

DIREZIONE OPERE PUBBLICHE

| | | | |
|---|---|--|--|
| PROVINCIA TORINO | | COMUNE DI CHIOMONTE | |
| LIVELLO PROGETTUALE | | PROGETTO ESECUTIVO | |
| CUP F77B14000430001 | TITOLO INTERVENTO REALIZZAZIONE DI PARAVALANGHE IN LOCALITA' VERGER | | |
| CODICE OPERA 020PS13C | | | |
| Tavola n. 17 | TITOLO TAVOLA RELAZIONE GEOTECNICA | | |
| DATA 24 MAGGIO 2018 | SCALA - | AREA PROGETTUALE GEOLOGICA E GEOTECNICA | |
| FORMATO ELABORATO A4 | CODICE GENERALE ELABORATO 020PS13C 0 0 E GG 00 CH 017 1 | | |
| NOME FILE TAV_17_020PS13C_0_0_E_GG_00_CH_017_1.doc | | | |
| VERSIONE | DATA | DESCRIZIONE | |
| 0 | 3 MAGGIO 2018 | Prima redazione | |
| 1 | 24 MAGGIO 2018 | Seconda redazione | |
| | | | |
| | | | |
| RTP PROGETTAZIONE Ing. Marco FIOU P. IVA 09740180014  STUDIO TECNICO Loc. Pont-Suaz, 87 CHARVENSOD (AO) tel. 0165/32159 | | TIMBRI - FIRME  | |
| ORGANISMO DI CONTROLLO Responsabile di Commessa: | | S.C.R. PIEMONTE S.p.A. Responsabile del Procedimento: Dott. Davide CERASO | |



INDICE

| | | |
|----------|---|------------------|
| 1 | <i>PREMESSA</i> | <i>2</i> |
| 2 | <i>NORME DI RIFERIMENTO</i> | <i>4</i> |
| 2.2 | <i>AZIONI</i> | <i>5</i> |
| 2.3 | <i>RESISTENZE</i> | <i>6</i> |
| 2.3.1 | <i>ACCIAIO</i> | <i>7</i> |
| 3 | <i>MODELLO DI CALCOLO</i> | <i>8</i> |
| 3.1 | <i>VERIFICA SEZIONE DI ACCIAIO</i> | <i>8</i> |
| 3.2 | <i>VERIFICA DELL'INTERFACCIA ACCIAIO-MALTA</i> | <i>8</i> |
| 3.3 | <i>VERIFICA DELL'INTERFACCIA MALTA-TERRENO</i> | <i>9</i> |
| 4 | <i>INQUADRAMENTO GEOLOGICO</i> | <i>10</i> |
| 5 | <i>PARAMETRI GEOMECCANICI</i> | <i>10</i> |
| 6 | <i>ANALISI DI STABILITÀ</i> | <i>13</i> |
| 7 | <i>CONCLUSIONI</i> | <i>14</i> |



1 PREMESSA

La presente relazione geotecnica affronta **la verifica di sicurezza delle fondazioni** tipo di una barriera paravalanghe del tipo ad ombrello e **la verifica di stabilità del pendio**.

Il calcolo delle fondazioni degli elementi paravalanghe è stato sviluppato in accordo con le nuove Norme Tecniche delle Costruzioni (NTC, DM 14.01.2008), utilizzate in parallelo agli Eurocodici (EC).

IMPORTANTE:

Il dimensionamento delle fondazioni è stato svolto secondo configurazioni e carichi dedotti dalle geometrie degli elementi indicati da alcuni produttori di reti paravalanghe presenti sul mercato, tuttavia esso è inscindibilmente legato alla marca ed al modello di rete che verrà installato. E' pertanto indispensabile, durante le fasi di cantiere, verificare che la soluzione specifica che verrà fornita sia compatibile con quanto previsto nel presente documento.

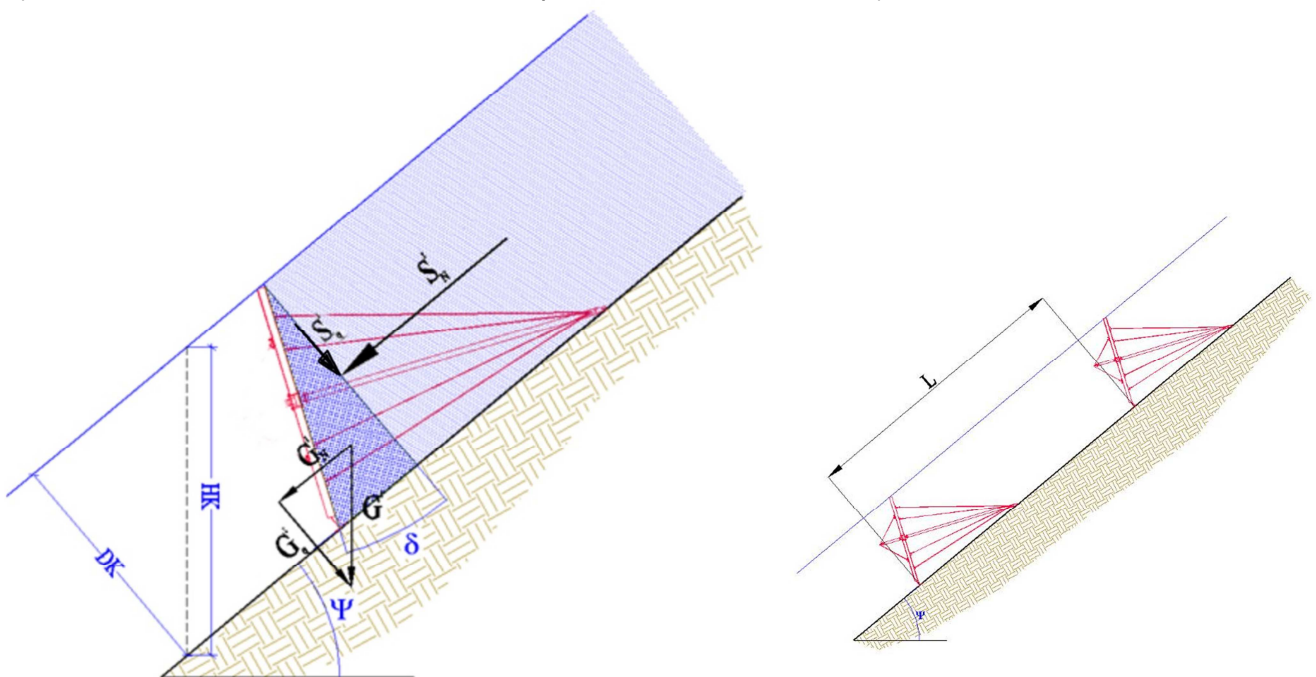
Analogamente al dimensionamento delle fondazioni dell'opera, si specifica che:

A) il presente elaborato non esamina le scelte inerenti a:

- posizionamento plano-altimetrico dell'elemento paravalanghe di protezione;
- caratteristiche tecniche della barriera (altezza, larghezza, ecc....).

In particolare lo studio per la collocazione del singolo elemento in funzione dell'orografia del versante, dell'analisi del fenomeno valanghivo, delle caratteristiche dei terreni del versante, della valutazione dell'altezza del manto nevoso, dell'entità dei possibili distacchi, ecc...deve essere ricercato nella restante documentazione di progetto.

Il presente documento è unicamente utile per verificare il corretto dimensionamento delle fondazioni tipo di reti paravalanghe ad ombrello. La tipologia e geometria di paravalanghe ed il valore BK della rete sono infatti sostanzialmente gli unici dati di input del progetto delle fondazioni (oltre ovviamente alle caratteristiche del pendio e dei terreni in sito).





B) la materia "specialistica" ha comportato l'obbligo di individuare sul mercato una soluzione tecnologica compatibile con le esigenze di progetto, al fine di fissare caratteristiche tecniche (geometrie, resistenze, ecc...) di riferimento per poter effettuare i dimensionamenti delle fondazioni tipo. Tale metodo di lavoro non può essere eliminato in quanto non si avrebbero gli elementi indispensabili per svolgere la presente relazione di dimensionamento, calcolo e verifica poiché mancherebbero gli ordini di grandezza in "input". Il documento prende a riferimento le geometrie di una rete paravalanghe a tipologia "ombrello" con un determinato B_k , così come prescritto nel progetto generale dell'opera. Le fondazioni dovranno essere tuttavia calibrate in funzione della specifica marca e modello di rete scelta sul mercato da parte dell'installatore, secondo le specifiche indicazioni che verranno fornite dal produttore della sovrastruttura fornita. Per nessun motivo la soluzione fondante qui proposta sarà pertanto vincolante per l'opera, bensì essa andrà validata in cantiere. Si riporta che marche differenti possono comportare esigenze differenti per le fondazioni (tiri e carichi difforni da quelle qui assunte a riferimento, direzioni di tiro, posizioni degli elementi di ancoraggio, ecc...), pertanto si dovrà effettuare un preliminare controllo di adeguatezza della soluzione proposta (come già in precedenza sottolineato).

C) grande importanza assumeranno le fasi di cantiere, in particolare con riferimento a:

- l'esecuzione dei tracciamenti dei tiranti. Le loro inclinazioni e posizioni geometriche devono consentire di ridurre al minimo le deviazioni angolari tra le rette d'azione di tiri di progetto (sollecitanti) e quelle dei tiri resistenziali;
- l'esecuzione di un adeguato "campo prove" al fine di accertare che le ipotesi di progetto qui assunte siano effettivamente rispettate in sito, anche alla luce delle esigenze finali. Il dimensionamento è stato effettuato sulla base degli elementi contenuti nella relazione geologica a seguito dei sopralluoghi e della campagna geognostica in sito volta a stimare i parametri di progetto, che possono avere anche forti disomogeneità tra un ancoraggio e l'altro. In funzione delle ipotesi cautelative effettuate dallo scrivente all'atto del dimensionamento delle fondazioni si può tuttavia ragionevolmente ritenere che quanto indicato sarà sufficiente. Tuttavia a mezzo della campagna prove succitata sarà possibile ottenere delle misure oggettive in sito e, se necessario, ricalibrare opportunamente il progetto delle fondazioni;

D) I carichi agenti sugli ancoraggi sono stati calcolati nella relazione di calcolo delle linee e secondo i dati di progetto che prevedono la realizzazione di barriere fermaneve, con fattore di scorrimento N (dipendente dalla rugosità del terreno) e con un'altezza utile della rete di DK , avendo definito con DK la distanza media tra il bordo superiore della superficie d'appoggio ed il suolo. Il calcolo delle azioni sulle reti da neve viene effettuato con riferimento alle *"Direttive per le opere di premunizione contro le valanghe nelle zone di distacco"* [WSL - FNP, edizione 2007]. Il ricorso alle raccomandazioni tecniche elvetiche avviene in quanto non esiste, alla data attuale, una specifica normativa italiana o europea. E', peraltro, da precisare che, in particolare, si fa riferimento alle direttive svizzere solo per la determinazione dei carichi e per le prescrizioni costruttive per le strutture, mentre per le verifiche degli ancoraggi degli elementi si utilizzeranno le indicazioni e prescrizioni contenute nelle norme italiane ed europee correnti.



2 NORME DI RIFERIMENTO

La verifica della fondazione di un ancoraggio passivo rientra nelle “Norme per le opere interagenti con i terreni e con le rocce, per gli interventi nei terreni e per la sicurezza dei pendii” delle NTC, mentre è normato dall'Eurocodice 7 “Progettazione geotecnica”.

Gli ancoraggi per i quali si sviluppa il dimensionamento sono realizzati nel seguente modo:

1. Si realizza un foro di lunghezza e diametro adeguati
2. Si inserisce nel foro un elemento metallico
3. Si inietta miscela cementizia per riempire l'intercapedine tra elemento metallico e foro

Per il corretto dimensionamento bisogna quindi considerare i seguenti elementi:

- la verifica della sezione di acciaio
- la verifica dell'adesione acciaio – malta
- la verifica dell'adesione malta – terreno

Per la progettazione strutturale degli ancoraggi si deve verificare la seguente ineguaglianza:

$$E_D \leq R_D \quad [1]$$

dove:

- E_D sono le azioni o gli effetti delle azioni di progetto
- R_D sono le resistenze o gli effetti delle resistenze di progetto



2.2 AZIONI

Le azioni che sollecitano l'ancoraggio sono azioni che derivano dallo stato di esercizio della struttura metallica. Sono a tutti gli effetti azioni accidentali, non agendo per tempi paragonabili a quelli del peso proprio della struttura, quindi i fattori di sicurezza parziali e le combinazioni di calcolo considerati si riferiscono alle combinazioni variabili.

Si deve inoltre notare che i valori delle azioni agenti sugli ancoraggi devono essere calcolate secondo le **"Direttive per la costruzione di opere di premunizione contro le valanghe nella zona di distacco"** UFAFP, Direzione federale delle foreste - FNP, Istituto federale per lo studio della neve e delle valanghe [WSL - FNP, ed. 2007] e sono queste le azioni rappresentative che si prendono in considerazione per la determinazione del tipo e lunghezza degli ancoraggi.

In normativa per la definizione del valore di progetto delle azioni si hanno le seguenti relazioni:

$$F_d = \gamma_F \cdot F_{rep} \quad [2]$$

dove:

- F_d è il valore di progetto dell'azione
- F_{rep} è il valore rappresentativo dell'azione
- γ_f è il coefficiente di sicurezza rispetto alle azioni

Le azioni ed i relativi coefficienti parziali γ_i per le verifiche di stati limiti ultimi (SLU), vengono indicate in Tabella 1 (Tabella 6.2.I – Cap. 6 – Norme Tecniche delle Costruzioni del 2008)

| CARICHI | EFFETTO | Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E) | EQU | (A1) STR | (A2) GEO |
|---|-------------|---|-----|-------------|-------------|
| Permanenti | Favorevole | γ_{G1} | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
| | Sfavorevole | | 1,1 | 1,3 | 1,0 |
| Permanenti non strutturali ⁽¹⁾ | Favorevole | γ_{G2} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Sfavorevole | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |
| Variabili | Favorevole | γ_{Qi} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Sfavorevole | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 1. Coefficienti parziali per le azioni.

Poiché le opere in oggetto hanno massa/inerzia limitata, poiché anche se risulta probabile il verificarsi contemporaneo di sisma e di possibile distacco di valanga, si omette una specifica verifica sismica delle opere in quanto nella valutazione dei carichi trasmessi dalla neve alla struttura, secondo le direttive svizzere, si ipotizza un incipiente distacco del manto nevoso come accade anche in condizioni di sisma.

Per il calcolo delle lunghezze e per le verifiche strutturali sugli ancoraggi, l'azione di progetto sarà determinata applicando i coefficienti del caso A2, quindi per un'azione variabile.

Dunque il valore di γ da utilizzare è pari a 1,3.



2.3 RESISTENZE

Le resistenze considerate nella [1] hanno significati diversi in funzione della verifica che si sta analizzando.

Fattori di resistenza parziale possono essere applicati sia alle proprietà del terreno (X), sia alle resistenze (R) o a entrambi i casi.

Come anticipato si prendono in considerazione tre verifiche: della sezione di acciaio, dell'interfaccia acciaio-malta e dell'interfaccia malta- terreno.

In generale si ha:

$$R_D = (1 / \gamma_R) R [\gamma_F \cdot F_{Rep}; X_k / \gamma_M; a_D] \quad [6]$$

dove:

- F_{Rep} sono le azioni rappresentative (se influenzano la resistenza)
- X_k sono i parametri dei materiali
- a_D geometria di progetto
- γ_M sono i fattori parziali per il terreno
- γ_R sono i fattori parziali per le resistenze

La resistenza di progetto degli ancoraggi R_{ad} , è determinata in questo caso con metodi di calcolo, basati sui risultati di prove in sito e di laboratorio. La verifica quindi viene effettuata utilizzando una procedura analoga a quella indicata per i pali in trazione (Tabella 6.4.II – Cap. 6 – Norme Tecniche delle Costruzioni del 2008).

Secondo le nuove Norme Tecniche si ha la seguente tabella per i fattori γ_R per pali:

| Resistenza | Simbolo | Pali infissi | | | Pali trivellati | | | Pali ad elica continua | | |
|--------------------------|---------------|--------------|------|------|-----------------|------|------|------------------------|------|------|
| | γ_R | (R1) | (R2) | (R3) | (R1) | (R2) | (R3) | (R1) | (R2) | (R3) |
| Base | γ_b | 1,0 | 1,45 | 1,15 | 1,0 | 1,7 | 1,35 | 1,0 | 1,6 | 1,3 |
| Laterale in compressione | γ_s | 1,0 | 1,45 | 1,15 | 1,0 | 1,45 | 1,15 | 1,0 | 1,45 | 1,15 |
| Totale (*) | γ_t | 1,0 | 1,45 | 1,15 | 1,0 | 1,6 | 1,30 | 1,0 | 1,55 | 1,25 |
| Laterale in trazione | γ_{st} | 1,0 | 1,6 | 1,25 | 1,0 | 1,6 | 1,25 | 1,0 | 1,6 | 1,25 |

(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Tabella 2. Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche.

Per pali trivellati a trazione e cioè in questo caso per gli ancoraggi della barriera paramassi, il **valore di γ_R da utilizzare è pari a 1,6.**



2.3.1 ACCIAIO

La normativa italiana definisce il valore di resistenza di progetto della sezione di acciaio come:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} \quad [7]$$

dove:

- f_{yd} è il valore di snervamento di progetto,
- f_{yk} è il valore di snervamento caratteristico
- γ_M è il fattore di sicurezza parziale, definito nel seguito

$$\gamma_M = 1.50 \quad [8]$$

γ_M è il fattore di sicurezza parziale (NTC 2008 4.2.4.1.6) valutato in considerazione della specificità degli elementi oggetto del progetto secondo prove su ancoraggi in doppia fune.

Per l'aderenza acciaio – calcestruzzo si ha il seguente fattore parziale:

$$\gamma_{s-m} = 1.50$$



3 MODELLO DI CALCOLO

Si riassumono nel seguito i modelli di calcolo per ogni verifica considerata:

1. verifica della sezione di acciaio
2. verifica dell'interfaccia acciaio – malta
3. verifica dell'interfaccia malta – terreno

Per la definizione dei carichi agenti e le verifiche delle fondazioni degli elementi fermaneve si rimanda all'elaborato di progetto "relazione di calcolo ancoraggi paravalanghe".

