**17 STUDIO di GEOLOGIA TECNICA dott. geol. GUIDO CARIERI**

Via alla Rocca di LeginoViaVia Alla Rocca di Legino, 5b 17100 - SAVONA - Tel. 019801866;019807203; fax 0198403931; e-mail: guido@carieri.com

P.I. 01211680093

COMMITTENTE: FRANTOI SRL.

COMUNE: GENOVA

LOCALITA': MOLASSANA

# OGGETTO: RELAZIONE DI SINTESI DEL MODELLO GEOTECNICO DELLA CAVA DI CALCARE MONTANASCO




DATA: Febbraio 2017

INDICE

NORMATIVA ..... 2
PREMESSA: ..... 2
UNITÀ GEOLOGICHE E LITOLOGICHE ..... 3
INQUADRAMENTO SISMICO ..... 4
VERIFICHE DI STABILITA' ..... 10
CONCLUSIONI ..... 13
ALLEGATI ..... 14

## NORMATIVA

- D.M. 14/01/2008-Testo Unitario Norme tecniche per le costruzioni
- Consiglio superiore dei lavori pubblici-"istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni" Circolare 2 febbraio 2009
- Consiglio superiore dei lavori pubblici-Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione del territorio nazionale. Allegato al voto n.36 del 27/07/2007
- Eurocodice 8 (1998)-Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture (parte 5): Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici
- Eurocodice 7.1- Progettazione geotecnica
- Eurocodice 7.2- Progettazione geotecnica
- Eurocodice 7.3-Progettazione geotecnica
- L.R.L. n.4/1999-Vincolo idrogeologico
- Dlgs.n.152/2006, Dlgs n.4/2008, Decreto anticrisi, DGR n. 859/2008-Criteri per la gestione e l'utilizzo di terre e rocce da scavo

## PREMESSA:

Il presente documento di analisi geotecnica del sito denominato "cava Montanasco" è parte del corredo tecnico della variante al programma di coltivazione in oggi autorizzato (D.G.R. n. 183/2003) per lo sfruttamento estrattivo e la riqualificazione ambientale della cava.

La ditta Committente nell'anno 2012 ha presentato al competente SUAP, a norma dell'art. 11 della l.r. N° 12/2012, apposita istanza di autorizzazione per l'ottenimento del rinnovo delle autorizzazioni necessarie alla prosecuzione dell'esercizio estrattivo della cava.
Rispetto alla suddetta istanza in data 11 settembre 2012, l'Uff. Direzione e Sviluppo Grandi Progetti – Sportello Unico per le Imprese del Comune di Genova trasmetteva alla ditta Committente "Frantoi Srl" formale richiesta d'integrazione alla documentazione precedentemente presentata.
In particolare, al punto n. 3 della soprariportata lettera del Comune di Genova veniva richiesta la predisposizione dei seguenti elaborati:

- *Verifiche di stabilità ai sensi del D.M. 14/01/2008 lungo i fronti in coltivazione, con particolare riferimento alle zone che ancora devono essere interessate dalla coltivazione.*

L'esame istruttorio della documentazione allegata alla citata istanza ha comportato la richiesta di predisposizione di specifiche integrazioni fra le quali le "Verifiche di stabilità di cui al D.M.

14.01.2008 sui fronti di coltivazione con particolare riferimento alle zone che devono essere ancora interessate dalla coltivazione".

A seguito delle analisi e delle verifiche eseguite è emerso che:
*"L'area di cava allo stato attuale presenta condizioni di sicurezza all'interno dei settori attualmente coltivati ed a fine ciclo. Lungo il fronte orientale del sito estrattivo, viceversa, si evidenziano situazioni di dissesto geomorfologico attive, interessanti i terreni detritici eluvio-colluviali di copertura del substrato roccioso in posto, che presuppongono la realizzazione d'interventi di sistemazione e messa in sicurezza del tratto apicale del versante, considerati propedeutici ed indifferibili per garantire il prosieguo delle attività di coltivazione."*
Da quanto sopra è derivata l'impossibilità di eseguire completamente, per questo settore del fronte di cava, il progetto di coltivazione in oggi approvato con la DGR n° 183/2003, del quale si era chiesto il rinnovo, con conseguente necessità di predisposizione di un apposito e specifico progetto di variante, che definisca sia le modalità di completamento dell'intervento estrattivo nelle porzioni di cava ancora sfruttabili, che gli interventi di sistemazione dei dissesti idrogeologici censiti nel settore orientale della cava medesima, verificatisi a seguito degli eventi alluvionali del novembre 2011.
La presente relazione, a corredo dell'istanza di autorizzazione della Variante al Programma di Coltivazione approvato, viene predisposta ai sensi della vigente normativa (Testo Unico per le costruzioni - D.M. 14/01/2008), valutando le condizioni di stabilità: del fronte di cava in coltivazione, di quelli di nuova costituzione e la stabilità delle coperture, costituite da coltri d'alterazione dell'ammasso di base, mediante l'esecuzione di verifiche di stabilità all'equilibrio limite (ex § 6.3.4) lungo le sezioni trasversali al fronte: nella zona a fine coltivazione, nei settori attualmente coltivati ed ancora da coltivare.

## UNITÀ GEOLOGICHE E LITOLOGICHE

Il complesso estrattivo è situato all'interno della Formazione dei Calcari del M. Antola, i cui terreni sono assegnati all'intervallo Cretaceo superiore – Paleocene, periodo in cui la variazione del regime dinamico dovuto al movimento di "chiusura" dell'Oceano ligure piemontese ha determinato la deposizione di sedimenti marini per correnti di torbida, mobilitate da sismi o frane sottomarine e sedimentate sul fondale oceanico, alle quali si alternavano le deposizioni di materiali fini.
Queste sequenze flyschioidi furono coinvolte in parte nell'orogenesi alpina ed in parte nella fase successiva dell'orogenesi appenninica assumendo pertanto polarità delle falde di ricoprimento con

vergenze opposte. La Formazione dei Calcari del M. Antola, essendo al limite tra le due vergenze, è stata coinvolta da entrambe le fasi e risulta piegata e fratturata secondo i due differenti eventi di deformazione plicativa e di tettonica fragile. Gli eventi descritti fanno sì che si osservi frequentemente una sequenza sedimentaria "rovesciata".

## INQUADRAMENTO SISMICO GENERALE

Ricadente nel territorio del Comune di Genova, unità urbanistica n. 53 "Molassana", è classificata in "classe sismica 3 ($ag_{max}$=0.10g)" in osservanza della D.G.R. n. 1362 del 19.11.2010, entrata in vigore il 1° gennaio 2011 (ex Allegato O.P.C.M. n. 3519/2006; D.G.R. n. 1308 del 24.10.2008).
Tutte le verifiche, pertanto, devono fare riferimento alle NTC2008.
Inoltre, per i fronti di scavo considerati si possono assumere i seguenti dati:

| | |
|---|---|
| latitudine centroide (UTM 32T) | 44,451699 |
| longitudine centroide (UTM 32T) | 8,985265 |
| classe d'uso | II |
| vita nominale ($V_N$) | 50 anni |
| coefficiente d'uso ($C_U$) | 1 |
| vita di riferimento ($V_R$) | $V_R = V_N \cdot C_U$ = 50 anni (*) |

I coefficienti sismici orizzontale ($k_h$) e verticale ($k_v$), da impiegare nella determinazione della forza inerziale dovuta al sisma di progetto, sono dati da

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad (1)$$

$$k_v = \pm 0{,}5 \cdot k_h \quad (2)$$

dove

- $\beta_s$ = il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;
- $a_{max}$ = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
- $g$ = accelerazione di gravità.

L'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata mediante la relazione

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g \qquad (3)$$

in cui

- $S$ = coefficiente di sito che comprende i coefficienti di amplificazione stratigrafica ($S_S$) e topografica ($S_T$);
- $a_g$ = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

La caratterizzazione sismica di progetto del sito di riferimento si differenzia in relazione alla categoria di suolo nei due settori della cava assunti a modello per lo sviluppo e l'esecuzione delle verifiche di stabilità all'equilibrio limite: il settore centrale del fronte di cava (settore O-SO) e quello orientale di nuova coltivazione (E-SE). In quest'ultimo settore, la categoria di suolo passa da cat. A a cat. E, almeno nella parte apicale del fronte interessato dall'attività di coltivazione (gradoni a quota 130 e 115 metri). Tale riscontro emerge dall'analisi tomografica dell'indagine sismica a rifrazione eseguita propedeuticamente, al fine di determinare correttamente l'assetto stratigrafico dei terreni presenti lungo il tratto di versante in oggetto.
Nel seguito si riportano gli inquadramenti sismici di progetto dell'area, suddivisa nei due settori di progetto.

## Settore O-SO del fronte di cava

In merito al sottosuolo di riferimento, il tratto di fronte d'interesse appartiene alla categoria A ("*ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di* $V_{s,30}$ *superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m*"; NTC2008 Tabella 3.2.II).
La configurazione geometrica del sito in esame è quella di: "rilievo con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione 15<β<30°". Dunque, al sito in esame è attribuibile la categoria topografica T3 (NTC2008 Tabella 3.2.IV).
Pertanto, nella (3) $S_S$ = 1 e *St* = 1,20.

L'accelerazione orizzontale massima ($a_{max}$) per lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) è determinabile mediante i parametri spettrali su sito di riferimento rigido. In questo caso, per una probabilità di superamento nel periodo di riferimento ($P_{VR}$) del 10%, il tempo di ritorno ($T_R$) del sisma considerato vale

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})} = -\frac{50 \text{ anni}}{\ln(1-0.10)} = 475 \text{ anni}$$

mentre i relativi parametri spettrali, individuati mediante il software "Geostru PS", risultano

$$a_g = 0{,}079\ g$$

$$F_0 = 2{,}514$$

$$T_C^* = 0{,}280$$

in cui

$F_0$ = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_C^*$ = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Pertanto, la (3) fornisce

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g = 1 \cdot 1{,}2 \cdot 0{,}079\ g = 0{,}0948\ g = 0{,}0948 \cdot 9{,}81\ \text{m s}^{-2} = 0{,}929988\ \text{m s}^{-2}$$

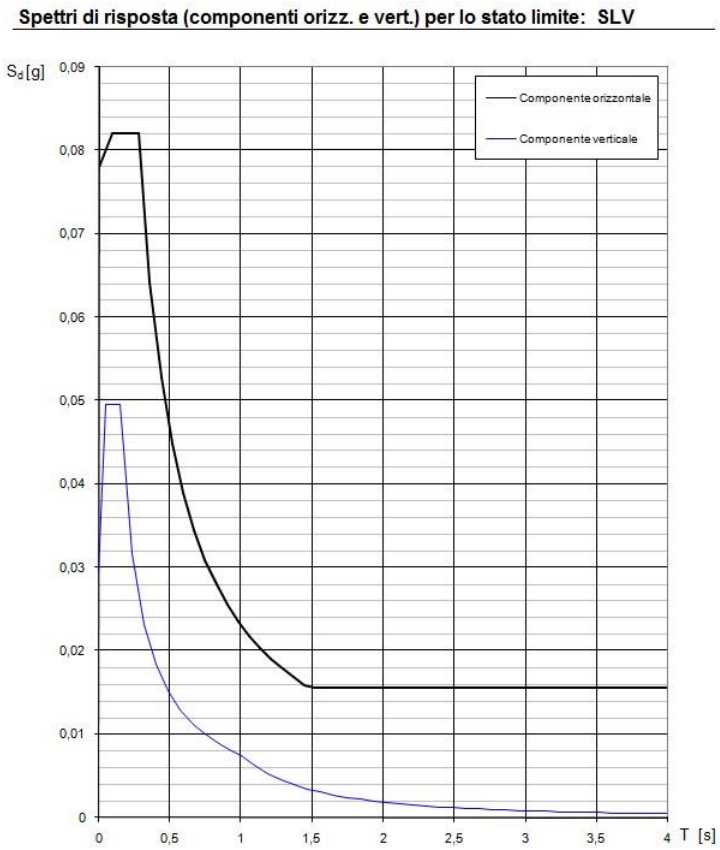
(4)

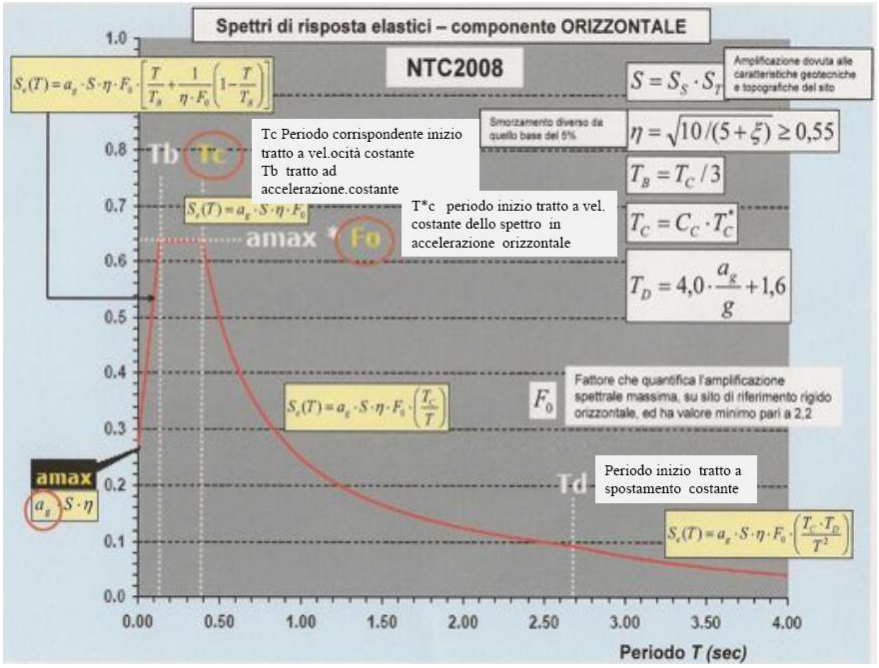
Il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito ($\beta_s$) per sottosuoli di categoria A, con $a_g < 0{,}1\ g$, vale 0,20 (NTC2008 Tabella 7.11.I). Le (1) e (2) divengono dunque:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g} = 0{,}20 \cdot \frac{1{,}0242\ \text{m s}^{-2}}{9{,}81\ \text{m s}^{-2}} = 0{,}01896 \qquad (5)$$

$$k_v = \pm 0{,}5 \cdot k_h = \pm 0{,}5 \cdot 0{,}01896 = \pm 0{,}00948 \qquad (6)$$

Spettro di risposta progetto-dipendente per lo stato limite di SLV




*Schema esplicativo parametri elastici dello spettro di risposta orizzontale*

Parametri rappresentativi e punti di ancoraggio degli spettri di risposta orizzontali e verticali relativi allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV):

**Parametri indipendenti**

| STATO LIMITE | SLV |
|---|---|
| $a_g$ | 0,078 g |
| $F_o$ | 2,521 |
| $T_C^*$ | 0,281 s |
| $S_S$ | 1,000 |
| $C_C$ | 1,000 |
| $S_T$ | 1,000 |
| q | 2,400 |

**Parametri dipendenti**

| | |
|---|---|
| S | 1,000 |
| $\eta$ | 0,417 |
| $T_B$ | 0,094 s |
| $T_C$ | 0,281 s |
| $T_D$ | 1,912 s |

*Parametri dello spettro di risposta per la componente orizzontale*

**Parametri indipendenti**

| STATO LIMITE | SLV |
|---|---|
| $a_{gv}$ | 0,029 g |
| $S_S$ | 1,000 |
| $S_T$ | 1,000 |
| q | 1,500 |
| $T_B$ | 0,050 s |
| $T_C$ | 0,150 s |
| $T_D$ | 1,000 s |

**Parametri dipendenti**

| | |
|---|---|
| $F_v$ | 0,951 |
| S | 1,000 |
| $\eta$ | 0,667 |

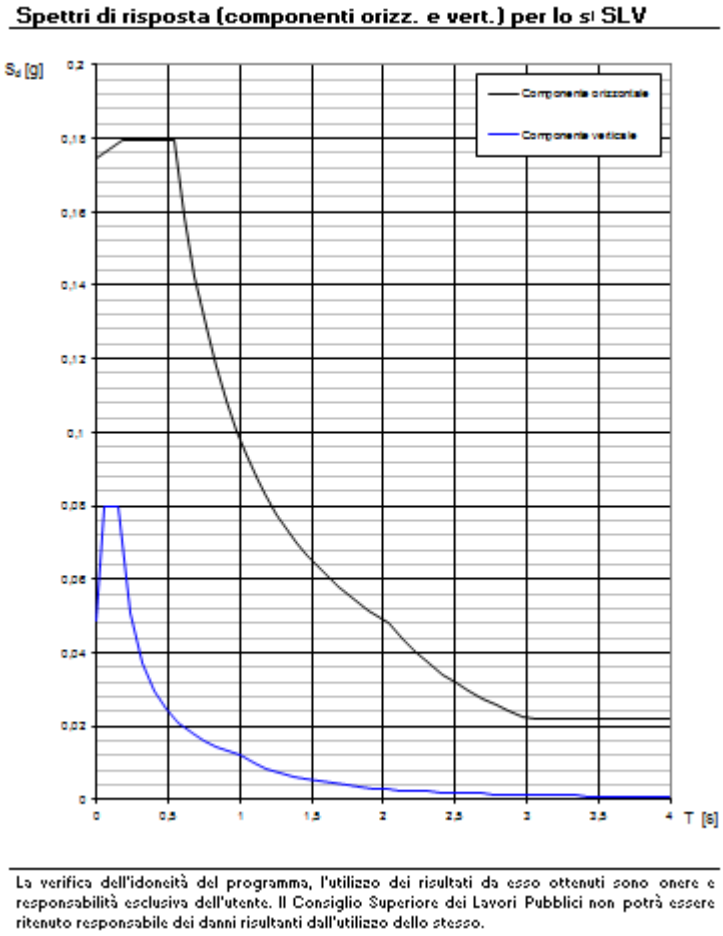
*Parametri dello spettro di risposta per la componente verticale*

## Settore E-SE del fronte di cava

In merito al sottosuolo di riferimento, il tratto di fronte d'interesse nel settore apicale e sino alla zona intermedia appartiene alla categoria E ("*terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m., posti sul substrato di riferimento con* $V_{s,30}$ *superiori a 800 m/s*"; NTC2008 Tabella 3.2.II).

