Firmato digitalmente da
cesare ferrero
CN = ferrero cesare
O = Ordine Regionale Geologi Liguria
C = IT

COMUNE DI CIPRESSA
- Provincia di Imperia -

CAVA PIAN DEL BUE

PROGETTO DI VARIANTE
AL PIANO DI COLTIVAZIONE

FASCICOLO A

VERIFICHE DI STABILITA'

Committente:

CAVE LITTARDI S.r.l.
Viale Matteotti, 17 – 18100 Imperia



Savona, agosto 2024

GRADONI

SCIVOLAMENTO PLANARE

Relazione di calcolo

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:

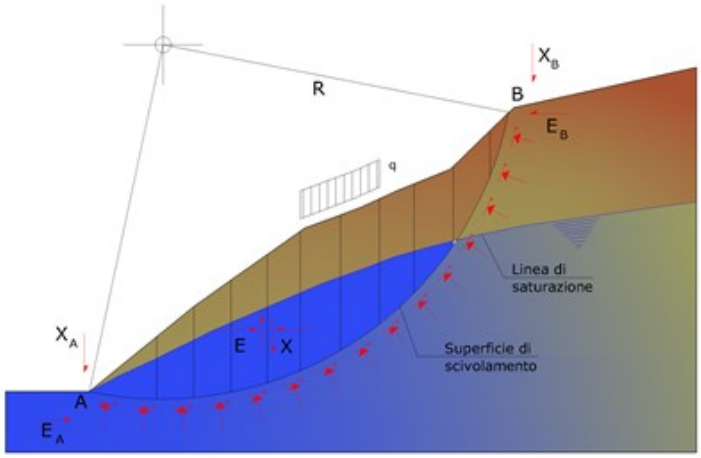
1. Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (φ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido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

2. 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.

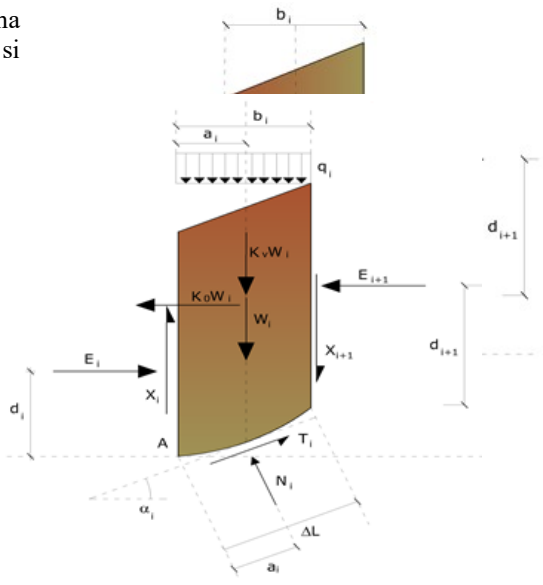
Totale numero di equazioni 4n.
Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a :

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

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a (n-2) in quanto 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.

Metodo di Fellenius (1927)
Con questo metodo (valido solo per superfici di scorrimento di forma circolare) vengono trascurate le forze di interstriscia pertanto le incognite si riducono a:

- n valori delle forze normali N_i;
- n valori delle forze da taglio T_i;
- 1 fattore di sicurezza.



Incognite (2n+1).
Le equazioni a disposizione sono:

- n equazioni di equilibrio alla traslazione verticale;
- n equazioni relative al criterio di rottura;
- equazione di equilibrio dei momenti globale.

$$F = \frac{\Sigma\{ c_i \times l_i + (W_i \times \cos\alpha_i - u_i \times l_i) \times \tan\varphi_i \}}{\Sigma W_i \times \sin\alpha_i}$$

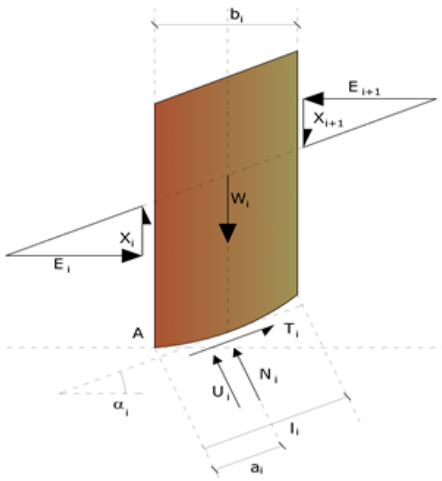
Questa equazione è semplice da risolvere ma si è trovato che fornisce risultati conservativi (fattori di sicurezza bassi) soprattutto per superfici profonde.

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:

$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \qquad \textbf{Criterio di rottura}$$

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



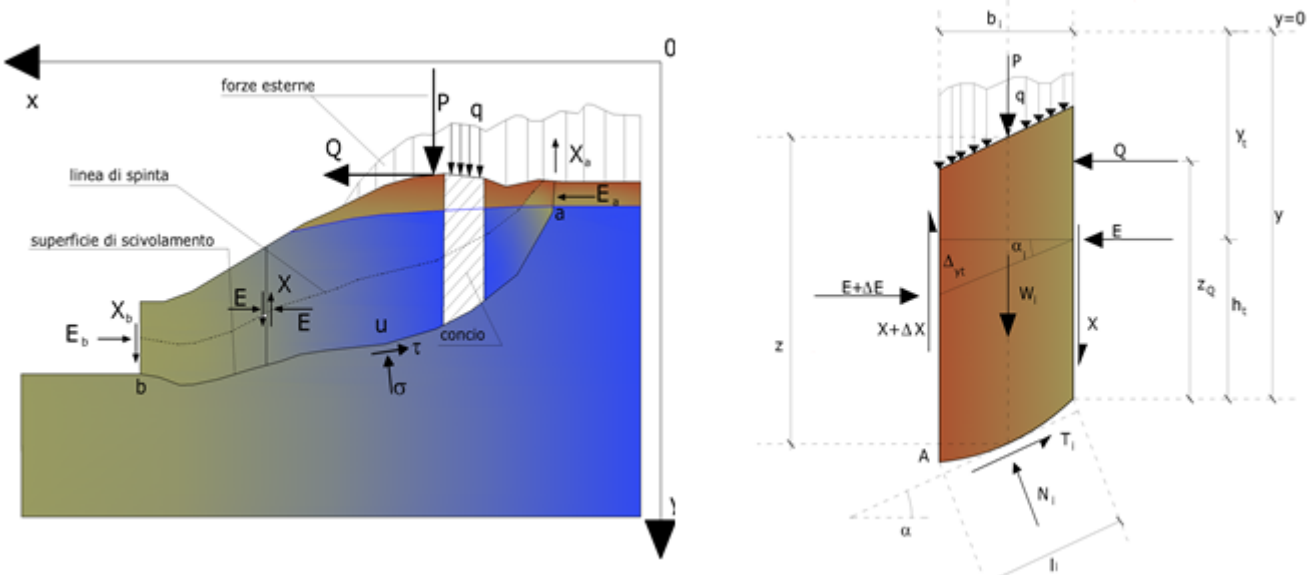
I valori di F e di ΔX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre ΔX = 0 ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario,** gli errori commessi rispetto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

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

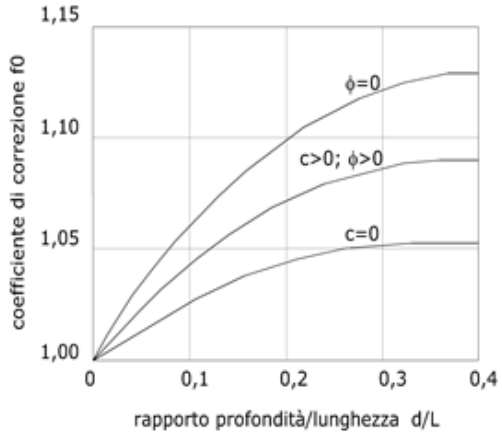


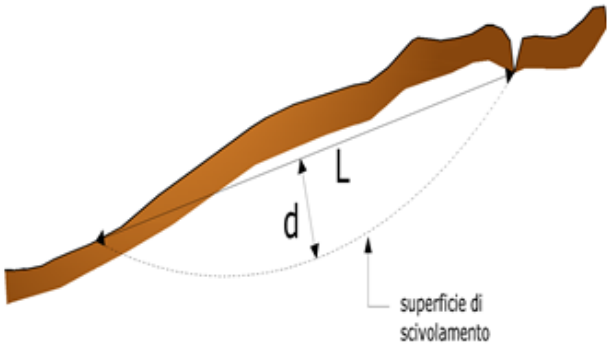
Azioni sul concio i-esimo secondo le ipotesi di Janbu e rappresentazione d'insieme dell'ammasso

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:

$$F_{corretto} = f_0 \cdot F$$

dove f_0 è riportato in grafici funzione di geometria e parametri geotecnici. Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.





Metodo di Bell (1968)

Le forze agenti sul corpo che scivola includono il peso effettivo del terreno, W, le forze sismiche pseudostatiche orizzontali e verticali $K_X W$ e $K_Z W$, le forze orizzontali e verticali X e Z applicate esternamente al profilo del pendio, infine, la risultante degli sforzi totali normali e di taglio σ e τ agenti sulla superficie potenziale di scivolamento.

Lo sforzo totale normale può includere un eccesso di pressione dei pori u che deve essere specificata con l'introduzione dei parametri di forza efficace.

In pratica questo metodo può essere considerato come un'estensione del metodo del cerchio di attrito per sezioni omogenee precedentemente descritto da Taylor.

In accordo con la legge della resistenza di Mohr-Coulomb in termini di tensione efficace, la forza di taglio agente sulla base dell'i-esimo concio è data da:

$$T_i = \frac{c_i L_i + (N_i - u_{ci} L_i)\tan \Phi_i}{F}$$

in cui:

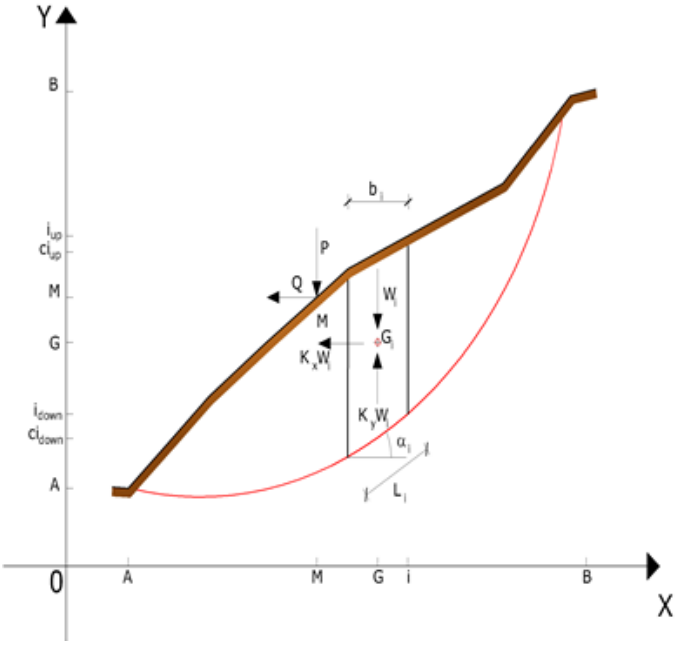
F = il fattore di sicurezza;

$\mathbf{c_i}$ = la coesione efficace (o totale) alla base dell'i-esimo concio;

$\boldsymbol{\phi_i}$ = l'angolo di attrito efficace (= 0 con la coesione totale) alla base dell'i-esimo concio;

$\mathbf{L_i}$ = la lunghezza della base dell'i-esimo concio;

$\mathbf{u_{ci}}$ = la pressione dei pori al centro della base dell'i-esimo concio.



L'equilibrio risulta uguagliando a zero la somma delle forze orizzontali, la somma delle forze verticali e la somma dei momenti rispetto all'origine.

Viene adottata la seguente assunzione sulla variazione della tensione normale agente sulla potenziale superficie di scorrimento:

$$\sigma_{ci} = \left[C_1 (1 - K_z) \frac{W_i \cos \alpha_i}{L_i} \right] + C_2 f(x_{ci}, y_{ci}, z_{ci})$$

in cui il primo termine dell'equazione include l'espressione:

$$W_i \cos \alpha_i / L_i = \textbf{valore dello sforzo normale totale associato con il metodo ordinario dei conci}$$

Il secondo termine dell'equazione include la funzione:

$$f = \sin 2\pi\left(\frac{x_n - x_{ci}}{x_n - x_0}\right)$$

dove $\mathbf{x_0}$ ed $\mathbf{x_n}$ sono rispettivamente le ascisse del primo e dell'ultimo punto della superficie di scorrimento, mentre $\mathbf{x_{ci}}$ rappresenta l'ascissa del punto medio della base del concio i-esimo.
Una parte sensibile di riduzione del peso associata con una accelerazione verticale del terreno K_Z g può essere trasmessa direttamente alla base e ciò è incluso nel fattore (1 - K_Z).
Lo sforzo normale totale alla base di un concio è dato da:

$$N_i = \sigma_{ci} L_i$$

La soluzione delle equazioni di equilibrio si ricava risolvendo un sistema lineare di tre equazioni ottenute moltiplicando le equazioni di equilibrio per il fattore di sicurezza F, sostituendo l'espressione di N_i e moltiplicando ciascun termine della coesione per un coefficiente arbitrario C_3. Qualsiasi coppia di valori del fattore di sicurezza nell'intorno di una stima fisicamente ragionevole può essere usata per iniziare una soluzione iterativa.
Il numero necessario di iterazioni dipende sia dalla stima iniziale sia dalla desiderata precisione della soluzione; normalmente, il processo converge rapidamente.

Metodo di Sarma (1973)
Il metodo di Sarma è un semplice, ma accurato metodo per l'analisi di stabilità dei pendii, che permette di determinare l'accelerazione sismica orizzontale richiesta affinché l'ammasso di terreno, delimitato dalla superficie di scivolamento e dal profilo topografico, raggiunga lo stato di equilibrio limite (accelerazione critica K_c) e, nello stesso tempo, consente di ricavare l'usuale fattore di sicurezza ottenuto come per gli altri metodi più comuni della geotecnica.
Si tratta di un metodo basato sul principio dell'equilibrio limite e delle strisce, pertanto viene considerato l'equilibrio di una potenziale massa di terreno in scivolamento suddivisa in n strisce verticali di spessore sufficientemente piccolo da ritenere ammissibile l'assunzione che lo sforzo normale N_i agisce nel punto medio della base della striscia.
Le equazioni da prendere in considerazione sono:

- L'equazione di equilibrio alla traslazione orizzontale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio alla traslazione verticale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio dei momenti.

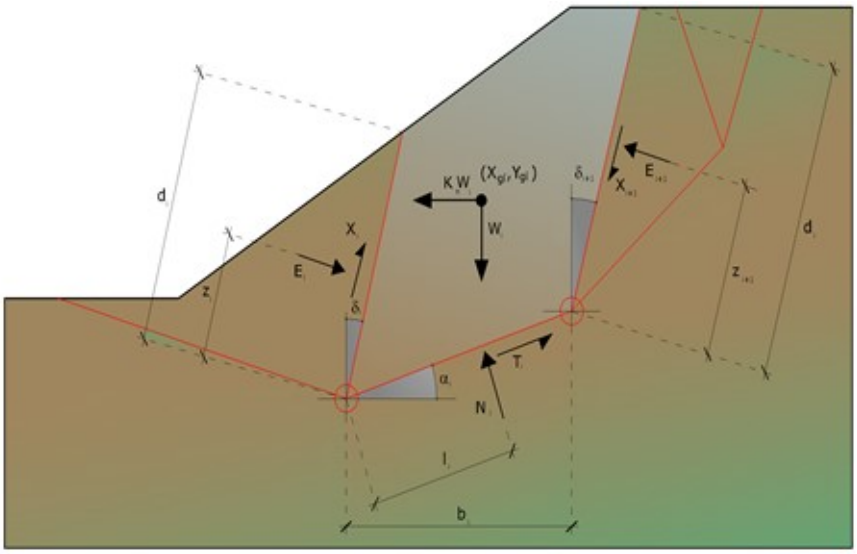
Condizioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale:

$$N_i \cos\alpha_i + T_i \sin\alpha_i = W_i - \Delta X_i$$
$$T_i \cos\alpha_i - N_i \sin\alpha_i = KW_i + \Delta E_i$$

Viene, inoltre, assunto che in assenza di forze esterne sulla superficie libera dell'ammasso si ha:

$$\Sigma\Delta E_i = 0$$
$$\Sigma\Delta X_i = 0$$

dove E_i e X_i rappresentano, rispettivamente, le forze orizzontale e verticale sulla faccia i-esima del concio generico i.
L'equazione di equilibrio dei momenti viene scritta scegliendo come punto di riferimento il baricentro dell'intero ammasso; sicché, dopo aver eseguito una serie di posizioni e trasformazioni trigonometriche ed algebriche, nel **metodo di Sarma** la soluzione del problema passa attraverso la risoluzione di due equazioni:



Azioni sull' iesimo concio, metodo di Sarma

$$\sum \Delta X_i \cdot tg\left(\psi'_i - \alpha_i\right) + \sum \Delta E_i = \sum \Delta_i - K \cdot \sum W_i$$

$$\sum \Delta X_i \cdot \left[\left(y_{mi} - y_G\right) \cdot tg\left(\psi'_i - \alpha'\right) + \left(x'_i - x_G\right)\right] = \sum W_i \cdot \left(x_{mi} - x_G\right) + \sum \Delta_i \cdot \left(y_{mi} - y_G\right)$$

Ma l'approccio risolutivo, in questo caso, è completamente capovolto: il problema infatti impone di trovare un valore di **K** (accelerazione sismica) corrispondente ad un determinato fattore di sicurezza; ed in particolare, trovare il valore dell'accelerazione **K** corrispondente al fattore di sicurezza **F = 1** , ossia l'accelerazione critica.
Si ha pertanto:

K=Kc	**Accelerazione critica** se F=1
F=Fs	**Fattore di sicurezza in condizioni statiche** se K=0

La seconda parte del problema del Metodo di Sarma è quella di trovare una distribuzione di forze interne X_i ed E_i tale da verificare l'equilibrio del concio e quello globale dell'intero ammasso, senza violazione del criterio di rottura.
E' stato trovato che una soluzione accettabile del problema si può ottenere assumendo la seguente distribuzione per le forze X_i:

$$\Delta X_i = \lambda \cdot \Delta Q_i = \lambda \cdot \left(Q_{i+1} - Q_i\right)$$

dove Q_i è una funzione nota, in cui vengono presi in considerazione i parametri geotecnici medi sulla i-esima faccia del concio i, e λ rappresenta un'incognita.
La soluzione completa del problema si ottiene pertanto, dopo alcune iterazioni, con i valori di K_c, λ e F, che permettono di ottenere anche la distribuzione delle forze di interstriscia.

Metodo di Spencer (1967)

Il metodo è basato sull'assunzione:

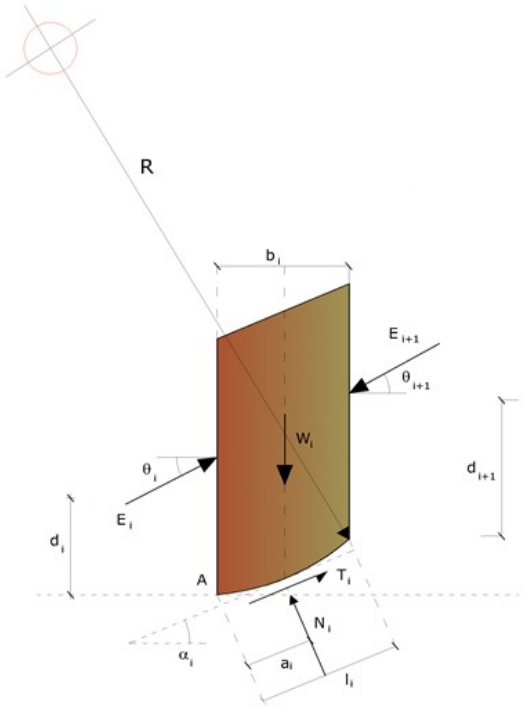
1. le forze d'interfaccia lungo le superfici di divisione dei singoli conci sono orientate parallelamente fra loro ed inclinate rispetto all'orizzontale di un angolo θ;
2. tutti i momenti sono nulli $M_i = 0$ con i=1…..n.

Sostanzialmente il metodo soddisfa tutte le equazioni della statica ed equivale ametodo di Morgenstern e Price quando la funzione f(x) = 1. Imponendo l'equilibrio dei momenti rispetto al centro dell'arco descritto dalla superficie di scivolamento si ha:

1) $$\sum Q_i R\cos(\alpha-\theta)=0$$

dove:

$$Q_i=\frac{\frac{c}{F_s}\left(W\cos\alpha-\gamma_w hl\sec\alpha\right)\frac{tg\alpha}{F_s}-Wsen\alpha}{\cos(\alpha-\theta)\left[\frac{F_s+tg\varphi tg(\alpha-\theta)}{F_s}\right]}$$



forza d'interazione fra i conci;
R = raggio dell'arco di cerchio;
θ = angolo d'inclinazione della forza Q_i rispetto all'orizzontale.
Imponendo l'equilibrio delle forze orizzontali e verticali si ha rispettivamente:

$$\sum(Q_i\cos\theta)=0$$
$$\sum(Q_i sen\theta)=0$$

Con l'assunzione delle forze Q_i parallele fra loro, si può anche scrivere:

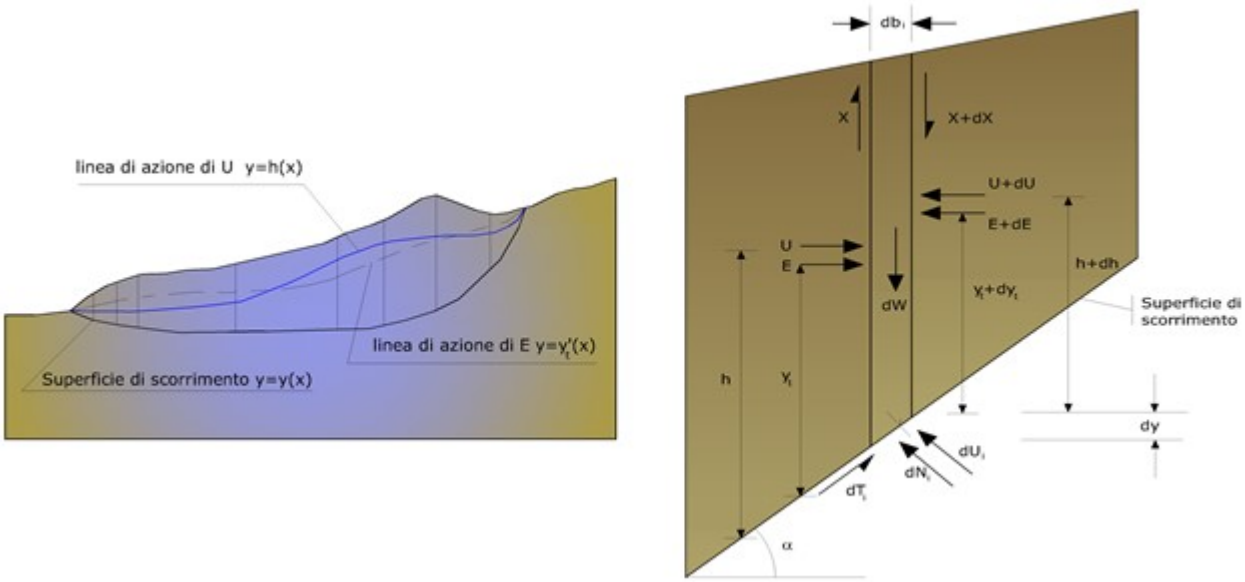
2) $$\sum Q_i=0$$

Il metodo propone di calcolare due coefficienti di sicurezza: il primo (F_{sm}) ottenibile dalla 1), legato all'equilibrio dei momenti; il secondo (F_{sf}) dalla 2) legato all'equilibrio delle forze. In pratica si procede risolvendo la 1) e la 2) per un dato intervallo di valori dell'angolo θ, considerando come valore unico del coefficiente di sicurezza quello per cui si abbia:

$$F_{sm}=F_{sf}$$

Metodo di Morgenstern e Price (1965)
Si stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo X = λ f(x)E, dove λ è un fattore di scala e f(x), funzione della posizione di E e di X, definisce una relazione tra la variazione della forza X e della forza E all'interno della massa scivolante. La funzione f(x) è scelta arbitrariamente (costante, sinusoide, semisinusoide, trapezia, spezzata…) e influenza poco il risultato, ma va verificato che i valori ricavati per le incognite siano fisicamente accettabili.
La particolarità del metodo è che la massa viene suddivisa in strisce infinitesime alle quali vengono imposte le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale e di rottura sulla base delle strisce stesse. Si perviene ad una prima equazione differenziale che lega le forze d'interfaccia incognite E, X, il coefficiente di sicurezza F_s, il peso della striscia infinitesima dW e la risultante delle pressioni neutra alla base dU.
Si ottiene la cosiddetta "**equazione delle forze**":

$$c'\sec^2\frac{\alpha}{F_s}+tg\varphi'\left(\frac{dW}{dx}-\frac{dX}{dx}-tg\alpha\frac{dE}{dx}-\sec\alpha\frac{dU}{dx}\right)=$$
$$=\frac{dE}{dx}-tg\alpha\left(\frac{dX}{dx}-\frac{dW}{dx}\right)$$



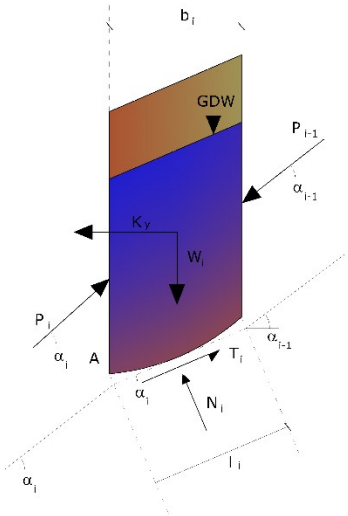
Azioni sul concio i-esimo secondo le ipotesi di Morgenster e Price e rappresentazione d'insieme dell'ammasso

Una seconda equazione, detta "**equazione dei momenti**", viene scritta imponendo la condizione di equilibrio alla rotazione rispetto alla mezzeria della base:

$$X = \frac{d\left(E_\gamma\right)}{dx} - \gamma \frac{dE}{dx}$$

queste due equazioni vengono estese per integrazione a tutta la massa interessata dallo scivolamento.
Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma, ma implica necessariamente l'uso di un calcolatore.

Metodo di Zeng e Liang (2002)



Zeng e Liang hanno effettuato una serie di analisi parametriche su un modello bidimensionale sviluppato con codice agli elementi finiti, che riproduce il caso di pali immersi in un terreno in movimento (drilled shafts). Il modello bidimensionale riproduce un striscia di terreno di spessore unitario e ipotizza che il fenomeno avvenga in condizioni di deformazione piana nella direzione parallela all'asse dei pali. Il modello è stato utilizzato per indagare l'influenza sulla formazione dell'effetto arco di alcuni parametri come l'interasse fra i pali, il diametro e la forma dei pali, e le proprietà meccaniche del terreno. Gli autori individuano nel rapporto tra l'interasse e il diametro dei i pali (s/d) il parametro adimensionale determinante per la formazione dell'effetto arco. Il problema risulta essere staticamente indeterminato, con grado di indeterminatezza pari a (8n-4), ma nonostante ciò è possibile ottenere una soluzione riducendo il numero delle incognite e assumendo quindi delle ipotesi semplificative, in modo da rendere determinato il problema.
Le assunzioni che rendono il problema determinato sono:

-Ky sono assunte orizzontali per ridurre il numero totale delle incognite da (n-1) a (7n-3);
-Le forze normali alla base della striscia agiscono nel punto medio, riducendo le incognite da n a (6n-3);
-La posizione delle spinte laterali è ad un terzo dell'altezza media dell'inter-striscia e riduce le incognite da (n-1) a (5n-2);
-Le forze (Pi-1) e Pi si assumono parallele all'inclinazione della base della striscia (αi), riducendo il numero di incognite da (n-1) a (4n-1);
-Si assume un'unica costante di snervamento per tutte le strisce, riducendo le incognite da (n) a (3n-1);

Il numero totale di incognite quindi è ridotto a (3n), da calcolare utilizzando il fattore di trasferimento di carico.
Inoltre si deve tener presente che la forza di stabilizzazione trasmessa sul terreno a valle dei pali risulta ridotta di una quantità R, chiamato fattore di riduzione, calcolabile come:

$$R = \frac{1}{s/d} + \left(1 - \frac{1}{s/d}\right) \cdot R_p$$

Il fattore R dipende quindi dal rapporto fra l'interasse presente fra i pali e il diametro dei pali stessi e dal fattore R_p che tiene conto dell'effetto arco.

Valutazione dell'azione sismica
La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata 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 vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$
$$F_V = K_y W$$

Essendo:

- $\mathbf{F_H}$ e $\mathbf{F_V}$ rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
- **W** peso concio;
- $\mathbf{K_X}$ coefficiente sismico orizzontale;
- $\mathbf{K_y}$ coefficiente sismico verticale.

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.

Stabilita' gradoni immersione 35° inclinazione 70° altezza 14 m discontinuità S

- Superficie 1 massima altezza scarpata intercettata alla base dalla stratificazione S e fratture verticali di trazione K1 e K2.
- Superficie 2 - intercetta della superficie topografica del gradone a 4 m di altezza (10 m di scarpata in potenziale scivolamento).
- Superficie 3 - intercetta della superficie topografica del gradone a 8 m di altezza, (6 m di scarpata in potenziale scivolamento).

Analisi di stabilità dei pendii con : SARMA (1973)
==========
Lat./Long. 43.876173/7.935645 °
Calcolo eseguito secondo NTC 2018
Numero di strati 1.0
Numero dei conci 20.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile 1.1
Coefficiente parziale resistenza 1.0
Analisi Condizione drenata
Superficie di forma generica
==========

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/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.275	2.594	0.181
S.L.D.	50.0	0.392	2.63	0.211
S.L.V.	475.0	1.51	2.431	0.291
S.L.C.	975.0	2.03	2.473	0.306

Coefficienti sismici orizzontali e verticali
Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.33	0.2	0.0067	0.0034
S.L.D.	0.4704	0.2	0.0096	0.0048
S.L.V.	1.812	0.27	0.0499	0.0249
S.L.C.	2.436	0.3	0.0745	0.0373

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0499
Coefficiente azione sismica verticale 0.0249

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	5.0	5.0

2	10.0	5.0
3	11.5	9.0
4	13.0	13.0
5	15.2	19.0
6	18.0	19.0
7	20.4	19.0
8	22.0	19.0
9	23.8	19.0
10	25.0	19.0
11	27.0	24.5

Vertici superficie Nr...1

N	X m	y m
1	9.97	5.1
2	23.8	16.2
3	23.91	19.08

Vertici superficie Nr...2

N	X m	y m
1	11.5	9.0
2	23.8	19.0

Vertici superficie Nr...3

N	X m	y m
1	13.0	13.0
2	20.4	19.0

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

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	Si	

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Litologia
1	25.5		33	26	26	

Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=1.12

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	0.69	38.88	0.89	1180.94
2	0.69	38.39	0.88	3551.7
3	0.69	38.99	0.89	5920.4
4	0.69	38.99	0.89	8278.16
5	0.69	38.39	0.88	10666.53

6	0.69	38.99	0.89	13112.18
7	0.69	38.99	0.89	15546.89
8	0.69	38.39	0.88	17727.54
9	0.69	38.99	0.89	16710.53
10	0.69	38.39	0.88	15693.52
11	0.69	38.99	0.89	14676.5
12	0.69	38.99	0.89	13648.55
13	0.69	38.39	0.88	12631.54
14	0.69	38.99	0.89	11614.53
15	0.69	38.99	0.89	10586.58
16	0.69	38.39	0.88	9569.57
17	0.69	38.99	0.89	8552.55
18	0.69	38.39	0.88	7535.54
19	0.69	38.99	0.89	6518.53
20	0.69	78.06	3.35	3002.28

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	**7.24**	**1569.06**	**0.0**	**0.0**	**-106.67**	**2002.06**	**0.0**
2	**30.11**	**2677.58**	**7.24**	**1569.06**	**1972.01**	**3193.31**	**0.0**
3	**62.27**	**3284.17**	**30.11**	**2677.58**	**4016.83**	**4396.25**	**0.0**
4	**104.71**	**3411.08**	**62.27**	**3284.17**	**6072.32**	**5588.08**	**0.0**
5	**161.27**	**3148.57**	**104.71**	**3411.08**	**8162.53**	**6782.74**	**0.0**
6	**224.13**	**2291.94**	**161.27**	**3148.57**	**10287.15**	**8031.96**	**0.0**
7	**300.28**	**940.41**	**224.13**	**2291.94**	**12407.38**	**9261.33**	**0.0**
8	**385.15**	**-683.51**	**300.28**	**940.41**	**14310.68**	**10347.61**	**0.0**
9	**340.62**	**-2291.44**	**385.15**	**-683.51**	**13531.95**	**9913.39**	**0.0**
10	**311.16**	**-3538.65**	**340.62**	**-2291.44**	**12632.44**	**9374.52**	**0.0**
11	**271.81**	**-4730.58**	**311.16**	**-3538.65**	**11746.38**	**8878.07**	**0.0**
12	**239.92**	**-5711.51**	**271.81**	**-4730.58**	**10839.77**	**8352.39**	**0.0**
13	**214.33**	**-6366.0**	**239.92**	**-5711.51**	**9952.2**	**7820.44**	**0.0**
14	**182.53**	**-6931.72**	**214.33**	**-6366.0**	**9058.69**	**7319.66**	**0.0**
15	**156.4**	**-7286.73**	**182.53**	**-6931.72**	**8153.62**	**6794.88**	**0.0**
16	**135.02**	**-7348.45**	**156.4**	**-7286.73**	**7271.67**	**6266.2**	**0.0**
17	**110.42**	**-7288.03**	**135.02**	**-7348.45**	**6371.28**	**5761.43**	**0.0**
18	**92.01**	**-6955.96**	**110.42**	**-7288.03**	**5490.87**	**5233.64**	**0.0**
19	**72.01**	**-6479.63**	**92.01**	**-6955.96**	**4586.23**	**4726.41**	**0.0**
20	**0.0**	**0.0**	**72.01**	**-6479.63**	**-5843.68**	**4377.89**	**0.0**

Superficie Nr...2 Fattore di sicurezza=1.27

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	0.61	39.15	0.79	928.83
2	0.61	39.15	0.79	2786.49
3	0.61	39.15	0.79	4647.86
4	0.61	39.15	0.79	6566.3
5	0.61	39.15	0.79	8484.73
6	0.61	39.15	0.79	10403.17
7	0.61	39.15	0.79	10998.68
8	0.61	39.15	0.79	10182.32
9	0.61	38.48	0.79	9375.68
10	0.61	39.15	0.79	8569.05
11	0.61	39.15	0.79	7752.69
12	0.61	39.15	0.79	6936.33
13	0.61	39.15	0.79	6119.97
14	0.61	39.15	0.79	5303.62
15	0.61	39.15	0.79	4487.26
16	0.61	39.15	0.79	3670.9

17	0.61	39.15	0.79	2854.54
18	0.61	39.15	0.79	2038.19
19	0.61	39.15	0.79	1221.83
20	0.61	39.06	0.79	406.83

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	**36.88**	**1243.94**	**0.0**	**0.0**	**-121.23**	**1561.69**	**0.0**
2	**144.74**	**2018.56**	**36.88**	**1243.94**	**1505.48**	**2393.5**	**0.0**
3	**300.98**	**2318.06**	**144.74**	**2018.56**	**3156.15**	**3237.56**	**0.0**
4	**509.11**	**2128.29**	**300.98**	**2318.06**	**4855.58**	**4106.56**	**0.0**
5	**768.36**	**1449.1**	**509.11**	**2128.29**	**6555.71**	**4975.91**	**0.0**
6	**1077.46**	**280.22**	**768.36**	**1449.1**	**8257.0**	**5845.85**	**0.0**
7	**1182.68**	**-1087.56**	**1077.46**	**280.22**	**8984.81**	**6218.02**	**0.0**
8	**1038.77**	**-2295.69**	**1182.68**	**-1087.56**	**8468.38**	**5953.94**	**0.0**
9	**924.97**	**-3188.01**	**1038.77**	**-2295.69**	**7709.9**	**5550.8**	**0.0**
10	**780.83**	**-3975.42**	**924.97**	**-3188.01**	**6999.74**	**5202.96**	**0.0**
11	**663.7**	**-4544.14**	**780.83**	**-3975.42**	**6231.89**	**4810.33**	**0.0**
12	**555.58**	**-4898.02**	**663.7**	**-4544.14**	**5480.42**	**4426.07**	**0.0**
13	**456.45**	**-5037.06**	**555.58**	**-4898.02**	**4728.96**	**4041.81**	**0.0**
14	**366.33**	**-4961.26**	**456.45**	**-5037.06**	**3977.5**	**3657.56**	**0.0**
15	**285.2**	**-4670.63**	**366.33**	**-4961.26**	**3226.04**	**3273.3**	**0.0**
16	**213.08**	**-4165.15**	**285.2**	**-4670.63**	**2474.58**	**2889.05**	**0.0**
17	**149.96**	**-3444.83**	**213.08**	**-4165.15**	**1723.12**	**2504.79**	**0.0**
18	**95.84**	**-2509.68**	**149.96**	**-3444.83**	**971.65**	**2120.53**	**0.0**
19	**50.72**	**-1359.68**	**95.84**	**-2509.68**	**220.19**	**1736.28**	**0.0**
20	**0.0**	**0.0**	**50.72**	**-1359.68**	**-513.48**	**1358.98**	**0.0**

Superficie Nr...3 Fattore di sicurezza=1.62

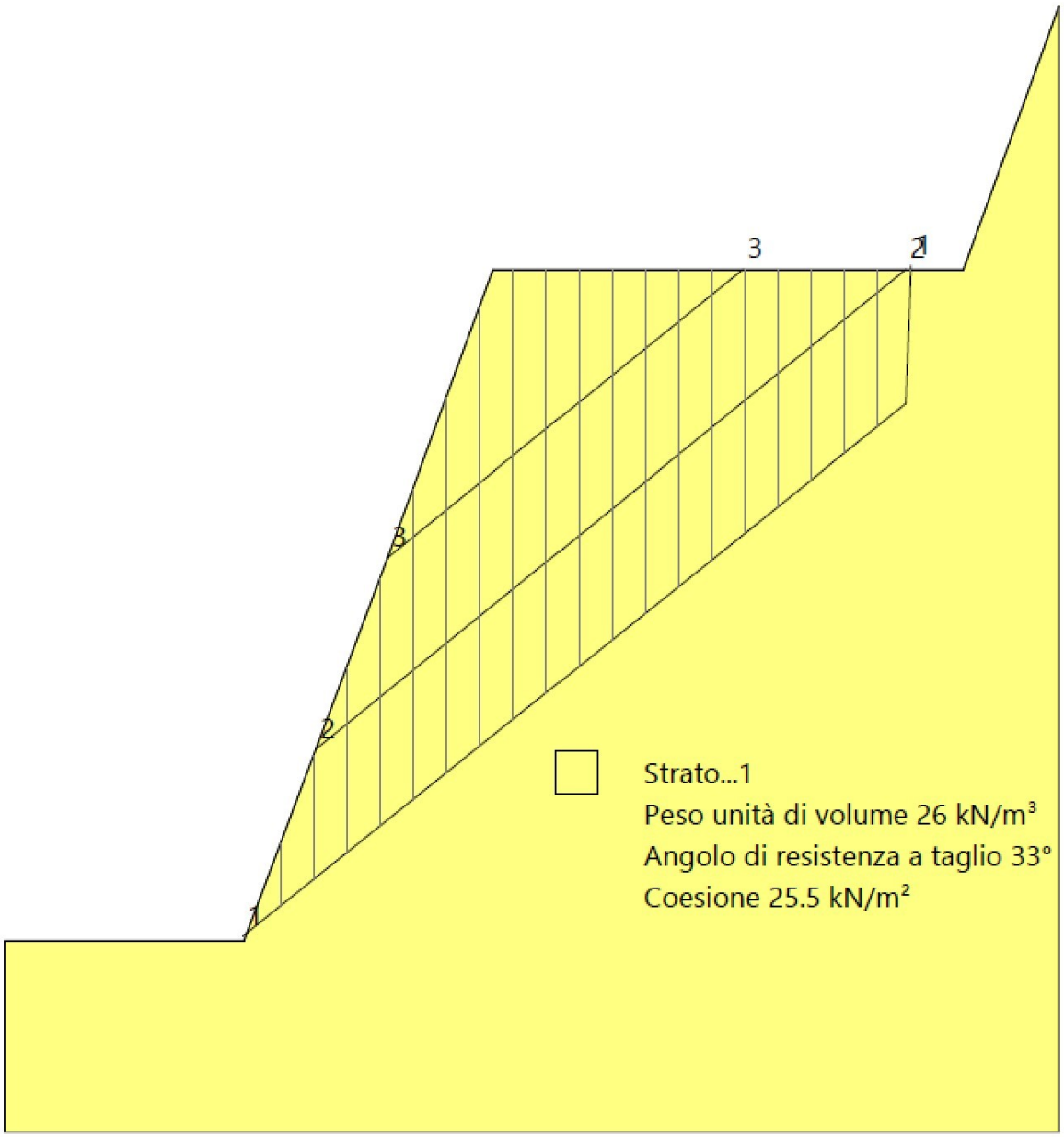
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	0.37	38.85	0.48	348.76
2	0.37	38.85	0.48	1046.29
3	0.37	38.85	0.48	1743.81
4	0.37	39.95	0.48	2435.49
5	0.37	38.85	0.48	3127.16
6	0.37	38.85	0.48	3824.68
7	0.37	38.85	0.48	3973.76
8	0.37	38.85	0.48	3681.42
9	0.37	38.85	0.48	3389.07
10	0.37	39.95	0.48	3090.88
11	0.37	38.85	0.48	2792.68
12	0.37	38.85	0.48	2500.34
13	0.37	38.85	0.48	2207.99
14	0.37	38.85	0.48	1915.65
15	0.37	38.85	0.48	1623.3
16	0.37	39.95	0.48	1325.11
17	0.37	38.85	0.48	1026.91
18	0.37	38.85	0.48	734.57
19	0.37	38.85	0.48	442.22
20	0.37	39.2	0.48	148.02

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	**33.16**	**626.33**	**0.0**	**0.0**	**-157.97**	**699.25**	**0.0**
2	**121.8**	**1021.64**	**33.16**	**626.33**	**465.22**	**949.07**	**0.0**
3	**238.85**	**1177.65**	**121.8**	**1021.64**	**1114.69**	**1209.42**	**0.0**

4	**368.24**	**1059.1**	**238.85**	**1177.65**	**1766.23**	**1482.74**	**0.0**
5	**552.99**	**744.0**	**368.24**	**1059.1**	**2391.72**	**1721.34**	**0.0**
6	**754.56**	**186.05**	**552.99**	**744.0**	**3052.43**	**1986.19**	**0.0**
7	**800.14**	**-472.61**	**754.56**	**186.05**	**3348.55**	**2104.9**	**0.0**
8	**710.03**	**-1068.83**	**800.14**	**-472.61**	**3196.49**	**2043.94**	**0.0**
9	**624.89**	**-1559.59**	**710.03**	**-1068.83**	**2907.91**	**1928.26**	**0.0**
10	**524.75**	**-2000.08**	**624.89**	**-1559.59**	**2630.41**	**1829.17**	**0.0**
11	**466.58**	**-2270.56**	**524.75**	**-2000.08**	**2302.85**	**1685.71**	**0.0**
12	**396.52**	**-2440.75**	**466.58**	**-2270.56**	**2030.63**	**1576.59**	**0.0**
13	**331.42**	**-2505.47**	**396.52**	**-2440.75**	**1742.05**	**1460.9**	**0.0**
14	**271.28**	**-2464.75**	**331.42**	**-2505.47**	**1453.47**	**1345.22**	**0.0**
15	**216.11**	**-2318.57**	**271.28**	**-2464.75**	**1164.89**	**1229.54**	**0.0**
16	**159.35**	**-2079.72**	**216.11**	**-2318.57**	**863.65**	**1120.93**	**0.0**
17	**118.93**	**-1716.99**	**159.35**	**-2079.72**	**571.69**	**991.74**	**0.0**
18	**78.84**	**-1250.23**	**118.93**	**-1716.99**	**287.61**	**877.86**	**0.0**
19	**43.71**	**-678.01**	**78.84**	**-1250.23**	**-0.97**	**762.18**	**0.0**
20	**0.0**	**0.0**	**43.71**	**-678.01**	**-284.62**	**652.29**	**0.0**

Fs = 1.62 Superficie... 3
Fs = 1.27 Superficie... 2
Fs = 1.12 Superficie... 1



Stabilita' gradoni immersione 35° inclinazione 50° altezza 8 m discontinuità S

Analisi di stabilità dei pendii con : SARMA (1973)

==========

Lat./Long. 43.876173/7.935645 °
Calcolo eseguito secondo NTC 2018
Numero di strati 1.0
Numero dei conci 10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile 1.1
Coefficiente parziale resistenza 1.0
Analisi Condizione drenata
Superficie di forma generica

==========

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/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.275	2.594	0.181
S.L.D.	50.0	0.392	2.63	0.211
S.L.V.	475.0	1.51	2.431	0.291
S.L.C.	975.0	2.03	2.473	0.306