3.1 VERIFICA SEZIONE DI ACCIAIO

Per questa verifica, essendo la tipologia di ancoraggio definita dal costruttore ed essendo le azioni agenti altrettanto fornite dal costruttore, ci si preoccupa semplicemente di verificare che l'equazione 1 sia soddisfatta come disequazione, che nel caso specifico si esplicita nel seguente modo:

$$F_d \leq N_s / \gamma_s \quad [9]$$

dove:

- F_D è il valore di progetto dell'azione sollecitante
- N_s è il valore rappresentativo della resistenza dell'ancoraggio
- γ_s è il valore del fattore parziale dell'acciaio, pari a 1,5

3.2 VERIFICA DELL'INTERFACCIA ACCIAIO-MALTA

In questo caso l'equazione [1] si esplicita nel seguente modo:

$$F_D \leq (\tau_{a-m} / \gamma_M) \cdot S_{Lat} \cdot L \quad [10]$$

dove:

- F_D ha il significato già illustrato
- γ_M è il fattore parziale per l'adesione malta – acciaio, pari a 1.5
- τ_{a-m} è l'adesione malta – acciaio
- S_{Lat} è la superficie effettiva di contatto malta – acciaio
- L è la lunghezza dell'ancoraggio

Per l'adesione acciaio - malta si ha la seguente:

$$\tau_{s-m} = 0.237 \cdot R_{ck}^{2/3} \quad [11]$$



In caso di ancoraggi in barra la superficie laterale è quella nominale:

$$S_{Lat} = \pi \cdot d \quad [12]$$

dove d è il diametro della barra.

In caso di ancoraggio in doppia fune spiroidale si ha la seguente equazione:

$$S_{Lat} = \gamma_{geom} \cdot 2 \cdot \pi \cdot d \quad [13]$$

dove γ_{geom} è un fattore di riduzione, pari a 0.80, dovuto al fatto che le due funi accoppiate non sviluppano una superficie di contatto con la malta pari alla somma delle due superfici delle singole funi.

Dalla equazione [10], utilizzando le [11], [12] e [13] in funzione del caso analizzato, si ricava la lunghezza dell'ancoraggio per il caso in esame.

Nel caso di ancoraggi in barra la lunghezza di ancoraggio è pari a:

$$L \geq 1.5 \cdot F_D / \pi \cdot d \cdot \tau_{s-m} \quad [14]$$

Nel caso di ancoraggi in doppia fune spiroidale la lunghezza di ancoraggio è pari a:

$$L \geq 1.5 \cdot F_D / \gamma_{geom} \cdot 2\pi \cdot d \cdot \tau_{s-m} \quad [15]$$

3.3 VERIFICA DELL'INTERFACCIA MALTA-TERRENO

In questo caso l'equazione [1] assume la seguente forma:

$$F_D \leq (\tau_{t-m} / \gamma_R) \cdot S_{Lat} \cdot L \quad [16]$$

dove:

- F_D ha il significato già illustrato
- γ_R è il fattore di resistenza parziale, pari a 1.6
- τ_{t-m} è l'adesione malta – terreno
- S_{Lat} è la superficie effettiva di contatto malta – terreno
- L è la lunghezza dell'ancoraggio

In questo caso S_{Lat} è pari a

$$S_{Lat} = \pi \cdot \phi_{perf} \quad [17]$$

La lunghezza di ancoraggio è pari a:

$$L \geq (1.6 \cdot F_D) / (\pi \cdot \phi_{perf} \cdot \tau_{t-m}) \quad [18]$$



4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Si rimanda alla specifica documentazione progettuale relativa agli approfondimenti geologici. Tale materiale è da considerarsi parte integrante del presente progetto, così come il resto della documentazione di progetto.

Si denota che le assunzioni inserite nel presente documento sono conformi a quanto indicato nella relazione geologica succitata, tuttalpiù le ipotesi adottate nel corso del dimensionamento delle opere possono risultare al massimo più cautelative delle indicazioni espresse negli elaborati geologici. Lo scrivente, all'atto della definizione del sistema di fondazione per gli elementi paravalanghe in esame, ha infatti lavorato in sinergia con tale tecnico.

5 PARAMETRI GEOMECCANICI

I parametri geotecnici utilizzati nella presente relazione, in funzione di quanto riportato negli elaborati progettuali e delle informazioni reperibili in letteratura, si illustrano nel seguito:

Detrito di blocchi

Si assumono i seguenti valori, coerenti con quelli suggeriti dalla documentazione geologica:

$$\gamma = 1,95 \text{ t/m}^3$$

$$\varphi = 34^\circ$$

$$c = 0,00 \text{ MPa}$$

A partire della formulazione di Bustamante Doix e sulla base di dati di prove di estrazione su materiali simili sono stati definiti i valori di resistenza al taglio sull'interfaccia terreno–malta.

Il parametro τ_{t-m} viene valutato utilizzando gli abachi di seguito riportati:

| TERRENO | Tipo di iniezione | |
|---|-------------------|-----------|
| | IRS | IGU |
| Da ghiaia a sabbia limosa | SG1 | SG2 |
| Limo e argilla | AL1 | AL2 |
| Marna, calcare marnoso, calcare tenero fratturato | MC1 | MC2 |
| Roccia alterata e/o fratturata | $\geq R1$ | $\geq R2$ |

Tabella 5. Indicazioni per la scelta del valore di s_i

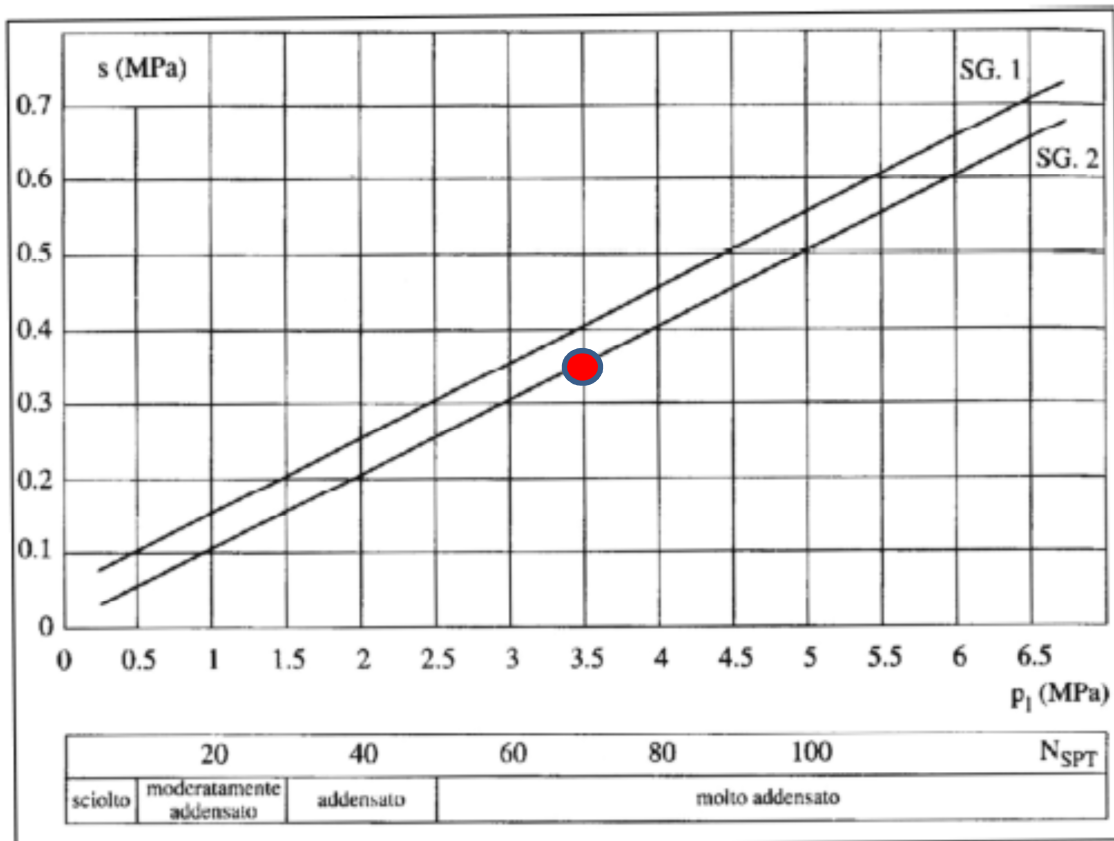


Tabella 6. Abaco per il calcolo di s_i per sabbie e ghiaie

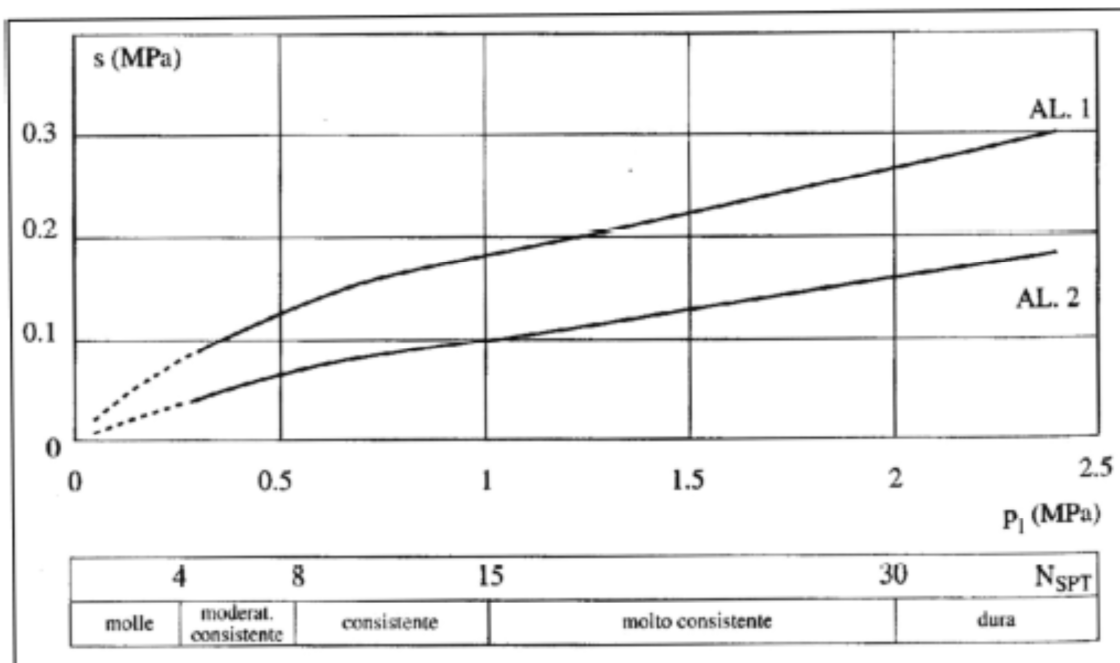


Tabella 7. Abaco per il calcolo di s_i per argille e limi

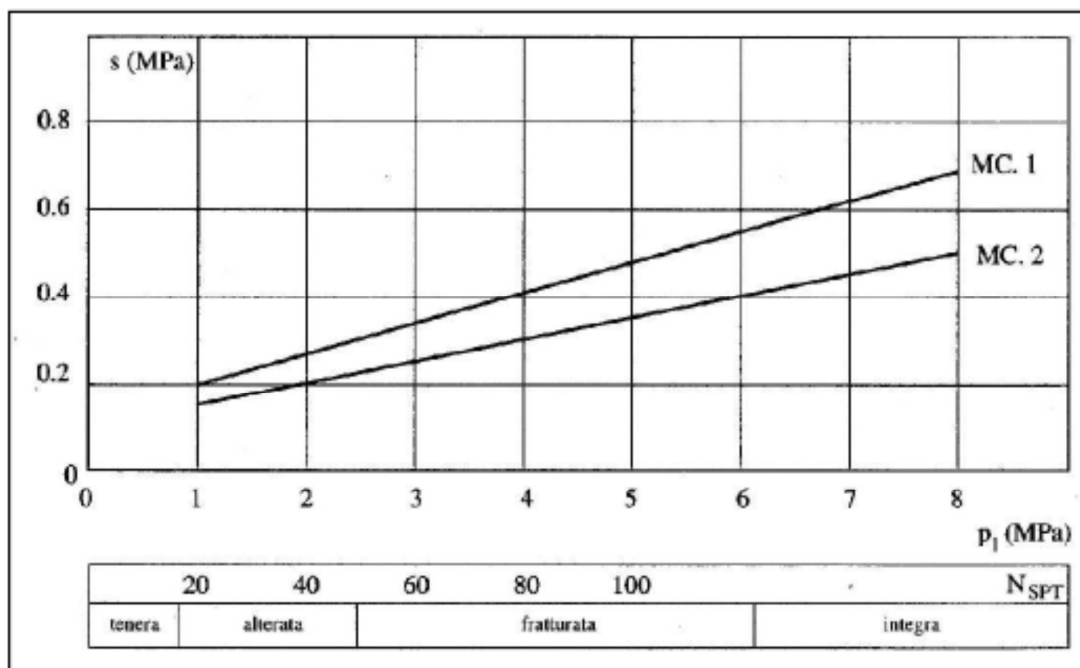


Tabella 8. Abaco per il calcolo di s_i per gessi, marne, marne calcaree

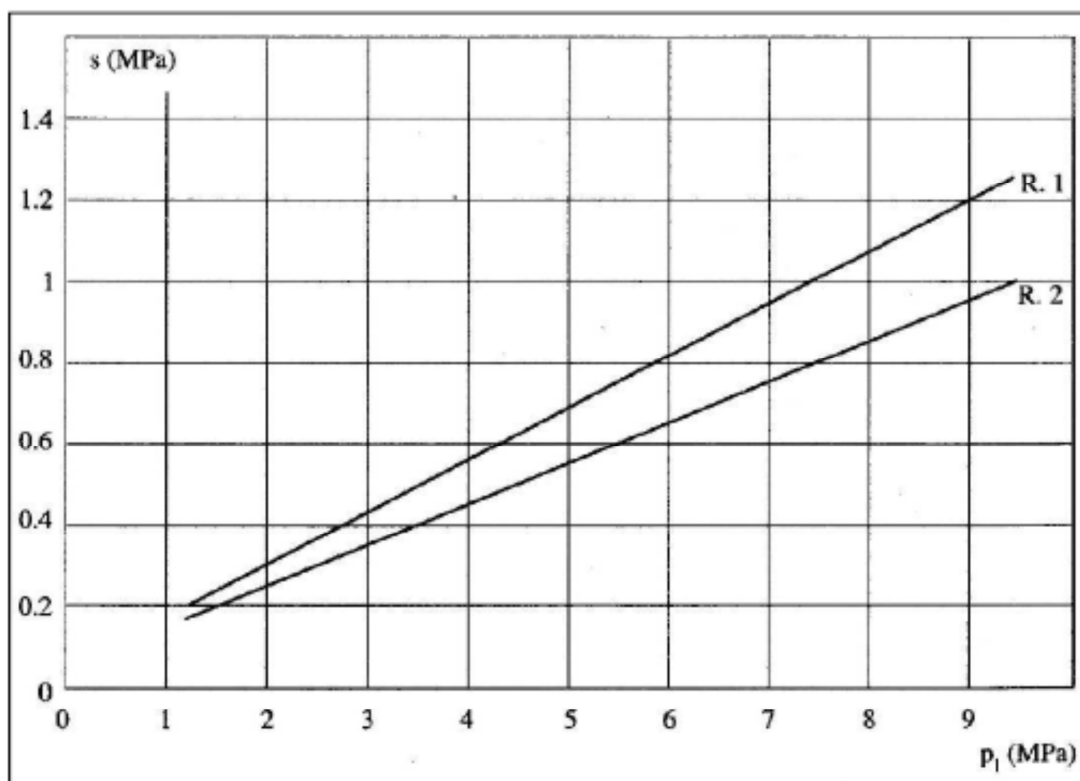


Tabella 9. Abaco per il calcolo di s_i per rocce alterate fratturate

Nel caso in esame, essendo il terreno prevalentemente di tipo sabbioso ghiaioso, si utilizza l'abaco riportato in tabella 6 per iniezioni non ripetute IGU e con un valore medio di N_{SPT} pari a 70, si trova un valore di:

$$\tau_{t-m} = 0,35 \text{ MPa} \quad [\text{terreno} - \text{malta cementizia}]$$



6 ANALISI DI STABILITÀ GLOBALE

Attualmente il versante naturale è privo di indizi di instabilità e rappresentato da un accumulo detritico a grossi blocchi come osservabili dall'immagine successiva.



Sulla base dell'esperienza e delle conoscenze disponibili (oltre ai dati bibliografici) l'accumulo detritico ha un angolo di attrito interno molto elevato, compreso tra da 32° a 38° (con valori anche superiori a 40°), che risulta pari o superiori rispetto alla pendenza del pendio in esame.

Si evidenzia che l'intervento non va a gravare sulla stabilità in atto in quanto la realizzazione degli elementi fermaneve non vanno ad aumentare il carico che naturalmente e normalmente agisce sul pendio: la presenza delle barriere paravalanghe non aumenta in alcun modo il carico della neve presente al suolo. Inoltre la presenza degli ancoraggi sul pendio aumenta il fattore resistente al taglio del versante per la presenza degli stessi (doppio trefolo in acciaio) che consolidano lo strato interessato dalla perforazione (6m). Si allega il calcolo di stabilità globale.



7 CONCLUSIONI

Alla luce delle Norme Tecniche, sono state verificate le sezioni di acciaio e le lunghezze di ancoraggio del sistema di fondazioni degli elementi paravalanghe mono ancoraggio in oggetto e la stabilità globale.

Come si evince dalla *“relazione di calcolo ancoraggi paravalanghe”*, le verifiche risultano soddisfatte ai sensi della normativa vigente.

Il calcolo è stato svolto avendo come dati i valori delle azioni scaricate dalla struttura alle fondazioni per le reti da neve con riferimento alle *“Direttive per le opere di premunizione contro le valanghe nelle zone di distacco”* [WSL - FNP, edizione 2007]..



ALLEGATO

-

VERIFICA STABILITÀ GLOBALE TERRENO

**INDICE**

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | PREMESSA | 3 |
| 2 | NORMATIVE DI RIFERIMENTO..... | 4 |
| 3 | CARATTERISTICHE DEL VERSANTE..... | 5 |
| 3.1 | Parametri geomeccanici impiegati nelle analisi. | 5 |
| 4 | VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE..... | 5 |
| 4.1 | Definizione | 5 |
| 4.2 | Introduzione all'analisi di stabilità..... | 5 |
| 1.1.1. | Metodo equilibrio limite (LEM) | 6 |
| 1.1.2. | Metodo dei conci..... | 6 |
| 1.1.3. | Valutazione dell'azione sismica | 8 |
| 1.1.4. | Ricerca della superficie di scorrimento critica | 9 |
| 1.1.5. | Ancoraggi..... | 9 |
| 5 | REPORT BACK ANALYSIS..... | 11 |
| 5.1 | Analisi di stabilità dei pendii con: Bishop in condizioni sismiche | 12 |
| 5.2 | Analisi di stabilità dei pendii con: Jambu in condizioni sismiche | 18 |
| 6 | REPORT PROGETTO | 24 |
| 6.1 | Analisi di stabilità dei pendii con: Bishop in condizioni sismiche | 26 |
| 6.2 | Analisi di stabilità dei pendii con: Jambu in condizioni sismiche | 31 |
| 7 | CONCLUSIONI | 37 |



1 PREMESSA

Il presente allegato alla relazione geotecnica riassume i risultati delle analisi svolte per la verifica di stabilità globale del pendio interessato dagli interventi in progetto: “Posa di paravalanghe e difese spondali nel Comune di Chiomonte”.

