

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 39+081,56 al Km 39+375,00
GENERALE
Relazione Geotecnica**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due ing. Paolo Carmona Data: Aprile 2021		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 7 4 0 0	0 0 1	A	- - - P - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Luca RANDOLFI	Aprile 2021



Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	N. Valimberti <i>N. Valimberti</i>	Aprile 2021	V. Pastore <i>V. Pastore</i>	Aprile 2021	P. Ascari <i>P. Ascari</i>	Aprile 2021	P. Ascari
								Data: Aprile 2021

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2RBRI7400001A.DOCX
		Cod. origine:




Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 2 di 87</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	8
3.1	Geometria del rilevato.....	8
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	9
4.1	Indagini disponibili.....	9
4.2	Caratterizzazione stratigrafica	10
4.2.1	Livello di falda	11
4.3	Condizioni geotecniche del sito	13
4.4	Sintesi del modello geotecnico di riferimento	22
4.4.1	Materiale da rilevato.....	23
5	CARATTERISTICHE SISMICHE E SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE.....	24
5.1	Sollecitazione sismica di progetto.....	24
5.1.1	Vita Nominale.....	24
5.1.2	Classe d'uso	24
5.1.3	Periodo di riferimento per l'azione sismica	25
5.1.4	Categorie di Sottosuolo.....	25
5.1.5	Condizioni topografiche	25
5.1.6	Accelerazione sismica di riferimento	26
5.2	Suscettibilità alla liquefazione.....	26
5.2.1	CRR da correlazione su prove CPT	28
5.2.2	CRR da correlazione su prove SPT.....	30
5.3	Risultati delle verifiche a liquefazione.....	33
6	VERIFICA GEOTECNICA DEL RILEVATO	37
7	RESISTENZA DEI PALI SOGGETTI A CARICHI ASSIALI	38
7.1	Introduzione	38
7.2	Analisi agli stati limite.....	38
7.3	Metodologia di calcolo	41
7.3.1	Portata laterale.....	41
7.3.1.1	Depositi coesivi.....	41

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 3 di 87</p>

7.3.1.2	Depositi incoerenti	42
7.3.2	Portata di base	42
7.3.2.1	Depositi coesivi	42
7.3.2.2	Depositi incoerenti	42
7.3.2.3	Terreni stratificati	43
7.4	Stratigrafia di calcolo e fattori parziali	44
7.5	Risultati	44
7.5.1	PALI D = 600 mm	45
7.5.2	PALI D = 800 mm	49
8	CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI	53
Allegati		54
ALLEGATO 1 - STRATIGRAFIE		55
ALLEGATO 2 - SONDAGGI		57
ALLEGATO 3 - TABULATI DI CALCOLO PALI D = 600		70
ALLEGATO 4 - TABULATI DI CALCOLO PALI D = 800		79

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 4 di 87</p>

1 INTRODUZIONE


Il presente documento costituisce la Relazione Geotecnica del rilevato RI74, previsto nell'ambito del Progetto Esecutivo della sub tratta Verona – Vicenza della Linea AV/AC Verona – Padova. Tale rilevato si estende tra il km 39+081,56 ed il km 39+375,00 della linea AV.

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), in modo tale da garantire la sicurezza ed il rispetto dei requisiti prestazionali richiesti 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 e descrizione degli eventuali interventi di mitigazione (capitolo 5);
- verifiche geotecniche dei rilevati (capitolo 6);
- calcolo curve di resistenza pali di fondazione (capitolo 0)
- conclusioni e raccomandazioni (capitolo 8).

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 5 di 87</p>

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Documentazione di progetto

- [1] Sezioni di Progetto Esecutivo
- [2] IN1710EI2RBGE0000004A Relazione Geotecnica (da 33+500 a 44+250)
- [3] IN1710EI2LZGE0000021A Planimetria con ubicazione indagini e profilo geotecnico 10 di 11
- [4] IN1710EI2RHGE00000065A Relazione sulla modellazione sismica del sito e pericolosità sismica di base 2/2
- [5] IN1710EI2P5GE0000010A Planimetrie con classificazione sismica del territorio 10 di 11
- [6] IN1710EI2RHGE0000004A Relazione idrogeologica 2/2
- [7] IN1710EI2RHGE0000007A-8A Relazione di sintesi dei sondaggi e delle prove eseguite
- [8] IN1710EI2PRGE0000001A-2A, Risultati Indagini in sito di Progetto – SOCOTEC
- [9] IN1710EI2PRGE0000003A-4A, Risultati Indagini in sito di Progetto Esecutivo – ATI GEOSERVING – GEOLAVORI
- [10] IN1710EI2PRGE0000005A-8A, Risultati Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo – SOCOTEC
- [11] IN1710EI2PRGE0000009A-12A, Risultati Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo – ATI GEOSERVING - GEOLAVORI
- [12] IN1710EI2IGGE0000001A-2A, Risultati Indagini Geofisiche di Progetto Esecutivo – SOCOTEC
- [13] IN1710EI2IGGE0000003A-4A, Risultati Indagini Geofisiche di Progetto Esecutivo – ATI GEOSERVING - GEOLAVORI

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 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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 6 di 87</p>


[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 7.0, 2017
- [34] Rocscience (2009), Settle 3D ver 2.0, 2009
- [35] Matlock, H., Reese, L.C. (1960) "Generalized Solutions for Laterally Loaded Piles". Journal of Soil Mechanics and Foundations Division. ASCE, Vol.86, No.SM5, pp.63-91



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 7 di 87</p>

[36] Reese L.C. and O'Neill M.W. (1999), "Drilled shafts. Construction procedures and design methods" Federal Highway administration. Report FHWA-IF-99-025

[37] Fioravante, V., Ghionna, V.N., Jamiolkowski, M.B. and Pedroni, S. (1995). "Load carrying capacity of large diameter bored piles in sand and gravel". Proc. 10th ARCSMFE, 2, 3-15.

[38] Meyerhof G.G. (1976), "Bearing capacity and settlement of pile foundations" JGED, ASCE, GT3, pp.197-228

[39] Ghionna, V.N., Jamiolkowski. M.B., Pedroni. S. and Salgado, R. et al (1994). "Tip displacement of drilled shafts in sands". in Vertical and Horizontal Deformations of Foundations and Embankments. Ed. A.T. Yeung and G.Y. Felio, ASCE , GSP40, New York, 2, 1039-1057.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI7400001A	Foglio 8 di 87

3 INQUADRAMENTO DELL'OPERA

Il rilevato ferroviario in esame si estende dalla pk 38+081,56 alla pk 39+375,00 per una lunghezza totale di 293,44 m. Il rilevato viene realizzato in un'area interessata dalla esistenza della linea storica e risulta in affiancamento ad essa per tutta la tratta in esame. Non si evidenziano interferenze con opere principali adiacenti e/o attraversate.

3.1 Geometria del rilevato

Come detto il rilevato risulta sempre in affiancamento alla LS. Con una lunghezza di 293,44 m, il rilevato ha una sezione uniforme per tutto il tracciato ed è realizzato in affiancamento sul lato Nord, risultando di fatto a raso con il piano campagna. Il lato Sud del rilevato, lato AV, è interessato da un muro di mitigazione che si estende dalla pk 39+313,00 fino al termine della WBS in esame. La stabilità di questo muro, avente funzione di barriera per lo svio del treno, viene garantita da una fondazione su pali.

Alla pk 39+325,00, sezione n. RI74-8, si riscontra la sezione con il muro sul lato Sud con paramento di altezza pari a 4,00 m, vedi Sezione A (Figura 1).

Non sono previste analisi di stabilità e di cedimento in quanto non sussistono aggravamenti di carico sui terreni di fondazione, trattandosi di un'opera a raso. Si riporta comunque la caratterizzazione geotecnica per la tratta, sulla base della quale sono state ricavate le curve di resistenza di progetto dei pali.

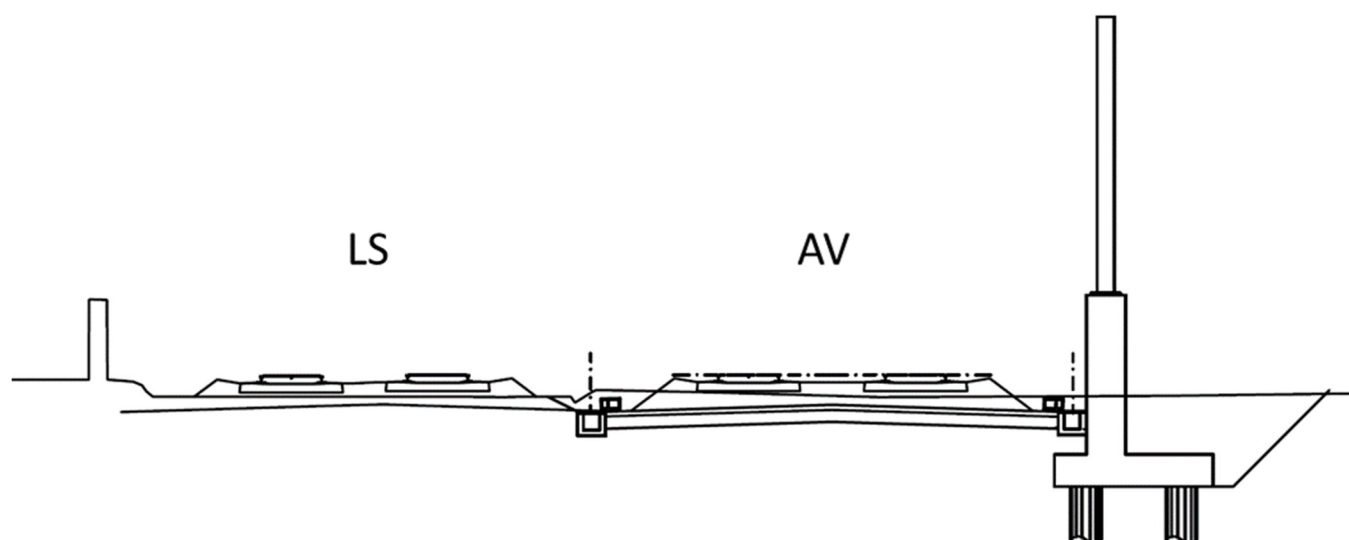




Figura 1 – Sezione di riferimento A (pk 39+325,00 n. RI74-8) estratta da sezioni PE (Doc Rif. [1])

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI7400001A	Foglio 9 di 87

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

4.1 Indagini disponibili

L'ubicazione delle indagini disponibili relative all'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. [7] - [13]).



