

**COMUNE DI LAIGUEGLIA**  
- PROVINCIA DI SAVONA -

**PERMESSO DI COSTRUIRE CONVENZIONATO PER LA  
REALIZZAZIONE DI N. 3 EDIFICI RESIDENZIALI IN AREE  
COMPRESSE TRA STRADA VICINALE COLLE MICHERI E STRADA  
VICINALE CUNI**

**RELAZIONE GEOTECNICA RIFERITA ALL'ANALISI  
DI STABILITÀ GLOBALE DEL VERSANTE**

**RELAZIONE ILLUSTRATIVA ED ALLEGATI**

**Committente:**

La Quiete S.a.s.

Savona, aprile 2019

---

# Relazione geotecnica riferita all'analisi di stabilità globale del versante

## 1. PREMESSA.

La società LA QUIETE S.a.s., proprietaria di un terreno inserito nell'area di Piano Particolareggiato di Iniziativa Privata in zona C2 di P.R.G. nel Comune di Laigueglia, intende realizzare 3 edifici residenziali nell'area comprese tra la strada vicinale Colle Micheri e la strada vicinale Cuni, in comune di Laigueglia.

La richiesta viene presentata dopo aver effettuato da parte dei richiedenti alcune opere di consolidamento che hanno risolto le condizioni di pericolosità del sito, attestate dai risultati di un monitoraggio topografico e strutturale condotti per la durata di anni 4 e che hanno portato alla ripermimetrazione dell'area da PG4, area con dissesto molto elevato, a PG3b, area a dissesto elevato, come sancito dal conseguente parere n°4/2013 dell'Autorità di Bacino Regionale - Comitato Tecnico Di Bacino espresso nella seduta del 17/01/2013.

Ciò non di meno, l'area ricade in terreno sottoposto a vincolo idrogeologico; inoltre, in virtù di quanto sopra esposto, con riferimento al Piano di Bacino del T. La Liggia, Piano Stralcio per la tutela del rischio idrogeologico di cui all'art. 1, comma 1 del D.L. 11/06/1998 n°180, convertito in legge 03/08/1998 n°267 e s.m. e i., e più in particolare alla Carta della suscettività al dissesto del suddetto piano, il terreno in esame ricade all'interno di un'area classificata a suscettività ELEVATA, di tipo PG3b.

La normativa di Piano, per tali aree, precisa che *“non sono consentiti interventi di nuova edificazione ed esecuzione di opere ed infrastrutture fatti salvi gli interventi corredatai da indagini di maggior dettaglio”*.

*Le indagini di maggior dettaglio, sulla base delle specifiche caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geotecniche delle aree considerate, sono dirette a verificare che:*

*in coerenza con la metodologia di classificazione sviluppata nel piano, tali aree presentino caratteristiche fisiche tali da confermare il relativo inquadramento nella classe di suscettività al dissesto elevata;*

*tali aree presentino, peraltro, un livello di pericolosità più contenuto rispetto all'entità dei parametri geologici geomorfologici geotecnici e alla propensione al movimento gravitativo proprio delle frane quiescenti, tale da consentire anche interventi di nuova edificazione.*

*Le indagini verificano che:*

*a) l'attuazione degli interventi consentiti non aggravi il grado di suscettività al dissesto dell'area ma permetta il miglioramento delle condizioni di stabilità dell'areale interessato, attraverso le opportune e le possibili opere volte a modificare i fattori geomorfologici e geotecnici, determinanti il relativo grado di suscettività al dissesto;*

*b) le condizioni di suscettività del territorio a contorno dell'area di intervento non interferiscano negativamente sull'intervento stesso;*

*c) gli interventi prevedano ogni accorgimento tecnico-costruttivo necessario ad assicurare la tutela della pubblica incolumità e il non aumento del rischio.”*

Si fa particolare riferimento alle richieste emerse in sede di esame da parte degli enti autorizzativi:

Caratterizzazione e modellazione geotecnica del sito di intervento e del significativo intorno in cui lo stesso è inserito da sviluppare in conformità con le modalità di indagine previste dalla vigente normativa tecnica e dai regolamenti edilizi comunali, in funzione del tipo di opera e di intervento, e da esporre in una relazione geotecnica esaurientemente commentata con particolare riferimento alle problematiche di stabilità di versante legate all'intervento allo stato attuale - stato di progetto e stato di raffronto;

Analisi di stabilità globale dei versanti in condizioni attuali e di progetto relativa alle sezioni A-A, C-C ed E-E.

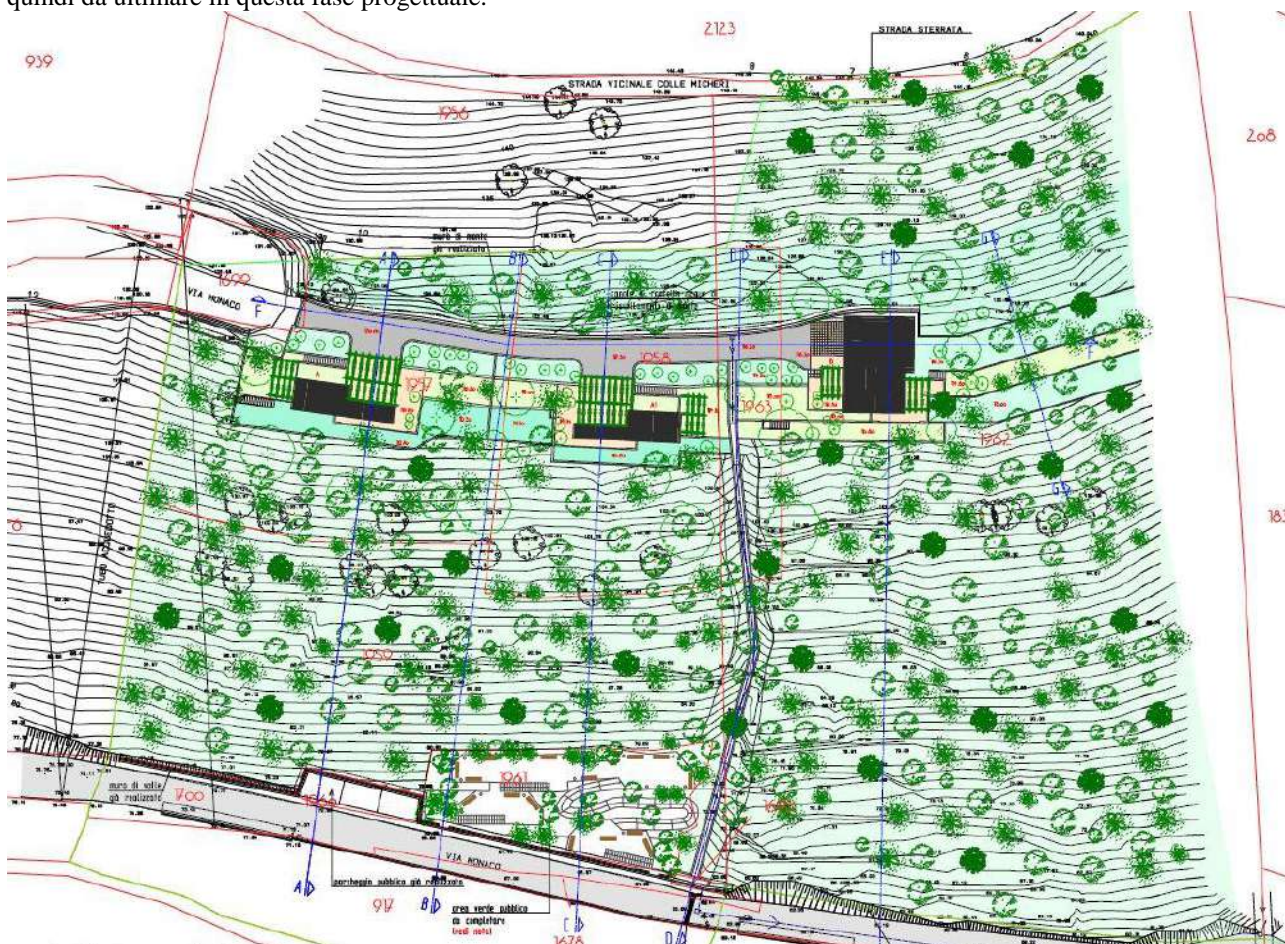
La presente relazione geotecnica risponde alle suddette richieste riferendosi, per il modello geologico di riferimento, la caratterizzazione geotecnica e la stima della pericolosità sismica di base, alle risultanze delle indagini geologiche eseguite dal sottoscritto e contenute nella Relazione geologica e negli elaborati grafici (Relazione geologica 20 dicembre 2018).

Si riporta di seguito quanto complessivamente emerso.

## 2. CARATTERISTICHE SPECIFICHE DEGLI INTERVENTI E DEL CONTESTO IN CUI SI COLLOCANO.

Con riferimento agli elaborati tecnici presentati a firma dell'Ing. Paolo Bagnasco e alla già citata indagine geologica, si è in questa sede verificata la situazione con riferimento alla stabilità globale del versante nella sua condizione attuale e in quella derivante dalla realizzazione degli interventi.

Come dettagliatamente descritto negli elaborati grafici e nella relazione allegata all'istanza di autorizzazione redatta dall'Ing. P. Bagnasco ed alla quale si fa in questa sede riferimento, le opere in progetto sono costituite dalla costruzione di n. 3 edifici a destinazione residenziale, con sviluppo del tipo "a seggiola", posizionati nella parte alta del terreno direttamente raggiungibile da Via Monaco attraverso la strada già impostata durante i lavori di messa in sicurezza e quindi da ultimare in questa fase progettuale.



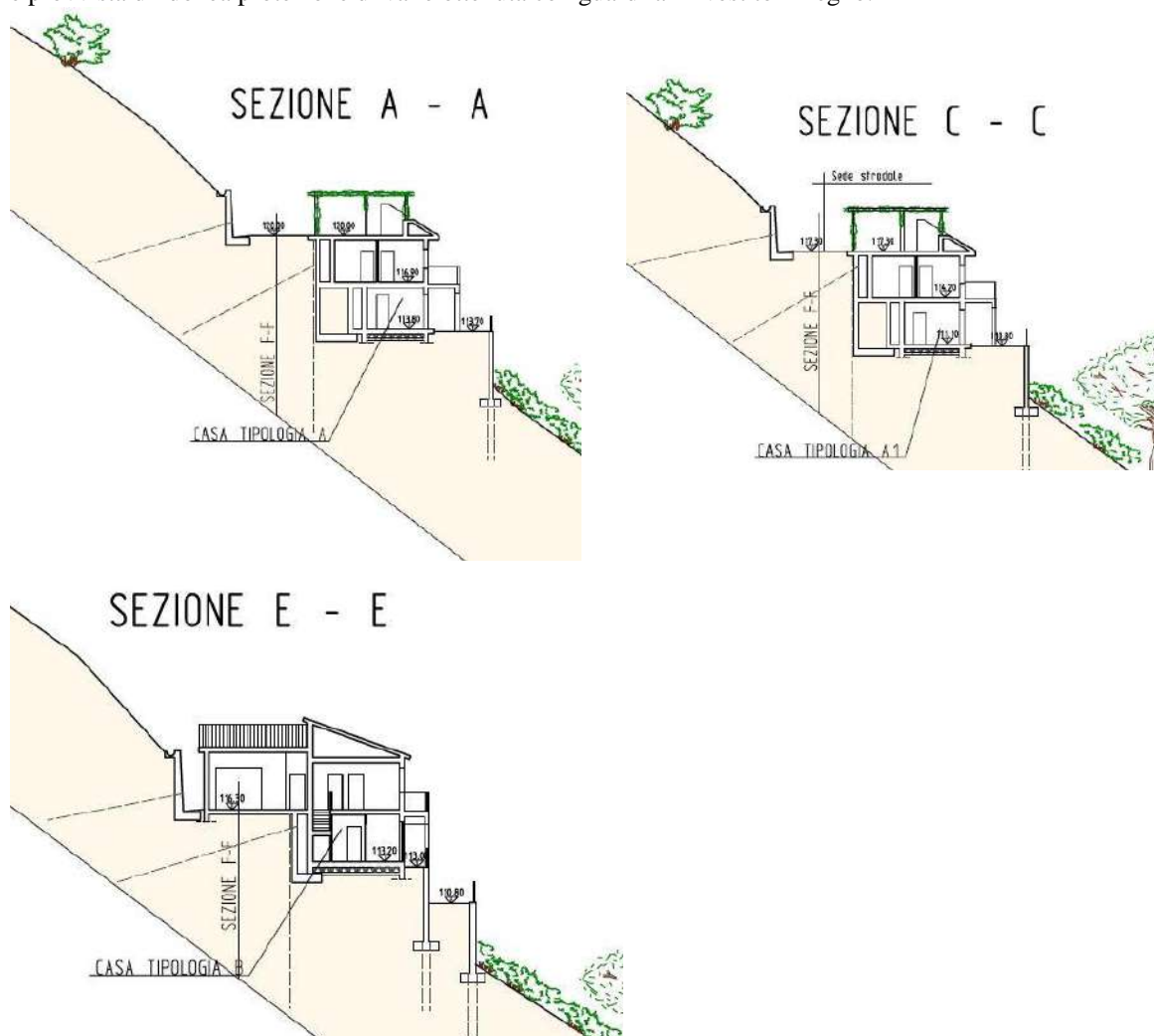
I fabbricati tipo A e A1 sono molto simili: si sviluppano su due livelli con ampio terrazzo nel piano primo; l'edificio A presenta terrazzamenti nel fronte sud e nel restante piano terra, l'edificio A1 terrazzamenti nel fronte nord e nel restante piano terra. Per entrambi la "copertura" sarà in parte ad una falda e la restante piana, destinata ad ospitare il parcheggio privato essendo quest'ultimo complanare con la strada privata retrostante.

Il fabbricato tipo B si sviluppa su due livelli; il piano primo presenta nella parte verso monte, un locale destinato a box pertinenziale. La copertura della parte abitativa è in parte a falda e in parte piana, mentre la copertura del box è a due falde disposte ortogonalmente alla falda della parte abitativa.

I terrazzamenti saranno ottenuti con muri di sostegno in cemento armato opportunamente fondati e ove necessario tirantati ma rivestiti in pietra locale a spacco.

La sistemazione dell'area esterna privata comprenderà la strada di penetrazione e le aree terrazzate in corrispondenza degli edifici, mentre la restante area a verde non verrà modificata.

La strada di penetrazione avrà, larghezza massima pari a 3,20 m. e sarà ultimata con cubetti di porfido su letto di sabbia e sottostante materiale arido (tout-venant). La strada sarà dotata di idonea cunetta per la raccolta delle acque superficiali e provvista di idonea protezione di valle ottenuta con guard rail rivestito in legno.



Come si osserva anche dalle sezioni, l'intervento non prevede l'apertura di fronti di scavo senza la preventiva realizzazione di opere di contenimento costituite nella fattispecie da una berlinese intirantata. Anche i muri a valle, in ragione della acclività del terreno e a rafforzare i criteri di sicurezza utilizzati in progettazione, finalizzati a garantire la stabilità del versante e delle opere che verranno realizzate, saranno dotati di fondazioni su pali.

### 3. MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO.

Il modello geologico di riferimento, ben definito nella relazione geologica, fornisce il seguente schema stratigrafico:  
 un primo livello, di spessore dell'ordine di 1.0 m, costituito dalle coltri sciolte di copertura a granulometria medio-grossolana con abbondante matrice fine, limoso argillosa;  
 un secondo livello, di spessore 2.0-2.5 m, rappresentato dal substrato roccioso alterato e fratturato  
 un terzo livello, costituito dal substrato roccioso a basso grado di alterazione, seppure ancora discretamente fratturato.

Sono state ricostruite tre sezioni geologiche interpretative A-A, C-C e E-E in scala 1:200, scelte sia in funzione della rappresentatività delle condizioni della porzione di versante in esame, sia per le caratteristiche dell'intervento ivi previsto.

Per quanto concerne la falda idrica, come già esposto in precedenza, se ne esclude la presenza, ma una modestissima circolazione idrica può essere presente nei livelli più esterni del substrato roccioso solo in occasione ed a seguito di precipitazioni meteoriche particolarmente consistenti.



#### 4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.

Sulla base delle indagini geologiche si sono identificati i parametri geotecnici medi dei diversi livelli stratigrafici.

##### Coltri eluviali, livello sciolto di copertura

Sulla base delle risultanze delle indagini, escludendo il livello di terreno vegetale, peraltro di spessore estremamente limitato, ai terreni interessati dalle opere in progetto sono caratterizzati dai seguenti valori medi dei principali parametri geotecnici:

Peso di volume naturale/saturo: 19.0 kN/mc

Angolo di attrito: 30°

Coesione drenata: 10 kPa

##### Cappellaccio di alterazione dell'ammasso roccioso

Peso di volume naturale/saturo :26.0 kN/m<sup>3</sup>

Coesione: 150 kPa

Angolo di attrito: 35°

##### Ammasso roccioso a basso grado di alterazione, fratturato

Peso di volume naturale/saturo :26.0 kN/m<sup>3</sup>

Coesione: 230 kPa

Angolo di attrito: 41°

Inoltre ai materiali di riporto, costituiti dai materiali provenienti dagli scavi, costituiti nella fattispecie dalle coperture detritiche e dal substrato roccioso alterato o marcatamente alterato, possono essere cautelativamente attribuiti i seguenti valori:

Peso di volume naturale/saturo :20.0 kN/m<sup>3</sup>

Coesione drenata: 20 kPa

Angolo di attrito: 32°

#### 5. SISMICITÀ DELL'AREA E CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

La stima della pericolosità sismica di base dell'area è così definita:

Sito in esame.

Coordinate WGS84: Lat 43.971902 Lng 8.156249

Coordinate ED50: Lat 43.972882 Lng 8.157304

Categoria sottosuolo: A Categoria topografica: T2

Classe: 2 Vita nominale: 50

Coefficiente d'uso: 1 Periodo di riferimento: 50 anni

Le coordinate dei siti di riferimento del Ministero e la distanza del sito dai nodi della maglia sono i seguenti:

Sito 1ID: 18682Lat: 43,9635Lon: 8,1398Distanza: 1744,248

Sito 2ID: 18683Lat: 43,9666Lon: 8,2092Distanza: 4209,084

Sito 3ID: 18461Lat: 44,0165Lon: 8,2048Distanza: 6162,473

Sito 4ID: 18460Lat: 44,0134Lon: 8,1355Distanza: 4832,115

I coefficienti sismici che appaiono nella tabella sono quelli da adottare nelle verifiche geotecniche.

##### Stati limite

| Stato Limite                                 | Tr [anni] | a <sub>g</sub> [g] | F <sub>o</sub> | T <sub>c</sub> * [s] |
|--|-----------|--------------------|----------------|----------------------|
| Operatività (SLO)                            | 30        | 0.025              | 2.500          | 0.181                |
| Danno (SLD)                                  | 50        | 0.036              | 2.572          | 0.205                |
| Salvaguardia vita (SLV)                      | 475       | 0.139              | 2.421          | 0.284                |
| Prevenzione collasso (SLC)                   | 975       | 0.189              | 2.458          | 0.298                |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: | 50        |                    |                |                      |

Tr = tempo di ritorno

a<sub>g</sub> = accelerazione orizzontale massima al sito

F<sub>o</sub> = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

T<sub>c</sub>\* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

## Coefficienti sismici

|                                 | SLO  | SLD  | SLV  | SLC  |
|---------------------------------|------|------|------|------|
| SS Amplificazione stratigrafica | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| CC Coeff. funz. categoria       | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| ST Amplificazione topografica   | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 |

Ss = coefficiente di amplificazione stratigrafica

Cc = Coefficiente funzione della categoria di sottosuolo

St = coefficiente di amplificazione topografica

| Coefficienti             | SLO   | SLD   | SLV   | SLC   |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
| kh                       | 0.006 | 0.009 | 0.045 | 0.061 |
| kv                       | 0.003 | 0.004 | 0.023 | 0.031 |
| Amax [m/s <sup>2</sup> ] | 0.294 | 0.421 | 1.635 | 2.227 |
| Beta                     | 0.200 | 0.200 | 0.270 | 0.270 |

Kh = coefficiente sismico orizzontale

Kv = coefficiente sismico verticale

Amax = accelerazione massima

Beta = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

## 6. ANALISI DI STABILITÀ

### 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 ( $\phi$ ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.

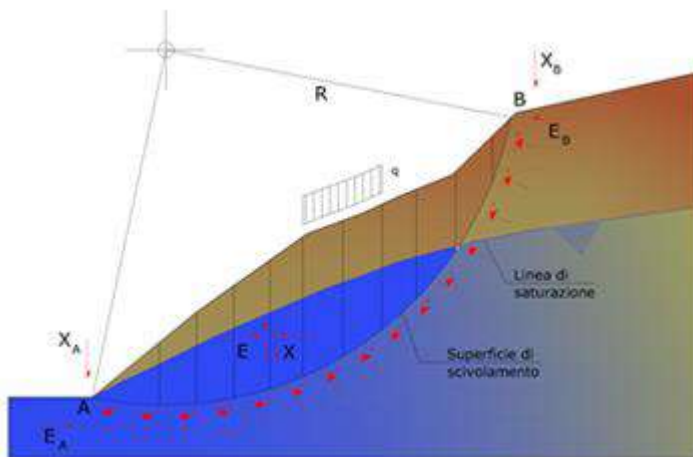
(b) In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

### Metodo equilibrio limite (LEM)

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

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

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



### Metodo dei concii

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di concii. Se il numero dei concii 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 concii;
- $(n-1)$  forze tangenziali  $X_i$  agenti sull'interfaccia dei concii;
- $n$  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.

### Metodo di SARMA (1973)

Il metodo di **Sarma** è un semplice, ma accurato metodo per l'analisi di stabilità dei pendii, che permette di determinare l'accelerazione sismica orizzontale richiesta affinché l'ammasso di terreno, delimitato dalla superficie di scivolamento e dal profilo topografico, raggiunga lo stato di equilibrio limite (accelerazione critica  $K_c$ ) e, nello stesso tempo, consente di ricavare l'usuale fattore di sicurezza ottenuto come per gli altri metodi più comuni della geotecnica.

Si tratta di un metodo basato sul principio dell'equilibrio limite e delle strisce, pertanto viene considerato l'equilibrio di una potenziale massa di terreno in scivolamento suddivisa in  $n$  strisce verticali di spessore sufficientemente piccolo da ritenere ammissibile l'assunzione che lo sforzo normale  $N_i$  agisca nel punto medio della base della striscia.

Le equazioni da prendere in considerazione sono:

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

Condizioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale:

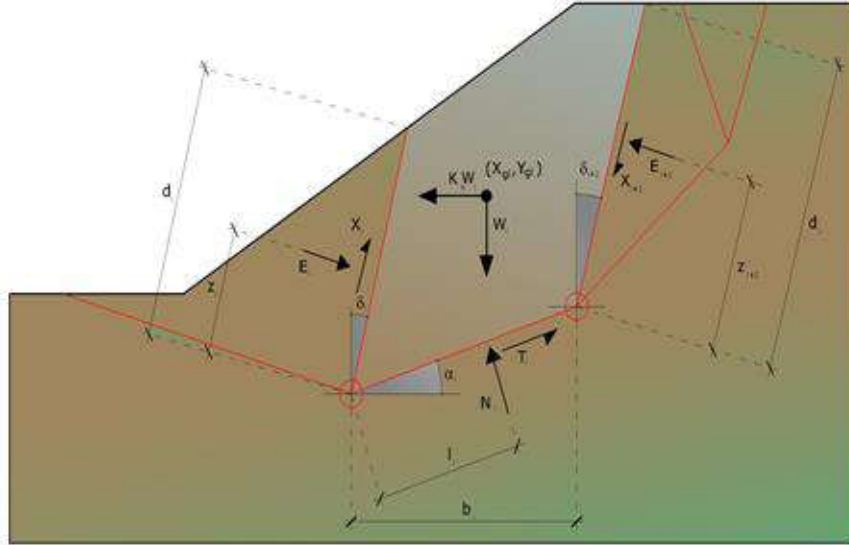
$$N_i \cos \alpha_j + T_j \sin \alpha_j = W_j - \Delta X_j$$

$$T_j \cos \alpha_j - N_j \sin \alpha_j = KW_j + \Delta E_j$$

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

$$\begin{aligned}\Sigma \Delta E_i &= 0 \\ \Sigma \Delta X_i &= 0\end{aligned}$$

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



Azioni sull' $i$ -esimo concio, metodo di Sarma

$$* \sum \Delta X_i \cdot \operatorname{tg}(\psi'_i - \alpha_i) + \sum \Delta E_i = \sum \Delta_i - K \cdot \sum W_i$$

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

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

Si ha pertanto:

$K = K_c$  accelerazione critica se  $F = 1$

$F = F_s$  fattore di sicurezza in condizioni statiche se  $K = 0$

La seconda parte del problema del Metodo di Sarma è quella di trovare una distribuzione di forze interne  $X_i$  ed  $E_i$  tale da verificare l'equilibrio del concio e quello globale dell'intero ammasso, senza violazione del criterio di rottura.

È stato trovato che una soluzione accettabile del problema si può ottenere assumendo la seguente distribuzione per le forze  $X_i$ :

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

dove  $Q_i$  è una funzione nota, in cui vengono presi in considerazione i parametri geotecnici medi sulla  $i$ -esima faccia del concio  $i$ , e  $\lambda$  rappresenta un'incognita.

La soluzione completa del problema si ottiene pertanto, dopo alcune iterazioni, con i valori di  $K_c$ ,  $\lambda$  e  $F$ , che permettono di ottenere anche la distribuzione delle forze di interstriscia.

#### Valutazione dell'azione sismica

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



---

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

$$F_H = K_o \cdot W$$

$$F_V = K_v \cdot W$$

Essendo:

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

W: peso concio

$K_o$ : Coefficiente sismico orizzontale

$K_v$ : Coefficiente sismico verticale.

### Calcolo coefficienti sismici

Le **NTC 2018** calcolano i coefficienti  $K_o$  e  $K_v$  in dipendenza di vari fattori:

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

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

Con

$\beta_s$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$a_{\max}$  accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

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

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

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

$S_T$  (effetto di amplificazione topografica).

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

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

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

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

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

### 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 esaminare 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.

Si è pertanto proceduto all'analisi di stabilità globale del versante:

- nelle sue condizioni di stato attuale;
- a seguito della realizzazione degli interventi in progetto.

Come già descritto in precedenza, non aprendosi fronti di scavo senza opere di contenimento, non è stato necessario verificare tale condizione.

---

Il dimensionamento delle opere di contenimento (berlinese intirantata e muri di sostegno) sono stati analizzati nelle relazioni geotecniche a firma dell'Ing. Paolo Bagnasco, che accompagnano il progetto esecutivo delle strutture.

Nelle analisi di stabilità globale del versante ci si è riferiti alle sezioni A-A, B-B e C-C di stato attuale e di progetto, ricercando piani di scivolamento che interessassero le coltri sciolte, il cappellaccio di alterazione del substrato roccioso ed il substrato roccioso stesso, ipotizzando superfici via via più profonde a partire dalla superficie.

Analogamente, si sono ricercate superfici che, in funzione dell'analisi di stabilità globale, verificassero l'ampia porzione di versante interessata dall'intervento, coinvolgendo in particolare la porzione di versante posta a monte dell'intervento e quella in corrispondenza dello stesso.

A favore della sicurezza, si è ipotizzata la presenza della falda con livello freaticometrico posto a 0,50 m dal p.c. e a 0,10 m in corrispondenza della strada di penetrazione, in virtù dell'intercettazione della stessa al piede del muro.

Nelle condizioni di stato di progetto, è stato inoltre considerato il sovraccarico sul terreno dovuto alla presenza degli edifici, calcolato sulla base delle indicazioni dell'Ing. Bagnasco in 100 kN a metro lineare.

