AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DELL'AQUILA

SETTORE VIABILITA'

Via Saragat Loc. Campo di Pile, 67100 L'Aquila

DIRIGENTE DEL SETTORE Ing. Nicolino D'Amico

COESIONE ITALIA 21-27 ABRUZZO

ACCORDO PER LA COESIONE 2021-2027

FSC Fondo per lo Sviluppo e la Coesione

Fondo di Sviluppo e Coesione 2021-2027 *Delibera CIPESS n. 15 del 23/04/2024 - Accordo per la Coesione Governo - Regione Abruzzo.* **INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA E DI ADEGUAMENTO FUNZIONALE DELLE STRADE PROVINCIALI.**

CUP : F37H24000030001

I Progettisti :

BRANDI SOCIETÀ D'INGEGNERIA
(mandataria)
Ing. Roberto Brandi

INGEGNERIA GEOLOGIA AMBIENTE TECNOSOIL ENGINEERING s.r.l.
(mandante)
Geol. Eustachio Pietromartire

GEOCART PROFESSIONAL SERVICE S.R.L.
(mandante)
Geom. Nicola Mantini

LIMES SOCIETA' COOPERATIVA
(mandante)
Archeol. Hermann Borghesi

STUDIO TECNICO ING. TARABORRELLI B.
(mandante)
Ing. Taraborrelli Bellafronte Angelo

STUDIO TECNICO AGRONOMICO DOTT. NICOLA TAVANO *(mandante)*
Dott. Nicola Tavano

"ORANGES & DI CARMINE ASSOCIATI"
(mandante)
Arch. Maurizio Oranges

SGAI S.R.L. di E. Forlani & C.
(ausiliaria)
Ing. Andrea Forlani

Il Responsabile del Progetto:
Ing. Ghizzoni Angela

Approvazioni:

PROGETTO ESECUTIVO (D.Lgs. 36/2023 - All. I-7)

C - ELABORATI SPECIALISTICI

SUB-INTERVENTO 1.1 - SP86 DEL VASTO

Tavola/Allegato	*C6*	**Verifiche di stabilità globale**			
Codice commessa	*T2502*	*Data di emissione* *Novembre 2025*	*Rev* *00*	*Scala*	*Formato* *doc*
Codice elaborato	*ES6*	*Redatto* *Pietromartire L.*	*Controllato* *Pietromartire L.*	*Approvato* *Brandi R.*	

	Novembre 2025	*Brandi R.*	*Emissione Progetto Esecutivo*
	Data	*Operatore*	*Descrizione*

Normative 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.

Descrizione metodo di calcolo

La verifica alla stabilità del pendio deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a γ_R.
Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare.
In particolare il programma esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione. Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate.
Nella descrizione dei metodi di calcolo si adotterà la seguente simbologia:

l	lunghezza della base della striscia
α	angolo della base della striscia rispetto all'orizzontale
b	larghezza della striscia b=l x cos(α)
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
$\mathbf{E_s}$, $\mathbf{E_d}$	forze normali di interstriscia a sinistra e a destra
$\mathbf{X_s}$, $\mathbf{X_d}$	forze tangenziali di interstriscia a sinistra e a destra
$\mathbf{E_a}$, $\mathbf{E_b}$	forze normali di interstriscia alla base ed alla sommità del pendio
$\mathbf{\Delta X}$	variazione delle forze tangenziali sulla striscia $\mathbf{\Delta X = X_d - X_s}$
$\mathbf{\Delta E}$	variazione delle forze normali sulla striscia $\mathbf{\Delta E = E_d - E_s}$

Metodo di Bishop

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

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

dove il termine **m** è espresso da

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

In questa espressione **n** è il numero delle strisce considerate, $\mathbf{b_i}$ e $\mathbf{\alpha_i}$ sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia $\mathbf{i_{esima}}$ rispetto all'orizzontale, $\mathbf{W_i}$ è il peso della striscia $\mathbf{i_{esima}}$, $\mathbf{c_i}$ e $\mathbf{\phi_i}$ sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed $\mathbf{u_i}$ 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.

Criterio di rottura di BARTON (giunti di discontinuità)

Riportiamo di seguito le espressioni da utilizzare per calcolare angolo di attrito istantaneo e coesione istantanea riferiti ad un valore di tensione normale (valori di c_i e ϕ_i nel punto di tangenza sulla retta di inviluppo curvilinea di Barton).

JCS: Coefficiente di resistenza di giunto;
JRC: Coefficiente di rugosità del giunto;
$\mathbf{\phi_r}$: Angolo di attrito residuo;
$\mathbf{\gamma}$: Peso dell'unità di volume della roccia.

$d\tau/d\sigma_n = \tan[JRC\ Log_{10}(JCS/\sigma_n)+\phi_r] - (\pi\ JRC)/(180\ \ln 10)\ [\tan^2(JRC\ Log_{10}(JCS/\sigma_n)+\phi_r)+1]$
$\phi_i = \arctan[d\tau/d\sigma_n]$
$\mathbf{c_i = \tau - \sigma_n\ tan(\phi_i)}$

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/cmq
ϕ_u Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u Coesione 'totale' del terreno espressa in kg/cmq

n°	Descrizione	γ	γ_{sat}	ϕ'	c'
		[kg/mc]	*[kg/mc]*	*[°]*	*[kg/cmq]*
3	Detrito	1850	1980	23.00	0.000
4	Detrito	1850	1980	23.00	0.000
6	Materiale i riporto	1850	1980	23.00	0.000

