RegioneLombardia

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

COMUNE DI BELLAGIO

PROVINCIA DI COMO

Componente geologica, idrogeologica e sismica di supporto al Piano di Governo del Territorio

DOCUMENTI TECNICI DI AGGIORNAMENTO

ANALISI DELLE AREE IN DISSESTO Fq DEL P.A.I

VERIFICHE GEOTECNICHE

IL TECNICO INCARICATO:
STUDIO DI GEOLOGIA
TECNICA ED AMBIENTALE

dott. geol. Claudio Depoli
Via Villatico 11
23823 Colico (Lc)
tel_fax: 0341.933011
e_mail: tecnico@studiogeoteam.com

DOCUMENTI DI PIANO

DATA:	SCALA:	ALL.:	ELAB.:
aprile 2012 Agg::	///	D	

INDICE:

1. ANALISI STABILITA' PENDIO PER CONCI : RELAZIONE DI CALCOLO 3
1.1. Definizione 3
1.2. Pendio Indefinito 3
1.2.1. Metodo dei conci: Introduzione all'analisi di stabilità 3
1.2.2. Metodo equilibrio limite (LEM) 3
1.2.3. Metodo dei conci 4
2. PENDIO INDEFINITO 5
3. ANALISI STABILITA' GLOBALE 8
3.1. Metodo di BISHOP (1955) 8
3.2. Metodo di JANBU (1967) 8
4. VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA 9
4.1. Calcolo coefficienti sismici 9
4.2. Ricerca della superficie di scorrimento critica 11
5. AREE DI STUDIO 12
6. AREA DI STUDIO n.1 – LOC. BRENO 13
6.1. Individuazione delle sezioni di verifica 13
6.2. Relazione di calcolo- sez. 1a 14
6.2.1. COMMENTO 16
6.3. Relazione di calcolo – sez. 1b 17
6.3.1. COMMENTO 19
7. AREA DI STUDIO n.2 - LOC. MULINI DEL PERLO 20
7.1. Individuazione delle sezioni di verifica 20
7.2. Relazione di calcolo – sez. 2a 21
7.2.1. COMMENTO: 24
7.3. Relazione di calcolo – sez. 2b 25
7.3.1. COMMENTO 28
8. AREA DI STUDIO n.3 - LOC. MULINI DEL PERLO 29
8.1. Individuazione delle sezioni di verifica 29
8.2. Relazione di calcolo - Sez 3a 30
8.2.1. COMMENTO 32
9. AREA DI STUDIO n.4 - LOC. BROGNO 33
9.1. Individuazione delle sezioni di verifica 33

9.2. Relazione di calcolo - sez 4a 34
9.2.1. COMMENTO 36
9.3. Relazione di calcolo - Sez 4b 37
9.3.1. COMMENTO 39
10. AREA DI STUDIO n.5 – LOC. ROVENZOLA 40
10.1. Individuazione delle sezioni di verifica 40
10.2. Relazione di calcolo - Sez. 5a 41
10.2.1. COMMENTO 43
10.3. Relazione di calcolo - Sez. 5 b 44
10.3.1. COMMENTO 46
11. AREA DI STUDIO n.6 – LOC. MONTE FOPA 47
11.1. Individuazione delle sezioni di verifica 47
11.2. Relazione di calcolo - Sez. 6b 48
11.2.1. COMMENTO 50
11.3. Relazione di calcolo - Sez. 6c 51
11.3.1. COMMENTO 53
12. AREA DI STUDIO n.7 – LOC. PRA FILIPPO 54
12.1. Individuazione delle sezioni di verifica 54
12.2. Relazione di calcolo - Sez. 7 55
12.2.1. COMMENTO 57

1. ANALISI STABILITA' PENDIO PER CONCI : RELAZIONE DI CALCOLO

1.1. Definizione

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

1.2. Pendio Indefinito

L'approfondimento tecnico è stato in prima battuta effettuato analizzando la stabilità mediante pendio indefinito, passando successivamente ad un maggior dettaglio (base aerofotogrammetria) con analisi più attenta con metodi più rigorosi.

Nella prima fase del pendio indefinito disponendo fra l'altro di caratterizzazioni meccaniche derivanti di indagini geognostiche locali (verdi rif. Bibliografico) interpolate con misure in sito (coesione con scissometro tascabile) è stato possibile discretizzare fra pendenza e variazione dei parametri meccanici.

1.2.1. Metodo dei conci: Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

(a) Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (*c*) e angolo di resistenza al taglio (φ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.

(b) In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

1.2.2. Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (□) e confrontate con la resistenza disponibile (□f), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza

$F = \tau_f / \tau$.

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (*Culman*), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (*Fellenius, Bishop, Janbu ecc.*).

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.

1.2.3. Metodo dei conci

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a *n*, il problema presenta le seguenti incognite:

n valori delle forze normali N_i agenti sulla base di ciascun concio;

n valori delle forze di taglio alla base del concio T_i

(n-1) forze normali E_i agenti sull'interfaccia dei conci;

(n-1) forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei conci;

n valori della coordinata *a* che individua il punto di applicazione delle E_i;

(n-1) valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_i;

una incognita costituita dal fattore di sicurezza *F*.

Complessivamente le incognite sono *(6n-2)*.

mentre le equazioni a disposizione sono:

Equazioni di equilibrio dei momenti *n*

Equazioni di equilibrio alla traslazione verticale *n*

Equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale *n*

Equazioni relative al criterio di rottura *n*

Totale numero di equazioni *4n*

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a

$$i = (6n-2)-(4n) = 2n-2.$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a *(n-2)* in quando si fa l'assunzione che

N_i sia applicato nel punto medio della striscia, ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le *(n-2)* indeterminazioni.

2. PENDIO INDEFINITO

Una analisi complementare alla verifica in atto è stata condotta al fine di comprendere lo stato di “stabilità relativa” (ovvero considerando esclusivamente una stabilità del pendio indefinito, non valutando l’efficienza opere antropiche).

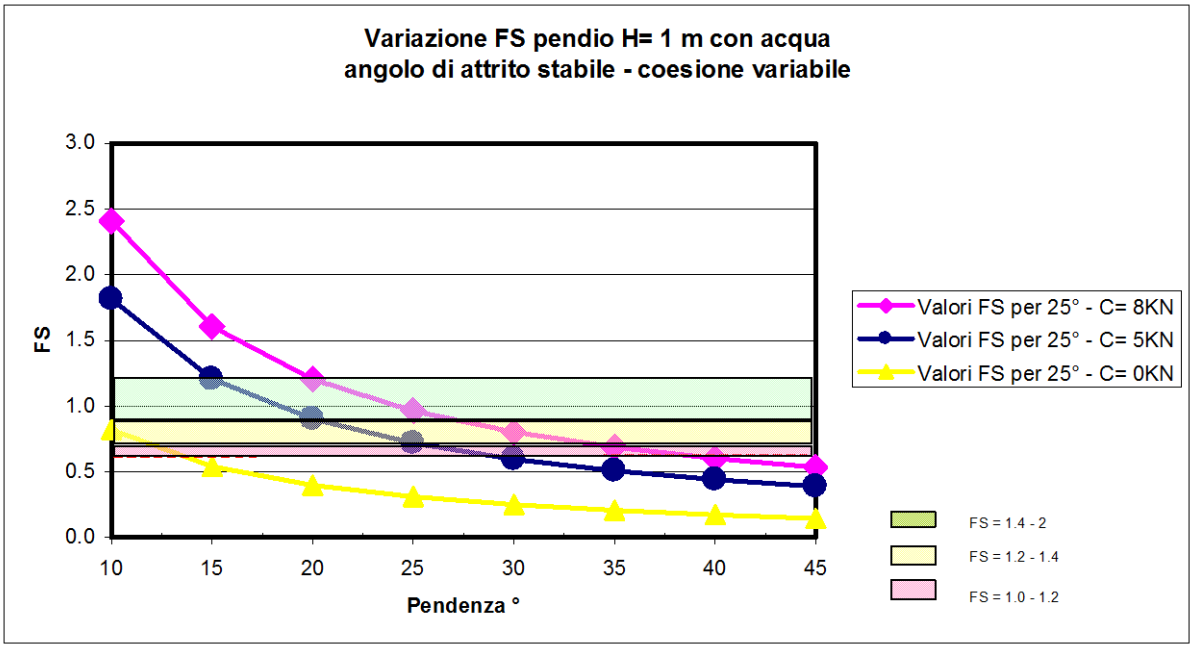
Tale analisi è stata attuata considerando un generico pendio indefinito e la sua variabilità di pendenza.

Per i parametri meccanici si è fatto riferimento a dati bibliografici, (vedi relazioni loc. Gorla e Loc. Villa Melzi) oltre alle personali conoscenze di verifica territoriale; in particolare si ritiene comunque caratterizzabile la copertura come terreno glaciale , fluvio-glaciale con elevata matrice fine che garantisce in condizioni normali, una elevata coesione.

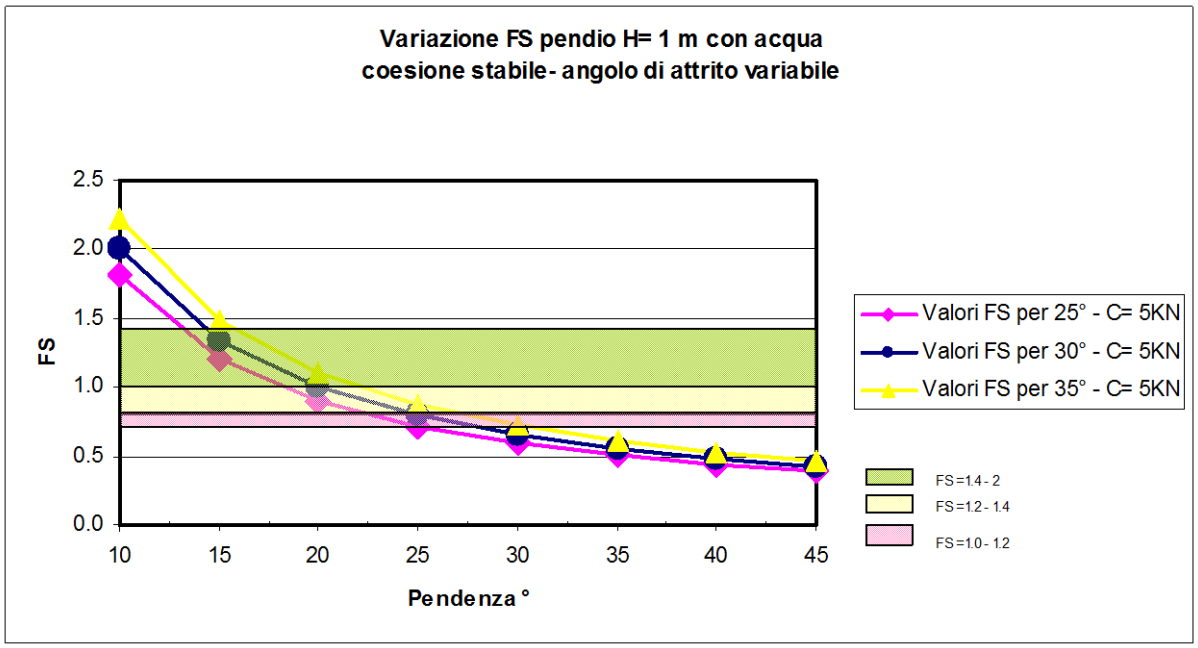
Anche nel caso di terreni umidi tale coesione è sempre presente; unica eccezione l’eccesso di acqua durante particolari situazioni.

I grafici allegati, mostrano il variare del fattore di sicurezza, al variare delle pendenza del versante, ed al variare dei parametri meccanici in condizioni di falda.

Pendenza	Fs con phi 25° C 8KN	Fs phi 25° C 5 KN	Fs phi 25° C 0 KN
10.0	2.4	1.81	0.821
15.0	1.6	1.21	0.540
20.0	1.2	0.90	0.398
25.0	1.0	0.72	0.310
30.0	0.8	0.60	0.251
35.0	0.7	0.51	0.207
40.0	0.6	0.44	0.172
45.0	0.5	0.39	0.145



Pendenza	fs con phi 25° C 5KN	Fs con phi 30° C 5 KN	Fs phi 35° C 5 KN
10.0	1.8	2.01	2.2
15.0	1.2	1.33	1.5
20.0	0.9	1.00	1.1
25.0	0.7	0.79	0.9
30.0	0.6	0.66	0.7
35.0	0.5	0.56	0.6
40.0	0.4	0.48	0.5
45.0	0.4	0.42	0.5



In generale si osserva che la soglia limite per FS< 1 avviene nella fascia di pendenza compresa fra 15° e 20°; tale soglia presenta una maggiore suscettibilità al variare del valore di coesione piuttosto che al variare della resistenza al taglio.

Tale analisi è confermata anche dallo studio condotto dal Prof. Clerici nell'area di loc. Gorla;l'instabilità del pendio è legata all'apporto eccezionale di piogge che porta ad un rapido calo del fattore di sicurezza.

3. ANALISI STABILITA' GLOBALE

3.1. Metodo di BISHOP (1955)

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali.

Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$\Sigma F_V = 0$, $\Sigma M_0 = 0$, Criterio di rottura.

$$F = \frac{\Sigma\left\{c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan\varphi_i \right\} \times \frac{\sec\alpha_i}{1 + \tan\alpha_i \times \tan\varphi_i / F}}{\Sigma W_i \times \sin\alpha_i}$$

I valori di *F* e di ΔX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre $\Delta X = 0$ ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di ***Bishop ordinario,*** gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.

3.2. Metodo di JANBU (1967)

Janbu estese il metodo di *Bishop* a superfici si scorrimento di forma qualsiasi.

