

S.S. 182 "TRASVERSALE DELLE SERRE"
Tronco 1° Lotto 1° Stralcio 2° completamento
Superamento del Colle dello Scornari

PROGETTO DEFINITIVO

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

| | | |
|--|---|--|
| <p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Giuseppe Cerchiaro</i></p> <p>Ordine dei geologi della Regione Calabria n. 528</p> | <p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Simonetti</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14580 <i>Ing. Paolo Orsini</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 15817</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p> <p><i>Ing. Vincenzo Secreti</i> Ordine Ingegneri Provincia di Crotona n. 412</p> | <p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</p> <p>GP INGENGNERIA GESTIONE PROGETTI INGENGNERIA srl</p> <p>(Mandante)</p> <p>IRD ENGINEERING</p> <p>(Mandante)</p> <p>AIM Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p> <p>(Mandante)</p> <p>HYpro srl</p> <p>IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> ORDINE INGEGNERI ROMA Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 140354035</p> |
| <p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Ing. Valerio Guidobaldi</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A30025</p> | | |
| <p>VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Antonio Scalamandrè</i></p> | | |

GEOLOGIA GEOTECNICA

Geotecnica

Analisi delle condizioni di stabilità

| CODICE PROGETTO | | | NOME FILE | REVISIONE | SCALA |
|-----------------|--|------------|-----------------------------|------------|-----------|
| COMP. | PROGETTO | LIV. ANNO | T00GE02GETRE02_A | | |
| DP | CZ0299 | D18 | CODICE ELAB. T00GE02GETRE02 | A | - |
| D | | | | | |
| C | | | | | |
| B | | | | | |
| A | Nota di riscontro Parere CTVA n.184 del 26 febbraio 2021 | Maggio '21 | Belà | Signorelli | Guiducci |
| REV. | DESCRIZIONE | DATA | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |

INDICE

| | |
|--|----------|
| 1. PREMESSA..... | 2 |
| 2. INQUADRAMENTO GEOTECNICO | 3 |
| 2.1. PARAMETRI CARATTERISTICI..... | 4 |
| 3. INTERVENTI DI PROGETTO | 5 |
| 4. ANALISI DI STABILITÀ..... | 7 |
| 4.1. FENOMENI DI EROSIONE SUPERFICIALE | 7 |
| 4.1.1. <i>Metodo di calcolo</i> | 7 |
| 4.1.2. <i>Risultati</i> | 8 |
| 4.1.3. <i>Interventi di progetto previsti</i> | 10 |
| 4.2. ANALISI DI STABILITÀ TRATTO INIZIO LOTTO ÷ PK 0+300 | 11 |
| 4.2.1. <i>Caratterizzazione geotecnica</i> | 13 |
| 4.2.2. <i>Verifiche di stabilità ante operam</i> | 15 |
| 4.2.3. <i>Verifiche di stabilità post operam</i> | 16 |

1. PREMESSA

La presente relazione è redatta in risposta alla Verifica di Ottemperanza (Art. 28 D.Lgs. 152/06 del e s.m.i.) e al parere allegato CTVA n.184 del 26 febbraio 2021, relativamente al Progetto dell'intervento di adeguamento della S.S. 182 "Trasversale delle Serre", Tronco 1°, Lotto 1° Stralcio 2° (attraversamento del Colle Scornari).

In particolare, si riportano tutti gli elementi progettuali utili a rispondere alle osservazioni in ordine alla condizione ambientale n. 2 (Decreto Direttoriale DVA-DEC 272 di 15/06/2018 di verifica di assoggettabilità alla VIA, reso sulla base del Parere della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA e VAS n.2746 del 08/06/2018).

Sono riportati nel dettaglio i seguenti aspetti:

- Sintesi dei processi geomorfologici individuati in relazione al tracciato in progetto;
- Interventi progettuali previsti;
- Considerazioni e verifiche di stabilità.

2. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

I rilievi geologici condotti e i risultati delle campagne di indagine geognostica realizzati nelle precedenti fasi di progettazione hanno permesso di ricostruire l'assetto litostratigrafico locale e le caratteristiche dei terreni affioranti o sub-affioranti nell'area di interesse.

Sono state individuate le seguenti unità geologiche:

Riporto antropico

Questa unità è presente dalla progr. 0+000 alla progr. 0+600 ca, in corrispondenza delle opere stradali parzialmente realizzate. I materiali costituenti il corpo del rilevato non completato risultano idonei a norma di capitolato, in ragione della loro composizione granulometrica, ma non adeguatamente compattati, evidenziando condizioni di densità in sito inferiori a quelle prescritte da capitolato.

È costituita da sabbie e sabbie limose di colore bruno e grigio, prive di struttura, con frequenti inclusi lapidei poligenici sub-angolari.

Depositi eluvio – colluviali

L'unità affiora diffusamente in tutta l'area di studio e ricopre quasi ovunque le altre unità geotecniche. Si tratta di sabbie limoso-argillose e limi sabbioso-argillosi di colore bruno e grigio, privi di struttura, con ghiaie poligeniche sub-angolari e frequenti resti vegetali.

Depositi di frana

Si tratta di sabbie limoso-argillose e limi sabbioso argillosi di colore grigio e giallastro, a struttura caotica o indistinta, con ghiaie poligeniche sub angolari e frequenti resti vegetali.

Depositi alluvionali

L'unità affiora in corrispondenza dei corsi d'acqua. È costituita da sabbie e sabbie limose di colore bruno, grigio e giallastro, con ghiaie poligeniche sub arrotondate e frequenti resti vegetali. Localmente si rinvencono lenti e/o livelli di limi argilloso-sabbiosi di colore grigio e nerastro e ghiaie poligeniche sub arrotondate in matrice sabbioso-limosa di colore bruno e grigio. La formazione è stata intercettata nei sondaggi S1 e S3 (2009).

Unità sabbioso-limosa

Questa unità affiora estesamente in tutto l'area di interesse. È costituita da sabbie e sabbie limose, talora debolmente argillose, di colore bruno e giallastro, in strati da millimetrici a decimetrici, da sciolti a discretamente cementati.

Dal punto di vista delle caratteristiche fisico-meccaniche delle unità riscontrate si osserva una certa uniformità nei risultati delle prove. Al fine del dimensionamento delle opere si possono individuare n.4 unità geotecniche:

- **UG1** (Riporti antropici), costituita da sabbie e sabbie limose, prive di struttura con frequenti inclusi lapidei poligenici sub-angolari;
- **UG2** (Depositi eluvio colluviali, depositi di frana) costituita da sabbie limoso-argillose, limi sabbiosi e sabbioso-argillosi, privi di struttura e a struttura caotica, con ghiaie sub-angolari e frequenti resti vegetali;
- **UG3** (Depositi alluvionali) costituita da sabbie e sabbie limose, con ghiaie poligeniche sub-arrotondate. Presenza di lenti e/o livelli di limi argillosi e sabbiosi;
- **UG4** (Unità sabbioso-limosa), costituita da sabbie e sabbie limose, talora debolmente argillose, in strati da millimetrici a decimetrici, da sciolti a discretamente cementati. Localmente si rinvencono intercalazioni di limi e limi argillosi. Tali intercalazioni sono individuate nel profilo geotecnico dai risultati delle prove penetrometriche (DPSH) e dalle stratigrafie dei sondaggi ed indicate con UG4a.