## **6.1 SEZIONE A-A**

### **6.1.1 Verifica di stabilità globale del versante nelle condizioni di stato attuale**

#### **Analisi di stabilità dei pendii con: SARMA (1973)**

=====

|   |                    |
|---|--------------------|
| Lat./Long.  | 43,971795/8,156314 |
| Calcolo eseguito secondo                          | NTC 2018           |
| Numero di strati                                  | 3,0                |
| Numero dei conci                                  | 10,0               |
| Grado di sicurezza ritenuto accettabile           | 1,1                |
| Coefficiente parziale resistenza                  | 1,0                |
| Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: | Picco              |
| Analisi   | Condizione drenata |
| Superficie di forma circolare                     |                    |

=====

#### **Maglia dei Centri**

=====

|  |        |   |
|--|--------|---|
| Ascissa vertice sinistro inferiore xi  | -15,83 | m |
| Ordinata vertice sinistro inferiore yi | 54,34  | m |
| Ascissa vertice destro superiore xs    | 33,96  | m |
| Ordinata vertice destro superiore ys   | 87,72  | m |
| Passo di ricerca                       | 10,0   |   |
| Numero di celle lungo x                | 10,0   |   |
| Numero di celle lungo y                | 10,0   |   |

=====

#### **Coefficienti sismici [N.T.C.]**

##### **Dati generali**

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie  
Classe d'uso: Classe II  
Vita nominale: 50,0 [anni]  
Vita di riferimento: 50,0 [anni]

##### **Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo: A  
Categoria topografica: T2

| S.L.<br>Stato limite | TR<br>Tempo ritorno<br>[anni] | ag<br>[m/s <sup>2</sup> ] | F0<br>[-] | TC*<br>[sec] |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------|--------------|
| S.L.O.               | 30,0                          | 0,25                      | 2,5       | 0,18         |
| S.L.D.               | 50,0                          | 0,35                      | 2,57      | 0,21         |
| S.L.V.               | 475,0                         | 1,36                      | 2,42      | 0,28         |
| S.L.C.               | 975,0                         | 1,85                      | 2,46      | 0,3          |

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

| S.L.<br>Stato limite | amax<br>[m/s <sup>2</sup> ] | beta<br>[-] | kh<br>[-] | kv<br>[sec] |
|----------------------|-----------------------------|-------------|-----------|-------------|
| S.L.O.               | 0,3                         | 0,2         | 0,0061    | 0,0031      |
| S.L.D.               | 0,42                        | 0,2         | 0,0086    | 0,0043      |
| S.L.V.               | 1,632                       | 0,27        | 0,0449    | 0,0225      |
| S.L.C.               | 2,22                        | 0,27        | 0,0611    | 0,0306      |

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0449

Coefficiente azione sismica verticale 0,0225

#### Vertici profilo

| Nr | X<br>(m) | y<br>(m) |
|----|----------|----------|
| 1  | 10,0     | 10,6     |
| 2  | 16,2     | 15,4     |
| 3  | 29,4     | 25,0     |
| 4  | 37,2     | 31,3     |
| 5  | 39,4     | 31,4     |
| 6  | 42,0     | 31,4     |
| 7  | 42,0     | 33,2     |
| 8  | 42,0     | 34,0     |
| 9  | 46,4     | 38,2     |
| 10 | 52,0     | 42,6     |
| 11 | 67,6     | 52,8     |
| 12 | 73,0     | 56,0     |
| 13 | 74,0     | 56,1     |
| 14 | 76,4     | 56,2     |
| 15 | 78,0     | 57,8     |

#### Falda

| Nr. | X<br>(m) | y<br>(m) |
|-----|----------|----------|
| 1   | 10,0     | 10,0     |
| 2   | 29,4     | 24,5     |
| 3   | 42,0     | 31,0     |
| 4   | 46,4     | 37,5     |
| 5   | 52,0     | 42,0     |
| 6   | 67,6     | 52,0     |
| 7   | 73,0     | 54,0     |
| 8   | 76,4     | 55,8     |
| 9   | 78,0     | 57,0     |

#### Vertici strato .....1

| N | X<br>(m) | y<br>(m) |
|---|----------|----------|
| 1 | 10,0     | 8,2      |
| 2 | 22,6     | 18,0     |
| 3 | 30,0     | 24,2     |
| 4 | 34,6     | 28,2     |
| 5 | 39,4     | 31,4     |

|    |      |      |
|----|------|------|
| 6  | 42,0 | 31,4 |
| 7  | 42,0 | 33,2 |
| 8  | 50,0 | 40,0 |
| 9  | 58,0 | 45,2 |
| 10 | 74,0 | 56,1 |
| 11 | 76,4 | 56,2 |
| 12 | 78,0 | 57,8 |

#### Vertici strato .....2

| N | X<br>(m) | y<br>(m) |
|---|----------|----------|
| 1 | 10,0     | 5,6      |
| 2 | 18,6     | 12,0     |
| 3 | 34,4     | 24,8     |
| 4 | 47,2     | 34,2     |
| 5 | 58,0     | 43,0     |
| 6 | 78,0     | 56,8     |

#### Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili 1,0 1,0  
Favorevoli: Permanenti, variabili 1,0 1,0

#### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1,25  
Coesione efficace 1,25  
Coesione non drenata 1,4  
Riduzione parametri geotecnici terreno Si

#### Stratigrafia

| Strato | Coesione<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | Coesione non<br>drenata<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | Angolo<br>resistenza al<br>taglio<br>(°) | Peso unità di<br>volume<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | Peso saturo<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | Litologia |  |
|--------|----------------------------------|---|--|---|-------------------------------------|-----------|--|
| 1      | 10                               |   | 30,00                                    | 19  | 19                                  |           |  |
| 2      | 150                              |   | 35                                       | 26  | 26                                  |           |  |
| 3      | 230                              |   | 41                                       | 26  | 26                                  |           |  |

#### Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

**Fs minimo individuato 1,42**  
Ascissa centro superficie 1,59 m  
Ordinata centro superficie 59,35 m  
Raggio superficie 45,14 m

#### Numero di superfici esaminate....(156)

| N° | Xo   | Yo   | Ro   | Fs   |
|----|------|------|------|------|
| 1  | 1,6  | 56,0 | 41,9 | 3,06 |
| 2  | 4,1  | 54,3 | 39,8 | 4,78 |
| 3  | 6,6  | 56,0 | 41,3 | 4,18 |
| 4  | 11,6 | 56,0 | 41,1 | 3,68 |
| 5  | 14,0 | 54,3 | 39,6 | 3,47 |
| 6  | 16,5 | 56,0 | 32,8 | 2,31 |
| 7  | 19,0 | 54,3 | 35,8 | 3,73 |
| 8  | 21,5 | 56,0 | 42,4 | 2,68 |

---

|    |      |      |      |      |
|----|------|------|------|------|
| 9  | 24,0 | 54,3 | 41,4 | 2,77 |
| 10 | 26,5 | 56,0 | 43,7 | 2,66 |
| 11 | 29,0 | 54,3 | 42,9 | 2,66 |
| 12 | 31,5 | 56,0 | 24,1 | 1,59 |
| 13 | 34,0 | 54,3 | 39,8 | 2,73 |
| 14 | 1,6  | 59,3 | 45,1 | 1,42 |
| 15 | 4,1  | 57,7 | 43,2 | 4,81 |
| 16 | 9,1  | 57,7 | 38,5 | 3,51 |
| 17 | 11,6 | 59,3 | 40,2 | 5,10 |
| 18 | 14,0 | 57,7 | 38,6 | 4,47 |
| 19 | 16,5 | 59,3 | 44,8 | 2,99 |
| 20 | 19,0 | 57,7 | 43,5 | 2,81 |
| 21 | 21,5 | 59,3 | 45,6 | 2,61 |
| 22 | 24,0 | 57,7 | 40,0 | 2,93 |
| 23 | 26,5 | 59,3 | 42,2 | 2,81 |
| 24 | 29,0 | 57,7 | 44,5 | 2,68 |
| 25 | 31,5 | 59,3 | 38,2 | 2,96 |
| 26 | 34,0 | 57,7 | 23,6 | 1,97 |
| 27 | -0,9 | 61,0 | 47,2 | 4,33 |
| 28 | 1,6  | 62,7 | 48,4 | 4,66 |
| 29 | 9,1  | 61,0 | 46,1 | 3,97 |
| 30 | 11,6 | 62,7 | 47,8 | 3,44 |
| 31 | 14,0 | 61,0 | 46,3 | 3,23 |
| 32 | 16,5 | 62,7 | 48,1 | 2,85 |
| 33 | 19,0 | 61,0 | 46,8 | 2,71 |
| 34 | 21,5 | 62,7 | 44,4 | 3,01 |
| 35 | 24,0 | 61,0 | 47,8 | 2,61 |
| 36 | 26,5 | 62,7 | 43,1 | 2,94 |
| 37 | 29,0 | 61,0 | 44,9 | 2,64 |
| 38 | 31,5 | 62,7 | 42,9 | 2,72 |
| 39 | 34,0 | 61,0 | 40,4 | 2,78 |
| 40 | -3,4 | 66,0 | 52,6 | 6,61 |
| 41 | -0,9 | 64,4 | 50,5 | 1,58 |
| 42 | 6,6  | 66,0 | 47,0 | 1,91 |
| 43 | 9,1  | 64,4 | 49,5 | 3,75 |
| 44 | 11,6 | 66,0 | 46,9 | 4,63 |
| 45 | 14,0 | 64,4 | 41,0 | 2,81 |
| 46 | 16,5 | 66,0 | 51,5 | 2,75 |
| 47 | 19,0 | 64,4 | 45,7 | 3,14 |
| 48 | 21,5 | 66,0 | 52,2 | 2,60 |
| 49 | 24,0 | 64,4 | 45,6 | 2,83 |
| 50 | 26,5 | 66,0 | 48,1 | 2,69 |
| 51 | 29,0 | 64,4 | 45,5 | 2,67 |
| 52 | 31,5 | 66,0 | 31,8 | 2,01 |
| 53 | 34,0 | 64,4 | 29,2 | 1,60 |
| 54 | -3,4 | 69,4 | 55,9 | 1,68 |
| 55 | -0,9 | 67,7 | 53,8 | 5,09 |
| 56 | 1,6  | 69,4 | 55,0 | 4,13 |
| 57 | 4,1  | 67,7 | 53,1 | 4,48 |
| 58 | 6,6  | 69,4 | 50,3 | 7,76 |
| 59 | 9,1  | 67,7 | 52,8 | 3,54 |
| 60 | 11,6 | 69,4 | 54,5 | 3,15 |
| 61 | 14,0 | 67,7 | 52,9 | 2,92 |
| 62 | 16,5 | 69,4 | 54,8 | 2,66 |
| 63 | 19,0 | 67,7 | 49,0 | 3,01 |
| 64 | 21,5 | 69,4 | 40,8 | 1,55 |
| 65 | 24,0 | 67,7 | 50,8 | 2,67 |
| 66 | 26,5 | 69,4 | 44,9 | 3,22 |
| 67 | 29,0 | 67,7 | 34,4 | 2,81 |
| 68 | 31,5 | 69,4 | 44,0 | 3,13 |
| 69 | 34,0 | 67,7 | 37,3 | 3,98 |
| 70 | -3,4 | 72,7 | 59,2 | 6,47 |

---



---

|     |      |      |      |       |
|-----|------|------|------|-------|
| 71  | 1,6  | 72,7 | 58,4 | 4,51  |
| 72  | 4,1  | 71,0 | 52,1 | 2,85  |
| 73  | 6,6  | 72,7 | 57,9 | 3,53  |
| 74  | 9,1  | 71,0 | 56,2 | 3,33  |
| 75  | 11,6 | 72,7 | 57,8 | 3,00  |
| 76  | 14,0 | 71,0 | 51,9 | 3,61  |
| 77  | 16,5 | 72,7 | 58,1 | 2,57  |
| 78  | 19,0 | 71,0 | 56,1 | 2,69  |
| 79  | 21,5 | 72,7 | 54,4 | 2,69  |
| 80  | 24,0 | 71,0 | 47,6 | 3,15  |
| 81  | 26,5 | 72,7 | 49,6 | 3,05  |
| 82  | 29,0 | 71,0 | 42,8 | 3,97  |
| 83  | 31,5 | 72,7 | 44,8 | 3,40  |
| 84  | 34,0 | 71,0 | 42,0 | 3,38  |
| 85  | -8,4 | 76,0 | 63,5 | 19,99 |
| 86  | -0,9 | 74,4 | 60,4 | 4,02  |
| 87  | 1,6  | 76,0 | 61,7 | 4,29  |
| 88  | 4,1  | 74,4 | 55,5 | 7,42  |
| 89  | 6,6  | 76,0 | 61,2 | 3,26  |
| 90  | 9,1  | 74,4 | 59,5 | 3,12  |
| 91  | 11,6 | 76,0 | 52,6 | 2,31  |
| 92  | 14,0 | 74,4 | 55,3 | 3,36  |
| 93  | 16,5 | 76,0 | 55,8 | 3,29  |
| 94  | 19,0 | 74,4 | 53,1 | 3,11  |
| 95  | 21,5 | 76,0 | 55,2 | 3,01  |
| 96  | 24,0 | 74,4 | 48,3 | 3,89  |
| 97  | 26,5 | 76,0 | 50,5 | 3,38  |
| 98  | 29,0 | 74,4 | 47,6 | 3,46  |
| 99  | 31,5 | 76,0 | 41,6 | 5,41  |
| 100 | 34,0 | 74,4 | 42,9 | 3,66  |
| 101 | -8,4 | 79,4 | 66,7 | 1,84  |
| 102 | -3,4 | 79,4 | 65,7 | 4,28  |
| 103 | -0,9 | 77,7 | 63,7 | 4,33  |
| 104 | 1,6  | 79,4 | 60,7 | 2,03  |
| 105 | 4,1  | 77,7 | 58,8 | 7,91  |
| 106 | 6,6  | 79,4 | 64,6 | 3,06  |
| 107 | 9,1  | 77,7 | 62,8 | 3,08  |
| 108 | 11,6 | 79,4 | 60,2 | 3,58  |
| 109 | 14,0 | 77,7 | 58,4 | 3,23  |
| 110 | 16,5 | 79,4 | 60,9 | 2,80  |
| 111 | 19,0 | 77,7 | 58,0 | 2,96  |
| 112 | 21,5 | 79,4 | 56,2 | 3,18  |
| 113 | 24,0 | 77,7 | 49,1 | 19,99 |
| 114 | 26,5 | 79,4 | 51,5 | 3,69  |
| 115 | 29,0 | 77,7 | 48,6 | 3,66  |
| 116 | 31,5 | 79,4 | 42,6 | 2,52  |
| 117 | 34,0 | 77,7 | 39,7 | 2,87  |
| 118 | -8,4 | 82,7 | 70,0 | 7,12  |
| 119 | -3,4 | 82,7 | 69,0 | 3,48  |
| 120 | 1,6  | 82,7 | 68,3 | 3,64  |
| 121 | 4,1  | 81,0 | 66,4 | 3,36  |
| 122 | 6,6  | 82,7 | 67,9 | 2,89  |
| 123 | 9,1  | 81,0 | 66,2 | 2,93  |
| 124 | 11,6 | 82,7 | 66,6 | 2,81  |
| 125 | 14,0 | 81,0 | 59,4 | 3,85  |
| 126 | 16,5 | 82,7 | 57,5 | 4,50  |
| 127 | 19,0 | 81,0 | 54,7 | 4,55  |
| 128 | 21,5 | 82,7 | 57,3 | 3,66  |
| 129 | 24,0 | 81,0 | 54,4 | 3,61  |
| 130 | 26,5 | 82,7 | 48,3 | 2,05  |
| 131 | 29,0 | 81,0 | 45,4 | 2,25  |
| 132 | 31,5 | 82,7 | 48,3 | 5,18  |

---

|     |       |      |      |      |
|-----|-------|------|------|------|
| 133 | 34,0  | 81,0 | 45,3 | 5,30 |
| 134 | -10,9 | 84,4 | 72,2 | 1,91 |
| 135 | -8,4  | 86,1 | 73,2 | 5,90 |
| 136 | -5,9  | 84,4 | 71,1 | 4,55 |
| 137 | -3,4  | 86,1 | 72,3 | 4,25 |
| 138 | -0,9  | 84,4 | 65,9 | 2,71 |
| 139 | 1,6   | 86,1 | 71,6 | 3,44 |
| 140 | 4,1   | 84,4 | 65,4 | 4,12 |
| 141 | 6,6   | 86,1 | 71,2 | 2,98 |
| 142 | 9,1   | 84,4 | 69,4 | 2,81 |
| 143 | 11,6  | 86,1 | 67,7 | 3,05 |
| 144 | 14,0  | 84,4 | 64,8 | 3,24 |
| 145 | 16,5  | 86,1 | 63,1 | 3,44 |
| 146 | 19,0  | 84,4 | 60,2 | 3,58 |
| 147 | 21,5  | 86,1 | 54,0 | 1,78 |
| 148 | 24,0  | 84,4 | 51,1 | 1,91 |
| 149 | 29,0  | 84,4 | 51,2 | 4,84 |
| 150 | 31,5  | 86,1 | 49,7 | 5,85 |
| 151 | 34,0  | 84,4 | 46,8 | 6,06 |
| 152 | -10,9 | 87,7 | 75,4 | 6,72 |
| 153 | -0,9  | 87,7 | 73,6 | 3,77 |
| 154 | 4,1   | 87,7 | 68,8 | 3,93 |
| 155 | 9,1   | 87,7 | 70,6 | 3,00 |
| 156 | 19,0  | 87,7 | 56,8 | 1,66 |

Le verifiche qui sopra riprodotte evidenziano che il coefficiente di sicurezza minimo delle ipotetiche superfici di scivolamento risulta pari a 1,42, e si riferisce alla porzione di versante posta a valle della strada di penetrazione che si diparte dalla Via Monaco.

Le rappresentazioni grafiche delle verifiche sono allegate in calce alla presente; in particolare si sono rappresentate:  
la sezione con tutte le superfici analizzate;  
quella con coefficiente di sicurezza minimo;  
quella con coefficiente di sicurezza minimo interessante coltri scelte e cappellaccio di alterazione.

Si mette in luce che tutti i coefficienti sono ampiamente superiori a quello minimo dell'equilibrio limite e anche a quello previsto dalle normative vigenti, pertanto la condizione globale del versante è di equilibrio stabile..

#### 6.1.2 Verifica di stabilità globale del versante nelle condizioni di progetto

##### **Analisi di stabilità dei pendii con: SARMA (1973)**

|   |                    |
|---|--------------------|
| Lat./Long.  | 43,971795/8,156314 |
| Calcolo eseguito secondo                          | NTC 2018           |
| Numero di strati                                  | 4,0                |
| Numero dei conci                                  | 10,0               |
| Grado di sicurezza ritenuto accettabile           | 1,1                |
| Coefficiente parziale resistenza                  | 1,0                |
| Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: | Picco              |
| Analisi   | Condizione drenata |
| Superficie di forma circolare                     |                    |

##### **Maglia dei Centri**

|  |         |
|--|---------|
| Ascissa vertice sinistro inferiore xi  | 1,66 m  |
| Ordinata vertice sinistro inferiore yi | 55,17 m |
| Ascissa vertice destro superiore xs    | 33,09 m |
| Ordinata vertice destro superiore ys   | 75,85 m |
| Passo di ricerca                       | 10,0    |
| Numero di celle lungo x                | 10,0    |
| Numero di celle lungo y                | 10,0    |

---

---

**Coefficienti sismici [N.T.C.]**

---

---

**Dati generali**

Tipo opera: 1 - Opere provvisorie  
Classe d'uso: Classe II  
Vita nominale: 10,0 [anni]  
Vita di riferimento: 10,0 [anni]

**Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo: A  
Categoria topografica: T2

| S.L.<br>Stato limite | TR<br>Tempo ritorno<br>[anni] | ag<br>[m/s <sup>2</sup> ] | F0<br>[-] | TC*<br>[sec] |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------|--------------|
| S.L.O.               | 30,0                          | 0,25                      | 2,5       | 0,18         |
| S.L.D.               | 30,0                          | 0,35                      | 2,57      | 0,21         |
| S.L.V.               | 95,0                          | 1,36                      | 2,42      | 0,28         |
| S.L.C.               | 195,0                         | 1,85                      | 2,46      | 0,3          |

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

| S.L.<br>Stato limite | amax<br>[m/s <sup>2</sup> ] | beta<br>[-] | kh<br>[-] | kv<br>[sec] |
|----------------------|-----------------------------|-------------|-----------|-------------|
| S.L.O.               | 0,3                         | 0,2         | 0,0061    | 0,0031      |
| S.L.D.               | 0,42                        | 0,2         | 0,0086    | 0,0043      |
| S.L.V.               | 1,632                       | 0,27        | 0,0449    | 0,0225      |
| S.L.C.               | 2,22                        | 0,27        | 0,0611    | 0,0306      |

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0449  
Coefficiente azione sismica verticale 0,0225

**Vertici profilo**

| Nr | X<br>(m) | y<br>(m) |
|----|----------|----------|
| 1  | 10,0     | 10,6     |
| 2  | 16,2     | 15,4     |
| 3  | 23,8     | 21,0     |
| 4  | 25,4     | 21,0     |
| 5  | 25,4     | 22,2     |
| 6  | 25,4     | 25,4     |
| 7  | 30,0     | 25,4     |
| 8  | 31,4     | 25,4     |
| 9  | 34,4     | 25,4     |
| 10 | 36,5     | 25,4     |
| 11 | 36,5     | 26,6     |
| 12 | 36,5     | 29,4     |
| 13 | 36,5     | 31,4     |
| 14 | 39,4     | 31,4     |
| 15 | 42,0     | 31,4     |
| 16 | 42,0     | 33,2     |
| 17 | 42,0     | 34,0     |
| 18 | 46,4     | 38,2     |
| 19 | 52,0     | 42,6     |
| 20 | 67,6     | 52,8     |
| 21 | 73,0     | 56,0     |
| 22 | 74,0     | 56,1     |
| 23 | 76,4     | 56,2     |

|    |      |      |
|----|------|------|
| 24 | 78,0 | 57,8 |
|----|------|------|

#### Falda

| Nr. | X<br>(m) | y<br>(m) |
|-----|----------|----------|
| 1   | 10,0     | 10,1     |
| 2   | 25,4     | 20,8     |
| 3   | 36,5     | 25,0     |
| 4   | 42,0     | 31,0     |
| 5   | 46,4     | 37,7     |
| 6   | 52,0     | 42,1     |
| 7   | 67,6     | 52,3     |
| 8   | 73,0     | 55,0     |
| 9   | 76,4     | 55,8     |
| 10  | 78,0     | 57,3     |

#### Vertici strato .....1

| N  | X<br>(m) | y<br>(m) |
|----|----------|----------|
| 1  | 10,0     | 10,6     |
| 2  | 16,2     | 15,4     |
| 3  | 23,8     | 21,0     |
| 4  | 25,4     | 21,0     |
| 5  | 25,4     | 22,2     |
| 6  | 30,0     | 25,4     |
| 7  | 31,4     | 25,4     |
| 8  | 34,4     | 25,4     |
| 9  | 36,5     | 25,4     |
| 10 | 36,5     | 26,6     |
| 11 | 36,5     | 29,4     |
| 12 | 36,5     | 31,4     |
| 13 | 39,4     | 31,4     |
| 14 | 42,0     | 31,4     |
| 15 | 42,0     | 33,2     |
| 16 | 42,0     | 34,0     |
| 17 | 46,4     | 38,2     |
| 18 | 52,0     | 42,6     |
| 19 | 67,6     | 52,8     |
| 20 | 73,0     | 56,0     |
| 21 | 74,0     | 56,1     |
| 22 | 76,4     | 56,2     |
| 23 | 78,0     | 57,8     |

#### Vertici strato .....2

| N  | X<br>(m) | y<br>(m) |
|----|----------|----------|
| 1  | 10,0     | 8,2      |
| 2  | 22,6     | 18,0     |
| 3  | 30,0     | 24,2     |
| 4  | 31,4     | 25,4     |
| 5  | 34,4     | 25,4     |
| 6  | 36,5     | 25,4     |
| 7  | 36,5     | 26,6     |
| 8  | 36,5     | 29,4     |
| 9  | 39,4     | 31,4     |
| 10 | 42,0     | 31,4     |
| 11 | 42,0     | 33,2     |
| 12 | 50,0     | 40,0     |
| 13 | 58,0     | 45,2     |
| 14 | 74,0     | 56,1     |
| 15 | 76,4     | 56,2     |
| 16 | 78,0     | 57,8     |

#### Vertici strato .....3

| N | X<br>(m) | y<br>(m) |
|---|----------|----------|
| 1 | 10,0     | 5,6      |
| 2 | 18,6     | 12,0     |
| 3 | 34,4     | 25,4     |
| 4 | 36,5     | 25,4     |
| 5 | 36,5     | 26,6     |
| 6 | 47,2     | 34,2     |
| 7 | 58,0     | 43,0     |
| 8 | 78,0     | 56,8     |

#### Coefficienti parziali azioni

|                                    |     |     |
|------------------------------------|-----|-----|
| Sfavorevoli: Permanenti, variabili | 1,0 | 1,0 |
| Favorevoli: Permanenti, variabili  | 1,0 | 1,0 |

#### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

|   |      |
|---|------|
| Tangente angolo di resistenza al taglio | 1,25 |
| Coesione efficace                       | 1,25 |
| Coesione non drenata                    | 1,4  |
| Riduzione parametri geotecnici terreno  | Si   |

#### Stratigrafia

| Strato | Coesione<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | Coesione non<br>drenata<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | Angolo<br>resistenza al<br>taglio<br>(°) | Peso unità di<br>volume<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | Peso saturo<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | Litologia |  |
|--------|----------------------------------|---|--|---|-------------------------------------|-----------|--|
| 1      | 20                               |   | 32                                       | 20  | 20                                  |           |  |
| 2      | 10                               |   | 30                                       | 19  | 19                                  |           |  |
| 3      | 150                              |   | 35                                       | 26  | 26                                  |           |  |
| 4      | 230                              |   | 41                                       | 26  | 26                                  |           |  |

#### Carichi distribuiti

| N° | xi<br>(m) | yi<br>(m) | xf<br>(m) | yf<br>(m) | Carico esterno<br>(kN/m <sup>2</sup> ) |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| 1  | 27        | 25,4      | 36        | 25,4      | 100                                    |

#### Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| Fs minimo individuato      | 1,0     |
| Ascissa centro superficie  | 11,09 m |
| Ordinata centro superficie | 55,17 m |
| Raggio superficie          | 36,0 m  |

**xc = 31,523 yc = 72,746 Rc = 39,85 Fs=3,90**

| Nr. | B<br>m | Alfa<br>(°) | Li<br>m | Wi<br>(kN) |
|-----|--------|-------------|---------|------------|
| 1   | 2,25   | 17,6        | 2,36    | 31,51      |
| 2   | 1,71   | 20,61       | 1,82    | 71,82      |
| 3   | 2,8    | 24,13       | 3,07    | 189,9      |
| 4   | 2,8    | 28,63       | 3,19    | 250,67     |
| 5   | 1,7    | 32,37       | 2,02    | 164,87     |
| 6   | 2,25   | 35,82       | 2,78    | 215,21     |
| 7   | 2,25   | 39,93       | 2,94    | 198,83     |
| 8   | 2,25   | 44,31       | 3,15    | 166,49     |
| 9   | 2,25   | 49,04       | 3,44    | 114,11     |
| 10  | 2,25   | 54,29       | 3,86    | 38,96      |