Quando vengono trattate superfici di scorrimento di forma qualsiasi il braccio delle forze cambia (nel caso delle superfici circolari resta costante e pari al raggio) a tal motivo risulta più conveniente valutare l'equazione del momento rispetto allo spigolo di ogni blocco.

$$F = \frac{\Sigma\left\{c_i \times b + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan\varphi_i \right\} \times \frac{\sec^2\alpha_i}{1 + \tan\alpha_i \times \tan\varphi_i / F}}{\Sigma W_i \times \tan\alpha_i}$$

Assumendo $\Delta X_i = 0$ si ottiene il metodo ordinario.

Janbu propose inoltre un metodo per la correzione del fattore di sicurezza ottenuto con il metodo ordinario secondo la seguente:

$F_{corretto} = f_0 F$

dove f_0 è riportato in grafici funzione di geometria e parametri geotecnici.

Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.

4. VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Nelle verifiche agli Stati Limite Ultimi la stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene eseguita con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica, nelle verifiche agli stati limite ultimi, vengono considerate le seguenti forze statiche equivalenti:

$$F_H = K_o \cdot W$$
$$F_V = K_v \cdot W$$

Essendo:

F_H e F_V rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;

W: peso concio

K_O: Coefficiente sismico orizzontale

K_V: Coefficiente sismico verticale.

4.1. Calcolo coefficienti sismici

Le **NTC 2008** calcolano i coefficienti K_O e K_V in dipendenza di vari fattori:

$$K_O = \beta s \times (a_{max}/g)$$
$$K_V = \pm 0{,}5 \times K_O$$

Con

βs coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$a_{max} = S_S S_T a_g$

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica): 0.90 ≤Ss≤ 1.80; è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

S_T (effetto di amplificazione topografica).

Il valore di S_T varia con il variare delle quattro categorie topografiche introdotte:

T1*(S_T = 1.0)* ***T2****(S_T = 1.20)* ***T3****(S_T =1.20)* ***T4****(S_T = 1.40).*

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$T_R=-V_R/\ln(1-PVR)$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Con l'**OPCM 3274** e successive modifiche, i coefficienti sismici orizzontale Ko e verticale Kv che interessano tutte le masse vengono calcolatati come:

$K_o = S \cdot (a_g/g)$ $K_V = 0.5 \cdot K_o$

S: fattore dipendente dal tipo di suolo secondo lo schema:

tipo A - S=1;

tipo B - S=1.25;

tipo C - S=1.25;

tipo E - S=1.25;

tipo D - S=1.35.

Per pendii con inclinazione superiore a 15° e dislivello superiore a 30 m, l'azione sismica deve essere incrementata moltiplicandola per il coefficiente di amplificazione topografica S_T:

$S_T \geq 1,2$ per siti in prossimità del ciglio superiore di pendii scoscesi isolati;

$S_T \geq 1,4$ per siti prossimi alla sommità di profili topografici aventi larghezza in testa molto inferiore alla larghezza alla base e pendenza media > 30°; $S_T \geq 1,2$ per siti dello stesso tipo ma pendenza media inferiore.

L'applicazione del **D.M. 88** e successive modifiche ed integrazioni è consentito mediante l'inserimento del coefficiente sismico orizzontale Ko in funzione delle Categorie Sismiche secondo il seguente schema: I Cat. Ko=0.1; II Cat. Ko=0.07; III Cat. Ko=0.04

Per l'applicazione dell'**Eurocodice 8** (progettazione geotecnica in campo sismico) il coefficiente sismico orizzontale viene così definito:

$K_o = a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S / (g)$

a_{gR} : accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante,

γ_I: fattore di importanza,

S: soil factor e dipende dal tipo di terreno (da A ad E).

$a_g = a_{gR} \cdot \gamma_I$

è la “design ground acceleration on type A ground”.

Il coefficiente sismico verticale K_V è definito in funzione di K_O, e vale:

$K_V = \pm 0.5 \cdot K_O$

4.2. Ricerca della superficie di scorrimento critica

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia m×n e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

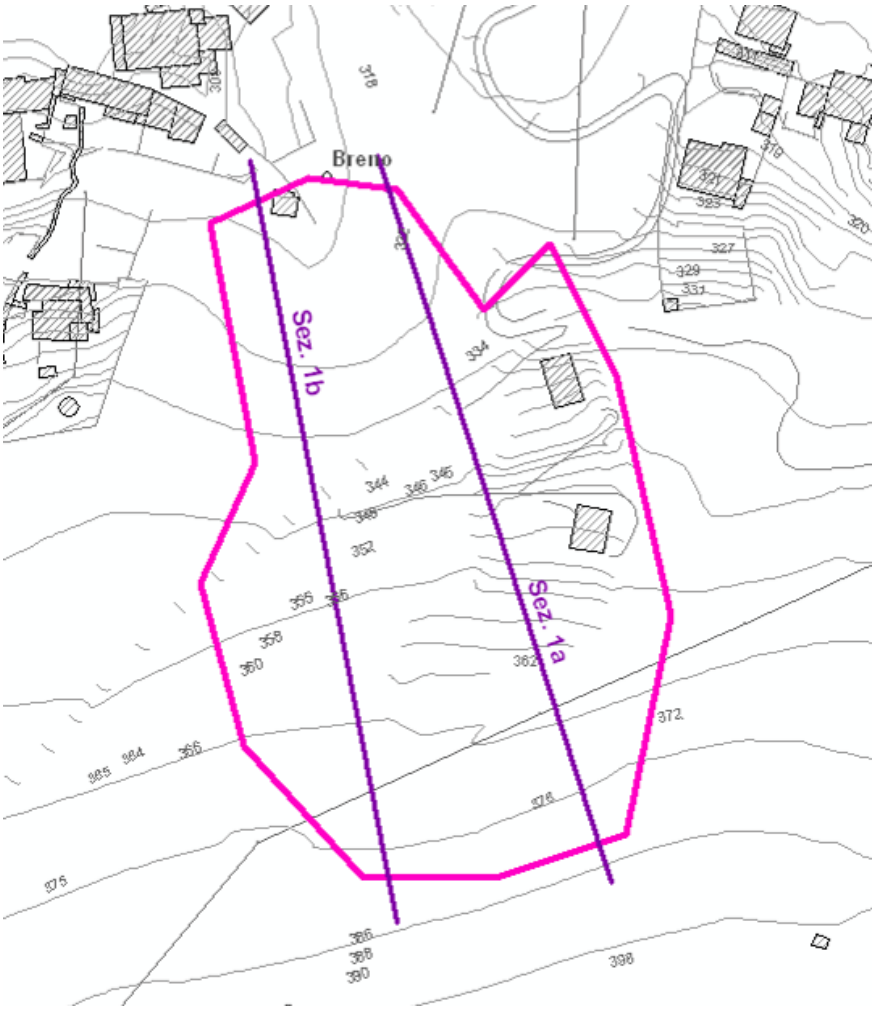
5. AREE DI STUDIO

Le stazioni di rilievo vengono di seguito classificate:

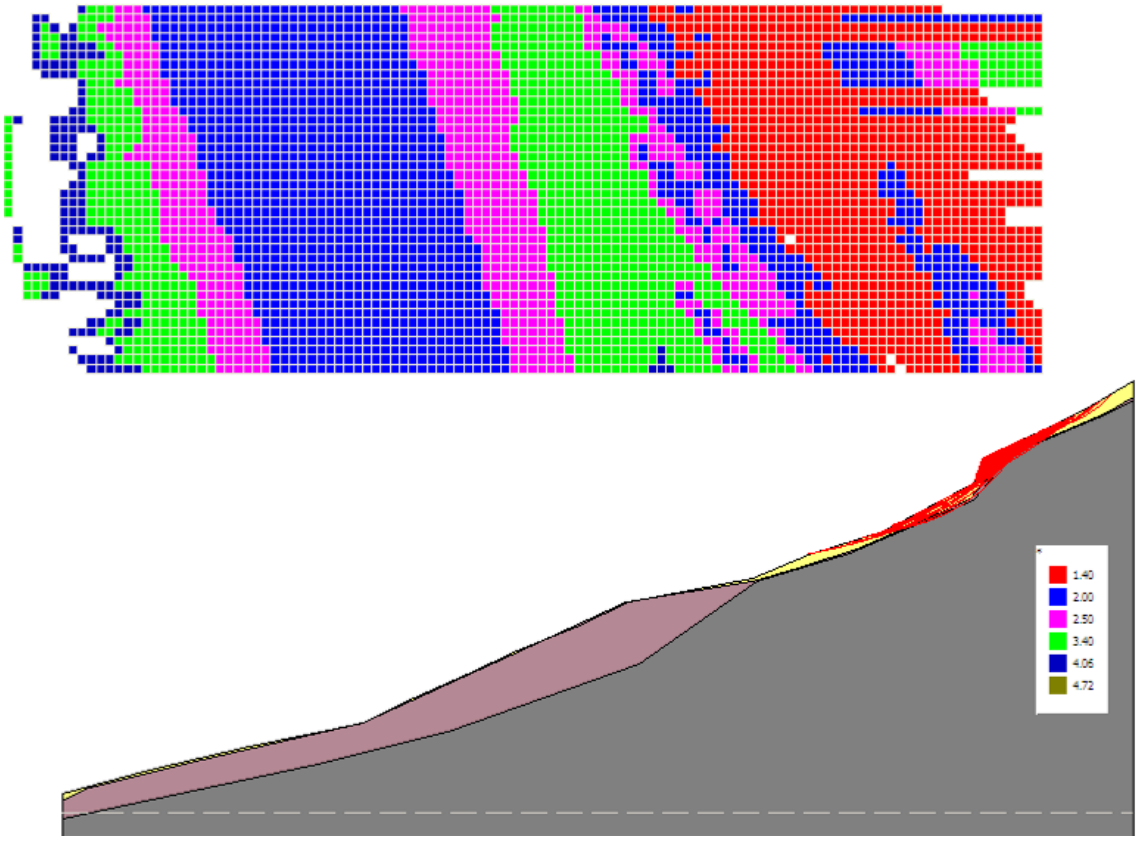
- Area di studio **1** – Località Breno
- Area di studio **2** – Località Gorla/Mulini del Perlo
- Area di studio **3** – Località Mulini del Perlo
- Area di studio **4** – Località Bogno
- Area di studio **5** – Località Rovenzola
- Area di studio **6** – Località Monte Fopa
- Area di studio **7** – Località Montecchio/Pra Filippo

6. AREA DI STUDIO n.1 – LOC. BRENO

6.1. Individuazione delle sezioni di verifica



6.2. Relazione di calcolo- sez. 1a



In rosso le sup. fino a Fs= 1.4

Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

==========

Numero di strati	3.0
Numero dei conci	10.0

Superficie di forma circolare

==========

Maglia dei Centri

==========

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-12.78 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	99.8 m
Ascissa vertice destro superiore xs	203.03 m
Ordinata vertice destro superiore ys	176.77 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	25.0
Numero di celle lungo y	25.0

==========

Vertici profilo

N	X m	y m
1	-0.49	11.95
2	17.61	16.95
3	38.62	21.95
4	62.76	26.95
5	73.24	31.95
6	84.05	36.95
7	94.8	41.95
8	106.83	46.95
9	117.97	51.95
10	143.81	56.95
11	155.71	61.95
12	171.45	66.95
13	190.33	76.95
14	192.21	81.95
15	213.18	91.95
16	223.68	98.37

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	-0.49	10.45
2	5.18	13.4
3	28.85	19.26
4	62.29	26.83
5	93.29	40.98
6	117.45	51.97
7	143.81	56.36
8	153.33	59.29
9	165.78	63.19
10	179.21	69.05
11	189.46	73.69
12	193.61	78.57
13	198.98	83.45
14	217.77	91.51
15	223.68	94.95

Vertici strato 2

N	X m	y m
1	-0.49	6.78
2	51.55	17.77
3	80.11	25.1
4	120.14	39.25
5	144.79	56.34
6	164.32	62.2
7	190.19	73.18
8	195.07	79.04
9	199.46	83.43
10	218.5	91.49
11	223.68	94.2

Stratigrafia
c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	0	33	1800.00	2100.00	0.00		
2	0,1	28	1800	2000	0.00		eluviale
3	0	45	2300	2500	0.00		Substrato roccioso