2.1. PARAMETRI CARATTERISTICI

Con riferimento ai terreni precedentemente individuati si è proceduto a definire le caratteristiche fisico-meccaniche combinando i tutti i risultati delle prove di laboratorio e delle indagini in sito svolte nel corso delle diverse campagna di indagine, mediante correlazioni proposte in letteratura e già ampiamente verificate sul piano sperimentale.

Sono stati quindi definiti per ciascuna unità geotecnica i valori caratteristici dei parametri geotecnici di riferimento da utilizzare nelle varie verifiche geotecniche. In accordo a quanto riportato in letteratura da vari autori si ritiene che, per la determinazione dei valori caratteristici dei parametri di resistenza del terreno, un approccio di tipo esclusivamente statistico risulti poco significativo. Si è pertanto proceduto con metodologie del tutto analoghe a quelle utilizzate per la stima dei parametri geotecnici da impiegare nelle verifiche eseguite con normative basate su coefficienti globali di sicurezza.

I valori caratteristici di tutti i terreni tipo sopra indicati sono stati riassunti nella tabella di seguito riportata e nei profili geotecnici di progetto.

| UG | Descrizione | γ_n (kN/m ³) | c' (kPa) | ϕ' (°) | E (MPa) |
|-----|-----------------------|------------------------------------|---------------|----------------|------------|
| Ug1 | Riporti | 15÷17 | 0 ÷ 5 | 30 ÷ 32 | 10 ÷ 20 |
| Ug2 | Coltre e Dep.frana | 17÷19 | 0 ÷ 5 | 30 ÷ 32 | 10 ÷ 20 |
| Ug3 | Dep. All. | 17÷18 | 0 ÷ 10 | 30 ÷ 32 | 10 ÷ 20 |
| Ug4 | Unità Sabbiosa | 17÷19 | 5 ÷ 20 | 32 ÷ 36 | 20 ÷ 100 |

Nei calcoli si considera un livello di falda a 10 m dal p.c.

3. INTERVENTI DI PROGETTO

A seguito di quanto emerso dallo studio di approfondimento geomorfologico, si è posta particolare attenzione alla progettazione dell'intervento. Sono state analizzate nel dettaglio le sezioni e le situazioni di maggior esposizione, riducendo gli scavi in trincea e la conseguente rimozione di porzioni di vegetazione naturale. In tutti i casi in cui con i lavori si incide la scarpata è stata prevista la sistemazione della stessa mediante stesa di terreno vegetale, idrosemina e geostuoie antierosive, oltre ad un'attenta regimazione delle acque.

Nel seguito si riporta una sintesi di quanto emerso dallo studio di approfondimento geomorfologico e gli interventi progettuali previsti al fine di eliminare/ridurre le interferenze tra il progetto e i processi geomorfologici individuati.

Inizio lotto – pk 0+300 (Scheda di rilevamento di dettaglio n.1 e n.2)

È stata evidenziata la presenza di fenomeni erosivi areali ad opera delle acque di ruscellamento, a cui possono essere associati modesti movimenti gravitativi quiescenti, tipo colamento lento, caratterizzati da una ridotta estensione areale e spessori limitati. Nel tratto dalla pk 0+200 a 0+300 è presente un muro di sostegno in c.a. in corrispondenza del quale sono attivi fenomeni di erosione che hanno causato il parziale scalzamento della fondazione.

Interventi progettuali previsti: Lungo l'asse stradale in progetto è prevista la realizzazione di una paratia di pali in dx. La scelta progettuale è stata quella di mantenere la quota della testa paratia prossima al p.c. attuale, in modo da contenere gli scavi ed evitare la rimozione della vegetazione esistente. Per la realizzazione dei pali sarà realizzato un rilevato provvisorio, nelle aree di riprofilatura è previsto un intervento di rinverdimento mediante stesa di terreno vegetale e idrosemina e un sistema di raccolta e canalizzazione delle acque.

Il muro esistente non interferisce con l'opera in progetto. Si evidenzia, inoltre, che la realizzazione del rilevato provvisorio al piede del muro stesso, costituisce un intervento stabilizzante, migliorandone le condizioni di stabilità.

Tratto pk 0+400 – 0+500 (Scheda di rilevamento di dettaglio n.3)

Lungo il versante sono stati riconosciuti fenomeni di erosione diffusa e processi di dilavamento. Questi processi erosivi sono molto evidenti ed attivi in corrispondenza delle porzioni del versante caratterizzate da una pendenza maggiore e nella parte bassa. Nella parte alta, la presenza di vegetazione riduce in modo significativo l'azione dei processi in atto.

Interventi progettuali previsti: in questo tratto si prevede la riprofilatura della scarpata esistente, con scarpate di altezza 5,0 m e pendenza 1V:2H e berma di 2,0 m. Sono previsti interventi di protezione dell'erosione superficiale mediante **stesa di geostuoia in polipropilene e idrosemina a spessore e un sistema di regimazione delle acque superficiali**. Al piede della scarpata è prevista una paratia di pali.