La configurazione geometrica del sito in esame è quella di: “rilievo con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione 15<β<30°”. Dunque, al sito in esame è attribuibile categoria topografica T3 (NTC2008 Tabella 3.2.IV).

Segue il diagramma degli spettri di risposta inelastici orizzontale e verticale:




Parametri rappresentativi e punti di ancoraggio degli spettri di risposta orizzontali e verticali relativi allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV):

**Parametri indipendenti**

| STATO LIMITE | SLV |
|---|---|
| $a_g$ | 0,109 g |
| $F_o$ | 2,463 |
| $T_C^*$ | 0,287 s |
| $S_S$ | 1,600 |
| $C_C$ | 1,894 |
| $S_T$ | 1,000 |
| q | 2,400 |

**Parametri dipendenti**

| | |
|---|---|
| S | 1,600 |
| $\eta$ | 0,417 |
| $T_B$ | 0,181 s |
| $T_C$ | 0,544 s |
| $T_D$ | 2,037 s |

*Parametri dello spettro di risposta per la componente orizzontale*

**Parametri indipendenti**

| STATO LIMITE | SLV |
|---|---|
| $a_{gv}$ | 0,049 g |
| $S_S$ | 1,000 |
| $S_T$ | 1,000 |
| q | 1,500 |
| $T_B$ | 0,050 s |
| $T_C$ | 0,150 s |
| $T_D$ | 1,000 s |

**Parametri dipendenti**

| | |
|---|---|
| $F_v$ | 1,099 |
| S | 1,000 |
| $\eta$ | 0,667 |

*Parametri dello spettro di risposta per la componente verticale*

## VERIFICHE DI STABILITA'

Le analisi di stabilità agli stati limite sono svolte in osservanza della vigente normativa geotecnica (Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 14/01/2008 par.6.3), che prevede la realizzazione di un modello geologico ed un modello geotecnico del versante. Le verifiche di sicurezza vanno svolte con metodi che tengano conto della forma e posizione della superficie di scorrimento, dei principali parametri geotecnici e del regime delle pressioni interstiziali.

Nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLU) le componenti verticali ed orizzontali dell'azione sismica si ricavano dalle seguenti relazioni: Fh=kh*W e Fv=kv*W (dove Fh e Fv sono gli incrementi di forza proporzionali a W e W è il peso di volume del terreno).

Le verifiche assumono un numero variabile di superfici di potenziale scorrimento (da due a tre), che meglio approssimano le condizioni critiche di stabilità, interessando sia le coltri sciolte eluviali di copertura che il sottostante substrato roccioso.

Le verifiche svolte riguardano le sezioni di progetto n.: 29 ubicata lungo il fronte est, nella zona non ancora coltivata a gradoni; le sezioni n.: 10, 18, e 21 ubicate nella zona centrale dell'anfiteatro di cava, lungo il fronte sud, la sezione n. 4 trasversale al fronte ovest che risulta allo stato attuale a fine ciclo di coltivazione (vd. tav. 3.Geo "Sezioni geologico Strutturali" in sc. 1. 1.000).

Tutte le verifiche sono svolte tenendo conto dell'inquadramento sismico dell'area d'intervento (zona 3 in osservanza della D.G.R. n. 1362 del 19.11.2010, entrata in vigore il 1° gennaio 2011).

Nel corso delle sessioni di analisi si è assunta una superficie freatica rappresentativa di un regime idrostatico molto prossimo al profilo di superficie e quindi estremamente cautelativo ed a favore di sicurezza.

I valori dei parametri di resistenza a taglio delle coltri eluviali e detritiche di copertura (coesione ed angolo d'attrito interno), espressi in termini di tensioni efficaci, sono stati calcolati attraverso una "back analysis", analizzando una superficie di taglio potenziale all'interfaccia substrato roccioso-coperture di un tratto di versante in dissesto gravitativo (paragrafo *Geomorfologia della zona* della relazione di sintesi del modello geologico).

Mediante la back analysis si sono individuati i valori dei suddetti parametri che meglio definiscono le condizioni di equilibrio limite ($Fs \approx 1,0$) del tratto di versante in dissesto gravitativo.

I valori sono stati calcolati assumendo le condizioni d'analisi maggiormente cautelative (condizioni d'analisi statiche in assenza di sollecitazione sismica).

Al contempo, si sono calcolati i valori "medi" dei parametri geotecnici di resistenza a taglio che definiscono il comportamento del substrato roccioso di base, desunti dalla classificazione dell'ammasso roccioso (rilevamento geomeccanico), così come meglio indicati nella relazione di sintesi del modello geologico.

I valori "caratteristici", calcolati come rapporto tra la deviazione standard ed il valore medio dell'intera popolazione statistica dei parametri desunti dalle indagini sia di superficie (caratterizzazione geomeccanica degli affioramenti -classificazione di Hoek&Brown "GSI") che nel sottosuolo (indagine sismica a rifrazione), hanno condotto alla determinazione dei valori di "progetto" dei valori di coesione ed angolo d'attrito interno dell'ammasso roccioso di base, applicando i coefficienti di sicurezza parziali (M2), contemplati dall'approccio n. 1, combinazione n. 2, in osservanza delle Norme Tecniche per le Costruzioni:.

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

| PARAMETRO | GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE | COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$ | **(M1)** | **(M2)** |
|---|---|---|---|---|
| *Tangente dell'angolo di resistenza al taglio* | $\tan \varphi'_k$ | $\gamma_{\varphi'}$ | 1,0 | 1,25 |
| *Coesione efficace* | $c'_k$ | $\gamma_{c'}$ | 1,0 | 1,25 |
| *Resistenza non drenata* | $c_{uk}$ | $\gamma_{cu}$ | 1,0 | 1,4 |
| *Peso dell'unità di volume* | $\gamma$ | $\gamma_\gamma$ | 1,0 | 1,0 |

Valori caratteristici parametri geotecnici utilizzati nelle verifiche di stabilità all'equilibrio limite

| Litotipo | $\gamma$ | $\varphi$ | c |
|---|---|---|---|
| Terreni di riporto | 17 | 18 | 15 |
| Coltri detritiche/limo-argilloso | 18 | 18 | 15 |
| Detrito grossolano | 22 | 22 | 174 |
| Calcari Antola | 26 | 32,38 | 189,90 |

$\gamma$ = peso di volume espresso in kN/mc
$\varphi$ = angolo di attrito interno espresso in °
c = coesione espressa in kN/mq.

Valori di progetto parametri geotecnici utilizzati nelle verifiche di stabilità all'equilibrio limite

| Litotipo | $\gamma$ | $\varphi$ | C |
|---|---|---|---|
| Terreni di riporto | 17 | 14,5 | 12 |
| Coltri detritiche/limo-argilloso | 18 | 14,5 | 12 |
| Detrito grossolano | 22 | 17,9 | 139,2 |
| Calcari Antola | 26 | 26 | 152 |

$\gamma$ = peso di volume espresso in kN/mc
$\varphi$ = angolo di attrito interno espresso in °
c = coesione espressa in kN/mq.

Si sono, altresì, considerati i coefficienti parziali per le azioni da applicarsi nelle verifiche di tipo geotecnico (GEO-A2).

**Tabella 2.6.I** – *Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU*

| | | Coefficiente $\gamma_F$ | EQU | A1 STR | A2 GEO |
|---|---|---|---|---|---|
| Carichi permanenti | favorevoli<br>sfavorevoli | $\gamma_{G1}$ | 0,9<br>1,1 | 1,0<br>1,3 | 1,0<br>1,0 |
| Carichi permanenti non strutturali[(1)] | favorevoli<br>sfavorevoli | $\gamma_{G2}$ | 0,0<br>1,5 | 0,0<br>1,5 | 0,0<br>1,3 |
| Carichi variabili | favorevoli<br>sfavorevoli | $\gamma_{Qi}$ | 0,0<br>1,5 | 0,0<br>1,5 | 0,0<br>1,3 |
| [(1)]Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti. | | | | | |

Nel seguito, si riportano sinteticamente gli esiti delle analisi di stabilità all'equilibrio limite, sezione per sezione, indicando i valori dei fattori di sicurezza "complessivi", calcolati in corrispondenza delle differenti superfici di taglio potenziali individuate quali superfici maggiormente conservative:

| Sezioni<br>Profilo di progetto | Superfici di scivolamento considerate | Fs sup.1 | Fs sup. 2 | Fs sup. 3 |
|---|---|---|---|---|
| n. 4 fronte Ovest fine coltivazione | 2 | 3,49<br>(roccia) | 1,27<br>(roccia) | |
| n. 10 fronte Sud in coltivazione | 3 | 1,25<br>(roccia) | 1,78<br>(roccia) | 1,15<br>(riporti) |
| n. 18 fronte Est in coltivazione | 2 | 2,25<br>(roccia) | 3,45<br>(roccia) | |
| n. 21 fronte Est in coltivazione | 2 | 2,30<br>(roccia) | 7,94<br>(riporti) | --- |
| n. 29 fronte SUD Est versante vergine | 2 | 2,24<br>(roccia) | 9,69<br>(riporti) | --- |

## CONCLUSIONI

A conclusione delle analisi interpretative dei dati di campagna, volte a determinare la fattibilità del programma di coltivazione in variante a quello autorizzato, in osservanza di quanto prescritto dalla vigente normativa, è possibile attestarne la fattibilità, facendo precedere le fasi di scavo in progetto dagli interventi di riqualificazione e messa in sicurezza del fronte E dell'anfiteatro di cava (vd. Relazione illustrativa dello stato attuale e programma dei lavori).

Savona, febbraio 2017




**ALLEGATI**

Allegato n. 1- Tabelle e schemi grafici riassuntivi delle analisi di stabilità all'equilibrio limite lungo le sezioni trasversali al fronte di cava

## SEZIONE DI PROGETTO n. 4 – FRONTE A FINE COLTIVAZIONE ANTE 2001 – ZONA OVEST

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

| | |
|---|---|
| Lat./Long. | 44.452044/8.985823 |
| Normativa | NTC 2008 |
| Numero di strati | 2.0 |
| Numero dei conci | 10.0 |
| Grado di sicurezza ritenuto accettabile | 1.3 |
| Coefficiente parziale resistenza | 1.1 |
| Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: | Picco |
| 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: | T3 |

| S.L.<br>Stato limite | TR<br>Tempo ritorno<br>[anni] | ag<br>[m/s²] | F0<br>[-] | TC*<br>[sec] |
|---|---|---|---|---|
| S.L.O. | 30.0 | 0.25 | 2.49 | 0.2 |
| S.L.D. | 50.0 | 0.31 | 2.53 | 0.21 |
| S.L.V. | 475.0 | 0.77 | 2.51 | 0.28 |
| S.L.C. | 975.0 | 1.03 | 2.48 | 0.29 |

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

| S.L.<br>Stato limite | amax<br>[m/s²] | beta<br>[-] | kh<br>[-] | kv<br>[sec] |
|---|---|---|---|---|
| S.L.O. | 0.3 | 0.2 | 0.0061 | 0.0031 |
| S.L.D. | 0.372 | 0.2 | 0.0076 | 0.0038 |
| S.L.V. | 0.924 | 0.2 | 0.0188 | 0.0094 |
| S.L.C. | 1.236 | 0.27 | 0.034 | 0.017 |

| | |
|---|---|
| Coefficiente azione sismica orizzontale | 0.0188 |
| Coefficiente azione sismica verticale | 0.0094 |

**Vertici profilo**

| Nr | X<br>(m) | y<br>(m) |
|---|---|---|
| 1 | 3846.84 | 1607.13 |
| 2 | 3857.6 | 1608.36 |
| 3 | 3875.17 | 1608.4 |
| 4 | 3899.01 | 1608.13 |
| 5 | 3919.77 | 1609.34 |
| 6 | 3938.68 | 1610.77 |

| | | |
|---|---|---|
| 7 | 3940.35 | 1610.46 |
| 8 | 3954.31 | 1611.17 |
| 9 | 3971.71 | 1646.16 |
| 10 | 3973.37 | 1646.13 |
| 11 | 3981.92 | 1660.85 |
| 12 | 3983.09 | 1660.14 |
| 13 | 3993.96 | 1676.13 |
| 14 | 4001.08 | 1687.13 |
| 15 | 4013.93 | 1708.25 |
| 16 | 4018.63 | 1709.92 |
| 17 | 4023.73 | 1711.13 |
| 18 | 4030.37 | 1713.13 |
| 19 | 4038.2 | 1716.13 |
| 20 | 4049.54 | 1721.21 |
| 21 | 4053.34 | 1728.13 |

**Falda**

| Nr. | X (m) | y (m) |
|---|---|---|
| 1 | 3846.91 | 1602.19 |
| 2 | 3871.57 | 1602.91 |
| 3 | 3909.11 | 1603.09 |
| 4 | 3942.29 | 1604.36 |
| 5 | 3953.17 | 1608.35 |
| 6 | 3959.52 | 1619.41 |
| 7 | 3974.93 | 1645.89 |
| 8 | 3984.54 | 1659.85 |
| 9 | 4002.31 | 1687.41 |
| 10 | 4014.28 | 1706.63 |
| 11 | 4032.96 | 1713.34 |
| 12 | 4049.64 | 1720.41 |
| 13 | 4053.4 | 1727.67 |

**Vertici strato .....1**

| N | X (m) | y (m) |
|---|---|---|
| 1 | 3846.84 | 1600.82 |
| 2 | 3949.17 | 1600.82 |
| 3 | 3971.71 | 1646.16 |
| 4 | 3973.29 | 1646.0 |
| 5 | 3981.92 | 1660.85 |
| 6 | 3983.09 | 1660.14 |
| 7 | 3993.96 | 1676.13 |
| 8 | 4001.08 | 1687.13 |
| 9 | 4013.93 | 1708.25 |
| 10 | 4018.63 | 1709.92 |
| 11 | 4019.74 | 1710.13 |
| 12 | 4030.37 | 1713.13 |
| 13 | 4038.2 | 1716.13 |
| 14 | 4049.54 | 1721.21 |
| 15 | 4053.34 | 1728.13 |

**Vertici superficie Nr...1**

| N | X m | y m |
|---|---|---|
| 1 | 3914.84 | 1609.15 |
| 2 | 3930.9 | 1606.2 |
| 3 | 3944.78 | 1604.65 |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | 3953.86 | 1607.74 |
| 5 | 3975.62 | 1645.43 |
| 6 | 3986.24 | 1660.34 |
| 7 | 4015.71 | 1706.08 |
| 8 | 4024.49 | 1711.38 |

**Vertici superficie Nr...2**

| N | X<br>m | y<br>m |
|---|---|---|
| 1 | 3904.58 | 1608.55 |
| 2 | 3949.26 | 1600.82 |
| 3 | 4038.65 | 1716.37 |

**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 saturo (kN/m³) | Litologia | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 15 | | 18 | 17 | 18 | terreni riportati | |
| 2 | 190 | | 33 | 26 | 28 | substrato roccioso | |

Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=3.49

| Nr. | B<br>m | Alfa<br>(°) | Li<br>m | Wi<br>(kN) | Kh•Wi<br>(kN) | Kv•Wi<br>(kN) | c<br>(kN/m²) | Fi<br>(°) | Ui<br>(kN) | N'i<br>(kN) | Ti<br>(kN) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 10.92 | -10.4 | 11.1 | 248.62 | 4.67 | 2.34 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 264.4 | 64.2 |
| 2 | 10.92 | -8.1 | 11.03 | 732.43 | 13.77 | 6.88 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 754.5 | 103.7 |
| 3 | 10.92 | 1.2 | 10.92 | 917.43 | 17.25 | 8.62 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 915.2 | 115.4 |
| 4 | 10.92 | 44.5 | 15.32 | 2.56 | 0.05 | 0.02 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | -49.0 | 75.0 |
| 5 | 10.92 | 60.0 | 21.84 | 1585.62 | 29.81 | 14.9 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 1071.8 | 2425.1 |
| 6 | 10.92 | 57.6 | 20.4 | 1589.53 | 29.88 | 14.94 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 1146.1 | 2158.5 |
| 7 | 10.92 | 55.9 | 19.47 | 1182.72 | 22.24 | 11.12 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 599.1 | 1823.8 |
| 8 | 10.92 | 57.2 | 20.16 | 1123.67 | 21.12 | 10.56 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 469.1 | 1910.4 |
| 9 | 10.92 | 57.2 | 20.16 | 1300.73 | 24.45 | 12.23 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 730.2 | 1988.7 |
| 10 | 10.92 | 38.5 | 13.95 | 880.14 | 16.55 | 8.27 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 528.9 | 956.9 |

