41.71	22.00	13.24	42.13	22.30	13.41	41.92	17.74	0.45	21.92	31.08	0.00
21	42.13	22.30	13.41	42.71	22.70	13.66	42.42	18.02	0.63	23.39	31.08	0.00
22	42.71	22.70	13.66	42.95	22.86	13.77	42.83	18.25	0.26	24.60	31.08	0.00
23	42.95	22.86	13.77	43.45	23.00	14.01	43.20	18.41	0.55	25.70	31.08	0.00
24	43.45	23.00	14.01	43.72	23.07	14.14	43.58	18.56	0.30	26.86	31.08	0.00
25	43.72	23.07	14.14	44.37	23.24	14.49	44.04	18.74	0.74	28.27	31.08	0.00
26	44.37	23.24	14.49	45.24	23.45	15.01	44.80	19.05	1.01	30.63	31.08	0.00
27	45.24	23.45	15.01	45.50	23.52	15.17	45.37	19.29	0.31	32.41	31.08	0.00
28	45.50	23.52	15.17	45.65	23.56	15.27	45.57	19.38	0.18	33.07	31.08	0.00
29	45.65	23.56	15.27	45.88	23.63	15.43	45.76	19.47	0.28	33.68	31.08	0.00
30	45.88	23.63	15.43	47.01	23.86	16.24	46.44	19.79	1.40	35.94	31.08	0.00
31	47.01	23.86	16.24	47.12	23.90	16.33	47.06	20.08	0.14	38.02	31.08	0.00
32	47.12	23.90	16.33	47.23	23.95	16.42	47.17	20.15	0.14	38.39	31.08	0.00
33	47.23	23.95	16.42	48.25	24.34	17.29	47.73	20.49	1.34	40.39	31.08	0.00
34	48.25	24.34	17.29	49.10	24.86	18.10	48.67	21.14	1.18	43.79	31.08	0.00
35	49.10	24.86	18.10	49.13	24.88	18.13	49.11	21.49	0.04	45.44	31.08	0.00
36	49.13	24.88	18.13	49.44	25.14	18.45	49.28	21.65	0.45	46.10	31.08	0.00
37	49.44	25.14	18.45	50.04	25.64	19.12	49.74	22.09	0.90	47.92	27.41	0.04
38	50.04	25.64	19.12	50.37	25.86	19.51	50.20	22.53	0.51	49.82	23.04	0.08
39	50.37	25.86	19.51	50.52	26.04	19.69	50.44	22.78	0.24	50.83	23.04	0.08
40	50.52	26.04	19.69	51.25	26.86	20.65	50.88	23.31	1.21	52.78	23.04	0.08
41	51.25	26.86	20.65	52.06	27.70	21.87	51.65	24.27	1.46	56.38	23.04	0.08
42	52.06	27.70	21.87	52.21	27.86	22.12	52.13	24.89	0.29	58.75	23.04	0.08
43	52.21	27.86	22.12	52.49	28.11	22.60	52.35	25.17	0.56	59.89	23.04	0.08
44	52.49	28.11	22.60	53.36	28.86	24.33	52.91	25.96	1.93	63.26	23.04	0.08
45	53.36	28.86	24.33	54.21	29.52	26.55	53.76	27.27	2.38	69.09	31.01	0.00
46	54.21	29.52	26.55	54.65	29.86	28.14	54.41	28.48	1.65	74.54	31.08	0.00
47	54.65	29.86	28.14	54.99	29.95	29.95	54.76	29.32	1.84	79.25	31.08	0.00

Metodo di **BISHOP**

Coefficiente di sicurezza $F_s = 1.288$

Forze applicate sulle strisce

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
1	955	0	1737	1563	0	0	2133	0	0	