Descrizione rocce

Simbologia adottata

Nr. Indice roccia
Descrizione Descrizione
JRC Coefficiente di rugosità JRC (Joint Roughness Coefficient)
JCS Coefficiente di resistenza del giunto JCS (Joint Coefficient Strength) espresso in kg/cmq
ϕ_r Angolo di attrito di base espresso in gradi

n°	Descrizione	γ	γ_{sat}	JRC	JCS	ϕ_r
		[kg/mc]	*[kg/mc]*		*[kg/cmq]*	
1	Scaglia Rossa	2294	2294	8.00	500.00	28.00
2	Calcareniti	2498	2498	10.00	450.00	30.00
5	Calcareniti alterate	2350	2450	6.00	250.00	25.00

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	2.00
2	2.00	2.50
3	4.00	4.00
4	6.00	7.00
5	8.00	8.00
6	10.00	10.80
7	12.52	11.79
8	16.00	11.85
9	18.00	11.81
10	20.00	11.86
11	21.99	12.00
12	23.97	13.19
13	24.94	14.04
14	26.00	14.97
15	28.00	16.64
16	30.00	18.27
17	32.00	19.76
18	35.00	22.00
19	36.00	22.70
20	38.00	24.16
21	40.00	25.63
22	42.00	27.10
23	44.00	28.57
24	46.00	30.04
25	48.00	31.50
26	50.00	32.97
27	52.00	34.44
28	54.00	35.91
29	56.00	37.38
30	58.00	38.36
31	60.00	38.58
32	62.00	38.69
33	64.00	38.70
34	66.00	38.77
35	68.00	38.70
36	71.00	38.43

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 (Scaglia Rossa)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	8.00	8.00
2	6.00	7.00
3	4.00	4.00
4	2.00	2.50
5	0.00	2.00
6	0.00	0.00
7	48.33	0.00
8	26.07	13.36
9	25.00	13.00
10	24.00	12.00
11	23.40	11.98
12	22.50	10.00
13	21.00	9.00
14	13.00	8.00

Strato N° **2** costituito da terreno n° 2 (Calcareniti)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	30.00	18.27
2	29.00	16.00
3	28.00	15.00
4	26.07	13.36
5	48.33	0.00
6	71.00	0.00
7	71.00	38.43
8	68.00	38.70
9	66.00	38.77
10	64.00	38.70
11	62.00	38.69
12	57.00	36.00
13	54.00	34.00
14	51.00	32.00
15	47.00	29.00
16	43.00	26.00
17	38.00	22.00
18	33.00	19.00

Strato N° **3** costituito da terreno n° 3 (Detrito)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	26.07	13.36
2	24.94	14.04
3	23.97	13.19
4	21.99	12.00
5	20.00	11.86
6	23.40	11.98
7	24.00	12.00
8	25.00	13.00

Strato N° **4** costituito da terreno n° 4 (Detrito)

Coordinate dei vertici dello strato n° 4

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	30.00	18.27
2	28.00	16.64
3	26.00	14.97
4	24.94	14.04
5	26.07	13.36
6	28.00	15.00
7	29.00	16.00

Strato N° **5** costituito da terreno n° 5 (Calcareniti alterate)

Coordinate dei vertici dello strato n° 5

n°	X	Y

	[m]	[m]
1	62.00	38.69
2	60.00	38.58
3	58.00	38.36
4	56.00	37.38
5	54.00	35.91
6	52.00	34.44
7	50.00	32.97
8	48.00	31.50
9	46.00	30.04
10	44.00	28.57
11	42.00	27.10
12	40.00	25.63
13	38.00	24.16
14	36.00	22.70
15	35.00	22.00
16	32.00	19.76
17	30.00	18.27
18	33.00	19.00
19	38.00	22.00
20	43.00	26.00
21	47.00	29.00
22	51.00	32.00
23	54.00	34.00
24	57.00	36.00

Strato N° **6** costituito da terreno n° 6 (Materiale i riporto)

Coordinate dei vertici dello strato n° 6

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	23.40	11.98
2	20.00	11.86
3	18.00	11.81
4	16.00	11.85
5	12.52	11.79
6	10.00	10.80
7	8.00	8.00
8	13.00	8.00
9	21.00	9.00
10	22.50	10.00

Carichi sul profilo

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra.

N° Identificativo del sovraccarico agente
Descrizione Descrizione carico
Tipo Tipo carico
Ψ_2 Coefficiente sismico carico variabile
Carichi distribuiti
P_i, P_f Posizione iniziale e finale del carico espressa in [m]
Vx_i, Vx_f, Vy_i, Vy_f Intensità del carico in direzione X e Y nei punti iniziale e finale, espresse in [kg/m]

Carichi distribuiti

n°	Descrizione	Tipo	Ψ_2	P_i	P_f	Vy	Vx
				[m]	[m]	[kg/m]	[kg/m]
1	Strada	Variabile	1.50	15.00	21.00	1000	0
				11.83	11.93	1000	0

Interventi inseriti

Numero interventi inseriti 4

Paratia di micropali - Micropali

Grado di sicurezza desiderato a monte	1.30	
Ascissa sul profilo (quota testa paratia)	12.52	m
Altezza totale paratia	12.00	m
Altezza inefficace paratia (a partire dal piede)	0.00	m
Diametro pali	0.25	m
Interasse pali	1.13	m
Altezza cordolo	0.40	m
Larghezza cordolo	1.00	m
Diametro tubolare	139.70	mm
Spessore tubolare	10.00	mm

Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	250	kg/cmq
Altezza di scavo	0.80	m

Paratia di micropali -

Grado di sicurezza desiderato a monte	1.30	
Ascissa sul profilo (quota testa paratia)	14.50	m
Altezza totale paratia	12.00	m
Altezza inefficace paratia (a partire dal piede)	0.00	m
Diametro pali	0.25	m
Interasse pali	1.13	m
Altezza cordolo	0.40	m
Larghezza cordolo	1.00	m
Diametro tubolare	139.70	mm
Spessore tubolare	10.00	mm
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	250	kg/cmq
Altezza di scavo	0.00	m