Successivamente si riportano le analisi condotte e i reports dei risultati delle analisi effettuate, utilizzando i seguenti software: SLOPE 2018 della GeoStru (verifica di stabilità globale del versante) che verranno riportati nei capitoli successivi.

Sarà cura della ditta appaltatrice, esecutrice dei lavori, provvedere alla verifica di stabilità dei rilevati in riferimento alla tipologia di sistema di rinforzo scelto, se difforme da quello in progetto definitivo, e agli adempimenti previsti nel settore dell’attività di vigilanza su opere e costruzioni in zone sismiche.

Charvensod,
3 maggio 2018

Ing. Marco Fiou



2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. 9 Gennaio 1996

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)

- Circolare 617 del 02/02/2009

Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.



3 CARATTERISTICHE DEL VERSANTE

Sulla base delle informazioni riportate nella relazione geologica è stato possibile ricostruire il quadro sommario delle informazioni relative al versante.

I parametri geotecnici utilizzati sono stati ricavati dalla back-analysis

3.1 Parametri geomeccanici impiegati nelle analisi.

Si riporta successivamente il riepilogo dei parametri geomeccanici caratteristici impiegati nelle analisi.

Neve

- Peso specifico: 250 Kg/m³ - 400 Kg/m³
- Angolo di attrito: 45°
- Coesione: 250 kN/m²

Terreno in sito caratterizzato da depositi detritici:

- Peso specifico sopra falda: 1800 Kg/m³
- Peso specifico sotto falda: 2000 Kg/m³
- Angolo di attrito: 37° - 39°
- Coesione: -

Substrato roccioso caratterizzato da prasiniti:

- Peso specifico: 2500 Kg/m³
- Angolo di attrito: 45°

4 VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE

4.1 Definizione

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

4.2 Introduzione all'analisi di stabilità

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

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

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

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



1.1.1. 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.

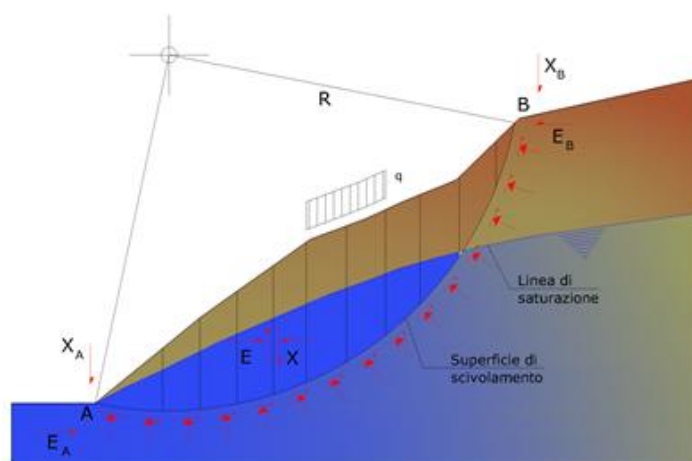


FIGURA 4-1

1.1.2. Metodo dei conci

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

- n valori delle forze normali N_i agenti sulla base di ciascun concio;
- n valori delle forze di taglio alla base del concio T_i
- $(n-1)$ forze normali E_i agenti sull'interfaccia dei conci;
- $(n-1)$ forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei conci;
- n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle E_i ;
- $(n-1)$ valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_i ;
- una incognita costituita dal fattore di sicurezza F .

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

mentre le equazioni a disposizione sono:

- Equazioni di equilibrio dei momenti n
- Equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n
- Equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale n
- Equazioni relative al criterio di rottura n

Totale numero di equazioni $4n$

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

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



Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a $(n-2)$ in quando si fa l'assunzione che N_i sia applicato nel punto medio della striscia, ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

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

1.1.2.1 Metodo di Bishop (1955)

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali. Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

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

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

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

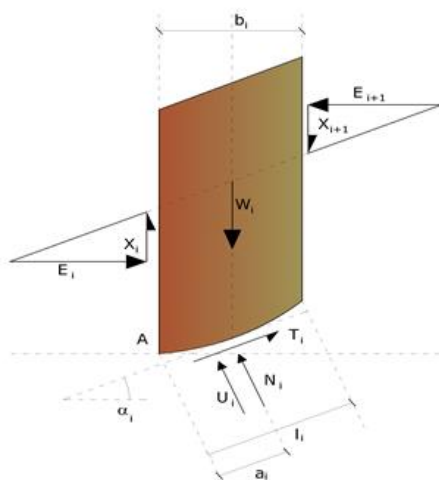


FIGURA 4-2

1.1.2.2 Metodo di Janbu (1967)

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

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

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

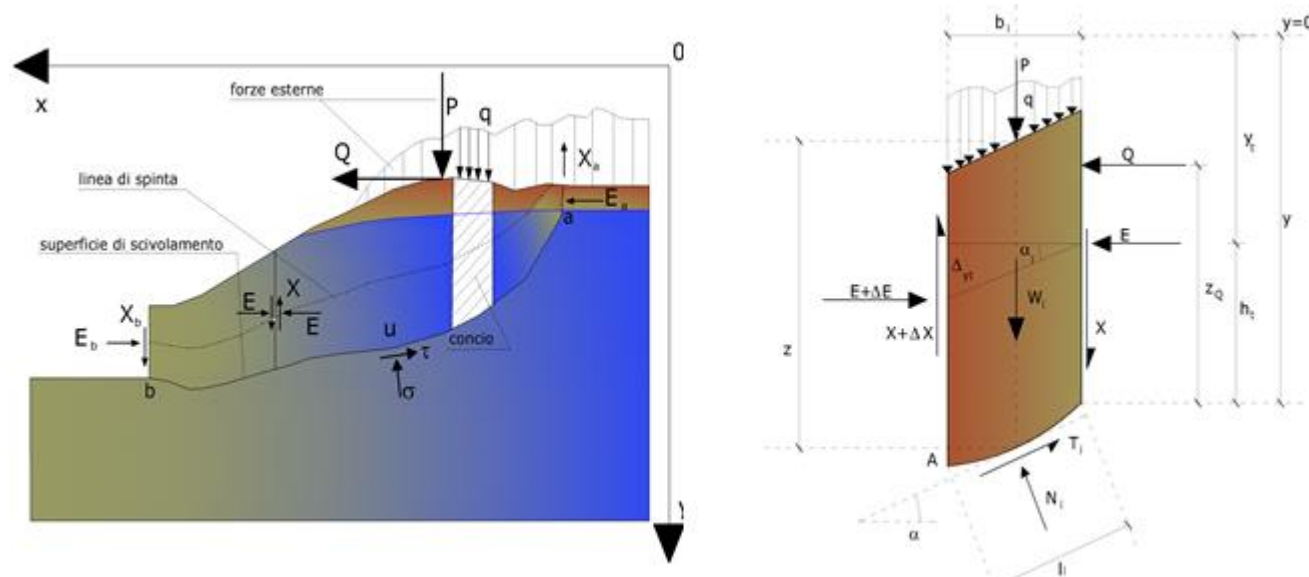


FIGURA 4-3 AZIONI SUL CONCIO I-ESIMO SECONDO LE IPOTESI DI JANBU E RAPPRESENTAZIONE D'INSIEME DELL'AMMASSO

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:

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

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

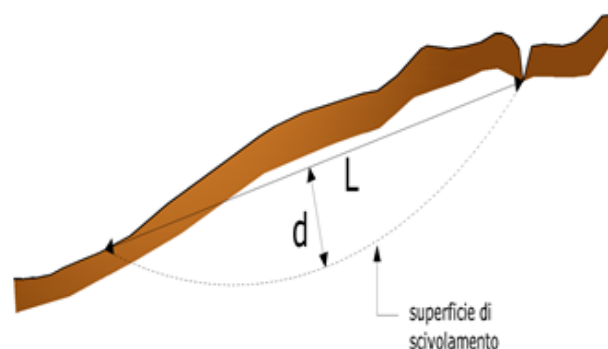
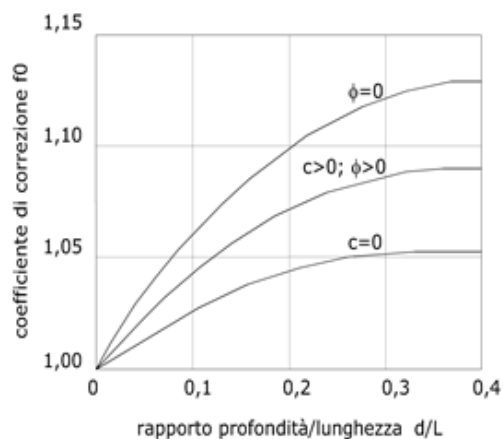


FIGURA 4-4

1.1.3. Valutazione dell'azione sismica

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

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



$$F_H = K_o \cdot W$$

$$F_V = K_v \cdot W$$

Essendo:

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

W : peso concio

K_o : Coefficiente sismico orizzontale

K_v : Coefficiente sismico verticale.

1.1.4. Ricerca della superficie di scorrimento critica

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici. Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia $m \times n$ e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

1.1.5. Ancoraggi

Gli ancoraggi, tiranti o chiodi, sono degli elementi strutturali in grado di sostenere forze di trazione in virtù di un'adeguata connessione al terreno.

Gli elementi caratterizzanti un tirante sono:

- **testata**: indica l'insieme degli elementi che hanno la funzione di trasmettere alla struttura ancorata la forza di trazione del tirante;
- **fondazione**: indica la parte del tirante che realizza la connessione con il terreno, trasmettendo al terreno stesso la forza di trazione del tirante.

Il tratto compreso tra la testata e la fondazione prende il nome di parte libera, mentre la fondazione (o bulbo) viene

realizzata iniettando nel terreno, per un tratto terminale, tramite valvole a perdere, la malta, in genere cementizia. L'anima dell'ancoraggio è costituita da un'armatura, realizzata con barre, fili o trefoli.

Il tirante interviene nella stabilità in misura maggiore o minore efficacia a seconda se sarà totalmente o parzialmente (caso in cui è intercettato dalla superficie di scorrimento) ancorato alla parte stabile del terreno.

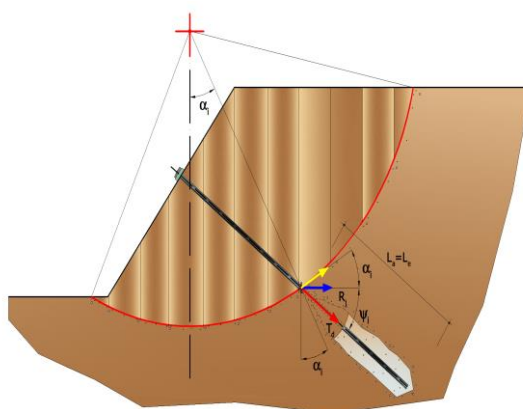
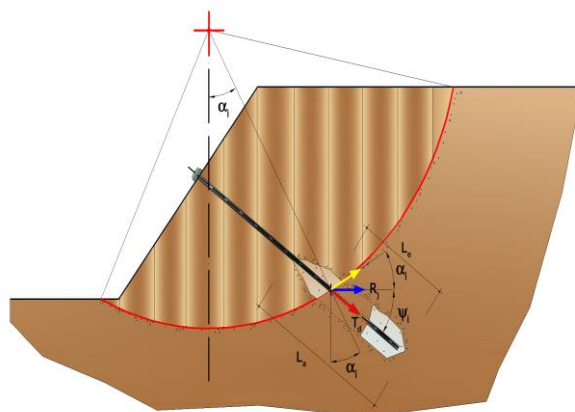


FIGURA 4-5 **BULBO COMPLETAMENTE ANCORATO**

FIGURA 4-6 **BULBO PARZIALMENTE ANCORATO**

Le relazioni che esprimono la misura di sicurezza lungo una ipotetica superficie di scorrimento si modificheranno in presenza di ancoraggi (tirante attivo, passivo e chiodi) nel modo seguente:

- per i tiranti di *tipo attivo*, la loro resistenza si deduce dalle azioni (denominatore);

$$F_s = \frac{R_d}{E_d - \sum_{i,j} R_{i,j} \cdot \frac{1}{\cos \alpha_i}}$$

- per tiranti di *tipo passivo* e per i *chiodi*, il loro contributo si somma alle resistenze (numeratore)

$$F_s = \frac{R_d + \sum_{i,j} R_{i,j} \cdot \frac{1}{\cos \alpha_i}}{E_d}$$

Con R_j si indica la resistenza dell'ancoraggio e viene calcolata dalla seguente espressione:

$$R_j = T_d \cdot \cos \Psi_i \cdot \left(\frac{1}{i} \right) \cdot \left(\frac{L_e}{L_a} \right)$$

dove:

T_d tiro esercizio;

Ψ_i inclinazione del tirante rispetto all'orizzontale;

i interasse;

L_e lunghezza efficace;

L_a lunghezza d'ancoraggio.

I due indici (i, j) riportati in sommatoria rappresentano rispettivamente l' i -esimo concio e il j -esimo ancoraggio intercettato dalla superficie di scorrimento dell' i -esimo concio.



5 REPORT BACK ANALYSIS

| | |
|---|--------------------|
| Normativa | [A2+M1+R2] |
| Numero di strati | 3.0 |
| Numero dei conci | 20.0 |
| Grado di sicurezza ritenuto accettabile | 1.0 |
| Coefficiente parziale resistenza | 1.1 |
| Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: | Picco |
| Analisi | Condizione drenata |
| Superficie di forma circolare | |

Maglia dei Centri

| | |
|--|----------|
| Ascissa vertice sinistro inferiore xi | 10.0 m |
| Ordinata vertice sinistro inferiore yi | 1755.0 m |
| Ascissa vertice destro superiore xs | 35.0 m |
| Ordinata vertice destro superiore ys | 1780.0 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.]

| | |
|---|-------|
| Coefficiente azione sismica orizzontale | 0.053 |
| Coefficiente azione sismica verticale | 0.027 |

Vertici profilo

| Nr | X (m) | y (m) |
|----|----------|----------|
| 1 | 0.0 | 1723.67 |
| 2 | 5.34 | 1727.45 |
| 3 | 12.41 | 1732.45 |
| 4 | 19.51 | 1737.47 |
| 5 | 26.98 | 1742.51 |
| 6 | 34.8 | 1747.49 |
| 7 | 41.62 | 1752.39 |
| 8 | 47.85 | 1757.34 |
| 9 | 53.95 | 1762.34 |
| 10 | 60.47 | 1767.41 |
| 11 | 67.56 | 1772.45 |
| 12 | 74.69 | 1777.49 |
| 13 | 84.18 | 1783.56 |

Vertici strato1

| N | X (m) | y (m) |
|---|----------|----------|
| 1 | 0.0 | 1720.0 |
| 2 | 7.07 | 1725.0 |
| 3 | 14.14 | 1730.0 |
| 4 | 21.21 | 1735.0 |
| 5 | 28.63 | 1740.0 |
| 6 | 36.49 | 1745.0 |
| 7 | 43.43 | 1750.0 |



| | | |
|----|-------|--------|
| 8 | 49.73 | 1755.0 |
| 9 | 55.83 | 1760.0 |
| 10 | 62.26 | 1765.0 |
| 11 | 69.3 | 1770.0 |
| 12 | 76.37 | 1775.0 |
| 13 | 84.18 | 1780.0 |

Vertici strato2

| N | X (m) | y (m) |
|----|----------|----------|
| 1 | 0.0 | 1695.51 |
| 2 | 18.62 | 1708.67 |
| 3 | 25.69 | 1713.67 |
| 4 | 32.58 | 1718.54 |
| 5 | 39.59 | 1723.27 |
| 6 | 47.71 | 1728.44 |
| 7 | 55.49 | 1734.04 |
| 8 | 62.29 | 1739.43 |
| 9 | 68.31 | 1744.37 |
| 10 | 74.19 | 1748.95 |
| 11 | 80.86 | 1753.68 |
| 12 | 84.18 | 1756.03 |

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili

1.0 1.3

Favorevoli: Permanenti, variabili

1.0 0.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio

1.0

Coesione efficace

1.0

Coesione non drenata

1.0

Riduzione parametri geotecnici terreno

No

Stratigrafia

| Strato | Coesione (kN/m ²) | Coesione non drenata (kN/m ²) | Angolo resistenza al taglio (°) | Peso unità di volume (Kg/m ³) | Peso saturato (Kg/m ³) | Litologia | |
|--------|----------------------------------|---|--|---|--|-----------|--|
| 1 | 250 | | 45 | 250 | 400 | Neve | |
| 2 | | | 38 | 1800 | 2000 | Detrito | |
| 3 | 0 | 0 | 45 | 2500 | 2700 | Substrato | |

5.1 Analisi di stabilità dei pendii con: Bishop in condizioni sismiche**Risultati analisi pendio [[A2+M1+R2]]**

Fs minimo individuato

1.27

Ascissa centro superficie

26.25 m

Ordinata centro superficie

1778.75 m

Raggio superficie

48.84 m

$$x_c = 26.25 \quad y_c = 1778.75 \quad R_c = 48.843 \quad F_s = 1.269$$

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



| | m | (°) | m | (kN) | (kN) | (kN) | (kN/m ²) | (°) | (kN) | (kN) | (kN) |
|----|------|-------|-------|---------|-------|-------|----------------------|------|------|--------|-------|
| 1 | 0.54 | -16.7 | 0.56 | 0.36 | 0.02 | 0.01 | 250.0 | 45.0 | 0.0 | 38.8 | 128.5 |
| 2 | 7.1 | -12.2 | 7.26 | 99.23 | 5.26 | 2.68 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 115.5 | 64.6 |
| 3 | 1.85 | -6.9 | 1.86 | 153.02 | 8.11 | 4.13 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 165.2 | 92.5 |
| 4 | 3.16 | -3.9 | 3.17 | 370.66 | 19.64 | 10.01 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 386.3 | 216.2 |
| 5 | 2.47 | -0.6 | 2.47 | 377.04 | 19.98 | 10.18 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 379.3 | 212.2 |
| 6 | 3.85 | 3.1 | 3.86 | 727.28 | 38.55 | 19.64 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 706.8 | 395.5 |
| 7 | 3.97 | 7.7 | 4.0 | 897.13 | 47.55 | 24.22 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 841.5 | 470.9 |
| 8 | 2.35 | 11.5 | 2.4 | 594.23 | 31.49 | 16.04 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 544.3 | 304.6 |
| 9 | 4.46 | 15.6 | 4.63 | 1252.14 | 66.36 | 33.81 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 1124.2 | 629.2 |
| 10 | 1.86 | 19.5 | 1.97 | 563.91 | 29.89 | 15.23 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 499.3 | 279.4 |
| 11 | 4.37 | 23.5 | 4.77 | 1417.82 | 75.14 | 38.28 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 1243.6 | 695.9 |
| 12 | 1.95 | 27.5 | 2.2 | 667.0 | 35.35 | 18.01 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 582.3 | 325.9 |
| 13 | 4.15 | 31.7 | 4.88 | 1476.06 | 78.23 | 39.85 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 1289.3 | 721.5 |
| 14 | 2.17 | 36.1 | 2.68 | 787.77 | 41.75 | 21.27 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 692.4 | 387.5 |
| 15 | 4.35 | 41.1 | 5.77 | 1576.89 | 83.58 | 42.58 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 1406.1 | 786.9 |
| 16 | 1.98 | 46.1 | 2.85 | 697.81 | 36.98 | 18.84 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 636.3 | 356.1 |
| 17 | 3.16 | 50.7 | 4.99 | 1059.04 | 56.13 | 28.59 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 993.3 | 555.9 |
| 18 | 1.96 | 55.8 | 3.48 | 601.18 | 31.86 | 16.23 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 586.3 | 328.1 |
| 19 | 4.36 | 63.5 | 9.77 | 1101.3 | 58.37 | 29.74 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 1162.7 | 650.7 |
| 20 | 3.16 | 79.0 | 16.61 | 395.67 | 20.97 | 10.68 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 534.9 | 299.3 |