Risultati analisi pendio

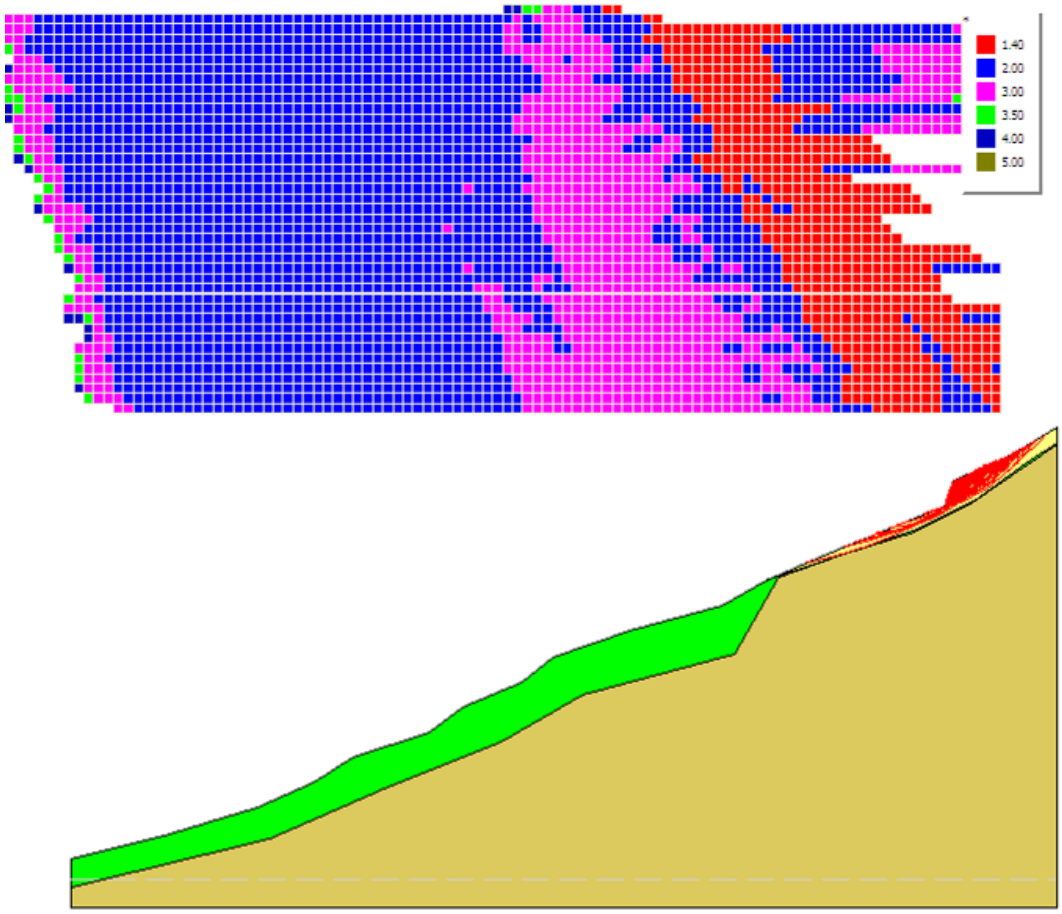
Fs minimo individuato	0.67
Ascissa centro superficie	172.82 m
Ordinata centro superficie	101.34 m
Raggio superficie	29.11 m

Numero di superfici esaminate....(1084)

6.2.1. COMMENTO

Solo limitatamente ad una porzione alta del pendio si individuano FS <= a 1.4

6.3. Relazione di calcolo – sez. 1b



Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

Numero di strati	3.0
Numero dei conci	10.0

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-23.6 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	93.14 m
Ascissa vertice destro superiore xs	190.89 m
Ordinata vertice destro superiore ys	172.18 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	25.0
Numero di celle lungo y	25.0

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0.01	4.91
2	9.82	7.41
3	19.64	9.91
4	36.71	14.91
5	48.13	19.91
6	55.62	24.91
7	70.95	29.91
8	77.47	34.91
9	89.36	39.91
10	95.35	44.91
11	110.67	49.91
12	128.78	54.91
13	137.58	59.91
14	149.14	64.91
15	160.99	69.91
16	173.09	74.91
17	174.75	79.91
18	185.85	84.91
19	195.18	90.3

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	0.01	4.91
2	9.82	7.41
3	19.64	9.91
4	36.71	14.91
5	48.13	19.91
6	55.62	24.91
7	70.95	29.91
8	77.47	34.91
9	89.36	39.91
10	95.35	44.91
11	110.67	49.91
12	128.78	54.91
13	137.58	59.91
14	138.19	60.17
15	154.97	65.9
16	167.51	70.15
17	178.77	75.68
18	188.97	83.33
19	195.18	87.39

Vertici strato 2

N	X m	y m
1	0.01	-0.76
2	39.36	8.95
3	61.89	18.72
4	85.05	28.07
5	101.21	37.42

6	131.38	45.5
7	140.1	60.59
8	152.0	64.84
9	167.09	69.73
10	178.56	75.46
11	195.18	86.97

Stratigrafia
c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1		33	1800.00	2100.00	0.00		
2	0,1	28	1700	2000	0.00		coltre eluviale
3	0	45	2300	2500	0.00		Substrato roccioso

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	0.71
Ascissa centro superficie	156.57 m
Ordinata centro superficie	99.46 m
Raggio superficie	28.57 m

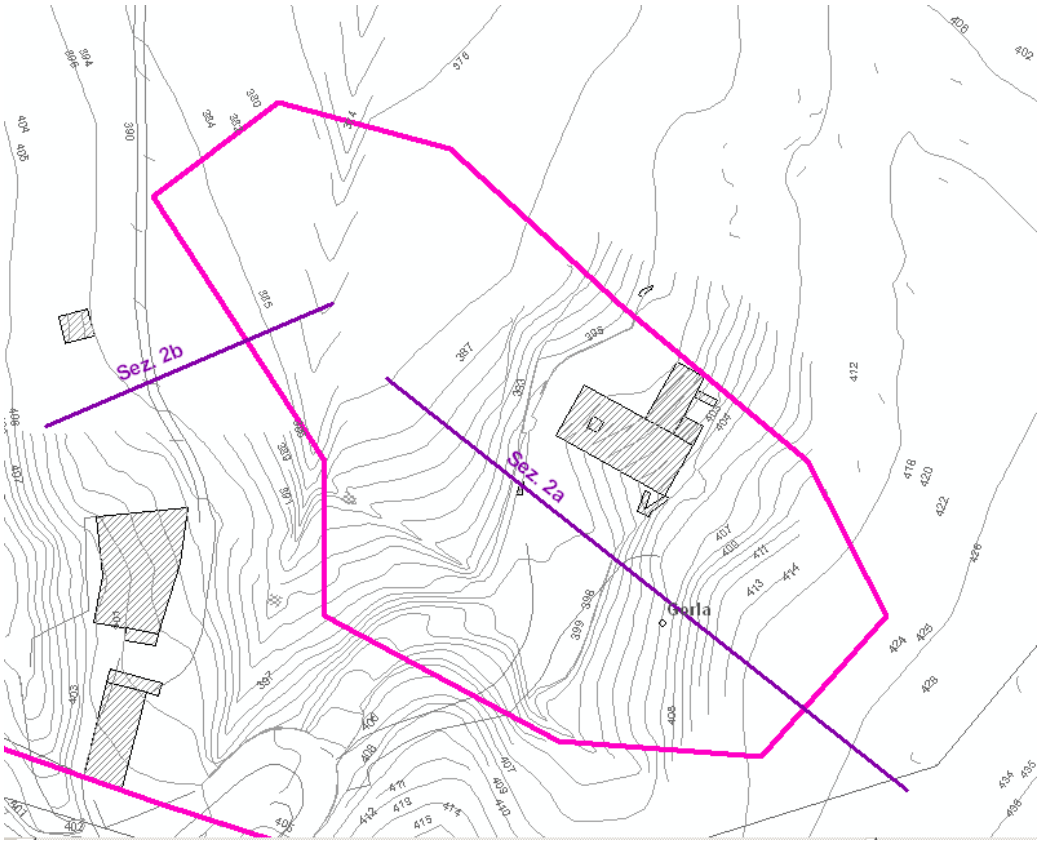
Numero di superfici esaminate....(929)

6.3.1. COMMENTO

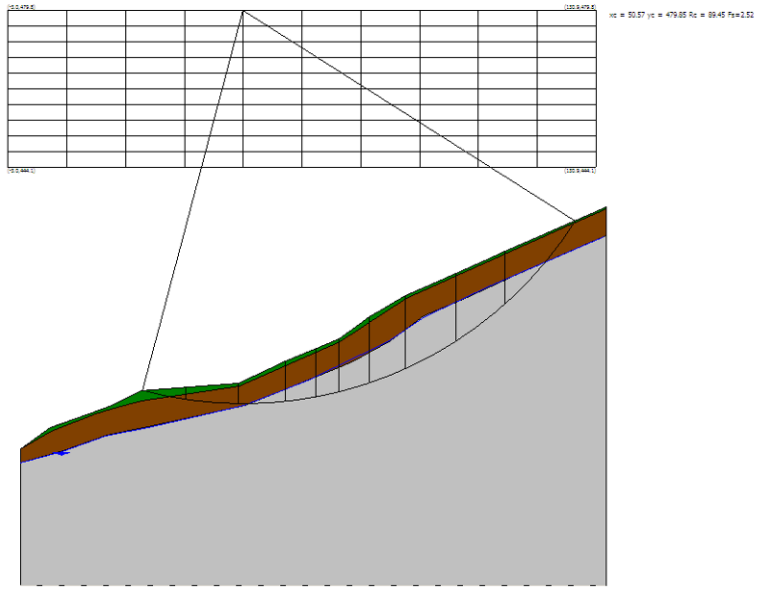
Solo limitatamente ad una porzione alta del pendio si individuano FS <= a 1.4

7. AREA DI STUDIO n.2 - LOC. MULINI DEL PERLO

7.1. Individuazione delle sezioni di verifica



7.2. Relazione di calcolo – sez. 2a



Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

Numero di strati	3.0
Numero dei conci	10.0

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-2.96 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	444.14 m
Ascissa vertice destro superiore xs	130.87 m
Ordinata vertice destro superiore ys	479.85 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Descrizione:	
Latitudine:	45.99
Longitudine:	9.26
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	A

Categoria topografica: T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.17	2.62	0.16
S.L.D.	50.0	0.21	2.61	0.17
S.L.V.	475.0	0.42	2.68	0.28
S.L.C.	975.0	0.51	2.73	0.3

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.204	0.2	0.0042	0.0021
S.L.D.	0.252	0.2	0.0051	0.0026
S.L.V.	0.504	0.2	0.0103	0.0051
S.L.C.	0.612	0.2	0.0125	0.0062

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0051
Coefficiente azione sismica verticale 0.0026

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0.0	355.0
2	0.0	380.0
3	6.64	385.0
4	20.63	390.0
5	27.26	393.33
6	49.44	395.0
7	60.15	400.0
8	72.24	405.0
9	79.28	410.0
10	87.45	415.0
11	99.01	420.0
12	110.04	425.0
13	121.53	430.0
14	133.11	435.0

Falda

Nr.	X m	y m
1	-0.12	376.98
2	9.31	379.45
3	19.31	383.07
4	28.87	384.96
5	50.61	390.03
6	65.11	395.68
7	83.37	404.52
8	91.78	410.18
9	106.99	417.28
10	132.65	428.29

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	0.0	355.0
2	0.0	380.0
3	6.84	384.03
4	16.85	387.97
5	22.07	389.46
6	27.48	390.97
7	49.64	394.4
8	72.49	404.5
9	87.62	414.34
10	100.29	420.0
11	122.72	430.0
12	133.11	434.56

Vertici strato 2

N	X m	y m
1	0.0	355.0
2	0.0	377.01
3	9.52	379.66
4	19.75	383.16
5	28.88	385.1
6	50.99	390.0
7	62.57	394.51
8	75.16	399.71
9	84.08	404.62
10	91.62	410.3
11	101.44	414.51
12	112.48	419.52
13	123.92	424.49
14	133.11	428.46

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	0.1	28	1700	1900	0.00		
2	1	30	2100	2300	0.00		
3	0	45	2300	2500	0.00		Substrato roccioso

Risultati analisi pendio

==========

Fs minimo individuato	2.52
Ascissa centro superficie	50.57 m
Ordinata centro superficie	479.85 m
Raggio superficie	89.45 m

==========

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di

scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

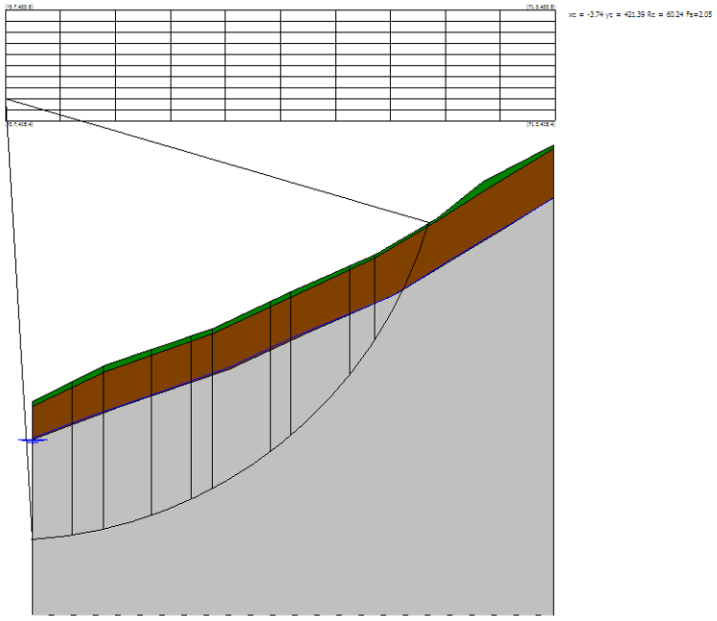
Analisi dei conci. Superficie...xc = 50.573 yc = 479.849 Rc = 89.447 Fs=2.5215

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	9.84	-11.6	10.04	25456.58	129.83	66.19	0.1	28.0	0.0	28009.8	9889.8
2	11.87	-4.5	11.9	91267.16	465.46	237.29	1.0	30.0	0.0	97065.4	69435.8
3	10.7	2.7	10.72	158363.2	807.65	411.74	0.0	45.0	0.0	155618.1	61716.0
4	6.95	8.4	7.03	154888.2	789.93	402.71	0.0	45.0	0.0	147908.6	58658.5
5	5.14	12.3	5.26	133162.8	679.13	346.22	0.0	45.0	0.0	125432.5	49744.7
6	7.04	16.4	7.34	214865.7	1095.82	558.65	0.0	45.0	0.0	200578.0	79546.4
7	8.17	21.5	8.78	294603.6	1502.48	765.97	0.0	45.0	0.0	273854.2	108606.7
8	11.55	28.6	13.16	436591.4	2226.62	1135.14	0.0	45.0	0.0	408830.8	162136.5
9	11.04	37.2	13.86	354830.3	1809.64	922.56	0.0	45.0	0.0	342444.3	135808.6
10	16.1	49.7	24.87	249188.0	1270.86	647.89	0.0	45.0	0.0	262414.7	104070.0

7.2.1. COMMENTO:

Non sono individuate superfici con FS < 1.4.