**Sforzi sui conci**

| Nr. | Xi<br>(kN) | Ei<br>(kN) | Xi-1<br>(kN) | Ei-1<br>(kN) | N'i<br>(kN) | Ti<br>(kN) | Ui<br>(kN) |
|-----|------------|------------|--------------|--------------|-------------|------------|------------|
| 1   | -8,61      | -4,16      | 0,0          | 0,0          | 39,09       | 9,48       | 0,0        |
| 2   | -18,85     | 29,14      | -8,61        | -4,16        | 48,0        | 62,99      | 15,98      |
| 3   | -25,76     | 51,88      | -18,85       | 29,14        | 100,29      | 108,76     | 66,64      |
| 4   | -27,83     | 36,89      | -25,76       | 51,88        | 134,6       | 117,53     | 89,18      |
| 5   | -25,36     | 14,76      | -27,83       | 36,89        | 85,38       | 74,34      | 59,77      |
| 6   | -20,63     | -21,87     | -25,36       | 14,76        | 108,72      | 101,09     | 77,9       |

**Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]**

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| Fs minimo individuato      | 1,22    |
| Ascissa centro superficie  | 1,66 m  |
| Ordinata centro superficie | 59,31 m |
| Raggio superficie          | 45,09 m |

**Numero di superfici esaminate....(174)**

| N° | Xo   | Yo   | Ro   | Fs   |
|----|------|------|------|------|
| 1  | 4,8  | 55,2 | 40,6 | 4,29 |
| 2  | 6,4  | 56,2 | 41,5 | 4,47 |
| 3  | 7,9  | 55,2 | 40,3 | 4,85 |
| 4  | 9,5  | 56,2 | 41,3 | 5,20 |
| 5  | 11,1 | 55,2 | 36,0 | 1,35 |
| 6  | 12,7 | 56,2 | 41,4 | 3,83 |
| 7  | 14,2 | 55,2 | 36,1 | 6,54 |
| 8  | 15,8 | 56,2 | 37,3 | 5,15 |
| 9  | 17,4 | 55,2 | 36,4 | 4,35 |
| 10 | 18,9 | 56,2 | 37,7 | 3,62 |
| 11 | 20,5 | 55,2 | 41,3 | 2,96 |
| 12 | 22,1 | 56,2 | 42,7 | 2,81 |
| 13 | 23,7 | 55,2 | 42,1 | 2,78 |
| 14 | 25,2 | 56,2 | 43,3 | 2,70 |
| 15 | 26,8 | 55,2 | 42,9 | 2,68 |
| 16 | 28,4 | 56,2 | 39,6 | 2,79 |
| 17 | 30,0 | 55,2 | 38,7 | 2,79 |
| 18 | 31,5 | 56,2 | 24,2 | 1,63 |
| 19 | 33,1 | 55,2 | 36,1 | 2,88 |
| 20 | 1,7  | 57,2 | 43,1 | 3,18 |
| 21 | 3,2  | 58,3 | 43,8 | 4,68 |
| 22 | 4,8  | 57,2 | 42,6 | 4,64 |
| 23 | 6,4  | 58,3 | 43,5 | 5,15 |
| 24 | 7,9  | 57,2 | 42,4 | 5,38 |
| 25 | 9,5  | 58,3 | 43,4 | 4,81 |
| 26 | 11,1 | 57,2 | 38,1 | 3,61 |
| 27 | 12,7 | 58,3 | 43,4 | 3,71 |
| 28 | 14,2 | 57,2 | 38,2 | 6,86 |
| 29 | 15,8 | 58,3 | 43,7 | 3,19 |
| 30 | 17,4 | 57,2 | 42,8 | 3,05 |
| 31 | 18,9 | 58,3 | 44,1 | 2,81 |
| 32 | 20,5 | 57,2 | 38,9 | 3,34 |
| 33 | 22,1 | 58,3 | 39,9 | 3,17 |
| 34 | 23,7 | 57,2 | 43,9 | 2,74 |
| 35 | 25,2 | 58,3 | 45,1 | 2,67 |
| 36 | 26,8 | 57,2 | 44,6 | 2,64 |
| 37 | 28,4 | 58,3 | 40,0 | 2,79 |
| 38 | 30,0 | 57,2 | 43,5 | 2,63 |
| 39 | 31,5 | 58,3 | 38,0 | 2,94 |

---

|     |      |      |      |       |
|-----|------|------|------|-------|
| 40  | 33,1 | 57,2 | 23,9 | 1,84  |
| 41  | 1,7  | 59,3 | 45,1 | 1,22  |
| 42  | 3,2  | 60,3 | 45,9 | 4,38  |
| 43  | 7,9  | 59,3 | 44,5 | 5,52  |
| 44  | 9,5  | 60,3 | 45,5 | 4,22  |
| 45  | 11,1 | 59,3 | 44,4 | 4,15  |
| 46  | 12,7 | 60,3 | 45,5 | 3,50  |
| 47  | 14,2 | 59,3 | 44,6 | 3,40  |
| 48  | 15,8 | 60,3 | 45,7 | 3,06  |
| 49  | 17,4 | 59,3 | 44,9 | 2,92  |
| 50  | 18,9 | 60,3 | 41,6 | 3,34  |
| 51  | 20,5 | 59,3 | 45,3 | 2,69  |
| 52  | 22,1 | 60,3 | 41,5 | 3,17  |
| 53  | 23,7 | 59,3 | 40,7 | 3,03  |
| 54  | 25,2 | 60,3 | 46,9 | 2,63  |
| 55  | 26,8 | 59,3 | 46,1 | 2,62  |
| 56  | 28,4 | 60,3 | 44,9 | 2,66  |
| 57  | 30,0 | 59,3 | 39,0 | 2,95  |
| 58  | 31,5 | 60,3 | 42,3 | 2,65  |
| 59  | 33,1 | 59,3 | 40,7 | 2,71  |
| 60  | 1,7  | 61,4 | 47,1 | 4,21  |
| 61  | 3,2  | 62,4 | 47,9 | 4,74  |
| 62  | 7,9  | 61,4 | 46,5 | 4,71  |
| 63  | 11,1 | 61,4 | 46,5 | 3,83  |
| 64  | 12,7 | 62,4 | 47,6 | 3,46  |
| 65  | 14,2 | 61,4 | 42,3 | 5,07  |
| 66  | 15,8 | 62,4 | 47,8 | 2,97  |
| 67  | 17,4 | 61,4 | 46,9 | 2,84  |
| 68  | 18,9 | 62,4 | 47,9 | 2,74  |
| 69  | 20,5 | 61,4 | 47,1 | 2,67  |
| 70  | 22,1 | 62,4 | 48,2 | 2,59  |
| 71  | 23,7 | 61,4 | 47,4 | 2,55  |
| 72  | 25,2 | 62,4 | 42,5 | 3,05  |
| 73  | 26,8 | 61,4 | 30,9 | 2,32  |
| 74  | 28,4 | 62,4 | 45,0 | 2,70  |
| 75  | 31,5 | 62,4 | 29,8 | 5,67  |
| 76  | 33,1 | 61,4 | 40,8 | 2,74  |
| 77  | 1,7  | 63,4 | 49,2 | 4,72  |
| 78  | 4,8  | 63,4 | 48,8 | 5,25  |
| 79  | 7,9  | 63,4 | 48,6 | 4,36  |
| 80  | 9,5  | 64,5 | 45,3 | 4,65  |
| 81  | 11,1 | 63,4 | 48,6 | 3,56  |
| 82  | 12,7 | 64,5 | 45,3 | 7,80  |
| 83  | 14,2 | 63,4 | 44,4 | 4,31  |
| 84  | 15,8 | 64,5 | 49,7 | 2,93  |
| 85  | 17,4 | 63,4 | 48,8 | 2,82  |
| 86  | 18,9 | 64,5 | 44,9 | 3,35  |
| 87  | 20,5 | 63,4 | 48,9 | 2,65  |
| 88  | 22,1 | 64,5 | 50,0 | 2,57  |
| 89  | 23,7 | 63,4 | 49,2 | 2,52  |
| 90  | 25,2 | 64,5 | 47,9 | 2,66  |
| 91  | 26,8 | 63,4 | 41,3 | 3,16  |
| 92  | 28,4 | 64,5 | 35,4 | 19,99 |
| 93  | 30,0 | 63,4 | 43,8 | 2,75  |
| 94  | 31,5 | 64,5 | 38,4 | 3,21  |
| 95  | 33,1 | 63,4 | 28,3 | 5,08  |
| 96  | 3,2  | 66,5 | 52,1 | 4,99  |
| 97  | 7,9  | 65,5 | 50,7 | 4,14  |
| 98  | 9,5  | 66,5 | 47,4 | 5,33  |
| 99  | 11,1 | 65,5 | 50,6 | 3,55  |
| 100 | 14,2 | 65,5 | 46,2 | 4,31  |
| 101 | 15,8 | 66,5 | 51,5 | 2,90  |

---

---

|     |      |      |      |       |
|-----|------|------|------|-------|
| 102 | 17,4 | 65,5 | 45,8 | 3,67  |
| 103 | 18,9 | 66,5 | 51,6 | 2,69  |
| 104 | 20,5 | 65,5 | 50,7 | 2,62  |
| 105 | 22,1 | 66,5 | 51,2 | 2,64  |
| 106 | 23,7 | 65,5 | 49,5 | 2,68  |
| 107 | 25,2 | 66,5 | 48,2 | 2,69  |
| 108 | 28,4 | 66,5 | 45,5 | 2,84  |
| 109 | 30,0 | 65,5 | 44,1 | 2,84  |
| 110 | 33,1 | 65,5 | 32,7 | 3,94  |
| 111 | 4,8  | 67,6 | 52,9 | 5,01  |
| 112 | 6,4  | 68,6 | 53,8 | 4,28  |
| 113 | 7,9  | 67,6 | 52,7 | 3,84  |
| 114 | 9,5  | 68,6 | 49,4 | 5,98  |
| 115 | 11,1 | 67,6 | 52,7 | 3,26  |
| 116 | 12,7 | 68,6 | 53,5 | 3,18  |
| 117 | 17,4 | 67,6 | 52,4 | 2,78  |
| 118 | 18,9 | 68,6 | 48,1 | 3,40  |
| 119 | 20,5 | 67,6 | 52,6 | 2,60  |
| 120 | 23,7 | 67,6 | 49,8 | 2,76  |
| 121 | 25,2 | 68,6 | 37,9 | 2,94  |
| 122 | 26,8 | 67,6 | 47,0 | 2,89  |
| 123 | 28,4 | 68,6 | 35,8 | 1,60  |
| 124 | 30,0 | 67,6 | 35,1 | 5,55  |
| 125 | 31,5 | 68,6 | 39,0 | 4,15  |
| 126 | 33,1 | 67,6 | 41,6 | 2,94  |
| 127 | 6,4  | 70,7 | 55,9 | 3,92  |
| 128 | 9,5  | 70,7 | 55,6 | 3,24  |
| 129 | 11,1 | 69,6 | 54,5 | 3,05  |
| 130 | 12,7 | 70,7 | 55,3 | 3,00  |
| 131 | 14,2 | 69,6 | 54,3 | 3,00  |
| 132 | 15,8 | 70,7 | 55,2 | 2,87  |
| 133 | 18,9 | 70,7 | 49,5 | 3,51  |
| 134 | 20,5 | 69,6 | 47,8 | 3,38  |
| 135 | 22,1 | 70,7 | 40,9 | 3,01  |
| 136 | 23,7 | 69,6 | 39,2 | 2,48  |
| 137 | 26,8 | 69,6 | 37,0 | 7,52  |
| 138 | 28,4 | 70,7 | 41,2 | 19,99 |
| 139 | 30,0 | 69,6 | 35,4 | 2,56  |
| 140 | 31,5 | 70,7 | 39,4 | 4,19  |
| 141 | 33,1 | 69,6 | 33,3 | 4,24  |
| 142 | 1,7  | 71,7 | 57,4 | 5,45  |
| 143 | 9,5  | 72,7 | 57,4 | 3,19  |
| 144 | 11,1 | 71,7 | 51,6 | 7,07  |
| 145 | 12,7 | 72,7 | 57,2 | 3,12  |
| 146 | 14,2 | 71,7 | 56,2 | 2,99  |
| 147 | 15,8 | 72,7 | 57,1 | 2,85  |
| 148 | 17,4 | 71,7 | 56,1 | 2,76  |
| 149 | 18,9 | 72,7 | 44,4 | 4,99  |
| 150 | 20,5 | 71,7 | 53,6 | 2,75  |
| 151 | 23,7 | 71,7 | 50,6 | 3,00  |
| 152 | 30,0 | 71,7 | 40,5 | 4,36  |
| 153 | 31,5 | 72,7 | 39,8 | 3,90  |
| 154 | 33,1 | 71,7 | 38,1 | 4,16  |
| 155 | 1,7  | 73,8 | 59,4 | 5,65  |
| 156 | 4,8  | 73,8 | 59,0 | 4,06  |
| 157 | 6,4  | 74,8 | 59,7 | 3,65  |
| 158 | 9,5  | 74,8 | 59,3 | 3,04  |
| 159 | 11,1 | 73,8 | 58,2 | 2,95  |
| 160 | 12,7 | 74,8 | 59,0 | 2,91  |
| 161 | 14,2 | 73,8 | 58,0 | 2,96  |
| 162 | 15,8 | 74,8 | 58,9 | 2,81  |
| 163 | 17,4 | 73,8 | 57,2 | 2,72  |

---

|     |      |      |      |       |
|-----|------|------|------|-------|
| 164 | 20,5 | 73,8 | 54,1 | 2,98  |
| 165 | 22,1 | 74,8 | 47,3 | 19,99 |
| 166 | 28,4 | 74,8 | 42,1 | 5,71  |
| 167 | 30,0 | 73,8 | 41,0 | 4,39  |
| 168 | 31,5 | 74,8 | 44,9 | 3,74  |
| 169 | 33,1 | 73,8 | 38,7 | 5,84  |
| 170 | 11,1 | 75,8 | 60,1 | 3,05  |
| 171 | 20,5 | 75,8 | 54,6 | 3,19  |
| 172 | 26,8 | 75,8 | 43,6 | 5,39  |
| 173 | 30,0 | 75,8 | 41,5 | 6,26  |
| 174 | 33,1 | 75,8 | 39,2 | 1,45  |

Le verifiche qui sopra riprodotte evidenziano che il coefficiente di sicurezza minimo delle ipotetiche superfici di scivolamento risulta pari a 1,22, e si riferisce alla porzione di versante posta in corrispondenza del fabbricato A e della sua porzione a valle.

Si sottolinea che nella verifica non è stato messo in conto l'ulteriore contributo fornito dalla palificazione di fondazione del muro di contenimento di valle, che aumenta ulteriormente le condizioni di stabilità.

Le rappresentazioni grafiche delle verifiche sono allegate in calce alla presente; in particolare si sono rappresentate:

- la sezione con tutte le superfici analizzate;
- quella con coefficiente di sicurezza minimo;
- quella con coefficiente di sicurezza minimo relativa alla superficie di scorrimento posta al di sotto dell'intervento

Si mette in luce che tutti i coefficienti sono ampiamente superiori a quello minimo dell'equilibrio limite e anche a quello previsto dalle normative vigenti, pertanto la condizione globale del versante è di equilibrio stabile..

## 6.2 SEZIONE C-C

### 6.2.1 Verifica di stabilità globale del versante nelle condizioni di stato attuale

#### Analisi di stabilità dei pendii con: SARMA (1973)

|   |                    |
|---|--------------------|
| Lat./Long.  | 43,971795/8,156314 |
| Calcolo eseguito secondo                          | NTC 2018           |
| Numero di strati                                  | 3,0                |
| Numero dei conci                                  | 10,0               |
| Grado di sicurezza ritenuto accettabile           | 1,1                |
| Coefficiente parziale resistenza                  | 1,0                |
| Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: | Picco              |
| Analisi   | Condizione drenata |
| Superficie di forma circolare                     |                    |

#### Maglia dei Centri

|  |         |
|--|---------|
| Ascissa vertice sinistro inferiore xi  | -7,87 m |
| Ordinata vertice sinistro inferiore yi | 54,29 m |
| Ascissa vertice destro superiore xs    | 33,09 m |
| Ordinata vertice destro superiore ys   | 81,91 m |
| Passo di ricerca                       | 10,0    |
| Numero di celle lungo x                | 10,0    |
| Numero di celle lungo y                | 10,0    |

**Coefficienti sismici [N.T.C.]****Dati generali**

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie  
Classe d'uso: Classe II  
Vita nominale: 50,0 [anni]  
Vita di riferimento: 50,0 [anni]

**Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo: A  
Categoria topografica: T2

| S.L.<br>Stato limite | TR<br>Tempo ritorno<br>[anni] | ag<br>[m/s <sup>2</sup> ] | F0<br>[-] | TC*<br>[sec] |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------|--------------|
| S.L.O.               | 30,0                          | 0,25                      | 2,5       | 0,18         |
| S.L.D.               | 50,0                          | 0,35                      | 2,57      | 0,21         |
| S.L.V.               | 475,0                         | 1,36                      | 2,42      | 0,28         |
| S.L.C.               | 975,0                         | 1,85                      | 2,46      | 0,3          |

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

| S.L.<br>Stato limite | amax<br>[m/s <sup>2</sup> ] | beta<br>[-] | kh<br>[-] | kv<br>[sec] |
|----------------------|-----------------------------|-------------|-----------|-------------|
| S.L.O.               | 0,3                         | 0,2         | 0,0061    | 0,0031      |
| S.L.D.               | 0,42                        | 0,2         | 0,0086    | 0,0043      |
| S.L.V.               | 1,632                       | 0,27        | 0,0449    | 0,0225      |
| S.L.C.               | 2,22                        | 0,27        | 0,0611    | 0,0306      |

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0449  
Coefficiente azione sismica verticale 0,0225

**Vertici profilo**

| Nr | X<br>(m) | y<br>(m) |
|----|----------|----------|
| 1  | 10,6     | 9,6      |
| 2  | 25,4     | 20,2     |
| 3  | 38,0     | 29,8     |
| 4  | 41,4     | 30,0     |
| 5  | 43,2     | 30,0     |
| 6  | 43,2     | 32,2     |
| 7  | 43,2     | 33,2     |
| 8  | 45,8     | 35,2     |
| 9  | 58,0     | 45,6     |
| 10 | 72,2     | 57,0     |
| 11 | 74,3     | 57,0     |
| 12 | 75,2     | 57,0     |
| 13 | 77,0     | 58,8     |

**Falda**

| Nr. | X<br>(m) | y<br>(m) |
|-----|----------|----------|
| 1   | 10,6     | 9,09     |
| 2   | 25,4     | 19,69    |
| 3   | 38,0     | 29,29    |
| 4   | 41,4     | 29,49    |
| 5   | 43,2     | 29,49    |
| 6   | 43,2     | 31,69    |
| 7   | 43,2     | 32,69    |
| 8   | 45,8     | 34,69    |



|    |      |       |
|----|------|-------|
| 9  | 58,0 | 45,09 |
| 10 | 72,2 | 56,49 |
| 11 | 74,3 | 56,49 |
| 12 | 75,2 | 56,49 |
| 13 | 77,0 | 58,29 |

#### Vertici strato .....1

| N  | X<br>(m) | y<br>(m) |
|----|----------|----------|
| 1  | 10,6     | 7,4      |
| 2  | 27,2     | 20,0     |
| 3  | 36,2     | 27,2     |
| 4  | 41,4     | 30,0     |
| 5  | 43,2     | 30,0     |
| 6  | 43,2     | 32,2     |
| 7  | 58,0     | 44,2     |
| 8  | 74,3     | 57,0     |
| 9  | 75,2     | 57,0     |
| 10 | 77,0     | 58,8     |

#### Vertici strato .....2

| N | X<br>(m) | y<br>(m) |
|---|----------|----------|
| 1 | 10,6     | 3,8      |
| 2 | 34,0     | 22,0     |
| 3 | 58,0     | 41,6     |
| 4 | 77,0     | 57,0     |

#### Coefficienti parziali azioni

|                                    |     |     |
|------------------------------------|-----|-----|
| Sfavorevoli: Permanenti, variabili | 1,0 | 1,0 |
| Favorevoli: Permanenti, variabili  | 1,0 | 1,0 |

#### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

|   |      |
|---|------|
| Tangente angolo di resistenza al taglio | 1,25 |
| Coesione efficace                       | 1,25 |
| Coesione non drenata                    | 1,4  |
| Riduzione parametri geotecnici terreno  | Si   |

#### Stratigrafia

| Strato | Coesione<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | Coesione non<br>drenata<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | Angolo<br>resistenza al<br>taglio<br>(°) | Peso unità di<br>volume<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | Peso saturo<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | Litologia |  |
|--------|----------------------------------|---|--|---|-------------------------------------|-----------|--|
| 1      | 10                               |   | 30                                       | 19  | 19                                  |           |  |
| 2      | 150                              |   | 35                                       | 26  | 26                                  |           |  |
| 3      | 230                              |   | 41                                       | 26  | 26                                  |           |  |

#### Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| Fs minimo individuato      | 1,30    |
| Ascissa centro superficie  | 26,95 m |
| Ordinata centro superficie | 77,77 m |
| Raggio superficie          | 45,62 m |

**Numero di superfici esaminate....(157)**

| N° | Xo   | Yo   | Ro   | Fs   |
|----|------|------|------|------|
| 1  | 4,4  | 54,3 | 40,9 | 1,37 |
| 2  | 6,5  | 55,7 | 41,8 | 4,45 |
| 3  | 8,5  | 54,3 | 40,5 | 3,81 |
| 4  | 10,6 | 55,7 | 41,6 | 4,59 |
| 5  | 12,6 | 54,3 | 40,5 | 4,06 |
| 6  | 14,7 | 55,7 | 41,8 | 3,47 |
| 7  | 16,7 | 54,3 | 36,6 | 4,93 |
| 8  | 18,8 | 55,7 | 33,1 | 1,83 |
| 9  | 20,8 | 54,3 | 41,5 | 2,95 |
| 10 | 22,9 | 55,7 | 43,0 | 2,75 |
| 11 | 24,9 | 54,3 | 42,5 | 2,67 |
| 12 | 26,9 | 55,7 | 44,1 | 2,57 |
| 13 | 29,0 | 54,3 | 43,7 | 2,55 |
| 14 | 31,0 | 55,7 | 37,1 | 2,78 |
| 15 | 33,1 | 54,3 | 40,0 | 2,64 |
| 16 | 2,4  | 58,4 | 44,7 | 3,47 |
| 17 | 8,5  | 57,0 | 42,8 | 3,84 |
| 18 | 10,6 | 58,4 | 44,1 | 4,49 |
| 19 | 12,6 | 57,0 | 38,0 | 1,45 |
| 20 | 14,7 | 58,4 | 44,2 | 3,31 |
| 21 | 16,7 | 57,0 | 38,3 | 4,59 |
| 22 | 18,8 | 58,4 | 44,7 | 2,86 |
| 23 | 20,8 | 57,0 | 43,7 | 2,89 |
| 24 | 22,9 | 58,4 | 40,6 | 3,18 |
| 25 | 24,9 | 57,0 | 39,7 | 2,91 |
| 26 | 26,9 | 58,4 | 45,2 | 2,53 |
| 27 | 29,0 | 57,0 | 43,2 | 2,57 |
| 28 | 31,0 | 58,4 | 41,5 | 2,64 |
| 29 | 33,1 | 57,0 | 35,2 | 3,09 |
| 30 | 2,4  | 61,2 | 47,4 | 1,58 |
| 31 | 4,4  | 59,8 | 45,8 | 5,06 |
| 32 | 6,5  | 61,2 | 47,0 | 4,21 |
| 33 | 8,5  | 59,8 | 45,5 | 4,02 |
| 34 | 10,6 | 61,2 | 42,1 | 2,36 |
| 35 | 12,6 | 59,8 | 40,8 | 5,92 |
| 36 | 14,7 | 61,2 | 42,2 | 4,82 |
| 37 | 16,7 | 59,8 | 45,8 | 3,05 |
| 38 | 18,8 | 61,2 | 37,8 | 2,06 |
| 39 | 20,8 | 59,8 | 46,4 | 2,79 |
| 40 | 22,9 | 61,2 | 48,1 | 2,61 |
| 41 | 24,9 | 59,8 | 42,3 | 2,83 |
| 42 | 26,9 | 61,2 | 40,9 | 3,08 |
| 43 | 29,0 | 59,8 | 43,5 | 2,66 |
| 44 | 31,0 | 61,2 | 37,7 | 3,22 |
| 45 | 33,1 | 59,8 | 35,7 | 3,20 |
| 46 | 10,6 | 64,0 | 44,9 | 2,82 |
| 47 | 12,6 | 62,6 | 43,5 | 6,16 |
| 48 | 14,7 | 64,0 | 45,0 | 4,77 |
| 49 | 16,7 | 62,6 | 43,8 | 4,72 |
| 50 | 18,8 | 64,0 | 40,6 | 1,74 |
| 51 | 20,8 | 62,6 | 49,1 | 2,69 |
| 52 | 22,9 | 64,0 | 44,9 | 3,13 |
| 53 | 24,9 | 62,6 | 47,6 | 2,60 |
| 54 | 26,9 | 64,0 | 41,6 | 3,23 |
| 55 | 29,0 | 62,6 | 43,9 | 2,62 |
| 56 | 31,0 | 64,0 | 42,3 | 2,86 |
| 57 | 33,1 | 62,6 | 36,4 | 3,50 |
| 58 | 0,3  | 65,3 | 51,8 | 1,79 |

---

|     |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|
| 59  | 4,4  | 65,3 | 51,3 | 4,43 |
| 60  | 8,5  | 65,3 | 46,3 | 6,35 |
| 61  | 10,6 | 66,7 | 47,6 | 6,13 |
| 62  | 12,6 | 65,3 | 51,0 | 3,26 |
| 63  | 14,7 | 66,7 | 52,5 | 2,95 |
| 64  | 16,7 | 65,3 | 46,5 | 4,13 |
| 65  | 18,8 | 66,7 | 52,9 | 2,65 |
| 66  | 20,8 | 65,3 | 51,8 | 2,60 |
| 67  | 22,9 | 66,7 | 50,2 | 2,73 |
| 68  | 24,9 | 65,3 | 43,7 | 3,13 |
| 69  | 26,9 | 66,7 | 46,6 | 2,87 |
| 70  | 29,0 | 65,3 | 44,4 | 2,87 |
| 71  | 31,0 | 66,7 | 39,2 | 3,78 |
| 72  | 33,1 | 65,3 | 40,8 | 2,98 |
| 73  | 0,3  | 68,1 | 54,6 | 4,26 |
| 74  | 4,4  | 68,1 | 54,1 | 3,89 |
| 75  | 8,5  | 68,1 | 49,0 | 2,04 |
| 76  | 10,6 | 69,5 | 50,4 | 6,51 |
| 77  | 12,6 | 68,1 | 53,8 | 3,02 |
| 78  | 14,7 | 69,5 | 55,3 | 2,85 |
| 79  | 16,7 | 68,1 | 44,5 | 3,04 |
| 80  | 18,8 | 69,5 | 45,2 | 2,32 |
| 81  | 20,8 | 68,1 | 43,2 | 2,26 |
| 82  | 22,9 | 69,5 | 50,9 | 2,75 |
| 83  | 24,9 | 68,1 | 44,6 | 3,50 |
| 84  | 26,9 | 69,5 | 47,3 | 3,07 |
| 85  | 29,0 | 68,1 | 45,1 | 2,95 |
| 86  | 31,0 | 69,5 | 36,1 | 2,46 |
| 87  | 33,1 | 68,1 | 33,9 | 1,86 |
| 88  | 0,3  | 70,9 | 57,3 | 6,10 |
| 89  | 6,5  | 72,2 | 53,3 | 3,45 |
| 90  | 8,5  | 70,9 | 51,8 | 4,18 |
| 91  | 10,6 | 72,2 | 53,2 | 6,26 |
| 92  | 12,6 | 70,9 | 56,6 | 2,90 |
| 93  | 14,7 | 72,2 | 53,3 | 3,84 |
| 94  | 16,7 | 70,9 | 47,2 | 2,47 |
| 95  | 18,8 | 72,2 | 55,3 | 2,71 |
| 96  | 20,8 | 70,9 | 53,1 | 2,74 |
| 97  | 22,9 | 72,2 | 43,6 | 2,16 |
| 98  | 24,9 | 70,9 | 41,6 | 4,33 |
| 99  | 26,9 | 72,2 | 48,1 | 3,13 |
| 100 | 31,0 | 72,2 | 40,3 | 4,40 |
| 101 | 33,1 | 70,9 | 38,1 | 4,37 |
| 102 | -3,8 | 73,6 | 60,7 | 2,23 |
| 103 | 6,5  | 75,0 | 56,0 | 1,91 |
| 104 | 8,5  | 73,6 | 54,6 | 7,41 |
| 105 | 10,6 | 75,0 | 55,9 | 4,50 |
| 106 | 12,6 | 73,6 | 59,3 | 2,91 |
| 107 | 14,7 | 75,0 | 59,8 | 2,91 |
| 108 | 16,7 | 73,6 | 53,0 | 3,90 |
| 109 | 18,8 | 75,0 | 52,0 | 4,19 |
| 110 | 20,8 | 73,6 | 54,0 | 3,01 |
| 111 | 22,9 | 75,0 | 48,8 | 8,40 |
| 112 | 24,9 | 73,6 | 50,4 | 2,98 |
| 113 | 26,9 | 75,0 | 48,8 | 3,40 |
| 114 | 29,0 | 73,6 | 42,6 | 4,42 |
| 115 | 31,0 | 75,0 | 41,0 | 4,71 |
| 116 | 33,1 | 73,6 | 38,7 | 5,48 |
| 117 | -5,8 | 77,8 | 65,2 | 2,48 |
| 118 | -3,8 | 76,4 | 63,4 | 3,88 |
| 119 | -1,7 | 77,8 | 64,4 | 5,29 |
| 120 | 2,4  | 77,8 | 63,9 | 4,45 |

