

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA

TRINCEE

TR05 – TRINCEA ROCCHETTA IMBOCCO W DA PROGR. 16+602 A PROGR. 16+704

Relazione di stabilità versanti di scavo

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 21/02/2020	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. R. Zanon

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	SCALA:
IF28	01	E	ZZ	CL	TR0500	001	A	-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	M.Ceschi	21/02/2020	C.Giomo	21/02/2020	T. Finocchietti	21/02/2020	Ing. R. Zanon

21/02/2020

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di stabilità versanti di scavo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0500 001	REV. A	FOGLIO 2 di 21

Indice

1	PREMESSA	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	3
2.1	DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO.....	3
2.2	NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO.....	3
2.3	SOFTWARE	3
3	CODICI DI CALCOLO E METODOLOGIA DI VERIFICA	4
3.1	VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE: SLIDE.....	4
4	CRITERI DI VERIFICA.....	5
4.1	VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU).....	5
5	AZIONE SISMICA DI PROGETTO	7
6	COEFFICIENTI SISMICI PER LE VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE.....	8
7	CARATTERISTICHE DEL CORPO FERROVIARIO.....	9
7.1	INQUADRAMENTO GENERALE	9
7.2	DESCRIZIONE DEI TRATTI IN TRINCEA.....	9
7.3	CARICHI DI PROGETTO	10
8	DATI GEOTECNICI CALCOLO	11
9	VERIFICHE SLU - STABILITA' GLOBALE.....	14
9.1	CRITERI DI VERIFICA	14
9.2	TR05 – PK 16+630.....	14
9.3	TR05 – PK 16+675.....	18

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di stabilità versanti di scavo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E Z Z CL	DOCUMENTO TR0500 001	REV. A	FOGLIO 3 di 21

1 PREMESSA

La presente relazione illustra e riassume i risultati del calcolo delle verifiche di stabilità globale della trincea TR05 nell'ambito della progettazione esecutiva del raddoppio del I° lotto funzionale Apice-Hirpinia della tratta Apice - Orsara (itinerario Napoli – Bari).

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

1. Progetto Definitivo – Relazione Geotecnica Generale tratta allo scoperto da pk 16+625 a pk 18+713 (IF0G01D09RBOC0001004A)
2. Progetto Definitivo – Relazione Sismica tratta allo scoperto da pk 16+625 a pk 18+713 (IF0G01D09RBOC0001008A)
3. Progetto Definitivo – Profilo geotecnico tratta allo scoperto da pk 16+625 a pk 18+713 (IF0G01D09F6OC0001005A)
4. Progetto Esecutivo – Relazione Geotecnica Generale tratta all'aperto da pk 16+625 a pk 18+713 (IF2801EZZRBOC0001004A)
5. Progetto Esecutivo – Profilo geotecnico tratta all'aperto da pk 16+625 a pk 18+713 (IF2801EZZF6OC0001005A)
6. Progetto Esecutivo – Relazione Sismica tratta all'aperto da pk 16+625 a pk 18+713 (IF2801EZZRBOC0001012A)

2.2 NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO

7. Decreto Ministeriale del 14/01/2008: “Approvazione delle Nuove Norma Tecniche per le Costruzioni”, G.U. n.29 del 04/02/2008, Supplemento Ordinario n.30.
8. Circolare 01/02/2009, n.617 – Istruzione per l'applicazione delle “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 14/01/2008.
9. DM 06/05/2008 – “Integrazione al DM 14/01/2008 di approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”.
10. RFI DTC SI MA IFS 001 A – “Manuale di progettazione delle opere civili”
11. RFI DTC SI SP IFS 001 A – “Capitolato generale tecnico d'appalto delle opere civili”
12. UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 – Progettazione Geotecnica – Parte 1: Regole generali.
13. UNI EN 1998-5: Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

2.3 SOFTWARE

14. Slide 7.038 (Rocscience)

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di stabilità versanti di scavo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0500 001	REV. A	FOGLIO 4 di 21

3 CODICI DI CALCOLO E METODOLOGIA DI VERIFICA

3.1 VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE: SLIDE

Le verifiche di stabilità globale dei versanti di scavo della trincea sono state condotte con il codice calcolo Slide (ver. 7.038).

Slide è un software bidimensionale per l'analisi di stabilità globale di pendii, rilevati e fronti di scavo. Viene calcolato il fattore di sicurezza allo scorrimento di superfici di scivolamento circolari e non in pendii di terreno o roccia. I carichi esterni, la superficie piezometrica e i diversi tipi di supporto possono essere modellati in vari modi.

Slide analizza la stabilità delle superfici di scorrimento utilizzando i metodi all'equilibrio limite con conci verticali e non (Bishop, Janbu, Spencer, Sarma, Morgenstern-Price, ..). Possono essere ricercate specifiche superfici di scorrimento oppure è possibile localizzare la superficie di scivolamento critica per un dato pendio.

Nel caso in esame è stato utilizzato il metodo di Bishop le superfici di scorrimento sono state calcolate in modo automatico dal software imponendo i punti di ingresso ed uscita delle curve. In questo modo è stato possibile scartare a priori quelle superfici più superficiali che non coinvolgono la sede ferroviaria.

A tal proposito si sottolinea che, nei calcoli, a favore di sicurezza, non è stato preso in conto in alcun modo l'effetto che la finitura a verde delle scarpate darà necessariamente, in termini di coesione efficace, allo strato più superficiale delle scarpate.

Il software determina la superficie di scorrimento critica caratterizzata dal valore minimo del coefficiente di sicurezza, definito come il rapporto tra la resistenza di progetto del sistema R_d (momenti stabilizzanti) e l'azione di progetto E_d (momenti ribaltanti).

Le verifiche sono soddisfatte se il coefficiente di sicurezza F_s è maggiore di $\gamma_R = 1.1$ (Tab. 6.8.I delle NTC 2008).

La versione del software adottata per le verifiche condotte nel presente documento è Slide 7.038 – Rocscience.

Le verifiche sono condotte sia in campo statico che in campo sismico (adottando il metodo pseudo-statico) e costituiscono le verifiche SLU richieste dalla Normativa per le opere in terreni sciolti.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di stabilità versanti di scavo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0500 001	REV. A	FOGLIO 5 di 21

4 CRITERI DI VERIFICA

Le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) per le verifiche di stabilità globale della trincea sono state effettuate nel rispetto dei criteri delle NTC2008.

4.1 VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione, ovvero:

$$E_d = E \left(\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right)$$

$$E_d = \gamma_E E \left(F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right)$$

con $\gamma_E = \gamma_F$, e dove R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left(\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right),$$

Effetto delle azioni e resistenza sono espresse in funzione delle azioni di progetto $\gamma_F F_k$, dei parametri di progetto X_k/γ_M e della geometria di progetto a_d .

L'effetto delle azioni può anche essere valutato direttamente come $E_d = \gamma_E E_k$. Nella formulazione delle resistenze R_d , compare esplicitamente un coefficiente γ_R che opera direttamente sulle resistenze del sistema.

Le verifiche di stabilità globale vengono svolte secondo l'Approccio 1 Combinazione 2: A2+M2+R2.