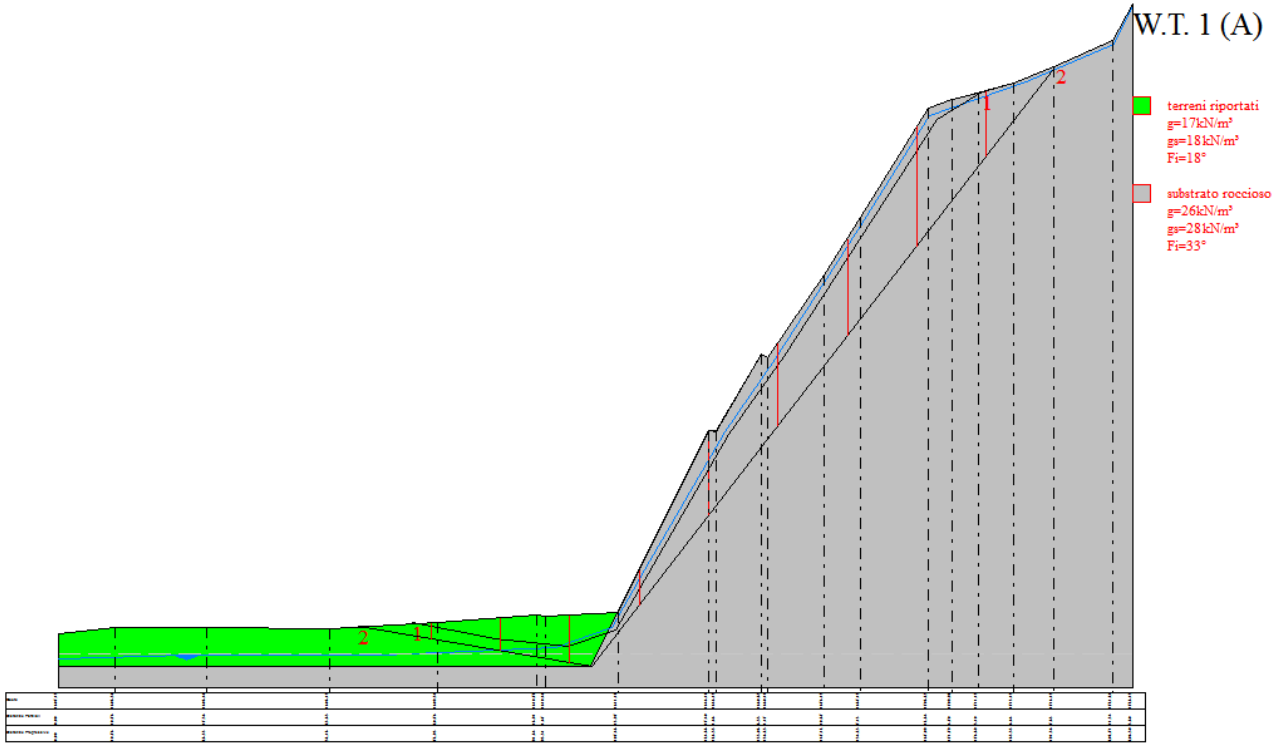
Superficie Nr...2 Fattore di sicurezza=1.27

| Nr. | B<br>m | Alfa<br>(°) | Li<br>m | Wi<br>(kN) | Kh•Wi<br>(kN) | Kv•Wi<br>(kN) | c<br>(kN/m²) | Fi<br>(°) | Ui<br>(kN) | N'i<br>(kN) | Ti<br>(kN) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 13.36 | -9.8 | 13.56 | 351.65 | 6.61 | 3.31 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 396.6 | 232.4 |
| 2 | 13.36 | -9.8 | 13.56 | 1074.74 | 20.21 | 10.1 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 1159.9 | 405.8 |
| 3 | 13.36 | -9.8 | 13.56 | 1848.85 | 34.76 | 17.38 | 12.0 | 14.6 | 199.0 | 1767.1 | 543.8 |
| 4 | 13.36 | 39.8 | 17.4 | 901.65 | 16.95 | 8.48 | 12.0 | 14.6 | 93.8 | 760.0 | 455.9 |
| 5 | 13.36 | 52.3 | 21.84 | 4230.21 | 79.53 | 39.76 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 2038.2 | 6164.3 |
| 6 | 13.36 | 52.3 | 21.84 | 6008.2 | 112.95 | 56.48 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 3879.1 | 7510.8 |
| 7 | 13.36 | 52.3 | 21.84 | 6368.64 | 119.73 | 59.87 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 4252.3 | 7783.9 |
| 8 | 13.36 | 52.3 | 21.83 | 7721.26 | 145.16 | 72.58 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 5653.4 | 8803.0 |
| 9 | 13.36 | 52.3 | 21.84 | 7247.46 | 136.25 | 68.13 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 5162.2 | 8449.5 |
| 10 | 13.36 | 52.3 | 21.84 | 2243.38 | 42.18 | 21.09 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | -18.8 | 4659.3 |

SEZIONE DI PROGETTO N. 4 - ANALISI AGLI STATI LIMITE

ALGORITMO DI CALCOLO DI JANBU

Fs=1.27 Sup...2
Fs=3.49 Sup...1



## SEZIONE DI PROGETTO n. 10 – FRONTE IN COLTIVAZIONE – ZONA SUD

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

==========

| | |
|---|---|
| Lat./Long. | 44.452044/8.985823 |
| Normativa | NTC 2008 |
| Numero di strati | 2.0 |
| Numero dei conci | 10.0 |
| Grado di sicurezza ritenuto accettabile | 1.3 |
| Coefficiente parziale resistenza | 1.1 |
| Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: | Picco |
| 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: | T3 |

| S.L.<br>Stato limite | TR<br>Tempo ritorno<br>[anni] | ag<br>[m/s²] | F0<br>[-] | TC*<br>[sec] |
|---|---|---|---|---|
| S.L.O. | 30.0 | 0.25 | 2.49 | 0.2 |
| S.L.D. | 50.0 | 0.31 | 2.53 | 0.21 |
| S.L.V. | 475.0 | 0.77 | 2.51 | 0.28 |
| S.L.C. | 975.0 | 1.03 | 2.48 | 0.29 |

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

| S.L.<br>Stato limite | amax<br>[m/s²] | beta<br>[-] | kh<br>[-] | kv<br>[sec] |
|---|---|---|---|---|
| S.L.O. | 0.3 | 0.2 | 0.0061 | 0.0031 |
| S.L.D. | 0.372 | 0.2 | 0.0076 | 0.0038 |
| S.L.V. | 0.924 | 0.2 | 0.0188 | 0.0094 |
| S.L.C. | 1.236 | 0.27 | 0.034 | 0.017 |

| | |
|---|---|
| Coefficiente azione sismica orizzontale | 0.0188 |
| Coefficiente azione sismica verticale | 0.0094 |

**Vertici profilo**

| Nr | X<br>(m) | y<br>(m) |
|---|---|---|
| 1 | 3251.56 | 1375.57 |
| 2 | 3255.39 | 1376.01 |
| 3 | 3259.03 | 1376.57 |
| 4 | 3262.42 | 1377.57 |
| 5 | 3265.78 | 1378.57 |

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 3272.49 | 1380.57 |
| 7 | 3279.2 | 1382.57 |
| 8 | 3282.56 | 1383.57 |
| 9 | 3282.72 | 1383.62 |
| 10 | 3285.13 | 1383.7 |
| 11 | 3288.84 | 1383.59 |
| 12 | 3294.01 | 1383.71 |
| 13 | 3295.0 | 1383.77 |
| 14 | 3300.05 | 1383.71 |
| 15 | 3300.97 | 1383.7 |
| 16 | 3301.13 | 1383.7 |
| 17 | 3303.81 | 1384.57 |
| 18 | 3305.49 | 1385.57 |
| 19 | 3307.16 | 1386.57 |
| 20 | 3307.67 | 1386.88 |
| 21 | 3308.82 | 1387.57 |
| 22 | 3310.47 | 1388.57 |
| 23 | 3312.12 | 1389.57 |
| 24 | 3322.03 | 1395.57 |
| 25 | 3328.44 | 1395.06 |
| 26 | 3329.14 | 1395.57 |
| 27 | 3330.5 | 1396.57 |
| 28 | 3331.83 | 1397.57 |
| 29 | 3332.95 | 1398.57 |
| 30 | 3333.63 | 1399.18 |
| 31 | 3337.8 | 1398.79 |
| 32 | 3340.45 | 1399.57 |
| 33 | 3340.95 | 1400.22 |
| 34 | 3341.22 | 1400.57 |
| 35 | 3341.26 | 1400.63 |
| 36 | 3342.88 | 1401.57 |
| 37 | 3343.42 | 1401.88 |
| 38 | 3344.76 | 1402.57 |
| 39 | 3346.7 | 1403.57 |
| 40 | 3348.64 | 1404.57 |
| 41 | 3350.18 | 1405.37 |
| 42 | 3350.48 | 1405.57 |
| 43 | 3351.95 | 1406.57 |
| 44 | 3353.42 | 1407.57 |
| 45 | 3356.36 | 1409.57 |
| 46 | 3364.05 | 1409.17 |
| 47 | 3366.05 | 1409.07 |
| 48 | 3366.93 | 1409.57 |
| 49 | 3367.1 | 1409.67 |
| 50 | 3368.6 | 1410.57 |
| 51 | 3370.28 | 1411.57 |
| 52 | 3371.95 | 1412.57 |
| 53 | 3372.09 | 1412.66 |
| 54 | 3373.81 | 1413.57 |
| 55 | 3377.58 | 1415.57 |
| 56 | 3379.46 | 1416.57 |
| 57 | 3381.34 | 1417.57 |
| 58 | 3382.8 | 1418.57 |
| 59 | 3383.56 | 1419.11 |
| 60 | 3394.27 | 1419.3 |
| 61 | 3394.63 | 1419.37 |
| 62 | 3413.81 | 1423.15 |
| 63 | 3418.48 | 1423.86 |

| | | |
|---|---|---|
| 64 | 3423.22 | 1424.57 |
| 65 | 3461.2 | 1424.57 |
| 66 | 3466.1 | 1425.57 |
| 67 | 3466.43 | 1426.57 |
| 68 | 3466.75 | 1427.57 |
| 69 | 3467.07 | 1428.57 |
| 70 | 3467.4 | 1429.57 |
| 71 | 3467.72 | 1430.57 |
| 72 | 3468.04 | 1431.57 |
| 73 | 3468.37 | 1432.57 |
| 74 | 3469.01 | 1434.57 |
| 75 | 3469.34 | 1435.57 |
| 76 | 3469.98 | 1437.57 |
| 77 | 3470.31 | 1438.57 |
| 78 | 3470.59 | 1439.46 |
| 79 | 3470.62 | 1439.53 |
| 80 | 3470.74 | 1439.53 |
| 81 | 3477.18 | 1439.39 |
| 82 | 3478.31 | 1439.57 |
| 83 | 3478.59 | 1440.57 |
| 84 | 3478.84 | 1441.49 |
| 85 | 3478.86 | 1441.57 |
| 86 | 3479.15 | 1442.57 |
| 87 | 3479.44 | 1443.57 |
| 88 | 3479.73 | 1444.57 |
| 89 | 3480.02 | 1445.57 |
| 90 | 3480.31 | 1446.57 |
| 91 | 3480.59 | 1447.57 |
| 92 | 3480.88 | 1448.57 |
| 93 | 3481.17 | 1449.57 |
| 94 | 3481.46 | 1450.57 |
| 95 | 3481.75 | 1451.57 |
| 96 | 3482.04 | 1452.57 |
| 97 | 3482.33 | 1453.57 |
| 98 | 3482.61 | 1454.57 |
| 99 | 3482.9 | 1455.57 |
| 100 | 3483.19 | 1456.57 |
| 101 | 3483.48 | 1457.57 |
| 102 | 3483.77 | 1458.57 |
| 103 | 3484.06 | 1459.57 |
| 104 | 3484.34 | 1460.57 |
| 105 | 3486.56 | 1461.55 |
| 106 | 3486.72 | 1461.57 |
| 107 | 3490.93 | 1462.08 |
| 108 | 3491.2 | 1462.57 |
| 109 | 3491.75 | 1463.57 |
| 110 | 3492.84 | 1465.57 |
| 111 | 3493.38 | 1466.57 |
| 112 | 3494.47 | 1468.57 |
| 113 | 3495.02 | 1469.57 |
| 114 | 3496.11 | 1471.57 |
| 115 | 3496.65 | 1472.57 |
| 116 | 3497.18 | 1473.57 |
| 117 | 3497.67 | 1474.57 |
| 118 | 3498.17 | 1475.57 |
| 119 | 3498.67 | 1476.57 |
| 120 | 3499.17 | 1477.57 |
| 121 | 3500.16 | 1479.57 |

| | | |
|---|---|---|
| 122 | 3500.66 | 1480.57 |
| 123 | 3501.15 | 1481.57 |
| 124 | 3502.15 | 1483.57 |
| 125 | 3502.65 | 1484.57 |
| 126 | 3503.14 | 1485.57 |
| 127 | 3503.45 | 1486.19 |
| 128 | 3504.86 | 1486.17 |
| 129 | 3509.2 | 1485.72 |
| 130 | 3509.53 | 1486.57 |
| 131 | 3509.93 | 1487.57 |
| 132 | 3510.71 | 1489.57 |
| 133 | 3511.1 | 1490.57 |
| 134 | 3511.49 | 1491.57 |
| 135 | 3511.89 | 1492.57 |
| 136 | 3512.67 | 1494.57 |
| 137 | 3513.06 | 1495.57 |
| 138 | 3513.45 | 1496.57 |
| 139 | 3513.69 | 1497.18 |
| 140 | 3513.84 | 1497.57 |
| 141 | 3514.62 | 1499.57 |
| 142 | 3515.0 | 1500.57 |
| 143 | 3516.55 | 1504.57 |
| 144 | 3516.94 | 1505.57 |
| 145 | 3517.32 | 1506.57 |
| 146 | 3517.71 | 1507.57 |
| 147 | 3518.1 | 1508.57 |
| 148 | 3518.48 | 1509.57 |
| 149 | 3520.34 | 1509.69 |
| 150 | 3520.62 | 1509.57 |
| 151 | 3521.25 | 1510.57 |
| 152 | 3521.88 | 1511.57 |
| 153 | 3523.14 | 1513.57 |
| 154 | 3523.78 | 1514.57 |
| 155 | 3525.67 | 1517.57 |
| 156 | 3526.31 | 1518.57 |
| 157 | 3527.57 | 1520.57 |
| 158 | 3528.2 | 1521.57 |
| 159 | 3530.1 | 1524.57 |
| 160 | 3530.73 | 1525.57 |
| 161 | 3532.63 | 1528.57 |
| 162 | 3533.26 | 1529.57 |
| 163 | 3533.9 | 1530.57 |
| 164 | 3534.53 | 1531.57 |
| 165 | 3535.16 | 1532.57 |
| 166 | 3535.79 | 1533.57 |
| 167 | 3536.43 | 1534.57 |
| 168 | 3536.72 | 1535.04 |
| 169 | 3537.99 | 1535.57 |
| 170 | 3539.89 | 1536.37 |
| 171 | 3541.36 | 1536.37 |
| 172 | 3542.62 | 1536.37 |
| 173 | 3542.63 | 1536.37 |
| 174 | 3547.34 | 1536.74 |
| 175 | 3548.0 | 1537.57 |
| 176 | 3548.79 | 1538.57 |
| 177 | 3549.13 | 1539.01 |
| 178 | 3549.59 | 1539.57 |
| 179 | 3550.14 | 1540.24 |

| | | |
|---|---|---|
| 180 | 3550.42 | 1540.57 |
| 181 | 3551.26 | 1541.57 |
| 182 | 3552.1 | 1542.57 |
| 183 | 3553.78 | 1544.57 |
| 184 | 3554.61 | 1545.57 |
| 185 | 3555.45 | 1546.57 |
| 186 | 3556.29 | 1547.57 |
| 187 | 3557.97 | 1549.57 |
| 188 | 3558.81 | 1550.57 |
| 189 | 3560.49 | 1552.57 |
| 190 | 3561.33 | 1553.57 |
| 191 | 3562.17 | 1554.57 |
| 192 | 3563.01 | 1555.57 |
| 193 | 3563.85 | 1556.57 |
| 194 | 3565.52 | 1558.57 |
| 195 | 3566.36 | 1559.57 |
| 196 | 3567.2 | 1560.57 |
| 197 | 3568.04 | 1561.57 |
| 198 | 3568.88 | 1562.57 |
| 199 | 3569.72 | 1563.57 |
| 200 | 3570.56 | 1564.57 |
| 201 | 3573.08 | 1567.57 |
| 202 | 3574.76 | 1569.57 |
| 203 | 3577.27 | 1572.57 |

**Falda**

| **Nr.** | X (m) | y (m) |
|---|---|---|
| 1 | 3251.7 | 1375.21 |
| 2 | 3263.94 | 1377.2 |
| 3 | 3283.28 | 1383.18 |
| 4 | 3305.47 | 1383.46 |
| 5 | 3348.99 | 1383.46 |
| 6 | 3367.76 | 1384.89 |
| 7 | 3384.55 | 1395.13 |
| 8 | 3406.45 | 1394.84 |
| 9 | 3411.86 | 1388.87 |
| 10 | 3425.51 | 1384.03 |
| 11 | 3435.47 | 1387.73 |
| 12 | 3444.0 | 1392.0 |
| 13 | 3457.09 | 1407.93 |
| 14 | 3479.27 | 1431.82 |
| 15 | 3506.87 | 1476.2 |
| 16 | 3537.3 | 1518.3 |
| 17 | 3561.2 | 1549.59 |
| 18 | 3577.41 | 1571.78 |