7.3. Relazione di calcolo – sez. 2b



Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

Numero di strati	3.0
Numero dei conci	10.0

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-3.74 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	418.37 m
Ascissa vertice destro superiore xs	71.35 m
Ordinata vertice destro superiore ys	433.48 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Descrizione:	
Latitudine:	45.99
Longitudine:	9.26
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: A
Categoria topografica: T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.17	2.62	0.16
S.L.D.	50.0	0.21	2.61	0.17
S.L.V.	475.0	0.42	2.68	0.28
S.L.C.	975.0	0.51	2.73	0.3

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.204	0.2	0.0042	0.0021
S.L.D.	0.252	0.2	0.0051	0.0026
S.L.V.	0.504	0.2	0.0103	0.0051
S.L.C.	0.612	0.2	0.0125	0.0062

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0051
Coefficiente azione sismica verticale 0.0026

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0.0	355.0
2	0.0	380.0
3	9.63	385.0
4	24.54	390.0
5	35.17	395.0
6	46.63	400.0
7	55.04	405.0
8	61.44	410.0
9	71.04	415.0

Falda

Nr.	X m	y m
1	0.08	375.13
2	0.08	375.13
3	8.14	378.15
4	17.58	381.43
5	27.02	384.83
6	35.58	388.85
7	48.93	394.39
8	58.12	400.06
9	70.96	407.74

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	0.0	355.0
2	0.0	379.45
3	9.96	384.16
4	24.57	389.39
5	35.21	394.32
6	46.82	399.64
7	55.27	404.67
8	62.13	409.14
9	71.04	414.53

Vertici strato 2

N	X m	y m
1	0.0	355.0
2	0.0	374.86
3	11.98	379.46
4	26.78	384.42
5	37.65	389.53
6	49.38	394.65
7	58.43	400.04
8	64.7	403.8
9	71.04	407.89

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	0.1	28	1700	1900	0.00		
2	1	30	2100	2300	0.00		
3	0	45	2300	2500	0.00		Substrato roccioso

Risultati analisi pendio

==========

Fs minimo individuato	2.05
Ascissa centro superficie	-3.74 m
Ordinata centro superficie	421.39 m
Raggio superficie	60.24 m

==========

Analisi dei conci. Superficie...xc = -3.742 yc = 421.393 Rc = 60.236 Fs=2.0458

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	5.4	6.2	5.44	255557.0	1303.34	664.45	0.0	45.0	0.0	244159.8	119349.8
2	4.21	10.8	4.29	216461.2	1103.95	562.8	0.0	45.0	0.0	201583.4	98537.7
3	6.6	16.1	6.87	353724.8	1804.0	919.68	0.0	45.0	0.0	322652.7	157718.5
4	5.4	22.1	5.83	289237.4	1475.11	752.02	0.0	45.0	0.0	260462.0	127318.6
5	2.91	26.5	3.26	152653.1	778.53	396.9	0.0	45.0	0.0	137148.5	67040.7

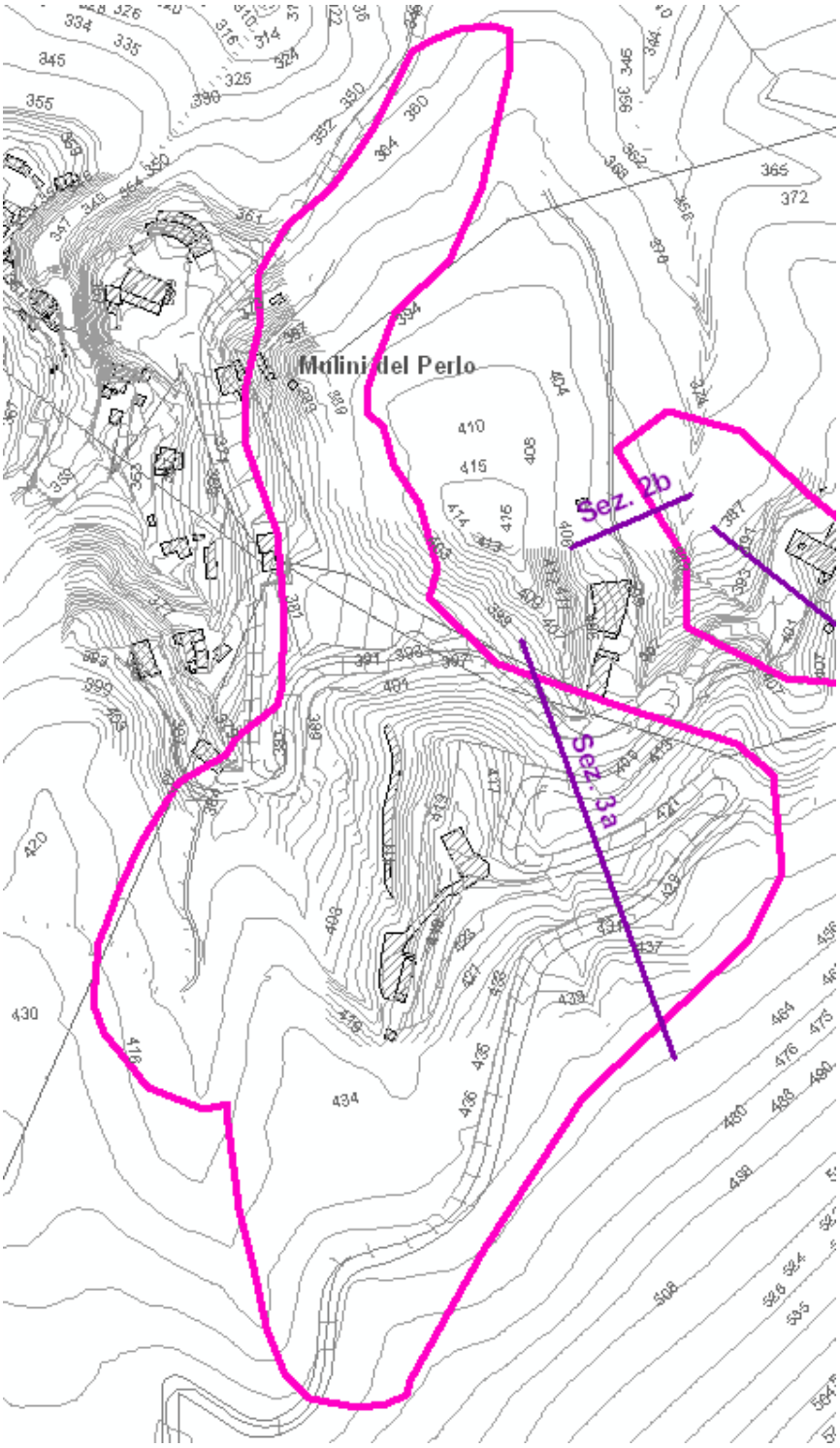
6	7.89	32.5	9.35	398785.7	2033.81	1036.84	0.0	45.0	0.0	360525.6	176231.5
7	2.74	38.6	3.5	129465.4	660.27	336.61	0.0	45.0	0.0	119150.2	58242.8
8	8.07	45.8	11.57	332248.7	1694.47	863.85	0.0	45.0	0.0	317057.3	154983.4
9	3.39	54.0	5.77	103622.8	528.48	269.42	0.0	45.0	0.0	105396.1	51519.5
10	7.42	65.2	17.67	113892.7	580.85	296.12	0.0	45.0	0.0	131924.0	64486.9

7.3.1. COMMENTO

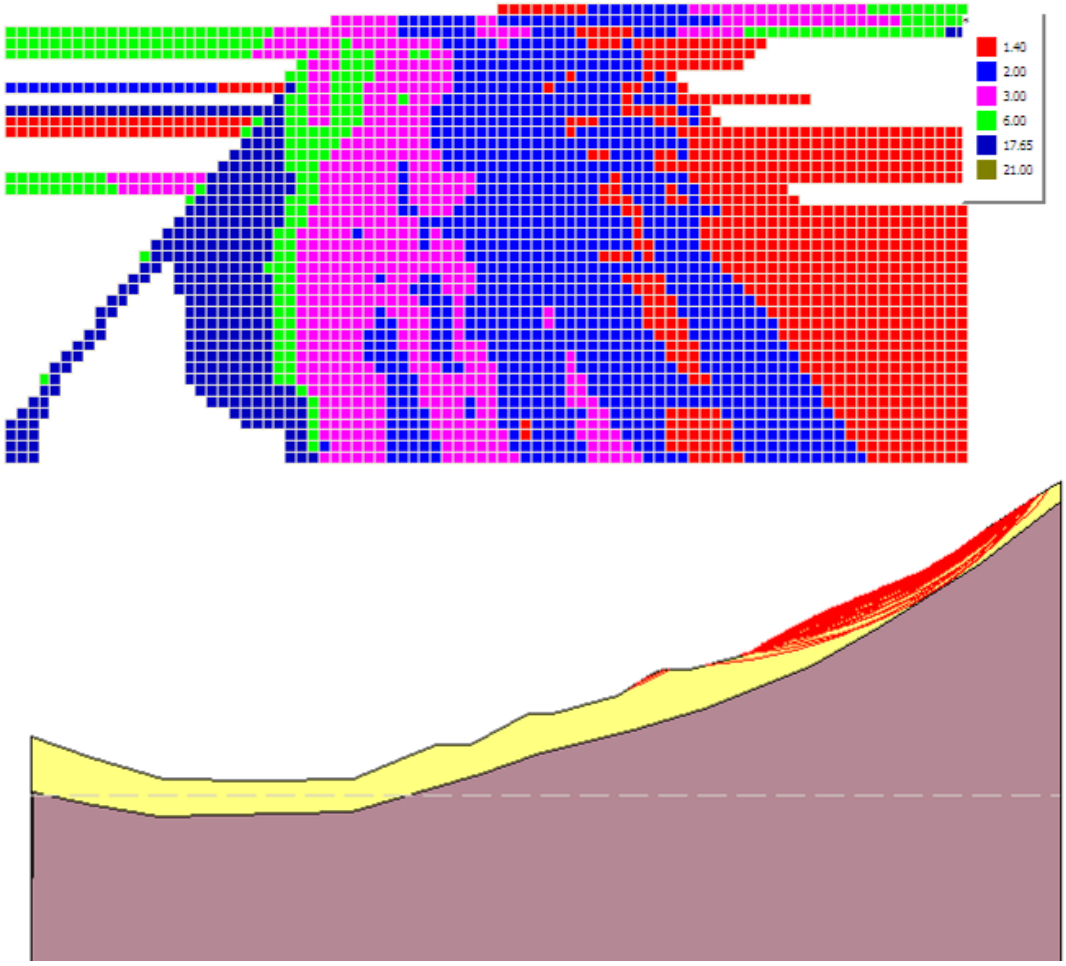
Il pendio risulta stabile.

8. AREA DI STUDIO n.3 - LOC. MULINI DEL PERLO

8.1. Individuazione delle sezioni di verifica



8.2. Relazione di calcolo - Sez 3a



Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-6.36 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	75.93 m
Ascissa vertice destro superiore xs	245.3 m
Ordinata vertice destro superiore ys	183.85 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	25.0
Numero di celle lungo y	25.0

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0.0	0.0
2	0.0	10.0
3	14.65	5.0
4	31.86	0.0
5	55.12	-0.66
6	77.34	0.0
7	89.65	5.0
8	97.74	8.0
9	106.07	8.0
10	119.65	15.68
11	125.59	15.68
12	141.45	20.0
13	149.28	25.0
14	152.26	26.35
15	158.65	26.35
16	172.16	30.0
17	181.12	35.0
18	190.37	40.0
19	202.77	45.0
20	214.82	50.0
21	223.14	55.0
22	229.97	60.0
23	245.36	70.0
24	248.0	71.75

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	0.0	-44.67
2	0.32	-3.32
3	14.91	-6.56
4	15.45	-6.56
5	30.57	-9.26
6	77.01	-7.91
7	108.34	1.01
8	121.57	5.87
9	143.71	11.27
10	162.34	16.94
11	188.0	26.93
12	204.2	36.38
13	228.77	52.04
14	248.0	66.93

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm^2)	Fi (°)	G (Kg/m^3)	Gs (Kg/m^3)	K (Kg/cm^3)	Litologia	
1	0	33	1800.00	2100.00	0.00		
2	0	45	2300	2500	0.00		Substrato roccioso

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	0.89
Ascissa centro superficie	200.0 m
Ordinata centro superficie	95.36 m
Raggio superficie	46.38 m