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.33	0.2	0.0067	0.0034
S.L.D.	0.4704	0.2	0.0096	0.0048
S.L.V.	1.812	0.27	0.0499	0.0249
S.L.C.	2.436	0.3	0.0745	0.0373

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0499
Coefficiente azione sismica verticale 0.0249

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	5.0	5.0
2	10.0	5.0
3	16.7	13.0
4	19.8	13.0
5	23.7	13.0
6	26.4	16.0

Vertici superficie Nr...1

N	X m	y m
1	10.0	5.0
2	19.8	13.0

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

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	Si	

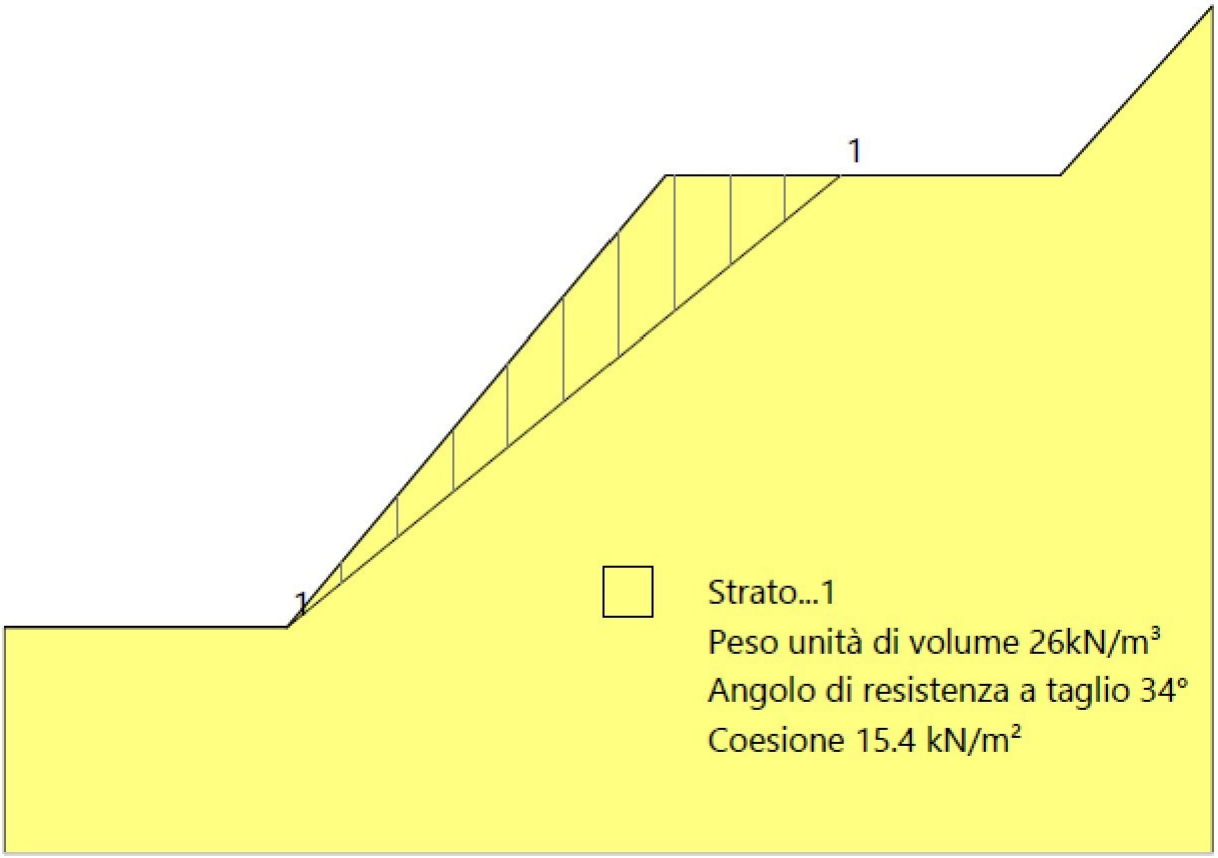
Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Litologia
1	15.4		34	26	26	

Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=1.65

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	0.98	39.18	1.26	482.54
2	0.98	39.18	1.26	1447.64
3	0.98	39.18	1.26	2412.73
4	0.98	39.18	1.26	3377.82
5	0.98	39.6	1.27	4327.42
6	0.98	39.18	1.26	5277.02
7	0.98	39.18	1.26	6242.11

Fs = 1.65 Superficie... 1



GRADONI

SCIVOLAMENTO DI CUNEI

Stabilita' gradoni 35/50 cuneo individuato da discontinuità S e K4

L'analisi è stata eseguita in condizioni sismiche; parametri scelti :
- categoria di sottosuolo = cat sottosuolo A
- categoria topografica = categoria T2
- ag = 0.207
- Fo = 2.473

kv e kh ricavati:
- kh = 0.074
- kv = 0.037

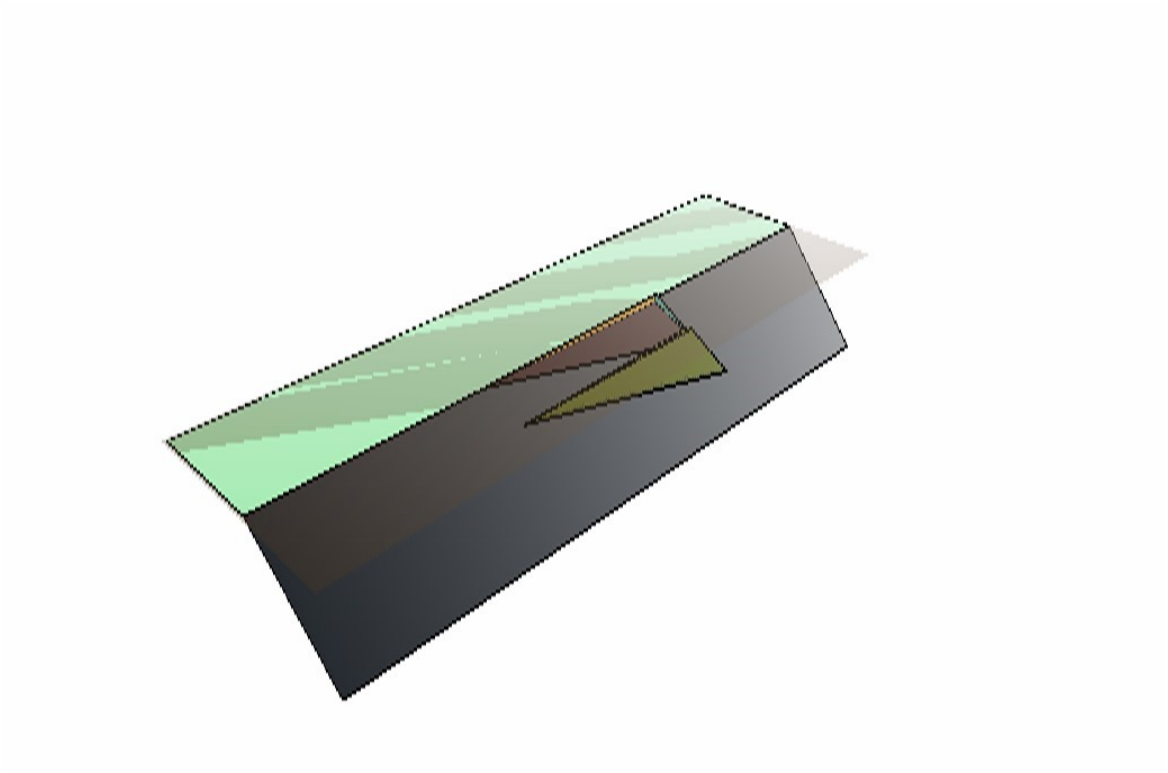
Relazione sulla stabilità del Cuneo di Roccia

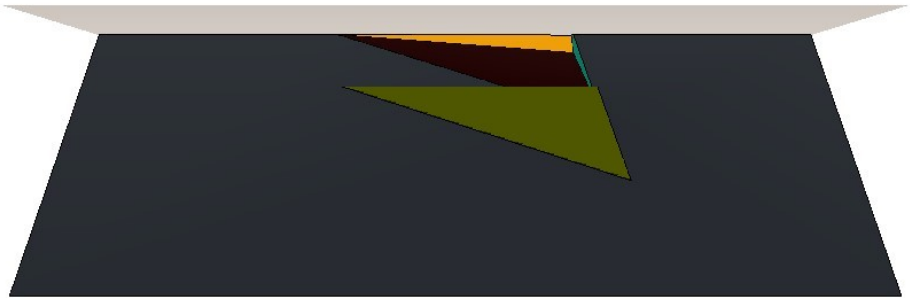
Per valutare il fattore di sicurezza del blocco e' stato scelto il "Metodo Completo" inserendo i seguenti valori:

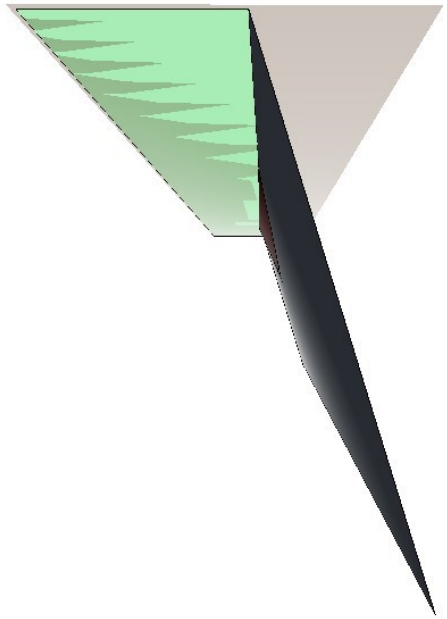
geometrie :

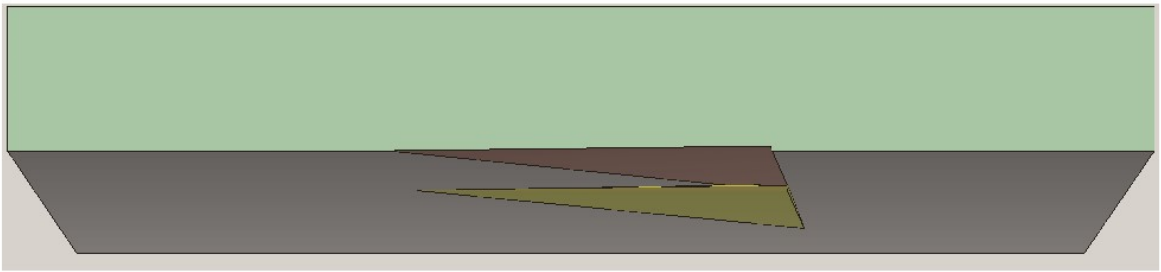
descr. Piani	*Dip*	*Dip-direction*
Js (piano superiore)	***0***	***35***
Jfr (fronte)	***50***	***35***
J1 (prima discontinuità)	***39***	***31***
J2 (seconda discontinuità)	***76***	***295***
Jtr (giunto di trazione)	***83***	***214***

H = 8 m (altezza del fronte presa rispetto alla discontinuità J1)









resistenze :

- phi j1 = 33° (angolo di attrito lungo j1)
- phi j2 = 33.1° (angolo di attrito lungo j2)
- c' j1 = 0.255 daN/cmq (coesione lungo j1)
- c' j2 = 0.257 daN/cmq (coesione lungo j2)
- gr = 0.0026 daN/cmc (peso di volume della roccia)
- gw = 9.8E-05 daN/cmc (peso di volume dell' acqua)

risultati :

- fattore di sicurezza = 3.271
- volume blocco = 141.99 mc
- peso blocco = 369.18 tonnellate
- retta di intersezioni j1 j2 : dip = 37.7°, dip-direction = 373.9°.

Stabilita' gradoni 35/70 cuneo individuato da discontinuità S e K4

L'analisi è stata eseguita in condizioni sismiche; parametri scelti :
- categoria di sottosuolo = cat sottosuolo A
- categoria topografica = categoria T2
- ag = 0.207
- Fo = 2.473

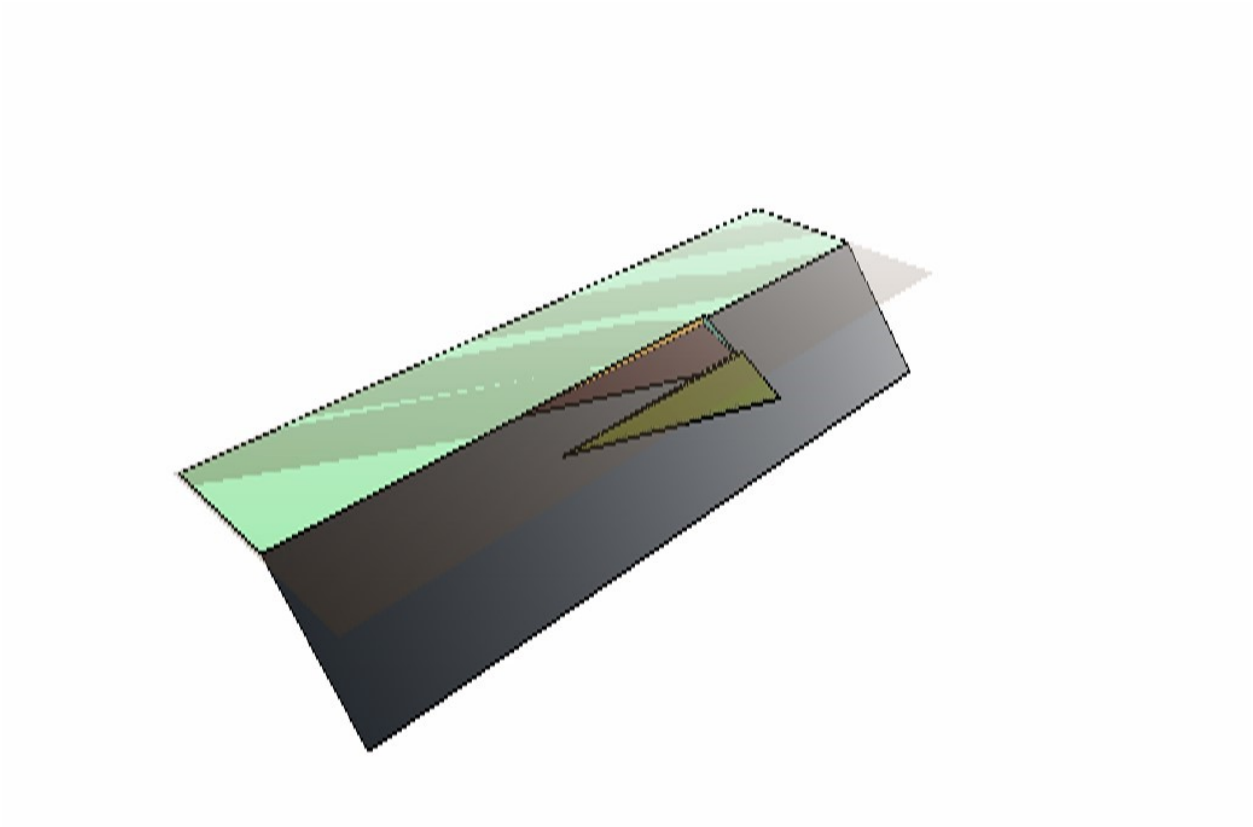
kv e kh ricavati:
- kh = 0.074
- kv = 0.037

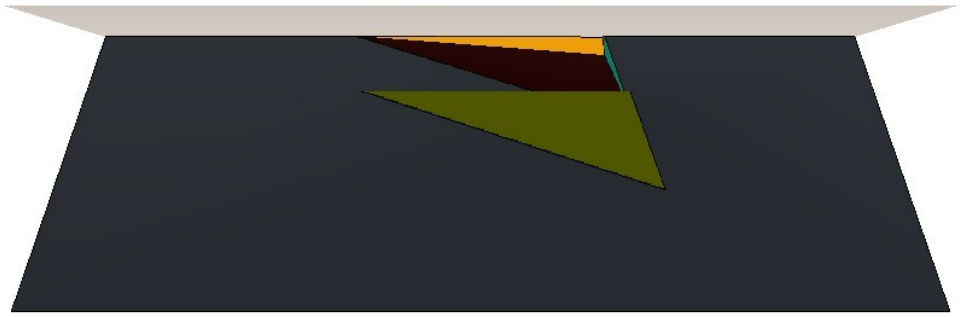
Relazione sulla stabilità del Cuneo di Roccia
Per valutare il fattore di sicurezza del blocco e' stato scelto il ***"Metodo Completo"*** inserendo i seguenti valori:

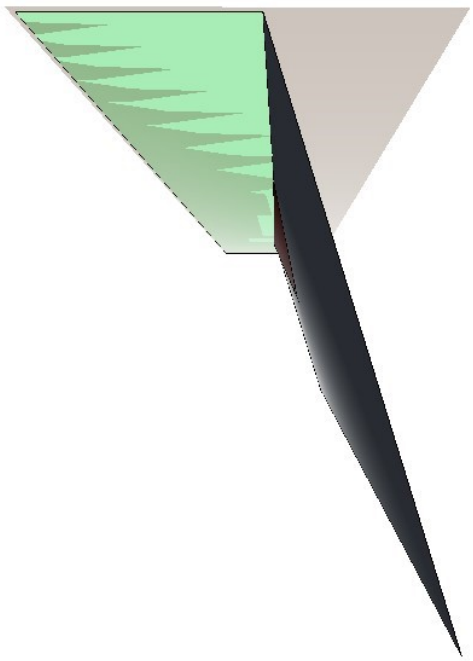
geometrie :

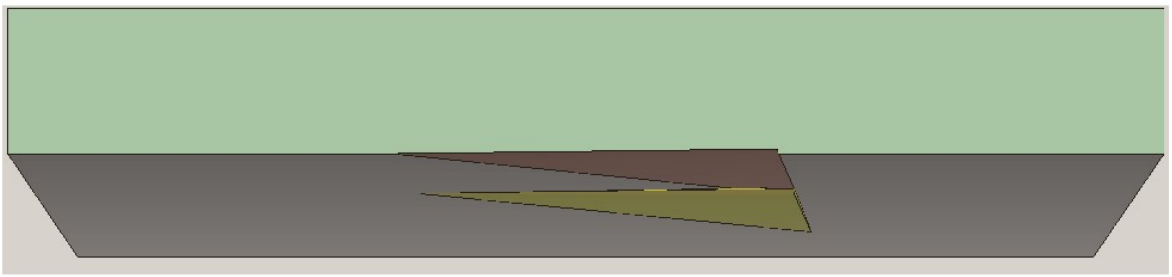
descr. Piani	***Dip***	***Dip-direction***
Js (piano superiore)	0	35
Jfr (fronte)	70	35
J1 (prima discontinuità)	39	31
J2 (seconda discontinuità)	76	295
Jtr (giunto di trazione)	83	214

H = 14 m (altezza del fronte presa rispetto alla discontinuità J1)









resistenze :

- phi j1 = 33° (angolo di attrito lungo j1)
- phi j2 = 33.1° (angolo di attrito lungo j2)
- c' j1 = 0.255 daN/cmq (coesione lungo j1)
- c' j2 = 0.257 daN/cmq (coesione lungo j2)
- gr = 0.0026 daN/cmc (peso di volume della roccia)
- gw = 9.8E-05 daN/cmc (peso di volume dell' acqua)

risultati :
- fattore di sicurezza = 1.34
- volume blocco = 3059.64 mc
- peso blocco = 7955.06 tonnellate
- retta di intersezioni j1 j2 : dip = 37.7°, dip-direction = 373.9°.

Stabilita' gradoni 125/50 cuneo individuato da discontinuità K1 e K3

L'analisi è stata eseguita in condizioni sismiche; parametri scelti :
- categoria di sottosuolo = cat sottosuolo A
- categoria topografica = categoria T2
- ag = 0.207
- Fo = 2.473

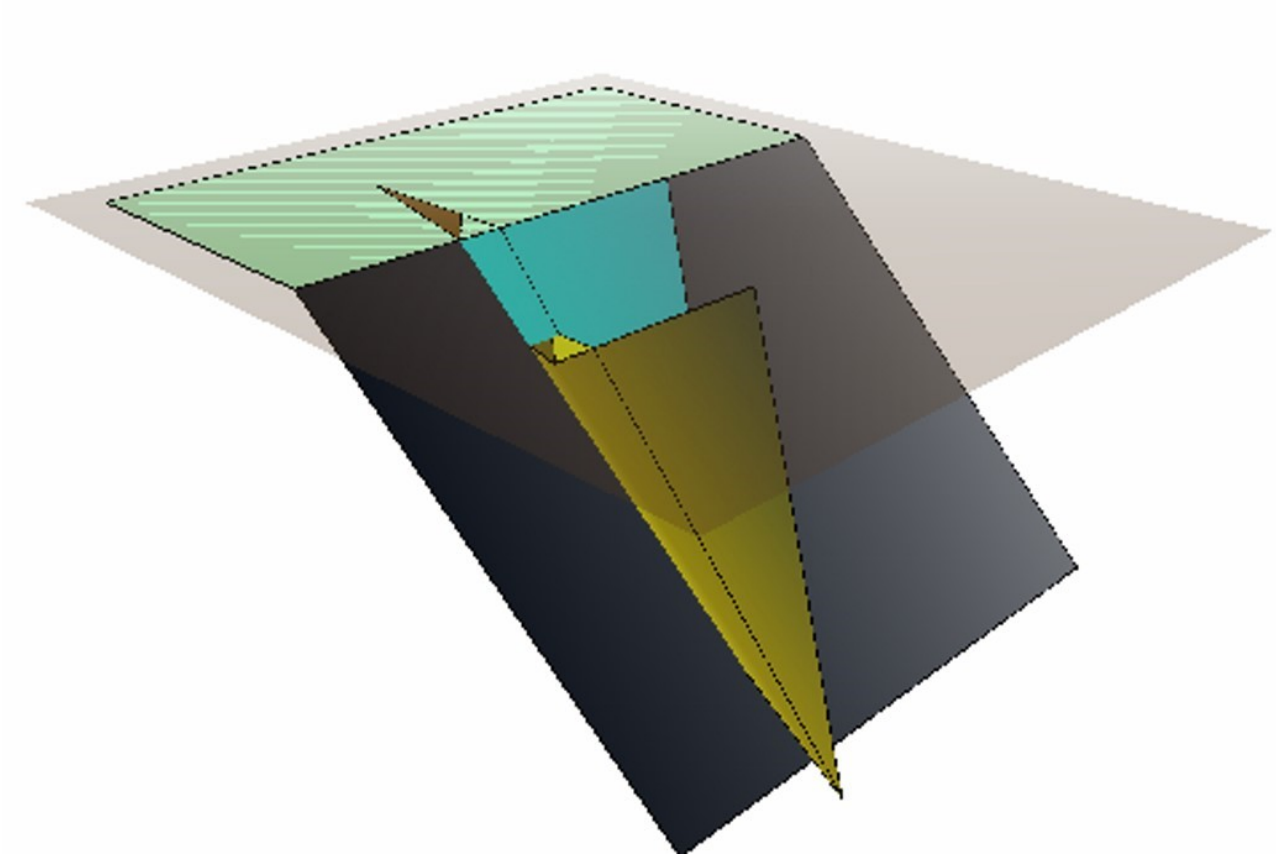
kv e kh ricavati:
- kh = 0.074
- kv = 0.037

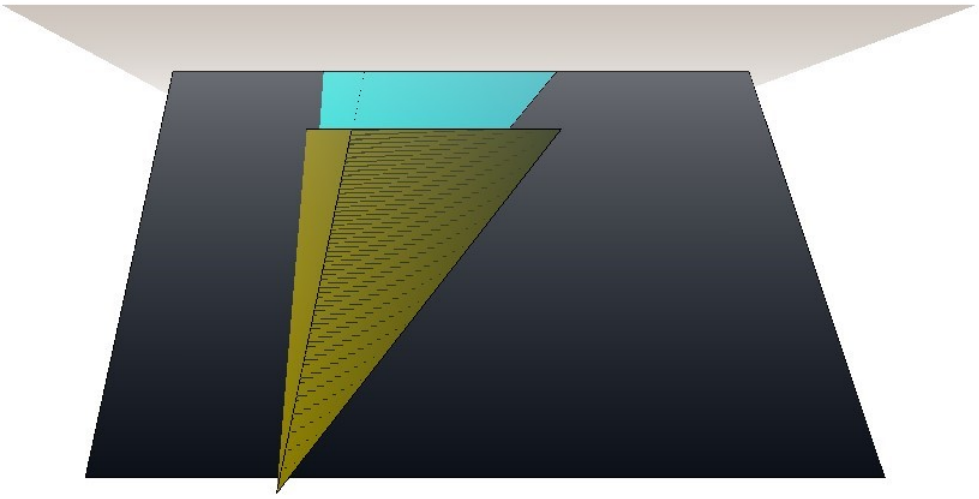
Relazione sulla stabilità del Cuneo di Roccia
Per valutare il fattore di sicurezza del blocco e' stato scelto il ***"Metodo Completo"*** inserendo i seguenti valori:

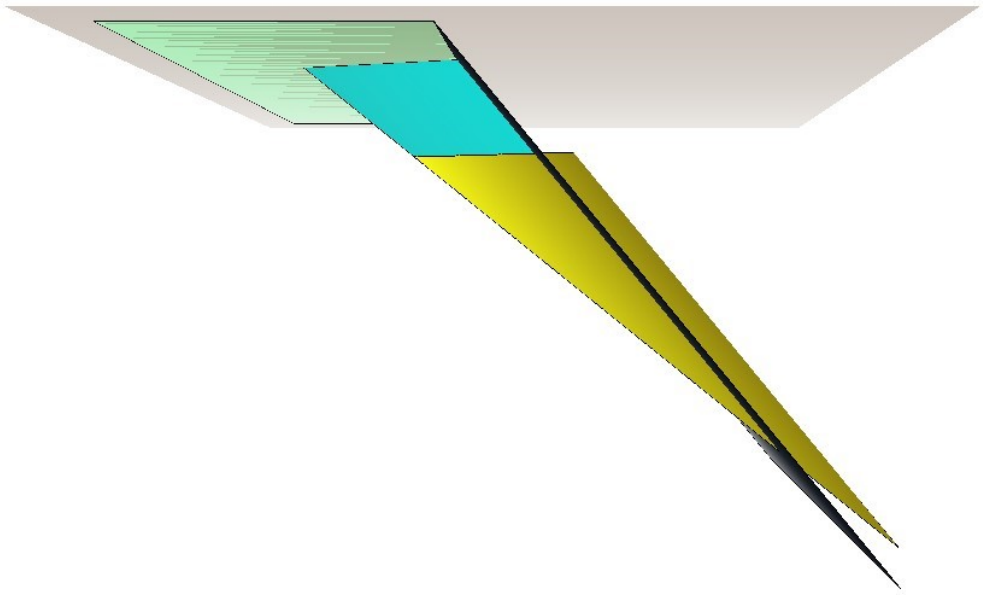
geometrie :

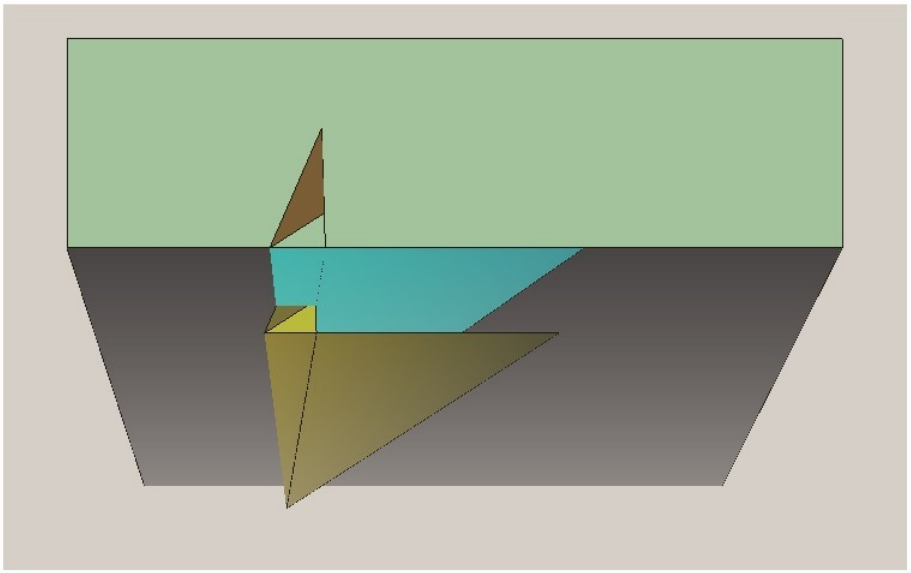
descr. Piani	***Dip***	***Dip-direction***
Js (piano superiore)	0	125
Jfr (fronte)	50	125
J1 (prima discontinuità)	83	214
J2 (seconda discontinuità)	44	165
Jtr (giunto di trazione)	0	0

H = 8 m (altezza del fronte presa rispetto alla discontinuità J1)









resistenze :

- phi j1 = 36.7° (angolo di attrito lungo j1)
- phi j2 = 31.3° (angolo di attrito lungo j2)
- c' j1 = 0.24 daN/cmq (coesione lungo j1)
- c' j2 = 0.088 daN/cmq (coesione lungo j2)
- gr = 0.0026 daN/cmc (peso di volume della roccia)
- gw = 9.8E-05 daN/cmc (peso di volume dell' acqua)

risultati :
- fattore di sicurezza = 2.352
- volume blocco = 18.37 mc
- peso blocco = 47.77 tonnellate
- retta di intersezioni j1 j2 : dip = 38.2°, dip-direction = 129.5°.

Stabilita' gradoni 125/70 cuneo individuato da discontinuità K1 e K3

L'analisi è stata eseguita in condizioni sismiche; parametri scelti :
- categoria di sottosuolo = cat sottosuolo A
- categoria topografica = categoria T2
- ag = 0.207
- Fo = 2.473

kv e kh ricavati:
- kh = 0.074
- kv = 0.037

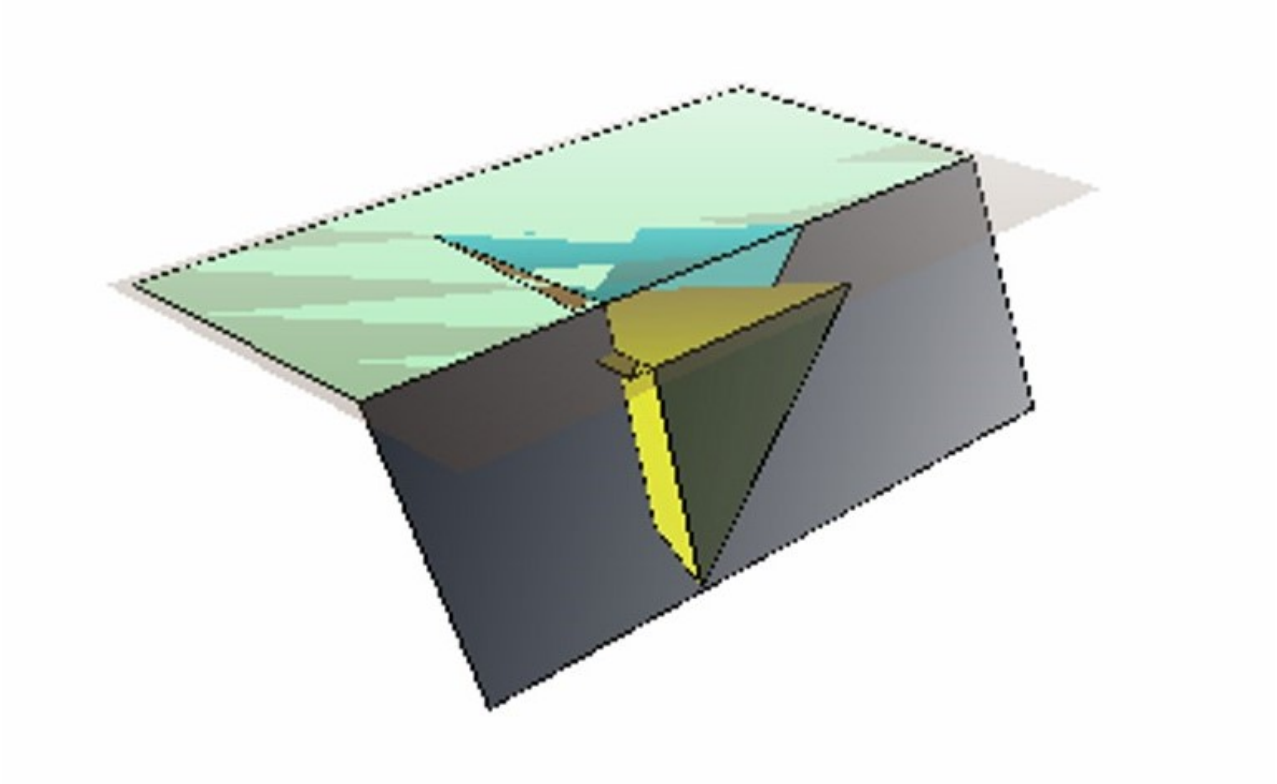
Relazione sulla stabilità del Cuneo di Roccia

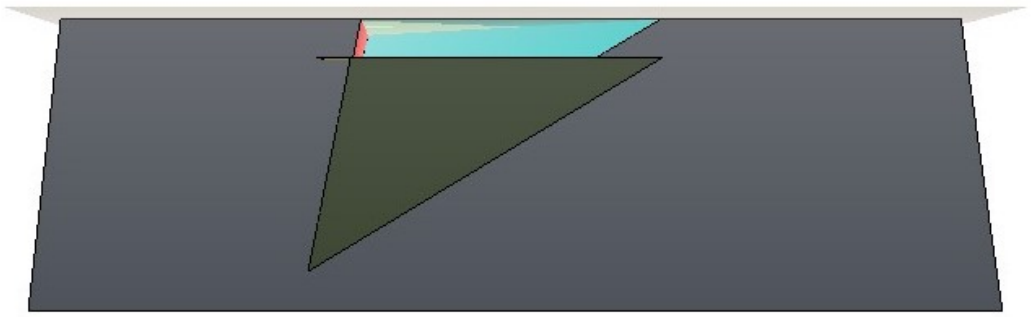
Per valutare il fattore di sicurezza del blocco e' stato scelto il ***"Metodo Completo"*** inserendo i seguenti valori:

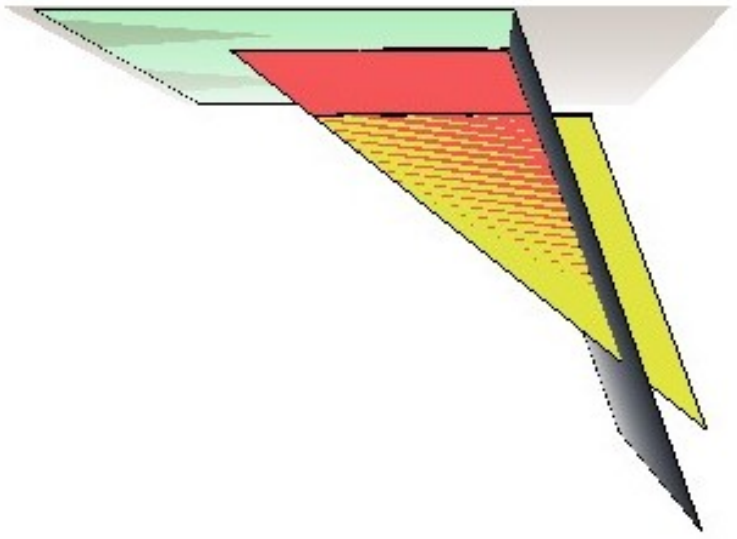
geometrie :

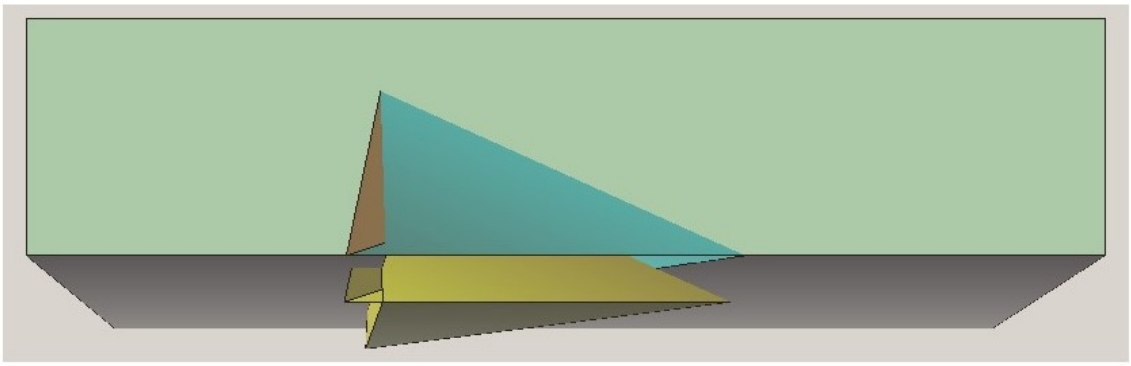
descr. Piani	***Dip***	***Dip-direction***
Js (piano superiore)	0	125
Jfr (fronte)	70	125
J1 (prima discontinuità)	83	214
J2 (seconda discontinuità)	44	165
Jtr (giunto di trazione)	0	0

H = 14 m (altezza del fronte presa rispetto alla discontinuità J1)









resistenze :

- phi j1 = 35.1° (angolo di attrito lungo j1)
- phi j2 = 30.6° (angolo di attrito lungo j2)
- c' j1 = 0.39 daN/cmq (coesione lungo j1)
- c' j2 = 0.088 daN/cmq (coesione lungo j2)
- gr = 0.0026 daN/cmc (peso di volume della roccia)
- gw = 9.8E-05 daN/cmc (peso di volume dell' acqua)

risultati :
- fattore di sicurezza = 1.16
- volume blocco = 438.24 mc
- peso blocco = 1139.42 tonnellate
- retta di intersezioni j1 j2 : dip = 38.2°, dip-direction = 129.5°.

FRONTI DI SCAVO

STABILITA' GLOBALE

Relazione di calcolo

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:

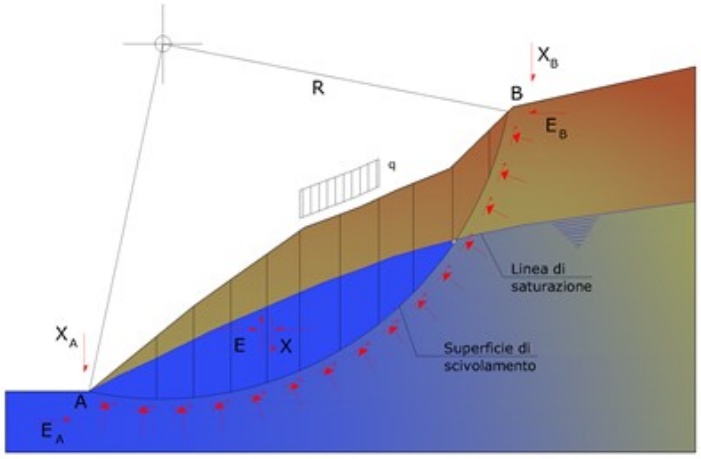
1. Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (j), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido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

2. 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 (t) e confrontate con la resistenza disponibile (tf), 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 Ni agenti sulla base di ciascun concio;
- n valori delle forze di taglio alla base del concio Ti;
- (n-1) forze normali Ei agenti sull'interfaccia dei conci;
- (n-1) forze tangenziali Xi agenti sull'interfaccia dei conci;
- n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle Ei;
- (n-1) valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle Xi;
- 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 quanto 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.

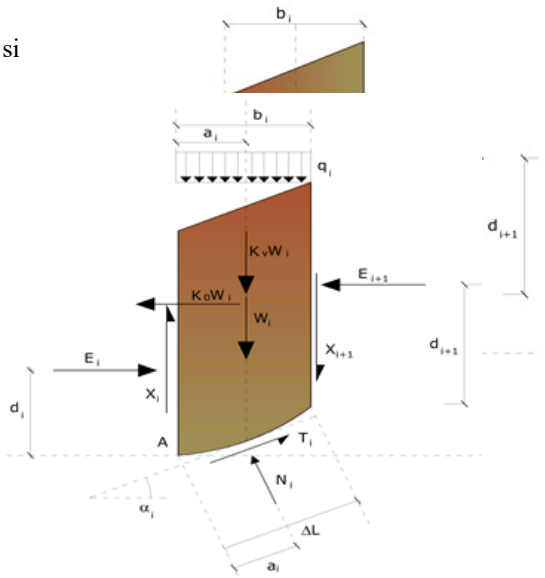
Metodo di Fellenius (1927)
Con questo metodo (valido solo per superfici di scorrimento di forma circolare) vengono trascurate le forze di interstriscia pertanto le incognite si riducono a:

- n valori delle forze normali Ni;
- n valori delle forze da taglio Ti;
- 1 fattore di sicurezza.

Incognite (2n+1).
Le equazioni a disposizione sono:

- n equazioni di equilibrio alla traslazione verticale;
- n equazioni relative al criterio di rottura;
- equazione di equilibrio dei momenti globale.

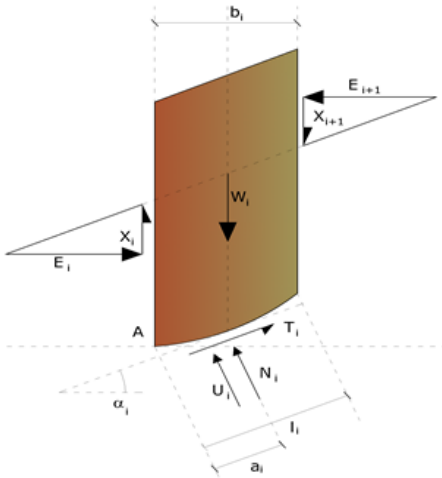
$$F = \frac{\Sigma\{ c_i \times l_i + (W_i \times \cos\alpha_i - u_i \times l_i) \times \tan\varphi_i \}}{\Sigma W_i \times \sin\alpha_i}$$



Questa equazione è semplice da risolvere ma si è trovato che fornisce risultati conservativi (fattori di sicurezza bassi) soprattutto per superfici profonde.

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:



$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \qquad \textbf{Criterio di rottura}$$

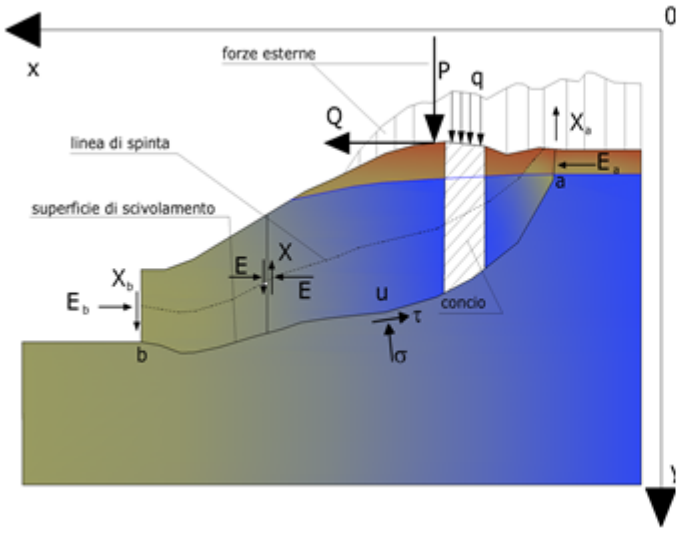
$$F = \frac{\Sigma\left\{c_i \times b_i + \left(W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i\right) \times \tan\varphi_i\right\} \times \dfrac{\sec\alpha_i}{1 + \tan\alpha_i \times \tan\varphi_i / F}}{\Sigma W_i \times \sin\alpha_i}$$

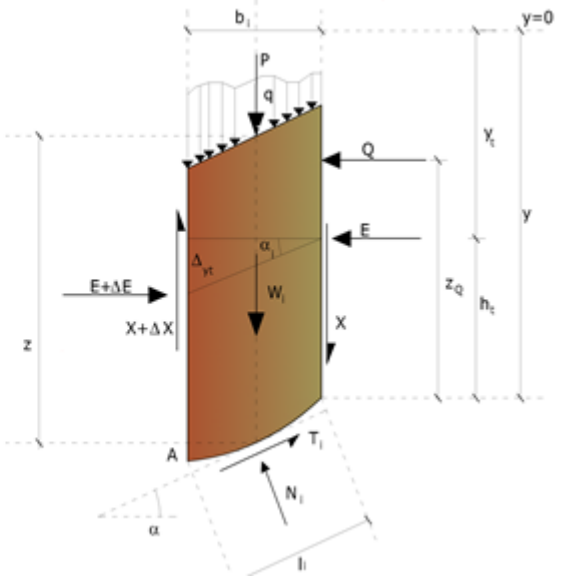
I valori di F e di DX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre DX = 0 ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario,** gli errori commessi rispetto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

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



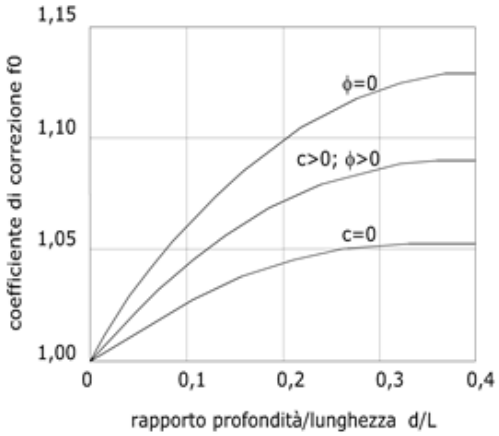


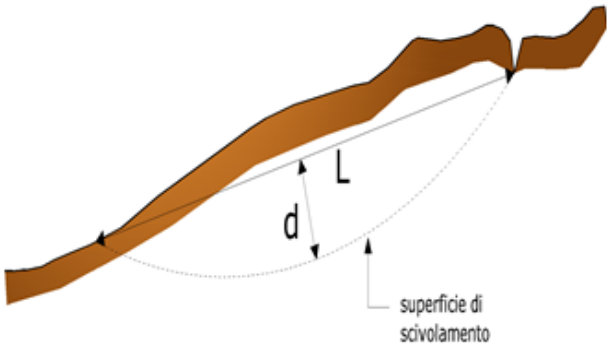
Azioni sul concio i-esimo secondo le ipotesi di Janbu e rappresentazione d'insieme dell'ammasso

Assumendo DXi = 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:

$$F_{corretto} = f_0 \cdot F$$

dove f0 è riportato in grafici funzione di geometria e parametri geotecnici. Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.





