



Regione Lombardia

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO



Comune di Madesimo

Provincia di Sondrio



STUDIOQUATTRO

ARCHITETTI: ENZO BONAZZOLA - BRUNO COMI - LUIGI CONCA - SILVANO MOLINETTI

CONSULENZA GEOLOGICA

GEOLOGO

Depoli Dott. Claudio

23020 Prata Campportaccio (SO)

Via Spluga, 52 - Fraz. San Cassiano

Tel. 0343.20052 - Fax. 0343.21689



STUDIO
GEOLOGICO

DEPOLI DOTT. CLAUDIO
VIA SPLUGA, 52
23020 FRAZ. S. CASSIANO,
PRATA CAMPORTACCIO, SO.
PARTITA IVA 00636810145
COD. FISC. DPLCLD 62H01 C623R
TEL. 0343 • 20052

Progettista:

Sindaco:

Segretario:

Adottato dal C.C. con delibera

n° _____ del _____

Provvedimento di compatibilità con il PTCP

n° _____ del _____

Approvato dal C.C. con delibera

n° _____ del _____

- DOCUMENTI DI PIANO -

Analisi delle aree in dissesto del PAI VERIFICHE

Recepimento Parere Regione Lombardia, Direzione generale
Territorio e Urbanistica, Tutela e Valorizzazione del Territorio,
Pianificazione e Programmazione di Bacino Locale, protocollo Z1.2011.0029217 del 11/11/2011

Allgato:

A7

Nome File:	Data:	Fase di lavoro:	Redatto:	Verif.:	Approv.:	Bozza:
Cartiglio	Maggio 11	FASE di ANALISI	AS	CD	CD	1
	Dic. '11					

SOMMARIO

1	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DELL'AREA.....	2
2	VERIFICHE DI STABILITÀ	3
2.1	Premessa	3
2.2	Area di studio	4
2.3	Metodologia.....	5
2.4	Elaborazioni.....	9
2.4.1	Sezione 1	9
2.4.2	Sezione 2	17
2.4.3	Sezione 3	22
2.4.4	Sezione 4	30
2.4.5	Sezione 5	42
2.4.6	Sezione 6	49
2.4.7	Sezione 7	58
2.5	Considerazioni finali	70

1 Caratterizzazione geologica dell'area

L'area è costituita da depositi semicoerenti, in genere di granulometria medio fine con presenza di trovanti (massi), intercalazioni sabbiose e ghiaiose a granulometria fine e molto fine (sabbie fini e limo).

Dalla bibliografia tecnica esistente si possono estrapolare una serie d'interessanti dati relativi alla stratigrafia dei depositi ed alle caratteristiche meccaniche degli stessi.

Infatti sono disponibili una serie d'informazioni relative a specifiche indagini geognostiche per la costruzione di manufatti ed edifici di vario genere. Da tali dati si rileva che questi depositi presentano essenzialmente granulometrie abbastanza omogenee con presenza di livelli superficiali tipici delle coltri glaciali, ovvero granulometrie grossolane ghiaiose con ciottoli sparsi e livelli sottostanti sabbiosi limosi di notevole potenza e possibilità anche di trovare durante lo scavo massi di notevole cubatura.

In generale i problemi che investono il territorio riguardano essenzialmente:

- Problemi di stabilità per le aree a ridosso dei versanti rocciosi e non con possibili frane legate ai cicli di gelo e disgelo ed al ruscellamento diffuso lungo i versanti stessi.
- Problemi di carattere idrogeologico soprattutto per le aree urbane a ridosso delle aste fluviali.
- Problemi minori connessi a frane superficiali e/o scivolamenti.

Il tematismo trattato è certamente il punto di base per l'individuazione delle problematiche esistenti sul territorio; in esso sono contenute le informazioni relative alle forme di erosione, di accumulo, ecc. ovvero la situazione relativa ai processi modellatori del territorio, sia attivi che inattivi.

Sono esaminate tutte quelle forme connesse all'azione di singoli processi, riferibili alle acque correnti, alla gravità, spesso azioni concomitanti, che hanno determinato o che sono causa di frane, erosioni, esondazioni, reali o potenziali.

La cartografia di detti processi permette la definizione di un quadro base sulla situazione di attività geologica del territorio; si evidenziano così aree che presentano situazioni di instabilità ben evidente, con nicchie di frana attive o zone di rischio latente.

Dissesti all'interno della coltre detritica superficiale sono meno evidenti e si rinvencono sostanzialmente all'interno dei depositi morenici sul versante.

Per quanto attiene ai processi più prettamente legati al sistema idrologico, si devono segnalare i fenomeni di sovralluvionamento che interessano un pò tutte le principali aste fluviali del comune.

Conseguentemente si originano spesso deviazioni delle correnti di piena che determinano erosioni e scalzamento degli argini esistenti.

2 Verifiche di stabilità

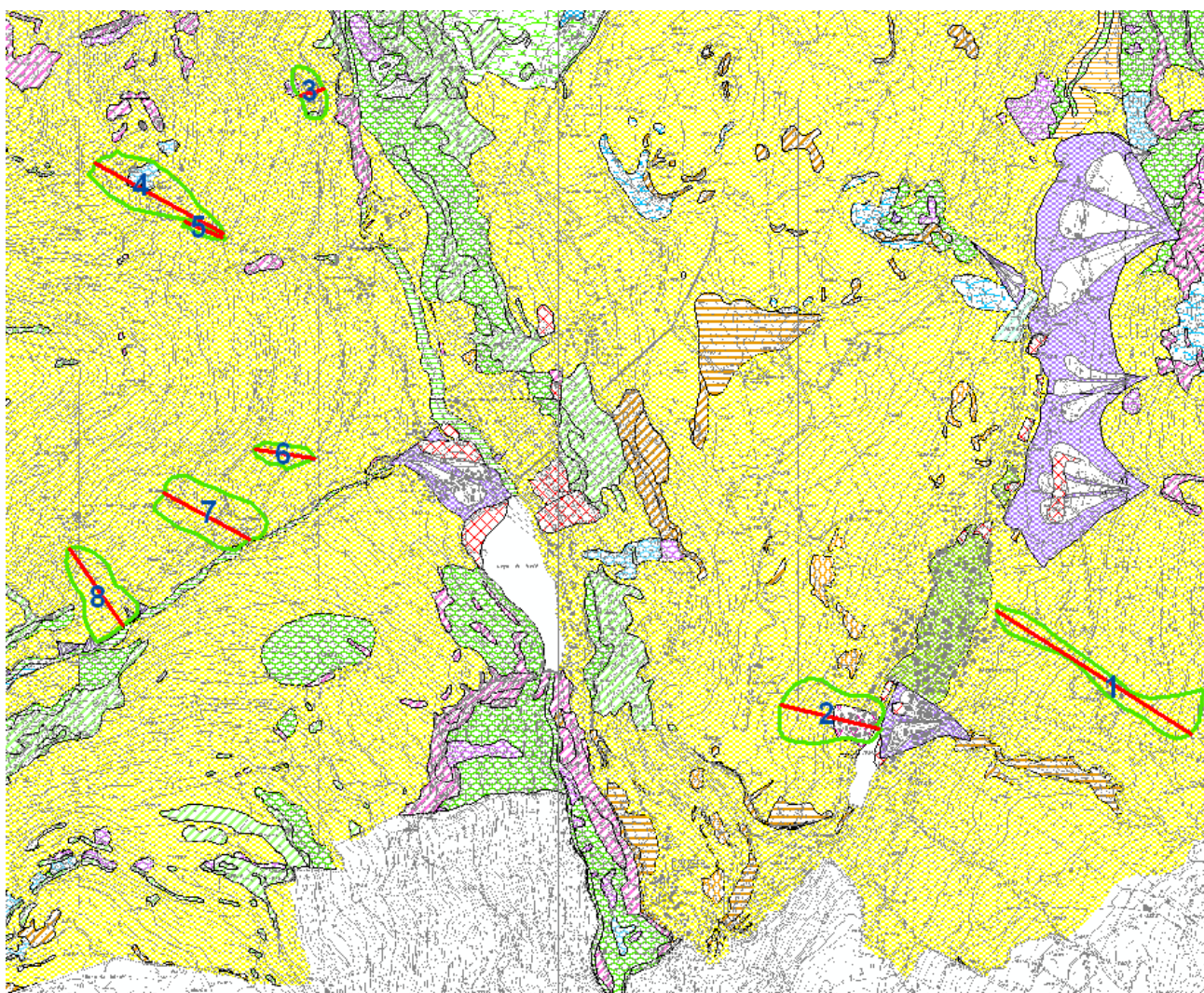
2.1 Premessa

Al fine di analizzare la stabilità dei versanti si è provveduto ad effettuare alcune verifiche di stabilità globale con il metodo dei conci secondo Bishop e Janbu.

In particolare sono state elaborate:

- 8 sezioni di verifica, una per ambito

Nello stralcio cartografico sottostante sono visibili i due ambiti di approfondimento con la relativa posizione delle sezioni elaborate.



2.2 Area di studio

La metodologia sopra descritta viene applicata delle porzioni di territorio soggette al dissesto PAI. Si tratta di ambiti in parte urbanizzati che si localizzano in n. 2 aree ben distinte del territorio.

Settore di Madesimo

Area di studio n. 1 – Loc. Pianello	Sezione 1
Area di studio n. 2 – Loc. Villette (destra idrografica della diga di Madesimo)	Sezione 2

Settore Isola

Area di studio n. 3 – Loc. Rasdeglia	Sezione 3
Area di studio n. 4 – Loc. Cascina Vamlera	Sezione 4
Area di studio n. 5 – Loc. Tecchio	Sezione 5
Area di studio n. 6 – Loc. Canto	Sezione 6
Area di studio n. 7 – Loc. Case Raseri / Stabisotto	Sezione 7
Area di studio n. 8 – Loc. Valle	Sezione 8

2.3 Metodologia

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.

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.

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 (τ) e confrontate con la resistenza disponibile (τ_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.

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

Ni 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.

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:

$$\square F_V = 0, \square M_0 = 0, \text{ Criterio di rottura.}$$

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

I valori di F e di $\square X$ per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre $\square X = 0$ 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 %.

Metodo di JANBU (1967)

Janbu estese il metodo di Bishop a superfici di 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.

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

Assumendo $\square X_i = 0$ 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:

$$F_{\text{corretto}} = f_o F$$

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

Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.

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.

Calcolo coefficienti sismici

Le **NTC 2008** calcolano i coefficienti K_o e K_v in dipendenza di vari fattori:

$$K_o = \beta_s \times (a_{\text{max}}/g)$$

$$K_v = \pm 0,5 \times K_o$$

Con

β_s 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.

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

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica): $0.90 \leq S_S \leq 1.80$; 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:

$$\mathbf{T1}(S_T = 1.0) \quad \mathbf{T2}(S_T = 1.20) \quad \mathbf{T3}(S_T = 1.20) \quad \mathbf{T4}(S_T = 1.40).$$

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:

$$TR = -VR / \ln(1 - PVR)$$

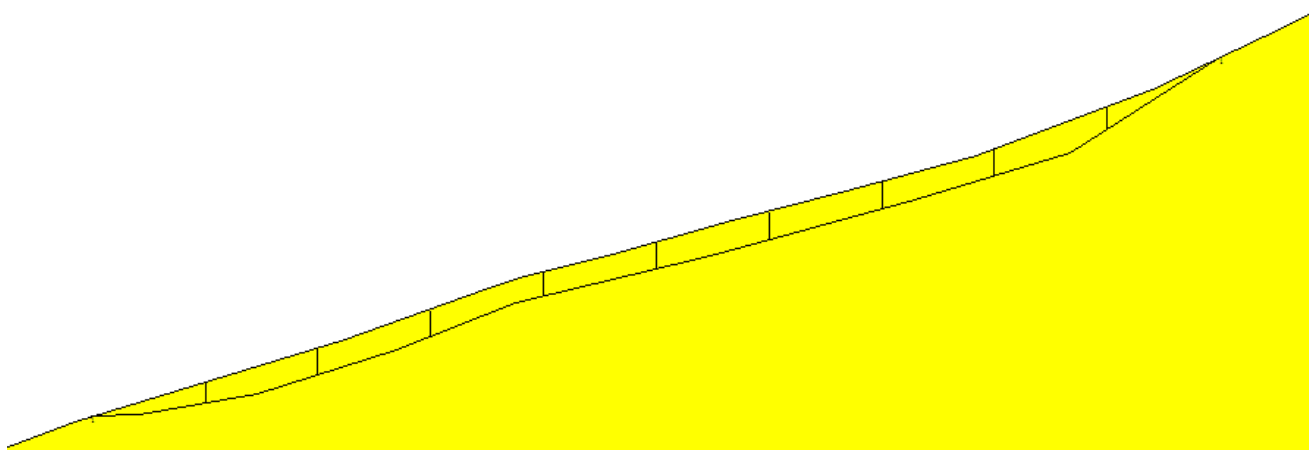
Con VR vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle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