**Vertici strato .....1**

| N | X (m) | y (m) |
|---|---|---|
| 1 | 3251.56 | 1375.57 |
| 2 | 3255.39 | 1376.01 |
| 3 | 3259.03 | 1376.57 |
| 4 | 3262.42 | 1377.57 |
| 5 | 3265.78 | 1378.57 |
| 6 | 3272.49 | 1380.57 |
| 7 | 3279.2 | 1382.57 |
| 8 | 3282.56 | 1383.57 |

| | | |
|---|---|---|
| 9 | 3282.72 | 1383.62 |
| 10 | 3285.13 | 1383.7 |
| 11 | 3288.84 | 1383.59 |
| 12 | 3294.01 | 1383.71 |
| 13 | 3295.0 | 1383.77 |
| 14 | 3296.38 | 1383.76 |
| 15 | 3296.63 | 1383.76 |
| 16 | 3305.81 | 1383.91 |
| 17 | 3318.94 | 1383.73 |
| 18 | 3323.7 | 1383.68 |
| 19 | 3323.8 | 1383.57 |
| 20 | 3324.72 | 1382.57 |
| 21 | 3325.36 | 1381.87 |
| 22 | 3337.18 | 1382.05 |
| 23 | 3342.7 | 1381.57 |
| 24 | 3357.29 | 1381.07 |
| 25 | 3362.12 | 1381.07 |
| 26 | 3363.55 | 1381.57 |
| 27 | 3365.29 | 1382.18 |
| 28 | 3365.74 | 1382.57 |
| 29 | 3368.04 | 1384.57 |
| 30 | 3373.5 | 1384.57 |
| 31 | 3385.41 | 1394.56 |
| 32 | 3392.51 | 1394.57 |
| 33 | 3405.81 | 1394.57 |
| 34 | 3406.43 | 1393.57 |
| 35 | 3406.91 | 1392.91 |
| 36 | 3407.08 | 1392.57 |
| 37 | 3408.07 | 1390.57 |
| 38 | 3408.57 | 1389.57 |
| 39 | 3409.56 | 1387.57 |
| 40 | 3410.05 | 1386.57 |
| 41 | 3410.55 | 1385.57 |
| 42 | 3411.04 | 1384.57 |
| 43 | 3411.54 | 1383.57 |
| 44 | 3412.03 | 1382.57 |
| 45 | 3412.53 | 1381.57 |
| 46 | 3412.77 | 1381.07 |
| 47 | 3436.07 | 1381.07 |
| 48 | 3436.19 | 1381.57 |
| 49 | 3436.43 | 1382.57 |
| 50 | 3436.68 | 1383.57 |
| 51 | 3436.92 | 1384.57 |
| 52 | 3437.16 | 1385.57 |
| 53 | 3437.41 | 1386.57 |
| 54 | 3437.65 | 1387.57 |
| 55 | 3437.9 | 1388.57 |
| 56 | 3438.03 | 1389.11 |
| 57 | 3438.14 | 1389.57 |
| 58 | 3438.39 | 1390.57 |
| 59 | 3439.37 | 1394.57 |
| 60 | 3446.34 | 1394.57 |
| 61 | 3446.62 | 1395.57 |
| 62 | 3446.9 | 1396.57 |
| 63 | 3447.18 | 1397.57 |
| 64 | 3447.46 | 1398.57 |
| 65 | 3447.74 | 1399.57 |
| 66 | 3448.3 | 1401.57 |

| | | |
|---|---|---|
| 67 | 3448.58 | 1402.57 |
| 68 | 3448.86 | 1403.57 |
| 69 | 3449.14 | 1404.57 |
| 70 | 3449.7 | 1406.57 |
| 71 | 3449.72 | 1406.65 |
| 72 | 3449.96 | 1407.57 |
| 73 | 3450.22 | 1408.57 |
| 74 | 3450.48 | 1409.57 |
| 75 | 3450.86 | 1409.57 |
| 76 | 3451.39 | 1409.98 |
| 77 | 3452.88 | 1409.99 |
| 78 | 3456.45 | 1410.09 |
| 79 | 3456.62 | 1410.57 |
| 80 | 3456.96 | 1411.57 |
| 81 | 3457.31 | 1412.57 |
| 82 | 3457.66 | 1413.57 |
| 83 | 3458.01 | 1414.57 |
| 84 | 3458.06 | 1414.72 |
| 85 | 3458.35 | 1415.57 |
| 86 | 3459.01 | 1417.57 |
| 87 | 3459.34 | 1418.57 |
| 88 | 3460.34 | 1421.57 |
| 89 | 3460.56 | 1422.24 |
| 90 | 3462.56 | 1422.15 |
| 91 | 3465.0 | 1422.03 |
| 92 | 3465.16 | 1422.57 |
| 93 | 3465.47 | 1423.57 |
| 94 | 3465.78 | 1424.57 |
| 95 | 3466.09 | 1425.57 |
| 96 | 3466.4 | 1426.57 |
| 97 | 3466.7 | 1427.57 |
| 98 | 3467.01 | 1428.57 |
| 99 | 3467.32 | 1429.57 |
| 100 | 3467.63 | 1430.57 |
| 101 | 3467.94 | 1431.57 |
| 102 | 3468.25 | 1432.57 |
| 103 | 3468.56 | 1433.57 |
| 104 | 3468.86 | 1434.57 |
| 105 | 3469.19 | 1435.57 |
| 106 | 3469.91 | 1437.57 |
| 107 | 3470.27 | 1438.57 |
| 108 | 3470.62 | 1439.53 |
| 109 | 3478.26 | 1439.37 |
| 110 | 3478.31 | 1439.57 |
| 111 | 3478.59 | 1440.57 |
| 112 | 3478.84 | 1441.49 |
| 113 | 3478.86 | 1441.57 |
| 114 | 3479.15 | 1442.57 |
| 115 | 3479.44 | 1443.57 |
| 116 | 3479.73 | 1444.57 |
| 117 | 3480.02 | 1445.57 |
| 118 | 3480.31 | 1446.57 |
| 119 | 3480.59 | 1447.57 |
| 120 | 3480.88 | 1448.57 |
| 121 | 3481.17 | 1449.57 |
| 122 | 3481.46 | 1450.57 |
| 123 | 3481.75 | 1451.57 |
| 124 | 3482.04 | 1452.57 |

| | | |
|---|---|---|
| 125 | 3482.33 | 1453.57 |
| 126 | 3482.61 | 1454.57 |
| 127 | 3482.9 | 1455.57 |
| 128 | 3483.19 | 1456.57 |
| 129 | 3483.48 | 1457.57 |
| 130 | 3483.77 | 1458.57 |
| 131 | 3484.06 | 1459.57 |
| 132 | 3484.34 | 1460.57 |
| 133 | 3484.56 | 1461.32 |
| 134 | 3486.56 | 1461.55 |
| 135 | 3486.72 | 1461.57 |
| 136 | 3490.93 | 1462.08 |
| 137 | 3491.2 | 1462.57 |
| 138 | 3491.75 | 1463.57 |
| 139 | 3492.84 | 1465.57 |
| 140 | 3493.38 | 1466.57 |
| 141 | 3494.47 | 1468.57 |
| 142 | 3495.02 | 1469.57 |
| 143 | 3496.11 | 1471.57 |
| 144 | 3496.65 | 1472.57 |
| 145 | 3497.18 | 1473.57 |
| 146 | 3497.67 | 1474.57 |
| 147 | 3498.17 | 1475.57 |
| 148 | 3498.67 | 1476.57 |
| 149 | 3499.17 | 1477.57 |
| 150 | 3500.16 | 1479.57 |
| 151 | 3500.66 | 1480.57 |
| 152 | 3501.15 | 1481.57 |
| 153 | 3502.15 | 1483.57 |
| 154 | 3502.65 | 1484.57 |
| 155 | 3503.14 | 1485.57 |
| 156 | 3503.45 | 1486.19 |
| 157 | 3504.86 | 1486.17 |
| 158 | 3509.2 | 1485.72 |
| 159 | 3509.53 | 1486.57 |
| 160 | 3509.93 | 1487.57 |
| 161 | 3510.71 | 1489.57 |
| 162 | 3511.1 | 1490.57 |
| 163 | 3511.49 | 1491.57 |
| 164 | 3511.89 | 1492.57 |
| 165 | 3512.67 | 1494.57 |
| 166 | 3513.06 | 1495.57 |
| 167 | 3513.45 | 1496.57 |
| 168 | 3513.84 | 1497.57 |
| 169 | 3514.62 | 1499.57 |
| 170 | 3515.0 | 1500.57 |
| 171 | 3515.39 | 1501.57 |
| 172 | 3515.78 | 1502.57 |
| 173 | 3516.55 | 1504.57 |
| 174 | 3517.32 | 1506.57 |
| 175 | 3517.71 | 1507.57 |
| 176 | 3518.48 | 1509.57 |
| 177 | 3520.34 | 1509.69 |
| 178 | 3520.62 | 1509.57 |
| 179 | 3520.93 | 1510.08 |
| 180 | 3521.25 | 1510.57 |
| 181 | 3521.88 | 1511.57 |
| 182 | 3523.14 | 1513.57 |

| | | |
|---|---|---|
| 183 | 3523.78 | 1514.57 |
| 184 | 3525.67 | 1517.57 |
| 185 | 3526.31 | 1518.57 |
| 186 | 3527.57 | 1520.57 |
| 187 | 3528.2 | 1521.57 |
| 188 | 3530.1 | 1524.57 |
| 189 | 3530.73 | 1525.57 |
| 190 | 3532.63 | 1528.57 |
| 191 | 3533.26 | 1529.57 |
| 192 | 3533.9 | 1530.57 |
| 193 | 3534.53 | 1531.57 |
| 194 | 3535.16 | 1532.57 |
| 195 | 3535.79 | 1533.57 |
| 196 | 3536.43 | 1534.57 |
| 197 | 3536.72 | 1535.04 |
| 198 | 3537.99 | 1535.57 |
| 199 | 3539.88 | 1536.37 |
| 200 | 3539.89 | 1536.37 |
| 201 | 3541.36 | 1536.37 |
| 202 | 3542.62 | 1536.37 |
| 203 | 3542.63 | 1536.37 |
| 204 | 3545.18 | 1536.57 |
| 205 | 3547.34 | 1536.74 |
| 206 | 3548.0 | 1537.57 |
| 207 | 3548.79 | 1538.57 |
| 208 | 3549.13 | 1539.01 |
| 209 | 3549.59 | 1539.57 |
| 210 | 3550.14 | 1540.24 |
| 211 | 3550.42 | 1540.57 |
| 212 | 3551.26 | 1541.57 |
| 213 | 3552.1 | 1542.57 |
| 214 | 3553.78 | 1544.57 |
| 215 | 3554.61 | 1545.57 |
| 216 | 3555.45 | 1546.57 |
| 217 | 3556.29 | 1547.57 |
| 218 | 3557.97 | 1549.57 |
| 219 | 3558.81 | 1550.57 |
| 220 | 3560.49 | 1552.57 |
| 221 | 3561.33 | 1553.57 |
| 222 | 3562.17 | 1554.57 |
| 223 | 3563.01 | 1555.57 |
| 224 | 3563.85 | 1556.57 |
| 225 | 3565.52 | 1558.57 |
| 226 | 3566.36 | 1559.57 |
| 227 | 3567.2 | 1560.57 |
| 228 | 3568.04 | 1561.57 |
| 229 | 3568.88 | 1562.57 |
| 230 | 3569.72 | 1563.57 |
| 231 | 3570.56 | 1564.57 |
| 232 | 3573.08 | 1567.57 |
| 233 | 3574.76 | 1569.57 |
| 234 | 3577.27 | 1572.57 |

**Vertici superficie Nr...1**

| N | X<br>m | y<br>m |
|---|---|---|
| 1 | 3422.21 | 1424.52 |
| 2 | 3457.09 | 1410.49 |

| | | |
|---|---|---|
| 3 | 3471.88 | 1419.31 |
| 4 | 3497.2 | 1450.88 |
| 5 | 3532.47 | 1508.34 |
| 6 | 3549.31 | 1539.21 |

**Vertici superficie Nr...2**

| N | X<br>m | y<br>m |
|---|---|---|
| 1 | 3382.72 | 1418.64 |
| 2 | 3406.45 | 1393.99 |
| 3 | 3435.75 | 1382.04 |
| 4 | 3450.26 | 1387.45 |
| 5 | 3474.44 | 1411.62 |
| 6 | 3502.03 | 1460.84 |
| 7 | 3537.49 | 1535.41 |

**Vertici superficie Nr...3**

| N | X<br>m | y<br>m |
|---|---|---|
| 1 | 3302.22 | 1384.16 |
| 2 | 3302.62 | 1383.75 |
| 3 | 3316.37 | 1386.43 |
| 4 | 3330.15 | 1391.52 |
| 5 | 3361.89 | 1403.2 |
| 6 | 3386.45 | 1412.19 |
| 7 | 3397.35 | 1419.02 |
| 8 | 3399.57 | 1420.38 |

**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 saturo (kN/m³) | Litologia | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 15 | | 18 | 17 | 18 | terreni riportati | |
| 2 | 190 | | 33 | 26 | 27 | substrato roccioso | |

Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=1.25

| Nr. | B<br>m | Alfa<br>(°) | Li<br>m | Wi<br>(kN) | Kh•Wi<br>(kN) | Kv•Wi<br>(kN) | c<br>(kN/m²) | Fi<br>(°) | Ui<br>(kN) | N'i<br>(kN) | Ti<br>(kN) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 12.69 | -21.9 | 13.68 | 577.95 | 10.87 | 5.43 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 748.4 | 336.4 |
| 2 | 12.69 | -21.9 | 13.68 | 1679.92 | 31.58 | 15.79 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 2055.4 | 655.0 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 12.69 | -7.8 | 12.81 | 2418.24 | 45.46 | 22.73 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 2537.4 | 714.1 |
| 4 | 12.69 | 33.5 | 15.22 | 3692.69 | 69.42 | 34.71 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 2382.9 | 3705.8 |
| 5 | 12.69 | 51.3 | 20.29 | 4988.28 | 93.78 | 46.89 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 2959.5 | 6427.5 |
| 6 | 12.69 | 52.2 | 20.7 | 6532.71 | 122.82 | 61.41 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 4504.3 | 7785.4 |
| 7 | 12.69 | 58.4 | 24.26 | 7628.19 | 143.41 | 71.7 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 5388.1 | 10783.4 |
| 8 | 12.69 | 58.5 | 24.27 | 7731.27 | 145.35 | 72.67 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 5500.8 | 10887.8 |
| 9 | 12.69 | 59.5 | 24.99 | 6529.13 | 122.75 | 61.37 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 4103.8 | 10160.1 |
| 10 | 12.69 | 61.4 | 26.51 | 2900.27 | 54.53 | 27.26 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | -201.7 | 7128.2 |

Superficie Nr...2 Fattore di sicurezza=1.78

| Nr. | B<br>m | Alfa<br>(°) | Li<br>m | Wi<br>(kN) | Kh•Wi<br>(kN) | Kv•Wi<br>(kN) | c<br>(kN/m²) | Fi<br>(°) | Ui<br>(kN) | N'i<br>(kN) | Ti<br>(kN) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 15.47 | -46.1 | 22.3 | 2287.51 | 43.01 | 21.5 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 4154.5 | 1188.5 |
| 2 | 15.47 | -36.6 | 19.26 | 6534.45 | 122.85 | 61.42 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 9344.4 | 2026.2 |
| 3 | 15.47 | -22.2 | 16.7 | 9581.34 | 180.13 | 90.06 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 11117.7 | 2041.4 |
| 4 | 15.47 | 2.4 | 15.48 | 10449.4 | 196.45 | 98.22 | 12.0 | 14.6 | 518.7 | 9869.8 | 1684.3 |
| 5 | 15.47 | 37.7 | 19.55 | 11504.82 | 216.29 | 108.15 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 10546.2 | 6535.1 |
| 6 | 15.47 | 46.6 | 22.52 | 10517.83 | 197.74 | 98.87 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 9801.9 | 7584.9 |
| 7 | 15.47 | 60.7 | 31.63 | 12058.66 | 226.7 | 113.35 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 12389.9 | 14062.4 |
| 8 | 15.47 | 61.9 | 32.89 | 8577.44 | 161.26 | 80.63 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 7830.7 | 11795.2 |
| 9 | 15.47 | 64.6 | 36.01 | 4865.25 | 91.47 | 45.73 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 2570.4 | 9696.8 |
| 10 | 15.47 | 64.6 | 36.02 | 1970.82 | 37.05 | 18.53 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | -1471.0 | 6711.0 |

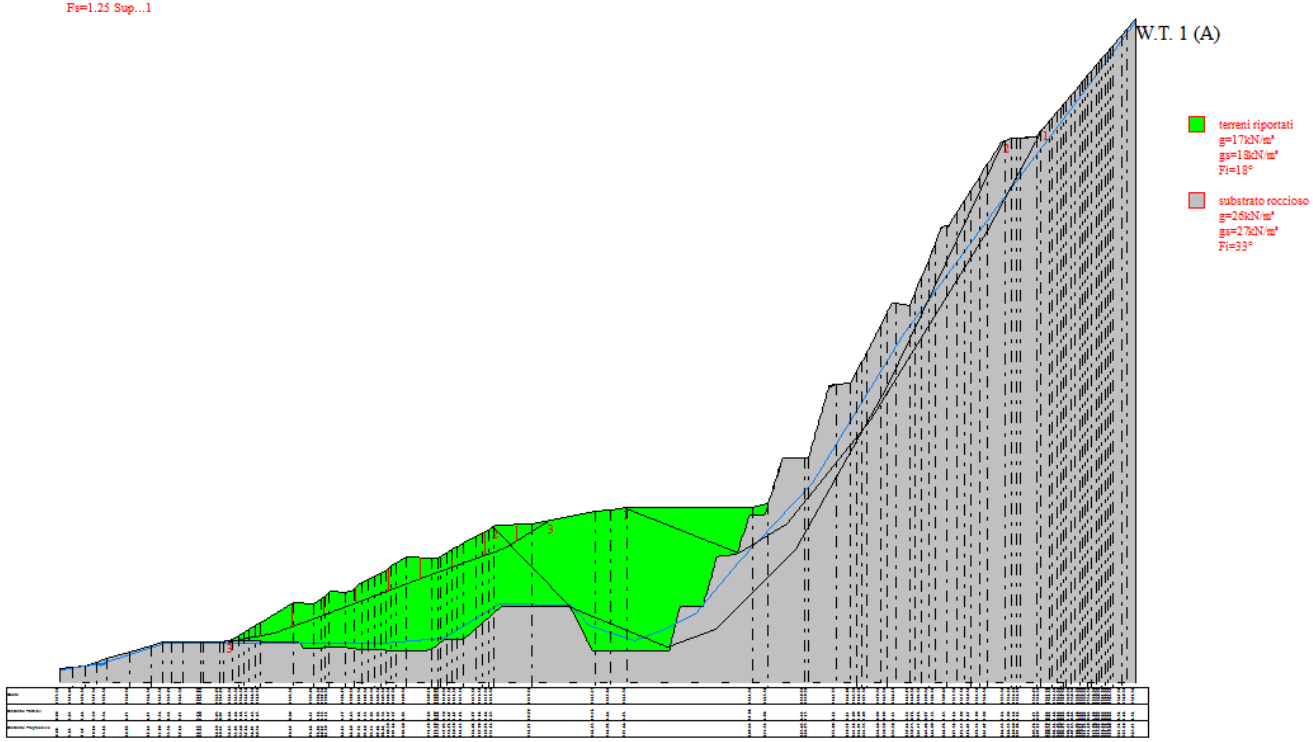
Superficie Nr...3 Fattore di sicurezza=1.15

| Nr. | B<br>m | Alfa<br>(°) | Li<br>m | Wi<br>(kN) | Kh•Wi<br>(kN) | Kv•Wi<br>(kN) | c<br>(kN/m²) | Fi<br>(°) | Ui<br>(kN) | N'i<br>(kN) | Ti<br>(kN) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 9.72 | 8.8 | 9.84 | 286.83 | 5.39 | 2.7 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 262.8 | 179.3 |
| 2 | 9.72 | 16.3 | 10.12 | 900.13 | 16.92 | 8.46 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 843.1 | 337.5 |
| 3 | 9.72 | 20.2 | 10.36 | 825.16 | 15.51 | 7.76 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 766.1 | 327.8 |
| 4 | 9.72 | 20.2 | 10.36 | 849.63 | 15.97 | 7.99 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 790.0 | 334.1 |
| 5 | 9.72 | 20.2 | 10.36 | 969.32 | 18.22 | 9.11 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 906.9 | 364.8 |
| 6 | 9.72 | 20.2 | 10.36 | 1358.07 | 25.53 | 12.77 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 1286.6 | 464.9 |
| 7 | 9.72 | 20.1 | 10.35 | 758.74 | 14.26 | 7.13 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 701.3 | 310.5 |
| 8 | 9.72 | 20.1 | 10.35 | 1030.96 | 19.38 | 9.69 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 967.1 | 380.3 |
| 9 | 9.72 | 24.5 | 10.68 | 1169.12 | 21.98 | 10.99 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 1104.8 | 434.2 |
| 10 | 9.72 | 31.9 | 11.45 | 342.08 | 6.43 | 3.22 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 278.7 | 235.2 |