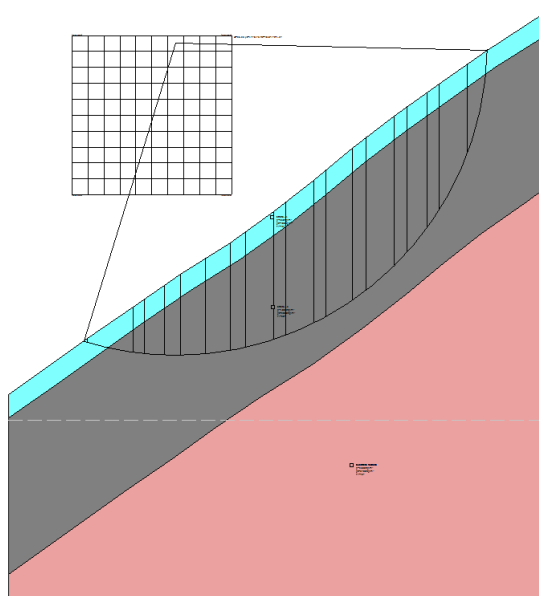


FIGURA 5-1 SUPERFICIE A FATTORE MINIMO

Numero di superfici esaminate....(221)

| N° | Xo | Yo | Ro | Fs |
|----|------|--------|------|------|
| 1 | 10.0 | 1755.0 | 31.2 | 1.73 |
| 2 | 11.3 | 1756.3 | 32.6 | 1.68 |
| 3 | 12.5 | 1755.0 | 31.8 | 1.71 |
| 4 | 13.8 | 1756.3 | 33.3 | 1.68 |
| 5 | 15.0 | 1755.0 | 32.6 | 1.72 |
| 6 | 16.3 | 1756.3 | 34.1 | 1.70 |
| 7 | 17.5 | 1755.0 | 25.9 | 1.84 |
| 8 | 18.8 | 1756.3 | 31.7 | 1.66 |
| 9 | 20.0 | 1755.0 | 32.8 | 1.70 |
| 10 | 21.3 | 1756.3 | 31.4 | 1.73 |
| 11 | 22.5 | 1755.0 | 30.1 | 1.80 |



| | | | | |
|----|------|--------|------|------|
| 12 | 23.8 | 1756.3 | 31.2 | 1.80 |
| 13 | 25.0 | 1755.0 | 29.8 | 1.89 |
| 14 | 26.3 | 1756.3 | 22.4 | 1.88 |
| 15 | 27.5 | 1755.0 | 26.7 | 1.92 |
| 16 | 28.8 | 1756.3 | 27.7 | 1.92 |
| 17 | 30.0 | 1755.0 | 26.3 | 2.04 |
| 18 | 31.3 | 1756.3 | 27.3 | 2.03 |
| 19 | 32.5 | 1755.0 | 25.9 | 2.20 |
| 20 | 33.8 | 1756.3 | 23.6 | 2.07 |
| 21 | 35.0 | 1755.0 | 22.2 | 2.24 |
| 22 | 10.0 | 1757.5 | 33.5 | 1.67 |
| 23 | 11.3 | 1758.8 | 35.0 | 1.62 |
| 24 | 12.5 | 1757.5 | 34.1 | 1.64 |
| 25 | 13.8 | 1758.8 | 35.6 | 1.62 |
| 26 | 15.0 | 1757.5 | 34.8 | 1.65 |
| 27 | 16.3 | 1758.8 | 36.4 | 1.64 |
| 28 | 17.5 | 1757.5 | 35.4 | 1.68 |
| 29 | 18.8 | 1758.8 | 36.6 | 1.64 |
| 30 | 20.0 | 1757.5 | 35.3 | 1.65 |
| 31 | 21.3 | 1758.8 | 36.5 | 1.62 |
| 32 | 22.5 | 1757.5 | 32.5 | 1.73 |
| 33 | 23.8 | 1758.8 | 33.6 | 1.73 |
| 34 | 25.0 | 1757.5 | 32.3 | 1.80 |
| 35 | 26.3 | 1758.8 | 33.3 | 1.86 |
| 36 | 27.5 | 1757.5 | 29.1 | 1.82 |
| 37 | 28.8 | 1758.8 | 30.0 | 1.81 |
| 38 | 30.0 | 1757.5 | 31.7 | 1.86 |
| 39 | 31.3 | 1758.8 | 32.8 | 1.80 |
| 40 | 32.5 | 1757.5 | 28.2 | 2.02 |
| 41 | 33.8 | 1758.8 | 22.7 | 2.08 |
| 42 | 35.0 | 1757.5 | 24.5 | 2.05 |
| 43 | 10.0 | 1760.0 | 35.9 | 1.61 |
| 44 | 11.3 | 1761.3 | 35.5 | 1.72 |
| 45 | 12.5 | 1760.0 | 34.5 | 1.72 |
| 46 | 13.8 | 1761.3 | 35.8 | 1.70 |
| 47 | 15.0 | 1760.0 | 37.1 | 1.60 |
| 48 | 16.3 | 1761.3 | 31.7 | 1.68 |
| 49 | 17.5 | 1760.0 | 33.1 | 1.54 |
| 50 | 18.8 | 1761.3 | 36.6 | 1.73 |
| 51 | 20.0 | 1760.0 | 37.8 | 1.61 |
| 52 | 21.3 | 1761.3 | 36.3 | 1.62 |
| 53 | 22.5 | 1760.0 | 34.9 | 1.67 |
| 54 | 23.8 | 1761.3 | 33.2 | 1.61 |
| 55 | 25.0 | 1760.0 | 34.7 | 1.73 |
| 56 | 26.3 | 1761.3 | 29.9 | 1.61 |
| 57 | 27.5 | 1760.0 | 31.4 | 1.74 |
| 58 | 28.8 | 1761.3 | 32.4 | 1.73 |
| 59 | 30.0 | 1760.0 | 34.1 | 1.79 |
| 60 | 31.3 | 1761.3 | 28.8 | 1.73 |
| 61 | 32.5 | 1760.0 | 30.6 | 1.90 |
| 62 | 33.8 | 1761.3 | 25.0 | 1.95 |
| 63 | 35.0 | 1760.0 | 26.9 | 1.90 |
| 64 | 10.0 | 1762.5 | 38.3 | 1.66 |



| | | | | |
|-----|------|--------|------|------|
| 65 | 11.3 | 1763.8 | 39.7 | 1.64 |
| 66 | 12.5 | 1762.5 | 36.8 | 1.69 |
| 67 | 13.8 | 1763.8 | 40.3 | 1.51 |
| 68 | 15.0 | 1762.5 | 37.2 | 1.68 |
| 69 | 16.3 | 1763.8 | 40.9 | 1.53 |
| 70 | 17.5 | 1762.5 | 37.7 | 1.70 |
| 71 | 18.8 | 1763.8 | 39.0 | 1.69 |
| 72 | 20.0 | 1762.5 | 40.2 | 1.57 |
| 73 | 21.3 | 1763.8 | 41.4 | 1.54 |
| 74 | 22.5 | 1762.5 | 37.4 | 1.61 |
| 75 | 23.8 | 1763.8 | 41.3 | 1.53 |
| 76 | 25.0 | 1762.5 | 37.1 | 1.67 |
| 77 | 26.3 | 1763.8 | 32.3 | 1.56 |
| 78 | 27.5 | 1762.5 | 36.8 | 1.75 |
| 79 | 28.8 | 1763.8 | 34.8 | 1.67 |
| 80 | 30.0 | 1762.5 | 36.6 | 1.72 |
| 81 | 31.3 | 1763.8 | 31.2 | 1.65 |
| 82 | 32.5 | 1762.5 | 36.3 | 1.69 |
| 83 | 33.8 | 1763.8 | 27.3 | 1.85 |
| 84 | 35.0 | 1762.5 | 29.2 | 1.80 |
| 85 | 10.0 | 1765.0 | 38.9 | 1.99 |
| 86 | 11.3 | 1766.3 | 42.1 | 1.61 |
| 87 | 12.5 | 1765.0 | 39.1 | 1.65 |
| 88 | 13.8 | 1766.3 | 40.5 | 1.62 |
| 89 | 15.0 | 1765.0 | 41.7 | 1.50 |
| 90 | 16.3 | 1766.3 | 40.9 | 1.62 |
| 91 | 17.5 | 1765.0 | 42.4 | 1.52 |
| 92 | 18.8 | 1766.3 | 43.9 | 1.52 |
| 93 | 20.0 | 1765.0 | 40.1 | 1.53 |
| 94 | 21.3 | 1766.3 | 41.1 | 1.53 |
| 95 | 22.5 | 1765.0 | 42.6 | 1.52 |
| 96 | 23.8 | 1766.3 | 43.7 | 1.50 |
| 97 | 25.0 | 1765.0 | 39.5 | 1.62 |
| 98 | 26.3 | 1766.3 | 34.6 | 1.51 |
| 99 | 27.5 | 1765.0 | 39.2 | 1.68 |
| 100 | 28.8 | 1766.3 | 37.2 | 1.61 |
| 101 | 30.0 | 1765.0 | 32.6 | 1.66 |
| 102 | 31.3 | 1766.3 | 33.5 | 1.59 |
| 103 | 32.5 | 1765.0 | 38.7 | 1.69 |
| 104 | 33.8 | 1766.3 | 29.6 | 1.57 |
| 105 | 35.0 | 1765.0 | 31.5 | 1.71 |
| 106 | 10.0 | 1767.5 | 43.1 | 1.60 |
| 107 | 11.3 | 1768.8 | 42.5 | 1.61 |
| 108 | 12.5 | 1767.5 | 41.5 | 1.61 |
| 109 | 13.8 | 1768.8 | 42.8 | 1.59 |
| 110 | 15.0 | 1767.5 | 44.1 | 1.46 |
| 111 | 16.3 | 1768.8 | 43.2 | 1.59 |
| 112 | 17.5 | 1767.5 | 44.7 | 1.48 |
| 113 | 18.8 | 1768.8 | 46.2 | 1.48 |
| 114 | 20.0 | 1767.5 | 42.5 | 1.49 |
| 115 | 21.3 | 1768.8 | 43.5 | 1.50 |
| 116 | 22.5 | 1767.5 | 45.0 | 1.49 |
| 117 | 23.8 | 1768.8 | 40.4 | 1.47 |



| | | | | |
|-----|------|--------|------|------|
| 118 | 25.0 | 1767.5 | 39.0 | 1.46 |
| 119 | 26.3 | 1768.8 | 36.9 | 1.48 |
| 120 | 27.5 | 1767.5 | 41.7 | 1.64 |
| 121 | 28.8 | 1768.8 | 39.6 | 1.57 |
| 122 | 30.0 | 1767.5 | 35.0 | 1.60 |
| 123 | 31.3 | 1768.8 | 35.9 | 1.54 |
| 124 | 32.5 | 1767.5 | 37.8 | 1.67 |
| 125 | 33.8 | 1768.8 | 31.9 | 1.51 |
| 126 | 35.0 | 1767.5 | 26.9 | 1.75 |
| 127 | 10.0 | 1770.0 | 45.5 | 1.57 |
| 128 | 11.3 | 1771.3 | 46.9 | 1.39 |
| 129 | 12.5 | 1770.0 | 43.8 | 1.58 |
| 130 | 13.8 | 1771.3 | 45.1 | 1.56 |
| 131 | 15.0 | 1770.0 | 44.1 | 1.57 |
| 132 | 16.3 | 1771.3 | 47.9 | 1.42 |
| 133 | 17.5 | 1770.0 | 47.0 | 1.45 |
| 134 | 18.8 | 1771.3 | 43.3 | 1.51 |
| 135 | 20.0 | 1770.0 | 44.9 | 1.47 |
| 136 | 21.3 | 1771.3 | 48.8 | 1.46 |
| 137 | 22.5 | 1770.0 | 47.5 | 1.47 |
| 138 | 23.8 | 1771.3 | 42.8 | 1.43 |
| 139 | 25.0 | 1770.0 | 41.4 | 1.42 |
| 140 | 26.3 | 1771.3 | 39.3 | 1.44 |
| 141 | 27.5 | 1770.0 | 44.1 | 1.60 |
| 142 | 28.8 | 1771.3 | 42.0 | 1.53 |
| 143 | 30.0 | 1770.0 | 37.3 | 1.55 |
| 144 | 31.3 | 1771.3 | 38.2 | 1.49 |
| 145 | 32.5 | 1770.0 | 36.8 | 1.48 |
| 146 | 33.8 | 1771.3 | 30.7 | 1.66 |
| 147 | 35.0 | 1770.0 | 32.7 | 1.68 |
| 148 | 10.0 | 1772.5 | 47.9 | 1.54 |
| 149 | 11.3 | 1773.8 | 49.3 | 1.36 |
| 150 | 12.5 | 1772.5 | 46.2 | 1.55 |
| 151 | 13.8 | 1773.8 | 49.7 | 1.37 |
| 152 | 15.0 | 1772.5 | 48.8 | 1.39 |
| 153 | 16.3 | 1773.8 | 45.4 | 1.50 |
| 154 | 17.5 | 1772.5 | 49.3 | 1.41 |
| 155 | 18.8 | 1773.8 | 48.2 | 1.41 |
| 156 | 20.0 | 1772.5 | 47.3 | 1.44 |
| 157 | 21.3 | 1773.8 | 51.2 | 1.44 |
| 158 | 22.5 | 1772.5 | 44.2 | 1.44 |
| 159 | 23.8 | 1773.8 | 42.2 | 1.39 |
| 160 | 25.0 | 1772.5 | 43.8 | 1.39 |
| 161 | 26.3 | 1773.8 | 41.6 | 1.41 |
| 162 | 27.5 | 1772.5 | 40.2 | 1.56 |
| 163 | 28.8 | 1773.8 | 44.3 | 1.50 |
| 164 | 30.0 | 1772.5 | 39.7 | 1.50 |
| 165 | 31.3 | 1773.8 | 40.4 | 1.45 |
| 166 | 32.5 | 1772.5 | 35.7 | 1.44 |
| 167 | 33.8 | 1773.8 | 38.4 | 1.48 |
| 168 | 35.0 | 1772.5 | 37.1 | 1.52 |
| 169 | 10.0 | 1775.0 | 48.4 | 1.55 |
| 170 | 11.3 | 1776.3 | 49.6 | 1.52 |



| | | | | |
|-----|------|--------|------|------|
| 171 | 12.5 | 1775.0 | 48.5 | 1.52 |
| 172 | 13.8 | 1776.3 | 47.6 | 1.50 |
| 173 | 15.0 | 1775.0 | 46.5 | 1.49 |
| 174 | 16.3 | 1776.3 | 52.6 | 1.36 |
| 175 | 17.5 | 1775.0 | 51.7 | 1.38 |
| 176 | 18.8 | 1776.3 | 50.5 | 1.39 |
| 177 | 20.0 | 1775.0 | 49.5 | 1.41 |
| 178 | 21.3 | 1776.3 | 47.9 | 1.41 |
| 179 | 22.5 | 1775.0 | 46.5 | 1.41 |
| 180 | 23.8 | 1776.3 | 44.5 | 1.37 |
| 181 | 25.0 | 1775.0 | 46.1 | 1.37 |
| 182 | 26.3 | 1776.3 | 47.1 | 1.34 |
| 183 | 27.5 | 1775.0 | 42.5 | 1.51 |
| 184 | 28.8 | 1776.3 | 43.0 | 1.44 |
| 185 | 30.0 | 1775.0 | 41.7 | 1.44 |
| 186 | 31.3 | 1776.3 | 44.1 | 1.50 |
| 187 | 32.5 | 1775.0 | 39.7 | 1.44 |
| 188 | 33.8 | 1776.3 | 45.0 | 1.55 |
| 189 | 35.0 | 1775.0 | 43.8 | 1.57 |
| 190 | 10.0 | 1777.5 | 52.8 | 1.48 |
| 191 | 11.3 | 1778.8 | 54.1 | 1.30 |
| 192 | 12.5 | 1777.5 | 53.1 | 1.32 |
| 193 | 13.8 | 1778.8 | 49.9 | 1.45 |
| 194 | 15.0 | 1777.5 | 48.8 | 1.44 |
| 195 | 16.3 | 1778.8 | 54.9 | 1.34 |
| 196 | 17.5 | 1777.5 | 51.4 | 1.36 |
| 197 | 18.8 | 1778.8 | 55.5 | 1.36 |
| 198 | 20.0 | 1777.5 | 54.6 | 1.39 |
| 199 | 21.3 | 1778.8 | 50.3 | 1.38 |
| 200 | 22.5 | 1777.5 | 46.0 | 1.35 |
| 201 | 23.8 | 1778.8 | 46.9 | 1.35 |
| 202 | 25.0 | 1777.5 | 48.5 | 1.34 |
| 203 | 26.3 | 1778.8 | 48.8 | 1.27 |
| 204 | 27.5 | 1777.5 | 47.5 | 1.43 |
| 205 | 28.8 | 1778.8 | 49.7 | 1.33 |
| 206 | 30.0 | 1777.5 | 48.4 | 1.33 |
| 207 | 31.3 | 1778.8 | 41.7 | 1.36 |
| 208 | 32.5 | 1777.5 | 40.3 | 1.39 |
| 209 | 33.8 | 1778.8 | 45.2 | 1.38 |
| 210 | 35.0 | 1777.5 | 43.9 | 1.39 |
| 211 | 10.0 | 1780.0 | 55.2 | 1.29 |
| 212 | 12.5 | 1780.0 | 55.5 | 1.30 |
| 213 | 15.0 | 1780.0 | 51.1 | 1.40 |
| 214 | 17.5 | 1780.0 | 56.4 | 1.34 |
| 215 | 20.0 | 1780.0 | 51.3 | 1.36 |
| 216 | 22.5 | 1780.0 | 48.3 | 1.33 |
| 217 | 25.0 | 1780.0 | 53.2 | 1.45 |
| 218 | 27.5 | 1780.0 | 50.9 | 1.33 |
| 219 | 30.0 | 1780.0 | 45.9 | 1.34 |
| 220 | 32.5 | 1780.0 | 46.4 | 1.37 |
| 221 | 35.0 | 1780.0 | 44.1 | 1.43 |