Paratia di micropali -

Grado di sicurezza desiderato a monte	1.30	
Ascissa sul profilo (quota testa paratia)	13.50	m
Altezza totale paratia	12.00	m
Altezza inefficace paratia (a partire dal piede)	0.00	m
Diametro pali	0.25	m
Interasse pali	1.13	m
Altezza cordolo	0.40	m
Larghezza cordolo	1.00	m
Diametro tubolare	139.70	mm
Spessore tubolare	10.00	mm
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	250	kg/cmq
Altezza di scavo	1.00	m

Muro di sostegno - Muretto

Grado di sicurezza desiderato a monte	1.30	
Ascissa sul profilo (quota testa muro)	21.99	m
Altezza paramento	1.00	m
Spessore in testa	0.50	m
Inclinazione esterna	0.000	
Inclinazione interna	0.000	
Spessore alla base	0.50	m
Lunghezza mensola fondazione valle	0.50	m
Lunghezza mensola fondazione monte	0.30	m
Lunghezza fondazione totale	1.30	m
Spessore fondazione	0.50	m
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	250	kg/cmq
Percentuale di armatura zona tesa	0.30	%
Percentuale di armatura zona compressa	0.15	%
Altezza di scavo	1.00	m

Dati zona sismica

Identificazione del sito

Latitudine	42.350698
Longitudine	13.399934
Comune	L' Aquila
Provincia	L'Aquila
Regione	Abruzzo
Punti di interpolazione del reticolo	26528 - 26306 - 26305 - 26527

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	III - Affollamenti significativi e industrie non pericolose
Vita di riferimento	75 anni

	Simbolo	U.M.		SLV	SLD
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s^2]		2.940	1.225
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.300	0.125
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.384	2.316
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.356	0.290
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.114	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T4	1.400	1.400
Coefficiente riduzione pendio naturale	β_s			0.280	0.280
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale				0.50	0.50

Pendio naturale

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S)$	13.09	5.88
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$	6.54	2.94

Dati normativa

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

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

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

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_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 = 1.50	Y_0 = 26.00
Passo maglia	[m]	dX = 1.00	dY = 1.00
Numero passi		Nx = 5	Ny = 5
Raggio	[m]	R = 12.00	

Si utilizza un raggio variabile con passo dR=0.50 [m] ed un numero di incrementi pari a 20

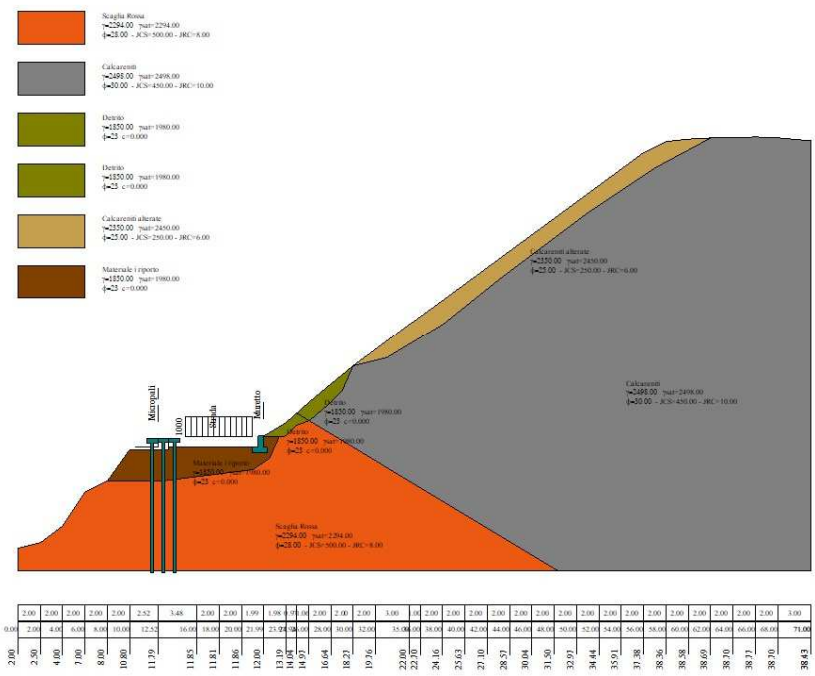


Fig. 1 - Profilo

Opzioni di calcolo

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

Le superfici sono state analizzate sia in condizioni **statiche** che **sismiche**.
Le superfici sono state analizzate per i casi:
- Pendio naturale [PC] - Parametri caratteristici
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**
Criterio di rottura adottato: **Barton**
Presenza di carichi distribuiti

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	282
Coefficiente di sicurezza minimo	2.042
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS_{min}	S_{min}	FS_{max}	S_{max}
BISHOP	282	2.042	1	12.858	282