I coefficienti di sicurezza parziali sono riportati nelle tabelle 5.2.V, 6.2.II e 6.8.I delle NTC 2008.

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

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	(M1)	(M2)
		γ_M		
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	γ_φ	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_r	1,0	1,0

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di stabilità versanti di scavo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0500 001	REV. A	FOGLIO 6 di 21

Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica

		Coefficiente	EQ ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.
⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.
⁽⁵⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.
⁽⁶⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

Tabella 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di stabilità versanti di scavo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0500 001	REV. A	FOGLIO 7 di 21

5 AZIONE SISMICA DI PROGETTO

La definizione dell'azione sismica di progetto per le opere afferenti il tracciato è stata condotta secondo quanto disposto dalle Norme Tecniche in vigore assunte alla base della progettazione in oggetto (DM 14 gennaio 2008. Norme tecniche per le costruzioni. Gazzetta Ufficiale n. 29 del 04.02.2008 – Supplemento Ordinario n. 159).

In particolare, l'azione sismica è stata definita a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, a sua volta espressa in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su suolo rigido, con superficie topografica orizzontale.

La definizione dell'azione sismica comprende la determinazione delle ordinate dello spettro di risposta elastica in accelerazione Se(T) facendo riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento VR per la vita utile della struttura.

In particolare si sono considerati una vita nominale dell'opera VN pari a 75 anni ed un coefficiente d'uso pari a 1.5. Pertanto la vita di riferimento dell'opera VR risulta pari a 112.5 anni.

Data la probabilità di superamento nel periodo di riferimento considerato, funzione dello Stato Limite di verifica, la forma spettrale è definita a partire dai valori dei seguenti parametri relativi ad un sito di riferimento rigido e orizzontale:

- ag accelerazione orizzontale massima su sito rigido e superficie topografica orizzontale;
- Fo valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- Tc* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

La determinazione della categoria di suolo (e topografica) è stata eseguita attraverso l'interpretazione delle indagini geotecniche e geofisiche condotte per il Progetto Preliminare e Definitivo: sulla base delle informazioni disponibili, ai fini della microzonazione, tutta il tracciato risulta sostanzialmente omogeneo dal punto di vista delle caratteristiche geodinamiche e caratterizzabile, ai fini normativi, come sito di **categoria C** ossia "Deposito di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina)."

L'amplificazione dell'azione sismica viene determinata, secondo le NTC2008, attraverso l'impiego di un fattore di sito S funzione sia della categoria di sottosuolo (Ss) sopra determinata, sia dell'andamento della superficie topografica (ST):

$$S = S_S \cdot S_T$$

Per la **categoria di sottosuolo C**, il coefficiente Ss si ottiene dall'espressione seguente (vedi Tabella 3.2.V del par. 3.2.3 delle NTC2008):

$$S_s = 1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.50$$

Per quanto riguarda l'eventuale amplificazione topografica, considerato che il tracciato attraversa zone in parte pianeggianti, il fattore di amplificazione topografica è stato assunto pari a 1.0.

Si utilizza il valore massimo di ag riscontrato nell'intera tratta, pari a 0.380 (riferito alle coordinate Long. 14.925582°, Lat. 41.138752°).

A partire dai valori sopra riportati risulta:

$$a_{max} [g] = S \cdot a_g [g] = 0.380 \times 1.176 \times 1.0 = 0.447.$$

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di stabilità versanti di scavo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0500 001	REV. A	FOGLIO 8 di 21

6 COEFFICIENTI SISMICI PER LE VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE

Come definito in normativa, a meno di specifiche analisi dinamiche, è possibile svolgere le verifiche di sicurezza mediante analisi pseudostatiche o analisi agli spostamenti.

Sulla base di quanto definito al Par.7.11.3.5.2 delle NTC 2008, in mancanza di studi specifici le forze orizzontali e verticali dovute al sisma vengono espresse come $F_h = W \cdot k_h$ e $F_v = W \cdot k_v$, dove W è il peso del concio di terreno e k_h e k_v sono i coefficienti sismici orizzontale e verticale, definiti come segue:

$$k_h = \beta_s \times \frac{a_{max}}{g} \quad k_v = \pm 0.5 \times k_h$$

Il coefficiente di riduzione della accelerazione massima attesa al sito β_s viene determinato con riferimento alle tabella 7.11.I delle NTC 2008.

Per la **categoria di sottosuolo C** il coefficiente β_s da assumere è pari a 0.28 essendo il parametro a_g [g] tale che $0.2 < a_g = 0.380 < 0.4$.

Tabella 7.11.I – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0,30	0,28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0.1$	0,20	0,20

Con riferimento allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita, in accordo alle espressioni di cui sopra, si ottengono i seguenti coefficienti per la verifica di stabilità globale:

$$k_h = 0.125$$

$$k_v = \pm 0.063$$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA												
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di stabilità versanti di scavo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>TR0500 001</td> <td>A</td> <td>9 di 21</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	TR0500 001	A	9 di 21
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ CL	TR0500 001	A	9 di 21								

7 CARATTERISTICHE DEL CORPO FERROVIARIO

7.1 INQUADRAMENTO GENERALE

Lungo la Linea ferroviaria Napoli – Bari, nel tratto compreso tra Apice e Orsara, il corpo stradale ferroviario si sviluppa, nei tratti all'aperto, principalmente in rilevato ed per una porzione ridotta in trincea.

Oggetto del presente documento è la trincea TR05 che si sviluppa tra le pk 16+630 e 16+706 e prevede la realizzazione di uno sbancamento con altezza totale fino a circa 10 m; per altezza della trincea si intende la distanza dal Piano del ferro PF e il Piano Campagna PC riprofilato.

Il dislivello tra il piano campagna riprofilato e il piano di posa del ballast è di circa 11 m.

7.2 DESCRIZIONE DEI TRATTI IN TRINCEA

Per quanto riguarda la geometria delle trincee si è fatto riferimento agli elaborati di progetto ad esse relativi ed in particolare alle sezioni trasversali, tipologiche e correnti.

In particolare la trincea è prevista con pendenza 2H:1V, con scarpate di altezza massima 3 m, intervallate da berme di larghezza 2 m. Per le scarpate è stata ipotizzata una finitura a verde.

Nel seguito sono riportate le sezioni di calcolo:

- pk 16+630, caratterizzata da un dislivello tra il piano campagna riprofilato e il piano di posa del ballast di circa 11.7 m in sinistra e 8.5 m in destra;
- pk 16+675, caratterizzata da un dislivello tra il piano campagna riprofilato e il piano di posa del ballast di circa 7.3 m in sinistra e 5 m in destra.