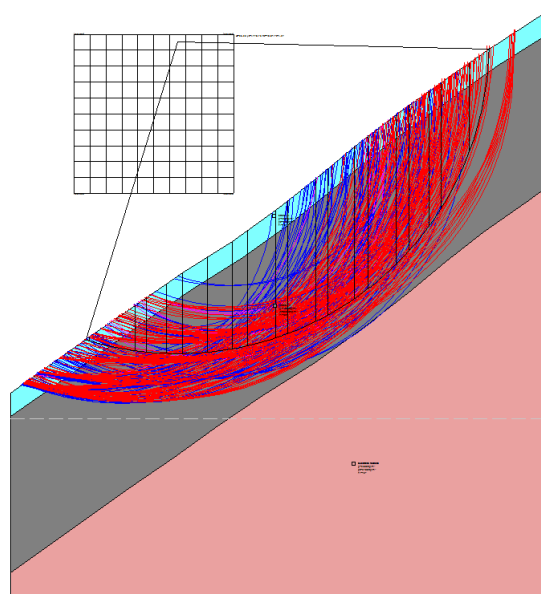


FIGURA 5-2 SUPERFICI CALCOLATE

5.2 Analisi di stabilità dei pendii con: Jambu in condizioni sismiche

Risultati analisi pendio [[A2+M1+R2]]

| | |
|----------------------------|-----------|
| Fs minimo individuato | 1.26 |
| Ascissa centro superficie | 26.25 m |
| Ordinata centro superficie | 1778.75 m |
| Raggio superficie | 48.84 m |

xc = 26.25 yc = 1778.75 Rc = 48.843 Fs=1.262

| 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 | 0.54 | -16.7 | 0.56 | 0.36 | 0.02 | 0.01 | 250.0 | 45.0 | 0.0 | 49.5 | 171.4 |
| 2 | 7.1 | -12.2 | 7.26 | 99.23 | 5.26 | 2.68 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 118.8 | 82.1 |
| 3 | 1.85 | -6.9 | 1.86 | 153.02 | 8.11 | 4.13 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 167.7 | 114.0 |
| 4 | 3.16 | -3.9 | 3.17 | 370.66 | 19.64 | 10.01 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 389.4 | 263.5 |
| 5 | 2.47 | -0.6 | 2.47 | 377.04 | 19.98 | 10.18 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 379.7 | 256.3 |
| 6 | 3.85 | 3.1 | 3.86 | 727.28 | 38.55 | 19.64 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 702.5 | 474.8 |
| 7 | 3.97 | 7.7 | 4.0 | 897.13 | 47.55 | 24.22 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 829.5 | 564.9 |
| 8 | 2.35 | 11.5 | 2.4 | 594.23 | 31.49 | 16.04 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 533.0 | 367.2 |
| 9 | 4.46 | 15.6 | 4.63 | 1252.14 | 66.36 | 33.81 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 1093.8 | 766.5 |
| 10 | 1.86 | 19.5 | 1.97 | 563.91 | 29.89 | 15.23 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 482.9 | 345.7 |
| 11 | 4.37 | 23.5 | 4.77 | 1417.82 | 75.14 | 38.28 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 1195.5 | 879.5 |
| 12 | 1.95 | 27.5 | 2.2 | 667.0 | 35.35 | 18.01 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 556.4 | 423.5 |
| 13 | 4.15 | 31.7 | 4.88 | 1476.06 | 78.23 | 39.85 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 1224.5 | 971.3 |
| 14 | 2.17 | 36.1 | 2.68 | 787.77 | 41.75 | 21.27 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 653.4 | 546.0 |
| 15 | 4.35 | 41.1 | 5.77 | 1576.89 | 83.58 | 42.58 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 1317.1 | 1179.4 |
| 16 | 1.98 | 46.1 | 2.85 | 697.81 | 36.98 | 18.84 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 591.5 | 575.8 |
| 17 | 3.16 | 50.7 | 4.99 | 1059.04 | 56.13 | 28.59 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 916.6 | 977.5 |
| 18 | 1.96 | 55.8 | 3.48 | 601.18 | 31.86 | 16.23 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 536.4 | 643.3 |
| 19 | 4.36 | 63.5 | 9.77 | 1101.3 | 58.37 | 29.74 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 1048.5 | 1585.3 |
| 20 | 3.16 | 79.0 | 16.61 | 395.67 | 20.97 | 10.68 | 0.0 | 38.0 | 0.0 | 463.9 | 1645.2 |

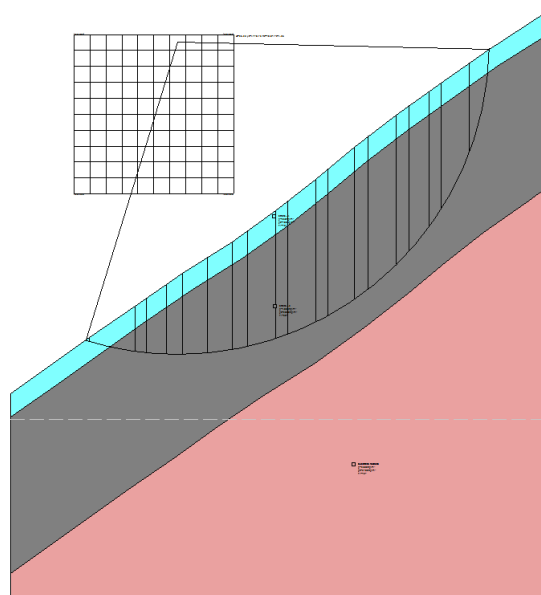


FIGURA 5-3 SUPERFICIE A FATTORE MINIMO

Numero di superfici esaminate....(221)

| N° | Xo | Yo | Ro | Fs |
|----|------|--------|------|------|
| 1 | 10.0 | 1755.0 | 31.2 | 1.76 |
| 2 | 11.3 | 1756.3 | 32.6 | 1.69 |
| 3 | 12.5 | 1755.0 | 31.8 | 1.68 |
| 4 | 13.8 | 1756.3 | 33.3 | 1.64 |
| 5 | 15.0 | 1755.0 | 32.6 | 1.66 |
| 6 | 16.3 | 1756.3 | 34.1 | 1.62 |
| 7 | 17.5 | 1755.0 | 30.6 | 1.77 |
| 8 | 18.8 | 1756.3 | 34.1 | 1.57 |
| 9 | 20.0 | 1755.0 | 32.8 | 1.56 |
| 10 | 21.3 | 1756.3 | 31.4 | 1.61 |
| 11 | 22.5 | 1755.0 | 30.1 | 1.65 |
| 12 | 23.8 | 1756.3 | 31.2 | 1.64 |
| 13 | 25.0 | 1755.0 | 29.8 | 1.70 |
| 14 | 26.3 | 1756.3 | 33.7 | 1.72 |
| 15 | 27.5 | 1755.0 | 26.7 | 1.72 |
| 16 | 28.8 | 1756.3 | 30.6 | 1.68 |
| 17 | 30.0 | 1755.0 | 26.3 | 1.79 |
| 18 | 31.3 | 1756.3 | 27.3 | 1.77 |
| 19 | 32.5 | 1755.0 | 25.9 | 1.82 |
| 20 | 33.8 | 1756.3 | 23.6 | 1.79 |
| 21 | 35.0 | 1755.0 | 22.2 | 1.91 |
| 22 | 10.0 | 1757.5 | 33.5 | 1.70 |
| 23 | 11.3 | 1758.8 | 35.0 | 1.64 |
| 24 | 12.5 | 1757.5 | 34.1 | 1.64 |
| 25 | 13.8 | 1758.8 | 35.6 | 1.59 |
| 26 | 15.0 | 1757.5 | 34.8 | 1.60 |
| 27 | 16.3 | 1758.8 | 36.4 | 1.57 |
| 28 | 17.5 | 1757.5 | 35.4 | 1.58 |
| 29 | 18.8 | 1758.8 | 36.6 | 1.54 |
| 30 | 20.0 | 1757.5 | 35.3 | 1.53 |
| 31 | 21.3 | 1758.8 | 36.5 | 1.47 |



| | | | | |
|----|------|--------|------|------|
| 32 | 22.5 | 1757.5 | 32.5 | 1.60 |
| 33 | 23.8 | 1758.8 | 33.6 | 1.58 |
| 34 | 25.0 | 1757.5 | 32.3 | 1.63 |
| 35 | 26.3 | 1758.8 | 36.2 | 1.66 |
| 36 | 27.5 | 1757.5 | 29.1 | 1.65 |
| 37 | 28.8 | 1758.8 | 33.1 | 1.63 |
| 38 | 30.0 | 1757.5 | 31.7 | 1.62 |
| 39 | 31.3 | 1758.8 | 32.8 | 1.55 |
| 40 | 32.5 | 1757.5 | 28.2 | 1.76 |
| 41 | 33.8 | 1758.8 | 32.5 | 1.73 |
| 42 | 35.0 | 1757.5 | 24.5 | 1.79 |
| 43 | 10.0 | 1760.0 | 35.9 | 1.65 |
| 44 | 11.3 | 1761.3 | 35.5 | 1.76 |
| 45 | 12.5 | 1760.0 | 34.5 | 1.74 |
| 46 | 13.8 | 1761.3 | 35.8 | 1.70 |
| 47 | 15.0 | 1760.0 | 37.1 | 1.56 |
| 48 | 16.3 | 1761.3 | 36.3 | 1.67 |
| 49 | 17.5 | 1760.0 | 33.1 | 1.52 |
| 50 | 18.8 | 1761.3 | 36.6 | 1.65 |
| 51 | 20.0 | 1760.0 | 37.8 | 1.48 |
| 52 | 21.3 | 1761.3 | 36.3 | 1.51 |
| 53 | 22.5 | 1760.0 | 34.9 | 1.54 |
| 54 | 23.8 | 1761.3 | 33.2 | 1.51 |
| 55 | 25.0 | 1760.0 | 34.7 | 1.59 |
| 56 | 26.3 | 1761.3 | 29.9 | 1.54 |
| 57 | 27.5 | 1760.0 | 31.4 | 1.59 |
| 58 | 28.8 | 1761.3 | 35.5 | 1.58 |
| 59 | 30.0 | 1760.0 | 34.1 | 1.58 |
| 60 | 31.3 | 1761.3 | 35.2 | 1.53 |
| 61 | 32.5 | 1760.0 | 30.6 | 1.68 |
| 62 | 33.8 | 1761.3 | 31.6 | 1.74 |
| 63 | 35.0 | 1760.0 | 26.9 | 1.69 |
| 64 | 10.0 | 1762.5 | 38.3 | 1.70 |
| 65 | 11.3 | 1763.8 | 39.7 | 1.65 |
| 66 | 12.5 | 1762.5 | 36.8 | 1.71 |
| 67 | 13.8 | 1763.8 | 40.3 | 1.50 |
| 68 | 15.0 | 1762.5 | 37.2 | 1.66 |
| 69 | 16.3 | 1763.8 | 40.9 | 1.48 |
| 70 | 17.5 | 1762.5 | 37.7 | 1.64 |
| 71 | 18.8 | 1763.8 | 39.0 | 1.60 |
| 72 | 20.0 | 1762.5 | 40.2 | 1.47 |
| 73 | 21.3 | 1763.8 | 41.4 | 1.45 |
| 74 | 22.5 | 1762.5 | 37.4 | 1.52 |
| 75 | 23.8 | 1763.8 | 41.3 | 1.39 |
| 76 | 25.0 | 1762.5 | 37.1 | 1.54 |
| 77 | 26.3 | 1763.8 | 32.3 | 1.50 |
| 78 | 27.5 | 1762.5 | 36.8 | 1.58 |
| 79 | 28.8 | 1763.8 | 34.8 | 1.54 |
| 80 | 30.0 | 1762.5 | 36.6 | 1.55 |
| 81 | 31.3 | 1763.8 | 37.6 | 1.51 |
| 82 | 32.5 | 1762.5 | 36.3 | 1.49 |
| 83 | 33.8 | 1763.8 | 34.0 | 1.68 |
| 84 | 35.0 | 1762.5 | 29.2 | 1.59 |



| | | | | |
|-----|------|--------|------|------|
| 85 | 10.0 | 1765.0 | 38.9 | 2.79 |
| 86 | 11.3 | 1766.3 | 42.1 | 1.62 |
| 87 | 12.5 | 1765.0 | 39.1 | 1.66 |
| 88 | 13.8 | 1766.3 | 40.5 | 1.63 |
| 89 | 15.0 | 1765.0 | 41.7 | 1.47 |
| 90 | 16.3 | 1766.3 | 40.9 | 1.59 |
| 91 | 17.5 | 1765.0 | 42.4 | 1.47 |
| 92 | 18.8 | 1766.3 | 43.9 | 1.46 |
| 93 | 20.0 | 1765.0 | 42.7 | 1.45 |
| 94 | 21.3 | 1766.3 | 41.1 | 1.47 |
| 95 | 22.5 | 1765.0 | 42.6 | 1.40 |
| 96 | 23.8 | 1766.3 | 43.7 | 1.40 |
| 97 | 25.0 | 1765.0 | 39.5 | 1.49 |
| 98 | 26.3 | 1766.3 | 34.6 | 1.47 |
| 99 | 27.5 | 1765.0 | 39.2 | 1.55 |
| 100 | 28.8 | 1766.3 | 37.2 | 1.51 |
| 101 | 30.0 | 1765.0 | 39.0 | 1.52 |
| 102 | 31.3 | 1766.3 | 40.1 | 1.49 |
| 103 | 32.5 | 1765.0 | 38.7 | 1.50 |
| 104 | 33.8 | 1766.3 | 29.6 | 1.47 |
| 105 | 35.0 | 1765.0 | 31.5 | 1.57 |
| 106 | 10.0 | 1767.5 | 43.1 | 1.63 |
| 107 | 11.3 | 1768.8 | 42.5 | 1.65 |
| 108 | 12.5 | 1767.5 | 41.5 | 1.64 |
| 109 | 13.8 | 1768.8 | 42.8 | 1.60 |
| 110 | 15.0 | 1767.5 | 44.1 | 1.44 |
| 111 | 16.3 | 1768.8 | 43.2 | 1.57 |
| 112 | 17.5 | 1767.5 | 44.7 | 1.44 |
| 113 | 18.8 | 1768.8 | 46.2 | 1.41 |
| 114 | 20.0 | 1767.5 | 45.1 | 1.41 |
| 115 | 21.3 | 1768.8 | 43.5 | 1.42 |
| 116 | 22.5 | 1767.5 | 45.0 | 1.40 |
| 117 | 23.8 | 1768.8 | 46.2 | 1.39 |
| 118 | 25.0 | 1767.5 | 39.0 | 1.39 |
| 119 | 26.3 | 1768.8 | 36.9 | 1.44 |
| 120 | 27.5 | 1767.5 | 41.7 | 1.52 |
| 121 | 28.8 | 1768.8 | 39.6 | 1.48 |
| 122 | 30.0 | 1767.5 | 41.4 | 1.49 |
| 123 | 31.3 | 1768.8 | 35.9 | 1.46 |
| 124 | 32.5 | 1767.5 | 37.8 | 1.54 |
| 125 | 33.8 | 1768.8 | 31.9 | 1.46 |
| 126 | 35.0 | 1767.5 | 37.4 | 1.56 |
| 127 | 10.0 | 1770.0 | 45.5 | 1.60 |
| 128 | 11.3 | 1771.3 | 46.9 | 1.42 |
| 129 | 12.5 | 1770.0 | 43.8 | 1.61 |
| 130 | 13.8 | 1771.3 | 45.1 | 1.57 |
| 131 | 15.0 | 1770.0 | 44.1 | 1.57 |
| 132 | 16.3 | 1771.3 | 47.9 | 1.39 |
| 133 | 17.5 | 1770.0 | 47.0 | 1.40 |
| 134 | 18.8 | 1771.3 | 43.3 | 1.51 |
| 135 | 20.0 | 1770.0 | 44.9 | 1.41 |
| 136 | 21.3 | 1771.3 | 48.8 | 1.40 |
| 137 | 22.5 | 1770.0 | 47.5 | 1.39 |