---

---

|     |      |      |      |       |
|-----|------|------|------|-------|
| 121 | 4,4  | 76,4 | 62,3 | 4,27  |
| 122 | 6,5  | 77,8 | 58,8 | 4,69  |
| 123 | 8,5  | 76,4 | 57,3 | 6,84  |
| 124 | 10,6 | 77,8 | 58,7 | 4,04  |
| 125 | 12,6 | 76,4 | 62,0 | 2,89  |
| 126 | 14,7 | 77,8 | 60,7 | 2,83  |
| 127 | 16,7 | 76,4 | 58,5 | 2,84  |
| 128 | 18,8 | 77,8 | 53,2 | 19,99 |
| 129 | 20,8 | 76,4 | 51,0 | 19,99 |
| 130 | 26,9 | 77,8 | 45,6 | 1,30  |
| 131 | 29,0 | 76,4 | 47,2 | 4,04  |
| 132 | 31,0 | 77,8 | 45,7 | 4,29  |
| 133 | 33,1 | 76,4 | 43,4 | 4,39  |
| 134 | -5,8 | 80,5 | 67,9 | 1,41  |
| 135 | -1,7 | 80,5 | 67,1 | 4,51  |
| 136 | 0,3  | 79,1 | 65,5 | 3,63  |
| 137 | 4,4  | 79,1 | 60,3 | 2,79  |
| 138 | 6,5  | 80,5 | 66,3 | 3,21  |
| 139 | 8,5  | 79,1 | 64,8 | 3,13  |
| 140 | 10,6 | 80,5 | 65,3 | 2,80  |
| 141 | 12,6 | 79,1 | 58,5 | 4,35  |
| 142 | 14,7 | 80,5 | 61,8 | 3,17  |
| 143 | 16,7 | 79,1 | 59,5 | 3,04  |
| 144 | 18,8 | 80,5 | 58,2 | 3,43  |
| 145 | 20,8 | 79,1 | 55,8 | 3,46  |
| 146 | 22,9 | 80,5 | 50,3 | 1,42  |
| 147 | 24,9 | 79,1 | 47,9 | 1,36  |
| 148 | 31,0 | 80,5 | 46,7 | 4,27  |
| 149 | 33,1 | 79,1 | 44,3 | 4,33  |
| 150 | -7,9 | 81,9 | 69,7 | 2,74  |
| 151 | -3,8 | 81,9 | 68,8 | 5,70  |
| 152 | 4,4  | 81,9 | 63,0 | 1,86  |
| 153 | 8,5  | 81,9 | 67,5 | 2,96  |
| 154 | 12,6 | 81,9 | 59,7 | 10,86 |
| 155 | 16,7 | 81,9 | 60,5 | 3,39  |
| 156 | 20,8 | 81,9 | 52,6 | 1,48  |
| 157 | 33,1 | 81,9 | 45,4 | 6,00  |

Le verifiche qui sopra riprodotte evidenziano che il coefficiente di sicurezza minimo delle ipotetiche superfici di scivolamento risulta pari a 1,30, e si riferisce alla porzione di versante posta a monte della strada di penetrazione che si diparte dalla Via Monaco.

Le rappresentazioni grafiche delle verifiche sono allegate in calce alla presente; in particolare si sono rappresentate:

- la sezione con tutte le superfici analizzate;
- quella con coefficiente di sicurezza minimo;
- quella con coefficiente di sicurezza minimo interessante coltri sciolte e cappellaccio di alterazione.

Si mette in luce che tutti i coefficienti sono ampiamente superiori a quello minimo dell'equilibrio limite e anche a quello previsto dalle normative vigenti, pertanto la condizione globale del versante è di equilibrio stabile..

#### 6.2.2 Verifica di stabilità globale del versante nelle condizioni di progetto

##### **Analisi di stabilità dei pendii con: SARMA (1973)**

---



---

|   |                    |
|---|--------------------|
| Lat./Long.                              | 43,971795/8,156314 |
| Calcolo eseguito secondo                | NTC 2008 & Circ.   |
| Numero di strati                        | 4,0                |
| Numero dei conci                        | 10,0               |
| Grado di sicurezza ritenuto accettabile | 1,1                |
| Coefficiente parziale resistenza        | 1,0                |

---

Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:  
Analisi  
Superficie di forma circolare

Picco  
Condizione drenata

### Maglia dei Centri

|  |          |
|--|----------|
| Ascissa vertice sinistro inferiore xi  | -18,16 m |
| Ordinata vertice sinistro inferiore yi | 51,08 m  |
| Ascissa vertice destro superiore xs    | 17,03 m  |
| Ordinata vertice destro superiore ys   | 82,07 m  |
| Passo di ricerca                       | 10,0     |
| Numero di celle lungo x                | 10,0     |
| Numero di celle lungo y                | 10,0     |

### Coefficienti sismici [N.T.C.]

#### Dati generali

|                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| Tipo opera:          | 2 - Opere ordinarie |
| Classe d'uso:        | Classe II           |
| Vita nominale:       | 50,0 [anni]         |
| Vita di riferimento: | 50,0 [anni]         |

#### Parametri sismici su sito di riferimento

|                        |    |
|------------------------|----|
| Categoria sottosuolo:  | A  |
| Categoria topografica: | T2 |

| S.L.<br>Stato limite | TR<br>Tempo ritorno<br>[anni] | ag<br>[m/s <sup>2</sup> ] | F0<br>[-] | TC*<br>[sec] |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------|--------------|
| S.L.O.               | 30,0                          | 0,25                      | 2,5       | 0,18         |
| S.L.D.               | 50,0                          | 0,35                      | 2,57      | 0,21         |
| S.L.V.               | 475,0                         | 1,36                      | 2,42      | 0,28         |
| S.L.C.               | 975,0                         | 1,85                      | 2,46      | 0,3          |

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

| S.L.<br>Stato limite | amax<br>[m/s <sup>2</sup> ] | beta<br>[-] | kh<br>[-] | kv<br>[sec] |
|----------------------|-----------------------------|-------------|-----------|-------------|
| S.L.O.               | 0,3                         | 0,2         | 0,0061    | 0,0031      |
| S.L.D.               | 0,42                        | 0,2         | 0,0086    | 0,0043      |
| S.L.V.               | 1,632                       | 0,27        | 0,0449    | 0,0225      |
| S.L.C.               | 2,22                        | 0,27        | 0,0611    | 0,0306      |

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0449  
Coefficiente azione sismica verticale 0,0225

#### Vertici profilo

| Nr | X<br>(m) | y<br>(m) |
|----|----------|----------|
| 1  | 10,6     | 9,6      |
| 2  | 25,4     | 20,2     |
| 3  | 27,0     | 20,2     |
| 4  | 27,0     | 21,4     |
| 5  | 27,0     | 24,4     |
| 6  | 31,0     | 24,4     |
| 7  | 32,2     | 24,4     |
| 8  | 37,0     | 24,4     |
| 9  | 37,9     | 24,4     |
| 10 | 37,9     | 25,2     |



---

|    |      |      |
|----|------|------|
| 11 | 37,9 | 28,6 |
| 12 | 37,9 | 30,0 |
| 13 | 41,4 | 30,0 |
| 14 | 43,2 | 30,0 |
| 15 | 43,2 | 32,2 |
| 16 | 43,2 | 33,2 |
| 17 | 45,8 | 35,2 |
| 18 | 58,0 | 45,6 |
| 19 | 72,2 | 57,0 |
| 20 | 74,3 | 57,0 |
| 21 | 75,2 | 57,0 |
| 22 | 77,0 | 58,8 |

**Falda**

| Nr. | X<br>(m) | y<br>(m) |
|-----|----------|----------|
| 1   | 10,6     | 9,1      |
| 2   | 27,0     | 20,0     |
| 3   | 31,0     | 23,9     |
| 4   | 37,9     | 24,1     |
| 5   | 43,2     | 29,7     |
| 6   | 45,8     | 34,7     |
| 7   | 72,2     | 56,3     |
| 8   | 75,2     | 56,8     |
| 9   | 77,0     | 58,3     |

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

| N  | X<br>(m) | y<br>(m) |
|----|----------|----------|
| 1  | 10,6     | 9,6      |
| 2  | 25,4     | 20,2     |
| 3  | 27,0     | 20,2     |
| 4  | 27,0     | 21,4     |
| 5  | 31,0     | 24,4     |
| 6  | 32,2     | 24,4     |
| 7  | 37,0     | 24,4     |
| 8  | 37,9     | 24,4     |
| 9  | 37,9     | 25,2     |
| 10 | 37,9     | 28,6     |
| 11 | 37,9     | 30,0     |
| 12 | 41,4     | 30,0     |
| 13 | 43,2     | 30,0     |
| 14 | 43,2     | 32,2     |
| 15 | 43,2     | 33,2     |
| 16 | 45,8     | 35,2     |
| 17 | 58,0     | 45,6     |
| 18 | 72,2     | 57,0     |
| 19 | 74,3     | 57,0     |
| 20 | 75,2     | 57,0     |
| 21 | 77,0     | 58,8     |

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

| N | X<br>(m) | y<br>(m) |
|---|----------|----------|
| 1 | 10,6     | 7,4      |
| 2 | 27,2     | 20,0     |
| 3 | 32,2     | 24,4     |
| 4 | 37,0     | 24,4     |
| 5 | 37,9     | 24,4     |
| 6 | 37,9     | 25,2     |
| 7 | 37,9     | 28,6     |
| 8 | 41,4     | 30,0     |
| 9 | 43,2     | 30,0     |

|    |      |      |
|----|------|------|
| 10 | 43,2 | 32,2 |
| 11 | 58,0 | 44,2 |
| 12 | 74,3 | 57,0 |
| 13 | 75,2 | 57,0 |
| 14 | 77,0 | 58,8 |

#### Vertici strato .....3

| N | X<br>(m) | y<br>(m) |
|---|----------|----------|
| 1 | 10,6     | 3,8      |
| 2 | 34,0     | 22,0     |
| 3 | 37,0     | 24,4     |
| 4 | 37,9     | 24,4     |
| 5 | 37,9     | 25,2     |
| 6 | 58,0     | 41,6     |
| 7 | 77,0     | 57,0     |

#### Coefficienti parziali azioni

|                                    |     |     |
|------------------------------------|-----|-----|
| Sfavorevoli: Permanenti, variabili | 1,0 | 1,0 |
| Favorevoli: Permanenti, variabili  | 1,0 | 1,0 |

#### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

|   |      |
|---|------|
| Tangente angolo di resistenza al taglio | 1,25 |
| Coesione efficace                       | 1,25 |
| Coesione non drenata                    | 1,4  |
| Riduzione parametri geotecnici terreno  | Si   |

#### Stratigrafia

| Strato | Coesione<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | Coesione non<br>drenata<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | Angolo<br>resistenza al<br>taglio<br>(°) | Peso unità di<br>volume<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | Peso saturo<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | Litologia |  |
|--------|----------------------------------|---|--|---|-------------------------------------|-----------|--|
| 1      | 20                               |   | 32                                       | 20  | 20                                  |           |  |
| 2      | 10                               |   | 30                                       | 19  | 19                                  |           |  |
| 3      | 150                              |   | 35                                       | 26  | 26                                  |           |  |
| 4      | 230                              |   | 41                                       | 26  | 26                                  |           |  |

#### Carichi distribuiti

| N° | xi<br>(m) | yi<br>(m) | xf<br>(m) | yf<br>(m) | Carico esterno<br>(kN/m <sup>2</sup> ) |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| 1  | 29        | 24,47     | 37,5      | 24,47     | 100                                    |

#### Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| Fs minimo individuato      | 1,16    |
| Ascissa centro superficie  | 10,0 m  |
| Ordinata centro superficie | 51,08 m |
| Raggio superficie          | 34,37 m |

#### Numero di superfici esaminate....(71)

| N° | Xo   | Yo   | Ro   | Fs   |
|----|------|------|------|------|
| 1  | 3,0  | 51,1 | 38,5 | 3,53 |
| 2  | 4,7  | 52,6 | 39,5 | 3,82 |
| 3  | 6,5  | 51,1 | 38,1 | 4,91 |
| 4  | 10,0 | 51,1 | 34,4 | 1,16 |

---

|    |      |      |      |      |
|----|------|------|------|------|
| 5  | 11,8 | 52,6 | 39,2 | 4,80 |
| 6  | 13,5 | 51,1 | 38,0 | 3,99 |
| 7  | 15,3 | 52,6 | 35,5 | 5,35 |
| 8  | 17,0 | 51,1 | 34,8 | 4,96 |
| 9  | 4,7  | 55,7 | 42,0 | 4,78 |
| 10 | 6,5  | 54,2 | 40,6 | 5,18 |
| 11 | 8,2  | 55,7 | 41,7 | 4,80 |
| 12 | 11,8 | 55,7 | 41,7 | 4,89 |
| 13 | 15,3 | 55,7 | 41,9 | 3,46 |
| 14 | 17,0 | 54,2 | 36,6 | 5,25 |
| 15 | 6,5  | 57,3 | 43,1 | 4,98 |
| 16 | 10,0 | 57,3 | 42,9 | 5,17 |
| 17 | 11,8 | 58,8 | 44,5 | 4,46 |
| 18 | 15,3 | 58,8 | 39,9 | 6,78 |
| 19 | 17,0 | 57,3 | 43,3 | 3,23 |
| 20 | 4,7  | 61,9 | 47,9 | 5,05 |
| 21 | 6,5  | 60,4 | 46,2 | 4,89 |
| 22 | 11,8 | 61,9 | 47,6 | 3,81 |
| 23 | 13,5 | 60,4 | 41,4 | 6,59 |
| 24 | 15,3 | 61,9 | 47,8 | 3,18 |
| 25 | 17,0 | 60,4 | 41,6 | 4,94 |
| 26 | 3,0  | 63,5 | 49,6 | 5,59 |
| 27 | 6,5  | 63,5 | 49,3 | 5,04 |
| 28 | 8,2  | 65,0 | 50,7 | 4,59 |
| 29 | 10,0 | 63,5 | 49,1 | 4,38 |
| 30 | 11,8 | 65,0 | 50,7 | 3,57 |
| 31 | 13,5 | 63,5 | 44,5 | 7,19 |
| 32 | 17,0 | 63,5 | 44,7 | 4,43 |
| 33 | 1,2  | 68,1 | 54,5 | 5,33 |
| 34 | 6,5  | 66,6 | 52,4 | 5,42 |
| 35 | 10,0 | 66,6 | 52,2 | 3,97 |
| 36 | 13,5 | 66,6 | 52,3 | 3,27 |
| 37 | 17,0 | 66,6 | 52,5 | 2,81 |
| 38 | 1,2  | 71,2 | 57,5 | 5,28 |
| 39 | 3,0  | 69,7 | 55,8 | 5,25 |
| 40 | 6,5  | 69,7 | 55,5 | 4,79 |
| 41 | 10,0 | 69,7 | 55,3 | 3,56 |
| 42 | 11,8 | 71,2 | 52,2 | 7,18 |
| 43 | 13,5 | 69,7 | 50,7 | 7,66 |
| 44 | 15,3 | 71,2 | 51,6 | 8,35 |
| 45 | 17,0 | 69,7 | 50,2 | 3,85 |
| 46 | 1,2  | 74,3 | 60,6 | 5,58 |
| 47 | 3,0  | 72,8 | 58,8 | 4,93 |
| 48 | 4,7  | 74,3 | 60,2 | 4,43 |
| 49 | 10,0 | 72,8 | 58,4 | 3,21 |
| 50 | 11,8 | 74,3 | 59,7 | 3,05 |
| 51 | 13,5 | 72,8 | 53,1 | 8,62 |
| 52 | 15,3 | 74,3 | 58,4 | 2,99 |
| 53 | 17,0 | 72,8 | 56,3 | 2,85 |
| 54 | 1,2  | 77,4 | 63,7 | 5,22 |
| 55 | 3,0  | 75,9 | 61,9 | 5,59 |
| 56 | 4,7  | 77,4 | 63,3 | 4,10 |
| 57 | 6,5  | 75,9 | 61,6 | 3,93 |
| 58 | 8,2  | 77,4 | 62,9 | 3,52 |
| 59 | 11,8 | 77,4 | 62,5 | 2,95 |
| 60 | 17,0 | 75,9 | 57,0 | 3,06 |
| 61 | -5,8 | 80,5 | 67,9 | 1,92 |
| 62 | -2,3 | 80,5 | 67,2 | 5,86 |
| 63 | -0,6 | 79,0 | 65,4 | 5,15 |
| 64 | 4,7  | 80,5 | 66,2 | 3,73 |
| 65 | 8,2  | 80,5 | 65,6 | 3,20 |
| 66 | 10,0 | 79,0 | 64,0 | 3,15 |

---

|    |      |      |      |      |
|----|------|------|------|------|
| 67 | 17,0 | 79,0 | 52,4 | 2,58 |
| 68 | -0,6 | 82,1 | 68,5 | 5,50 |
| 69 | 3,0  | 82,1 | 67,9 | 4,26 |
| 70 | 6,5  | 82,1 | 67,3 | 3,37 |
| 71 | 10,0 | 82,1 | 65,4 | 3,24 |

Le verifiche qui sopra riprodotte evidenziano che il coefficiente di sicurezza minimo delle ipotetiche superfici di scivolamento risulta pari a 1,16, e si riferisce alla porzione di versante posta in corrispondenza del fabbricato A1 e della sua porzione a valle. Si sottolinea che nella verifica non è stato messo in conto l'ulteriore contributo fornito dalla palificazione di fondazione del muro di contenimento di valle, che aumenta ulteriormente le condizioni di stabilità.

Le rappresentazioni grafiche delle verifiche sono allegate in calce alla presente; in particolare si sono rappresentate:

- la sezione con tutte le superfici analizzate;
- quella con coefficiente di sicurezza minimo;
- quella con coefficiente di sicurezza minimo relativa alla superficie di scorrimento posta al di sotto dell'intervento

Si mette in luce che tutti i coefficienti sono ampiamente superiori a quello minimo dell'equilibrio limite e anche a quello previsto dalle normative vigenti, pertanto la condizione globale del versante è di equilibrio stabile..

### 6.3 SEZIONE E-E

#### 6.3.1 Verifica di stabilità globale del versante nelle condizioni di stato attuale

##### Analisi di stabilità dei pendii con: SARMA (1973)

|   |                    |
|---|--------------------|
| Calcolo eseguito secondo                          | NTC 2018           |
| Numero di strati                                  | 3,0                |
| Numero dei conci                                  | 10,0               |
| Grado di sicurezza ritenuto accettabile           | 1,1                |
| Coefficiente parziale resistenza                  | 1,0                |
| Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: | Picco              |
| Analisi   | Condizione drenata |
| Superficie di forma circolare                     |                    |

##### Maglia dei Centri

|  |         |
|--|---------|
| Ascissa vertice sinistro inferiore xi  | 2,72 m  |
| Ordinata vertice sinistro inferiore yi | 60,56 m |
| Ascissa vertice destro superiore xs    | 35,13 m |
| Ordinata vertice destro superiore ys   | 85,47 m |
| Passo di ricerca                       | 10,0    |
| Numero di celle lungo x                | 10,0    |
| Numero di celle lungo y                | 10,0    |

##### Vertici profilo

| Nr | X<br>(m) | y<br>(m) |
|----|----------|----------|
| 1  | 10,0     | 9,4      |
| 2  | 13,0     | 12,2     |
| 3  | 16,6     | 13,2     |
| 4  | 18,8     | 15,6     |
| 5  | 25,0     | 19,6     |
| 6  | 32,0     | 24,0     |
| 7  | 38,2     | 29,4     |
| 8  | 40,8     | 30,0     |
| 9  | 45,0     | 30,2     |
| 10 | 45,0     | 32,4     |

|    |      |      |
|----|------|------|
| 11 | 45,0 | 33,2 |
| 12 | 50,4 | 38,6 |
| 13 | 72,4 | 55,0 |
| 14 | 74,2 | 55,0 |
| 15 | 76,2 | 55,0 |
| 16 | 77,5 | 56,6 |

#### Falda

| Nr. | X<br>(m) | y<br>(m) |
|-----|----------|----------|
| 1   | 10,0     | 8,89     |
| 2   | 13,0     | 11,69    |
| 3   | 16,6     | 12,69    |
| 4   | 18,8     | 15,09    |
| 5   | 25,0     | 19,09    |
| 6   | 32,0     | 23,49    |
| 7   | 38,2     | 28,89    |
| 8   | 40,8     | 29,49    |
| 9   | 45,0     | 29,69    |
| 10  | 45,0     | 31,89    |
| 11  | 45,0     | 32,69    |
| 12  | 50,4     | 38,09    |
| 13  | 72,4     | 54,49    |
| 14  | 74,2     | 54,49    |
| 15  | 76,2     | 54,49    |
| 16  | 77,5     | 56,09    |

#### Vertici strato .....1

| N  | X<br>(m) | y<br>(m) |
|----|----------|----------|
| 1  | 10,0     | 8,0      |
| 2  | 24,0     | 17,4     |
| 3  | 32,2     | 23,2     |
| 4  | 40,8     | 30,0     |
| 5  | 45,0     | 30,2     |
| 6  | 45,0     | 32,4     |
| 7  | 49,0     | 36,0     |
| 8  | 60,6     | 45,0     |
| 9  | 74,2     | 55,0     |
| 10 | 76,2     | 55,0     |
| 11 | 77,5     | 56,6     |

#### Vertici strato .....2

| N | X<br>(m) | y<br>(m) |
|---|----------|----------|
| 1 | 10,0     | 4,0      |
| 2 | 34,0     | 21,6     |
| 3 | 64,0     | 45,0     |
| 4 | 77,5     | 54,6     |

#### Coefficienti parziali azioni

|                                    |     |     |
|------------------------------------|-----|-----|
| Sfavorevoli: Permanenti, variabili | 1,0 | 1,0 |
| Favorevoli: Permanenti, variabili  | 1,0 | 1,0 |

#### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

|   |      |
|---|------|
| Tangente angolo di resistenza al taglio | 1,25 |
| Coesione efficace                       | 1,25 |
| Coesione non drenata                    | 1,4  |
| Riduzione parametri geotecnici terreno  | Si   |

**Stratigrafia**

| Strato | Coesione<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | Coesione non<br>drenata<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | Angolo<br>resistenza al<br>taglio<br>(°) | Peso unità di<br>volume<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | Peso saturo<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | Litologia |  |
|--------|----------------------------------|---|--|---|-------------------------------------|-----------|--|
| 1      | 10                               |   | 30                                       | 19  | 19                                  |           |  |
| 2      | 150                              |   | 35                                       | 26  | 26                                  |           |  |
| 3      | 230                              |   | 41                                       | 26  | 26                                  |           |  |

**Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]**

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| Fs minimo individuato      | 1,8     |
| Ascissa centro superficie  | 10,82 m |
| Ordinata centro superficie | 61,81 m |
| Raggio superficie          | 43,29 m |

**Numero di superfici esaminate....(188)**

| N° | Xo   | Yo   | Ro   | Fs    |
|----|------|------|------|-------|
| 1  | 2,7  | 60,6 | 47,1 | 19,99 |
| 2  | 6,0  | 60,6 | 46,7 | 19,99 |
| 3  | 10,8 | 61,8 | 43,3 | 1,80  |
| 4  | 12,4 | 60,6 | 42,1 | 19,99 |
| 5  | 14,1 | 61,8 | 43,4 | 19,99 |
| 6  | 15,7 | 60,6 | 42,3 | 19,99 |
| 7  | 17,3 | 61,8 | 43,7 | 19,99 |
| 8  | 18,9 | 60,6 | 38,0 | 19,99 |
| 9  | 20,5 | 61,8 | 39,5 | 19,99 |
| 10 | 22,2 | 60,6 | 38,5 | 19,99 |
| 11 | 23,8 | 61,8 | 39,8 | 19,99 |
| 12 | 25,4 | 60,6 | 42,9 | 3,12  |
| 13 | 27,0 | 61,8 | 37,6 | 19,99 |
| 14 | 28,6 | 60,6 | 31,6 | 19,99 |
| 15 | 30,3 | 61,8 | 31,2 | 19,99 |
| 16 | 31,9 | 60,6 | 29,7 | 19,99 |
| 17 | 33,5 | 61,8 | 29,3 | 19,99 |
| 18 | 35,1 | 60,6 | 27,8 | 19,99 |
| 19 | 2,7  | 63,1 | 49,5 | 19,99 |
| 20 | 4,3  | 64,3 | 50,6 | 19,99 |
| 21 | 6,0  | 63,1 | 49,2 | 19,99 |
| 22 | 9,2  | 63,1 | 49,1 | 4,98  |
| 23 | 10,8 | 64,3 | 50,3 | 4,27  |
| 24 | 12,4 | 63,1 | 44,6 | 19,99 |
| 25 | 14,1 | 64,3 | 50,5 | 3,47  |
| 26 | 15,7 | 63,1 | 44,8 | 19,99 |
| 27 | 17,3 | 64,3 | 46,2 | 4,49  |
| 28 | 18,9 | 63,1 | 40,5 | 9,80  |
| 29 | 20,5 | 64,3 | 41,9 | 19,99 |
| 30 | 22,2 | 63,1 | 40,9 | 19,99 |
| 31 | 23,8 | 64,3 | 45,3 | 3,47  |
| 32 | 25,4 | 63,1 | 39,2 | 19,99 |
| 33 | 27,0 | 64,3 | 38,5 | 19,99 |
| 34 | 28,6 | 63,1 | 36,9 | 19,99 |
| 35 | 30,3 | 64,3 | 36,3 | 19,99 |
| 36 | 31,9 | 63,1 | 34,7 | 19,99 |
| 37 | 33,5 | 64,3 | 34,0 | 4,22  |
| 38 | 35,1 | 63,1 | 28,9 | 6,16  |