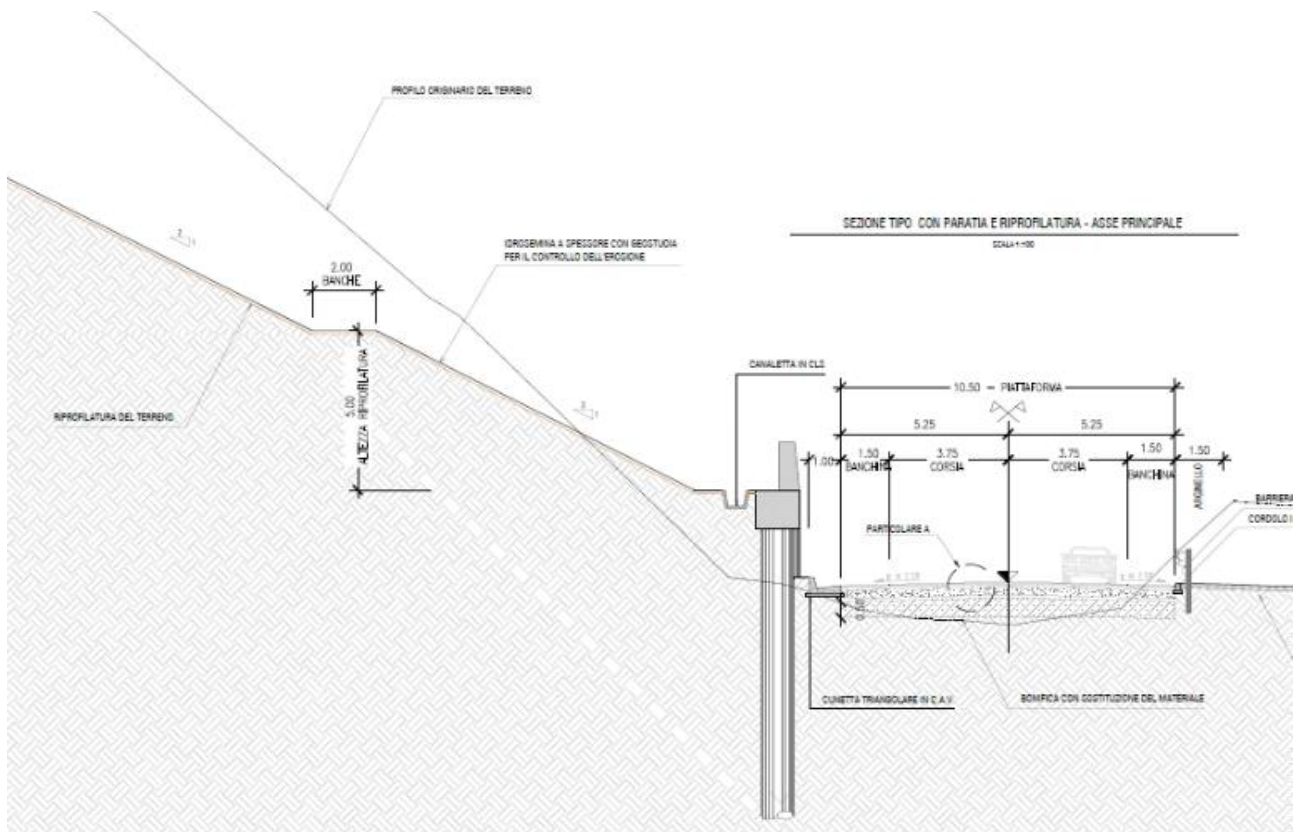


Figura 3-1 Riprofilatura scarpata – stralcio sezione tipo.

Tratto da pk. 0+550 a 0+920 – Galleria artificiale (Scheda di rilevamento di dettaglio n.4)

Nel tratto in cui sarà realizzata la galleria artificiale sono stati rilevati processi di erosione diffusa ad opera delle acque di dilavamento, più evidenti nella parte bassa del versante. Si riscontra, inoltre, la presenza di depositi eluvio-colluviali, con spessori ridotti, compresi tra 1,0 e 2,0 m. È stato riconosciuto un corpo di frana, valutato come quiescente, che non interferisce direttamente con l'opera in progetto.

Interventi progettuali previsti: I fenomeni individuati non interferiscono con l'opera in progetto. Tuttavia, è previsto l'impiego di sistemi di tipo antierosivo (biostuoia in juta, idrosemina a spessore) e una sistemazione ambientale finale con piantumazione di fasce arbustive. Sono inoltre previsti interventi per la regimazione delle acque superficiali, con particolare riferimento alla parte bassa del versante e agli imbocchi della galleria artificiale.

Tratto da pk. 0+920 a 1+200 (Scheda di rilevamento di dettaglio n.5)

Area interessata da erosione diffusa.

Interventi progettuali previsti: In questo tratto è prevista la realizzazione di una paratia di pali a p.c. per contenere gli scavi ed evitare la rimozione della vegetazione esistente. Presente un sistema di raccolta e canalizzazione delle acque.

PROGETTAZIONE ATI:

4. ANALISI DI STABILITÀ

4.1. FENOMENI DI EROSIONE SUPERFICIALE

Come ampiamente illustrato nella Relazione geologica e nello studio di approfondimento geomorfologico, i principali fenomeni individuati lungo il tracciato e lungo i versanti in prossimità dello stesso, sono fenomeni di erosione superficiale, con profondità massime dell'ordine di pochi metri. Per questi fenomeni, di spessore contenuto rispetto alla lunghezza del versante, le analisi stabilità sono state effettuate con riferimento allo schema di pendio indefinito.

La stabilità è stata analizzata in presenza di falda e moto di filtrazione parallela al pendio, ipotizzando un comportamento del terreno rigido perfettamente plastico e una superficie di scorrimento parallela alla superficie del pendio. Per la coltre superficiale si considerano i seguenti parametri geotecnici:

| UG | Descrizione | γ_n (kN/m ³) | c' (kPa) | ϕ' (°) |
|-----|---------------------|------------------------------------|---------------|----------------|
| Ug2 | Coltre superficiale | 18 | 5 | 30 |

4.1.1. METODO DI CALCOLO

In Figura 4-1 sono rappresentate le condizioni di equilibrio di un generico concio di terreno delimitato da due superfici verticali e da un piano di base appartenente alla potenziale superficie di scorrimento in presenza di falda. Per simmetria le tensioni sulle facce laterali del concio S_s e S_d sono uguali e opposte, pertanto si elidono a vicenda agendo sulla stessa retta d'azione.

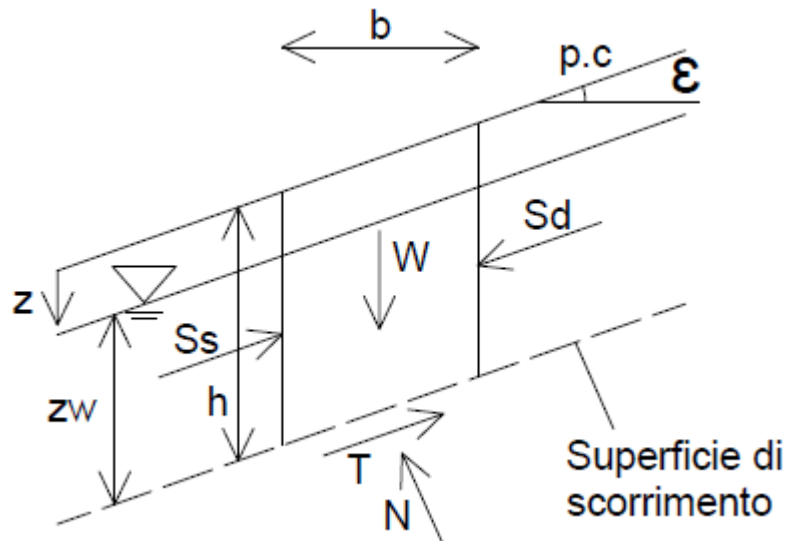


Figura 4-1 Schema di pendio indefinito in presenza di falda

La pressione interstiziale u presente sulla superficie di scorrimento viene ricavata dal reticolo idrodinamico raffigurato in Figura 4-2.

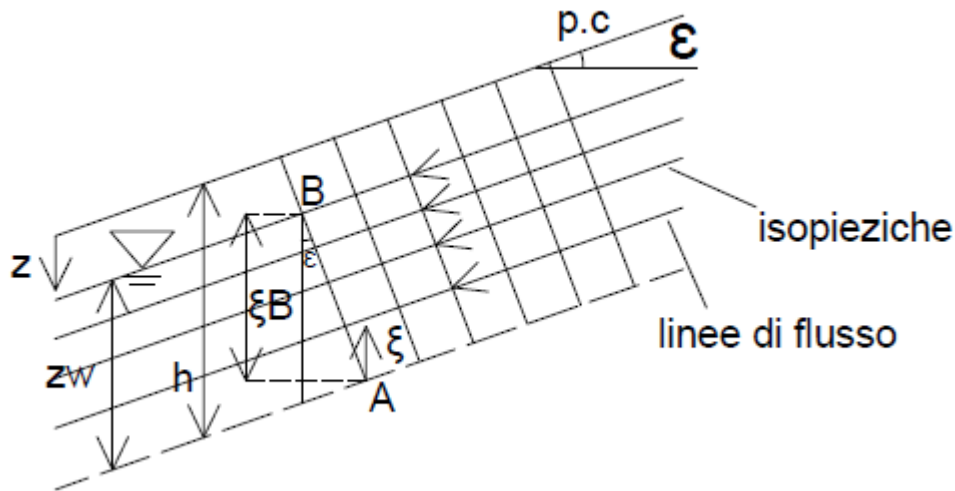


Figura 4-2 Schema di pendio indefinito con filtrazione parallela al pendio

Nel caso di pendio indefinito in presenza di un moto di filtrazione dall'alto verso il basso, si ottiene la seguente relazione del fattore di sicurezza:

$$F_{os} = \left(1 - \frac{\gamma_w \cdot z_w}{\gamma \cdot h} \right) \cdot \frac{\tan(\varphi)}{\tan(\varepsilon)} + \frac{c'}{\gamma \cdot h \cdot \sin(\varepsilon) \cdot \cos(\varepsilon)}$$

4.1.2. RISULTATI

Sono state condotte analisi parametriche al variare dello spessore dello strato di coltre (0,5 – 1,0 – 1,5 m) e al variare della profondità della falda dal p.c., per diverse pendenze del pendio ε (in blu ε=20°, in giallo ε=30°, in rosso ε=40°).