| | | | | |
|-----|------|--------|------|------|
| 138 | 23.8 | 1771.3 | 42.8 | 1.40 |
| 139 | 25.0 | 1770.0 | 41.4 | 1.38 |
| 140 | 26.3 | 1771.3 | 39.3 | 1.42 |
| 141 | 27.5 | 1770.0 | 44.1 | 1.49 |
| 142 | 28.8 | 1771.3 | 42.0 | 1.45 |
| 143 | 30.0 | 1770.0 | 43.8 | 1.47 |
| 144 | 31.3 | 1771.3 | 38.2 | 1.43 |
| 145 | 32.5 | 1770.0 | 36.8 | 1.41 |
| 146 | 33.8 | 1771.3 | 41.1 | 1.56 |
| 147 | 35.0 | 1770.0 | 39.8 | 1.56 |
| 148 | 10.0 | 1772.5 | 47.9 | 1.56 |
| 149 | 11.3 | 1773.8 | 49.3 | 1.39 |
| 150 | 12.5 | 1772.5 | 46.2 | 1.58 |
| 151 | 13.8 | 1773.8 | 49.7 | 1.38 |
| 152 | 15.0 | 1772.5 | 48.8 | 1.39 |
| 153 | 16.3 | 1773.8 | 45.4 | 1.52 |
| 154 | 17.5 | 1772.5 | 49.3 | 1.39 |
| 155 | 18.8 | 1773.8 | 48.2 | 1.39 |
| 156 | 20.0 | 1772.5 | 50.0 | 1.40 |
| 157 | 21.3 | 1773.8 | 51.2 | 1.37 |
| 158 | 22.5 | 1772.5 | 49.9 | 1.37 |
| 159 | 23.8 | 1773.8 | 45.1 | 1.38 |
| 160 | 25.0 | 1772.5 | 43.8 | 1.36 |
| 161 | 26.3 | 1773.8 | 41.6 | 1.40 |
| 162 | 27.5 | 1772.5 | 46.5 | 1.48 |
| 163 | 28.8 | 1773.8 | 44.3 | 1.44 |
| 164 | 30.0 | 1772.5 | 39.7 | 1.45 |
| 165 | 31.3 | 1773.8 | 40.4 | 1.38 |
| 166 | 32.5 | 1772.5 | 39.1 | 1.37 |
| 167 | 33.8 | 1773.8 | 38.4 | 1.43 |
| 168 | 35.0 | 1772.5 | 40.4 | 1.45 |
| 169 | 10.0 | 1775.0 | 48.4 | 1.59 |
| 170 | 11.3 | 1776.3 | 49.6 | 1.56 |
| 171 | 12.5 | 1775.0 | 48.5 | 1.55 |
| 172 | 13.8 | 1776.3 | 49.8 | 1.52 |
| 173 | 15.0 | 1775.0 | 48.8 | 1.52 |
| 174 | 16.3 | 1776.3 | 52.6 | 1.35 |
| 175 | 17.5 | 1775.0 | 51.7 | 1.37 |
| 176 | 18.8 | 1776.3 | 50.5 | 1.38 |
| 177 | 20.0 | 1775.0 | 52.3 | 1.37 |
| 178 | 21.3 | 1776.3 | 53.7 | 1.38 |
| 179 | 22.5 | 1775.0 | 52.4 | 1.37 |
| 180 | 23.8 | 1776.3 | 47.5 | 1.35 |
| 181 | 25.0 | 1775.0 | 46.1 | 1.34 |
| 182 | 26.3 | 1776.3 | 47.1 | 1.32 |
| 183 | 27.5 | 1775.0 | 48.9 | 1.46 |
| 184 | 28.8 | 1776.3 | 46.3 | 1.42 |
| 185 | 30.0 | 1775.0 | 41.7 | 1.41 |
| 186 | 31.3 | 1776.3 | 47.2 | 1.44 |
| 187 | 32.5 | 1775.0 | 39.7 | 1.41 |
| 188 | 33.8 | 1776.3 | 45.0 | 1.46 |
| 189 | 35.0 | 1775.0 | 43.8 | 1.47 |
| 190 | 10.0 | 1777.5 | 52.8 | 1.52 |



| | | | | |
|-----|------|--------|------|------|
| 191 | 11.3 | 1778.8 | 54.1 | 1.34 |
| 192 | 12.5 | 1777.5 | 53.1 | 1.34 |
| 193 | 13.8 | 1778.8 | 49.9 | 1.49 |
| 194 | 15.0 | 1777.5 | 48.8 | 1.48 |
| 195 | 16.3 | 1778.8 | 54.9 | 1.34 |
| 196 | 17.5 | 1777.5 | 51.4 | 1.37 |
| 197 | 18.8 | 1778.8 | 55.5 | 1.35 |
| 198 | 20.0 | 1777.5 | 54.6 | 1.36 |
| 199 | 21.3 | 1778.8 | 50.3 | 1.38 |
| 200 | 22.5 | 1777.5 | 48.9 | 1.37 |
| 201 | 23.8 | 1778.8 | 49.9 | 1.34 |
| 202 | 25.0 | 1777.5 | 48.5 | 1.33 |
| 203 | 26.3 | 1778.8 | 48.8 | 1.26 |
| 204 | 27.5 | 1777.5 | 47.5 | 1.40 |
| 205 | 28.8 | 1778.8 | 49.7 | 1.29 |
| 206 | 30.0 | 1777.5 | 48.4 | 1.29 |
| 207 | 31.3 | 1778.8 | 50.3 | 1.36 |
| 208 | 32.5 | 1777.5 | 40.3 | 1.38 |
| 209 | 33.8 | 1778.8 | 45.2 | 1.33 |
| 210 | 35.0 | 1777.5 | 43.9 | 1.32 |
| 211 | 10.0 | 1780.0 | 55.2 | 1.34 |
| 212 | 12.5 | 1780.0 | 55.5 | 1.33 |
| 213 | 15.0 | 1780.0 | 51.1 | 1.44 |
| 214 | 17.5 | 1780.0 | 56.4 | 1.34 |
| 215 | 20.0 | 1780.0 | 57.0 | 1.35 |
| 216 | 22.5 | 1780.0 | 48.3 | 1.35 |
| 217 | 25.0 | 1780.0 | 53.2 | 1.42 |
| 218 | 27.5 | 1780.0 | 50.9 | 1.30 |
| 219 | 30.0 | 1780.0 | 51.5 | 1.32 |
| 220 | 32.5 | 1780.0 | 46.4 | 1.34 |
| 221 | 35.0 | 1780.0 | 44.1 | 1.40 |

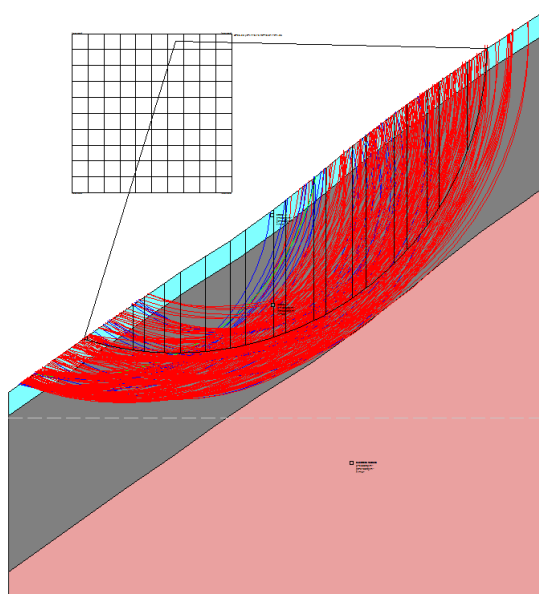


FIGURA 5-4 SUPERFICI CALCOLATE



6 REPORT PROGETTO

| | |
|---|--------------------|
| Normativa | [A2+M2+R2] |
| Numero di strati | 3.0 |
| Numero dei conci | 20.0 |
| Grado di sicurezza ritenuto accettabile | 1.0 |
| Coefficiente parziale resistenza | 1.1 |
| Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: | Picco |
| Analisi | Condizione drenata |
| Superficie di forma circolare | |

Maglia dei Centri

| | |
|--|----------|
| Ascissa vertice sinistro inferiore xi | 10.0 m |
| Ordinata vertice sinistro inferiore yi | 1755.0 m |
| Ascissa vertice destro superiore xs | 35.0 m |
| Ordinata vertice destro superiore ys | 1780.0 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.]

| | |
|---|-------|
| Coefficiente azione sismica orizzontale | 0.053 |
| Coefficiente azione sismica verticale | 0.027 |

Vertici profilo

| Nr | X (m) | y (m) |
|----|----------|----------|
| 1 | 0.0 | 1723.67 |
| 2 | 5.34 | 1727.45 |
| 3 | 12.41 | 1732.45 |
| 4 | 19.51 | 1737.47 |
| 5 | 26.98 | 1742.51 |
| 6 | 34.8 | 1747.49 |
| 7 | 41.62 | 1752.39 |
| 8 | 47.85 | 1757.34 |
| 9 | 53.95 | 1762.34 |
| 10 | 60.47 | 1767.41 |
| 11 | 67.56 | 1772.45 |
| 12 | 74.69 | 1777.49 |
| 13 | 84.18 | 1783.56 |

Vertici strato1

| N | X (m) | y (m) |
|---|----------|----------|
| 1 | 0.0 | 1720.0 |
| 2 | 7.07 | 1725.0 |
| 3 | 14.14 | 1730.0 |
| 4 | 21.21 | 1735.0 |
| 5 | 28.63 | 1740.0 |
| 6 | 36.49 | 1745.0 |



| | | |
|----|-------|--------|
| 7 | 43.43 | 1750.0 |
| 8 | 49.73 | 1755.0 |
| 9 | 55.83 | 1760.0 |
| 10 | 62.26 | 1765.0 |
| 11 | 69.3 | 1770.0 |
| 12 | 76.37 | 1775.0 |
| 13 | 84.18 | 1780.0 |

Vertici strato2

| N | X (m) | y (m) |
|----|----------|----------|
| 1 | 0.0 | 1695.51 |
| 2 | 18.62 | 1708.67 |
| 3 | 25.69 | 1713.67 |
| 4 | 32.58 | 1718.54 |
| 5 | 39.59 | 1723.27 |
| 6 | 47.71 | 1728.44 |
| 7 | 55.49 | 1734.04 |
| 8 | 62.29 | 1739.43 |
| 9 | 68.31 | 1744.37 |
| 10 | 74.19 | 1748.95 |
| 11 | 80.86 | 1753.68 |
| 12 | 84.18 | 1756.03 |

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili

1.0 1.3

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/m ²) | Coesione non drenata (kN/m ²) | Angolo resistenza al taglio (°) | Peso unità di volume (Kg/m ³) | Peso saturato (Kg/m ³) | Litologia | |
|--------|----------------------------------|--|--|---|--|-----------|--|
| 1 | 250 | | 45 | 250 | 400 | Neve | |
| 2 | | | 38 | 1800 | 2000 | Detrito | |
| 3 | 0 | 0 | 45 | 2500 | 2700 | Substrato | |

Pali...

| N° | x (m) | y (m) | Diametro (m) | Lunghezza (m) | Inclinazione (°) | Interasse (m) | Resistenza al taglio (kN/m ²) | Momento plasticizzazione (kN*m) | Metodo stabilizzazione |
|----|----------|----------|-----------------|------------------|---------------------|------------------|---|---------------------------------------|---------------------------|
| 1 | 5.339 | 1727.449 | 0.15 | 3.2 | 75 | 0.15 | 10 | -- | Tensione tangenziale |



| | | | | | | | | | |
|---|---------|----------|------|-----|----|------|----|----|----------------------|
| 2 | 30.8928 | 1744.997 | 0.15 | 3.2 | 75 | 0.15 | 10 | -- | Tensione tangenziale |
| 3 | 53.9538 | 1762.344 | 0.15 | 3.2 | 75 | 0.15 | 10 | -- | Tensione tangenziale |

Tiranti

| N° | x (m) | y (m) | Lunghezza libera (m) | Lunghezza ancorata (m) | Diametro del bulbo (m) | Inclinazione (°) | Tiro (kN) |
|----|---------|----------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------|-----------|
| 1 | 54.3679 | 1760.799 | 3 | 5 | 0.2 | 15 | 536 |
| 2 | 31.3069 | 1743.452 | 3 | 5 | 0.2 | 15 | 536 |
| 3 | 5.7532 | 1725.904 | 3 | 5 | 0.2 | 15 | 536 |

6.1 Analisi di stabilità dei pendii con: Bishop in condizioni sismiche**Risultati analisi pendio [[A2+M1+R2]]**

| | |
|----------------------------|-----------|
| Fs minimo individuato | 1.02 |
| Ascissa centro superficie | 26.25 m |
| Ordinata centro superficie | 1778.75 m |
| Raggio superficie | 48.84 m |

xc = 26.25 yc = 1778.75 Rc = 48.843 Fs=1.016

| 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 | 0.54 | -16.7 | 0.56 | 0.36 | 0.02 | 0.01 | 200.0 | 38.7 | 0.0 | 38.8 | 128.5 |
| 2 | 7.1 | -12.2 | 7.26 | 99.23 | 5.26 | 2.68 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 115.5 | 64.6 |
| 3 | 1.85 | -6.9 | 1.86 | 153.02 | 8.11 | 4.13 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 165.2 | 92.4 |
| 4 | 3.16 | -3.9 | 3.17 | 370.66 | 19.64 | 10.01 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 386.3 | 216.1 |
| 5 | 2.47 | -0.6 | 2.47 | 377.04 | 19.98 | 10.18 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 379.3 | 212.2 |
| 6 | 3.85 | 3.1 | 3.86 | 727.28 | 38.55 | 19.64 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 706.8 | 395.4 |
| 7 | 3.97 | 7.7 | 4.0 | 897.13 | 47.55 | 24.22 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 841.5 | 470.8 |
| 8 | 2.35 | 11.5 | 2.4 | 594.23 | 31.49 | 16.04 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 544.3 | 304.5 |
| 9 | 4.46 | 15.6 | 4.63 | 1252.14 | 66.36 | 33.81 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 1124.3 | 629.0 |
| 10 | 1.86 | 19.5 | 1.97 | 563.91 | 29.89 | 15.23 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 499.4 | 279.4 |
| 11 | 4.37 | 23.5 | 4.77 | 1417.82 | 75.14 | 38.28 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 1243.6 | 695.8 |
| 12 | 1.95 | 27.5 | 2.2 | 667.0 | 35.35 | 18.01 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 582.3 | 325.8 |
| 13 | 4.15 | 31.7 | 4.88 | 1476.06 | 78.23 | 39.85 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 1289.4 | 721.4 |
| 14 | 2.17 | 36.1 | 2.68 | 787.77 | 41.75 | 21.27 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 692.5 | 387.4 |
| 15 | 4.35 | 41.1 | 5.77 | 1576.89 | 83.58 | 42.58 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 1406.2 | 786.7 |
| 16 | 1.98 | 46.1 | 2.85 | 697.81 | 36.98 | 18.84 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 636.4 | 356.1 |
| 17 | 3.16 | 50.7 | 4.99 | 1059.04 | 56.13 | 28.59 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 993.5 | 555.8 |
| 18 | 1.96 | 55.8 | 3.48 | 601.18 | 31.86 | 16.23 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 586.4 | 328.1 |
| 19 | 4.36 | 63.5 | 9.77 | 1101.3 | 58.37 | 29.74 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 1162.9 | 650.6 |
| 20 | 3.16 | 79.0 | 16.61 | 395.67 | 20.97 | 10.68 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 535.0 | 299.3 |

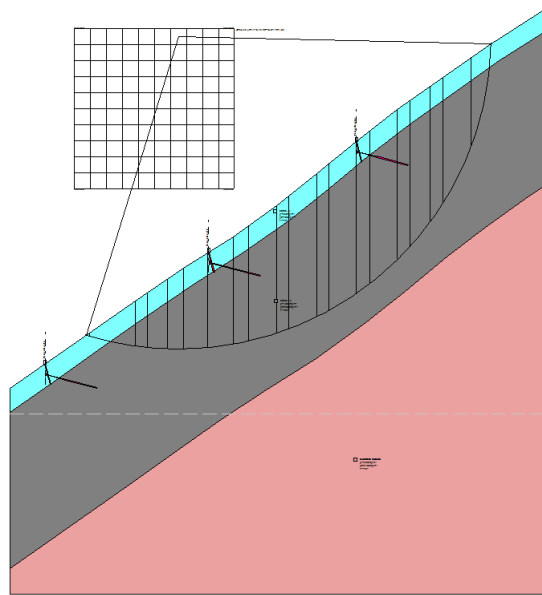


FIGURA 6-1 SUPERFICIE A FATTORE MINIMO

Numero di superfici esaminate....(221)

| N° | Xo | Yo | Ro | Fs |
|----|------|--------|------|------|
| 1 | 10.0 | 1755.0 | 31.2 | 1.43 |
| 2 | 11.3 | 1756.3 | 32.6 | 1.35 |
| 3 | 12.5 | 1755.0 | 31.8 | 1.37 |
| 4 | 13.8 | 1756.3 | 33.3 | 1.34 |
| 5 | 15.0 | 1755.0 | 32.6 | 1.38 |
| 6 | 16.3 | 1756.3 | 34.1 | 1.36 |
| 7 | 17.5 | 1755.0 | 25.9 | 1.48 |
| 8 | 18.8 | 1756.3 | 31.7 | 1.33 |
| 9 | 20.0 | 1755.0 | 32.8 | 1.36 |
| 10 | 21.3 | 1756.3 | 31.4 | 1.38 |
| 11 | 22.5 | 1755.0 | 30.1 | 1.44 |
| 12 | 23.8 | 1756.3 | 31.2 | 1.44 |
| 13 | 25.0 | 1755.0 | 29.8 | 1.52 |
| 14 | 26.3 | 1756.3 | 22.4 | 1.51 |
| 15 | 27.5 | 1755.0 | 26.7 | 1.54 |
| 16 | 28.8 | 1756.3 | 24.7 | 1.64 |
| 17 | 30.0 | 1755.0 | 23.3 | 1.65 |
| 18 | 31.3 | 1756.3 | 21.1 | 1.71 |
| 19 | 32.5 | 1755.0 | 19.6 | 1.82 |
| 20 | 33.8 | 1756.3 | 20.4 | 1.79 |
| 21 | 35.0 | 1755.0 | 18.9 | 2.03 |
| 22 | 10.0 | 1757.5 | 33.5 | 1.34 |
| 23 | 11.3 | 1758.8 | 35.0 | 1.30 |
| 24 | 12.5 | 1757.5 | 34.1 | 1.32 |
| 25 | 13.8 | 1758.8 | 35.6 | 1.29 |
| 26 | 15.0 | 1757.5 | 34.8 | 1.32 |
| 27 | 16.3 | 1758.8 | 36.4 | 1.31 |
| 28 | 17.5 | 1757.5 | 35.4 | 1.34 |
| 29 | 18.8 | 1758.8 | 34.1 | 1.43 |
| 30 | 20.0 | 1757.5 | 32.8 | 1.33 |
| 31 | 21.3 | 1758.8 | 31.3 | 1.40 |