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
Sisma H sisma orizzontale, V sisma verticale (+ verso l'alto, - verso il basso)
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	1.50	27.00	20.50	6.00	14.32	9.00	2.042 (B)	[PC]	[SLV] H -V
2	C	2.50	26.00	21.50	4.39	17.90	37.55	2.083 (B)	[PC]	[SLV] H +V
3	C	2.50	26.00	21.50	4.39	17.90	37.55	2.083 (B)	[PC]	[SLV] H -V
4	C	1.50	26.00	21.50	4.47	16.90	31.20	2.124 (B)	[PC]	[SLV] H -V
5	C	1.50	26.00	21.50	4.47	16.90	31.20	2.157 (B)	[PC]	[SLV] H +V
6	C	1.50	26.00	19.50	6.10	13.96	7.99	2.172 (B)	[PC]	[SLV] H -V
7	C	3.50	26.00	21.50	4.34	18.90	44.01	2.213 (B)	[PC]	[SLV] H +V
8	C	3.50	26.00	21.50	4.34	18.90	44.01	2.221 (B)	[PC]	[SLV] H -V
9	C	3.50	26.00	21.00	4.69	18.20	36.15	2.255 (B)	[PC]	[SLV] H -V
10	C	3.50	26.00	21.00	4.69	18.20	36.15	2.258 (B)	[PC]	[SLV] H +V
11	C	1.50	27.00	20.50	6.00	14.32	9.00	2.278 (B)	[PC]	[SLV] H +V
12	C	2.50	26.00	21.00	4.75	17.20	30.23	2.286 (B)	[PC]	[SLV] H -V
13	C	2.50	26.00	21.00	4.75	17.20	30.23	2.328 (B)	[PC]	[SLV] H +V
14	C	4.50	26.00	21.50	4.33	19.90	50.50	2.339 (B)	[PC]	[SLV] H +V
15	C	1.50	26.00	21.00	4.85	16.20	24.42	2.349 (B)	[PC]	[SLV] H -V
16	C	4.50	26.00	21.50	4.33	19.90	50.50	2.355 (B)	[PC]	[SLV] H -V
17	C	4.50	26.00	21.00	4.67	19.20	42.14	2.397 (B)	[PC]	[SLV] H +V
18	C	4.50	26.00	21.00	4.67	19.20	42.14	2.402 (B)	[PC]	[SLV] H -V
19	C	4.50	26.00	20.50	5.00	18.47	34.40	2.434 (B)	[PC]	[SLV] H -V
20	C	1.50	26.00	21.00	4.85	16.20	24.42	2.438 (B)	[PC]	[SLV] H +V
21	C	3.50	27.00	21.50	5.04	17.86	30.31	2.440 (B)	[PC]	[SLV] H -V
22	C	4.50	26.00	20.50	5.00	18.47	34.40	2.441 (B)	[PC]	[SLV] H +V
23	C	3.50	26.00	20.50	5.04	17.47	28.93	2.454 (B)	[PC]	[SLV] H -V
24	C	2.50	27.00	21.50	5.11	16.86	24.92	2.464 (B)	[PC]	[SLV] H -V
25	C	3.50	27.00	21.50	5.04	17.86	30.31	2.473 (B)	[PC]	[SLV] H +V
26	C	5.50	26.00	21.50	4.35	20.90	56.98	2.478 (B)	[PC]	[SLV] H +V
27	C	2.50	26.00	21.50	4.39	17.90	37.55	2.483 (B)	[PC]	[SLD] H -V
28	C	4.50	27.00	21.50	5.00	18.86	35.78	2.484 (B)	[PC]	[SLV] H -V
29	C	4.50	27.00	21.50	5.00	18.86	35.78	2.493 (B)	[PC]	[SLV] H +V
30	C	5.50	26.00	21.50	4.35	20.90	56.98	2.503 (B)	[PC]	[SLV] H -V
31	C	3.50	26.00	20.50	5.04	17.47	28.93	2.507 (B)	[PC]	[SLV] H +V
32	C	2.50	26.00	21.50	4.39	17.90	37.55	2.510 (B)	[PC]	[SLD] H +V
33	C	2.50	26.00	20.50	5.11	16.47	23.54	2.520 (B)	[PC]	[SLV] H -V
34	C	5.50	26.00	21.00	4.68	20.20	48.13	2.536 (B)	[PC]	[SLV] H +V
35	C	1.50	26.00	19.50	6.10	13.96	7.99	2.541 (B)	[PC]	[SLV] H +V
36	C	2.50	27.00	21.50	5.11	16.86	24.92	2.548 (B)	[PC]	[SLV] H +V
37	C	5.50	26.00	21.00	4.68	20.20	48.13	2.552 (B)	[PC]	[SLV] H -V
38	C	1.50	26.00	21.50	4.47	16.90	31.20	2.556 (B)	[PC]	[SLD] H -V
39	C	1.50	27.00	21.50	5.22	15.86	19.65	2.579 (B)	[PC]	[SLV] H -V
40	C	5.50	26.00	20.50	5.00	19.47	39.89	2.592 (B)	[PC]	[SLV] H +V
41	C	5.50	26.00	20.50	5.00	19.47	39.89	2.595 (B)	[PC]	[SLV] H -V
42	C	4.50	27.00	21.00	5.34	18.10	28.49	2.604 (B)	[PC]	[SLV] H -V
43	C	1.50	26.00	21.50	4.47	16.90	31.20	2.606 (B)	[PC]	[SLD] H +V
44	C	2.50	26.00	20.50	5.11	16.47	23.54	2.628 (B)	[PC]	[SLV] H +V
45	C	5.50	27.00	21.50	5.00	19.86	41.28	2.631 (B)	[PC]	[SLV] H +V
46	C	5.50	27.00	21.50	5.00	19.86	41.28	2.637 (B)	[PC]	[SLV] H -V
47	C	3.50	26.00	21.50	4.34	18.90	44.01	2.648 (B)	[PC]	[SLD] H -V
48	C	4.50	26.00	20.00	5.35	17.73	27.28	2.650 (B)	[PC]	[SLV] H -V
49	C	4.50	27.00	21.00	5.34	18.10	28.49	2.651 (B)	[PC]	[SLV] H +V