I risultati, in termini di fattore di sicurezza F_{s0} sono riportati nella Figura 4-3, Figura 4-4 e Figura 4-5

Nel caso più gravoso di spessore della coltre di 1,5 m (Figura 4-3), si osserva che il fattore di sicurezza è inferiore all'unità solo nel caso di falda molto prossima al piano campagna, con pendenze di 30° e 40°. Nel caso di pendio asciutto (senza falda) il fattore di sicurezza risulta superiore all'unità. Nelle altre figure si riportano i risultati nel caso di spessore della coltre di 1,0 m e 0,5 m.

RELAZIONE GEOTECNICA – ANALISI DELLE CONDIZIONI DI STABILITÀ

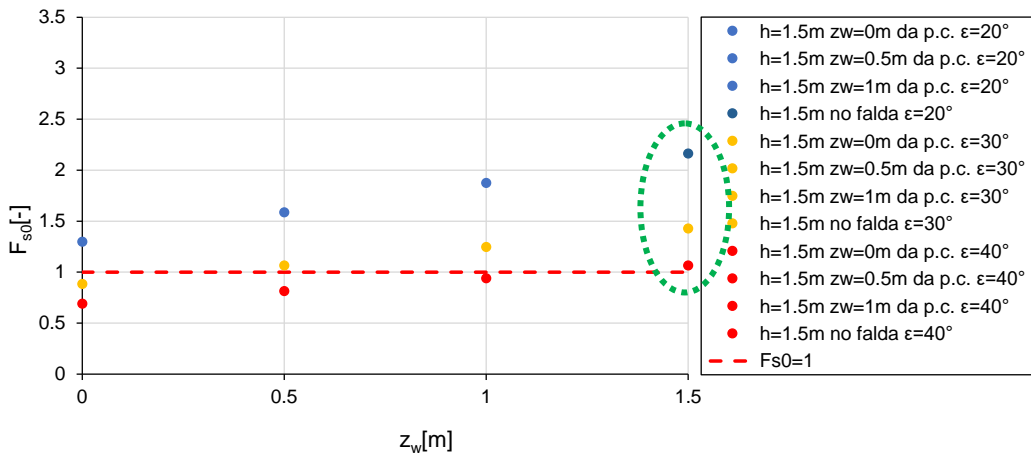


Figura 4-3 Valori del fattore di sicurezza F_{s0} per uno strato di coltre di spessore 1.5 m.

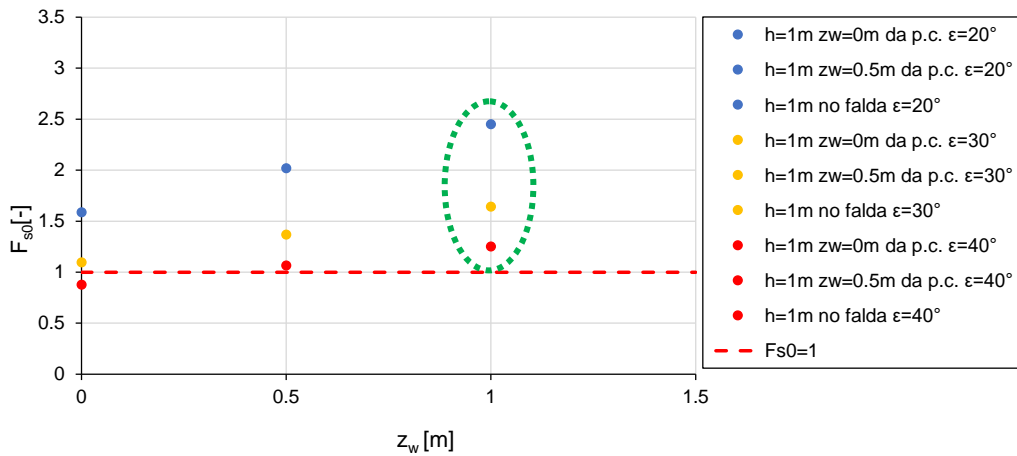


Figura 4-4 Valori del fattore di sicurezza F_{s0} per uno strato di coltre di spessore 1 m.

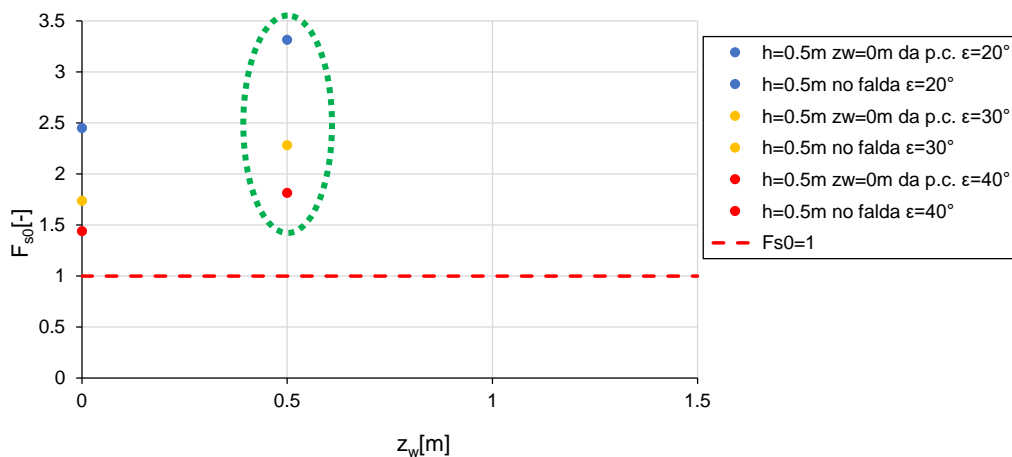


Figura 4-5 Valori del fattore di sicurezza F_{s0} per uno strato di coltre di spessore 0.5 m.

PROGETTAZIONE ATI:

I risultati dei calcoli sopra riportati, confermano quanto osservato in fase di rilievo e descritto nelle Relazione geomorfologica. Per pendenze delle scarpate superiori a 30° si evidenzia la possibilità di fenomeni di instabilità innescati da moti di filtrazione all'interno della coltre superficiale.