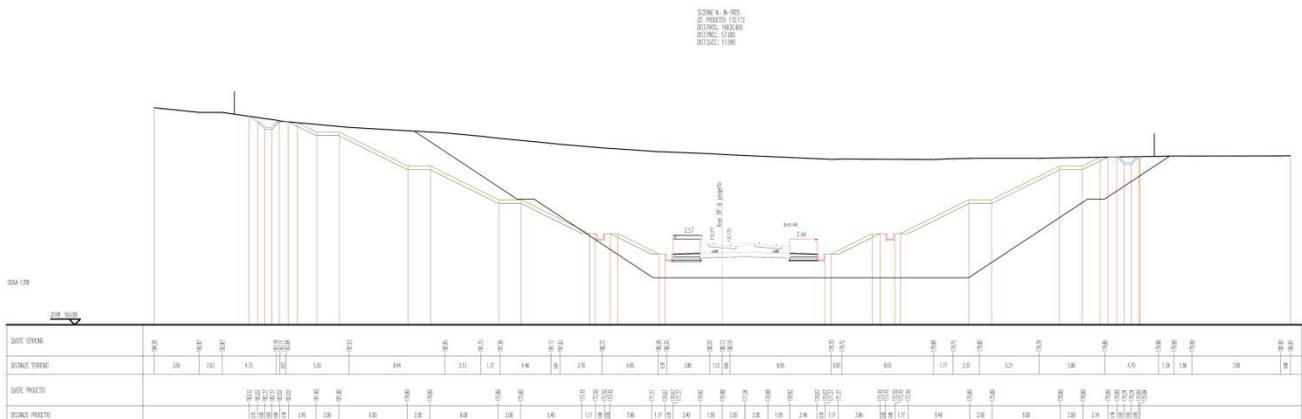
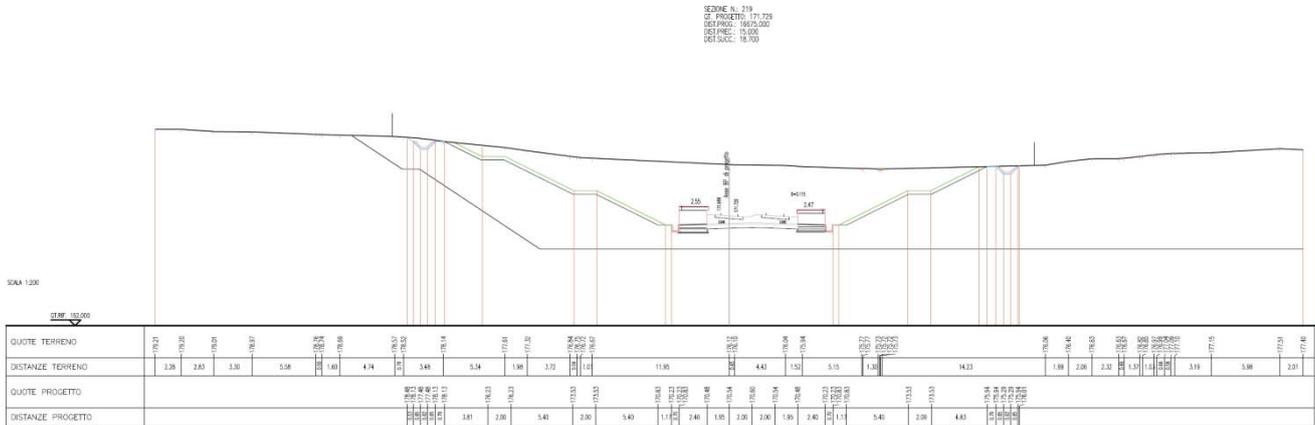


Figura 1: TR05: sezione di calcolo all pk 16+630

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di stabilità versanti di scavo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL TR0500 001 A 10 di 21



APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di stabilità versanti di scavo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0500 001	REV. A	FOGLIO 11 di 21

8 DATI GEOTECNICI CALCOLO

In seguito si riporta la stratigrafia di riferimento e la profondità della falda di progetto per la trincea TR05 dedotte da quelli del progetto definitivo (doc. Rif.1 e 3), unitamente ai risultati delle indagini integrative. I parametri geotecnici sono stati utilizzati per le verifiche geotecniche della trincea oggetto del presente documento.

Tabella 1 – TR05: stratigrafia di riferimento

Stratigrafia		
Quota base strato [m s.l.m.]	Spessore strato [m]	Unità di riferimento
var.	10.0	BNA3alt
var.	>30.0	BNA3

Tabella 2 – TR05: parametri geotecnici caratteristici

	BNA3alt (*come da formazione)	BNA3	
γ [kN/m ³]	*	20.5	
w [%]	*	14	
LL [%]	*	<u>55</u>	
σ_c [kPa]	-	-	
c_u [kPa]	300	500	
ϕ' [°]	*	<u>24</u>	
c' [kPa]	*	<u>20</u>	
E_u/C_u	-	-	
E_0 [MPa]	265	615	
$E_{op,1}$ (*) [MPa]	53	33	
$E_{op,2}$ (***) [MPa]	26.5	61.5	
c_r [-]	-	-	
c_c [-]	-	-	
$c_{\alpha\varepsilon}$	-	-	
c_v [m ² /s]	-	-	
e_0 [-]	*	0.42	
OCR [-]	*	$z \leq 20m$	10
		$z > 20m$	5
v' [-]	*	0.3	
k [m/s]	*	$5.0 \cdot 10^{-7}$	

In mancanza di dati specifici sulla sottotratta si assumono i valori sottolineati pari alla media di tratta.

La stratigrafia è caratterizzata dalla presenza della formazione della Baronina (membro di Apollosa), alterata nei primi 10 m, costituita da:

- Sabbie quarzo-feldspatiche, a grana media e grossa con sottili interstrati marnoso-argillosi verdastri e livelli di ciottoli; nella parte alta, a luoghi, argille marnose scure di ambiente lagunare;

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">TR0500 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">12 di 21</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	TR0500 001	A	12 di 21
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	TR0500 001	A	12 di 21													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di stabilità versanti di scavo																		

- Sabbie con matrice siltoso-marnosa, in strati medi e sottili, alternate ad areniti giallastre a grana media e fine, poco cementate, e siltiti.

Per lo strato di alterazione sono stati utilizzati gli stessi parametri geotecnici di resistenza della formazione sottostante.

Le verifiche in condizioni sismiche sono state condotte con riferimento ai parametri non drenati per la formazione BNA3 in sito.

La falda di progetto viene assunta alla quota +166 m l.m.m., come si desume dal profilo geotecnico (doc. Rif. 3).

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0500 001	REV. A	FOGLIO 13 di 21
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di stabilità versanti di scavo						

