

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J41C0900000005

U.O. COORDINAMENTO NO CAPTIVE E INGEGNERIA DI SISTEMA

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA

ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO

GEOTECNICA

Relazione di stabilità delle trincee

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I B 0 Q 3 A R 1 0 R H G E 0 0 0 6 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	P. Quadrino 	Gen 2021	G. Scassarfa 	Gen 2021	C. Mazzocchi 	Gen 2021	L. Berardi Gen 2021



File: IB0Q3AF10RHGE0006002A.docx

Sommario

1	PREMESSA	3
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	4
2	NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	5
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
4	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	6
5	CRITERI DI VERIFICA DEI FRONTI DI SCAVO	7
5.1	VERIFICHE DI SICUREZZA IN CAMPO STATICO	7
5.1.1	STATI LIMITE ULTIMI (SLU).....	7
5.2	VERIFICHE DI SICUREZZA IN CAMPO SISMICO	9
5.2.1	STATI LIMITE ULTIMI (SLU).....	9
6	CODICI DI CALCOLO E METODOLOGIE DI VERIFICA	12
7	VERIFICA TRINCEA H=6.0 m	13
7.1	VERIFICHE SLU – STABILITÀ GLOBALE.....	13
7.2	VERIFICHE SLU IN CONDIZIONI STATICHE.....	13
7.3	VERIFICHE SLU IN CONDIZIONI SISMICHE	15

Relazione di stabilità delle trincee	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IBOQ	3A F 10	RH	GE 00 0 6 002	A	3 DI 16

1 PREMESSA

Il Lotto 3 “Circonvallazione di Trento e Rovereto” fa parte dei quattro lotti prioritari del progetto di Quadruplicamento della linea Fortezza – Verona, tratta di Accesso sud alla galleria di Base del Brennero, che ricade nel Corridoio della rete centrale europea denominato “Scandinavia – Mediterraneo”.

Il presente progetto sviluppa la sola circonvallazione ferroviaria della Città di Trento, denominata lotto 3A, ricadente interamente nel Comune di Trento, come parte integrante dei progetti di riqualificazione urbana e potenziamento della mobilità all’interno della città di Trento.

Gli interventi in progetto mirano al raggiungimento di importanti obiettivi in termini di incremento di capacità del corridoio e canalizzazione dei flussi, con il massimo beneficio per il territorio, dato dall’eliminazione del transito dei treni merci all’interno dell’abitato.

Il nuovo tracciato ferroviario si sviluppa per circa 13 km sulla sinistra orografica della Val d’Adige, tra i confini della Val Lagarina fino al tessuto insediativo della città di Trento, tra le località Acquaviva a sud e Roncafort a Nord. L’opera è costituita principalmente da una galleria naturale di linea, a doppia canna a singolo binario per uno sviluppo circa 11 km, con opere di imbocco in galleria artificiale a doppio binario. La riconnessione alla linea esistente Verona – Brennero avviene mediante tratti in trincea e rilevato in stretto affiancamento.



Figura 1–Inquadramento generale dell’area d’intervento.

Nella presente relazione sono descritte le analisi di stabilità effettuate per la trincea TR01.

1.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La wbs denominata TR01, si estende dalla progressiva 0+000 km alla 0+646.70km, per uno sviluppo complessivo di circa 647 m . Lungo il suo sviluppo, da prog 0+000 km a prog. 0+526.69 km la trincea risulta di fatto sostanzialmente "a raso", mentre tra le prog. 0+526.69 km e 0+646.70 km si presenta con scarpate aventi pendenza $H/V=3/2$ e altezza massima di 6 m.

La presente relazione riguarda la verifica di stabilità della trincea rappresentata nella sez. B-B inclusa nell'elaborato IBOQ 3A F 10 PZ TR 01 00 001, richiamato dagli stralci riportati nelle figure successive.

Le verifiche di stabilità sono state eseguite ai sensi della Normativa vigente (NTC18) per la sezione ritenuta più rappresentativa delle condizioni critiche, ubicata alla progressiva 0+630 circa (altezza massima scavo $H = 6.0$ m).