Il risultato delle indagini è riportato in ALLEGATO 2 - .

Le indagini disponibili lungo il tratto d'interesse per il rilevato in oggetto sono elencate in Tabella 1. Nel seguente paragrafo si riporta la caratterizzazione geotecnica, ottenuta basandosi sui risultati delle indagini relative all'area 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 pk 38+900 a pk 39+900

Progressiva pk	ID indagini -	Campagna anno
38+900	CPTU-PE-45	2020-2021
38+958	BH-PE-78	2020-2021
38+955	BH-PE-79	2020-2021
39+198	MASW-PE-22	2020-2021
39+227	BH-DH-PE-80	2020-2021
38+240	CPTU94	2015
39+250	S 73	2015
39+473	BH-PE-81	2020-2021
39+770	BH-PE-82	2020-2021

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 10 di 87</p>

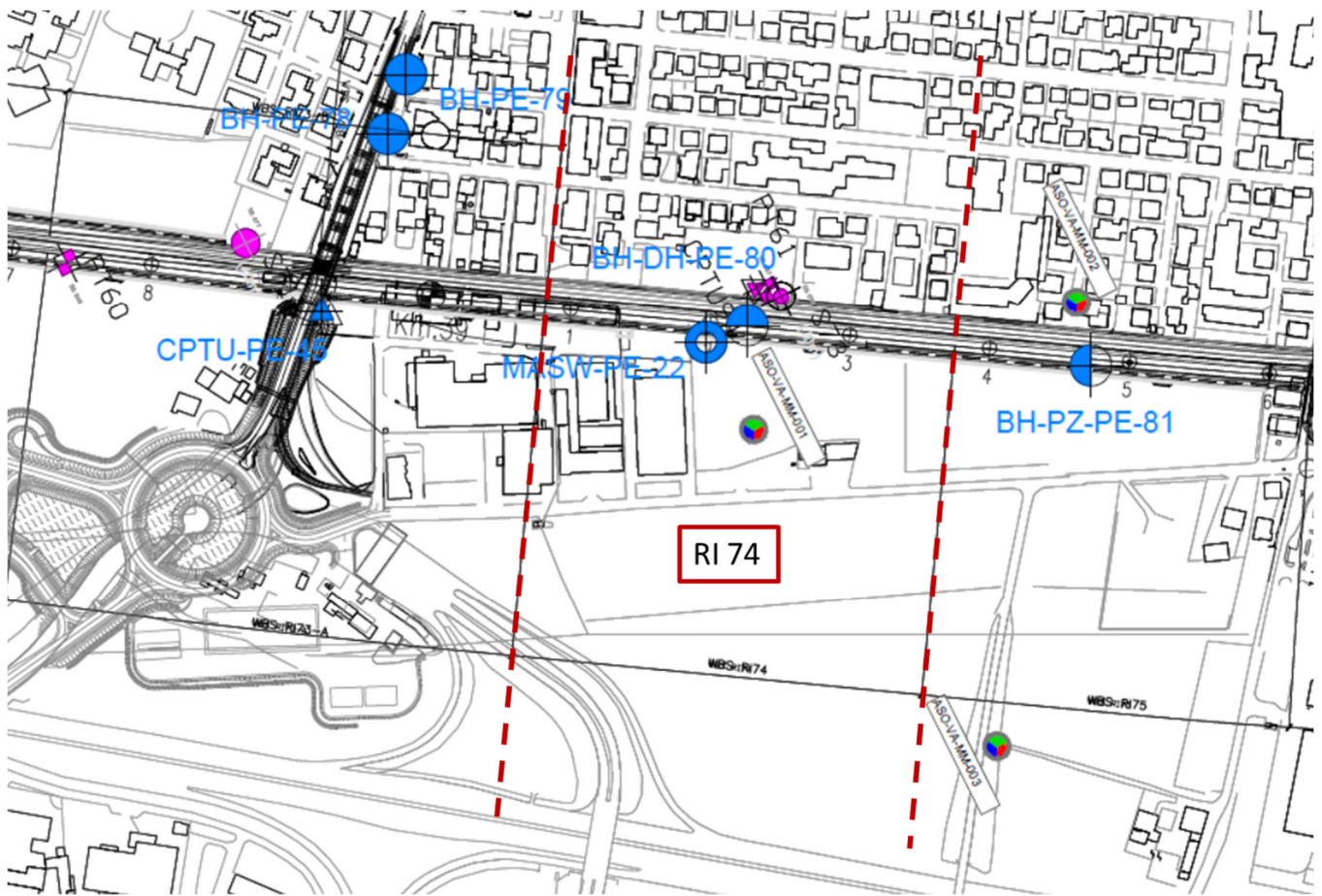




Figura 2 - Planimetria Rilevato RI74, estratto dalla Planimetria Generale (Doc. Rif. [3])

4.2 Caratterizzazione stratigrafica

La tratta relativa al rilevato in esame si estende dalla progressiva pk 38+081,56 alla pk 39+375,00 della linea AV. Dal punto di vista geotecnico la parte sommitale della stratigrafia è generalmente occupata da limi argillosi sabbiosi (Unità 2), con spessore variabile fra 6 e 10 m dal p.c. In tutto il tratto, , al di sotto della copertura superficiale si trovano ghiaie sabbiose (unità 6).

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 RI74, estratto dalla Planimetria e Profilo Geotecnico Tav. 10 di 11 (Doc. Rif. [3]), vedi ALLEGATO 1 - .

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 11 di 87</p>

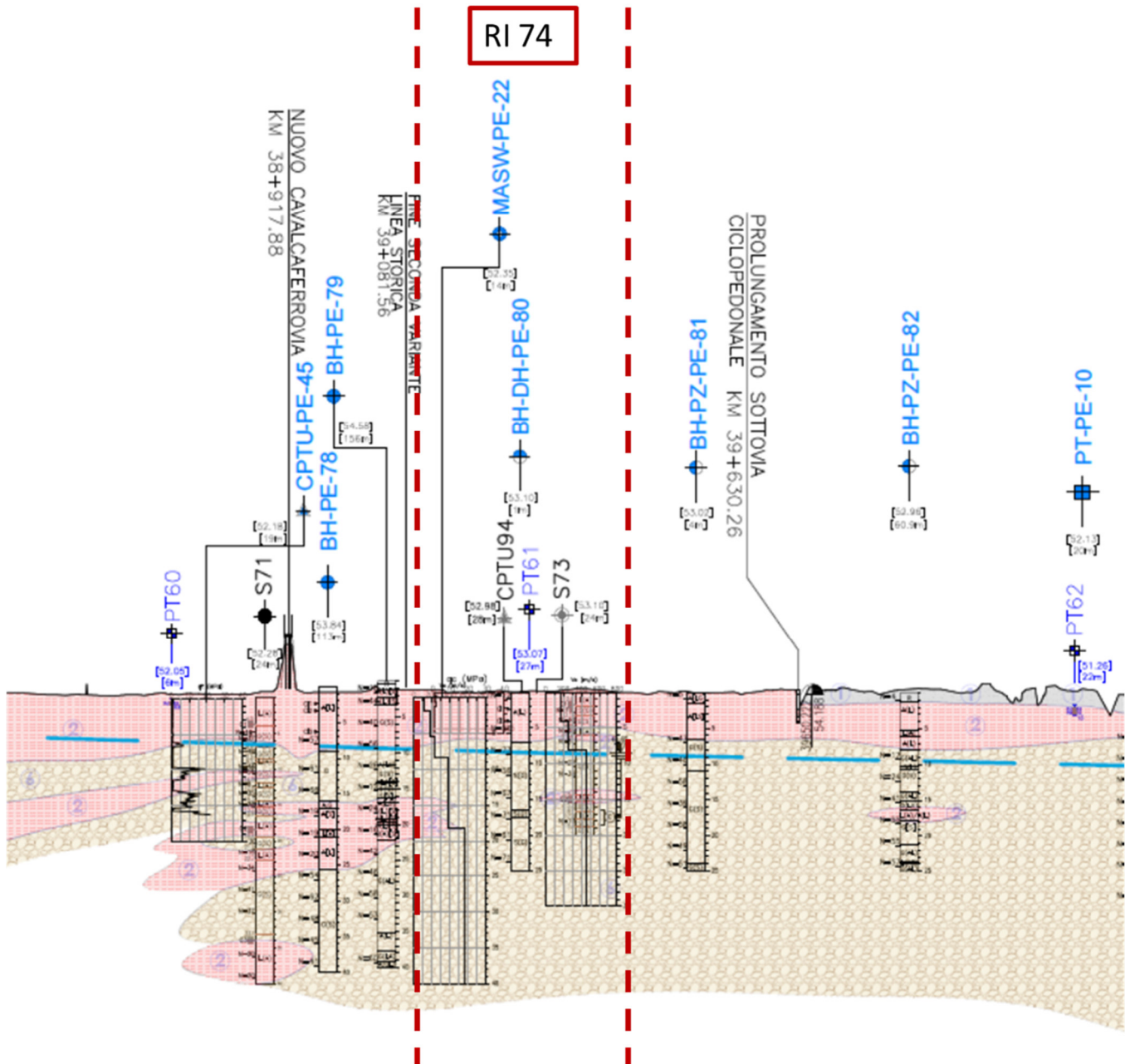



Figura 3 - Profilo Geotecnico Rilevato RI74, estratto dal Profilo Geotecnico Generale (Doc. Rif. [3])


4.2.1 Livello di 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. Ref. [6]). Quest'ultimi indicano una sostanziale stabilità nelle escursioni stagionali.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 12 di 87</p>

Ai fini progettuali si assume:

- falda di progetto a medio termine e a lungo termine: -1m da piano campagna.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 13 di 87</p>

4.3 Condizioni geotecniche del sito

La Figura 5 mostra i risultati delle prove SPT eseguite nel tratto interessato dal rilevato in esame.