4.1.3. INTERVENTI DI PROGETTO PREVISTI

Per la prevenzione e la stabilizzazione dei dissesti individuati possono essere utilizzate tecniche di Ingegneria Naturalistica quali inerbimenti (semine ed idrosemine), stuoie naturali e sintetiche con funzione antierosiva, messa a dimora di arbusti.

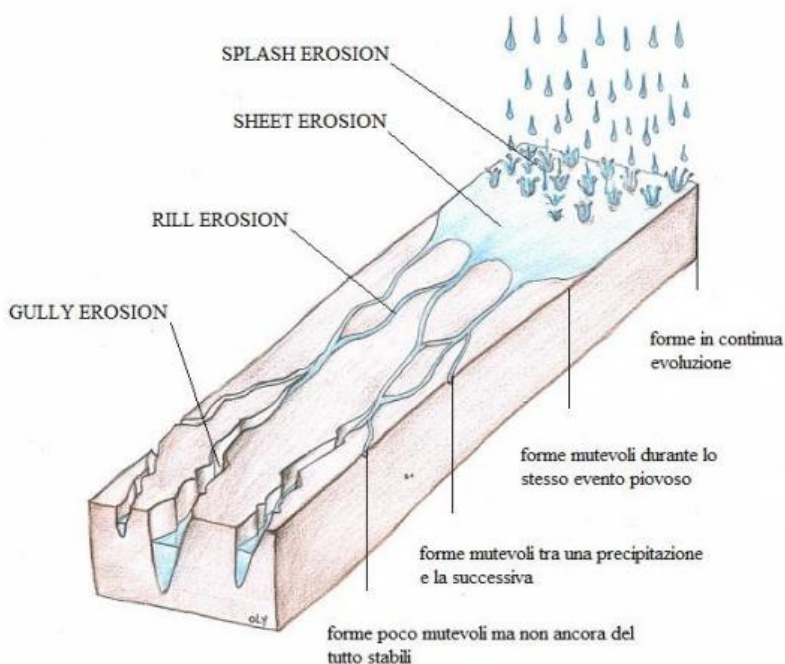


Figura 4-6 Schema dei processi di dilavamento e loro distribuzione lungo un versante privo di vegetazione (da Ferro V., 2008 "Sistemazione dei bacini montani e difesa del suolo".

| Meccanismo di dissesto | Schema grafico | Foto | Interventi di sistemazione con tecniche tradizionali | Sistemazione con tecniche di Ingegneria Naturalistica |
|-------------------------------------|----------------|-------------------------|--|--|
| Dilavamento o erosione superficiale | | Foto: P. Cornellini | | Inerbimenti (semine ed idrosemine), stuoie naturali e sintetiche con funzione antierosiva, messa a dimora di arbusti |

Figura 4-7 Correlazione tra dissesti e possibilità di intervento (estratto da "Manuale di Ingegneria Naturalistica, Sistemazione dei versanti" Regione Lazio – 2006).

Durante le fasi di analisi dei dati e definizione degli interventi di progetto, si è posta particolare attenzione alla necessità di ripristinare e/o integrare la copertura vegetale del terreno, al fine di

PROGETTAZIONE ATI:

controllare tali fenomeni erosivi. Unitamente a tale scopo, si è posta particolare attenzione ad un'adeguata regimazione delle acque superficiali

In termini numerici e di verifica di stabilità, gli interventi previsti in progetto, oltre a ridurre la possibilità di erosione superficiale, agiscono in modo tale da ridurre la percentuale di infiltrazione di acqua all'interno degli strati superficiali, evitando la saturazione e la successiva fluidificazione dei terreni incoerenti di copertura superficiale o della porzione alterata del substrato (condizione riconducibili al caso di assenza di falda – risultati evidenziati in verde nei grafici sopra riportati).

4.2. ANALISI DI STABILITÀ TRATTO INIZIO LOTTO ÷ PK 0+300

Come evidenziato dallo studio geomorfologico di dettaglio, i fenomeni individuati sono principalmente fenomeni di erosione diffusa, dovuti principalmente al ruscellamento delle acque e all'assenza di vegetazione. Tali fenomeni non interessano la stabilità globale dei versanti. Unicamente nel tratto da inizio lotto alla progr. 0+400 è stato individuato un corpo di frana di colamento quiescente di ridotte dimensioni areali e di spessori contenuti tra i 2,0 e i 3,0 m, che potrebbe interferire con il tracciato di progetto.

Per analizzare le condizioni di stabilità globale del versante sono state eseguite analisi di stabilità con il metodo dell'equilibrio limite, con superfici di scorrimento circolari che interessano profondità maggiori rispetto allo spessore di coltre.



Figura 4-8 Stralcio carta geomorfologica.

In corrispondenza di questo fenomeno è stata tracciata la sezione geologica AB, di seguito riportata.

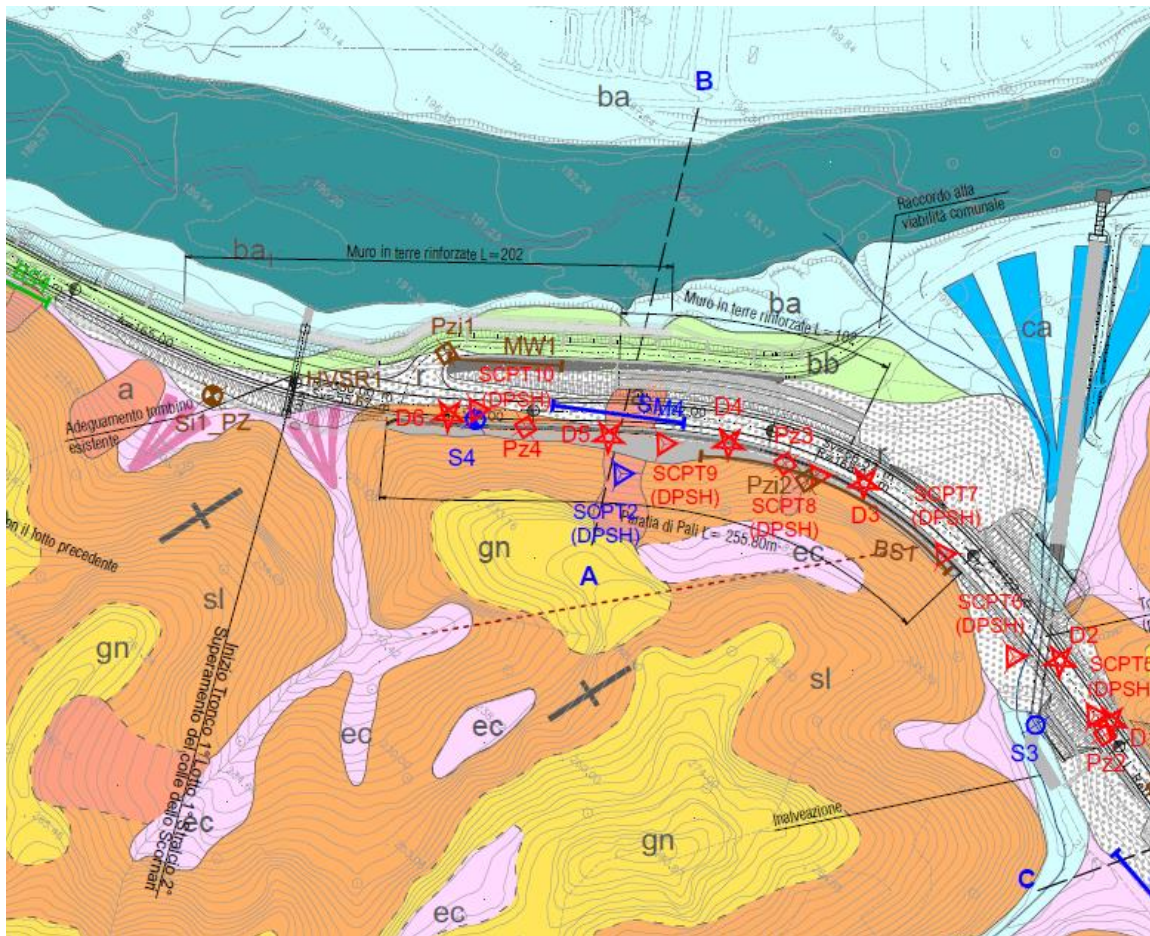


Figura 4-9 Stralcio Carta Geologica.