Metodo di Sarma (1973)
Il metodo di Sarma è un semplice, ma accurato metodo per l'analisi di stabilità dei pendii, che permette di determinare l'accelerazione sismica orizzontale richiesta affinché l'ammasso di terreno, delimitato dalla superficie di scivolamento e dal profilo topografico, raggiunga lo stato di equilibrio limite (accelerazione critica Kc) e, nello stesso tempo, consente di ricavare l'usuale fattore di sicurezza ottenuto come per gli altri metodi più comuni della geotecnica.
Si tratta di un metodo basato sul principio dell'equilibrio limite e delle strisce, pertanto viene considerato l'equilibrio di una potenziale massa di terreno in scivolamento suddivisa in n strisce verticali di spessore sufficientemente piccolo da ritenere ammissibile l'assunzione che lo sforzo normale Ni agisce nel punto medio della base della striscia.
Le equazioni da prendere in considerazione sono:

- L'equazione di equilibrio alla traslazione orizzontale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio alla traslazione verticale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio dei momenti.

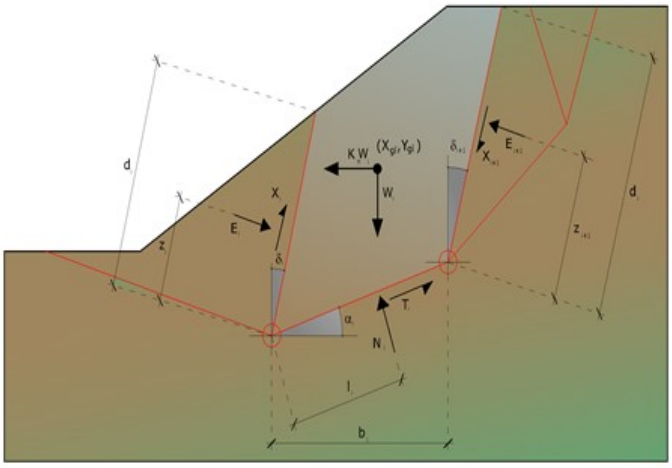
Condizioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale:

$$N_i \cos\alpha_i + T_i \sin\alpha_i = W_i - \Delta X_i$$
$$T_i \cos\alpha_i - N_i \sin\alpha_i = KW_i + \Delta E_i$$

Viene, inoltre, assunto che in assenza di forze esterne sulla superficie libera dell'ammasso si ha:

SDEi = 0
SDXì = 0

dove Ei e Xi rappresentano, rispettivamente, le forze orizzontale e verticale sulla faccia i-esima del concio generico i.
L'equazione di equilibrio dei momenti viene scritta scegliendo come punto di riferimento il baricentro dell'intero ammasso; sicché, dopo aver eseguito una serie di posizioni e trasformazioni trigonometriche ed algebriche, nel **metodo di Sarma** la soluzione del problema passa attraverso la risoluzione di due equazioni:



Azioni sull' iesimo concio, metodo di Sarma

$$\sum \Delta X_i \cdot tg\left(\psi_i' - \alpha_i\right) + \sum \Delta E_i = \sum \Delta_i - K \cdot \sum W_i$$

$$\sum \Delta X_i \cdot \left[\left(y_{mi} - y_G\right) \cdot tg\left(\psi_i' - \alpha'\right) + \left(x_i' - x_G\right)\right] = \sum W_i \cdot \left(x_{mi} - x_G\right) + \sum \Delta_i \cdot \left(y_{mi} - y_G\right)$$

Ma l'approccio risolutivo, in questo caso, è completamente capovolto: il problema infatti impone di trovare un valore di **K** (accelerazione sismica) corrispondente ad un determinato fattore di sicurezza; ed in particolare, trovare il valore dell'accelerazione **K** corrispondente al fattore di sicurezza **F = 1** , ossia l'accelerazione critica.
Si ha pertanto:

K=Kc **Accelerazione critica** se F=1
F=Fs **Fattore di sicurezza in condizioni statiche** se K=0

La seconda parte del problema del Metodo di Sarma è quella di trovare una distribuzione di forze interne Xi ed Ei tale da verificare l'equilibrio del concio e quello globale dell'intero ammasso, senza violazione del criterio di rottura. E' stato trovato che una soluzione accettabile del problema si può ottenere assumendo la seguente distribuzione per le forze Xi:

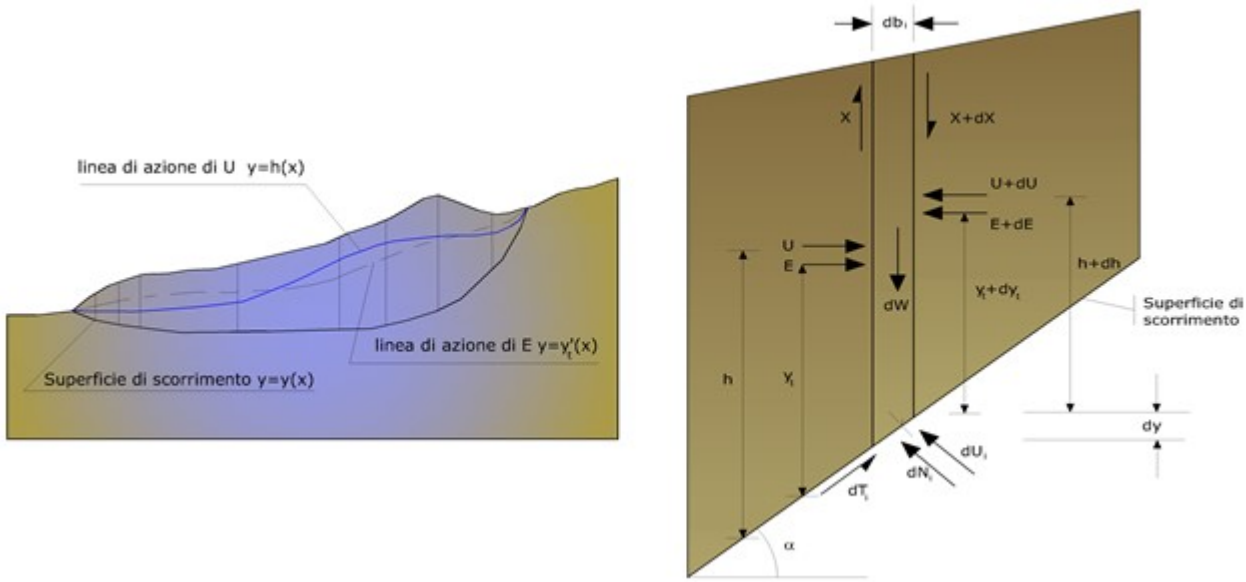
$$\Delta X_i = \lambda \cdot \Delta Q_i = \lambda \cdot \left(Q_{i+1} - Q_i\right)$$

dove Qi è una funzione nota, in cui vengono presi in considerazione i parametri geotecnici medi sulla i-esima faccia del concio i, e l rappresenta un'incognita.
La soluzione completa del problema si ottiene pertanto, dopo alcune iterazioni, con i valori di Kc, l e F, che permettono di ottenere anche la distribuzione delle forze di interstriscia.

Metodo di Morgenstern e Price (1965)
Si stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo X = λ f(x)E, dove λ è un fattore di scala e f(x), funzione della posizione di E e di X, definisce una relazione tra la variazione della forza X e della forza E all'interno della massa scivolante. La funzione f(x) è scelta arbitrariamente (costante, sinusoide, semisinusoide, trapezia, spezzata…) e influenza poco il risultato, ma va verificato che i valori ricavati per le incognite siano fisicamente accettabili.
La particolarità del metodo è che la massa viene suddivisa in strisce infinitesime alle quali vengono imposte le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale e di rottura sulla base delle strisce stesse. Si perviene ad una prima equazione differenziale che lega le forze d'interfaccia incognite E, X, il coefficiente di sicurezza Fs, il peso della striscia infinitesima dW e la risultante delle pressioni neutra alla base dU.
Si ottiene la cosiddetta "**equazione delle forze**":

$$c' \sec^2 \frac{\alpha}{F_s} + tg\varphi' \left(\frac{dW}{dx} - \frac{dX}{dx} - tg\alpha \frac{dE}{dx} - \sec\alpha \frac{dU}{dx} \right) =$$

$$= \frac{dE}{dx} - tg\alpha \left(\frac{dX}{dx} - \frac{dW}{dx} \right)$$



Azioni sul concio i-esimo secondo le ipotesi di Morgenster e Price e rappresentazione d'insieme dell'ammasso

Una seconda equazione, detta "**equazione dei momenti**", viene scritta imponendo la condizione di equilibrio alla rotazione rispetto alla mezzeria della base:

$$X = \frac{d(E_\gamma)}{dx} - \gamma \frac{dE}{dx}$$

queste due equazioni vengono estese per integrazione a tutta la massa interessata dallo scivolamento.
Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma, ma implica necessariamente l'uso di un calcolatore.

Valutazione dell'azione sismica
La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata 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 vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$
$$F_V = K_y W$$

Essendo:

- **FH** e **FV** rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
- **W** peso concio;
- **Kx** coefficiente sismico orizzontale;
- **Ky** coefficiente sismico verticale.

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.

SEZIONE A – STABILITA' GLOBALE

Analisi di stabilità dei pendii con : JANBU (1967)

==========

Lat./Long. 43.876173/7.935645 °
Calcolo eseguito secondo NTC 2018
Numero di strati 2.0
Numero dei conci 40.0
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	100.45	m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1713.5	m
Ascissa vertice destro superiore xs	185.0	m
Ordinata vertice destro superiore ys	1791.58	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

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	0.275	2.594	0.181
S.L.D.	50.0	0.392	2.63	0.211
S.L.V.	475.0	1.51	2.431	0.291
S.L.C.	975.0	2.03	2.473	0.306

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.33	0.2	0.0067	0.0034
S.L.D.	0.4704	0.2	0.0096	0.0048
S.L.V.	1.812	0.27	0.0499	0.0249
S.L.C.	2.436	0.3	0.0745	0.0373

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0745
Coefficiente azione sismica verticale 0.0373

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	1704.92
2	19.43	1699.92
3	21.5	1699.53
4	26.5	1696.92
5	31.5	1696.92
6	38.3	1688.92
7	46.11	1688.92
8	53.2	1680.92
9	62.2	1680.92
10	64.08	1678.44
11	67.9	1673.42
12	79.0	1673.42
13	83.5	1659.42
14	96.8	1659.42
15	100.8	1645.42
16	111.9	1645.42
17	115.9	1630.92
18	142.8	1630.92
19	150.76	1616.92
20	249.53	1628.92
21	251.88	1630.92
22	295.31	1630.92
23	309.28	1630.92
24	310.41	1634.31

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	1692.1
2	38.3	1682.92
3	64.08	1678.44
4	67.9	1673.42
5	79.0	1673.42
6	83.5	1659.42
7	96.8	1659.42
8	100.8	1645.42
9	111.9	1645.42
10	115.9	1630.92
11	142.8	1630.92
12	150.76	1616.92
13	249.53	1628.92
14	251.89	1630.92
15	295.31	1630.92
16	309.28	1630.92
17	310.41	1634.31

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

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	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Litologia
1	88		34.4	26	26	
2	106		36	26	26	

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.41	
Ascissa centro superficie	125.82	m
Ordinata centro superficie	1744.73	m
Raggio superficie	113.54	m

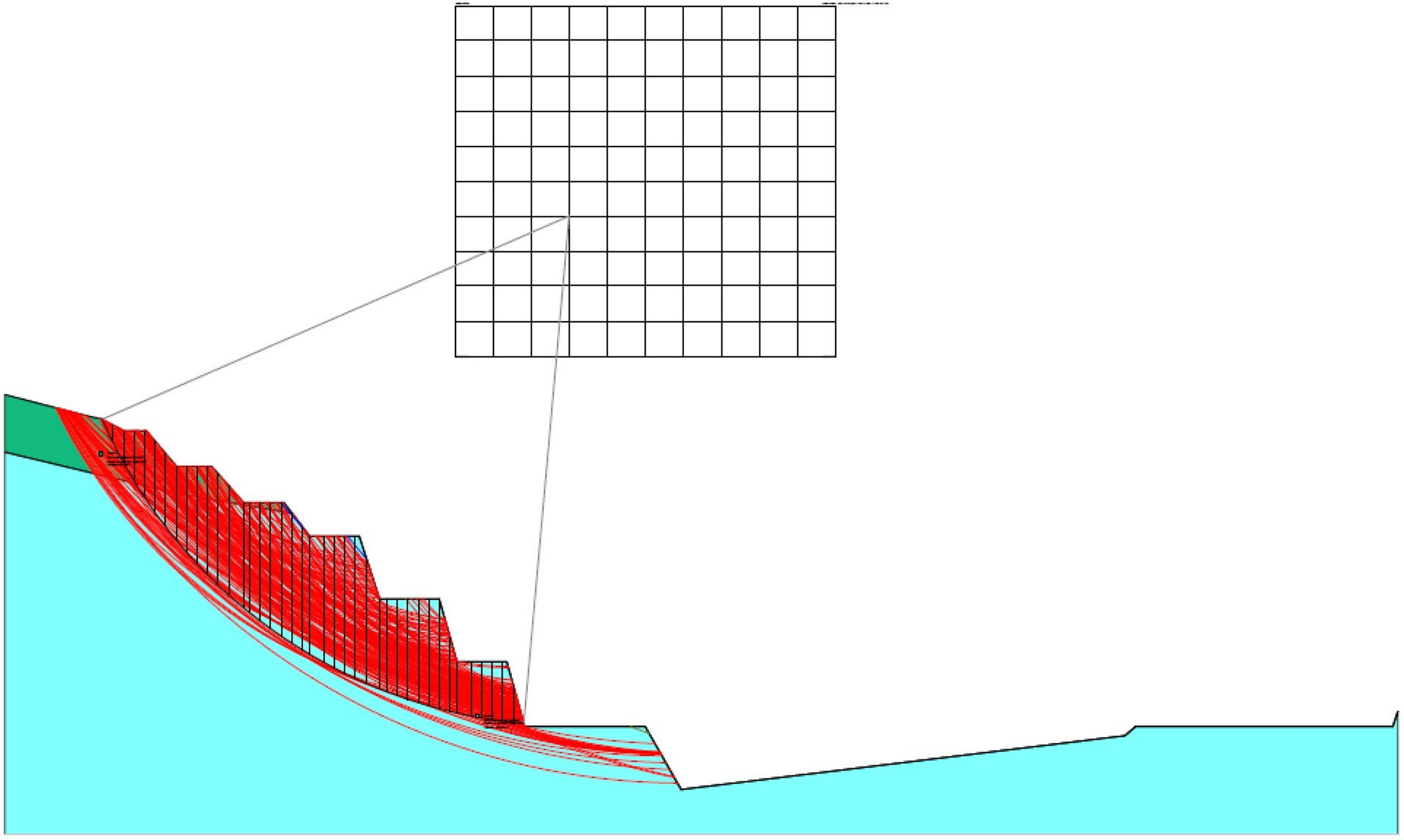
Numero di superfici esaminate....(196)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	100.5	1713.5	62.1	1.90
2	104.7	1717.4	67.1	1.88
3	108.9	1713.5	68.5	1.67
4	113.1	1717.4	73.1	1.82
5	117.4	1713.5	79.6	1.47
6	121.6	1717.4	83.5	1.47
7	125.8	1713.5	79.6	1.49
8	130.0	1717.4	83.5	1.53
9	134.3	1713.5	79.6	1.73
10	138.5	1717.4	83.5	1.84
11	142.7	1713.5	79.6	2.45
12	147.0	1717.4	92.5	1.84
13	151.2	1713.5	88.6	1.66
14	155.4	1717.4	92.5	1.98
15	159.6	1713.5	88.6	2.30
16	163.9	1717.4	92.5	3.11
17	172.3	1717.4	92.5	19.43
18	100.5	1721.3	73.6	1.71
19	104.7	1725.2	78.7	1.68
20	108.9	1721.3	72.2	1.88
21	113.1	1725.2	86.7	1.57
22	117.4	1721.3	86.8	1.49
23	121.6	1725.2	91.3	1.47
24	125.8	1721.3	87.4	1.50
25	130.0	1725.2	91.3	1.55
26	134.3	1721.3	87.4	1.60
27	138.5	1725.2	91.3	1.70
28	142.7	1721.3	87.4	2.03
29	147.0	1725.2	100.3	1.69
30	151.2	1721.3	96.4	1.54
31	155.4	1725.2	100.3	1.65
32	159.6	1721.3	96.4	3.63
33	163.9	1725.2	109.3	20.00
34	100.5	1729.1	75.7	1.99
35	104.7	1733.0	80.8	1.96
36	108.9	1729.1	83.8	1.66
37	113.1	1733.0	88.9	1.73

38	117.4	1729.1	91.8	1.55
39	121.6	1733.0	97.0	1.54
40	125.8	1729.1	95.2	1.47
41	130.0	1733.0	99.1	1.50
42	134.3	1729.1	95.2	1.58
43	138.5	1733.0	99.1	1.62
44	142.7	1729.1	95.2	1.91
45	147.0	1733.0	108.1	1.65
46	151.2	1729.1	104.2	1.46
47	155.4	1733.0	108.1	1.59
48	159.6	1729.1	104.2	1.91
49	163.9	1733.0	108.1	2.50
50	168.1	1729.1	104.2	2.91
51	172.3	1733.0	108.1	4.48
52	100.5	1736.9	87.0	1.72
53	104.7	1740.8	92.2	1.69
54	108.9	1736.9	85.9	1.93
55	113.1	1740.8	100.3	1.57
56	117.4	1736.9	103.2	1.45
57	121.6	1740.8	108.4	1.43
58	125.8	1736.9	102.2	1.52
59	130.0	1740.8	106.6	1.52
60	134.3	1736.9	103.0	1.55
61	138.5	1740.8	106.9	1.62
62	142.7	1736.9	103.0	1.73
63	147.0	1740.8	115.9	1.60
64	151.2	1736.9	112.0	1.69
65	155.4	1740.8	115.9	1.48
66	159.6	1736.9	112.0	1.76
67	163.9	1740.8	115.9	1.91
68	168.1	1736.9	112.0	3.93
69	100.5	1744.7	98.8	1.60
70	104.7	1748.6	94.9	1.91
71	108.9	1744.7	97.5	1.66
72	113.1	1748.6	102.8	1.63
73	117.4	1744.7	105.5	1.55
74	121.6	1748.6	110.7	1.53
75	125.8	1744.7	113.5	1.41
76	130.0	1748.6	109.5	1.66
77	134.3	1744.7	110.8	1.51
78	138.5	1748.6	114.7	1.55
79	142.7	1744.7	110.8	1.71
80	147.0	1748.6	123.7	1.56
81	151.2	1744.7	119.8	1.66
82	155.4	1748.6	123.7	1.47
83	159.6	1744.7	119.8	1.59
84	163.9	1748.6	123.7	1.78
85	168.1	1744.7	119.8	2.18
86	172.3	1748.6	123.7	2.96
87	176.5	1744.7	119.8	4.19
88	100.5	1752.5	92.4	2.11
89	104.7	1756.4	97.9	2.08
90	108.9	1752.5	100.2	1.88
91	113.1	1756.4	115.0	1.58
92	117.4	1752.5	117.4	1.47
93	121.6	1756.4	122.7	1.45
94	125.8	1752.5	116.0	1.51
95	130.0	1756.4	121.3	1.50
96	134.3	1752.5	114.7	1.65

97	138.5	1756.4	120.0	1.64
98	142.7	1752.5	118.6	1.63
99	147.0	1756.4	131.5	1.54
100	151.2	1752.5	127.6	1.59
101	155.4	1756.4	131.5	1.43
102	159.6	1752.5	127.6	1.51
103	163.9	1756.4	131.5	1.61
104	168.1	1752.5	127.6	1.94
105	172.3	1756.4	131.5	2.07
106	176.5	1752.5	127.6	5.19
107	100.5	1760.4	95.7	2.96
108	104.7	1764.3	101.2	2.90
109	108.9	1760.4	112.8	1.65
110	113.1	1764.3	118.3	1.62
111	117.4	1760.4	120.4	1.56
112	121.6	1764.3	116.4	1.81
113	125.8	1760.4	128.1	1.43
114	130.0	1764.3	124.2	1.64
115	134.3	1760.4	126.6	1.48
116	138.5	1764.3	132.0	1.47
117	142.7	1760.4	125.3	1.64
118	147.0	1764.3	139.0	1.52
119	151.2	1760.4	135.4	1.59
120	155.4	1764.3	139.3	1.61
121	159.6	1760.4	135.4	1.50
122	163.9	1764.3	139.3	1.59
123	168.1	1760.4	135.4	1.79
124	172.3	1764.3	139.3	2.13
125	176.5	1760.4	135.4	2.63
126	180.8	1764.3	139.3	3.93
127	100.5	1768.2	109.0	1.92
128	104.7	1772.1	114.6	1.88
129	108.9	1768.2	106.7	2.84
130	113.1	1772.1	121.9	1.76
131	117.4	1768.2	123.8	1.59
132	121.6	1772.1	119.7	2.20
133	125.8	1768.2	131.3	1.51
134	130.0	1772.1	136.8	1.49
135	134.3	1768.2	129.6	1.63
136	138.5	1772.1	135.0	1.61
137	142.7	1768.2	137.4	1.46
138	147.0	1772.1	142.7	1.44
139	151.2	1768.2	143.1	1.54
140	155.4	1772.1	147.1	1.59
141	159.6	1768.2	143.2	1.44
142	163.9	1772.1	147.1	1.52
143	168.1	1768.2	143.2	1.65
144	172.3	1772.1	147.1	1.82
145	176.5	1768.2	143.2	2.14
146	180.8	1772.1	147.1	2.50
147	100.5	1776.0	113.1	2.20
148	104.7	1779.9	118.8	2.14
149	108.9	1776.0	110.4	4.28
150	113.1	1779.9	125.8	1.94
151	117.4	1776.0	127.5	1.73
152	121.6	1779.9	133.1	1.70
153	125.8	1776.0	125.2	2.17
154	130.0	1779.9	130.7	2.15
155	134.3	1776.0	142.3	1.47

156	138.5	1779.9	147.9	1.45
157	142.7	1776.0	140.4	1.60
158	147.0	1779.9	155.4	1.48
159	151.2	1776.0	157.6	1.43
160	155.4	1779.9	153.6	1.42
161	159.6	1776.0	151.1	1.46
162	163.9	1779.9	155.0	1.47
163	168.1	1776.0	151.1	1.62
164	172.3	1779.9	155.0	1.72
165	176.5	1776.0	151.1	2.14
166	180.8	1779.9	155.0	16.19
167	185.0	1776.0	151.1	3.46
168	100.5	1783.8	117.5	2.66
169	113.1	1787.7	130.1	2.02
170	117.4	1783.8	131.5	1.90
171	121.6	1787.7	137.1	1.86
172	125.8	1783.8	138.7	1.66
173	130.0	1787.7	144.3	1.63
174	134.3	1783.8	146.0	1.57
175	138.5	1787.7	141.8	2.11
176	142.7	1783.8	153.4	1.43
177	147.0	1787.7	149.2	1.71
178	151.2	1783.8	160.9	1.48
179	155.4	1787.7	166.4	1.47
180	159.6	1783.8	158.1	1.44
181	163.9	1787.7	162.2	1.49
182	168.1	1783.8	158.9	1.54
183	172.3	1787.7	162.8	1.65
184	176.5	1783.8	158.9	1.87
185	180.8	1787.7	162.8	1.98
186	185.0	1783.8	167.9	1.78
187	108.9	1791.6	128.9	2.46
188	117.4	1791.6	135.7	1.97
189	125.8	1791.6	142.7	1.82
190	134.3	1791.6	149.9	1.61
191	142.7	1791.6	147.3	2.09
192	151.2	1791.6	164.5	1.53
193	159.6	1791.6	162.3	1.56
194	168.1	1791.6	166.3	1.57
195	176.5	1791.6	166.7	1.82
196	185.0	1791.6	175.7	1.68



SEZIONE B – STABILITA' GLOBALE

Analisi di stabilità dei pendii con : JANBU (1967)

==========

Lat./Long. 43.876173/7.935645 °
Calcolo eseguito secondo NTC 2018
Numero di strati 2.0
Numero dei conci 40.0
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	99.37	m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1640.72	m
Ascissa vertice destro superiore xs	170.5	m
Ordinata vertice destro superiore ys	1696.28	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

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	0.275	2.594	0.181
S.L.D.	50.0	0.392	2.63	0.211
S.L.V.	475.0	1.51	2.431	0.291
S.L.C.	975.0	2.03	2.473	0.306

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.33	0.2	0.0067	0.0034
S.L.D.	0.4704	0.2	0.0096	0.0048
S.L.V.	1.812	0.27	0.0499	0.0249
S.L.C.	2.436	0.3	0.0745	0.0373

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0745
Coefficiente azione sismica verticale 0.0373

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	1617.12
2	14.73	1612.24
3	17.73	1607.0
4	22.93	1607.0
5	29.53	1599.01
6	36.83	1599.01
7	43.33	1591.02
8	50.63	1591.02
9	54.26	1586.62
10	57.23	1583.03
11	65.23	1583.03
12	69.73	1575.04
13	79.73	1575.04
14	83.73	1561.04
15	94.43	1561.05
16	98.43	1547.06
17	107.49	1547.06
18	112.43	1532.57
19	127.33	1532.57
20	131.33	1518.59
21	222.7	1532.49
22	240.4	1532.49
23	263.28	1532.49
24	263.79	1533.44

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	1608.1
2	23.33	1597.34
3	54.26	1586.62
4	57.23	1583.03
5	65.23	1583.03
6	69.73	1575.04
7	79.73	1575.04
8	83.73	1561.04
9	94.43	1561.05
10	98.43	1547.06
11	107.49	1547.06
12	112.43	1532.57
13	127.33	1532.57
14	131.33	1518.59
15	222.7	1532.49
16	240.4	1532.49
17	263.28	1532.49
18	263.79	1533.44

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

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

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Litologia
1	88		34.5	26	26	
2	106		36	26	26	

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato 1.23
Ascissa centro superficie 166.94 m
Ordinata centro superficie 1682.39 m
Raggio superficie 167.43 m

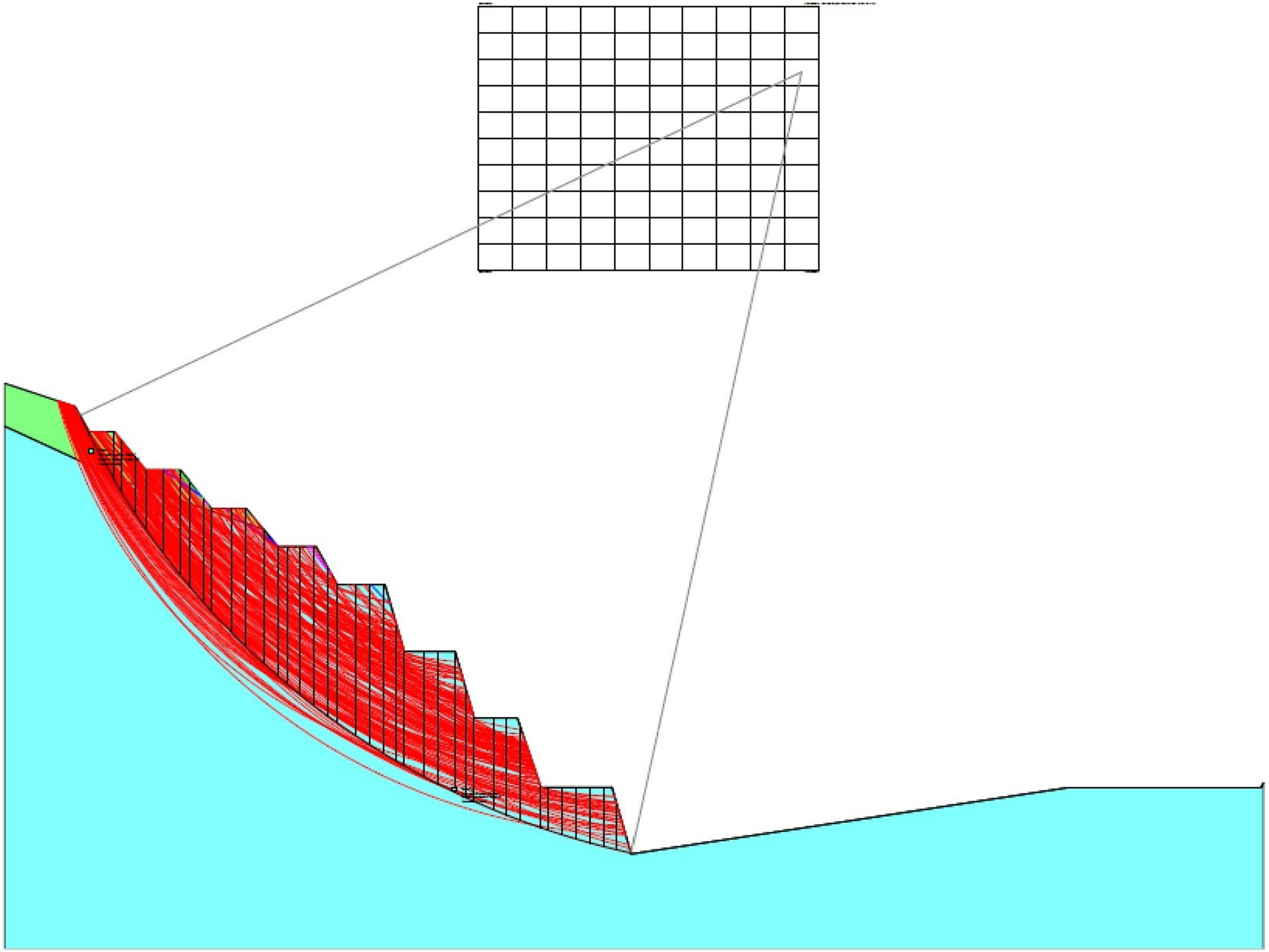
Numero di superfici esaminate....(201)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	99.4	1640.7	92.2	1.47
2	102.9	1643.5	86.4	1.82
3	106.5	1640.7	89.2	1.63
4	110.0	1643.5	103.2	1.39
5	113.6	1640.7	106.1	1.33
6	117.2	1643.5	100.2	1.50
7	120.7	1640.7	103.1	1.39
8	124.3	1643.5	107.1	1.38
9	127.8	1640.7	110.0	1.36
10	131.4	1643.5	114.1	1.35
11	134.9	1640.7	116.3	1.30
12	138.5	1643.5	120.1	1.29
13	142.0	1640.7	109.6	1.36
14	145.6	1643.5	112.4	1.41
15	149.2	1640.7	109.6	1.57
16	152.7	1643.5	112.4	1.63
17	156.3	1640.7	109.6	1.95
18	159.8	1643.5	134.1	20.00
19	163.4	1640.7	109.6	3.43
20	166.9	1643.5	134.1	20.00
21	170.5	1640.7	120.4	1.83
22	99.4	1646.3	83.7	1.96
23	102.9	1649.1	97.8	1.54
24	106.5	1646.3	90.6	1.78
25	110.0	1649.1	94.7	1.74
26	113.6	1646.3	107.4	1.38
27	117.2	1649.1	111.5	1.36
28	120.7	1646.3	104.3	1.48
29	124.3	1649.1	108.5	1.47
30	127.8	1646.3	111.2	1.36
31	131.4	1649.1	115.3	1.35
32	134.9	1646.3	118.2	1.34
33	138.5	1649.1	122.1	1.33
34	142.0	1646.3	123.8	1.28

35	145.6	1649.1	116.9	1.42
36	149.2	1646.3	115.1	1.50
37	152.7	1649.1	117.9	1.63
38	156.3	1646.3	115.1	1.84
39	159.8	1649.1	117.9	1.98
40	163.4	1646.3	115.1	2.40
41	166.9	1649.1	117.9	3.29
42	99.4	1651.8	95.3	1.67
43	102.9	1654.6	99.6	1.65
44	106.5	1651.8	92.2	1.89
45	110.0	1654.6	96.4	1.86
46	113.6	1651.8	108.9	1.44
47	117.2	1654.6	113.1	1.42
48	120.7	1651.8	115.7	1.34
49	124.3	1654.6	110.0	1.49
50	127.8	1651.8	122.5	1.32
51	131.4	1654.6	126.7	1.31
52	134.9	1651.8	129.4	1.26
53	138.5	1654.6	123.6	1.32
54	142.0	1651.8	125.9	1.32
55	145.6	1654.6	129.8	1.32
56	149.2	1651.8	120.6	1.44
57	152.7	1654.6	123.5	1.52
58	156.3	1651.8	120.7	1.70
59	159.8	1654.6	123.5	1.72
60	163.4	1651.8	120.7	11.03
61	166.9	1654.6	122.8	2.67
62	170.5	1651.8	140.1	20.00
63	99.4	1657.4	97.2	1.73
64	102.9	1660.2	101.6	1.80
65	106.5	1657.4	93.9	2.37
66	110.0	1660.2	98.2	2.32
67	113.6	1657.4	100.6	1.83
68	117.2	1660.2	104.9	1.97
69	120.7	1657.4	117.3	1.40
70	124.3	1660.2	121.6	1.39
71	127.8	1657.4	124.1	1.31
72	131.4	1660.2	128.3	1.30
73	134.9	1657.4	130.9	1.30
74	138.5	1660.2	125.2	1.39
75	142.0	1657.4	127.8	1.31
76	145.6	1660.2	132.0	1.37
77	149.2	1657.4	133.7	1.31
78	152.7	1660.2	127.0	1.60
79	156.3	1657.4	126.2	1.66
80	159.8	1660.2	129.0	1.85
81	163.4	1657.4	126.2	2.04
82	166.9	1660.2	127.6	2.43
83	170.5	1657.4	144.6	20.00
84	99.4	1662.9	99.4	1.95
85	102.9	1665.7	103.8	1.91
86	106.5	1662.9	105.9	1.77
87	110.0	1665.7	110.3	1.75
88	113.6	1662.9	112.5	1.58
89	117.2	1665.7	116.8	1.55
90	120.7	1662.9	109.2	1.95
91	124.3	1665.7	113.5	1.92
92	127.8	1662.9	115.9	1.64
93	131.4	1665.7	130.1	1.36

94	134.9	1662.9	132.6	1.34
95	138.5	1665.7	136.8	1.33
96	142.0	1662.9	139.3	1.28
97	145.6	1665.7	133.6	1.37
98	149.2	1662.9	136.0	1.36
99	152.7	1665.7	139.9	1.35
100	156.3	1662.9	130.7	1.64
101	159.8	1665.7	134.5	1.70
102	163.4	1662.9	131.5	1.83
103	166.9	1665.7	132.3	7.92
104	170.5	1662.9	128.5	5.43
105	106.5	1668.5	98.1	5.25
106	110.0	1671.3	112.5	1.83
107	113.6	1668.5	114.6	1.72
108	117.2	1671.3	108.9	8.92
109	120.7	1668.5	121.2	1.53
110	124.3	1671.3	125.5	1.51
111	127.8	1668.5	127.8	1.45
112	131.4	1671.3	132.1	1.44
113	134.9	1668.5	134.4	1.35
114	138.5	1671.3	138.7	1.33
115	142.0	1668.5	141.1	1.32
116	145.6	1671.3	135.4	1.48
117	149.2	1668.5	137.9	1.36
118	152.7	1671.3	142.1	1.35
119	156.3	1668.5	143.9	1.36
120	159.8	1671.3	137.4	1.77
121	163.4	1668.5	136.2	1.79
122	166.9	1671.3	137.2	2.55
123	170.5	1668.5	153.9	1.26
124	99.4	1674.1	104.3	2.69
125	106.5	1674.1	110.6	2.07
126	113.6	1674.1	106.8	5.04
127	117.2	1676.8	111.2	4.97
128	120.7	1674.1	123.4	1.66
129	124.3	1676.8	117.6	13.04
130	127.8	1674.1	119.8	2.14
131	131.4	1676.8	134.2	1.53
132	134.9	1674.1	136.4	1.42
133	138.5	1676.8	140.8	1.40
134	142.0	1674.1	133.0	1.57
135	145.6	1676.8	147.4	1.31
136	149.2	1674.1	149.7	1.30
137	152.7	1676.8	144.0	1.46
138	156.3	1674.1	146.4	1.34
139	159.8	1676.8	150.4	1.34
140	163.4	1674.1	141.0	1.88
141	166.9	1676.8	142.0	2.26
142	170.5	1674.1	158.6	1.26
143	99.4	1679.6	107.0	3.33
144	102.9	1682.4	111.5	3.15
145	117.2	1682.4	123.8	1.92
146	120.7	1679.6	115.6	4.91
147	124.3	1682.4	119.9	4.41
148	127.8	1679.6	132.1	1.62
149	131.4	1682.4	136.5	1.59
150	134.9	1679.6	128.5	2.09
151	138.5	1682.4	132.9	2.06
152	142.0	1679.6	135.1	1.81

153	145.6	1682.4	149.5	1.38
154	149.2	1679.6	151.7	1.35
155	152.7	1682.4	156.0	1.35
156	156.3	1679.6	148.3	1.45
157	159.8	1682.4	152.6	1.44
158	163.4	1679.6	144.2	2.15
159	166.9	1682.4	167.4	1.23
160	170.5	1679.6	153.2	1.56
161	106.5	1685.2	115.9	2.99
162	110.0	1687.9	120.4	3.13
163	113.6	1685.2	122.1	2.32
164	117.2	1687.9	126.5	2.24
165	120.7	1685.2	128.3	1.87
166	124.3	1687.9	132.7	1.84
167	127.8	1685.2	124.3	4.20
168	131.4	1687.9	139.0	1.70
169	134.9	1685.2	140.9	1.57
170	142.0	1685.2	147.4	1.48
171	145.6	1687.9	151.8	1.47
172	149.2	1685.2	153.9	1.36
173	152.7	1687.9	158.2	1.35
174	156.3	1685.2	160.4	1.34
175	159.8	1687.9	154.7	1.60
176	163.4	1685.2	156.9	1.43
177	166.9	1687.9	161.2	1.42
178	170.5	1685.2	158.1	1.55
179	99.4	1690.7	113.0	6.21
180	102.9	1693.5	117.4	5.68
181	124.3	1693.5	135.4	2.12
182	127.8	1690.7	137.1	1.93
183	131.4	1693.5	141.6	1.89
184	134.9	1690.7	133.1	3.95
185	138.5	1693.5	147.8	1.65
186	142.0	1690.7	139.5	2.39
187	145.6	1693.5	143.9	2.34
188	149.2	1690.7	146.0	2.17
189	152.7	1693.5	160.5	1.44
190	156.3	1690.7	152.5	1.74
191	159.8	1693.5	156.8	1.73
192	163.4	1690.7	169.1	1.32
193	166.9	1693.5	163.3	1.58
194	170.5	1690.7	172.9	1.29
195	120.7	1696.3	133.8	2.70
196	127.8	1696.3	139.9	2.06
197	142.0	1696.3	152.3	1.62
198	149.2	1696.3	148.3	2.30
199	156.3	1696.3	164.9	1.42
200	163.4	1696.3	161.2	1.71
201	170.5	1696.3	177.6	1.31



SEZIONE C – STABILITA' GLOBALE

Analisi di stabilità dei pendii con : JANBU (1967)

==========

Lat./Long. 43.876173/7.935645 °
Calcolo eseguito secondo NTC 2018
Numero di strati 2.0
Numero dei conci 40.0
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	101.04	m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1807.67	m
Ascissa vertice destro superiore xs	168.94	m
Ordinata vertice destro superiore ys	1865.03	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

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	0.275	2.594	0.181
S.L.D.	50.0	0.392	2.63	0.211
S.L.V.	475.0	1.51	2.431	0.291
S.L.C.	975.0	2.03	2.473	0.306

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.33	0.2	0.0067	0.0034
S.L.D.	0.4704	0.2	0.0096	0.0048
S.L.V.	1.812	0.27	0.0499	0.0249
S.L.C.	2.436	0.3	0.0745	0.0373

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.075
Coefficiente azione sismica verticale 0.037

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	1788.74
2	15.27	1791.76
3	23.67	1790.74
4	30.91	1785.7
5	38.77	1780.24
6	63.47	1780.24
7	72.77	1772.24
8	83.97	1772.24
9	95.57	1758.74
10	106.97	1758.74
11	113.67	1744.24
12	123.34	1744.24
13	127.67	1729.74
14	145.37	1729.74
15	149.97	1715.74
16	205.55	1721.74
17	209.49	1729.74
18	228.8	1729.74
19	230.58	1736.63
20	232.42	1743.74
21	244.5	1743.74
22	245.74	1746.06

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	1779.62
2	30.91	1785.7
3	38.77	1780.24
4	63.47	1780.24
5	72.77	1772.24
6	83.97	1772.24
7	95.57	1758.74
8	106.97	1758.74
9	113.67	1744.24
10	123.33	1744.24
11	127.67	1729.74
12	145.37	1729.74
13	149.97	1715.74
14	205.55	1721.74
15	209.49	1729.74
16	228.79	1729.74
17	230.57	1736.63
18	232.41	1743.74
19	244.5	1743.74
20	244.92	1744.51
21	245.74	1746.06

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0 1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0 1.0

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 Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Litologia
1	88		34.4	26	26	
2	106		36	26	26	

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato 1.44
Ascissa centro superficie 151.97 m
Ordinata centro superficie 1816.28 m
Raggio superficie 99.73 m

Numero di superfici esaminate....(215)

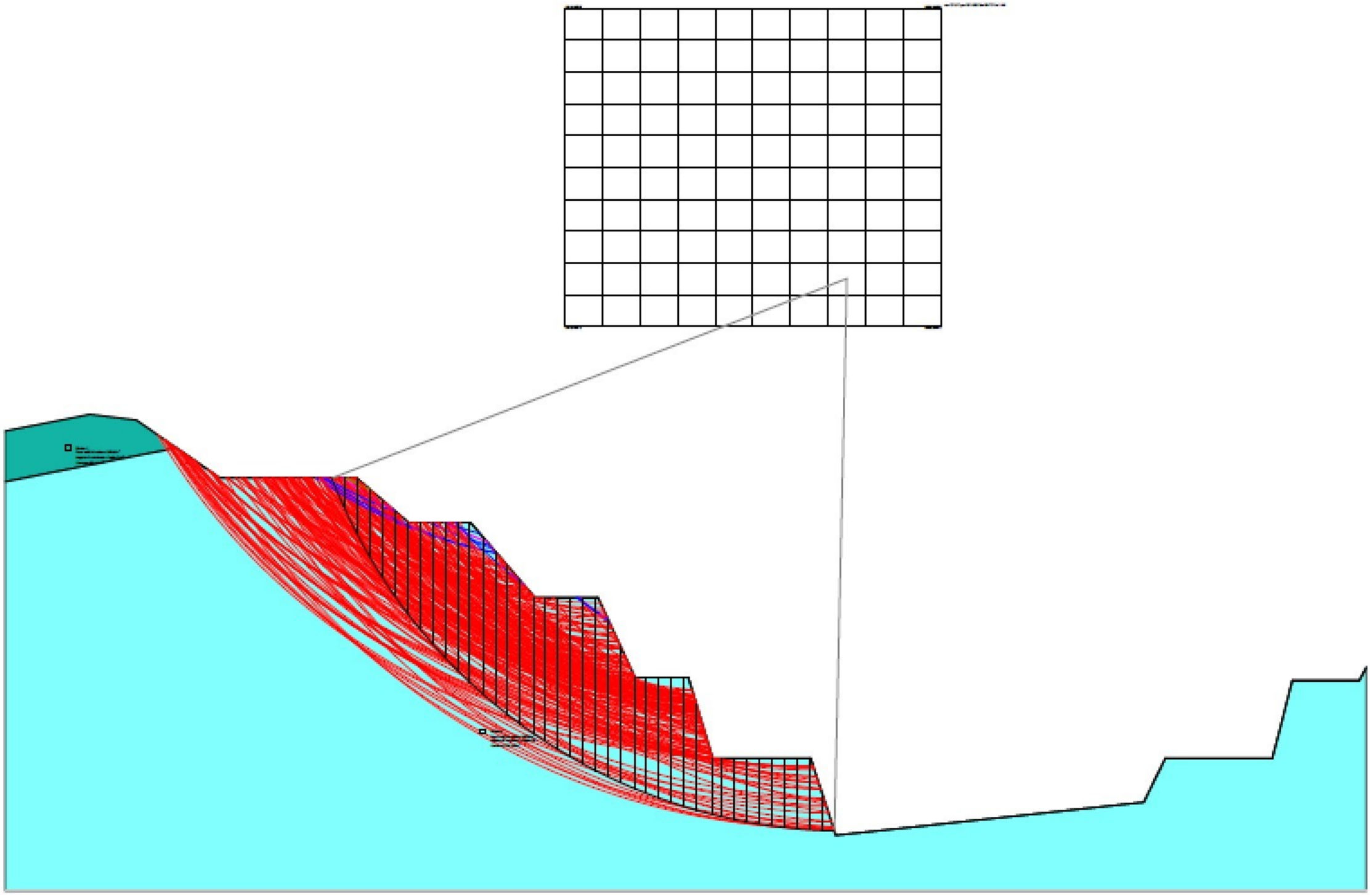
N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	101.0	1807.7	41.4	8.88
2	104.4	1810.5	52.8	20.00
3	107.8	1807.7	52.1	20.00
4	111.2	1810.5	52.5	3.29
5	114.6	1807.7	62.6	1.90
6	118.0	1810.5	63.2	2.17
7	121.4	1807.7	61.8	2.13
8	124.8	1810.5	74.2	1.70
9	128.2	1807.7	73.2	1.65
10	131.6	1810.5	74.6	1.77
11	135.0	1807.7	73.6	1.69
12	138.4	1810.5	75.0	1.78
13	141.8	1807.7	74.0	1.75
14	145.2	1810.5	75.4	2.13
15	148.6	1807.7	83.6	1.59
16	152.0	1810.5	85.5	1.67
17	155.4	1807.7	83.9	1.73
18	158.8	1810.5	85.7	1.71
19	162.2	1807.7	84.1	1.88
20	165.5	1810.5	84.5	2.45
21	168.9	1807.7	81.6	4.02
22	101.0	1813.4	52.8	3.13
23	104.4	1816.3	55.3	4.11
24	107.8	1813.4	55.5	3.37
25	111.2	1816.3	58.0	3.29
26	114.6	1813.4	65.4	2.08
27	118.0	1816.3	66.7	2.38
28	121.4	1813.4	64.9	2.44
29	124.8	1816.3	78.2	1.75
30	128.2	1813.4	75.6	1.78
31	131.6	1816.3	77.8	1.88
32	135.0	1813.4	76.0	1.87
33	138.4	1816.3	77.4	2.04
34	141.8	1813.4	76.4	2.05