SEZIONE DI PROGETTO N. 10 - ANALISI AGLI STATI LIMITE

ALGORITMO DI CALCOLO DI JANBU

Fs=1.15 Sup...3
Fs=1.78 Sup...2
Fs=1.25 Sup...1



**SEZIONE DI PROGETTO n. 18 – FRONTE IN COLTIVAZIONE – ZONA EST**

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

| | |
|---|---|
| Lat./Long. | 44.452044/8.985823 |
| Normativa | NTC 2008 |
| Numero di strati | 2.0 |
| Numero dei conci | 10.0 |
| Grado di sicurezza ritenuto accettabile | 1.3 |
| Coefficiente parziale resistenza | 1.1 |
| Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: | Picco |
| 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: | T3 |

| S.L.<br>Stato limite | TR<br>Tempo ritorno<br>[anni] | ag<br>[m/s²] | F0<br>[-] | TC*<br>[sec] |
|---|---|---|---|---|
| S.L.O. | 30.0 | 0.25 | 2.49 | 0.2 |
| S.L.D. | 50.0 | 0.31 | 2.53 | 0.21 |
| S.L.V. | 475.0 | 0.77 | 2.51 | 0.28 |
| S.L.C. | 975.0 | 1.03 | 2.48 | 0.29 |

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

| S.L.<br>Stato limite | amax<br>[m/s²] | beta<br>[-] | kh<br>[-] | kv<br>[sec] |
|---|---|---|---|---|
| S.L.O. | 0.3 | 0.2 | 0.0061 | 0.0031 |
| S.L.D. | 0.372 | 0.2 | 0.0076 | 0.0038 |
| S.L.V. | 0.924 | 0.2 | 0.0188 | 0.0094 |
| S.L.C. | 1.236 | 0.27 | 0.034 | 0.017 |

| | |
|---|---|
| Coefficiente azione sismica orizzontale | 0.0188 |
| Coefficiente azione sismica verticale | 0.0094 |

**Vertici profilo**

| Nr | X<br>(m) | y<br>(m) |
|---|---|---|
| 1 | 3719.22 | 1333.52 |
| 2 | 3720.59 | 1333.71 |
| 3 | 3721.26 | 1333.78 |
| 4 | 3727.81 | 1334.43 |
| 5 | 3732.96 | 1334.92 |
| 6 | 3736.11 | 1335.3 |

| | | |
|---|---|---|
| 7 | 3739.02 | 1335.58 |
| 8 | 3742.61 | 1335.33 |
| 9 | 3745.81 | 1335.78 |
| 10 | 3746.53 | 1335.88 |
| 11 | 3750.3 | 1335.58 |
| 12 | 3755.33 | 1334.78 |
| 13 | 3755.39 | 1334.77 |
| 14 | 3760.78 | 1334.45 |
| 15 | 3764.14 | 1334.12 |
| 16 | 3766.52 | 1333.78 |
| 17 | 3766.79 | 1333.74 |
| 18 | 3767.06 | 1333.78 |
| 19 | 3771.27 | 1334.38 |
| 20 | 3776.31 | 1334.7 |
| 21 | 3777.1 | 1334.78 |
| 22 | 3780.5 | 1335.13 |
| 23 | 3783.27 | 1335.45 |
| 24 | 3790.75 | 1336.22 |
| 25 | 3793.46 | 1336.78 |
| 26 | 3793.81 | 1336.85 |
| 27 | 3802.07 | 1337.46 |
| 28 | 3803.23 | 1337.78 |
| 29 | 3809.03 | 1339.35 |
| 30 | 3814.81 | 1339.2 |
| 31 | 3818.38 | 1338.95 |
| 32 | 3824.41 | 1338.5 |
| 33 | 3826.42 | 1338.37 |
| 34 | 3827.29 | 1337.67 |
| 35 | 3827.55 | 1338.09 |
| 36 | 3828.15 | 1339.09 |
| 37 | 3828.76 | 1340.09 |
| 38 | 3830.57 | 1343.09 |
| 39 | 3831.17 | 1344.09 |
| 40 | 3831.71 | 1344.97 |
| 41 | 3831.78 | 1345.09 |
| 42 | 3832.36 | 1346.09 |
| 43 | 3832.95 | 1347.09 |
| 44 | 3833.53 | 1348.09 |
| 45 | 3834.12 | 1349.09 |
| 46 | 3834.7 | 1350.09 |
| 47 | 3835.18 | 1350.91 |
| 48 | 3835.28 | 1351.09 |
| 49 | 3835.81 | 1352.09 |
| 50 | 3837.56 | 1355.35 |
| 51 | 3838.23 | 1356.09 |
| 52 | 3839.06 | 1357.09 |
| 53 | 3839.78 | 1358.09 |
| 54 | 3840.5 | 1359.09 |
| 55 | 3840.6 | 1359.24 |
| 56 | 3841.26 | 1360.07 |
| 57 | 3844.56 | 1360.03 |
| 58 | 3852.67 | 1359.93 |
| 59 | 3853.28 | 1361.09 |
| 60 | 3853.8 | 1362.09 |
| 61 | 3854.32 | 1363.09 |
| 62 | 3854.85 | 1364.09 |
| 63 | 3855.37 | 1365.09 |
| 64 | 3856.03 | 1366.35 |

| | | |
|---|---|---|
| 65 | 3856.54 | 1367.09 |
| 66 | 3858.6 | 1370.09 |
| 67 | 3859.89 | 1371.97 |
| 68 | 3866.75 | 1371.33 |
| 69 | 3867.77 | 1371.09 |
| 70 | 3868.04 | 1372.09 |
| 71 | 3868.31 | 1373.09 |
| 72 | 3868.58 | 1374.09 |
| 73 | 3868.85 | 1375.09 |
| 74 | 3868.87 | 1375.17 |
| 75 | 3869.05 | 1376.09 |
| 76 | 3869.24 | 1377.09 |
| 77 | 3869.43 | 1378.09 |
| 78 | 3869.63 | 1379.09 |
| 79 | 3870.21 | 1382.09 |
| 80 | 3871.2 | 1382.41 |
| 81 | 3872.32 | 1383.09 |
| 82 | 3873.97 | 1384.09 |
| 83 | 3874.66 | 1384.51 |
| 84 | 3875.26 | 1385.09 |
| 85 | 3877.33 | 1387.09 |
| 86 | 3878.71 | 1388.09 |
| 87 | 3880.18 | 1389.09 |
| 88 | 3881.46 | 1390.09 |
| 89 | 3881.63 | 1390.22 |
| 90 | 3882.59 | 1390.27 |
| 91 | 3886.41 | 1390.62 |
| 92 | 3886.79 | 1391.09 |
| 93 | 3887.59 | 1392.09 |
| 94 | 3888.4 | 1393.09 |
| 95 | 3889.1 | 1394.09 |
| 96 | 3891.16 | 1397.09 |
| 97 | 3891.85 | 1398.09 |
| 98 | 3892.54 | 1399.09 |
| 99 | 3893.24 | 1400.09 |
| 100 | 3894.28 | 1401.09 |
| 101 | 3895.33 | 1402.09 |
| 102 | 3896.38 | 1403.09 |
| 103 | 3898.47 | 1405.09 |
| 104 | 3899.4 | 1406.06 |
| 105 | 3899.43 | 1406.09 |
| 106 | 3900.27 | 1406.84 |
| 107 | 3901.09 | 1406.94 |
| 108 | 3901.23 | 1407.09 |
| 109 | 3902.2 | 1408.09 |
| 110 | 3903.17 | 1409.09 |
| 111 | 3905.11 | 1411.09 |
| 112 | 3905.54 | 1411.53 |
| 113 | 3906.08 | 1412.09 |
| 114 | 3906.48 | 1412.5 |
| 115 | 3906.99 | 1413.09 |
| 116 | 3907.81 | 1414.09 |
| 117 | 3908.05 | 1414.4 |
| 118 | 3908.73 | 1414.36 |
| 119 | 3909.23 | 1415.09 |
| 120 | 3909.92 | 1416.09 |
| 121 | 3910.06 | 1416.29 |
| 122 | 3910.78 | 1417.09 |

| | | |
|---|---|---|
| 123 | 3911.68 | 1418.09 |
| 124 | 3912.58 | 1419.09 |
| 125 | 3912.87 | 1419.41 |
| 126 | 3912.96 | 1419.46 |
| 127 | 3913.86 | 1420.09 |
| 128 | 3915.28 | 1421.09 |
| 129 | 3916.67 | 1422.09 |
| 130 | 3918.06 | 1423.09 |
| 131 | 3920.83 | 1425.09 |
| 132 | 3921.15 | 1425.32 |
| 133 | 3921.41 | 1425.33 |
| 134 | 3921.55 | 1425.44 |
| 135 | 3921.65 | 1425.5 |
| 136 | 3922.55 | 1426.09 |
| 137 | 3924.06 | 1427.09 |
| 138 | 3926.71 | 1428.85 |
| 139 | 3927.22 | 1428.9 |
| 140 | 3927.72 | 1428.95 |
| 141 | 3928.22 | 1429.09 |
| 142 | 3931.82 | 1430.09 |
| 143 | 3935.41 | 1431.09 |
| 144 | 3938.28 | 1431.89 |
| 145 | 3939.23 | 1432.09 |
| 146 | 3940.32 | 1432.32 |
| 147 | 3943.36 | 1433.09 |
| 148 | 3944.81 | 1433.46 |

**Vertici strato .....1**

| N | X (m) | y (m) |
|---|---|---|
| 1 | 3719.22 | 1314.69 |
| 2 | 3723.92 | 1314.09 |
| 3 | 3726.9 | 1313.92 |
| 4 | 3729.74 | 1313.09 |
| 5 | 3732.99 | 1312.14 |
| 6 | 3733.06 | 1312.09 |
| 7 | 3733.76 | 1311.59 |
| 8 | 3734.38 | 1311.59 |
| 9 | 3742.54 | 1312.09 |
| 10 | 3750.82 | 1312.6 |
| 11 | 3754.33 | 1312.56 |
| 12 | 3762.04 | 1312.86 |
| 13 | 3781.92 | 1311.59 |
| 14 | 3807.83 | 1311.59 |
| 15 | 3808.03 | 1312.09 |
| 16 | 3808.42 | 1313.09 |
| 17 | 3808.81 | 1314.07 |
| 18 | 3808.81 | 1314.09 |
| 19 | 3810.17 | 1320.09 |
| 20 | 3810.39 | 1321.09 |
| 21 | 3810.62 | 1322.09 |
| 22 | 3810.84 | 1323.09 |
| 23 | 3811.07 | 1324.09 |
| 24 | 3811.29 | 1325.09 |
| 25 | 3819.69 | 1325.09 |
| 26 | 3820.29 | 1326.09 |
| 27 | 3820.9 | 1327.09 |
| 28 | 3821.5 | 1328.09 |

| | | |
|---|---|---|
| 29 | 3822.11 | 1329.09 |
| 30 | 3823.31 | 1331.09 |
| 31 | 3823.92 | 1332.09 |
| 32 | 3824.52 | 1333.09 |
| 33 | 3825.13 | 1334.09 |
| 34 | 3825.73 | 1335.09 |
| 35 | 3826.94 | 1337.09 |
| 36 | 3827.55 | 1338.09 |
| 37 | 3828.15 | 1339.09 |
| 38 | 3828.76 | 1340.09 |
| 39 | 3830.57 | 1343.09 |
| 40 | 3831.18 | 1344.09 |
| 41 | 3831.77 | 1345.09 |
| 42 | 3832.27 | 1346.09 |
| 43 | 3832.43 | 1346.41 |
| 44 | 3832.82 | 1346.86 |
| 45 | 3832.95 | 1347.09 |
| 46 | 3833.53 | 1348.09 |
| 47 | 3834.12 | 1349.09 |
| 48 | 3834.7 | 1350.09 |
| 49 | 3835.18 | 1350.91 |
| 50 | 3835.28 | 1351.09 |
| 51 | 3835.82 | 1352.09 |
| 52 | 3836.35 | 1353.09 |
| 53 | 3837.42 | 1355.09 |
| 54 | 3837.56 | 1355.35 |
| 55 | 3838.23 | 1356.09 |
| 56 | 3839.07 | 1357.09 |
| 57 | 3839.78 | 1358.09 |
| 58 | 3840.5 | 1359.09 |
| 59 | 3840.6 | 1359.24 |
| 60 | 3841.26 | 1360.07 |
| 61 | 3842.22 | 1360.05 |
| 62 | 3852.67 | 1359.93 |
| 63 | 3852.75 | 1360.09 |
| 64 | 3853.28 | 1361.09 |
| 65 | 3853.8 | 1362.09 |
| 66 | 3854.32 | 1363.09 |
| 67 | 3854.85 | 1364.09 |
| 68 | 3855.37 | 1365.09 |
| 69 | 3855.9 | 1366.09 |
| 70 | 3856.03 | 1366.35 |
| 71 | 3856.54 | 1367.09 |
| 72 | 3859.29 | 1371.09 |
| 73 | 3859.89 | 1371.97 |
| 74 | 3866.75 | 1371.33 |
| 75 | 3867.77 | 1371.09 |
| 76 | 3868.04 | 1372.09 |
| 77 | 3868.31 | 1373.09 |
| 78 | 3868.58 | 1374.09 |
| 79 | 3868.85 | 1375.09 |
| 80 | 3868.87 | 1375.17 |
| 81 | 3869.05 | 1376.09 |
| 82 | 3869.24 | 1377.09 |
| 83 | 3869.43 | 1378.09 |
| 84 | 3869.63 | 1379.09 |
| 85 | 3870.21 | 1382.09 |
| 86 | 3870.27 | 1382.42 |

| | | |
|---|---|---|
| 87 | 3871.35 | 1383.05 |
| 88 | 3872.47 | 1383.22 |
| 89 | 3874.12 | 1384.22 |
| 90 | 3876.44 | 1386.22 |
| 91 | 3877.48 | 1387.22 |
| 92 | 3878.71 | 1388.09 |
| 93 | 3880.18 | 1389.09 |
| 94 | 3881.46 | 1390.09 |
| 95 | 3881.63 | 1390.22 |
| 96 | 3882.59 | 1390.27 |
| 97 | 3886.41 | 1390.62 |
| 98 | 3886.73 | 1391.09 |
| 99 | 3887.42 | 1392.09 |
| 100 | 3888.78 | 1394.09 |
| 101 | 3889.47 | 1395.09 |
| 102 | 3890.15 | 1396.09 |
| 103 | 3890.84 | 1397.09 |
| 104 | 3890.92 | 1397.2 |
| 105 | 3891.6 | 1398.09 |
| 106 | 3892.38 | 1399.09 |
| 107 | 3892.6 | 1399.37 |
| 108 | 3893.16 | 1400.09 |
| 109 | 3893.95 | 1401.09 |
| 110 | 3893.39 | 1400.22 |
| 111 | 3898.31 | 1405.09 |
| 112 | 3898.56 | 1405.32 |
| 113 | 3899.4 | 1406.06 |
| 114 | 3899.43 | 1406.09 |
| 115 | 3900.27 | 1406.84 |
| 116 | 3901.09 | 1406.94 |
| 117 | 3901.23 | 1407.09 |
| 118 | 3902.2 | 1408.09 |
| 119 | 3903.17 | 1409.09 |
| 120 | 3904.14 | 1410.09 |
| 121 | 3905.11 | 1411.09 |
| 122 | 3905.54 | 1411.53 |
| 123 | 3906.08 | 1412.09 |
| 124 | 3906.48 | 1412.5 |
| 125 | 3906.99 | 1413.09 |
| 126 | 3907.81 | 1414.09 |
| 127 | 3908.05 | 1414.4 |
| 128 | 3908.73 | 1414.36 |
| 129 | 3909.23 | 1415.09 |
| 130 | 3909.92 | 1416.09 |
| 131 | 3910.06 | 1416.29 |
| 132 | 3911.68 | 1418.09 |
| 133 | 3912.58 | 1419.09 |
| 134 | 3912.87 | 1419.41 |
| 135 | 3912.96 | 1419.46 |
| 136 | 3913.86 | 1420.09 |
| 137 | 3915.28 | 1421.09 |
| 138 | 3916.67 | 1422.09 |
| 139 | 3920.83 | 1425.09 |
| 140 | 3921.15 | 1425.32 |
| 141 | 3921.41 | 1425.33 |
| 142 | 3921.55 | 1425.44 |
| 143 | 3921.65 | 1425.5 |
| 144 | 3922.55 | 1426.09 |

| | | |
|---|---|---|
| 145 | 3924.06 | 1427.09 |
| 146 | 3925.57 | 1428.09 |
| 147 | 3926.71 | 1428.85 |
| 148 | 3927.22 | 1428.9 |
| 149 | 3927.72 | 1428.95 |
| 150 | 3928.22 | 1429.09 |
| 151 | 3931.82 | 1430.09 |
| 152 | 3935.41 | 1431.09 |
| 153 | 3938.28 | 1431.89 |
| 154 | 3939.23 | 1432.09 |
| 155 | 3940.32 | 1432.32 |
| 156 | 3944.81 | 1433.46 |

**Vertici superficie Nr...1**

| N | X<br>m | y<br>m |
|---|---|---|
| 1 | 3740.19 | 1335.59 |
| 2 | 3765.66 | 1320.98 |
| 3 | 3808.31 | 1311.47 |
| 4 | 3821.52 | 1314.29 |
| 5 | 3858.89 | 1351.83 |
| 6 | 3888.67 | 1389.89 |
| 7 | 3909.29 | 1414.39 |
| 8 | 3911.41 | 1417.39 |
| 9 | 3913.97 | 1420.17 |

**Vertici superficie Nr...2**

| N | X<br>m | y<br>m |
|---|---|---|
| 1 | 3803.0 | 1337.82 |
| 2 | 3818.2 | 1334.38 |
| 3 | 3827.15 | 1337.07 |
| 4 | 3867.76 | 1370.95 |
| 5 | 3872.88 | 1383.47 |