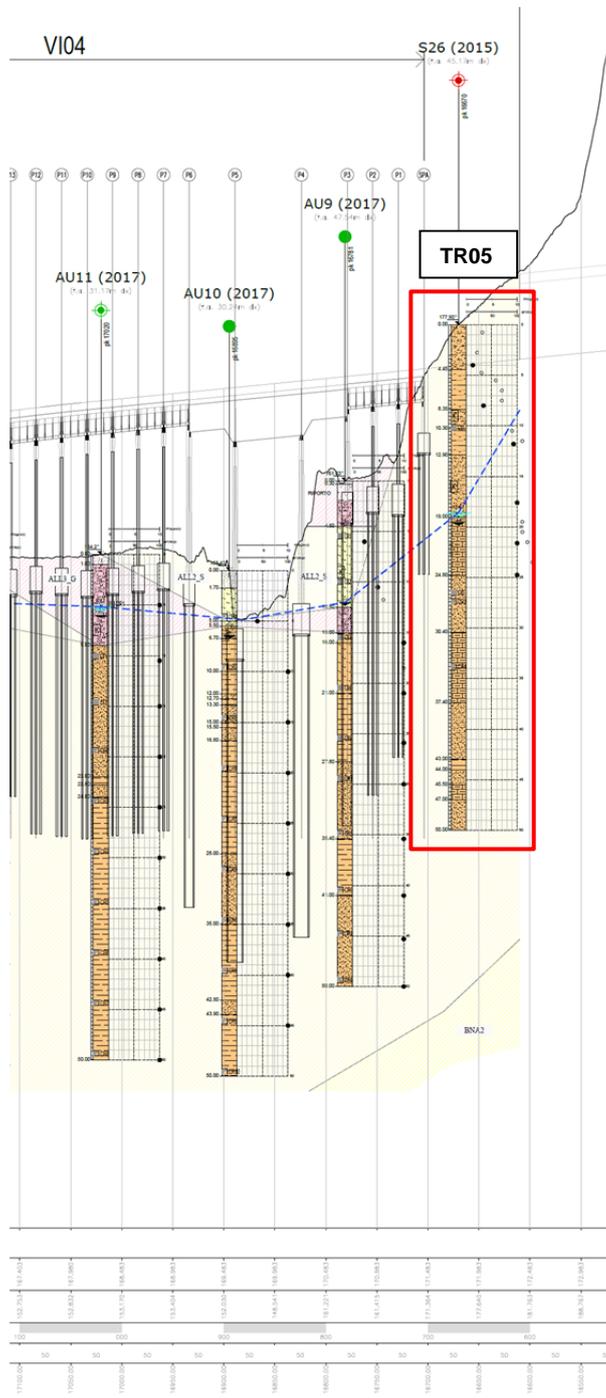


Figura 3: Estratto profilo geotecnico

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di stabilità versanti di scavo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0500 001	REV. A	FOGLIO 14 di 21

9 VERIFICHE SLU - STABILITA' GLOBALE

9.1 CRITERI DI VERIFICA

L'analisi di stabilità globale è finalizzata all'individuazione delle superfici di rottura tali da intercettare il carico ferroviario. Tra esse, è definita critica quella a cui corrisponde il fattore di sicurezza FS minimo.

Si sottolinea che nella ricerca delle superfici di rottura critiche sono state escluse tutte quelle superfici di spessore ridotto e che non interessano la sede ferroviaria.

Si riportano in seguito i risultati delle verifiche condotte in condizioni statiche e sismiche.

In condizioni sismiche il sovraccarico accidentale dovuto ai mezzi agricoli è stato ridotto con un fattore $\gamma_Q = 0.2$.

9.2 TR05 – PK 16+630

Il dislivello tra il piano campagna riprofilato e il piano di posa del ballast è di circa 11.7 m in sinistra e 8.5 m in destra. Tuttavia le verifiche più gravose (in condizioni sismiche) risultano quelle sul lato destro della trincea poiché lo scavo viene riempito con materiale di cava privo di coesione.

Parametri terreno combinazione M2:

BNA3: $c_u = 300$ kPa, $c_{uM2} = 214$ kPa; $c' = 20$ kPa, $c'_{M2} = 16$ kPa; $\phi' = 24^\circ$, $\phi'_{M2} = 19.6^\circ$

Materiale di cava: $c' = 0$ kPa, $c'_{M2} = 0$ kPa; $\phi' = 35^\circ$, $\phi'_{M2} = 29.2^\circ$

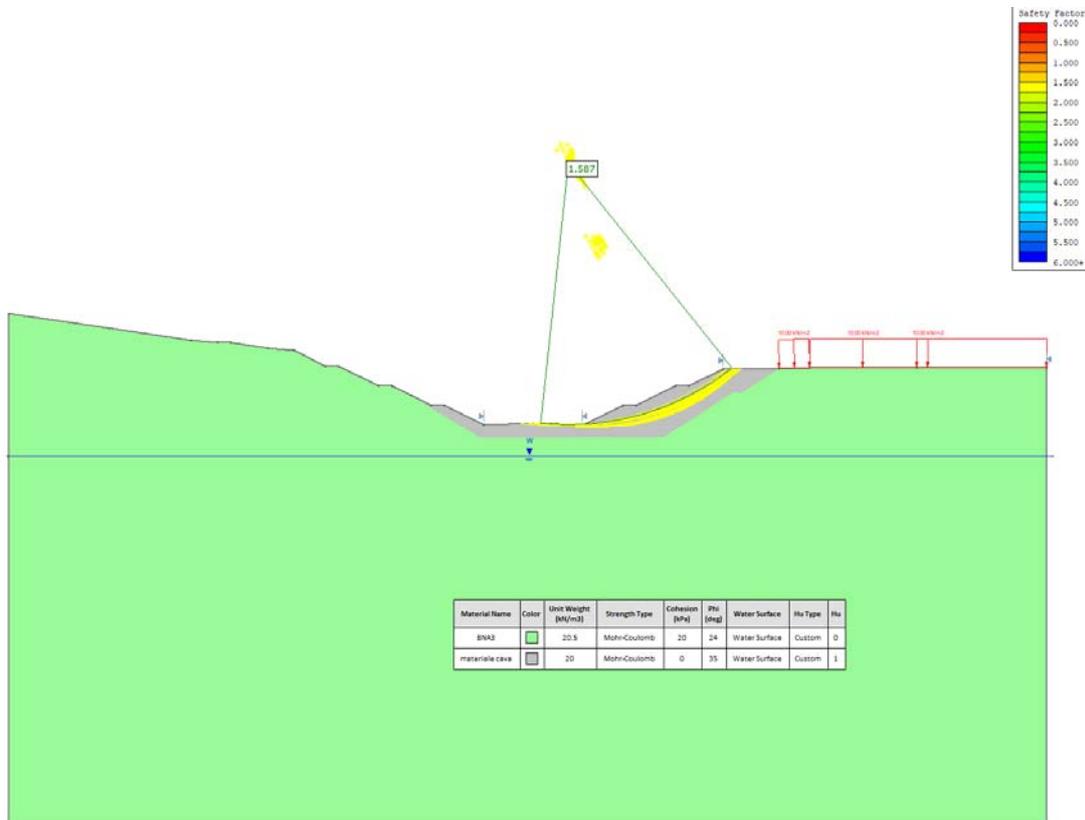


Figura 4 – TR05 pk 16+630 – Lato destro - Condizione statica $F_s=1.587 > 1.1$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0500 001	REV. A	FOGLIO 15 di 21
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di stabilità versanti di scavo						