N°	F	C_x	C_y	R	x_v	x_m	V	FS	Caso	Sisma
		[m]	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[mc]*			
50	C	1.50	26.00	20.50	5.23	15.47	18.29	2.659 (B)	[PC]	[SLV] H -V
51	C	5.50	26.00	20.00	5.33	18.73	32.27	2.660 (B)	[PC]	[SLV] H -V
52	C	3.50	26.00	21.50	4.34	18.90	44.01	2.672 (B)	[PC]	[SLD] H +V
53	C	5.50	26.00	20.00	5.33	18.73	32.27	2.680 (B)	[PC]	[SLV] H +V
54	C	5.50	27.00	21.00	5.33	19.10	33.48	2.682 (B)	[PC]	[SLV] H -V
55	C	5.50	27.00	21.00	5.33	19.10	33.48	2.698 (B)	[PC]	[SLV] H +V
56	C	3.50	27.00	21.00	5.39	17.10	23.54	2.704 (B)	[PC]	[SLV] H -V
57	C	4.50	26.00	20.00	5.35	17.73	27.28	2.719 (B)	[PC]	[SLV] H +V
58	C	3.50	26.00	20.00	5.39	16.73	22.33	2.723 (B)	[PC]	[SLV] H -V
59	C	3.50	26.00	21.00	4.69	18.20	36.15	2.724 (B)	[PC]	[SLD] H -V
60	C	1.50	27.00	21.50	5.22	15.86	19.65	2.738 (B)	[PC]	[SLV] H +V
61	C	3.50	26.00	21.00	4.69	18.20	36.15	2.759 (B)	[PC]	[SLD] H +V
62	C	2.50	27.00	21.00	5.47	16.10	18.68	2.780 (B)	[PC]	[SLV] H -V
63	C	2.50	26.00	21.00	4.75	17.20	30.23	2.789 (B)	[PC]	[SLD] H -V
64	C	4.50	26.00	21.50	4.33	19.90	50.50	2.814 (B)	[PC]	[SLD] H -V
65	C	3.50	27.00	21.00	5.39	17.10	23.54	2.823 (B)	[PC]	[SLV] H +V
66	C	4.50	26.00	21.50	4.33	19.90	50.50	2.835 (B)	[PC]	[SLD] H +V
67	C	2.50	26.00	21.00	4.75	17.20	30.23	2.851 (B)	[PC]	[SLD] H +V
68	C	1.50	26.00	20.50	5.23	15.47	18.29	2.855 (B)	[PC]	[SLV] H +V
69	C	3.50	26.00	20.00	5.39	16.73	22.33	2.860 (B)	[PC]	[SLV] H +V
70	C	2.50	26.00	20.00	5.48	15.73	17.49	2.861 (B)	[PC]	[SLV] H -V
71	C	1.50	27.00	20.50	6.00	14.32	9.00	2.875 (B)	[PC]	[SLD] H -V
72	C	5.50	28.00	21.50	5.67	18.66	27.34	2.885 (B)	[PC]	[SLV] H -V
73	C	4.50	26.00	21.00	4.67	19.20	42.14	2.901 (B)	[PC]	[SLD] H -V
74	C	1.50	26.00	21.00	4.85	16.20	24.42	2.910 (B)	[PC]	[SLD] H -V
75	C	4.50	28.00	21.50	5.69	17.66	22.86	2.923 (B)	[PC]	[SLV] H -V
76	C	4.50	26.00	21.00	4.67	19.20	42.14	2.933 (B)	[PC]	[SLD] H +V
77	C	5.50	27.00	20.50	5.67	18.32	26.32	2.937 (B)	[PC]	[SLV] H -V
78	C	4.50	27.00	20.50	5.69	17.32	21.84	2.942 (B)	[PC]	[SLV] H -V
79	C	5.50	28.00	21.50	5.67	18.66	27.34	2.956 (B)	[PC]	[SLV] H +V
80	C	3.50	28.00	21.50	5.75	16.66	18.43	2.961 (B)	[PC]	[SLV] H -V
81	C	5.50	26.00	19.50	5.67	17.96	25.28	2.970 (B)	[PC]	[SLV] H -V
82	C	4.50	26.00	19.50	5.69	16.96	20.80	2.971 (B)	[PC]	[SLV] H -V
83	C	2.50	27.00	21.00	5.47	16.10	18.68	2.982 (B)	[PC]	[SLV] H +V
84	C	4.50	26.00	20.50	5.00	18.47	34.40	2.984 (B)	[PC]	[SLD] H -V