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 $m \times n$ e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

2.4 Elaborazioni

2.4.1 Sezione 1



Analisi di stabilità dei pendii con JANBU

=====

Numero di strati	1.0
Numero dei conci	10.0

Superficie di forma generica

=====

Vertici profilo

N	X m	y m
1	-47.53	18.34
2	-22.07	31.07
3	31.0	51.08
4	234.81	112.82
5	343.84	151.11
6	366.75	158.87
7	433.21	176.12

8	522.58	201.13
9	616.59	226.14
10	616.59	226.14
11	616.59	226.14
12	616.59	226.14
13	710.59	251.15
14	844.27	301.17
15	949.12	351.18
16	969.26	360.79

Vertici superficie Nr...1

N	X m	y m
1	43.85	55.07
2	80.01	56.37
3	168.58	71.87
4	273.76	105.08
5	363.44	140.51
6	510.69	175.94
7	664.58	218.01
8	781.93	253.44
9	894.95	325.35

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	0.20	36.00	1800.00	2100.00	0.00		dep glaciale

Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=3.14

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
-----	--------	-------------	---------	------------	---------------	---------------	----------------------------	-----------	------------	-------------	------------

1	85.07	6.6	85.641214570.0	0.0	0.0	0.2	36.0	0.01177103.0394855.6
2	85.07	14.1	87.72768887.0	0.0	0.0	0.2	36.0	0.02653121.0828399.8
3	85.07	18.8	89.843032426.0	0.0	0.0	0.2	36.0	0.02905324.0924286.5
4	85.07	19.6	90.323070629.0	0.0	0.0	0.2	36.0	0.02944011.0940996.6
5	85.07	13.5	87.492864615.0	0.0	0.0	0.2	36.0	0.02746816.0853037.2
6	85.07	14.4	87.843246446.0	0.0	0.0	0.2	36.0	0.03112568.0961551.6
7	85.07	15.3	88.193276270.0	0.0	0.0	0.2	36.0	0.03139792.0973445.6
8	85.07	16.4	88.663048798.0	0.0	0.0	0.2	36.0	0.02919638.0915290.3
9	85.07	22.4	91.992861166.0	0.0	0.0	0.2	36.0	0.02750808.0901784.9
10	85.07	32.5	100.831037575.0	0.0	0.0	0.2	36.0	0.01003529.0421516.6

Analisi di stabilità dei pendii con JANBU

Numero di strati	1.0
Numero dei concii	10.0
Superficie di forma generica	

=====

Vertici profilo

N	X m	y m
1	-47.53	18.34
2	-22.07	31.07
3	31.0	51.08
4	234.81	112.82
5	343.84	151.11
6	366.75	158.87
7	433.21	176.12
8	522.58	201.13
9	616.59	226.14
10	616.59	226.14
11	616.59	226.14
12	616.59	226.14
13	710.59	251.15
14	844.27	301.17
15	949.12	351.18
16	969.26	360.79

Vertici superficie Nr...1

N	X m	y m
1	-45.46	19.48

2	-37.34	20.94
3	51.23	50.83
4	209.55	97.33
5	342.4	142.72
6	447.58	173.72
7	632.47	224.65
8	652.36	230.25
9	713.0	246.21
10	800.36	284.74

Stratigrafia

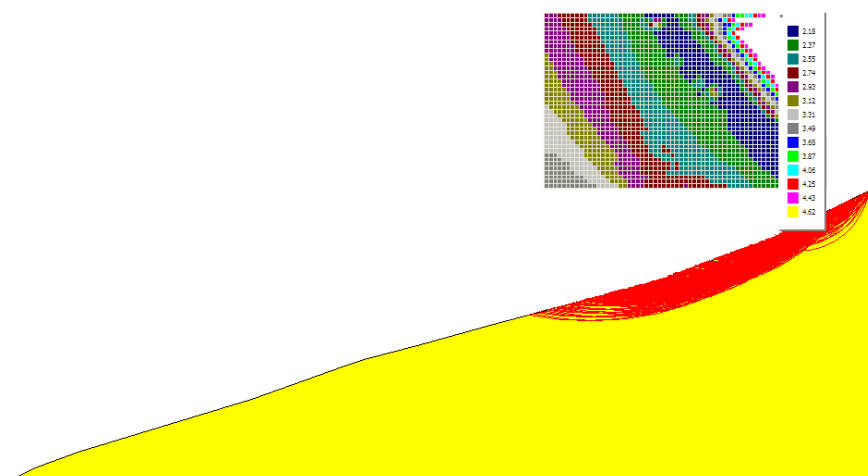
c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia	
1	0.20	36.00	1800.00	2100.00	0.00		dep glaciale

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.

Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=3.60

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	84.54	17.9	88.84	779337.8	0.0	0.0	0.2	36.0	0.0	741830.6	251011.3
2	84.54	16.7	88.26	1051902.0	0.0	0.0	0.2	36.0	0.0	1007384.0	316095.7
3	84.54	16.4	88.11	1131499.0	0.0	0.0	0.2	36.0	0.0	1084882.0	335026.5
4	84.54	18.8	89.32	1062978.0	0.0	0.0	0.2	36.0	0.0	1018663.0	323542.9
5	84.54	17.9	88.82	1315021.0	0.0	0.0	0.2	36.0	0.0	1263901.0	383754.9
6	84.54	16.2	88.06	1102249.0	0.0	0.0	0.2	36.0	0.0	1056441.0	327608.4
7	84.54	15.4	87.69	1015095.0	0.0	0.0	0.2	36.0	0.0	971966.5	304766.5
8	84.54	15.4	87.69	932343.9	0.0	0.0	0.2	36.0	0.0	891500.6	284555.3
9	84.54	15.3	87.65	823447.0	0.0	0.0	0.2	36.0	0.0	785676.3	257812.7
10	84.54	23.8	92.4	430785.9	0.0	0.0	0.2	36.0	0.0	400847.3	173414.7



Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

```
=====
Numero di strati                                     1.0
Numero dei conci                                   10.0
```

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

```
=====
Ascissa vertice sinistro inferiore xi               578.13 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi              359.62 m
Ascissa vertice destro superiore xs                 908.78 m
Ordinata vertice destro superiore ys                563.39 m
Passo di ricerca                                    10.0
Numero di celle lungo x                            20.0
Numero di celle lungo y                            20.0
=====
```

Vertici profilo

N	X m	y m
1	-47.53	18.34
2	-22.07	31.07
3	31.0	51.08

4	234.81	112.82
5	343.84	151.11
6	366.75	158.87
7	433.21	176.12
8	522.58	201.13
9	616.59	226.14
10	616.59	226.14
11	616.59	226.14
12	616.59	226.14
13	710.59	251.15
14	844.27	301.17
15	949.12	351.18
16	969.26	360.79

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	0.20	36.00	1800.00	2100.00	0.00		dep glaciale

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.99
Ascissa centro superficie	842.65 m
Ordinata centro superficie	430.94 m
Raggio superficie	133.19 m

Numero di superfici esaminate....(623)

VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE DI PENDIO INDEFINITO								
DATI UTILIZZATI PER IL CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI SICUREZZA								
Wn (%)	÷ (ton/m ³)	÷ _s (ton/m ³)	c' (ton/m ²)	÷' (°)	÷ (°)	H (m)	÷ _w (ton/m ³)	DIVISIONE DI "H" IN TRATTI
30,00	1,800	2,100	1	33	5	1,00	1	20
					10			
					15			
					20			
					25			
					30			

FORMULA ADOTTATA PER IL CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI SICUREZZA

$$F_s = \frac{c'}{(h_w \times \gamma_{sat} + \gamma \times h) \times \sin \alpha \times \cos \alpha} + \frac{(h_w \times \gamma' + \gamma \times h) \times \tan \phi}{(h_w \times \gamma_{sat} + \gamma \times h) \times \tan \alpha}$$

SIMBOLOGIA	
Wn	Umidità naturale del terreno
γ	Peso dell'unità di volume
γ _s	Peso specifico dei grani
γ _w	Peso specifico dell'acqua
γ _{sat}	Peso dell'unità di volume saturo
γ'	Peso dell'unità di volume immerso
c'	Coesione efficace
÷'	Angolo d'attrito interno efficace
÷	Angolo d'inclinazione del pendio
H	Spessore dello strato dei terreni della coltre superficiale eluvio-colluviale
h	Profondità del pelo libero della falda dal piano campagna
h _w	Altezza della falda = H-h

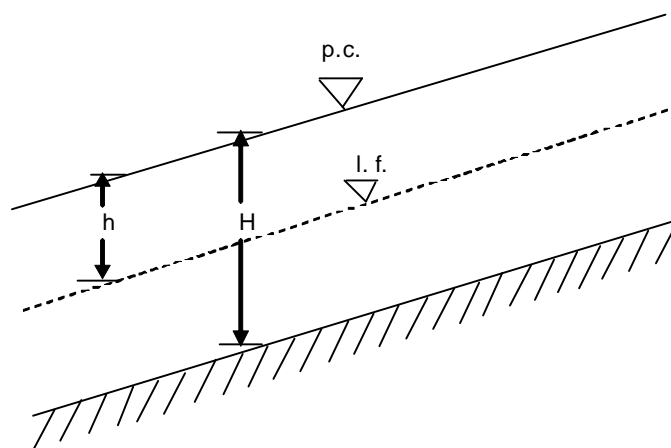
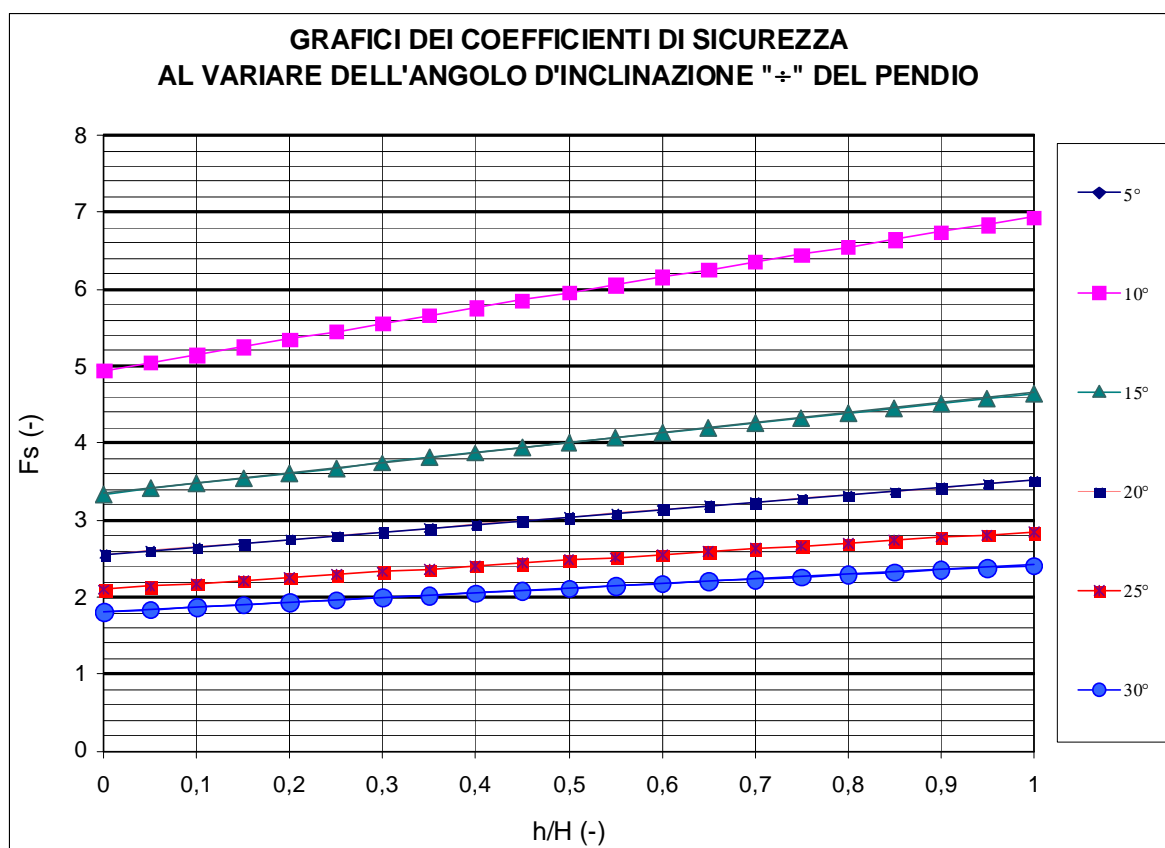
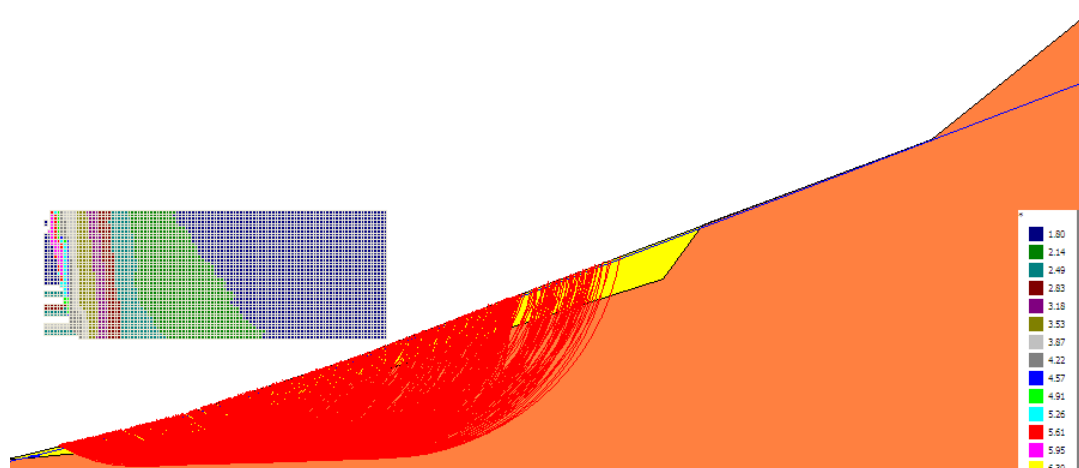