---

|     |      |      |      |       |
|-----|------|------|------|-------|
| 39  | 6,0  | 65,5 | 51,7 | 19,99 |
| 40  | 7,6  | 66,8 | 52,9 | 19,99 |
| 41  | 9,2  | 65,5 | 47,0 | 19,99 |
| 42  | 10,8 | 66,8 | 52,8 | 4,24  |
| 43  | 12,4 | 65,5 | 47,1 | 19,99 |
| 44  | 14,1 | 66,8 | 48,4 | 19,99 |
| 45  | 15,7 | 65,5 | 47,3 | 5,23  |
| 46  | 17,3 | 66,8 | 48,6 | 4,12  |
| 47  | 18,9 | 65,5 | 43,0 | 19,99 |
| 48  | 20,5 | 66,8 | 44,0 | 19,99 |
| 49  | 22,2 | 65,5 | 46,9 | 3,52  |
| 50  | 23,8 | 66,8 | 41,8 | 19,99 |
| 51  | 25,4 | 65,5 | 40,2 | 19,99 |
| 52  | 27,0 | 66,8 | 39,6 | 19,99 |
| 53  | 28,6 | 65,5 | 37,9 | 19,99 |
| 54  | 30,3 | 66,8 | 41,0 | 19,99 |
| 55  | 31,9 | 65,5 | 35,7 | 19,99 |
| 56  | 33,5 | 66,8 | 34,4 | 19,99 |
| 57  | 35,1 | 65,5 | 32,7 | 19,99 |
| 58  | 6,0  | 68,0 | 54,2 | 19,99 |
| 59  | 7,6  | 69,3 | 50,8 | 19,99 |
| 60  | 9,2  | 68,0 | 49,5 | 19,99 |
| 61  | 10,8 | 69,3 | 50,8 | 19,99 |
| 62  | 12,4 | 68,0 | 49,6 | 5,84  |
| 63  | 14,1 | 69,3 | 50,9 | 19,99 |
| 64  | 15,7 | 68,0 | 49,7 | 4,64  |
| 65  | 17,3 | 69,3 | 46,5 | 19,99 |
| 66  | 18,9 | 68,0 | 45,4 | 19,99 |
| 67  | 20,5 | 69,3 | 45,1 | 19,99 |
| 68  | 22,2 | 68,0 | 43,5 | 19,99 |
| 69  | 23,8 | 69,3 | 47,0 | 19,99 |
| 70  | 25,4 | 68,0 | 41,2 | 19,99 |
| 71  | 27,0 | 69,3 | 44,5 | 19,99 |
| 72  | 28,6 | 68,0 | 46,5 | 3,26  |
| 73  | 30,3 | 69,3 | 38,0 | 19,99 |
| 74  | 31,9 | 68,0 | 36,2 | 19,99 |
| 75  | 35,1 | 68,0 | 40,3 | 19,99 |
| 76  | 6,0  | 70,5 | 56,7 | 19,99 |
| 77  | 7,6  | 71,8 | 53,3 | 19,99 |
| 78  | 9,2  | 70,5 | 52,0 | 19,99 |
| 79  | 10,8 | 71,8 | 53,3 | 19,99 |
| 80  | 12,4 | 70,5 | 52,0 | 19,99 |
| 81  | 14,1 | 71,8 | 53,4 | 19,99 |
| 82  | 15,7 | 70,5 | 47,6 | 19,99 |
| 83  | 17,3 | 71,8 | 48,5 | 19,99 |
| 84  | 18,9 | 70,5 | 46,8 | 19,99 |
| 85  | 20,5 | 71,8 | 50,5 | 4,00  |
| 86  | 22,2 | 70,5 | 48,8 | 19,99 |
| 87  | 23,8 | 71,8 | 48,0 | 19,99 |
| 88  | 25,4 | 70,5 | 46,2 | 19,99 |
| 89  | 27,0 | 71,8 | 41,5 | 19,99 |
| 90  | 28,6 | 70,5 | 39,8 | 19,99 |
| 91  | 30,3 | 71,8 | 42,1 | 19,99 |
| 92  | 33,5 | 71,8 | 39,0 | 19,99 |
| 93  | 35,1 | 70,5 | 37,2 | 19,99 |
| 94  | 6,0  | 73,0 | 59,2 | 19,99 |
| 95  | 7,6  | 74,3 | 55,8 | 19,99 |
| 96  | 9,2  | 73,0 | 54,5 | 19,99 |
| 97  | 10,8 | 74,3 | 55,7 | 19,99 |
| 98  | 12,4 | 73,0 | 54,5 | 19,99 |
| 99  | 14,1 | 74,3 | 55,8 | 19,99 |
| 100 | 15,7 | 73,0 | 50,1 | 19,99 |

---

---

|     |      |      |      |       |
|-----|------|------|------|-------|
| 101 | 17,3 | 74,3 | 54,0 | 19,99 |
| 102 | 18,9 | 73,0 | 52,3 | 19,99 |
| 103 | 20,5 | 74,3 | 47,5 | 19,99 |
| 104 | 22,2 | 73,0 | 45,8 | 19,99 |
| 105 | 23,8 | 74,3 | 45,2 | 19,99 |
| 106 | 25,4 | 73,0 | 43,4 | 19,99 |
| 107 | 27,0 | 74,3 | 45,9 | 19,99 |
| 108 | 28,6 | 73,0 | 44,0 | 19,99 |
| 109 | 30,3 | 74,3 | 42,8 | 19,99 |
| 110 | 31,9 | 73,0 | 40,9 | 19,99 |
| 111 | 33,5 | 74,3 | 39,7 | 19,99 |
| 112 | 35,1 | 73,0 | 37,8 | 19,99 |
| 113 | 2,7  | 75,5 | 61,9 | 5,17  |
| 114 | 4,3  | 76,7 | 63,0 | 19,99 |
| 115 | 6,0  | 75,5 | 57,1 | 19,99 |
| 116 | 7,6  | 76,7 | 58,3 | 8,48  |
| 117 | 9,2  | 75,5 | 57,0 | 19,99 |
| 118 | 10,8 | 76,7 | 58,2 | 19,99 |
| 119 | 12,4 | 75,5 | 57,0 | 19,99 |
| 120 | 14,1 | 76,7 | 53,1 | 19,99 |
| 121 | 15,7 | 75,5 | 60,2 | 3,19  |
| 122 | 17,3 | 76,7 | 51,0 | 19,99 |
| 123 | 18,9 | 75,5 | 49,2 | 19,99 |
| 124 | 20,5 | 76,7 | 48,8 | 19,99 |
| 125 | 22,2 | 75,5 | 47,0 | 19,99 |
| 126 | 23,8 | 76,7 | 53,5 | 19,99 |
| 127 | 25,4 | 75,5 | 47,7 | 19,99 |
| 128 | 27,0 | 76,7 | 46,5 | 19,99 |
| 129 | 28,6 | 75,5 | 44,6 | 19,99 |
| 130 | 30,3 | 76,7 | 43,5 | 19,99 |
| 131 | 31,9 | 75,5 | 41,6 | 19,99 |
| 132 | 33,5 | 76,7 | 44,4 | 19,99 |
| 133 | 35,1 | 75,5 | 42,5 | 19,99 |
| 134 | 2,7  | 78,0 | 64,4 | 19,99 |
| 135 | 4,3  | 79,2 | 60,9 | 19,99 |
| 136 | 6,0  | 78,0 | 59,6 | 19,99 |
| 137 | 7,6  | 79,2 | 60,8 | 19,99 |
| 138 | 9,2  | 78,0 | 59,5 | 19,99 |
| 139 | 10,8 | 79,2 | 65,3 | 3,15  |
| 140 | 12,4 | 78,0 | 59,4 | 19,99 |
| 141 | 14,1 | 79,2 | 58,7 | 19,99 |
| 142 | 15,7 | 78,0 | 56,9 | 19,99 |
| 143 | 17,3 | 79,2 | 56,3 | 19,99 |
| 144 | 18,9 | 78,0 | 58,4 | 3,36  |
| 145 | 23,8 | 79,2 | 50,3 | 19,99 |
| 146 | 25,4 | 78,0 | 48,4 | 19,99 |
| 147 | 27,0 | 79,2 | 47,3 | 19,99 |
| 148 | 28,6 | 78,0 | 45,4 | 19,99 |
| 149 | 30,3 | 79,2 | 48,3 | 19,99 |
| 150 | 35,1 | 78,0 | 43,4 | 19,99 |
| 151 | 4,3  | 81,7 | 63,4 | 19,99 |
| 152 | 6,0  | 80,5 | 62,1 | 8,45  |
| 153 | 7,6  | 81,7 | 67,8 | 3,57  |
| 154 | 9,2  | 80,5 | 62,0 | 19,99 |
| 155 | 10,8 | 81,7 | 62,3 | 19,99 |
| 156 | 12,4 | 80,5 | 60,5 | 19,99 |
| 157 | 14,1 | 81,7 | 59,9 | 8,95  |
| 158 | 15,7 | 80,5 | 58,1 | 19,99 |
| 159 | 17,3 | 81,7 | 57,1 | 19,99 |
| 160 | 18,9 | 80,5 | 55,2 | 19,99 |
| 161 | 20,5 | 81,7 | 54,1 | 19,99 |
| 162 | 22,2 | 80,5 | 52,2 | 19,99 |

---



|     |      |      |      |       |
|-----|------|------|------|-------|
| 163 | 23,8 | 81,7 | 51,1 | 19,99 |
| 164 | 25,4 | 80,5 | 49,2 | 19,99 |
| 165 | 30,3 | 81,7 | 49,3 | 19,99 |
| 166 | 33,5 | 81,7 | 46,4 | 19,99 |
| 167 | 4,3  | 84,2 | 65,9 | 19,99 |
| 168 | 6,0  | 83,0 | 64,5 | 19,99 |
| 169 | 7,6  | 84,2 | 65,7 | 19,99 |
| 170 | 9,2  | 83,0 | 64,2 | 5,30  |
| 171 | 10,8 | 84,2 | 63,6 | 19,99 |
| 172 | 12,4 | 83,0 | 61,8 | 19,99 |
| 173 | 14,1 | 84,2 | 60,9 | 19,99 |
| 174 | 15,7 | 83,0 | 59,0 | 19,99 |
| 175 | 17,3 | 84,2 | 57,9 | 19,99 |
| 176 | 18,9 | 83,0 | 56,0 | 19,99 |
| 177 | 20,5 | 84,2 | 54,9 | 19,99 |
| 178 | 22,2 | 83,0 | 53,0 | 19,99 |
| 179 | 27,0 | 84,2 | 53,3 | 19,99 |
| 180 | 30,3 | 84,2 | 50,4 | 19,99 |
| 181 | 2,7  | 85,5 | 71,8 | 4,01  |
| 182 | 6,0  | 85,5 | 71,6 | 3,62  |
| 183 | 9,2  | 85,5 | 65,4 | 8,44  |
| 184 | 12,4 | 85,5 | 62,8 | 19,99 |
| 185 | 15,7 | 85,5 | 59,8 | 19,99 |
| 186 | 18,9 | 85,5 | 56,8 | 19,99 |
| 187 | 22,2 | 85,5 | 58,1 | 19,99 |
| 188 | 25,4 | 85,5 | 55,2 | 19,99 |

Le verifiche qui sopra riprodotte evidenziano che il coefficiente di sicurezza minimo delle ipotetiche superfici di scivolamento risulta pari a 1,80, e si riferisce alla porzione di versante posta a valle della strada di penetrazione che si diparte dalla Via Monaco.

Le rappresentazioni grafiche delle verifiche sono allegate in calce alla presente; in particolare si sono rappresentate:

- la sezione con tutte le superfici analizzate;
- quella con coefficiente di sicurezza minimo;
- quella con coefficiente di sicurezza minimo interessante coltri sciolte e cappellaccio di alterazione.

Si mette in luce che tutti i coefficienti sono ampiamente superiori a quello minimo dell'equilibrio limite e anche a quello previsto dalle normative vigenti, pertanto la condizione globale del versante è di equilibrio stabile..

### 6.3.2 Verifica di stabilità globale del versante nelle condizioni di progetto

#### **Analisi di stabilità dei pendii con: SARMA (1973)**

```

=====
Lat./Long.43,971795/8,156314
Calcolo eseguito secondo NTC 2018
Numero di strati      4,0
Numero dei conci      10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile      1,1
Coefficiente parziale resistenza      1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: Picco
Analisi Condizione drenata
Superficie di forma circolare
=====

```

#### **Maglia dei Centri**

```

=====
Ascissa vertice sinistro inferiore xi      9,31      m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi      54,47      m
Ascissa vertice destro superiore xs      27,56      m
Ordinata vertice destro superiore ys      67,73      m
Passo di ricerca      10,0
=====

```

Numero di celle lungo x10,0  
Numero di celle lungo y10,0

#### Coefficienti sismici [N.T.C.]

##### Dati generali

Tipo opera:2 - Opere ordinarie

Classe d'uso: Classe II

Vita nominale: 50,0 [anni]

Vita di riferimento: 50,0 [anni]

##### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: A

Categoria topografica: T2

| S.L.<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         | 2,5       | 0,18         |
| S.L.D.               | 50,0                          | 0,35         | 2,57      | 0,21         |
| S.L.V.               | 475,0                         | 1,36         | 2,42      | 0,28         |
| S.L.C.               | 975,0                         | 1,85         | 2,46      | 0,3          |

##### 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.               | 0,42           | 0,2         | 0,0086    | 0,0043      |
| S.L.V.               | 1,632          | 0,27        | 0,0449    | 0,0225      |
| S.L.C.               | 2,22           | 0,27        | 0,0611    | 0,0306      |

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0449

Coefficiente azione sismica verticale 0,0225

##### Vertici profilo

| Nr | X<br>(m) | y<br>(m) |
|----|----------|----------|
| 1  | 10,0     | 9,4      |
| 2  | 13,0     | 12,2     |
| 3  | 16,6     | 13,2     |
| 4  | 18,8     | 15,6     |
| 5  | 25,0     | 19,6     |
| 6  | 26,3     | 20,4     |
| 7  | 28,3     | 20,4     |
| 8  | 28,3     | 21,6     |
| 9  | 28,3     | 24,8     |
| 10 | 30,4     | 24,8     |
| 11 | 30,4     | 26,6     |
| 12 | 34,6     | 26,6     |
| 13 | 36,0     | 26,6     |
| 14 | 38,4     | 26,6     |
| 15 | 38,4     | 27,8     |
| 16 | 38,4     | 29,6     |
| 17 | 40,6     | 29,6     |
| 18 | 44,2     | 29,6     |
| 19 | 45,0     | 29,6     |
| 20 | 45,0     | 30,0     |
| 21 | 45,0     | 32,4     |

---

|    |      |      |
|----|------|------|
| 22 | 45,0 | 33,2 |
| 23 | 50,4 | 38,6 |
| 24 | 72,4 | 55,0 |
| 25 | 74,2 | 55,0 |
| 26 | 76,2 | 55,0 |
| 27 | 77,5 | 56,6 |

#### Falda

| Nr. | X<br>(m) | y<br>(m) |
|-----|----------|----------|
| 1   | 10,0     | 8,9      |
| 2   | 16,6     | 13,0     |
| 3   | 18,8     | 15,1     |
| 4   | 26,3     | 19,8     |
| 5   | 28,3     | 20,1     |
| 6   | 38,4     | 26,4     |
| 7   | 40,6     | 28,5     |
| 8   | 45,0     | 29,3     |
| 9   | 50,4     | 38,1     |
| 10  | 72,4     | 54,5     |
| 11  | 76,2     | 54,8     |
| 12  | 77,5     | 56,1     |

#### Vertici strato .....1

| N  | X<br>(m) | y<br>(m) |
|----|----------|----------|
| 1  | 10,0     | 9,4      |
| 2  | 13,0     | 12,2     |
| 3  | 16,6     | 13,2     |
| 4  | 18,8     | 15,6     |
| 5  | 25,0     | 19,6     |
| 6  | 26,3     | 20,4     |
| 7  | 28,3     | 20,4     |
| 8  | 28,3     | 21,6     |
| 9  | 34,6     | 26,6     |
| 10 | 36,0     | 26,6     |
| 11 | 38,4     | 26,6     |
| 12 | 38,4     | 27,8     |
| 13 | 38,4     | 29,6     |
| 14 | 40,6     | 29,6     |
| 15 | 44,2     | 29,6     |
| 16 | 45,0     | 29,6     |
| 17 | 45,0     | 30,0     |
| 18 | 45,0     | 32,4     |
| 19 | 45,0     | 33,2     |
| 20 | 50,4     | 38,6     |
| 21 | 72,4     | 55,0     |
| 22 | 74,2     | 55,0     |
| 23 | 76,2     | 55,0     |
| 24 | 77,5     | 56,6     |

#### Vertici strato .....2

| N | X<br>(m) | y<br>(m) |
|---|----------|----------|
| 1 | 10,0     | 8,0      |
| 2 | 24,0     | 17,4     |
| 3 | 28,3     | 20,2     |
| 4 | 36,0     | 26,6     |
| 5 | 38,4     | 26,6     |
| 6 | 38,4     | 27,8     |
| 7 | 40,6     | 29,6     |

|    |      |      |
|----|------|------|
| 8  | 44,2 | 29,6 |
| 9  | 45,0 | 29,6 |
| 10 | 45,0 | 30,0 |
| 11 | 45,0 | 32,4 |
| 12 | 49,0 | 36,0 |
| 13 | 60,6 | 45,0 |
| 14 | 74,2 | 55,0 |
| 15 | 76,2 | 55,0 |
| 16 | 77,5 | 56,6 |

### Vertici strato .....3

| N | X<br>(m) | y<br>(m) |
|---|----------|----------|
| 1 | 10,0     | 4,0      |
| 2 | 34,0     | 21,6     |
| 3 | 44,2     | 29,6     |
| 4 | 45,0     | 29,6     |
| 5 | 45,0     | 30,0     |
| 6 | 64,0     | 45,0     |
| 7 | 77,5     | 54,6     |

### Coefficienti parziali azioni

=====

Sfavorevoli: Permanenti, variabili      1,0   1,0  
Favorevoli: Permanenti, variabili      1,0   1,0

=====

### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

=====

Tangente angolo di resistenza al taglio      1,25  
Coesione efficace      1,25  
Coesione non drenata      1,4  
Riduzione parametri geotecnici terreno      Si

=====

### Stratigrafia

| Strato | Coesione<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | Coesione non<br>drenata<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | Angolo<br>resistenza al<br>taglio<br>(°) | Peso unità di<br>volume<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | Peso saturo<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | Litologia |  |
|--------|----------------------------------|---|--|---|-------------------------------------|-----------|--|
| 1      | 20                               |   | 32                                       | 20  | 20                                  |           |  |
| 2      | 10                               |   | 30                                       | 19  | 19                                  |           |  |
| 3      | 150                              |   | 35                                       | 26  | 26                                  |           |  |
| 4      | 230                              |   | 41                                       | 26  | 26                                  |           |  |

### Carichi distribuiti

| N° | xi<br>(m) | yi<br>(m) | xf<br>(m) | yf<br>(m) | Carico esterno<br>(kN/m <sup>2</sup> ) |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| 1  | 30,4      | 26,6      | 38,2      | 26,6      | 100                                    |
| 2  | 38,4      | 29,6      | 44,4      | 29,6      | 100                                    |

### Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

=====

Fs minimo individuato   1,44  
Ascissa centro superficie 24,83      m  
Ordinata centro superficie 65,75      m  
Raggio superficie      38,27      m

=====

**Numero di superfici esaminate....(199)**

| N° | Xo   | Yo   | Ro   | Fs   |
|----|------|------|------|------|
| 1  | 9,3  | 54,5 | 40,6 | 3,92 |
| 2  | 10,2 | 55,1 | 41,2 | 3,84 |
| 3  | 11,1 | 54,5 | 40,6 | 4,67 |
| 4  | 12,1 | 55,1 | 41,2 | 4,62 |
| 5  | 13,0 | 54,5 | 40,7 | 4,70 |
| 6  | 13,9 | 55,1 | 41,3 | 4,22 |
| 7  | 14,8 | 54,5 | 40,8 | 3,87 |
| 8  | 15,7 | 55,1 | 41,5 | 3,50 |
| 9  | 16,6 | 54,5 | 41,1 | 3,53 |
| 10 | 17,5 | 55,1 | 41,7 | 3,36 |
| 11 | 18,4 | 54,5 | 41,3 | 3,27 |
| 12 | 19,4 | 55,1 | 42,0 | 3,11 |
| 13 | 20,3 | 54,5 | 37,1 | 3,83 |
| 14 | 21,2 | 55,1 | 37,7 | 3,80 |
| 15 | 22,1 | 54,5 | 42,0 | 2,96 |
| 16 | 23,0 | 55,1 | 42,8 | 2,88 |
| 17 | 23,9 | 54,5 | 37,8 | 3,33 |
| 18 | 24,8 | 55,1 | 38,5 | 3,20 |
| 19 | 25,7 | 54,5 | 38,3 | 3,18 |
| 20 | 26,7 | 55,1 | 43,8 | 2,67 |
| 21 | 27,6 | 54,5 | 43,6 | 2,66 |
| 22 | 9,3  | 55,8 | 41,8 | 3,79 |
| 23 | 10,2 | 56,5 | 42,5 | 4,31 |
| 24 | 12,1 | 56,5 | 42,5 | 4,62 |
| 25 | 13,0 | 55,8 | 41,9 | 4,56 |
| 26 | 13,9 | 56,5 | 42,6 | 4,04 |
| 27 | 14,8 | 55,8 | 42,1 | 3,77 |
| 28 | 15,7 | 56,5 | 42,8 | 3,48 |
| 29 | 16,6 | 55,8 | 42,3 | 3,32 |
| 30 | 17,5 | 56,5 | 43,0 | 3,26 |
| 31 | 18,4 | 55,8 | 37,9 | 4,86 |
| 32 | 19,4 | 56,5 | 38,7 | 4,15 |
| 33 | 20,3 | 55,8 | 42,8 | 2,97 |
| 34 | 21,2 | 56,5 | 43,7 | 2,86 |
| 35 | 22,1 | 55,8 | 43,2 | 2,93 |
| 36 | 23,0 | 56,5 | 44,1 | 2,83 |
| 37 | 23,9 | 55,8 | 43,7 | 2,79 |
| 38 | 24,8 | 56,5 | 44,6 | 2,72 |
| 39 | 25,7 | 55,8 | 44,2 | 2,69 |
| 40 | 26,7 | 56,5 | 45,0 | 2,64 |
| 41 | 27,6 | 55,8 | 39,7 | 3,01 |
| 42 | 11,1 | 57,1 | 43,2 | 4,80 |
| 43 | 12,1 | 57,8 | 43,9 | 4,51 |
| 44 | 13,0 | 57,1 | 43,2 | 4,34 |
| 45 | 13,9 | 57,8 | 44,0 | 3,85 |
| 46 | 14,8 | 57,1 | 43,4 | 3,58 |
| 47 | 15,7 | 57,8 | 44,1 | 3,36 |
| 48 | 16,6 | 57,1 | 43,6 | 3,22 |
| 49 | 17,5 | 57,8 | 44,3 | 3,18 |
| 50 | 18,4 | 57,1 | 39,2 | 4,72 |
| 51 | 19,4 | 57,8 | 40,0 | 4,05 |
| 52 | 20,3 | 57,1 | 44,1 | 2,92 |
| 53 | 21,2 | 57,8 | 45,0 | 2,82 |
| 54 | 22,1 | 57,1 | 44,5 | 2,88 |
| 55 | 23,0 | 57,8 | 45,4 | 2,79 |
| 56 | 23,9 | 57,1 | 45,0 | 2,75 |
| 57 | 24,8 | 57,8 | 45,8 | 2,68 |
| 58 | 25,7 | 57,1 | 45,4 | 2,66 |

---

|     |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|
| 59  | 26,7 | 57,8 | 45,9 | 2,64 |
| 60  | 27,6 | 57,1 | 45,0 | 2,68 |
| 61  | 9,3  | 58,4 | 44,5 | 4,22 |
| 62  | 10,2 | 59,1 | 45,2 | 4,98 |
| 63  | 12,1 | 59,1 | 45,2 | 4,29 |
| 64  | 13,0 | 58,4 | 44,6 | 4,10 |
| 65  | 14,8 | 58,4 | 44,7 | 3,52 |
| 66  | 15,7 | 59,1 | 45,4 | 3,27 |
| 67  | 16,6 | 58,4 | 40,3 | 5,18 |
| 68  | 17,5 | 59,1 | 45,7 | 3,11 |
| 69  | 18,4 | 58,4 | 45,1 | 3,03 |
| 70  | 19,4 | 59,1 | 45,9 | 2,90 |
| 71  | 20,3 | 58,4 | 45,4 | 2,88 |
| 72  | 21,2 | 59,1 | 41,6 | 3,47 |
| 73  | 22,1 | 58,4 | 41,1 | 3,30 |
| 74  | 23,0 | 59,1 | 41,9 | 3,25 |
| 75  | 23,9 | 58,4 | 46,2 | 2,71 |
| 76  | 24,8 | 59,1 | 47,0 | 2,66 |
| 77  | 25,7 | 58,4 | 41,6 | 2,96 |
| 78  | 26,7 | 59,1 | 45,9 | 2,61 |
| 79  | 27,6 | 58,4 | 40,0 | 3,14 |
| 80  | 13,0 | 59,8 | 41,3 | 4,90 |
| 81  | 13,9 | 60,4 | 46,6 | 3,59 |
| 82  | 14,8 | 59,8 | 46,0 | 3,42 |
| 83  | 15,7 | 60,4 | 46,8 | 3,18 |
| 84  | 16,6 | 59,8 | 46,2 | 3,22 |
| 85  | 17,5 | 60,4 | 47,0 | 3,06 |
| 86  | 18,4 | 59,8 | 41,8 | 4,22 |
| 87  | 19,4 | 60,4 | 42,6 | 3,72 |
| 88  | 20,3 | 59,8 | 42,1 | 3,69 |
| 89  | 21,2 | 60,4 | 47,6 | 2,73 |
| 90  | 22,1 | 59,8 | 42,4 | 3,40 |
| 91  | 23,0 | 60,4 | 47,9 | 2,72 |
| 92  | 23,9 | 59,8 | 42,6 | 3,12 |
| 93  | 24,8 | 60,4 | 42,8 | 3,10 |
| 94  | 25,7 | 59,8 | 46,9 | 2,58 |
| 95  | 26,7 | 60,4 | 41,0 | 3,27 |
| 96  | 27,6 | 59,8 | 45,1 | 2,70 |
| 97  | 10,2 | 61,8 | 47,8 | 4,75 |
| 98  | 12,1 | 61,8 | 47,8 | 3,90 |
| 99  | 13,0 | 61,1 | 47,2 | 3,78 |
| 100 | 13,9 | 61,8 | 47,9 | 3,48 |
| 101 | 15,7 | 61,8 | 43,5 | 5,43 |
| 102 | 16,6 | 61,1 | 42,9 | 4,45 |
| 103 | 17,5 | 61,8 | 48,3 | 3,00 |
| 104 | 18,4 | 61,1 | 43,1 | 4,02 |
| 105 | 19,4 | 61,8 | 48,6 | 2,80 |
| 106 | 20,3 | 61,1 | 43,4 | 3,58 |
| 107 | 21,2 | 61,8 | 48,8 | 2,70 |
| 108 | 22,1 | 61,1 | 48,4 | 2,66 |
| 109 | 23,0 | 61,8 | 49,0 | 2,60 |
| 110 | 23,9 | 61,1 | 48,6 | 2,66 |
| 111 | 24,8 | 61,8 | 47,9 | 2,65 |
| 112 | 25,7 | 61,1 | 47,0 | 2,67 |
| 113 | 26,7 | 61,8 | 41,1 | 3,35 |
| 114 | 27,6 | 61,1 | 40,1 | 3,36 |
| 115 | 10,2 | 63,1 | 49,1 | 4,48 |
| 116 | 12,1 | 63,1 | 49,2 | 3,86 |
| 117 | 13,0 | 62,4 | 48,5 | 3,65 |
| 118 | 13,9 | 63,1 | 49,3 | 3,37 |
| 119 | 14,8 | 62,4 | 48,7 | 3,23 |
| 120 | 15,7 | 63,1 | 49,4 | 3,20 |