85	C	5.50	26.00	21.50	4.35	20.90	56.98	3.004 (B)	[PC]	[SLD] H -V
86	C	1.50	26.00	21.00	4.85	16.20	24.42	3.007 (B)	[PC]	[SLD] H +V
87	C	5.50	26.00	21.50	4.35	20.90	56.98	3.022 (B)	[PC]	[SLD] H +V
88	C	3.50	27.00	21.50	5.04	17.86	30.31	3.026 (B)	[PC]	[SLD] H -V
89	C	4.50	26.00	20.50	5.00	18.47	34.40	3.028 (B)	[PC]	[SLD] H +V
90	C	3.50	27.00	20.50	5.75	16.32	17.42	3.030 (B)	[PC]	[SLV] H -V
91	C	5.50	27.00	20.50	5.67	18.32	26.32	3.033 (B)	[PC]	[SLV] H +V
92	C	3.50	26.00	20.50	5.04	17.47	28.93	3.044 (B)	[PC]	[SLD] H -V
93	C	2.50	26.00	21.50	4.39	17.90	37.55	3.050 (B)	[PC]	--
94	C	4.50	27.00	21.50	5.00	18.86	35.78	3.056 (B)	[PC]	[SLD] H -V
95	C	4.50	28.00	21.50	5.69	17.66	22.86	3.068 (B)	[PC]	[SLV] H +V
96	C	5.50	26.00	19.50	5.67	17.96	25.28	3.088 (B)	[PC]	[SLV] H +V
97	C	3.50	27.00	21.50	5.04	17.86	30.31	3.090 (B)	[PC]	[SLD] H +V
98	C	5.50	26.00	21.00	4.68	20.20	48.13	3.092 (B)	[PC]	[SLD] H -V
99	C	4.50	27.00	21.50	5.00	18.86	35.78	3.102 (B)	[PC]	[SLD] H +V
100	C	2.50	27.00	21.50	5.11	16.86	24.92	3.103 (B)	[PC]	[SLD] H -V
101	C	4.50	27.00	20.50	5.69	17.32	21.84	3.105 (B)	[PC]	[SLV] H +V
102	C	2.50	26.00	20.00	5.48	15.73	17.49	3.107 (B)	[PC]	[SLV] H +V
103	C	5.50	26.00	21.00	4.68	20.20	48.13	3.118 (B)	[PC]	[SLD] H +V
104	C	3.50	26.00	20.50	5.04	17.47	28.93	3.120 (B)	[PC]	[SLD] H +V
105	C	3.50	26.00	19.50	5.75	15.96	16.38	3.132 (B)	[PC]	[SLV] H -V
106	C	1.50	27.00	20.50	6.00	14.32	9.00	3.141 (B)	[PC]	[SLD] H +V
107	C	4.50	26.00	19.50	5.69	16.96	20.80	3.158 (B)	[PC]	[SLV] H +V
108	C	1.50	26.00	21.50	4.47	16.90	31.20	3.159 (B)	[PC]	--
109	C	5.50	28.00	21.00	6.01	17.83	20.67	3.177 (B)	[PC]	[SLV] H -V
110	C	2.50	26.00	20.50	5.11	16.47	23.54	3.182 (B)	[PC]	[SLD] H -V
111	C	5.50	26.00	20.50	5.00	19.47	39.89	3.183 (B)	[PC]	[SLD] H -V
112	C	1.50	27.00	21.00	5.60	15.10	13.99	3.194 (B)	[PC]	[SLV] H -V
113	C	3.50	28.00	21.50	5.75	16.66	18.43	3.196 (B)	[PC]	[SLV] H +V
114	C	2.50	27.00	21.50	5.11	16.86	24.92	3.206 (B)	[PC]	[SLD] H +V
115	C	5.50	27.00	20.00	6.01	17.50	19.82	3.209 (B)	[PC]	[SLV] H -V
116	C	5.50	26.00	20.50	5.00	19.47	39.89	3.222 (B)	[PC]	[SLD] H +V
117	C	4.50	28.00	21.00	6.13	16.83	16.71	3.223 (B)	[PC]	[SLV] H -V
118	C	5.50	27.00	21.50	5.00	19.86	41.28	3.244 (B)	[PC]	[SLD] H -V
119	C	1.50	26.00	19.50	6.10	13.96	7.99	3.246 (B)	[PC]	[SLD] H -V
120	C	3.50	26.00	21.50	4.34	18.90	44.01	3.260 (B)	[PC]	--