35	145.2	1816.3	88.7	1.69
36	148.6	1813.4	87.1	1.67
37	152.0	1816.3	99.7	1.44
38	155.4	1813.4	87.3	1.58
39	158.8	1816.3	89.2	1.85
40	162.2	1813.4	87.3	2.18
41	165.5	1816.3	96.4	1.71
42	101.0	1819.1	52.8	7.86
43	104.4	1822.0	56.9	6.97
44	107.8	1819.1	59.3	4.16
45	111.2	1822.0	71.1	2.24
46	114.6	1819.1	68.6	2.29
47	118.0	1822.0	70.9	2.54
48	121.4	1819.1	70.1	2.50
49	124.8	1822.0	83.9	1.76
50	128.2	1819.1	80.9	1.77
51	131.6	1822.0	83.5	1.82
52	135.0	1819.1	80.5	1.97
53	138.4	1822.0	83.1	2.04
54	141.8	1819.1	80.1	2.26
55	145.2	1822.0	93.9	1.66
56	148.6	1819.1	90.9	1.56
57	152.0	1822.0	93.7	1.58
58	155.4	1819.1	102.1	1.45
59	158.8	1822.0	92.8	2.01
60	162.2	1819.1	100.1	1.54
61	165.5	1822.0	99.5	1.61
62	168.9	1819.1	95.7	2.15
63	101.0	1824.9	65.1	2.75
64	104.4	1827.7	69.2	2.65
65	107.8	1824.9	59.8	9.22
66	111.2	1827.7	71.5	3.01
67	114.6	1824.9	71.7	2.63
68	118.0	1827.7	75.0	2.75
69	121.4	1824.9	74.3	2.68
70	124.8	1827.7	88.7	1.80
71	128.2	1824.9	86.6	1.77
72	131.6	1827.7	89.2	1.80
73	135.0	1824.9	86.2	1.91
74	138.4	1827.7	88.8	2.05
75	141.8	1824.9	85.8	2.15
76	145.2	1827.7	99.6	1.64
77	148.6	1824.9	107.9	1.45
78	152.0	1827.7	99.4	1.62
79	155.4	1824.9	107.8	1.44
80	158.8	1827.7	97.0	2.09
81	162.2	1824.9	103.8	1.60
82	165.5	1827.7	92.8	5.60
83	101.0	1830.6	67.0	3.87
84	104.4	1833.5	70.8	3.90
85	107.8	1830.6	71.1	3.09
86	111.2	1833.5	83.9	2.19
87	114.6	1830.6	86.1	1.94
88	118.0	1833.5	78.3	3.45
89	121.4	1830.6	78.4	2.94
90	124.8	1833.5	93.3	1.86
91	128.2	1830.6	92.0	1.79
92	131.6	1833.5	94.9	1.80
93	135.0	1830.6	91.9	1.86

94	138.4	1833.5	94.5	1.96
95	141.8	1830.6	91.5	2.17
96	145.2	1833.5	105.3	1.63
97	148.6	1830.6	113.6	1.47
98	152.0	1833.5	116.4	1.46
99	155.4	1830.6	112.5	1.46
100	158.8	1833.5	101.3	2.17
101	162.2	1830.6	97.1	2.67
102	165.5	1833.5	97.3	5.84
103	101.0	1836.4	69.0	9.18
104	104.4	1839.2	71.5	16.23
105	107.8	1836.4	83.2	20.00
106	111.2	1839.2	86.0	2.45
107	114.6	1836.4	88.1	2.12
108	118.0	1839.2	92.3	2.05
109	121.4	1836.4	82.5	3.38
110	124.8	1839.2	97.8	1.91
111	128.2	1836.4	96.5	1.85
112	131.6	1839.2	99.8	1.85
113	135.0	1836.4	97.6	1.84
114	138.4	1839.2	100.2	1.91
115	141.8	1836.4	97.2	2.12
116	145.2	1839.2	111.1	1.64
117	148.6	1836.4	108.1	1.53
118	152.0	1839.2	109.8	1.61
119	155.4	1836.4	105.5	1.79
120	158.8	1839.2	105.7	2.26
121	162.2	1836.4	112.3	1.74
122	165.5	1839.2	112.4	1.76
123	101.0	1842.1	82.0	2.85
124	104.4	1845.0	83.9	3.09
125	107.8	1842.1	84.4	2.94
126	111.2	1845.0	88.3	2.89
127	114.6	1842.1	90.3	2.37
128	118.0	1845.0	94.5	2.29
129	121.4	1842.1	96.5	1.99
130	124.8	1845.0	100.7	1.94
131	128.2	1842.1	101.1	1.91
132	131.6	1845.0	104.3	1.91
133	135.0	1842.1	103.0	1.85
134	138.4	1845.0	106.0	1.89
135	141.8	1842.1	102.9	2.03
136	145.2	1845.0	116.8	1.64
137	148.6	1842.1	125.1	1.51
138	152.0	1845.0	125.2	1.52
139	155.4	1842.1	109.9	1.90
140	158.8	1845.0	110.2	2.10
141	162.2	1842.1	116.7	1.61
142	165.5	1845.0	106.5	6.52
143	168.9	1842.1	112.6	2.64
144	101.0	1847.8	83.5	3.85
145	104.4	1850.7	85.3	5.23
146	107.8	1847.8	86.4	3.40
147	111.2	1850.7	102.9	2.26
148	114.6	1847.8	92.6	2.77
149	118.0	1850.7	96.8	2.67
150	121.4	1847.8	98.7	2.22
151	124.8	1850.7	115.1	1.86
152	128.2	1847.8	117.0	1.73

153	131.6	1850.7	120.9	1.70
154	135.0	1847.8	107.6	1.92
155	138.4	1850.7	110.8	1.94
156	141.8	1847.8	108.6	1.97
157	145.2	1850.7	122.5	1.66
158	148.6	1847.8	129.6	1.54
159	152.0	1850.7	129.6	1.55
160	155.4	1847.8	114.5	1.98
161	158.8	1850.7	125.5	1.64
162	162.2	1847.8	110.7	5.39
163	165.5	1850.7	121.5	1.86
164	101.0	1853.6	85.1	6.80
165	104.4	1856.4	87.3	19.03
166	107.8	1853.6	89.0	5.56
167	111.2	1856.4	105.6	2.42
168	114.6	1853.6	107.2	2.18
169	118.0	1856.4	111.6	2.11
170	121.4	1853.6	101.1	2.57
171	124.8	1856.4	117.6	1.96
172	128.2	1853.6	119.4	1.81
173	131.6	1856.4	123.7	1.77
174	135.0	1853.6	112.1	1.98
175	138.4	1856.4	127.1	1.66
176	141.8	1853.6	114.0	1.97
177	145.2	1856.4	127.1	1.60
178	148.6	1853.6	122.9	1.62
179	152.0	1856.4	134.0	1.58
180	155.4	1853.6	129.8	1.59
181	158.8	1856.4	119.6	2.23
182	162.2	1853.6	115.4	4.50
183	165.5	1856.4	126.2	1.99
184	168.9	1853.6	122.0	2.33
185	101.0	1859.3	98.9	3.01
186	104.4	1862.2	102.6	2.93
187	107.8	1859.3	104.0	2.72
188	111.2	1862.2	108.4	2.61
189	114.6	1859.3	109.9	2.32
190	118.0	1862.2	114.3	2.24
191	121.4	1859.3	103.6	2.82
192	124.8	1862.2	120.2	2.07
193	128.2	1859.3	121.9	1.91
194	131.6	1862.2	126.2	1.86
195	135.0	1859.3	128.0	1.73
196	138.4	1862.2	132.1	1.70
197	141.8	1859.3	130.3	1.63
198	145.2	1862.2	131.1	1.66
199	148.6	1859.3	138.3	1.61
200	152.0	1862.2	127.9	1.80
201	155.4	1859.3	134.3	1.62
202	158.8	1862.2	124.3	2.30
203	162.2	1859.3	120.2	4.02
204	165.5	1862.2	131.0	2.08
205	101.0	1865.0	101.3	3.65
206	107.8	1865.0	107.0	2.78
207	114.6	1865.0	112.8	2.50
208	121.4	1865.0	118.6	2.16
209	128.2	1865.0	124.5	2.01
210	135.0	1865.0	130.5	1.82
211	141.8	1865.0	134.2	1.69

212	148.6	1865.0	142.8	1.64
213	155.4	1865.0	138.9	1.65
214	162.2	1865.0	135.2	1.73
215	168.9	1865.0	131.7	2.31



SEZIONE D – STABILITA' GLOBALE

Analisi di stabilità dei pendii con : JANBU (1967)

==========

Lat./Long. 43.876173/7.935645 °
Calcolo eseguito secondo NTC 2018
Numero di strati 2.0
Numero dei conci 40.0
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	69.94	m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1896.53	m
Ascissa vertice destro superiore xs	120.6	m
Ordinata vertice destro superiore ys	1933.38	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

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	0.275	2.594	0.181
S.L.D.	50.0	0.392	2.63	0.211
S.L.V.	475.0	1.51	2.431	0.291
S.L.C.	975.0	2.03	2.473	0.306

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.33	0.2	0.0067	0.0034
S.L.D.	0.4704	0.2	0.0096	0.0048
S.L.V.	1.812	0.27	0.0499	0.0249
S.L.C.	2.436	0.3	0.0745	0.0373

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.075
Coefficiente azione sismica verticale 0.037

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	1883.32
2	10.6	1884.12
3	14.11	1884.12
4	33.49	1868.56
5	38.91	1864.32
6	48.41	1864.32
7	60.41	1849.82
8	70.11	1849.82
9	74.11	1835.32
10	88.91	1835.32
11	92.91	1824.32
12	145.86	1825.32

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	1873.3
2	33.49	1868.56
3	38.91	1864.32
4	48.41	1864.32
5	60.41	1849.82
6	70.11	1849.82
7	74.11	1835.32
8	88.91	1835.32
9	92.91	1824.32
10	145.86	1825.32

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	0.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	0.0

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	Si	

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Litologia
1	88		34.4	17.65	20.59	
2	106		36	26	26	

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.54	
Ascissa centro superficie	95.27	m
Ordinata centro superficie	1918.64	m
Raggio superficie	94.25	m

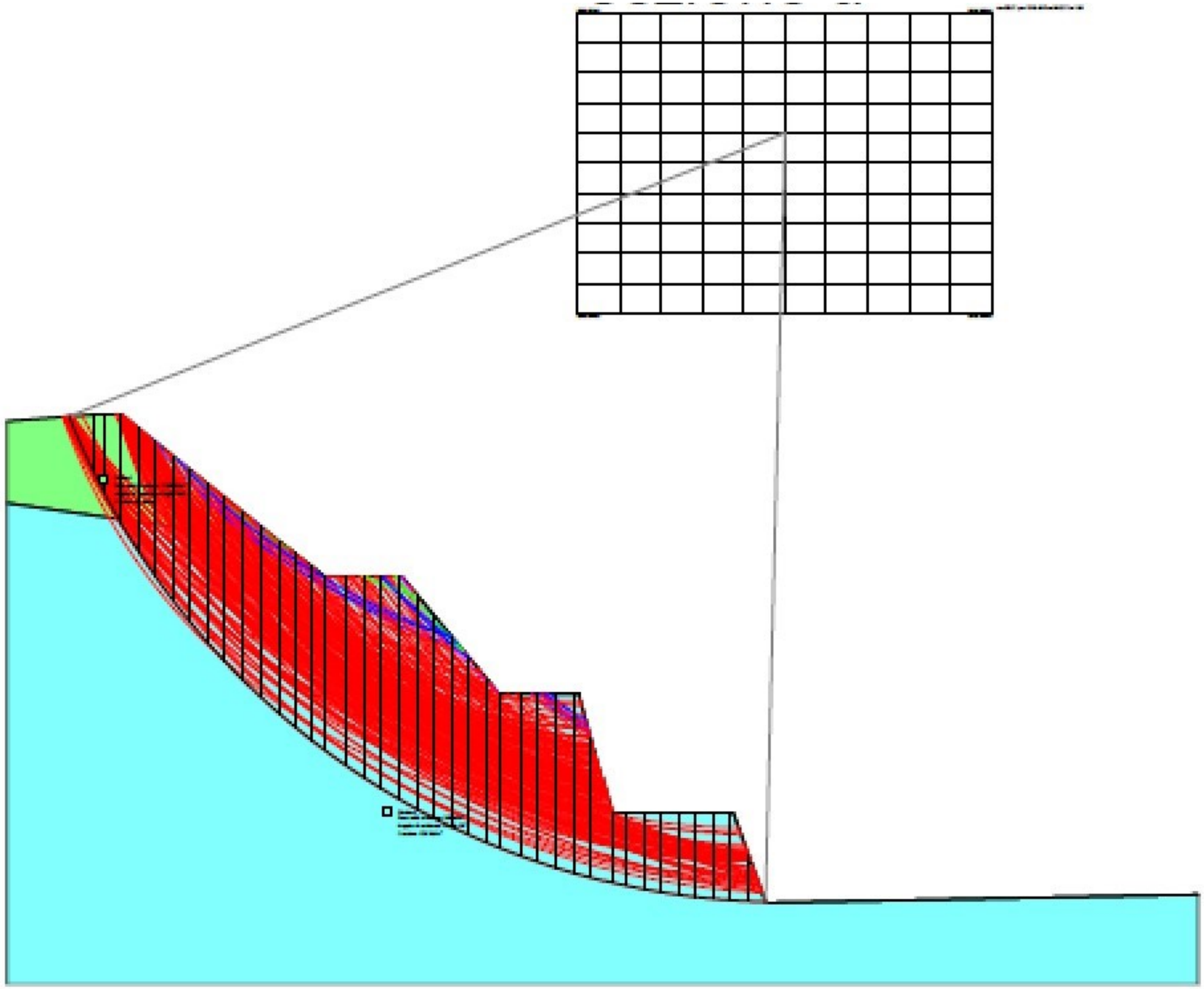
Numero di superfici esaminate....(200)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	69.9	1896.5	43.9	3.57
2	72.5	1898.4	53.6	2.39
3	75.0	1896.5	55.6	2.06
4	77.5	1898.4	58.0	2.05
5	80.1	1896.5	59.0	1.89
6	82.6	1898.4	61.4	1.88
7	85.1	1896.5	59.6	1.93
8	87.7	1898.4	61.4	1.99
9	90.2	1896.5	67.0	1.78
10	92.7	1898.4	68.8	1.81
11	95.3	1896.5	67.0	1.86
12	97.8	1898.4	68.8	1.91
13	100.3	1896.5	66.9	2.05
14	102.9	1898.4	68.7	1.85
15	105.4	1896.5	66.6	2.62
16	107.9	1898.4	67.2	2.89
17	110.5	1896.5	64.6	4.64
18	113.0	1898.4	72.7	2.89
19	118.1	1898.4	71.0	4.51
20	69.9	1900.2	51.7	2.94
21	72.5	1902.1	61.4	1.92
22	75.0	1900.2	63.3	1.75
23	77.5	1902.1	66.2	1.71
24	80.1	1900.2	60.5	2.04
25	82.6	1902.1	63.0	2.04
26	85.1	1900.2	63.3	1.92
27	87.7	1902.1	65.0	1.99
28	90.2	1900.2	70.7	1.76
29	92.7	1902.1	72.5	1.79
30	95.3	1900.2	70.7	1.85
31	97.8	1902.1	72.5	1.91
32	100.3	1900.2	70.6	1.98
33	102.9	1902.1	72.4	1.76
34	105.4	1900.2	69.9	2.30
35	107.9	1902.1	70.6	10.96
36	110.5	1900.2	75.4	2.06
37	113.0	1902.1	76.1	2.37
38	69.9	1903.9	52.7	3.35
39	72.5	1905.7	62.4	2.09
40	75.0	1903.9	64.3	1.88
41	77.5	1905.7	67.2	1.84
42	80.1	1903.9	62.2	2.25
43	82.6	1905.7	64.8	2.25
44	85.1	1903.9	65.5	2.05
45	87.7	1905.7	68.1	2.05
46	90.2	1903.9	74.4	1.75
47	92.7	1905.7	76.2	1.78
48	95.3	1903.9	74.3	1.84
49	97.8	1905.7	76.1	1.89
50	100.3	1903.9	74.3	1.97
51	102.9	1905.7	75.9	1.73
52	105.4	1903.9	73.2	2.13
53	107.9	1905.7	74.0	3.37
54	110.5	1903.9	78.8	1.98
55	69.9	1907.6	53.9	4.97

56	72.5	1909.4	63.6	2.33
57	75.0	1907.6	72.1	1.65
58	77.5	1909.4	68.4	2.00
59	80.1	1907.6	70.2	1.80
60	82.6	1909.4	73.2	1.76
61	85.1	1907.6	67.3	2.26
62	87.7	1909.4	69.9	2.27
63	90.2	1907.6	78.1	1.72
64	92.7	1909.4	79.9	1.75
65	95.3	1907.6	78.0	1.82
66	97.8	1909.4	79.8	1.87
67	100.3	1907.6	77.9	1.96
68	102.9	1909.4	79.2	1.77
69	105.4	1907.6	76.6	2.03
70	107.9	1909.4	77.4	2.82
71	110.5	1907.6	82.2	1.93
72	113.0	1909.4	83.0	1.93
73	115.5	1907.6	80.5	3.38
74	118.1	1909.4	81.4	3.13
75	120.6	1907.6	79.0	5.66
76	69.9	1911.3	61.9	2.49
77	72.5	1913.1	71.6	1.87
78	75.0	1911.3	73.3	1.73
79	77.5	1913.1	69.6	2.22
80	80.1	1911.3	71.4	1.96
81	82.6	1913.1	74.4	1.92
82	85.1	1911.3	69.2	2.54
83	87.7	1913.1	78.7	1.73
84	90.2	1911.3	79.8	1.80
85	92.7	1913.1	82.5	1.79
86	95.3	1911.3	81.7	1.79
87	97.8	1913.1	83.5	1.84
88	100.3	1911.3	81.6	1.94
89	102.9	1913.1	82.6	1.81
90	105.4	1911.3	80.0	1.98
91	107.9	1913.1	88.2	1.78
92	110.5	1911.3	85.6	1.89
93	113.0	1913.1	79.2	5.45
94	115.5	1911.3	83.9	2.65
95	120.6	1911.3	82.5	4.60
96	69.9	1915.0	63.3	2.96
97	72.5	1916.8	73.1	1.97
98	75.0	1915.0	74.7	1.82
99	77.5	1916.8	77.7	1.78
100	80.1	1915.0	79.4	1.65
101	82.6	1916.8	75.7	2.11
102	85.1	1915.0	77.4	1.88
103	87.7	1916.8	80.4	1.84
104	90.2	1915.0	81.4	1.88
105	92.7	1916.8	84.2	1.88
106	95.3	1915.0	85.2	1.78
107	97.8	1916.8	87.2	1.82
108	100.3	1915.0	85.2	1.91
109	102.9	1916.8	86.0	1.83
110	105.4	1915.0	83.4	1.94
111	107.9	1916.8	91.6	1.77
112	110.5	1915.0	89.1	1.92
113	113.0	1916.8	82.7	5.01
114	115.5	1915.0	87.4	2.31

115	120.6	1915.0	86.1	4.02
116	69.9	1918.6	64.8	3.81
117	72.5	1920.5	74.7	2.10
118	75.0	1918.6	69.4	2.78
119	77.5	1920.5	72.5	2.70
120	80.1	1918.6	80.8	1.74
121	82.6	1920.5	83.8	1.70
122	85.1	1918.6	78.7	2.06
123	87.7	1920.5	81.8	2.02
124	90.2	1918.6	83.2	1.82
125	92.7	1920.5	92.9	1.61
126	95.3	1918.6	94.2	1.54
127	97.8	1920.5	89.6	1.87
128	100.3	1918.6	88.6	1.90
129	102.9	1920.5	89.4	1.84
130	105.4	1918.6	86.8	1.99
131	107.9	1920.5	95.1	1.77
132	110.5	1918.6	92.5	1.92
133	113.0	1920.5	93.5	1.78
134	115.5	1918.6	91.0	2.12
135	69.9	1922.3	73.3	2.32
136	72.5	1924.2	69.5	5.29
137	75.0	1922.3	77.7	2.05
138	77.5	1924.2	80.8	2.00
139	80.1	1922.3	82.3	1.84
140	82.6	1924.2	78.6	2.80
141	85.1	1922.3	80.2	2.32
142	87.7	1924.2	83.2	2.26
143	90.2	1922.3	84.8	1.97
144	92.7	1924.2	87.8	1.94
145	95.3	1922.3	95.8	1.59
146	97.8	1924.2	98.7	1.57
147	100.3	1922.3	92.0	1.89
148	102.9	1924.2	92.8	1.84
149	105.4	1922.3	90.3	2.02
150	107.9	1924.2	98.5	1.76
151	110.5	1922.3	88.7	3.07
152	113.0	1924.2	89.8	5.81
153	120.6	1922.3	93.2	12.31
154	69.9	1926.0	68.2	19.80
155	72.5	1927.8	78.2	2.26
156	75.0	1926.0	79.5	2.21
157	77.5	1927.8	82.6	2.15
158	80.1	1926.0	83.9	1.95
159	82.6	1927.8	80.2	3.06
160	85.1	1926.0	81.7	2.70
161	87.7	1927.8	91.5	1.72
162	90.2	1926.0	93.0	1.74
163	92.7	1927.8	89.3	2.15
164	95.3	1926.0	90.6	1.93
165	97.8	1927.8	93.4	1.92
166	100.3	1926.0	94.2	1.78
167	102.9	1927.8	96.3	1.84
168	105.4	1926.0	101.1	1.65
169	107.9	1927.8	102.0	1.75
170	110.5	1926.0	92.2	2.79
171	113.0	1927.8	100.5	2.09
172	115.5	1926.0	90.9	7.20
173	69.9	1929.7	77.0	2.56

174	72.5	1931.5	73.1	12.48
175	75.0	1929.7	81.3	2.40
176	77.5	1931.5	84.4	2.33
177	80.1	1929.7	85.7	2.10
178	82.6	1931.5	88.8	2.04
179	85.1	1929.7	90.1	1.87
180	87.7	1931.5	93.2	1.82
181	90.2	1929.7	87.8	2.53
182	92.7	1931.5	90.9	2.45
183	95.3	1929.7	99.2	1.70
184	97.8	1931.5	95.4	2.07
185	100.3	1929.7	103.3	1.60
186	102.9	1931.5	106.3	1.59
187	105.4	1929.7	97.2	2.03
188	107.9	1931.5	105.5	1.74
189	110.5	1929.7	103.0	1.88
190	113.0	1931.5	104.0	2.06
191	115.5	1929.7	101.6	1.96
192	75.0	1933.4	83.2	2.40
193	80.1	1933.4	80.6	6.79
194	85.1	1933.4	91.9	1.99
195	90.2	1933.4	96.3	1.79
196	95.3	1933.4	94.0	2.38
197	100.3	1933.4	105.2	1.66
198	105.4	1933.4	108.0	1.62
199	110.5	1933.4	106.5	1.86
200	115.5	1933.4	98.0	6.39



SEZIONE E – STABILITA' GLOBALE

Analisi di stabilità dei pendii con : JANBU (1967)

==========

Lat./Long. 43.876173/7.935645 °
Calcolo eseguito secondo NTC 2018
Numero di strati 2.0
Numero dei conci 40.0
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	57.42	m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1929.72	m
Ascissa vertice destro superiore xs	89.03	m
Ordinata vertice destro superiore ys	1957.18	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

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	0.275	2.594	0.181
S.L.D.	50.0	0.392	2.63	0.211
S.L.V.	475.0	1.51	2.431	0.291
S.L.C.	975.0	2.03	2.473	0.306

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.33	0.2	0.0067	0.0034
S.L.D.	0.4704	0.2	0.0096	0.0048
S.L.V.	1.812	0.27	0.0499	0.0249
S.L.C.	2.436	0.3	0.0745	0.0373

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.075
Coefficiente azione sismica verticale 0.037

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	1919.95
2	9.64	1919.95
3	16.45	1921.08
4	19.1	1912.95
5	28.28	1912.95
6	29.44	1909.66
7	32.4	1898.95
8	42.7	1898.95
9	46.5	1884.95
10	62.37	1884.95
11	66.61	1873.95
12	122.07	1873.95

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	1910.5
2	29.44	1909.66
3	32.4	1898.95
4	42.7	1898.95
5	46.5	1884.95
6	62.37	1884.95
7	66.61	1873.95
8	122.07	1873.95

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

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	Si	

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Litologia
1	88		34.4	26	26	
2	106		36	26	26	

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.47	
Ascissa centro superficie	68.11	m
Ordinata centro superficie	1938.54	m
Raggio superficie	64.42	m

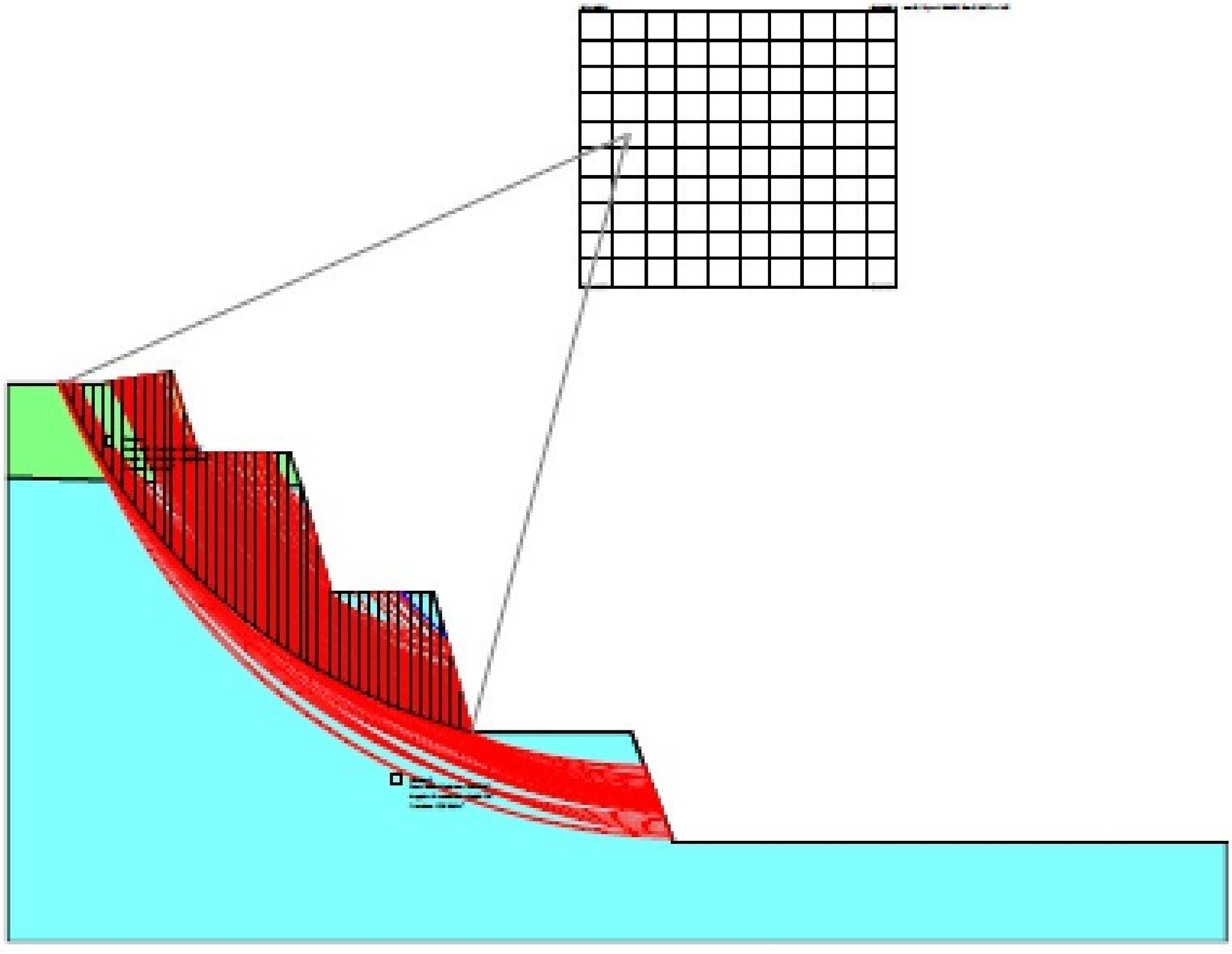
Numero di superfici esaminate....(205)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	55.5	1922.1	34.2	2.03
2	57.0	1923.4	35.7	2.14
3	58.6	1922.1	35.7	2.18
4	60.2	1923.4	37.1	2.45
5	61.8	1922.1	41.3	20.00
6	63.4	1923.4	42.7	20.00
7	65.0	1922.1	41.3	1.87
8	66.5	1923.4	48.3	1.67
9	68.1	1922.1	46.9	1.76
10	69.7	1923.4	48.3	1.81
11	71.3	1922.1	46.9	2.08
12	72.9	1923.4	48.3	2.23
13	74.4	1922.1	52.5	20.00
14	76.0	1923.4	48.3	1.95
15	77.6	1922.1	46.9	2.30
16	79.2	1923.4	48.3	2.58
17	80.8	1922.1	46.9	4.06
18	82.3	1923.4	53.9	20.00
19	83.9	1922.1	52.5	2.07
20	85.5	1923.4	53.9	2.30
21	87.1	1922.1	52.5	3.69
22	55.5	1924.8	34.5	2.01
23	57.0	1926.2	40.7	1.87
24	58.6	1924.8	36.6	2.17
25	60.2	1926.2	43.0	1.60
26	61.8	1924.8	38.0	2.93
27	63.4	1926.2	44.4	1.63
28	65.0	1924.8	43.9	1.70
29	66.5	1926.2	44.5	2.01
30	68.1	1924.8	49.6	1.69
31	69.7	1926.2	50.5	1.77
32	71.3	1924.8	49.7	1.88
33	72.9	1926.2	50.6	2.06
34	74.4	1924.8	49.7	2.45
35	76.0	1926.2	50.7	4.51
36	77.6	1924.8	49.7	2.09
37	79.2	1926.2	50.8	2.33
38	80.8	1924.8	49.7	2.97
39	82.3	1926.2	50.9	3.66
40	83.9	1924.8	55.3	20.00
41	85.5	1926.2	56.6	2.00
42	87.1	1924.8	55.3	2.63
43	55.5	1927.6	33.6	3.17
44	57.0	1928.9	40.8	1.94
45	58.6	1927.6	41.5	1.79
46	60.2	1928.9	42.8	1.89
47	61.8	1927.6	43.9	1.70
48	63.4	1928.9	44.8	1.87
49	65.0	1927.6	45.0	1.84
50	66.5	1928.9	52.1	1.72
51	68.1	1927.6	51.3	1.77
52	69.7	1928.9	52.2	1.81
53	71.3	1927.6	51.4	1.90
54	72.9	1928.9	52.3	2.09
55	74.4	1927.6	51.5	2.37
56	76.0	1928.9	52.4	3.24

57	77.6	1927.6	57.6	20.00
58	79.2	1928.9	52.5	2.44
59	80.8	1927.6	51.7	2.82
60	82.3	1928.9	52.6	3.75
61	85.5	1928.9	58.8	20.00
62	87.1	1927.6	57.8	2.27
63	55.5	1930.3	40.3	2.44
64	57.0	1931.7	47.4	1.48
65	58.6	1930.3	42.3	2.01
66	60.2	1931.7	43.9	2.08
67	61.8	1930.3	44.4	1.97
68	63.4	1931.7	45.9	2.06
69	65.0	1930.3	52.8	1.63
70	66.5	1931.7	54.5	1.64
71	68.1	1930.3	53.2	1.81
72	69.7	1931.7	54.5	1.90
73	71.3	1930.3	53.1	1.93
74	72.9	1931.7	54.4	2.04
75	74.4	1930.3	53.2	1.94
76	76.0	1931.7	54.3	2.53
77	79.2	1931.7	54.2	2.56
78	80.8	1930.3	53.4	2.96
79	82.3	1931.7	54.3	3.95
80	87.1	1930.3	53.6	8.58
81	55.5	1933.0	46.7	1.55
82	57.0	1934.4	48.4	1.56
83	58.6	1933.0	49.0	1.48
84	60.2	1934.4	50.7	1.50
85	61.8	1933.0	45.5	2.19
86	63.4	1934.4	53.1	1.74
87	65.0	1933.0	53.8	1.69
88	66.5	1934.4	55.5	1.71
89	68.1	1933.0	56.0	1.67
90	69.7	1934.4	57.3	1.73
91	71.3	1933.0	49.2	4.19
92	72.9	1934.4	57.2	1.92
93	74.4	1933.0	55.7	2.19
94	76.0	1934.4	57.1	1.91
95	77.6	1933.0	55.6	3.11
96	79.2	1934.4	57.0	4.10
97	80.8	1933.0	55.5	2.88
98	82.3	1934.4	56.9	3.33
99	55.5	1935.8	47.8	1.63
100	57.0	1937.2	49.5	1.64
101	58.6	1935.8	50.1	1.57
102	60.2	1937.2	51.8	1.57
103	61.8	1935.8	52.4	1.51
104	63.4	1937.2	54.2	1.52
105	65.0	1935.8	54.8	1.76
106	66.5	1937.2	62.6	1.48
107	68.1	1935.8	57.2	1.73
108	69.7	1937.2	58.9	1.75
109	71.3	1935.8	58.6	1.81
110	72.9	1937.2	59.9	1.92
111	74.4	1935.8	58.5	2.03
112	76.0	1937.2	59.8	1.73
113	77.6	1935.8	58.4	2.15
114	79.2	1937.2	59.7	2.54
115	80.8	1935.8	65.1	20.00

116	82.3	1937.2	66.4	20.00
117	83.9	1935.8	58.2	4.05
118	85.5	1937.2	66.2	20.00
119	55.5	1938.5	49.0	1.73
120	57.0	1939.9	50.7	1.73
121	58.6	1938.5	51.3	1.65
122	60.2	1939.9	53.0	1.67
123	61.8	1938.5	53.6	1.59
124	63.4	1939.9	55.3	1.61
125	65.0	1938.5	55.9	1.54
126	66.5	1939.9	57.6	1.56
127	68.1	1938.5	64.4	1.47
128	69.7	1939.9	60.0	1.84
129	71.3	1938.5	60.6	1.78
130	72.9	1939.9	62.3	1.81
131	74.4	1938.5	61.2	2.06
132	77.6	1938.5	61.1	1.87
133	79.2	1939.9	62.4	2.08
134	80.8	1938.5	61.0	3.07
135	82.3	1939.9	62.3	3.98
136	83.9	1938.5	60.9	3.37
137	85.5	1939.9	61.8	4.63
138	55.5	1941.3	54.8	1.54
139	57.0	1942.7	56.7	1.53
140	58.6	1941.3	52.5	1.75
141	60.2	1942.7	54.3	1.77
142	61.8	1941.3	54.8	1.69
143	63.4	1942.7	61.9	1.62
144	65.0	1941.3	57.1	1.63
145	66.5	1942.7	64.6	1.56
146	68.1	1941.3	65.4	1.51
147	69.7	1942.7	67.2	1.50
148	71.3	1941.3	61.7	1.88
149	72.9	1942.7	63.5	1.91
150	74.4	1941.3	64.0	1.85
151	76.0	1942.7	65.3	1.98
152	77.6	1941.3	63.9	1.72
153	79.2	1942.7	65.2	1.85
154	80.8	1941.3	63.8	2.26
155	82.3	1942.7	65.1	2.63
156	85.5	1942.7	64.3	4.07
157	55.5	1944.0	55.9	1.61
158	57.0	1945.4	53.3	2.00
159	58.6	1944.0	58.6	1.52
160	60.2	1945.4	55.7	1.89
161	61.8	1944.0	56.1	1.79
162	63.4	1945.4	63.1	1.66
163	65.0	1944.0	63.8	1.61
164	66.5	1945.4	65.7	1.61
165	68.1	1944.0	66.4	1.56
166	69.7	1945.4	68.3	1.55
167	71.3	1944.0	69.1	1.50
168	72.9	1945.4	64.7	1.67
169	74.4	1944.0	65.2	1.61
170	76.0	1945.4	67.0	1.65
171	77.6	1944.0	66.6	1.77
172	80.8	1944.0	66.5	2.05
173	82.3	1945.4	67.8	2.12
174	83.9	1944.0	66.2	3.44

175	55.5	1946.8	57.0	1.70
176	57.0	1948.2	59.1	1.68
177	58.6	1946.8	55.3	2.00
178	60.2	1948.2	57.1	2.03
179	61.8	1946.8	62.4	1.50
180	63.4	1948.2	64.3	1.49
181	65.0	1946.8	65.0	1.66
182	66.5	1948.2	66.9	1.66
183	68.1	1946.8	67.6	1.60
184	69.7	1948.2	69.5	1.60
185	71.3	1946.8	70.2	1.55
186	72.9	1948.2	72.1	1.55
187	74.4	1946.8	72.8	1.49
188	76.0	1948.2	68.3	1.76
189	77.6	1946.8	68.7	1.69
190	79.2	1948.2	70.5	1.74
191	80.8	1946.8	69.2	1.86
192	82.3	1948.2	70.5	2.05
193	83.9	1946.8	68.6	2.65
194	85.5	1948.2	69.3	4.03
195	87.1	1946.8	67.4	5.69
196	55.5	1949.5	58.3	1.80
197	58.6	1949.5	56.5	1.82
198	61.8	1949.5	58.9	2.06
199	65.0	1949.5	61.1	1.98
200	68.1	1949.5	68.8	1.66
201	71.3	1949.5	71.4	1.60
202	74.4	1949.5	67.8	1.83
203	77.6	1949.5	70.0	1.81
204	80.8	1949.5	72.0	1.89
205	83.9	1949.5	71.1	2.27



SEZIONE 4 – STABILITA' GLOBALE

Analisi di stabilità dei pendii con : JANBU (1967)
==========

Lat./Long. 43.876173/7.935645 °
Calcolo eseguito secondo NTC 2018
Numero di strati 4.0
Numero dei conci 40.0
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	2143.27	m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1683.21	m
Ascissa vertice destro superiore xs	2212.8	m
Ordinata vertice destro superiore ys	1744.17	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

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	0.275	2.594	0.181
S.L.D.	50.0	0.392	2.63	0.211
S.L.V.	475.0	1.51	2.431	0.291
S.L.C.	975.0	2.03	2.473	0.306

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.33	0.2	0.0067	0.0034
S.L.D.	0.4704	0.2	0.0096	0.0048
S.L.V.	1.812	0.27	0.0499	0.0249
S.L.C.	2.436	0.3	0.0745	0.0373

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.075
Coefficiente azione sismica verticale 0.037

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	2027.56	1610.07
2	2030.87	1609.52
3	2048.26	1614.98
4	2052.67	1615.95
5	2064.02	1617.29
6	2085.55	1610.1
7	2097.74	1609.52
8	2112.1	1602.01
9	2119.58	1601.96
10	2129.6	1594.95
11	2138.64	1595.16
12	2141.64	1594.31
13	2168.92	1577.29
14	2177.31	1576.84
15	2183.48	1573.37
16	2209.92	1577.94
17	2229.14	1575.48
18	2241.22	1572.43
19	2251.01	1572.87
20	2256.61	1569.55
21	2264.63	1569.93
22	2280.07	1558.15
23	2298.42	1557.55
24	2322.58	1543.82
25	2344.37	1543.36

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	2027.56	1610.07
2	2029.85	1609.69
3	2030.87	1609.52
4	2048.26	1614.99
5	2052.66	1615.95
6	2064.02	1617.3
7	2085.55	1610.1
8	2091.53	1609.82
9	2096.17	1605.88
10	2113.2	1599.88
11	2135.41	1576.88
12	2149.0	1571.38
13	2162.68	1571.88
14	2173.7	1574.88
15	2180.8	1574.88
16	2183.48	1573.37
17	2187.08	1569.98
18	2247.32	1569.11
19	2251.97	1568.98
20	2255.23	1568.39
21	2258.9	1566.79
22	2263.0	1564.59
23	2272.1	1559.69
24	2289.65	1554.18
25	2298.51	1550.82
26	2310.58	1547.26
27	2316.74	1544.61
28	2321.33	1542.63

29	2325.41	1541.74
30	2336.7	1541.17
31	2344.37	1540.06
32	2344.37	1543.36
33	2344.37	1543.36

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	2027.56	1610.07
2	2029.85	1609.69
3	2029.85	1609.69
4	2029.85	1609.69
5	2029.85	1609.69
6	2030.87	1609.52
7	2048.26	1614.99
8	2052.66	1615.95
9	2064.02	1617.3
10	2085.55	1610.1
11	2099.61	1597.39
12	2115.67	1582.81
13	2135.49	1576.96
14	2148.9	1571.49
15	2162.97	1571.86
16	2173.28	1574.84
17	2180.85	1574.95
18	2183.82	1573.46
19	2187.15	1570.14
20	2209.98	1569.83
21	2251.95	1569.01
22	2255.33	1568.32
23	2259.14	1566.72
24	2272.3	1559.62
25	2289.3	1554.38
26	2298.16	1550.97
27	2310.45	1547.3
28	2321.28	1542.64
29	2325.48	1541.74
30	2336.73	1541.15
31	2344.37	1540.07

Vertici strato 3

N	X (m)	y (m)
1	2027.56	1604.68
2	2028.74	1604.92
3	2030.57	1604.98
4	2041.05	1605.76
5	2052.92	1608.09
6	2064.57	1607.21
7	2084.71	1602.78
8	2098.93	1595.0
9	2115.42	1582.64
10	2135.49	1576.96
11	2148.9	1571.49
12	2162.97	1571.86
13	2173.28	1574.84
14	2180.85	1574.95
15	2183.82	1573.46
16	2187.15	1570.14
17	2209.98	1569.83

18	2220.76	1566.43
19	2247.39	1558.23
20	2279.64	1547.89
21	2311.49	1538.17
22	2344.37	1530.48

Coefficienti parziali azioni

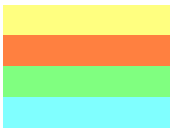
Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

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	Si	

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Litologia
1	16		29	20	20	
2	16		29	24	24	
3	88		34.4	26	26	
4	105		36	26	26	



Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.42	
Ascissa centro superficie	2202.37	m
Ordinata centro superficie	1722.84	m
Raggio superficie	149.33	m

Numero di superfici esaminate....(221)