---

---

|     |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|
| 121 | 16,6 | 62,4 | 48,8 | 3,09 |
| 122 | 17,5 | 63,1 | 49,6 | 2,94 |
| 123 | 18,4 | 62,4 | 44,4 | 3,85 |
| 124 | 19,4 | 63,1 | 45,2 | 3,69 |
| 125 | 20,3 | 62,4 | 49,4 | 2,74 |
| 126 | 21,2 | 63,1 | 50,0 | 2,65 |
| 127 | 22,1 | 62,4 | 44,6 | 3,35 |
| 128 | 23,0 | 63,1 | 49,9 | 2,60 |
| 129 | 23,9 | 62,4 | 48,9 | 2,62 |
| 130 | 24,8 | 63,1 | 48,1 | 2,75 |
| 131 | 25,7 | 62,4 | 47,1 | 2,75 |
| 132 | 26,7 | 63,1 | 46,2 | 2,74 |
| 133 | 27,6 | 62,4 | 45,3 | 2,76 |
| 134 | 9,3  | 63,8 | 49,8 | 4,94 |
| 135 | 12,1 | 64,4 | 45,9 | 5,04 |
| 136 | 13,0 | 63,8 | 49,9 | 3,53 |
| 137 | 13,9 | 64,4 | 50,6 | 3,27 |
| 138 | 15,7 | 64,4 | 46,1 | 4,61 |
| 139 | 16,6 | 63,8 | 50,2 | 3,03 |
| 140 | 17,5 | 64,4 | 50,9 | 2,89 |
| 141 | 18,4 | 63,8 | 45,8 | 3,71 |
| 142 | 19,4 | 64,4 | 51,1 | 2,74 |
| 143 | 20,3 | 63,8 | 45,7 | 3,49 |
| 144 | 21,2 | 64,4 | 46,2 | 3,34 |
| 145 | 22,1 | 63,8 | 45,7 | 3,37 |
| 146 | 23,0 | 64,4 | 50,0 | 2,71 |
| 147 | 23,9 | 63,8 | 49,0 | 2,73 |
| 148 | 24,8 | 64,4 | 43,2 | 3,46 |
| 149 | 25,7 | 63,8 | 47,2 | 2,72 |
| 150 | 26,7 | 64,4 | 36,3 | 5,46 |
| 151 | 27,6 | 63,8 | 45,4 | 2,89 |
| 152 | 9,3  | 65,1 | 51,1 | 4,48 |
| 153 | 11,1 | 65,1 | 51,1 | 3,81 |
| 154 | 12,1 | 65,7 | 47,3 | 5,59 |
| 155 | 13,0 | 65,1 | 51,2 | 3,42 |
| 156 | 13,9 | 65,7 | 51,9 | 3,20 |
| 157 | 14,8 | 65,1 | 46,7 | 4,98 |
| 158 | 15,7 | 65,7 | 47,5 | 4,58 |
| 159 | 16,6 | 65,1 | 46,9 | 4,15 |
| 160 | 17,5 | 65,7 | 52,2 | 2,85 |
| 161 | 18,4 | 65,1 | 51,6 | 2,79 |
| 162 | 19,4 | 65,7 | 52,2 | 2,72 |
| 163 | 20,3 | 65,1 | 51,7 | 2,68 |
| 164 | 21,2 | 65,7 | 52,0 | 2,66 |
| 165 | 22,1 | 65,1 | 46,0 | 3,37 |
| 166 | 23,0 | 65,7 | 50,2 | 2,81 |
| 167 | 23,9 | 65,1 | 49,2 | 2,82 |
| 168 | 24,8 | 65,7 | 38,3 | 1,44 |
| 169 | 25,7 | 65,1 | 37,3 | 4,13 |
| 170 | 26,7 | 65,7 | 46,6 | 2,95 |
| 171 | 27,6 | 65,1 | 35,5 | 2,54 |
| 172 | 10,2 | 67,1 | 53,1 | 3,89 |
| 173 | 11,1 | 66,4 | 52,5 | 3,67 |
| 174 | 12,1 | 67,1 | 53,1 | 3,47 |
| 175 | 13,9 | 67,1 | 53,2 | 3,12 |
| 176 | 14,8 | 66,4 | 48,0 | 4,57 |
| 177 | 15,7 | 67,1 | 48,7 | 4,35 |
| 178 | 16,6 | 66,4 | 52,8 | 2,92 |
| 179 | 17,5 | 67,1 | 53,4 | 2,84 |
| 180 | 18,4 | 66,4 | 47,9 | 3,51 |
| 181 | 19,4 | 67,1 | 48,4 | 3,32 |
| 182 | 20,3 | 66,4 | 47,8 | 3,53 |

---

---

|     |      |      |      |       |
|-----|------|------|------|-------|
| 183 | 21,2 | 67,1 | 52,2 | 2,79  |
| 184 | 22,1 | 66,4 | 51,2 | 2,81  |
| 185 | 23,0 | 67,1 | 40,2 | 1,81  |
| 186 | 23,9 | 66,4 | 39,3 | 1,60  |
| 187 | 24,8 | 67,1 | 48,6 | 2,98  |
| 188 | 25,7 | 66,4 | 47,6 | 3,00  |
| 189 | 26,7 | 67,1 | 41,7 | 19,99 |
| 190 | 27,6 | 66,4 | 45,8 | 3,10  |
| 191 | 9,3  | 67,7 | 53,8 | 4,13  |
| 192 | 11,1 | 67,7 | 53,8 | 3,54  |
| 193 | 13,0 | 67,7 | 53,8 | 3,24  |
| 194 | 14,8 | 67,7 | 54,0 | 3,09  |
| 195 | 16,6 | 67,7 | 53,9 | 2,89  |
| 196 | 18,4 | 67,7 | 54,0 | 2,76  |
| 197 | 20,3 | 67,7 | 53,2 | 2,77  |
| 198 | 22,1 | 67,7 | 41,2 | 2,10  |
| 199 | 25,7 | 67,7 | 47,8 | 2,97  |

Le verifiche qui sopra riprodotte evidenziano che il coefficiente di sicurezza minimo delle ipotetiche superfici di scivolamento risulta pari a 1,44, e si riferisce alla porzione di versante posta a monte dell'intervento e della strada di accesso al fabbricato. Si sottolinea che la superficie di scorrimento passante al di sotto dell'intervento possiede coefficiente di sicurezza superiore a 4.

Le rappresentazioni grafiche delle verifiche sono allegate in calce alla presente; in particolare si sono rappresentate:

- la sezione con tutte le superfici analizzate;
- quella con coefficiente di sicurezza minimo;
- quella con coefficiente di sicurezza minimo relativa alla superficie di scorrimento posta al di sotto dell'intervento

Si mette in luce che tutti i coefficienti sono ampiamente superiori a quello minimo dell'equilibrio limite e anche a quello previsto dalle normative vigenti, pertanto la condizione globale del versante è di equilibrio stabile..

## 7. CONCLUSIONI.

Le verifiche evidenziano che in tutte le condizioni esaminate riferite alla stabilità globale del versante, sia nelle condizioni di stato attuale, sia nelle condizioni di progetto, il coefficiente di sicurezza minimo delle ipotetiche superfici di scivolamento è superiore a quello minimo dell'equilibrio limite e anche a quello previsto dalle normative vigenti.

Pertanto il pendio è da considerarsi stabile ed è possibile affermare che l'intervento non aggrava il grado di suscettività al dissesto dell'area e permette il miglioramento delle condizioni di stabilità dell'areale interessato.

Savona, 18 aprile 2019



---

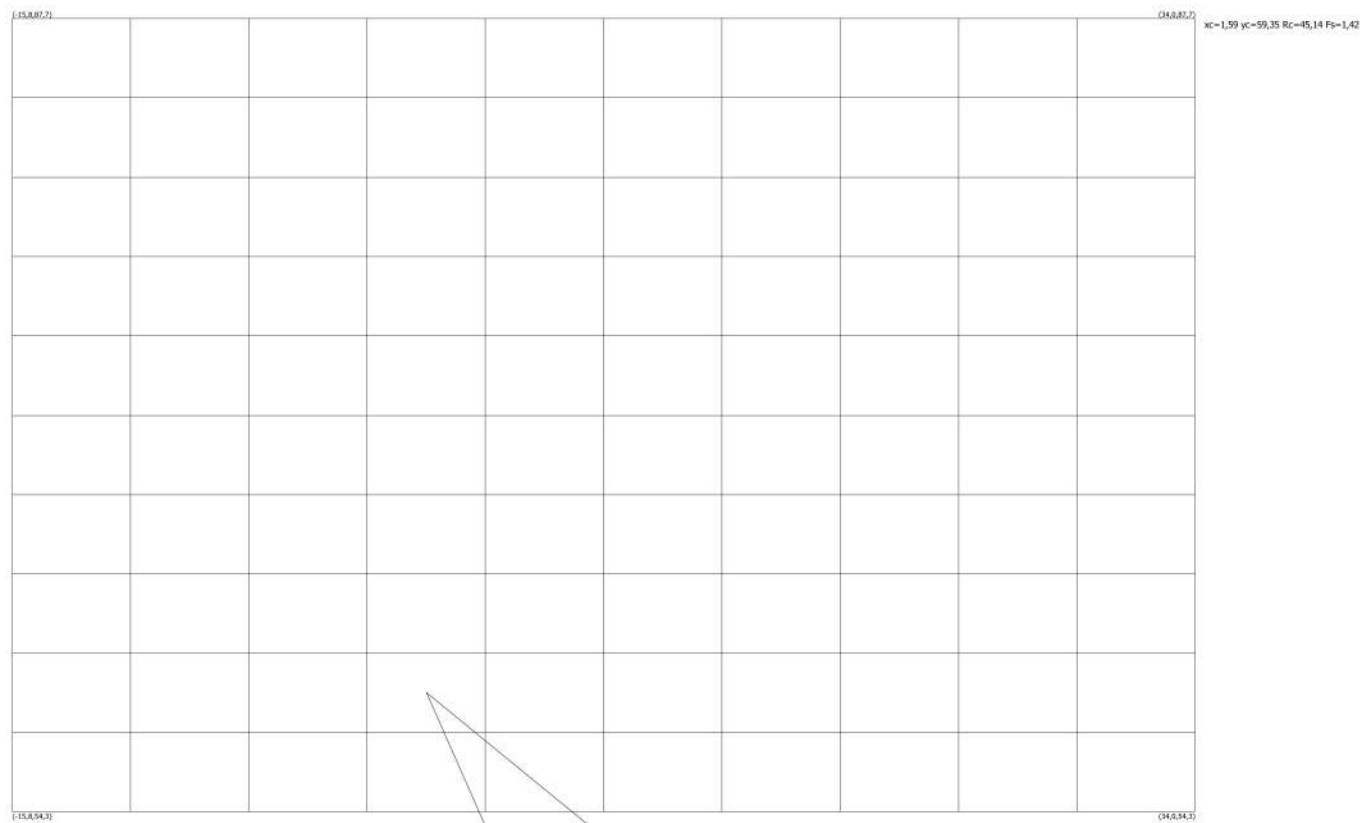
## **Allegati:**

### Analisi di stabilità

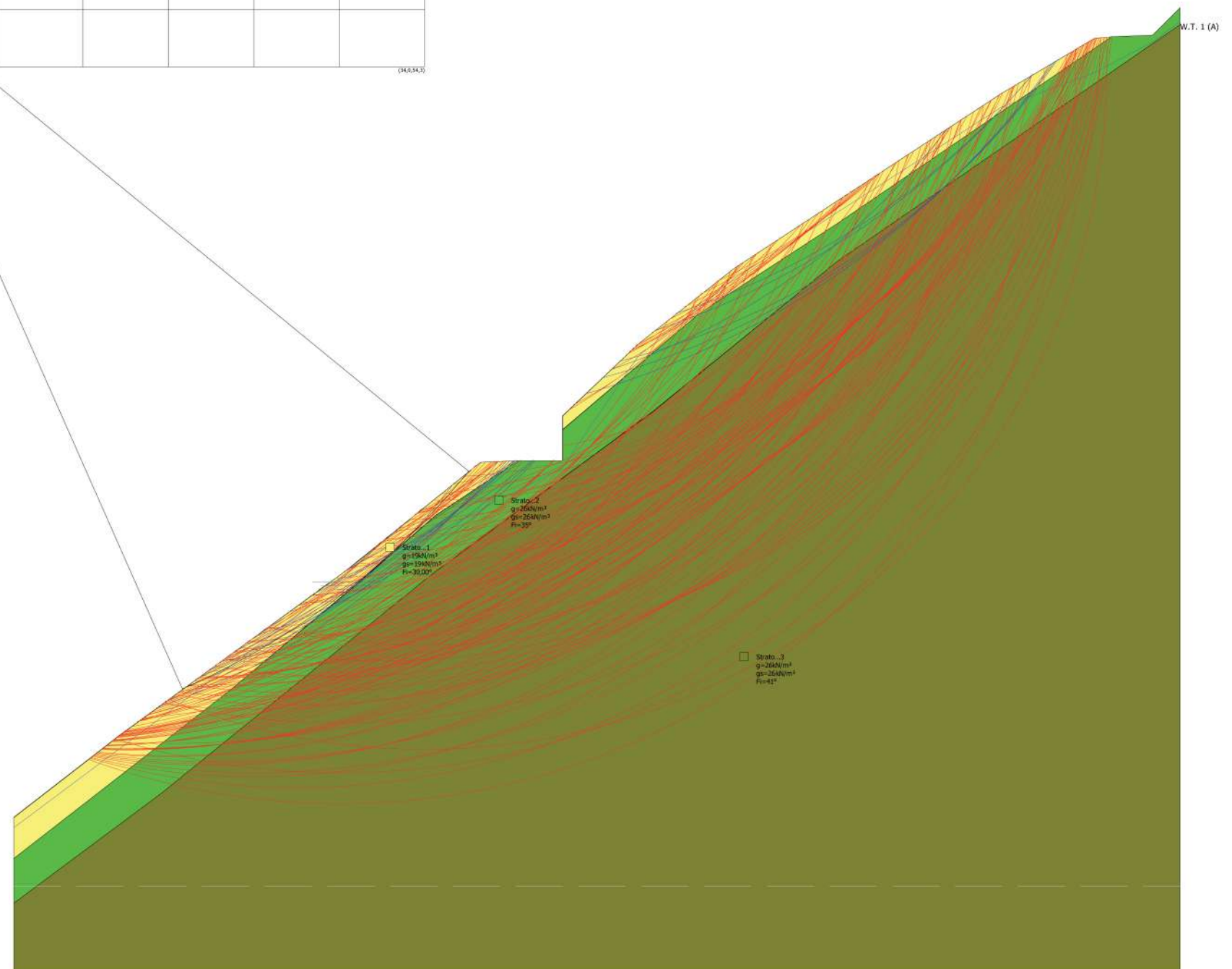
Sezione A – Stato attuale – Superfici analizzate  
Sezione A – Stato attuale – Superficie con  $F_s$  minimo  
Sezione A – Stato attuale – Superficie con  $F_s$  minimo interessante coltre e cappellaccio  
Sezione A – Stato di progetto – Superfici analizzate  
Sezione A – Stato di progetto – Superficie con  $F_s$  minimo  
Sezione A – Stato di progetto – Superficie con  $F_s$  minimo con superficie di scorrimento sotto l'intervento

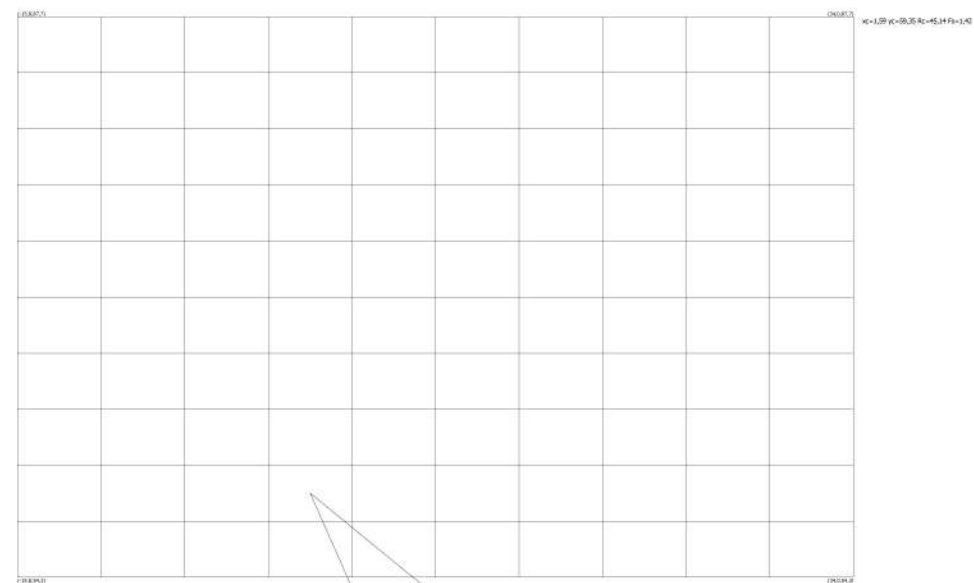
Sezione C – Stato attuale – Superfici analizzate  
Sezione C – Stato attuale – Superficie con  $F_s$  minimo  
Sezione C – Stato attuale – Superficie con  $F_s$  minimo interessante coltre e cappellaccio  
Sezione C – Stato di progetto – Superfici analizzate  
Sezione C – Stato di progetto – Superficie con  $F_s$  minimo  
Sezione C – Stato di progetto – Superficie con  $F_s$  minimo con superficie di scorrimento sotto l'intervento

Sezione E – Stato attuale – Superfici analizzate  
Sezione E – Stato attuale – Superficie con  $F_s$  minimo  
Sezione E – Stato attuale – Superficie con  $F_s$  minimo interessante coltre e cappellaccio  
Sezione E – Stato di progetto – Superfici analizzate  
Sezione E – Stato di progetto – Superficie con  $F_s$  minimo  
Sezione E – Stato di progetto – Superficie con  $F_s$  minimo con superficie di scorrimento sotto l'intervento

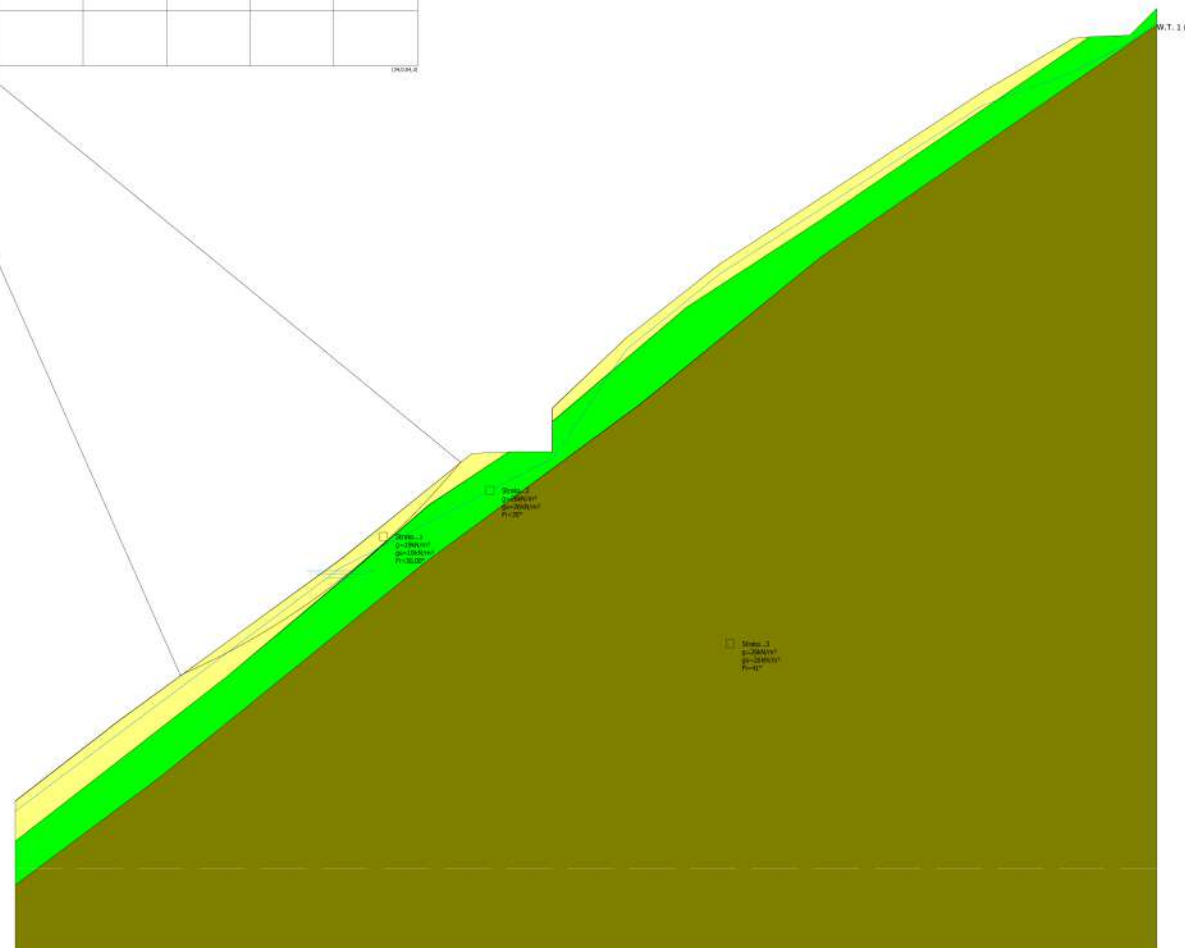


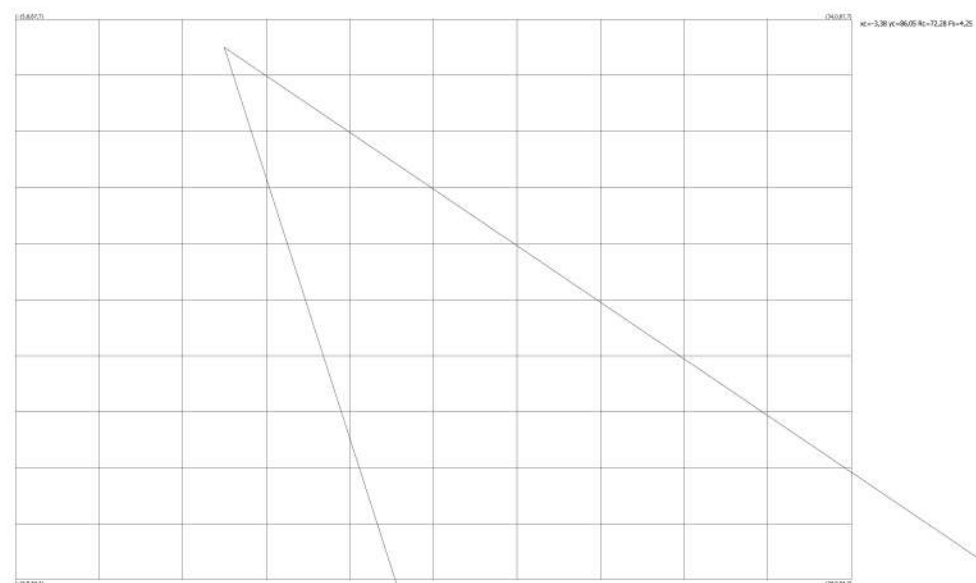
Sezione A - Stato attuale - Superfici analizzate