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
2	2691	0	3121	1991	447	2133	5208	0	0	
3	4094	0	3461	2082	1366	5208	8506	0	0	
4	5186	0	3633	2123	2090	8506	11725	0	0	
5	158	0	104	59	66	11725	11812	0	0	
6	4810	0	3532	1725	1574	11812	14242	0	0	
7	13122	0	10571	4881	3017	14242	20265	0	0	
8	15995	0	13067	6116	3049	20265	26692	0	0	
9	19180	0	15217	7122	3673	26692	32990	0	0	
10	19727	0	15006	7023	4079	32990	37927	0	0	
11	6050	0	4499	2106	1302	37927	39146	0	0	
12	1775	0	1312	614	386	39146	39478	0	0	
13	13292	0	9760	4568	2906	39478	41625	0	0	
14	13660	0	9949	4656	2993	41625	43226	0	0	
15	7683	0	5570	2607	1685	43226	43865	0	0	
16	14867	0	10779	5045	3226	43865	44591	0	0	
17	1138	0	826	387	245	44591	44620	0	0	
18	12467	0	9004	4214	2729	44620	44651	0	0	
19	3484	0	2504	1172	778	44651	44568	0	0	
20	7045	0	5058	2367	1583	44568	44284	0	0	
21	9883	0	7090	3319	2242	44284	43626	0	0	
22	4135	0	2967	1389	945	43626	43260	0	0	
23	8590	0	6152	2879	1996	43260	42320	0	0	
24	4596	0	3282	1536	1092	42320	41714	0	0	
25	10912	0	7773	3638	2660	41714	39977	0	0	
26	14205	0	10102	4728	3607	39977	37061	0	0	
27	4146	0	2950	1381	1084	37061	36064	0	0	
28	2370	0	1688	790	626	36064	35463	0	0	
29	3604	0	2567	1201	963	35463	34505	0	0	
30	16983	0	12129	5677	4732	34505	29204	0	0	
31	1587	0	1138	532	460	29204	28639	0	0	
32	1578	0	1134	531	459	28639	28066	0	0	
33	14134	0	10283	4813	4180	28066	22358	0	0	
34	11154	0	8375	3920	3320	22358	17094	0	0	
35	385	0	295	138	113	17094	16900	0	0	
36	3959	0	3067	1436	1150	16900	14856	0	0	
37	7530	0	6126	2720	2097	14856	10577	0	0	
38	4036	0	3460	1460	1065	10577	8062	0	0	
39	1810	0	1583	670	459	8062	6902	0	0	
40	8706	0	7985	3386	1950	6902	1039	0	0	
41	9261	0	9314	3984	1420	1039	-5694	0	0	
42	1649	0	1770	764	149	-5694	-6938	0	0	
43	2992	0	3322	1444	153	-6938	-9220	0	0	
44	8297	0	9700	4404	0	-9220	-15901	0	0	
45	6054	0	7620	3570	0	-15901	-21745	0	0	
46	1957	0	2727	1276	0	-21745	-24033	0	0	
47	559	0	865	405	0	-24033	-24808	0	0	

Dati

Descrizione terreno

Simbologia adottata

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

n°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ' [°]	c' [kg/cm ^q]
3	RA	1900	1900	35.00	0.000

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 [m]	Y [m]
1	0.00	6.11
2	10.12	6.21
3	10.71	5.62
4	15.51	5.62
5	16.09	11.42
6	16.37	11.45
7	20.22	11.77
8	20.38	11.77
9	20.50	11.77
10	20.66	11.78
11	21.37	12.08
12	21.75	12.25
13	22.84	12.77
14	22.97	12.86
15	23.69	13.38
16	24.24	13.77
17	24.35	13.91
18	25.00	14.77
19	25.43	15.96

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° 3 (RA)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	6.11
2	0.00	0.00
3	25.43	0.00
4	25.43	15.96
5	25.00	14.77
6	24.35	13.91
7	24.24	13.77
8	23.69	13.38
9	22.97	12.86

n°	X [m]	Y [m]
10	22.84	12.77
11	21.75	12.25
12	21.37	12.08
13	20.66	11.78
14	20.50	11.77
15	20.38	11.77
16	20.22	11.77
17	16.37	11.45
18	16.09	11.42
19	15.51	5.62
20	10.71	5.62
21	10.12	6.21

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 circolari

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	$X_0 = 4.00$	$Y_0 = 12.00$
Passo maglia	[m]	$dX = 1.00$	$dY = 1.00$
Numero passi		$N_x = 11$	$N_y = 8$

Si considerano le superfici passanti per il punto P(16.00, 4.00) aventi centri sulla maglia

Opzioni di calcolo

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

- BISHOP

Le superfici sono state analizzate in condizioni **statiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Fronte di scavo [A2-M2] - Parametri di progetto

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1.00	m
- freccia inferiore a	0.50	m
- volume inferiore a	2.00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	28
Coefficiente di sicurezza minimo	1.503
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
BISHOP	28	1.503	1	4.030	28

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

F forma (C: circolare, S: spirale logaritmica, G: generica)

C_x ascissa x del centro [m]

C_y ordinata y del centro [m]

R raggio del cerchio espresso in m

x_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m

x_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [mc]

FS coefficiente di sicurezza. Tra parentesi il metodo di calcolo usato (F: Fellenius, B: Bishop, J: Janbu, C: Janbu completo, L: Bell, M: Morgenstern-Price P: Spencer, S: Sarma,

V: Maksimovic, G: GLE)

caso caso di calcolo

La colonna FS (fattore di sicurezza) potrebbe contenere più valori. Questo è dovuto alla presenza degli interventi quando considerati come incremento delle forze di interstriscia. In questo caso vengono analizzate più superfici di scorrimento ed ogni superficie è separata dalla successiva dall'intervento.