La porzione più superficiale, localmente, potrà essere costituita da un sottile strato di terreno di riporto (Unità 1), che sarà, con ogni probabilità, rimosso completamente nell'ambito di attività di scotico.

Procedendo con la profondità si incontra uno strato superficiale di materiale a grana fine (Unità 2) costituito in prevalenza da limo argilloso sabbioso, che si estende da 1 m pc fino a circa 7 m da pc. Per quanto concerne i parametri di resistenza al taglio, dai risultati delle prove triassiali e dai risultati dei pocket penetrometer si stimano valori di resistenza al taglio non drenata variabili fra 50 e 80 kPa. Le curve edometriche definiscono materiali generalmente sovraconsolidati, specie in sommità, con valori della pressione di preconsolidazione stimati nel campo di 200-300 kPa. Infine, sempre a partire dai risultati delle prove edometriche, si sono stimati i valori di deformabilità:

- Rapporto di ricompressione $RR = 0.015-0.025$
- Rapporto di compressione $CR = 0.15-0.20$

Proseguendo in profondità si incontra uno strato di ghiaie sabbiose debolmente limose ben addensate (Unità 6), che si estende a partire da circa 7 m pc in profondità. All'interno del deposito incoerente le percentuali di materiale a grana fine sono generalmente inferiori al 20% e si registrano valori di N_{SPT} mediamente pari a 40 colpi/30cm, con valori anche superiori a 60 colpi/30cm. La densità relativa delle ghiaie risulta generalmente variabile fra il 30 e il 50% e quindi il deposito risulta mediamente addensato.

Per i primi 100 m di tratta (da pk 39+081,56 a pk 39+181,56), si individua un ulteriore strato in profondità di materiale fine (Unità 2), come mostrato nel profilo geotecnico in Figura 3, inserito nel substrato ghiaioso (Unità 6). Per questo strato resta valida la caratterizzazione del rilevato antecedente, l'opera RI73A, e riportata in seguito.

Il profilo di V_s derivante dalle interpretazioni discusse nella Relazione Sismica (Doc. Rif. [4]), basata sui risultati delle prove DH, MASW e infine SPT, conferma la presenza, da p.c. fino a circa 8 – 10 m di profondità, di terreni limoso-argillosi (Unità 2) seguiti in profondità da materiali incoerenti da mediamente addensati ad addensati. Fino a 15 m pc, per le ghiaie superficiali si stimano valori di V_s crescenti e compresi tra 200 m/s e 350 m/s. A profondità maggiori, nelle sabbie, le velocità sono da considerarsi pressoché costanti pari a circa 450 m/s fino a 35 m pc. Sulla base dei valori di V_s si sono stimati i valori del modulo di taglio alle piccole deformazioni (G_0). Per le ghiaie si ottengono valori crescenti compresi tra 80 MPa e 200 MPa, mentre per le sabbie profonde si ottengono valori maggiori di 300 MPa.

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI7400001A	Foglio 14 di 87

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. Per i materiali a grana fine il valore del modulo di Young (E_0) è stato calcolato a partire dal valore della resistenza al taglio non drenata.

Sulla base di questi criteri, i parametri geotecnici sono stati determinati mediante l'interpretazione dei risultati delle prove di sito e di laboratorio:

- Distribuzione delle granulometrie da analisi di laboratorio (v. Figura 4);
- Valori N_{SPT} da prove SPT (v. Figura 5);
- Densità relativa stimata da prove SPT (v. Figura 6);
- Angolo di attrito stimato da prove SPT (v. Figura 7);
- Coesione non drenata stimata da prove CPTU (v. Figura 8);
- Velocità delle onde di taglio stimata da prove in sito (v. Figura 9);
- Modulo di taglio alle piccole deformazioni valutati a partire dai valori stimati di V_s (v. Figura 10).

AV/AC VERONA VICENZA

RI 74A da pk 39+081,56 a pk 39+375,00

Contributi granulometrici (%)