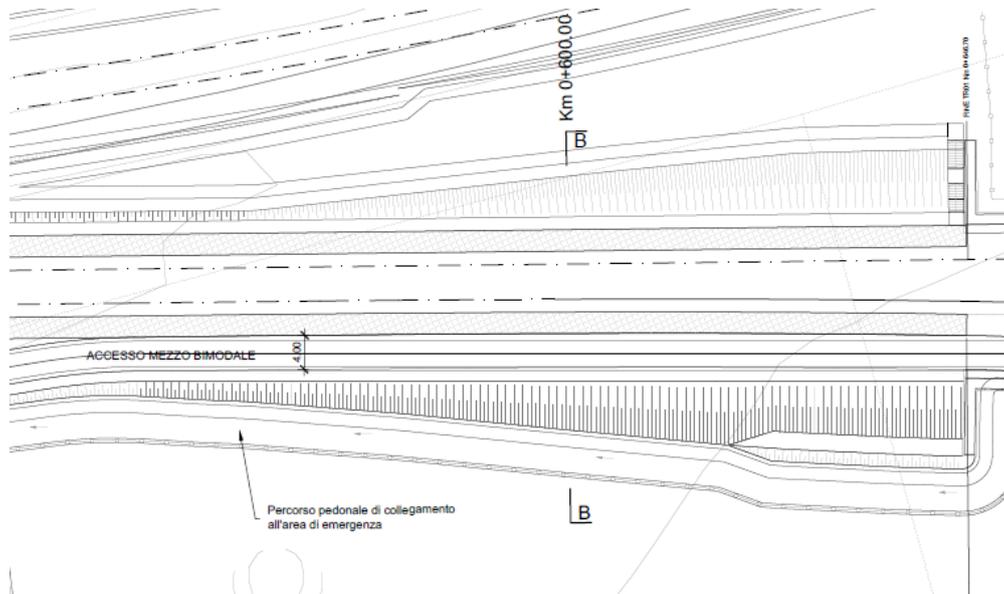


Figura 2 - Pianta TR02.

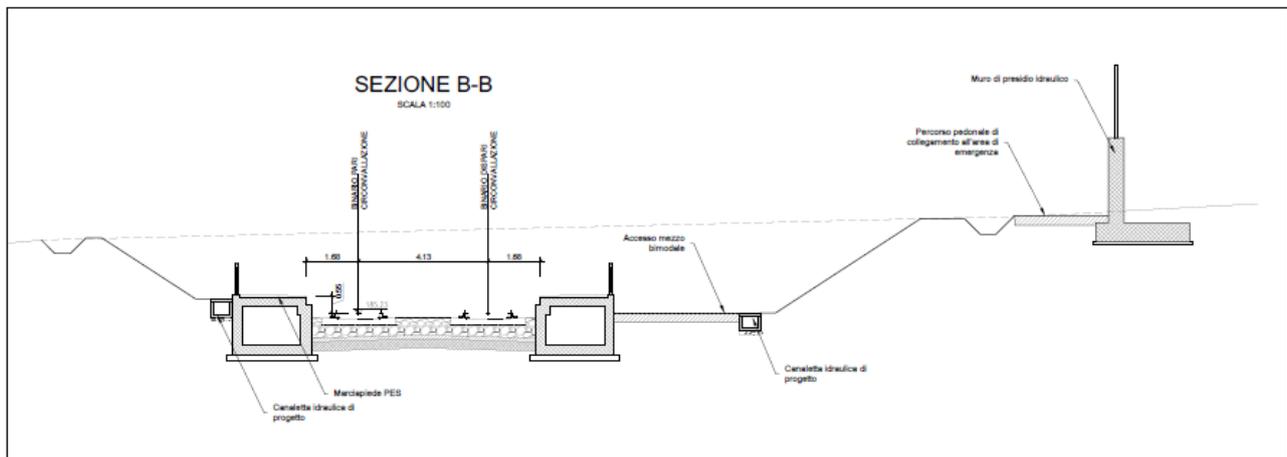


Figura 3 - Sezioni TR02.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA LOTTO 3A: PROJECT REVIEW CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO					
	Relazione di stabilità delle trincee	PROGETTO IB0Q	LOTTO 3A F 10	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE 00 0 6 002	REV. A

2 NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'interpretazione dei risultati e la redazione della presente relazione sono stati effettuati nel rispetto della Normativa in vigore e delle Raccomandazioni di seguito elencate.

- Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);
- Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21-12-18 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili;
- Regolamento (UE) N° 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificata dal Regolamento (UE) N° 776/2019.

2.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- [1]. Geotecnica – Relazione geotecnica generale– IB0Q 3A F 10 RG GE 00 06 001;
- [2]. Geotecnica - Profilo geotecnico lato sud – IB0Q 3A F 10 RG GE 00 06 001;
- [3]. Opere civili – Trincea TR01: pianta, prospetto e sezioni – IB0Q 3A F 10 PZ TR 01 00 001.