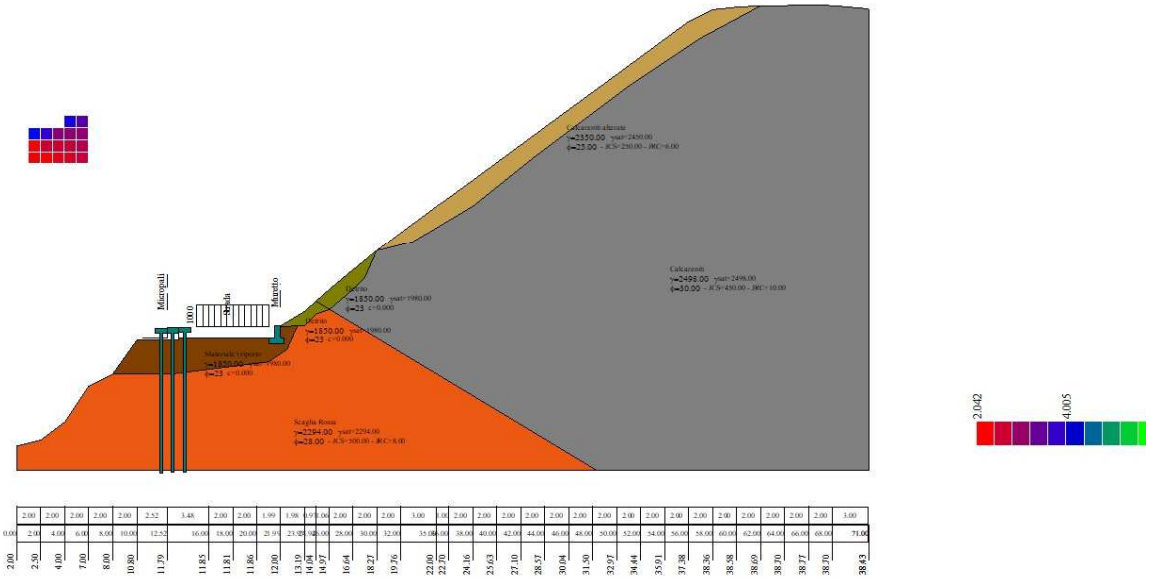


Fig. 2 - Mappa fattori di sicurezza - BISHOP

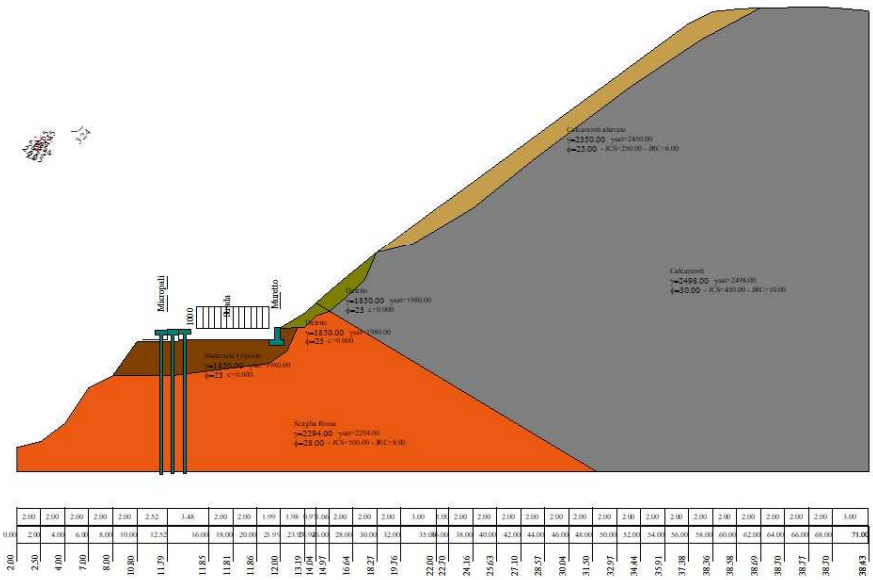


Fig. 3 - Curve di livello - BISHOP

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
JCS	Coefficiente di resistenza di giunto
JRC	Coefficiente di rugosità del giunto
ϕ_r	Angolo di attrito residuo
γ	Peso dell'unità di volume della roccia

Superficie n° 1

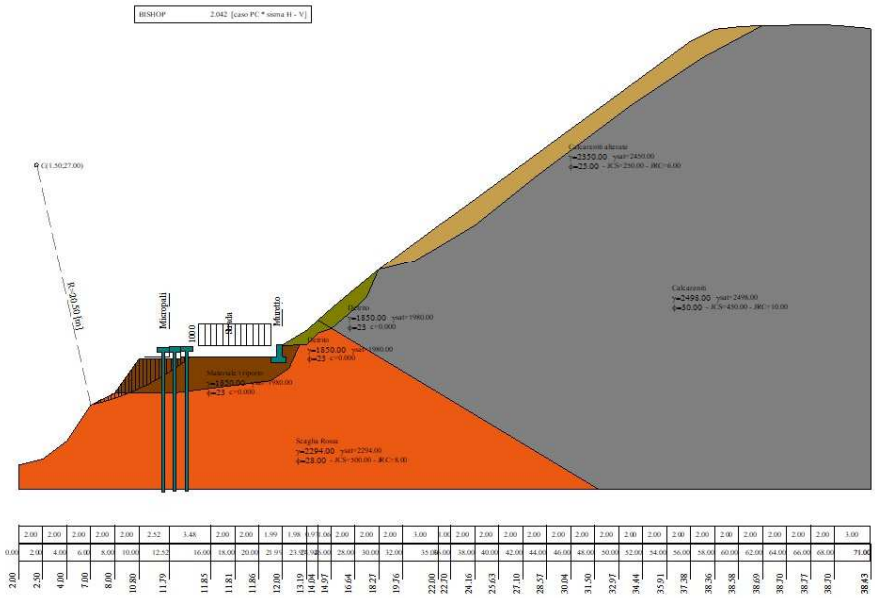


Fig. 4 - Superficie di rottura (Superficie n° 1)

Analisi della superficie 1 - valori caratteristici e sisma verso il basso

Numero di strisce	30	
Coordinate del centro	X[m]= 1.50	Y[m]= 27.00
Raggio del cerchio	R[m]= 20.50	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X_v[m]= 6.00	Y_v[m]= 7.00
Intersezione a monte con il profilo topografico	X_m[m]= 14.32	Y_m[m]= 11.00

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	6.00	7.00	7.00	6.29	7.14	7.07	6.19	7.07	0.29	13.09	62.50	0.000
2	6.29	7.14	7.07	6.57	7.29	7.14	6.44	7.16	0.29	13.91	58.79	0.001
3	6.57	7.29	7.14	6.86	7.43	7.21	6.72	7.27	0.30	14.74	57.14	0.001
4	6.86	7.43	7.21	7.14	7.57	7.29	7.01	7.38	0.30	15.56	56.11	0.001
5	7.14	7.57	7.29	7.43	7.71	7.38	7.29	7.49	0.30	16.39	55.37	0.001
6	7.43	7.71	7.38	7.71	7.86	7.46	7.57	7.60	0.30	17.23	54.82	0.002
7	7.71	7.86	7.46	8.00	8.00	7.56	7.86	7.72	0.30	18.07	54.39	0.002
8	8.00	8.00	7.56	8.29	8.40	7.66	8.15	7.91	0.30	18.91	53.42	0.002
9	8.29	8.40	7.66	8.57	8.80	7.76	8.44	8.16	0.30	19.75	52.27	0.003
10	8.57	8.80	7.76	8.86	9.20	7.87	8.72	8.41	0.31	20.61	51.44	0.004
11	8.86	9.20	7.87	9.14	9.60	7.98	9.00	8.67	0.31	21.46	50.79	0.004
12	9.14	9.60	7.98	9.20	9.68	8.00	9.17	8.81	0.06	21.97	50.46	0.005
13	9.20	9.68	8.00	9.43	10.00	8.10	9.32	8.95	0.25	22.40	23.00	0.000
14	9.43	10.00	8.10	9.71	10.40	8.22	9.57	9.18	0.31	23.19	23.00	0.000
15	9.71	10.40	8.22	10.00	10.80	8.35	9.86	9.44	0.31	24.06	23.00	0.000
16	10.00	10.80	8.35	10.02	10.81	8.35	10.01	9.58	0.02	24.52	23.00	0.000
17	10.02	10.81	8.35	10.35	10.81	8.51	10.18	9.62	0.37	25.06	23.00	0.000