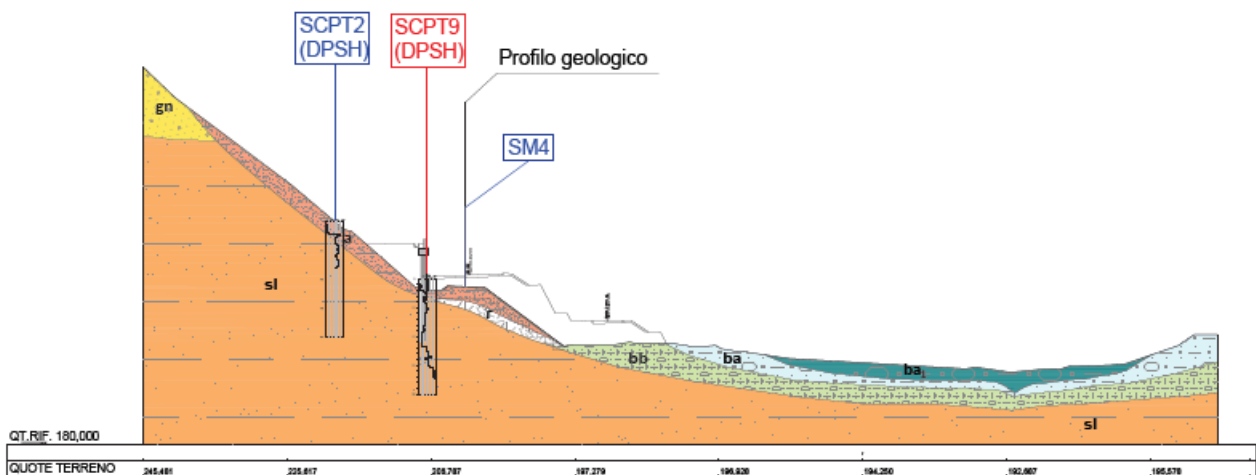


Figura 4-10 Sezione geologica A-B.

Il versante a monte del tracciato di progetto è costituito dai materiali appartenenti all'Unità Sabbioso – Limosa (sl), costituita da sabbie e sabbie limose, talora debolmente argillose, di colore bruno e giallastro, da sciolti a discretamente cementati. L'unità geotecnica di riferimento è l'unità UG4.

PROGETTAZIONE ATI:

Nel seguito si riportano i risultati di calcolo di analisi di stabilità eseguite in corrispondenza del fenomeno indicato.

4.2.1. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

La caratterizzazione geotecnica dei terreni riportata nella Relazione Geotecnica si riferisce alle unità individuate lungo il tracciato. Nel dettaglio, nel versante interessato dal fenomeno, in corrispondenza dello stesso è stata eseguita l'indagine in sito SCPT2.

Assumendo come fattore di correlazione tra N30 (DPSH) e NSPT un valore pari a 1.15 (Muromachi e Kobayashi, 1982), nel grafico seguente si riportano i valori di angolo d'attrito valutati mediante la correlazione di Schmertmann (1977) in funzione della granulometria e della densità relativa, valutata in accordo con Skempton.

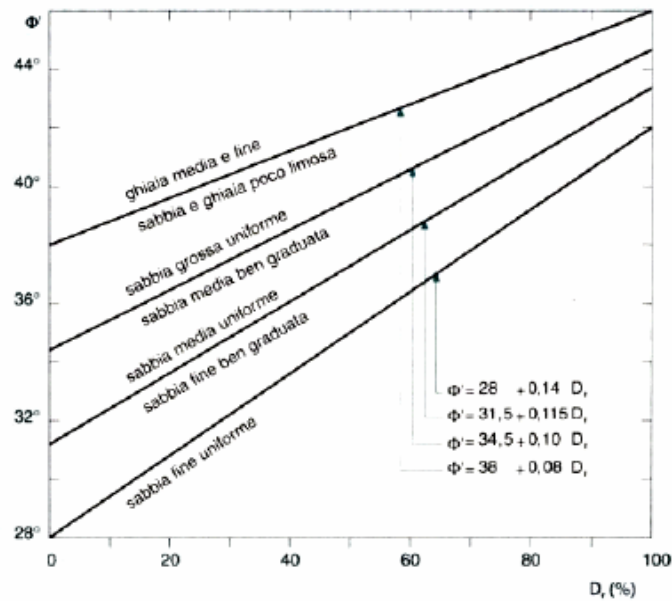
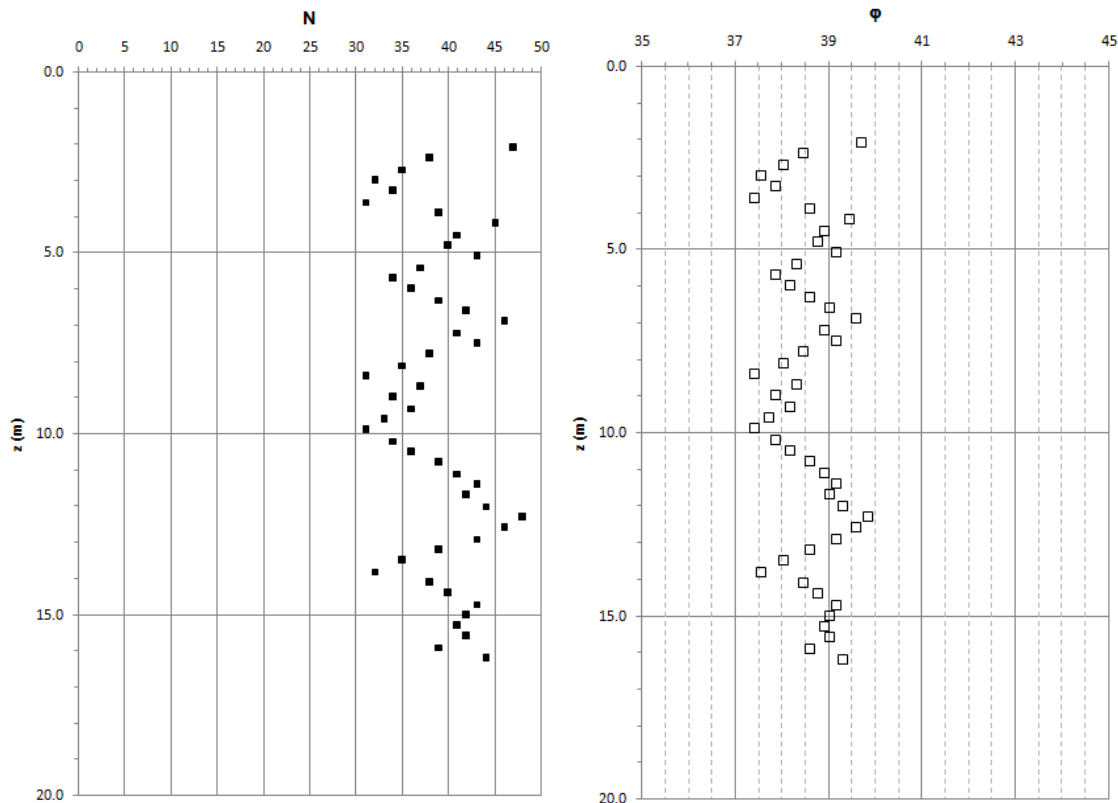