4 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Il modello geotecnico di calcolo è stato definito sulla base di quanto riportato nella Relazione Geotecnica [1] e nel Profilo Geotecnico[2] allegati al presente progetto e ai quali si rimanda per le trattazioni di dettaglio. Si riporta a seguire uno stralcio del citato profilo in cui ricade l'opera qui esaminata e la tabella che riassume i parametri geotecnici caratteristici assunti nel calcolo.

Unità	Quota da p.c. (m)	Descrizione	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	φ' (°)	E' (MPa)
G	0 - 40	Ghiaie poligeniche con sabbia e sabbiose, localmente limose	20	0 - 5	36	30

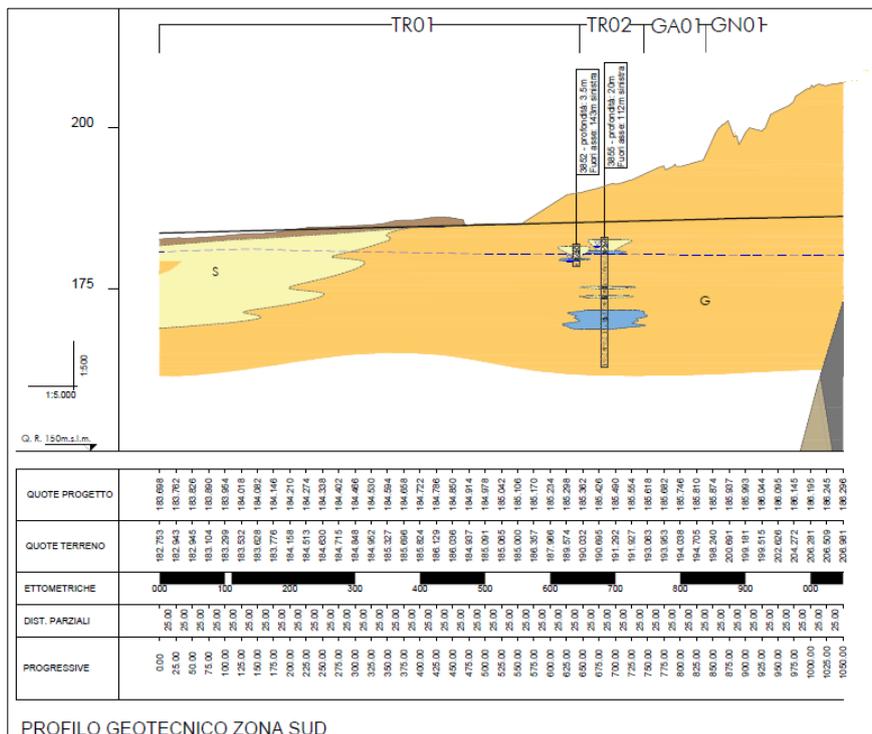


Figura 4-Stralcio del Profilo geotecnico.

La falda è stata assunta nel profilo geotecnico a circa 10 metri da piano campagna, tuttavia è stata cautelativamente assunta nei calcoli una soggiacenza della stessa di circa 6m per tener conto di eventuali innalzamenti stagionali.

5 CRITERI DI VERIFICA DEI FRONTI DI SCAVO

5.1 VERIFICHE DI SICUREZZA IN CAMPO STATICO

5.1.1 STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

Le verifiche di sicurezza si intendono soddisfatte se la condizione $E_d \leq R_d$ risulta soddisfatta per tutti i possibili cinematismi di collasso. Le verifiche di stabilità in campo statico dei fronti di scavo devono essere effettuate utilizzando la combinazione dei coefficienti parziali A2+M2+R2.

$$\frac{R_d}{E_d} \geq 1 \Rightarrow \frac{\frac{1}{\gamma_R} \cdot R}{E_d} \geq 1 \Rightarrow \frac{R}{E_d} \geq \gamma_R$$

essendo R la resistenza globale del sistema, calcolata sulla base delle azioni di progetto, dei parametri di progetto e della geometria di progetto ($R = R \left[\gamma_F \cdot F_k; \frac{X_k}{\gamma_m}; a_d \right]$).

I coefficienti parziali sono richiamati nelle tabelle che seguono, rispettivamente per le azioni, per i parametri del terreno e per la resistenza globale.