N°	F	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
1	C	14.00	15.00	11.18	7.13	25.18	64.70	1.503 (B)	[A2M2]	--
2	C	14.00	14.00	10.20	7.45	24.19	58.48	1.532 (B)	[A2M2]	--
3	C	14.00	13.00	9.22	7.79	23.22	53.08	1.539 (B)	[A2M2]	--
4	C	14.00	12.00	8.25	8.15	22.23	47.76	1.549 (B)	[A2M2]	--
5	C	13.00	16.00	12.37	5.50	25.37	67.49	1.571 (B)	[A2M2]	--
6	C	13.00	15.00	11.40	5.79	24.35	61.90	1.610 (B)	[A2M2]	--
7	C	13.00	14.00	10.44	6.09	23.41	56.89	1.642 (B)	[A2M2]	--
8	C	13.00	13.00	9.49	6.41	22.48	51.98	1.685 (B)	[A2M2]	--
9	C	13.00	12.00	8.54	6.75	21.54	47.66	1.714 (B)	[A2M2]	--
10	C	12.00	16.00	12.65	4.06	24.51	66.47	1.733 (B)	[A2M2]	--
11	C	12.00	15.00	11.70	4.34	23.58	61.97	1.788 (B)	[A2M2]	--
12	C	12.00	14.00	10.77	4.62	22.69	57.88	1.843 (B)	[A2M2]	--
13	C	11.00	17.00	13.93	2.29	24.67	72.22	1.892 (B)	[A2M2]	--
14	C	12.00	13.00	9.85	4.92	21.82	53.99	1.910 (B)	[A2M2]	--
15	C	11.00	16.00	13.00	2.53	23.74	68.25	1.969 (B)	[A2M2]	--
16	C	12.00	12.00	8.94	5.22	20.94	50.24	2.007 (B)	[A2M2]	--
17	C	11.00	15.00	12.08	2.79	22.88	64.69	2.048 (B)	[A2M2]	--
18	C	10.00	18.00	15.23	0.47	24.84	79.17	2.082 (B)	[A2M2]	--
19	C	11.00	14.00	11.18	3.05	22.07	61.44	2.145 (B)	[A2M2]	--
20	C	10.00	17.00	14.32	0.70	23.89	75.68	2.183 (B)	[A2M2]	--
21	C	11.00	13.00	10.30	3.32	21.25	58.28	2.281 (B)	[A2M2]	--
22	C	10.00	16.00	13.42	0.92	23.06	72.58	2.294 (B)	[A2M2]	--
23	C	10.00	15.00	12.53	1.16	22.28	69.94	2.414 (B)	[A2M2]	--
24	C	11.00	12.00	9.43	3.60	20.43	55.45	2.458 (B)	[A2M2]	--
25	C	10.00	14.00	11.66	1.40	21.51	67.47	2.573 (B)	[A2M2]	--
26	C	10.00	13.00	10.82	1.65	20.75	65.39	2.777 (B)	[A2M2]	--
27	C	10.00	12.00	10.00	1.90	20.00	63.16	3.137 (B)	[A2M2]	--
28	C	9.00	12.00	10.63	0.15	19.63	73.72	4.030 (B)	[A2M2]	--

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 kg/cmq
L	sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
W	peso della striscia espresso in kg
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kg
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kg
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kg
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kg
E _s , E _d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
X _s , X _d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2

Numero di strisce	31	
Coordinate del centro	X[m]= 14.00	Y[m]= 15.00
Raggio del cerchio	R[m]= 11.18	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 7.13	Y _v [m]= 6.18
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 25.18	Y _m [m]= 15.26