| | | | | |
|----|------|--------|------|------|
| 32 | 22.5 | 1757.5 | 32.5 | 1.38 |
| 33 | 23.8 | 1758.8 | 30.9 | 1.49 |
| 34 | 25.0 | 1757.5 | 26.7 | 1.54 |
| 35 | 26.3 | 1758.8 | 27.6 | 1.53 |
| 36 | 27.5 | 1757.5 | 23.2 | 1.59 |
| 37 | 28.8 | 1758.8 | 24.0 | 1.57 |
| 38 | 30.0 | 1757.5 | 22.5 | 1.63 |
| 39 | 31.3 | 1758.8 | 32.8 | 1.50 |
| 40 | 32.5 | 1757.5 | 21.9 | 1.69 |
| 41 | 33.8 | 1758.8 | 19.4 | 1.66 |
| 42 | 35.0 | 1757.5 | 17.9 | 1.75 |
| 43 | 10.0 | 1760.0 | 35.9 | 1.30 |
| 44 | 11.3 | 1761.3 | 35.5 | 1.37 |
| 45 | 12.5 | 1760.0 | 34.5 | 1.38 |
| 46 | 13.8 | 1761.3 | 35.8 | 1.36 |
| 47 | 15.0 | 1760.0 | 37.1 | 1.28 |
| 48 | 16.3 | 1761.3 | 31.7 | 1.34 |
| 49 | 17.5 | 1760.0 | 33.1 | 1.23 |
| 50 | 18.8 | 1761.3 | 34.0 | 1.41 |
| 51 | 20.0 | 1760.0 | 32.7 | 1.40 |
| 52 | 21.3 | 1761.3 | 31.0 | 1.42 |
| 53 | 22.5 | 1760.0 | 32.2 | 1.34 |
| 54 | 23.8 | 1761.3 | 30.5 | 1.44 |
| 55 | 25.0 | 1760.0 | 26.2 | 1.46 |
| 56 | 26.3 | 1761.3 | 38.7 | 1.43 |
| 57 | 27.5 | 1760.0 | 37.4 | 1.49 |
| 58 | 28.8 | 1761.3 | 35.5 | 1.42 |
| 59 | 30.0 | 1760.0 | 34.1 | 1.45 |
| 60 | 31.3 | 1761.3 | 35.2 | 1.39 |
| 61 | 32.5 | 1760.0 | 33.9 | 1.58 |
| 62 | 33.8 | 1761.3 | 31.6 | 1.57 |
| 63 | 35.0 | 1760.0 | 30.2 | 1.62 |
| 64 | 10.0 | 1762.5 | 38.3 | 1.35 |
| 65 | 11.3 | 1763.8 | 39.7 | 1.32 |
| 66 | 12.5 | 1762.5 | 36.8 | 1.35 |
| 67 | 13.8 | 1763.8 | 40.3 | 1.21 |
| 68 | 15.0 | 1762.5 | 37.2 | 1.34 |
| 69 | 16.3 | 1763.8 | 36.2 | 1.40 |
| 70 | 17.5 | 1762.5 | 32.8 | 1.40 |
| 71 | 18.8 | 1763.8 | 33.9 | 1.38 |
| 72 | 20.0 | 1762.5 | 32.4 | 1.40 |
| 73 | 21.3 | 1763.8 | 41.4 | 1.29 |
| 74 | 22.5 | 1762.5 | 31.9 | 1.41 |
| 75 | 23.8 | 1763.8 | 41.3 | 1.23 |
| 76 | 25.0 | 1762.5 | 28.5 | 1.38 |
| 77 | 26.3 | 1763.8 | 38.2 | 1.38 |
| 78 | 27.5 | 1762.5 | 36.8 | 1.40 |
| 79 | 28.8 | 1763.8 | 34.8 | 1.36 |
| 80 | 30.0 | 1762.5 | 36.6 | 1.38 |
| 81 | 31.3 | 1763.8 | 37.6 | 1.35 |
| 82 | 32.5 | 1762.5 | 36.3 | 1.36 |
| 83 | 33.8 | 1763.8 | 34.0 | 1.50 |
| 84 | 35.0 | 1762.5 | 29.2 | 1.46 |



| | | | | |
|-----|------|--------|------|------|
| 85 | 10.0 | 1765.0 | 38.9 | 1.60 |
| 86 | 11.3 | 1766.3 | 42.1 | 1.30 |
| 87 | 12.5 | 1765.0 | 39.1 | 1.32 |
| 88 | 13.8 | 1766.3 | 40.5 | 1.30 |
| 89 | 15.0 | 1765.0 | 39.5 | 1.31 |
| 90 | 16.3 | 1766.3 | 38.5 | 1.34 |
| 91 | 17.5 | 1765.0 | 35.0 | 1.37 |
| 92 | 18.8 | 1766.3 | 43.9 | 1.26 |
| 93 | 20.0 | 1765.0 | 42.7 | 1.28 |
| 94 | 21.3 | 1766.3 | 41.1 | 1.29 |
| 95 | 22.5 | 1765.0 | 42.6 | 1.24 |
| 96 | 23.8 | 1766.3 | 43.7 | 1.21 |
| 97 | 25.0 | 1765.0 | 39.5 | 1.30 |
| 98 | 26.3 | 1766.3 | 40.6 | 1.33 |
| 99 | 27.5 | 1765.0 | 39.2 | 1.35 |
| 100 | 28.8 | 1766.3 | 37.2 | 1.29 |
| 101 | 30.0 | 1765.0 | 35.8 | 1.33 |
| 102 | 31.3 | 1766.3 | 33.5 | 1.27 |
| 103 | 32.5 | 1765.0 | 38.7 | 1.35 |
| 104 | 33.8 | 1766.3 | 29.6 | 1.31 |
| 105 | 35.0 | 1765.0 | 31.5 | 1.37 |
| 106 | 10.0 | 1767.5 | 43.1 | 1.30 |
| 107 | 11.3 | 1768.8 | 42.5 | 1.29 |
| 108 | 12.5 | 1767.5 | 41.5 | 1.29 |
| 109 | 13.8 | 1768.8 | 40.6 | 1.36 |
| 110 | 15.0 | 1767.5 | 39.6 | 1.35 |
| 111 | 16.3 | 1768.8 | 43.2 | 1.46 |
| 112 | 17.5 | 1767.5 | 44.7 | 1.25 |
| 113 | 18.8 | 1768.8 | 46.2 | 1.18 |
| 114 | 20.0 | 1767.5 | 45.1 | 1.20 |
| 115 | 21.3 | 1768.8 | 43.5 | 1.20 |
| 116 | 22.5 | 1767.5 | 45.0 | 1.19 |
| 117 | 23.8 | 1768.8 | 40.4 | 1.19 |
| 118 | 25.0 | 1767.5 | 39.0 | 1.18 |
| 119 | 26.3 | 1768.8 | 36.9 | 1.23 |
| 120 | 27.5 | 1767.5 | 41.7 | 1.31 |
| 121 | 28.8 | 1768.8 | 39.6 | 1.25 |
| 122 | 30.0 | 1767.5 | 35.0 | 1.28 |
| 123 | 31.3 | 1768.8 | 35.9 | 1.23 |
| 124 | 32.5 | 1767.5 | 37.8 | 1.33 |
| 125 | 33.8 | 1768.8 | 31.9 | 1.21 |
| 126 | 35.0 | 1767.5 | 30.4 | 1.40 |
| 127 | 10.0 | 1770.0 | 45.5 | 1.27 |
| 128 | 11.3 | 1771.3 | 46.9 | 1.28 |
| 129 | 12.5 | 1770.0 | 43.8 | 1.49 |
| 130 | 13.8 | 1771.3 | 45.1 | 1.45 |
| 131 | 15.0 | 1770.0 | 44.1 | 1.46 |
| 132 | 16.3 | 1771.3 | 47.9 | 1.14 |
| 133 | 17.5 | 1770.0 | 47.0 | 1.16 |
| 134 | 18.8 | 1771.3 | 45.9 | 1.30 |
| 135 | 20.0 | 1770.0 | 44.9 | 1.17 |
| 136 | 21.3 | 1771.3 | 48.8 | 1.17 |
| 137 | 22.5 | 1770.0 | 47.5 | 1.17 |



| | | | | |
|-----|------|--------|------|------|
| 138 | 23.8 | 1771.3 | 42.8 | 1.15 |
| 139 | 25.0 | 1770.0 | 41.4 | 1.14 |
| 140 | 26.3 | 1771.3 | 39.3 | 1.15 |
| 141 | 27.5 | 1770.0 | 44.1 | 1.28 |
| 142 | 28.8 | 1771.3 | 42.0 | 1.22 |
| 143 | 30.0 | 1770.0 | 37.3 | 1.24 |
| 144 | 31.3 | 1771.3 | 38.2 | 1.19 |
| 145 | 32.5 | 1770.0 | 36.8 | 1.19 |
| 146 | 33.8 | 1771.3 | 41.1 | 1.34 |
| 147 | 35.0 | 1770.0 | 32.7 | 1.34 |
| 148 | 10.0 | 1772.5 | 47.9 | 1.41 |
| 149 | 11.3 | 1773.8 | 49.3 | 1.23 |
| 150 | 12.5 | 1772.5 | 46.2 | 1.44 |
| 151 | 13.8 | 1773.8 | 49.7 | 1.13 |
| 152 | 15.0 | 1772.5 | 48.8 | 1.13 |
| 153 | 16.3 | 1773.8 | 47.8 | 1.30 |
| 154 | 17.5 | 1772.5 | 49.3 | 1.13 |
| 155 | 18.8 | 1773.8 | 48.2 | 1.13 |
| 156 | 20.0 | 1772.5 | 47.3 | 1.15 |
| 157 | 21.3 | 1773.8 | 51.2 | 1.15 |
| 158 | 22.5 | 1772.5 | 44.2 | 1.15 |
| 159 | 23.8 | 1773.8 | 42.2 | 1.11 |
| 160 | 25.0 | 1772.5 | 43.8 | 1.12 |
| 161 | 26.3 | 1773.8 | 41.6 | 1.13 |
| 162 | 27.5 | 1772.5 | 40.2 | 1.25 |
| 163 | 28.8 | 1773.8 | 44.3 | 1.20 |
| 164 | 30.0 | 1772.5 | 39.7 | 1.20 |
| 165 | 31.3 | 1773.8 | 40.4 | 1.16 |
| 166 | 32.5 | 1772.5 | 35.7 | 1.15 |
| 167 | 33.8 | 1773.8 | 38.4 | 1.18 |
| 168 | 35.0 | 1772.5 | 37.1 | 1.21 |
| 169 | 10.0 | 1775.0 | 48.4 | 1.41 |
| 170 | 11.3 | 1776.3 | 49.6 | 1.36 |
| 171 | 12.5 | 1775.0 | 48.5 | 1.35 |
| 172 | 13.8 | 1776.3 | 49.8 | 1.25 |
| 173 | 15.0 | 1775.0 | 48.8 | 1.25 |
| 174 | 16.3 | 1776.3 | 52.6 | 1.09 |
| 175 | 17.5 | 1775.0 | 51.7 | 1.11 |
| 176 | 18.8 | 1776.3 | 50.5 | 1.11 |
| 177 | 20.0 | 1775.0 | 49.5 | 1.13 |
| 178 | 21.3 | 1776.3 | 47.9 | 1.13 |
| 179 | 22.5 | 1775.0 | 46.5 | 1.13 |
| 180 | 23.8 | 1776.3 | 44.5 | 1.10 |
| 181 | 25.0 | 1775.0 | 46.1 | 1.10 |
| 182 | 26.3 | 1776.3 | 47.1 | 1.07 |
| 183 | 27.5 | 1775.0 | 42.5 | 1.21 |
| 184 | 28.8 | 1776.3 | 43.0 | 1.15 |
| 185 | 30.0 | 1775.0 | 41.7 | 1.15 |
| 186 | 31.3 | 1776.3 | 44.1 | 1.20 |
| 187 | 32.5 | 1775.0 | 39.7 | 1.15 |
| 188 | 33.8 | 1776.3 | 45.0 | 1.24 |
| 189 | 35.0 | 1775.0 | 43.8 | 1.25 |
| 190 | 10.0 | 1777.5 | 52.8 | 1.29 |



| | | | | |
|-----|------|--------|------|------|
| 191 | 11.3 | 1778.8 | 54.1 | 1.08 |
| 192 | 12.5 | 1777.5 | 53.1 | 1.08 |
| 193 | 13.8 | 1778.8 | 49.9 | 1.20 |
| 194 | 15.0 | 1777.5 | 48.8 | 1.19 |
| 195 | 16.3 | 1778.8 | 54.9 | 1.07 |
| 196 | 17.5 | 1777.5 | 51.4 | 1.09 |
| 197 | 18.8 | 1778.8 | 55.5 | 1.09 |
| 198 | 20.0 | 1777.5 | 54.6 | 1.11 |
| 199 | 21.3 | 1778.8 | 50.3 | 1.10 |
| 200 | 22.5 | 1777.5 | 46.0 | 1.08 |
| 201 | 23.8 | 1778.8 | 46.9 | 1.08 |
| 202 | 25.0 | 1777.5 | 48.5 | 1.08 |
| 203 | 26.3 | 1778.8 | 48.8 | 1.02 |
| 204 | 27.5 | 1777.5 | 47.5 | 1.14 |
| 205 | 28.8 | 1778.8 | 49.7 | 1.07 |
| 206 | 30.0 | 1777.5 | 48.4 | 1.07 |
| 207 | 31.3 | 1778.8 | 41.7 | 1.09 |
| 208 | 32.5 | 1777.5 | 40.3 | 1.11 |
| 209 | 33.8 | 1778.8 | 45.2 | 1.10 |
| 210 | 35.0 | 1777.5 | 43.9 | 1.11 |
| 211 | 10.0 | 1780.0 | 55.2 | 1.08 |
| 212 | 12.5 | 1780.0 | 55.5 | 1.05 |
| 213 | 15.0 | 1780.0 | 51.1 | 1.13 |
| 214 | 17.5 | 1780.0 | 56.4 | 1.07 |
| 215 | 20.0 | 1780.0 | 51.3 | 1.09 |
| 216 | 22.5 | 1780.0 | 48.3 | 1.06 |
| 217 | 25.0 | 1780.0 | 53.2 | 1.16 |
| 218 | 27.5 | 1780.0 | 50.9 | 1.06 |
| 219 | 30.0 | 1780.0 | 45.9 | 1.07 |
| 220 | 32.5 | 1780.0 | 46.4 | 1.10 |
| 221 | 35.0 | 1780.0 | 44.1 | 1.14 |

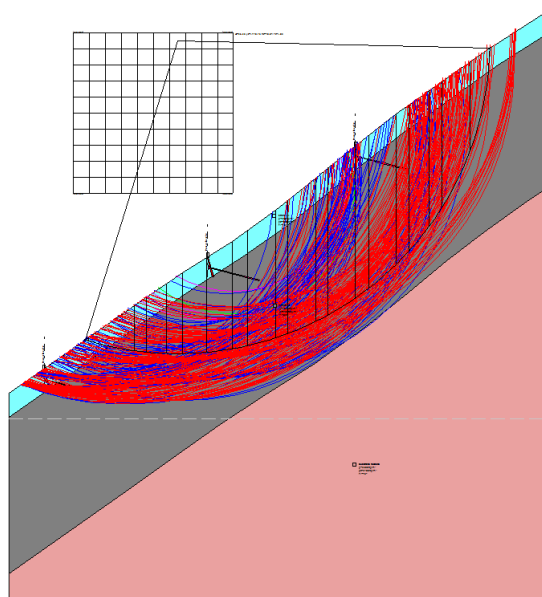


FIGURA 6-2 SUPERFICI CALCOLATE

6.2 Analisi di stabilità dei pendii con: Jambu in condizioni sismiche

**Risultati analisi pendio [[A2+M1+R2]]**

| | |
|----------------------------|-----------|
| Fs minimo individuato | 1.01 |
| Ascissa centro superficie | 26.25 m |
| Ordinata centro superficie | 1778.75 m |
| Raggio superficie | 48.84 m |

xc = 26.25 yc = 1778.75 Rc = 48.843 Fs=1.01

| 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 | 0.54 | -16.7 | 0.56 | 0.36 | 0.02 | 0.01 | 200.0 | 38.7 | 0.0 | 49.5 | 171.4 |
| 2 | 7.1 | -12.2 | 7.26 | 99.23 | 5.26 | 2.68 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 118.8 | 82.0 |
| 3 | 1.85 | -6.9 | 1.86 | 153.02 | 8.11 | 4.13 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 167.7 | 114.0 |
| 4 | 3.16 | -3.9 | 3.17 | 370.66 | 19.64 | 10.01 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 389.4 | 263.4 |
| 5 | 2.47 | -0.6 | 2.47 | 377.04 | 19.98 | 10.18 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 379.7 | 256.2 |
| 6 | 3.85 | 3.1 | 3.86 | 727.28 | 38.55 | 19.64 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 702.5 | 474.7 |
| 7 | 3.97 | 7.7 | 4.0 | 897.13 | 47.55 | 24.22 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 829.5 | 564.8 |
| 8 | 2.35 | 11.5 | 2.4 | 594.23 | 31.49 | 16.04 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 533.1 | 367.1 |
| 9 | 4.46 | 15.6 | 4.63 | 1252.14 | 66.36 | 33.81 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 1093.8 | 766.3 |
| 10 | 1.86 | 19.5 | 1.97 | 563.91 | 29.89 | 15.23 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 482.9 | 345.6 |
| 11 | 4.37 | 23.5 | 4.77 | 1417.82 | 75.14 | 38.28 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 1195.5 | 879.3 |
| 12 | 1.95 | 27.5 | 2.2 | 667.0 | 35.35 | 18.01 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 556.5 | 423.4 |
| 13 | 4.15 | 31.7 | 4.88 | 1476.06 | 78.23 | 39.85 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 1224.6 | 971.1 |
| 14 | 2.17 | 36.1 | 2.68 | 787.77 | 41.75 | 21.27 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 653.5 | 545.9 |
| 15 | 4.35 | 41.1 | 5.77 | 1576.89 | 83.58 | 42.58 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 1317.2 | 1179.2 |
| 16 | 1.98 | 46.1 | 2.85 | 697.81 | 36.98 | 18.84 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 591.6 | 575.7 |
| 17 | 3.16 | 50.7 | 4.99 | 1059.04 | 56.13 | 28.59 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 916.7 | 977.4 |
| 18 | 1.96 | 55.8 | 3.48 | 601.18 | 31.86 | 16.23 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 536.5 | 643.2 |
| 19 | 4.36 | 63.5 | 9.77 | 1101.3 | 58.37 | 29.74 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 1048.7 | 1585.1 |
| 20 | 3.16 | 79.0 | 16.61 | 395.67 | 20.97 | 10.68 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 464.0 | 1645.1 |

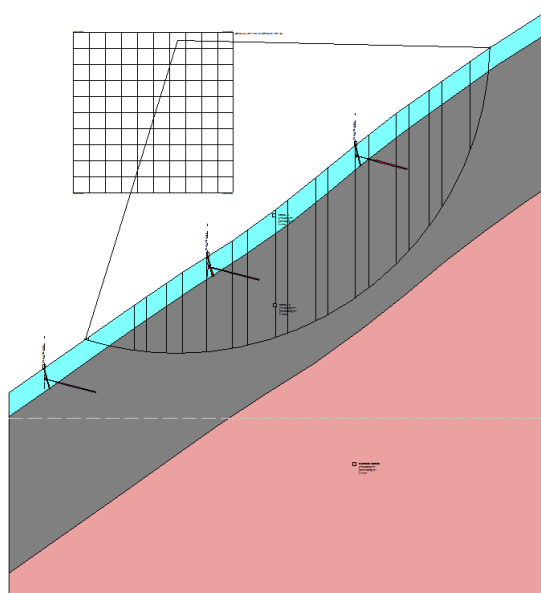


FIGURA 6-3 SUPERFICIE A FATTORE MINIMO

Numero di superfici esaminate....(221)