N°	X_s	Y_{ss}	Y_{si}	X_d	Y_{ds}	Y_{di}	X_g	Y_g	L	α	ϕ	c
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	[kg/cmq]
18	10.35	10.81	8.51	10.68	10.81	8.67	10.51	9.70	0.37	26.09	23.00	0.000
19	10.68	10.81	8.67	11.01	10.81	8.84	10.84	9.78	0.37	27.12	23.00	0.000
20	11.01	10.81	8.84	11.34	10.81	9.02	11.17	9.87	0.38	28.17	23.00	0.000
21	11.34	10.81	9.02	11.67	10.81	9.20	11.51	9.96	0.38	29.23	23.00	0.000
22	11.67	10.81	9.20	12.01	10.81	9.40	11.84	10.05	0.38	30.29	23.00	0.000
23	12.01	10.81	9.40	12.34	10.81	9.60	12.17	10.15	0.39	31.37	23.00	0.000
24	12.34	10.81	9.60	12.67	10.81	9.81	12.50	10.25	0.39	32.46	23.00	0.000
25	12.67	10.81	9.81	13.00	10.81	10.03	12.83	10.36	0.40	33.57	23.00	0.000
26	13.00	10.81	10.03	13.25	10.81	10.20	13.12	10.46	0.30	34.55	23.00	0.000
27	13.25	10.81	10.20	13.50	10.81	10.38	13.37	10.55	0.31	35.40	23.00	0.000
28	13.50	11.00	10.38	13.77	11.00	10.58	13.63	10.74	0.34	36.30	23.00	0.000
29	13.77	11.00	10.58	14.04	11.00	10.79	13.89	10.84	0.34	37.25	23.00	0.000
30	14.04	11.00	10.79	14.32	11.00	11.00	14.13	10.93	0.35	38.21	23.00	0.000

Metodo di **BISHOP**

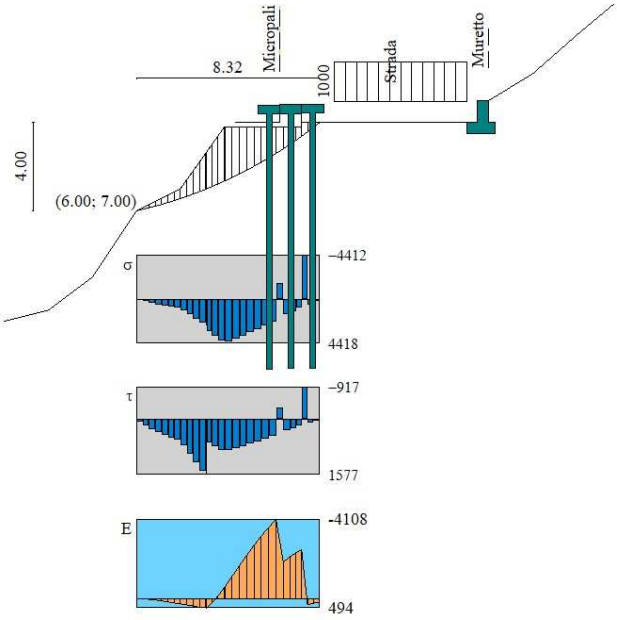


Fig. 5 - Forze di interstriscia (Superficie n° 1)

Coefficiente di sicurezza F_S= 2.042

Forze applicate sulle strisce

N°	W	Q	N	T	U	E_s	E_d	X_s	X_d	ID
	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1	25	0	22	21	0	0	13	0	0	--
2	74	0	67	55	0	13	40	0	0	--
3	120	0	109	84	0	40	79	0	0	--
4	162	0	149	110	0	79	124	0	0	--
5	202	0	186	134	0	124	173	0	0	--
6	240	0	219	155	0	173	225	0	0	--
7	274	0	250	174	0	225	276	0	0	--
8	363	0	333	223	0	276	332	0	0	--
9	509	0	468	301	0	332	390	0	0	--
10	652	0	601	375	0	390	444	0	0	--
11	791	0	731	445	0	444	487	0	0	--
12	167	0	154	93	0	487	494	0	0	--
13	766	0	813	169	0	494	240	0	0	--
14	1080	0	1150	239	0	240	-134	0	0	--
15	1226	0	1308	272	0	-134	-580	0	0	--
16	80	0	85	18	0	-580	-609	0	0	--
17	1457	0	1562	325	0	-609	-1168	0	0	--
18	1359	0	1464	304	0	-1168	-1716	0	0	--
19	1258	0	1361	283	0	-1716	-2249	0	0	--
20	1151	0	1252	260	0	-2249	-2761	0	0	--
21	1040	0	1137	236	0	-2761	-3247	0	0	--
22	924	0	1017	211	0	-3247	-3698	0	0	--
23	803	0	889	185	0	-3698	-4108	0	0	--
24	676	0	-629	-131	0	-4108	-1893	0	0	--
25	544	0	611	127	0	-1893	-2196	0	0	--
26	320	0	362	75	0	-2196	-2381	0	0	--
27	239	0	272	57	0	-2381	-2524	0	0	--
28	262	0	-1489	-310	0	-2524	337	0	0	--
29	160	0	185	38	0	337	235	0	0	--
30	54	0	63	13	0	235	200	0	0	--