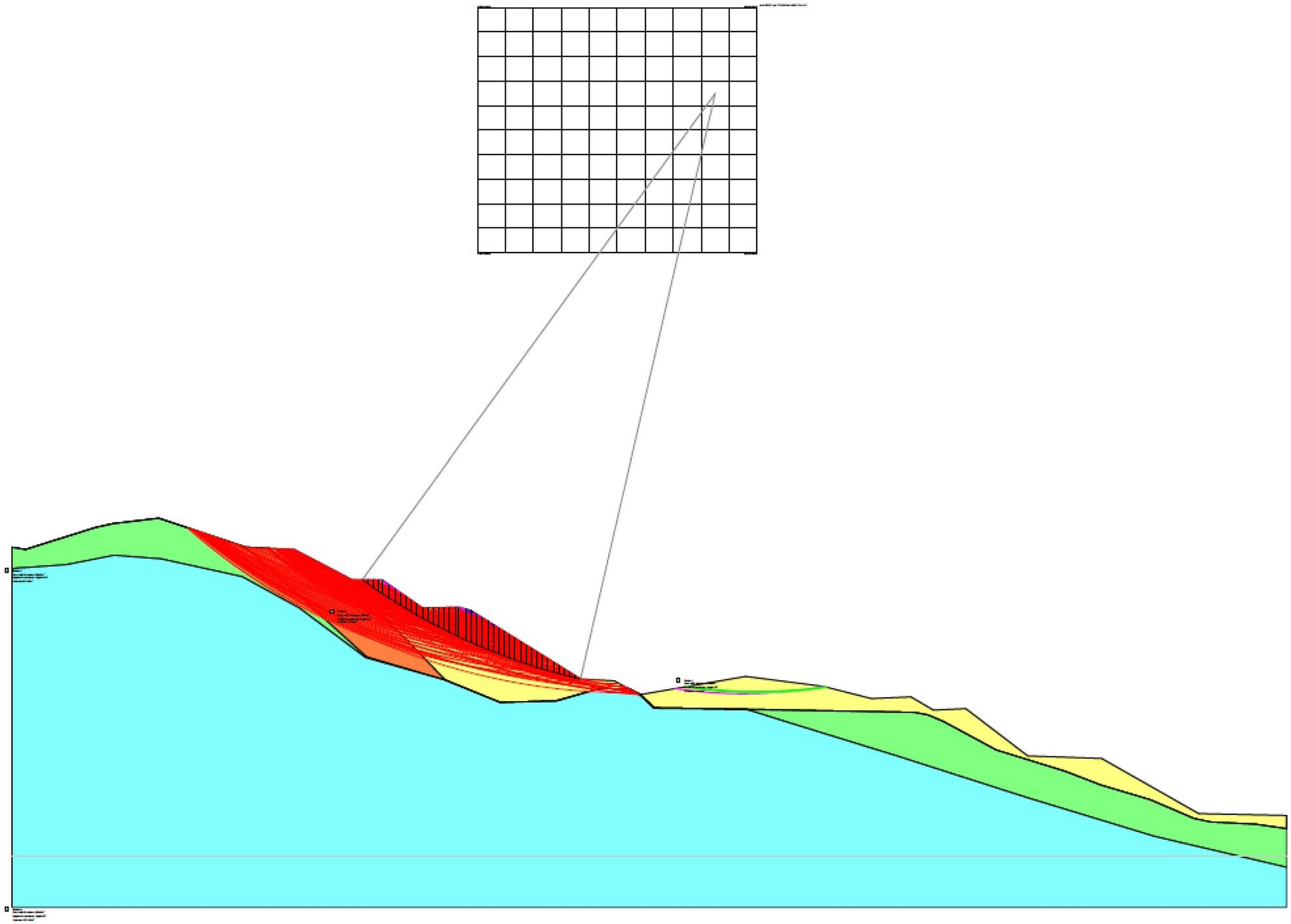
N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	2143.3	1683.2	88.7	1.95
2	2146.7	1686.3	93.3	2.09
3	2150.2	1683.2	94.0	1.70
4	2153.7	1686.3	98.5	1.64
5	2157.2	1683.2	99.3	20.00
6	2160.7	1686.3	103.2	1.46
7	2164.1	1683.2	101.3	1.45
8	2167.6	1686.3	104.4	1.50
9	2171.1	1683.2	101.0	1.60
10	2174.6	1686.3	103.5	1.69
11	2178.0	1683.2	112.4	20.00
12	2181.5	1686.3	102.7	2.26
13	2185.0	1683.2	99.3	8.65
14	2188.5	1686.3	114.5	20.00
15	2191.9	1683.2	111.2	20.00
16	2195.4	1686.3	113.9	20.00

17	2198.9	1683.2	110.6	1.88
18	2202.4	1686.3	113.3	1.51
19	2205.8	1683.2	109.9	4.15
20	2209.3	1686.3	112.6	10.10
21	2212.8	1683.2	109.3	13.25
22	2143.3	1689.3	92.7	3.37
23	2146.7	1692.4	97.3	2.65
24	2150.2	1689.3	97.8	1.96
25	2153.7	1692.4	102.4	1.85
26	2157.2	1689.3	103.1	1.59
27	2160.7	1692.4	107.6	1.53
28	2164.1	1689.3	106.9	1.46
29	2167.6	1692.4	110.4	1.48
30	2171.1	1689.3	106.9	1.61
31	2174.6	1692.4	109.5	1.68
32	2178.0	1689.3	106.1	2.08
33	2181.5	1692.4	108.7	2.21
34	2185.0	1689.3	105.3	4.32
35	2188.5	1692.4	120.5	20.00
36	2191.9	1689.3	117.2	20.00
37	2195.4	1692.4	119.9	20.00
38	2198.9	1689.3	116.6	1.84
39	2202.4	1692.4	119.3	1.45
40	2205.8	1689.3	116.0	2.20
41	2209.3	1692.4	118.6	10.23
42	2212.8	1689.3	115.3	13.33
43	2143.3	1695.4	108.5	20.00
44	2146.7	1698.5	101.3	5.59
45	2150.2	1695.4	101.8	2.25
46	2153.7	1698.5	106.4	2.36
47	2157.2	1695.4	107.0	1.76
48	2160.7	1698.5	111.5	1.68
49	2164.1	1695.4	112.2	1.49
50	2167.6	1698.5	116.1	1.48
51	2171.1	1695.4	112.9	1.60
52	2174.6	1698.5	115.5	1.71
53	2178.0	1695.4	112.1	1.94
54	2181.5	1698.5	127.2	20.00
55	2185.0	1695.4	111.3	3.34
56	2188.5	1698.5	126.5	20.00
57	2191.9	1695.4	123.2	20.00
58	2195.4	1698.5	125.9	20.00
59	2198.9	1695.4	122.6	1.85
60	2202.4	1698.5	125.3	1.43
61	2205.8	1695.4	122.0	1.78
62	2209.3	1698.5	124.7	4.74
63	2212.8	1695.4	121.3	13.43
64	2143.3	1701.5	112.5	20.00
65	2146.7	1704.5	117.1	20.00
66	2150.2	1701.5	117.7	20.00
67	2153.7	1704.5	110.5	6.88
68	2157.2	1701.5	111.0	2.13
69	2160.7	1704.5	115.5	1.97
70	2164.1	1701.5	116.1	1.62
71	2167.6	1704.5	120.6	1.56
72	2171.1	1701.5	118.9	1.55
73	2174.6	1704.5	121.5	1.72
74	2178.0	1701.5	118.1	1.87
75	2181.5	1704.5	120.7	3.83

76	2185.0	1701.5	117.2	2.96
77	2188.5	1704.5	132.5	20.00
78	2191.9	1701.5	129.2	20.00
79	2195.4	1704.5	131.9	20.00
80	2198.9	1701.5	128.6	1.75
81	2202.4	1704.5	131.3	1.43
82	2205.8	1701.5	128.0	1.63
83	2209.3	1704.5	130.7	2.47
84	2212.8	1701.5	127.4	13.54
85	2143.3	1707.6	116.7	20.00
86	2146.7	1710.6	121.3	20.00
87	2150.2	1707.6	121.7	20.00
88	2153.7	1710.6	114.7	6.95
89	2157.2	1707.6	115.1	2.91
90	2160.7	1710.6	119.6	2.38
91	2164.1	1707.6	120.1	1.84
92	2167.6	1710.6	124.7	1.74
93	2171.1	1707.6	124.7	1.54
94	2174.6	1710.6	127.5	1.68
95	2178.0	1707.6	124.1	1.83
96	2181.5	1710.6	126.6	2.54
97	2185.0	1707.6	123.2	2.77
98	2188.5	1710.6	125.8	9.22
99	2191.9	1707.6	135.2	20.00
100	2195.4	1710.6	137.9	20.00
101	2198.9	1707.6	134.6	1.69
102	2202.4	1710.6	137.3	1.50
103	2205.8	1707.6	134.0	1.56
104	2209.3	1710.6	136.7	1.98
105	2212.8	1707.6	133.4	13.65
106	2143.3	1713.7	121.0	2.45
107	2146.7	1716.7	125.5	2.32
108	2150.2	1713.7	125.9	20.00
109	2153.7	1716.7	130.5	2.05
110	2157.2	1713.7	119.2	4.20
111	2160.7	1716.7	123.8	3.19
112	2164.1	1713.7	124.2	2.37
113	2167.6	1716.7	128.8	2.12
114	2171.1	1713.7	129.2	1.67
115	2174.6	1716.7	132.7	1.75
116	2178.0	1713.7	130.0	1.87
117	2181.5	1716.7	132.6	2.18
118	2185.0	1713.7	129.2	2.68
119	2188.5	1716.7	131.8	5.36
120	2191.9	1713.7	141.3	20.00
121	2195.4	1716.7	143.9	20.00
122	2198.9	1713.7	140.6	1.60
123	2202.4	1716.7	143.3	1.45
124	2205.8	1713.7	140.0	1.53
125	2209.3	1716.7	142.7	1.79
126	2212.8	1713.7	139.4	6.69
127	2143.3	1719.8	125.3	2.37
128	2146.7	1722.8	129.9	2.38
129	2150.2	1719.8	130.1	2.20
130	2153.7	1722.8	134.7	2.16
131	2157.2	1719.8	135.1	2.01
132	2160.7	1722.8	139.7	1.95
133	2164.1	1719.8	140.1	1.83
134	2167.6	1722.8	144.7	1.78

135	2171.1	1719.8	133.4	1.94
136	2174.6	1722.8	137.2	2.02
137	2178.0	1719.8	136.0	1.88
138	2181.5	1722.8	138.6	2.09
139	2185.0	1719.8	147.9	20.00
140	2188.5	1722.8	137.8	4.30
141	2191.9	1719.8	147.3	20.00
142	2195.4	1722.8	150.0	20.00
143	2198.9	1719.8	146.6	1.59
144	2202.4	1722.8	149.3	1.42
145	2205.8	1719.8	159.3	20.00
146	2209.3	1722.8	148.7	1.70
147	2212.8	1719.8	145.4	2.99
148	2143.3	1725.9	129.7	2.33
149	2146.7	1728.9	134.3	2.29
150	2150.2	1725.9	134.5	2.31
151	2153.7	1728.9	139.1	2.18
152	2157.2	1725.9	139.3	2.07
153	2160.7	1728.9	143.9	2.01
154	2164.1	1725.9	144.3	1.89
155	2167.6	1728.9	148.9	1.83
156	2171.1	1725.9	137.6	2.74
157	2174.6	1728.9	141.8	2.56
158	2178.0	1725.9	140.7	2.16
159	2181.5	1728.9	144.2	2.15
160	2185.0	1725.9	141.2	3.57
161	2188.5	1728.9	143.8	3.81
162	2191.9	1725.9	153.3	20.00
163	2195.4	1728.9	156.0	1.59
164	2198.9	1725.9	152.7	1.61
165	2202.4	1728.9	155.3	1.50
166	2205.8	1725.9	152.0	1.59
167	2209.3	1728.9	154.7	1.65
168	2212.8	1725.9	151.4	2.28
169	2143.3	1732.0	134.2	2.48
170	2146.7	1735.0	138.8	2.19
171	2150.2	1732.0	138.9	2.36
172	2153.7	1735.0	143.5	2.28
173	2157.2	1732.0	143.7	2.13
174	2160.7	1735.0	148.3	2.04
175	2164.1	1732.0	148.5	1.93
176	2167.6	1735.0	153.1	1.85
177	2171.1	1732.0	153.5	1.78
178	2174.6	1735.0	158.1	1.74
179	2178.0	1732.0	145.3	2.20
180	2181.5	1735.0	161.2	1.75
181	2185.0	1732.0	147.2	2.74
182	2188.5	1735.0	149.7	3.55
183	2191.9	1732.0	159.3	20.00
184	2195.4	1735.0	162.0	1.56
185	2198.9	1732.0	158.7	1.56
186	2202.4	1735.0	161.4	1.51
187	2205.8	1732.0	158.0	1.53
188	2209.3	1735.0	160.7	9.93
189	2212.8	1732.0	157.4	2.01
190	2143.3	1738.1	138.8	2.80
191	2146.7	1741.1	143.4	2.81
192	2150.2	1738.1	143.4	2.00
193	2153.7	1741.1	148.0	2.08

194	2157.2	1738.1	148.1	2.15
195	2160.7	1741.1	152.7	2.10
196	2164.1	1738.1	152.9	1.96
197	2167.6	1741.1	157.5	1.93
198	2171.1	1738.1	157.7	1.84
199	2174.6	1741.1	162.3	1.79
200	2178.0	1738.1	161.9	1.72
201	2181.5	1741.1	165.7	1.65
202	2185.0	1738.1	152.3	3.27
203	2188.5	1741.1	168.6	20.00
204	2191.9	1738.1	165.3	20.00
205	2195.4	1741.1	168.0	1.51
206	2198.9	1738.1	164.7	1.52
207	2202.4	1741.1	167.4	1.51
208	2205.8	1738.1	164.1	1.50
209	2209.3	1741.1	166.7	1.72
210	2212.8	1738.1	163.4	1.88
211	2143.3	1744.2	143.5	4.21
212	2150.2	1744.2	148.0	2.38
213	2157.2	1744.2	152.6	2.17
214	2164.1	1744.2	157.3	2.00
215	2171.1	1744.2	162.0	1.86
216	2178.0	1744.2	166.4	1.73
217	2185.0	1744.2	169.5	1.64
218	2191.9	1744.2	171.3	20.00
219	2198.9	1744.2	170.7	1.49
220	2205.8	1744.2	170.1	1.48
221	2212.8	1744.2	169.4	1.81



SEZIONE 5 – STABILITA' GLOBALE

Analisi di stabilità dei pendii con : JANBU (1967)
==========

Lat./Long. 43.876173/7.935645 °
Calcolo eseguito secondo NTC 2018
Numero di strati 4.0
Numero dei conci 40.0
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	2271.78	m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	2019.26	m
Ascissa vertice destro superiore xs	2387.98	m
Ordinata vertice destro superiore ys	2111.15	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

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	0.275	2.594	0.181
S.L.D.	50.0	0.392	2.63	0.211
S.L.V.	475.0	1.51	2.431	0.291
S.L.C.	975.0	2.03	2.473	0.306

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.33	0.2	0.0067	0.0034
S.L.D.	0.4704	0.2	0.0096	0.0048
S.L.V.	1.812	0.27	0.0499	0.0249
S.L.C.	2.436	0.3	0.0745	0.0373

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0745
Coefficiente azione sismica verticale 0.0373

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	2195.33	1954.08
2	2199.42	1955.82
3	2204.37	1958.5
4	2207.13	1959.5
5	2209.88	1960.8
6	2210.75	1961.1
7	2213.29	1961.65
8	2220.38	1961.38
9	2223.4	1961.21
10	2225.27	1959.9
11	2229.68	1956.74
12	2232.46	1955.99
13	2237.85	1956.18
14	2267.88	1942.7
15	2267.89	1942.71
16	2274.17	1942.73
17	2281.92	1937.28
18	2286.68	1937.37
19	2292.91	1932.96
20	2296.34	1930.76
21	2296.34	1930.76
22	2296.34	1930.76
23	2306.36	1929.93
24	2306.36	1929.93
25	2306.36	1929.93
26	2320.35	1920.78
27	2332.83	1913.31
28	2332.98	1913.3
29	2333.56	1913.3
30	2338.95	1913.8
31	2342.68	1914.12
32	2355.92	1902.67
33	2360.07	1902.6
34	2365.49	1902.68
35	2377.49	1902.57
36	2389.49	1902.23
37	2401.49	1902.13
38	2413.49	1902.09
39	2430.99	1901.46
40	2436.75	1897.52
41	2446.45	1896.71
42	2446.45	1896.71
43	2446.45	1896.71
44	2458.71	1888.53
45	2463.36	1888.3
46	2479.17	1879.71
47	2484.31	1879.6

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	2195.33	1954.07
2	2199.42	1955.81
3	2204.37	1958.49
4	2207.13	1959.5
5	2209.88	1960.8
6	2210.75	1961.1

7	2213.29	1961.64
8	2220.38	1961.37
9	2223.4	1961.2
10	2225.27	1959.89
11	2229.7	1956.74
12	2237.85	1956.17
13	2257.52	1947.35
14	2264.23	1940.98
15	2276.99	1937.98
16	2286.96	1925.98
17	2290.59	1925.98
18	2306.97	1909.99
19	2328.54	1908.83
20	2350.12	1907.68
21	2355.92	1902.67
22	2360.07	1902.6
23	2365.49	1902.67
24	2377.49	1902.56
25	2389.49	1902.22
26	2401.49	1902.12
27	2413.49	1902.08
28	2421.14	1901.81
29	2436.57	1896.3
30	2460.42	1887.18
31	2476.41	1879.94
32	2484.31	1876.1

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	2195.33	1954.07
2	2199.42	1955.81
3	2199.42	1955.81
4	2199.42	1955.81
5	2199.42	1955.81
6	2204.37	1958.49
7	2207.13	1959.5
8	2209.88	1960.8
9	2210.75	1961.1
10	2213.29	1961.64
11	2220.38	1961.37
12	2223.4	1961.2
13	2227.27	1949.98
14	2245.92	1937.24
15	2269.13	1922.1
16	2281.14	1917.36
17	2287.6	1915.64
18	2306.97	1909.98
19	2350.16	1907.79
20	2355.89	1902.52
21	2401.85	1902.23
22	2421.14	1901.81
23	2436.57	1896.3
24	2460.42	1887.18
25	2476.41	1879.94
26	2484.31	1876.1

Vertici strato 3

N	X (m)	y (m)
1	2195.33	1947.37

2	2202.03	1949.79
3	2214.27	1951.48
4	2227.27	1949.98
5	2245.92	1937.24
6	2269.13	1922.1
7	2281.14	1917.36
8	2287.6	1915.64
9	2306.97	1909.98
10	2350.16	1907.79
11	2355.89	1902.52
12	2401.85	1902.23
13	2417.45	1895.85
14	2437.54	1885.81
15	2437.54	1885.81
16	2484.31	1870.01

Coefficienti parziali azioni

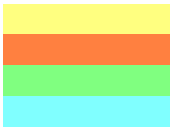
Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

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	Si	

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Litologia
1	16		29	20	20	
2	16		29	24	24	
3	88		34.4	26	26	
4	105		36	26	26	



Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.24	
Ascissa centro superficie	2335.69	m
Ordinata centro superficie	2060.61	m
Raggio superficie	146.41	m

Numero di superfici esaminate....(218)

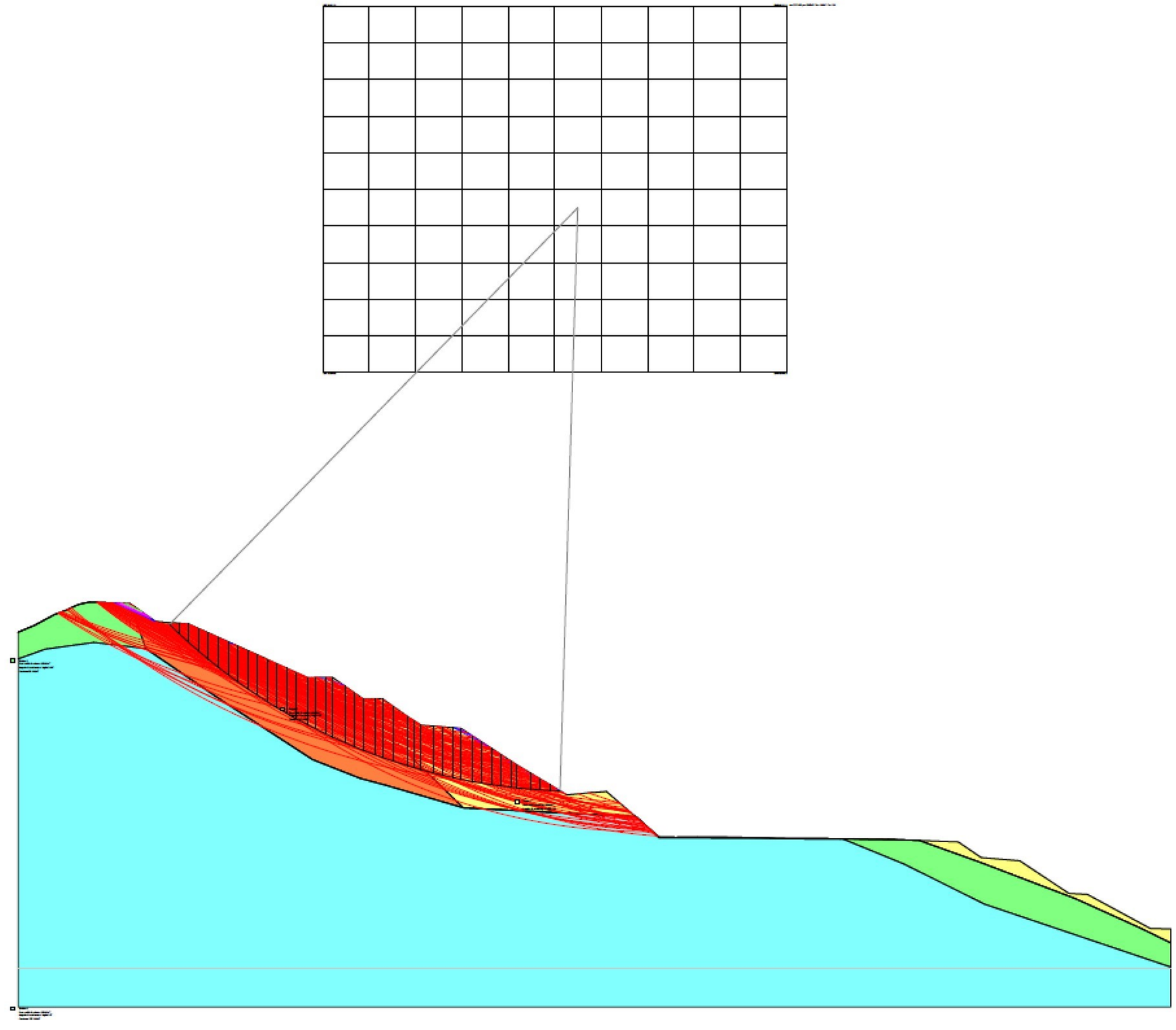
N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	2271.8	2019.3	71.8	5.84
2	2277.6	2023.9	79.1	2.73
3	2283.4	2019.3	80.1	1.66
4	2289.2	2023.9	87.0	1.63
5	2295.0	2019.3	86.4	1.48
6	2300.8	2023.9	92.0	1.55

7	2306.6	2019.3	91.7	20.00
8	2312.4	2023.9	97.2	1.56
9	2318.3	2019.3	97.7	1.40
10	2324.1	2023.9	102.6	1.45
11	2329.9	2019.3	105.1	20.00
12	2335.7	2023.9	108.9	1.31
13	2341.5	2019.3	105.5	1.30
14	2347.3	2023.9	108.4	1.53
15	2353.1	2019.3	105.2	1.70
16	2358.9	2023.9	108.0	8.81
17	2364.7	2019.3	120.1	20.00
18	2370.6	2023.9	124.2	20.00
19	2376.4	2019.3	119.8	20.00
20	2382.2	2023.9	123.4	2.20
21	2388.0	2019.3	120.2	3.13
22	2271.8	2028.5	87.9	20.00
23	2277.6	2033.0	95.2	20.00
24	2283.4	2028.5	86.4	2.08
25	2289.2	2033.0	93.4	2.06
26	2295.0	2028.5	92.6	1.78
27	2300.8	2033.0	98.1	2.08
28	2306.6	2028.5	97.5	1.66
29	2312.4	2033.0	103.1	1.81
30	2318.3	2028.5	102.7	1.64
31	2324.1	2033.0	108.3	1.73
32	2329.9	2028.5	108.1	1.49
33	2335.7	2033.0	113.6	1.51
34	2341.5	2028.5	112.3	1.40
35	2347.3	2033.0	115.1	1.91
36	2353.1	2028.5	111.1	2.46
37	2358.9	2033.0	131.0	20.00
38	2364.7	2028.5	127.4	20.00
39	2370.6	2033.0	131.3	20.00
40	2376.4	2028.5	127.5	20.00
41	2382.2	2033.0	130.7	2.14
42	2388.0	2028.5	127.6	4.64
43	2271.8	2037.6	94.7	2.02
44	2277.6	2042.2	101.9	1.90
45	2283.4	2037.6	102.5	20.00
46	2289.2	2042.2	109.7	20.00
47	2295.0	2037.6	99.0	2.93
48	2300.8	2042.2	115.5	20.00
49	2306.6	2037.6	103.7	2.62
50	2312.4	2042.2	109.2	2.98
51	2318.3	2037.6	108.6	2.00
52	2324.1	2042.2	114.2	2.06
53	2329.9	2037.6	113.8	1.81
54	2335.7	2042.2	119.3	1.96
55	2341.5	2037.6	118.8	1.59
56	2347.3	2042.2	122.4	2.96
57	2353.1	2037.6	117.9	7.31
58	2358.9	2042.2	138.0	1.65
59	2364.7	2037.6	135.0	1.74
60	2370.6	2042.2	139.0	1.76
61	2376.4	2037.6	134.7	1.93
62	2382.2	2042.2	138.0	1.64
63	2388.0	2037.6	134.7	2.40
64	2271.8	2046.8	101.8	2.34
65	2277.6	2051.4	109.0	2.07

66	2283.4	2046.8	109.2	1.76
67	2289.2	2051.4	116.4	1.71
68	2295.0	2046.8	115.8	20.00
69	2300.8	2051.4	122.0	20.00
70	2306.6	2046.8	110.1	5.31
71	2312.4	2051.4	127.9	20.00
72	2318.3	2046.8	114.8	2.97
73	2324.1	2051.4	120.4	5.06
74	2329.9	2046.8	119.7	2.62
75	2335.7	2051.4	140.5	20.00
76	2341.5	2046.8	124.9	2.51
77	2347.3	2051.4	130.4	3.17
78	2353.1	2046.8	143.0	20.00
79	2358.9	2051.4	147.0	1.64
80	2364.7	2046.8	141.9	1.63
81	2370.6	2051.4	145.9	1.60
82	2376.4	2046.8	142.6	1.70
83	2382.2	2051.4	146.0	1.70
84	2388.0	2046.8	142.0	3.44
85	2271.8	2056.0	109.1	2.76
86	2277.6	2060.6	116.2	2.41
87	2283.4	2056.0	116.2	1.94
88	2289.2	2060.6	123.4	1.79
89	2295.0	2056.0	122.6	1.63
90	2300.8	2060.6	128.7	1.57
91	2306.6	2056.0	128.1	20.00
92	2312.4	2060.6	134.3	1.43
93	2318.3	2056.0	134.0	1.34
94	2324.1	2060.6	140.2	1.32
95	2329.9	2056.0	140.2	1.25
96	2335.7	2060.6	146.4	1.24
97	2341.5	2056.0	146.6	20.00
98	2347.3	2060.6	152.8	20.00
99	2353.1	2056.0	152.0	1.59
100	2358.9	2060.6	155.9	1.59
101	2364.7	2056.0	150.9	1.60
102	2370.6	2060.6	154.8	1.48
103	2376.4	2056.0	149.8	1.61
104	2382.2	2060.6	153.7	1.84
105	2271.8	2065.2	116.6	3.90
106	2277.6	2069.8	123.6	2.94
107	2283.4	2065.2	123.4	2.12
108	2289.2	2069.8	130.6	1.98
109	2295.0	2065.2	129.6	1.76
110	2300.8	2069.8	135.7	1.70
111	2306.6	2065.2	146.1	20.00
112	2312.4	2069.8	141.0	1.50
113	2318.3	2065.2	140.5	1.40
114	2324.1	2069.8	146.6	1.38
115	2329.9	2065.2	146.4	1.30
116	2335.7	2069.8	152.6	1.29
117	2341.5	2065.2	152.6	20.00
118	2347.3	2069.8	158.8	1.26
119	2353.1	2065.2	159.0	1.48
120	2358.9	2069.8	164.9	1.53
121	2364.7	2065.2	159.9	1.56
122	2370.6	2069.8	163.8	1.42
123	2376.4	2065.2	158.8	1.52
124	2382.2	2069.8	162.7	1.69

125	2388.0	2065.2	176.6	20.00
126	2271.8	2074.4	124.2	8.86
127	2277.6	2079.0	131.2	6.10
128	2283.4	2074.4	130.8	2.40
129	2289.2	2079.0	137.9	2.14
130	2295.0	2074.4	136.7	1.90
131	2300.8	2079.0	142.8	1.81
132	2306.6	2074.4	141.8	1.61
133	2312.4	2079.0	147.9	1.57
134	2318.3	2074.4	147.1	1.47
135	2324.1	2079.0	153.3	1.46
136	2329.9	2074.4	152.8	1.37
137	2335.7	2079.0	159.0	1.36
138	2341.5	2074.4	158.8	1.28
139	2347.3	2079.0	164.9	1.28
140	2353.1	2074.4	164.9	1.26
141	2358.9	2079.0	171.1	1.27
142	2364.7	2074.4	168.8	1.51
143	2370.6	2079.0	172.8	1.41
144	2376.4	2074.4	167.7	1.49
145	2382.2	2079.0	171.7	1.74
146	2388.0	2074.4	166.6	4.66
147	2271.8	2083.6	141.2	20.00
148	2277.6	2088.2	139.0	10.61
149	2283.4	2083.6	138.3	3.02
150	2289.2	2088.2	145.4	2.51
151	2295.0	2083.6	144.1	2.12
152	2300.8	2088.2	150.1	2.03
153	2306.6	2083.6	148.9	1.78
154	2312.4	2088.2	154.9	1.69
155	2318.3	2083.6	154.0	1.51
156	2324.1	2088.2	160.1	1.58
157	2329.9	2083.6	159.4	1.46
158	2335.7	2088.2	165.6	1.47
159	2341.5	2083.6	165.2	1.36
160	2347.3	2088.2	171.3	1.37
161	2353.1	2083.6	171.1	1.28
162	2358.9	2088.2	177.3	1.33
163	2364.7	2083.6	177.3	1.41
164	2370.6	2088.2	181.7	1.36
165	2376.4	2083.6	176.7	1.44
166	2382.2	2088.2	180.6	1.58
167	2388.0	2083.6	175.6	2.62
168	2271.8	2092.8	149.1	2.51
169	2277.6	2097.4	156.0	2.42
170	2283.4	2092.8	146.0	6.98
171	2289.2	2097.4	153.0	3.24
172	2295.0	2092.8	161.2	2.09
173	2300.8	2097.4	157.6	6.33
174	2306.6	2092.8	156.1	9.23
175	2312.4	2097.4	162.2	1.87
176	2318.3	2092.8	161.0	1.69
177	2324.1	2097.4	167.1	1.72
178	2329.9	2092.8	166.2	1.61
179	2335.7	2097.4	172.4	1.66
180	2341.5	2092.8	171.7	1.49
181	2347.3	2097.4	177.9	1.52
182	2353.1	2092.8	177.5	1.38
183	2358.9	2097.4	183.7	1.38

184	2364.7	2092.8	183.5	1.34
185	2370.6	2097.4	189.7	1.35
186	2376.4	2092.8	185.7	1.42
187	2382.2	2097.4	189.6	1.56
188	2388.0	2092.8	184.6	2.15
189	2271.8	2102.0	157.2	2.71
190	2277.6	2106.6	164.0	2.47
191	2283.4	2102.0	153.8	12.88
192	2289.2	2106.6	160.7	8.04
193	2295.0	2102.0	168.8	2.08
194	2300.8	2106.6	165.2	13.12
195	2312.4	2106.6	169.5	2.20
196	2318.3	2102.0	180.3	1.79
197	2324.1	2106.6	186.9	1.75
198	2329.9	2102.0	186.6	1.72
199	2335.7	2106.6	179.3	1.93
200	2341.5	2102.0	178.5	1.73
201	2347.3	2106.6	184.6	1.78
202	2353.1	2102.0	184.0	1.53
203	2358.9	2106.6	190.2	1.55
204	2364.7	2102.0	189.8	1.39
205	2370.6	2106.6	196.0	1.40
206	2376.4	2102.0	194.6	1.41
207	2382.2	2106.6	198.6	1.47
208	2271.8	2111.1	165.4	2.86
209	2283.4	2111.1	170.9	2.31
210	2295.0	2111.1	167.0	9.44
211	2306.6	2111.1	171.1	2.62
212	2318.3	2111.1	187.5	1.82
213	2329.9	2111.1	180.3	2.45
214	2341.5	2111.1	185.4	2.06
215	2353.1	2111.1	190.8	1.83
216	2364.7	2111.1	196.4	1.57
217	2376.4	2111.1	202.2	1.40
218	2388.0	2111.1	202.5	2.03



SEZIONE 7 bis – STABILITA' GLOBALE

Analisi di stabilità dei pendii con : JANBU (1967)

==========

Lat./Long. 43.876173/7.935645 °
Calcolo eseguito secondo NTC 2018
Numero di strati 4.0
Numero dei conci 40.0
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	2176.8	m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1959.65	m
Ascissa vertice destro superiore xs	2391.82	m
Ordinata vertice destro superiore ys	2162.44	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

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	0.275	2.594	0.181
S.L.D.	50.0	0.392	2.63	0.211
S.L.V.	475.0	1.51	2.431	0.291
S.L.C.	975.0	2.03	2.473	0.306

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.33	0.2	0.0067	0.0034
S.L.D.	0.4704	0.2	0.0096	0.0048
S.L.V.	1.812	0.27	0.0499	0.0249
S.L.C.	2.436	0.3	0.0745	0.0373

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.075
Coefficiente azione sismica verticale 0.037

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	2043.38	1846.13
2	2050.18	1845.99
3	2065.43	1843.99
4	2082.23	1839.65
5	2085.24	1832.99
6	2090.24	1832.99
7	2096.84	1824.99
8	2102.81	1824.99
9	2128.46	1817.99
10	2140.66	1818.99
11	2144.8	1818.73
12	2156.83	1812.19
13	2160.97	1811.99
14	2166.3	1807.29
15	2171.1	1807.19
16	2175.03	1809.79
17	2188.47	1809.19
18	2210.88	1803.29
19	2221.11	1803.99
20	2229.6	1799.09
21	2234.25	1799.49
22	2234.66	1799.79
23	2235.32	1799.79
24	2260.11	1783.89
25	2265.44	1783.69
26	2288.89	1770.39
27	2337.95	1769.69
28	2375.09	1749.99
29	2378.56	1749.99

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	2043.38	1846.13
2	2043.59	1846.13
3	2044.17	1846.12
4	2050.18	1846.0
5	2065.44	1844.0
6	2082.23	1839.65
7	2085.24	1832.99
8	2090.24	1832.99
9	2096.84	1824.99
10	2102.81	1824.99
11	2128.46	1817.99
12	2140.66	1818.99
13	2144.8	1818.73
14	2156.83	1812.19
15	2160.98	1812.0
16	2166.31	1807.3
17	2171.1	1807.2
18	2174.46	1807.0
19	2186.61	1805.8
20	2193.92	1799.6
21	2202.27	1798.9
22	2217.24	1795.0
23	2224.47	1776.86
24	2230.97	1776.86

25	2235.06	1766.86
26	2253.71	1766.86
27	2256.56	1773.19
28	2283.97	1773.19
29	2288.9	1770.4
30	2330.19	1769.81
31	2342.12	1763.02
32	2359.8	1754.42
33	2378.56	1744.82

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	2043.38	1846.13
2	2043.42	1846.13
3	2043.59	1846.13
4	2044.17	1846.12
5	2050.18	1846.0
6	2065.44	1844.0
7	2082.23	1839.65
8	2085.24	1832.99
9	2094.88	1817.41
10	2130.58	1804.42
11	2152.45	1797.09
12	2162.21	1794.6
13	2179.86	1789.51
14	2199.75	1783.89
15	2211.93	1780.05
16	2224.65	1776.95
17	2230.93	1776.81
18	2235.06	1766.86
19	2253.71	1766.86
20	2256.56	1773.19
21	2283.97	1773.19
22	2288.9	1770.4
23	2330.19	1769.81
24	2342.12	1763.02
25	2359.8	1754.42
26	2378.56	1744.82

Vertici strato 3

N	X (m)	y (m)
1	2043.38	1836.0
2	2050.72	1835.32
3	2054.73	1834.77
4	2065.92	1831.89
5	2082.23	1828.0
6	2089.33	1826.42
7	2094.88	1817.41
8	2130.58	1804.42
9	2152.45	1797.09
10	2162.21	1794.6
11	2179.86	1789.51
12	2199.75	1783.89
13	2211.93	1780.05
14	2224.65	1776.95
15	2230.93	1776.81
16	2235.06	1766.86
17	2253.71	1766.86
18	2256.56	1773.19

19	2283.97	1773.19
20	2288.9	1770.4
21	2320.22	1770.0
22	2341.89	1757.73
23	2359.96	1748.86
24	2378.56	1739.81

Coefficienti parziali azioni

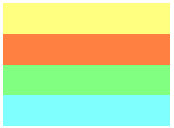
Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

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	Si	

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Litologia
1	16		29	20	20	
2	16		29	24	24	
3	88		34.4	26	26	
4	105		36	26	26	



Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.41	
Ascissa centro superficie	2305.81	m
Ordinata centro superficie	1959.65	m
Raggio superficie	186.33	m

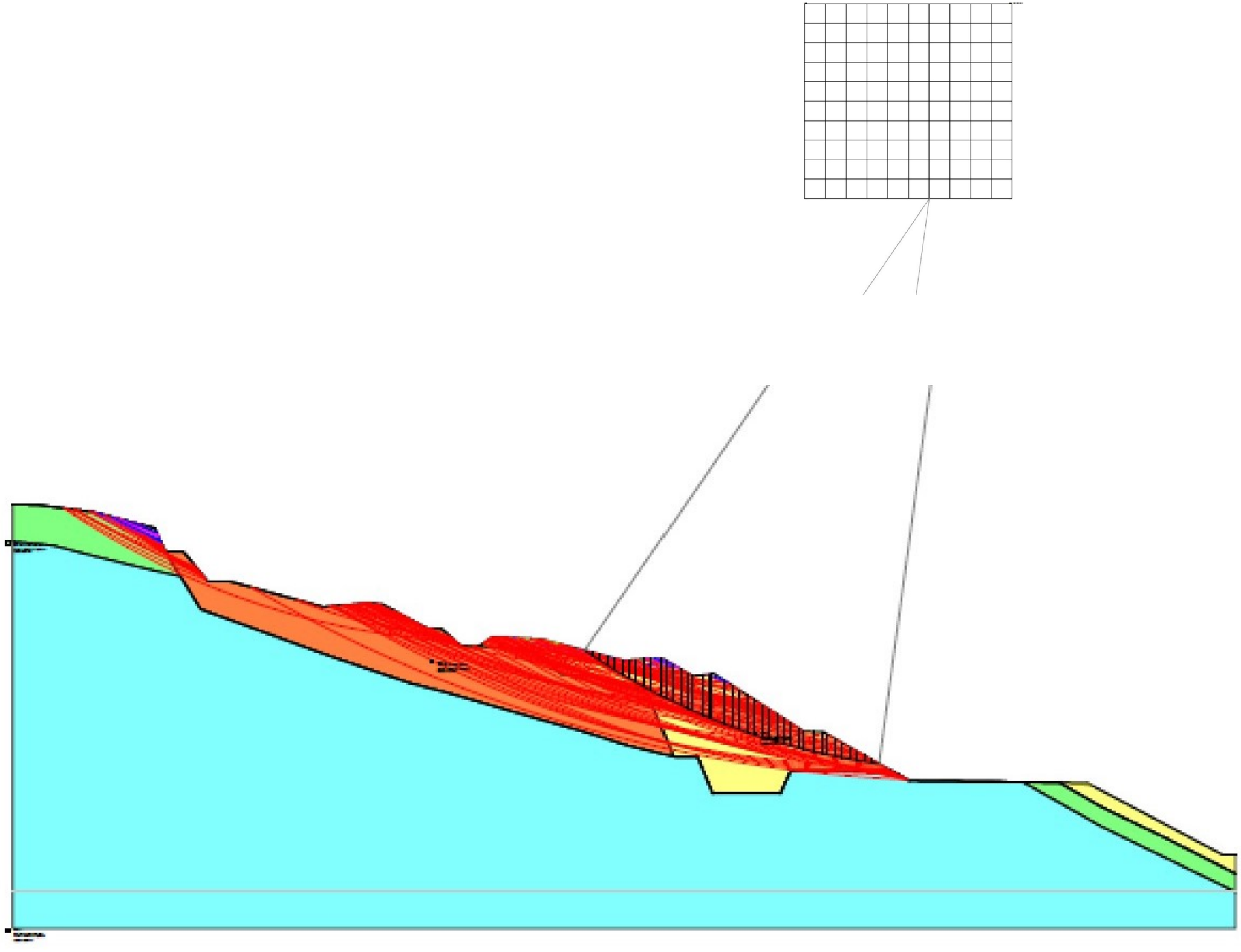
Numero di superfici esaminate....(148)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	2176.8	1959.7	150.3	2.60
2	2187.5	1969.8	164.9	20.00
3	2198.3	1959.7	156.2	20.00
4	2209.1	1969.8	170.0	20.00
5	2219.8	1959.7	155.1	5.81
6	2230.6	1969.8	175.8	20.00
7	2241.3	1959.7	167.2	20.00
8	2252.1	1969.8	174.3	2.77
9	2262.8	1959.7	162.5	5.06
10	2273.6	1969.8	184.6	1.78
11	2284.3	1959.7	173.2	1.89
12	2295.1	1969.8	197.3	1.49
13	2305.8	1959.7	186.3	1.41
14	2316.6	1969.8	193.8	1.55
15	2338.1	1969.8	205.5	20.00

16	2359.6	1969.8	201.7	19.91
17	2176.8	1979.9	173.2	2.89
18	2187.5	1990.1	187.8	2.69
19	2198.3	1979.9	170.9	4.31
20	2209.1	1990.1	184.4	3.37
21	2219.8	1979.9	179.8	2.23
22	2230.6	1990.1	189.6	3.46
23	2241.3	1979.9	185.5	20.00
24	2252.1	1990.1	193.2	3.19
25	2262.8	1979.9	196.0	1.83
26	2273.6	1990.1	203.9	1.86
27	2284.3	1979.9	192.5	2.05
28	2295.1	1990.1	216.9	1.48
29	2305.8	1979.9	205.9	1.46
30	2316.6	1990.1	212.9	1.59
31	2338.1	1990.1	225.2	20.00
32	2176.8	2000.2	188.7	5.71
33	2187.5	2010.3	203.2	4.97
34	2198.3	2000.2	194.4	2.17
35	2209.1	2010.3	216.3	2.67
36	2219.8	2000.2	214.2	3.95
37	2230.6	2010.3	215.3	20.00
38	2241.3	2000.2	199.5	5.11
39	2252.1	2010.3	209.3	13.17
40	2262.8	2000.2	215.3	2.64
41	2273.6	2010.3	223.2	1.96
42	2284.3	2000.2	227.9	1.75
43	2295.1	2010.3	236.5	1.53
44	2305.8	2000.2	225.5	1.50
45	2316.6	2010.3	232.0	1.65
46	2176.8	2020.5	212.2	2.29
47	2187.5	2030.6	219.3	10.51
48	2198.3	2020.5	210.1	4.19
49	2209.1	2030.6	223.2	3.25
50	2219.8	2020.5	219.0	2.02
51	2230.6	2030.6	230.1	3.00
52	2241.3	2020.5	226.4	20.00
53	2252.1	2030.6	251.2	20.00
54	2262.8	2020.5	234.4	2.02
55	2273.6	2030.6	242.4	2.05
56	2284.3	2020.5	247.5	1.68
57	2295.1	2030.6	256.1	1.59
58	2305.8	2020.5	244.8	1.55
59	2316.6	2030.6	251.2	1.74
60	2327.3	2020.5	257.0	20.00
61	2338.1	2030.6	264.6	1.57
62	2187.5	2050.9	243.2	2.47
63	2198.3	2040.8	233.8	8.03
64	2209.1	2050.9	255.3	20.00
65	2219.8	2040.8	234.3	13.92
66	2230.6	2050.9	256.1	20.00
67	2241.3	2040.8	241.2	3.43
68	2252.1	2050.9	252.3	3.59
69	2262.8	2040.8	248.6	2.37
70	2273.6	2050.9	259.7	2.35
71	2284.3	2040.8	267.1	1.62
72	2295.1	2050.9	275.7	1.66
73	2305.8	2040.8	263.9	1.61
74	2316.6	2050.9	270.4	1.84