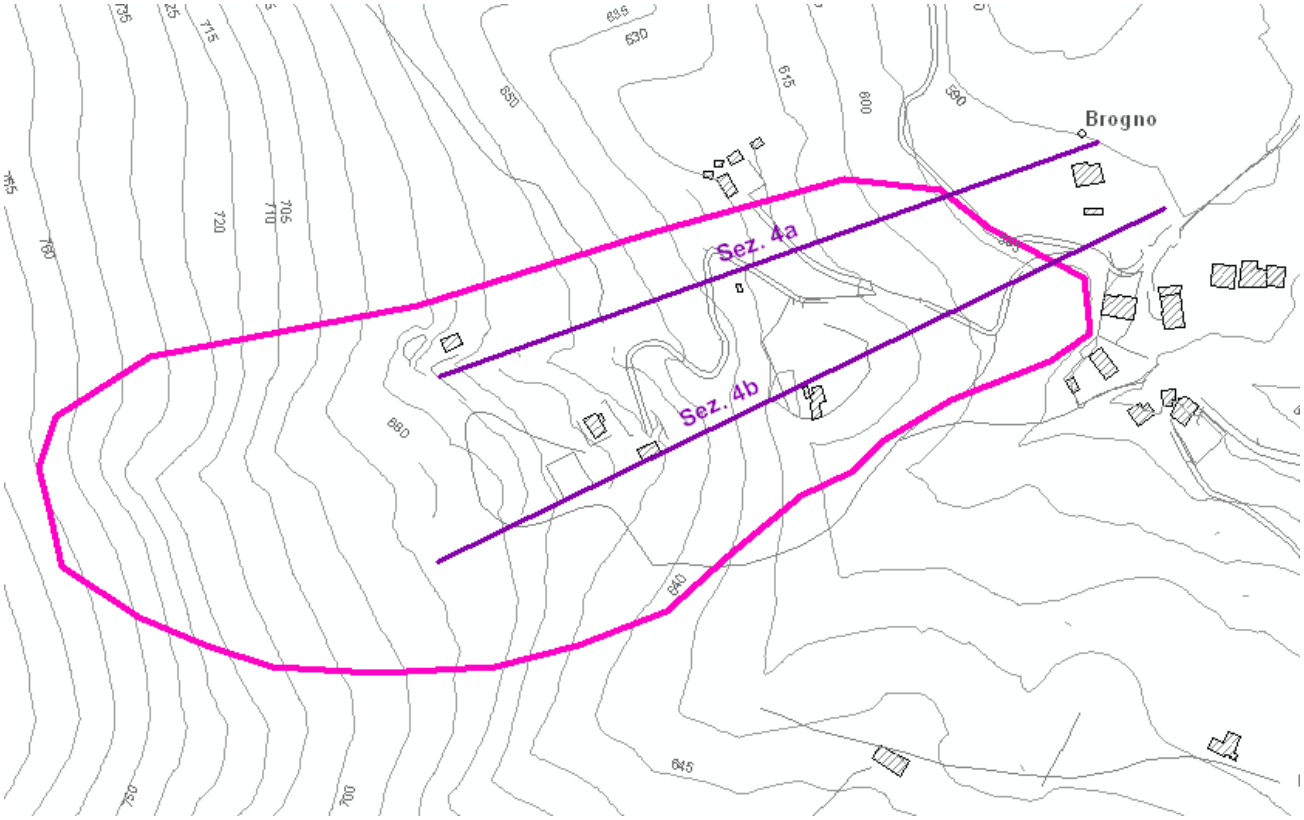
Numero di superfici esaminate....(614)

8.2.1. COMMENTO

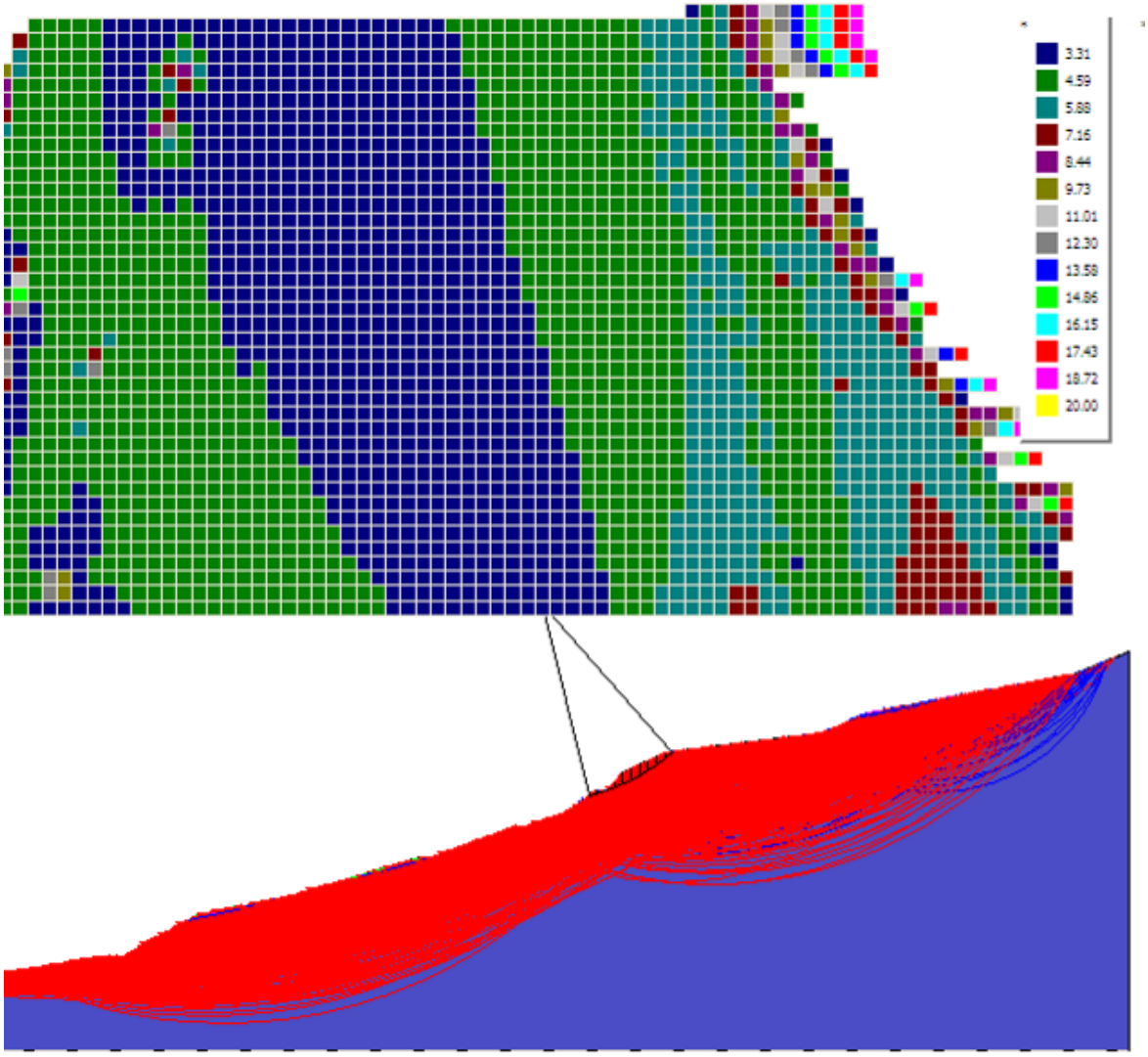
Solo limitatamente ad una porzione alta del pendio si individuano FS <= a 1.4

9. AREA DI STUDIO n.4 - LOC. BROGNO

9.1. Individuazione delle sezioni di verifica



9.2. Relazione di calcolo - sez 4a



Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

==========

Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0

Superficie di forma circolare

==========

Maglia dei Centri

==========

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	1.27 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	102.94 m
Ascissa vertice destro superiore xs	280.54 m
Ordinata vertice destro superiore ys	251.07 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	30.0

Numero di celle lungo y 30.0

==========

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0.0	-1.14
2	0.0	13.79
3	27.91	18.41
4	32.84	18.41
5	41.94	23.79
6	51.72	28.79
7	75.83	33.79
8	92.49	38.79
9	106.03	42.84
10	108.8	42.84
11	125.31	48.79
12	130.03	50.49
13	132.86	50.49
14	142.05	53.79
15	149.89	59.45
16	152.54	59.45
17	156.33	63.79
18	166.94	68.79
19	206.28	73.79
20	217.4	78.79
21	269.56	88.79
22	281.81	94.21

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	0.0	-1.14
2	0.0	11.24
3	4.97	11.24
4	22.15	14.0
5	29.21	17.07
6	37.5	18.3
7	44.86	23.82
8	55.6	27.5
9	70.33	29.34
10	86.29	34.56
11	96.41	38.55
12	109.91	43.46
13	117.89	44.69
14	128.32	47.75
15	140.29	51.74
16	152.56	59.42
17	155.94	63.71
18	162.38	64.94
19	170.67	66.47
20	187.85	68.31
21	203.19	72.0
22	206.57	73.84

23	217.0	78.44
24	225.9	79.05
25	244.31	80.89
26	255.05	82.12
27	269.78	88.87
28	281.81	93.94

Stratigrafia
c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	0,1	28	1700	2000	0.00		
2	0	45	2300	2500	0.00		Substrato roccioso

Risultati analisi pendio

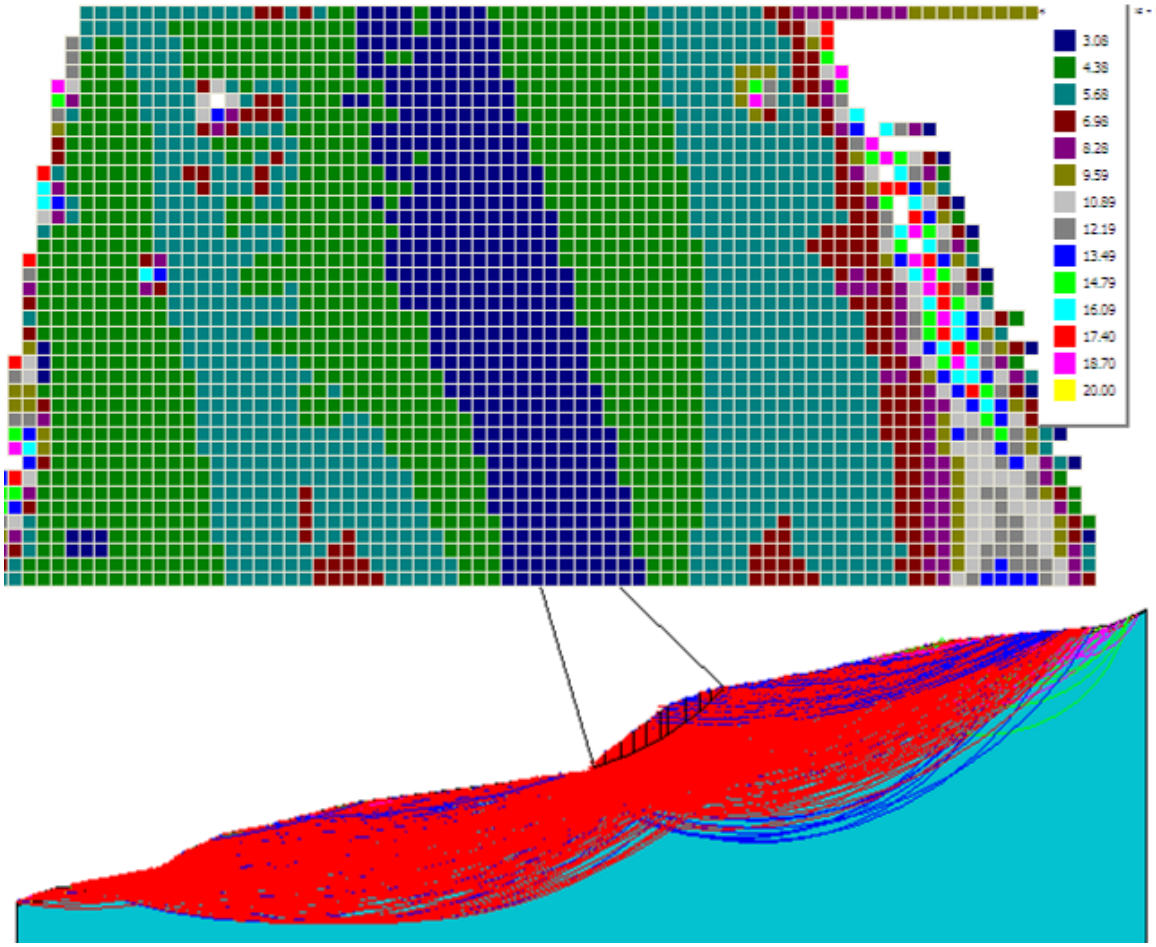
Fs minimo individuato	2.02
Ascissa centro superficie	136.25 m
Ordinata centro superficie	105.41 m
Raggio superficie	48.77 m

Numero di superfici esaminate....(1332)

9.2.1. COMMENTO

Il pendio presenta FS > di 2.