TABELLA DEI VALORI CALCOLATI DEI COEFFICIENTI DI SICUREZZA "F _s " AL VARIARE DEL RAPPORTO "h/H"											
∠N = 5°		∠N = 10°		∠N = 15°		∠N = 20°		∠N = 25°		∠N = 30°	
h/H (-)	F _s (-)	h/H (-)	F _s (-)	h/H (-)	F _s (-)	h/H (-)	F _s (-)	h/H (-)	F _s (-)	h/H (-)	F _s (-)
0,00	9,80	0,00	4,94	0,00	3,34	0,00	2,55	0,00	2,10	0,00	1,81
0,05	10,01	0,05	5,04	0,05	3,41	0,05	2,60	0,05	2,14	0,05	1,84
0,10	10,22	0,10	5,15	0,10	3,47	0,10	2,65	0,10	2,18	0,10	1,87
0,15	10,42	0,15	5,25	0,15	3,54	0,15	2,70	0,15	2,21	0,15	1,90
0,20	10,63	0,20	5,35	0,20	3,61	0,20	2,75	0,20	2,25	0,20	1,94
0,25	10,84	0,25	5,45	0,25	3,68	0,25	2,80	0,25	2,29	0,25	1,97
0,30	11,04	0,30	5,56	0,30	3,74	0,30	2,85	0,30	2,33	0,30	2,00
0,35	11,25	0,35	5,66	0,35	3,81	0,35	2,90	0,35	2,37	0,35	2,03
0,40	11,45	0,40	5,76	0,40	3,87	0,40	2,95	0,40	2,40	0,40	2,06
0,45	11,65	0,45	5,86	0,45	3,94	0,45	3,00	0,45	2,44	0,45	2,09
0,50	11,85	0,50	5,96	0,50	4,01	0,50	3,04	0,50	2,48	0,50	2,12
0,55	12,05	0,55	6,06	0,55	4,07	0,55	3,09	0,55	2,52	0,55	2,15
0,60	12,25	0,60	6,16	0,60	4,14	0,60	3,14	0,60	2,55	0,60	2,18
0,65	12,45	0,65	6,25	0,65	4,20	0,65	3,19	0,65	2,59	0,65	2,21
0,70	12,65	0,70	6,35	0,70	4,27	0,70	3,23	0,70	2,63	0,70	2,23
0,75	12,85	0,75	6,45	0,75	4,33	0,75	3,28	0,75	2,66	0,75	2,26
0,80	13,05	0,80	6,55	0,80	4,39	0,80	3,33	0,80	2,70	0,80	2,29
0,85	13,24	0,85	6,64	0,85	4,46	0,85	3,37	0,85	2,74	0,85	2,32
0,90	13,44	0,90	6,74	0,90	4,52	0,90	3,42	0,90	2,77	0,90	2,35
0,95	13,63	0,95	6,84	0,95	4,58	0,95	3,47	0,95	2,81	0,95	2,38
1,00	13,82	1,00	6,93	1,00	4,65	1,00	3,51	1,00	2,84	1,00	2,41



2.4.2 Sezione 2



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	-15.89 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	83.43 m
Ascissa vertice destro superiore xs	154.36 m
Ordinata vertice destro superiore ys	144.35 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	20.0
Numero di celle lungo y	20.0

Vertici profilo

N	X m	y m
1	-32.51	24.94
2	-20.14	27.91
3	34.05	40.93
4	60.87	47.92
5	144.9	76.26
6	196.5	95.92
7	268.92	123.51
8	347.17	152.95
9	414.78	177.96
10	477.02	227.97

11	490.41	238.73
----	--------	--------

Falda

Nr.	X m	y m
1	-32.4	23.64
2	-11.33	28.2
3	27.39	37.88
4	74.64	50.97
5	139.55	72.61
6	189.09	91.97
7	255.14	117.02
8	302.97	135.24
9	490.41	206.64

Vertici strato1

N	X m	y m
1	-32.51	24.94
2	-27.24	26.2
3	28.28	31.31
4	50.05	36.03
5	79.81	42.2
6	116.82	55.26
7	161.45	70.86
8	213.34	88.28
9	287.01	111.87
10	305.93	137.43
11	347.17	152.95
12	414.78	177.96
13	477.02	227.97
14	477.02	227.97
15	490.41	238.73

Stratigrafia

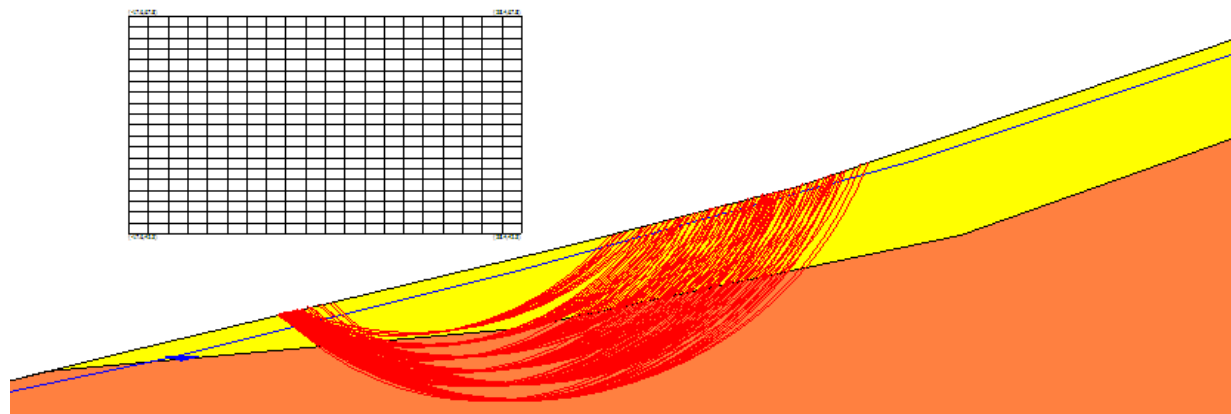
c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia	
1	0.1	28	1800.00	2100.00	0.00		Dep. Glaciale
2	0.3	33	1800	2100	0.00		dep glaciale

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.45
Ascissa centro superficie	154.36 m
Ordinata centro superficie	144.35 m
Raggio superficie	110.5 m

Numero di superfici esaminate....(755)