75	2338.1	2050.9	284.4	1.56
76	2348.8	2040.8	272.8	1.54
77	2359.6	2050.9	281.3	3.52
78	2187.5	2071.2	259.7	3.28
79	2198.3	2061.0	257.6	20.00
80	2209.1	2071.2	263.4	2.88
81	2219.8	2061.0	259.4	20.00
82	2230.6	2071.2	271.7	2.78
83	2241.3	2061.0	268.4	20.00
84	2252.1	2071.2	280.7	2.16
85	2262.8	2061.0	263.4	4.50
86	2273.6	2071.2	290.3	1.81
87	2284.3	2061.0	286.7	1.65
88	2295.1	2071.2	295.4	1.69
89	2305.8	2061.0	283.1	1.67
90	2316.6	2071.2	289.7	1.94
91	2338.1	2071.2	304.2	1.57
92	2348.8	2061.0	292.6	1.52
93	2359.6	2071.2	301.2	10.72
94	2176.8	2081.3	261.9	7.09
95	2187.5	2091.5	276.1	5.50
96	2198.3	2081.3	274.0	2.87
97	2209.1	2091.5	288.1	2.71
98	2219.8	2081.3	275.6	2.87
99	2230.6	2091.5	287.8	3.13
100	2241.3	2081.3	283.9	1.92
101	2252.1	2091.5	296.2	2.03
102	2262.8	2081.3	293.0	2.08
103	2273.6	2091.5	305.3	2.01
104	2284.3	2081.3	302.6	1.75
105	2295.1	2091.5	315.0	1.71
106	2305.8	2081.3	302.3	1.73
107	2316.6	2091.5	309.1	2.04
108	2327.3	2081.3	316.0	20.00
109	2338.1	2091.5	324.0	1.56
110	2359.6	2091.5	321.1	1.90
111	2187.5	2111.7	292.8	15.68
112	2198.3	2101.6	290.2	4.56
113	2230.6	2111.7	314.6	3.17
114	2241.3	2101.6	299.9	4.35
115	2262.8	2101.6	308.4	2.56
116	2273.6	2111.7	336.1	3.73
117	2284.3	2101.6	317.6	1.96
118	2295.1	2111.7	329.9	4.53
119	2305.8	2101.6	321.5	1.79
120	2316.6	2111.7	328.4	2.14
121	2327.3	2101.6	335.8	20.00
122	2348.8	2101.6	332.4	1.56
123	2359.6	2111.7	341.1	1.73
124	2198.3	2121.9	306.8	9.57
125	2241.3	2121.9	327.9	3.91
126	2252.1	2132.0	341.2	4.62
127	2262.8	2121.9	324.3	3.44
128	2273.6	2132.0	336.6	3.28
129	2284.3	2121.9	333.0	2.24
130	2295.1	2132.0	345.3	2.13
131	2305.8	2121.9	340.8	1.83
132	2316.6	2132.0	347.8	2.22
133	2327.3	2121.9	355.5	20.00

134	2359.6	2132.0	361.0	1.69
135	2370.3	2121.9	350.1	5.03
136	2230.6	2152.3	348.5	6.37
137	2284.3	2142.2	348.8	3.04
138	2295.1	2152.3	361.0	2.88
139	2305.8	2142.2	357.5	2.04
140	2316.6	2152.3	367.2	2.31
141	2327.3	2142.2	355.1	7.86
142	2359.6	2152.3	380.9	1.72
143	2219.8	2162.4	351.8	16.85
144	2284.3	2162.4	364.9	8.77
145	2305.8	2162.4	392.1	1.84
146	2327.3	2162.4	374.6	7.44
147	2348.8	2162.4	392.0	1.61
148	2370.3	2162.4	389.9	2.56



SEZIONE 10 – STABILITA' GLOBALE

Analisi di stabilità dei pendii con : JANBU (1967)

==========

Lat./Long. 43.876173/7.935645 °
Calcolo eseguito secondo NTC 2018
Numero di strati 3.0
Numero dei conci 40.0
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	2229.08	m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1845.91	m
Ascissa vertice destro superiore xs	2370.45	m
Ordinata vertice destro superiore ys	1948.94	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

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	0.275	2.594	0.181
S.L.D.	50.0	0.392	2.63	0.211
S.L.V.	475.0	1.51	2.431	0.291
S.L.C.	975.0	2.03	2.473	0.306

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.33	0.2	0.0067	0.0034
S.L.D.	0.4704	0.2	0.0096	0.0048
S.L.V.	1.812	0.27	0.0499	0.0249
S.L.C.	2.436	0.3	0.0745	0.0373

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0745
Coefficiente azione sismica verticale 0.0373

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	2043.38	1749.99
2	2048.66	1746.48
3	2066.24	1741.77
4	2099.15	1738.36
5	2103.3	1738.64
6	2105.66	1737.98
7	2121.27	1739.1
8	2131.44	1738.5
9	2138.52	1738.73
10	2140.68	1735.48
11	2148.25	1735.56
12	2160.97	1734.8
13	2164.02	1733.46
14	2175.35	1733.12
15	2176.58	1733.36
16	2204.25	1712.99
17	2217.08	1712.99
18	2259.72	1698.99
19	2272.27	1698.99
20	2276.83	1683.99
21	2302.41	1683.99
22	2309.51	1688.13
23	2320.44	1685.35
24	2341.39	1679.48
25	2363.05	1677.23

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	2043.38	1749.99
2	2048.66	1746.48
3	2066.24	1741.77
4	2099.15	1738.36
5	2103.3	1738.64
6	2105.66	1737.98
7	2140.68	1733.48
8	2179.73	1730.92
9	2204.25	1712.99
10	2217.08	1712.99
11	2259.72	1698.99
12	2272.27	1698.99
13	2276.83	1683.99
14	2302.41	1683.99
15	2309.51	1688.13
16	2341.39	1679.48
17	2363.05	1677.23

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	2043.38	1735.45
2	2058.14	1730.97
3	2097.51	1725.67
4	2146.83	1719.91
5	2182.88	1716.16
6	2203.67	1711.51
7	2224.24	1700.67
8	2253.65	1687.18

9	2276.87	1681.65
10	2363.05	1673.48

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

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	Si	

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Litologia
1	16		29	20	20	
2	88		34.4	26	26	
3	105		36	26	26	

Risultati analisi pendio

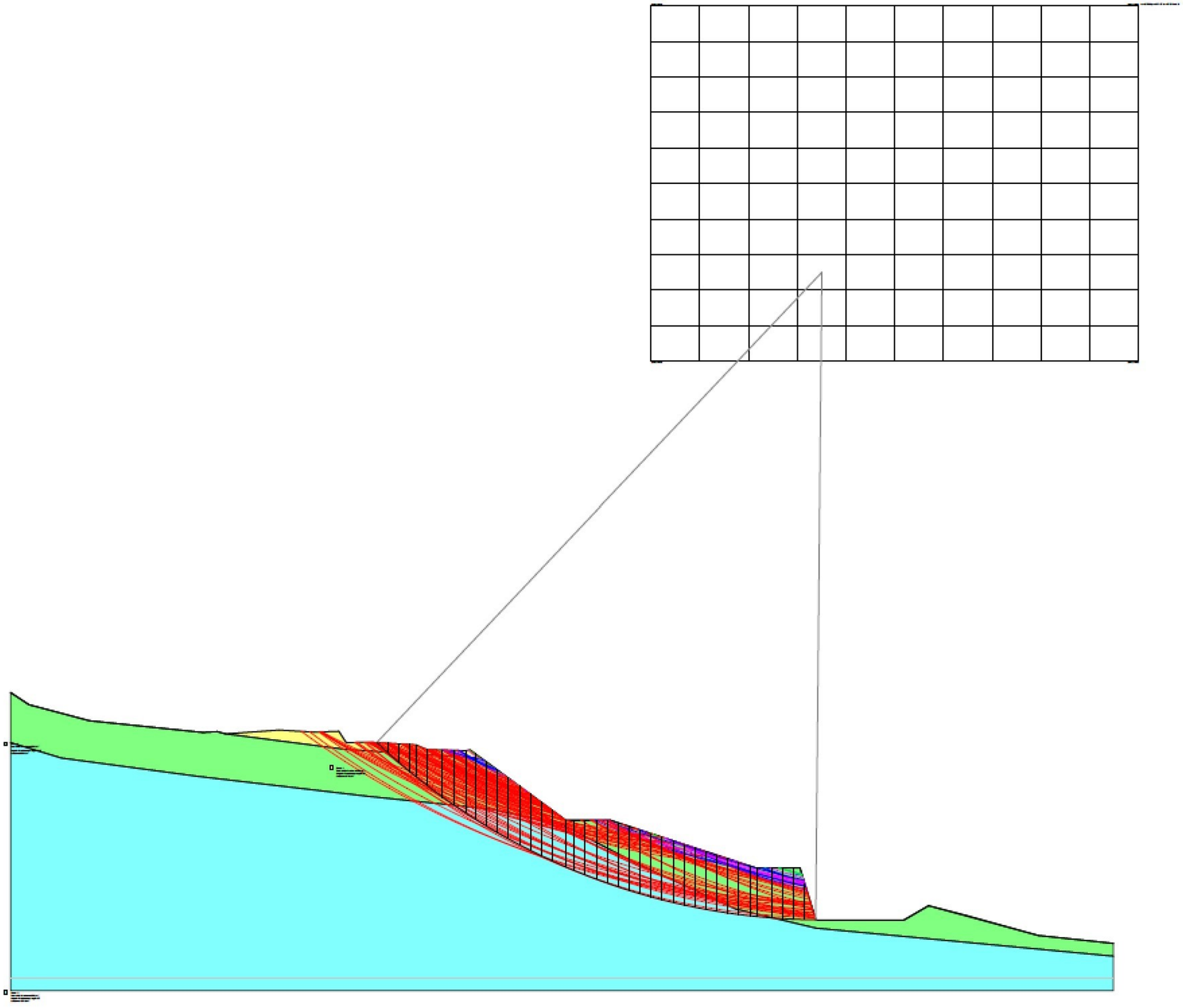
Fs minimo individuato	2.24	
Ascissa centro superficie	2278.56	m
Ordinata centro superficie	1871.67	m
Raggio superficie	187.58	m

Numero di superfici esaminate....(138)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	2229.1	1845.9	158.9	20.00
2	2236.1	1851.1	147.2	20.00
3	2243.2	1845.9	144.1	20.00
4	2250.3	1851.1	149.9	20.00
5	2257.4	1845.9	146.8	20.00
6	2264.4	1851.1	152.6	20.00
7	2271.5	1845.9	149.5	20.00
8	2278.6	1851.1	168.4	20.00
9	2285.6	1845.9	152.2	4.36
10	2292.7	1851.1	158.0	5.20
11	2299.8	1845.9	154.9	5.21
12	2306.8	1851.1	160.7	6.87
13	2313.9	1845.9	157.1	7.03
14	2321.0	1851.1	169.8	2.93
15	2229.1	1856.2	150.3	20.00
16	2236.1	1861.4	156.0	20.00
17	2243.2	1856.2	153.0	20.00
18	2250.3	1861.4	158.7	2.84
19	2257.4	1856.2	155.7	2.97
20	2264.4	1861.4	161.4	3.35
21	2271.5	1856.2	158.4	20.00
22	2278.6	1861.4	164.1	11.07

23	2285.6	1856.2	161.1	5.27
24	2292.7	1861.4	166.8	7.03
25	2299.8	1856.2	163.8	7.07
26	2306.8	1861.4	169.6	11.18
27	2313.9	1856.2	175.6	2.41
28	2229.1	1866.5	159.1	20.00
29	2236.1	1871.7	164.9	2.89
30	2243.2	1866.5	161.8	2.83
31	2250.3	1871.7	167.6	2.93
32	2257.4	1866.5	164.5	3.04
33	2264.4	1871.7	170.3	3.57
34	2271.5	1866.5	167.2	3.28
35	2278.6	1871.7	187.6	2.24
36	2285.6	1866.5	169.9	7.04
37	2292.7	1871.7	188.9	20.00
38	2299.8	1866.5	172.6	12.39
39	2306.8	1871.7	178.4	11.99
40	2313.9	1866.5	174.1	15.14
41	2321.0	1871.7	188.7	3.20
42	2328.0	1866.5	183.4	4.26
43	2335.1	1871.7	187.3	5.72
44	2229.1	1876.8	167.9	2.93
45	2236.1	1882.0	193.1	20.00
46	2243.2	1876.8	170.6	2.91
47	2250.3	1882.0	176.4	3.04
48	2257.4	1876.8	173.3	3.22
49	2264.4	1882.0	179.1	2.74
50	2271.5	1876.8	176.0	3.36
51	2278.6	1882.0	197.2	2.27
52	2285.6	1876.8	178.8	8.77
53	2299.8	1876.8	194.4	20.00
54	2306.8	1882.0	199.7	2.61
55	2328.0	1876.8	192.9	4.62
56	2335.1	1882.0	197.3	5.65
57	2229.1	1887.1	176.8	2.92
58	2243.2	1887.1	179.5	2.99
59	2250.3	1892.3	185.3	3.23
60	2257.4	1887.1	182.2	3.43
61	2264.4	1892.3	188.0	2.94
62	2271.5	1887.1	184.9	3.45
63	2278.6	1892.3	190.7	5.94
64	2285.6	1887.1	187.6	17.12
65	2299.8	1887.1	204.0	2.37
66	2306.8	1892.3	209.0	2.60
67	2313.9	1887.1	203.5	2.77
68	2321.0	1892.3	207.5	3.59
69	2328.0	1887.1	202.3	5.09
70	2335.1	1892.3	206.8	6.23
71	2229.1	1897.4	185.6	2.77
72	2243.2	1897.4	188.3	2.66
73	2250.3	1902.6	194.1	2.75
74	2257.4	1897.4	191.0	2.78
75	2264.4	1902.6	196.8	3.14
76	2271.5	1897.4	193.7	3.67
77	2278.6	1902.6	199.5	5.97
78	2285.6	1897.4	212.2	2.29
79	2292.7	1902.6	217.7	2.33
80	2299.8	1897.4	213.5	2.39
81	2321.0	1902.6	216.9	3.79

82	2328.0	1897.4	211.8	5.67
83	2229.1	1907.7	194.5	2.94
84	2243.2	1907.7	197.2	2.83
85	2250.3	1912.9	202.9	2.94
86	2257.4	1907.7	199.9	2.95
87	2264.4	1912.9	205.6	3.40
88	2271.5	1907.7	202.6	3.92
89	2278.6	1912.9	208.3	6.39
90	2285.6	1907.7	221.8	2.34
91	2292.7	1912.9	227.2	2.37
92	2306.8	1912.9	227.6	2.64
93	2313.9	1907.7	222.2	19.37
94	2229.1	1918.0	203.3	3.15
95	2236.1	1923.2	231.4	20.00
96	2243.2	1918.0	206.0	3.06
97	2250.3	1923.2	211.8	3.21
98	2257.4	1918.0	208.7	3.18
99	2264.4	1923.2	214.5	3.68
100	2271.5	1918.0	211.4	4.27
101	2278.6	1923.2	217.2	6.97
102	2285.6	1918.0	231.3	2.36
103	2292.7	1923.2	236.8	2.39
104	2306.8	1923.2	236.9	2.68
105	2321.0	1923.2	235.7	4.31
106	2328.0	1918.0	230.7	7.42
107	2335.1	1923.2	235.3	9.27
108	2229.1	1928.3	234.2	20.00
109	2236.1	1933.5	241.0	20.00
110	2243.2	1928.3	214.8	3.31
111	2250.3	1933.5	220.6	3.50
112	2257.4	1928.3	217.5	3.49
113	2264.4	1933.5	223.3	4.09
114	2271.5	1928.3	220.3	4.80
115	2278.6	1933.5	245.0	2.42
116	2313.9	1928.3	240.9	4.38
117	2321.0	1933.5	245.2	4.66
118	2328.0	1928.3	240.2	8.95
119	2229.1	1938.6	217.4	5.04
120	2236.1	1943.8	226.0	4.06
121	2243.2	1938.6	223.7	3.62
122	2250.3	1943.8	229.5	3.84
123	2257.4	1938.6	226.4	3.90
124	2264.4	1943.8	232.2	4.67
125	2271.5	1938.6	229.1	5.26
126	2278.6	1943.8	254.6	2.47
127	2292.7	1943.8	255.9	2.46
128	2313.9	1938.6	250.3	3.67
129	2328.0	1938.6	249.7	11.47
130	2335.1	1943.8	254.3	14.34
131	2229.1	1948.9	224.0	7.28
132	2243.2	1948.9	232.5	4.03
133	2257.4	1948.9	235.2	4.43
134	2271.5	1948.9	237.9	6.24
135	2285.6	1948.9	260.1	2.47
136	2299.8	1948.9	261.0	2.55
137	2313.9	1948.9	259.7	3.38
138	2328.0	1948.9	259.2	16.53



RILEVATO DI

RICOMPOSIZIONE AMBIENTALE

STABILITA' GLOBALE

Relazione di calcolo

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:

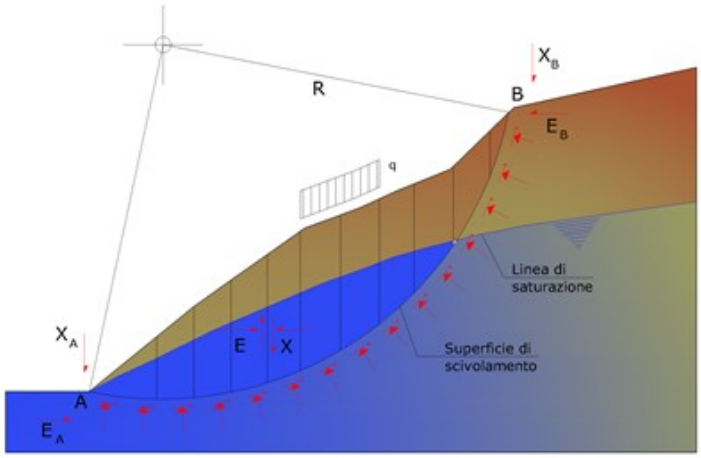
1. Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (φ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido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

2. 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.

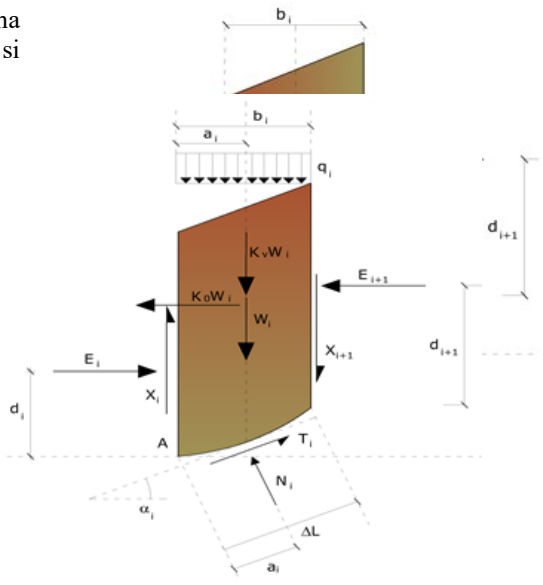
Totale numero di equazioni 4n.
Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a :

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

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a (n-2) in quanto 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.

Metodo di Fellenius (1927)
Con questo metodo (valido solo per superfici di scorrimento di forma circolare) vengono trascurate le forze di interstriscia pertanto le incognite si riducono a:

- n valori delle forze normali N_i;
- n valori delle forze da taglio T_i;
- 1 fattore di sicurezza.



Incognite (2n+1).
Le equazioni a disposizione sono:

- n equazioni di equilibrio alla traslazione verticale;
- n equazioni relative al criterio di rottura;
- equazione di equilibrio dei momenti globale.

$$F = \frac{\Sigma\{ c_i \times l_i + (W_i \times \cos\alpha_i - u_i \times l_i) \times \tan\varphi_i \}}{\Sigma W_i \times \sin\alpha_i}$$

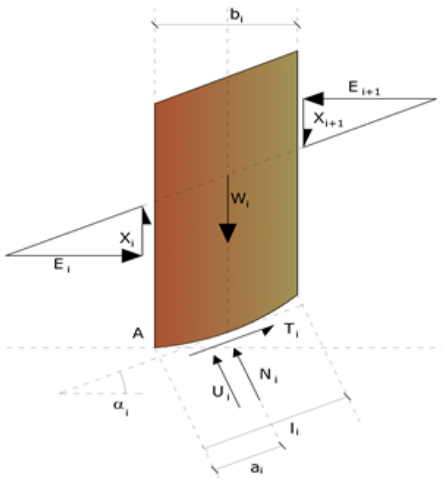
Questa equazione è semplice da risolvere ma si è trovato che fornisce risultati conservativi (fattori di sicurezza bassi) soprattutto per superfici profonde.

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:

$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \qquad \textbf{Criterio di rottura}$$

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

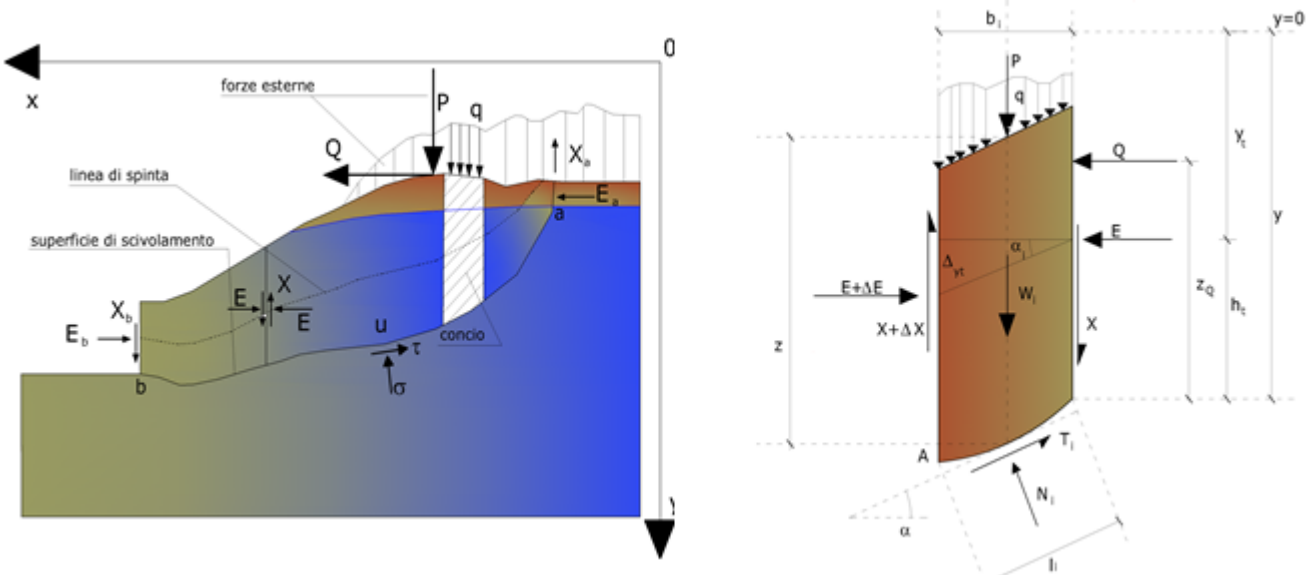


I valori di F e di ΔX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre ΔX = 0 ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario,** gli errori commessi rispetto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

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

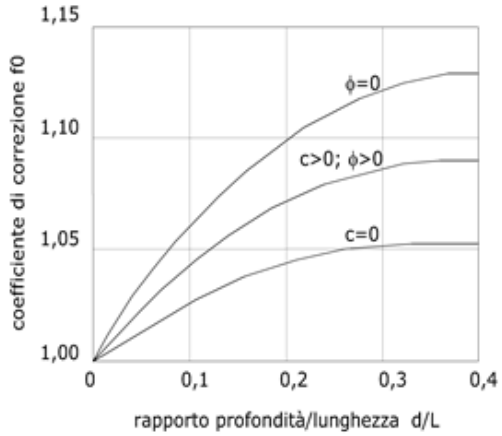


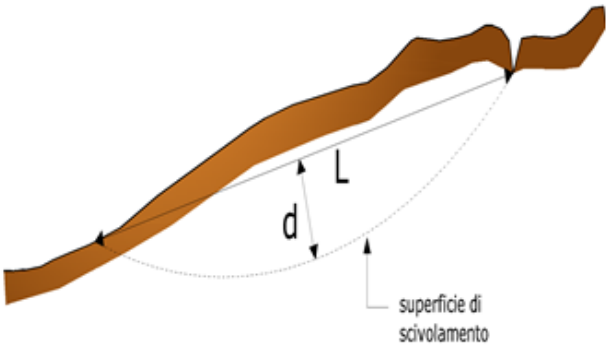
Azioni sul concio i-esimo secondo le ipotesi di Janbu e rappresentazione d'insieme dell'ammasso

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:

$$F_{corretto} = f_0 \cdot F$$

dove f_0 è riportato in grafici funzione di geometria e parametri geotecnici. Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.





Metodo di Sarma (1973)

Il metodo di Sarma è un semplice, ma accurato metodo per l'analisi di stabilità dei pendii, che permette di determinare l'accelerazione sismica orizzontale richiesta affinché l'ammasso di terreno, delimitato dalla superficie di scivolamento e dal profilo topografico, raggiunga lo stato di equilibrio limite (accelerazione critica K_c) e, nello stesso tempo, consente di ricavare l'usuale fattore di sicurezza ottenuto come per gli altri metodi più comuni della geotecnica.
Si tratta di un metodo basato sul principio dell'equilibrio limite e delle strisce, pertanto viene considerato l'equilibrio di una potenziale massa di terreno in scivolamento suddivisa in n strisce verticali di spessore sufficientemente piccolo da ritenere ammissibile l'assunzione che lo sforzo normale N_i agisce nel punto medio della base della striscia.
Le equazioni da prendere in considerazione sono:

- L'equazione di equilibrio alla traslazione orizzontale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio alla traslazione verticale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio dei momenti.

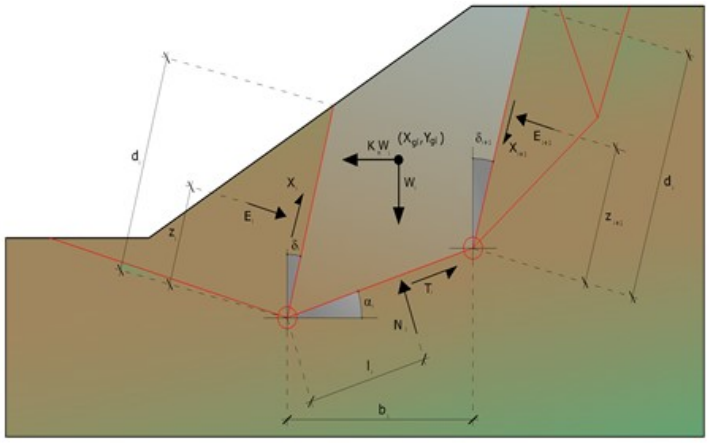
Condizioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale:

$$N_i \cos\alpha_i + T_i \sin\alpha_i = W_i - \Delta X_i$$
$$T_i \cos\alpha_i - N_i \sin\alpha_i = KW_i + \Delta E_i$$

Viene, inoltre, assunto che in assenza di forze esterne sulla superficie libera dell'ammasso si ha:

$$\Sigma\Delta E_i = 0$$
$$\Sigma\Delta X_i = 0$$

dove E_i e X_i rappresentano, rispettivamente, le forze orizzontale e verticale sulla faccia i-esima del concio generico i.
L'equazione di equilibrio dei momenti viene scritta scegliendo come punto di riferimento il baricentro dell'intero ammasso; sicché, dopo aver eseguito una serie di posizioni e trasformazioni trigonometriche ed algebriche, nel **metodo di Sarma** la soluzione del problema passa attraverso la risoluzione di due equazioni:



Azioni sull' iesimo concio, metodo di Sarma

$$\sum \Delta X_i \cdot tg\left(\psi'_i - \alpha_i\right) + \sum \Delta E_i = \sum \Delta_i - K \cdot \sum W_i$$

$$\sum \Delta X_i \cdot \left[\left(y_{mi} - y_G\right) \cdot tg\left(\psi'_i - \alpha'\right) + \left(x'_i - x_G\right)\right] = \sum W_i \cdot \left(x_{mi} - x_G\right) + \sum \Delta_i \cdot \left(y_{mi} - y_G\right)$$

Ma l'approccio risolutivo, in questo caso, è completamente capovolto: il problema infatti impone di trovare un valore di **K** (accelerazione sismica) corrispondente ad un determinato fattore di sicurezza; ed in particolare, trovare il valore dell'accelerazione **K** corrispondente al fattore di sicurezza **F = 1** , ossia l'accelerazione critica.
Si ha pertanto:

K=Kc **Accelerazione critica** se F=1
F=Fs **Fattore di sicurezza in condizioni statiche** se K=0

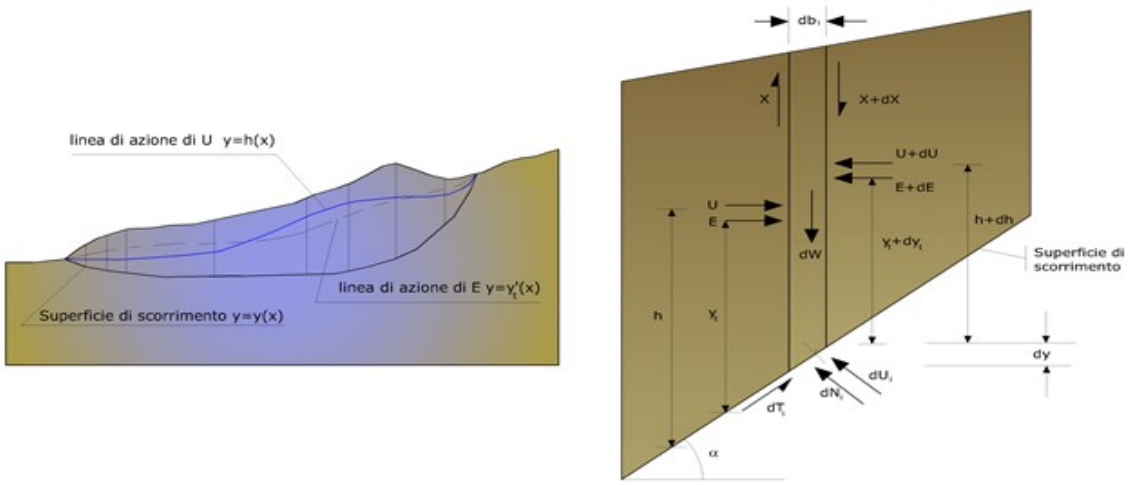
La seconda parte del problema del Metodo di Sarma è quella di trovare una distribuzione di forze interne X_i ed E_i tale da verificare l'equilibrio del concio e quello globale dell'intero ammasso, senza violazione del criterio di rottura.
E' stato trovato che una soluzione accettabile del problema si può ottenere assumendo la seguente distribuzione per le forze X_i:

$$\Delta X_i = \lambda \cdot \Delta Q_i = \lambda \cdot \left(Q_{i+1} - Q_i\right)$$

dove Q_i è una funzione nota, in cui vengono presi in considerazione i parametri geotecnici medi sulla i-esima faccia del concio i, e λ rappresenta un'incognita.
La soluzione completa del problema si ottiene pertanto, dopo alcune iterazioni, con i valori di K_c, λ e F, che permettono di ottenere anche la distribuzione delle forze di interstriscia.

Metodo di Morgenstern e Price (1965)
Si stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo X = λ f(x)E, dove λ è un fattore di scala e f(x), funzione della posizione di E e di X, definisce una relazione tra la variazione della forza X e della forza E all'interno della massa scivolante. La funzione f(x) è scelta arbitrariamente (costante, sinusoide, semisinusoide, trapezia, spezzata…) e influenza poco il risultato, ma va verificato che i valori ricavati per le incognite siano fisicamente accettabili.
La particolarità del metodo è che la massa viene suddivisa in strisce infinitesime alle quali vengono imposte le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale e di rottura sulla base delle strisce stesse. Si perviene ad una prima equazione differenziale che lega le forze d'interfaccia incognite E, X, il coefficiente di sicurezza F_S, il peso della striscia infinitesima dW e la risultante delle pressioni neutra alla base dU.
Si ottiene la cosiddetta "**equazione delle forze**":

$$c' \sec^2 \frac{\alpha}{F_s} + tg\varphi' \left(\frac{dW}{dx} - \frac{dX}{dx} - tg\alpha \frac{dE}{dx} - \sec\alpha \frac{dU}{dx} \right) = = \frac{dE}{dx} - tg\alpha \left(\frac{dX}{dx} - \frac{dW}{dx} \right)$$



Azioni sul concio i-esimo secondo le ipotesi di Morgenster e Price e rappresentazione d'insieme dell'ammasso

Una seconda equazione, detta "**equazione dei momenti**", viene scritta imponendo la condizione di equilibrio alla rotazione rispetto alla mezzeria della base:

$$X = \frac{d\left(E_\gamma\right)}{dx} - \gamma \frac{dE}{dx}$$

queste due equazioni vengono estese per integrazione a tutta la massa interessata dallo scivolamento.
Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma, ma implica necessariamente l'uso di un calcolatore.

Valutazione dell'azione sismica
La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata 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 vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$
$$F_V = K_y W$$

Essendo:

- $\mathbf{F_H}$ e $\mathbf{F_V}$ rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
- **W** peso concio;
- $\mathbf{K_X}$ coefficiente sismico orizzontale;
- $\mathbf{K_y}$ coefficiente sismico verticale.

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.

SEZIONE A – STABILITA' GLOBALE RILEVATO

Analisi di stabilità dei pendii con : JANBU (1967)

==========

Lat./Long. 43.876833/7.935748 °
Calcolo eseguito secondo NTC 2018
Numero di strati 2.0
Numero dei conci 40.0
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	52.15	m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1911.18	m
Ascissa vertice destro superiore xs	184.41	m
Ordinata vertice destro superiore ys	2018.4	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

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: B
Categoria topografica: T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.275	2.594	0.181
S.L.D.	50.0	0.392	2.63	0.211
S.L.V.	475.0	1.51	2.431	0.291
S.L.C.	975.0	2.03	2.473	0.306

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.396	0.2	0.0081	0.004
S.L.D.	0.5645	0.2	0.0115	0.0058
S.L.V.	2.1744	0.24	0.0532	0.0266
S.L.C.	2.9116	0.28	0.0831	0.0416

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0831
Coefficiente azione sismica verticale 0.0416

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	1738.42
2	11.41	1737.62
3	29.4	1737.62
4	86.98	1751.71
5	97.11	1751.71
6	160.63	1766.21
7	175.21	1766.21
8	238.9	1780.71
9	248.5	1780.71
10	295.91	1795.71
11	302.4	1795.71
12	311.23	1800.62
13	321.0	1803.19
14	323.3	1803.62
15	342.73	1808.62

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.0	1734.17
2	29.45	1737.69
3	32.38	1738.04
4	126.06	1750.07
5	182.25	1758.62
6	217.06	1766.46
7	249.68	1773.37
8	269.69	1783.9
9	289.15	1791.76
10	311.25	1800.6

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	1738.42
2	11.42	1737.62
3	29.4	1737.62
4	32.33	1738.02
5	33.46	1734.62
6	90.85	1734.62
7	93.2	1732.62
8	191.98	1720.62
9	199.93	1734.62
10	226.83	1734.62
11	230.83	1749.12
12	241.93	1749.12
13	245.93	1763.12
14	259.23	1763.12
15	263.73	1777.12
16	274.83	1777.12
17	280.53	1784.62
18	289.53	1784.62
19	296.62	1792.62
20	304.43	1792.62
21	311.23	1800.62
22	316.23	1800.62
23	320.69	1802.95
24	342.73	1808.62

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

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

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Litologia
1	16		29	20	20	
2	88		34.4	26	26	

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.52	
Ascissa centro superficie	131.51	m
Ordinata centro superficie	1975.51	m
Raggio superficie	242.27	m

Numero di superfici esaminate....(221)

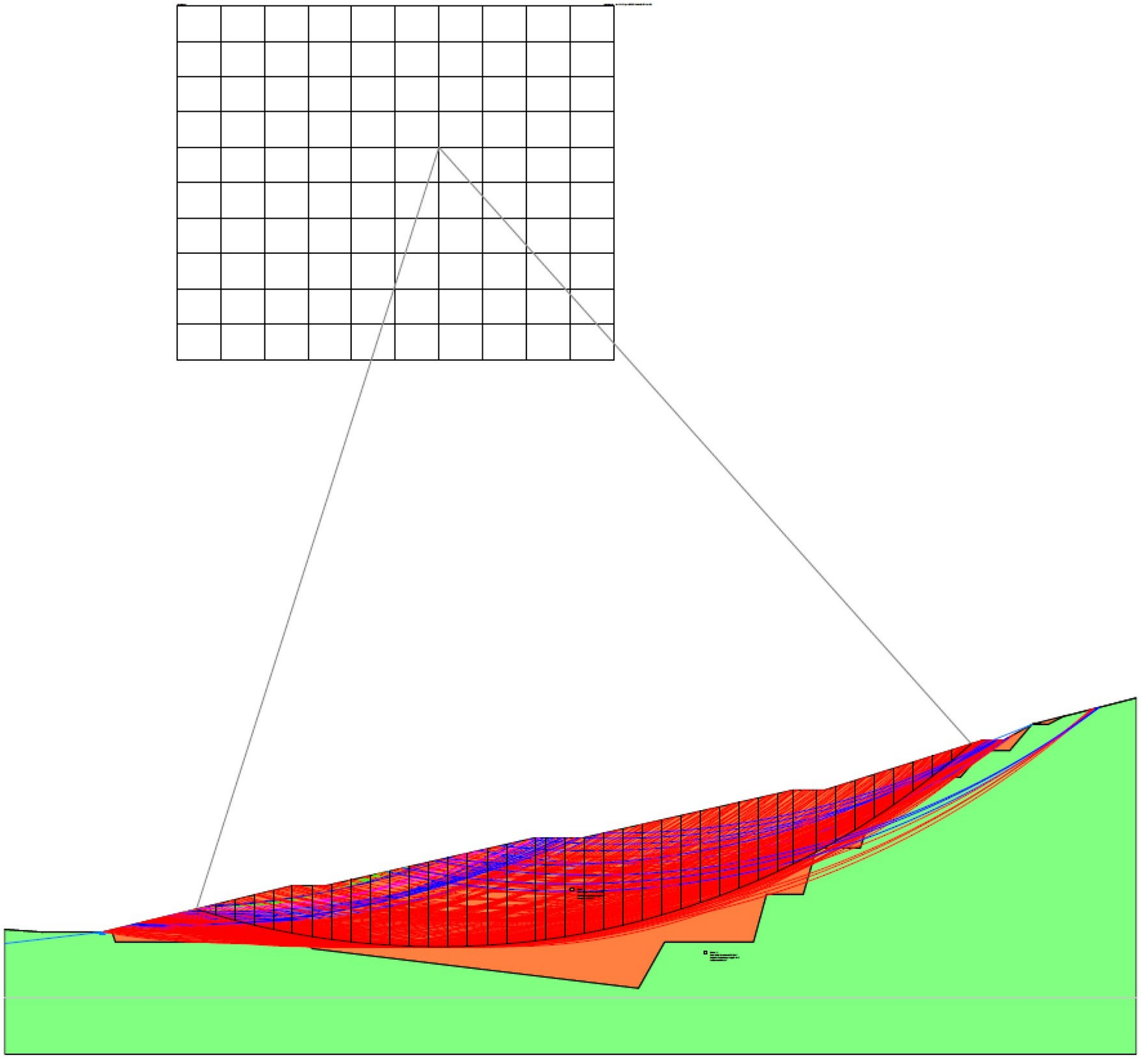
N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	52.2	1911.2	167.5	3.28
2	58.8	1916.5	180.9	1.83
3	65.4	1911.2	170.9	2.15
4	72.0	1916.5	177.9	1.91
5	78.6	1911.2	174.9	1.77
6	85.2	1916.5	182.1	1.89
7	91.8	1911.2	170.1	2.01
8	98.4	1916.5	183.3	1.89
9	105.1	1911.2	177.9	1.77
10	111.7	1916.5	183.3	1.71
11	118.3	1911.2	177.9	1.63
12	124.9	1916.5	183.3	1.62
13	131.5	1911.2	177.9	1.61
14	138.1	1916.5	183.3	1.59
15	144.7	1911.2	177.9	1.57
16	151.3	1916.5	183.3	1.62
17	158.0	1911.2	170.1	1.65
18	164.6	1916.5	175.5	1.69
19	171.2	1911.2	162.3	1.79
20	177.8	1916.5	166.6	1.80
21	184.4	1911.2	159.4	1.80
22	52.2	1921.9	177.8	3.38
23	58.8	1927.3	184.5	2.66
24	65.4	1921.9	181.1	2.19

25	72.0	1927.3	188.0	1.95
26	78.6	1921.9	184.9	1.81
27	85.2	1927.3	192.1	1.74
28	91.8	1921.9	188.7	1.95
29	98.4	1927.3	194.0	1.88
30	105.1	1921.9	188.7	1.76
31	111.7	1927.3	194.0	1.70
32	118.3	1921.9	188.7	1.62
33	124.9	1927.3	194.0	1.61
34	131.5	1921.9	188.7	1.60
35	138.1	1927.3	194.0	1.57
36	144.7	1921.9	188.7	1.58
37	151.3	1927.3	186.2	1.66
38	158.0	1921.9	180.9	1.61
39	164.6	1927.3	186.2	1.81
40	171.2	1921.9	173.0	1.79
41	177.8	1927.3	174.5	1.84
42	184.4	1921.9	167.3	1.88
43	52.2	1932.6	194.7	2.03
44	58.8	1938.0	194.9	2.69
45	65.4	1932.6	198.1	1.97
46	72.0	1938.0	198.2	1.99
47	78.6	1932.6	195.0	1.85
48	85.2	1938.0	202.1	1.76
49	91.8	1932.6	199.2	1.95
50	98.4	1938.0	204.7	1.86
51	105.1	1932.6	199.4	1.79
52	111.7	1938.0	204.7	1.68
53	118.3	1932.6	199.4	1.61
54	124.9	1938.0	204.7	1.60
55	131.5	1932.6	199.4	1.59
56	138.1	1938.0	204.7	1.54
57	144.7	1932.6	199.4	1.62
58	151.3	1938.0	196.9	1.63
59	158.0	1932.6	191.6	1.65
60	164.6	1938.0	196.8	1.78
61	171.2	1932.6	181.8	1.84
62	177.8	1938.0	182.7	1.89
63	184.4	1932.6	175.4	1.93
64	52.2	1943.3	198.7	3.52
65	58.8	1948.7	205.3	2.70
66	65.4	1943.3	201.6	2.25
67	72.0	1948.7	208.4	2.02
68	78.6	1943.3	205.1	1.88
69	85.2	1948.7	212.1	1.79
70	91.8	1943.3	209.2	1.85
71	98.4	1948.7	215.5	1.85
72	105.1	1943.3	210.1	1.78
73	111.7	1948.7	215.5	1.67
74	118.3	1943.3	210.1	1.60
75	124.9	1948.7	215.5	1.58
76	131.5	1943.3	210.1	1.57
77	138.1	1948.7	215.5	1.54
78	144.7	1943.3	210.1	1.66
79	151.3	1948.7	207.7	1.63
80	158.0	1943.3	202.3	1.69
81	164.6	1948.7	204.5	1.79
82	171.2	1943.3	197.0	1.89
83	177.8	1948.7	197.4	1.93

84	184.4	1943.3	183.8	1.99
85	52.2	1954.1	215.5	2.06
86	58.8	1959.4	222.2	1.87
87	65.4	1954.1	211.9	2.27
88	72.0	1959.4	218.7	2.06
89	78.6	1954.1	215.3	1.92
90	85.2	1959.4	222.2	1.81
91	91.8	1954.1	219.2	1.70
92	98.4	1959.4	226.2	1.78
93	105.1	1954.1	220.8	1.77
94	111.7	1959.4	226.2	1.67
95	118.3	1954.1	220.8	1.59
96	124.9	1959.4	226.2	1.57
97	131.5	1954.1	220.8	1.54
98	138.1	1959.4	226.2	1.62
99	144.7	1954.1	213.0	1.65
100	151.3	1959.4	218.4	1.64
101	158.0	1954.1	212.1	1.73
102	164.6	1959.4	212.5	1.81
103	171.2	1954.1	204.9	1.88
104	177.8	1959.4	205.6	1.91
105	184.4	1954.1	198.0	2.00
106	52.2	1964.8	219.7	3.59
107	58.8	1970.2	232.6	1.89
108	65.4	1964.8	222.3	2.30
109	72.0	1970.2	235.8	2.00
110	78.6	1964.8	225.5	1.95
111	85.2	1970.2	232.4	1.83
112	91.8	1964.8	229.2	1.72
113	98.4	1970.2	236.3	1.74
114	105.1	1964.8	231.6	1.70
115	111.7	1970.2	236.9	1.62
116	118.3	1964.8	231.6	1.58
117	124.9	1970.2	236.9	1.54
118	131.5	1964.8	231.6	1.54
119	138.1	1970.2	236.9	1.63
120	144.7	1964.8	223.7	1.65
121	151.3	1970.2	227.6	1.69
122	158.0	1964.8	220.1	1.70
123	164.6	1970.2	220.7	1.84
124	171.2	1964.8	213.1	1.87
125	177.8	1970.2	213.9	1.92
126	184.4	1964.8	206.4	2.05
127	52.2	1975.5	236.5	2.08
128	58.8	1980.9	243.0	1.91
129	65.4	1975.5	239.3	1.80
130	72.0	1980.9	239.4	2.14
131	78.6	1975.5	235.8	1.97
132	85.2	1980.9	242.6	1.85
133	91.8	1975.5	239.4	1.73
134	98.4	1980.9	246.4	1.64
135	105.1	1975.5	242.3	1.70
136	111.7	1980.9	247.6	1.61
137	118.3	1975.5	242.3	1.57
138	124.9	1980.9	247.6	1.55
139	131.5	1975.5	242.3	1.52
140	138.1	1980.9	239.8	1.64
141	144.7	1975.5	234.5	1.62
142	151.3	1980.9	235.8	1.74