9.3. Relazione di calcolo - Sez 4b



Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-7.47 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	107.51 m
Ascissa vertice destro superiore xs	339.5 m
Ordinata vertice destro superiore ys	286.73 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	25.0
Numero di celle lungo y	25.0

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0.0	0.0
2	0.0	10.55
3	12.44	14.55
4	16.34	14.55
5	18.11	15.55
6	44.6	20.55
7	52.13	25.55
8	63.34	30.55
9	72.27	32.96
10	74.97	32.96
11	84.7	35.55
12	103.45	40.55
13	141.67	45.55
14	177.28	50.55
15	181.29	55.55
16	200.57	70.55
17	213.79	75.55
18	243.61	80.55
19	265.65	85.55
20	285.21	90.55
21	336.76	95.55
22	348.4	100.37

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	0.0	0.0
2	0.0	8.91
3	9.18	10.82
4	17.15	12.72
5	41.05	18.41
6	45.22	20.68
7	53.56	25.99
8	62.67	30.17
9	71.77	31.68
10	78.98	32.82
11	93.78	35.48
12	111.61	38.51
13	122.61	40.41
14	149.16	42.69
15	166.61	46.1
16	177.61	50.27
17	189.37	60.89
18	200.75	68.48
19	218.2	72.65
20	247.41	77.59
21	272.83	84.41
22	294.45	88.97
23	319.49	90.86
24	337.32	95.04
25	348.4	99.78

Stratigrafia
c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	0.20	28	1700	2000	0.00		
2	0	45	2300	2500	0.00		Substrato roccioso

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.78
Ascissa centro superficie	152.14 m
Ordinata centro superficie	139.77 m
Raggio superficie	91.81 m

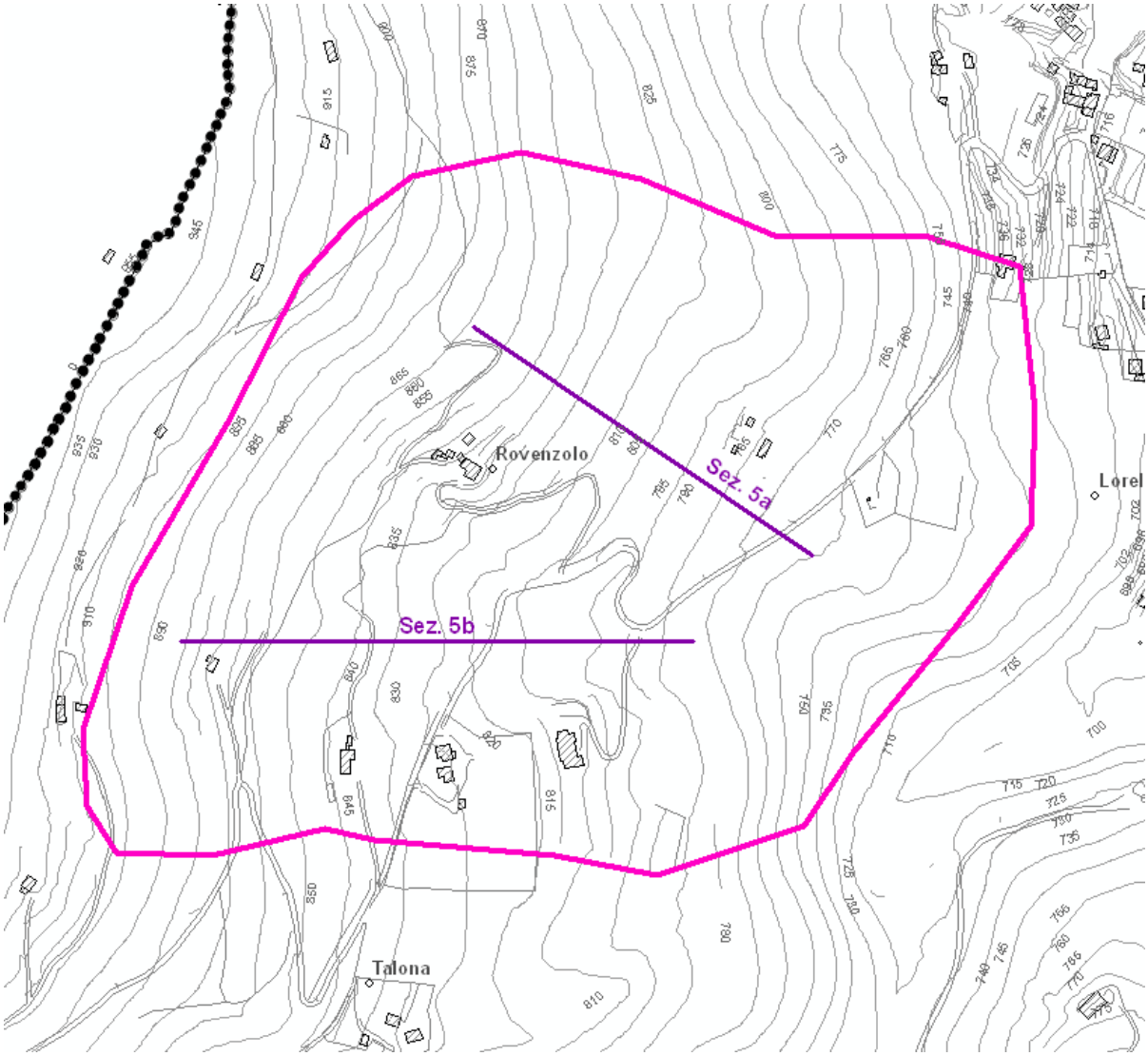
Numero di superfici esaminate....(959)

9.3.1. COMMENTO

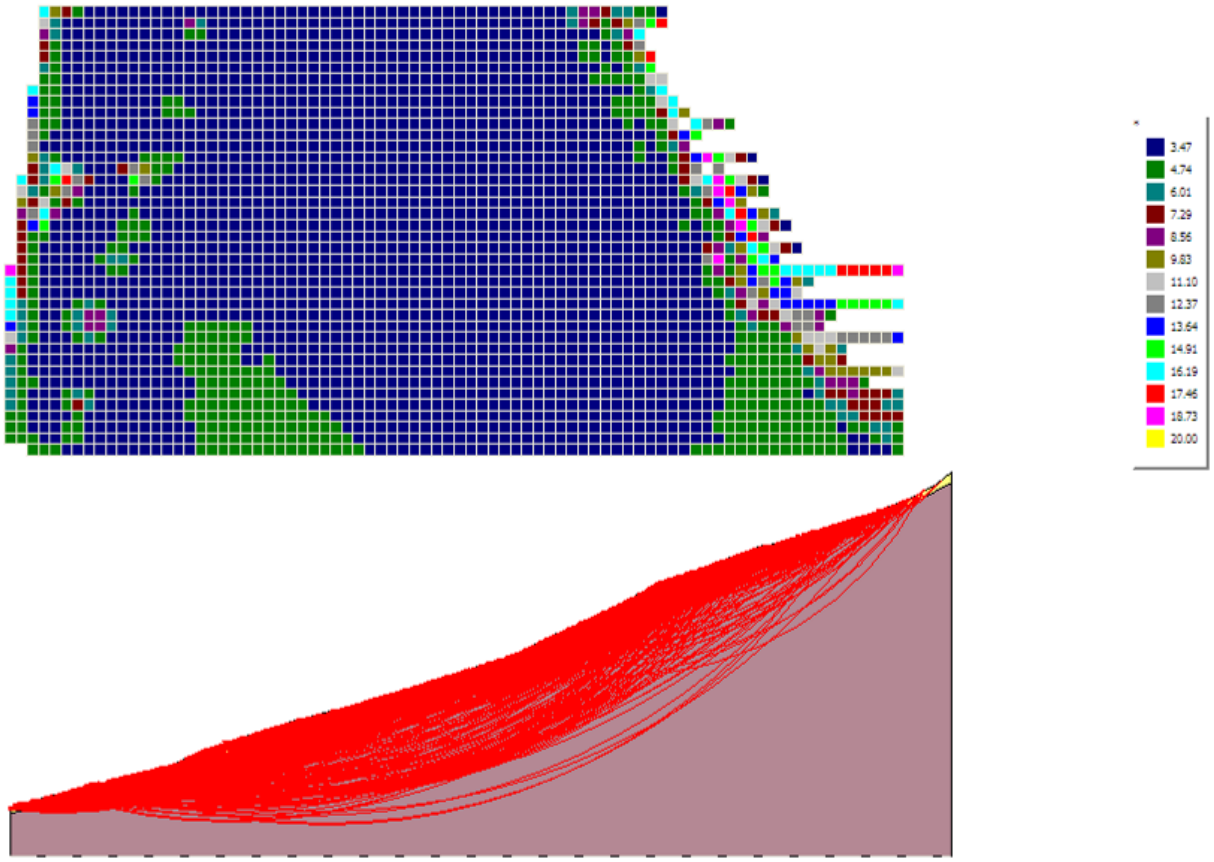
Non si individuano instabilità.

10. AREA DI STUDIO n.5 – LOC. ROVENZOLA

10.1. Individuazione delle sezioni di verifica



10.2. Relazione di calcolo - Sez. 5a



Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

==========

Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0

Superficie di forma circolare

==========

Maglia dei Centri

==========

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-2.22 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	139.37 m
Ascissa vertice destro superiore xs	333.06 m
Ordinata vertice destro superiore ys	300.32 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	25.0
Numero di celle lungo y	25.0

==========

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0.0	0.0
2	0.0	13.95
3	20.16	18.95
4	30.28	22.22
5	34.45	22.22
6	38.82	23.95
7	59.38	28.95
8	68.78	33.95
9	84.05	38.95
10	100.29	43.95
11	118.81	48.95
12	135.65	53.95
13	167.2	63.95
14	182.18	68.95
15	192.0	73.95
16	203.16	78.95
17	213.49	83.95
18	223.67	88.95
19	231.94	93.95
20	247.04	98.95
21	260.51	103.95
22	269.16	107.02
23	271.82	107.02
24	276.75	108.95
25	292.2	113.95
26	308.85	118.95
27	321.61	123.95
28	331.29	128.95
29	336.72	133.54

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	0.0	0.0
2	0.0	11.79
3	8.51	12.53
4	18.77	13.26
5	31.97	16.56
6	49.94	22.79
7	63.87	24.99
8	72.67	30.86
9	82.93	34.53
10	102.73	40.76
11	118.13	44.42
12	137.93	50.29
13	152.59	55.79
14	167.99	57.99
15	189.26	66.79
16	206.12	77.05
17	225.55	86.22
18	231.79	91.35

19	248.28	96.49
20	267.35	103.82
21	282.75	108.95
22	306.95	115.55
23	326.01	123.62
24	336.72	129.52

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	0.1	28	1700	200	0.00		
2	0	45	2300	2500	0.00		Substrato roccioso

Risultati analisi pendio

==========

Fs minimo individuato	1.75
Ascissa centro superficie	152.01 m
Ordinata centro superficie	200.53 m
Raggio superficie	134.7 m

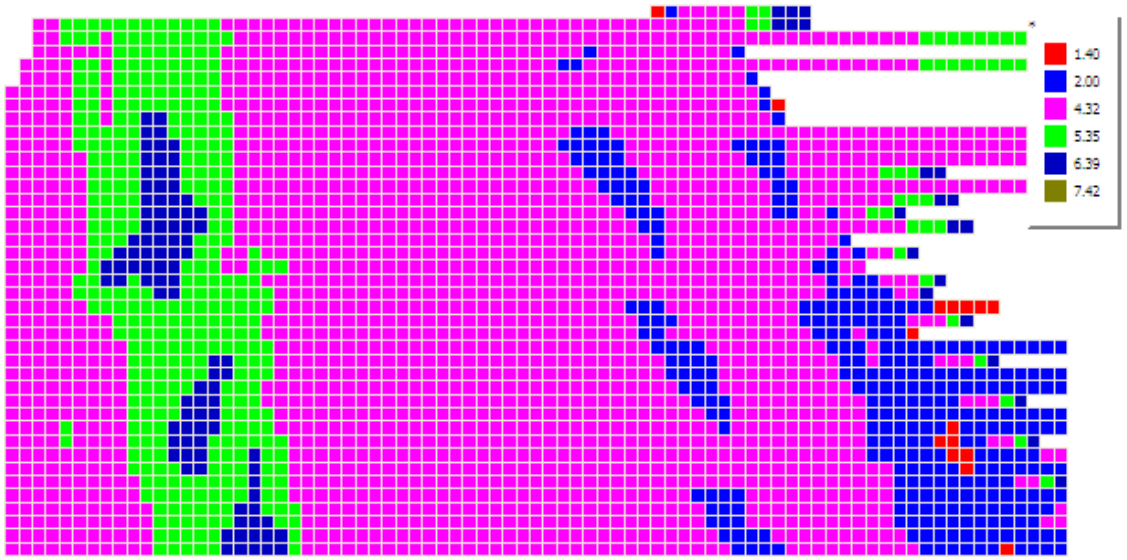
==========

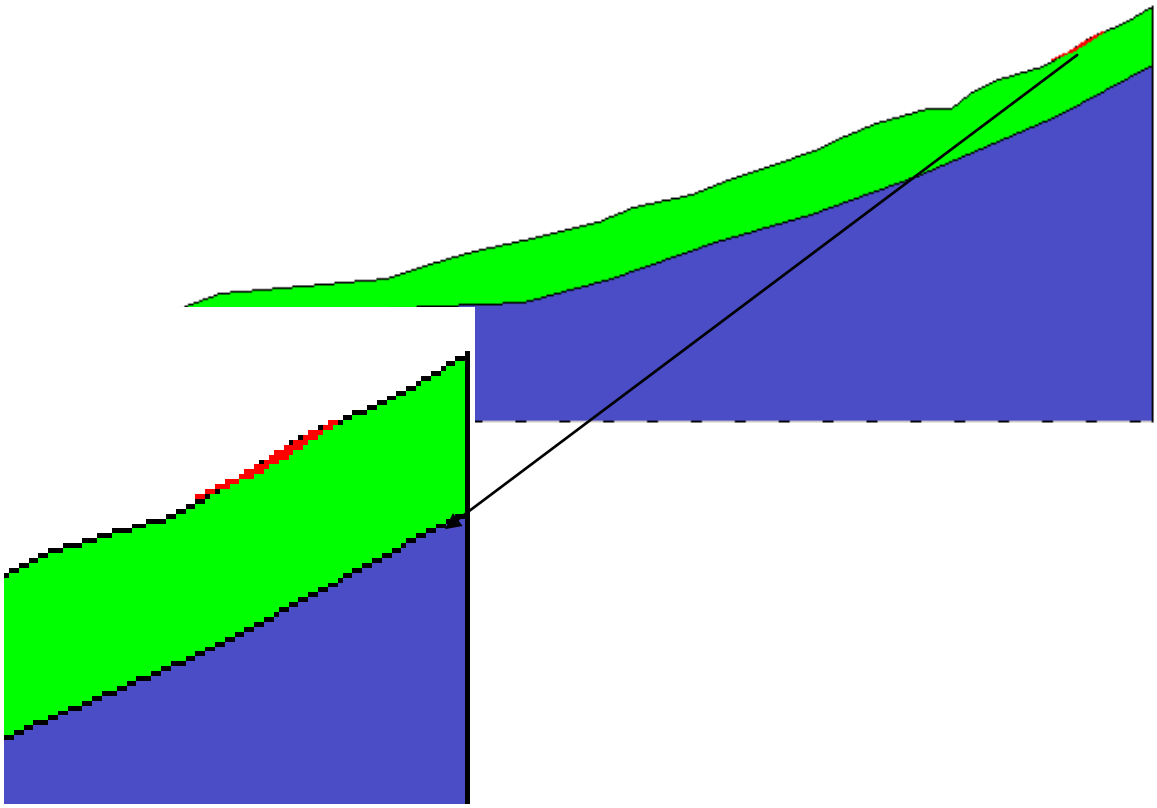
Numero di superfici esaminate....(925)

10.2.1. COMMENTO

Non si individuano superfici critiche.