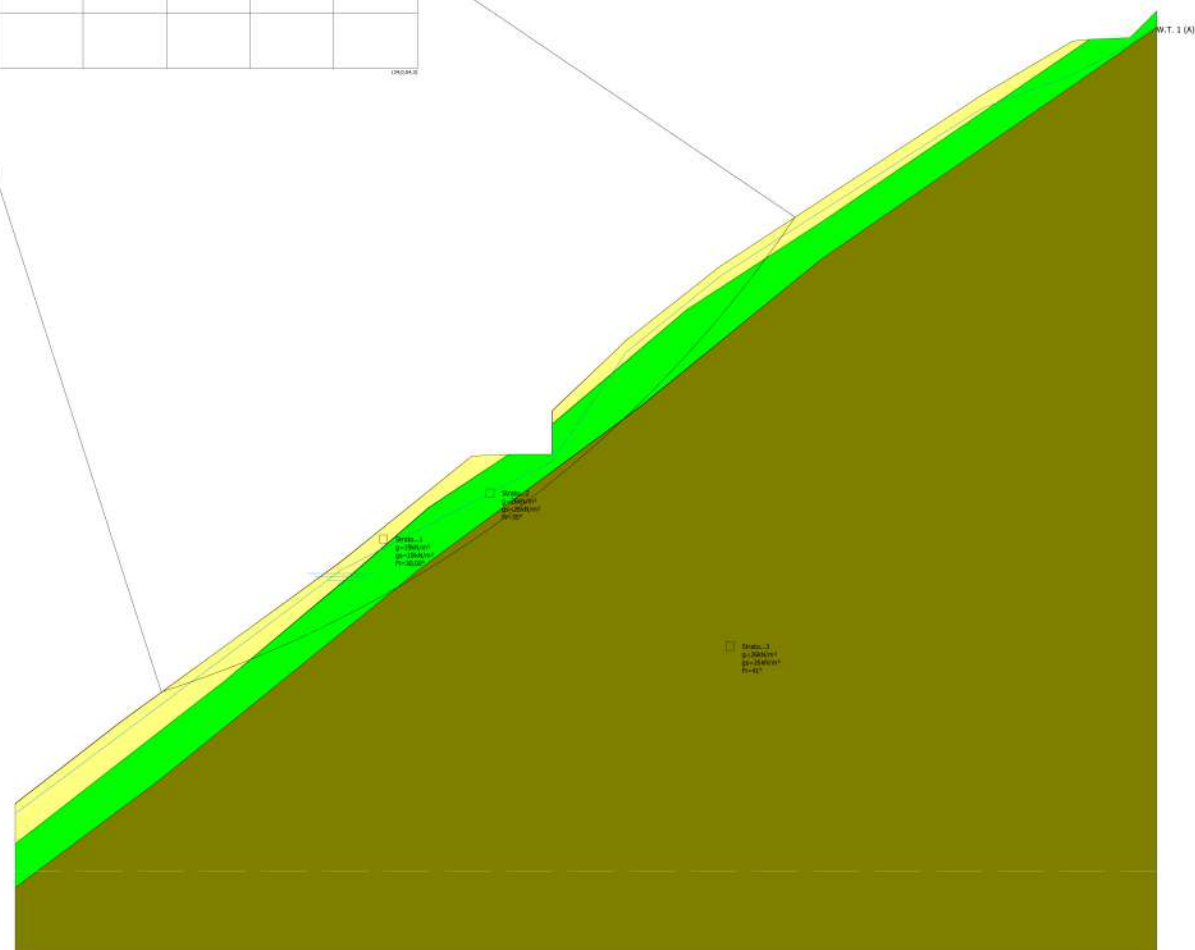


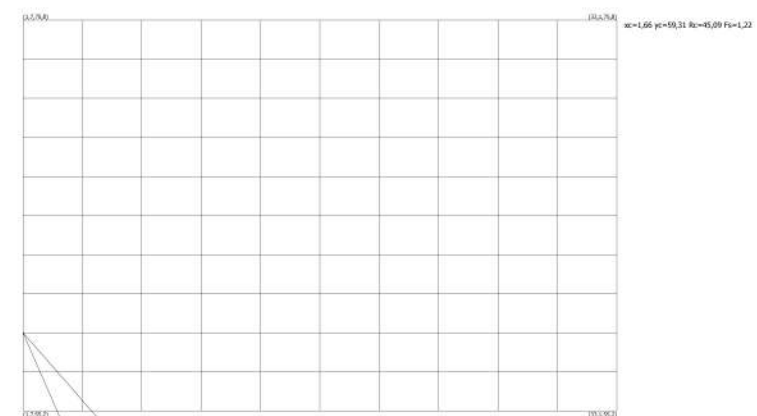
Sezione A - Stato attuale FS minimo



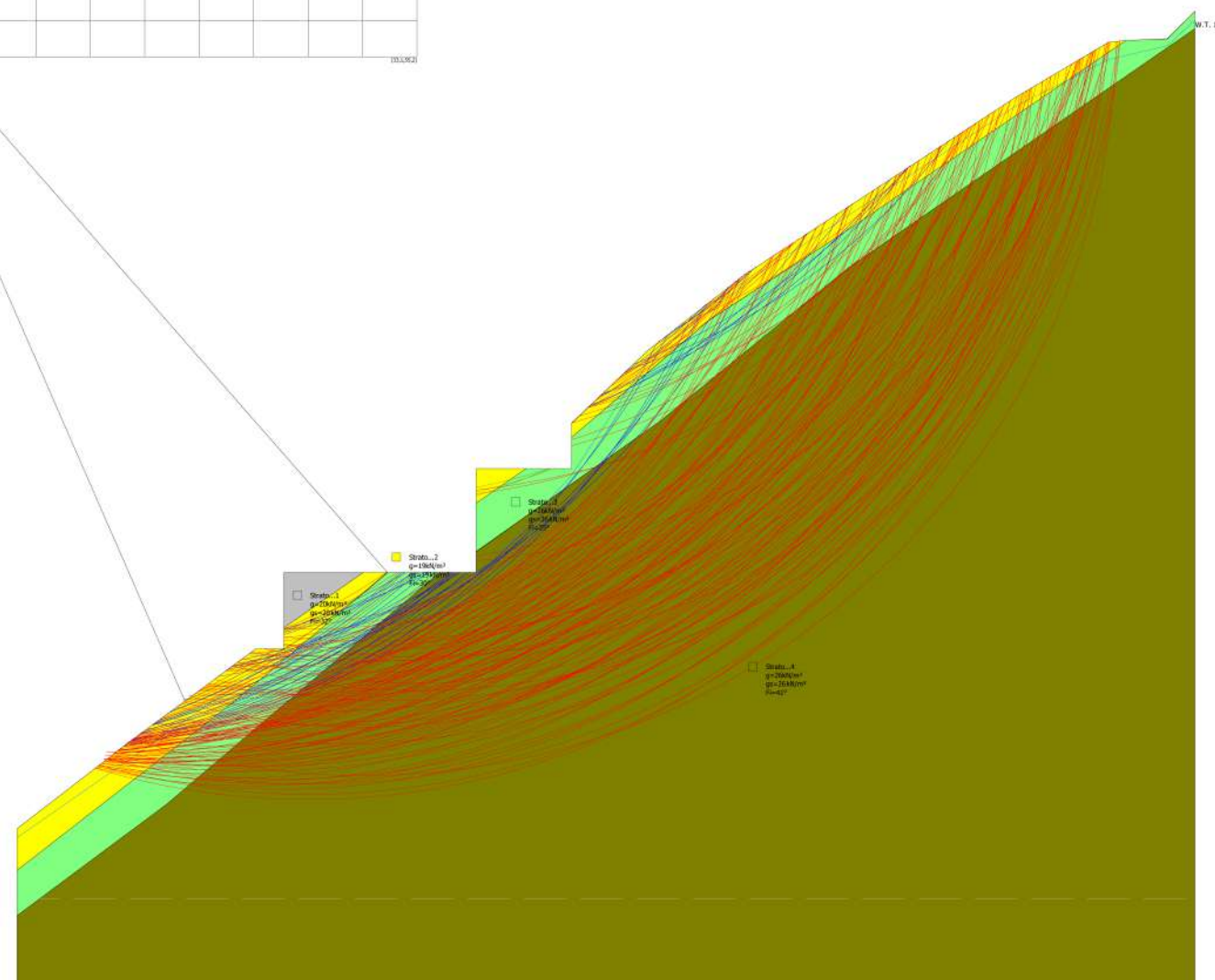


Sezione A - Stato attuale - Superficie Fs minimo colte e cappellaccio





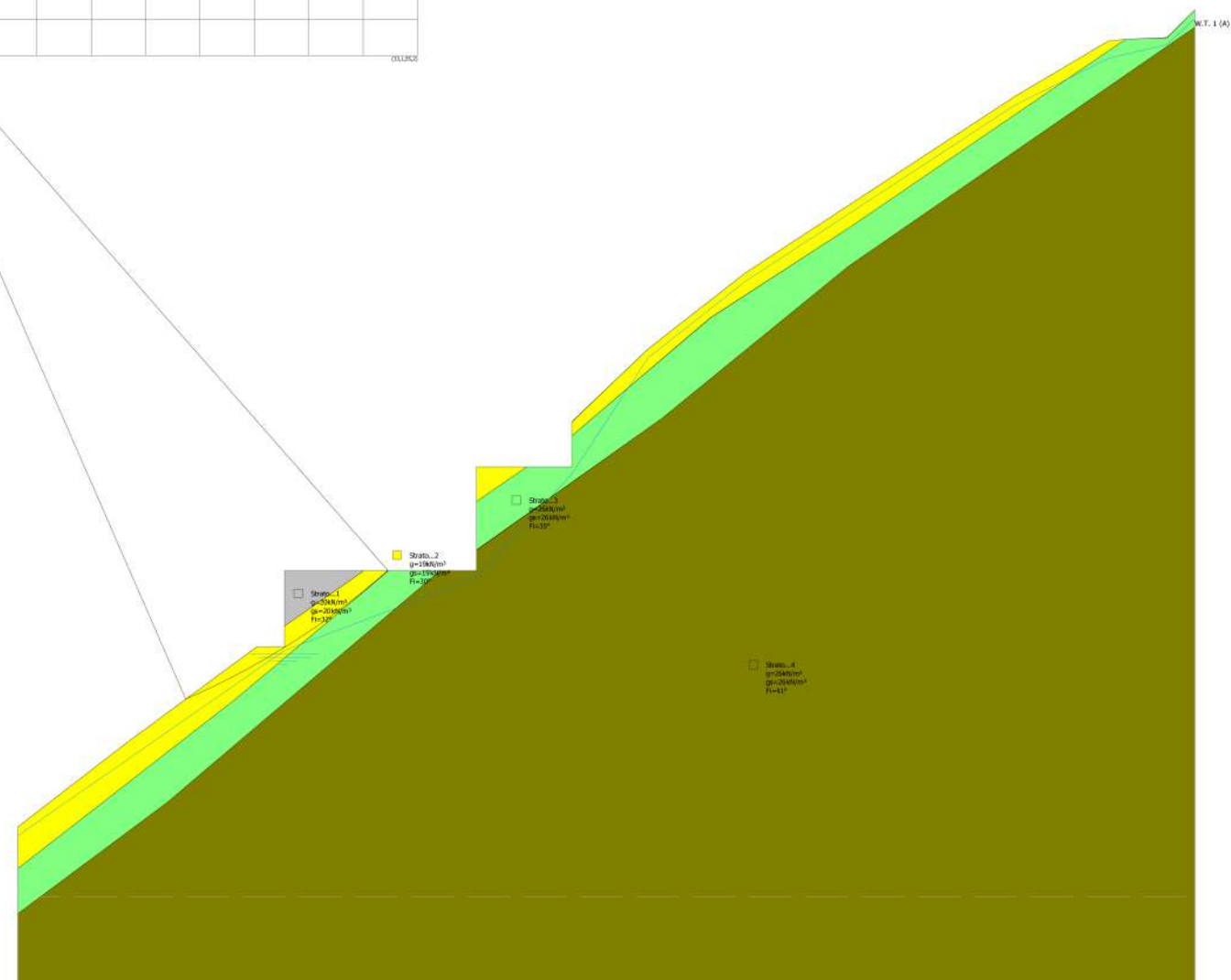
Sezione A - Stato di progetto - Superfici analizzate





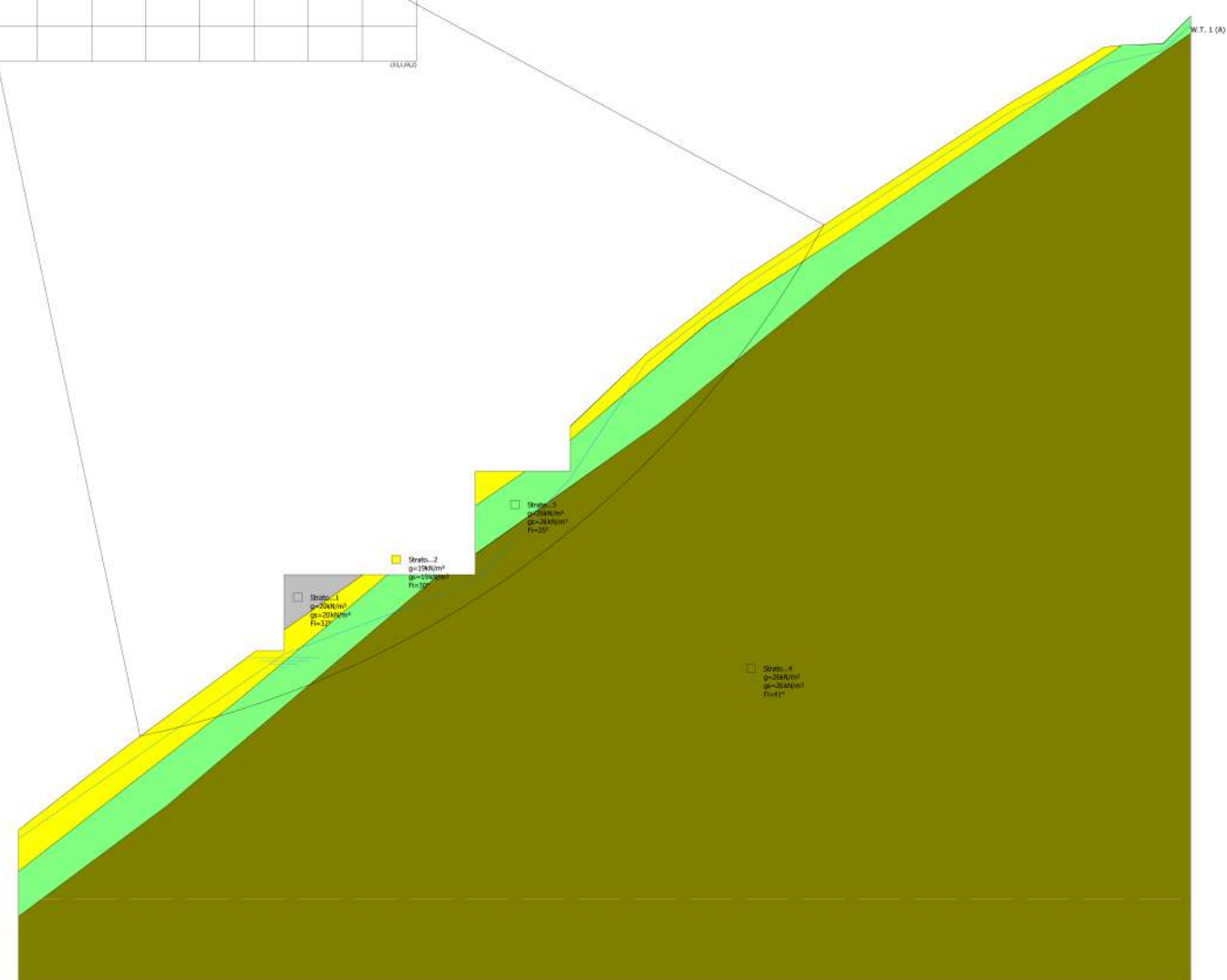
xc=1.66 yc=93.31 Rz=45.00 Fx=1.22

## Sezione A - Stato di progetto - FS minimo

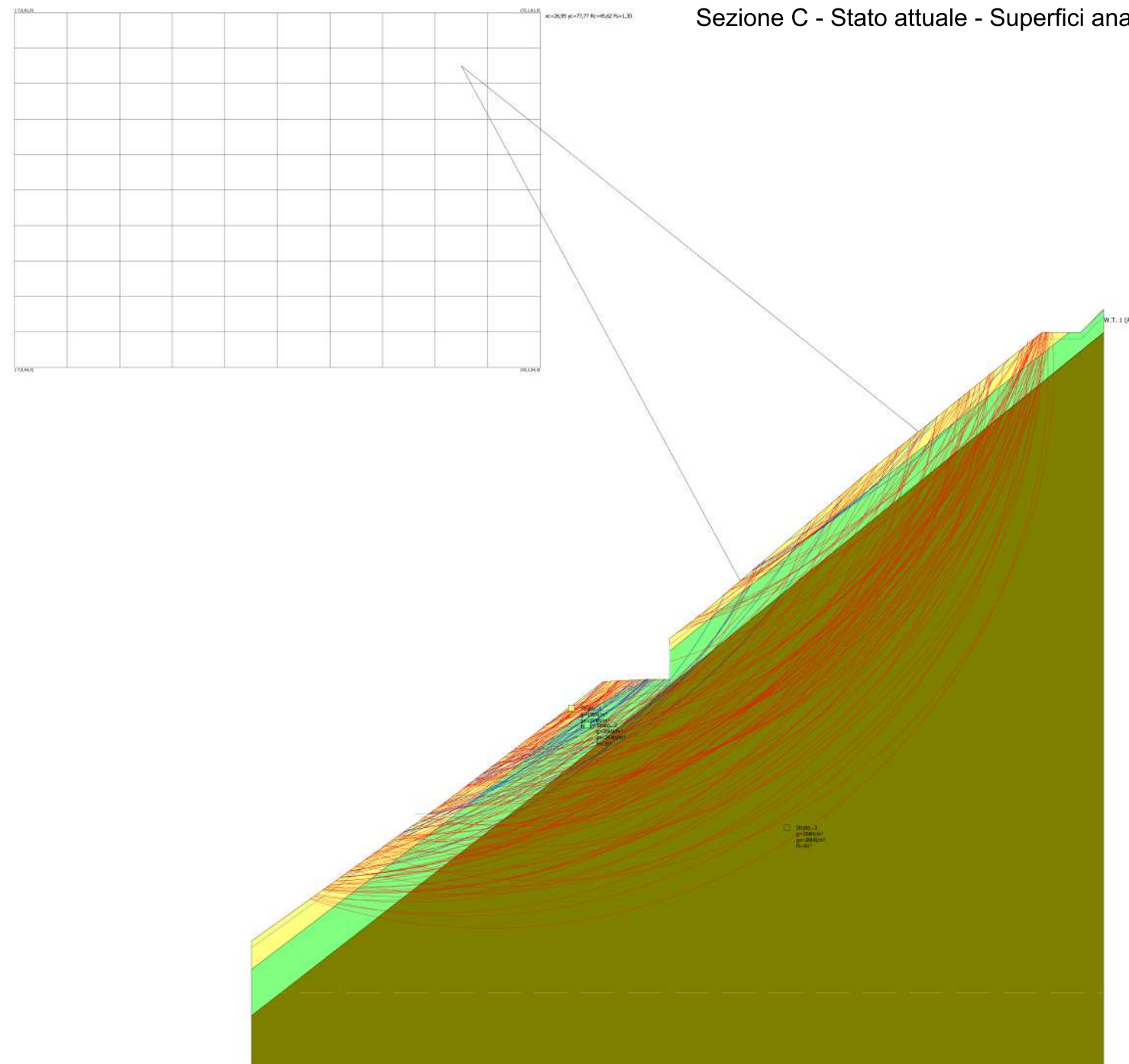




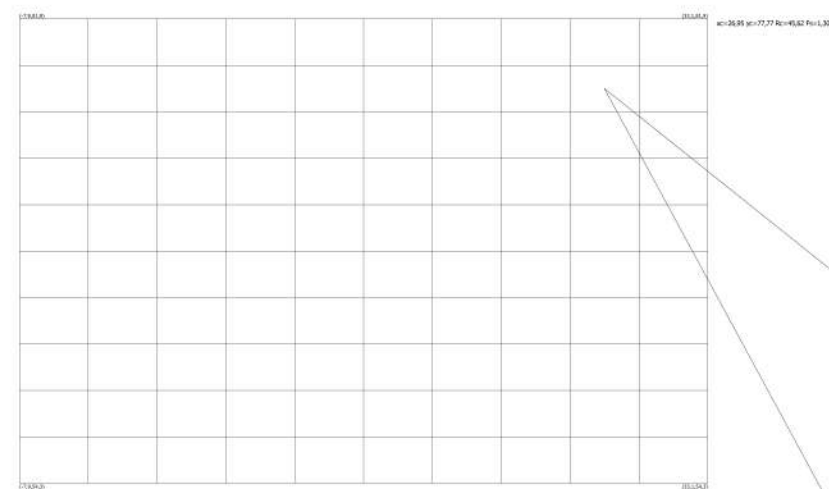
Sezione A - Stato di progetto - Superficie Fs minimo con superficie di scorrimento sotto l'intervento