143	158.0	1975.5	228.2	1.77
144	164.6	1980.9	229.0	1.83
145	171.2	1975.5	221.5	1.90
146	177.8	1980.9	222.5	1.91
147	184.4	1975.5	215.0	2.01
148	52.2	1986.2	240.7	3.57
149	58.8	1991.6	253.5	1.93
150	65.4	1986.2	243.1	2.34
151	72.0	1991.6	256.5	1.74
152	78.6	1986.2	246.1	2.00
153	85.2	1991.6	252.9	1.87
154	91.8	1986.2	249.5	1.75
155	98.4	1991.6	256.5	1.65
156	105.1	1986.2	253.0	1.69
157	111.7	1991.6	258.4	1.61
158	118.3	1986.2	253.0	1.55
159	124.9	1991.6	258.4	1.52
160	131.5	1986.2	253.0	1.63
161	138.1	1991.6	250.5	1.65
162	144.7	1986.2	243.3	1.65
163	151.3	1991.6	244.1	1.73
164	158.0	1986.2	236.6	1.85
165	164.6	1991.6	237.5	1.88
166	171.2	1986.2	230.0	1.95
167	177.8	1991.6	231.2	2.01
168	184.4	1986.2	223.7	2.01
169	52.2	1997.0	257.5	2.10
170	58.8	2002.3	257.6	2.66
171	65.4	1997.0	260.1	1.84
172	72.0	2002.3	266.8	1.75
173	78.6	1997.0	256.4	2.02
174	85.2	2002.3	263.2	1.89
175	91.8	1997.0	259.7	1.76
176	98.4	2002.3	266.6	1.66
177	105.1	1997.0	263.5	1.69
178	111.7	2002.3	269.1	1.60
179	118.3	1997.0	263.7	1.56
180	124.9	2002.3	269.1	1.56
181	131.5	1997.0	263.7	1.65
182	138.1	2002.3	259.2	1.70
183	144.7	1997.0	251.7	1.67
184	151.3	2002.3	265.7	1.82
185	158.0	1997.0	245.1	1.85
186	164.6	2002.3	246.2	1.93
187	171.2	1997.0	238.7	1.94
188	177.8	2002.3	240.1	2.05
189	184.4	1997.0	232.6	2.04
190	52.2	2007.7	268.0	2.11
191	58.8	2013.0	274.5	1.98
192	65.4	2007.7	270.6	1.86
193	72.0	2013.0	277.2	1.76
194	78.6	2007.7	273.6	2.00
195	85.2	2013.0	273.5	1.90
196	91.8	2007.7	270.0	1.77
197	98.4	2013.0	276.8	1.68
198	105.1	2007.7	273.6	1.66
199	111.7	2013.0	279.8	1.58
200	118.3	2007.7	274.4	1.53
201	124.9	2013.0	279.8	1.62

202	131.5	2007.7	266.6	1.64
203	138.1	2013.0	267.7	1.77
204	144.7	2007.7	260.1	1.74
205	151.3	2013.0	273.8	1.86
206	158.0	2007.7	253.7	1.90
207	164.6	2013.0	255.0	2.04
208	171.2	2007.7	257.7	2.03
209	177.8	2013.0	258.1	2.15
210	184.4	2007.7	241.6	2.07
211	52.2	2018.4	278.6	2.12
212	65.4	2018.4	274.5	2.41
213	78.6	2018.4	284.0	1.96
214	91.8	2018.4	280.3	1.78
215	105.1	2018.4	283.8	1.61
216	118.3	2018.4	285.2	1.58
217	131.5	2018.4	275.2	1.70
218	144.7	2018.4	281.9	1.83
219	158.0	2018.4	273.9	2.01
220	171.2	2018.4	266.2	2.06
221	184.4	2018.4	250.8	2.19



SEZIONE B – STABILITA' GLOBALE RILEVATO

Analisi di stabilità dei pendii con : JANBU (1967)

==========

Lat./Long. 43.876833/7.935748 °
Calcolo eseguito secondo NTC 2018
Numero di strati 2.0
Numero dei conci 20.0
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	-2.31	m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	426.64	m
Ascissa vertice destro superiore xs	113.41	m
Ordinata vertice destro superiore ys	517.64	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

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: B
Categoria topografica: T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.275	2.594	0.181
S.L.D.	50.0	0.392	2.63	0.211
S.L.V.	475.0	1.51	2.431	0.291
S.L.C.	975.0	2.03	2.473	0.306

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.396	0.2	0.0081	0.004
S.L.D.	0.5645	0.2	0.0115	0.0058
S.L.V.	2.1744	0.24	0.0532	0.0266
S.L.C.	2.9116	0.28	0.0831	0.0416

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0831
Coefficiente azione sismica verticale 0.0416

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	274.38
2	17.98	278.38
3	26.48	280.63
4	80.42	298.38
5	88.03	298.38
6	131.79	313.38
7	139.87	313.38
8	183.57	328.38
9	191.71	328.38
10	235.41	343.38
11	243.55	343.38
12	266.22	353.89
13	271.42	353.89
14	274.42	359.14
15	289.4	363.38

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	26.59	280.65
2	86.52	291.94
3	141.74	305.94
4	196.63	322.56
5	232.32	337.62
6	252.07	346.02
7	266.26	353.92

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	274.38
2	14.11	277.52
3	17.99	278.38
4	26.49	280.63
5	27.86	279.38
6	161.82	279.47
7	176.72	279.47
8	181.66	293.96
9	190.72	293.96
10	194.72	307.95
11	205.42	307.94
12	209.42	321.94
13	219.42	321.94
14	223.92	329.93
15	231.92	329.93
16	238.52	337.92
17	245.82	337.92
18	252.32	345.91
19	259.62	345.9
20	266.22	353.89
21	271.42	353.89
22	274.42	359.14
23	289.4	363.38

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

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

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Litologia
1	16		29	20	20	
2	88		34.4	26	26	



Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.12	
Ascissa centro superficie	90.27	m
Ordinata centro superficie	499.44	m
Raggio superficie	217.13	m

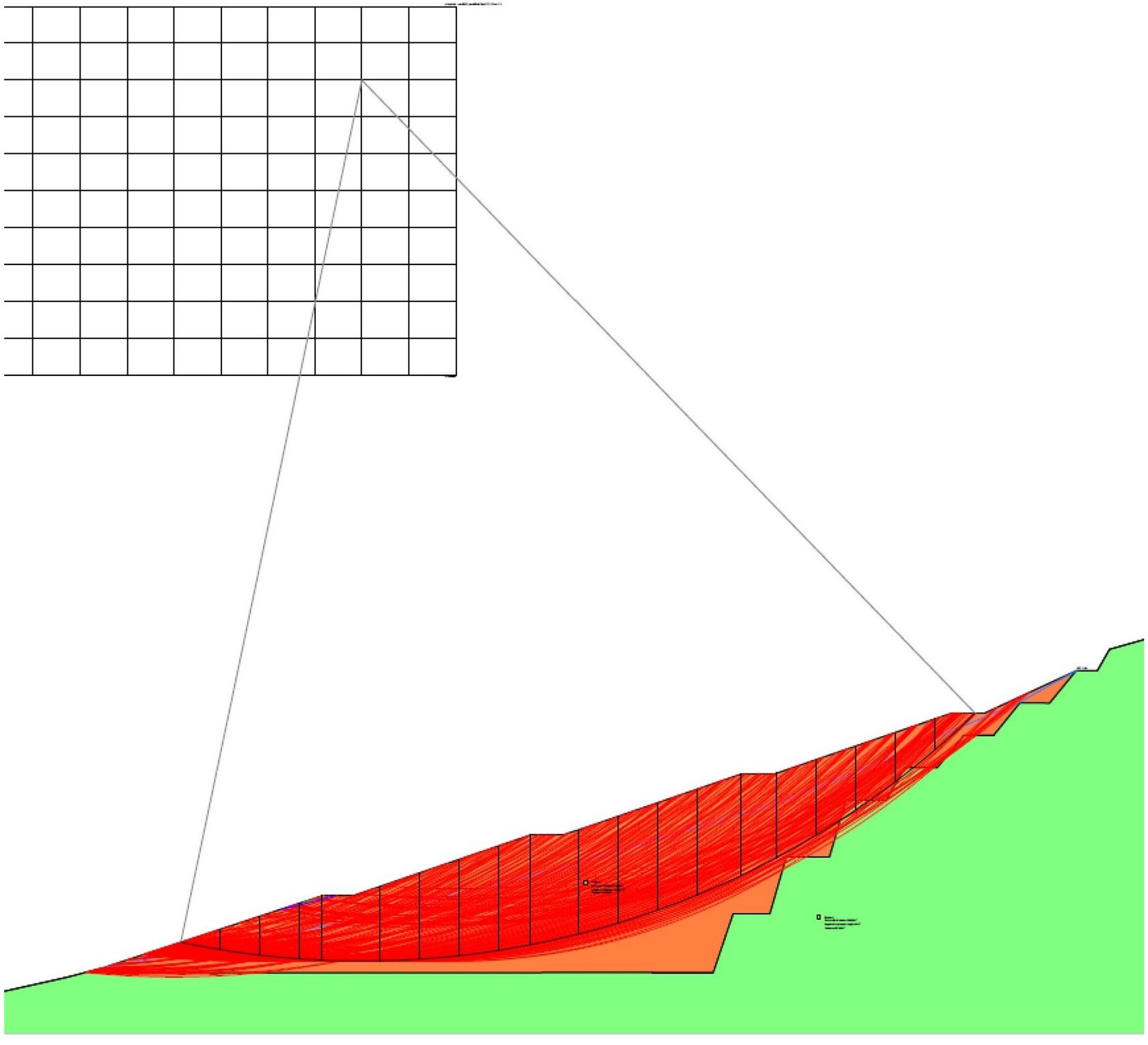
Numero di superfici esaminate....(186)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	20.8	426.6	145.6	1.93
2	26.6	431.2	150.9	1.70
3	32.4	426.6	147.4	1.75
4	38.2	431.2	144.5	2.26
5	44.0	426.6	141.3	1.86
6	49.8	431.2	147.0	1.58
7	55.6	426.6	144.2	1.43
8	61.3	431.2	148.9	1.38
9	67.1	426.6	144.3	1.35
10	72.9	431.2	148.9	1.30
11	78.7	426.6	144.3	1.27
12	84.5	431.2	148.9	1.24
13	90.3	426.6	144.3	1.23
14	96.1	431.2	148.9	1.21
15	101.8	426.6	144.3	1.20
16	107.6	431.2	148.9	1.16
17	113.4	426.6	144.3	1.21
18	20.8	435.7	154.6	1.93
19	26.6	440.3	159.9	1.67
20	32.4	435.7	156.3	1.52
21	38.2	440.3	153.4	2.22
22	44.0	435.7	150.1	1.85
23	49.8	440.3	155.8	1.59
24	55.6	435.7	152.9	1.44
25	61.3	440.3	158.0	1.37
26	67.1	435.7	153.4	1.33
27	72.9	440.3	158.0	1.28
28	78.7	435.7	153.4	1.26

29	84.5	440.3	158.0	1.23
30	90.3	435.7	153.4	1.22
31	96.1	440.3	158.0	1.19
32	101.8	435.7	153.4	1.18
33	107.6	440.3	158.0	1.21
34	113.4	435.7	153.4	1.27
35	15.1	449.4	167.6	2.16
36	20.8	444.8	163.6	1.92
37	26.6	449.4	168.9	1.65
38	32.4	444.8	157.0	2.94
39	38.2	449.4	162.4	2.18
40	44.0	444.8	159.0	1.82
41	49.8	449.4	164.6	1.61
42	55.6	444.8	161.6	1.45
43	61.3	449.4	167.1	1.35
44	67.1	444.8	162.5	1.32
45	72.9	449.4	167.1	1.27
46	78.7	444.8	162.5	1.25
47	84.5	449.4	167.1	1.23
48	90.3	444.8	162.5	1.21
49	96.1	449.4	167.1	1.18
50	101.8	444.8	162.5	1.16
51	107.6	449.4	167.1	1.26
52	113.4	444.8	153.6	1.27
53	9.3	453.9	171.8	2.85
54	26.6	458.5	177.9	1.62
55	32.4	453.9	174.2	1.48
56	38.2	458.5	179.7	1.75
57	44.0	453.9	167.9	1.81
58	49.8	458.5	173.5	1.62
59	55.6	453.9	170.3	1.46
60	61.3	458.5	176.1	1.34
61	67.1	453.9	171.6	1.30
62	72.9	458.5	176.2	1.26
63	78.7	453.9	171.6	1.24
64	84.5	458.5	176.2	1.22
65	90.3	453.9	171.6	1.20
66	96.1	458.5	176.2	1.16
67	101.8	453.9	171.6	1.21
68	107.6	458.5	167.2	1.29
69	113.4	453.9	162.7	1.25
70	9.3	463.0	180.9	2.58
71	15.1	467.6	185.8	2.18
72	20.8	463.0	181.7	1.87
73	26.6	467.6	178.7	4.46
74	32.4	463.0	174.9	2.90
75	38.2	467.6	180.3	2.07
76	44.0	463.0	176.8	1.80
77	49.8	467.6	182.3	1.62
78	55.6	463.0	179.1	1.46
79	61.3	467.6	184.9	1.34
80	67.1	463.0	180.7	1.28
81	72.9	467.6	185.3	1.25
82	78.7	463.0	180.7	1.24
83	84.5	467.6	185.3	1.21
84	90.3	463.0	180.7	1.18
85	96.1	467.6	185.3	1.21
86	101.8	463.0	180.7	1.19
87	107.6	467.6	176.3	1.27

88	113.4	463.0	171.8	1.23
89	3.5	476.7	194.4	4.31
90	9.3	472.1	190.0	2.44
91	26.6	476.7	195.9	1.58
92	32.4	472.1	192.2	1.46
93	38.2	476.7	189.2	2.01
94	44.0	472.1	185.7	1.81
95	49.8	476.7	191.2	1.62
96	55.6	472.1	188.0	1.46
97	61.3	476.7	193.7	1.33
98	67.1	472.1	189.8	1.27
99	72.9	476.7	194.4	1.25
100	78.7	472.1	189.8	1.22
101	84.5	476.7	194.4	1.19
102	90.3	472.1	189.8	1.17
103	96.1	476.7	194.4	1.13
104	101.8	472.1	189.8	1.30
105	107.6	476.7	185.4	1.25
106	113.4	472.1	180.3	1.29
107	26.6	485.8	204.9	1.56
108	32.4	481.2	201.2	1.46
109	38.2	485.8	206.5	1.57
110	44.0	481.2	194.6	1.81
111	49.8	485.8	200.1	1.61
112	55.6	481.2	196.8	1.46
113	61.3	485.8	202.5	1.33
114	67.1	481.2	198.9	1.27
115	72.9	485.8	203.5	1.24
116	78.7	481.2	198.9	1.22
117	84.5	485.8	203.5	1.18
118	90.3	481.2	198.9	1.15
119	96.1	485.8	203.5	1.18
120	101.8	481.2	198.9	1.23
121	107.6	485.8	192.9	1.27
122	113.4	481.2	186.4	1.27
123	15.1	494.9	213.0	2.04
124	20.8	490.3	208.9	1.77
125	32.4	490.3	210.2	1.46
126	38.2	494.9	215.5	1.37
127	44.0	490.3	212.0	1.63
128	49.8	494.9	209.0	1.61
129	55.6	490.3	205.7	1.45
130	61.3	494.9	211.3	1.33
131	67.1	490.3	208.0	1.26
132	72.9	494.9	212.6	1.23
133	78.7	490.3	208.0	1.20
134	84.5	494.9	212.6	1.16
135	90.3	490.3	208.0	1.14
136	96.1	494.9	212.6	1.24
137	101.8	490.3	199.1	1.27
138	107.6	494.9	199.3	1.33
139	113.4	490.3	192.8	1.34
140	9.3	499.4	217.3	2.37
141	15.1	504.0	222.1	1.99
142	20.8	499.4	209.9	22.26
143	26.6	504.0	214.9	4.12
144	32.4	499.4	219.2	1.45
145	38.2	504.0	224.5	1.36
146	44.0	499.4	212.5	1.80

147	49.8	504.0	217.9	1.60
148	55.6	499.4	214.5	1.44
149	61.3	504.0	220.1	1.34
150	67.1	499.4	217.0	1.26
151	72.9	504.0	221.7	1.22
152	78.7	499.4	217.1	1.19
153	84.5	504.0	221.7	1.15
154	90.3	499.4	217.1	1.12
155	96.1	504.0	212.3	1.31
156	101.8	499.4	205.8	1.33
157	107.6	504.0	205.9	1.41
158	113.4	499.4	199.3	1.44
159	3.5	513.1	230.8	2.56
160	15.1	513.1	231.2	1.93
161	20.8	508.5	227.0	1.70
162	26.6	513.1	224.0	3.59
163	32.4	508.5	220.0	2.22
164	38.2	513.1	233.5	1.35
165	44.0	508.5	221.5	1.79
166	49.8	513.1	226.9	1.59
167	55.6	508.5	223.4	1.43
168	61.3	513.1	229.0	1.34
169	67.1	508.5	225.8	1.26
170	72.9	513.1	230.8	1.21
171	78.7	508.5	226.2	1.18
172	84.5	513.1	230.8	1.13
173	90.3	508.5	226.2	1.24
174	96.1	513.1	227.4	1.33
175	101.8	508.5	212.4	1.40
176	107.6	513.1	220.2	1.43
177	113.4	508.5	213.4	1.46
178	20.8	517.6	228.0	6.78
179	32.4	517.6	237.2	1.43
180	44.0	517.6	238.8	1.59
181	55.6	517.6	232.3	1.43
182	67.1	517.6	234.6	1.26
183	78.7	517.6	235.3	1.16
184	90.3	517.6	234.2	1.25
185	101.8	517.6	227.0	1.32
186	113.4	517.6	219.9	1.36



SEZIONE C – STABILITA' GLOBALE RILEVATO

Analisi di stabilità dei pendii con : JANBU (1967)

==========

Lat./Long. 43.876833/7.935748 °
Calcolo eseguito secondo NTC 2018
Numero di strati 2.0
Numero dei conci 20.0
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	30.36	m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	472.57	m
Ascissa vertice destro superiore xs	144.9	m
Ordinata vertice destro superiore ys	582.26	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

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: B
Categoria topografica: T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.275	2.594	0.181
S.L.D.	50.0	0.392	2.63	0.211
S.L.V.	475.0	1.51	2.431	0.291
S.L.C.	975.0	2.03	2.473	0.306

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.396	0.2	0.0081	0.004
S.L.D.	0.5645	0.2	0.0115	0.0058
S.L.V.	2.1744	0.24	0.0532	0.0266
S.L.C.	2.9116	0.28	0.0831	0.0416

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0831
Coefficiente azione sismica verticale 0.0416

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	361.14
2	12.8	358.14
3	20.31	359.14
4	29.44	361.14
5	33.84	363.46
6	43.35	365.14
7	48.88	365.14
8	97.46	381.14
9	106.51	381.14
10	164.5	396.14
11	176.46	396.14
12	231.75	408.14
13	256.37	408.2
14	264.32	409.16
15	279.59	406.14

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	33.96	363.42
2	48.2	363.51
3	72.65	368.95
4	104.68	376.25
5	157.94	389.64
6	193.13	396.52
7	236.15	404.0
8	256.23	408.2

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	361.14
2	12.8	358.14
3	20.31	359.14
4	29.44	361.14
5	33.84	363.46
6	35.07	361.14
7	47.16	361.14
8	50.78	347.14
9	70.09	347.14
10	74.02	339.14
11	129.6	333.14
12	134.2	347.14
13	151.9	347.14
14	156.24	361.64
15	165.9	361.64
16	172.6	376.14
17	184.0	376.14
18	195.6	389.64
19	206.8	389.64
20	216.1	397.64
21	240.8	397.64
22	256.37	408.2
23	264.31	409.16
24	264.31	409.16
25	264.32	409.16
26	279.59	406.14

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	0.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	0.0

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

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Litologia
1	19.61		36.00	17.65	20.59	
2	88		34.4	26	26	



Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.6	
Ascissa centro superficie	87.63	m
Ordinata centro superficie	571.29	m
Raggio superficie	213.32	m

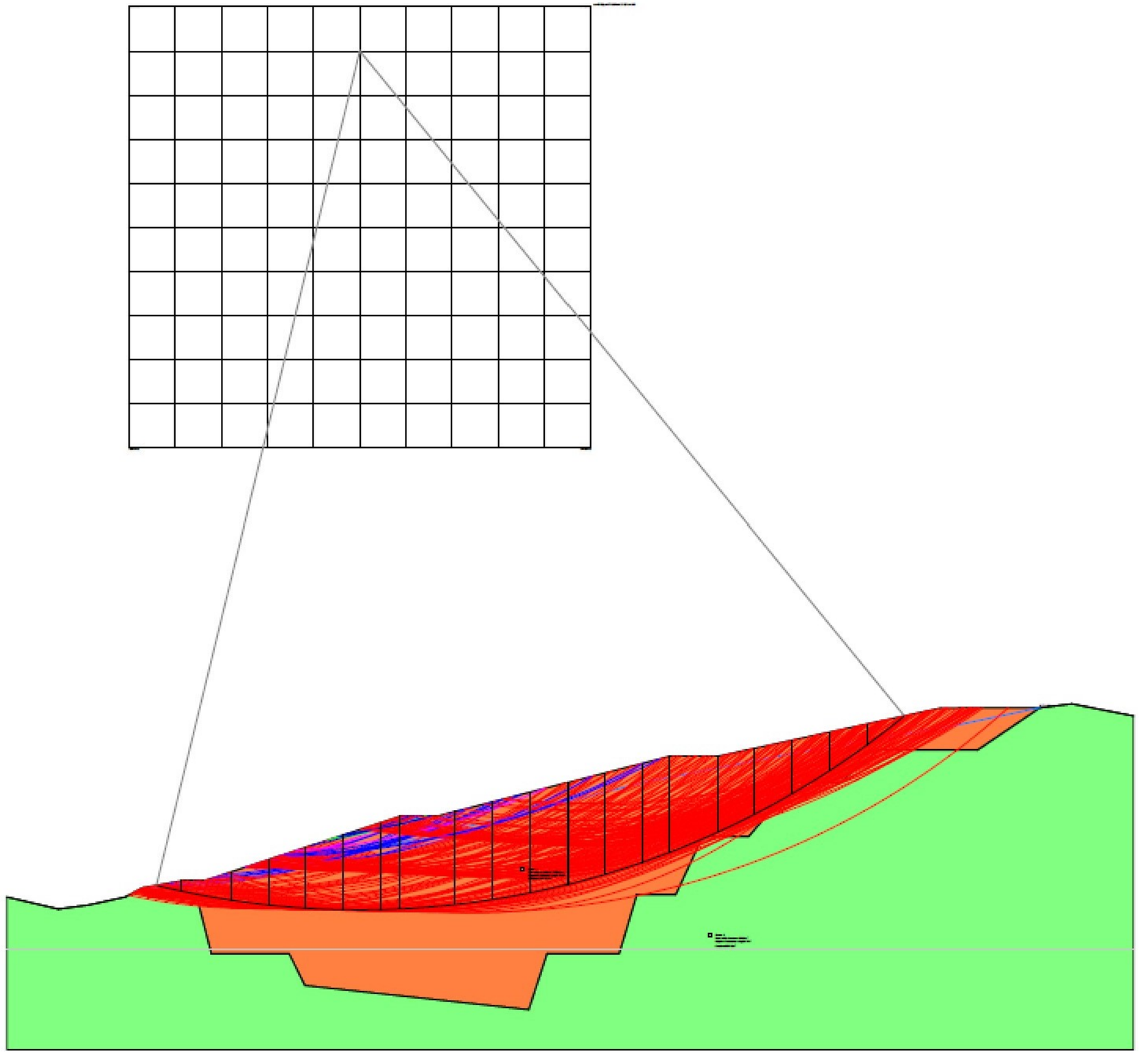
Numero di superfici esaminate....(192)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	47.5	478.1	116.1	2.15
2	53.3	472.6	103.1	3.40
3	59.0	478.1	109.5	2.91
4	64.7	472.6	114.3	1.81
5	70.4	478.1	109.9	2.43
6	76.2	472.6	114.6	1.64
7	81.9	478.1	110.4	2.10
8	87.6	472.6	114.8	1.61
9	93.4	478.1	120.4	1.62
10	99.1	472.6	115.0	1.65
11	104.8	478.1	111.3	1.86
12	110.5	472.6	115.2	1.68
13	116.3	478.1	120.8	1.85
14	122.0	472.6	106.5	1.86
15	127.7	478.1	112.2	1.92
16	133.4	472.6	98.2	2.04
17	139.2	478.1	103.9	1.98
18	144.9	472.6	98.8	2.05
19	41.8	483.5	119.4	2.68
20	53.3	483.5	113.2	3.69
21	59.0	489.0	130.6	1.96
22	64.7	483.5	115.2	2.65
23	70.4	489.0	120.9	2.39
24	76.2	483.5	125.5	1.62

25	81.9	489.0	131.1	1.60
26	87.6	483.5	116.1	1.98
27	93.4	489.0	131.3	1.62
28	99.1	483.5	126.0	1.64
29	104.8	489.0	131.5	1.65
30	110.5	483.5	117.0	1.85
31	116.3	489.0	122.6	1.84
32	122.0	483.5	117.4	1.84
33	127.7	489.0	123.1	2.01
34	133.4	483.5	109.1	2.03
35	139.2	489.0	114.8	1.97
36	144.9	483.5	109.7	2.03
37	41.8	494.5	129.9	2.73
38	47.5	500.0	136.8	2.27
39	53.3	494.5	133.5	1.94
40	59.0	500.0	130.6	3.09
41	64.7	494.5	136.2	1.88
42	70.4	500.0	131.8	2.35
43	76.2	494.5	136.5	1.61
44	81.9	500.0	142.0	1.61
45	87.6	494.5	136.7	1.61
46	93.4	500.0	142.3	1.61
47	99.1	494.5	136.9	1.63
48	104.8	500.0	133.1	1.85
49	110.5	494.5	127.9	1.84
50	116.3	500.0	133.6	1.82
51	122.0	494.5	128.3	1.82
52	127.7	500.0	134.0	2.07
53	133.4	494.5	120.0	2.02
54	139.2	500.0	125.8	2.06
55	144.9	494.5	120.6	2.12
56	36.1	511.0	144.3	3.92
57	47.5	511.0	147.3	2.31
58	53.3	505.5	143.8	1.97
59	59.0	511.0	140.8	3.23
60	64.7	505.5	147.2	1.86
61	70.4	511.0	142.7	2.31
62	76.2	505.5	137.5	2.15
63	81.9	511.0	153.0	1.61
64	87.6	505.5	147.6	1.61
65	93.4	511.0	153.2	1.61
66	99.1	505.5	147.9	1.62
67	104.8	511.0	153.4	1.69
68	110.5	505.5	138.8	1.83
69	116.3	511.0	144.5	1.81
70	122.0	505.5	139.3	1.89
71	127.7	511.0	136.0	2.06
72	133.4	505.5	130.9	2.01
73	139.2	511.0	136.7	2.16
74	144.9	505.5	131.5	2.37
75	41.8	516.4	151.0	2.79
76	53.3	516.4	154.2	1.99
77	59.0	521.9	161.2	1.80
78	64.7	516.4	158.1	1.84
79	70.4	521.9	153.6	2.27
80	76.2	516.4	148.4	2.12
81	81.9	521.9	154.1	1.98
82	87.6	516.4	158.6	1.61
83	93.4	521.9	164.2	1.60

84	99.1	516.4	158.8	1.61
85	104.8	521.9	155.0	1.83
86	110.5	516.4	149.7	1.82
87	116.3	521.9	155.4	1.89
88	122.0	516.4	150.2	1.97
89	127.7	521.9	146.9	2.05
90	133.4	516.4	141.8	2.00
91	139.2	521.9	147.6	2.22
92	144.9	516.4	142.4	2.36
93	36.1	532.9	165.7	3.53
94	41.8	527.4	161.6	2.85
95	53.3	527.4	164.7	2.01
96	59.0	532.9	161.6	3.48
97	64.7	527.4	158.2	2.63
98	70.4	532.9	174.7	1.63
99	76.2	527.4	159.3	2.08
100	81.9	532.9	165.0	1.97
101	87.6	527.4	159.8	1.92
102	93.4	532.9	175.1	1.60
103	99.1	527.4	169.7	1.67
104	104.8	532.9	165.9	1.83
105	110.5	527.4	160.7	1.81
106	116.3	532.9	166.3	1.87
107	122.0	527.4	161.1	2.02
108	127.7	532.9	157.8	2.04
109	133.4	527.4	152.7	2.09
110	139.2	532.9	158.5	2.41
111	144.9	527.4	144.7	2.38
112	53.3	538.4	165.2	5.15
113	59.0	543.9	182.1	1.82
114	64.7	538.4	178.6	1.69
115	70.4	543.9	185.6	1.70
116	76.2	538.4	180.3	1.62
117	81.9	543.9	175.9	1.96
118	87.6	538.4	170.7	1.92
119	93.4	543.9	176.4	1.87
120	99.1	538.4	180.7	1.83
121	104.8	543.9	176.8	1.82
122	110.5	538.4	171.6	1.80
123	116.3	543.9	177.3	1.95
124	122.0	538.4	162.9	2.11
125	127.7	543.9	168.7	2.14
126	133.4	538.4	163.6	2.27
127	139.2	543.9	169.4	2.40
128	144.9	538.4	154.5	2.49
129	41.8	549.4	183.0	2.94
130	47.5	554.8	189.6	2.37
131	53.3	549.4	175.8	5.43
132	59.0	554.8	182.6	3.70
133	64.7	549.4	189.0	1.69
134	70.4	554.8	196.0	1.64
135	76.2	549.4	191.2	1.62
136	81.9	554.8	186.9	1.96
137	87.6	549.4	181.6	1.91
138	93.4	554.8	187.3	1.87
139	99.1	549.4	182.1	1.84
140	104.8	554.8	187.8	1.81
141	110.5	549.4	182.5	1.88
142	116.3	554.8	197.5	2.17

143	122.0	549.4	173.8	2.10
144	127.7	554.8	179.6	2.02
145	133.4	549.4	174.5	2.24
146	139.2	554.8	178.8	2.46
147	144.9	549.4	171.5	2.52
148	53.3	560.3	186.4	5.71
149	59.0	565.8	203.1	1.84
150	64.7	560.3	199.5	1.71
151	70.4	565.8	196.4	2.25
152	76.2	560.3	202.1	1.62
153	81.9	565.8	207.7	1.61
154	87.6	560.3	192.6	1.91
155	93.4	565.8	198.2	1.86
156	99.1	560.3	193.0	1.83
157	104.8	565.8	198.7	1.89
158	110.5	560.3	193.4	1.96
159	116.3	565.8	189.9	2.17
160	122.0	560.3	184.7	2.09
161	127.7	565.8	190.5	2.20
162	133.4	560.3	185.4	2.35
163	139.2	565.8	187.7	2.45
164	144.9	560.3	180.1	2.56
165	30.4	571.3	202.5	6.46
166	47.5	576.8	211.0	2.38
167	53.3	571.3	197.1	6.00
168	59.0	576.8	213.7	1.84
169	64.7	571.3	200.0	2.87
170	70.4	576.8	206.9	2.28
171	76.2	571.3	213.1	1.62
172	81.9	576.8	218.7	1.60
173	87.6	571.3	213.3	1.60
174	93.4	576.8	209.2	1.86
175	99.1	571.3	203.9	1.83
176	104.8	576.8	209.6	1.80
177	110.5	571.3	204.4	1.93
178	116.3	576.8	200.8	2.16
179	122.0	571.3	195.6	2.08
180	127.7	576.8	201.3	2.30
181	133.4	571.3	194.5	2.35
182	139.2	576.8	196.6	2.36
183	144.9	571.3	188.8	2.37
184	53.3	582.3	207.7	6.29
185	64.7	582.3	210.5	2.90
186	76.2	582.3	223.8	1.62
187	87.6	582.3	224.3	1.76
188	99.1	582.3	214.9	1.82
189	110.5	582.3	215.3	2.10
190	122.0	582.3	206.6	2.06
191	133.4	582.3	203.5	2.32
192	144.9	582.3	197.8	2.44



SEZIONE 4 – STABILITA' GLOBALE RILEVATO

Analisi di stabilità dei pendii con : JANBU (1967)

==========

Lat./Long. 43.876833/7.935748 °
Calcolo eseguito secondo NTC 2018
Numero di strati 2.0
Numero dei conci 20.0
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	134.39	m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	531.56	m
Ascissa vertice destro superiore xs	183.88	m
Ordinata vertice destro superiore ys	569.71	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

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: B
Categoria topografica: T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.275	2.594	0.181
S.L.D.	50.0	0.392	2.63	0.211
S.L.V.	475.0	1.51	2.431	0.291
S.L.C.	975.0	2.03	2.473	0.306

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.396	0.2	0.0081	0.004
S.L.D.	0.5645	0.2	0.0115	0.0058
S.L.V.	2.1744	0.24	0.0532	0.0266
S.L.C.	2.9116	0.28	0.0831	0.0416

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.083
Coefficiente azione sismica verticale 0.042

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	441.05
2	21.8	441.51
3	45.96	455.25
4	64.3	455.85
5	79.74	467.62
6	87.77	467.24
7	93.36	470.57
8	103.15	470.12
9	115.24	473.18
10	129.55	475.01
11	130.21	475.66
12	138.13	475.66
13	140.21	474.64
14	144.08	473.97
15	167.07	474.53
16	175.46	474.98
17	202.73	492.01
18	205.73	492.86
19	214.77	492.65
20	224.8	499.66
21	232.27	499.7
22	246.63	507.22
23	258.82	507.8
24	260.29	508.28
25	264.62	509.99
26	271.33	511.98
27	280.35	514.99
28	291.71	513.64
29	296.11	512.68
30	313.5	507.22
31	316.81	507.76

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	-0.03	440.17
2	21.83	441.28
3	41.4	450.2
4	54.98	454.02
5	64.31	455.7
6	73.36	461.2
7	84.39	466.16
8	95.93	468.88
9	146.32	471.96
10	180.44	474.15
11	199.39	480.19
12	221.76	492.12
13	234.15	499.65
14	247.03	505.37
15	252.76	507.51

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	437.75
2	7.67	438.86
3	18.96	439.43
4	23.04	440.32

5	27.63	442.3
6	33.79	444.95
7	45.86	448.51
8	54.72	451.87
9	72.27	457.38
10	81.37	462.28
11	85.47	464.48
12	89.14	466.08
13	92.4	466.67
14	97.05	466.8
15	157.29	467.67
16	160.89	471.06
17	163.57	472.57
18	170.67	472.57
19	181.69	469.57
20	195.37	469.07
21	208.96	474.57
22	231.17	497.57
23	248.2	503.57
24	252.84	507.51
25	258.82	507.79
26	280.35	514.99
27	291.71	513.64
28	296.11	512.68
29	313.5	507.21
30	316.81	507.76

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

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

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Litologia
1	16		29	20	20	
2	88		34.4	26	26	

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.19	
Ascissa centro superficie	173.98	m
Ordinata centro superficie	554.45	m
Raggio superficie	80.35	m

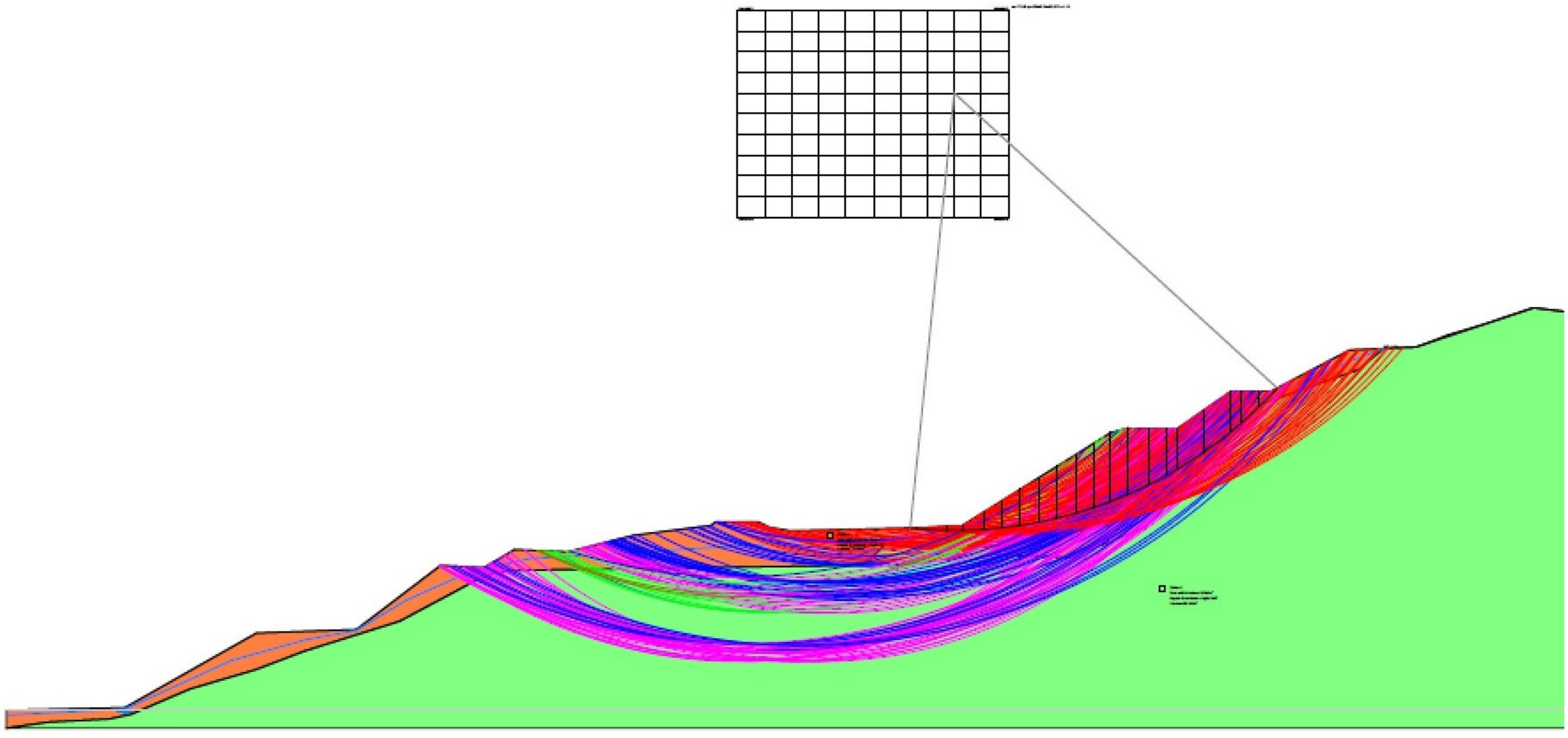
Numero di superfici esaminate....(221)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	134.4	531.6	81.5	4.48
2	136.9	533.5	83.3	4.23
3	139.3	531.6	72.4	5.81
4	141.8	533.5	74.3	4.94
5	144.3	531.6	81.5	3.89
6	146.8	533.5	83.4	3.75
7	149.2	531.6	81.6	3.54
8	151.7	533.5	74.6	3.55
9	154.2	531.6	63.8	3.30
10	156.7	533.5	65.8	2.72
11	159.1	531.6	64.0	2.49
12	161.6	533.5	65.5	2.24
13	164.1	531.6	63.4	2.08
14	166.6	533.5	64.8	1.94
15	169.0	531.6	55.6	1.29
16	171.5	533.5	56.8	1.31
17	174.0	531.6	55.5	1.29
18	176.5	533.5	56.8	1.37
19	178.9	531.6	54.5	1.39
20	181.4	533.5	55.9	1.37
21	183.9	531.6	54.9	1.24
22	134.4	535.4	85.2	4.30
23	136.9	537.3	87.1	4.08
24	139.3	535.4	76.2	5.42
25	141.8	537.3	87.2	3.90
26	144.3	535.4	85.3	3.87
27	146.8	537.3	87.2	3.61
28	149.2	535.4	76.4	3.67
29	151.7	537.3	69.4	3.42
30	154.2	535.4	67.6	2.98
31	156.7	537.3	69.1	2.67
32	159.1	535.4	67.7	2.42
33	161.6	537.3	68.8	2.24
34	164.1	535.4	66.8	2.10
35	166.6	537.3	68.2	1.93
36	169.0	535.4	56.7	1.71
37	171.5	537.3	57.8	1.57
38	174.0	535.4	57.9	1.35
39	176.5	537.3	58.4	1.44
40	178.9	535.4	57.8	1.42
41	181.4	537.3	57.9	1.48
42	183.9	535.4	57.2	1.34
43	134.4	539.2	89.0	4.15
44	136.9	541.1	90.7	4.02
45	139.3	539.2	80.0	5.01
46	141.8	541.1	90.6	3.74
47	144.3	539.2	89.0	3.70
48	146.8	541.1	80.9	3.81
49	149.2	539.2	79.6	3.61
50	151.7	541.1	80.7	3.47
51	154.2	539.2	70.0	3.18
52	156.7	541.1	70.7	2.62
53	159.1	539.2	69.7	2.39
54	161.6	541.1	70.3	2.19
55	164.1	539.2	69.4	1.96
56	166.6	541.1	70.0	1.80

57	169.0	539.2	69.1	1.65
58	171.5	541.1	70.4	1.52
59	174.0	539.2	68.8	1.43
60	176.5	541.1	70.1	1.48
61	178.9	539.2	59.2	1.58
62	181.4	541.1	61.3	1.49
63	183.9	539.2	59.6	1.43
64	134.4	543.0	92.3	4.08
65	136.9	544.9	83.6	5.70
66	139.3	543.0	82.3	4.85
67	141.8	544.9	83.4	4.61
68	144.3	543.0	82.1	4.04
69	146.8	544.9	93.5	3.48
70	149.2	543.0	81.9	3.60
71	151.7	544.9	83.2	3.35
72	154.2	543.0	81.7	3.17
73	156.7	544.9	73.2	2.36
74	159.1	543.0	71.5	2.31
75	161.6	544.9	73.5	2.02
76	164.1	543.0	71.8	1.83
77	166.6	544.9	73.8	1.73
78	169.0	543.0	72.1	1.62
79	171.5	544.9	74.1	1.49
80	174.0	543.0	72.2	1.34
81	176.5	544.9	73.5	1.54
82	178.9	543.0	61.2	1.67
83	181.4	544.9	72.8	1.52
84	183.9	543.0	62.4	1.49
85	134.4	546.8	84.9	6.99
86	136.9	548.7	97.0	3.83
87	139.3	546.8	95.2	3.80
88	141.8	548.7	97.1	3.58
89	144.3	546.8	84.8	3.99
90	146.8	548.7	86.8	3.64
91	149.2	546.8	85.0	3.46
92	151.7	548.7	87.0	3.26
93	154.2	546.8	74.9	2.83
94	156.7	548.7	77.0	2.25
95	159.1	546.8	75.2	2.11
96	161.6	548.7	77.1	2.01
97	164.1	546.8	75.6	1.85
98	166.6	548.7	76.7	1.60
99	169.0	546.8	75.7	1.58
100	171.5	548.7	76.3	1.28
101	174.0	546.8	75.2	1.37
102	176.5	548.7	75.8	1.39
103	178.9	546.8	74.8	1.52
104	181.4	548.7	75.4	1.54
105	183.9	546.8	74.1	1.56
106	134.4	550.6	88.2	6.86
107	136.9	552.5	100.8	3.75
108	139.3	550.6	99.0	3.69
109	141.8	552.5	90.4	3.99
110	144.3	550.6	99.1	3.47
111	146.8	552.5	90.5	3.60
112	149.2	550.6	88.8	3.43
113	151.7	552.5	90.2	3.10
114	154.2	550.6	78.6	2.56
115	156.7	552.5	89.9	2.67

116	159.1	550.6	88.6	2.54
117	161.6	552.5	89.6	2.82
118	164.1	550.6	77.7	1.54
119	166.6	552.5	78.3	1.45
120	169.0	550.6	77.3	1.35
121	171.5	552.5	78.2	1.28
122	174.0	550.6	76.8	1.20
123	176.5	552.5	78.7	1.37
124	178.9	550.6	77.0	1.52
125	181.4	552.5	79.1	1.61
126	183.9	550.6	77.5	1.62
127	134.4	554.4	102.7	3.82
128	136.9	556.4	93.4	5.14
129	139.3	554.4	102.8	3.56
130	141.8	556.4	104.2	3.45
131	144.3	554.4	91.8	3.84
132	146.8	556.4	92.9	3.64
133	149.2	554.4	91.5	3.32
134	151.7	556.4	92.6	3.03
135	154.2	554.4	80.2	1.97
136	156.7	556.4	80.7	1.86
137	159.1	554.4	79.7	1.40
138	161.6	556.4	81.1	1.37
139	164.1	554.4	79.5	1.34
140	166.6	556.4	81.6	1.37
141	169.0	554.4	79.9	1.35
142	171.5	556.4	82.0	1.26
143	174.0	554.4	80.4	1.19
144	176.5	556.4	82.5	1.48
145	178.9	554.4	80.8	1.50
146	181.4	556.4	82.9	1.60
147	183.9	554.4	81.1	1.58
148	134.4	558.3	106.0	3.78
149	136.9	560.2	95.8	5.67
150	139.3	558.3	105.8	3.50
151	141.8	560.2	107.3	3.40
152	144.3	558.3	105.7	3.66
153	146.8	560.2	95.4	3.42
154	149.2	558.3	93.9	3.24
155	151.7	560.2	95.7	2.89
156	154.2	558.3	94.0	2.70
157	156.7	560.2	84.4	1.71
158	159.1	558.3	82.8	1.46
159	161.6	560.2	84.9	1.38
160	164.1	558.3	83.2	1.39
161	166.6	560.2	85.3	1.34
162	169.0	558.3	83.7	1.33
163	171.5	560.2	85.8	1.24
164	174.0	558.3	84.1	1.37
165	176.5	560.2	86.2	1.55
166	178.9	558.3	84.6	1.56
167	181.4	560.2	86.7	1.60
168	183.9	558.3	84.7	1.67
169	134.4	562.1	109.1	3.75
170	136.9	564.0	110.8	3.45
171	139.3	562.1	108.9	3.37
172	141.8	564.0	110.9	3.60
173	144.3	562.1	109.1	3.59
174	146.8	564.0	111.1	3.42