10.3. Relazione di calcolo - Sez. 5 b





(solo una piccola porzione di pendio presenta FS compreso fra 1.2 e 1.4

Analisi di stabilità dei pendii con JANBU

==========

Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0

Superficie di forma circolare

==========

Maglia dei Centri

==========

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-12.33 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	158.4 m
Ascissa vertice destro superiore xs	376.37 m
Ordinata vertice destro superiore ys	347.61 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	25.0
Numero di celle lungo y	25.0

==========

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0.0	0.0
2	0.0	21.33
3	22.2	26.33
4	43.65	31.33
5	51.08	33.58
6	54.08	33.58
7	63.49	36.33
8	76.95	41.33
9	135.89	46.33
10	150.97	51.33
11	166.76	56.33
12	189.45	61.33
13	210.42	66.33
14	222.61	71.33
15	243.09	76.33
16	256.14	81.33
17	271.58	86.33
18	286.03	91.33
19	297.35	96.33
20	308.22	101.33
21	325.91	106.33
22	334.52	106.33
23	340.99	111.33
24	351.25	116.33
25	366.68	121.33
26	375.88	126.33
27	383.22	131.33
28	395.55	136.33
29	405.23	142.55

Vertici strato 1

N	X m	y m

1	0.0	0.0
2	0.0	9.92
3	20.83	12.58
4	48.18	17.43
5	73.33	23.17
6	105.1	31.11
7	139.08	35.96
8	183.64	38.17
9	214.97	46.11
10	251.59	59.35
11	285.13	69.05
12	322.63	82.29
13	372.05	103.91
14	405.23	121.61

Stratigrafia
c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	0	33	1800.00	2100.00	0.00		
2	0	45	2300	2500	0.00		Substrato roccioso

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.21
Ascissa centro superficie	337.5 m
Ordinata centro superficie	200.03 m
Raggio superficie	82.68 m

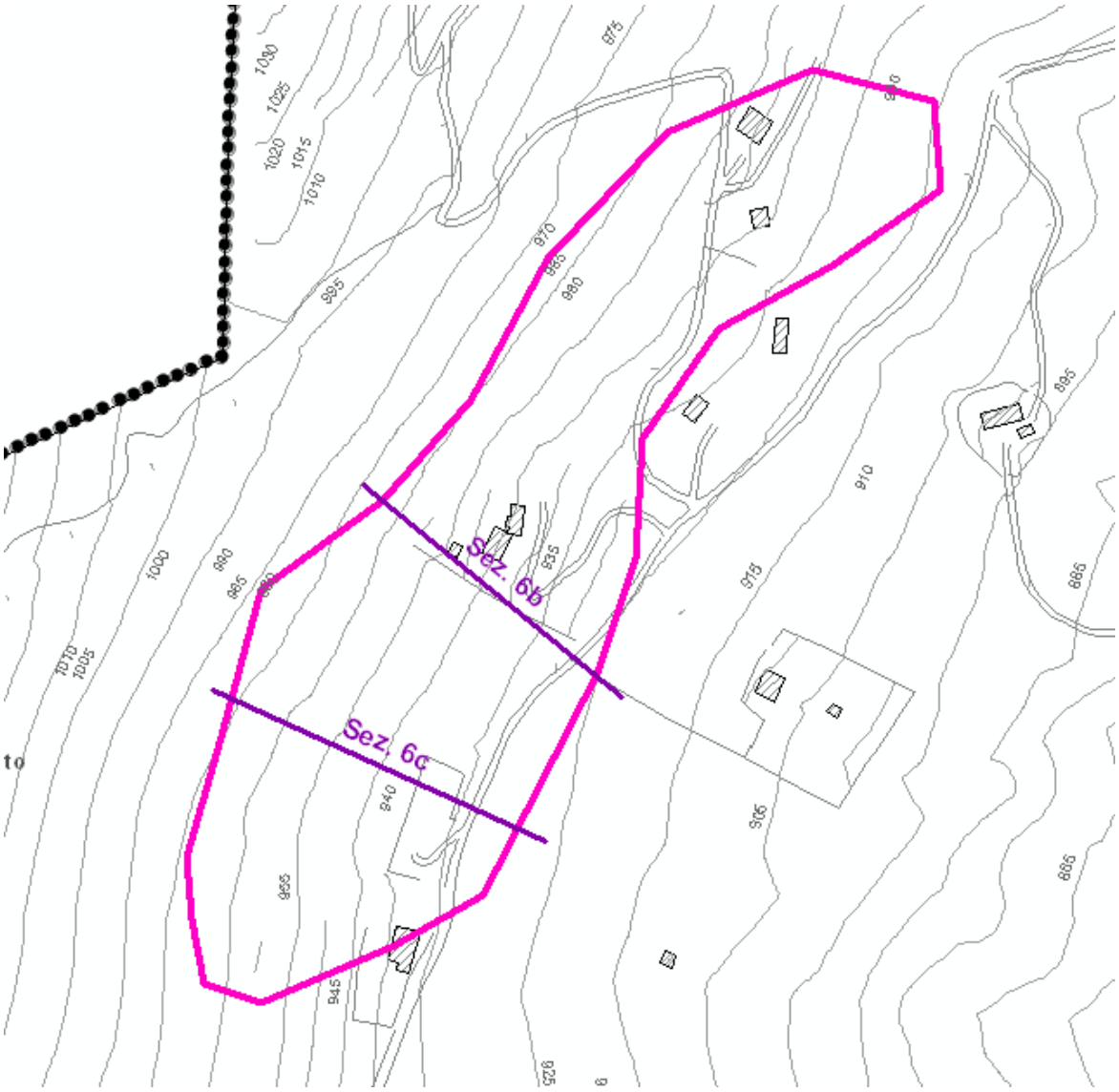
Numero di superfici esaminate....(982)

10.3.1. COMMENTO

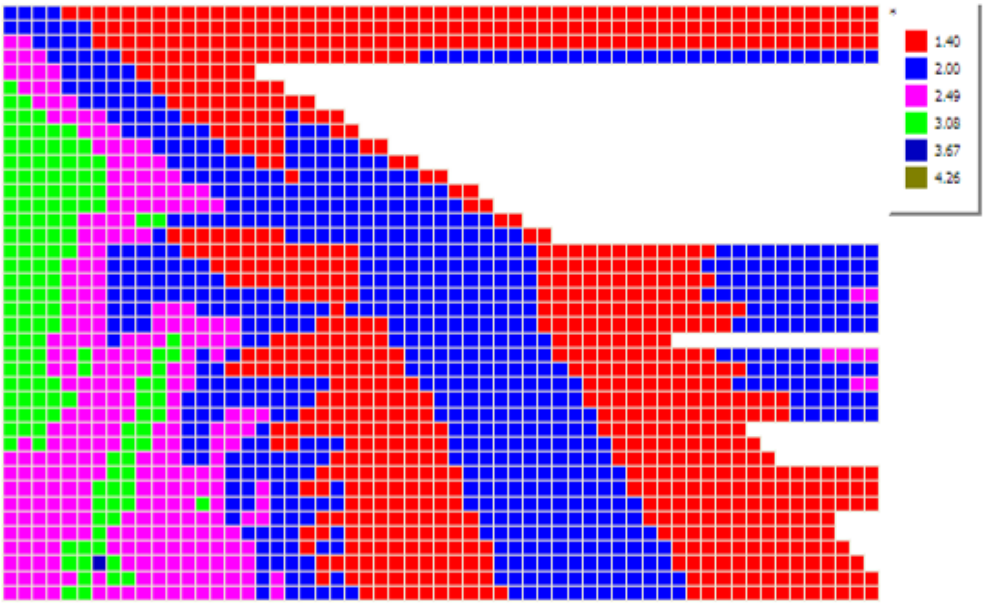
Solo limitatamente ad una porzione alta del pendio si individuano FS <= a 1.4

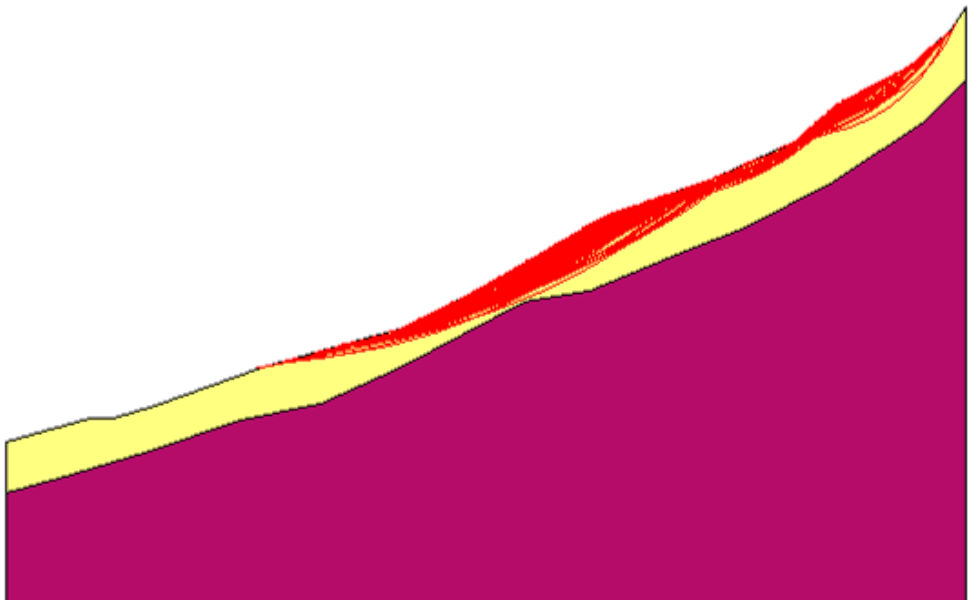
11. AREA DI STUDIO n.6 – LOC. MONTE FOPA

11.1. Individuazione delle sezioni di verifica



11.2. Relazione di calcolo - Sez. 6b





Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

==========

Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0

Superficie di forma circolare

==========

Maglia dei Centri

==========

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-4.79 m

Ordinata vertice sinistro inferiore yi	80.23 m
Ascissa vertice destro superiore xs	126.5 m
Ordinata vertice destro superiore ys	159.48 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	25.0
Numero di celle lungo y	25.0

==========

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0.0	0.0
2	0.0	18.11
3	11.19	21.36
4	14.3	21.36
5	20.0	23.11
6	34.31	28.11
7	52.5	33.11
8	62.37	38.11
9	71.15	43.11
10	79.56	48.11
11	93.89	53.11
12	105.3	58.11
13	110.69	63.11
14	120.39	68.11
15	126.09	73.11
16	128.12	76.0

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	0.0	0.0
2	0.0	11.33
3	7.14	13.33
4	18.44	16.68
5	31.28	21.14
6	42.02	23.24
7	52.76	28.12
8	69.22	36.91
9	77.87	38.3
10	89.59	43.19
11	98.66	46.81
12	110.23	52.95
13	122.37	60.9
14	128.12	66.51

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	0	33	1800.00	2100.00	0.00		
2	0	45	2300	2500	0.00		Substrato roccioso