		Coefficiente	EQU ¹	A1STR	A2GEO	Comb. eccezionale	Comb.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 ⁶
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

Tabella 1 – Coefficienti parziali delle azioni

Per la Tabella 1 il significato dei simboli è il seguente:

γ_{G1} coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell'acqua, quando pertinente;

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 tabella Tab. 5.2.IV dell'NTC08

⁵ Aliquota di carico da traffico da considerare.

⁶ 1.30 per instabilità in strutture con precompressione esterna.

⁷ 1.20 per effetti locali.

- γ_{G2} coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;
- γ_B coefficiente parziale del peso proprio del ballast;
- γ_Q coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;
- γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili.

PARAMETRO	Coefficiente parziale	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\gamma_{\phi'}$	1.0	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	γ_{Cu}	1.0	1.4
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.0	1.0

Tabella 2 – Coefficienti parziali sui parametri del terreno (M1 ed M2) - (Tab. 6.2.II, NTC2018)

Coefficiente parziale	(R2) Caso statico	(R2) Caso sismico
γ_R	1.1	1.2

Tabella 3 – Coefficienti parziali per le verifiche di stabilità globale (R2) - (Tab. 6.8.I, NTC2018)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA LOTTO 3A: PROJECT REVIEW CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO					
	Relazione di stabilità delle trincee	PROGETTO IBOQ	LOTTO 3A F 10	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE 00 0 6 002	REV. A

5.2 VERIFICHE DI SICUREZZA IN CAMPO SISMICO

L'azione sismica di progetto deve essere valutata sulla base degli Stati Limite relativi all'opera da verificare. Per l'opera in oggetto, le verifiche agli Stati Limite Ultimi verranno condotte con riferimento allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV).

5.2.1 STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni. La verifica va effettuata impiegando le stesse combinazioni definite in campo statico ma ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni.

Come descritto al Par. 7.11.6 delle NTC18 il comportamento in condizioni sismiche dei fronti di scavo può essere analizzato mediante metodi pseudo-statici, metodi degli spostamenti e metodi avanzati di analisi dinamica. Nel caso in esame si considerano i metodi pseudo-statici per i quali l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile. Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale di tale forza possono esprimersi come $F_h = k_h W$ e $F_v = k_v W$ con k_h e k_v rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s a_{max} / g$$

$$k_v = \pm k_h / 2$$

dove:

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, che per SLU vale 0.38;

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata come:

$$a_{max} = S a_g = S_s S_T a_g$$

dove S è un coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_T):

Con riferimento allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) nel caso in esame, considerando una vita nominale dell'opera V_N pari a 75 anni ed un coefficiente d'uso pari a 1.5 (vita di riferimento $V_R = 112.5$ anni), si ha:

a_g [g]	S_s	S_t	a_{max} [g]
0.092	1.5 (Categoria di Sottosuolo C)	1.0	0.138

Tabella 4 – Parametri per la valutazione dell'azione sismica

Tali parametri sono stati determinati sulla base alla ricerca per Comune:

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: 11.13044.07924 LATITUDINE: 46.07937.53132

Ricerca per comune

REGIONE: Trentino-Alto Adige PROVINCIA: Trento COMUNE: Trento

Elaborazioni grafiche: Grafici spettri di risposta, Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche: Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo: Sito esterno al reticolo, Interpolazione su 3 nodi, Interpolazione corretta

Interpolazione: media ponderata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N : 75 info

Classe d'uso della costruzione - C_U : 1.5 info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R : 112.5 info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R : info

Stati limite di esercizio - SLE: $\left\{ \begin{array}{l} \text{SLO} - P_{VR} = 81\% \rightarrow 68 \\ \text{SLD} - P_{VR} = 63\% \rightarrow 113 \end{array} \right.$

Stati limite ultimi - SLU: $\left\{ \begin{array}{l} \text{SLV} - P_{VR} = 10\% \rightarrow 1068 \\ \text{SLC} - P_{VR} = 5\% \rightarrow 2193 \end{array} \right.$

Elaborazioni: Grafici parametri azione, Grafici spettri di risposta, Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO: ---□--- Strategia per costruzioni ordinarie, - - - ■ - - - Strategia scelta

INTRO FASE 1 **FASE 2** FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** info

$S_s = 1.500$

$C_c = 1.488$ info

Categoria topografica **T1** info

$h/H = 0.000$

$S_T = 1.000$ info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) **5**

$\eta = 1.000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_0 **1**

Regol. in altezza **si** info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q **1**