**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 saturo (kN/m³) | Litologia | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 15 | | 18 | 17 | 18 | terreni riportati | |
| 2 | 190 | | 33 | 26 | 27 | substrato roccioso | |

Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=2.25

| Nr. | B m | Alfa (°) | Li m | Wi (kN) | Kh•Wi (kN) | Kv•Wi (kN) | c (kN/m²) | Fi (°) | Ui (kN) | N'i (kN) | Ti (kN) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 17.36 | -29.8 | 20.01 | 1526.48 | 28.7 | 14.35 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 1968.4 | 419.8 |
| 2 | 17.36 | -21.0 | 18.59 | 3419.35 | 64.28 | 32.14 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 3890.9 | 640.5 |
| 3 | 17.36 | -12.6 | 17.78 | 5475.65 | 102.94 | 51.47 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 5796.4 | 853.9 |
| 4 | 17.36 | -10.5 | 17.65 | 7080.11 | 133.11 | 66.55 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 7392.0 | 1051.2 |
| 5 | 17.36 | 25.1 | 19.17 | 8249.81 | 155.1 | 77.55 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 7557.6 | 3661.7 |
| 6 | 17.36 | 45.1 | 24.61 | 10589.61 | 199.08 | 99.54 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 10528.2 | 6325.7 |
| 7 | 17.36 | 46.5 | 25.2 | 6505.95 | 122.31 | 61.16 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 5922.8 | 4857.6 |
| 8 | 17.36 | 52.0 | 28.17 | 7038.49 | 132.32 | 66.16 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 6635.9 | 6077.3 |
| 9 | 17.36 | 51.0 | 27.61 | 1817.41 | 34.17 | 17.08 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 286.6 | 3348.7 |
| 10 | 17.36 | 50.2 | 27.13 | 686.66 | 12.91 | 6.45 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | -1018.7 | 2722.0 |

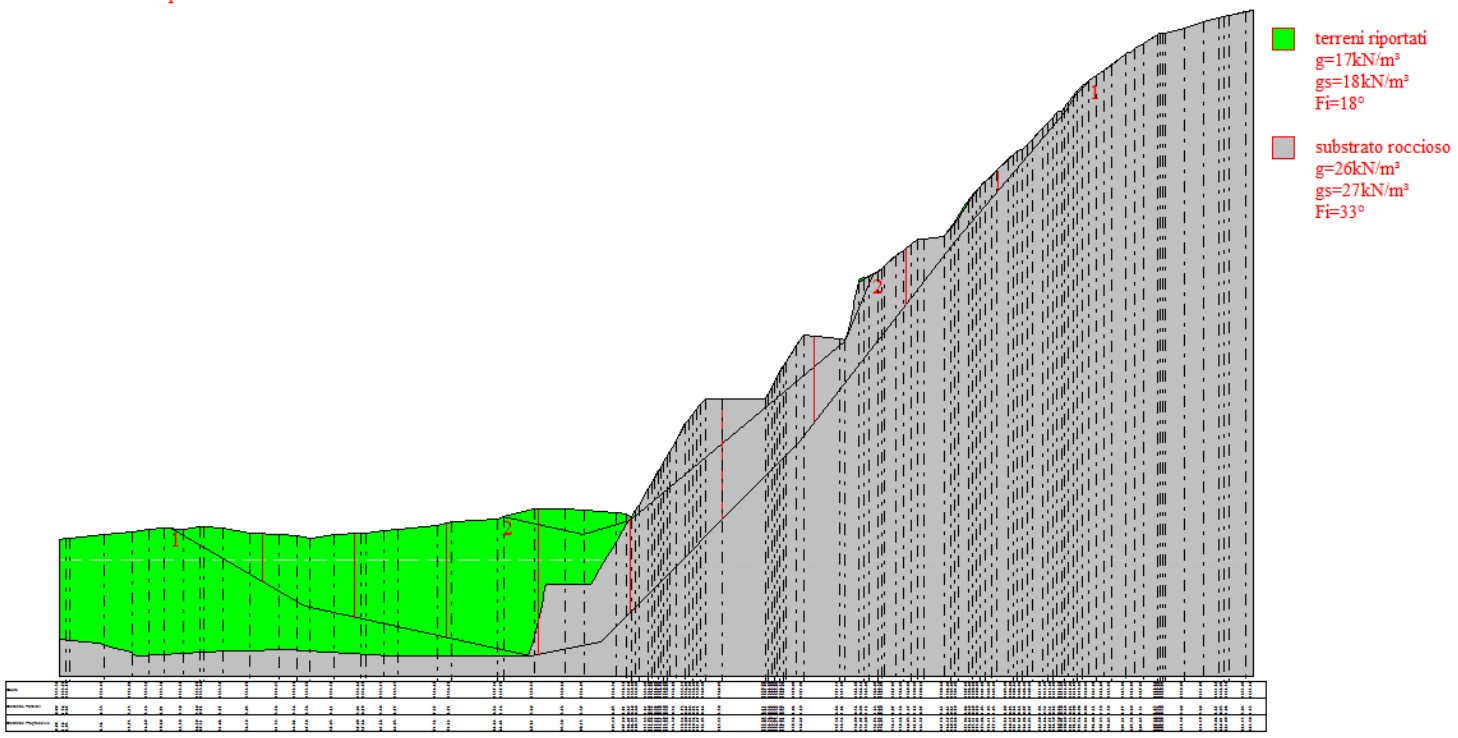
Superficie Nr...2 Fattore di sicurezza=3.45

| Nr. | B m | Alfa (°) | Li m | Wi (kN) | Kh•Wi (kN) | Kv•Wi (kN) | c (kN/m²) | Fi (°) | Ui (kN) | N'i (kN) | Ti (kN) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6.97 | -12.8 | 7.14 | 204.89 | 3.85 | 1.93 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 220.3 | 46.4 |
| 2 | 6.97 | -12.8 | 7.14 | 452.87 | 8.51 | 4.26 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 479.5 | 68.2 |
| 3 | 6.97 | 12.4 | 7.13 | 402.52 | 7.57 | 3.78 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 399.0 | 61.3 |
| 4 | 6.97 | 31.1 | 8.13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

# SEZIONE DI PROGETTO N. 18 - ANALISI AGLI STATI LIMITE

## ALGORITMO DI CALCOLO DI JANBU

Fs=3.45 Sup...2
Fs=2.25 Sup...1



## SEZIONE DI PROGETTO n. 21 – FRONTE IN COLTIVAZIONE – ZONA EST

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

| | |
|---|---|
| Lat./Long. | 44.452044/8.985823 |
| Normativa | NTC 2008 |
| Numero di strati | 3.0 |
| Numero dei conci | 10.0 |
| Grado di sicurezza ritenuto accettabile | 1.1 |
| Coefficiente parziale resistenza | 1.1 |
| Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: | Picco |
| 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: | T3 |

| S.L. Stato limite | TR Tempo ritorno [anni] | ag [m/s²] | F0 [-] | TC* [sec] |
|---|---|---|---|---|
| S.L.O. | 30.0 | 0.25 | 2.49 | 0.2 |
| S.L.D. | 50.0 | 0.31 | 2.53 | 0.21 |
| S.L.V. | 475.0 | 0.77 | 2.51 | 0.28 |
| S.L.C. | 975.0 | 1.03 | 2.48 | 0.29 |

**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. | 0.3 | 0.2 | 0.0061 | 0.0031 |
| S.L.D. | 0.372 | 0.2 | 0.0076 | 0.0038 |
| S.L.V. | 0.924 | 0.2 | 0.0188 | 0.0094 |
| S.L.C. | 1.236 | 0.27 | 0.034 | 0.017 |

| | |
|---|---|
| Coefficiente azione sismica orizzontale | 0.0188 |
| Coefficiente azione sismica verticale | 0.0094 |

**Vertici profilo**

| Nr | X (m) | y (m) |
|---|---|---|
| 1 | 3669.0 | 1385.59 |
| 2 | 3675.52 | 1385.23 |
| 3 | 3677.64 | 1385.17 |
| 4 | 3683.58 | 1385.33 |
| 5 | 3686.31 | 1385.41 |

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 3687.24 | 1385.44 |
| 7 | 3700.68 | 1385.97 |
| 8 | 3707.1 | 1385.75 |
| 9 | 3710.8 | 1386.35 |
| 10 | 3720.62 | 1388.2 |
| 11 | 3720.67 | 1387.13 |
| 12 | 3722.29 | 1386.92 |
| 13 | 3724.97 | 1386.76 |
| 14 | 3725.66 | 1387.13 |
| 15 | 3727.53 | 1388.13 |
| 16 | 3729.4 | 1389.13 |
| 17 | 3730.29 | 1389.61 |
| 18 | 3734.07 | 1391.13 |
| 19 | 3736.55 | 1392.13 |
| 20 | 3738.78 | 1393.03 |
| 21 | 3739.0 | 1393.13 |
| 22 | 3739.1 | 1393.15 |
| 23 | 3744.1 | 1393.92 |
| 24 | 3744.94 | 1394.13 |
| 25 | 3746.31 | 1394.39 |
| 26 | 3754.57 | 1395.77 |
| 27 | 3756.17 | 1396.03 |
| 28 | 3762.02 | 1396.04 |
| 29 | 3767.28 | 1395.74 |
| 30 | 3767.52 | 1396.13 |
| 31 | 3768.13 | 1397.13 |
| 32 | 3768.9 | 1398.39 |
| 33 | 3769.57 | 1399.13 |
| 34 | 3770.47 | 1400.13 |
| 35 | 3771.36 | 1401.13 |
| 36 | 3772.36 | 1402.13 |
| 37 | 3773.3 | 1403.13 |
| 38 | 3773.85 | 1403.71 |
| 39 | 3774.21 | 1404.13 |
| 40 | 3775.91 | 1406.13 |
| 41 | 3777.29 | 1408.13 |
| 42 | 3777.97 | 1409.13 |
| 43 | 3778.66 | 1410.13 |
| 44 | 3780.72 | 1413.13 |
| 45 | 3781.41 | 1414.13 |
| 46 | 3782.1 | 1415.13 |
| 47 | 3782.78 | 1416.13 |
| 48 | 3783.47 | 1417.13 |
| 49 | 3784.13 | 1418.13 |
| 50 | 3784.51 | 1418.64 |
| 51 | 3784.84 | 1419.13 |
| 52 | 3785.52 | 1420.13 |
| 53 | 3786.87 | 1422.13 |
| 54 | 3787.55 | 1423.13 |
| 55 | 3788.22 | 1424.13 |
| 56 | 3788.55 | 1424.61 |
| 57 | 3788.9 | 1425.13 |
| 58 | 3789.58 | 1426.13 |
| 59 | 3789.58 | 1426.14 |
| 60 | 3789.93 | 1426.13 |
| 61 | 3794.23 | 1426.07 |
| 62 | 3794.27 | 1426.13 |
| 63 | 3794.32 | 1426.2 |

| | | |
|---|---|---|
| 64 | 3795.38 | 1427.13 |
| 65 | 3797.55 | 1429.13 |
| 66 | 3801.66 | 1428.76 |
| 67 | 3801.81 | 1429.13 |
| 68 | 3802.21 | 1430.13 |
| 69 | 3802.62 | 1431.13 |
| 70 | 3802.91 | 1431.86 |
| 71 | 3803.0 | 1432.13 |
| 72 | 3803.92 | 1434.97 |
| 73 | 3805.47 | 1435.03 |
| 74 | 3806.15 | 1435.13 |
| 75 | 3808.7 | 1435.5 |
| 76 | 3809.64 | 1436.44 |
| 77 | 3810.3 | 1437.13 |
| 78 | 3811.26 | 1438.13 |
| 79 | 3812.21 | 1439.13 |
| 80 | 3813.17 | 1440.13 |
| 81 | 3814.12 | 1441.13 |
| 82 | 3815.05 | 1442.1 |
| 83 | 3815.08 | 1442.13 |
| 84 | 3816.09 | 1443.13 |
| 85 | 3817.1 | 1444.13 |
| 86 | 3818.12 | 1445.13 |
| 87 | 3818.31 | 1445.32 |
| 88 | 3819.27 | 1446.13 |
| 89 | 3825.38 | 1448.13 |
| 90 | 3827.1 | 1448.83 |
| 91 | 3828.1 | 1448.87 |
| 92 | 3835.46 | 1449.11 |
| 93 | 3835.47 | 1449.13 |
| 94 | 3836.35 | 1450.13 |
| 95 | 3837.31 | 1451.13 |
| 96 | 3838.28 | 1452.13 |
| 97 | 3841.19 | 1455.13 |
| 98 | 3842.15 | 1456.13 |
| 99 | 3842.81 | 1456.81 |
| 100 | 3843.18 | 1457.13 |
| 101 | 3844.32 | 1458.13 |
| 102 | 3845.47 | 1459.13 |
| 103 | 3846.62 | 1460.13 |
| 104 | 3847.76 | 1461.13 |
| 105 | 3848.07 | 1461.4 |
| 106 | 3851.68 | 1461.58 |
| 107 | 3854.36 | 1461.73 |
| 108 | 3854.78 | 1462.13 |
| 109 | 3855.83 | 1463.13 |
| 110 | 3856.88 | 1464.13 |
| 111 | 3857.93 | 1465.13 |
| 112 | 3858.97 | 1466.13 |
| 113 | 3860.02 | 1467.13 |
| 114 | 3860.26 | 1467.36 |
| 115 | 3861.12 | 1468.13 |
| 116 | 3861.44 | 1468.42 |
| 117 | 3862.26 | 1469.13 |
| 118 | 3863.4 | 1470.13 |
| 119 | 3863.8 | 1470.48 |
| 120 | 3864.4 | 1471.13 |
| 121 | 3865.33 | 1472.13 |

| | | |
|---|---|---|
| 122 | 3866.25 | 1473.13 |
| 123 | 3869.03 | 1476.13 |
| 124 | 3869.1 | 1476.21 |
| 125 | 3870.28 | 1477.13 |
| 126 | 3871.56 | 1478.13 |
| 127 | 3872.06 | 1478.53 |
| 128 | 3874.13 | 1480.13 |
| 129 | 3875.42 | 1481.13 |
| 130 | 3876.71 | 1482.13 |
| 131 | 3876.82 | 1482.21 |
| 132 | 3877.54 | 1482.78 |
| 133 | 3883.58 | 1483.13 |
| 134 | 3891.82 | 1483.61 |
| 135 | 3900.93 | 1483.88 |
| 136 | 3902.82 | 1484.13 |

**Falda**

| **Nr.** | X (m) | y (m) |
|---|---|---|
| 1 | 3669.0 | 1387.43 |
| 2 | 3724.54 | 1386.72 |
| 3 | 3738.78 | 1386.54 |
| 4 | 3756.32 | 1388.73 |
| 5 | 3762.9 | 1393.48 |
| 6 | 3768.38 | 1396.04 |
| 7 | 3780.8 | 1410.65 |
| 8 | 3794.13 | 1424.71 |
| 9 | 3802.35 | 1428.55 |
| 10 | 3810.75 | 1435.49 |
| 11 | 3821.53 | 1445.72 |
| 12 | 3835.23 | 1448.28 |
| 13 | 3846.01 | 1458.51 |
| 14 | 3852.22 | 1460.88 |
| 15 | 3857.52 | 1464.17 |
| 16 | 3870.85 | 1467.46 |
| 17 | 3881.45 | 1471.48 |
| 18 | 3896.24 | 1474.95 |
| 19 | 3902.82 | 1475.68 |

**Vertici strato .....1**

| N | X (m) | y (m) |
|---|---|---|
| 1 | 3669.0 | 1385.59 |
| 2 | 3675.52 | 1385.23 |
| 3 | 3683.58 | 1385.33 |
| 4 | 3691.17 | 1385.66 |
| 5 | 3694.44 | 1385.69 |
| 6 | 3696.68 | 1385.73 |
| 7 | 3700.68 | 1385.97 |
| 8 | 3707.1 | 1385.75 |
| 9 | 3718.54 | 1387.84 |
| 10 | 3720.63 | 1388.13 |
| 11 | 3720.67 | 1387.13 |
| 12 | 3722.29 | 1386.92 |
| 13 | 3724.97 | 1386.76 |
| 14 | 3727.53 | 1388.13 |
| 15 | 3729.4 | 1389.13 |
| 16 | 3730.29 | 1389.61 |

| | | |
|---|---|---|
| 17 | 3734.07 | 1391.13 |
| 18 | 3736.55 | 1392.13 |
| 19 | 3738.78 | 1393.03 |
| 20 | 3739.1 | 1393.15 |
| 21 | 3744.1 | 1393.92 |
| 22 | 3744.94 | 1394.13 |
| 23 | 3746.31 | 1394.39 |
| 24 | 3754.57 | 1395.77 |
| 25 | 3756.17 | 1396.03 |
| 26 | 3762.02 | 1396.04 |
| 27 | 3765.79 | 1395.83 |
| 28 | 3767.28 | 1395.74 |
| 29 | 3768.64 | 1398.13 |
| 30 | 3769.03 | 1398.58 |
| 31 | 3770.55 | 1400.35 |
| 32 | 3772.21 | 1402.13 |
| 33 | 3773.14 | 1403.13 |
| 34 | 3774.21 | 1404.13 |
| 35 | 3775.83 | 1406.01 |
| 36 | 3777.29 | 1408.13 |
| 37 | 3777.97 | 1409.13 |
| 38 | 3778.66 | 1410.13 |
| 39 | 3780.72 | 1413.13 |
| 40 | 3782.1 | 1415.13 |
| 41 | 3783.47 | 1417.13 |
| 42 | 3784.84 | 1419.13 |
| 43 | 3785.52 | 1420.13 |
| 44 | 3786.87 | 1422.13 |
| 45 | 3788.22 | 1424.13 |
| 46 | 3788.9 | 1425.13 |
| 47 | 3789.58 | 1426.14 |
| 48 | 3789.93 | 1426.13 |
| 49 | 3794.23 | 1426.07 |
| 50 | 3797.55 | 1429.13 |
| 51 | 3801.66 | 1428.76 |
| 52 | 3802.21 | 1430.13 |
| 53 | 3802.91 | 1431.86 |
| 54 | 3803.92 | 1434.97 |
| 55 | 3805.47 | 1435.03 |
| 56 | 3806.15 | 1435.13 |
| 57 | 3808.7 | 1435.5 |
| 58 | 3810.3 | 1437.13 |
| 59 | 3811.26 | 1438.13 |
| 60 | 3812.21 | 1439.13 |
| 61 | 3813.17 | 1440.13 |
| 62 | 3814.12 | 1441.13 |
| 63 | 3815.08 | 1442.13 |
| 64 | 3816.09 | 1443.13 |
| 65 | 3817.1 | 1444.13 |
| 66 | 3818.12 | 1445.13 |
| 67 | 3819.27 | 1446.13 |
| 68 | 3819.27 | 1446.13 |
| 69 | 3825.38 | 1448.13 |
| 70 | 3827.1 | 1448.83 |
| 71 | 3832.17 | 1449.03 |
| 72 | 3835.46 | 1449.11 |
| 73 | 3836.35 | 1450.13 |
| 74 | 3837.31 | 1451.13 |

| | | |
|---|---|---|
| 75 | 3838.28 | 1452.13 |
| 76 | 3841.19 | 1455.13 |
| 77 | 3842.15 | 1456.13 |
| 78 | 3842.81 | 1456.81 |
| 79 | 3845.47 | 1459.13 |
| 80 | 3847.76 | 1461.13 |
| 81 | 3848.07 | 1461.4 |
| 82 | 3851.68 | 1461.58 |
| 83 | 3854.36 | 1461.73 |
| 84 | 3855.83 | 1463.13 |
| 85 | 3856.88 | 1464.13 |
| 86 | 3857.4 | 1464.63 |
| 87 | 3858.37 | 1464.85 |
| 88 | 3863.53 | 1466.35 |
| 89 | 3867.78 | 1467.66 |
| 90 | 3872.49 | 1468.7 |
| 91 | 3877.64 | 1470.64 |
| 92 | 3882.28 | 1471.97 |
| 93 | 3886.26 | 1472.95 |
| 94 | 3902.82 | 1475.63 |