Risultati analisi pendio

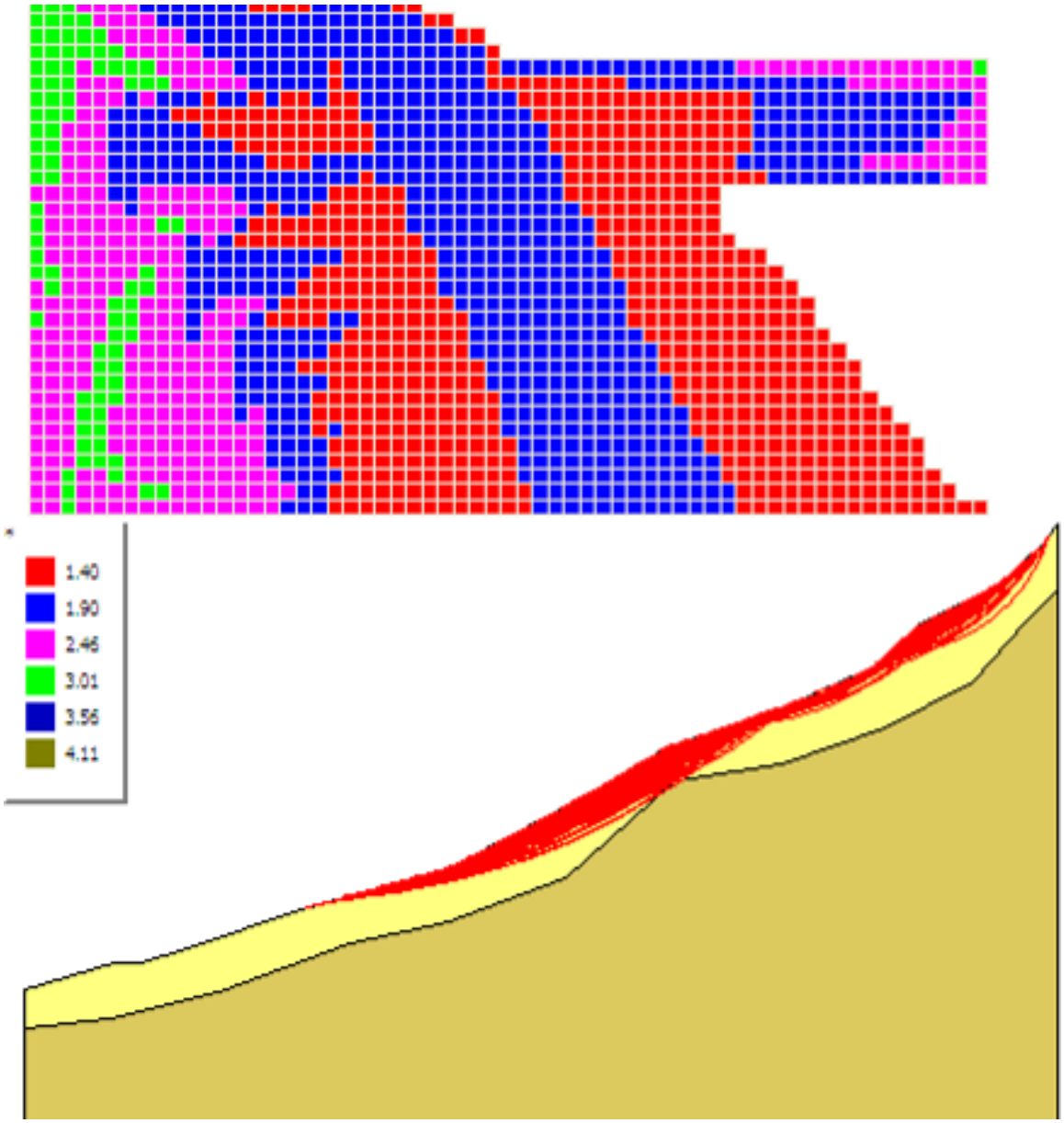
Fs minimo individuato	0.73
Ascissa centro superficie	89.74 m
Ordinata centro superficie	83.4 m
Raggio superficie	29.32 m

Numero di superfici esaminate....(666)

11.2.1. COMMENTO

Per una discreta porzione del pendio si individuano FS <= a 1.4

11.3. Relazione di calcolo - Sez. 6c



Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

==========

Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0

Superficie di forma circolare

==========

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	0.45 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	76.95 m
Ascissa vertice destro superiore xs	128.14 m
Ordinata vertice destro superiore ys	155.0 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	25.0
Numero di celle lungo y	25.0

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0.0	0.0
2	0.0	18.11
3	11.19	21.36
4	14.3	21.36
5	20.0	23.11
6	34.31	28.11
7	52.5	33.11
8	62.37	38.11
9	71.15	43.11
10	79.56	48.11
11	93.89	53.11
12	105.3	58.11
13	110.69	63.11
14	120.39	68.11
15	126.09	73.11
16	128.12	76.0

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	0.0	0.0
2	0.0	13.19
3	10.49	14.59
4	24.16	17.8
5	40.34	23.8
6	52.76	26.59
7	66.99	31.89
8	80.52	44.02
9	93.91	46.12
10	106.89	50.58
11	117.63	56.44
12	124.32	63.83
13	128.12	67.63

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm^2)	Fi (°)	G (Kg/m^3)	Gs (Kg/m^3)	K (Kg/cm^3)	Litologia	
1	0	33	1800.00	2100.00	0.00		

2	0	45	2300	2500	0.00		Substrato roccioso

Risultati analisi pendio

==========

Fs minimo individuato 0.8
Ascissa centro superficie 94.94 m
Ordinata centro superficie 78.51 m
Raggio superficie 22.77 m

==========

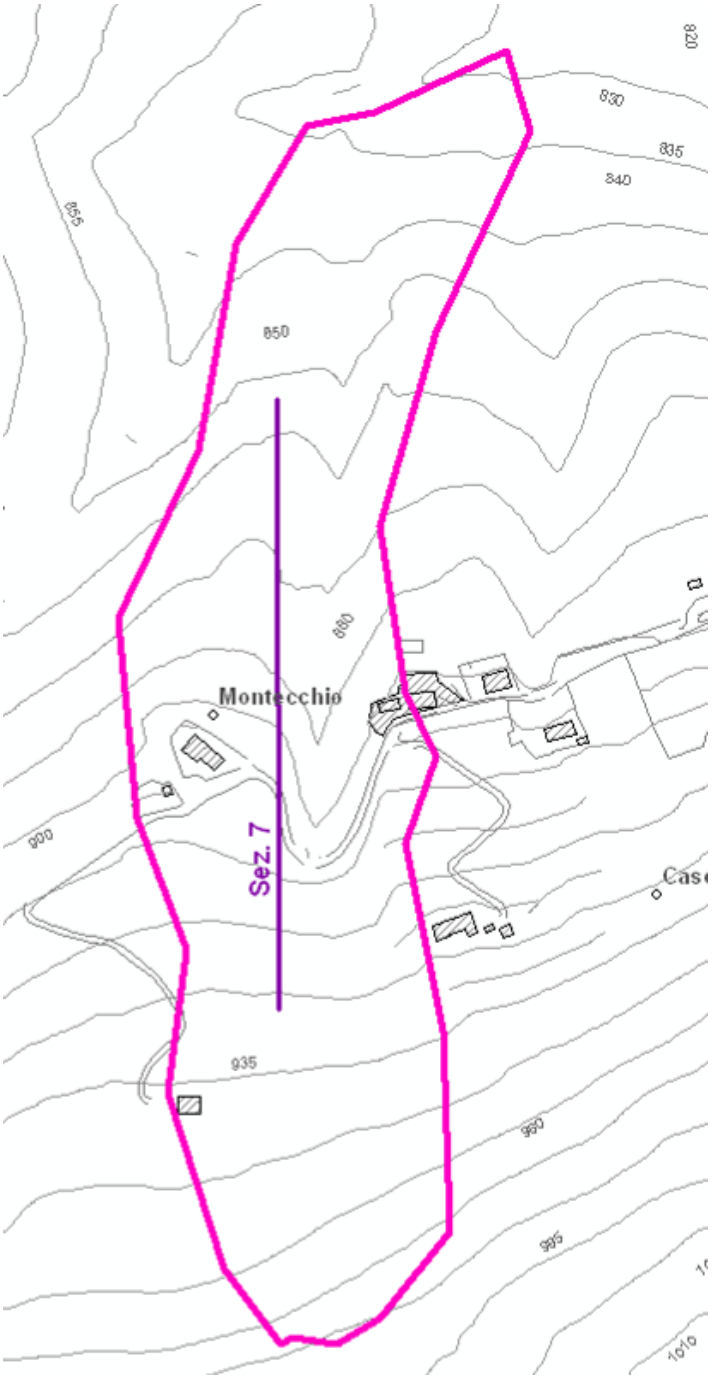
Numero di superfici esaminate....(706)

11.3.1. COMMENTO

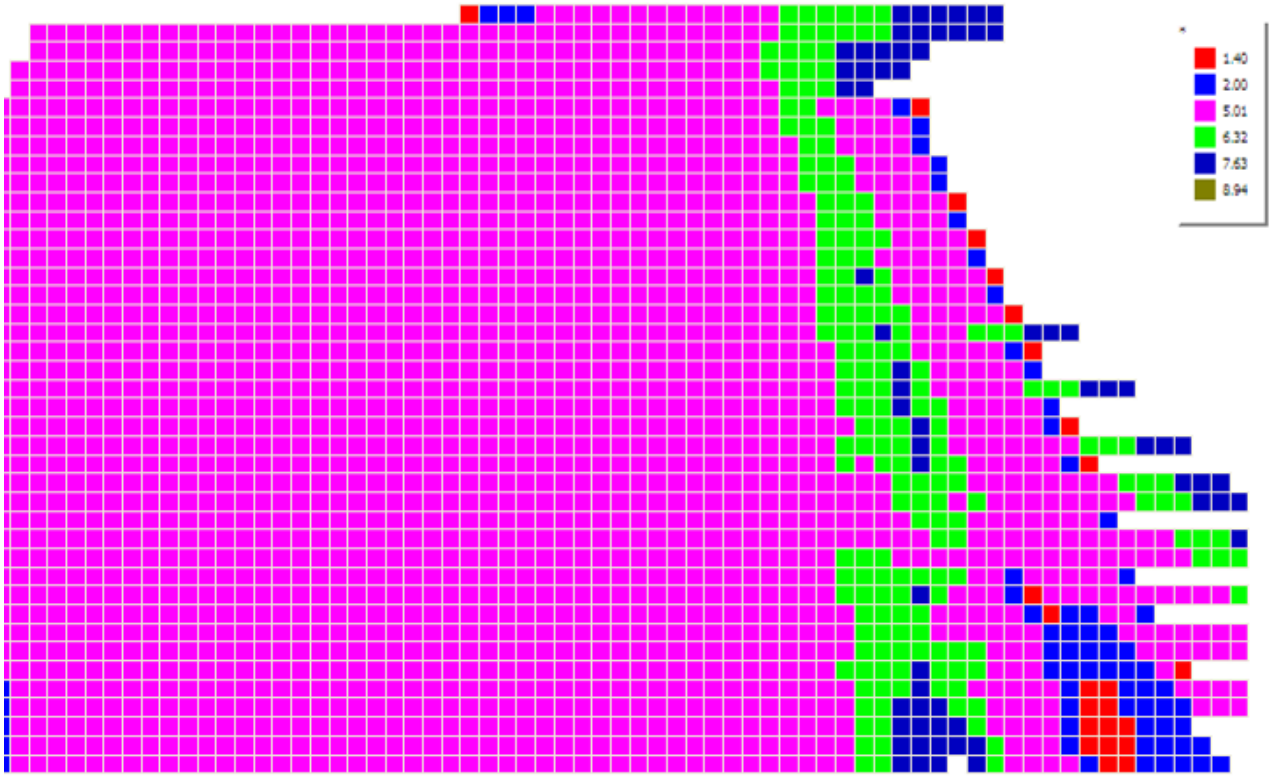
Parte del versante risulta instabile con FS <= a 1.4

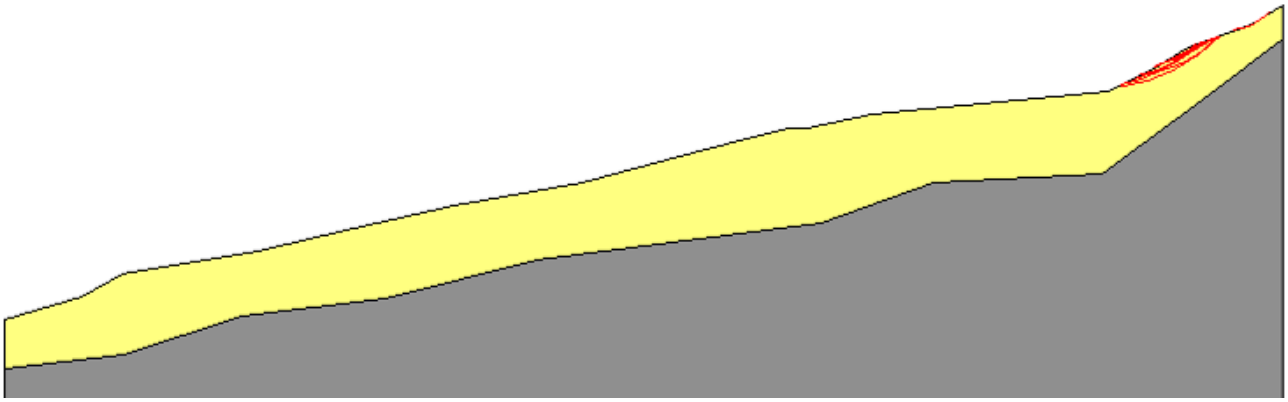
12. AREA DI STUDIO n.7 – LOC. PRA FILIPPO

12.1. Individuazione delle sezioni di verifica



12.2. Relazione di calcolo - Sez. 7





Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

==========

Numero di strati 2.0
Numero dei conci 10.0

Superficie di forma circolare

==========

Maglia dei Centri

==========

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-3.54 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	92.55 m
Ascissa vertice destro superiore xs	280.42 m
Ordinata vertice destro superiore ys	257.64 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	25.0
Numero di celle lungo y	25.0

==========

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0.0	0.0
2	-0.16	16.2
3	16.91	21.2
4	25.93	26.2
5	55.4	31.2
6	76.58	36.2
7	98.9	41.2
8	127.06	46.2
9	145.5	51.2
10	164.41	56.2
11	172.58	58.11
12	176.22	58.11
13	190.49	61.2
14	242.64	66.2
15	251.97	71.2
16	259.93	76.2
17	274.18	81.2
18	281.0	85.41

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	0.0	0.0
2	-0.05	5.35
3	26.23	8.41
4	51.95	16.98
5	83.78	20.96
6	116.85	29.22
7	179.3	37.49
8	204.1	46.37
9	241.14	48.2
10	266.25	66.88
11	281.0	77.95

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	0	33	1800.00	2100.00	0.00		
2	0	45	2300	2500	0.00		Substrato roccioso

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.08
Ascissa centro superficie	223.63 m
Ordinata centro superficie	132.17 m
Raggio superficie	66.93 m

Numero di superfici esaminate....(860)

12.2.1. COMMENTO

Solo limitatamente ad una porzione alta del pendio si individuano FS <= a 1.4