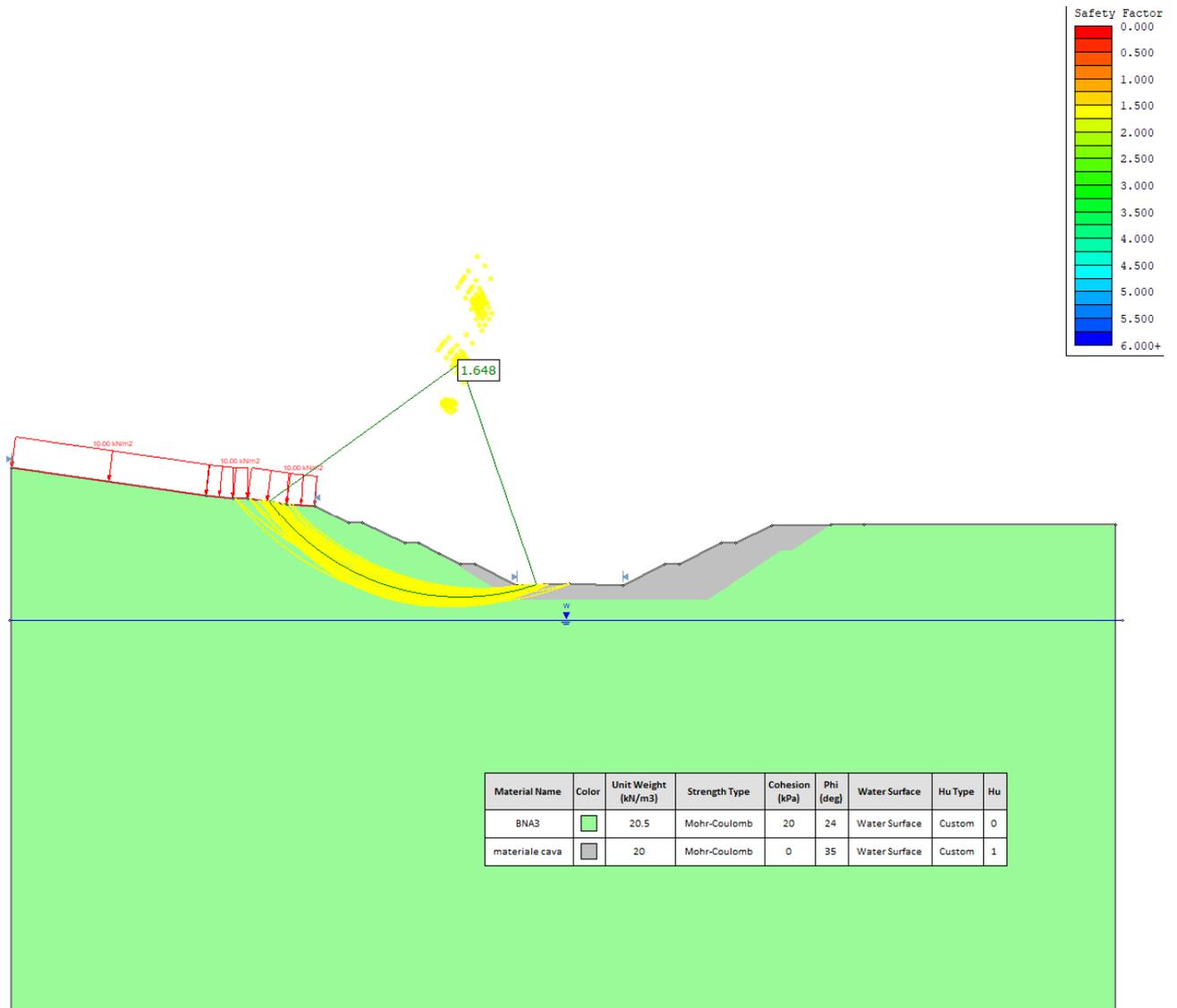


Figura 5 – TR05 pk 16+630 – Lato sinistro - Condizione statica $F_s=1.648 > 1.1$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0500 001	REV. A	FOGLIO 16 di 21
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di stabilità versanti di scavo						

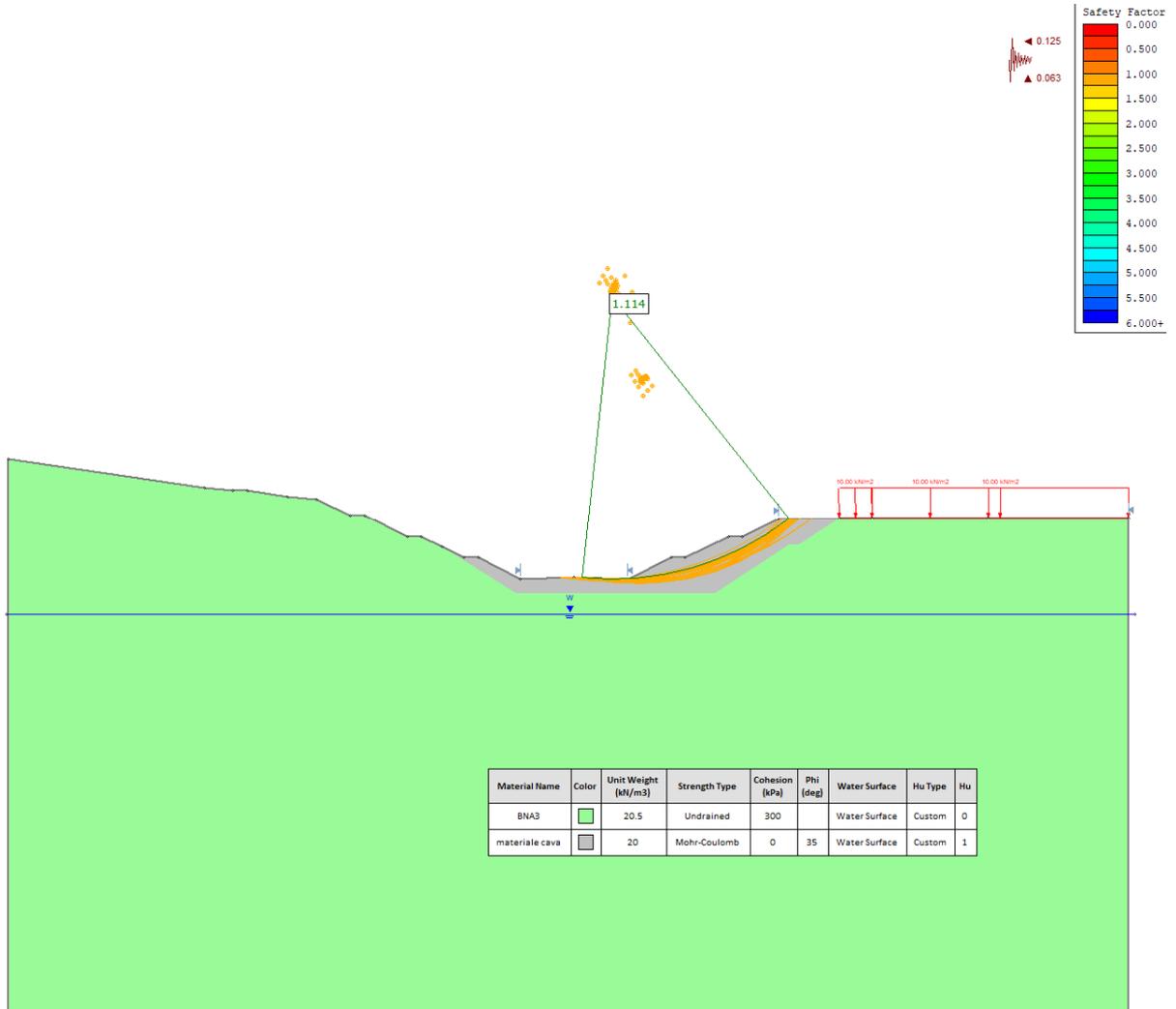


Figura 6 – TR05 pk 16+630 –Lato destro- Condizione sismica $F_s=1.114 > 1.1$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0500 001	REV. A	FOGLIO 17 di 21
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di stabilità versanti di scavo						