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                -17.6 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi              42.35 m
Ascissa vertice destro superiore xs                 28.44 m
Ordinata vertice destro superiore ys                67.79 m
Passo di ricerca                                    10.0
Numero di celle lungo x                             20.0
Numero di celle lungo y                             20.0
=====
```

Vertici profilo

N	X m	y m
1	-32.51	24.94
2	-20.14	27.91

3	34.05	40.93
4	60.87	47.92
5	144.9	76.26
6	196.5	95.92
7	268.92	123.51
8	347.17	152.95
9	414.78	177.96
10	477.02	227.97
11	490.41	238.73

Falda

Nr.	X m	y m
1	-32.4	23.64
2	-11.33	28.2
3	27.39	37.88
4	74.64	50.97
5	139.55	72.61
6	189.09	91.97
7	255.14	117.02
8	302.97	135.24
9	490.41	206.64

Vertici strato1

N	X m	y m
1	-32.51	24.94
2	-27.24	26.2
3	28.28	31.31
4	50.05	36.03
5	79.81	42.2
6	116.82	55.26
7	161.45	70.86
8	213.34	88.28
9	287.01	111.87
10	305.93	137.43
11	347.17	152.95
12	414.78	177.96

13	477.02	227.97
14	477.02	227.97
15	490.41	238.73

Stratigrafia

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

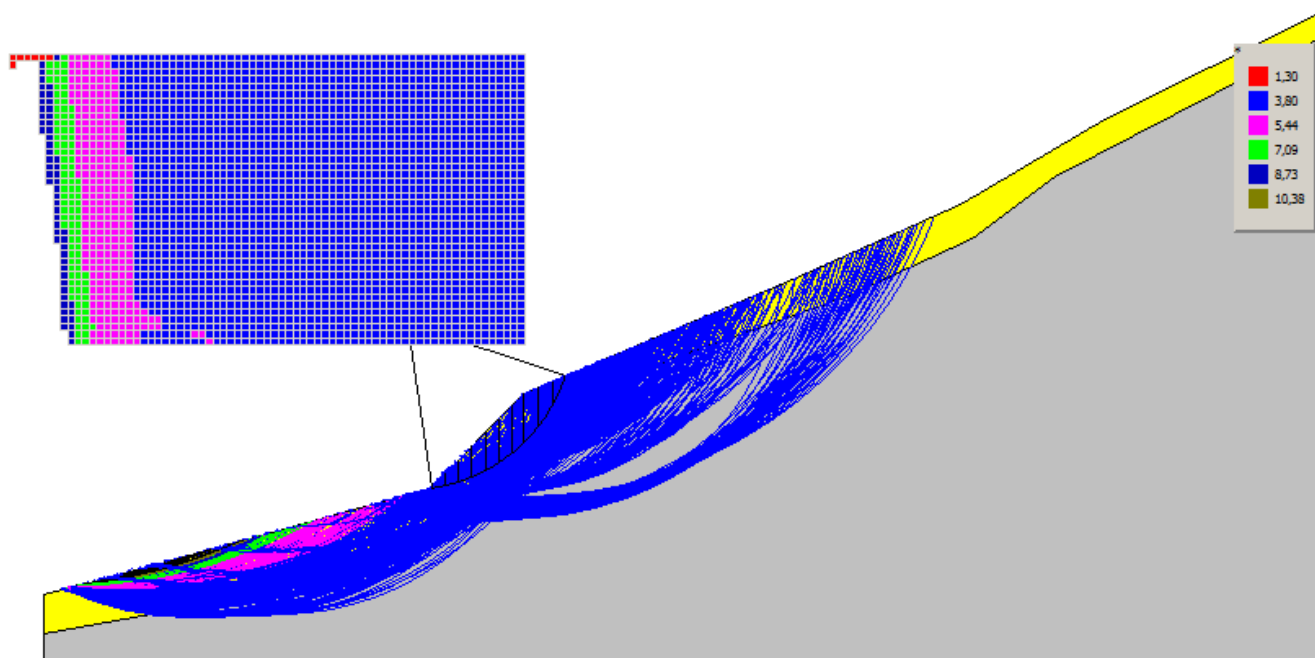
Strato	c (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia	
1	0.1	28	1800.00	2100.00	0.00		Dep. Glaciale
2	0.3	33	1800	2100	0.00		dep glaciale

Risultati analisi pendio

=====	
Fs minimo individuato	2.65
Ascissa centro superficie	28.44 m
Ordinata centro superficie	67.79 m
Raggio superficie	42.97 m
=====	

Numero di superfici esaminate....(284)

2.4.3 Sezione 3



Analisi di stabilità dei pendii con FELLENIUS

Lat./Long.	46,443678/9,31838
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-2,59 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	45,07 m
Ascissa vertice destro superiore xs	51,83 m
Ordinata vertice destro superiore ys	75,83 m

Passo di ricerca 10,0
 Numero di celle lungo x 20,0
 Numero di celle lungo y 20,0

=====

Coefficienti sismici [N.T.C.]

=====

Dati generali

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/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,2	2,63	0,15
S.L.D.	50,0	0,25	2,61	0,17
S.L.V.	475,0	0,52	2,72	0,26
S.L.C.	975,0	0,63	2,76	0,28

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,24	0,2	0,0049	0,0024
S.L.D.	0,3	0,2	0,0061	0,0031
S.L.V.	0,624	0,2	0,0127	0,0064
S.L.C.	0,756	0,2	0,0154	0,0077

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0049
 Coefficiente azione sismica verticale 0,0024

Vertici profilo

N	X m	y m
1	1,0	18,58
2	5,8	19,83
3	42,0	29,84
4	51,79	39,84
5	80,26	51,9
6	98,19	59,85
7	113,69	69,1
8	135,45	79,86
9	137,56	80,76

Vertici strato1

N	X m	y m
1	1,0	14,5
2	14,34	16,91
3	30,92	20,2
4	43,54	24,86
5	49,24	31,6
6	52,18	36,78
7	60,12	40,58
8	68,24	43,86
9	85,87	50,08
10	99,34	56,3
11	108,15	62,87
12	133,38	76,0
13	137,56	78,27

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

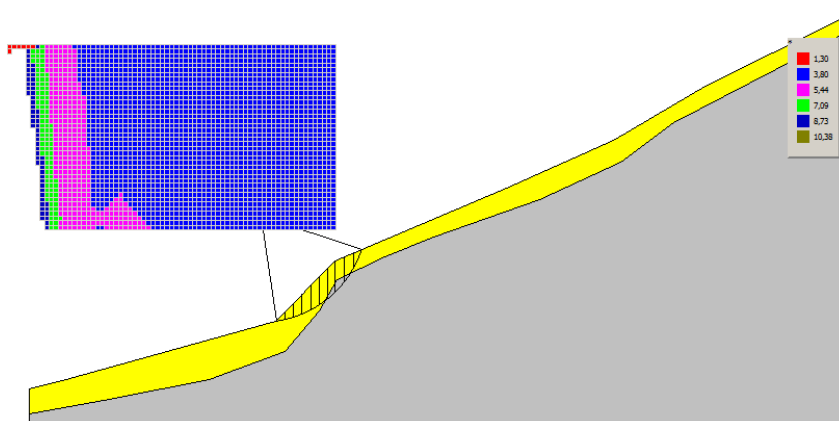
c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm ²)	cu (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia
1	0,20		33	1800	2100,00	0,00	
2	0		45	2300	2500	0,00	Substrato roccioso

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1,38
Ascissa centro superficie	39,58 m
Ordinata centro superficie	47,38 m
Raggio superficie	17,62 m

Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP



Lat./Long.	46,443678/9,31838
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-2,59 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	45,07 m
Ascissa vertice destro superiore xs	51,83 m
Ordinata vertice destro superiore ys	75,83 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

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/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,2	2,63	0,15

S.L.D.	50,0	0,25	2,61	0,17
S.L.V.	475,0	0,52	2,72	0,26
S.L.C.	975,0	0,63	2,76	0,28

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,24	0,2	0,0049	0,0024
S.L.D.	0,3	0,2	0,0061	0,0031
S.L.V.	0,624	0,2	0,0127	0,0064
S.L.C.	0,756	0,2	0,0154	0,0077

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0049
 Coefficiente azione sismica verticale 0,0024

Vertici profilo

N	X m	y m
1	1,0	18,58
2	5,8	19,83
3	42,0	29,84
4	51,79	39,84
5	80,26	51,9
6	98,19	59,85
7	113,69	69,1
8	135,45	79,86
9	137,56	80,76

Vertici strato1

N	X m	y m
1	1,0	14,5
2	14,34	16,91
3	30,92	20,2

4	43,54	24,86
5	49,24	31,6
6	52,18	36,78
7	60,12	40,58
8	68,24	43,86
9	85,87	50,08
10	99,34	56,3
11	108,15	62,87
12	133,38	76,0
13	137,56	78,27

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

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

Strato	c (kg/cm ²)	cu (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia
1	0,20		33	1800	2100,00	0,00	
2	0		45	2300	2500	0,00	Substrato roccioso

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1,48
Ascissa centro superficie	39,58 m
Ordinata centro superficie	47,38 m
Raggio superficie	17,62 m

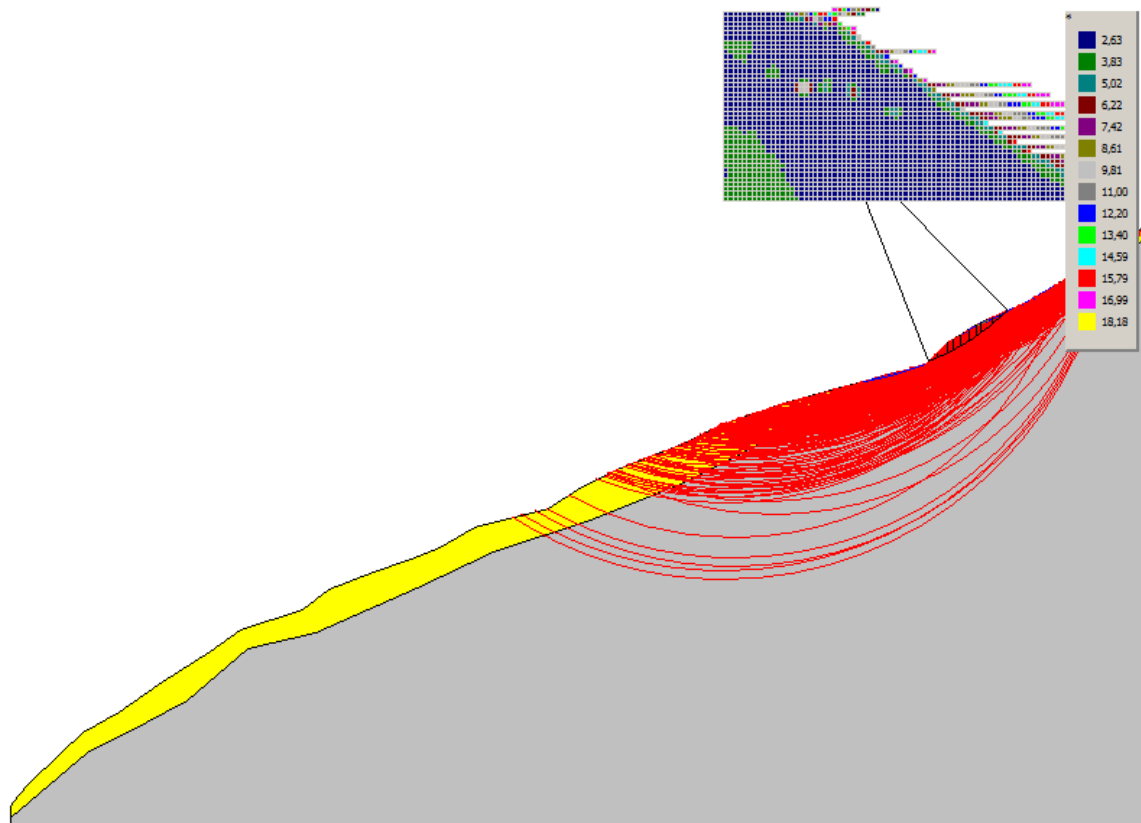
B: Larghezza del conchio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del conchio; Li: Lunghezza della base del conchio; Wi: Peso del conchio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti

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

Analisi dei conchi. Superficie...xc = 39,585 yc = 47,381 Rc = 17,617 Fs=1,4814

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1,42	10,6	1,44	1546,49	7,58	3,71	0,2	33,0	0,0	1156,92229,8	
2	1,42	15,3	1,47	4407,96	21,6	10,58	0,2	33,0	0,0	3675,73267,5	
3	1,42	20,2	1,51	6944,94	34,03	16,67	0,2	33,0	0,0	5861,04187,7	
4	1,42	25,2	1,57	9129,85	44,74	21,91	0,2	33,0	0,0	7736,65003,9	
5	1,42	30,4	1,64	10921,7	53,52	26,21	0,2	33,0	0,0	9304,95723,3	
6	1,42	35,9	1,75	12259,03	60,07	29,42	0,2	33,0	0,0	10539,66346,2	
7	1,18	41,3	1,57	11407,67	55,9	27,38	0,0	45,0	0,0	9865,66054,1	
8	1,65	47,9	2,46	15061,53	73,8	36,15	0,0	45,0	0,0	13376,38208,4	
9	1,42	56,0	2,53	8773,06	42,99	21,06	0,0	45,0	0,0	8213,75040,4	
10	1,42	65,7	3,44	3754,21	18,4	9,01	0,2	33,0	0,0	-127,34176,2	

2.4.4 Sezione 4



Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

Lat./Long.	46,443678/9,31838
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	371,8 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	341,22 m