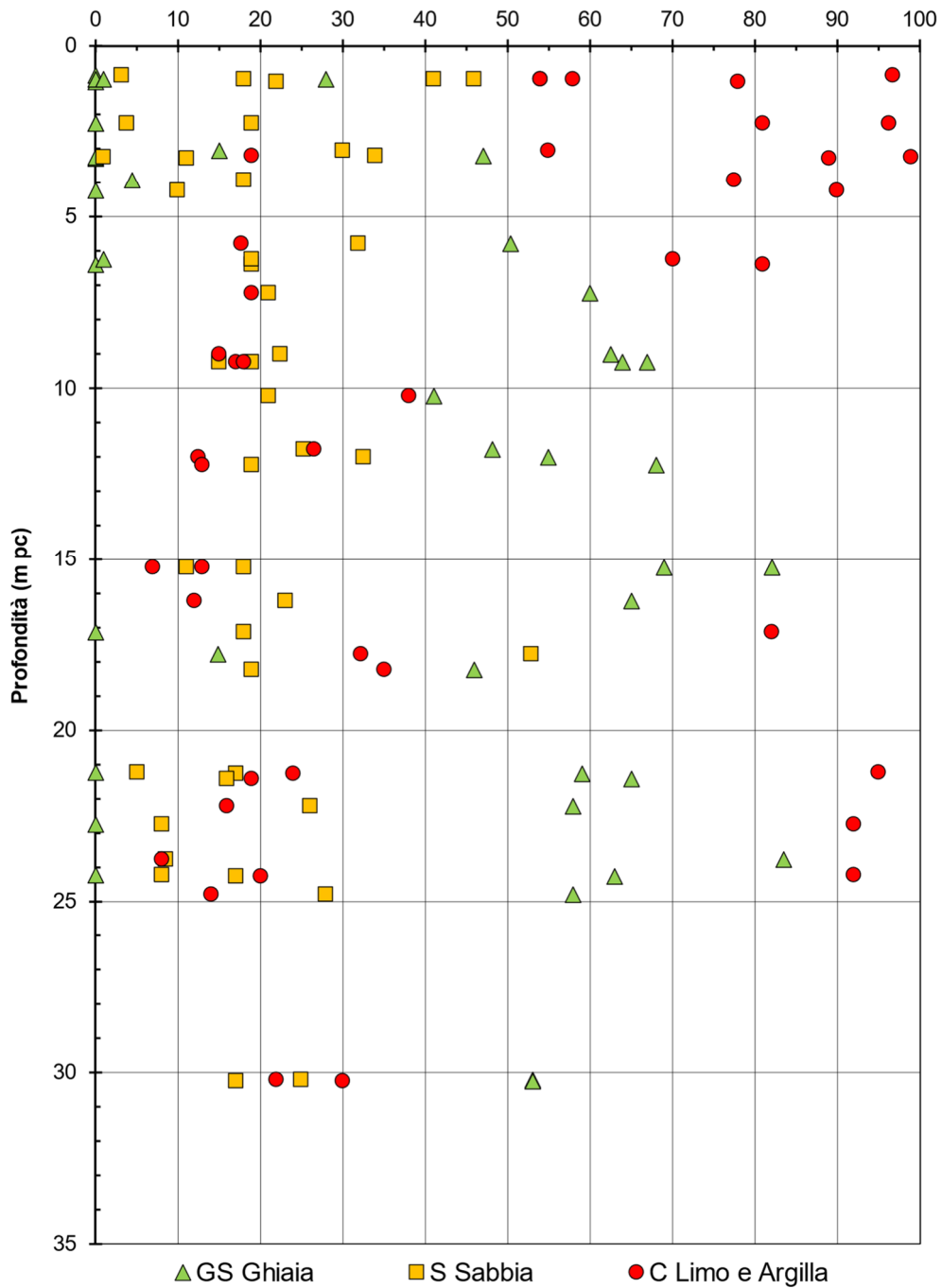


Figura 4 – Sintesi analisi granulometriche tra pk 39+081,56 a pk 39+375,00

AV/AC VERONA VICENZA

RI 74 da pk 39+081,56 a pk 39+375,00

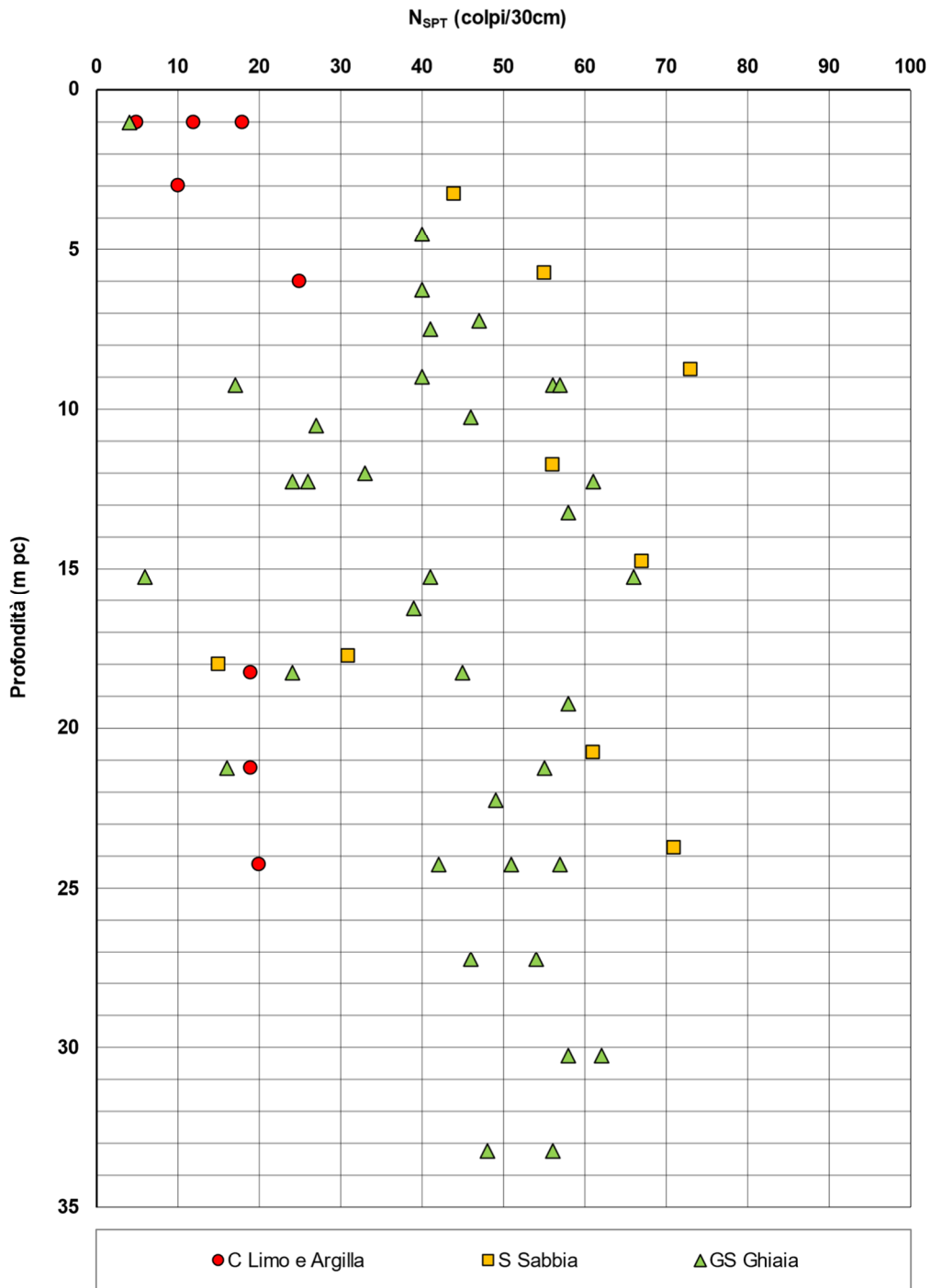


Figura 5 – Esito delle prove SPT tra pk 39+081,56 a pk 39+375,00

AV/AC VERONA VICENZA

RI 74 da pk 39+081,56 a pk 39+375,00

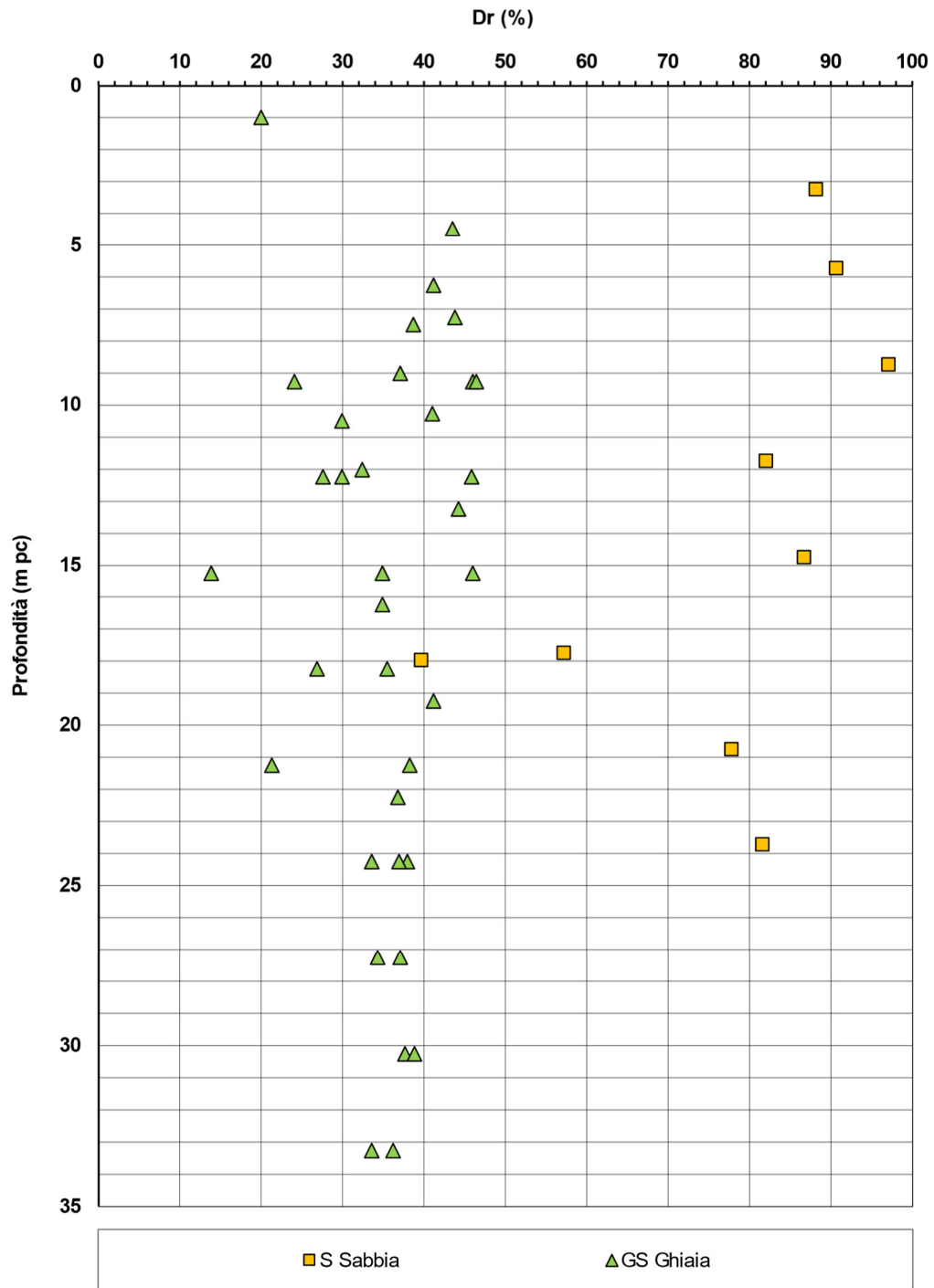


Figura 6 – Densità relativa da prove SPT tra pk 39+081,56 a pk 39+375,00

AV/AC VERONA VICENZA

RI 74 da pk 39+081,56 a pk 39+375,00

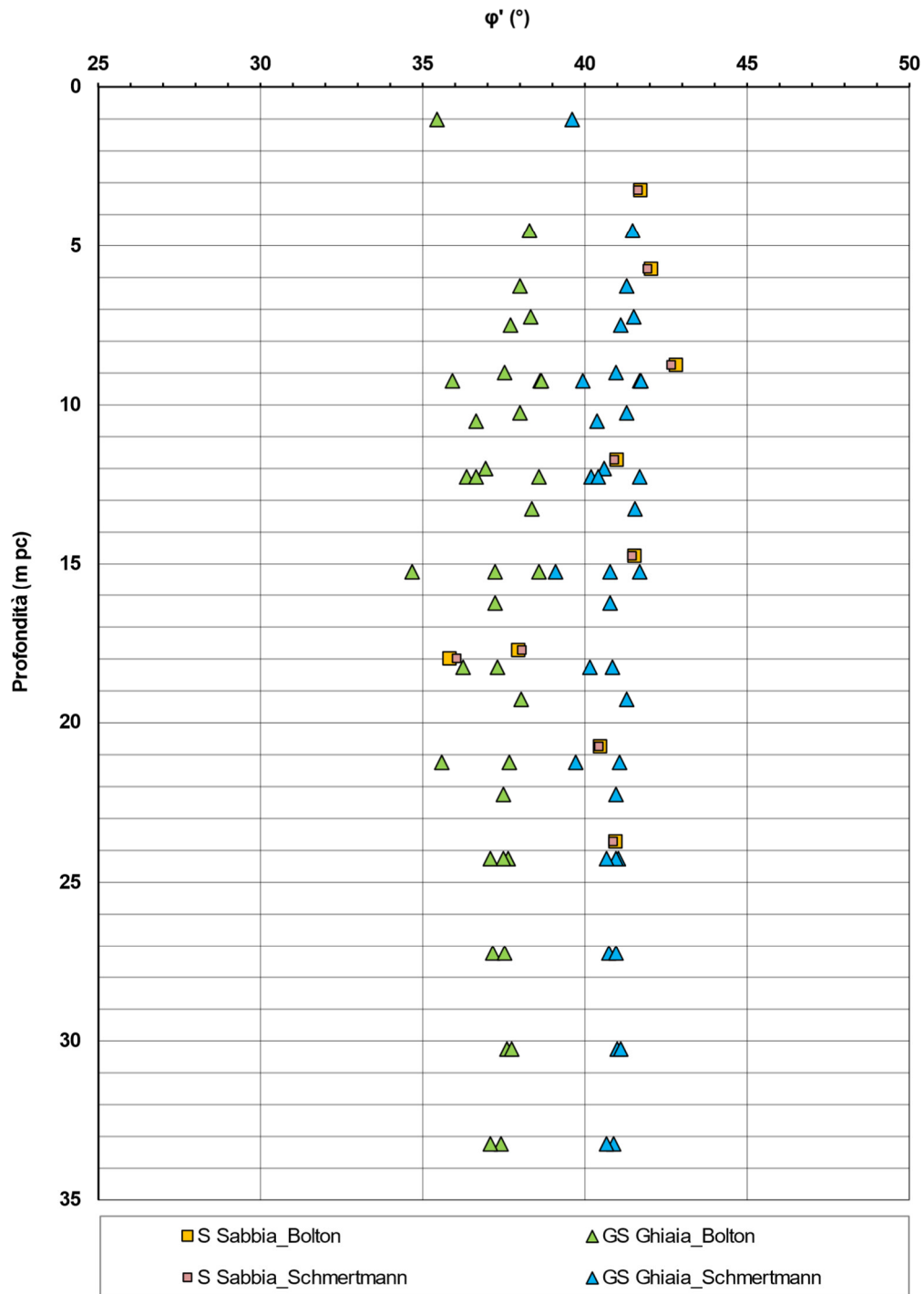


Figura 7 – Angoli di attrito da prove SPT tra pk 39+081,56 a pk 39+375,00

AV/AC VERONA VICENZA

pk 38+300 - pk 39+300

Cu (kPa)