Sezione C - Stato attuale - Superfici analizzate

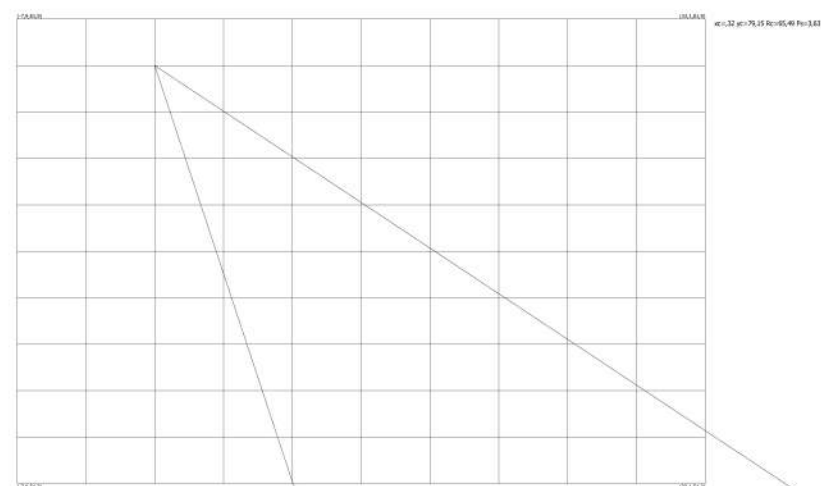




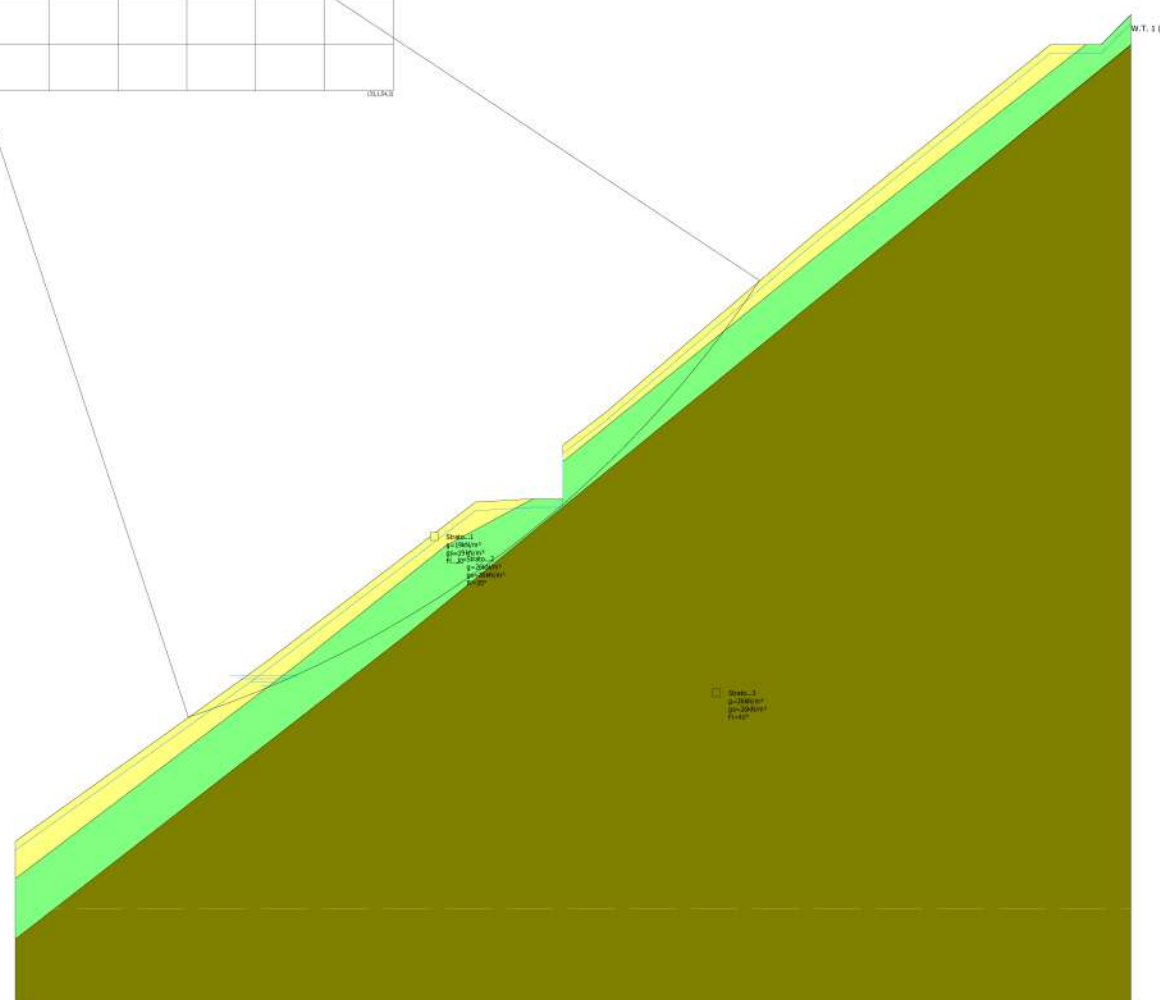


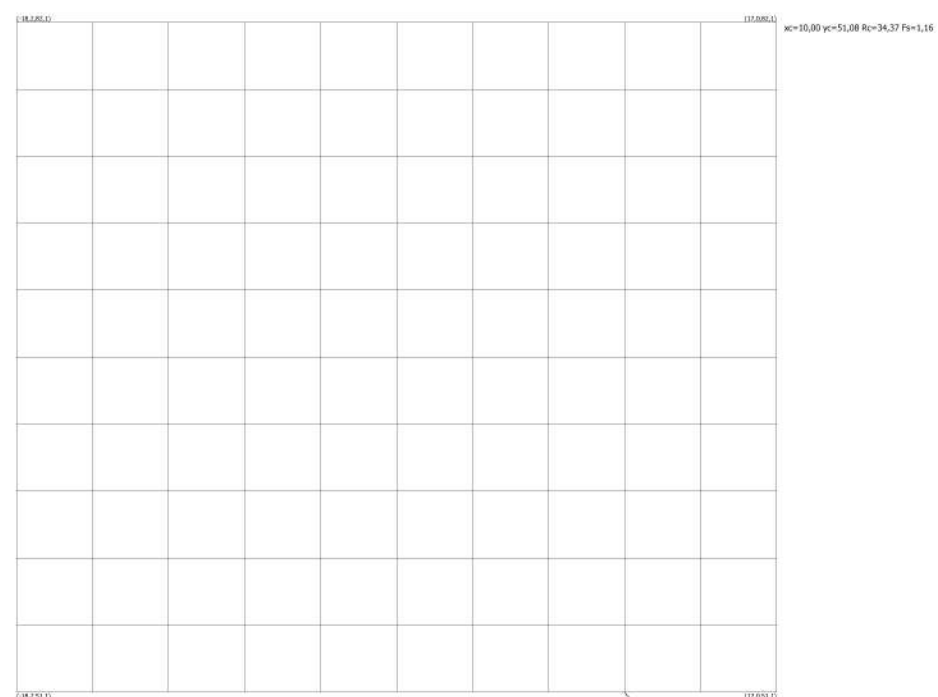
Sezione C - Stato attuale - FS minimo



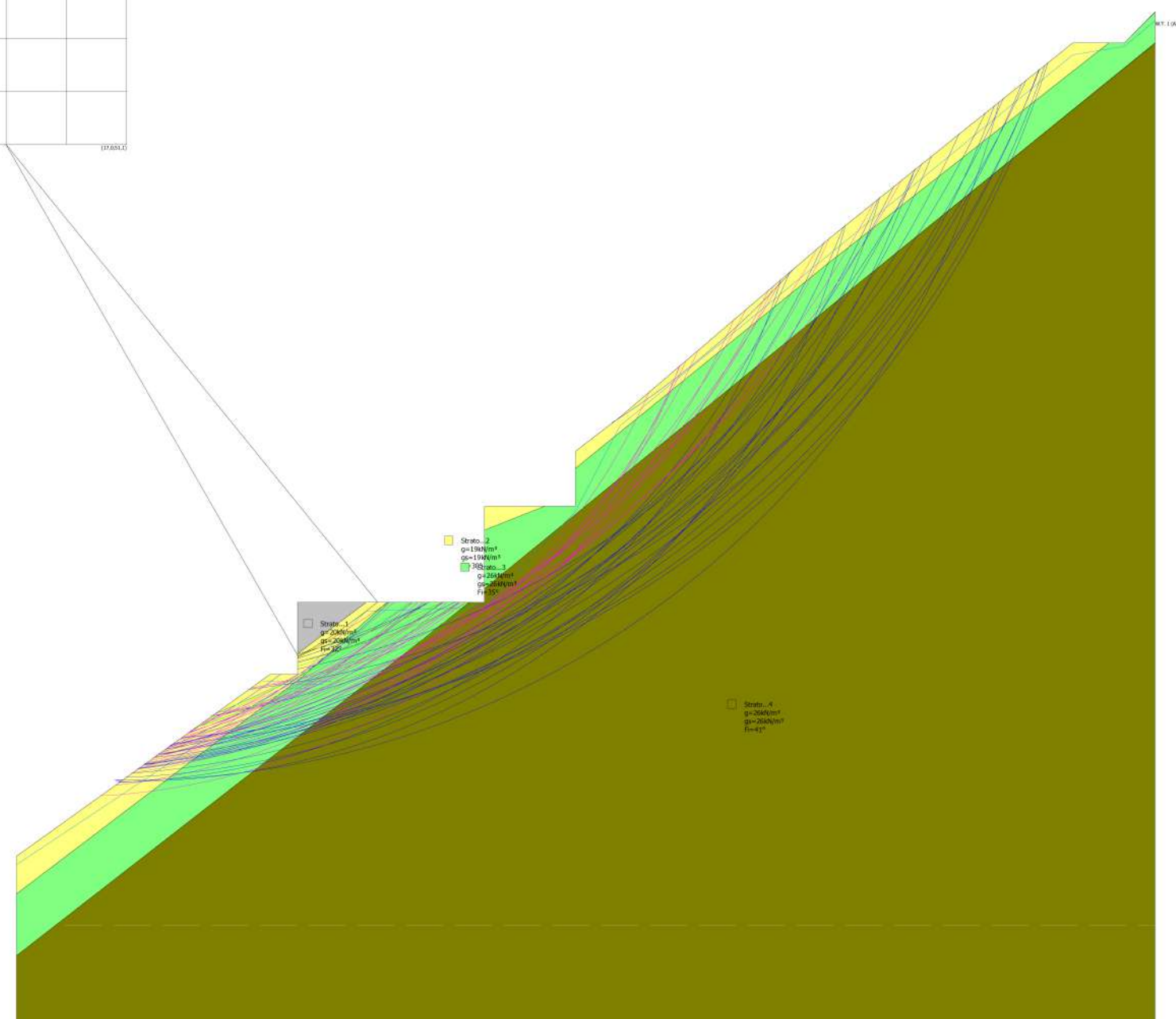


Sezione C - Stato attuale - Superficie Fs minimo coltre e cappellaccio

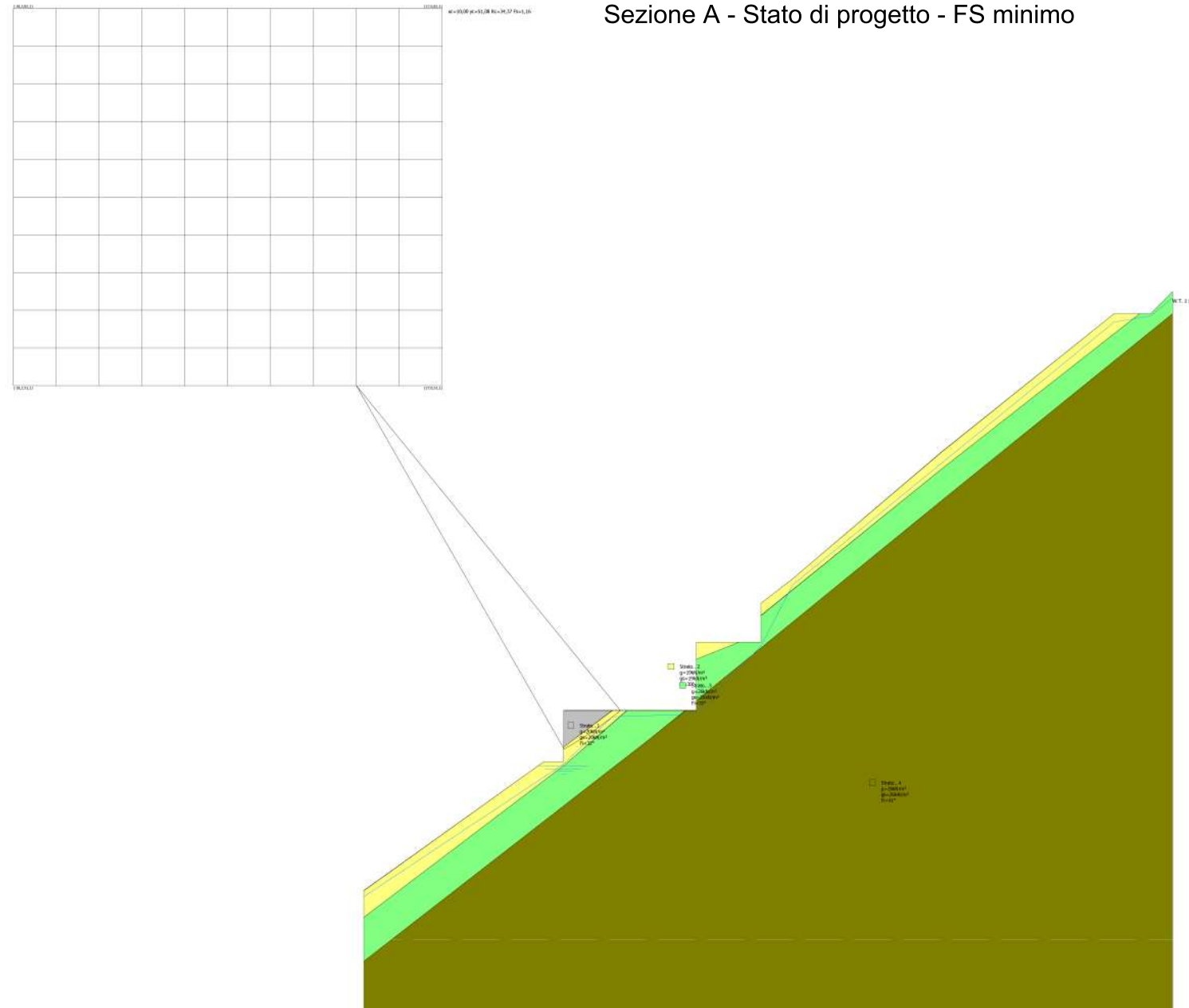


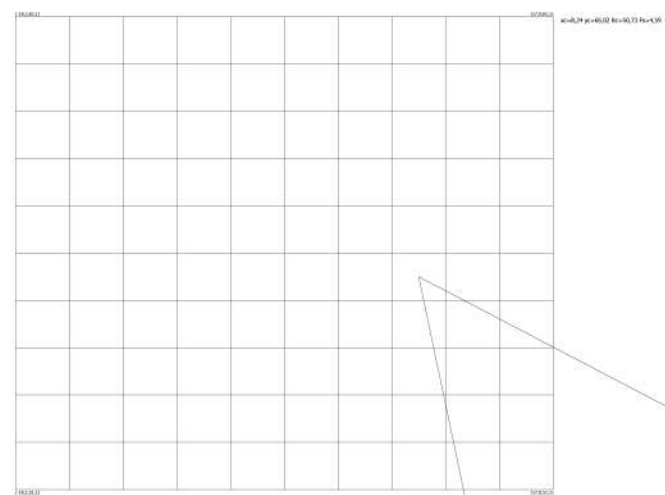


Sezione C - Stato di progetto - superfici analizzate

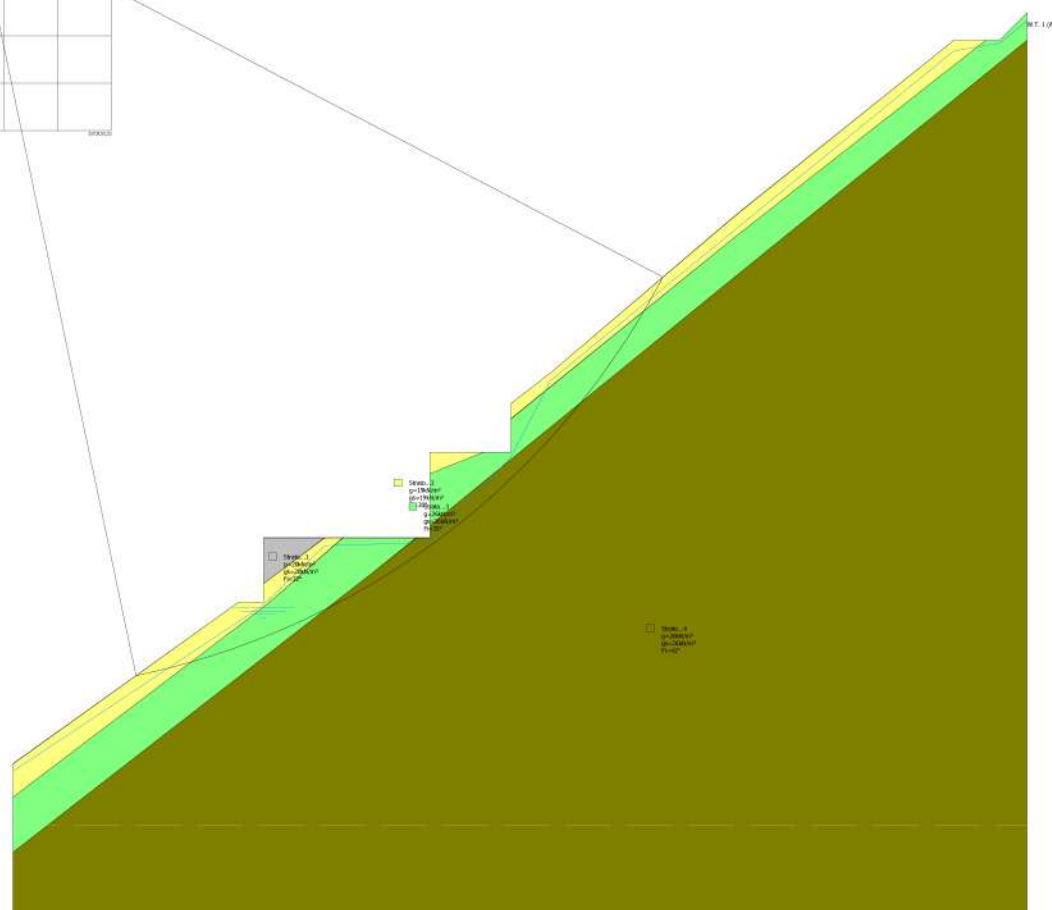


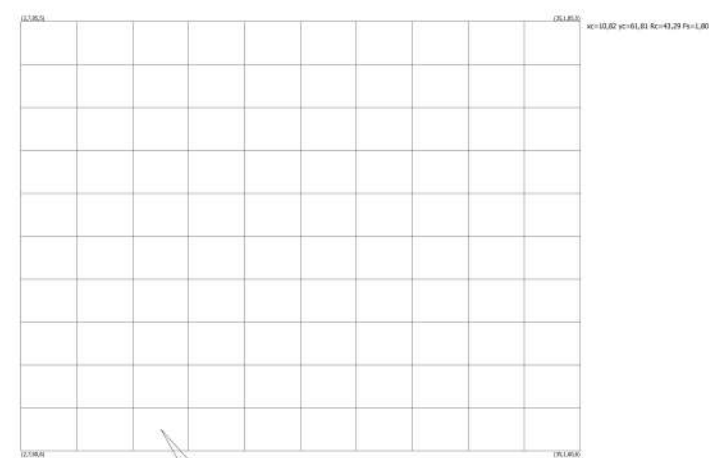
## Sezione A - Stato di progetto - FS minimo



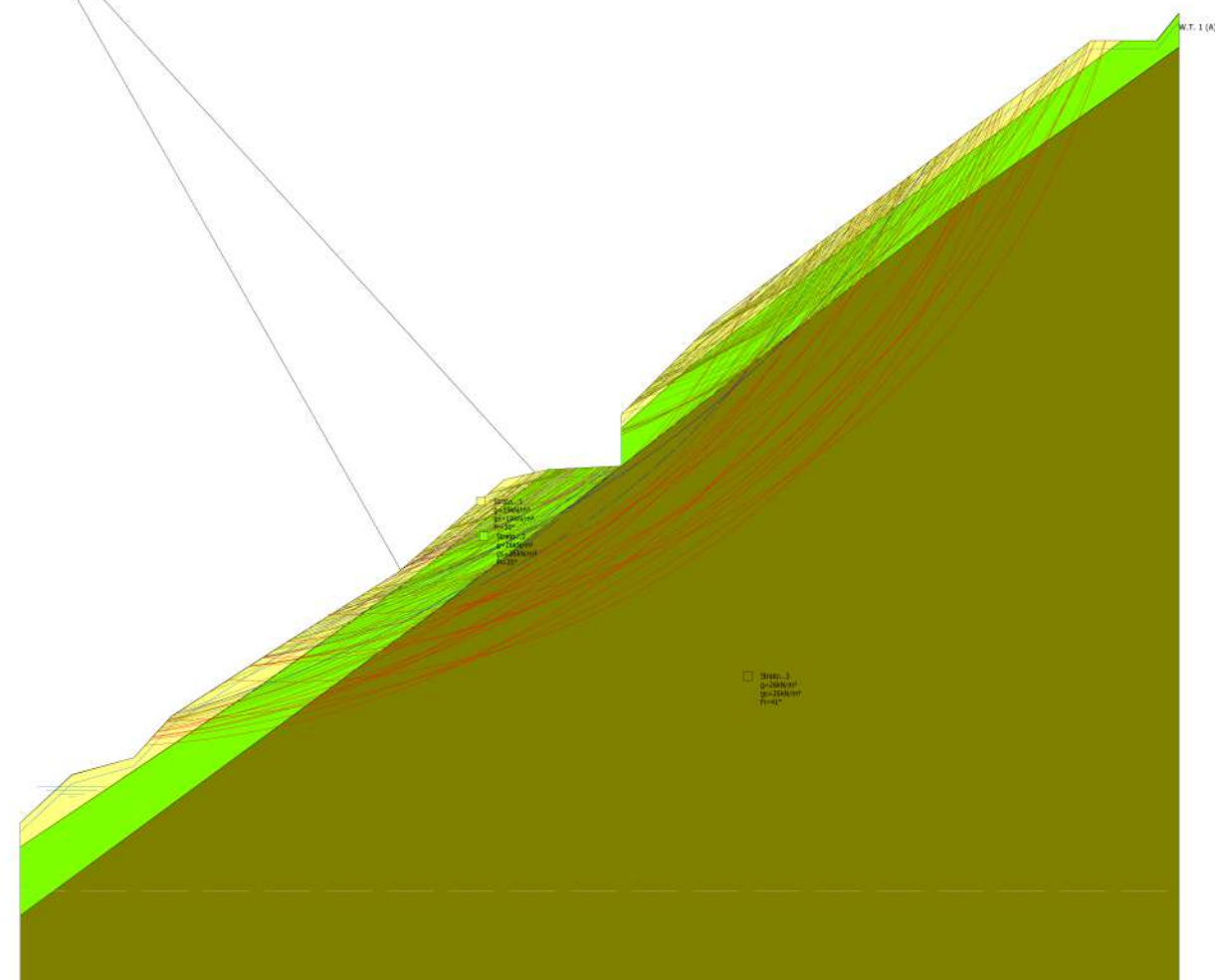


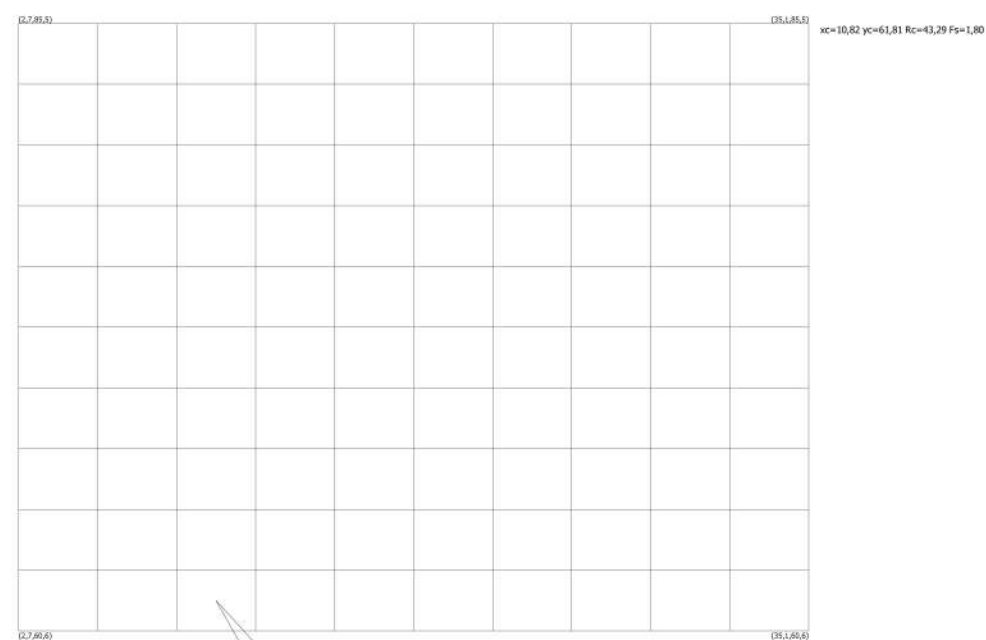
Sezione C Stato di progetto - Superficie Fs minimo con superficie di scorrimento sotto l'intervento



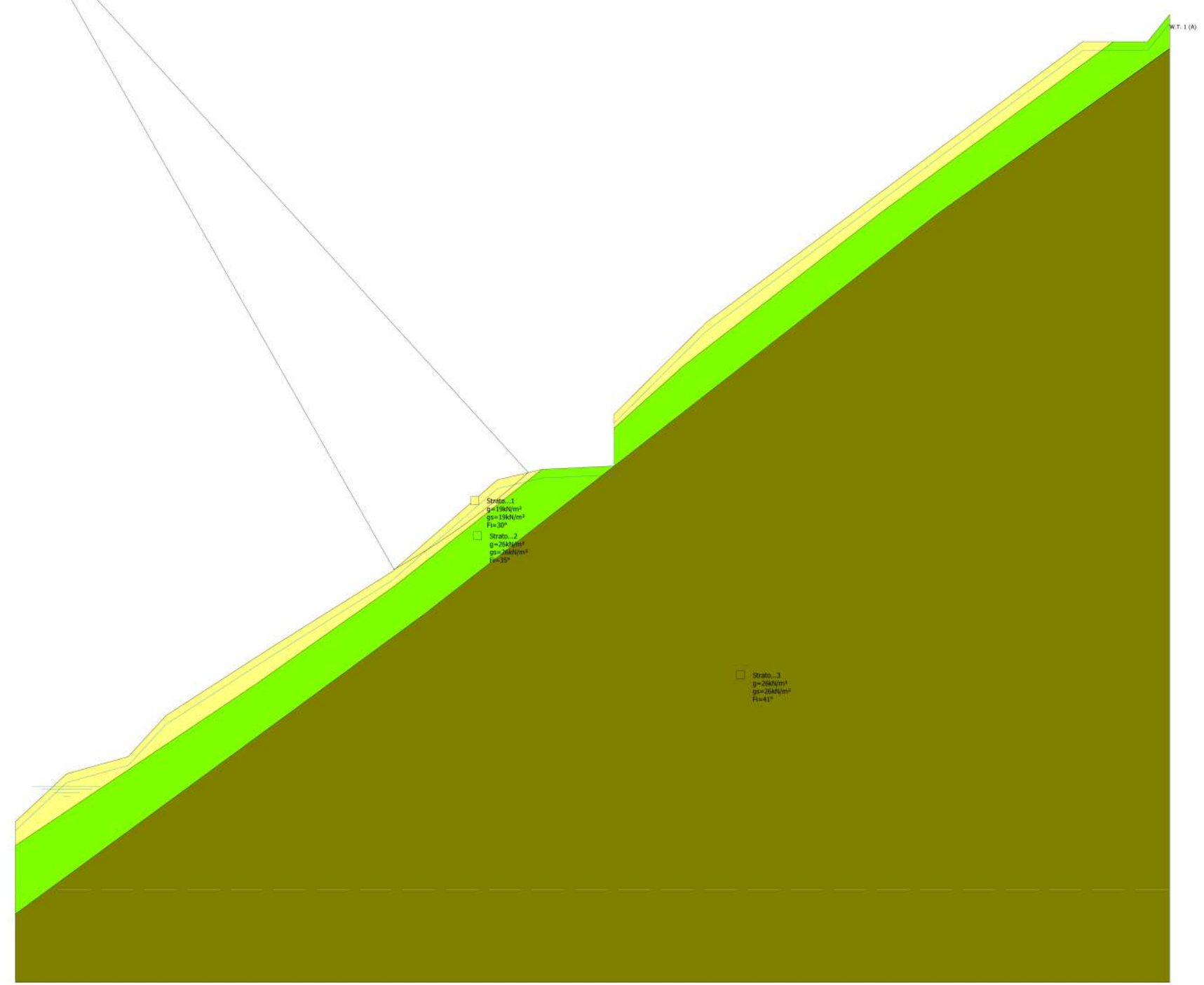


Sezione E - Stato attuale - Superfici analizzate



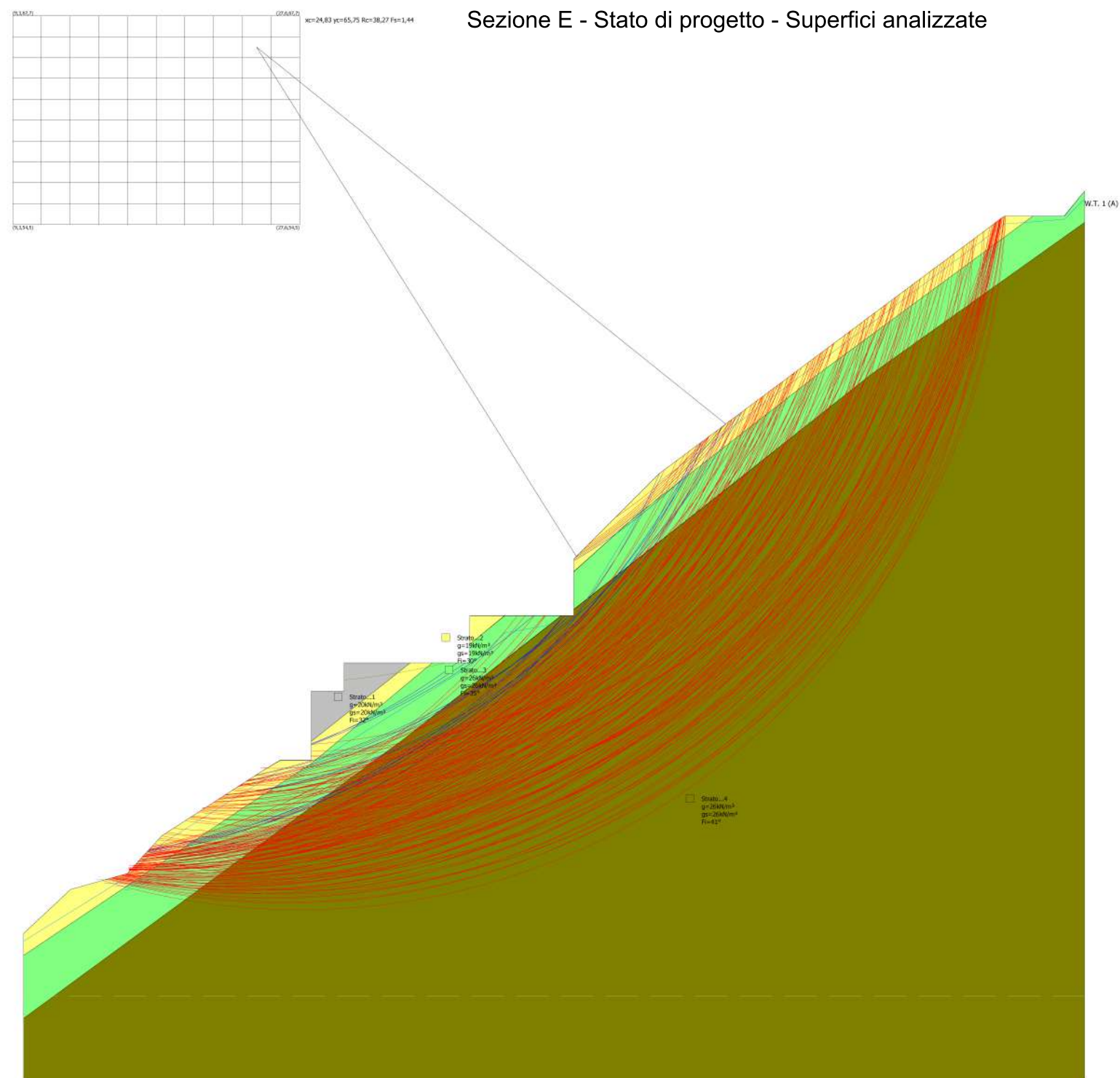


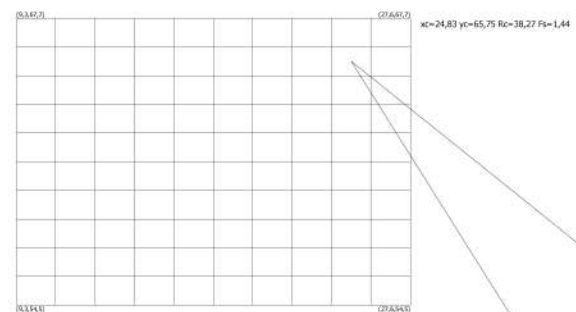
Sezione E - Stato attuale FS minimo



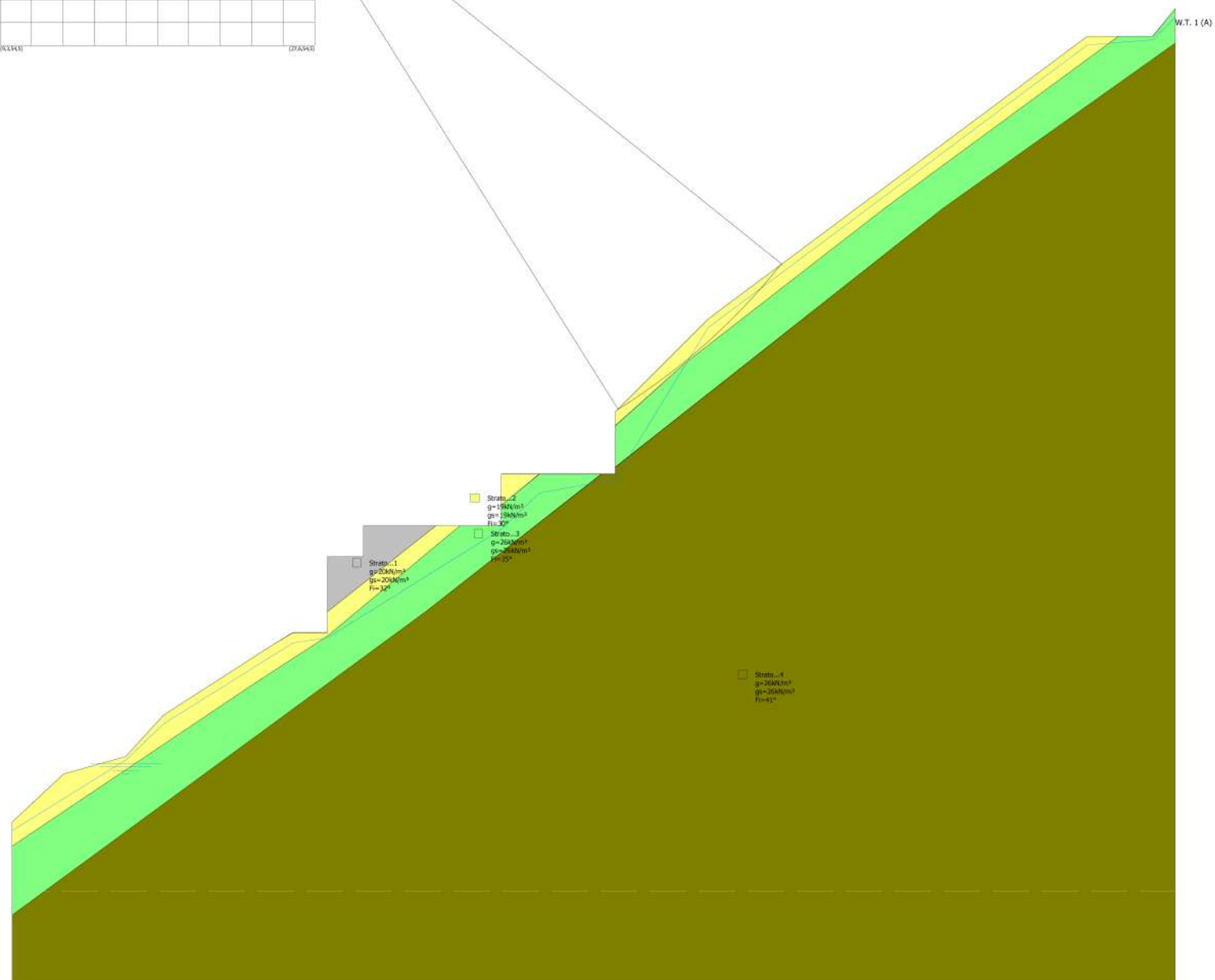


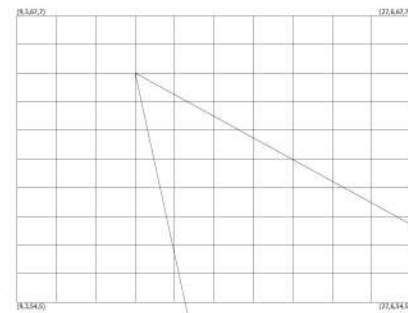






Sezione E - Stato di progetto - Fs minimo





xc=14,79 yc=65,88 Rc=46,73 Fs=4,98

Sezione E - Stato di progetto Superficie Fs minimo con superficie di scorrimento sotto l'intervento