Ascissa vertice destro superiore xs	567,39 m
Ordinata vertice destro superiore ys	433,39 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

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/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,2	2,63	0,15
S.L.D.	50,0	0,25	2,61	0,17
S.L.V.	475,0	0,52	2,72	0,26
S.L.C.	975,0	0,63	2,76	0,28

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,24	0,2	0,0049	0,0024
S.L.D.	0,3	0,2	0,0061	0,0031
S.L.V.	0,624	0,2	0,0127	0,0064

S.L.C.	0,756	0,2	0,0154	0,0077
--------	-------	-----	--------	--------

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0049
 Coefficiente azione sismica verticale 0,0024

Vertici profilo

N	X m	y m
1	24,81	46,24
2	29,0	52,07
3	33,67	57,07
4	49,09	72,07
5	60,46	82,07
6	77,7	92,06
7	99,17	107,06
8	122,06	122,06
9	136,76	132,05
10	167,09	142,05
11	180,06	152,05
12	201,78	160,46
13	220,04	167,04
14	234,22	172,04
15	250,53	182,03
16	286,55	191,66
17	302,85	202,03
18	322,0	211,21
19	350,77	222,02
20	370,8	232,01
21	401,64	242,45
22	453,67	257,0
23	471,06	262,0
24	481,02	272,0
25	497,36	281,99
26	519,96	291,99
27	569,03	321,98
28	579,37	331,98
29	580,89	333,45

Vertici strato1

N	X m	y m
1	24,81	46,24
2	29,0	52,07
3	33,67	57,07
4	49,09	72,07
5	60,46	82,07
6	77,7	92,06
7	99,17	107,06
8	122,06	122,06
9	136,76	132,05
10	167,09	142,05
11	180,06	152,05
12	201,78	160,46
13	220,04	167,04
14	234,22	172,04
15	250,53	182,03
16	286,55	191,66
17	302,85	202,03
18	322,0	211,21
19	350,77	222,02
20	370,8	232,01
21	401,64	242,45
22	434,72	251,7
23	454,82	252,57
24	470,3	257,5
25	483,66	268,05
26	492,9	279,26
27	497,36	281,99
28	519,96	291,99
29	569,03	321,98
30	579,37	331,98
31	580,89	333,45

Vertici strato2

N	X	y
---	---	---

	m	m
1	24,81	40,8
2	62,24	72,47
3	80,53	81,61
4	110,79	97,79
5	140,33	123,12
6	173,4	130,86
7	222,65	152,67
8	259,94	170,26
9	307,07	185,74
10	352,81	204,03
11	407,68	232,17
12	438,64	242,72
13	477,33	254,69
14	491,4	267,35
15	499,85	279,31
16	539,25	298,31
17	578,64	323,63
18	580,89	325,88

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

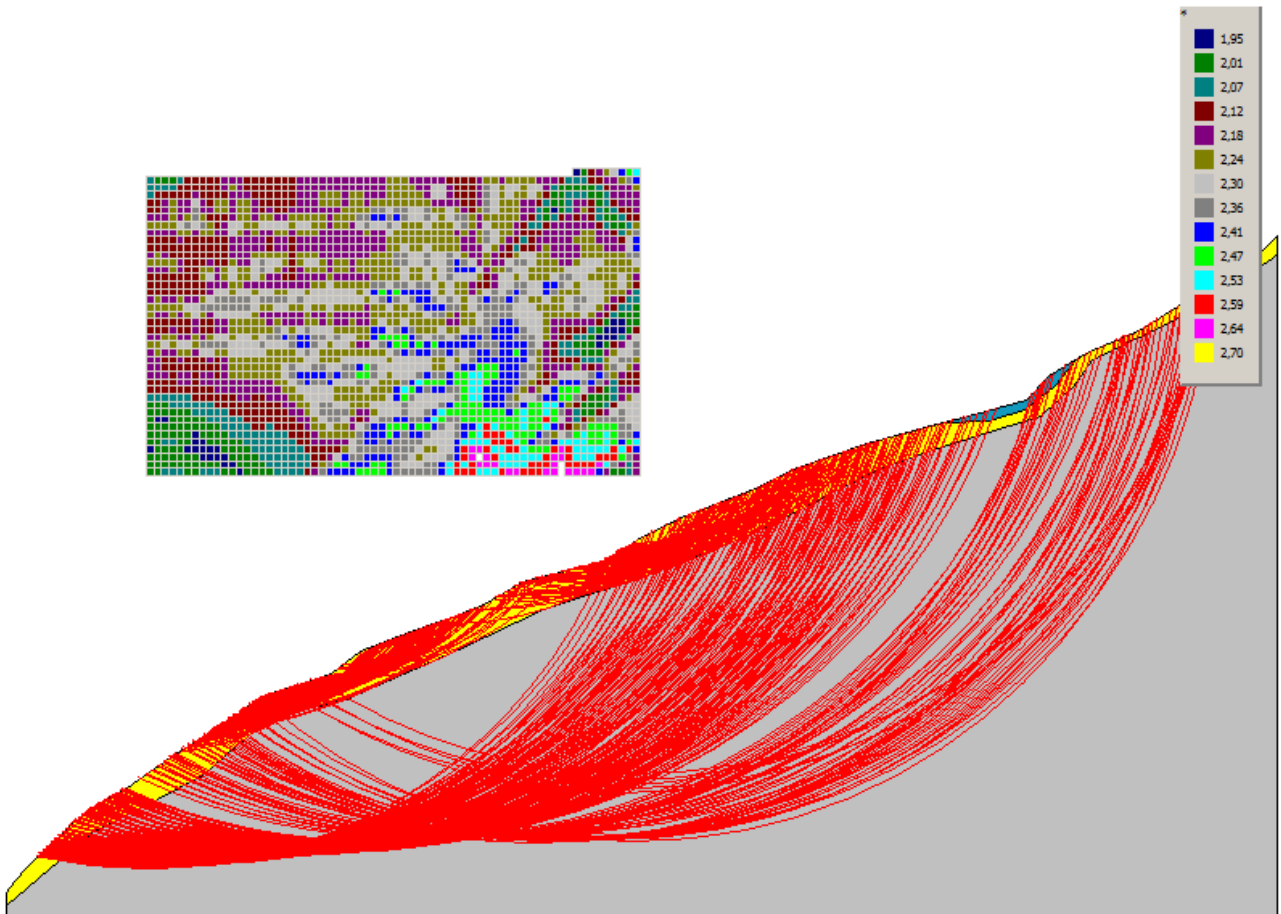
c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm ²)	cu (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia	
1	0,05		40	1900,00	2200,00	0,00		
2	0,2		33	1900,00	2100,00	0,00		
3	0		45	2300	2500	0,00	Substrato roccioso	

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1,44
Ascissa centro superficie	430,48 m
Ordinata centro superficie	368,87 m
Raggio superficie	113,8 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 di stabilità dei pendii con JANBU

Lat./Long.	46,443678/9,31838
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1

Coefficiente parziale resistenza 1,1
 Analisi Condizione drenata
 Superficie di forma circolare

=====

Maglia dei Centri

=====

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	86,16 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	228,65 m
Ascissa vertice destro superiore xs	299,34 m
Ordinata vertice destro superiore ys	359,51 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

=====

Coefficienti sismici [N.T.C.]

=====

Dati generali

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/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,2	2,63	0,15
S.L.D.	50,0	0,25	2,61	0,17
S.L.V.	475,0	0,52	2,72	0,26
S.L.C.	975,0	0,63	2,76	0,28

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,24	0,2	0,0049	0,0024
S.L.D.	0,3	0,2	0,0061	0,0031
S.L.V.	0,624	0,2	0,0127	0,0064
S.L.C.	0,756	0,2	0,0154	0,0077

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0049
 Coefficiente azione sismica verticale 0,0024

Vertici profilo

N	X m	y m
1	24,81	46,24
2	29,0	52,07
3	33,67	57,07
4	49,09	72,07
5	60,46	82,07
6	77,7	92,06
7	99,17	107,06
8	122,06	122,06
9	136,76	132,05
10	167,09	142,05
11	180,06	152,05
12	201,78	160,46
13	220,04	167,04
14	234,22	172,04
15	250,53	182,03
16	286,55	191,66
17	302,85	202,03
18	322,0	211,21
19	350,77	222,02
20	370,8	232,01
21	401,64	242,45
22	453,67	257,0
23	471,06	262,0

24	481,02	272,0
25	497,36	281,99
26	519,96	291,99
27	569,03	321,98
28	579,37	331,98
29	580,89	333,45

Vertici strato1

N	X m	y m
1	24,81	46,24
2	29,0	52,07
3	33,67	57,07
4	49,09	72,07
5	60,46	82,07
6	77,7	92,06
7	99,17	107,06
8	122,06	122,06
9	136,76	132,05
10	167,09	142,05
11	180,06	152,05
12	201,78	160,46
13	220,04	167,04
14	234,22	172,04
15	250,53	182,03
16	286,55	191,66
17	302,85	202,03
18	322,0	211,21
19	350,77	222,02
20	370,8	232,01
21	401,64	242,45
22	434,72	251,7
23	454,82	252,57
24	470,3	257,5
25	483,66	268,05
26	492,9	279,26
27	497,36	281,99
28	519,96	291,99

29	569,03	321,98
30	579,37	331,98
31	580,89	333,45

Vertici strato2

N	X m	y m
1	24,81	40,8
2	62,24	72,47
3	80,53	81,61
4	110,79	97,79
5	140,33	123,12
6	173,4	130,86
7	222,65	152,67
8	259,94	170,26
9	307,07	185,74
10	352,81	204,03
11	407,68	232,17
12	438,64	242,72
13	477,33	254,69
14	491,4	267,35
15	499,85	279,31
16	539,25	298,31
17	578,64	323,63
18	580,89	325,88

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

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

Strato	c	cu	Fi	G	Gs	K	Litologia
--------	---	----	----	---	----	---	-----------

	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(°)	(Kg/m ³)	(Kg/m ³)	(Kg/cm ³)		
1	0,05		40	1900,00	2200,00	0,00		
2	0,2		33	1900,00	2100,00	0,00		
3	0		45	2300	2500	0,00	Substrato roccioso	

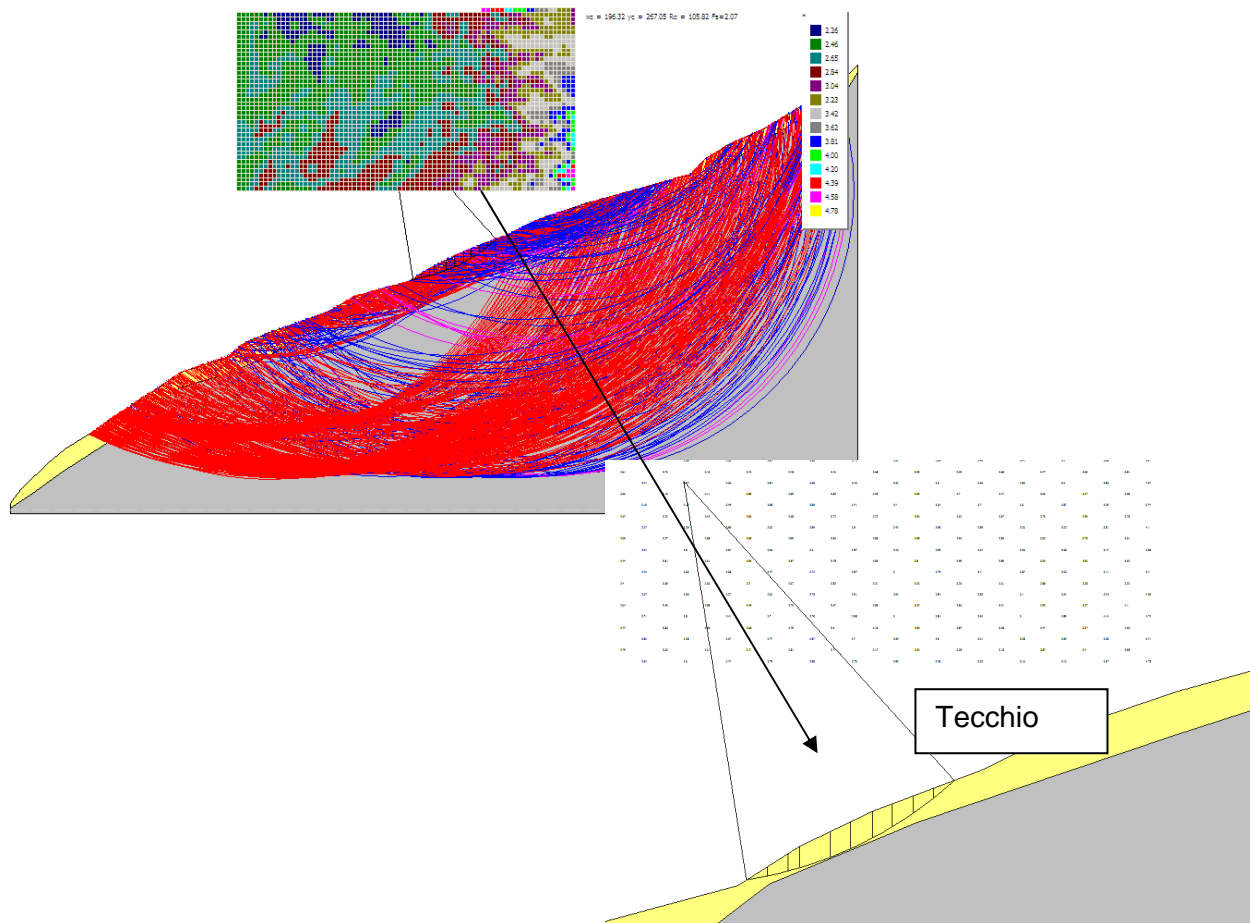
Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

=====

Fs minimo individuato	1,89
Ascissa centro superficie	96,82 m
Ordinata centro superficie	359,51 m
Raggio superficie	240,02 m

=====

2.4.5 Sezione 5



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	97.14 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	220.31 m
Ascissa vertice destro superiore xs	317.54 m
Ordinata vertice destro superiore ys	337.17 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	20.0
Numero di celle lungo y	20.0

Vertici profilo

N	X m	y m
1	-51.33	15.58
2	-47.15	21.41
3	-42.48	26.41
4	-27.05	41.41
5	-15.68	51.41
6	1.56	61.4
7	23.02	76.4
8	45.92	91.4
9	60.62	101.39
10	90.95	111.39
11	103.92	121.39
12	125.64	129.8
13	143.9	136.38
14	158.08	141.38
15	174.39	151.38
16	210.41	161.0
17	226.71	171.37
18	245.86	180.55
19	274.63	191.36