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]
1	7.13	6.18	6.18	7.88	6.19	5.65	7.63	6.00	0.92	-35.57	29.26	0.00
2	7.88	6.19	5.65	8.62	6.20	5.20	8.29	5.80	0.87	-30.97	29.26	0.00
3	8.62	6.20	5.20	9.37	6.20	4.82	9.02	5.60	0.84	-26.60	29.26	0.00
4	9.37	6.20	4.82	10.12	6.21	4.51	9.76	5.43	0.81	-22.38	29.26	0.00
5	10.12	6.21	4.51	10.71	5.62	4.31	10.40	5.17	0.62	-18.71	29.26	0.00
6	10.71	5.62	4.31	11.51	5.62	4.10	11.12	4.91	0.83	-14.99	29.26	0.00
7	11.51	5.62	4.10	12.31	5.62	3.95	11.92	4.82	0.81	-10.78	29.26	0.00
8	12.31	5.62	3.95	13.11	5.62	3.86	12.71	4.76	0.81	-6.63	29.26	0.00
9	13.11	5.62	3.86	13.91	5.62	3.82	13.51	4.73	0.80	-2.51	29.26	0.00
10	13.91	5.62	3.82	14.71	5.62	3.84	14.31	4.73	0.80	1.59	29.26	0.00
11	14.71	5.62	3.84	15.51	5.62	3.92	15.11	4.75	0.80	5.70	29.26	0.00
12	15.51	5.62	3.92	16.09	11.42	4.02	15.86	6.55	0.59	9.27	29.26	0.00
13	16.09	11.42	4.02	16.37	11.45	4.07	16.23	7.74	0.29	11.51	29.26	0.00
14	16.37	11.45	4.07	17.14	11.51	4.27	16.75	7.83	0.79	14.27	29.26	0.00
15	17.14	11.51	4.27	17.91	11.58	4.53	17.52	7.97	0.81	18.39	29.26	0.00
16	17.91	11.58	4.53	18.68	11.64	4.85	18.29	8.15	0.83	22.61	29.26	0.00
17	18.68	11.64	4.85	19.45	11.71	5.24	19.06	8.36	0.86	26.96	29.26	0.00
18	19.45	11.71	5.24	20.22	11.77	5.71	19.83	8.60	0.90	31.49	29.26	0.00
19	20.22	11.77	5.71	20.38	11.77	5.82	20.30	8.77	0.19	34.30	29.26	0.00
20	20.38	11.77	5.82	20.50	11.77	5.90	20.44	8.82	0.15	35.17	29.26	0.00
21	20.50	11.77	5.90	20.66	11.78	6.02	20.58	8.87	0.20	36.05	29.26	0.00
22	20.66	11.78	6.02	21.37	12.08	6.59	21.01	9.12	0.91	38.90	29.26	0.00
23	21.37	12.08	6.59	21.75	12.25	6.94	21.56	9.47	0.52	42.56	29.26	0.00
24	21.75	12.25	6.94	22.30	12.51	7.50	22.02	9.80	0.78	45.89	29.26	0.00
25	22.30	12.51	7.50	22.84	12.77	8.15	22.56	10.23	0.85	50.07	29.26	0.00
26	22.84	12.77	8.15	22.97	12.86	8.33	22.90	10.53	0.22	52.80	29.26	0.00
27	22.97	12.86	8.33	23.69	13.38	9.42	23.32	10.99	1.31	56.71	29.26	0.00
28	23.69	13.38	9.42	24.24	13.77	10.51	23.96	11.76	1.22	63.21	29.26	0.00
29	24.24	13.77	10.51	24.35	13.91	10.77	24.29	12.24	0.28	67.06	29.26	0.00
30	24.35	13.91	10.77	25.00	14.77	13.00	24.64	13.04	2.32	73.74	29.26	0.00
31	25.00	14.77	13.00	25.18	15.26	14.74	25.07	14.34	1.75	84.18	29.26	0.00

Metodo di **BISHOP**

Coefficiente di sicurezza $F_s = 1.503$

Forze applicate sulle strisce

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
1	385	0	645	240	0	0	571	0	0	
2	1094	0	1644	613	0	571	1943	0	0	
3	1690	0	2323	866	0	1943	3757	0	0	
4	2185	0	2791	1040	0	3757	5781	0	0	
5	1682	0	2032	757	0	5781	7150	0	0	
6	2147	0	2469	920	0	7150	8677	0	0	
7	2425	0	2658	990	0	8677	10147	0	0	
8	2612	0	2749	1024	0	10147	11482	0	0	
9	2709	0	2757	1027	0	11482	12629	0	0	
10	2719	0	2692	1003	0	12629	13557	0	0	
11	2642	0	2559	954	0	13557	14252	0	0	
12	5015	0	4790	1785	0	14252	15242	0	0	
13	3931	0	3729	1390	0	15242	15860	0	0	
14	10695	0	10080	3756	0	15860	17014	0	0	
15	10458	0	9806	3654	0	17014	17388	0	0	
16	10130	0	9499	3539	0	17388	17003	0	0	
17	9702	0	9151	3410	0	17003	15894	0	0	
18	9165	0	8750	3260	0	15894	14104	0	0	
19	1826	0	1762	657	0	14104	13653	0	0	
20	1347	0	1305	486	0	13653	13299	0	0	
21	1767	0	1720	641	0	13299	12805	0	0	
22	7586	0	7495	2793	0	12805	10272	0	0	
23	3897	0	3942	1469	0	10272	8687	0	0	
24	5340	0	5542	2065	0	8687	6145	0	0	
25	4981	0	5370	2001	0	6145	3311	0	0	
26	1130	0	1253	467	0	3311	2595	0	0	
27	5808	0	6751	2515	0	2595	-1668	0	0	
28	3770	0	4812	1793	0	-1668	-5155	0	0	
29	668	0	912	340	0	-5155	-5862	0	0	
30	3031	0	4752	1771	0	-5862	-9929	0	0	
31	386	0	818	305	0	-9929	-10712	0	0	