**Vertici strato .....2**

| N | X (m) | y (m) |
|---|---|---|
| 1 | 3669.0 | 1385.59 |
| 2 | 3675.52 | 1385.23 |
| 3 | 3676.44 | 1385.2 |
| 4 | 3676.65 | 1385.17 |
| 5 | 3691.17 | 1385.66 |
| 6 | 3694.44 | 1385.69 |
| 7 | 3696.68 | 1385.73 |
| 8 | 3700.68 | 1385.97 |
| 9 | 3707.1 | 1385.75 |
| 10 | 3709.47 | 1386.13 |
| 11 | 3710.8 | 1386.35 |
| 12 | 3711.11 | 1386.41 |
| 13 | 3711.12 | 1386.41 |
| 14 | 3718.54 | 1387.84 |
| 15 | 3720.22 | 1388.13 |
| 16 | 3720.62 | 1388.2 |
| 17 | 3720.63 | 1388.18 |
| 18 | 3720.63 | 1388.13 |
| 19 | 3720.67 | 1387.13 |
| 20 | 3722.29 | 1386.92 |
| 21 | 3725.91 | 1386.13 |
| 22 | 3726.38 | 1385.82 |
| 23 | 3732.17 | 1386.13 |
| 24 | 3738.29 | 1386.47 |
| 25 | 3739.09 | 1386.44 |
| 26 | 3739.55 | 1386.56 |
| 27 | 3739.7 | 1386.13 |
| 28 | 3739.76 | 1385.98 |
| 29 | 3740.43 | 1385.13 |
| 30 | 3741.23 | 1384.13 |
| 31 | 3742.02 | 1383.13 |
| 32 | 3742.42 | 1382.63 |
| 33 | 3754.46 | 1382.63 |
| 34 | 3754.63 | 1383.13 |
| 35 | 3755.29 | 1385.13 |

| | | |
|---|---|---|
| 36 | 3755.62 | 1386.13 |
| 37 | 3756.28 | 1388.13 |
| 38 | 3756.94 | 1390.13 |
| 39 | 3757.94 | 1393.13 |
| 40 | 3758.24 | 1394.13 |
| 41 | 3764.42 | 1394.46 |
| 42 | 3765.08 | 1395.23 |
| 43 | 3765.79 | 1395.83 |
| 44 | 3767.28 | 1395.74 |
| 45 | 3768.13 | 1397.13 |
| 46 | 3768.64 | 1398.13 |
| 47 | 3769.03 | 1398.58 |
| 48 | 3769.5 | 1399.13 |
| 49 | 3770.36 | 1400.13 |
| 50 | 3770.55 | 1400.35 |
| 51 | 3771.28 | 1401.13 |
| 52 | 3772.21 | 1402.13 |
| 53 | 3773.14 | 1403.13 |
| 54 | 3774.21 | 1404.13 |
| 55 | 3775.07 | 1405.13 |
| 56 | 3775.83 | 1406.01 |
| 57 | 3775.91 | 1406.13 |
| 58 | 3777.29 | 1408.13 |
| 59 | 3777.97 | 1409.13 |
| 60 | 3778.66 | 1410.13 |
| 61 | 3780.72 | 1413.13 |
| 62 | 3781.41 | 1414.13 |
| 63 | 3782.1 | 1415.13 |
| 64 | 3782.78 | 1416.13 |
| 65 | 3783.47 | 1417.13 |
| 66 | 3784.16 | 1418.13 |
| 67 | 3784.51 | 1418.64 |
| 68 | 3784.84 | 1419.13 |
| 69 | 3785.52 | 1420.13 |
| 70 | 3786.87 | 1422.13 |
| 71 | 3787.55 | 1423.13 |
| 72 | 3788.22 | 1424.13 |
| 73 | 3788.55 | 1424.61 |
| 74 | 3788.9 | 1425.13 |
| 75 | 3789.58 | 1426.13 |
| 76 | 3789.58 | 1426.14 |
| 77 | 3789.93 | 1426.13 |
| 78 | 3794.23 | 1426.07 |
| 79 | 3794.27 | 1426.13 |
| 80 | 3794.32 | 1426.2 |
| 81 | 3795.38 | 1427.13 |
| 82 | 3797.55 | 1429.13 |
| 83 | 3801.66 | 1428.76 |
| 84 | 3801.81 | 1429.13 |
| 85 | 3802.21 | 1430.13 |
| 86 | 3802.62 | 1431.13 |
| 87 | 3802.91 | 1431.86 |
| 88 | 3803.0 | 1432.13 |
| 89 | 3803.92 | 1434.97 |
| 90 | 3805.47 | 1435.03 |
| 91 | 3806.15 | 1435.13 |
| 92 | 3808.7 | 1435.5 |
| 93 | 3809.33 | 1436.13 |

| | | |
|---|---|---|
| 94 | 3809.64 | 1436.44 |
| 95 | 3810.3 | 1437.13 |
| 96 | 3811.26 | 1438.13 |
| 97 | 3812.21 | 1439.13 |
| 98 | 3813.17 | 1440.13 |
| 99 | 3814.12 | 1441.13 |
| 100 | 3815.08 | 1442.13 |
| 101 | 3816.09 | 1443.13 |
| 102 | 3817.1 | 1444.13 |
| 103 | 3818.12 | 1445.13 |
| 104 | 3818.31 | 1445.32 |
| 105 | 3819.27 | 1446.13 |
| 106 | 3825.38 | 1448.13 |
| 107 | 3827.1 | 1448.83 |
| 108 | 3832.17 | 1449.03 |
| 109 | 3835.46 | 1449.11 |
| 110 | 3835.47 | 1449.13 |
| 111 | 3836.35 | 1450.13 |
| 112 | 3837.31 | 1451.13 |
| 113 | 3838.28 | 1452.13 |
| 114 | 3841.19 | 1455.13 |
| 115 | 3842.13 | 1456.13 |
| 116 | 3842.81 | 1456.81 |
| 117 | 3843.18 | 1457.13 |
| 118 | 3844.32 | 1458.13 |
| 119 | 3845.47 | 1459.13 |
| 120 | 3846.62 | 1460.13 |
| 121 | 3847.76 | 1461.13 |
| 122 | 3848.07 | 1461.4 |
| 123 | 3851.68 | 1461.58 |
| 124 | 3854.36 | 1461.73 |
| 125 | 3854.78 | 1462.13 |
| 126 | 3855.83 | 1463.13 |
| 127 | 3856.88 | 1464.13 |
| 128 | 3857.4 | 1464.63 |
| 129 | 3858.37 | 1464.85 |
| 130 | 3863.53 | 1466.35 |
| 131 | 3867.78 | 1467.66 |
| 132 | 3872.49 | 1468.7 |
| 133 | 3877.64 | 1470.64 |
| 134 | 3882.28 | 1471.97 |
| 135 | 3886.26 | 1472.95 |
| 136 | 3902.82 | 1475.63 |

**Vertici superficie Nr...1**

| N | X<br>m | y<br>m |
|---|---|---|
| 1 | 3738.85 | 1393.17 |
| 2 | 3745.14 | 1386.74 |
| 3 | 3754.76 | 1383.1 |
| 4 | 3769.52 | 1391.89 |
| 5 | 3794.99 | 1414.19 |
| 6 | 3823.72 | 1433.91 |
| 7 | 3877.88 | 1482.85 |

**Vertici superficie Nr...2**

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

| | m | m |
|---|---|---|
| 1 | 3712.76 | 1386.82 |
| 2 | 3729.97 | 1386.11 |
| 3 | 3738.49 | 1388.89 |
| 4 | 3747.1 | 1394.56 |

**Vertici superficie Nr...3**

| N | X<br>m | y<br>m |
|---|---|---|

**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 saturo (kN/m³) | Litologia | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 15 | | 18 | 18 | 19 | coltri eluvio colluviali | |
| 2 | 15 | | 18 | 17 | 18 | terreni riportati | |
| 3 | 190 | | 33 | 26 | 27 | | |

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=2.30

| Nr. | B<br>m | Alfa<br>(°) | Li<br>m | Wi<br>(kN) | Kh•Wi<br>(kN) | Kv•Wi<br>(kN) | c<br>(kN/m²) | Fi<br>(°) | Ui<br>(kN) | N'i<br>(kN) | Ti<br>(kN) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 13.89 | -33.7 | 16.69 | 1379.12 | 25.93 | 12.96 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 1875.4 | 392.3 |
| 2 | 13.89 | 24.7 | 15.28 | 3085.8 | 58.01 | 29.01 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 2595.6 | 1917.0 |
| 3 | 13.89 | 39.3 | 17.95 | 2844.3 | 53.47 | 26.74 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 2176.6 | 2367.3 |
| 4 | 13.89 | 41.2 | 18.46 | 5719.44 | 107.53 | 53.76 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 5293.6 | 3503.9 |
| 5 | 13.89 | 34.7 | 16.9 | 3823.66 | 71.88 | 35.94 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 3251.9 | 2458.6 |
| 6 | 13.89 | 34.5 | 16.85 | 5297.6 | 99.59 | 49.8 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 4782.4 | 2904.1 |
| 7 | 13.89 | 41.4 | 18.51 | 3680.02 | 69.18 | 34.59 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 3063.2 | 2785.0 |
| 8 | 13.89 | 42.1 | 18.72 | 2094.84 | 39.38 | 19.69 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 1311.2 | 2255.6 |
| 9 | 13.89 | 42.1 | 18.72 | 92.92 | 1.75 | 0.87 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | -895.5 | 1522.4 |
| 10 | 13.89 | 42.1 | 18.72 | 267.82 | 5.03 | 2.52 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 238.1 | 183.2 |

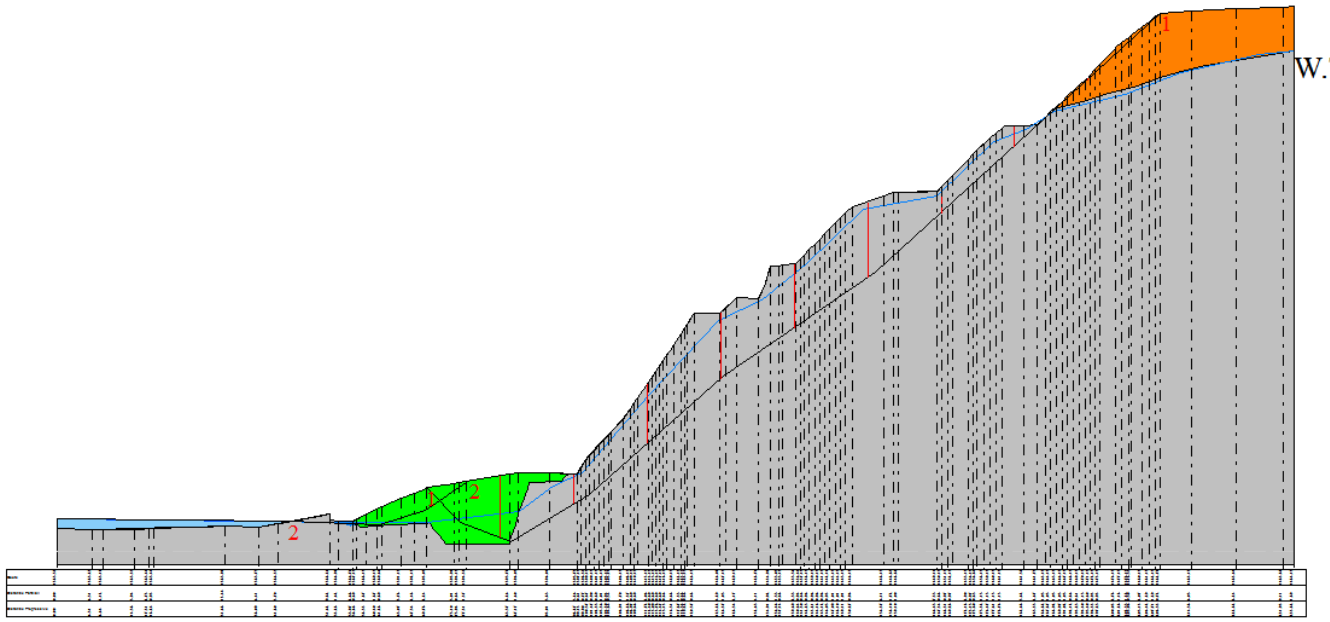
Superficie Nr...2 Fattore di sicurezza=7.94

| Nr. | B<br>m | Alfa<br>(°) | Li<br>m | Wi<br>(kN) | Kh•Wi<br>(kN) | Kv•Wi<br>(kN) | c<br>(kN/m²) | Fi<br>(°) | Ui<br>(kN) | N'i<br>(kN) | Ti<br>(kN) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3.38 | -2.4 | 3.39 | 34.76 | 0.65 | 0.33 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 37.8 | 73.4 |
| 2 | 3.38 | -2.3 | 3.39 | 104.06 | 1.96 | 0.98 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 107.3 | 78.4 |
| 3 | 3.38 | -2.4 | 3.39 | 49.56 | 0.93 | 0.47 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 52.8 | 74.5 |
| 4 | 3.38 | -2.3 | 3.39 | 29.75 | 0.56 | 0.28 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 32.7 | 73.1 |
| 5 | 3.38 | -1.4 | 3.38 | 140.14 | 2.63 | 1.32 | 12.0 | 14.6 | 15.6 | 124.8 | 10.0 |
| 6 | 3.38 | 18.1 | 3.56 | 201.7 | 3.79 | 1.9 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 207.9 | 14.0 |
| 7 | 3.38 | 18.0 | 3.56 | 216.8 | 4.08 | 2.04 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 223.4 | 14.5 |
| 8 | 3.38 | 26.6 | 3.78 | 215.01 | 4.04 | 2.02 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 233.2 | 16.3 |
| 9 | 3.38 | 33.4 | 4.05 | 138.88 | 2.61 | 1.31 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 158.2 | 14.8 |
| 10 | 3.38 | 33.3 | 4.05 | 46.43 | 0.87 | 0.44 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 50.0 | 10.1 |

SEZIONE DI PROGETTO N. 21 - ANALISI AGLI STATI LIMITE

ALGORITMO DI CALCOLO DI JANBU

Fs=7.94 Sup...2
Fs=2.30 Sup...1



**SEZIONE DI PROGETTO n. 29 – FRONTE VERGINE – ZONA SUD-EST**

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

==========

| | |
|---|---|
| Lat./Long. | 44.452044/8.985823 |
| Normativa | NTC 2008 |
| Numero di strati | 3.0 |
| Numero dei conci | 10.0 |
| Grado di sicurezza ritenuto accettabile | 1.1 |
| Coefficiente parziale resistenza | 1.1 |
| Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: | Picco |
| 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: | T3 |

| S.L.<br>Stato limite | TR<br>Tempo ritorno<br>[anni] | ag<br>[m/s²] | F0<br>[-] | TC*<br>[sec] |
|---|---|---|---|---|
| S.L.O. | 30.0 | 0.25 | 2.49 | 0.2 |
| S.L.D. | 50.0 | 0.31 | 2.53 | 0.21 |
| S.L.V. | 475.0 | 0.77 | 2.51 | 0.28 |
| S.L.C. | 975.0 | 1.03 | 2.48 | 0.29 |

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

| S.L.<br>Stato limite | amax<br>[m/s²] | beta<br>[-] | kh<br>[-] | kv<br>[sec] |
|---|---|---|---|---|
| S.L.O. | 0.3 | 0.2 | 0.0061 | 0.0031 |
| S.L.D. | 0.372 | 0.2 | 0.0076 | 0.0038 |
| S.L.V. | 0.924 | 0.2 | 0.0188 | 0.0094 |
| S.L.C. | 1.236 | 0.27 | 0.034 | 0.017 |

| | |
|---|---|
| Coefficiente azione sismica orizzontale | 0.0188 |
| Coefficiente azione sismica verticale | 0.0094 |

**Vertici profilo**

| Nr | X<br>(m) | y<br>(m) |
|---|---|---|
| 1 | 3856.91 | 1647.49 |
| 2 | 3857.2 | 1647.45 |
| 3 | 3864.88 | 1646.45 |
| 4 | 3864.9 | 1646.45 |
| 5 | 3887.15 | 1646.45 |