20	294.66	201.36
21	325.5	211.79
22	377.52	226.34
23	394.92	231.34
24	404.87	241.34
25	421.22	251.34
26	443.82	261.33
27	492.89	291.32
28	503.23	301.32
29	504.75	302.8

Vertici strato1

N	X m	y m
1	-51.33	12.85
2	-36.6	22.5
3	-17.4	36.15
4	18.49	59.4
5	59.42	91.24
6	88.74	99.83
7	115.02	110.95
8	149.89	130.15
9	203.46	149.86
10	218.63	161.49
11	257.54	177.66
12	324.76	200.4
13	394.0	222.64
14	436.96	248.92
15	497.61	286.32

16	504.75	297.86
----	--------	--------

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	0.20	33	1800.00	2100.00	0.00		
2	0	45	2300	2500	0.00		Substrato roccioso

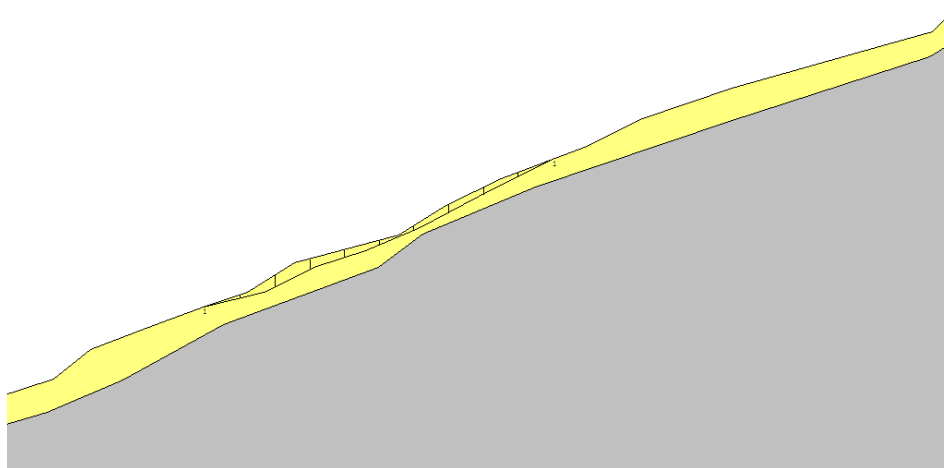
Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	2.07
Ascissa centro superficie	196.32 m
Ordinata centro superficie	267.05 m
Raggio superficie	105.82 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 = 196.316 yc = 267.052 Rc = 105.823 Fs=2.0684

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	5.46	10.5	5.55	12462.37	0.0	0.0	0.2	33.0	0.0	11041.8	8833.6
2	5.46	13.5	5.61	35194.11	0.0	0.0	0.2	33.0	0.0	32447.5	15614.8
3	3.0	15.8	3.11	27855.16	0.0	0.0	0.2	33.0	0.0	25801.1	11112.7
4	7.92	19.0	8.37	89910.52	0.0	0.0	0.2	33.0	0.0	83301.6	34251.3
5	5.46	22.8	5.92	68424.15	0.0	0.0	0.2	33.0	0.0	63443.8	25645.7
6	5.77	26.2	6.43	73757.38	0.0	0.0	0.2	33.0	0.0	68550.4	27740.2
7	5.15	29.5	5.91	60850.75	0.0	0.0	0.2	33.0	0.0	56623.9	23495.7
8	5.46	32.9	6.5	52589.62	0.0	0.0	0.2	33.0	0.0	48678.2	21567.5
9	5.46	36.5	6.79	35663.32	0.0	0.0	0.2	33.0	0.0	32057.7	16628.2
10	5.46	40.2	7.15	13402.13	0.0	0.0	0.2	33.0	0.0	9248.1	9818.1



Analisi di stabilità dei pendii con JANBU

=====

Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0

Superficie di forma generica

=====

Coefficienti sismici [N.T.C.]

=====

Dati generali

Descrizione:	
Latitudine:	46.44
Longitudine:	9.32
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	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
----------------------	---------------------	---------------------------	-----------	--------------

	[anni]			
S.L.O.	30.0	0.2	2.63	0.15
S.L.D.	50.0	0.25	2.61	0.17
S.L.V.	475.0	0.52	2.72	0.26
S.L.C.	975.0	0.63	2.76	0.28

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.24	0.2	0.0049	0.0024
S.L.D.	0.3	0.2	0.0061	0.0031
S.L.V.	0.624	0.2	0.0127	0.0064
S.L.C.	0.756	0.2	0.0154	0.0077

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0049
 Coefficiente azione sismica verticale 0.0024

Vertici profilo

N	X m	y m
1	-51.33	15.58
2	-47.15	21.41
3	-42.48	26.41
4	-27.05	41.41
5	-15.68	51.41
6	1.56	61.4
7	23.02	76.4
8	45.92	91.4
9	60.62	101.39
10	90.95	111.39
11	103.92	121.39
12	125.64	129.8
13	143.9	136.38
14	158.08	141.38
15	174.39	151.38

16	210.41	161.0
17	226.71	171.37
18	245.86	180.55
19	274.63	191.36
20	294.66	201.36
21	325.5	211.79
22	377.52	226.34
23	394.92	231.34
24	404.87	241.34
25	421.22	251.34
26	443.82	261.33
27	492.89	291.32
28	503.23	301.32
29	504.75	302.8

Vertici strato1

N	X m	y m
1	-51.33	12.85
2	-36.6	22.5
3	-17.4	36.15
4	18.49	59.4
5	59.42	91.24
6	88.74	99.83
7	115.02	110.95
8	149.89	130.15
9	203.46	149.86
10	218.63	161.49
11	257.54	177.66
12	324.76	200.4
13	394.0	222.64
14	436.96	248.92
15	497.61	286.32
16	504.75	297.86

Vertici superficie Nr...1

N	X m	y m
1	142.78	136.08

2	163.74	141.22
3	181.91	150.3
4	198.86	155.75
5	217.63	163.62
6	243.06	176.95
7	263.71	187.27

Stratigrafia

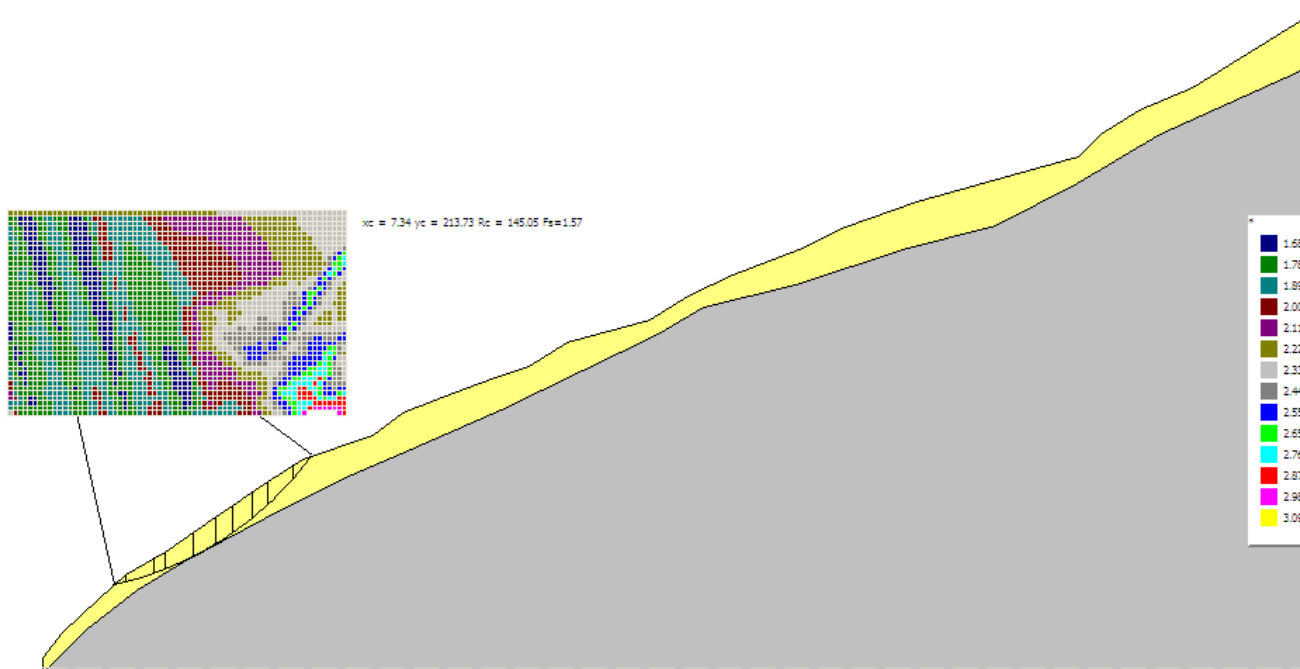
c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia	
1	0.20	33	1800.00	2100.00	0.00		
2	0	45	2300	2500	0.00		Substrato roccioso

Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=3.41

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	11.99	13.8	12.35	13937.7	68.29	33.45	0.2	33.0	0.0	11570.8	11676.3
2	11.99	18.2	12.63	51220.99	250.98	122.93	0.2	33.0	0.0	47429.0	20775.4
3	11.99	26.6	13.41	102625.1	502.86	246.3	0.2	33.0	0.0	98731.2	35793.3
4	11.99	19.5	12.73	66387.51	325.3	159.33	0.2	33.0	0.0	62216.7	24597.8
5	11.99	19.8	12.75	42981.97	210.61	103.16	0.2	33.0	0.0	39219.7	19076.7
6	11.99	22.8	13.01	11173.36	54.75	26.82	0.2	33.0	0.0	7551.6	11802.7
7	11.99	26.9	13.45	50072.55	245.36	120.17	0.2	33.0	0.0	46006.8	22405.9
8	11.99	27.6	13.54	57875.06	283.59	138.9	0.2	33.0	0.0	53887.0	24670.2
9	11.99	26.9	13.45	48697.79	238.62	116.87	0.2	33.0	0.0	44625.6	22050.3
10	11.99	26.6	13.41	16088.96	78.84	38.61	0.2	33.0	0.0	11906.9	13598.7

2.4.6 Sezione 6



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	-7.07 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	144.94 m
Ascissa vertice destro superiore xs	137.04 m
Ordinata vertice destro superiore ys	230.92 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	20.0
Numero di celle lungo y	20.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Descrizione:
Latitudine: 46.44
Longitudine: 9.32
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/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.2	2.63	0.15
S.L.D.	50.0	0.25	2.61	0.17
S.L.V.	475.0	0.52	2.72	0.26
S.L.C.	975.0	0.63	2.76	0.28

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.24	0.2	0.0049	0.0024
S.L.D.	0.3	0.2	0.0061	0.0031
S.L.V.	0.624	0.2	0.0127	0.0064
S.L.C.	0.756	0.2	0.0154	0.0077

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0049
Coefficiente azione sismica verticale 0.0024

Vertici profilo

N	X m	y m
1	7.95	40.57
2	12.13	46.4
3	16.8	51.4
4	32.22	66.4
5	43.6	76.4
6	60.83	86.39
7	82.3	101.39
8	105.19	116.39
9	119.89	126.38
10	150.23	136.38
11	163.19	146.38
12	184.92	154.79
13	203.18	161.37
14	217.35	166.37
15	233.66	176.37
16	269.69	185.99
17	285.99	196.36
18	305.13	205.54
19	333.9	216.35
20	353.93	226.35
21	384.78	236.78
22	436.8	251.33
23	454.19	256.33
24	464.15	266.33
25	480.5	276.33
26	503.1	286.32
27	552.17	316.31
28	562.5	326.31
29	564.03	327.79

Vertici strato1

N	X m	y m
1	7.95	34.02
2	26.84	52.91

3	48.64	69.86
4	68.62	81.97
5	103.73	100.74
6	137.04	117.7
7	166.71	130.41
8	205.46	147.36
9	240.58	164.32
10	273.27	180.06
11	292.65	191.57
12	332.61	201.25
13	378.63	216.39
14	418.59	226.68
15	453.71	244.85
16	489.43	266.04
17	555.43	295.71
18	564.03	309.83

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	0.20	33	1800.00	2100.00	0.00		
2	0	45	2300	2500	0.00		Substrato roccioso