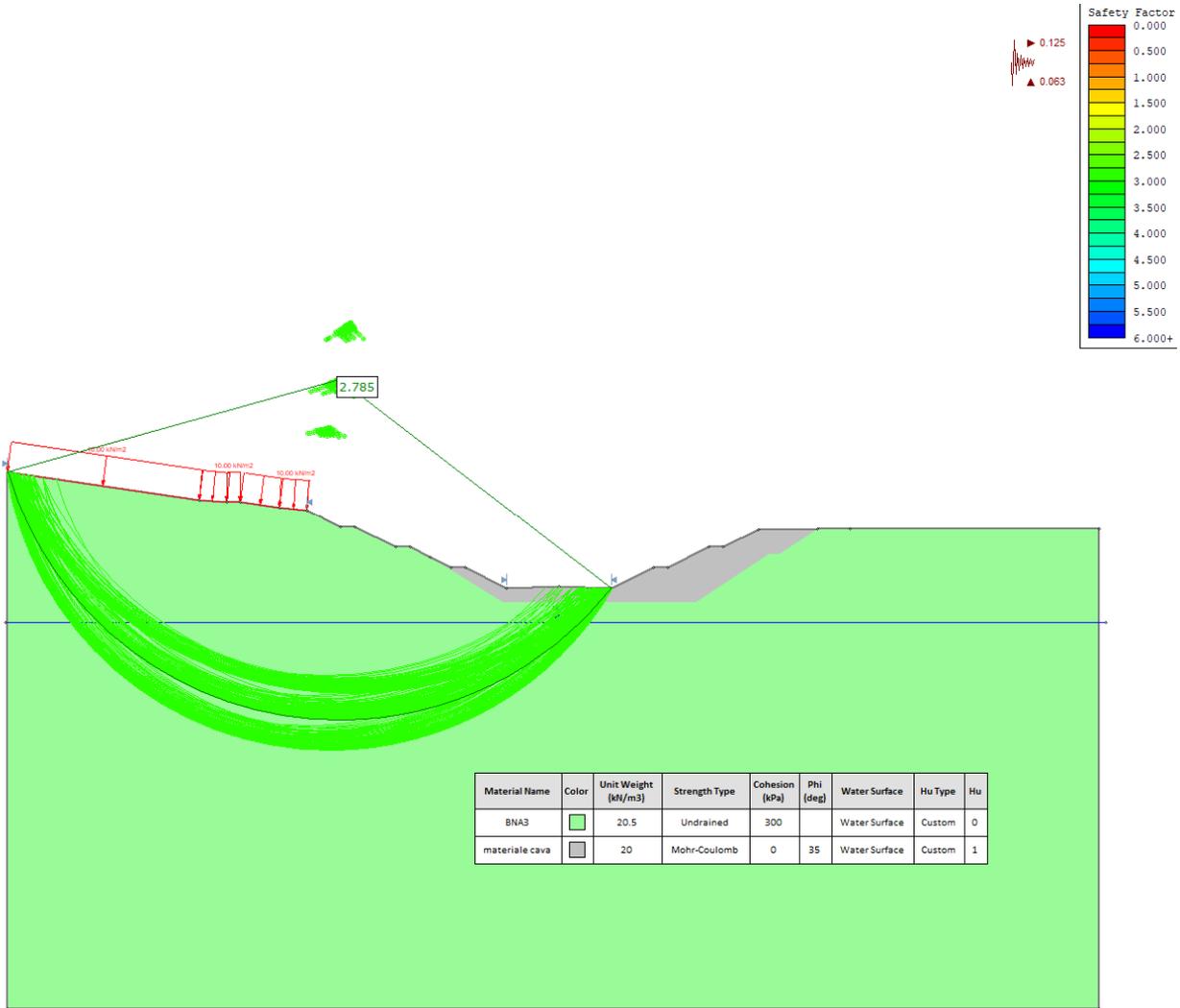


Figura 7 – TR05 pk 16+630 –Lato sinistro- Condizione sismica $F_s=2.785 > 1.1$

F_s è sempre maggiore di 1.1 pertanto le verifiche di stabilità globale risultano soddisfatte.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0500 001	REV. A	FOGLIO 18 di 21
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di stabilità versanti di scavo						

9.3 TR05 – PK 16+675

Il dislivello tra il piano campagna riprofilato e il piano di posa del ballast è di circa 7.3 m in sinistra e 5 m in destra.

Parametri terreno combinazione M2:

BNA3: $c_u = 300$ kPa, $c_{uM2} = 214$ kPa; $c' = 20$ kPa, $c'_{M2} = 16$ kPa; $\phi' = 24^\circ$, $\phi'_{M2} = 19.6^\circ$

BNA3 residuo: $c' = 0$ kPa, $c'_{M2} = 0$ kPa; $\phi' = 15^\circ$, $\phi'_{M2} = 12.1^\circ$

Materiale di cava: $c' = 0$ kPa, $c'_{M2} = 0$ kPa; $\phi' = 35^\circ$, $\phi'_{M2} = 29.2^\circ$