Figura 4-11 Correlazione di Schnertmann (1977) – Stima di ϕ' da D_R per differenti granulometrie.

RELAZIONE GEOTECNICA – ANALISI DELLE CONDIZIONI DI STABILITÀ



In particolare, per i terreni dell'unità UG4 – Unità sabbioso-limosa, si osserva un valore medio leggermente più alto rispetto all'intervento di variabilità individuato per l'asse di progetto. Nella verifica viene utilizzato il valore di 38° anche in considerazione della configurazione geometrica della scarpata attuale (pendenze superiori a 40°), tale da giustificare caratteristiche di resistenza maggiori rispetto alle zone di fondovalle.

Tuttavia, nel calcolo, a vantaggio di sicurezza sono utilizzati i parametri medi indicati per la progettazione delle opere in progetto.

Nelle verifiche di stabilità lungo il versante si utilizzano i seguenti parametri geotecnici:

| UG | Descrizione | γ_n (kN/m ³) | c' (kPa) | ϕ' (°) |
|-----|--------------------|------------------------------------|---------------|----------------|
| Ug2 | Coltre e Dep.frana | 18 | 5 | 30 |
| Ug4 | Unità Sabbiosa | 18 | 15 | 34 |

4.2.2. VERIFICHE DI STABILITÀ ANTE OPERAM

Sono state eseguite analisi di stabilità ante – operam con il metodo di Bishop per verificare le condizioni di stabilità globale del versante a monte del tracciato e in corrispondenza del primo tratto (tra inizio lotto e la progr. 0+400). Le superfici analizzate non interessano la coltre superficiale, la cui stabilità è analizzata con lo schema di pendio indefinito, come riportato nei paragrafi precedenti.

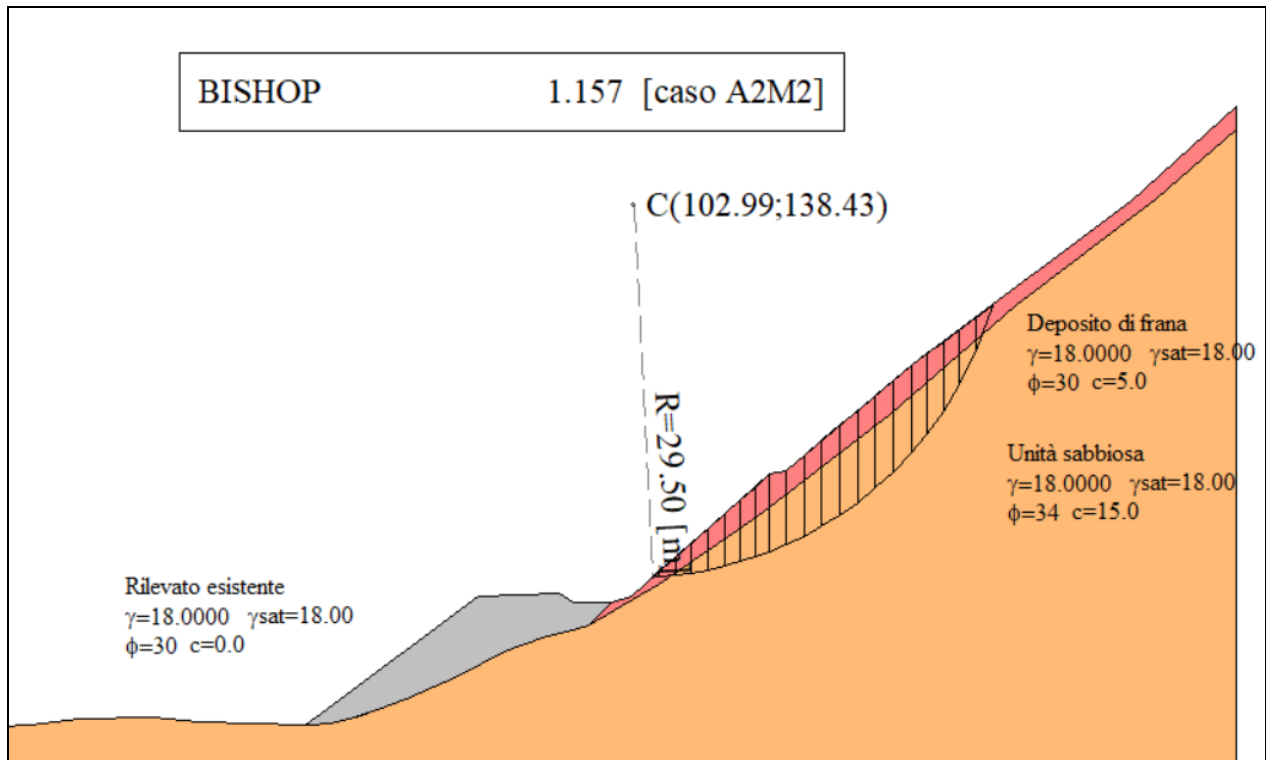


Figura 4-12 Verifica di stabilità – Sezione geologica AB (pk 0+460 ÷ 0+480) in condizioni statiche ($FS_{min} = 1,157$).