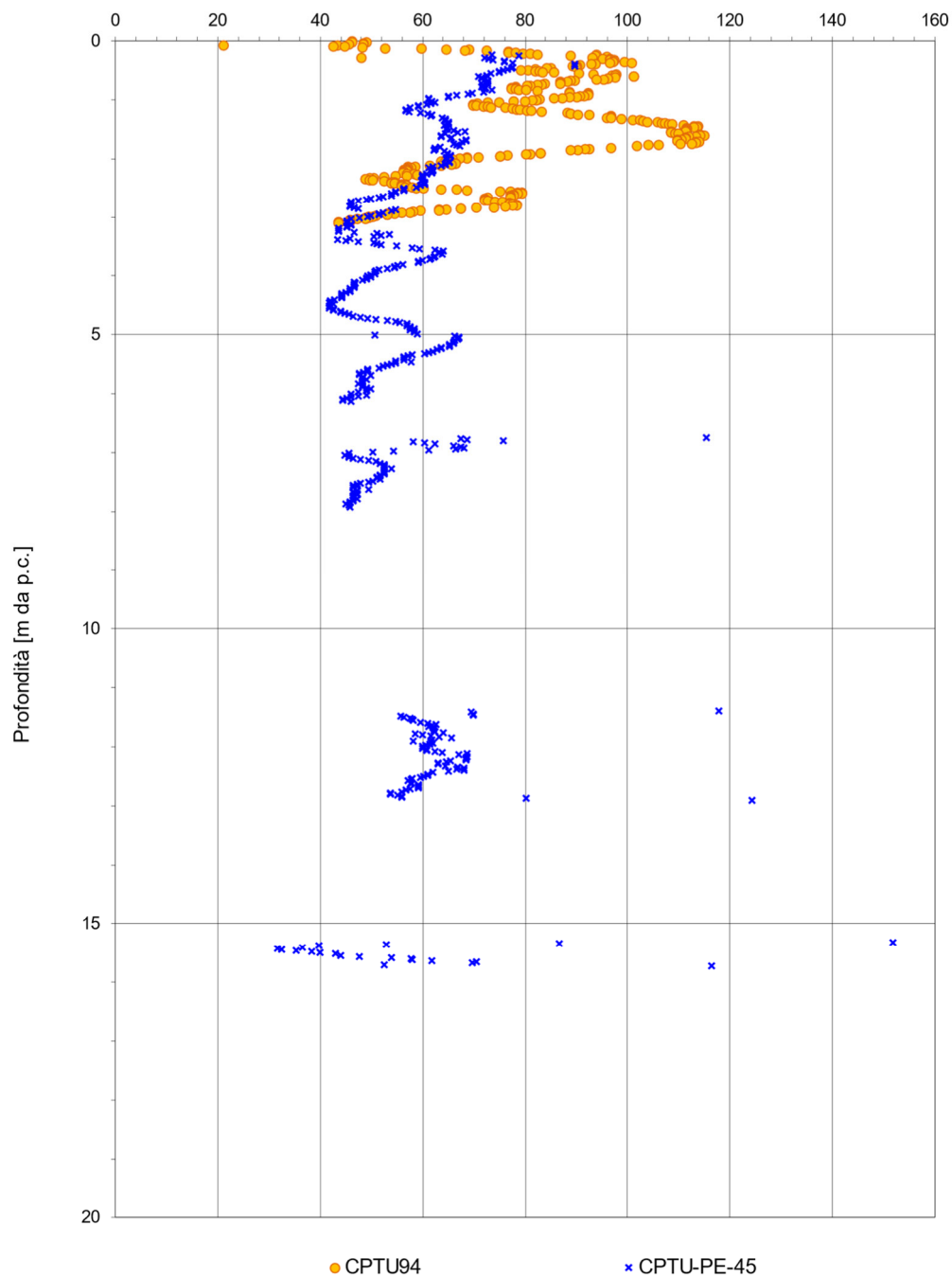


Figura 8 – Coesione non drenata da prove CPTU tra pk 39+081,56 a pk 39+375,00

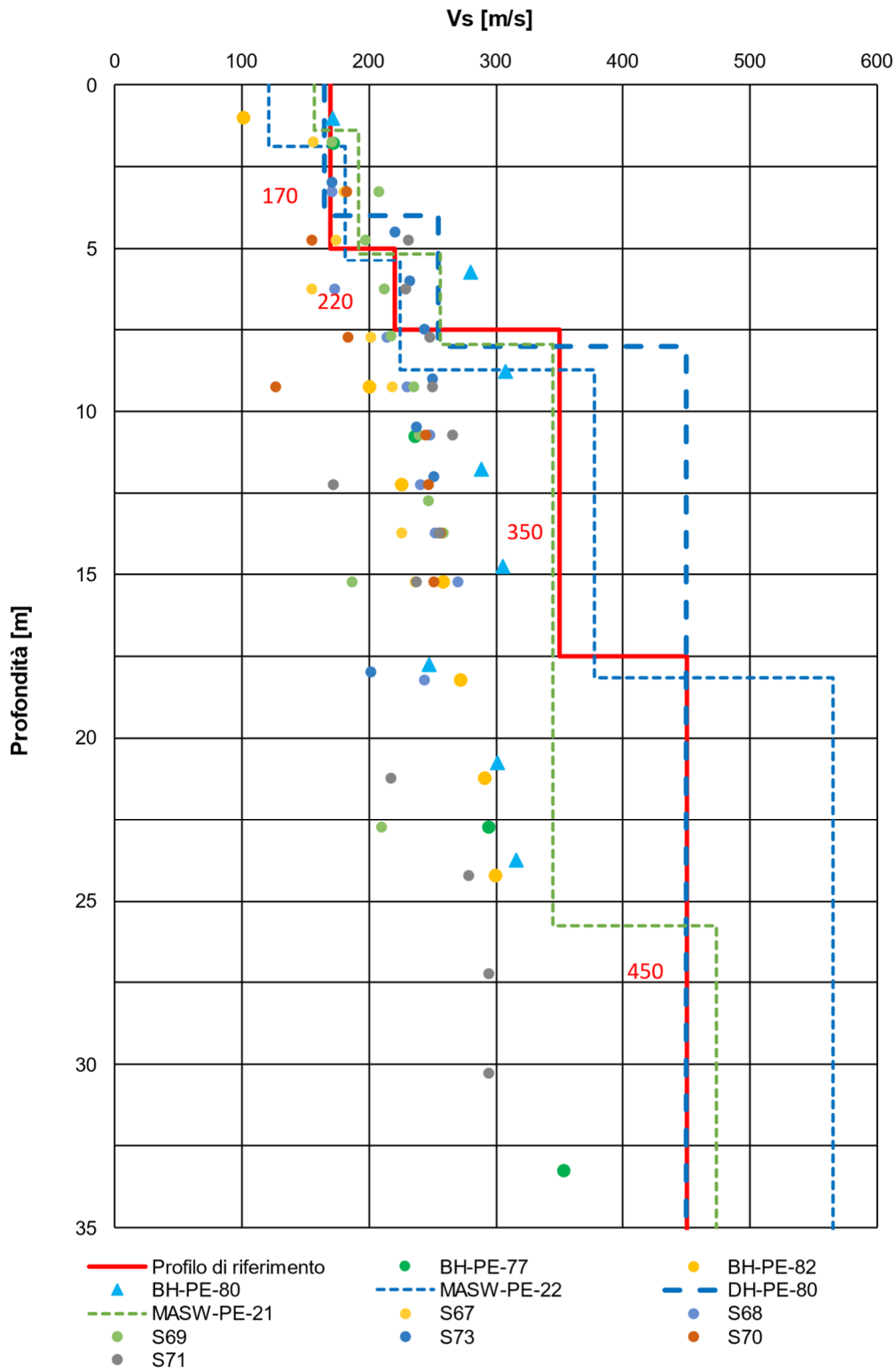




Figura 9 – Profilo di vs di riferimento, a confronto con dati di correlazioni con SPT e prove geofisiche tipo MASW tra pk 39+081,56 a pk 39+375,00

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 21 di 87</p>

AV/AC VERONA VICENZA

pk 37+500 - pk 39+500

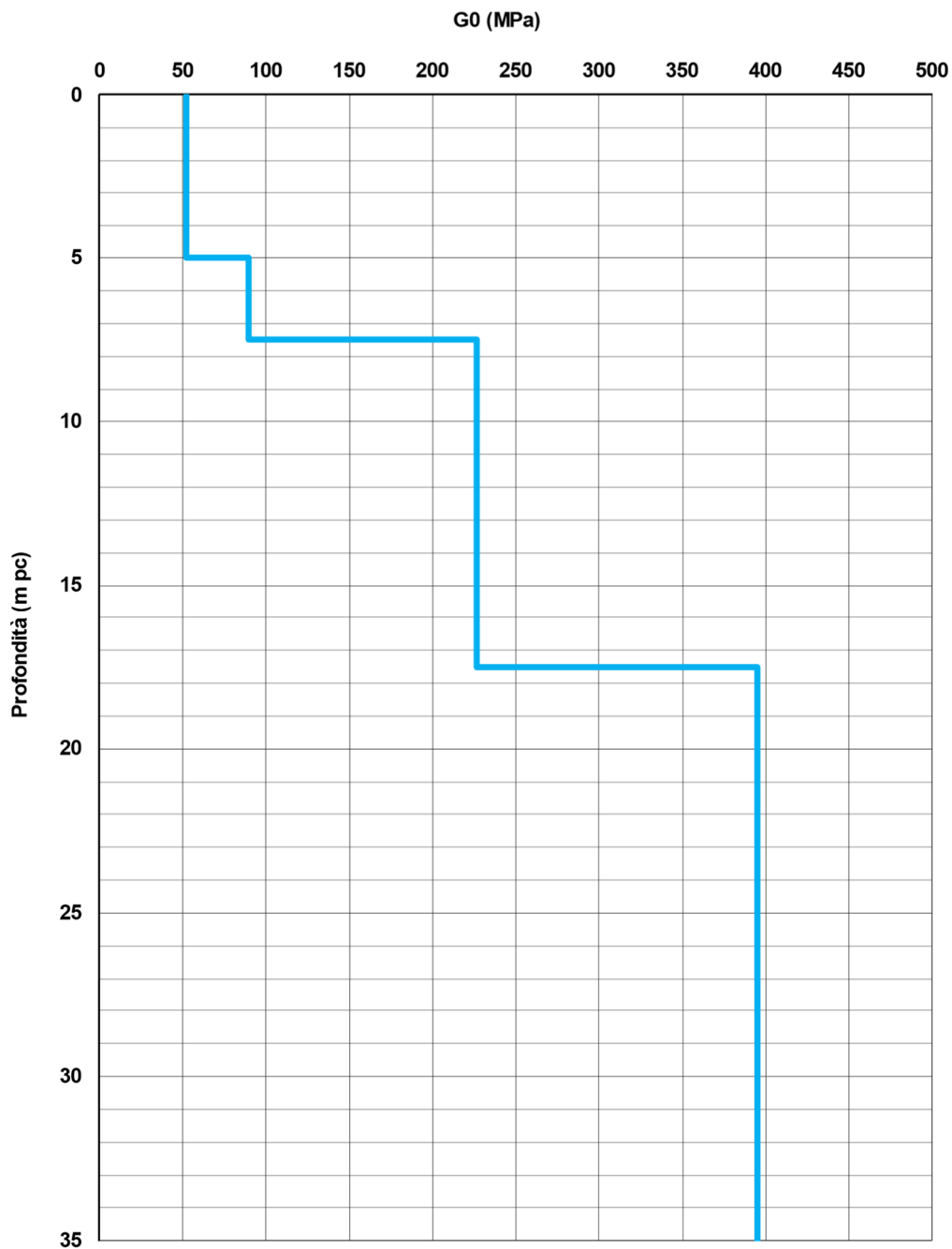




Figura 10 – Modulo di taglio G₀ tra pk 39+081,56 a pk 39+375,00

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI7400001A	Foglio 22 di 87

4.4 Sintesi del modello geotecnico di riferimento

Sulla base di quanto esposto al punto precedente, si riportano nelle tabelle sottostanti i modelli geotecnici considerati per le verifiche del rilevato in questione. In particolare il modello valido per i primi 100 m della tratta è riportato in Tabella 2 mentre il modello per la restante parte della tratta è riportata in Tabella 3.

Tabella 2 – Modello geotecnico di riferimento da pk 39+081,56 a pk 39+181,56

Unità	da m pc*	a m pc*	γ kN/m ³	φ_k °	c_k' kPa	$c_{u,k}$ kPa	G_0 MPa	E'_{op} MPa
2	1	3	19	-	-	70	-	15
2	3	10	19	-	-	50	-	10
6	10	15	19	39	0	-	80-200**	60-100**
2	15	25	19	-	-	80	-	16
6	25	-	19	45	0	-	350	250

* quota piano campagna = 53,00 m s.l.m.



** valori crescenti con la profondità. Si segnala comunque che i valori di deformabilità dei terreni non intervengono nel dimensionamento dell'opera in esame.

Tabella 3 – Modello geotecnico di riferimento da pk 39+181,56 a pk 39+375,00

Unità	da m pc*	a m pc*	γ kN/m ³	φ_k °	c_k' kPa	$c_{u,k}$ kPa	G_0 MPa	E'_{op} MPa
2	1	3	19	-	-	70	-	15
2	3	7	19	-	-	50	-	10
6	7	15	19	39	0	-	80-200**	60-100**
6	15	-	19	45	0	-	350	250

* quota piano campagna = 53,00 m s.l.m.

** valori crescenti con la profondità. Si segnala comunque che i valori di deformabilità dei terreni non intervengono nel dimensionamento dell'opera in esame.



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI740001A	Foglio 23 di 87

4.4.1 Materiale da rilevato

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

Tabella 4 - Caratteristiche materiale da rilevato

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI7400001A	Foglio 24 di 87

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 5 – Vita nominale delle infrastrutture ferroviarie

Opere nuove su infrastrutture ferroviarie progettate con le norme vigenti prima del DM 14.01.2008 a velocità convenzionale ($V < 250$ km/h)	$V_N = 50$ anni
Altre opere nuove a velocità $V < 250$ km/h	$V_N = 75$ anni
Altre opere nuove a velocità $V \geq 250$ km/h	$V_N = 100$ anni
Opere di grandi dimensioni: ponti e viadotti con campate di luce maggiore di 150 m	$V_N \geq 100$ 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 dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI7400001A	Foglio 25 di 87

Tabella 6 – 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 (Doc. rif. [4]) e nelle Planimetrie con classificazione sismica dei terreni (Doc. rif. [5]), 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 dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 26 di 87</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)	0.217
Coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s	1.378
Coefficiente di amplificazione topografica S_t	1.0
Accelerazione massima attesa al suolo	
a_{max} (g) ($a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$)	0.305

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 vigente (Doc. rif. [4]).



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 30Km 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 delle zone sismogenetiche ZS9 (riportato in Figura 1), 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 dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI7400001A	Foglio 27 di 87

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

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

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 dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 28 di 87</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 $M = 6.5 - MSF = 1.7$.

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 11: 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 11, 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 dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 29 di 87</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):

$$\text{for } I_c \leq 1.64 \quad K_c = 1.0$$

$$\text{for } I_c > 1.64 \quad K_c = -0.403(I_c)^4 + 5.581(I_c)^3 - 21.63(I_c)^2 + 33.75(I_c) - 17.88$$

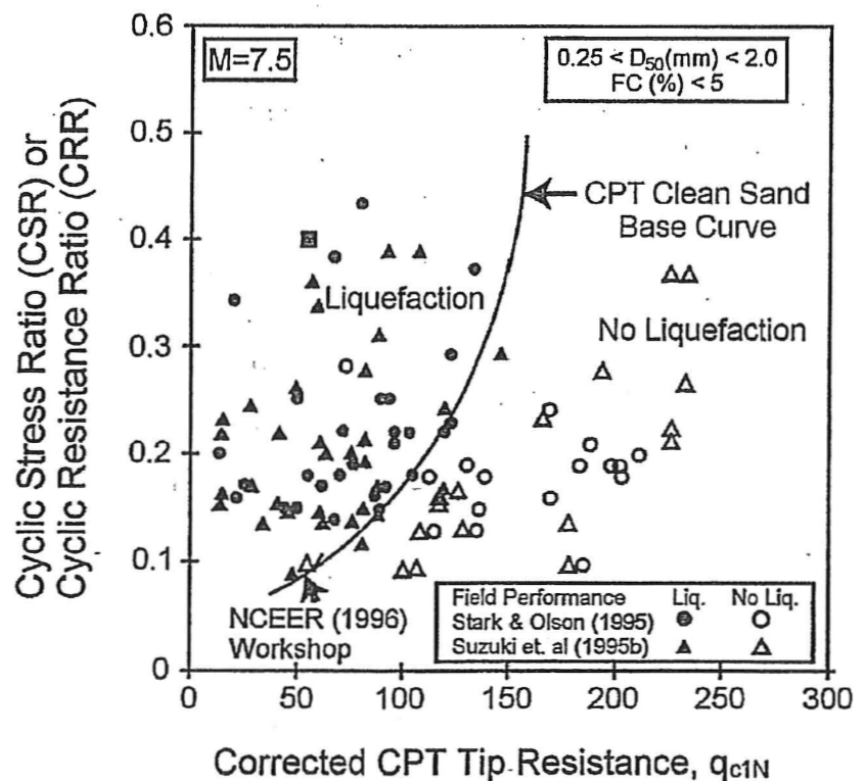



Figura 11 - Relazione tra sforzo di taglio ciclico a liquefazione e valori corretti di resistenza alla punta q_{c1N} – sisma di riferimento Magnitudo = 7.5 (Robertson & Wride, 1998)

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 30 di 87</p>

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 12 originariamente proposta da Seed e Idriss (1971,1982) e da Seed et al. (1985), e successivamente confermata da Youd et al. (2001).

In Figura 12, 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 campionatore, 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 campionatore) sono stati assunti pari ad 1 dato che le prove sono state eseguite sulla base delle raccomandazioni fornite dall'AGI (1977).

Sempre in Figura 12 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 sismici 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 sismici di Magnitudo pari a 7.5, per cui è necessario introdurre un fattore di scala

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 31 di 87</p>

(MSF) per adattare le curve di CRR alla magnitudo di riferimento per il caso in esame, come indicato in precedenza.

Si può osservare dalla Figura 12 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:

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

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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 32 di 87</p>

f = fattore che dipende dalla densità relative del materiale in sito.