175	149.2	562.1	97.4	3.08
176	151.7	564.0	99.5	2.77
177	154.2	562.1	97.7	2.64
178	156.7	564.0	88.2	1.62
179	159.1	562.1	86.5	1.45
180	161.6	564.0	88.6	1.40
181	164.1	562.1	87.0	1.43
182	166.6	564.0	89.1	1.33
183	169.0	562.1	87.4	1.31
184	171.5	564.0	89.5	1.31
185	174.0	562.1	87.9	1.43
186	176.5	564.0	90.0	1.62
187	178.9	562.1	88.3	1.64
188	181.4	564.0	90.4	1.68
189	183.9	562.1	88.3	1.73
190	134.4	565.9	112.6	3.56
191	136.9	567.8	114.6	3.36
192	139.3	565.9	112.7	3.42
193	141.8	567.8	114.7	3.64
194	144.3	565.9	100.9	3.59
195	146.8	567.8	114.9	3.33
196	149.2	565.9	101.2	2.95
197	151.7	567.8	103.3	2.70
198	154.2	565.9	89.9	2.14
199	156.7	567.8	92.0	1.57
200	159.1	565.9	90.3	1.45
201	161.6	567.8	92.4	1.48
202	164.1	565.9	90.8	1.39
203	166.6	567.8	92.9	1.33
204	169.0	565.9	91.2	1.29
205	171.5	567.8	93.3	1.48
206	174.0	565.9	91.6	1.61
207	176.5	567.8	93.7	1.58
208	178.9	565.9	92.1	1.64
209	181.4	567.8	94.1	1.69
210	183.9	565.9	91.9	1.69
211	134.4	569.7	104.1	6.50
212	139.3	569.7	104.4	4.30
213	144.3	569.7	116.7	3.45
214	149.2	569.7	105.0	2.83
215	154.2	569.7	93.6	1.89
216	159.1	569.7	94.1	1.45
217	164.1	569.7	94.5	1.38
218	169.0	569.7	95.0	1.27
219	174.0	569.7	95.4	1.57
220	178.9	569.7	95.8	1.63
221	183.9	569.7	95.5	1.71



SEZIONE 5 – STABILITA' GLOBALE RILEVATO

Analisi di stabilità dei pendii con : JANBU (1967)

==========

Lat./Long. 43.876833/7.935748 °
Calcolo eseguito secondo NTC 2018
Numero di strati 2.0
Numero dei conci 20.0
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	73.61	m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	756.99	m
Ascissa vertice destro superiore xs	134.09	m
Ordinata vertice destro superiore ys	808.55	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

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: B
Categoria topografica: T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.275	2.594	0.181
S.L.D.	50.0	0.392	2.63	0.211
S.L.V.	475.0	1.51	2.431	0.291
S.L.C.	975.0	2.03	2.473	0.306

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.396	0.2	0.0081	0.004
S.L.D.	0.5645	0.2	0.0115	0.0058
S.L.V.	2.1744	0.24	0.0532	0.0266
S.L.C.	2.9116	0.28	0.0831	0.0416

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.083
Coefficiente azione sismica verticale 0.042

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	654.81
2	5.14	654.92
3	20.95	663.51
4	25.6	663.74
5	37.86	671.92
6	37.86	671.92
7	37.86	671.92
8	47.56	672.73
9	53.32	676.68
10	70.82	677.3
11	82.82	677.34
12	94.82	677.44
13	141.74	689.35
14	150.75	688.51
15	151.33	688.51
16	151.48	688.52
17	163.96	695.99
18	177.95	705.14
19	177.95	705.14
20	177.95	705.14
21	187.96	705.97
22	187.96	705.97
23	187.96	705.97
24	191.4	708.17
25	197.63	712.58
26	202.39	712.49
27	205.39	714.6
28	210.14	718.45
29	216.43	718.41
30	246.46	731.39
31	254.61	731.96
32	259.04	735.11
33	260.91	736.42
34	263.93	736.59
35	271.02	736.86
36	273.56	736.31
37	274.43	736.01
38	277.18	734.71
39	279.94	733.71
40	284.89	731.03
41	288.98	729.29

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	95.44	677.56
2	120.36	681.57
3	134.91	683.57
4	153.49	687.88
5	172.88	694.58
6	188.28	702.21
7	203.69	711.55
8	214.06	716.72
9	226.42	722.7

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)

1	0.0	651.32
2	7.9	655.16
3	23.89	662.4
4	47.74	671.52
5	63.17	677.03
6	70.82	677.3
7	82.82	677.34
8	94.82	677.44
9	106.82	677.78
10	118.82	677.89
11	124.24	677.82
12	128.39	677.89
13	134.19	682.9
14	155.77	684.05
15	177.34	685.21
16	193.72	701.2
17	197.35	701.2
18	207.32	713.2
19	220.08	716.2
20	226.79	722.57
21	246.46	731.39
22	254.61	731.96
23	259.04	735.11
24	260.91	736.42
25	263.93	736.59
26	271.02	736.86
27	273.56	736.32
28	274.43	736.02
29	277.18	734.72
30	279.94	733.71
31	284.89	731.03
32	288.98	729.29

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

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

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Litologia
1	16		29	20	20	
2	88		34.4	26	26	

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.32

Ascissa centro superficie	131.07	m
Ordinata centro superficie	795.66	m
Raggio superficie	112.81	m

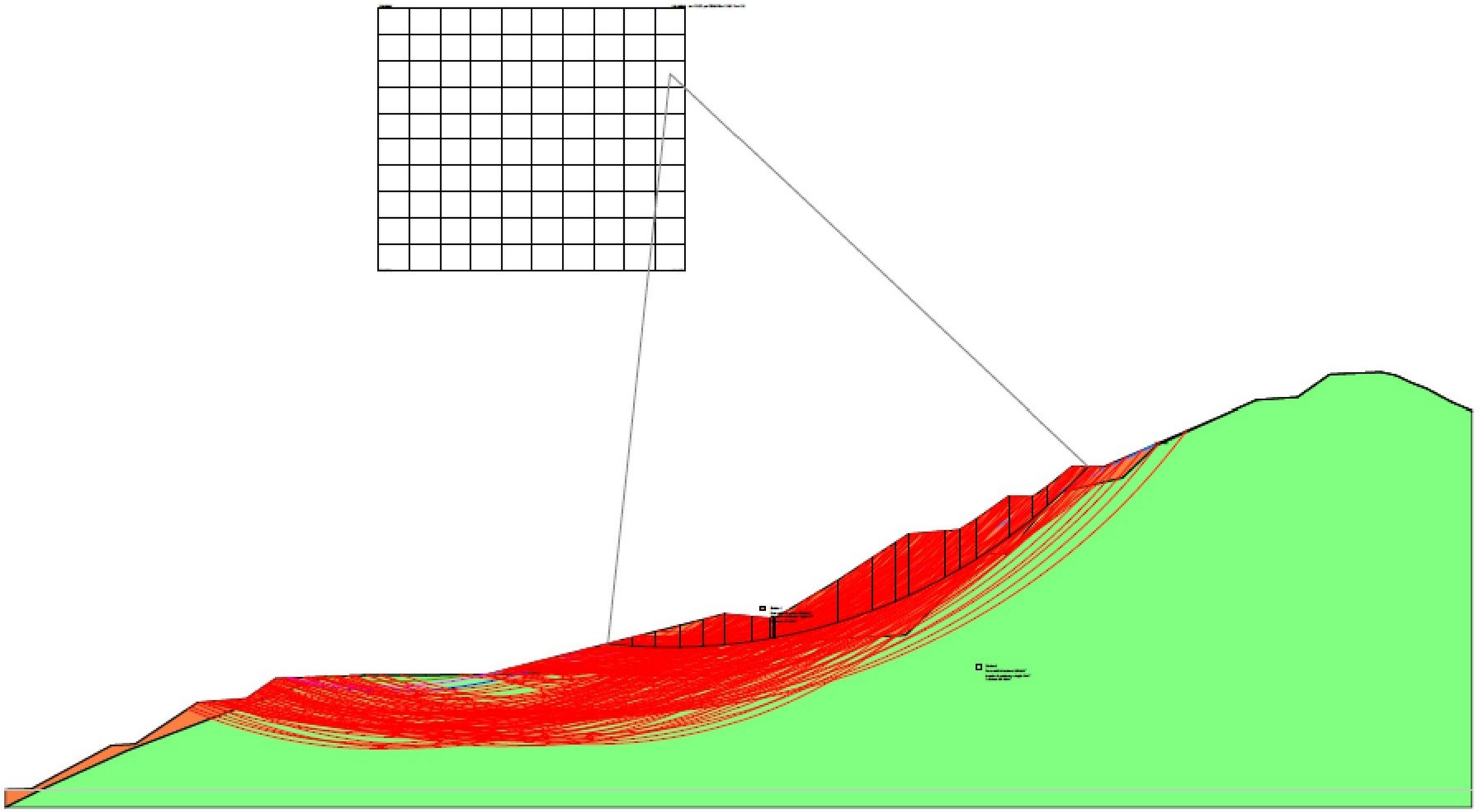
Numero di superfici esaminate....(195)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	73.6	757.0	94.1	4.80
2	76.6	759.6	96.1	4.74
3	79.7	757.0	94.0	4.80
4	82.7	759.6	96.0	4.74
5	85.7	757.0	85.6	6.43
6	88.7	759.6	87.0	6.19
7	91.8	757.0	85.3	5.29
8	94.8	759.6	86.7	4.90
9	97.8	757.0	93.6	4.06
10	100.8	759.6	86.5	4.98
11	103.9	757.0	93.5	3.50
12	106.9	759.6	95.5	3.21
13	109.9	757.0	75.7	3.10
14	112.9	759.6	95.4	2.88
15	115.9	757.0	93.2	2.83
16	119.0	759.6	85.7	2.69
17	122.0	757.0	84.0	2.59
18	125.0	759.6	85.5	2.42
19	128.0	757.0	74.6	2.02
20	131.1	759.6	75.4	1.72
21	134.1	757.0	74.2	1.75
22	73.6	762.1	98.3	4.91
23	76.6	764.7	90.6	14.81
24	79.7	762.1	88.9	9.74
25	82.7	764.7	90.4	10.05
26	85.7	762.1	88.7	7.30
27	88.7	764.7	100.0	4.77
28	91.8	762.1	97.9	4.53
29	94.8	764.7	99.9	4.17
30	97.8	762.1	97.7	3.87
31	100.8	764.7	99.8	3.63
32	103.9	762.1	97.6	3.41
33	106.9	764.7	99.6	3.23
34	109.9	762.1	97.5	2.98
35	112.9	764.7	89.1	3.36
36	115.9	762.1	87.4	2.85
37	119.0	764.7	88.8	2.65
38	122.0	762.1	87.2	2.59
39	125.0	764.7	88.6	2.42
40	128.0	762.1	86.9	2.30
41	131.1	764.7	88.3	2.05
42	134.1	762.1	76.3	1.68
43	73.6	767.3	92.3	27.45
44	76.6	769.9	93.7	53.87
45	79.7	767.3	102.3	4.84
46	82.7	769.9	104.3	4.94
47	85.7	767.3	102.1	4.89
48	88.7	769.9	104.1	4.85
49	91.8	767.3	102.0	4.56
50	94.8	769.9	104.0	4.29

51	97.8	767.3	101.9	3.79
52	100.8	769.9	103.9	3.45
53	103.9	767.3	91.0	4.17
54	106.9	769.9	92.5	3.75
55	109.9	767.3	90.8	4.05
56	112.9	769.9	92.2	2.98
57	115.9	767.3	101.5	2.67
58	119.0	769.9	92.2	2.38
59	122.0	767.3	90.3	2.48
60	125.0	769.9	92.4	2.27
61	128.0	767.3	90.0	2.07
62	131.1	769.9	92.7	1.99
63	134.1	767.3	90.2	2.08
64	73.6	772.5	106.5	5.13
65	76.6	775.0	108.5	4.87
66	79.7	772.5	106.4	4.99
67	82.7	775.0	108.4	5.09
68	85.7	772.5	106.3	4.91
69	88.7	775.0	108.3	4.96
70	94.8	775.0	108.2	4.12
71	97.8	772.5	94.4	2.58
72	100.8	775.0	96.5	2.49
73	103.9	772.5	94.1	2.30
74	106.9	775.0	96.8	2.65
75	109.9	772.5	94.3	2.88
76	112.9	775.0	97.0	2.21
77	115.9	772.5	94.6	2.25
78	119.0	775.0	97.3	2.31
79	122.0	772.5	94.8	2.18
80	125.0	775.0	97.5	2.12
81	128.0	772.5	95.1	1.98
82	131.1	775.0	97.8	2.03
83	134.1	772.5	95.4	2.20
84	73.6	777.6	110.7	5.08
85	76.6	780.2	113.0	4.96
86	79.7	777.6	110.5	5.01
87	91.8	777.6	110.8	4.42
88	94.8	780.2	113.4	3.91
89	97.8	777.6	99.0	2.85
90	100.8	780.2	101.7	2.48
91	103.9	777.6	99.2	2.32
92	106.9	780.2	101.9	2.68
93	109.9	777.6	99.5	2.62
94	112.9	780.2	102.2	2.22
95	115.9	777.6	99.7	2.11
96	119.0	780.2	102.1	1.99
97	122.0	777.6	100.0	2.14
98	125.0	780.2	101.7	1.81
99	128.0	777.6	100.0	1.91
100	131.1	780.2	101.3	1.80
101	134.1	777.6	87.9	1.63
102	73.6	782.8	115.5	5.08
103	76.6	785.3	118.2	5.01
104	79.7	782.8	115.6	5.08
105	94.8	785.3	118.5	3.73
106	97.8	782.8	104.1	2.78
107	100.8	785.3	106.5	2.60
108	103.9	782.8	104.4	2.34
109	106.9	785.3	106.1	2.51

110	109.9	782.8	104.3	2.39
111	112.9	785.3	105.7	2.22
112	115.9	782.8	103.9	2.09
113	119.0	785.3	105.3	1.93
114	122.0	782.8	103.5	1.92
115	125.0	785.3	104.9	1.75
116	128.0	782.8	103.1	1.89
117	131.1	785.3	104.5	1.48
118	134.1	782.8	102.7	2.06
119	73.6	787.9	120.7	4.96
120	76.6	790.5	123.3	4.93
121	79.7	787.9	120.8	5.01
122	82.7	790.5	123.2	5.00
123	88.7	790.5	123.0	4.39
124	91.8	787.9	120.9	4.00
125	94.8	790.5	122.8	3.73
126	97.8	787.9	108.2	3.43
127	100.8	790.5	122.6	3.24
128	103.9	787.9	107.8	2.89
129	106.9	790.5	109.2	3.17
130	109.9	787.9	107.4	2.82
131	112.9	790.5	108.8	3.17
132	115.9	787.9	107.0	2.14
133	119.0	790.5	108.7	1.74
134	122.0	787.9	106.6	1.80
135	125.0	790.5	108.6	1.65
136	128.0	787.9	106.7	1.65
137	131.1	790.5	109.0	1.47
138	134.1	787.9	106.7	2.01
139	73.6	793.1	125.6	4.93
140	97.8	793.1	124.8	3.56
141	103.9	793.1	124.6	2.99
142	106.9	795.7	126.9	2.66
143	109.9	793.1	124.5	2.87
144	112.9	795.7	126.9	2.87
145	115.9	793.1	110.7	2.08
146	119.0	795.7	113.3	1.78
147	122.0	793.1	111.0	1.59
148	125.0	795.7	113.3	1.51
149	128.0	793.1	111.4	1.53
150	131.1	795.7	112.8	1.32
151	134.1	793.1	111.0	1.79
152	73.6	798.2	129.8	5.19
153	79.7	798.2	129.6	5.33
154	85.7	798.2	129.4	4.93
155	88.7	800.8	131.5	4.40
156	91.8	798.2	129.2	3.99
157	94.8	800.8	131.4	3.62
158	100.8	800.8	131.6	3.16
159	103.9	798.2	129.1	2.90
160	106.9	800.8	131.8	2.75
161	109.9	798.2	129.3	2.78
162	112.9	800.8	117.4	3.89
163	115.9	798.2	115.6	2.00
164	119.0	800.8	116.9	1.91
165	122.0	798.2	115.1	1.66
166	125.0	800.8	117.1	1.50
167	128.0	798.2	114.8	1.35
168	131.1	800.8	117.3	1.32

169	134.1	798.2	115.3	1.66
170	73.6	803.4	133.9	5.36
171	76.6	806.0	136.2	5.42
172	79.7	803.4	133.7	5.30
173	82.7	806.0	136.1	5.43
174	85.7	803.4	133.8	4.93
175	91.8	803.4	133.8	3.92
176	94.8	806.0	136.5	3.48
177	97.8	803.4	134.0	3.37
178	106.9	806.0	136.1	2.58
179	109.9	803.4	133.9	2.85
180	112.9	806.0	136.2	2.79
181	115.9	803.4	133.8	2.58
182	119.0	806.0	136.4	2.50
183	122.0	803.4	119.4	1.69
184	125.0	806.0	121.0	1.59
185	128.0	803.4	119.2	1.35
186	131.1	806.0	121.3	1.39
187	134.1	803.4	119.1	1.52
188	85.7	808.6	138.8	4.75
189	97.8	808.6	138.5	3.15
190	103.9	808.6	138.4	2.73
191	109.9	808.6	138.7	2.65
192	115.9	808.6	138.6	2.60
193	122.0	808.6	138.4	2.39
194	128.0	808.6	123.6	1.35
195	134.1	808.6	123.7	1.62



SEZIONE 7 bis – STABILITA' GLOBALE RILEVATO

Analisi di stabilità dei pendii con : JANBU (1967)

==========

Lat./Long. 43.876833/7.935748 °
Calcolo eseguito secondo NTC 2018
Numero di strati 2.0
Numero dei conci 20.0
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	79.49	m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1839.23	m
Ascissa vertice destro superiore xs	134.8	m
Ordinata vertice destro superiore ys	1884.64	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

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:	B
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.275	2.594	0.181
S.L.D.	50.0	0.392	2.63	0.211
S.L.V.	475.0	1.51	2.431	0.291
S.L.C.	975.0	2.03	2.473	0.306

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.396	0.2	0.0081	0.004
S.L.D.	0.5645	0.2	0.0115	0.0058
S.L.V.	2.1744	0.24	0.0532	0.0266
S.L.C.	2.9116	0.28	0.0831	0.0416

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0831
Coefficiente azione sismica verticale 0.0416

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	1749.99
2	3.47	1749.99
3	40.62	1769.69
4	89.67	1770.39
5	113.12	1783.69
6	118.45	1783.89
7	143.25	1799.79
8	143.91	1799.79
9	144.31	1799.49
10	148.97	1799.09
11	157.45	1803.99
12	167.68	1803.29
13	190.09	1809.19
14	203.53	1809.79
15	207.47	1807.19
16	212.26	1807.29
17	217.59	1811.99
18	221.73	1812.19
19	233.76	1818.73
20	237.9	1818.99
21	250.1	1817.99
22	275.75	1824.99
23	281.73	1824.99
24	288.33	1832.99
25	293.33	1832.99
26	296.33	1839.65
27	313.13	1843.99
28	328.39	1845.99
29	335.19	1846.13

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	94.98	1773.23
2	110.74	1775.17
3	123.3	1777.96
4	144.89	1785.73
5	161.19	1794.9
6	180.43	1802.69
7	191.81	1806.34
8	207.11	1807.09

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	1744.49
2	5.94	1747.86
3	18.76	1754.42
4	36.44	1763.02
5	48.37	1769.81
6	89.66	1770.4
7	94.59	1773.19
8	122.0	1773.19
9	124.85	1766.86
10	143.5	1766.86
11	147.59	1776.86
12	154.09	1776.86
13	161.32	1795.0

14	176.29	1798.9
15	184.64	1799.6
16	191.95	1805.8
17	204.1	1807.0
18	207.46	1807.2
19	212.25	1807.3
20	217.58	1812.0
21	221.72	1812.2
22	233.37	1818.77
23	237.56	1818.9
24	250.0	1818.03
25	275.38	1824.93
26	281.66	1825.0
27	288.37	1833.02
28	293.37	1832.97
29	296.3	1839.67
30	313.12	1844.0
31	328.38	1846.0
32	334.39	1846.12
33	335.19	1846.13

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

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

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Litologia
1	16		29	20	20	
2	88		34.4	26	26	

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.12	
Ascissa centro superficie	112.68	m
Ordinata centro superficie	1839.23	m
Raggio superficie	65.99	m

Numero di superfici esaminate....(221)

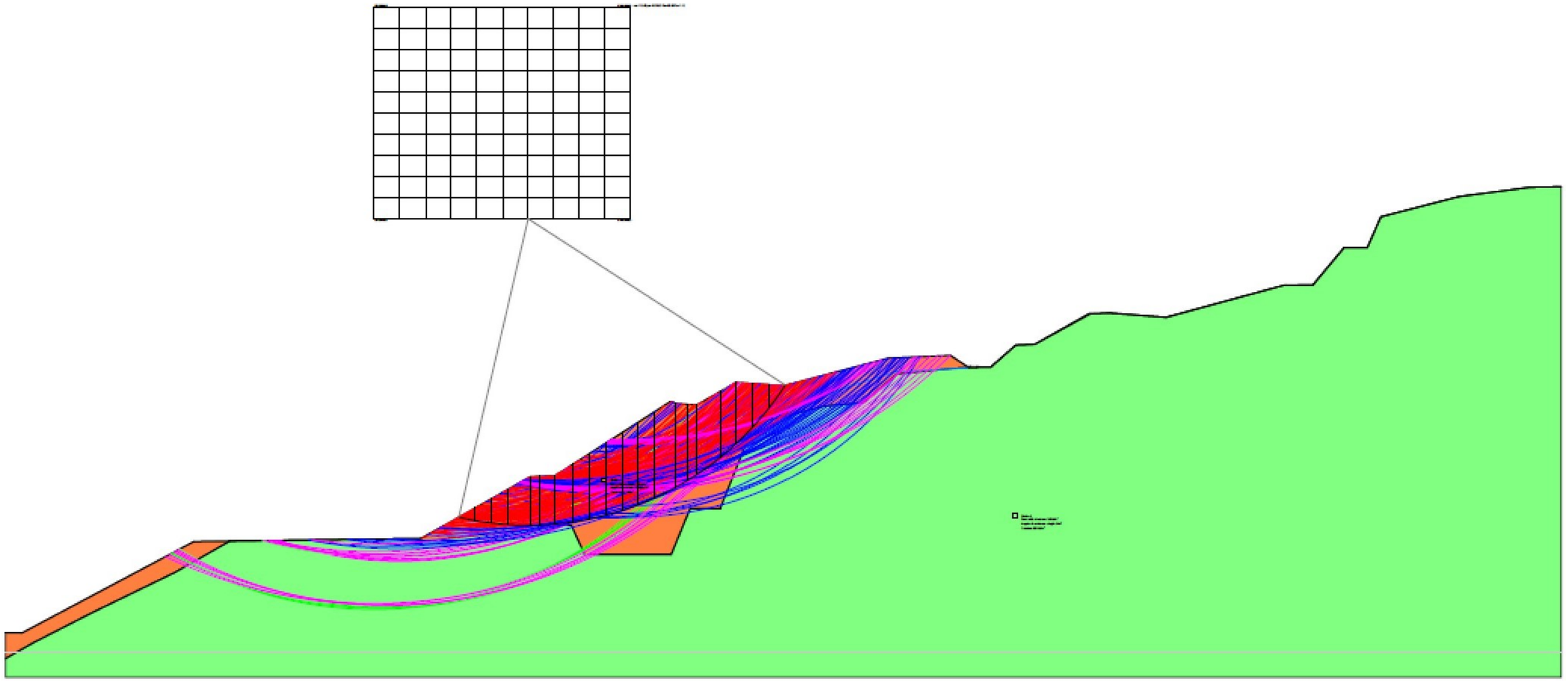
N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	79.5	1839.2	84.1	2.52
2	82.3	1841.5	86.0	2.35
3	85.0	1839.2	65.8	1.87

4	87.8	1841.5	66.9	1.73
5	90.6	1839.2	65.3	1.38
6	93.3	1841.5	66.9	1.26
7	96.1	1839.2	65.9	1.18
8	98.9	1841.5	66.9	1.21
9	101.6	1839.2	65.9	1.16
10	104.4	1841.5	66.9	1.19
11	107.1	1839.2	66.0	1.13
12	109.9	1841.5	66.9	1.17
13	112.7	1839.2	66.0	1.12
14	115.4	1841.5	66.9	1.23
15	118.2	1839.2	57.0	1.30
16	121.0	1841.5	57.4	1.32
17	123.7	1839.2	57.0	1.38
18	126.5	1841.5	57.5	1.44
19	129.3	1839.2	57.0	1.59
20	132.0	1841.5	57.5	1.70
21	134.8	1839.2	48.1	1.76
22	79.5	1843.8	88.3	2.48
23	82.3	1846.0	90.1	2.31
24	85.0	1843.8	78.3	2.22
25	87.8	1846.0	71.2	1.62
26	90.6	1843.8	69.2	1.36
27	93.3	1846.0	71.5	1.23
28	96.1	1843.8	69.2	1.21
29	98.9	1846.0	71.4	1.22
30	101.6	1843.8	69.1	1.21
31	104.4	1846.0	71.4	1.19
32	107.1	1843.8	69.1	1.18
33	109.9	1846.0	71.4	1.18
34	112.7	1843.8	69.1	1.18
35	115.4	1846.0	61.8	1.31
36	118.2	1843.8	59.5	1.31
37	121.0	1846.0	61.7	1.36
38	123.7	1843.8	59.4	1.39
39	126.5	1846.0	61.7	1.47
40	129.3	1843.8	59.4	1.57
41	132.0	1846.0	61.6	1.75
42	134.8	1843.8	59.3	1.85
43	79.5	1848.3	92.2	2.35
44	82.3	1850.6	94.6	2.28
45	85.0	1848.3	82.7	2.16
46	87.8	1850.6	75.5	1.51
47	90.6	1848.3	73.8	1.29
48	93.3	1850.6	76.0	1.23
49	96.1	1848.3	73.7	1.22
50	98.9	1850.6	76.0	1.21
51	101.6	1848.3	73.7	1.20
52	104.4	1850.6	75.9	1.19
53	107.1	1848.3	73.7	1.19
54	109.9	1850.6	75.9	1.19
55	112.7	1848.3	73.6	1.24
56	115.4	1850.6	66.3	1.33
57	118.2	1848.3	64.0	1.34
58	121.0	1850.6	66.3	1.39
59	123.7	1848.3	64.0	1.43
60	126.5	1850.6	75.7	1.57
61	129.3	1848.3	73.5	1.60
62	132.0	1850.6	74.8	1.80

63	134.8	1848.3	73.3	1.92
64	79.5	1852.9	96.6	2.31
65	82.3	1855.1	99.0	2.25
66	85.0	1852.9	87.0	2.10
67	87.8	1855.1	79.8	1.41
68	90.6	1852.9	78.1	1.26
69	93.3	1855.1	80.5	1.24
70	96.1	1852.9	78.3	1.23
71	98.9	1855.1	80.5	1.21
72	101.6	1852.9	78.2	1.20
73	104.4	1855.1	80.5	1.20
74	107.1	1852.9	78.2	1.20
75	109.9	1855.1	80.4	1.25
76	112.7	1852.9	78.2	1.32
77	115.4	1855.1	69.8	1.38
78	118.2	1852.9	68.5	1.36
79	121.0	1855.1	68.5	1.46
80	123.7	1852.9	67.3	1.48
81	126.5	1855.1	67.3	1.60
82	129.3	1852.9	66.1	1.62
83	132.0	1855.1	66.1	1.75
84	134.8	1852.9	75.4	1.92
85	79.5	1857.4	90.8	2.37
86	82.3	1859.7	93.3	2.20
87	85.0	1857.4	91.4	2.03
88	87.8	1859.7	84.0	1.37
89	90.6	1857.4	82.4	1.26
90	93.3	1859.7	85.0	1.24
91	96.1	1857.4	82.8	1.21
92	98.9	1859.7	84.4	1.22
93	101.6	1857.4	82.8	1.21
94	104.4	1859.7	83.5	1.26
95	107.1	1857.4	82.0	1.23
96	109.9	1859.7	82.6	1.29
97	112.7	1857.4	81.1	1.38
98	115.4	1859.7	81.6	1.51
99	118.2	1857.4	69.8	1.50
100	121.0	1859.7	80.7	1.60
101	123.7	1857.4	68.5	1.59
102	126.5	1859.7	68.5	1.77
103	129.3	1857.4	67.3	1.75
104	132.0	1859.7	69.1	1.86
105	134.8	1857.4	67.6	1.85
106	79.5	1861.9	105.5	2.25
107	82.3	1864.2	97.6	2.12
108	85.0	1861.9	85.7	1.79
109	87.8	1864.2	88.3	1.36
110	90.6	1861.9	86.7	1.28
111	93.3	1864.2	87.3	1.32
112	96.1	1861.9	85.9	1.25
113	98.9	1864.2	86.4	1.27
114	101.6	1861.9	85.0	1.25
115	104.4	1864.2	85.5	1.29
116	107.1	1861.9	84.0	1.30
117	109.9	1864.2	84.6	1.34
118	112.7	1861.9	83.1	1.41
119	115.4	1864.2	83.7	1.47
120	118.2	1861.9	82.2	1.50
121	121.0	1864.2	82.8	1.65

122	123.7	1861.9	81.3	1.70
123	126.5	1864.2	83.6	1.75
124	129.3	1861.9	81.9	1.83
125	132.0	1864.2	73.3	1.90
126	134.8	1861.9	71.8	1.89
127	79.5	1866.5	99.5	2.22
128	82.3	1868.7	101.7	2.07
129	85.0	1866.5	89.7	1.71
130	87.8	1868.7	90.3	1.75
131	90.6	1866.5	88.8	1.39
132	93.3	1868.7	89.4	1.45
133	96.1	1866.5	87.9	1.35
134	98.9	1868.7	88.5	1.37
135	101.6	1866.5	87.0	1.30
136	104.4	1868.7	87.6	1.34
137	107.1	1866.5	86.1	1.33
138	109.9	1868.7	86.6	1.38
139	112.7	1866.5	85.2	1.39
140	115.4	1868.7	86.1	1.45
141	118.2	1866.5	84.4	1.53
142	121.0	1868.7	87.0	1.66
143	123.7	1866.5	85.3	1.70
144	126.5	1868.7	88.0	1.79
145	129.3	1866.5	86.3	1.86
146	132.0	1868.7	77.6	1.95
147	134.8	1866.5	76.1	1.92
148	79.5	1871.0	103.5	2.15
149	82.3	1873.3	104.6	1.91
150	85.0	1871.0	102.9	1.89
151	87.8	1873.3	104.0	1.73
152	90.6	1871.0	102.3	1.67
153	93.3	1873.3	103.4	1.54
154	96.1	1871.0	101.6	1.67
155	98.9	1873.3	90.5	1.53
156	101.6	1871.0	89.0	1.41
157	104.4	1873.3	89.6	1.40
158	107.1	1871.0	88.1	1.39
159	109.9	1873.3	89.5	1.38
160	112.7	1871.0	87.8	1.43
161	115.4	1873.3	90.4	1.47
162	118.2	1871.0	88.7	1.54
163	121.0	1873.3	91.4	1.80
164	123.7	1871.0	89.7	1.80
165	126.5	1873.3	92.3	1.82
166	129.3	1871.0	90.6	1.95
167	132.0	1873.3	81.8	1.99
168	134.8	1871.0	80.3	1.95
169	79.5	1875.6	106.3	1.96
170	82.3	1877.8	107.5	1.47
171	85.0	1875.6	105.7	1.66
172	87.8	1877.8	106.9	1.43
173	90.6	1875.6	105.1	1.45
174	93.3	1877.8	106.3	1.45
175	96.1	1875.6	104.5	1.53
176	98.9	1877.8	105.6	1.55
177	101.6	1875.6	103.9	1.61
178	104.4	1877.8	92.9	1.50
179	107.1	1875.6	91.2	1.41
180	109.9	1877.8	93.8	1.41

181	112.7	1875.6	92.1	1.46
182	115.4	1877.8	94.8	1.49
183	118.2	1875.6	93.1	1.66
184	121.0	1877.8	95.7	1.77
185	123.7	1875.6	94.0	1.83
186	126.5	1877.8	96.6	1.85
187	129.3	1875.6	94.9	2.00
188	132.0	1877.8	97.5	2.03
189	134.8	1875.6	84.5	1.98
190	79.5	1880.1	109.2	1.42
191	82.3	1882.4	110.4	1.28
192	85.0	1880.1	108.6	1.35
193	87.8	1882.4	109.7	1.26
194	90.6	1880.1	108.0	1.39
195	93.3	1882.4	109.1	1.23
196	96.1	1880.1	107.4	1.33
197	98.9	1882.4	109.7	1.47
198	101.6	1880.1	107.8	1.60
199	104.4	1882.4	97.2	1.51
200	107.1	1880.1	95.5	1.43
201	109.9	1882.4	98.2	1.44
202	112.7	1880.1	96.5	1.48
203	115.4	1882.4	99.1	1.51
204	118.2	1880.1	97.4	1.63
205	121.0	1882.4	100.0	1.89
206	123.7	1880.1	98.3	1.81
207	126.5	1882.4	100.9	1.93
208	129.3	1880.1	99.2	2.03
209	132.0	1882.4	101.8	2.06
210	134.8	1880.1	88.8	2.01
211	79.5	1884.6	112.1	1.28
212	85.0	1884.6	111.5	1.23
213	90.6	1884.6	111.0	1.24
214	96.1	1884.6	111.6	1.30
215	101.6	1884.6	112.2	1.60
216	107.1	1884.6	99.9	1.46
217	112.7	1884.6	100.8	1.48
218	118.2	1884.6	101.7	1.76
219	123.7	1884.6	102.6	1.90
220	129.3	1884.6	103.5	2.06
221	134.8	1884.6	93.0	2.04



SEZIONE 10 – STABILITA' GLOBALE RILEVATO

Analisi di stabilità dei pendii con : JANBU (1967)

==========

Lat./Long. 43.876833/7.935748 °
Calcolo eseguito secondo NTC 2018
Numero di strati 2.0
Numero dei conci 20.0
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	28.13	m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	784.24	m
Ascissa vertice destro superiore xs	81.01	m
Ordinata vertice destro superiore ys	818.78	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

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: B
Categoria topografica: T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.275	2.594	0.181
S.L.D.	50.0	0.392	2.63	0.211
S.L.V.	475.0	1.51	2.431	0.291
S.L.C.	975.0	2.03	2.473	0.306

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.396	0.2	0.0081	0.004
S.L.D.	0.5645	0.2	0.0115	0.0058
S.L.V.	2.1744	0.24	0.0532	0.0266
S.L.C.	2.9116	0.28	0.0831	0.0416

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0831
Coefficiente azione sismica verticale 0.0416

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	732.35
2	21.67	734.6
3	42.61	740.47
4	53.54	743.24
5	99.21	758.11
6	107.86	758.11
7	153.61	774.11
8	161.57	774.11
9	186.48	788.47
10	187.7	788.24
11	199.04	788.58
12	202.09	789.91
13	214.81	790.68
14	222.37	790.6
15	224.54	793.85
16	231.62	793.61
17	241.79	794.22
18	257.4	793.1
19	259.76	793.76
20	263.9	793.48
21	296.82	796.89
22	314.4	801.6
23	319.68	805.11

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	53.7	743.25
2	84.31	751.81
3	91.2	754.3
4	110.23	757.97
5	129.57	764.68
6	152.94	770.26
7	169.81	776.98
8	186.68	787.31
9	222.76	789.76
10	257.33	793.11

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	732.35
2	21.67	734.6
3	42.61	740.47
4	53.54	743.24
5	60.64	739.11
6	86.23	739.11
7	90.78	754.11
8	103.33	754.11
9	145.97	768.11
10	158.81	768.11
11	183.32	784.63
12	187.93	786.39
13	195.87	786.17
14	201.78	786.17
15	214.33	787.65
16	222.27	788.75
17	224.85	789.12

18	232.05	789.31
19	234.64	789.86
20	241.84	790.97
21	257.4	793.1
22	259.76	793.76
23	263.91	793.48
24	296.82	796.89
25	314.4	801.6
26	316.88	803.25
27	319.68	805.11

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

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

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Litologia
1	16		29	20	20	
2	88		34.4	26	26	

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.72	
Ascissa centro superficie	59.86	m
Ordinata centro superficie	801.51	m
Raggio superficie	58.96	m

Numero di superfici esaminate....(195)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	33.4	784.2	50.4	4.15
2	36.1	786.0	46.5	18.14
3	38.7	784.2	50.3	3.44
4	41.3	786.0	52.1	3.29
5	44.0	784.2	50.3	3.19
6	46.6	786.0	52.1	3.06
7	49.3	784.2	44.7	3.29
8	51.9	786.0	46.5	2.77
9	54.6	784.2	44.7	2.43
10	57.2	786.0	46.4	2.10
11	59.9	784.2	44.7	2.00
12	62.5	786.0	46.4	2.02
13	65.1	784.2	44.8	2.07

14	67.8	786.0	46.4	2.02
15	70.4	784.2	44.7	1.86
16	73.1	786.0	46.3	1.99
17	75.7	784.2	44.7	2.11
18	78.4	786.0	46.3	2.23
19	81.0	784.2	44.8	2.33
20	28.1	787.7	53.8	4.92
21	30.8	789.4	55.3	4.46
22	33.4	787.7	53.8	3.92
23	36.1	789.4	49.5	35.90
24	38.7	787.7	53.8	3.40
25	41.3	789.4	55.3	3.13
26	44.0	787.7	48.2	4.44
27	46.6	789.4	55.3	2.90
28	49.3	787.7	48.2	3.01
29	51.9	789.4	49.4	2.65
30	54.6	787.7	48.2	2.38
31	57.2	789.4	49.4	2.12
32	59.9	787.7	48.1	2.10
33	62.5	789.4	49.4	2.16
34	65.1	787.7	48.1	2.12
35	67.8	789.4	49.4	2.06
36	70.4	787.7	48.1	2.01
37	73.1	789.4	49.4	2.14
38	75.7	787.7	48.0	2.23
39	78.4	789.4	49.4	2.35
40	81.0	787.7	48.0	2.32
41	30.8	792.9	58.1	4.54
42	36.1	792.9	58.1	3.75
43	38.7	791.2	56.7	3.32
44	41.3	792.9	51.7	13.14
45	44.0	791.2	50.5	5.26
46	46.6	792.9	51.7	4.29
47	49.3	791.2	50.5	3.22
48	51.9	792.9	51.7	2.56
49	54.6	791.2	50.5	2.21
50	57.2	792.9	51.7	1.93
51	59.9	791.2	50.5	2.05
52	62.5	792.9	51.7	1.86
53	65.1	791.2	50.5	1.95
54	67.8	792.9	51.8	1.83
55	70.4	791.2	50.4	2.05
56	73.1	792.9	51.8	2.21
57	75.7	791.2	50.4	2.30
58	78.4	792.9	51.8	2.42
59	81.0	791.2	50.4	2.36
60	36.1	796.3	61.6	3.51
61	41.3	796.3	55.1	10.70
62	44.0	794.6	53.4	5.71
63	46.6	796.3	55.1	3.87
64	49.3	794.6	59.8	2.78
65	51.9	796.3	55.0	2.54
66	54.6	794.6	53.5	2.09
67	57.2	796.3	55.0	1.93
68	59.9	794.6	53.5	1.94
69	62.5	796.3	55.0	1.85
70	65.1	794.6	53.5	1.92
71	67.8	796.3	54.9	1.84
72	70.4	794.6	53.5	2.08

73	73.1	796.3	54.9	2.23
74	75.7	794.6	53.5	2.31
75	78.4	796.3	54.9	2.43
76	81.0	794.6	53.5	2.48
77	28.1	798.1	63.0	5.39
78	30.8	799.8	64.3	4.61
79	33.4	798.1	63.0	4.06
80	36.1	799.8	64.3	3.69
81	44.0	798.1	62.9	2.91
82	46.6	799.8	57.2	3.98
83	49.3	798.1	56.1	3.07
84	51.9	799.8	57.2	2.36
85	54.6	798.1	56.1	2.06
86	57.2	799.8	57.2	1.77
87	59.9	798.1	56.0	1.89
88	62.5	799.8	57.2	1.73
89	65.1	798.1	56.0	1.77
90	67.8	799.8	57.3	1.93
91	70.4	798.1	56.0	2.04
92	73.1	799.8	57.3	2.33
93	75.7	798.1	55.9	2.40
94	78.4	799.8	57.4	2.50
95	81.0	798.1	55.9	2.56
96	28.1	801.5	66.0	5.53
97	30.8	803.2	67.7	4.60
98	33.4	801.5	66.0	4.00
99	36.1	803.2	67.7	3.47
100	41.3	803.2	67.7	2.90
101	44.0	801.5	66.0	2.93
102	46.6	803.2	67.7	2.75
103	49.3	801.5	58.9	2.75
104	51.9	803.2	60.6	2.28
105	54.6	801.5	58.9	1.99
106	57.2	803.2	60.7	1.74
107	59.9	801.5	59.0	1.72
108	62.5	803.2	60.7	1.96
109	65.1	801.5	59.0	1.77
110	67.8	803.2	60.6	2.11
111	70.4	801.5	59.0	2.24
112	73.1	803.2	60.5	2.37
113	75.7	801.5	59.1	2.55
114	78.4	803.2	60.4	2.65
115	81.0	801.5	59.1	2.55
116	28.1	805.0	69.4	5.42
117	30.8	806.7	70.8	4.57
118	33.4	805.0	69.4	3.96
119	36.1	806.7	70.7	3.57
120	41.3	806.7	70.7	2.96
121	49.3	805.0	61.9	2.54
122	51.9	806.7	70.6	2.76
123	54.6	805.0	61.8	1.75
124	57.2	806.7	70.6	2.90
125	59.9	805.0	61.7	1.76
126	62.5	806.7	62.7	2.11
127	65.1	805.0	61.7	2.00
128	67.8	806.7	62.7	2.28
129	70.4	805.0	61.6	2.34
130	73.1	806.7	62.7	2.52
131	75.7	805.0	61.5	2.54

132	78.4	806.7	62.8	2.77
133	81.0	805.0	61.4	2.65
134	28.1	808.4	72.2	5.90
135	30.8	810.1	73.7	4.90
136	33.4	808.4	72.1	4.05
137	38.7	808.4	72.1	3.22
138	44.0	808.4	72.1	2.68
139	46.6	810.1	73.8	2.77
140	49.3	808.4	72.1	2.92
141	51.9	810.1	73.8	2.85
142	54.6	808.4	72.1	2.82
143	57.2	810.1	73.9	2.91
144	59.9	808.4	64.3	1.95
145	62.5	810.1	65.9	1.97
146	65.1	808.4	64.4	2.09
147	67.8	810.1	65.7	2.34
148	70.4	808.4	64.4	2.42
149	73.1	810.1	65.5	2.62
150	75.7	808.4	64.4	2.61
151	78.4	810.1	65.6	2.73
152	81.0	808.4	64.2	2.86
153	28.1	811.9	75.4	6.03
154	36.1	813.6	77.1	3.44
155	41.3	813.6	77.0	2.83
156	44.0	811.9	75.5	2.77
157	46.6	813.6	76.9	2.77
158	49.3	811.9	75.5	2.74
159	51.9	813.6	76.8	2.80
160	54.6	811.9	75.4	2.96
161	59.9	811.9	67.1	2.11
162	62.5	813.6	68.4	2.17
163	65.1	811.9	66.9	2.27
164	67.8	813.6	68.6	2.28
165	70.4	811.9	67.0	2.41
166	73.1	813.6	68.8	2.64
167	75.7	811.9	67.2	2.69
168	78.4	813.6	69.0	2.70
169	81.0	811.9	67.4	2.86
170	28.1	815.3	78.7	5.84
171	33.4	815.3	78.6	3.93
172	36.1	817.1	79.9	3.47
173	46.6	817.1	80.0	2.64
174	49.3	815.3	78.3	2.78
175	51.9	817.1	80.1	2.79
176	54.6	815.3	78.4	2.87
177	57.2	817.1	80.2	2.95
178	59.9	815.3	70.0	2.23
179	62.5	817.1	71.8	2.15
180	65.1	815.3	70.2	2.21
181	67.8	817.1	72.0	2.49
182	70.4	815.3	70.4	2.60
183	73.1	817.1	72.2	2.78
184	75.7	815.3	70.6	2.81
185	78.4	817.1	72.4	2.67
186	81.0	815.3	70.8	2.82
187	33.4	818.8	81.4	4.23
188	44.0	818.8	81.6	2.83
189	49.3	818.8	81.7	2.57
190	54.6	818.8	81.8	2.87

191	59.9	818.8	73.5	2.17
192	65.1	818.8	73.7	2.14
193	70.4	818.8	73.9	2.59
194	75.7	818.8	74.1	2.78
195	81.0	818.8	82.3	2.68