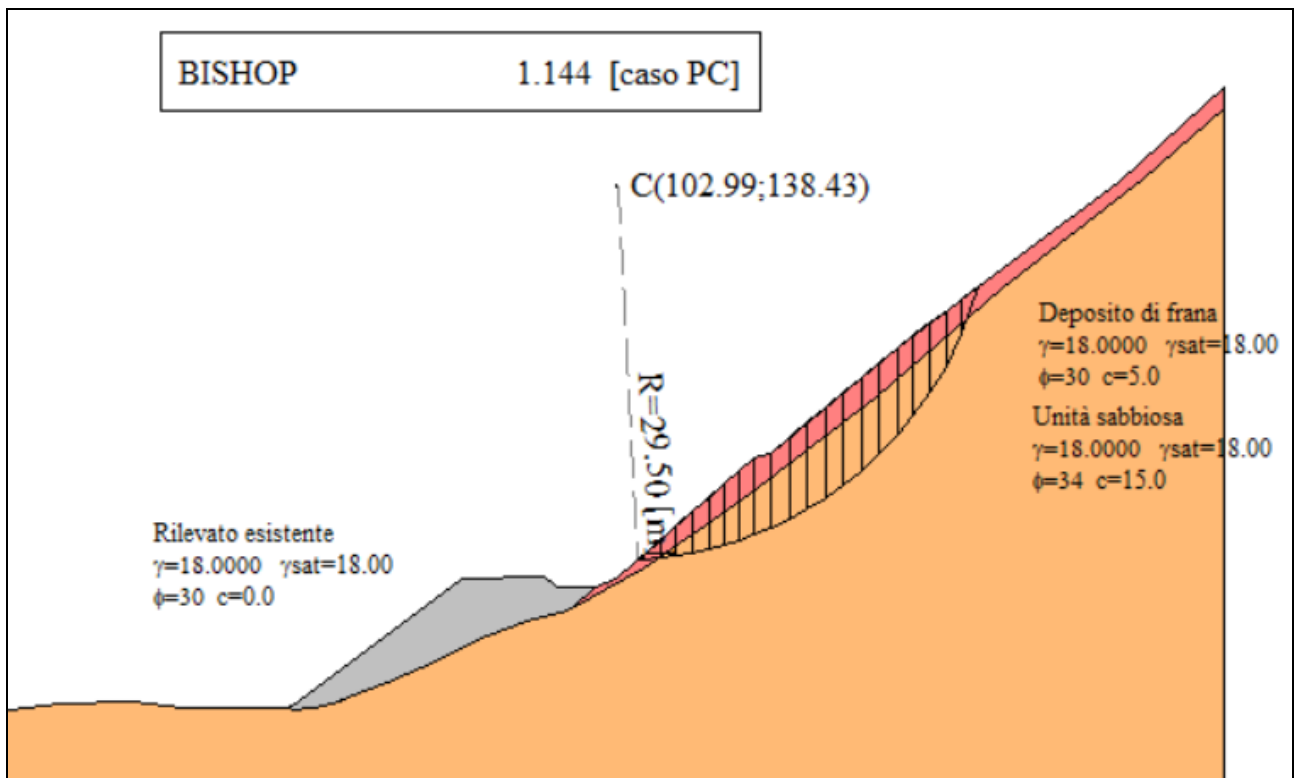


Figura 4-13 Verifica di stabilità – Sezione geologica AB (pk 0+460 ÷ 0+480) in condizioni sismiche ($FS_{min} = 1,144$).

Si osserva quindi che le verifiche di stabilità globale del versante risultano soddisfatte sia in condizioni statiche sia in condizioni sismiche.

4.2.3. VERIFICHE DI STABILITÀ POST OPERAM

Per completezza di informazioni, si riporta di seguito la verifica di stabilità condotta post-operam e riportata nella Relazione Geotecnica allegata al Progetto Definitivo.

Per la sezione in oggetto si assumono i seguenti valori dei parametri fisico-meccanici dei terreni:

| Unità geotecnica | γ (kN/m ³) | c' (kPa) | ϕ' (°) |
|--|----------------------------------|---------------|----------------|
| Rilevato nuova costruzione | 19,0 | 0 | 38 |
| Rilevato esistente | 18,0 | 0 | 30 |
| Coltre eluvio-colluviale – Deposito di frana (Ug2) | 18,0 | 5,0 | 30 |
| Unità sabbiosa (Ug4) | 18,0 | 15 | 34 |

Rispetto alla sezione geologica, è stato eliminato lo strato di rilevato esistente, perché in questo tratto è prevista la bonifica dello spessore di 2,0 m dello strato superficiale e la sostituzione con materiale da rilevato. Per l'unità sabbiosa si considerano, cautelativamente, i parametri medi di calcolo.

RELAZIONE GEOTECNICA – ANALISI DELLE CONDIZIONI DI STABILITÀ

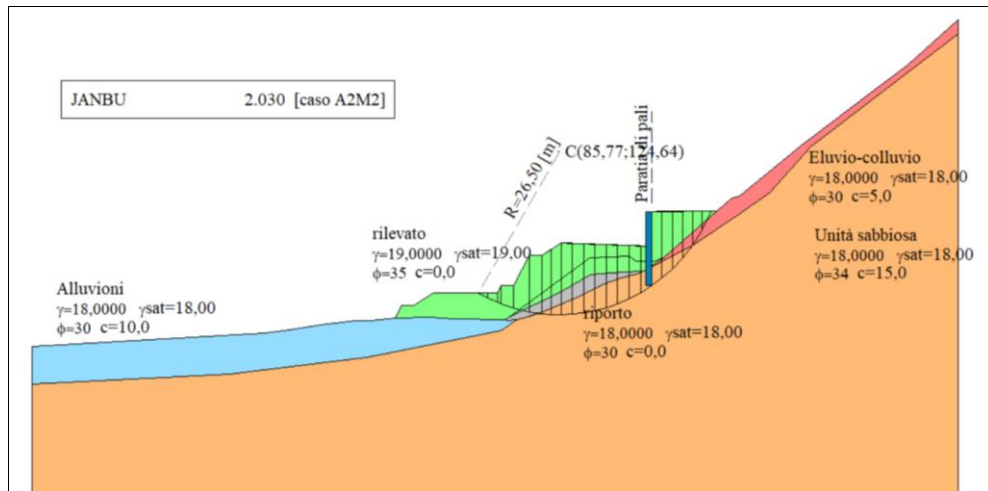


Figura 4-14 Verifica di stabilità globale – Sezione geologica AB (pk 0+460 ÷ 0+480) in condizioni statiche (FS = 2,030).

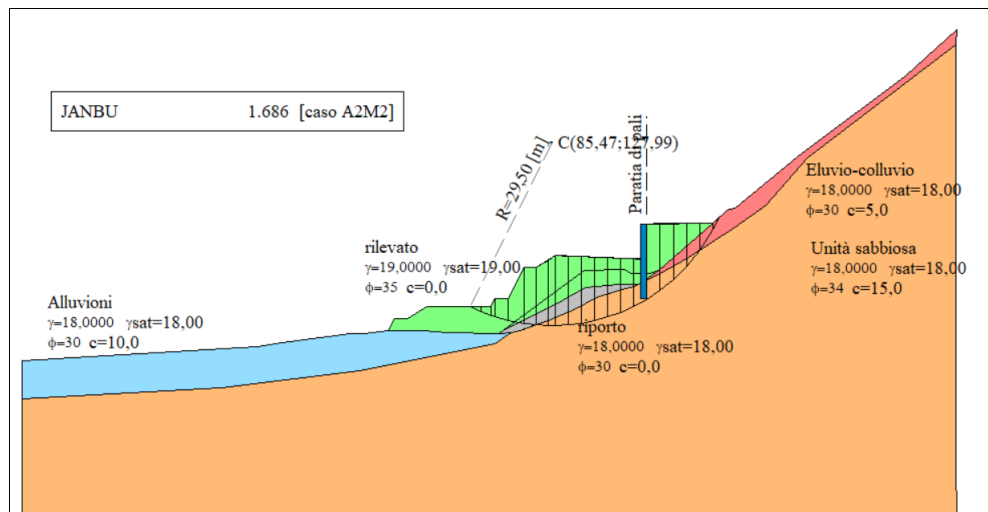


Figura 4-15 Verifica di stabilità globale – Sezione geologica AB (pk 0+460 ÷ 0+480) in condizioni sismiche (FS = 1,686).

PROGETTAZIONE ATI: