

COMMITTENTE:



ALTA
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE
OBIETTIVO N. 443/01
LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA
Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza
PROGETTO ESECUTIVO
RILEVATI
Rilevato ferroviario dal km 24+368,06 al km 24+874,84
GENERALE
Relazione Geotecnica**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due ing. Paolo Carmona Data:		Data:	

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

I	N	1	7	1	2	E	I	2	R	B	R	I	3	9	0	0	0	0	1	A	-	-	-	P	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma Luca RANDOLFI	Data Ottobre 2021



Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	N. Valimberti	Ottobre 2021	V. Pastore	Ottobre 2021	P. Ascari	Ottobre 2021	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2RBRI3900001A_01
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 2 di 116</p>

INDICE

1	INTRODUZIONE	4
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
2.1	Documentazione di progetto.....	5
2.2	Normativa e standard di riferimento.....	5
2.3	Bibliografia	6
3	INQUADRAMENTO DELL'OPERA	7
3.1	Geometria del rilevato.....	7
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	8
4.1	Indagini disponibili.....	8
4.2	Inquadramento stratigrafico	9
4.3	Condizioni geotecniche del sito	11
4.4	Sintesi del modello geotecnico di riferimento	20
4.4.1	Materiale da rilevato.....	20
4.4.2	Falda	21
5	CARATTERISTICHE SISMICHE E SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE.....	22
5.1	Sollecitazione sismica di progetto.....	22
5.1.1	Vita Nominale.....	22
5.1.2	Classe d'uso	22
5.1.3	Periodo di riferimento per l'azione sismica	23
5.1.4	Categorie di Sottosuolo.....	23
5.1.5	Condizioni topografiche	23
5.1.6	Accelerazione sismica di riferimento	24
5.2	Suscettibilità alla liquefazione.....	24
5.2.1	CRR da correlazione su prove CPT	26
5.2.2	CRR da correlazione su prove SPT.....	28
5.3	Risultati delle verifiche a liquefazione	31
6	VERIFICA GEOTECNICA DEL RILEVATO	37
6.1	Criteri di verifica agli Stati Limite.....	37
6.1.1	Stati limite ultimi (SLU).....	37
6.1.2	Stati limite di esercizio (SLE)	39
6.1.3	Verifiche in condizioni sismiche	39
6.2	Azioni di progetto	40
6.2.1	Azioni permanenti	40
6.2.2	Azioni variabili	40

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 3 di 116

6.2.3	Azione sismica	40
6.3	Verifiche e risultati SLU	41
6.3.1	Premessa	41
6.3.2	Verifiche SLU in condizione statiche	41
6.3.3	Verifiche SLU in condizioni sismiche	43
6.4	Verifica e risultati SLE	46
7	CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI	51
Allegati		52
ALLEGATO 1 - PROFILO STRATIGRAFICO		53
ALLEGATO 2 - SONDAGGI		55
ALLEGATO 3 - SEZ. N° 26 - TABULATI DI SLIDE		75
ALLEGATO 4 - SEZ. N° 21 - TABULATI DI SLIDE		91
ALLEGATO 5 - SEZ. N° 26 - TABULATI DI SETTLE 3D – ANALISI SLE		108
ALLEGATO 6 - versioni dei software utilizzati		116

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 4 di 116

1 INTRODUZIONE



Il presente documento costituisce la Relazione Geotecnica del rilevato RI39, previsto nell'ambito del Progetto Esecutivo della sub tratta Verona – Vicenza della Linea AV/AC Verona – Padova. Tale rilevato si estende tra il km 24+368,06 e il km 24+874,84.

La relazione descrive in dettaglio il modello geotecnico definito per il rilevato, ricavato sulla base delle indagini geognostiche eseguite nelle vicinanze dell'opera e delle caratteristiche geotecniche attribuite ai materiali rinvenuti lungo la tratta.

Le verifiche discusse sono state eseguite ai sensi della Normativa applicata (v. capitolo seguente) e gli interventi proposti sono volti a garantire la stabilità dei rilevati ed il rispetto dei requisiti prestazionali previsti per le opere in oggetto.

Il documento è così organizzato:

- documenti e normativa di riferimento (capitolo 2);
- inquadramento dell'opera e caratteristiche geometriche del rilevato (capitolo 3);
- definizione del modello geotecnico di riferimento (capitolo 4);
- valutazione della suscettibilità alla liquefazione (capitolo 5);
- verifiche geotecniche dei rilevati (capitolo 6);
- conclusioni e raccomandazioni (capitolo 7).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 5 di 116



2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Documentazione di progetto

- [1] Sezioni di Progetto Esecutivo
- [2] IN1710EI2RBGE0000003A Relazione Geotecnica (da 21+990 a 33+500)
- [3] IN1710EI2LZGE0000017A Planimetria con ubicazione indagini e profilo geotecnico tav.6 di 11
- [4] IN1710EI2RHGE0000006A Relazione sulla modellazione sismica del sito e pericolosità sismica di base 2/2 (da 22+000 a 44+250)
- [5] IN1710EI2P5GE0000001A-11A Planimetrie con classificazione sismica del territorio
- [6] IN1710EI2RHGE0000004A Relazione idrogeologica 2/2 (da 22+000 a 44+250)
- [7] IN1710EI2RHGE0000008A Relazione di sintesi dei sondaggi e prove eseguite 2/2 (da 21+990 a 44+250)
- [8] IN1710EI2PRGE0000002A Risultati Indagini in sito di Progetto Esecutivo – SOCOTEC (da 21+990 a 44+250)
- [9] IN1710EI2PRGE0000004A Risultati Indagini in sito di Progetto Esecutivo – ATI GEOSERVING – GEOLAVORI (da 21+990 a 44+250)
- [10] IN1710EI2PRGE0000007A-8A, Risultati Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo – SOCOTEC (da 21+990 a 44+250)
- [11] IN1710EI2PRGE00000011A-12A, Risultati Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo – ATI GEOSERVING - GEOLAVORI (da 21+990 a 44+250)
- [12] IN1710EI2IGGE0000002A Risultati Indagini Geofisiche di Progetto Esecutivo – SOCOTEC (da 21+990 a 44+250)
- [13] IN1710EI2IGGE0000004A Risultati Indagini Geofisiche di Progetto Esecutivo – ATI GEOSERVING – GEOLAVORI (da 21+990 a 44+250)

2.2 Normativa e standard di riferimento

- [14] Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, G.U. n.29 del 04.2.2008, Supplemento Ordinario n.30
- [15] Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008
- [16] UNI EN 1997-1 : Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali
- [17] UNI EN 1998-5 : Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici
- [18] RFI DTC SI PS MA IFS 001 B Manuale di progettazione delle opere civili, Parte II – Sezione 2, Ponti e strutture
- [19] RFI DTC SI CS MA IFS 001 B Manuale di progettazione delle opere civili, Parte II – Sezione 3, Corpo



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 6 di 116</p>

stradale

- [20] RFI DTC INC PO SP IFS 001 A Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario
- [21] RFI DTC INC CS SP IFS 001 A Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie
- [22] RFI DTC SICS SP IFS 001 B Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 5 – “Opere in terra e scavi”– RFI
- [23] RFI TCAR ST AR 01 001 D Standard di qualità geometrica del binario con velocità fino a 300 km/h
- [24] Specifiche Tecniche di interoperabilità 2015 (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)

2.3 Bibliografia

- [25] Hynes, M.E., and Olsen, R.S. (1999), “Influence of confining stress on liquefaction resistance”, Proc., Int. Workshop on Phys. And Mech. Of Soil Liquefaction, Balkema, Rotterdam, The Netherlands, 145-152.
- [26] Idriss, I.M. and Boulanger, R.W. (2004), “Semi-empirical procedures for evaluating liquefaction potential during earthquakes”. In: Proceedings, 11th International Conference on Soil Dynamics and Earthquake engineering, and 3d International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering. D. Doolin et al., eds., Stallion press, Vol. 1, pp. 32-56.
- [27] Liao, S.C.C. and Whitman, R.V. (1986), “Overburden Correction Factors for SPT in sand”, Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 112, No. 3, 373-377.
- [28] Robertson P.K. and Wride C.E. (1998). “ Evaluating cyclic liquefaction potential using the cone penetration test”. Canadian Geotechnical Journal, Ottawa, 35(3), pp. 442-459.
- [29] Seed, H.B. and Idriss, I.M. (1971), “Simplified procedure for evaluating soil liquefaction potential”, Journal of Geotechnical Engineering Division, ASCE, 97(9), pp.1249-1273.
- [30] Seed, H.B. and Idriss, I.M. (1982), “Ground motions and soil liquefaction during earthquakes”, Earthquake Engineering Research Institute, Oakland, CA, USA.
- [31] Seed, R.B., Tokimatsu, K., Harder, L.F., Chung, L.M. (1985), “The influence of SPT procedures in soil liquefaction resistance evaluations”, Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, 111(12), pp.1425-1445.
- [32] Youd, T.L., Idriss, I.M., Andrus, R.D., Castro, G., Christian, J.T., Dobry, R., Finn, L.W.D., Harder, L.F. Jr., Hynes, M.H., Ishihara, K., Koester, J.P., Liao, S.S.C., Marcuson, W.F. III, Martin, G.R., Mitchell, J.K., Moriwaki, Y., Power, M.S., Robertson, P.K., Seed, R.B. and Stokoe, K.H. II (2001), “Liquefaction Resistance of Soil: Summary Report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF Workshops on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils”, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, vol. 127, n° 10, pp.817-833.
- [33] Rocscience (2017), Slide ver 9.012, dic. 2020
- [34] Rocscience (2009), Settle 3D ver 2.011

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 7 di 116

3 INQUADRAMENTO DELL'OPERA

Il rilevato ferroviario in esame è quello relativo alla Linea AV e costituisce il rilevato di accesso al Viadotto San Bonifacio. Ha inizio alla pk 24+368,06 e si estende fino alla pk 24+874,84, per una lunghezza totale di 506,78 m.

3.1 Geometria del rilevato

Il rilevato, lungo 506,78 m, presenta nel suo sviluppo altezze variabili da circa 3 m a circa 7 m rispetto al piano campagna. Nei punti ove necessario, si raccorda al terreno naturale con una scarpata con pendenza 2/3 (V:H).

Le sezioni nominalmente più alte sono in corrispondenza della Spalla Ovest del Viadotto VI06. Tuttavia, considerando appunto la presenza della spalla, si considera significativa ai fini delle verifiche geotecniche SLU e SLE la sezione alla pk 24+874,00, dove il rilevato presenta un'altezza pari a 6.9 m. La sezione citata è riportata nella Figura 1.

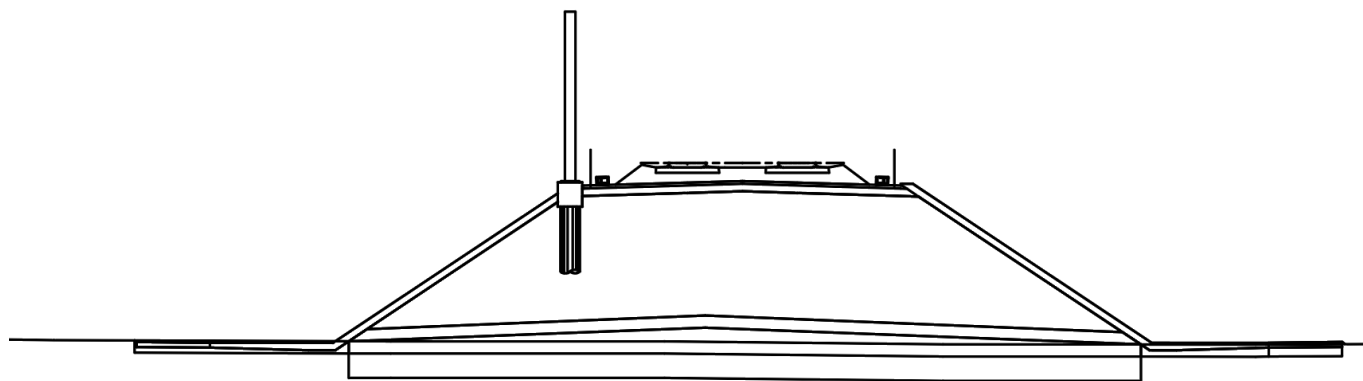




Figura 1 – Sezione di riferimento n.26 RI39 alla pk 24+874 estratta da sezioni PE (Doc Rif.[1]).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 8 di 116

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

4.1 Indagini disponibili

L'ubicazione delle indagini disponibili, in prossimità dell'opera esaminata, è illustrata nella Figura 2, estratta dalla Planimetria geotecnica con ubicazione indagini e profilo geotecnico (Doc. Rif.[3]). Per ulteriori dettagli si rimanda alle relazioni di sintesi delle indagini (Doc. Rif.[12] - Doc. Rif [13]).


Il risultato delle indagini è riportato in ALLEGATO 2 - .

Le indagini disponibili lungo la tratta in cui ricade il rilevato in oggetto (dalla pk 24+368,06 alla pk 24+874,84) e nelle immediate vicinanze sono elencate in Tabella 1. Nel seguente paragrafo si riporta la caratterizzazione geotecnica, ottenuta basandosi sui risultati delle indagini eseguite nella tratta di interesse e sulla caratterizzazione generale dell'area in cui si inserisce il rilevato, presentata nella Relazione Geotecnica (Doc. Rif. [2]).

Per una trattazione completa dei criteri utilizzati per la valutazione dei parametri geotecnici a partire dai dati di prove in sito e di laboratorio, si rimanda al capitolo 5 della Relazione Geotecnica Generale (Doc. Rif. [2])

Tabella 1 - Indagini da 24+368,06 a pk 24+874,84

Progressiva pk	ID indagini -	Campagna anno
24+384	BH-DH-PE-49	2020-2021
24+579	CPTU-PE-27	2020-2021
24+804	CPTU-PE-28	2020-2021
24+810	BH23V	2015
24+915	BH24V+CH5V	2015

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 9 di 116</p>

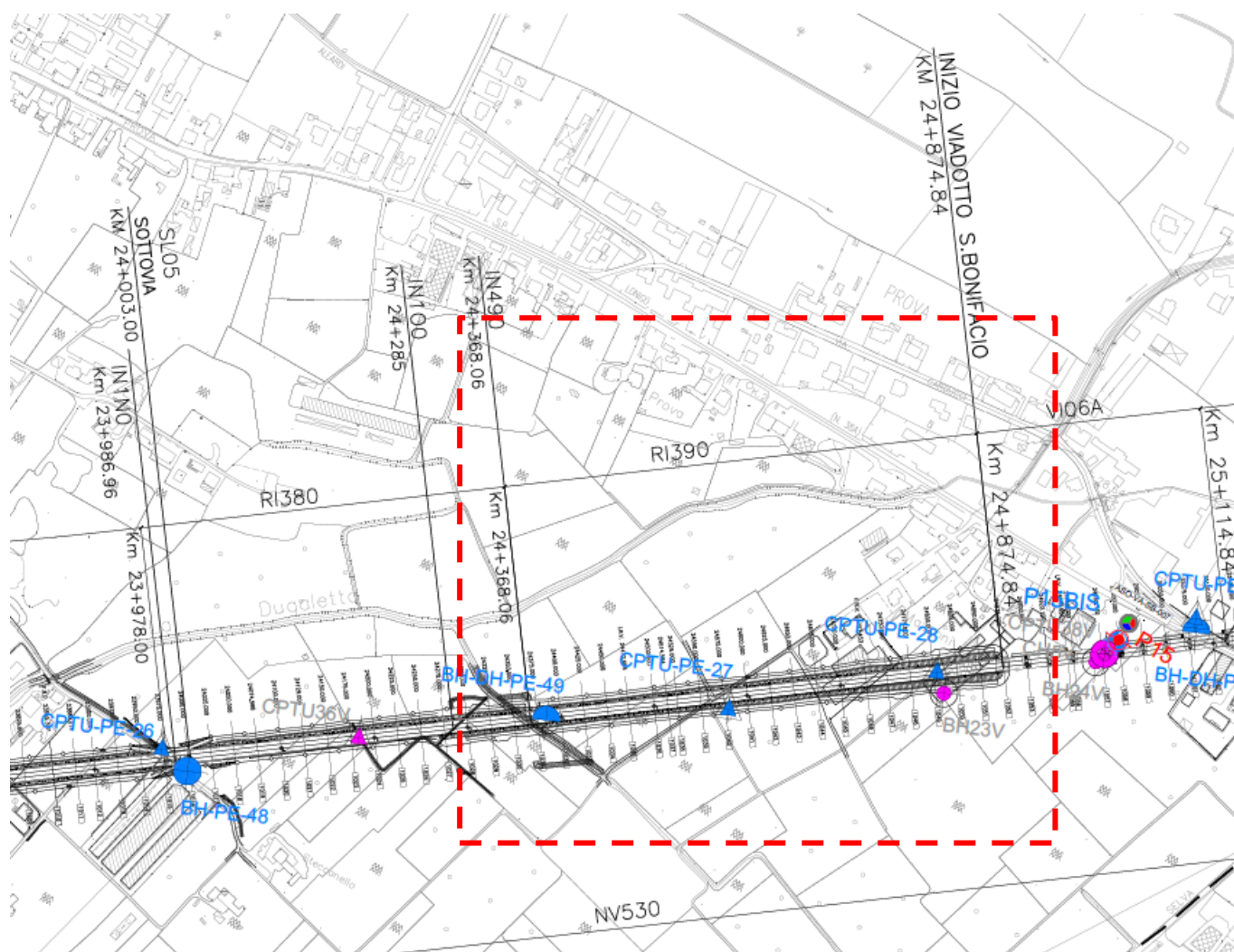


Figura 2 - Planimetria Rilevato RI39, estratto dalla Planimetria Generale (Doc. Rif[3])

4.2 Inquadramento stratigrafico

Dal punto di vista stratigrafico, l'area del rilevato è interessata dalla presenza di strato superficiale di sabbie limose (Unità 4) fino alla profondità di circa 8 m da p.c., seguito da una alternanza di limi argillosi e argille limose (Unità 3b) e sabbie (Unità 4). A partire da circa 25-26 m da p.c. e fino alle massime profondità indagate, sono presenti sabbie (Unità 4). Nelle aree limitrofe, all'interno delle suddette sabbie, a circa 35 m da p.c., è stato rinvenuto un livello di argille e limi argillosi compatti (Unità 2) di spessore medio pari a 5 m, che, per continuità, si ipotizza presente anche in questo tratto.

Per una trattazione di dettaglio delle unità sopra citate si rimanda alla Relazione Geotecnica Generale del tratto in esame (Doc. Rif. [2]). Nella Figura 3 si riporta il profilo geotecnico specifico per il rilevato RI39, estratto dalla

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 10 di 116</p>

Planimetria e Profilo Geotecnico (Doc. Rif. [3]).

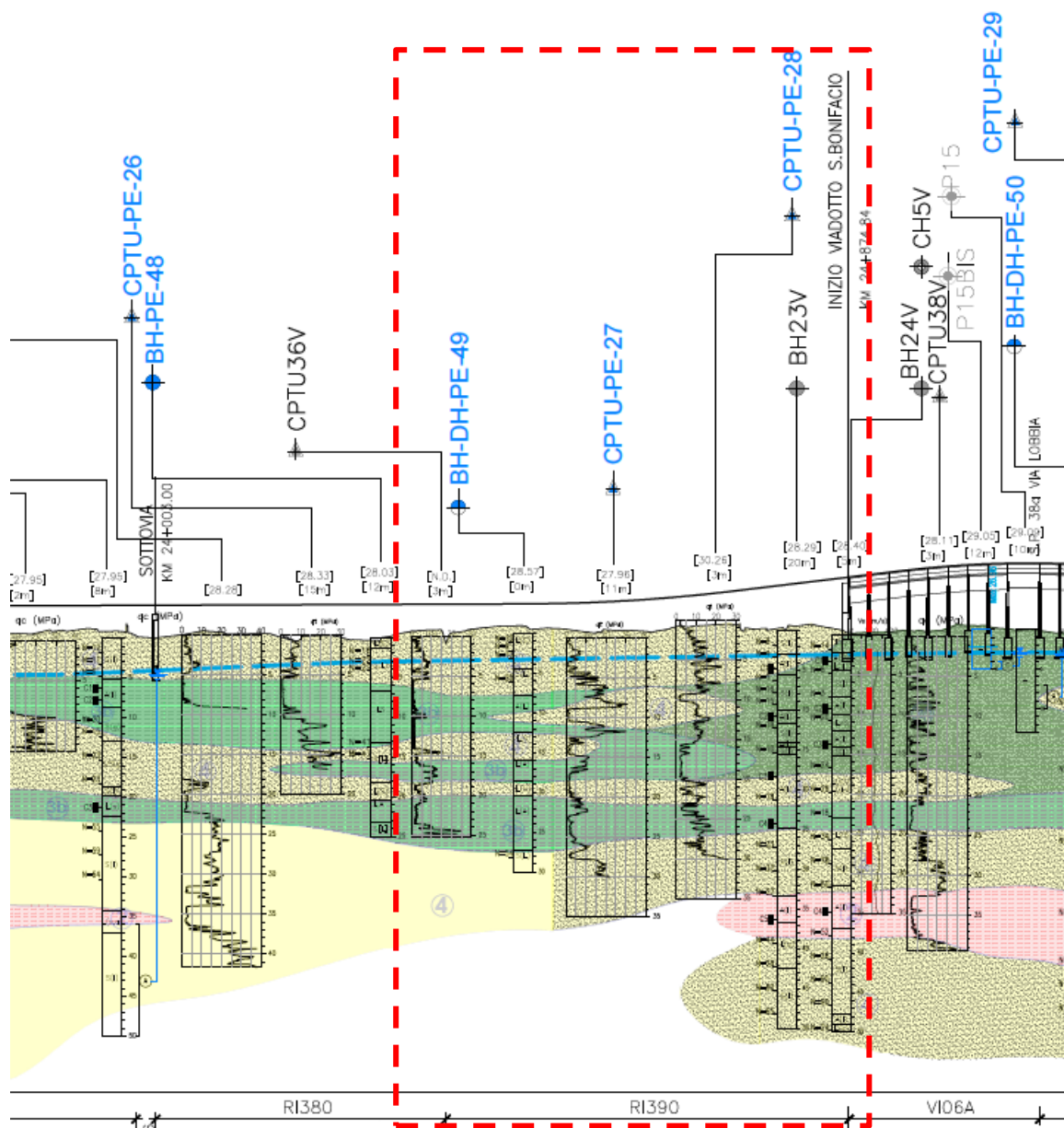




Figura 3 - Profilo Geotecnico Rilevato RI39, estratto dal Profilo Geotecnico Generale (Doc. Rif.[3])

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 11 di 116

4.3 Condizioni geotecniche del sito

Come definito dall'inquadramento stratigrafico, il tratto in oggetto è caratterizzato dalla presenza di alternanze di limi argillosi e argille limose (Unità 3b) e sabbie (Unità 4), con prevalenza delle prime, specie in prossimità della superficie.

I valori di N_{SPT} misurati nei depositi sabbioso-limosi sono generalmente compresi tra 5 colpi/30cm e 20 colpi/30cm, da p.c. a circa 15 m di profondità, e tra 20 e 60 colpi/30 cm, a profondità maggiori. I valori di q_c si presentano invece più elevati, quando esaminati all'interno degli strati sabbiosi, con valori di q_c dell'ordine di 8-10 MPa. Si può ragionevolmente ritenere che i valori di SPT siano maggiormente influenzati da alternanze più limose.

I materiali si presentano moderatamente addensati, con densità relative comprese tra 40 e 60% fino a circa 15-20 m da p.c. e da addensati a molto addensati, con densità relative comprese tra 60 e 80%, a profondità maggiori. Si stimano angoli di attrito compresi tra 34° e 38°.

Per quanto concerne le resistenze al taglio non drenata degli intervalli limosi, dall'interpretazione delle prove CPTU si hanno valori minimi generalmente crescenti con la profondità da 60 a 100 kPa.

Sulla base dei valori di V_s derivanti dalle interpretazioni discusse nella Relazione Sismica (Doc. Rif. [4]) si sono stimati i valori del modulo di taglio alle piccole deformazioni (G_0).

Per i materiali a grana grossa, si è stimato il valore del modulo di Young (E_0) utilizzando da teoria dell'elasticità a partire dal valore del modulo G_0 , ed utilizzando valori di $\nu = 0.25-0.30$. Il valore del modulo di Young operativo (E_{op}) per il calcolo di cedimenti di fondazioni superficiali e rilevati è stato calcolato ipotizzando valori del decadimento del modulo dell'ordine di 1/5 di quello iniziale per gli strati superficiali e dell'ordine di 1/3 di quello iniziale per gli strati più in profondità, dove le deformazioni attese sono minori.

Le seguenti figure riportano i risultati delle principali prove di sito e dei parametri geotecnici dei terreni, interpretati alla luce di quanto riferito in [2] e [3].

- Valori N_{SPT} da prove SPT (v. Figura 4);
- Profilo di q_c da prove CPTU (Figura 5)
- Densità relativa stimata da prove SPT (v. Figura 6);
- Densità relativa stimata da prove CPTU (Figura 7)
- Angolo di resistenza al taglio stimato da prove SPT (v. Figura 8);
- Resistenza al taglio non drenata da prove CPTU (Figura 9)
- Velocità delle onde di taglio (v. Figura 10);
- Modulo di taglio alle piccole deformazioni valutati a partire dai valori stimati di V_s (v. Figura 11).

AV/AC VERONA VICENZA

RI39 da pk 24+368,06 a pk 24+874,84

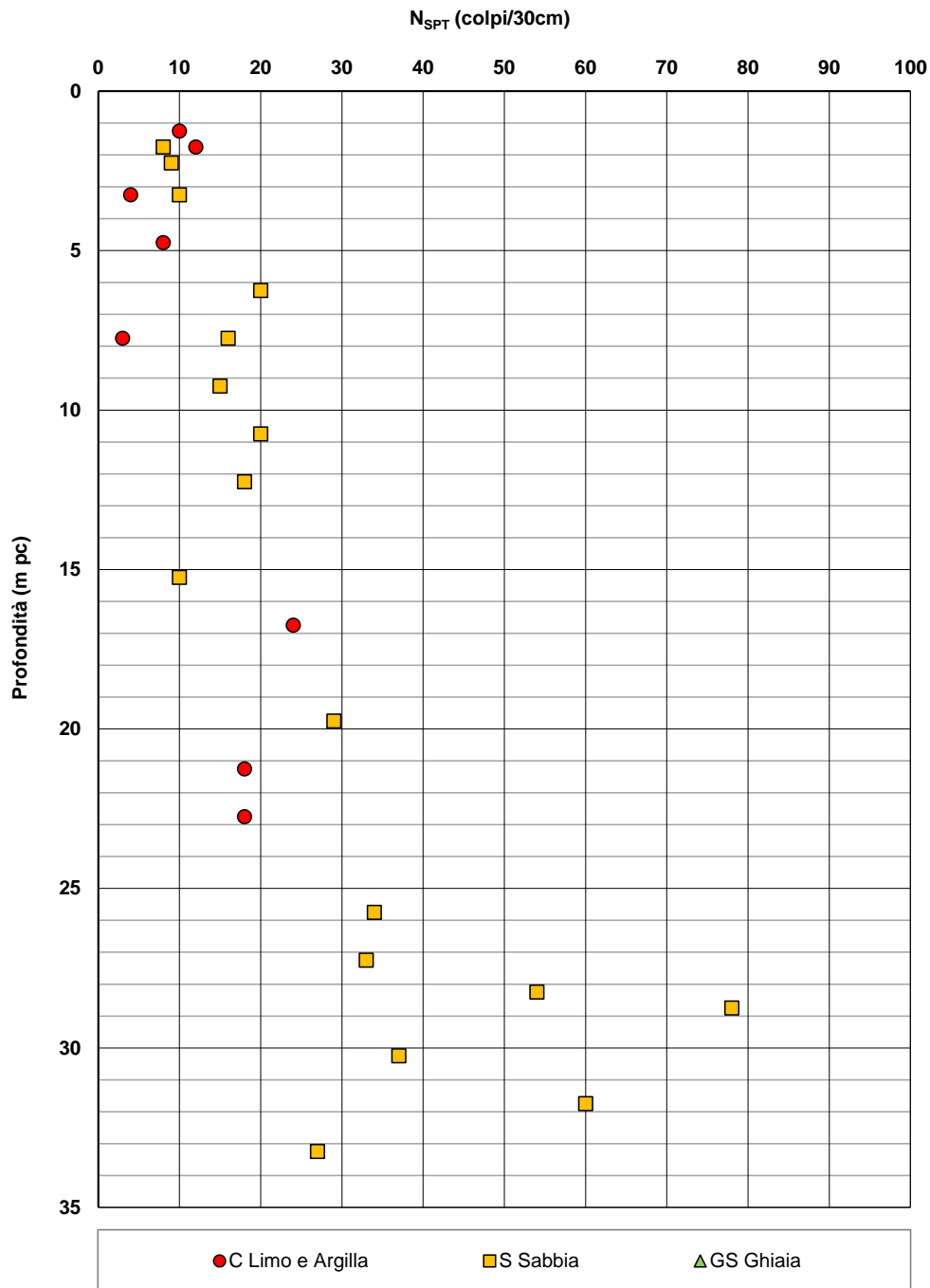




Figura 4 – Risultati delle prove SPT – RI39

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 13 di 116</p>

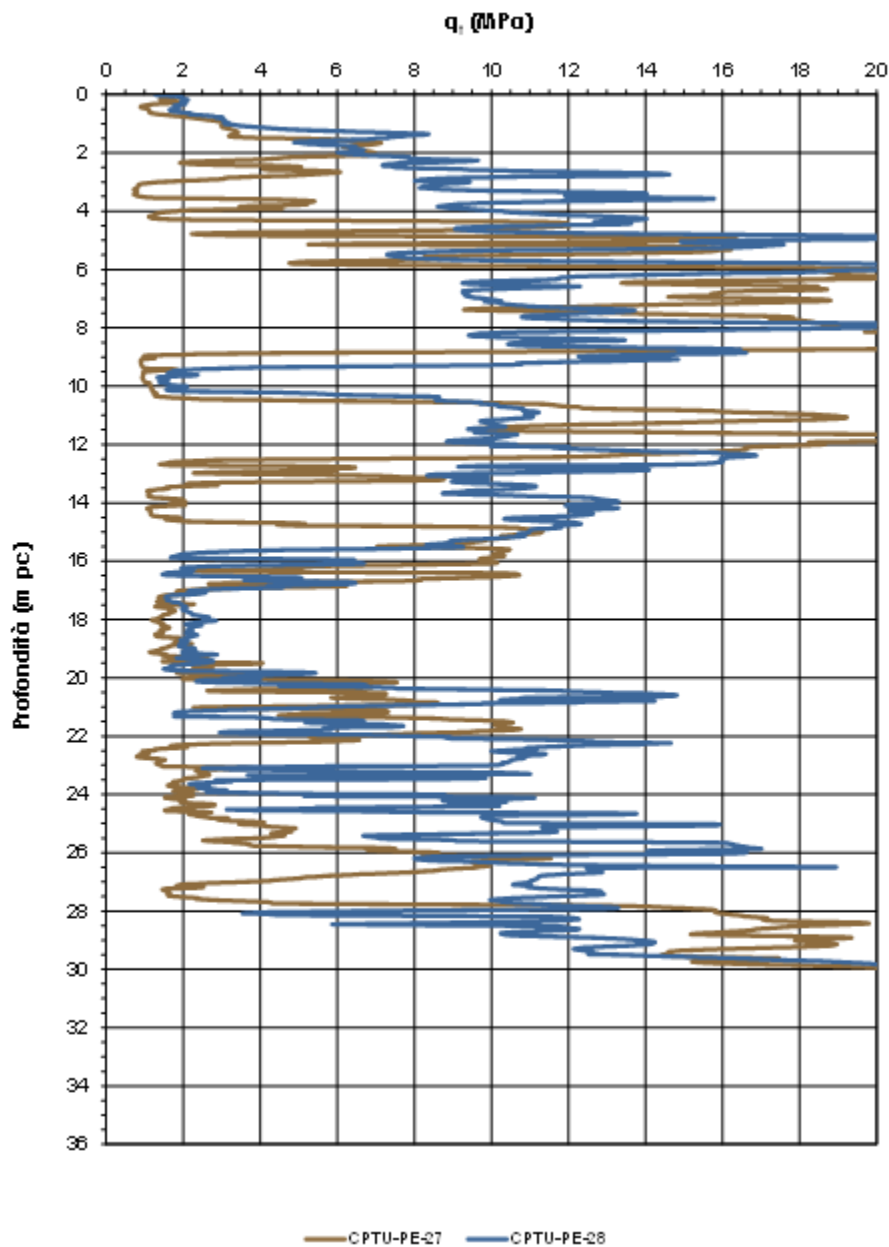


Figura 5 – Risultati delle prove CPTU – RI39

AV/AC VERONA VICENZA

RI39 da pk 24+368,06 a pk 24+874,84

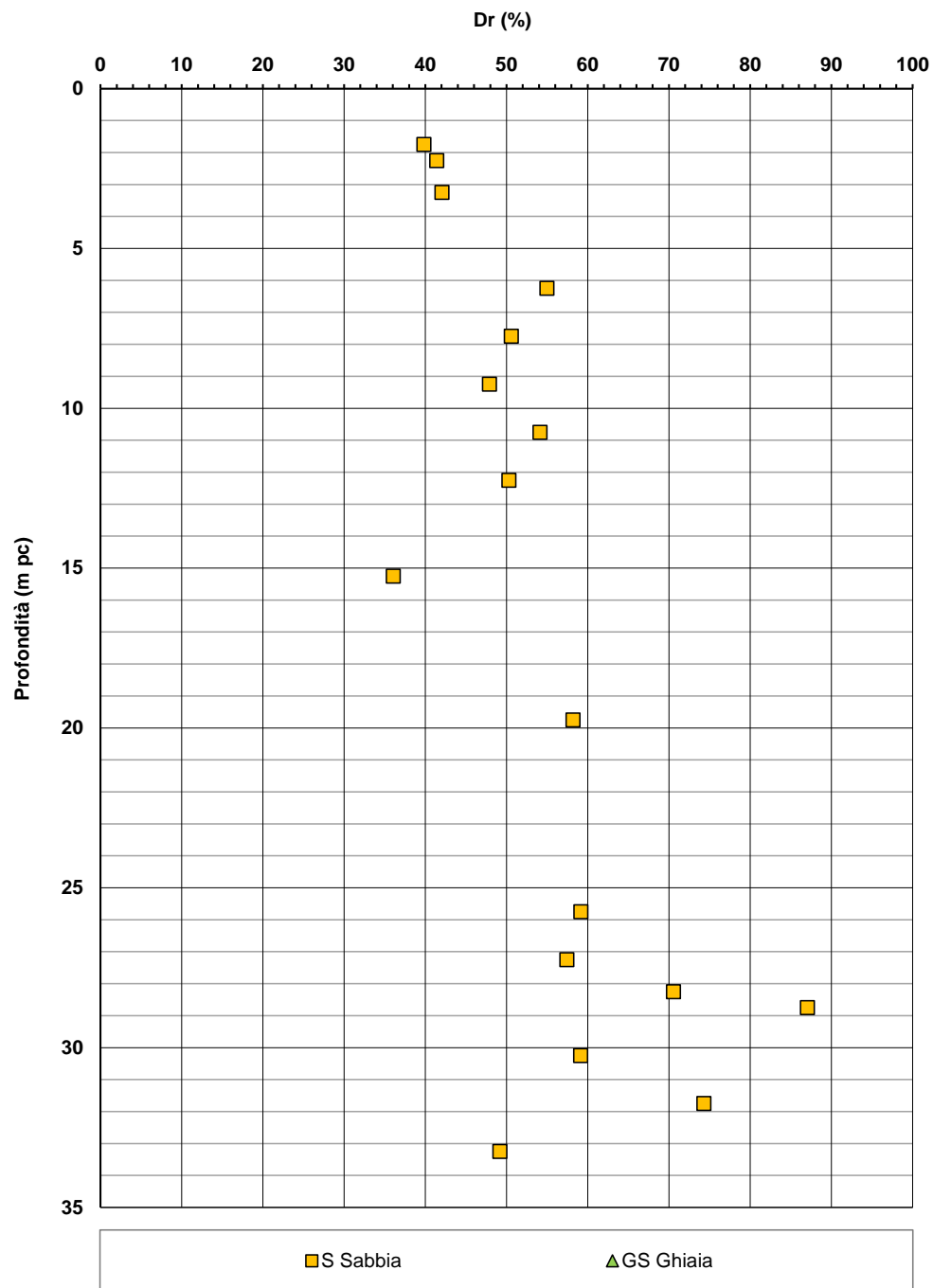


Figura 6 – Densità relativa da prove SPT – RI39

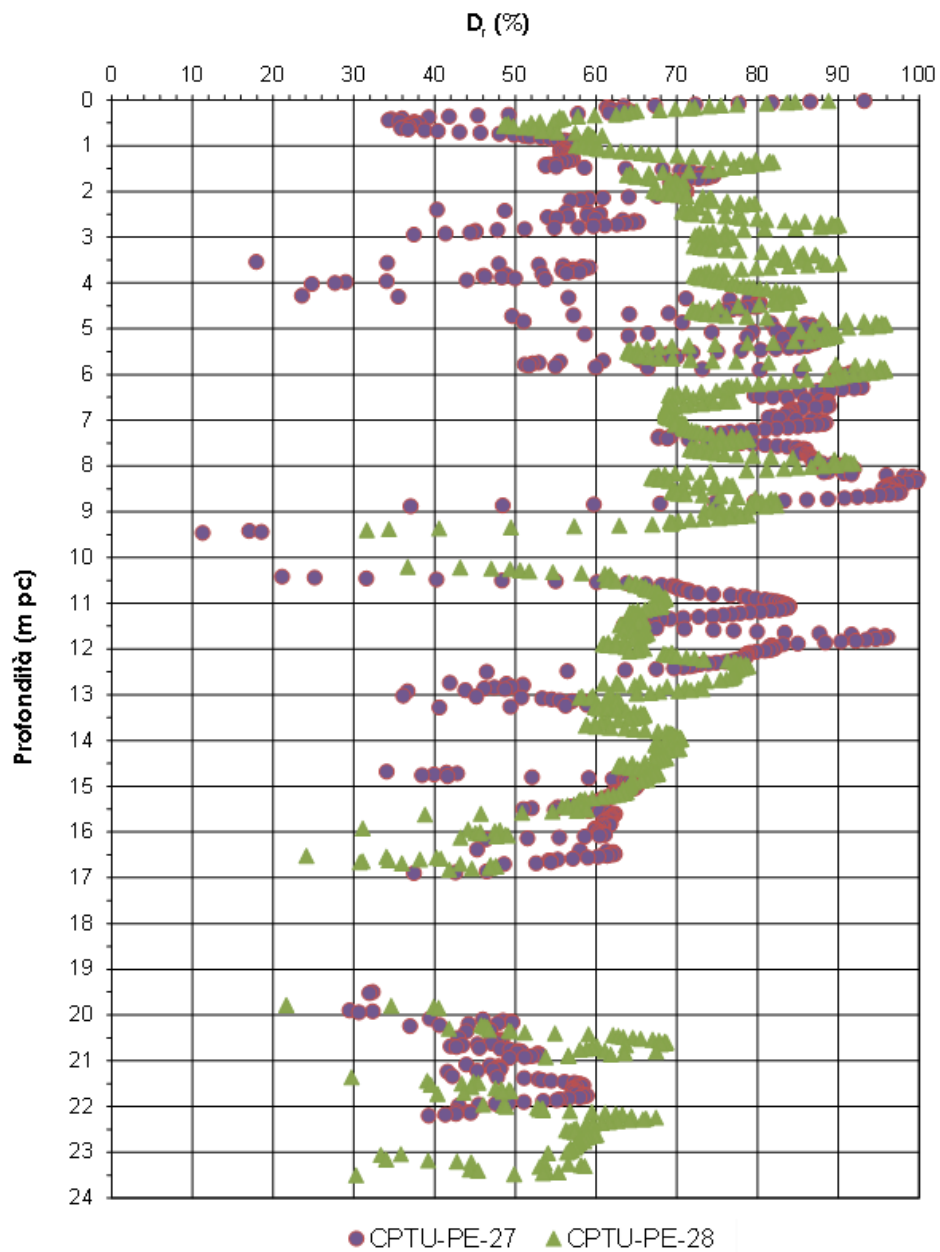


Figura 7 – Densità relativa da prove CPTU RI39

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 16 di 116</p>

AV/AC VERONA VICENZA

RI39 da pk 24+368,06 a pk 24+874,84

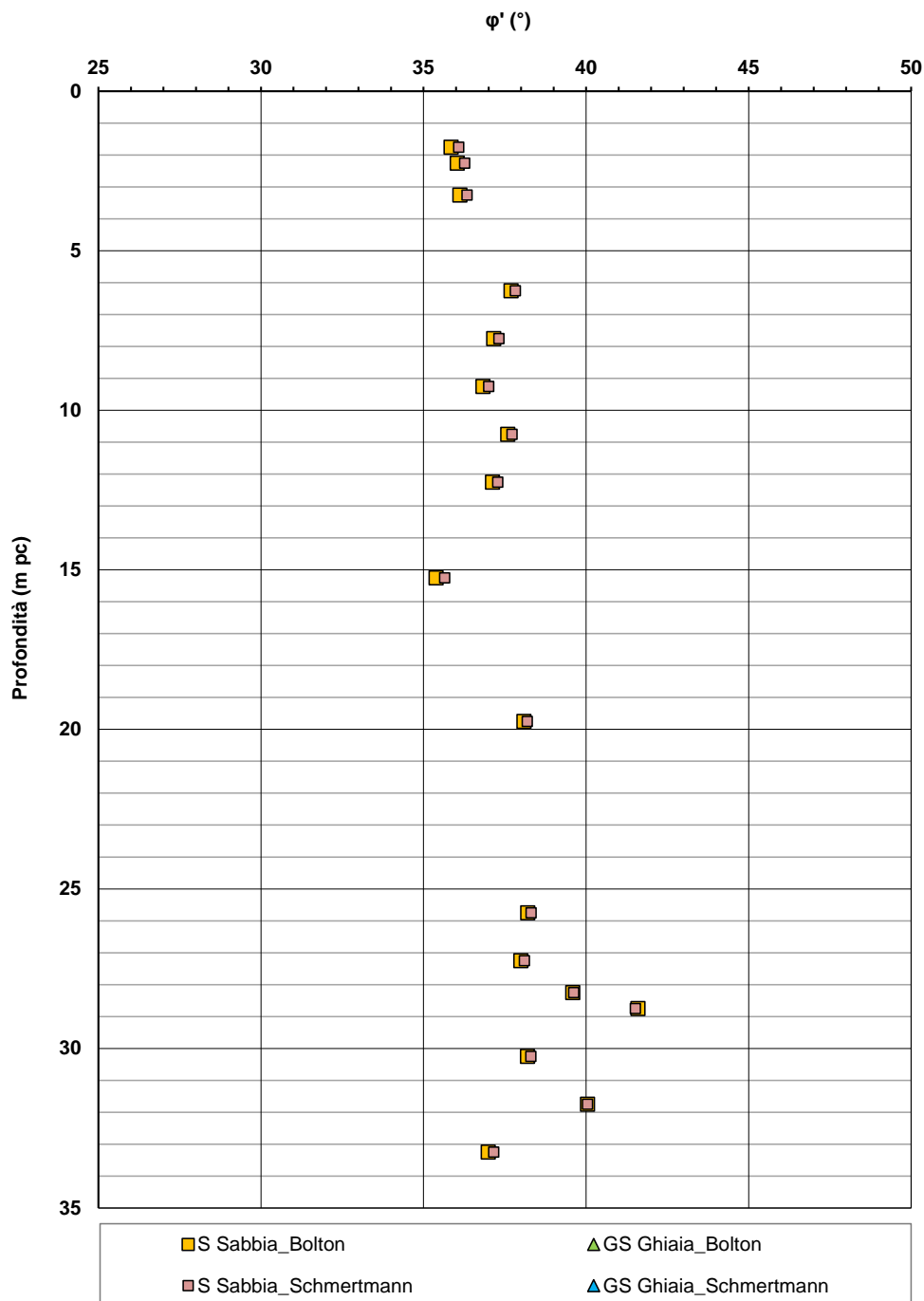




Figura 8 – Angoli di resistenza al taglio da prove SPT – RI39

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 17 di 116</p>

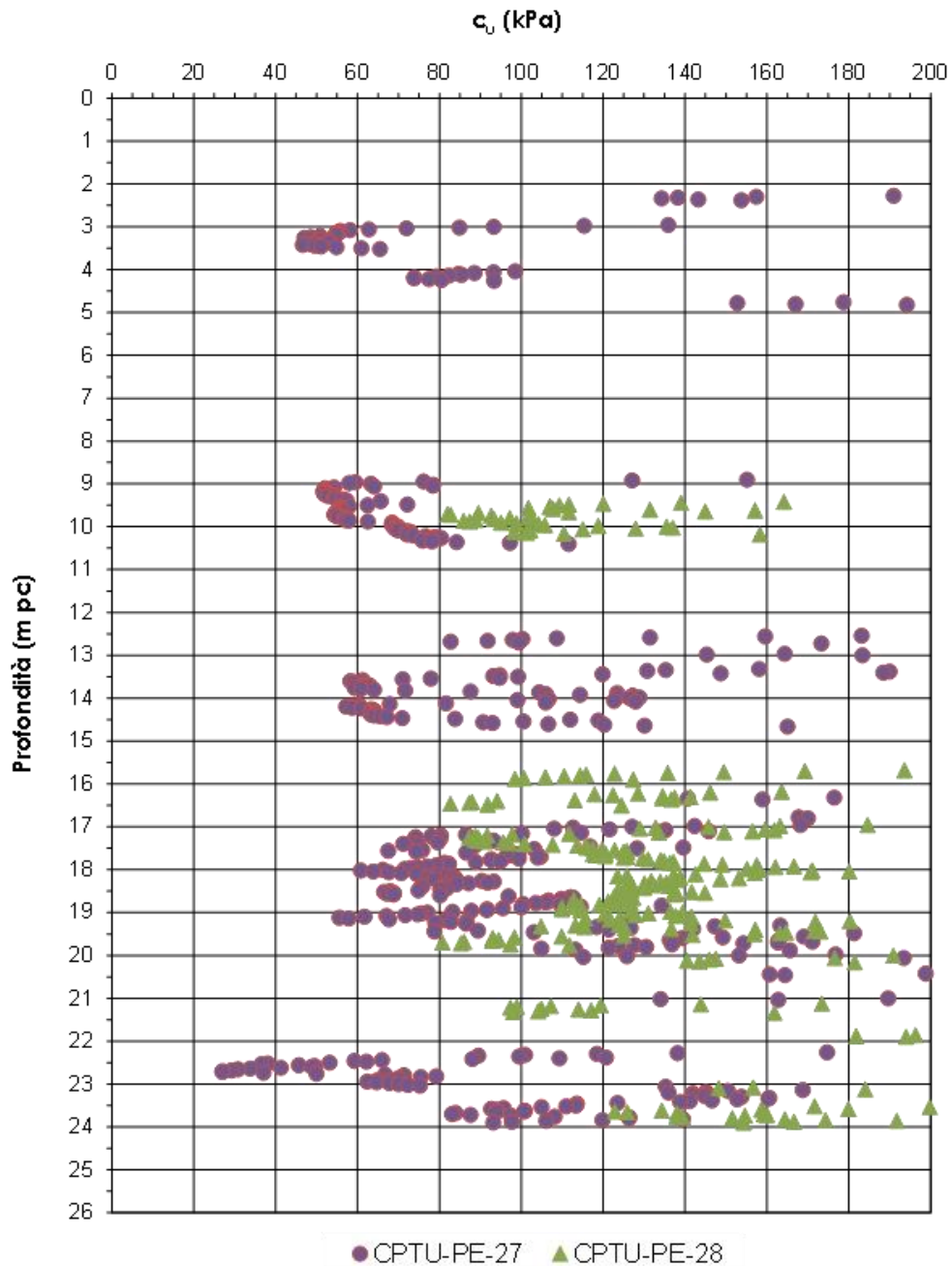


Figura 9 – Resistenza al taglio non drenata da prove CPTU – RI39

AV/AC VERONA VICENZA

pk 24+000 - pk 28+000

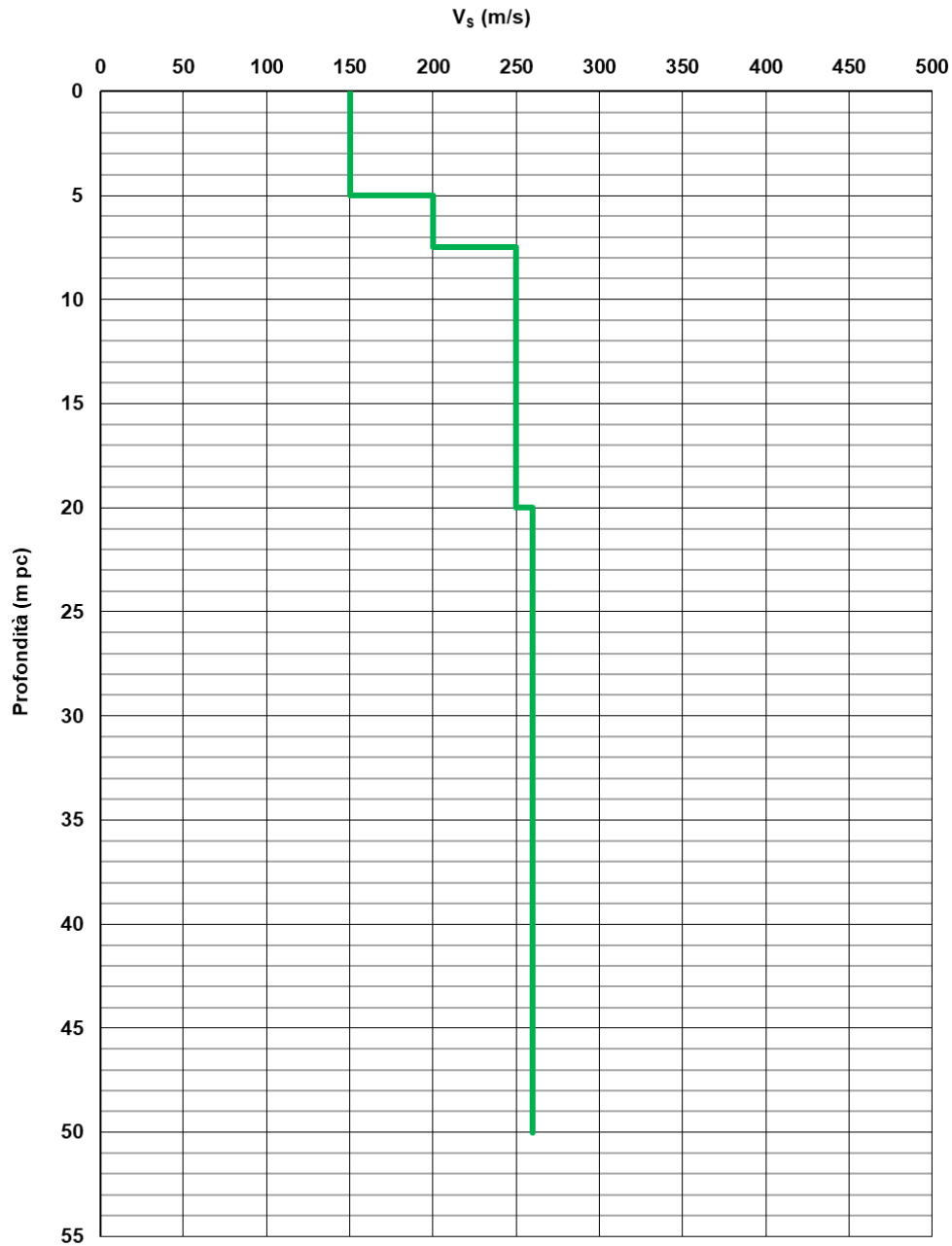




Figura 10 – Profilo di velocità V_s tra pk 24+000 e pk 28+000 (Doc. Rif.[2])

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 19 di 116</p>

AV/AC VERONA VICENZA

pk 24+000 - pk 28+000

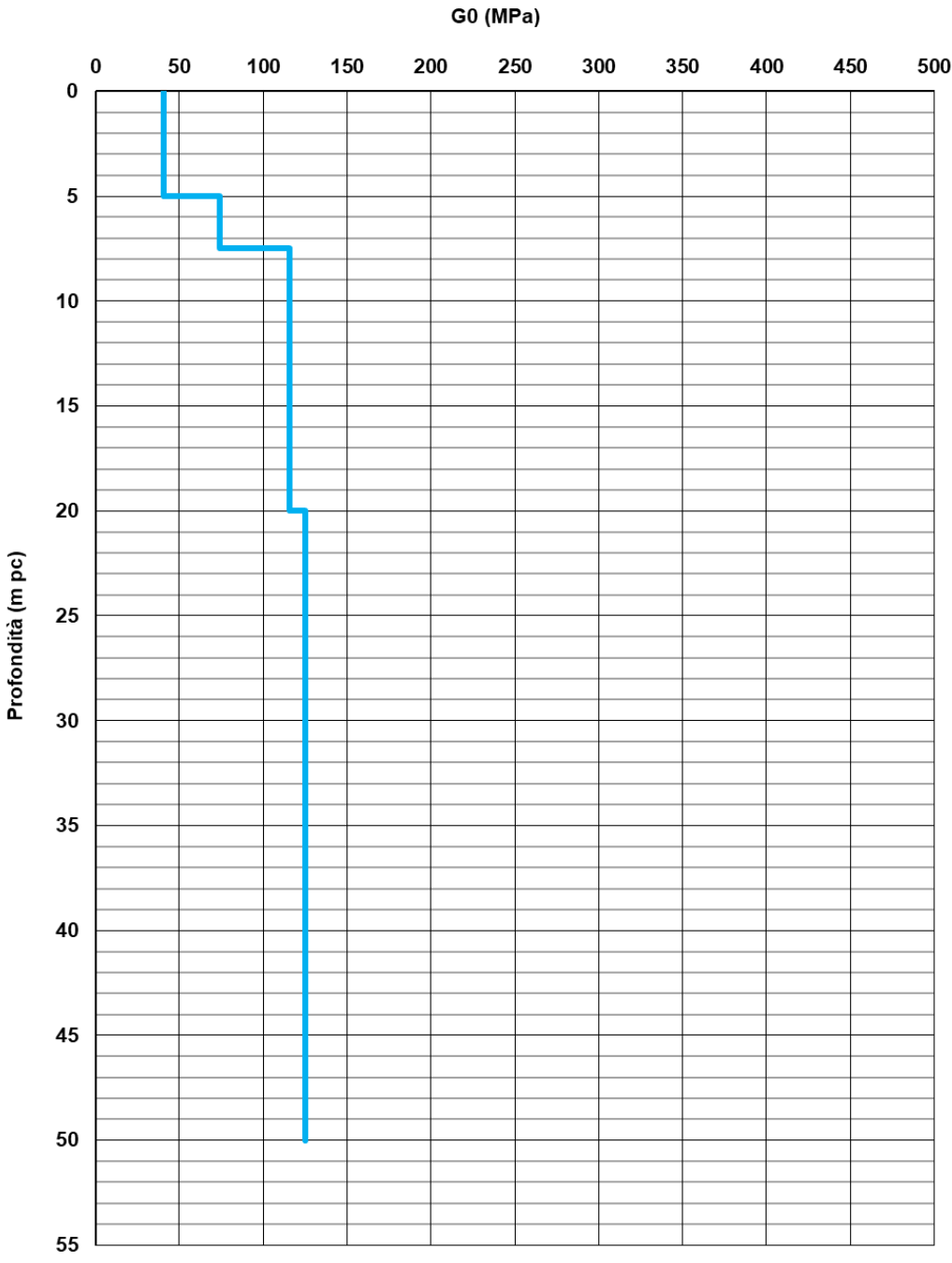




Figura 11 – Profilo generale G₀ tra pk 24+000 - pk 28+000 (Doc. Rif.[2]).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 20 di 116

4.4 Sintesi del modello geotecnico di riferimento

Sulla base di quanto esposto al punto precedente e sulla base dei parametri definiti nella Relazione Geotecnica Generale (Doc. Ref. [2]), il modello e i parametri geotecnici considerati per le verifiche del rilevato in questione sono riassunti in Tabella 2. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

Tabella 2 – Modello geotecnico di riferimento

Unità	da m pc	a m pc	γ kN/m ³	ϕ_k °	c'_k kPa	$c_{u,k}$ kPa	σ'_p kPa	G_0 MPa	E'_{op} MPa
4	0	4	19	34	0				20
4	4	8	19	38	0				40
3b	8	10	18.5			60			8
4	10	13	19	38	0	-			50
3b	13	15	18.5			70			12
4	15	17	19	38	0				50
3b	17	20	18.5			90			20
4	20	23	19	38	0				80
2	23	28	19		0	100			20

4.4.1 Materiale da rilevato

Le caratteristiche dei rilevati ferroviari sono desunte dal MdP (Doc. rif. [19]) e sono di seguito riassunte:

Tabella 3 - Caratteristiche materiale da rilevato

	γ kN/m ³	ϕ °	c' kPa
Materiale da rilevato	20	38	0

Come indicato al capitolo 3, il rilevato in oggetto presenta sezioni di altezza superiore ai 6m per le quali le caratteristiche minime prescritte dal MdP (Doc. rif. [19]) non risultano sufficienti per garantire il soddisfacimento delle verifiche di sicurezza richieste dalla normativa tecnica. Come meglio dettagliato al paragrafo 6.3, ove le sezioni hanno altezza superiore ai 6m, sarà pertanto necessario che il rilevato sia realizzato mediante l'impiego di terreni aventi angolo di resistenza al taglio $\geq 40^\circ$, o parametri di resistenza c' e f' equivalenti. Per tale motivo, si dovranno impiegare materiali tipo A1 o, in subordine, A2-4.



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 21 di 116</p>

4.4.2 Falda

Per il livello di falda si è fatto riferimento ai valori di soggiacenza misurati nei piezometri lungo l'area in cui si inserisce l'opera in esame e riportati nella Relazione Idrogeologica (Doc. Rif. [6]). Quest'ultimi indicano una sostanziale stabilità nelle escursioni stagionali.

Ai fini progettuali si assume:

- falda di progetto a lungo termine: -1.5 m da p.c.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 22 di 116

5 CARATTERISTICHE SISMICHE E SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

5.1 Sollecitazione sismica di progetto

5.1.1 Vita Nominale

La vita nominale di un'opera V_N è intesa come il numero di anni nel quale la stessa, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Coerentemente a quanto previsto dal MdP (Doc. rif. [18] e [19]), l'opera in oggetto viene inserita nella tipologia di costruzione con $V_N = 100$ anni.

Tabella 4 – Vita nominale delle infrastrutture ferroviarie

<i>Opere nuove su infrastrutture ferroviarie progettate con le norme vigenti prima del DM 14.01.2008 a velocità convenzionale ($V < 250$ km/h)</i>	$V_N = 50$ anni
<i>Altre opere nuove a velocità $V < 250$ km/h</i>	$V_N = 75$ anni
<i>Altre opere nuove a velocità $V \geq 250$ km/h</i>	$V_N = 100$ anni
<i>Opere di grandi dimensioni: ponti e viadotti con campate di luce maggiore di 150 m</i>	$V_N \geq 100$ anni

5.1.2 Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso, l'opera appartiene alla seguente classe d'uso III (Tabella §2.5.1.1.2.1 di RFI DTC SI PS MA IFS 001 B):

- I *Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.*
- II *Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.*
- III *Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.*
- IV *Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.*

Il coefficiente d'uso è pari a 1.50, coerentemente a quanto indicato nella Tab. 2.4.II delle NTC.



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 23 di 116

Tabella 5 – Valori del coefficiente di uso C_u

Classe d'uso	I	II	III	IV
Coefficiente d'uso	0.7	1.0	1.5	2.0

5.1.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Il periodo di riferimento $V_R = V_N \cdot C_U = 100 \cdot 1.5 = 150$ anni.

5.1.4 Categorie di Sottosuolo



Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale. Per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento in accordo a quanto indicato nel § 3.2.2 delle NTC2018. Come discusso nella Relazione sulla modellazione sismica e nelle Planimetrie con classificazione sismica dei terreni, i terreni di progetto possono essere caratterizzati come appartenenti a terreni di Categoria C:

- A *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.*
- B *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s*
- C *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*
- D *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.*
- E *Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.*

5.1.5 Condizioni topografiche

In condizioni topografiche superficiali semplici si può adottare la classificazione proposta nelle NTC, secondo la quale le categorie individuate si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m. L'area interessata risulta classificabile come **T1**.

- T1 *Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.*
- T2 *Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$.*
- T3 *Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$.*
- T4 *Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$.*

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 24 di 116</p>

5.1.6 Accelerazione sismica di riferimento

Di seguito si riportano i valori dei parametri spettrali dipendenti dal sito dell'opera in oggetto:

a_g (g) (SLV)	0.207
Coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s	1.397
Coefficiente di amplificazione topografica S_t	1.0
Accelerazione massima attesa al suolo	
a_{max} (g) ($a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_t \cdot a_g$)	0.289

5.2 Suscettibilità alla liquefazione

Lo studio della suscettibilità alla liquefazione dei terreni identificati nell'area di realizzazione del rilevato è stato eseguito nel rispetto della normativa applicata (Doc. rif. [14]).



Nello specifico, verificata la non rispondenza ai criteri di esclusione di cui alle NTC2008, la determinazione del potenziale di liquefazione è stata condotta per il periodo di ritorno dell'azione sismica corrispondente a quello dello stato limite ultimo di verifica (SLV) utilizzando i valori di pericolosità sismica al sito riportati al par. 5.1.6 relativi allo SLV (opere di linea ad esclusione delle gallerie artificiali, $V_R = 150$ anni).

Il valore di magnitudo necessario per la valutazione della pericolosità a liquefazione è stato determinato tenendo conto di tre differenti "fonti di dati" alla base delle definizioni dell'azione sismica di NTC2008, ossia:

- L'analisi di disaggregazione dei valori di pericolosità sismica (accelerazione su suolo rigido orizzontale) di cui alle NTC2008, fornita quale elaborazione aggiuntiva direttamente dal progetto INGV-DPC S1.
- Analisi dei dati di magnitudo da terremoti storici aventi epicentro entro una distanza di 30 km dal tracciato di progetto, sulla base delle informazioni fornite dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI11.
- Magnitudo attesa per un periodo di ritorno pari almeno a 975 anni valutata sulla base del modello di zone sismogenetiche ZS9, alla base delle mappe di pericolosità sismica del territorio italiano allegate alle NTC2008, e sulla distribuzione dei valori di magnitudo associati ai massimi terremoti storici.

Facendo sempre riferimento al Doc. rif. [4] per i dettagli dell'analisi sopra descritta, e in continuità con le considerazioni espresse in sede di Progetto Definitivo, è stato considerato ragionevole assumere per il tracciato di progetto un valore di magnitudo di riferimento da adottare nelle verifiche a liquefazione di cui ai paragrafi successivi pari a 6.5.

La valutazione di suscettibilità alla liquefazione è stata quindi condotta in accordo al "metodo semplificato" originariamente proposto da Seed e Idriss (1971,1982) e da Seed et al. (1985), confrontando lo sforzo di taglio ciclico normalizzato rispetto alla pressione verticale in sito (CSR) e la resistenza normalizzata del terreno al taglio ciclico (CRR) così definiti:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 25 di 116

$$CSR = \frac{\tau_{media}}{\sigma'_{v0}} \quad \text{Rapporto di tensione ciclica}$$

$$CRR = \frac{\tau_l}{\sigma'_{v0}} \quad \text{Rapporto di resistenza ciclica}$$

Lo sforzo di taglio indotto ad ogni profondità in un terreno a superficie piana durante l'evento sismico è dovuto essenzialmente alla propagazione delle onde di taglio polarizzate orizzontalmente. In accordo al metodo utilizzato, la tensione di taglio ciclico indotta dallo scuotimento sismico (sforzo di taglio ciclico normalizzato CSR) viene approssimata da un valore efficace dell'accelerazione pari al 65% della accelerazione di picco a_{max} come segue:

$$CSR = \frac{\tau_c}{\sigma'_{vo}} = 0.65 \frac{\tau_{max}}{\sigma'_{vo}} = 0.65 \frac{a_{max}}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} r_d$$

dove:

a_{max} accelerazione di picco al sito

g accelerazione di gravità

τ_c valore rappresentativo dello sforzo di taglio ciclico

σ_{vo} tensione verticale alla profondità in esame, in termini di tensioni totali

σ'_{vo} tensione verticale alla profondità in esame, in termini di tensioni efficaci



r_d coefficiente di riduzione dello sforzo di taglio ciclico in funzione della profondità da piano campagna, calcolato come segue in accordo a Blake (Blake, 1996, riportato da Youd et al., 2001):

$$r_d = \frac{1 - 0.4113 \cdot z^{0.5} + 0.04052 \cdot z + 0.001753 \cdot z^{1.5}}{1 - 0.4177 \cdot z^{0.5} + 0.05729 \cdot z - 0.006205 \cdot z^{1.5} + 0.00121 \cdot z^2}$$

CSR può essere messo in relazione al numero di cicli significativi dell'azione sismica, funzione della magnitudo M . Per $M \neq 7.5$ è necessario introdurre un fattore di scala della magnitudo MSF così definito:

$$MSF = \frac{CSR_M}{(CSR)_{M=7.5}} = \left(\frac{N_{M=7.5}}{N_M} \right)^b$$

dove CSR_M e N_M rappresentano i valori di CSR e numero di cicli equivalenti per il valore di magnitudo di progetto, mentre $(CSR)_{M=7.5}$ e $N_{M=7.5}$ sono riferiti all'evento con $M=7.5$.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 26 di 116</p>

Nel presente studio, in accordo sia alle prescrizioni dell'Eurocodice 8, sia a quanto suggerito da Youd et al., 2001 e Idriss e Boulanger (2004) si è assunto per $M = 6.0 - MSF = 2$.

Il rapporto di resistenza ciclica CRR è stato valutato mediante relazioni empiriche che correlano la sollecitazione sismica ai risultati di prove in sito di tipo SPT o CPT.

5.2.1 CRR da correlazione su prove CPT

Per la stima del CRR sulla base di prove in-situ o di laboratorio sono disponibili diverse procedure. La procedura basata sui risultati di prove CPT è piuttosto ben consolidata e diffusa e viene qui utilizzata ai fini di una analisi del potenziale di liquefazione, considerando i dati di prove in sito disponibili allo stato attuale delle conoscenze.

Il procedimento utilizzato per la stima di CRR a partire dai risultati di prove CPT si basa sulla relazione riportata in Figura 12: la curva in figura si riferisce alla resistenza penetrometrica normalizzata q_{c1N} per le sabbie pulite che può essere espressa come segue (Robertson & Wride, 1998, come riportato da Youd et al., 2001):

$$\text{per } (q_{c1N})_{cs} < 50 \quad CRR_{7.5} = 0.833 \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right] + 0.05$$

$$\text{per } 50 \leq (q_{c1N})_{cs} < 160 \quad CRR_{7.5} = 93 \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right]^3 + 0.08$$

In Figura 12, la resistenza alla punta q_c è normalizzata rispetto al valore di pressione atmosferica ($p_a = 100 \text{ kPa}$) e corretta (q_{c1N}) mediante la seguente relazione:

$$q_{c1N} = (q_c/P_a) (P_a/\sigma'_{v0})^n$$

dove σ'_{v0} è la tensione verticale efficace alla profondità in e l'esponente "n" varia da 0.5 per i materiali a grana grossa a 1 per i materiali a grana fine.

La natura dei materiali ed il relativo valore dell'esponente "n" sono determinati con procedura iterativa in relazione al valore del parametro I_c , indice del tipo di terreno, determinato come:

$$I_c = \left[(3.47 - \log Q)^2 + (1.22 + \log F)^2 \right]^{0.5}$$

dove:

$$Q = \left(\frac{q_c - \sigma_{v0}}{P_a} \right) \cdot \left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}} \right)^n$$

$$F = \frac{f_s}{q_c - \sigma_{v0}} \times 100$$

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 27 di 116</p>

Tanto maggiore è il valore di I_c , tanto maggiore sarà il contenuto presunto di fini. Nell'analisi condotta il valore $I_c = 2.6$ è stato considerato lo spartiacque tra terreni con contenuto di fine inferiore a 35% e comportamento assimilabile a quello delle sabbie e terreni con contenuto di fine superiore al 35% e comportamento più simile a quello delle argille. Nel primo caso l'esponente n nella formula con cui viene determinato il parametro Q è pari a 0.5, nel secondo è pari a 1. Come detto, i valori effettivi di n e I_c sono determinati al termine di una procedura iterativa, ipotizzando in prima istanza $n = 1$. Se I_c così calcolato è superiore a 2.6, il risultato è consolidato. In caso contrario, il calcolo viene ripetuto ipotizzando $n = 0.5$. Se in questo secondo calcolo I_c è ancora inferiore a 2.6, i nuovi valori di n e I_c sono confermati. In caso contrario si è in presenza di terreni intermedi e il calcolo finale viene svolto con $n = 0.75$.

Il valore della resistenza penetrometrica normalizzata q_{c1N} è stato riportato ad un valore equivalente per le sabbie pulite attraverso la seguente relazione:

$$q_{c1Ncs} = q_{c1N} \cdot K_c$$

dove K_c è definito dalle seguenti equazioni (Robertson & Wride, 1998):

per $I_c \leq 1.64$

$$K_c = 1.0$$

per $I_c > 1.64$

$$K_c = -0.403(I_c)^4 + 5.581(I_c)^3 - 21.63(I_c)^2 + 33.75(I_c) - 17.88$$

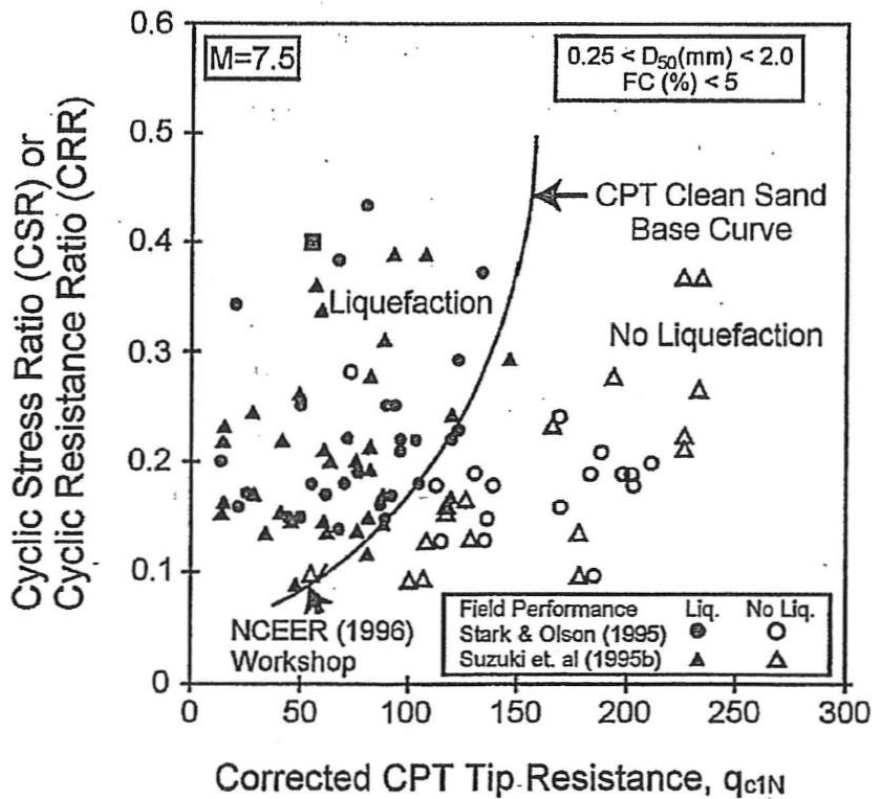




Figura 12: Relazione tra sforzo di taglio ciclico a liquefazione e valori corretti di resistenza alla punta q_{c1N} – sisma di riferimento Magnitudo = 7.5 (Robertson & Wride, 1998)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 28 di 116

5.2.2 CRR da correlazione su prove SPT

Il procedimento utilizzato per la stima di CRR a partire dai risultati di prove SPT si basa sulla relazione riportata in Figura 13, originariamente proposta da Seed e Idriss (1971,1982) e da Seed et al. (1985), e successivamente confermata da Youd et al. (2001).

In Figura 13, i risultati delle prove SPT sono espressi in termini di numero di colpi corretti $N_{1(60)}$, ossia i valori sono normalizzati per una pressione verticale efficace pari a 100 kPa e corretti per un valore standard di energia trasmessa (60% del valore nominale) come segue:

$$(N_1)_{60} = N_{SPT} C_N C_E C_B C_R C_S$$

dove:

C_N = coefficiente correttivo che tiene conto dell'influenza della pressione verticale efficace. In letteratura sono presenti diversi metodi per la valutazione del coefficiente correttivo C_N . Qui è stata applicata la seguente relazione proposta da Liao e Whitman (1986):

$$C_N = \left(\frac{P_a}{\sigma'_{v0}} \right)^{0.5} \leq 1.7$$

in cui P_a è la pressione atmosferica, pari a 100kPa, e σ'_{v0} è la tensione verticale in sito, in termini di sforzi efficaci.

C_E = coefficiente correttivo che va a considerare il rendimento energetico dell'attrezzatura e riconduce le misure ad un rendimento energetico del 60 % e può essere valutato nel modo seguente:



$$C_E = \frac{ER_m}{60}$$

in cui ER_m è il fattore di rendimento (espresso in %) del trasferimento dell'energia del maglio all'attrezzo campionario, relativo alla macchina utilizzata per fare la prova; considerando che la configurazione di prova normalmente adoperata in Italia ha un rendimento energetico del 60 %, tale coefficiente è stato posto pari ad 1.

I coefficienti C_B (fattore correttivo per le dimensioni del foro di sondaggio), C_R (fattore correttivo per la lunghezza delle aste della macchina esecutrice) e C_S (fattore correttivo per il tipo di attrezzo campionario) sono stati assunti pari ad 1 dato che le prove sono state eseguite sulla base delle raccomandazioni fornite dall'AGI (1977).

Sempre in Figura 13, viene riportato il valore di CSR calcolato ed i corrispondenti valori di $N_{1(60)}$ da siti in cui sono stati osservati o meno gli effetti della liquefazione per eventi simili avvenuti in passato, con Magnitudo pari $M = 7.5$. Le corrispondenti curve CRR sono state determinate all'interno del grafico in modo da separare chiaramente i dati corrispondenti all'avvenuta liquefazione da quelli per i quali non è stato osservato il fenomeno in esame.

Le curve sono valide per eventi simili di Magnitudo pari a 7.5, per cui è necessario introdurre un fattore di scala (MSF) per adattare le curve di CRR alla magnitudo di riferimento per il caso in esame, come indicato in precedenza.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 29 di 116

Si può osservare dalla Figura 13 come curve diverse siano state sviluppate per terreni aventi diverso contenuto di fini, a partire dalla curva di riferimento corrispondente alla sabbia pulita (FC < 5%).

La curva di riferimento per sabbie pulite è descritta dalla seguente equazione (Rauch, 1998, come riportato da Youd et al., 2001)

$$CRR_{7.5} = \frac{1}{34 - (N_1)_{60}} + \frac{(N_1)_{60}}{135} + \frac{50}{[10 \cdot (N_1)_{60} + 45]^2} - \frac{1}{200}$$

L'equazione è valida per $N_{1(60)} < 30$. Nel caso in cui sia $N_{1(60)} \geq 30$, le sabbie pulite sono classificate come non liquefacibili, a causa della loro elevata densità.

L'equazione che segue (Idriss e Seed, come riportato da Youd et al. 2001) viene utilizzata per la correzione di valori di $N_{1(60)}$ ai valori corrispondenti per sabbia pulita $N_{1(60)cs}$:

$$(N_1)_{60cs} = \alpha + \beta \cdot (N_1)_{60}$$

In cui:

$$\alpha = 0 \text{ per } FC < 5\%$$

$$\alpha = \exp [1.76 - (190/FC^2)] \text{ per } 5\% < FC < 35\%$$

$$\alpha = 5 \text{ per } FC \geq 35\%$$

$$\beta = 1 \text{ per } FC < 5\%$$

$$\beta = [0.99 + (FC \cdot 1.5 / 1000)] \text{ per } 5\% < FC < 35\%$$

$$\beta = 1.2 \text{ per } FC \geq 35\%$$

La resistenza alla liquefazione aumenta meno che proporzionalmente al crescere della tensione di confinamento. Una rappresentazione di tale relazione è stata proposta da Hynes e Olsen (1999) e riportata da Youd et al. (2001), elaborata sulla base dei risultati di prove cicliche in laboratorio. In particolare gli autori raccomandano di utilizzare il seguente coefficiente di correzione:

$$k_\sigma = \left(\frac{\sigma'_{v0}}{p_a} \right)^{(f-1)} \leq 1$$

dove:

$$\sigma'_{v0} = \text{tensione verticale efficace}$$

$$p_a = \text{pressione atmosferica di riferimento}$$

$$f = \text{fattore che dipende dalla densità relative del materiale in sito.}$$

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 30 di 116</p>

In accordo a Youd et al. (2001) il fattore “f” si può stimare come segue, sia per sabbie pulite o limose e per ghiaie:

$$40\% < DR < 60\% \quad f = 0.7 \div 0.8$$

$$60\% < DR < 80\% \quad f = 0.6 \div 0.7$$

Quando possibile, il contenuto di fini è stato determinato sulla base dei risultati delle rispettive granulometrie ottenute da laboratorio per ogni prova SPT. Nel caso quest'ultime non erano disponibili, facendo riferimento alla stratigrafia locale, si è ipotizzato un valore di contenuto di fini pari al 5% per i materiali sabbioso/ghiaiosi, mentre per i terreni limosi/argillosi è stato ipotizzato un contenuto di fini pari al 30-40%.

Pertanto, in accordo a Youd et al. (2001):

$$FL = (CRR_{7.5}/CSR) MSF k_{\sigma}$$

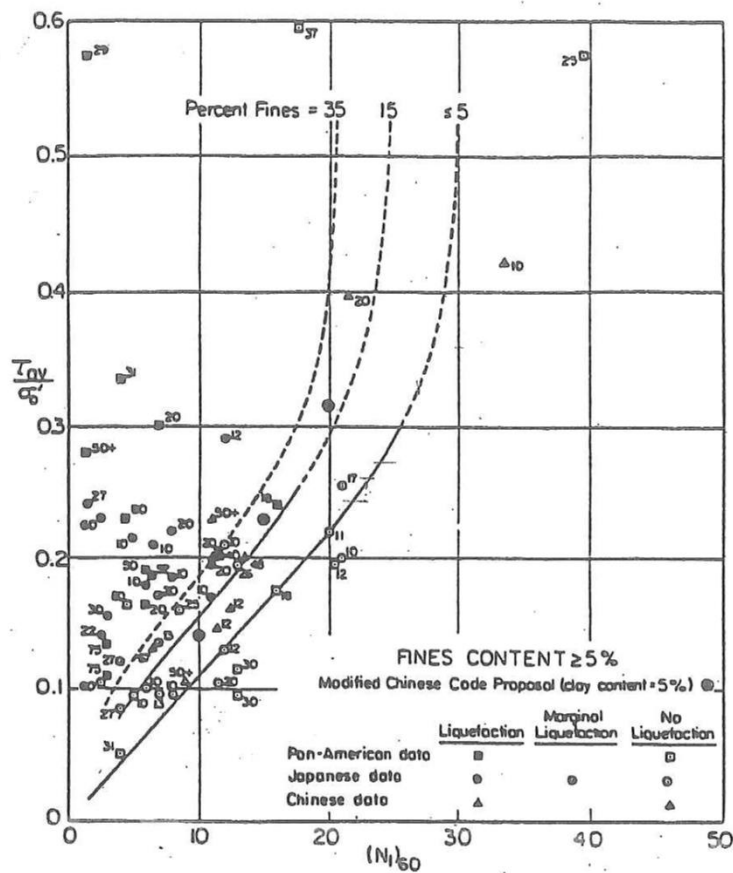


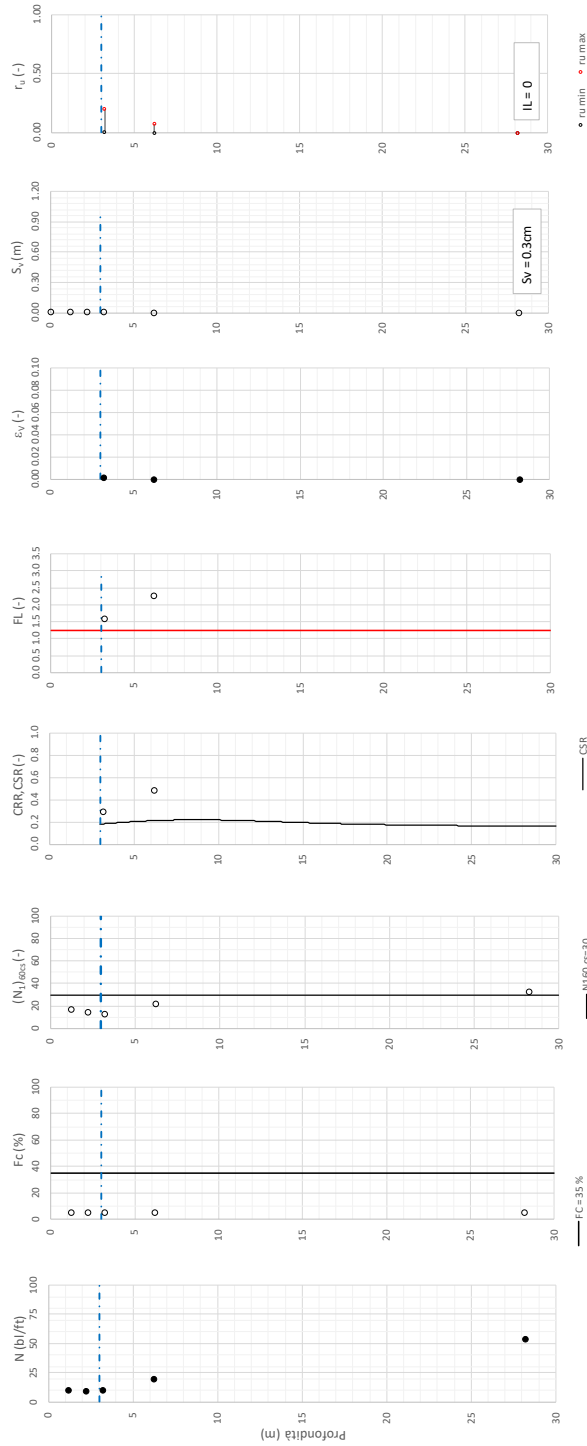
Figura 13: Relazione tra sforzo di taglio ciclico a liquefazione e $N_{1(60)}$ – sisma di riferimento Magnitudo = 7.5 (Seed et al., 1985).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 31 di 116

5.3 Risultati delle verifiche a liquefazione

I risultati dell'interpretazione delle prove in sito indicano l'assenza di potenziali fenomeni di liquefazione lungo la WBS oggetto di questa relazione. In generale i valori del coefficiente di sicurezza calcolati sono nella quasi totalità dei casi superiori al limite minimo assegnato ($FL > 1.25$). I rari casi in cui il metodo adottato prevede il possibile sviluppo di sovrappressioni neutre con r_u prossime all'unità, queste si verificano per strati di spessore molto limitato e tutti ubicati in corrispondenza di terreni a grana fine (evidenza testimoniata dal valore del parametro I_c in prossimità del valore di 2.6) in cui non sono possibili fenomeni di mobilità ciclica e più in generale di liquefazione.

Tratta AC/AV Verona-Padova - Sub Tratta Verona-Vicenza - Lotto 2 - Prova BH-PE-49 Pr. 24+400
a_{r,max} = 0.28g M_{calc} = 6 MSF = 2 Metodo NCEER 1996 - 1998 - 2001
Altezza rilevato = 3m



● Dati misurati in sito o calcolati sulla base di misure dirette
○ Dati basati sulla stima di valori tipici per lo strato

Foglio Verifica Interazione Npr. v. 102

Figura 14 – Verifica Liquefazione da risultati BH-DH-PE-49

Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI3900001A

Foglio
33 di 116

T tratta AC/AV Verona-Padova - Sub Tratta Verona-Vicenza - Lotto 2 - Prova CPTU-PE 27 Pr. 24+600
s_umax = 0,28% M_ucalc = 63 MSF = 1,85 Mezzid NCIER 1996 - 1998 - 2001
Altezza rilevato = 3m

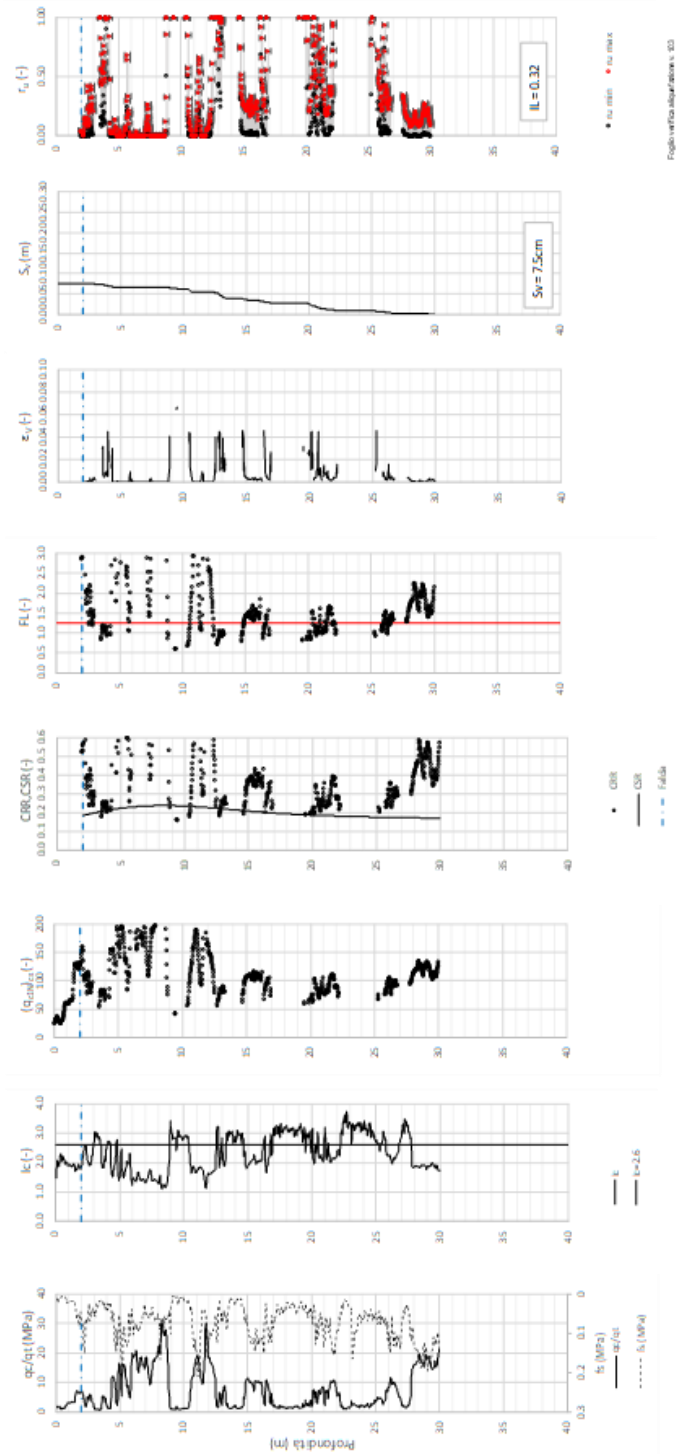


Figura 15 – Verifica Liquefazione da risultati CPTU PE 27

Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI3900001A

Foglio
34 di 116

Tratta AC/AV Verona-Padova - Sub Tratta Verona-Vicenza - Lotto 2 - Prova CPTU-PE-28 Pr. 24-825

$a_{v,max} = 0.285g$ $M_L_{calc} = 63$ $M_{SF} = 1.85$ Metodo NCEER 1996 - 1998 - 2001.

Altezza rilevato = 3m

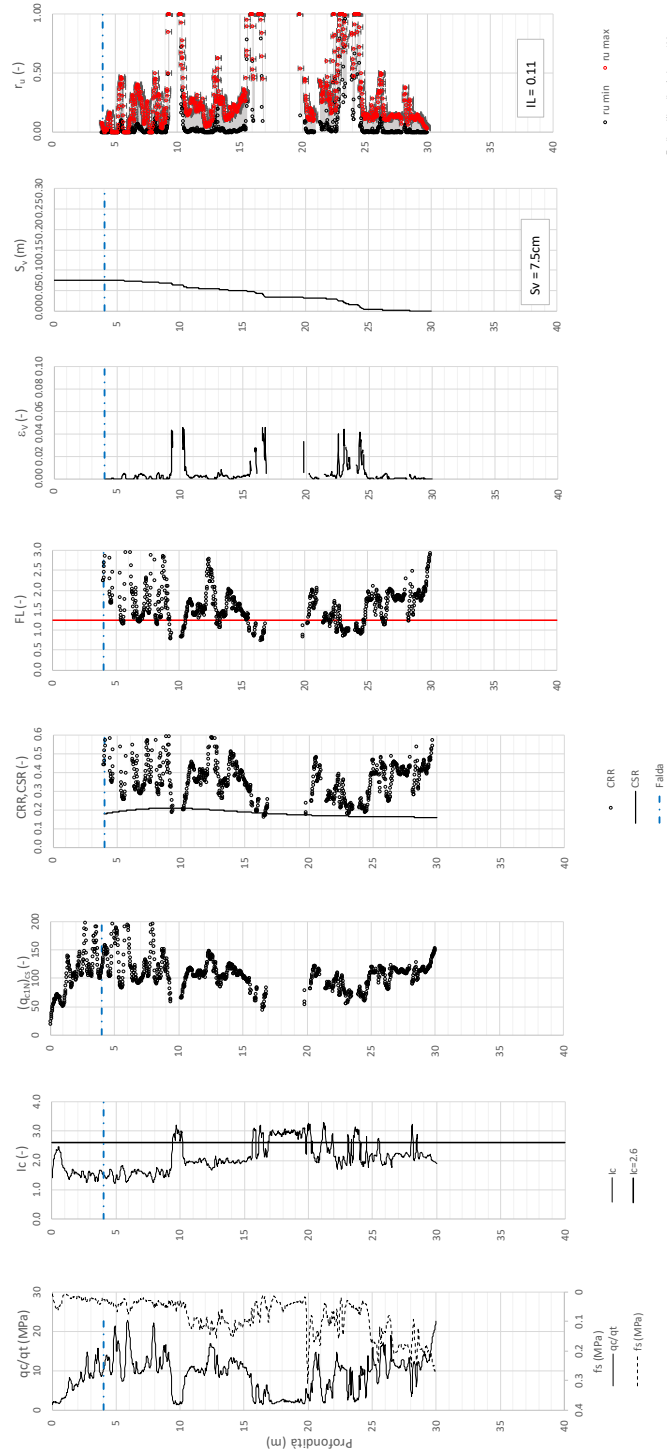


Figura 16 – Verifica Liquefazione da risultati CPTU PE 28

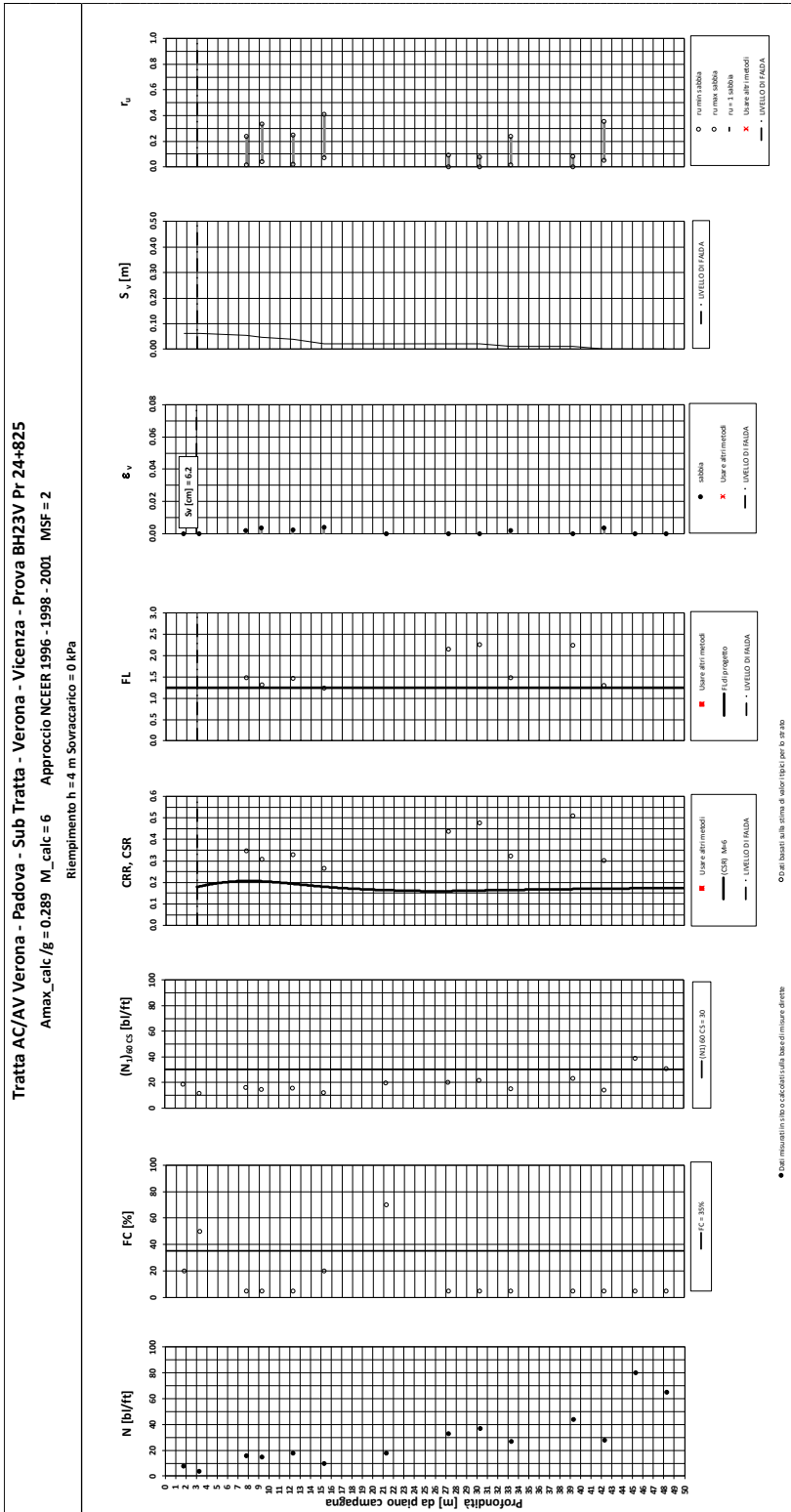


Figura 17 – Verifica Liquefazione da risultati BH23V

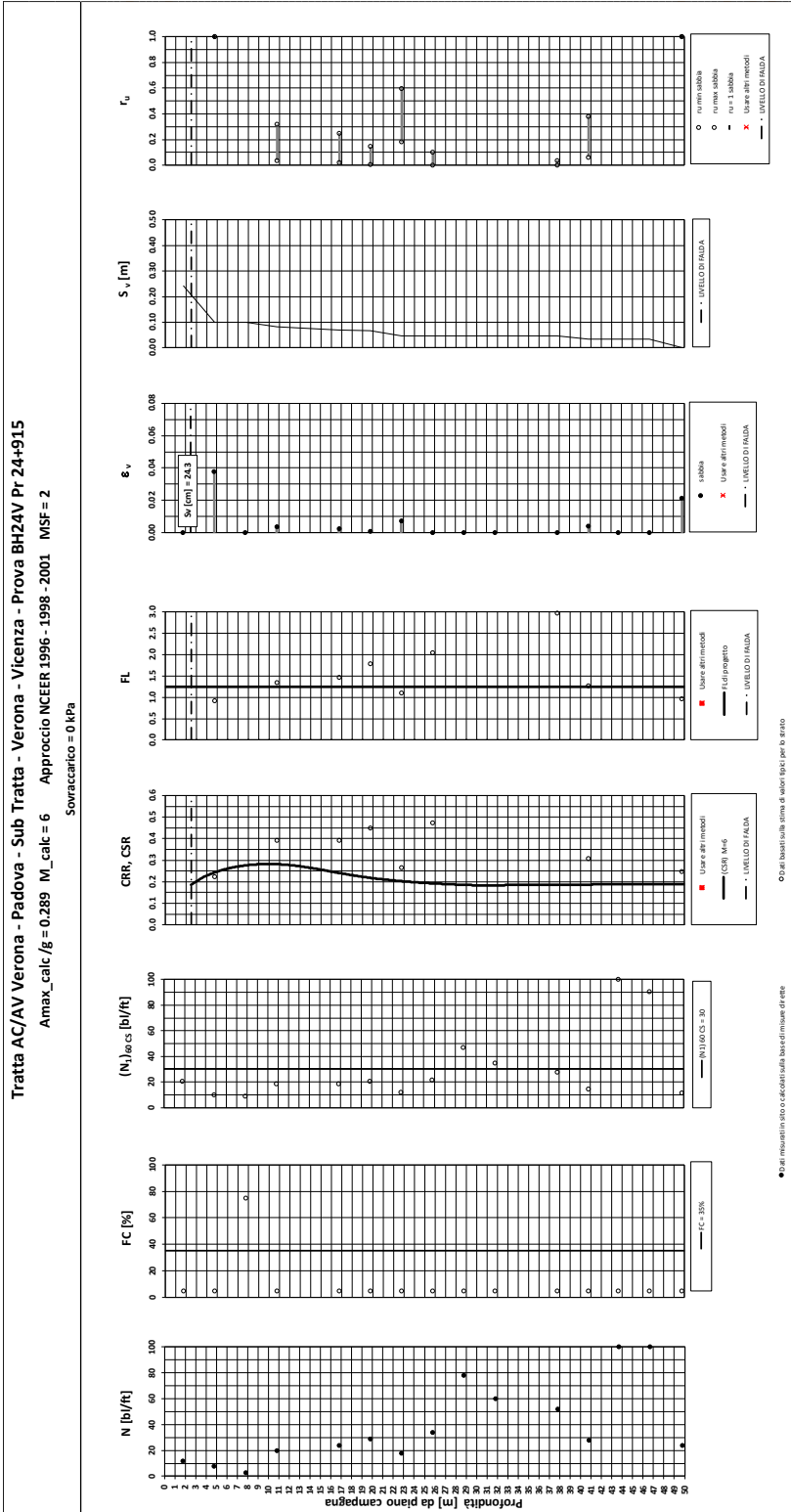




Figura 18 – Verifica Liquefazione da risultati BH24V

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 37 di 116

6 VERIFICA GEOTECNICA DEL RILEVATO

6.1 Criteri di verifica agli Stati Limite

Per le opere in esame, la normativa applicata richiede l'esecuzione delle seguenti verifiche di sicurezza e delle prestazioni attese (par. 6.2.3. del Doc. Rif. [14]):

- Verifiche agli Stati Limite Ultimi (SLU);
- Verifiche agli Stati Limite d'Esercizio (SLE).

Per ogni Stato Limite Ultimo (SLU) deve essere rispettata la condizione

$$E_d \leq R_d \quad (\text{Eq. 6.2.1 del Doc. Rif. [14]})$$

dove:

E_d valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;

R_d valore di progetto della resistenza.

La verifica della condizione $E_d \leq R_d$ deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). I coefficienti da adottarsi nelle diverse combinazioni sono definiti in funzione del tipo di verifica da effettuare (si vedano i paragrafi seguenti). Si sottolinea che per quanto concerne le azioni di progetto E_d tali forze possono essere determinate applicando i coefficienti parziali di cui sopra alle azioni caratteristiche oppure, a posteriori, sulle sollecitazioni prodotte dalle azioni caratteristiche (Par. 6.2.3.1 del Doc. Rif. [14]).

Per ogni Stato Limite d'Esercizio (SLE) deve essere rispettata la condizione

$$E_d \leq C_d \quad (\text{Eq. 6.2.7 del Doc. Rif. [14]})$$

dove:

E_d valore di progetto dell'effetto dell'azione;

C_d valore limite prescritto dell'effetto delle azioni (definito Progettista Strutturale).

La verifica della condizione $E_d \leq C_d$ deve essere effettuata impiegando i valori caratteristici delle azioni e dei parametri geotecnici dei materiali.

Le verifiche vengono condotte con analisi statiche o pseudostatiche e, in accordo al MDP ITALFERR, il coefficiente di incremento dinamico delle azioni derivanti dal passaggio del treno è assunto pari all'unità.



In base a quanto indicato dalle NTC 2008 le verifiche di sicurezza che devono essere condotte per opere costituite da materiali sciolti sono le seguenti.

6.1.1 Stati limite ultimi (SLU)

Le verifiche di stabilità in campo statico di opere in materiali sciolti, quali rilevati, devono essere eseguite secondo l'Approccio 1 Combinazione 2 (A2 + M2 + R2, Doc. Rif. [14]), tenendo conto dei coefficienti parziali sotto definiti.

La verifica di stabilità globale si ritiene soddisfatta se:

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 38 di 116

essendo R resistenza globale del sistema (vedasi Par. C.6.8.6.2 del Doc. Rif. [14]), calcolata sulla base delle azioni di progetto, dei parametri di progetto e della geometria di progetto $R = R \left[\gamma_F \cdot F_k; \frac{X_k}{\gamma_m}; a_d \right]$.

La stabilità globale dell'insieme manufatto-terreno deve essere studiata nelle condizioni corrispondenti alle diverse fasi costruttive ed al termine della costruzione.

Facendo riferimento a quanto richiesto dalle NTC (Doc. rif. [14]), per le verifiche agli stati limite ultimi si sono adottati i valori dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle che seguono.

Tabella 6 – Coefficienti parziali sulle azioni

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

dove:

- γ_{G1} coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell'acqua, quando pertinente;
- γ_{G2} coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;
- γ_Q coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;
- γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili.

Tabella 7 – Coefficienti parziali sui terreni (Tab. 6.2.II, Doc. Rif. [14])

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



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 39 di 116

Tabella 8 – Coefficienti parziali per verifiche di stabilità globale - SLU

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

6.1.2 Stati limite di esercizio (SLE)

Deve essere verificato, mediante analisi effettuate impiegando i valori caratteristici delle azioni e dei parametri geotecnici dei materiali (Par. 6.5.3.2 del Doc. Rif. [14]), che gli spostamenti dell'opera in esame e del terreno circostante siano compatibili con la funzionalità della struttura e con la sicurezza e la funzionalità di manufatti adiacenti.

In particolare, successivamente al completamento del piano di posa del ballast, e fino alla fine della vita utile dell'opera (100 anni) i cedimenti residui devono essere inferiori a 5 cm.



Nel caso di rilevato da realizzarsi in affiancamento ad un rilevato esistente e mantenendo quest'ultimo in esercizio durante i lavori, si richiede che una stima del cedimento delle due rotaie in una stessa sezione verticale del rilevato, valutandone il decorso nel tempo. Inoltre, con riferimento alla tabella che segue, è necessario verificare che gli spostamenti indotti sui binari in esercizio durante la costruzione siano inferiori a 15 mm, ovvero inferiori ai valori limite dei difetti riferiti al secondo livello di qualità (Doc. rif. [19] e [23]). Laddove si superino i limiti riferiti al primo livello di qualità (10 mm, Doc. rif. [23]), è richiesto il monitoraggio del binario durante la costruzione.

Tabella 9 – Valori limite dei difetti in direzione trasversale (in mm)

	V ≤ 160 km/h	160 < V ≤ 300 km/h
1° livello di qualità	$\Delta H \leq 10$ SCARTXL ≤ 6	$\Delta H \leq 10$ SCARTXL ≤ 4
2° livello di qualità	$10 < \Delta H \leq 15$ 6 < SCARTXL ≤ 10	$10 < \Delta H \leq 15$ 4 < SCARTXL ≤ 8
3° livello di qualità esecuzione a breve termine anche in relazione ai limiti di sghembo (2)	$15 < \Delta H \leq 20$ (1) 10 < SCARTXL ≤ 14	$15 < \Delta H \leq 20$ (1) 8 < SCARTXL ≤ 12
(1) il valore di ΔH può essere ammesso solo a seguito di una verifica di assenza di problemi di sagoma (gallerie, interasse, posizione linea di contatto ecc.)		
(2) ATTENZIONE al rispetto delle condizioni di lavorabilità del binario previste dalla Norma sulla l.r.s.		

6.1.3 Verifiche in condizioni sismiche

La stabilità globale in condizioni sismiche e post-sismiche di opere in materiali sciolti, quali rilevati, è stata verificata secondo l'Approccio 1 – Combinazione 2 (A2 + M2 + R2), tenendo conto dei coefficienti parziali richiamati in precedenza e ponendo i coefficienti parziali sulle azioni tutti pari ad uno. Il coefficiente di combinazione ψ per il carico variabile da traffico è stato posto pari a 0.2 (Doc. rif. [19]).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 40 di 116

6.2 Azioni di progetto

Le azioni di progetto considerate nella analisi sono state definite coerentemente a quanto prescritto nel MdP (Doc. rif. [18]) e nelle NTC (Doc. rif. [14]) e sono di seguito descritte.

6.2.1 Azioni permanenti

In funzione della configurazione esaminata e della presenza o meno di elementi strutturali, i carichi permanenti sono stati calcolati assumendo:

- Peso massicciata e armamento 18 kN/m³
- Peso elementi in cls 25 kN/m³

In particolare, il peso della sovrastruttura ferroviaria è stato applicato sull'impronta del ballast, per un'altezza media fra il piano del ferro e l'estradosso del sub-ballast pari a 0.80 m.

6.2.2 Azioni variabili

Le azioni variabili sono rappresentate dai carichi da traffico ferroviario, valutati nel rispetto delle normative di riferimento e considerando il caso peggiore tra i tre modelli di carico previsti: LM71, SW/0 ed SW/2. Per ogni binario, tale azione risulta essere pari a 61.4 kPa (LM71) ed applicata su una superficie definita dalla larghezza della traversa e dalla larghezza di diffusione del carico nel ballast (2.8 m in totale).

6.2.3 Azione sismica

L'azione sismica di progetto è stata definita sulla base della pericolosità sismica di base ed in considerazione di quanto discusso nel capitolo 5. Nelle analisi essa è stata definita adottando un'azione statica equivalente definita dal prodotto tra il peso W del volume di terreno potenzialmente instabile ed i coefficienti sismici orizzontale (k_h) e verticale (k_v):

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

dove

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa (v. Tabella 10)

a_{\max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito (v. capitolo 5.1.6)

g accelerazione di gravità.



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 41 di 116</p>

Tabella 10 - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito (Doc. rif.[14])

	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

6.3 Verifiche e risultati SLU

6.3.1 Premessa

Le verifiche SLU della stabilità globale del rilevato (sia in condizioni statiche che sismiche) sono state condotte tramite il codice di calcolo SLIDE 9 (Doc. Rif. [33]). 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 (M2) per le analisi sismiche. Tali coefficienti sono contenuti nella Tabella 7 della presente relazione.

Come da NTC 2008 (Doc. Rif. [14]), la verifica SLU di stabilità globale è soddisfatta se è verificata, sia in condizioni statiche che sismiche, la relazione seguente:

$$FS \geq R2 = 1.1.$$

La verifica è stata condotta con riferimento alla già citate sezioni di riferimento, in condizioni drenate, in relazione ai litotipi presenti. La verifica è stata condotta facendo ricorso al metodo di Bishop modificato. Nel calcolo sono stati utilizzati i parametri geotecnici caratteristici definiti in Tabella 2, per i terreni di fondazione, e in Tabella 3, per il materiale da rilevato.

6.3.2 Verifiche SLU in condizione statiche

Il carico da traffico ferroviario (q), assunto pari a 61.4 kPa, è stato modellato come un carico distribuito applicato in corrispondenza delle impronte delle traversine ferroviarie. Tale sovraccarico è di tipo variabile/sfavorevole pertanto, in accordo al coefficiente parziale sulle azioni A2 riportato e pari a 1.3.

Per quanto riguarda la falda, è stata considerata la condizione di lungo termine come da punto 4.4.2. 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.

In Figura 19 sono riportate le superfici di rottura critiche per la combinazione DA1C2 della sezione di calcolo; il fattore di sicurezza FS relativo a tali meccanismi è pari a:


GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 42 di 116

Sezione	FS (DA1C2)
26	1.26

Essendo soddisfatta la relazione:

$$F_{S_{MIN}} \geq R_2 = 1.1$$

le verifiche di stabilità globale in campo statico risultano soddisfatte.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 43 di 116

6.3.3 Verifiche SLU in condizioni sismiche

In accordo a quanto riportato precedentemente, l'azione sismica è stata definita attraverso i seguenti coefficienti sismici:

$$K_H = + 0.081 \quad (\text{concorde alla direzione di scivolamento})$$

$$K_V = \pm 0.041 \quad (\text{positivo sisma verso il basso})$$

Il carico da traffico ferroviario (q), assunto pari a 61.4 kPa, è stato modellato come un carico distribuito applicato in corrispondenza delle impronte delle traversine ferroviarie. Tale sovraccarico è stato inserito nei calcoli col proprio valore caratteristico in accordo a quanto specificato dalle NTC 2008 (vedasi Par.7.11.1 del Doc. Rif. [14]). Seguendo le prescrizioni desunte dal MdP (Doc. rif. [19]), in condizioni sismiche si applica il coefficiente di combinazione ψ per il carico variabile da traffico ferroviario pari a 0,2. La quota della falda è stata assunta come la media delle letture disponibili come riportato al punto 4.4.2. 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.

In Figura 20 sono riportate le superfici di rottura critiche della sezione di calcolo facendo riferimento alla situazione più gravosa, ovverosia quella con sisma verso l'alto (-kv); il fattore di sicurezza FS relativo a tali meccanismi è pari a:

Sezione	FS (sismica)
26	1.12

Essendo soddisfatta la relazione:

$$FS_{\min} \geq R_2 = 1.1,$$

le verifiche di stabilità globale in campo sismico risultano soddisfatte.

Si rimarca che le verifiche di stabilità nel caso di altezze rilevanti non vengono soddisfatte per valori dell'angolo di resistenza al taglio del materiale costituente il rilevato pari a 38°, come riportato in Figura 21. Osservando le superfici con minor fattore di sicurezza, si nota che queste sono prevalentemente contenute all'interno del corpo del rilevato; il mancato soddisfacimento del requisito normativo è imputabile alle caratteristiche del corpo del rilevato piuttosto che a quelle del terreno di imposta. Risulta necessario che il rilevato sia realizzato mediante l'impiego di terreni aventi angolo di resistenza al taglio $\geq 40^\circ$, o parametri di resistenza c' e f' equivalenti (impiego di materiali tipo A1 o, in subordine, A2-4). In Figura 22 si riporta il risultato della verifica in condizioni sismiche relativa alla sezione 21 caratterizzata da un'altezza di rilevato di circa 6 metri: la verifica è soddisfatta con un FS pari a 1,14. Pertanto, si può concludere che per porzioni di rilevato con altezza fino a 6 metri è sufficiente impiegare materiale da costruzione con angolo di attrito pari a 38°.

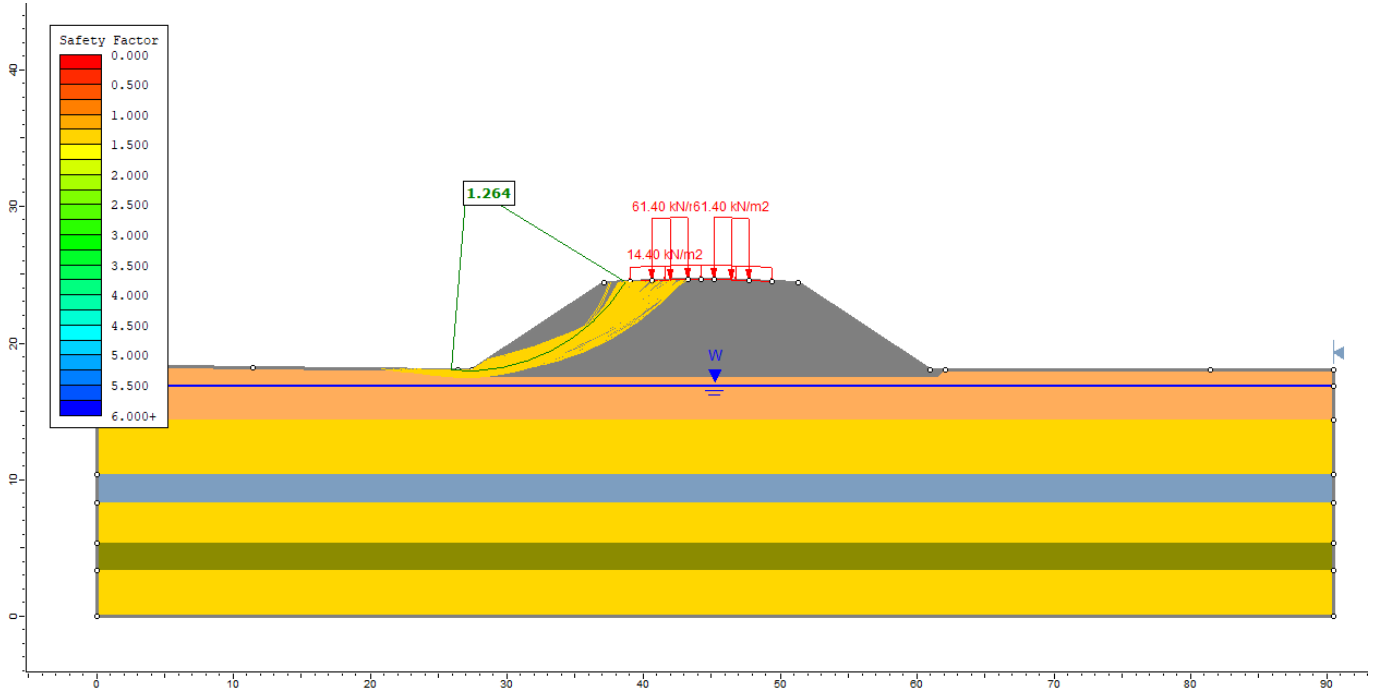


Figura 19 - Rilevato sezione n. 26 RI39 alla pk 24+874 - Analisi SLU in campo statico DA1C2 - Angolo di attrito del materiale del rilevato pari a 40° - Altezza rilevato 7 m circa

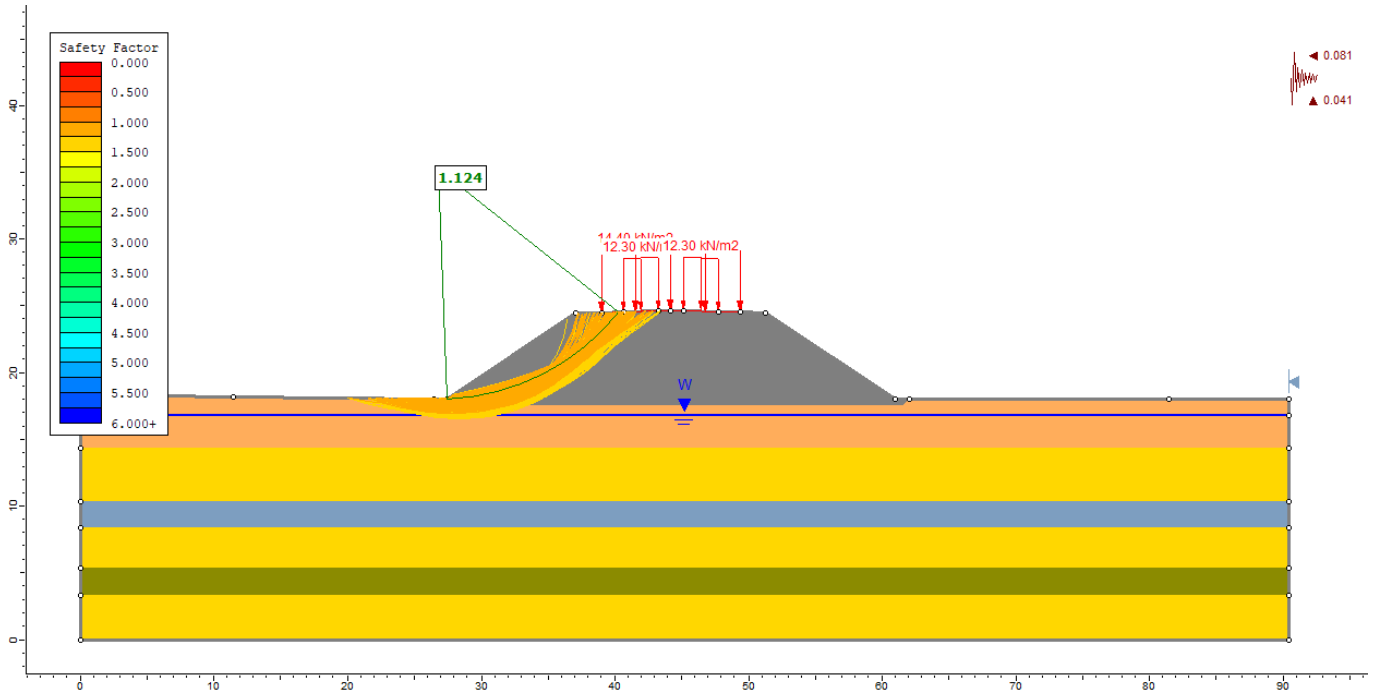


Figura 20 - Rilevato sezione n. 26 RI39 alla pk 24+874 - Analisi SLU in campo sismico - Angolo di attrito del materiale del rilevato pari a 40° - Altezza rilevato 7 m circa

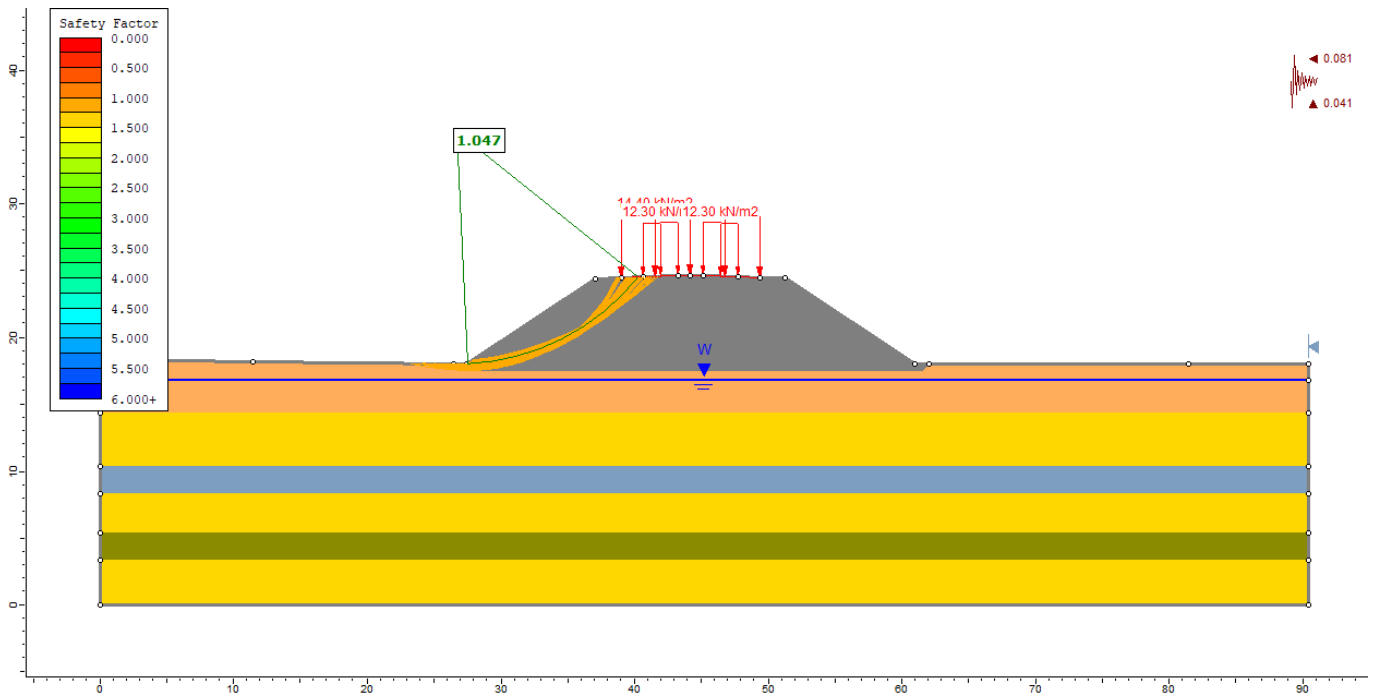


Figura 21 - Rilevato sezione n. 26 RI39 alla pk 24+874 - Analisi SLU in campo sismico – Angolo di attrito del materiale del rilevato pari a 38°- Altezza rilevato 7 m circa

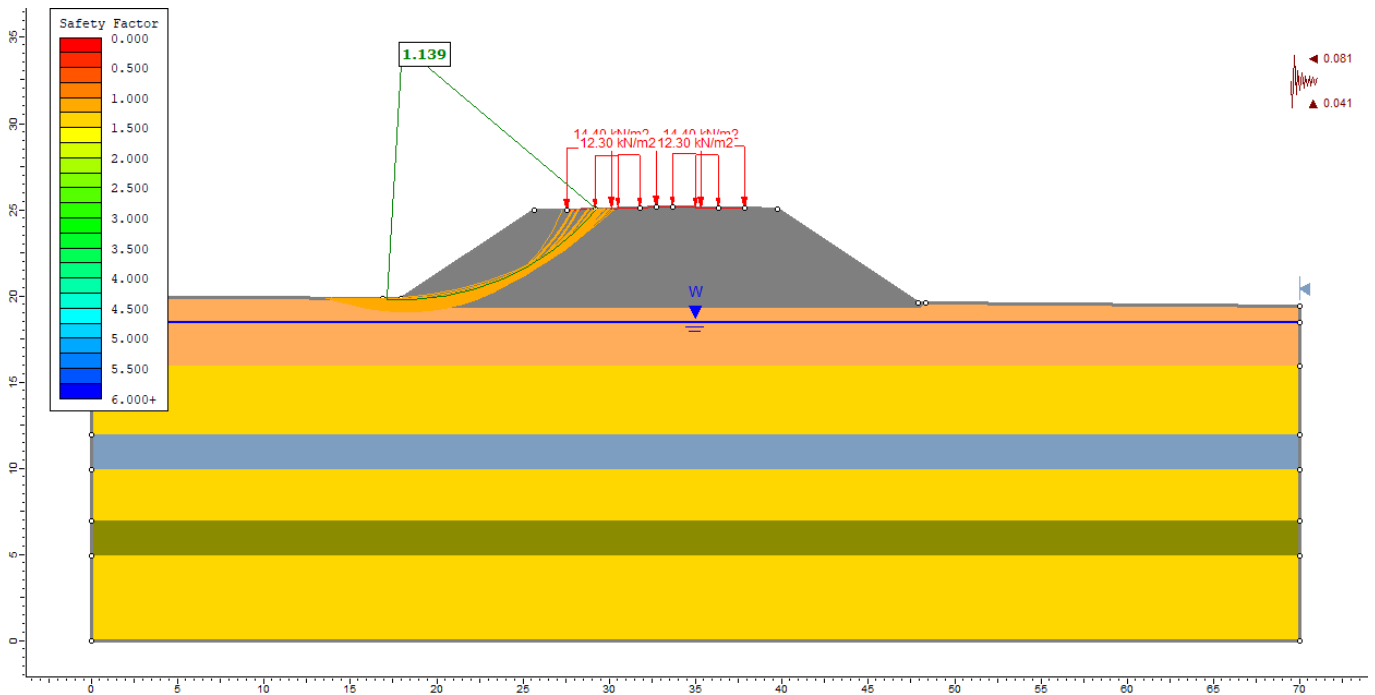




Figura 22 - Rilevato sezione n. RI21 alla pk 24+800 - Analisi SLU in campo sismico – Angolo di attrito del materiale del rilevato pari a 38°- Altezza rilevato 6 metri circa

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 46 di 116</p>

6.4 Verifica e risultati SLE

La determinazione del campo di spostamenti è stata svolta mediante l'utilizzo del codice di calcolo SETTLE 3D (Doc. Rif. [34]) che permette di valutare l'andamento dei cedimenti nel tempo sotto diverse ipotesi di carico. Il programma discretizza l'area analizzata in un numero finito di aree di carico e valuta gli incrementi di tensione indotti da ogni singola area di carico componendo poi gli effetti. A partire dagli incrementi tensionali vengono poi calcolati i cedimenti.

La valutazione dell'incremento dello stato tensionale indotto nel terreno dai carichi applicati viene condotta all'interno del codice di calcolo con riferimento a soluzioni basate sulle seguenti ipotesi semplificative:

- il terreno è schematizzato come un semispazio elastico lineare, omogeneo ed isotropo (modello di Boussinesq);
- l'area di carico è posta sulla superficie del semispazio ed è ipotizzata avere rigidità nulla.

Per una generica condizione di carico viene quindi eseguita una discretizzazione in un numero finito di aree di carico sulle quali è applicata una pressione uniforme o variabile linearmente.

Per ogni direttrice di calcolo del cedimento vengono valutati gli incrementi di tensione indotti da ogni singola area di carico componendo poi gli effetti.

Il calcolo dell'incremento delle tensioni normali indotte da un'area di carico nastriforme, soggetta a un carico uniformemente distribuito (parte centrale del rilevato), viene eseguita sulla base delle formule di Jumikis (1971).

$$\Delta\sigma_z = \frac{q}{\pi} \cdot \left[\tan^{-1}\left(\frac{x+B}{z}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{x-B}{z}\right) - \frac{z \cdot (x-B)}{(x-B)^2 + z^2} + \frac{z \cdot (x+B)}{(x+B)^2 + z^2} \right]$$

$$\Delta\sigma_x = \frac{q}{\pi} \cdot \left[\tan^{-1}\left(\frac{x+B}{z}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{x-B}{z}\right) + \frac{z \cdot (x-B)}{(x-B)^2 + z^2} - \frac{z \cdot (x+B)}{(x+B)^2 + z^2} \right]$$

$$\Delta\sigma_y = \nu \cdot (\Delta\sigma_z + \Delta\sigma_x)$$

dove:


$\Delta\sigma_z$, $\Delta\sigma_x$, $\Delta\sigma_y$ = incremento delle tensioni normali verticali e orizzontali

q = carico applicato

ν = coefficiente di Poisson

B = semilarghezza dell'area di carico in direzione x

x, y, z = coordinate geometriche di riferimento come indicato nella figura seguente.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 47 di 116

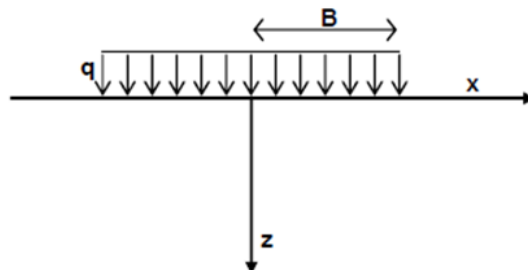


Figura 23 – Modello di calcolo Settle 3D – carico uniforme

Nel caso di un'area di carico nastroforme soggetta a un carico linearmente crescente (bordo del rilevato), le formule di Jumikis da applicare sono le seguenti:

$$\Delta\sigma_z = \frac{q}{\pi \cdot A} \cdot \left[(x - A) \cdot \left(\tan^{-1}\left(\frac{x - A}{z}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{x}{z}\right) \right) + \frac{A \cdot z \cdot x}{x^2 + z^2} \right]$$

$$\Delta\sigma_x = \frac{q}{\pi \cdot A} \cdot \left[(x - A) \cdot \left(\tan^{-1}\left(\frac{x - A}{z}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{x}{z}\right) \right) + z \cdot \ln\left(\frac{x^2 + z^2}{(x - A)^2 + z^2}\right) - \frac{A \cdot z \cdot x}{x^2 + z^2} \right]$$

$$\Delta\sigma_y = \nu \cdot (\Delta\sigma_z + \Delta\sigma_x)$$

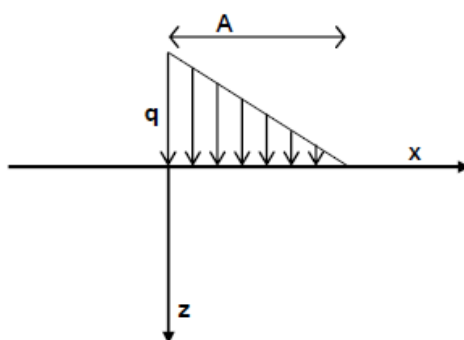




Figura 24 - Modello di calcolo Settle 3D – carico linearmente crescente

Il calcolo della deformazione verticale per ogni singolo sublayer viene valutato sulla base dell'incremento di sforzo verticale, utilizzando la seguente espressione:

$$\varepsilon_z = \frac{\Delta\sigma_z}{E}$$

Il cedimento verticale totale viene quindi calcolato come sommatoria dei cedimenti dei diversi strati.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 48 di 116</p>

Il calcolo dei cedimenti indotti dalla realizzazione del rilevato ferroviario è stato svolto modellando la successione stratigrafica in sito tenendo conto delle diverse caratteristiche di deformabilità degli strati, in accordo alla stratigrafia di progetto riportata in Tabella 2

Si sono assunti i valori caratteristici sia sulle azioni che sui materiali.

Si osserva come, in accordo con la stratigrafia e i parametri di progetto riportati nel Capitolo 4, i moduli elastici risultano di fatto indipendenti dallo stato tensionale ed il valore della quota della falda non ha alcuna influenza sull'esito del calcolo. Pertanto, nel calcolo la falda è stata rappresentata ad una quota convenzionale praticamente coincidente con il p.c.

Nell'ambito delle verifiche agli Stati Limite d'Esercizio, deve essere verificata la seguente disequaglianza:

$$E_d \leq C_d \quad (\text{Eq. 6.2.7 del Doc. Rif. [14]})$$

dove

E_d è il valore di progetto dell'effetto dell'azione, e C_d è il valore limite prescritto dell'effetto delle azioni.

Sulla base di quanto riportato sopra, le verifiche geotecniche sono pertanto volte ad identificare un campo di spostamenti/cedimenti.

La verifica è stata condotta con riferimento alle seguenti sezioni:

- sezione n. 26 - ubicata alla pk 24+874

illustrata alla Figura 1. Il modello di calcolo implementato la sezione analizzata è illustrato in Figura 25 e Figura 26.

Il carico dato dal completamento della linea ferroviaria, assunto pari a 14.4 kPa, è stato modellato come un carico distribuito applicato in corrispondenza dell'impronta del rilevato ferroviario.

La storia di carico riprodotta nell'analisi è la seguente:

- Costruzione rilevato per AV
- Completamento rilevato con posa del ballast

I cedimenti totali sono stati calcolati in corrispondenza degli assi dei due binari AV di nuova costruzione. I risultati sono illustrati in Figura 27 dove sono anche indicate le posizioni degli assi dei binari della linea AV.

Risulta quanto segue:

- sezione n. 26 - ubicata alla pk 24+874
 - i cedimenti totali lungo i due assi delle nuove linee AV sono pari a 99 mm su entrambi gli assi
 - il differenziale tra il cedimento dopo la costruzione del rilevato e quello dovuto alla posa del ballast è pari a circa 5 mm su entrambi gli assi della AV.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 49 di 116</p>

Considerato l'andamento stratigrafico (presenza in modo preponderante di materiali incoerenti), tale cedimento si esaurirà in pratica all'atto della applicazione dei carichi. I cedimenti di lungo termine sono da considerarsi nulli, e quindi non risultano essere necessarie analisi di consolidazione.

Inoltre, considerata la natura dei terreni, i cedimenti secondari sono trascurabili.

Dato il valore limitato dei cedimenti attesi, **la verifica SLE è quindi da considerarsi soddisfatta.**

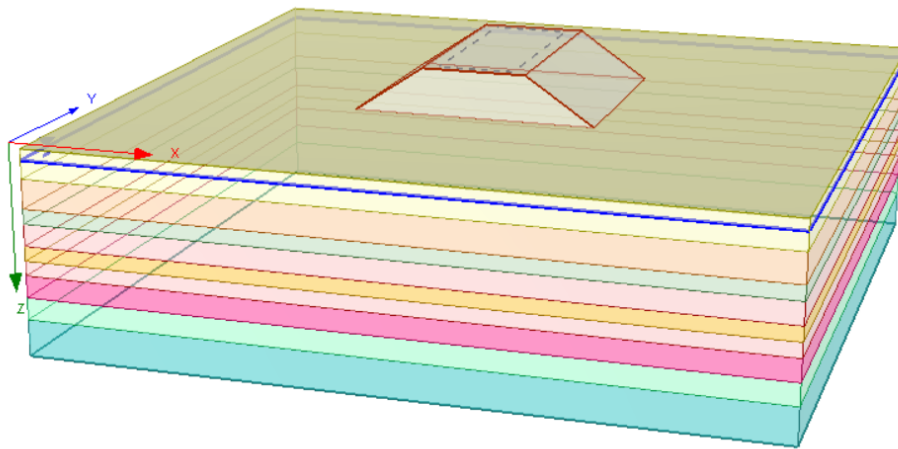


Figura 25 – Rilevato sezione n. 26 RI39 alla pk 24+874 - Analisi SLE – Modello di calcolo – Costruzione rilevato AV

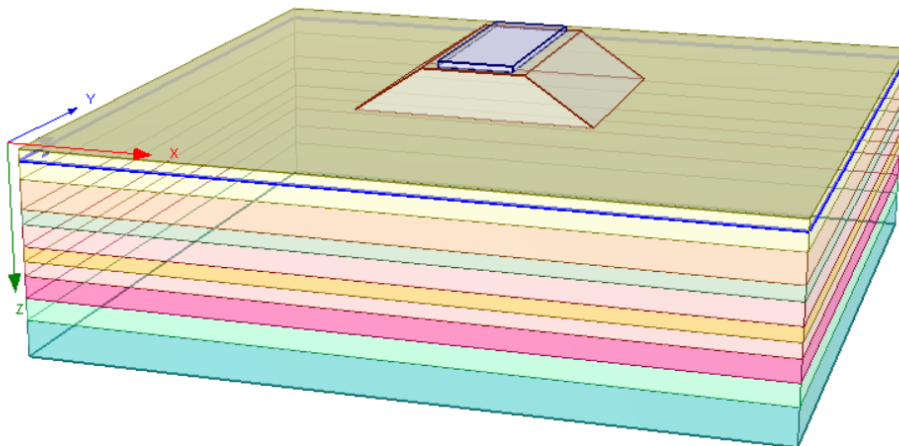




Figura 26 - Rilevato sezione n. 26 RI39 alla pk 24+874 - Analisi SLE – Modello di calcolo – Posa Ballast

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 50 di 116</p>

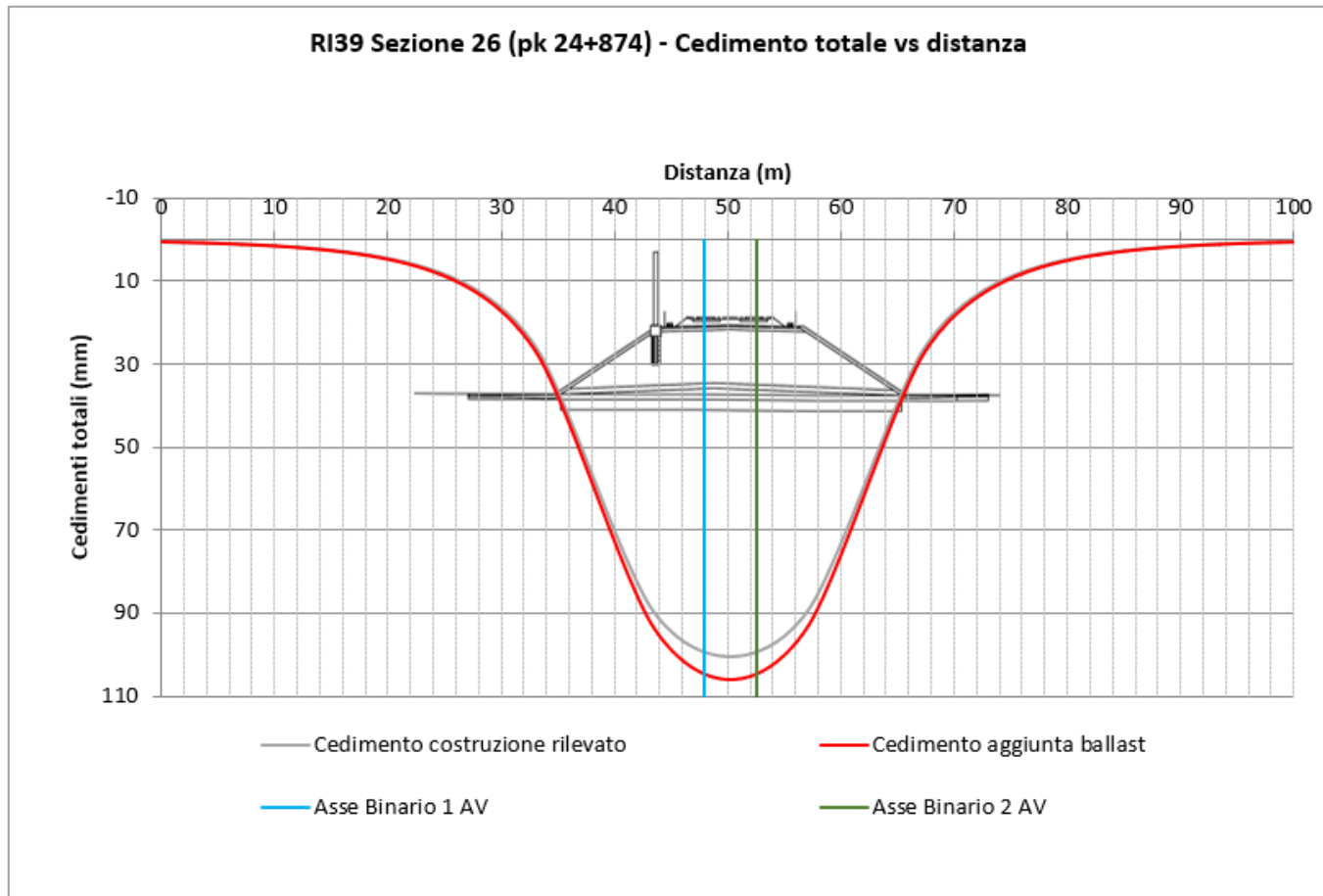


Figura 27 - Rilevato sezione n. 26 RI39 alla pk 24+874 - Analisi SLE – Risultato Cedimenti

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 51 di 116

7 CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

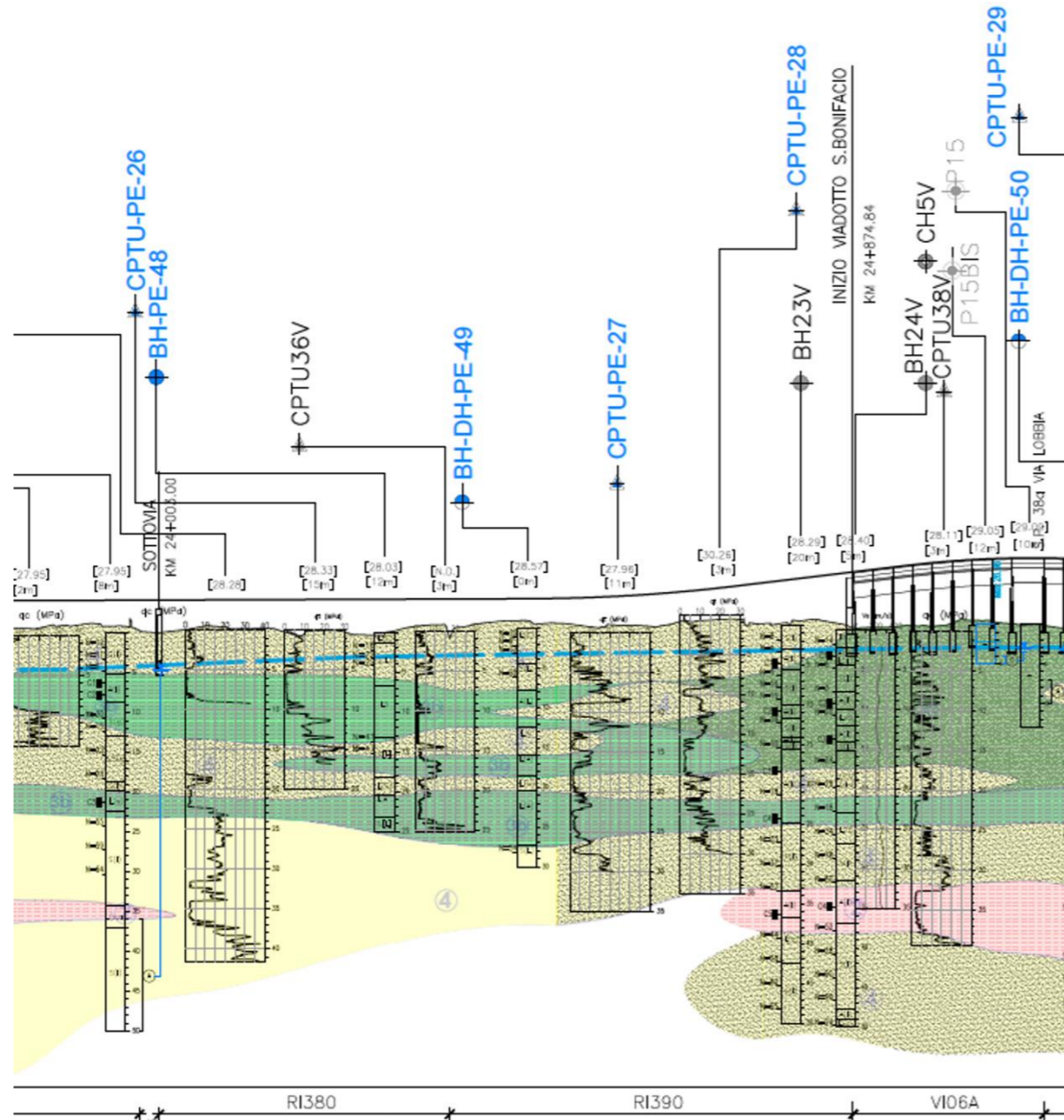
In conclusione, il rilevato oggetto di questa analisi risulta stabile nei confronti dei cinematismi delle superfici potenzialmente instabili che partono dalla sommità del rilevato e si estendono fino al terreno basale di fondazione. Nella parte terminale del rilevato, per altezze superiori ai 6 m, si prescrive, per la formazione del corpo del rilevato, l'utilizzo di materiali con angolo di resistenza al taglio $\phi \geq 40^\circ$.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 52 di 116</p>

ALLEGATI

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 53 di 116</p>

ALLEGATO 1 - PROFILO STRATIGRAFICO



Campagna indagini 2018 per CDS

● Sondaggio geognostico

Campagna indagini 2015

P1+P15, P20 ● Sondaggio a carotaggio continuo con installazione di Piezometro a Tubo Aperto (A)

P1+15Bis ● Foro a distruzione di nucleo per installazione di Piezometro Casagrande (C)

Campagna indagini 2014

SP ● Sondaggio a carotaggio continuo

SPC ● Sondaggio a carotaggio continuo (SP) con installazione di Piezometro Casagrande (C) e/o Piezometro a Tubo Aperto (A)

SDA ● Foro a distruzione di nucleo per installazione di Piezometro Casagrande (C) e/o Piezometro a Tubo Aperto (A)

CPTU ▲ Prova penetrometrica statica con piezocono (possibilità di avanzamento con trivellazione)

CPTU* ▲ Prova penetrometrica statica con piezocono "tradizionale"

CH ● Foro a distruzione di nucleo per esecuzione prove CROSS-HOLE

PT ■ Pozzetto esplorativo a 1.5 m da p.c. con prove di carico su piastra

(m) Profondità delle indagini

Campagna indagini pregresse

● Sondaggio geognostico (campagna 1998)

● Sondaggio geognostico, numero di riferimento (campagna 2002)

▲ CPTU, numero di riferimento (campagna 2002)

■ Pozzo con stratigrafia, numero di riferimento (Dati ex Aziende Industriali Municipalizzate (VI) per gentile concessione Centro Idrico Novoledo s.r.l.)

Classi dei terreni

- | | | |
|---|---|--|
| ① Riporto | 3a Area con prevalenza di sabbie limose/con limo e limi sabbiosi/con sabbia, a compartimento drenato, da sciolti a mediamente addensati | 4 Sabbie generalmente da debolmente limose a limose, da mediamente addensati a molto addensati |
| ② Limi argillosi e limi da compatte a molto compatte, generalmente sovraconsolidati | 3b Area con prevalenza di limi argillosi e argille limose, da tenere a mediamente compatte, generalmente NC o debolmente OC | 6 Ghiaie, ghiaie con sabbie, con presenza locale di ciottoli, anche di grandi dimensioni (fino a 80/100mm) |
| | 3a/b Area di alteranze, sia in verticale che planimetriche, di materiali 3a e 3b | |

LEGENDA

Campagna indagini integrative PE

- | | |
|---|--|
| BH-PE-n ● Sondaggio a carotaggio continuo | PT-PE-n ■ Pozzetto esplorativo |
| BH-PZ-PE-n ● Sondaggio a carotaggio continuo con l'installazione di piezometro a tubo aperto o Casagrande | BH-DH-PE-n ● Sondaggio con esecuzione di prova down hole |
| MASW-PE-n ● Indagine MASW | CH-PE-n ● Sondaggio con esecuzione di prova cross hole |
| CPTU-PE-n ▲ Prova penetrometrica statica con piezocono | ● Indagini ambientali |

Note per PE: Le sigle in blu si riferiscono a indagini disponibili e con coordinate certe.
Le prove CPTU41bis, 42bis 43 bis e 43 ter sono state ripetute due volte, con due attrezzature diverse.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 55 di 116</p>

ALLEGATO 2 - SONDAGGI

Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI3900001A

Foglio
56 di 116

Atmosfera con Sistemi di Gestione certificati da CertQuality - Qualità Ambiente Sicurezza - UNI EN ISO 9001:2008 - UNI EN ISO 14001:2004 - BS OHSAS 18001:2007

FERRARA DEPARTMENT
Via Aristide Zucchi, 48 - 41122 Ferrara (FR)
Tel.: +39 0532 81771 - Fax: +39 0532 81119
SOCOTEC ITALIA SpA - P.iva 0187243048
Headquarters: Via Benito, 101/103 - 20090 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 8375 0000 - Fax: +39 02 8375 0089
www.socotec.it



COMMITTENTE: CONSORZIO IRICAV DUE - Via Francesco Tovaglieri 413-00155 Roma (RM)

CANTIERE: San Bonifacio (VR)

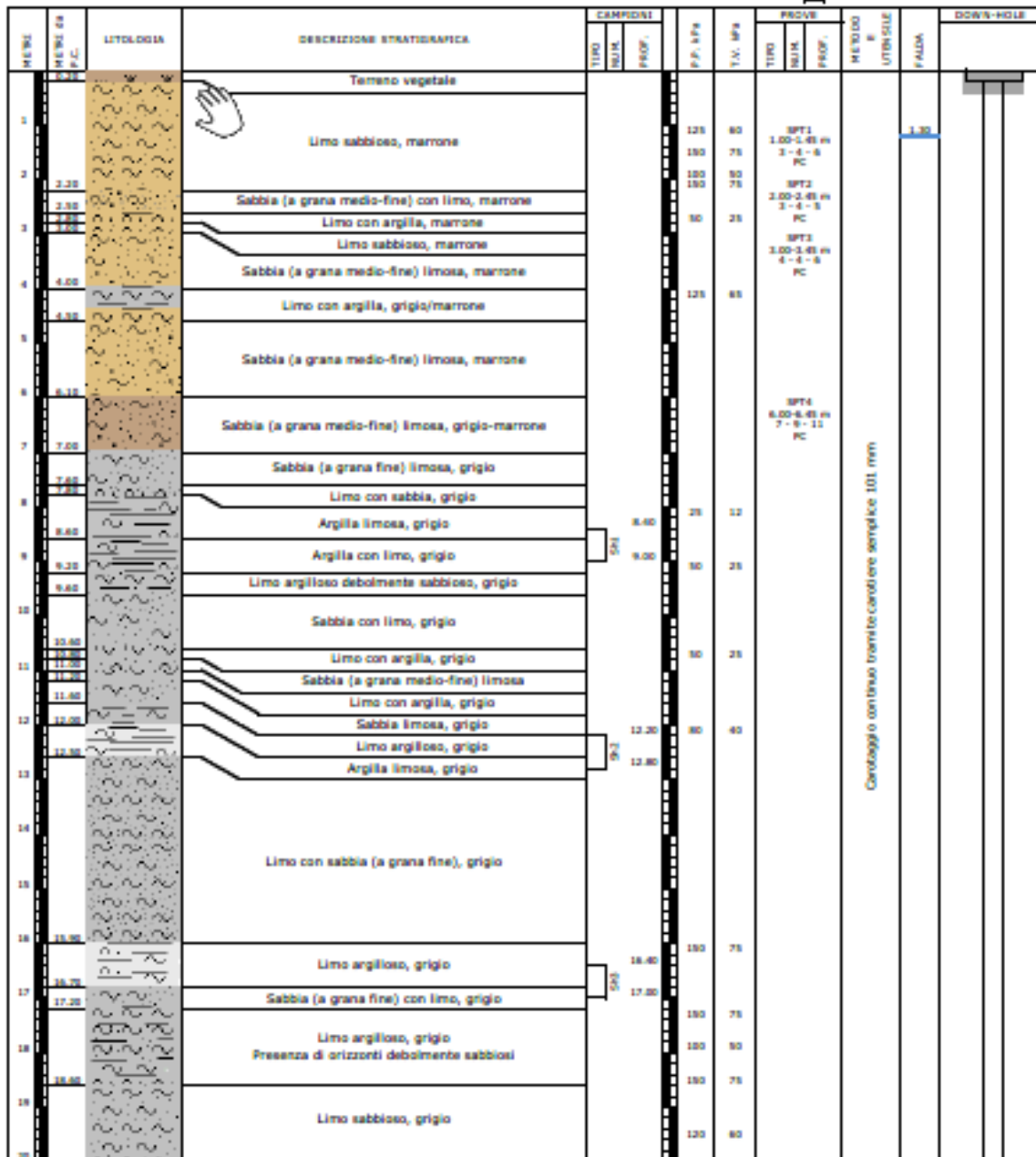
PERFORAZIONE: BH-PE-49
ESECUZIONE: 18-19/01/2021
COMMESSA: 22036AV-20

RDP SITO N°: SF210055
OPERATORE: EL HACHMI
RESPONSABILE: FERRABOSCHI

PROFONDITA': 30,00 m
RIVESTIMENTO: 30,00 m
QUOTA s.l.m.: 28,568 m

Individuato
 Rianzitutto
 Ambientale

SPT
PA: punta aperta
PC: punta chiusa



Il Direttore Tecnico SOA:
Ing. Massimo De Iasi

SF210055_BH-PE-49 - pag 1 di 5

Il Responsabile Prove in Sito:
dot. Massimo Romagnoli



Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI3900001A

Foglio
57 di 116

FERRARA DEPARTMENT
Via Aristide Zucchi, 48 - 46122 Ferrara (FR)
Tel.: +39 0532 86771 - Fax: +39 0532 86118
SOCOTEC ITALIA Srl - P. Via 0187023848
Headquarters: Via Barilla, 101/103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 8375 0000 - Fax: +39 02 8375 0089
www.socotec.it



COMMITTENTE: **CONSORZIO IRICAV DUE - Via Francesco Tovaglieri 413-00155 Roma (RM)**
CANTIERE: **San Bonifacio (VR)**
PERFORAZIONE: BH-PE-49 RDP SITO N°: SF210055 PROFONDITA': 30,00 m
ESECUZIONE: 18-19/01/2021 OPERATORE: EL HACHMI RIVESTIMENTO: 30,00 m
COMMESSA: 22036AV-20 RESPONSABILE: FERRABOSCHI QUOTA s.l.m.: 28,568 m

Induribato
 Rinverdigato
 Ambientale

SPT
PA: punta aperta
PC: punta chiusa

METER	METER OF P.C.	LITOLOGIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAMPIONI			P.F. kPa	T.V. kPa	PROVE			METER IN UTENSIL	PALDA	DOWNS-HOLE
				TURBO	FLUR	PROF.			TURBO	FLUR	PROF.			
20	20,00		Limo sabbioso, grigio											
21	21,00		Limo argilloso, grigio											
22	22,00		Limo sabbioso, grigio											
23	23,00		Limo con argilla, grigio				175	80						
24	24,00		Limo argilloso, grigio				150	75						
25	25,00		Limo argilloso, grigio				100	50						
26	26,00		Argilla limosa, grigio				100	50						
27	27,00		Sabbia (a grana fine) limosa, grigio				75	30						
28	28,00		Sabbia (a grana fine) limosa, grigio				100	50						
29	29,00		FINE SONDAGGIO											
30	30,00													
31	31,00													
32	32,00													
33	33,00													
34	34,00													
35	35,00													
36	36,00													
37	37,00													
38	38,00													
39	39,00													
40	40,00													

Il Direttore Tecnico SOA:
ing. Massimo De Iasi

SPT2020_BH-PE-49 - pag. 2 di 3

Il Responsabile Prove in Sito:
dot. Massimo Romagnoli



Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84
Relazione Geotecnica

Table with 4 columns: Progetto (IN17), Lotto (12), Codifica (EI2RBRI3900001A), Foglio (58 di 116)

FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 - 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl - P. Iva 01872430648
Headquarters: Via Banola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel. +39 02 9375 0000 - Fax +39 02 9375 0099



COMMITTENTE: CONSORZIO IIRICAV DUE - Via Francesco Tovaglieri 413-00155 Roma (RM)
CANTIERE: Linea Alta Velocità Verona-Vicenza
PROVA N°: CPTU_PE_27 PROF. FALDA (m da p.c.): 1.45 PUNTA: Tecnopenta G1-CPL2IN (matr. 121114)[a = 0.66]
DATA: 03/02/21 PREFORO (m da p.c.): Lat.: 45°23'46.79"N Long.: 11°18'55.36"E
COMMESSA: 22036AV/20 C. SITO N°: SFxxxxxx - 09/02/21 OPERATORE: L. Formisano QUOTA s.l.m:

Main data table with 12 columns (prof., qc, fs, U, incl., grad) and 12 rows of data points.

Il Direttore Tecnico SO:
ing. Massimo De lasi

Il Responsabile Prove in Sito:
dott. Massimo Romagnoli



Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84
Relazione Geotecnica

Table with 4 columns: Progetto (IN17), Lotto (12), Codifica (EI2RBRI390001A), Foglio (59 di 116)

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 - 44123 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl - P. Iva 01872430648

Headquarters: Via Banola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel. +39 02 9375 0000 - Fax +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality - Qualità Ambiente Sicurezza - UNI EN ISO 9001:2008 - UNI EN ISO 14001:2004 - BS OHSAS 18001:2007



COMMITTENTE: CONSORZIO IIRICAV DUE - Via Francesco Tovaglieri 413-00155 Roma (RM)

CANTIERE: Linea Alta Velocità Verona-Vicenza
PROVA N°: CPTU_PE_27 PROF. FALDA (m da p.c.): 1.45 PUNTA: Tecnopenta G1-CPL2IN (matr. 121114) [a = 0.66]
DATA: 03/02/21 PREFORO (m da p.c.): Lat.: 45°23'46.79"N Long.: 11°18'55.36"E
COMMESSA: 22036AV/20 C. SITO N°: SFxxxxxx - 09/02/21 OPERATORE: L. Formisano QUOTA s.l.m.:

Main data table with 12 columns: prof., qc, fs, U, incl., grad, and 11 columns of numerical data.

Il Direttore Tecnico SO:
ing. Massimo De lasi

Il Responsabile Prove in Sito:
dott. Massimo Romagnoli



Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84
Relazione Geotecnica

Table with 5 columns: Progetto (IN17), Lotto (12), Codifica (E12RBRI3900001A), Foglio (60 di 116)

FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 - 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl - P. Iva 01872430648
Headquarters: Via Banola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel. +39 02 9375 0000 - Fax +39 02 9375 0099
www.socotec.it



COMMITTENTE: CONSORZIO IIRICAV DUE - Via Francesco Tovaglieri 413-00155 Roma (RM)

CANTIERE: Linea Alta Velocità Verona-Vicenza
PROVA N°: CPTU_PE_27 PROF. FALDA (m da p.c.): 1.45 PUNTA: Tecnopenta G1-CPL21N (matr. 121114)[a = 0.66]
DATA: 03/02/21 PREFORO (m da p.c.): Lat.: 45°23'46.79"N Long.: 11°18'55.36"E
COMMESSA: 22036AV/20 C. SITO N°: SFxxxxxx - 09/02/21 OPERATORE: L. Formisano QUOTA s.l.m:

Main data table with 12 columns (prof., qc, fs, U, incl., grad) and 12 rows of data points.

Il Direttore Tecnico SO:
ing. Massimo De lasi

Il Responsabile Prove in Sito:
dott. Massimo Romagnoli

Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84
Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI3900001A

Foglio

61 di 116

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 - 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl - P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality - Qualità Ambiente Sicurezza - UNI EN ISO 9001:2008 - UNI EN ISO 14001:2004 - ISO OHSAS 18001:2011



COMMITTENTE: **CONSORZIO IRICAV DUE - Via Francesco Tovaglieri 413-00155 Roma (RM)**

CANTIERE: Linea Alta Velocità Verona-Vicenza

PROVA N°: CPTU_PE_27 PROF. FALDA (m da p.c.): 1.45

DATA: 03/02/21

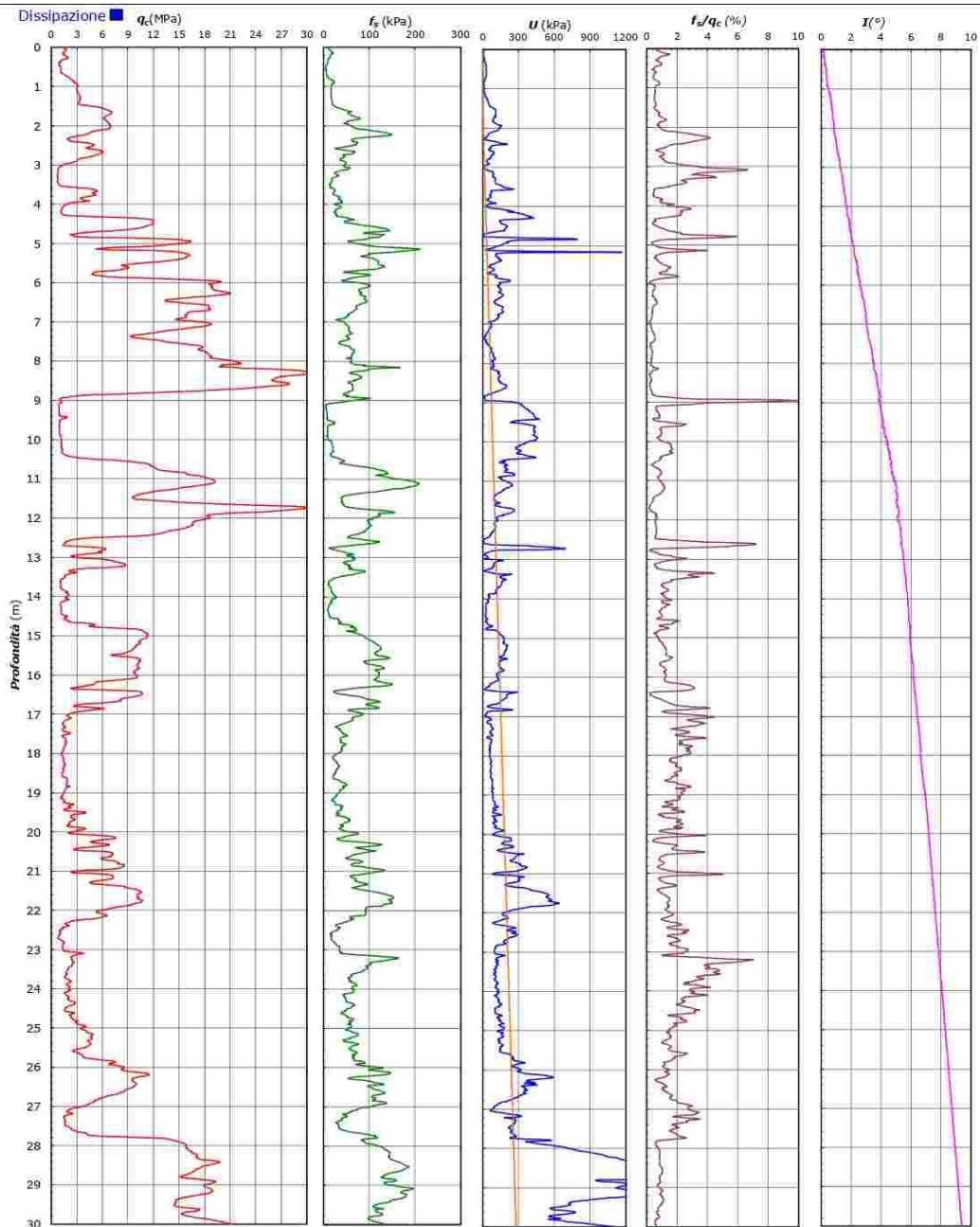
COMMESSA: 22036AV/20



PREFORO (m da p.c.):

C. SITO N°: SFxxxxxx - 09/02/21

PUNTA: Tecnopenta G1-CPL2IN (matr. 121114)[a = 0.66]
Lat.: 45°23'46.79"N Long.: 11°18'55.36"E

OPERATORE: L. Formisano QUOTA s.l.m:



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24 +368,06 a pk 24 +874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 62 di 116</p>

FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 - 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119
SOCOTEC ITALIA Srl - P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax +39 02 9375 0099
www.socotec.it



COMMITTENTE: CONSORZIO IRICAV DUE - Via Francesco Tovaglieri 413-00155 Roma (RM)
CANTIERE: Linea Alta Velocità Verona-Vicenza
PROVA N°: CPTU_PE_27 PROF. FALDA (m da p.c.): 1.45 PUNTA: Tecnopenta G1-CPL2IN (matr. 121114)[a = 0.66]
DATA: 03/02/21 PREFORO (m da p.c.): Lat.: 45°23'46.79"N Long.: 11°18'55.36"E
COMMESSA: 22036AV/20 C. SITO N°: SFxxxxxx - 09/02/21 OPERATORE: L. Formisano QUOTA s.l.m:

UBICAZIONE

Località: Linea Alta Velocità Verona-Vicenza



NOTE: Utilizzato 1 anello allargatore da inizio prova



Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84
Relazione Geotecnica

Progetto Lotto Codifica Foglio
IN17 12 EI2RBRI3900001A 63 di 116

FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 - 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl - P. Iva 01872430648
Headquarters: Via Banola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel. +39 02 9375 0000 - Fax +39 02 9375 0099
www.socotec.it



COMMITTENTE: CONSORZIO IIRICAV DUE - Via Francesco Tovaglieri 413-00155 Roma (RM)

CANTIERE: Linea Alta Velocità Verona-Vicenza
PROVA N°: CPTU_PE_28 PROF. FALDA (m da p.c.): 1.10 PUNTA: Tecnoptea G1-CPL21N (matr. 1211114) [a = 0.66]
DATA: 28/01/21 PREFORO (m da p.c.): Lat.: 45°23'52.33"N Long.: 11°19'3.64"E
COMMESSA: 22036AV/20 C. SITO N°: SFxxxxxx - 09/02/21 OPERATORE: L. Zanirato QUOTA S.l.m:

Table with 10 columns (prof., qc, fs, U, incl., grad) and 10 rows of data, representing geotechnical measurements across different points.

Il Direttore Tecnico SO:
ing. Massimo De lasi

Il Responsabile Prove in Sito:
dott. Massimo Romagnoli



Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84
Relazione Geotecnica

Table with 5 columns: Progetto (IN17), Lotto (12), Codifica (E12RBRI3900001A), Foglio (64 di 116)

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 - 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl - P. Iva 01872430648
Headquarters: Via Banola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel. +39 02 9375 0000 - Fax +39 02 9375 0099



COMMITTENTE: CONSORZIO IIRICAV DUE - Via Francesco Tovagliari 413-00155 Roma (RM)

CANTIERE: Linea Alta Velocità Verona-Vicenza
PROVA N°: CPTU_PE_28 PROF. FALDA (m da p.c.): 1.10
DATA: 28/01/21 PREFORO (m da p.c.): Lat.: 45°23'52.33"N Long.: 11°19'3.64"E
COMMESSA: 22036AV/20 C. SITO N°: SFxxxxxx - 09/02/21 OPERATORE: L. Zanirato QUOTA s.l.m:

Main data table with 12 columns (prof., qc, fs, U, incl., grad) and 12 rows of data points.

Il Direttore Tecnico SO:
ing. Massimo De lasi

Il Responsabile Prove in Sito:
dott. Massimo Romagnoli



Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84
Relazione Geotecnica

Progetto Lotto Codifica Foglio
IN17 12 E12RBRI3900001A 65 di 116

FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 - 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl - P. Iva 01872430648
Headquarters: Via Banola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel. +39 02 9375 0000 - Fax +39 02 9375 0099
www.socotec.it




COMMITTENTE: CONSORZIO IIRICAV DUE - Via Francesco Tovaglieri 413-00155 Roma (RM)

CANTIERE: Linea Alta Velocità Verona-Vicenza
PROVA N°: CPTU_PE_28 PROF. FALDA (m da p.c.): 1.10 PUNTA: Tecnopenta G1-CPL21N (matr. 121114)[a = 0.66]
DATA: 28/01/21 PREFOR (m da p.c.): Lat.: 45°23'52.33"N Long.: 11°19'3.64"E
COMMESSA: 22036AV/20 C. SITO N°: SFxxxxxx - 09/02/21 OPERATORE: L. Zanirato QUOTA S.l.m:

Table with 12 columns: prof., qc, fs, U, incl., grad, and 11 more columns. It contains a grid of numerical data points for geotechnical analysis.

Il Direttore Tecnico SO:
ing. Massimo De lasi

Il Responsabile Prove in Sito:
dott. Massimo Romagnoli

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 66 di 116

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 - 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl - P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax +39 02 9375 0099
www.socotec.it

COMMITTENTE: CONSORZIO IRICAV DUE - Via Francesco Tovaglieri 413-00155 Roma (RM)
CANTIERE: Linea Alta Velocità Verona-Vicenza

PROVA N°: CPTU_PE_28 PROF. FALDA (m da p.c.): 1.10 PUNTA: Tecnopenta G1-CPL2IN (matr. 121114)[a = 0.66]

DATA: 28/01/21 PREFORO (m da p.c.): Lat.: 45°23'52.33"N Long.: 11°19'3.64"E

COMMESSA: 22036AV/20 C. SITO N°: SFxxxxxx - 09/02/21 OPERATORE: L. Zanirato QUOTA s.l.m.:

prof. m	qc Mpa	fs kPa	U kPa	incl. gradi	prof. m	qc Mpa	fs kPa	U kPa	incl. gradi	prof. m	qc Mpa	fs kPa	U kPa	incl. gradi	prof. m	qc Mpa	fs kPa	U kPa	incl. gradi
30.02	22.92	282.28	###	9.33															
30.04	23.34	284.77	###	9.39															
30.06	23.77	288.15	###	9.45															
30.08	24.21	292.41	###	9.50															
30.10	24.63	295.57	###	9.51															
30.12	25.05	299.61	###	9.54															

Il Direttore Tecnico SO:
ing. Massimo De Iasi

SFxxxxx_CPTU-PE-28.xls - pag 4 di 6

Il Responsabile Prove in Sito:
dott. Massimo Romagnoli



Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto	Lotto	Codifica	Foglio
	IN17	12	EI2RBRI3900001A	67 di 116

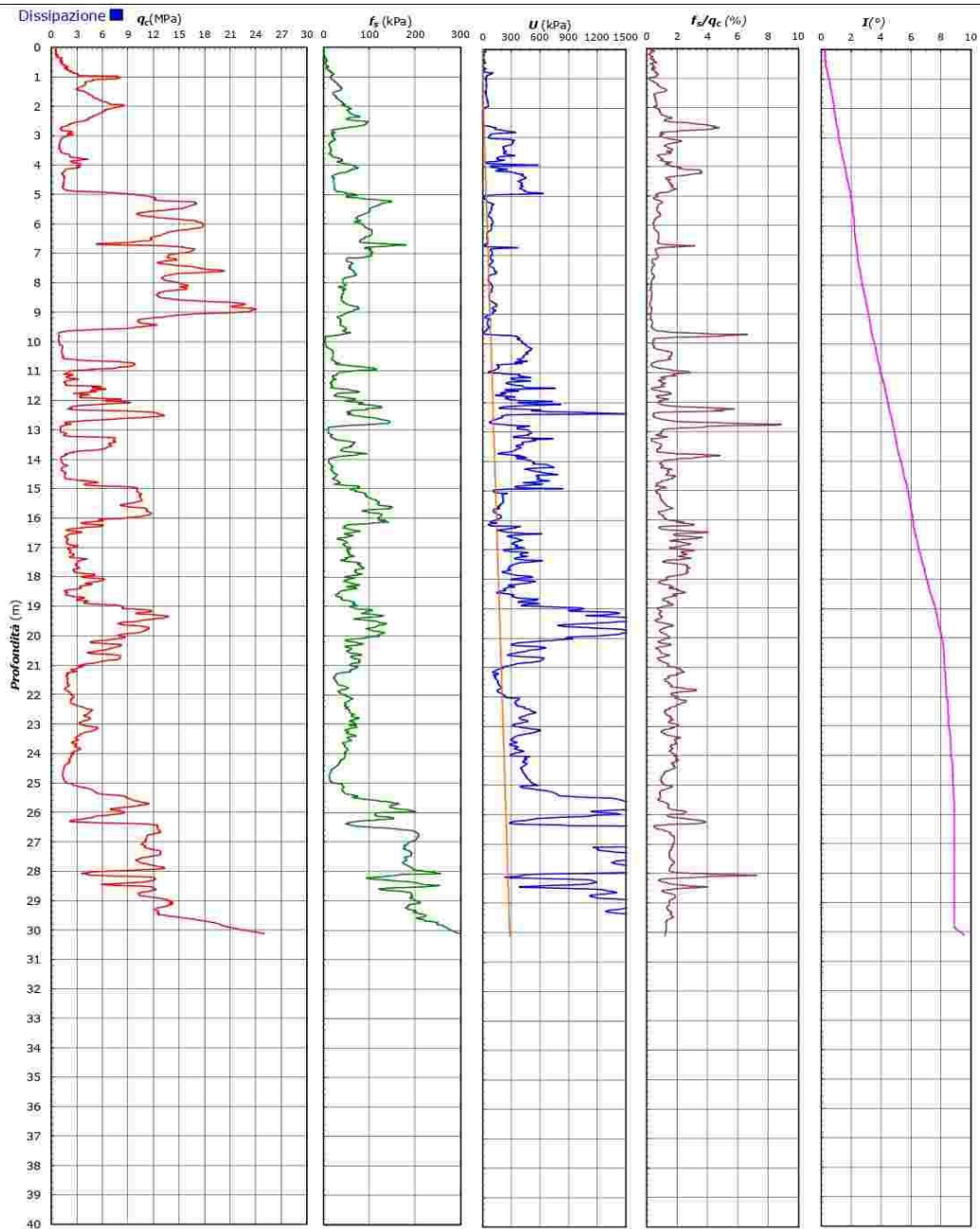
FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 - 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl - P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax +39 02 9375 0099



COMMITTENTE: **CONSORZIO IRICAV DUE - Via Francesco Tovaglieri 413-00155 Roma (RM)**

CANTIERE: Linea Alta Velocità Verona-Vicenza
PROVA N°: CPTU_PE_28 PROF. FALDA (m da p.c.): 1.10 PUNTA: Tecnopenta G1-CPL2IN (matr. 121114)[a = 0.66]
DATA: 28/01/21 PREFORO (m da p.c.): Lat.: 45°23'52.33"N Long.: 11°19'3.64"E
COMMESSA: 22036AV/20 C. SITO N°: SFxxxxxx - 09/02/21 OPERATORE: L. Zanirato QUOTA s.l.m:



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 68 di 116</p>

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 - 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl - P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality - Qualità Ambiente Sicurezza - UNI EN ISO 9001:2008 - UNI EN ISO 14001:2004 - ISO OHSAS 18001:2011



COMMITTENTE: CONSORZIO IRICAV DUE - Via Francesco Tovaglieri 413-00155 Roma (RM)

CANTIERE: Linea Alta Velocità Verona-Vicenza

PROVA N°: CPTU_PE_28 PROF. FALDA (m da p.c.): 1.10 PUNTA: Tecnopenta G1-CPL2IN (matr. 121114)[a = 0.66]
DATA: 28/01/21 PREFORO (m da p.c.): Lat.: 45°23'52.33"N Long.: 11°19'3.64"E
COMMESSA: 22036AV/20 C. SITO N°: SFxxxxxx - 09/02/21 OPERATORE: L. Zanirato QUOTA s.l.m:

UBICAZIONE

Località: Linea Alta Velocità Verona-Vicenza



NOTE: Utilizzato 1 anello allargatore da inizio prova



Rilevato ferroviario da pk 24 +368,06 a pk 24 +874,84
Relazione Geotecnica

Progetto

Lotto

Codifica

Foglio

IN17

12

EI2RBRI3900001A

73 di 116

GEOlavori		SCHEDA DI SONDAGGIO		COMM. cm017/15	
medagli geognostiche dive geotecniche in sito		SECONDO RACCOMANDAZIONI A.G.I. (1977)		PAG. 2 DI 3	
Rev 0	Data 31/12/2008	CERTIFICATO	centr024cm01715	DIRETTORE	Dott. Ing. Davide Splendore
COMMITTENTE Iricav Due					
CANTIERE Linea AV/AC VR-PD Variante di San Bonifacio					
PERFORAZIONE N. BH24V		DATA INIZIO 09/04/2015		ULTIMAZIONE 14/04/2015	
COORDINATE GB: Nord Est		Quota s.l.m.m.		ATTREZZATURA Mustang A65	
RESPONSABILE Dott. Dal Colle		OPERATORE Sig. Ferrareto			
Da m. 20.00	A m. 40.00	Profondità Finale m. 50.00	PAG. 3	DI 6	
DESCRIZIONE STRATIGRAFICA		PROFONDITA' m da fondo	PROFONDITA' m B.H.C.	PROFONDITA' m S.P.T.	
Limo debolmente argilloso, consistente, grigio.		20.15	20.55		
Argilla limosa debolmente organica con punti neri torbosi, grigia.		21.00			
Limo da argilloso a debolmente sabbioso, da consistente a moderatamente addensato, grigio.		23.00			
Limo debolmente sabbioso, moderatamente addensato, grigio scuro.		23.60			
Limo sabbioso grigio verdognolo.		24.00			
Sabbia fine limosa argillosa grigio verdognola.		24.90			
Limo deb. sabbioso grigio verdognolo con intercalazioni centimetriche di sabbia fine grigia, addensato, compatto.		26.90			
Sabbia fine addensata, grigia.		28.80			
Sabbia medio fine addensata, grigia.		30.40			
Sabbia fine addensata, grigia.		31.60			
Argilla limosa, consistente, grigio scura, debolmente organica.		32.00			
Sabbia medio fine, addensata, grigia.		32.25			
Argilla limosa, consistente, grigio scura, deb. organica con frustoli vegetali.		33.60			
Argilla e limo, consistente, organica.		35.15			
Argilla limosa, compatta, con noduli carbonatici, grigio azzurra.		36.20			
Limo e argilla con noduli carbonatici, consistente, grigio chiaro.		36.95			
Limo deb. sabbioso, addensato, grigio verdognolo.		37.50			
Limo sabbioso argilloso, addensato, grigio.		39.00			
Sabbia fine limosa grigia.		39.70			
Limo con sabbia fine, grigio.		40.00			

PROVE IN FORO		PERMEAB. LEFRANC.		VANE TEST		PRESSIOMETRO MENARD		PERMEAB. LUGEON		NOTE	
MANDRINA DI CAROTTAGGIO	T.C.R. %	S.C.R. %	R.Q.D. %	DIMENSIONE SPEZZIONI	PROVE	STRUMENTAZIONE	METODI DI PERFORAZIONE	ATTREZZI DI PERFORAZIONE	PERMEABILITA'	INSTRUMENTAZIONE	DATA
				5-8 cm	5-10 cm	10-15 cm					
	100						TUBO PVC Ø 3" PER PROVA CROSS HOLE				10/04/2015
							TUBO DECO				
							CEMENTAZIONE				
							CAROTTAGGIO CONTINUO A SECCO				
							CAROTIERE SEMPLICE Ø 101 mm				
							Ø 127 mm				31.00
											13/04/2015

GEOlavori S.r.l. - 35042 ESTE (PD) - Via Callido n. 7 - TEL. 0429801478 - FAX 042955639

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 75 di 116</p>

ALLEGATO 3 - SEZ. N° 26 - TABULATI DI SLIDE

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 76 di 116</p>

Slide Analysis Information

RI39_26_fi40gradi_R01

Project Summary

File Name:	RI39_26_fi40gradi_R01.slmd
Slide Modeler Version:	9.012
Project Title:	SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created:	12/10/2021, 10:22:08

Currently Open Scenarios

Group Name	Scenario Name	Global Minimum	Compute Time
Statica 	Master Scenario	Bishop Simplified: 1.263940 Spencer: 1.258480 Gle/morgenstern-price: 1.261400	00h:00m:01.764s
Sismica kv+ 	Master Scenario	Bishop Simplified: 1.141260 Spencer: 1.141740 Gle/morgenstern-price: 1.144440	00h:00m:02.190s
Sismica kv- 	Master Scenario	Bishop Simplified: 1.124120 Spencer: 1.123750 Gle/morgenstern-price: 1.127630	00h:00m:02.412s

General Settings

Units of Measurement:	Metric Units
Time Units:	days
Permeability Units:	meters/second
Data Output:	Standard
Failure Direction:	Right to Left

Design Standard

Statica

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 77 di 116</p>

RI39_26_fi40gradi_R01

giovedì 14 ottobre 2021

Selected Type: Eurocode 7 (User Defined)
Name: NTC2008 A2+M2+R2 Statica



Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1.3
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1.25
Coefficient of shearing resistance	1.25
Undrained strength	1.4
Weight density	1
Shear strength (other models)	1
Earth resistance	1
Tensile and plate strength	1
Shear strength	1
Compressive strength	1
Bond strength	1
Seismic Coefficient	1

◆ **Sismica kv+**

Selected Type: Eurocode 7 (User Defined)
Name: NTC2008 A2+M2+R2 Sismica

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1.25
Coefficient of shearing resistance	1.25
Undrained strength	1.4
Weight density	1
Shear strength (other models)	1
Earth resistance	1
Tensile and plate strength	1
Shear strength	1
Compressive strength	1
Bond strength	1
Seismic Coefficient	1

◆ **Sismica kv-**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 78 di 116</p>

RI39_26_fi40gradi_R01

giovedì 14 ottobre 2021

Selected Type: Eurocode 7 (User Defined)
Name: NTC2008 A2+M2+R2 Sismica

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1.25
Coefficient of shearing resistance	1.25
Undrained strength	1.4
Weight density	1
Shear strength (other models)	1
Earth resistance	1
Tensile and plate strength	1
Shear strength	1
Compressive strength	1
Bond strength	1
Seismic Coefficient	1

Analysis Options

All Open Scenarios

Slices Type:	Vertical
	Analysis Methods Used
	Bishop simplified
	GLE/Morgenstern-Price with interslice force function (Half Sine)
	Spencer
Number of slices:	50
Tolerance:	0.005
Maximum number of iterations:	75
Check malpha < 0.2:	Yes
Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos:	Yes
Initial trial value of FS:	1
Steffensen Iteration:	Yes

Groundwater Analysis

All Open Scenarios

Groundwater Method:	Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight [kN/m3]:	9.81
Use negative pore pressure cutoff:	Yes
Maximum negative pore pressure [kPa]:	0
Advanced Groundwater Method:	None

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 79 di 116</p>

RI39_26_fi40gradi_R01

giovedì 14 ottobre 2021

Random Numbers

All Open Scenarios

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

◆ Statica

Surface Type: Circular
Search Method: Auto Refine Search
Divisions along slope: 20
Circles per division: 10
Number of iterations: 10
Divisions to use in next iteration: 50%
Composite Surfaces: Disabled
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth [m]: 2.5
Minimum Area: Not Defined
Minimum Weight: Not Defined

◆ Sismica kv+

Surface Type: Circular
Search Method: Auto Refine Search
Divisions along slope: 20
Circles per division: 10
Number of iterations: 10
Divisions to use in next iteration: 50%
Composite Surfaces: Disabled
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth [m]: 3
Minimum Area: Not Defined
Minimum Weight: Not Defined

◆ Sismica kv-

Surface Type: Circular
Search Method: Auto Refine Search
Divisions along slope: 20
Circles per division: 10
Number of iterations: 10
Divisions to use in next iteration: 50%
Composite Surfaces: Disabled
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth [m]: 3
Minimum Area: Not Defined
Minimum Weight: Not Defined

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 80 di 116</p>

RI39_26_fi40gradi_R01

giovedì 14 ottobre 2021

Seismic Loading

◆ Statica

Advanced seismic analysis: No
Staged pseudostatic analysis: No

◆ Sismica kv+

Advanced seismic analysis: No
Staged pseudostatic analysis: No
Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.081
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.041

◆ Sismica kv-

Advanced seismic analysis: No
Staged pseudostatic analysis: No
Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.081
Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.041

Loading

◆ Statica

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 14.4
Orientation: Vertical
Load Action: Permanent

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 61.4
Orientation: Vertical
Load Action: Variable

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 61.4
Orientation: Vertical
Load Action: Variable

◆ Sismica kv+

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 81 di 116</p>

RI39_26_fi40gradi_R01


giovedì 14 ottobre 2021

 	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	14.4
Orientation:	Vertical
Load Action:	Dead
 	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	12.3
Orientation:	Vertical
Load Action:	Live
 	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	12.3
Orientation:	Vertical
Load Action:	Live

◆ Sismica kv-






 	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	14.4
Orientation:	Vertical
Load Action:	Dead
 	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	12.3
Orientation:	Vertical
Load Action:	Live
 	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	12.3
Orientation:	Vertical
Load Action:	Live

Materials

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 82 di 116</p>


RI39_26_fi40gradi_R01

giovedì 14 ottobre 2021

Rilevato	
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	20
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	40
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	Automatically Calculated
U4 superficiale	
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	19
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	34
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	Automatically Calculated
U4 profondo	
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	19
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	38
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	Automatically Calculated
UG3b sup	
Color	
Strength Type	Undrained
Unit Weight [kN/m3]	18.5
Cohesion [kPa]	60
Cohesion Type	Constant
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	Automatically Calculated
UG3b prof	
Color	
Strength Type	Undrained
Unit Weight [kN/m3]	18.5
Cohesion [kPa]	70
Cohesion Type	Constant
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	Automatically Calculated

Materials In Use

Material	Statica	Sismica kv+	Sismica kv-
Rilevato 	✓	✓	✓
U4 superficiale 	✓	✓	✓
U4 profondo 	✓	✓	✓
UG3b sup 	✓	✓	✓
UG3b prof 	✓	✓	✓

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 83 di 116

RI39_26_fi40gradi_R01

giovedì 14 ottobre 2021

Global Minimums

◆ Statica

Method: bishop simplified

FS	1.263940
Center:	27.023, 31.639
Radius:	13.645
Left Slip Surface Endpoint:	25.903, 18.039
Right Slip Surface Endpoint:	38.648, 24.495
Resisting Moment:	3216.41 kN-m
Driving Moment:	2544.74 kN-m
Total Slice Area:	19.3659 m ²
Surface Horizontal Width:	12.7453 m
Surface Average Height:	1.51945 m

Method: spencer



FS	1.258480
Center:	27.036, 31.619
Radius:	13.623
Left Slip Surface Endpoint:	25.948, 18.039
Right Slip Surface Endpoint:	38.648, 24.495
Resisting Moment:	3199.02 kN-m
Driving Moment:	2541.98 kN-m
Resisting Horizontal Force:	202.594 kN
Driving Horizontal Force:	160.983 kN
Total Slice Area:	19.3773 m ²
Surface Horizontal Width:	12.7003 m
Surface Average Height:	1.52574 m

Method: gle/morgenstern-price

FS	1.261400
Center:	27.123, 31.488
Radius:	13.481
Left Slip Surface Endpoint:	26.243, 18.036
Right Slip Surface Endpoint:	38.648, 24.495
Resisting Moment:	3185.29 kN-m
Driving Moment:	2525.19 kN-m
Resisting Horizontal Force:	203.613 kN
Driving Horizontal Force:	161.418 kN
Total Slice Area:	19.4662 m ²
Surface Horizontal Width:	12.4055 m
Surface Average Height:	1.56916 m

◆ Sismica kv±

Method: bishop simplified

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 84 di 116

RI39_26_fi40gradi_R01

giovedì 14 ottobre 2021

FS		1.141260
Center:	26.767, 35.148	
Radius:	17.121	
Left Slip Surface Endpoint:	27.453, 18.041	
Right Slip Surface Endpoint:	40.208, 24.542	
Resisting Moment:	5387.61 kN-m	
Driving Moment:	4720.77 kN-m	
Total Slice Area:	24.7194 m ²	
Surface Horizontal Width:	12.7543 m	
Surface Average Height:	1.93812 m	

Method: spencer

FS		1.141740
Center:	26.767, 35.148	
Radius:	17.121	
Left Slip Surface Endpoint:	27.453, 18.041	
Right Slip Surface Endpoint:	40.208, 24.542	
Resisting Moment:	5389.87 kN-m	
Driving Moment:	4720.77 kN-m	
Resisting Horizontal Force:	277.214 kN	
Driving Horizontal Force:	242.8 kN	
Total Slice Area:	24.7194 m ²	
Surface Horizontal Width:	12.7543 m	
Surface Average Height:	1.93812 m	

Method: gle/morgenstern-price

FS		1.144440
Center:	26.767, 35.148	
Radius:	17.121	
Left Slip Surface Endpoint:	27.453, 18.041	
Right Slip Surface Endpoint:	40.208, 24.542	
Resisting Moment:	5402.63 kN-m	
Driving Moment:	4720.77 kN-m	
Resisting Horizontal Force:	277.427 kN	
Driving Horizontal Force:	242.413 kN	
Total Slice Area:	24.7194 m ²	
Surface Horizontal Width:	12.7543 m	
Surface Average Height:	1.93812 m	

 **Sismica kv-**
Method: bishop simplified

FS		1.124120
Center:	26.734, 35.236	
Radius:	17.206	
Left Slip Surface Endpoint:	27.459, 18.045	
Right Slip Surface Endpoint:	40.214, 24.542	
Resisting Moment:	4969.72 kN-m	
Driving Moment:	4420.98 kN-m	
Total Slice Area:	24.644 m ²	
Surface Horizontal Width:	12.7546 m	
Surface Average Height:	1.93216 m	

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 85 di 116</p>

RI39_26_fi40gradi_R01

giovedì 14 ottobre 2021

Method: spencer

FS	1.123750
Center:	26.734, 35.236
Radius:	17.206
Left Slip Surface Endpoint:	27.459, 18.045
Right Slip Surface Endpoint:	40.214, 24.542
Resisting Moment:	4968.1 kN-m
Driving Moment:	4420.98 kN-m
Resisting Horizontal Force:	254.354 kN
Driving Horizontal Force:	226.343 kN
Total Slice Area:	24.644 m ²
Surface Horizontal Width:	12.7546 m
Surface Average Height:	1.93216 m

Method: gle/morgenstern-price

FS	1.127630
Center:	26.734, 35.236
Radius:	17.206
Left Slip Surface Endpoint:	27.459, 18.045
Right Slip Surface Endpoint:	40.214, 24.542
Resisting Moment:	4985.24 kN-m
Driving Moment:	4420.98 kN-m
Resisting Horizontal Force:	254.679 kN
Driving Horizontal Force:	225.853 kN
Total Slice Area:	24.644 m ²
Surface Horizontal Width:	12.7546 m
Surface Average Height:	1.93216 m

Entity Information

◆ **Statica**

Shared Entities

Type	Coordinates (x,y)
------	-------------------

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 86 di 116</p>

RI39_26_fi40gradi_R01

giovedì 14 ottobre 2021

<p>External Boundary</p>	<p>-0.00110444, 2.95457e-05 90.4336, 2.95457e-05 90.4336, 3.3578 90.4336, 5.3578 90.4336, 8.3578 90.4336, 10.3578 90.4336, 14.3578 90.4336, 18.038 81.4297, 18.0149 62.0486, 18.0228 60.9327, 18.0233 51.2709, 24.4645 49.3685, 24.5172 47.7253, 24.5627 45.13, 24.6346 44.1797, 24.661 43.2377, 24.6327 40.63, 24.5545 38.9744, 24.5048 37.0636, 24.4475 27.4273, 18.0233 26.4114, 18.0341 11.4297, 18.1933 -0.00110444, 18.3578 -0.00110444, 14.3578 -0.00110444, 10.3578 -0.00110444, 8.3578 -0.00110444, 5.3578 -0.00110444, 3.3578</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>38.9744, 24.5048 38.9744, 22.9893 49.3778, 22.9893 49.3685, 24.5172</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>40.63, 24.5545 40.63, 23.6882 43.2573, 23.6882 43.2377, 24.6327</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>45.13, 24.6346 45.13, 23.6657 47.7157, 23.6657 47.7253, 24.5627</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>26.4114, 18.0341 27.0181, 17.503 28.0642, 16.5873 60.4891, 16.4584 61.5305, 17.503 62.0486, 18.0228</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>-0.00110444, 14.3578 90.4336, 14.3578</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>-0.00110444, 10.3578 90.4336, 10.3578</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>-0.00110444, 8.3578 90.4336, 8.3578</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>-0.00110444, 5.3578 90.4336, 5.3578</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>-0.00110444, 3.3578 90.4336, 3.3578</p>






<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 87 di 116</p>

RI39_26_fi40gradi_R01

giovedì 14 ottobre 2021

Material Boundary	27.0181, 17.503 61.5305, 17.503
-------------------	------------------------------------

Scenario-based Entities

Type	Coordinates (x,y)	Master Scenario
Water Table	-0.00110444, 16.833 90.4336, 16.833	Assigned to:  Rilevato  U4 superficiale  U4 profondo  UG3b sup  UG3b prof
Distributed Load	38.9744, 24.5048 40.63, 24.5545 43.2377, 24.6327 44.1797, 24.661 45.13, 24.6346 47.7253, 24.5627 49.3685, 24.5172	Constant DistributionOrientation: VerticalMagnitude: 14.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	40.63, 24.5545 43.2377, 24.6327	Constant DistributionOrientation: VerticalMagnitude: 61.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	45.13, 24.6346 47.7253, 24.5627	Constant DistributionOrientation: VerticalMagnitude: 61.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No

Sismica kv+

Shared Entities

Type	Coordinates (x,y)
------	-------------------

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 88 di 116

RI39_26_fi40gradi_R01

giovedì 14 ottobre 2021

External Boundary	-0.00110444, 2.95457e-05 90.4336, 2.95457e-05 90.4336, 3.3578 90.4336, 5.3578 90.4336, 8.3578 90.4336, 10.3578 90.4336, 14.3578 90.4336, 18.038 81.4297, 18.0149 62.0486, 18.0228 60.9327, 18.0233 51.2709, 24.4645 49.3685, 24.5172 47.7253, 24.5627 45.13, 24.6346 44.1797, 24.661 43.2377, 24.6327 40.63, 24.5545 38.9744, 24.5048 37.0636, 24.4475 27.4273, 18.0233 26.4114, 18.0341 11.4297, 18.1933 -0.00110444, 18.3578 -0.00110444, 14.3578 -0.00110444, 10.3578 -0.00110444, 8.3578 -0.00110444, 5.3578 -0.00110444, 3.3578
Material Boundary	38.9744, 24.5048 38.9744, 22.9893 49.3778, 22.9893 49.3685, 24.5172
Material Boundary	40.63, 24.5545 40.63, 23.6882 43.2573, 23.6882 43.2377, 24.6327
Material Boundary	45.13, 24.6346 45.13, 23.6657 47.7157, 23.6657 47.7253, 24.5627
Material Boundary	26.4114, 18.0341 27.0181, 17.503 28.0642, 16.5873 60.4891, 16.4584 61.5305, 17.503 62.0486, 18.0228
Material Boundary	-0.00110444, 14.3578 90.4336, 14.3578
Material Boundary	-0.00110444, 10.3578 90.4336, 10.3578
Material Boundary	-0.00110444, 8.3578 90.4336, 8.3578
Material Boundary	-0.00110444, 5.3578 90.4336, 5.3578
Material Boundary	-0.00110444, 3.3578 90.4336, 3.3578


GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 89 di 116

RI39_26_fi40gradi_R01

giovedì 14 ottobre 2021

Material Boundary	27.0181, 17.503 61.5305, 17.503
-------------------	------------------------------------

Scenario-based Entities

Type	Coordinates (x,y)	Master Scenario
Water Table	-0.00110444, 16.833 90.4336, 16.833	Assigned to: 
Distributed Load	38.9744, 24.5048 40.63, 24.5545 43.2377, 24.6327 44.1797, 24.661 45.13, 24.6346 47.7253, 24.5627 49.3685, 24.5172	Constant DistributionOrientation: VerticalMagnitude: 14.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	40.63, 24.5545 43.2377, 24.6327	Constant DistributionOrientation: VerticalMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	45.13, 24.6346 47.7253, 24.5627	Constant DistributionOrientation: VerticalMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No

Sismica kv-
Shared Entities

Type	Coordinates (x,y)
------	-------------------

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 90 di 116

RI39_26_fi40gradi_R01

giovedì 14 ottobre 2021

External Boundary	-0.00110444, 2.95457e-05 90.4336, 2.95457e-05 90.4336, 3.3578 90.4336, 5.3578 90.4336, 8.3578 90.4336, 10.3578 90.4336, 14.3578 90.4336, 18.038 81.4297, 18.0149 62.0486, 18.0228 60.9327, 18.0233 51.2709, 24.4645 49.3685, 24.5172 47.7253, 24.5627 45.13, 24.6346 44.1797, 24.661 43.2377, 24.6327 40.63, 24.5545 38.9744, 24.5048 37.0636, 24.4475 27.4273, 18.0233 26.4114, 18.0341 11.4297, 18.1933 -0.00110444, 18.3578 -0.00110444, 14.3578 -0.00110444, 10.3578 -0.00110444, 8.3578 -0.00110444, 5.3578 -0.00110444, 3.3578
Material Boundary	38.9744, 24.5048 38.9744, 22.9893 49.3778, 22.9893 49.3685, 24.5172
Material Boundary	40.63, 24.5545 40.63, 23.6882 43.2573, 23.6882 43.2377, 24.6327
Material Boundary	45.13, 24.6346 45.13, 23.6657 47.7157, 23.6657 47.7253, 24.5627
Material Boundary	26.4114, 18.0341 27.0181, 17.503 28.0642, 16.5873 60.4891, 16.4584 61.5305, 17.503 62.0486, 18.0228
Material Boundary	-0.00110444, 14.3578 90.4336, 14.3578
Material Boundary	-0.00110444, 10.3578 90.4336, 10.3578
Material Boundary	-0.00110444, 8.3578 90.4336, 8.3578
Material Boundary	-0.00110444, 5.3578 90.4336, 5.3578
Material Boundary	-0.00110444, 3.3578 90.4336, 3.3578

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 91 di 116</p>

ALLEGATO 4 - SEZ. N° 21 - TABULATI DI SLIDE

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 92 di 116</p>

Slide Analysis Information

RI39_hmin6m

Project Summary

File Name:	RI39_hmin6m.slmd
Slide Modeler Version:	9.012
Project Title:	SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created:	12/10/2021, 22:05:23

Currently Open Scenarios



Group Name	Scenario Name	Global Minimum	Compute Time
Statica 	Master Scenario	Bishop Simplified: 1.282360 Spencer: 1.277590 Gle/morgenstern-price: 1.280550	00h:00m:02.182s
Sismica - kv+ 	Master Scenario	Bishop Simplified: 1.156860 Spencer: 1.155450 Gle/morgenstern-price: 1.160660	00h:00m:02.104s
Sismica - kv- 	Master Scenario	Bishop Simplified: 1.138720 Spencer: 1.136380 Gle/morgenstern-price: 1.143630	00h:00m:01.924s

General Settings

Units of Measurement:	Metric Units
Time Units:	days
Permeability Units:	meters/second
Data Output:	Standard
Failure Direction:	Right to Left

Design Standard

Statica

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 93 di 116</p>

RI39_hmin6m

giovedì 14 ottobre 2021

Selected Type: Eurocode 7 (User Defined)
Name: NTC2008 A2+M2+R2 Statica

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1.3
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1.25
Coefficient of shearing resistance	1.25
Undrained strength	1.4
Weight density	1
Shear strength (other models)	1
Earth resistance	1
Tensile and plate strength	1
Shear strength	1
Compressive strength	1
Bond strength	1
Seismic Coefficient	1

◆ **Sismica - kv+**

Selected Type: Eurocode 7 (User Defined)
Name: NTC2008 A2+M2+R2 Sismica

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1.25
Coefficient of shearing resistance	1.25
Undrained strength	1.4
Weight density	1
Shear strength (other models)	1
Earth resistance	1
Tensile and plate strength	1
Shear strength	1
Compressive strength	1
Bond strength	1
Seismic Coefficient	1

◆ **Sismica - kv-**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 94 di 116</p>

RI39_hmin6m

giovedì 14 ottobre 2021

Selected Type: Eurocode 7 (User Defined)
Name: NTC2008 A2+M2+R2 Sismica

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1.25
Coefficient of shearing resistance	1.25
Undrained strength	1.4
Weight density	1
Shear strength (other models)	1
Earth resistance	1
Tensile and plate strength	1
Shear strength	1
Compressive strength	1
Bond strength	1
Seismic Coefficient	1

Analysis Options


All Open Scenarios

Slices Type:	Vertical
Analysis Methods Used	
	Bishop simplified
	GLE/Morgenstern-Price with interslice force function (Half Sine)
	Spencer
Number of slices:	50
Tolerance:	0.005
Maximum number of iterations:	75
Check malpha < 0.2:	Yes
Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos:	Yes
Initial trial value of FS:	1
Steffensen Iteration:	Yes

Groundwater Analysis

All Open Scenarios

Groundwater Method:	Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight [kN/m3]:	9.81
Use negative pore pressure cutoff:	Yes
Maximum negative pore pressure [kPa]:	0
Advanced Groundwater Method:	None

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 95 di 116</p>

RI39_hmin6m

giovedì 14 ottobre 2021

Random Numbers

All Open Scenarios

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

◆ Statica

Surface Type: Circular
Search Method: Auto Refine Search
Divisions along slope: 20
Circles per division: 10
Number of iterations: 10
Divisions to use in next iteration: 50%
Composite Surfaces: Disabled
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth [m]: 2.5
Minimum Area: Not Defined
Minimum Weight: Not Defined

◆ Sismica - kv+

Surface Type: Circular
Search Method: Auto Refine Search
Divisions along slope: 20
Circles per division: 10
Number of iterations: 10
Divisions to use in next iteration: 50%
Composite Surfaces: Disabled
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth [m]: 3
Minimum Area: Not Defined
Minimum Weight: Not Defined

◆ Sismica - kv-

Surface Type: Circular
Search Method: Auto Refine Search
Divisions along slope: 20
Circles per division: 10
Number of iterations: 10
Divisions to use in next iteration: 50%
Composite Surfaces: Disabled
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth [m]: 3
Minimum Area: Not Defined
Minimum Weight: Not Defined

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 96 di 116</p>

RI39_hmin6m

giovedì 14 ottobre 2021

Seismic Loading

◆ Statica

Advanced seismic analysis: No
Staged pseudostatic analysis: No

◆ Sismica - kv+

Advanced seismic analysis: No
Staged pseudostatic analysis: No
Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.081
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.041

◆ Sismica - kv-

Advanced seismic analysis: No
Staged pseudostatic analysis: No
Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.081
Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.041

Loading

◆ Statica

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 14.4
Orientation: Vertical
Load Action: Permanent

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 61.4
Orientation: Vertical
Load Action: Variable

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 61.4
Orientation: Vertical
Load Action: Variable

◆ Sismica - kv+

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 97 di 116</p>

RI39_hmin6m


giovedì 14 ottobre 2021

 	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	14.4
Orientation:	Vertical
Load Action:	Dead
 	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	12.3
Orientation:	Vertical
Load Action:	Live
 	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	12.3
Orientation:	Vertical
Load Action:	Live

◆ Sismica - kv-






 	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	14.4
Orientation:	Vertical
Load Action:	Dead
 	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	12.3
Orientation:	Vertical
Load Action:	Live
 	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	12.3
Orientation:	Vertical
Load Action:	Live

Materials

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 98 di 116



RI39_hmin6m

giovedì 14 ottobre 2021

Rilevato	
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	20
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	38
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	Automatically Calculated
U4 superficiale	
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	19
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	34
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	Automatically Calculated
U4 profondo	
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	19
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	38
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	Automatically Calculated
UG3b sup	
Color	
Strength Type	Undrained
Unit Weight [kN/m3]	18.5
Cohesion [kPa]	60
Cohesion Type	Constant
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	0
UG3b prof	
Color	
Strength Type	Undrained
Unit Weight [kN/m3]	18.5
Cohesion [kPa]	70
Cohesion Type	Constant
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	0

Materials In Use

Material	Statica	Sismica - kv+	Sismica - kv-
Rilevato 	✓	✓	✓
U4 superficiale 	✓	✓	✓
U4 profondo 	✓	✓	✓
UG3b sup 	✓	✓	✓
UG3b prof 	✓	✓	✓

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 99 di 116

RI39_hmin6m

giovedì 14 ottobre 2021

Global Minimums

◆ Statica

Method: bishop simplified

FS	1.282360
Center:	12.770, 47.763
Radius:	28.405
Left Slip Surface Endpoint:	17.957, 19.836
Right Slip Surface Endpoint:	29.865, 25.078
Resisting Moment:	6834.08 kN-m
Driving Moment:	5329.3 kN-m
Total Slice Area:	16.9053 m ²
Surface Horizontal Width:	11.9072 m
Surface Average Height:	1.41975 m

Method: spencer



FS	1.277590
Center:	12.770, 47.763
Radius:	28.405
Left Slip Surface Endpoint:	17.957, 19.836
Right Slip Surface Endpoint:	29.865, 25.078
Resisting Moment:	6808.64 kN-m
Driving Moment:	5329.3 kN-m
Resisting Horizontal Force:	214.307 kN
Driving Horizontal Force:	167.743 kN
Total Slice Area:	16.9053 m ²
Surface Horizontal Width:	11.9072 m
Surface Average Height:	1.41975 m

Method: gle/morgenstern-price

FS	1.280550
Center:	12.770, 47.763
Radius:	28.405
Left Slip Surface Endpoint:	17.957, 19.836
Right Slip Surface Endpoint:	29.865, 25.078
Resisting Moment:	6824.43 kN-m
Driving Moment:	5329.3 kN-m
Resisting Horizontal Force:	214.486 kN
Driving Horizontal Force:	167.496 kN
Total Slice Area:	16.9053 m ²
Surface Horizontal Width:	11.9072 m
Surface Average Height:	1.41975 m

◆ Sismica - kv+

Method: bishop simplified

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 100 di 116

RI39_hmin6m

giovedì 14 ottobre 2021

FS		1.156860
Center:	17.991, 34.538	
Radius:	14.725	
Left Slip Surface Endpoint:	17.095, 19.840	
Right Slip Surface Endpoint:	29.260, 25.060	
Resisting Moment:	3762.13 kN-m	
Driving Moment:	3252.01 kN-m	
Total Slice Area:	20.6037 m2	
Surface Horizontal Width:	12.1648 m	
Surface Average Height:	1.69372 m	

Method: spencer

FS		1.155450
Center:	17.959, 34.631	
Radius:	14.823	
Left Slip Surface Endpoint:	16.968, 19.841	
Right Slip Surface Endpoint:	29.279, 25.060	
Resisting Moment:	3794.51 kN-m	
Driving Moment:	3284.02 kN-m	
Resisting Horizontal Force:	229.201 kN	
Driving Horizontal Force:	198.365 kN	
Total Slice Area:	20.6547 m2	
Surface Horizontal Width:	12.3109 m	
Surface Average Height:	1.67776 m	

Method: gle/morgenstern-price

FS		1.160660
Center:	18.007, 34.507	
Radius:	14.693	
Left Slip Surface Endpoint:	17.142, 19.840	
Right Slip Surface Endpoint:	29.260, 25.060	
Resisting Moment:	3768.33 kN-m	
Driving Moment:	3246.71 kN-m	
Resisting Horizontal Force:	229.1 kN	
Driving Horizontal Force:	197.387 kN	
Total Slice Area:	20.6196 m2	
Surface Horizontal Width:	12.1171 m	
Surface Average Height:	1.70169 m	

 **Sismica - kv-**
Method: bishop simplified

FS		1.138720
Center:	17.991, 34.538	
Radius:	14.725	
Left Slip Surface Endpoint:	17.095, 19.840	
Right Slip Surface Endpoint:	29.260, 25.060	
Resisting Moment:	3471.35 kN-m	
Driving Moment:	3048.47 kN-m	
Total Slice Area:	20.6037 m2	
Surface Horizontal Width:	12.1648 m	
Surface Average Height:	1.69372 m	

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 101 di 116

RI39_hmin6m

giovedì 14 ottobre 2021

Method: spencer

FS	1.136380
Center:	17.991, 34.538
Radius:	14.725
Left Slip Surface Endpoint:	17.095, 19.840
Right Slip Surface Endpoint:	29.260, 25.060
Resisting Moment:	3464.24 kN-m
Driving Moment:	3048.47 kN-m
Resisting Horizontal Force:	210.611 kN
Driving Horizontal Force:	185.335 kN
Total Slice Area:	20.6037 m2
Surface Horizontal Width:	12.1648 m
Surface Average Height:	1.69372 m

Method: gle/morgenstern-price

FS	1.143630
Center:	17.991, 34.538
Radius:	14.725
Left Slip Surface Endpoint:	17.095, 19.840
Right Slip Surface Endpoint:	29.260, 25.060
Resisting Moment:	3486.33 kN-m
Driving Moment:	3048.47 kN-m
Resisting Horizontal Force:	211.224 kN
Driving Horizontal Force:	184.696 kN
Total Slice Area:	20.6037 m2
Surface Horizontal Width:	12.1648 m
Surface Average Height:	1.69372 m

Entity Information

◆ **Statica**

Shared Entities

Type	Coordinates (x,y)
------	-------------------

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 102 di 116

RI39_hmin6m

giovedì 14 ottobre 2021






External Boundary	17.9542, 19.8336 16.8808, 19.8415 -0.00417001, 19.9656 -0.00417001, 15.9656 -0.00417001, 11.9656 -0.00417001, 9.96562 -0.00417001, 6.96562 -0.00417001, 4.96562 -0.00417001, 0.0219102 69.9958, 0.0219102 69.9958, 4.96562 69.9958, 6.96562 69.9958, 9.96562 69.9958, 11.9656 69.9958, 15.9656 69.9958, 19.4396 48.2945, 19.6051 47.8759, 19.6083 39.7169, 25.0477 37.8568, 25.0788 36.315, 25.1045 33.6961, 25.1483 32.7458, 25.1641 31.7838, 25.1353 29.1961, 25.0576 27.5405, 25.008 25.6297, 24.9507
Material Boundary	27.5405, 25.008 27.5405, 23.0688 37.8568, 23.0688 37.8568, 25.0788
Material Boundary	29.1961, 25.0576 29.1961, 23.9912 31.7838, 23.9912 31.7838, 25.1353
Material Boundary	33.6961, 25.1483 33.6961, 23.9298 36.315, 23.9298 36.315, 25.1045
Material Boundary	16.8808, 19.8415 17.4392, 19.315 18.4863, 18.3278 47.0889, 18.2725 48.032, 19.315 48.2945, 19.6051
Material Boundary	-0.00417001, 15.9656 69.9958, 15.9656
Material Boundary	-0.00417001, 11.9656 69.9958, 11.9656
Material Boundary	-0.00417001, 9.96562 69.9958, 9.96562
Material Boundary	-0.00417001, 6.96562 69.9958, 6.96562
Material Boundary	-0.00417001, 4.96562 69.9958, 4.96562
Material Boundary	17.4392, 19.315 48.032, 19.315

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 103 di 116

RI39_hmin6m

giovedì 14 ottobre 2021

Scenario-based Entities

Type	Coordinates (x,y)	Master Scenario
Water Table	-0.00417001, 18.463 69.9958, 18.463	Assigned to:  Rilevato  U4 superficiale  U4 profondo  UG3b sup  UG3b prof
Distributed Load	27.5405, 25.008 29.1961, 25.0576 31.7838, 25.1353 32.7458, 25.1641 33.6961, 25.1483 36.315, 25.1045 37.8568, 25.0788	Constant DistributionOrientation: VerticalMagnitude: 14.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	29.1961, 25.0576 31.7838, 25.1353	Constant DistributionOrientation: VerticalMagnitude: 61.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	33.6961, 25.1483 36.315, 25.1045	Constant DistributionOrientation: VerticalMagnitude: 61.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No

◆ **Sismica - kv+**

Shared Entities

Type	Coordinates (x,y)
------	-------------------

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 104 di 116

RI39_hmin6m

giovedì 14 ottobre 2021






External Boundary	17.9542, 19.8336 16.8808, 19.8415 -0.00417001, 19.9656 -0.00417001, 15.9656 -0.00417001, 11.9656 -0.00417001, 9.96562 -0.00417001, 6.96562 -0.00417001, 4.96562 -0.00417001, 0.0219102 69.9958, 0.0219102 69.9958, 4.96562 69.9958, 6.96562 69.9958, 9.96562 69.9958, 11.9656 69.9958, 15.9656 69.9958, 19.4396 48.2945, 19.6051 47.8759, 19.6083 39.7169, 25.0477 37.8568, 25.0788 36.315, 25.1045 33.6961, 25.1483 32.7458, 25.1641 31.7838, 25.1353 29.1961, 25.0576 27.5405, 25.008 25.6297, 24.9507
Material Boundary	27.5405, 25.008 27.5405, 23.0688 37.8568, 23.0688 37.8568, 25.0788
Material Boundary	29.1961, 25.0576 29.1961, 23.9912 31.7838, 23.9912 31.7838, 25.1353
Material Boundary	33.6961, 25.1483 33.6961, 23.9298 36.315, 23.9298 36.315, 25.1045
Material Boundary	16.8808, 19.8415 17.4392, 19.315 18.4863, 18.3278 47.0889, 18.2725 48.032, 19.315 48.2945, 19.6051
Material Boundary	-0.00417001, 15.9656 69.9958, 15.9656
Material Boundary	-0.00417001, 11.9656 69.9958, 11.9656
Material Boundary	-0.00417001, 9.96562 69.9958, 9.96562
Material Boundary	-0.00417001, 6.96562 69.9958, 6.96562
Material Boundary	-0.00417001, 4.96562 69.9958, 4.96562
Material Boundary	17.4392, 19.315 48.032, 19.315

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 105 di 116</p>

RI39_hmin6m

giovedì 14 ottobre 2021

Scenario-based Entities

Type	Coordinates (x,y)	Master Scenario
Water Table	-0.00417001, 18.463 69.9958, 18.463	Assigned to:  Rilevato  U4 superficiale  U4 profondo  UG3b sup  UG3b prof
Distributed Load	27.5405, 25.008 29.1961, 25.0576 31.7838, 25.1353 32.7458, 25.1641 33.6961, 25.1483 36.315, 25.1045 37.8568, 25.0788	Constant DistributionOrientation: VerticalMagnitude: 14.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	29.1961, 25.0576 31.7838, 25.1353	Constant DistributionOrientation: VerticalMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	33.6961, 25.1483 36.315, 25.1045	Constant DistributionOrientation: VerticalMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No

Sismica - kv-

Shared Entities

Type	Coordinates (x,y)
------	-------------------

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 106 di 116</p>

RI39_hmin6m

giovedì 14 ottobre 2021






<p>External Boundary</p>	<p>17.9542, 19.8336 16.8808, 19.8415 -0.00417001, 19.9656 -0.00417001, 15.9656 -0.00417001, 11.9656 -0.00417001, 9.96562 -0.00417001, 6.96562 -0.00417001, 4.96562 -0.00417001, 0.0219102 69.9958, 0.0219102 69.9958, 4.96562 69.9958, 6.96562 69.9958, 9.96562 69.9958, 11.9656 69.9958, 15.9656 69.9958, 19.4396 48.2945, 19.6051 47.8759, 19.6083 39.7169, 25.0477 37.8568, 25.0788 36.315, 25.1045 33.6961, 25.1483 32.7458, 25.1641 31.7838, 25.1353 29.1961, 25.0576 27.5405, 25.008 25.6297, 24.9507</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>27.5405, 25.008 27.5405, 23.0688 37.8568, 23.0688 37.8568, 25.0788</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>29.1961, 25.0576 29.1961, 23.9912 31.7838, 23.9912 31.7838, 25.1353</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>33.6961, 25.1483 33.6961, 23.9298 36.315, 23.9298 36.315, 25.1045</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>16.8808, 19.8415 17.4392, 19.315 18.4863, 18.3278 47.0889, 18.2725 48.032, 19.315 48.2945, 19.6051</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>-0.00417001, 15.9656 69.9958, 15.9656</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>-0.00417001, 11.9656 69.9958, 11.9656</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>-0.00417001, 9.96562 69.9958, 9.96562</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>-0.00417001, 6.96562 69.9958, 6.96562</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>-0.00417001, 4.96562 69.9958, 4.96562</p>
<p>Material Boundary</p>	<p>17.4392, 19.315 48.032, 19.315</p>

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 107 di 116</p>

RI39_hmin6m

giovedì 14 ottobre 2021

Scenario-based Entities

Type	Coordinates (x,y)	Master Scenario
Water Table	-0.00417001, 18.463 69.9958, 18.463	Assigned to:  Rilevato  U4 superficiale  U4 profondo  UG3b sup  UG3b prof
Distributed Load	27.5405, 25.008 29.1961, 25.0576 31.7838, 25.1353 32.7458, 25.1641 33.6961, 25.1483 36.315, 25.1045 37.8568, 25.0788	Constant DistributionOrientation: VerticalMagnitude: 14.4 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	29.1961, 25.0576 31.7838, 25.1353	Constant DistributionOrientation: VerticalMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	33.6961, 25.1483 36.315, 25.1045	Constant DistributionOrientation: VerticalMagnitude: 12.3 kN/m2Creates Excess Pore Pressure: No

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 108 di 116</p>

**ALLEGATO 5 - SEZ. N° 26 - TABULATI DI SETTLE 3D -
ANALISI SLE**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 109 di 116</p>

Settle3 Analysis Information

settle_RI39

Project Settings

Document Name	settle_RI39.s3z
Date Created	07/10/2021, 23:58:39
Stress Computation Method	Boussinesq
Minimum settlement ratio for subgrade modulus	0.9
Use average properties to calculate layered stresses	
Improve consolidation accuracy	
Ignore negative effective stresses in settlement calculations	


Stage Settings

Stage #	Name
1	Costruzione
2	Ballast

Results

Time taken to compute: 2.55231 seconds

Stage: Costruzione

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 110 di 116</p>

settle_RI39

giovedì 14 ottobre 2021

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [mm]	0	100.433
Total Consolidation Settlement [mm]	0	0
Virgin Consolidation Settlement [mm]	0	0
Recompression Consolidation Settlement [mm]	0	0
Immediate Settlement [mm]	0	100.433
Loading Stress ZZ [kPa]	0	116.134
Loading Stress XX [kPa]	-38.8127	83.5378
Loading Stress YY [kPa]	-49.9338	164.1
Effective Stress ZZ [kPa]	0	304.364
Effective Stress XX [kPa]	3.10535	313.121
Effective Stress YY [kPa]	-20.8682	424.064
Total Stress ZZ [kPa]	0	564.329
Total Stress XX [kPa]	3.10535	573.086
Total Stress YY [kPa]	-20.8682	684.029
Modulus of Subgrade Reaction (Total) [kPa/m]	0	0
Modulus of Subgrade Reaction (Immediate) [kPa/m]	0	0
Modulus of Subgrade Reaction (Consolidation) [kPa/m]	0	0
Total Strain	0	0.0126132
Pore Water Pressure [kPa]	0	259.965
Degree of Consolidation [%]	0	0
Pre-consolidation Stress [kPa]	0.45	303.996
Over-consolidation Ratio	1	1.78677
Void Ratio	0	0
Hydroconsolidation Settlement [mm]	0	0
Undrained Shear Strength	0	4.64442

Stage: Ballast

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24 +368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 111 di 116</p>

settle_RI39

giovedì 14 ottobre 2021


Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [mm]	0	105.844
Total Consolidation Settlement [mm]	0	0
Virgin Consolidation Settlement [mm]	0	0
Recompression Consolidation Settlement [mm]	0	0
Immediate Settlement [mm]	0	105.844
Loading Stress ZZ [kPa]	0	126.621
Loading Stress XX [kPa]	-38.8865	84.5057
Loading Stress YY [kPa]	-49.45	163.745
Effective Stress ZZ [kPa]	0	305.824
Effective Stress XX [kPa]	3.05043	313.018
Effective Stress YY [kPa]	-20.1239	423.828
Total Stress ZZ [kPa]	0	565.789
Total Stress XX [kPa]	3.05043	572.983
Total Stress YY [kPa]	-20.1239	683.793
Modulus of Subgrade Reaction (Total) [kPa/m]	0	99.4043
Modulus of Subgrade Reaction (Immediate) [kPa/m]	0	99.4043
Modulus of Subgrade Reaction (Consolidation) [kPa/m]	0	0
Total Strain	4.06462e-08	0.0132627
Pore Water Pressure [kPa]	0	259.965
Degree of Consolidation [%]	0	0
Pre-consolidation Stress [kPa]	0.450813	305.46
Over-consolidation Ratio	1	1.78645
Void Ratio	0	0
Hydroconsolidation Settlement [mm]	0	0
Undrained Shear Strength	0	4.82335

Loads

1. Rectangular Load: "Rectangular Load 1"

Length	10.4 m
Width	28 m
Rotation angle	0 degrees
Load Type	Flexible
Area of Load	291.2 m2
Load	14.4 kPa
Depth	-6.45 m
Installation Stage	Ballast

Coordinates

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 112 di 116</p>

settle_RI39

giovedì 14 ottobre 2021

X [m]	Y [m]
-5.2	1.16408
5.2	1.16408
5.2	29.1641
-5.2	29.1641

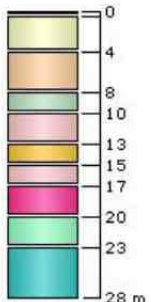
Embankments

1. Embankment: "Embankment Load 1"

Label	Embankment Load 1						
Center Line	(0, 0) to (0, 30.594)						
Near End Angle	90 degrees						
Far End Angle	90 degrees						
Number of Layers	1						
Base Width	33.5						
Layer	Stage	Left Bench Width (m)	Left Angle (deg)	Height (m)	Unit Weight (kN/m3)	Right Angle (deg)	Right Bench Width (m)
1	Costruzione	0	34	6.45	18	34	0

Soil Layers

Layer #	Type	Thickness [m]	Depth [m]
1	Bonifica	0.5	0
2	UG4 sup	3.5	0.5
3	UG4 med	4	4
4	UG3b sup	2	8
5	UG4 medi_prof	3	10
6	UG3b prof	2	13
7	UG4 medi_prof	2	15
8	UG3b 17-20m	3	17
9	UG4 20-23 m	3	20
10	UG2	5	23












Soil Properties

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 113 di 116

settle_RI39

giovedì 14 ottobre 2021

Property	UG4 sup	UG3b sup	UG4 med	UG3b prof
Color				
Unit Weight [kN/m3]	19	18.5	19	18.5
Saturated Unit Weight [kN/m3]	19	18.5	19	18.5
K0	1	1	1	1
Immediate Settlement	Enabled	Enabled	Enabled	Enabled
Es [kPa]	20000	8000	40000	12000
Esur [kPa]	20000	8000	40000	12000
Undrained Su A [kN/m2]	0	0	0	0
Undrained Su S	0.2	0.2	0.2	0.2
Undrained Su m	0.8	0.8	0.8	0.8
Piezo Line ID	1	1	1	1
Property	UG4 medi_prof	UG4 20-23 m	UG3b 17-20m	UG2
Color				
Unit Weight [kN/m3]	19	19	18.5	19
Saturated Unit Weight [kN/m3]	19	19	18.5	19
K0	1	1	1	1
Immediate Settlement	Enabled	Enabled	Enabled	Enabled
Es [kPa]	50000	80000	20000	20000
Esur [kPa]	50000	80000	20000	20000
Undrained Su A [kN/m2]	0	0	0	0
Undrained Su S	0.2	0.2	0.2	0.2
Undrained Su m	0.8	0.8	0.8	0.8
Piezo Line ID	1	1	1	1
Property	Bonifica			
Color				
Unit Weight [kN/m3]	18			
Saturated Unit Weight [kN/m3]	18			
K0	1			
Immediate Settlement	Enabled			
Es [kPa]	20000			
Esur [kPa]	20000			
Undrained Su A [kN/m2]	0			
Undrained Su S	0.2			
Undrained Su m	0.8			
Piezo Line ID	1			

Groundwater

Groundwater method
Water Unit Weight

Piezometric Lines
9.81 kN/m3

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI3900001A	Foglio 114 di 116

settle_RI39

giovedì 14 ottobre 2021

Piezometric Line Entities

ID	Depth (m)
1	1.5 m

Query Lines

Line #	Query Line Name	Start Location	End Location	Horizontal Divisions	Vertical Divisions
1	Query Line 1	-50.25, 16.314	50.25, 16.314	300	Auto: 87

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 115 di 116</p>

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario da pk 24+368,06 a pk 24+874,84 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI3900001A</p>	<p>Foglio 116 di 116</p>

ALLEGATO 6 - VERSIONI DEI SOFTWARE UTILIZZATI

- 1) Slide ver 7.0
- 2) Settle 3D ver 200.3