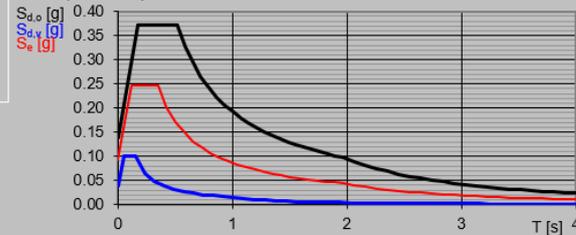
$\eta = 1.000$ info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

	ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA LOTTO 3A: PROJECT REVIEW CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO					
	Relazione di stabilità delle trincee	PROGETTO IBOQ	LOTTO 3A F 10	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE 00 0 6 002	REV. A

6 CODICI DI CALCOLO E METODOLOGIE DI VERIFICA

Il modulo VSP del software di calcolo ParatiePlus è stato utilizzato nel presente documento per condurre le analisi di stabilità sia in campo statico che in campo sismico (adottando il metodo pseudo-statico) costituenti le verifiche SLU richieste dalla Normativa per i fronti di scavo.

Il modulo VSP prevede il calcolo della stabilità per mezzo dei seguenti metodi:

- Bishop semplificato;
- Janbu semplificato;
- Morgenstern & Price.

Tutti questi metodi, appartenenti alla famiglia dei metodi dell'equilibrio limite, si basano sull'individuazione di una porzione di terreno instabile mobilitata lungo una potenziale superficie di scorrimento.

Il coefficiente di sicurezza associato ad una superficie è calcolato imponendo le condizioni di equilibrio nelle quali vengono introdotte le resistenze offerte dal terreno affette da tale coefficiente di sicurezza.

Variando secondo diversi criteri la superficie di scorrimento, è possibile determinare la configurazione associata al coefficiente di sicurezza minimo.

Tutti i metodi suddividono la regione di terreno mobilitata in conci verticali compresi tra il piano campagna e la superficie di scorrimento e impongono le condizioni di equilibrio generali e relative ai singoli conci. Poiché nella scrittura delle condizioni di equilibrio del singolo concio è necessario includere le azioni che esso scambia con i conci adiacenti, si ottiene un sistema risolvibile in cui le incognite (il coefficiente di sicurezza e le azioni interne tra i conci) superano le equazioni disponibili.

In questa sede si è scelto di impiegare il metodo di Bishop semplificato il quale assume che i vari conci si scambino azioni solo normali alle facce, vale a dire azioni orizzontali; esso, inoltre, richiede che la superficie di scivolamento sia un arco di cerchio e determina il coefficiente di sicurezza imponendo l'equilibrio alla rotazione dell'ammasso intorno al centro della circonferenza.

Al fine di individuare la superficie di rottura associata al coefficiente di sicurezza minimo il modulo VSP consente di adottare vari criteri. Si è scelto di utilizzare il criterio secondo il quale tali superfici siano costituite da archi di cerchio entranti ed uscenti da posizioni note.

Per le analisi in condizioni sismiche sono stati adottati i parametri riportati al paragrafo 5.2 cui si rimanda.

Nelle analisi sono state escluse, perché considerate non significative, le superfici di rottura superficiali che coinvolgono volumi di terreno ridotti.

Relazione di stabilità delle trincee	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IBOQ	3A F 10	RH	GE 00 0 6 002	A	13 DI 16

7 VERIFICA TRINCEA H=6.0 M

Di seguito sono eseguite le verifiche della sezione caratterizzata da altezza di scavo maggiore pari a 6.0 m e pendenza 3H:2V.

7.1 VERIFICHE SLU – STABILITÀ GLOBALE

Le combinazioni di carico adottate nelle analisi fanno riferimento rispettivamente ai coefficienti parziali A2 + M2 per le analisi in campo statico e ai coefficienti parziali A2 (=1) + M2 (=1) per le analisi sismiche. Tali coefficienti sono contenuti nella Tabella 1 e nella Tabella 2 della presente relazione.

Come dalle NTC2018, la verifica SLU di stabilità globale è soddisfatta se la relazione $FS \geq R_2=1.1$ è verificata in condizioni statiche e $FS \geq R_2=1.2$ in condizioni sismiche.

7.2 VERIFICHE SLU IN CONDIZIONI STATICHE

L'analisi di stabilità globale è stata finalizzata all'individuazione delle potenziali superfici di rottura. 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.

È stato considerato un sovraccarico accidentale pari a 10 kPa, lato monte, agente in fase 1, ed un permanente di 14.4 kPa lato valle che schematizza la presenza del ballast, agente in fase 2.

In Figura 6 è riportata la superficie di rottura critica per la combinazione DA1C2; il fattore di sicurezza FS relativo a tali meccanismi, e quindi il minore tra tutti i fattori di sicurezza FS calcolati, è pari a:

$$FS^{\text{MIN}} (DA1C2) = 1.415$$

Essendo soddisfatta la relazione:

$$FS^{\text{MIN}} \geq R_2 = 1.1,$$

la verifica di stabilità globale in campo statico risulta soddisfatta.

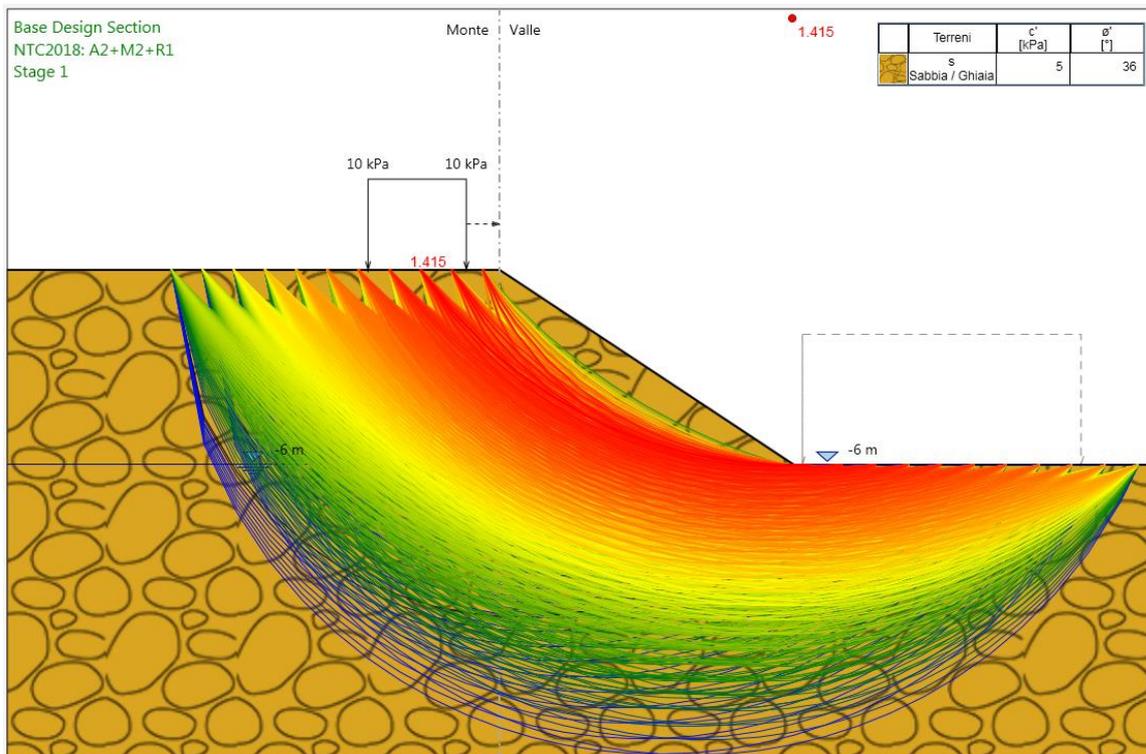


Figura 5 - analisi di stabilità globale in campo statico DA1C2 - superfici analizzate

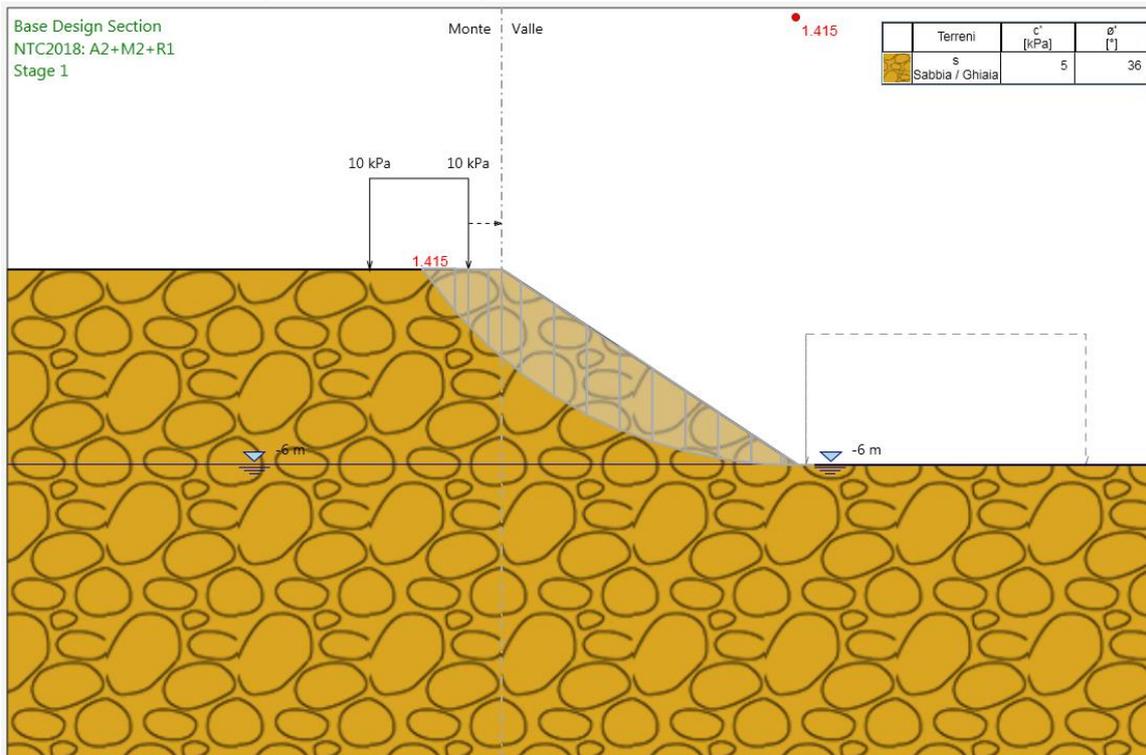


Figura 6 - analisi di stabilità globale in campo statico DA1C2 - superficie critica

7.3 VERIFICHE SLU IN CONDIZIONI SISMICHE

L'analisi di stabilità globale è stata finalizzata all'individuazione delle potenziali superfici di rottura. 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.

In Figura 8 è riportata la superficie di rottura critica; il fattore di sicurezza FS relativo a tale meccanismo, e quindi il minore tra tutti i fattori di sicurezza FS calcolati, è pari a:

$$FS^{\text{MIN}} = 1.651.$$

Essendo soddisfatta la relazione:

$$FS^{\text{MIN}} \geq R2 = 1.2 \text{ (vedi § 7.11.4 NTC2018),}$$

la verifica di stabilità globale in campo sismico risulta soddisfatta.

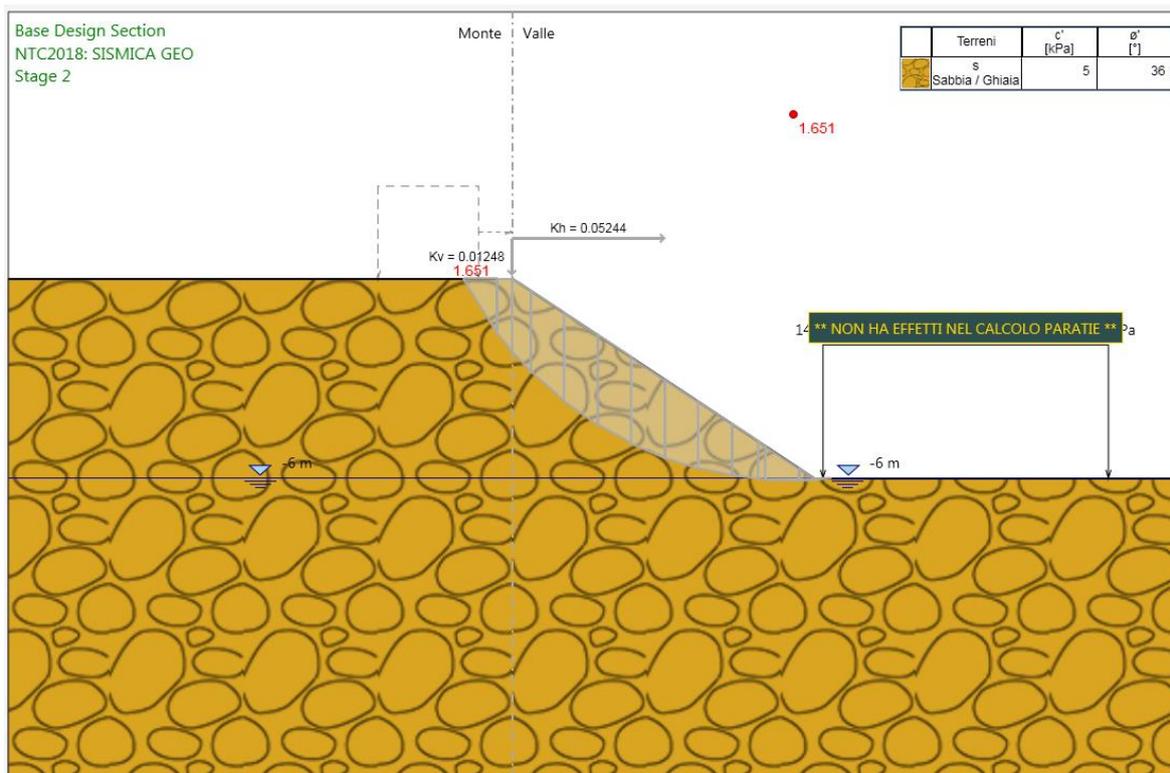


Figura 7 - analisi di stabilità globale in campo sismico - superfici analizzate

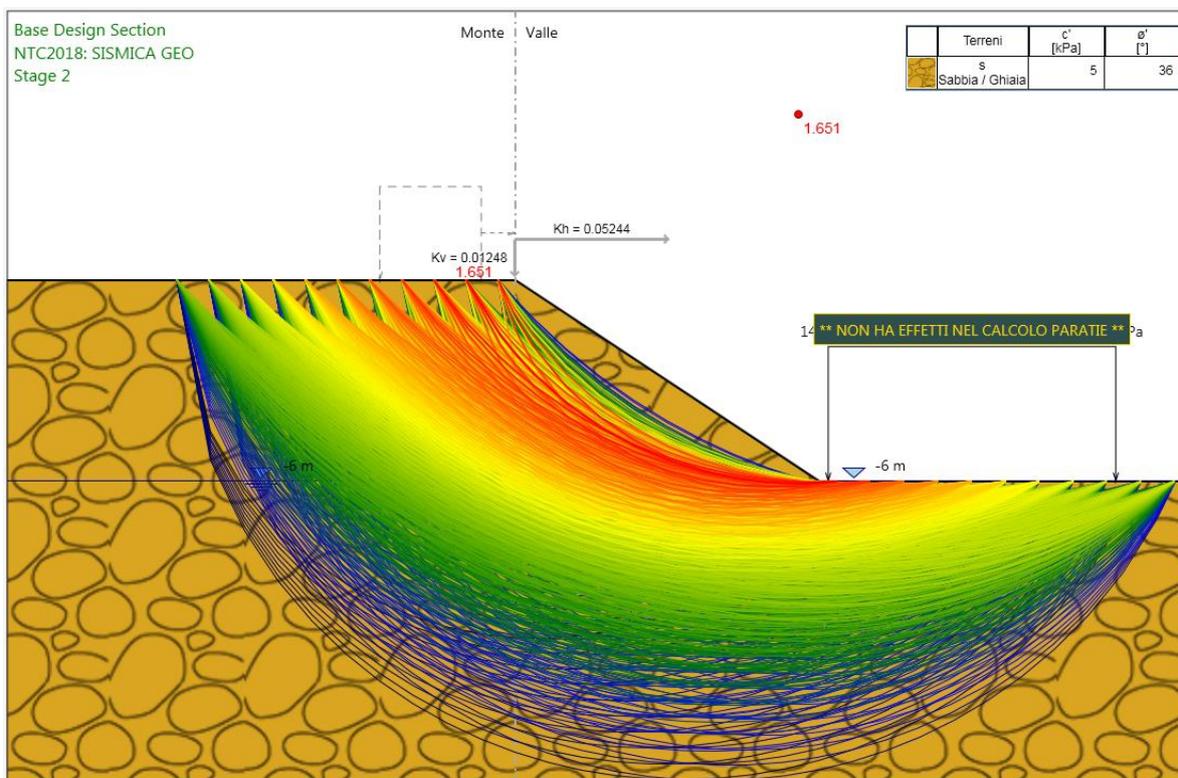


Figura 8 - analisi di stabilità globale in campo sismico - superficie critica