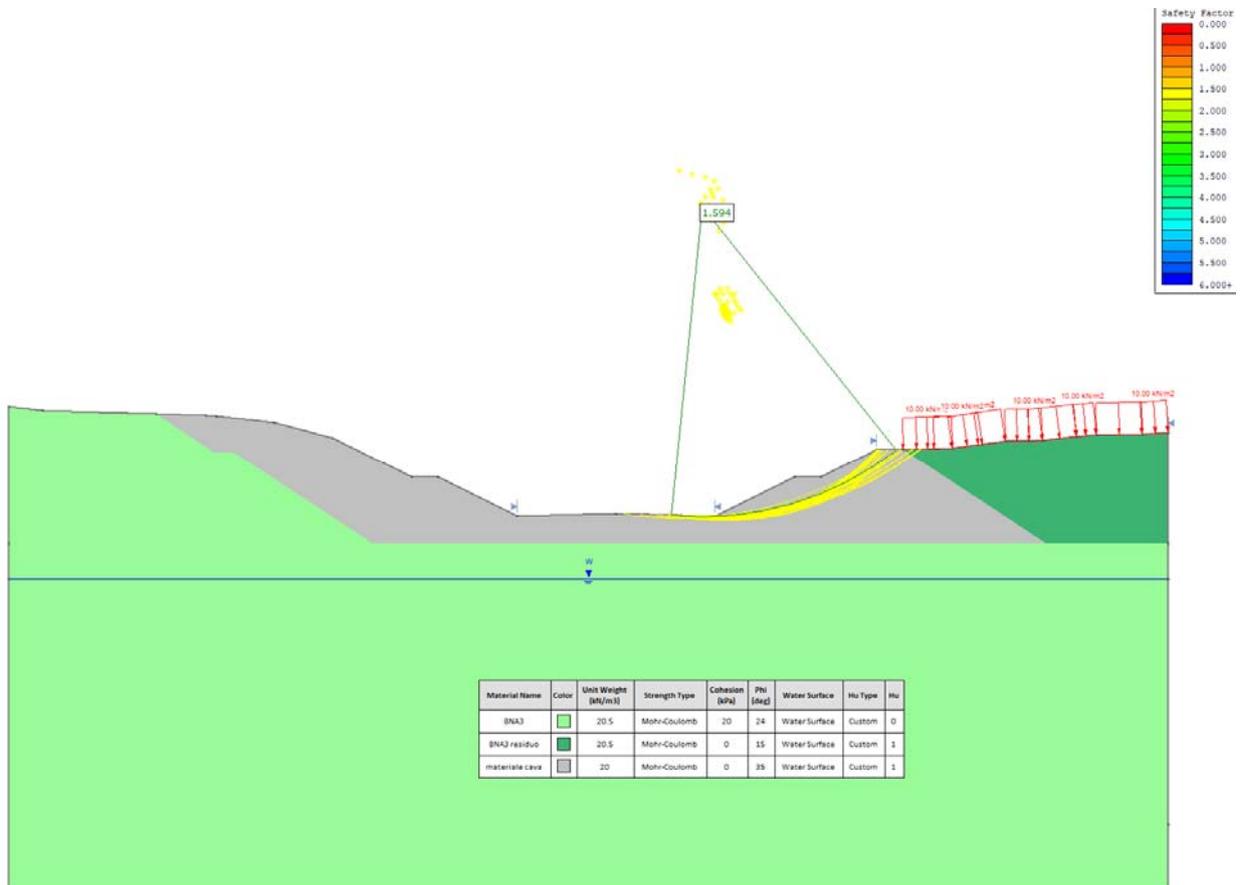


Figura 8 – TR05 pk 16+675 –Lato destro- Condizione statica $F_s=1.594 >1.1$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0500 001	REV. A	FOGLIO 19 di 21
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di stabilità versanti di scavo						

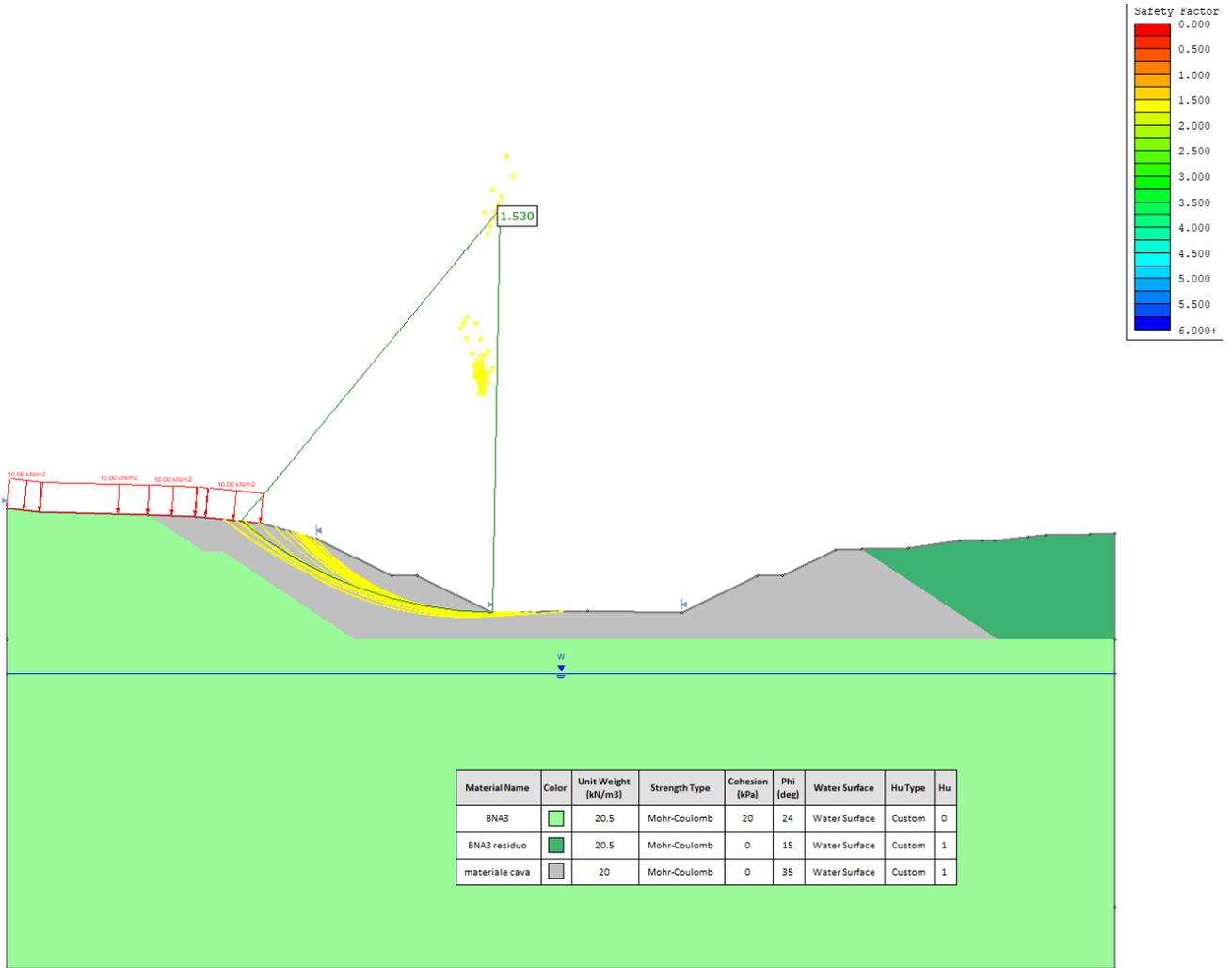


Figura 9 – TR05 pk 16+675 –Lato sinistro- Condizione statica $F_s=1.530 > 1.1$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0500 001	REV. A	FOGLIO 20 di 21
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di stabilità versanti di scavo						