Risultati analisi pendio

=====

Fs minimo individuato	1.57
Ascissa centro superficie	7.34 m
Ordinata centro superficie	213.73 m
Raggio superficie	145.05 m

=====

Analisi dei conci. Superficie...xc = 7.341 yc = 213.726 Rc = 145.052 Fs=1.567

Nr.	B	Alfa	Li	Wi	Kh•Wi	Kv•Wi	c	Fi	Ui	N'i	Ti
-----	---	------	----	----	-------	-------	---	----	----	-----	----

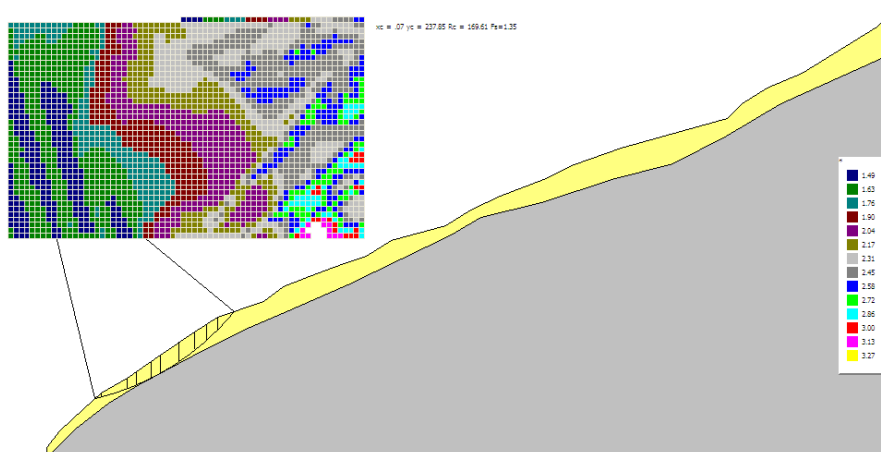
52

Aggiornamento della componente geologica, idrogeologica e sismica e normativa a supporto del Piano di Governo del Territorio del comune di Madesimo (SO)

Analisi delle aree in dissesto del PAI – VERIFICHE

Recepimento Parere Regione Lombardia, Direzione generale Territorio e Urbanistica, Tutela e Valorizzazione del Territorio, Pianificazione e Programmazione di Bacino Locale, protocollo Z1.2011.0029217 del 11/11/2011

	m	(°)	m	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(kg/cm ²)	(°)	(Kg)	(Kg)	(Kg)
1	4.88	13.5	5.02	13893.05	68.08	33.34	0.2	33.0	0.0	11120.5	13579.6
2	12.22	17.0	12.78	108709.2	532.68	260.9	0.2	33.0	0.0	93493.5	69033.1
3	5.02	20.6	5.36	63291.8	310.13	151.9	0.2	33.0	0.0	54380.3	37624.9
4	12.08	24.3	13.25	199251.3	976.33	478.2	0.2	33.0	0.0171092.5	115507.0	
5	9.39	29.0	10.73	190632.0	934.1	457.52	0.2	33.0	0.0163749.4	111815.0	
6	7.71	32.9	9.19	166058.6	813.69	398.54	0.2	33.0	0.0142781.5	101293.8	
7	8.55	36.9	10.68	178846.7	876.35	429.23	0.2	33.0	0.0153920.6	116034.5	
8	6.63	40.7	8.75	125393.8	614.43	300.95	0.2	33.0	0.0107799.9	88318.1	
9	10.46	45.4	14.89	155703.1	762.95	373.69	0.2	33.0	0.0132058.2	125857.6	
10	8.55	51.0	13.58	63419.48	310.76	152.21	0.2	33.0	0.0	46540.8	69774.0



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	-17.36 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	177.64 m

Ascissa vertice destro superiore xs	215.15 m
Ordinata vertice destro superiore ys	319.32 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	20.0
Numero di celle lungo y	20.0

=====

Coefficienti sismici [N.T.C.]

=====

Dati generali

Descrizione:	
Latitudine:	46.44
Longitudine:	9.32
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/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.2	2.63	0.15
S.L.D.	50.0	0.25	2.61	0.17
S.L.V.	475.0	0.52	2.72	0.26
S.L.C.	975.0	0.63	2.76	0.28

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:	Stabilità dei pendii
--------	----------------------

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.24	0.2	0.0049	0.0024
S.L.D.	0.3	0.2	0.0061	0.0031

S.L.V.	0.624	0.2	0.0127	0.0064
S.L.C.	0.756	0.2	0.0154	0.0077

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0049
 Coefficiente azione sismica verticale 0.0024

Vertici profilo

N	X m	y m
1	7.95	40.57
2	12.13	46.4
3	16.8	51.4
4	32.22	66.4
5	43.6	76.4
6	60.83	86.39
7	82.3	101.39
8	105.19	116.39
9	119.89	126.38
10	150.23	136.38
11	163.19	146.38
12	184.92	154.79
13	203.18	161.37
14	217.35	166.37
15	233.66	176.37
16	269.69	185.99
17	285.99	196.36
18	305.13	205.54
19	333.9	216.35
20	353.93	226.35
21	384.78	236.78
22	436.8	251.33
23	454.19	256.33
24	464.15	266.33
25	480.5	276.33
26	503.1	286.32
27	552.17	316.31
28	562.5	326.31
29	564.03	327.79

Vertici strato1

N	X m	y m
1	7.95	34.02
2	26.84	52.91
3	48.64	69.86
4	68.62	81.97
5	103.73	100.74
6	137.04	117.7
7	166.71	130.41
8	205.46	147.36
9	240.58	164.32
10	273.27	180.06
11	292.65	191.57
12	332.61	201.25
13	378.63	216.39
14	418.59	226.68
15	453.71	244.85
16	489.43	266.04
17	555.43	295.71
18	564.03	309.83

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	0.20	33	1800.00	2100.00	0.00		
2	0	45	2300	2500	0.00		Substrato roccioso

Risultati analisi pendio

=====

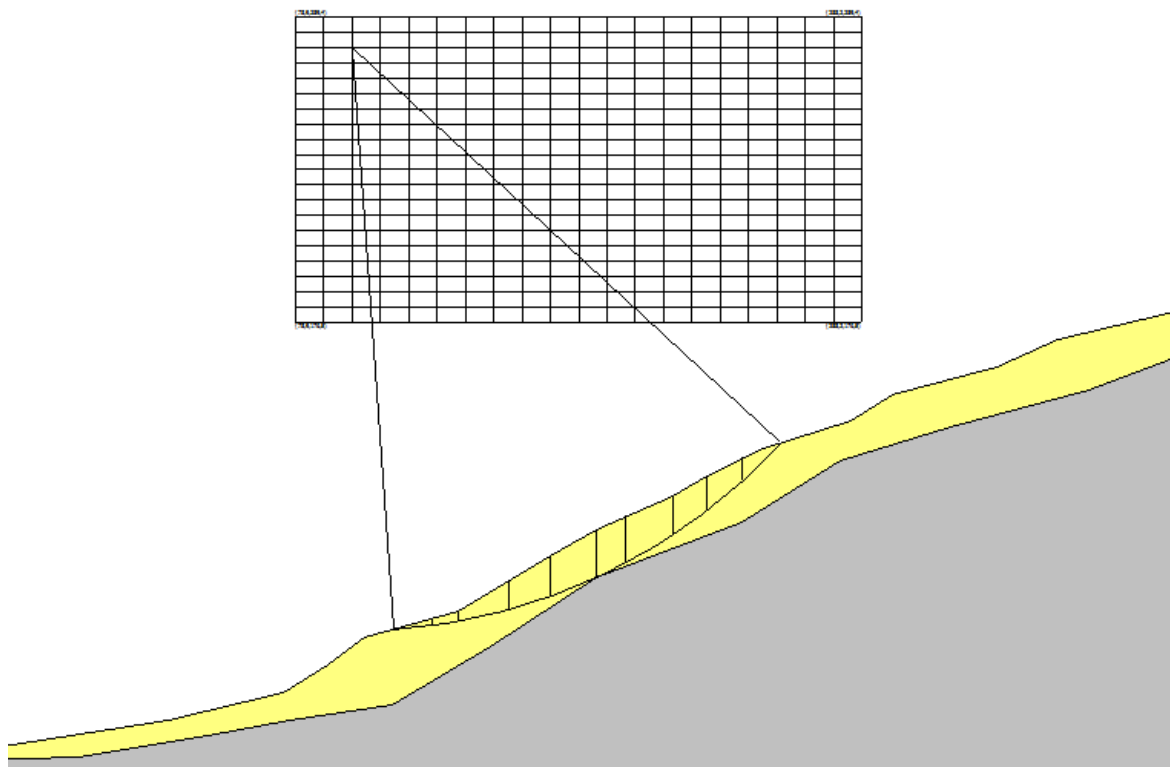
Fs minimo individuato	1.35
Ascissa centro superficie	0.07 m
Ordinata centro superficie	237.85 m
Raggio superficie	169.61 m

=====

Analisi dei conchi. Superficie...xc = 0.075 yc = 237.855 Rc = 169.61 Fs=1.352

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	3.95	14.2	4.07	8878.07	43.5	21.31	0.2	33.0	0.0	6808.5	9294.6
2	17.23	17.9	18.11	153183.8	750.6	367.64	0.2	33.0	0.0131842.3	90123.8	
3	6.23	22.1	6.72	87875.31	430.59	210.9	0.2	33.0	0.0	75979.1	46440.2
4	9.14	25.0	10.08	162144.5	794.51	389.15	0.2	33.0	0.0140496.4	82393.8	
5	6.1	27.8	6.9	125273.3	613.84	300.66	0.2	33.0	0.0108702.9	62424.9	
6	12.17	31.4	14.26	270037.9	1323.19	648.09	0.2	33.0	0.0234687.2	133820.0	
7	10.73	36.1	13.27	235362.9	1153.28	564.87	0.2	33.0	0.0205115.4	118149.5	
8	7.55	40.0	9.85	151304.5	741.39	363.13	0.2	33.0	0.0132047.5	77994.8	
9	7.15	43.3	9.83	123702.8	606.14	296.89	0.2	33.0	0.0107575.9	66206.9	
10	11.12	47.7	16.54	91823.3	449.93	220.38	0.2	33.0	0.0	71710.8	58908.5

2.4.7 Sezione 7



Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Analisi	Condizione drenata

Superficie di forma circolare

=====

Maglia dei Centri

=====

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	78,85 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	176,5 m
Ascissa vertice destro superiore xs	288,17 m
Ordinata vertice destro superiore ys	289,38 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

=====

Coefficiente azione sismica verticale	0,0024
---------------------------------------	--------

Vertici profilo

N	X m	y m
1	-41,52	18,34
2	-29,55	20,03
3	31,8	29,32
4	74,55	40,03
5	90,7	50,03
6	104,5	60,03
7	138,96	70,03
8	172,81	90,03
9	189,94	100,03
10	218,4	112,44
11	230,6	120,03
12	251,81	130,03
13	283,92	140,03
14	299,69	150,03
15	338,21	160,03
16	361,06	170,03
17	401,7	180,03
18	406,84	181,3

Vertici strato1

N	X m	y m
1	-41,52	14,59
2	-1,88	16,04
3	46,45	23,85
4	76,72	29,71
5	114,8	35,08
6	150,93	57,05
7	189,98	82,44
8	244,17	102,94
9	280,3	125,4
10	321,31	138,09
11	372,08	151,76
12	406,84	164,67

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coazione efficace	1,25
Coazione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

c: coazione; cu: coazione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm ²)	cu (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia
1	0.20		36.00	1800.00	2100.00	0,00	
2	0		45	2300	2500	0,00	Substrato roccioso

Risultati analisi pendio

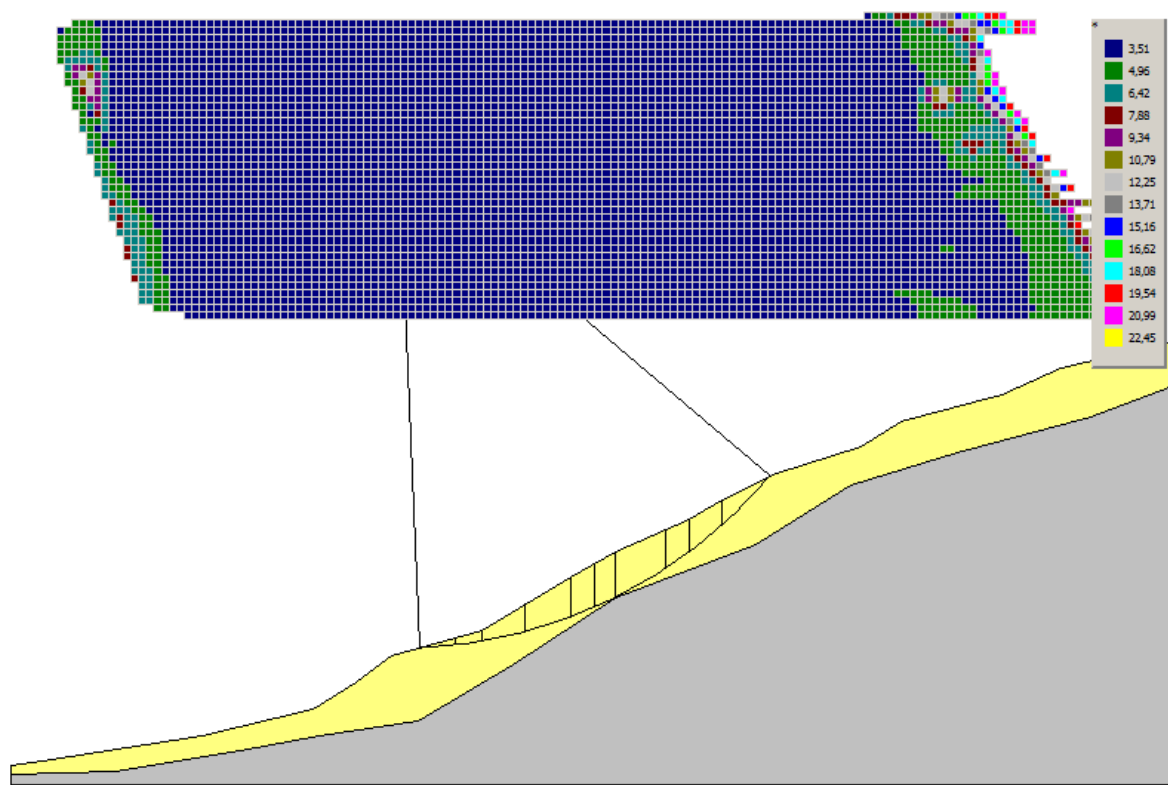
Fs minimo individuato	1,76
Ascissa centro superficie	99,78 m
Ordinata centro superficie	278,09 m
Raggio superficie	215,56 m