N° Xo Yo Ro Fs



| | | | | |
|----|------|--------|------|------|
| 1 | 10.0 | 1755.0 | 31.2 | 1.48 |
| 2 | 11.3 | 1756.3 | 32.6 | 1.35 |
| 3 | 12.5 | 1755.0 | 31.8 | 1.34 |
| 4 | 13.8 | 1756.3 | 33.3 | 1.31 |
| 5 | 15.0 | 1755.0 | 32.6 | 1.32 |
| 6 | 16.3 | 1756.3 | 34.1 | 1.30 |
| 7 | 17.5 | 1755.0 | 30.6 | 1.42 |
| 8 | 18.8 | 1756.3 | 34.1 | 1.26 |
| 9 | 20.0 | 1755.0 | 32.8 | 1.25 |
| 10 | 21.3 | 1756.3 | 31.4 | 1.29 |
| 11 | 22.5 | 1755.0 | 30.1 | 1.32 |
| 12 | 23.8 | 1756.3 | 31.2 | 1.32 |
| 13 | 25.0 | 1755.0 | 29.8 | 1.36 |
| 14 | 26.3 | 1756.3 | 22.4 | 1.45 |
| 15 | 27.5 | 1755.0 | 26.7 | 1.38 |
| 16 | 28.8 | 1756.3 | 24.7 | 1.49 |
| 17 | 30.0 | 1755.0 | 23.3 | 1.48 |
| 18 | 31.3 | 1756.3 | 24.2 | 1.55 |
| 19 | 32.5 | 1755.0 | 22.7 | 1.62 |
| 20 | 33.8 | 1756.3 | 20.4 | 1.60 |
| 21 | 35.0 | 1755.0 | 32.0 | 1.64 |
| 22 | 10.0 | 1757.5 | 33.5 | 1.37 |
| 23 | 11.3 | 1758.8 | 35.0 | 1.31 |
| 24 | 12.5 | 1757.5 | 34.1 | 1.31 |
| 25 | 13.8 | 1758.8 | 35.6 | 1.27 |
| 26 | 15.0 | 1757.5 | 34.8 | 1.28 |
| 27 | 16.3 | 1758.8 | 36.4 | 1.26 |
| 28 | 17.5 | 1757.5 | 35.4 | 1.27 |
| 29 | 18.8 | 1758.8 | 34.1 | 1.36 |
| 30 | 20.0 | 1757.5 | 32.8 | 1.26 |
| 31 | 21.3 | 1758.8 | 31.3 | 1.33 |
| 32 | 22.5 | 1757.5 | 32.5 | 1.28 |
| 33 | 23.8 | 1758.8 | 30.9 | 1.39 |
| 34 | 25.0 | 1757.5 | 29.5 | 1.42 |
| 35 | 26.3 | 1758.8 | 27.6 | 1.43 |
| 36 | 27.5 | 1757.5 | 26.1 | 1.49 |
| 37 | 28.8 | 1758.8 | 36.1 | 1.43 |
| 38 | 30.0 | 1757.5 | 22.5 | 1.51 |
| 39 | 31.3 | 1758.8 | 23.4 | 1.48 |
| 40 | 32.5 | 1757.5 | 21.9 | 1.53 |
| 41 | 33.8 | 1758.8 | 32.5 | 1.39 |
| 42 | 35.0 | 1757.5 | 31.2 | 1.50 |
| 43 | 10.0 | 1760.0 | 35.9 | 1.33 |
| 44 | 11.3 | 1761.3 | 35.5 | 1.41 |
| 45 | 12.5 | 1760.0 | 34.5 | 1.39 |
| 46 | 13.8 | 1761.3 | 35.8 | 1.36 |
| 47 | 15.0 | 1760.0 | 37.1 | 1.25 |
| 48 | 16.3 | 1761.3 | 36.3 | 1.33 |
| 49 | 17.5 | 1760.0 | 33.1 | 1.22 |
| 50 | 18.8 | 1761.3 | 34.0 | 1.37 |
| 51 | 20.0 | 1760.0 | 32.7 | 1.35 |
| 52 | 21.3 | 1761.3 | 31.0 | 1.39 |
| 53 | 22.5 | 1760.0 | 32.2 | 1.27 |



| | | | | |
|-----|------|--------|------|------|
| 54 | 23.8 | 1761.3 | 30.5 | 1.38 |
| 55 | 25.0 | 1760.0 | 29.0 | 1.40 |
| 56 | 26.3 | 1761.3 | 38.7 | 1.27 |
| 57 | 27.5 | 1760.0 | 37.4 | 1.31 |
| 58 | 28.8 | 1761.3 | 35.5 | 1.29 |
| 59 | 30.0 | 1760.0 | 34.1 | 1.41 |
| 60 | 31.3 | 1761.3 | 35.2 | 1.23 |
| 61 | 32.5 | 1760.0 | 33.9 | 1.38 |
| 62 | 33.8 | 1761.3 | 31.6 | 1.39 |
| 63 | 35.0 | 1760.0 | 30.2 | 1.37 |
| 64 | 10.0 | 1762.5 | 38.3 | 1.37 |
| 65 | 11.3 | 1763.8 | 39.7 | 1.33 |
| 66 | 12.5 | 1762.5 | 36.8 | 1.37 |
| 67 | 13.8 | 1763.8 | 40.3 | 1.20 |
| 68 | 15.0 | 1762.5 | 37.2 | 1.33 |
| 69 | 16.3 | 1763.8 | 36.2 | 1.40 |
| 70 | 17.5 | 1762.5 | 35.3 | 1.38 |
| 71 | 18.8 | 1763.8 | 33.9 | 1.38 |
| 72 | 20.0 | 1762.5 | 32.4 | 1.38 |
| 73 | 21.3 | 1763.8 | 33.3 | 1.36 |
| 74 | 22.5 | 1762.5 | 31.9 | 1.37 |
| 75 | 23.8 | 1763.8 | 41.3 | 1.12 |
| 76 | 25.0 | 1762.5 | 28.5 | 1.36 |
| 77 | 26.3 | 1763.8 | 38.2 | 1.26 |
| 78 | 27.5 | 1762.5 | 36.8 | 1.26 |
| 79 | 28.8 | 1763.8 | 37.9 | 1.24 |
| 80 | 30.0 | 1762.5 | 36.6 | 1.24 |
| 81 | 31.3 | 1763.8 | 37.6 | 1.21 |
| 82 | 32.5 | 1762.5 | 36.3 | 1.19 |
| 83 | 33.8 | 1763.8 | 34.0 | 1.34 |
| 84 | 35.0 | 1762.5 | 29.2 | 1.35 |
| 85 | 10.0 | 1765.0 | 38.9 | 2.24 |
| 86 | 11.3 | 1766.3 | 42.1 | 1.31 |
| 87 | 12.5 | 1765.0 | 39.1 | 1.33 |
| 88 | 13.8 | 1766.3 | 40.5 | 1.30 |
| 89 | 15.0 | 1765.0 | 39.5 | 1.30 |
| 90 | 16.3 | 1766.3 | 38.5 | 1.34 |
| 91 | 17.5 | 1765.0 | 35.0 | 1.38 |
| 92 | 18.8 | 1766.3 | 36.2 | 1.34 |
| 93 | 20.0 | 1765.0 | 34.8 | 1.35 |
| 94 | 21.3 | 1766.3 | 33.0 | 1.41 |
| 95 | 22.5 | 1765.0 | 42.6 | 1.14 |
| 96 | 23.8 | 1766.3 | 43.7 | 1.13 |
| 97 | 25.0 | 1765.0 | 39.5 | 1.19 |
| 98 | 26.3 | 1766.3 | 40.6 | 1.24 |
| 99 | 27.5 | 1765.0 | 39.2 | 1.24 |
| 100 | 28.8 | 1766.3 | 37.2 | 1.21 |
| 101 | 30.0 | 1765.0 | 39.0 | 1.22 |
| 102 | 31.3 | 1766.3 | 40.1 | 1.19 |
| 103 | 32.5 | 1765.0 | 38.7 | 1.20 |
| 104 | 33.8 | 1766.3 | 36.4 | 1.31 |
| 105 | 35.0 | 1765.0 | 31.5 | 1.25 |
| 106 | 10.0 | 1767.5 | 43.1 | 1.32 |



| | | | | |
|-----|------|--------|------|------|
| 107 | 11.3 | 1768.8 | 42.5 | 1.32 |
| 108 | 12.5 | 1767.5 | 41.5 | 1.31 |
| 109 | 13.8 | 1768.8 | 40.6 | 1.38 |
| 110 | 15.0 | 1767.5 | 39.6 | 1.36 |
| 111 | 16.3 | 1768.8 | 43.2 | 2.10 |
| 112 | 17.5 | 1767.5 | 37.3 | 1.35 |
| 113 | 18.8 | 1768.8 | 46.2 | 1.13 |
| 114 | 20.0 | 1767.5 | 45.1 | 1.13 |
| 115 | 21.3 | 1768.8 | 43.5 | 1.14 |
| 116 | 22.5 | 1767.5 | 45.0 | 1.12 |
| 117 | 23.8 | 1768.8 | 46.2 | 1.12 |
| 118 | 25.0 | 1767.5 | 39.0 | 1.15 |
| 119 | 26.3 | 1768.8 | 43.0 | 1.22 |
| 120 | 27.5 | 1767.5 | 41.7 | 1.22 |
| 121 | 28.8 | 1768.8 | 39.6 | 1.18 |
| 122 | 30.0 | 1767.5 | 41.4 | 1.19 |
| 123 | 31.3 | 1768.8 | 35.9 | 1.17 |
| 124 | 32.5 | 1767.5 | 37.8 | 1.23 |
| 125 | 33.8 | 1768.8 | 31.9 | 1.17 |
| 126 | 35.0 | 1767.5 | 37.4 | 1.25 |
| 127 | 10.0 | 1770.0 | 45.5 | 1.30 |
| 128 | 11.3 | 1771.3 | 46.9 | 1.65 |
| 129 | 12.5 | 1770.0 | 43.8 | 2.11 |
| 130 | 13.8 | 1771.3 | 45.1 | 2.04 |
| 131 | 15.0 | 1770.0 | 44.1 | 2.08 |
| 132 | 16.3 | 1771.3 | 47.9 | 1.15 |
| 133 | 17.5 | 1770.0 | 47.0 | 1.12 |
| 134 | 18.8 | 1771.3 | 45.9 | 1.26 |
| 135 | 20.0 | 1770.0 | 44.9 | 1.13 |
| 136 | 21.3 | 1771.3 | 48.8 | 1.12 |
| 137 | 22.5 | 1770.0 | 47.5 | 1.12 |
| 138 | 23.8 | 1771.3 | 42.8 | 1.12 |
| 139 | 25.0 | 1770.0 | 41.4 | 1.10 |
| 140 | 26.3 | 1771.3 | 39.3 | 1.14 |
| 141 | 27.5 | 1770.0 | 44.1 | 1.19 |
| 142 | 28.8 | 1771.3 | 42.0 | 1.16 |
| 143 | 30.0 | 1770.0 | 43.8 | 1.18 |
| 144 | 31.3 | 1771.3 | 38.2 | 1.15 |
| 145 | 32.5 | 1770.0 | 36.8 | 1.13 |
| 146 | 33.8 | 1771.3 | 41.1 | 1.25 |
| 147 | 35.0 | 1770.0 | 39.8 | 1.25 |
| 148 | 10.0 | 1772.5 | 47.9 | 1.79 |
| 149 | 11.3 | 1773.8 | 49.3 | 1.59 |
| 150 | 12.5 | 1772.5 | 46.2 | 1.96 |
| 151 | 13.8 | 1773.8 | 49.7 | 1.24 |
| 152 | 15.0 | 1772.5 | 48.8 | 1.19 |
| 153 | 16.3 | 1773.8 | 47.8 | 1.35 |
| 154 | 17.5 | 1772.5 | 49.3 | 1.11 |
| 155 | 18.8 | 1773.8 | 48.2 | 1.12 |
| 156 | 20.0 | 1772.5 | 50.0 | 1.12 |
| 157 | 21.3 | 1773.8 | 51.2 | 1.10 |
| 158 | 22.5 | 1772.5 | 49.9 | 1.09 |
| 159 | 23.8 | 1773.8 | 45.1 | 1.10 |



| | | | | |
|-----|------|--------|------|------|
| 160 | 25.0 | 1772.5 | 43.8 | 1.09 |
| 161 | 26.3 | 1773.8 | 41.6 | 1.12 |
| 162 | 27.5 | 1772.5 | 46.5 | 1.18 |
| 163 | 28.8 | 1773.8 | 44.3 | 1.15 |
| 164 | 30.0 | 1772.5 | 39.7 | 1.16 |
| 165 | 31.3 | 1773.8 | 40.4 | 1.11 |
| 166 | 32.5 | 1772.5 | 39.1 | 1.10 |
| 167 | 33.8 | 1773.8 | 38.4 | 1.14 |
| 168 | 35.0 | 1772.5 | 40.4 | 1.16 |
| 169 | 10.0 | 1775.0 | 48.4 | 1.77 |
| 170 | 11.3 | 1776.3 | 49.6 | 1.72 |
| 171 | 12.5 | 1775.0 | 48.5 | 1.69 |
| 172 | 13.8 | 1776.3 | 49.8 | 1.39 |
| 173 | 15.0 | 1775.0 | 48.8 | 1.35 |
| 174 | 16.3 | 1776.3 | 52.6 | 1.08 |
| 175 | 17.5 | 1775.0 | 51.7 | 1.10 |
| 176 | 18.8 | 1776.3 | 50.5 | 1.11 |
| 177 | 20.0 | 1775.0 | 52.3 | 1.09 |
| 178 | 21.3 | 1776.3 | 53.7 | 1.10 |
| 179 | 22.5 | 1775.0 | 52.4 | 1.10 |
| 180 | 23.8 | 1776.3 | 47.5 | 1.08 |
| 181 | 25.0 | 1775.0 | 46.1 | 1.07 |
| 182 | 26.3 | 1776.3 | 47.1 | 1.05 |
| 183 | 27.5 | 1775.0 | 48.9 | 1.17 |
| 184 | 28.8 | 1776.3 | 46.3 | 1.13 |
| 185 | 30.0 | 1775.0 | 41.7 | 1.13 |
| 186 | 31.3 | 1776.3 | 47.2 | 1.16 |
| 187 | 32.5 | 1775.0 | 39.7 | 1.13 |
| 188 | 33.8 | 1776.3 | 45.0 | 1.17 |
| 189 | 35.0 | 1775.0 | 43.8 | 1.17 |
| 190 | 10.0 | 1777.5 | 52.8 | 1.48 |
| 191 | 11.3 | 1778.8 | 54.1 | 1.14 |
| 192 | 12.5 | 1777.5 | 53.1 | 1.11 |
| 193 | 13.8 | 1778.8 | 52.2 | 1.25 |
| 194 | 15.0 | 1777.5 | 51.1 | 1.24 |
| 195 | 16.3 | 1778.8 | 54.9 | 1.07 |
| 196 | 17.5 | 1777.5 | 51.4 | 1.10 |
| 197 | 18.8 | 1778.8 | 55.5 | 1.08 |
| 198 | 20.0 | 1777.5 | 54.6 | 1.09 |
| 199 | 21.3 | 1778.8 | 50.3 | 1.10 |
| 200 | 22.5 | 1777.5 | 48.9 | 1.09 |
| 201 | 23.8 | 1778.8 | 49.9 | 1.08 |
| 202 | 25.0 | 1777.5 | 48.5 | 1.07 |
| 203 | 26.3 | 1778.8 | 48.8 | 1.01 |
| 204 | 27.5 | 1777.5 | 47.5 | 1.12 |
| 205 | 28.8 | 1778.8 | 49.7 | 1.04 |
| 206 | 30.0 | 1777.5 | 48.4 | 1.03 |
| 207 | 31.3 | 1778.8 | 50.3 | 1.09 |
| 208 | 32.5 | 1777.5 | 40.3 | 1.11 |
| 209 | 33.8 | 1778.8 | 45.2 | 1.06 |
| 210 | 35.0 | 1777.5 | 43.9 | 1.06 |
| 211 | 10.0 | 1780.0 | 55.2 | 1.17 |
| 212 | 12.5 | 1780.0 | 55.5 | 1.08 |



| | | | | |
|-----|------|--------|------|------|
| 213 | 15.0 | 1780.0 | 51.1 | 1.18 |
| 214 | 17.5 | 1780.0 | 56.4 | 1.07 |
| 215 | 20.0 | 1780.0 | 57.0 | 1.08 |
| 216 | 22.5 | 1780.0 | 48.3 | 1.08 |
| 217 | 25.0 | 1780.0 | 53.2 | 1.13 |
| 218 | 27.5 | 1780.0 | 50.9 | 1.04 |
| 219 | 30.0 | 1780.0 | 51.5 | 1.06 |
| 220 | 32.5 | 1780.0 | 46.4 | 1.07 |
| 221 | 35.0 | 1780.0 | 44.1 | 1.12 |

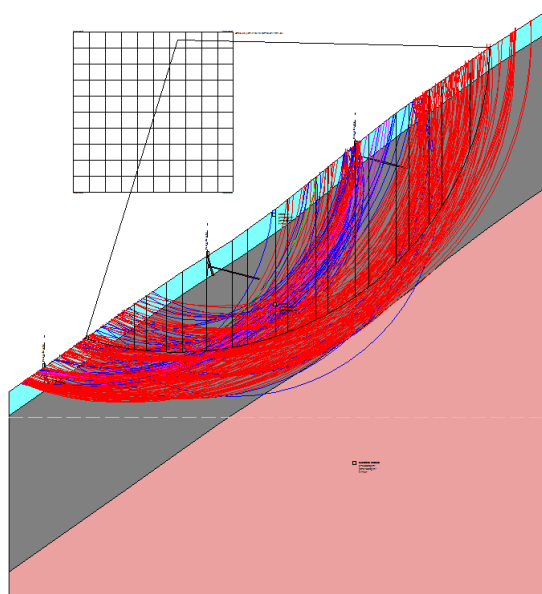


FIGURA 6-4 SUPERFICI CALCOLATE

7 CONCLUSIONI

Successivamente si riporta il quadro riepilogativo delle analisi di stabilità condotte e di fattori di sicurezza calcolati mediante i differenti metodi (Bishop, Jambu) in condizioni sismiche.

| ANALISI | METODO | Fs Min |
|---------------|--------|--------|
| BACK ANALYSIS | Bishop | 1.27 |
| A2+M1+R2 | Jambu | 1.26 |
| PROGETTO | Bishop | 1.02 |
| A2+M2+R2 | Jambu | 1.01 |

TABELLA 7-1 RIEPILOGO DELLE ANALISI CONDOTTE