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):

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

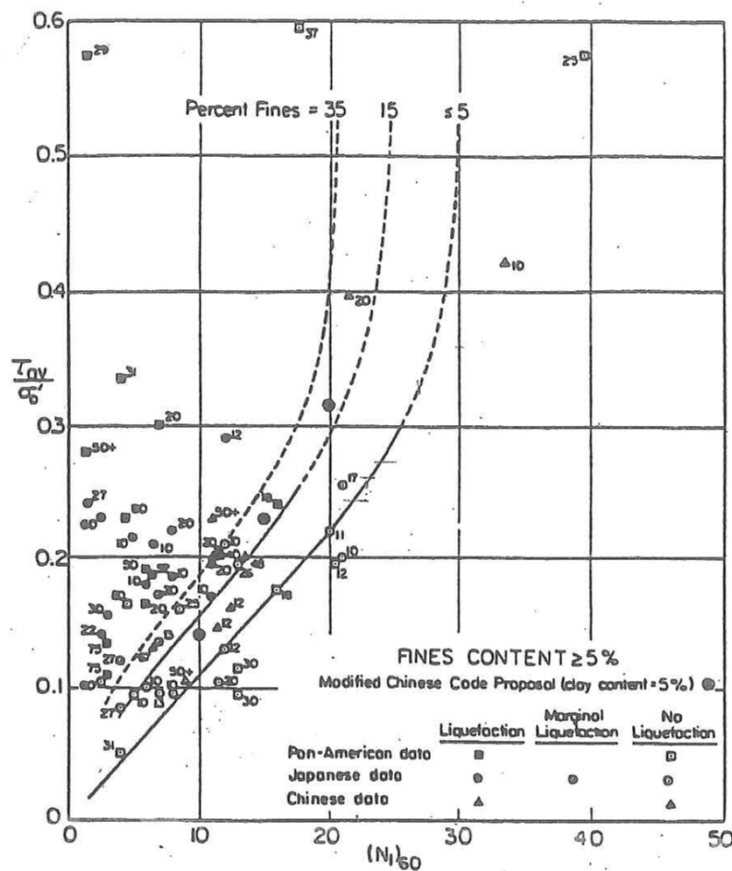


Figura 12 - Relazione tra sforzo di taglio ciclico a liquefazione e $N1(60)$ – sisma di riferimento Magnitudo = 7.5 (Seed et al., 1985).

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 33 di 87</p>

5.3 Risultati delle verifiche a liquefazione

I risultati (cfr. Figura 13, Figura 14, Figura 15) indicano come non si evidenzino rischi di potenziale liquefazione nella porzione di tracciato interessata dal rilevato RI62, in linea con gli stati di addensamento e le granulometrie descritte in precedenza.

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche di suscettibilità alla liquefazione per le prove SPT presenti nella tratta di interesse.

Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI7400001A

Foglio
34 di 87

Tratta AC/AV Verona - Padova - Sub Tratta - Verona - Vicenza - Prova CPTU94 Pr.39+240

Ammax_calc / g = 0.305 M_calc = 6.5 Approccio NCEER 1996 - 1998 - 2001 MSF = 1.7

Sovraccarico = 0 kPa

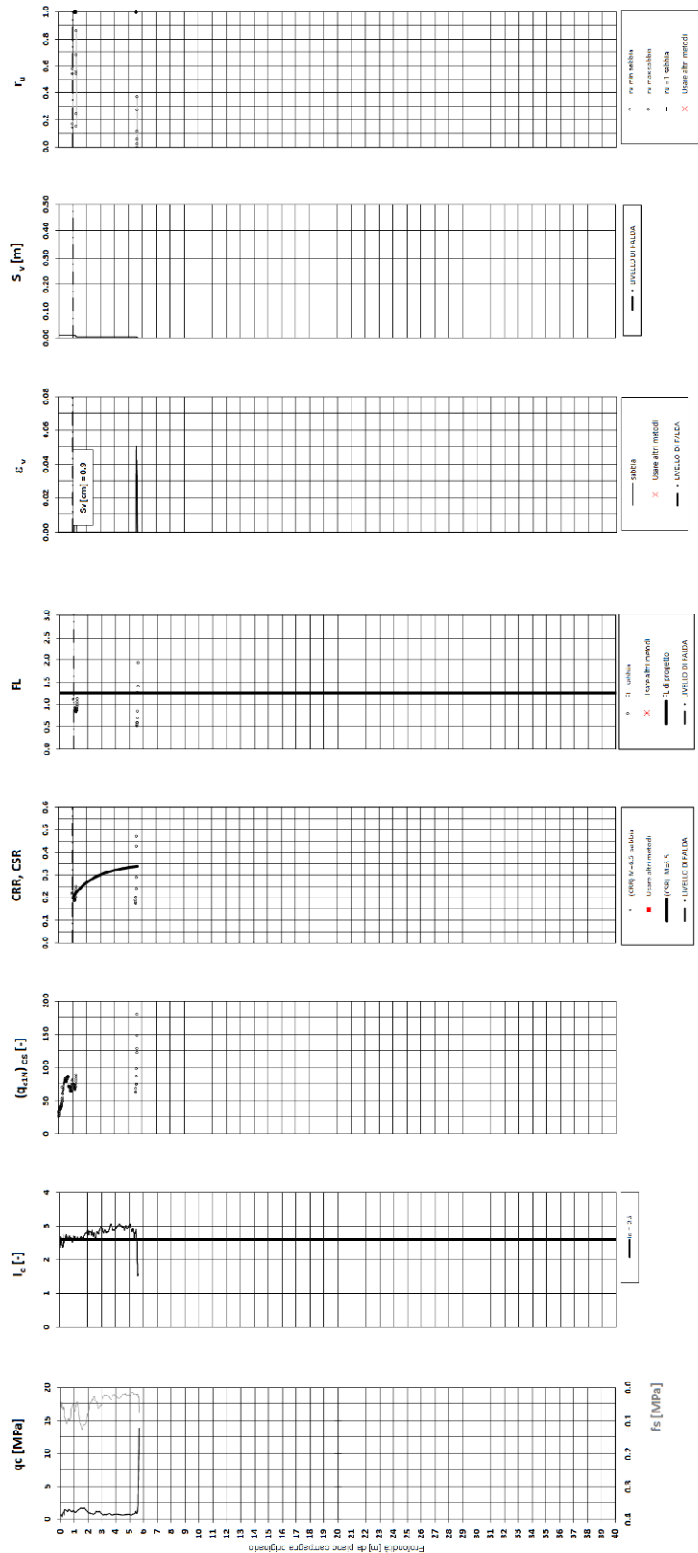
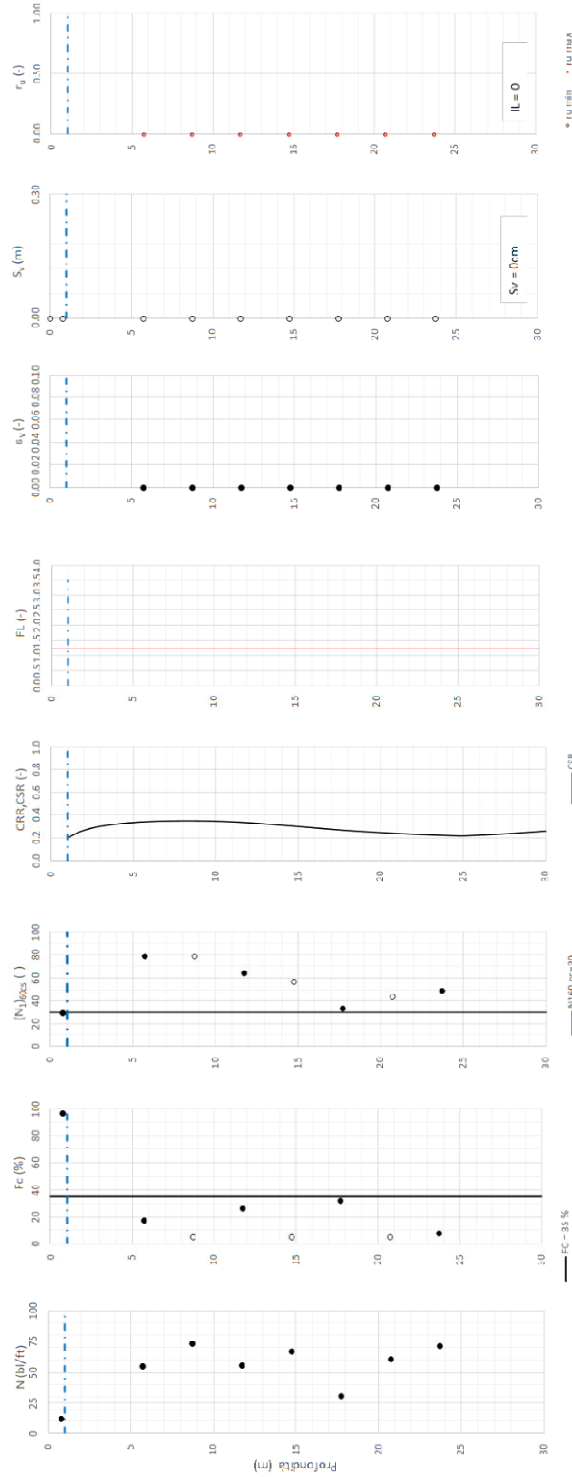


Figura 13 – Verifica Liquefazione da risultati CPTU94

Tretta AC/AV Verona-Padova - Sub Tretta Verona-Vicenza - Lotto 2 - Prova BH-PE-80 Pr. 39+200

$a_{max} = 0.305g$ $M_{calc} = 6.5$ $MSF = 1.7$ Metodo NCEER 1996 - 1998 - Z01

Altezza rilevato = 0m



Foglio tecnico: sismosismoferra_112

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

Figura 14 – Verifica Liquefazione da risultati SPT BH-PE-80

Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00
Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI7400001A

Foglio

36 di 87

Tratta AC/AV Verona - Padova - Sub Tratta - Verona - Vicenza - Prova S73 Pr.39+250