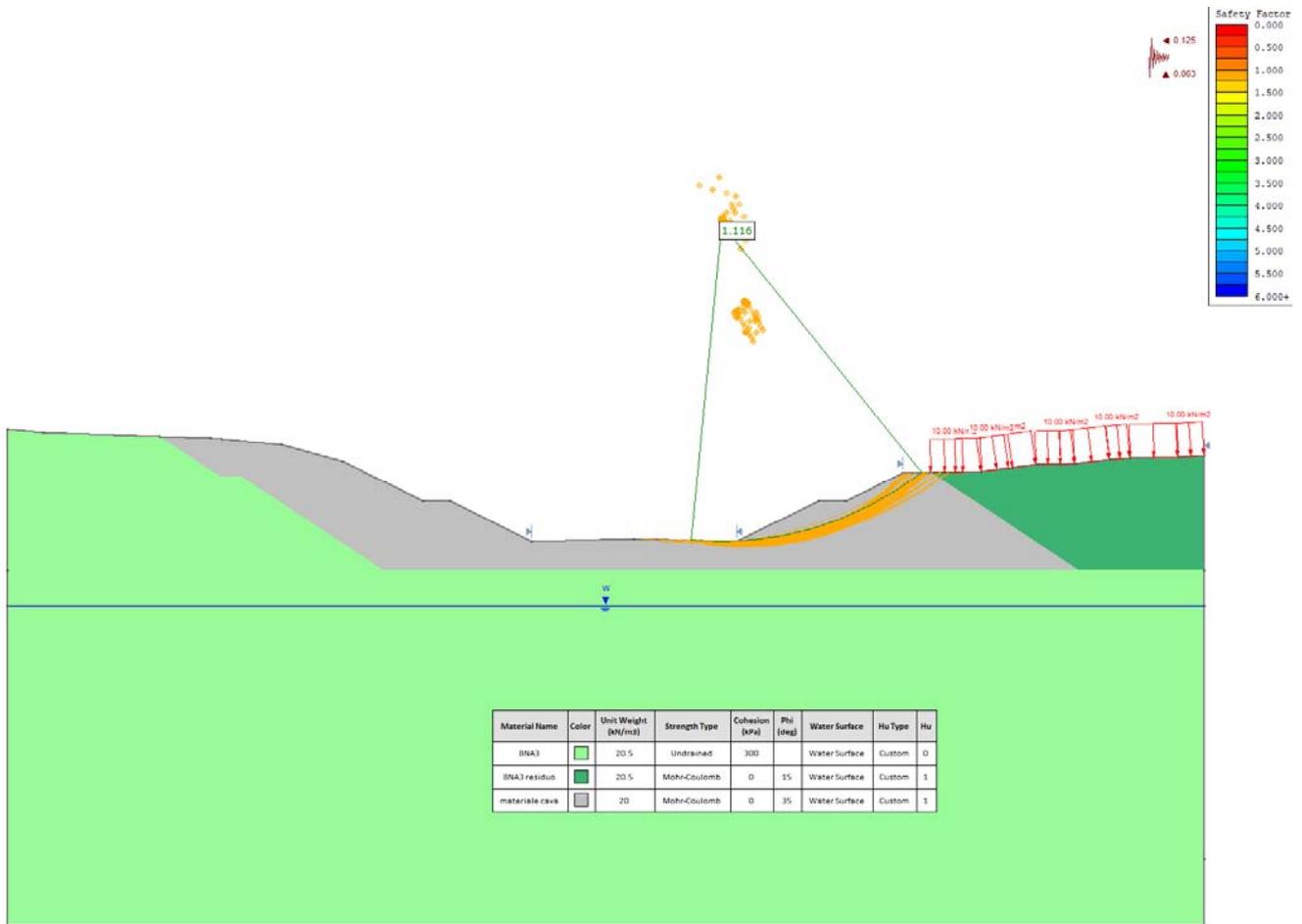


Figura 10 – TR05 pk 16+675 –Lato destro- Condizione sismica $F_s=1.116 > 1.1$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0500 001	REV. A	FOGLIO 21 di 21
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di stabilità versanti di scavo						

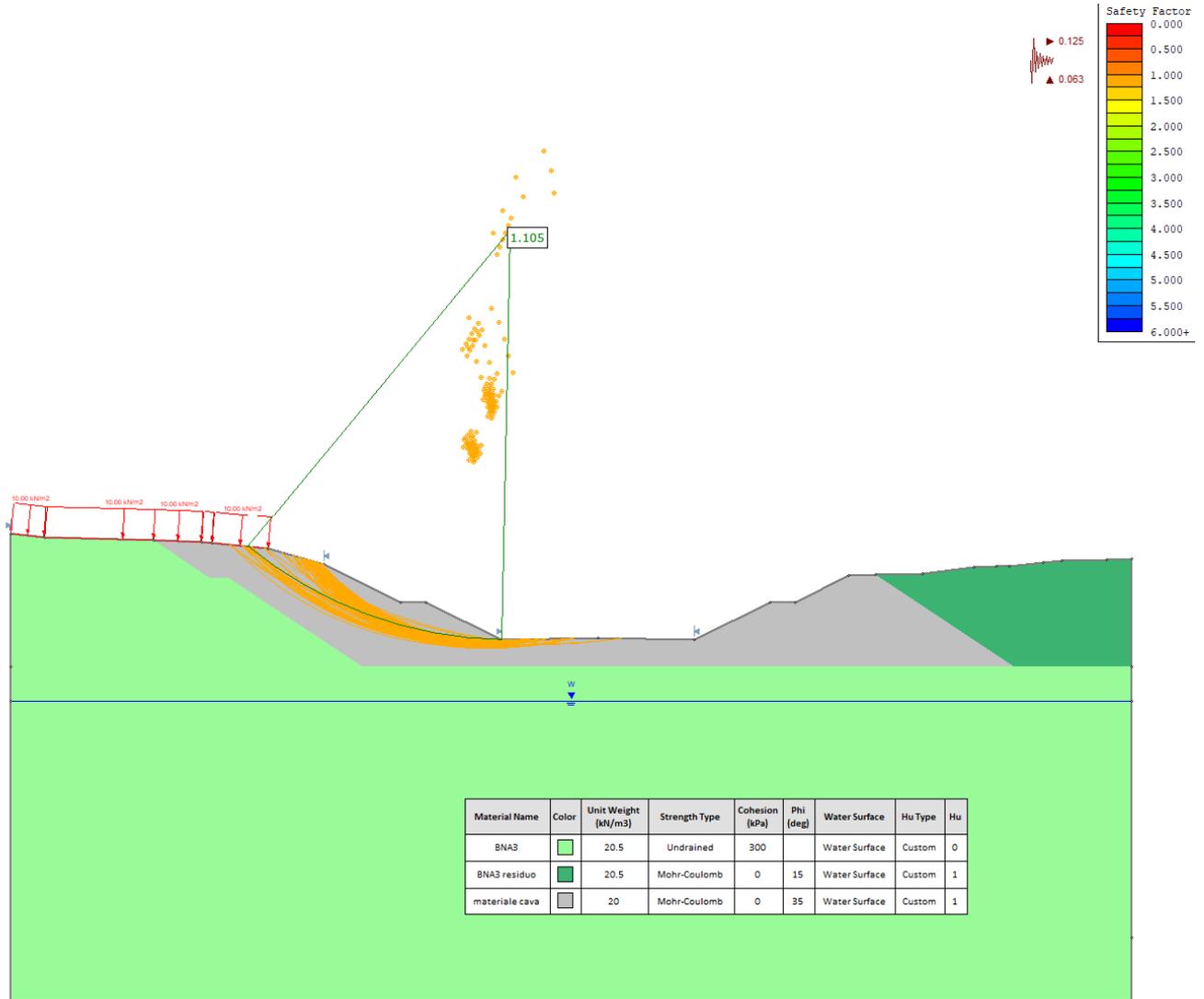


Figura 11 – TR05 pk 16+675 –Lato sinistro- Condizione sismica $F_s=1.105 > 1.1$

F_s è sempre maggiore di 1.1 pertanto le verifiche di stabilità globale risultano soddisfatte.