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 3887.17 | 1646.45 |
| 7 | 3887.55 | 1646.5 |
| 8 | 3892.76 | 1646.45 |
| 9 | 3897.56 | 1645.66 |
| 10 | 3898.25 | 1646.03 |
| 11 | 3899.28 | 1646.45 |
| 12 | 3901.2 | 1647.45 |
| 13 | 3905.62 | 1649.45 |
| 14 | 3906.11 | 1649.67 |
| 15 | 3907.32 | 1650.45 |
| 16 | 3907.45 | 1650.54 |
| 17 | 3911.82 | 1652.45 |
| 18 | 3913.99 | 1653.45 |
| 19 | 3914.39 | 1654.45 |
| 20 | 3914.79 | 1655.45 |
| 21 | 3915.2 | 1656.45 |
| 22 | 3915.55 | 1657.32 |
| 23 | 3916.44 | 1657.17 |
| 24 | 3920.36 | 1656.52 |
| 25 | 3920.75 | 1656.45 |
| 26 | 3922.36 | 1656.17 |
| 27 | 3922.54 | 1656.45 |
| 28 | 3923.17 | 1657.45 |
| 29 | 3923.81 | 1658.45 |
| 30 | 3924.44 | 1659.45 |
| 31 | 3924.76 | 1659.95 |
| 32 | 3925.11 | 1660.45 |
| 33 | 3928.64 | 1665.45 |
| 34 | 3929.15 | 1666.17 |
| 35 | 3930.24 | 1667.45 |
| 36 | 3931.96 | 1669.45 |
| 37 | 3932.81 | 1670.45 |
| 38 | 3933.55 | 1671.31 |
| 39 | 3934.95 | 1670.83 |
| 40 | 3936.04 | 1670.45 |
| 41 | 3936.81 | 1670.29 |
| 42 | 3940.98 | 1669.45 |
| 43 | 3943.62 | 1668.91 |
| 44 | 3945.91 | 1668.45 |
| 45 | 3945.96 | 1668.44 |
| 46 | 3946.4 | 1668.35 |
| 47 | 3946.49 | 1668.45 |
| 48 | 3947.31 | 1669.45 |
| 49 | 3948.15 | 1670.45 |
| 50 | 3949.03 | 1671.45 |
| 51 | 3950.08 | 1672.45 |
| 52 | 3951.01 | 1673.33 |
| 53 | 3951.11 | 1673.45 |
| 54 | 3951.99 | 1674.45 |
| 55 | 3952.86 | 1675.45 |
| 56 | 3953.06 | 1675.67 |
| 57 | 3953.74 | 1676.45 |
| 58 | 3954.53 | 1677.45 |
| 59 | 3954.96 | 1678.01 |
| 60 | 3962.37 | 1677.0 |
| 61 | 3964.96 | 1676.63 |
| 62 | 3971.83 | 1694.3 |
| 63 | 3979.32 | 1694.01 |

| | | |
|---|---|---|
| 64 | 3981.43 | 1693.67 |
| 65 | 3981.85 | 1694.45 |
| 66 | 3982.39 | 1695.45 |
| 67 | 3982.93 | 1696.45 |
| 68 | 3983.47 | 1697.45 |
| 69 | 3984.02 | 1698.45 |
| 70 | 3984.56 | 1699.45 |
| 71 | 3984.61 | 1699.55 |
| 72 | 3985.55 | 1701.45 |
| 73 | 3986.05 | 1702.45 |
| 74 | 3986.54 | 1703.45 |
| 75 | 3987.04 | 1704.45 |
| 76 | 3987.53 | 1705.45 |
| 77 | 3988.32 | 1707.04 |
| 78 | 3992.09 | 1706.95 |
| 79 | 3997.81 | 1706.82 |
| 80 | 3998.34 | 1708.45 |
| 81 | 3998.67 | 1709.45 |
| 82 | 3998.99 | 1710.45 |
| 83 | 3999.12 | 1710.85 |
| 84 | 3999.44 | 1711.45 |
| 85 | 3999.97 | 1712.45 |
| 86 | 4000.49 | 1713.45 |
| 87 | 4001.02 | 1714.45 |
| 88 | 4003.65 | 1719.45 |
| 89 | 4004.16 | 1720.45 |
| 90 | 4004.41 | 1721.0 |
| 91 | 4004.56 | 1721.45 |
| 92 | 4004.9 | 1722.45 |
| 93 | 4005.23 | 1723.45 |
| 94 | 4005.91 | 1724.45 |
| 95 | 4009.72 | 1725.45 |
| 96 | 4010.83 | 1725.74 |
| 97 | 4011.9 | 1726.0 |
| 98 | 4012.39 | 1726.12 |
| 99 | 4012.67 | 1726.19 |
| 100 | 4013.24 | 1726.45 |
| 101 | 4015.43 | 1727.45 |
| 102 | 4016.59 | 1727.98 |
| 103 | 4017.33 | 1728.45 |
| 104 | 4023.66 | 1732.45 |
| 105 | 4025.24 | 1733.45 |
| 106 | 4026.82 | 1734.45 |
| 107 | 4028.4 | 1735.45 |
| 108 | 4033.35 | 1738.58 |
| 109 | 4038.34 | 1738.81 |

**Falda**

| **Nr.** | X (m) | y (m) |
|---|---|---|
| 1 | 3856.84 | 1646.1 |
| 2 | 3887.41 | 1645.93 |
| 3 | 3895.48 | 1645.41 |
| 4 | 3910.76 | 1643.18 |
| 5 | 3922.61 | 1655.2 |
| 6 | 3946.14 | 1667.74 |
| 7 | 3965.38 | 1675.47 |

| | | |
|---|---|---|
| 8 | 3981.87 | 1691.95 |
| 9 | 3998.52 | 1705.86 |
| 10 | 4004.71 | 1718.23 |
| 11 | 4013.98 | 1720.63 |
| 12 | 4017.76 | 1722.35 |
| 13 | 4031.5 | 1730.42 |
| 14 | 4038.37 | 1734.72 |

**Vertici strato .....1**

| N | X (m) | y (m) |
|---|---|---|
| 1 | 3856.91 | 1647.49 |
| 2 | 3864.88 | 1646.45 |
| 3 | 3879.42 | 1646.45 |
| 4 | 3892.76 | 1646.45 |
| 5 | 3897.56 | 1645.66 |
| 6 | 3904.98 | 1644.45 |
| 7 | 3909.35 | 1643.73 |
| 8 | 3911.17 | 1643.48 |
| 9 | 3912.62 | 1646.19 |
| 10 | 3913.08 | 1649.45 |
| 11 | 3913.37 | 1651.45 |
| 12 | 3913.46 | 1652.13 |
| 13 | 3913.59 | 1652.45 |
| 14 | 3913.99 | 1653.45 |
| 15 | 3915.55 | 1657.32 |
| 16 | 3922.36 | 1656.17 |
| 17 | 3923.17 | 1657.45 |
| 18 | 3924.44 | 1659.45 |
| 19 | 3925.11 | 1660.45 |
| 20 | 3928.64 | 1665.45 |
| 21 | 3930.24 | 1667.45 |
| 22 | 3931.96 | 1669.45 |
| 23 | 3932.81 | 1670.45 |
| 24 | 3933.55 | 1671.31 |
| 25 | 3934.95 | 1670.83 |
| 26 | 3936.04 | 1670.45 |
| 27 | 3940.98 | 1669.45 |
| 28 | 3943.62 | 1668.91 |
| 29 | 3945.91 | 1668.45 |
| 30 | 3946.48 | 1668.45 |
| 31 | 3948.82 | 1671.25 |
| 32 | 3950.08 | 1672.45 |
| 33 | 3951.01 | 1673.33 |
| 34 | 3951.99 | 1674.45 |
| 35 | 3953.06 | 1675.67 |
| 36 | 3953.82 | 1676.54 |
| 37 | 3954.53 | 1677.45 |
| 38 | 3954.96 | 1678.01 |
| 39 | 3962.37 | 1677.0 |
| 40 | 3964.96 | 1676.63 |
| 41 | 3971.83 | 1694.3 |
| 42 | 3979.32 | 1694.01 |
| 43 | 3981.43 | 1693.67 |
| 44 | 3982.39 | 1695.45 |
| 45 | 3984.02 | 1698.45 |
| 46 | 3985.55 | 1701.45 |
| 47 | 3986.54 | 1703.45 |
| 48 | 3987.53 | 1705.45 |

| | | |
|---|---|---|
| 49 | 3988.32 | 1707.04 |
| 50 | 3992.09 | 1706.95 |
| 51 | 3997.81 | 1706.82 |
| 52 | 3998.34 | 1708.45 |
| 53 | 3998.67 | 1709.45 |
| 54 | 3998.99 | 1710.45 |
| 55 | 3999.12 | 1710.85 |
| 56 | 3999.97 | 1712.45 |
| 57 | 4000.49 | 1713.45 |
| 58 | 4001.02 | 1714.45 |
| 59 | 4003.65 | 1719.45 |
| 60 | 4004.16 | 1720.45 |
| 61 | 4004.41 | 1721.0 |
| 62 | 4004.56 | 1721.45 |
| 63 | 4004.9 | 1722.45 |
| 64 | 4005.23 | 1723.45 |
| 65 | 4005.91 | 1724.45 |
| 66 | 4009.72 | 1725.45 |
| 67 | 4010.83 | 1725.74 |
| 68 | 4011.9 | 1726.0 |
| 69 | 4012.67 | 1726.19 |
| 70 | 4013.24 | 1726.45 |
| 71 | 4015.43 | 1727.45 |
| 72 | 4016.59 | 1727.98 |
| 73 | 4017.33 | 1728.45 |
| 74 | 4023.66 | 1732.45 |
| 75 | 4028.4 | 1735.45 |
| 76 | 4033.35 | 1738.58 |
| 77 | 4038.34 | 1738.81 |

**Vertici strato .....2**

| N | X (m) | y (m) |
|---|---|---|
| 1 | 3856.91 | 1646.45 |
| 2 | 3887.15 | 1646.45 |
| 3 | 3887.17 | 1646.45 |
| 4 | 3887.55 | 1646.5 |
| 5 | 3887.69 | 1646.52 |
| 6 | 3892.76 | 1646.45 |
| 7 | 3898.87 | 1645.45 |
| 8 | 3904.98 | 1644.45 |
| 9 | 3909.35 | 1643.73 |
| 10 | 3911.17 | 1643.48 |
| 11 | 3911.69 | 1644.45 |
| 12 | 3912.22 | 1645.45 |
| 13 | 3912.62 | 1646.19 |
| 14 | 3912.66 | 1646.45 |
| 15 | 3912.8 | 1647.45 |
| 16 | 3912.94 | 1648.45 |
| 17 | 3913.08 | 1649.45 |
| 18 | 3913.23 | 1650.45 |
| 19 | 3913.37 | 1651.45 |
| 20 | 3913.46 | 1652.13 |
| 21 | 3913.59 | 1652.45 |
| 22 | 3913.99 | 1653.45 |
| 23 | 3914.39 | 1654.45 |
| 24 | 3914.79 | 1655.45 |
| 25 | 3915.2 | 1656.45 |
| 26 | 3915.55 | 1657.32 |

| | | |
|---|---|---|
| 27 | 3919.24 | 1656.71 |
| 28 | 3922.36 | 1656.17 |
| 29 | 3922.54 | 1656.45 |
| 30 | 3923.17 | 1657.45 |
| 31 | 3923.81 | 1658.45 |
| 32 | 3924.44 | 1659.45 |
| 33 | 3924.76 | 1659.95 |
| 34 | 3925.11 | 1660.45 |
| 35 | 3928.64 | 1665.45 |
| 36 | 3929.15 | 1666.17 |
| 37 | 3929.39 | 1666.45 |
| 38 | 3930.24 | 1667.45 |
| 39 | 3931.96 | 1669.45 |
| 40 | 3932.81 | 1670.45 |
| 41 | 3933.55 | 1671.31 |
| 42 | 3934.95 | 1670.83 |
| 43 | 3936.04 | 1670.45 |
| 44 | 3936.05 | 1670.44 |
| 45 | 3945.93 | 1668.45 |
| 46 | 3946.4 | 1668.35 |
| 47 | 3946.48 | 1668.45 |
| 48 | 3948.82 | 1671.25 |
| 49 | 3949.03 | 1671.45 |
| 50 | 3950.08 | 1672.45 |
| 51 | 3951.01 | 1673.33 |
| 52 | 3951.11 | 1673.45 |
| 53 | 3951.99 | 1674.45 |
| 54 | 3952.86 | 1675.45 |
| 55 | 3953.74 | 1676.45 |
| 56 | 3953.82 | 1676.54 |
| 57 | 3954.53 | 1677.45 |
| 58 | 3954.96 | 1678.01 |
| 59 | 3962.37 | 1677.0 |
| 60 | 3964.96 | 1676.63 |
| 61 | 3971.83 | 1694.3 |
| 62 | 3979.32 | 1694.01 |
| 63 | 3981.43 | 1693.67 |
| 64 | 3981.85 | 1694.45 |
| 65 | 3982.39 | 1695.45 |
| 66 | 3982.93 | 1696.45 |
| 67 | 3983.47 | 1697.45 |
| 68 | 3984.02 | 1698.45 |
| 69 | 3984.56 | 1699.45 |
| 70 | 3984.61 | 1699.55 |
| 71 | 3985.55 | 1701.45 |
| 72 | 3986.05 | 1702.45 |
| 73 | 3986.54 | 1703.45 |
| 74 | 3987.04 | 1704.45 |
| 75 | 3987.53 | 1705.45 |
| 76 | 3988.32 | 1707.04 |
| 77 | 3992.09 | 1706.95 |
| 78 | 3997.81 | 1706.82 |
| 79 | 3998.34 | 1708.45 |
| 80 | 3998.67 | 1709.45 |
| 81 | 3998.99 | 1710.45 |
| 82 | 3999.12 | 1710.85 |
| 83 | 3999.44 | 1711.45 |
| 84 | 3999.97 | 1712.45 |

| | | |
|---|---|---|
| 85 | 4000.49 | 1713.45 |
| 86 | 4001.02 | 1714.45 |
| 87 | 4002.92 | 1718.07 |
| 88 | 4015.38 | 1721.4 |
| 89 | 4020.22 | 1723.77 |
| 90 | 4038.34 | 1735.23 |

**Vertici superficie Nr...1**

| N | X<br>m | y<br>m |
|---|---|---|
| 1 | 3884.63 | 1646.54 |
| 2 | 3912.96 | 1641.67 |
| 3 | 3956.35 | 1665.26 |
| 4 | 3993.84 | 1695.91 |
| 5 | 4036.74 | 1738.8 |

**Vertici superficie Nr...2**

| N | X<br>m | y<br>m |
|---|---|---|
| 1 | 3885.77 | 1646.54 |
| 2 | 3895.6 | 1644.86 |
| 3 | 3902.1 | 1645.89 |
| 4 | 3908.25 | 1646.91 |
| 5 | 3919.0 | 1656.82 |

**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 saturo (kN/m³) | Litologia | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 15 | | 18 | 18 | 19 | coltri eluvio colluviali | |
| 2 | 15 | | 18 | 17 | 18 | terreni riportati | |
| 3 | 190 | | 33 | 26 | 27 | substrato roccioso | |

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=2.24

| Nr. | B<br>m | Alfa<br>(°) | Li<br>m | Wi<br>(kN) | Kh•Wi<br>(kN) | Kv•Wi<br>(kN) | c<br>(kN/m²) | Fi<br>(°) | Ui<br>(kN) | N'i<br>(kN) | Ti<br>(kN) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 15.15 | -9.7 | 15.37 | 519.73 | 9.77 | 4.89 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 755.2 | 1346.8 |
| 2 | 15.15 | -3.0 | 15.17 | 2055.74 | 38.65 | 19.32 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 2146.7 | 1666.5 |
| 3 | 15.15 | 28.5 | 17.24 | 4106.38 | 77.2 | 38.6 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 3500.0 | 2458.1 |
| 4 | 15.15 | 28.5 | 17.24 | 5877.28 | 110.49 | 55.25 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 5272.2 | 2967.8 |
| 5 | 15.15 | 32.0 | 17.87 | 4724.75 | 88.83 | 44.41 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 4098.5 | 2781.0 |
| 6 | 15.15 | 39.3 | 19.57 | 4208.93 | 79.13 | 39.56 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 3525.3 | 3019.5 |
| 7 | 15.15 | 39.3 | 19.57 | 4109.23 | 77.25 | 38.63 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 3418.6 | 2984.7 |
| 8 | 15.15 | 44.1 | 21.09 | 3534.44 | 66.45 | 33.22 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 2739.7 | 3134.2 |
| 9 | 15.15 | 45.0 | 21.43 | 3522.14 | 66.22 | 33.11 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 2711.6 | 3209.7 |
| 10 | 15.15 | 45.0 | 21.42 | 1218.35 | 22.91 | 11.45 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 1418.3 | 430.3 |

Superficie Nr...2 Fattore di sicurezza=9.69

| Nr. | B<br>m | Alfa<br>(°) | Li<br>m | Wi<br>(kN) | Kh•Wi<br>(kN) | Kv•Wi<br>(kN) | c<br>(kN/m²) | Fi<br>(°) | Ui<br>(kN) | N'i<br>(kN) | Ti<br>(kN) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3.26 | -9.7 | 3.31 | 28.35 | 0.53 | 0.27 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 38.8 | 59.7 |
| 2 | 3.26 | -9.6 | 3.31 | 72.56 | 1.36 | 0.68 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 84.1 | 62.4 |
| 3 | 3.26 | -6.9 | 3.28 | 88.36 | 1.66 | 0.83 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 96.5 | 62.3 |
| 4 | 3.26 | 9.1 | 3.3 | 44.16 | 0.83 | 0.42 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 35.3 | 59.4 |
| 5 | 3.26 | 8.9 | 3.3 | 95.45 | 1.79 | 0.9 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 95.5 | 7.3 |
| 6 | 3.26 | 9.5 | 3.31 | 151.72 | 2.85 | 1.43 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 152.3 | 9.1 |
| 7 | 3.26 | 20.6 | 3.48 | 201.74 | 3.79 | 1.9 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 211.4 | 11.6 |
| 8 | 3.26 | 42.7 | 4.43 | 161.17 | 3.03 | 1.52 | 12.0 | 14.6 | 0.0 | 208.0 | 16.4 |
| 9 | 3.26 | 42.7 | 4.43 | 112.2 | 2.11 | 1.05 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 78.4 | 109.4 |
| 10 | 3.26 | 42.6 | 4.43 | 150.35 | 2.83 | 1.41 | 152.0 | 27.5 | 0.0 | 127.6 | 113.1 |

# SEZIONE DI PROGETTO N. 29 - ANALISI AGLI STATI LIMITE

## ALGORITMO DI CALCOLO DI JANBU

Fs=9.69 Sup...2
Fs=2.24 Sup...1