=====

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 concii. Superficie...xc = 99,782 yc = 278,095 Rc = 215,559 Fs=1,764

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	14,34	6,0	14,42	37519,3	0,0	90,05	0,2	36,0	0,0	34534,530568,7	
2	9,66	9,2	9,78	58119,73	0,0	139,49	0,2	36,0	0,0	53522,433137,3	
3	19,02	13,1	19,52	258305,7	0,0	619,93	0,2	36,0	0,0237345,0119891,8		
4	14,84	17,7	15,58	344185,5	0,0	826,05	0,2	36,0	0,0314309,8147118,3		
5	17,12	22,3	18,5	507228,9	0,01217,35		0,2	36,0	0,0461658,7211120,0		
6	11,06	26,4	12,34	348445,3	0,0	836,27	0,2	36,0	0,0317206,6144640,7		
7	17,41	30,7	20,25	500789,1	0,01201,89		0,2	36,0	0,0457012,6211189,9		
8	12,19	35,4	14,96	306318,5	0,0	735,16	0,2	36,0	0,0281358,2132840,8		
9	13,41	39,7	17,42	267746,3	0,0	642,59	0,2	36,0	0,0247077,6121518,0		
10	14,34	44,7	20,16	131265,2	0,0	315,04	0,2	36,0	0,0115112,970273,6		



Analisi di stabilità dei pendii con JANBU

Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-56,73 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	188,98 m
Ascissa vertice destro superiore xs	380,64 m
Ordinata vertice destro superiore ys	303,56 m

Passo di ricerca 10,0
 Numero di celle lungo x 20,0
 Numero di celle lungo y 20,0

=====

Coefficiente azione sismica verticale 0,0024

Vertici profilo

N	X m	y m
1	-41,52	18,34
2	-29,55	20,03
3	31,8	29,32
4	74,55	40,03
5	90,7	50,03
6	104,5	60,03
7	138,96	70,03
8	172,81	90,03
9	189,94	100,03
10	218,4	112,44
11	230,6	120,03
12	251,81	130,03
13	283,92	140,03
14	299,69	150,03
15	338,21	160,03
16	361,06	170,03
17	401,7	180,03
18	406,84	181,3

Vertici strato1

N	X m	y m
1	-41,52	14,59
2	-1,88	16,04
3	46,45	23,85
4	76,72	29,71
5	114,8	35,08
6	150,93	57,05
7	189,98	82,44

8	244,17	102,94
9	280,3	125,4
10	321,31	138,09
11	372,08	151,76
12	406,84	164,67

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

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

Strato	c (kg/cm ²)	cu (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia
1	0.20		36.00	1800.00	2100.00	0,00	
2	0		45	2300	2500	0,00	Substrato roccioso

Risultati analisi pendio

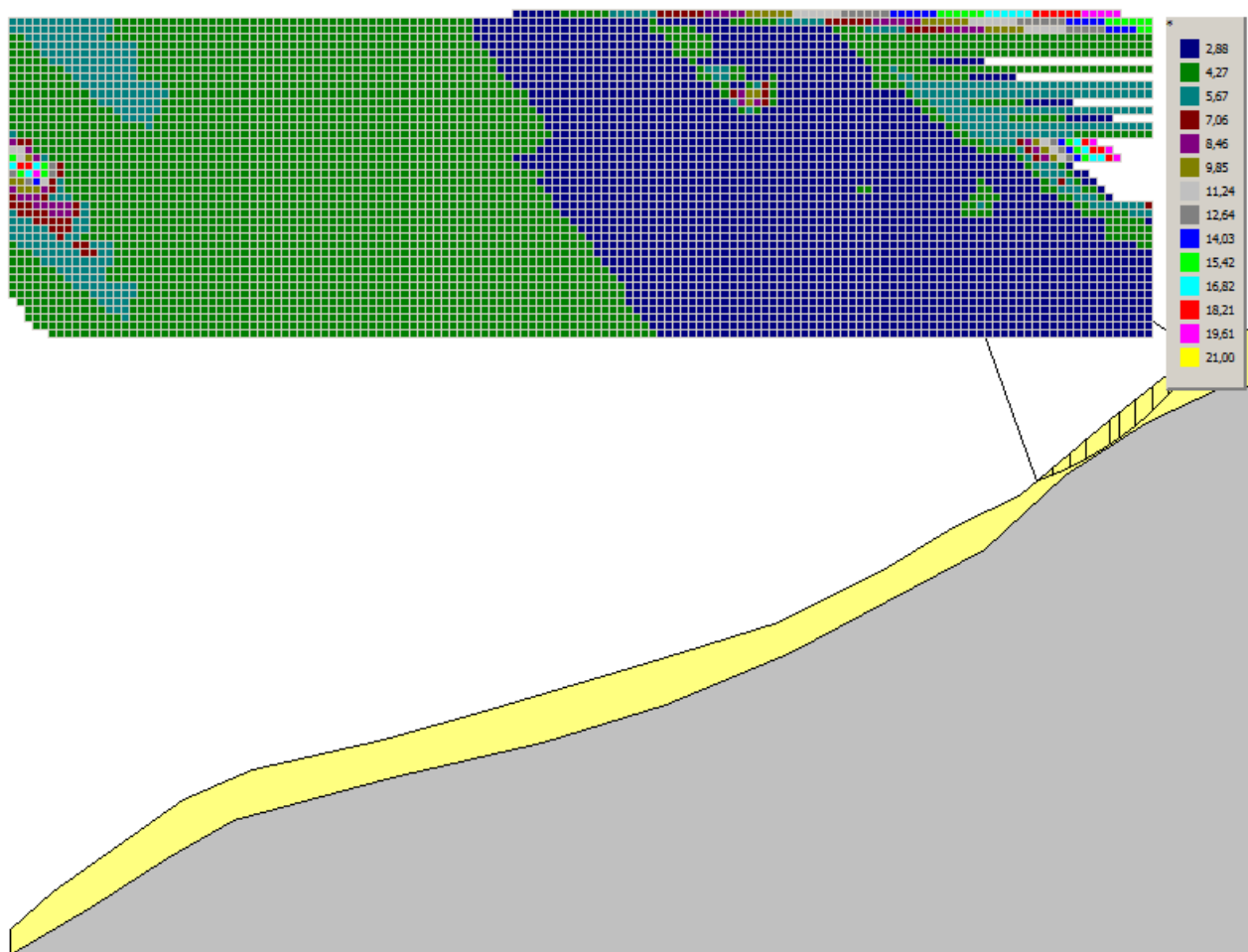
Fs minimo individuato	2,05
Ascissa centro superficie	107,28 m
Ordinata centro superficie	249,14 m
Raggio superficie	186,12 m

Analisi dei conci. Superficie...xc = 107,284 yc = 249,136 Rc = 186,123 Fs=2,0493

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
-----	--------	-------------	---------	------------	---------------	---------------	----------------------------	-----------	------------	-------------	------------

1	13,4	4,6	13,44	36926,63	0,0	88,62	0,2	36,0	0,0	34615,630557,5
2	10,2	8,2	10,3	66717,44	0,0	160,12	0,2	36,0	0,0	61869,338779,2
3	16,6	12,4	16,99	226443,6	0,0	543,46	0,2	36,0	0,0208007,1110974,4	
4	17,26	17,8	18,13	404270,1	0,0	970,25	0,2	36,0	0,0367557,3186531,9	
5	9,53	22,2	10,3	274879,1	0,0	659,71	0,2	36,0	0,0248780,8127319,1	
6	7,59	25,1	8,38	235939,0	0,0	566,25	0,2	36,0	0,0213421,1111059,8	
7	19,2	29,8	22,12	578433,4	0,01388,24		0,2	36,0	0,0524048,6286659,1	
8	9,26	34,9	11,3	232337,8	0,0	557,61	0,2	36,0	0,0211352,8125776,7	
9	12,19	39,1	15,71	256262,3	0,0	615,03	0,2	36,0	0,0234255,4152051,3	
10	18,73	45,6	26,78	197009,3	0,0	472,82	0,2	36,0	0,0173998,6150656,4	

Sezione 8



Analisi di stabilità dei pendii con JANBU

Lat./Long.	46,443678/9,31838
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-49,15 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	211,94 m
Ascissa vertice destro superiore xs	325,52 m
Ordinata vertice destro superiore ys	316,91 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

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/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,2	2,63	0,15
S.L.D.	50,0	0,25	2,61	0,17
S.L.V.	475,0	0,52	2,72	0,26
S.L.C.	975,0	0,63	2,76	0,28

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]

S.L.O.	0,24	0,2	0,0049	0,0024
S.L.D.	0,3	0,2	0,0061	0,0031
S.L.V.	0,624	0,2	0,0127	0,0064
S.L.C.	0,756	0,2	0,0154	0,0077

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0049
 Coefficiente azione sismica verticale 0,0024

Vertici profilo

N	X m	y m
1	-48,73	17,74
2	-34,48	29,97
3	7,86	60,0
4	31,07	70,01
5	74,08	80,03
6	109,08	90,05
7	159,52	105,08
8	178,55	110,75
9	203,52	118,19
10	236,62	135,12
11	261,61	150,14
12	282,54	160,15
13	311,89	185,17
14	331,04	200,18
15	349,64	210,19
16	362,0	216,84

Vertici strato1

N	X m	y m
1	-48,73	9,05
2	-22,13	24,87
3	2,82	40,98
4	24,64	53,45
5	76,61	67,48
6	125,97	78,91

7	166,51	91,38
8	207,56	108,53
9	270,96	142,31
10	297,46	166,73
11	323,96	183,88
12	349,42	195,83
13	362,0	195,83

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

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

Strato	c (kg/cm ²)	cu (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia	
1	0,20		33	1800,00	2100,00	0,00		
2	0		45	2300	2500	0,00	Substrato roccioso	

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1,49
Ascissa centro superficie	250,58 m
Ordinata centro superficie	269,67 m
Raggio superficie	111,36 m

Analisi dei conci. Superficie...xc = 250,585 yc = 269,674 Rc = 111,357 Fs=1,4876

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
-----	--------	-------------	---------	------------	---------------	---------------	----------------------------	-----------	------------	-------------	------------

1	5,4	21,1	5,79	12634,64	61,91	30,32	0,2	33,0	0,0	8267,514649,2
2	5,4	24,1	5,92	35528,41	174,09	85,27	0,2	33,0	0,0	28072,026562,8
3	5,4	27,2	6,07	55067,13	269,83	132,16	0,2	33,0	0,0	44818,037400,3
4	7,71	31,1	9,0	105446,4	516,69	253,07	0,2	33,0	0,0	86931,670104,7
5	3,09	34,4	3,75	48038,82	235,39	115,29	0,2	33,0	0,0	39809,432575,6
6	5,4	37,1	6,77	86566,73	424,18	207,76	0,2	33,0	0,0	71830,560823,7
7	5,4	40,6	7,12	85446,68	418,69	205,07	0,2	33,0	0,0	70891,364054,8
8	5,26	44,4	7,35	76500,61	374,85	183,6	0,2	33,0	0,0	63096,862808,7
9	5,55	48,4	8,36	59653,31	292,3	143,17	0,2	33,0	0,0	46972,157355,4
10	5,4	52,9	8,95	21985,19	107,73	52,76	0,2	33,0	0,0	10265,632803,9

2.5 Considerazioni finali

Dalle verifiche effettuate si osserva che c'è una buona stabilità globale dei pendii.

Le verifiche di stabilità sono state eseguite con due metodi:

- Bishop
- Janbu.