Approccio NCEER 1996 - 1998 - 2001 MSF = 1.7

Am_{max,calc} / g = 0.305 M_{calc} = 6.5

Sovraccarico = 0 kPa

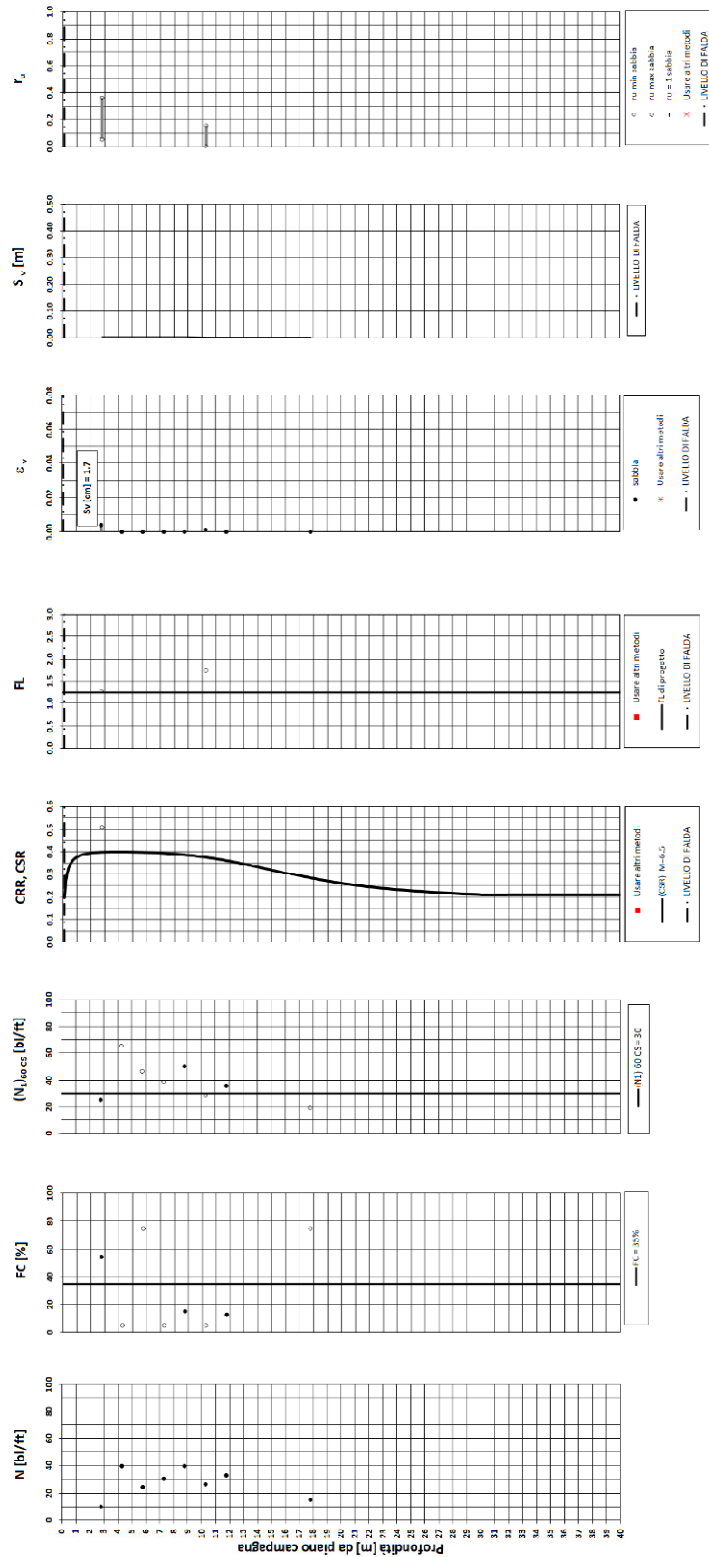






Figura 15 – Verifica Liquefazione da risultati SPT S 73

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI7400001A	Foglio 37 di 87

6 VERIFICA GEOTECNICA DEL RILEVATO

Data la geometria del rilevato in esame, praticamente a raso del piano campagna (vedi paragrafo 3.1), e data la stratigrafia riportata nel paragrafo 4.4 non si evidenzia la necessità di condurre analisi di cedimento e di stabilità per l'assenza di problematiche di tipo geotecnico.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 38 di 87</p>

7 RESISTENZA DEI PALI SOGGETTI A CARICHI ASSIALI

7.1 Introduzione

Il muro di mitigazione del terrapieno sul versante Sud (da pk 39+313,00 a pk 39+375,00), sarà fondato su pali in calcestruzzo gettati in opera. L'utilizzo dei pali si evidenzia come necessario per resistere alle elevate azioni orizzontali dovute allo svio del treno.

Il calcolo del muro e le relative verifiche sono contenuti nel documento di progetto del muro di sostegno.

Di seguito si riportano i calcoli di dimensionamento dei pali sotto carico assiale, condotti per il diametro $D = 600$ mm e $D = 800$ mm.

I calcoli sono stati svolti in accordo alle NTC 2008, seguendo i dettami validi per i pali trivellati. I calcoli sono anche da ritenere validi nel caso di impiego di pali CFA.

Per quanto concerne il comportamento dei pali sotto carichi orizzontali, i calcoli di verifica e dimensionamento sono contenuti nel documento relativo al calcolo del muro.

Il calcolo è stato condotto in accordo all'approccio elastico di Matlock e Reese (1960) [35] utilizzando i seguenti valori di molle orizzontali:

$E_h = k_h \cdot z$, con z profondità da p.c.

In particolare:

$E_h = 400 \cdot C_u = 28000$ kN/m² per argilla da p.c. a 3 m di profondità

$E_h = 400 \cdot C_u = 20000$ kN/m² per argilla da 3 m a 7 m di profondità

$E_h = k_h \cdot z = 15000 \cdot z$ kN/m² ($k_h = 15000$ kN/m³, con z profondità da p.c.) per ghiaie da 7 m di profondità

7.2 Analisi agli stati limite

Le verifiche di capacità portante dei pali sono svolte secondo la metodologia degli stati limite ultimi, in accordo alla normativa vigente (DM 2008). La verifica della capacità portante dei pali è soddisfatta se:

$$F_{cd} < R_{cd}$$

essendo:

$$R_{cd} = R_k / \gamma_R$$

dove:



F_{cd} carico assiale di compressione di progetto;

R_{cd} capacità portante di progetto nei confronti dei carichi assiali;

R_k valore caratteristico della capacità portante limite del palo;

γ_R coefficiente di sicurezza sulle resistenze

In particolare, le verifiche di capacità portante dei pali agli stati limite ultimi (SLU) sono condotte con riferimento ad almeno uno dei due approcci:

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 39 di 87</p>

Approccio 1:

Combinazione 1: A1 + M1 + R1

Combinazione 2: A2 + M1 + R2

Approccio 2:

Combinazione 1: A1 + M1 + R3,

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati in Tab. 5.2.V (ponti ferroviari), e Tab. 6.4.II delle NTC 2008 (Doc.Rif. [14]) e riportati nelle seguenti Tabella 7 e Tabella 8.

Il peso del palo, in accordo con quanto riportato al paragrafo 6.4.3 delle NTC2008, deve essere incluso tra le azioni permanenti di cui alla Tabella 7.

La resistenza di progetto a compressione $R_{c,d}$ è calcolata applicando al valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ i coefficienti parziali γ_R riportati in tabella seguente, relativi alla condizione di pali trivellati.



Il valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ a compressione ed a trazione $R_{t,k}$ è ottenuto applicando i fattori di correlazione ξ_3 e ξ_4 (Tabella 9) alle resistenze di calcolo R_{cal} ; tali fattori sono funzione del numero di verticali d'indagine rappresentative:

$$R_{c,k} = \min \left\{ \frac{(R_{c;cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{c;cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

$$R_{t,k} = \min \left\{ \frac{(R_{t;cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{t;cal})_{min}}{\xi_4} \right\}.$$

I valori di ξ_3 e ξ_4 da utilizzare nelle analisi sono funzione dal numero di sondaggi che sono stati considerati per valutare la resistenza del palo per ogni area omogenea o struttura/opera.

Tabella 7 – Tab. 5.2.V, NTC 2008

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI7400001A	Foglio 40 di 87

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

Tabella 8 – Tab. 6.4.II, NTC 2008

Tabella 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche.



Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_b	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale ^(*)	γ_t	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

^(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Tabella 9 – Tab. 6.4.IV NTC 2008 - Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali d'indagine

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

In conclusione, sulla base di quanto prescritto dalle NTC al paragrafo 7.11.5.3, in condizioni sismiche le curve di capacità portante sono da calcolarsi con riferimento all'Approccio 2. Risultano, quindi, pressoché coincidenti con quelle calcolate agli SLU, utilizzando il medesimo approccio: le differenze si riducono ad un diverso fattore parziale applicato ad una frazione del peso del palo. Pertanto, nel caso in esame la stima è eseguita cautelativamente assumendo la combinazione A1+M1+R3, sia per le combinazioni statiche che per quelle sismiche. Per le verifiche in condizioni sismiche i coefficienti delle azioni A1 sono assunti unitari, come da §7.11.5.3-NTC2008.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 41 di 87</p>

7.3 Metodologia di calcolo

La portata di progetto di un palo trivellato (eseguito con completa asportazione del terreno) “ $Q_{tot_c,d}$ ” in compressione è espressa dalla seguente relazione:

$$Q_{tot_c,d} = Q_{II} / F_{SL,C} + Q_{bl} / F_{SB} - W'_{p-s} = Q_{I_c,d} + Q_{b,d} - W_{p-s,d}$$

dove:

- Q_{II} valore di calcolo della portata laterale,
- Q_{bl} valore di calcolo della portata di base,
- $Q_{I_c,d}$ valore di progetto della portata laterale,
- $F_{SL,C}$ fattore di sicurezza per la portata laterale in compressione ($= \xi \cdot \gamma_s$),
- F_{SB} fattore di sicurezza per la portata di base ($= \xi \cdot \gamma_b$),
- $Q_{b,d}$ valore di progetto della portata di base,
- W_{p-s} valore di progetto del peso del palo, al netto del peso del terreno asportato.

Diversamente, la portata di progetto a trazione “ $Q_{tot_tr,d}$ ” è espressa dalla seguente relazione:

$$Q_{tot_tr,d} = Q_{LL,Tr} / F_{SL} + W'_P = Q_{I_tr,d} + W'_p$$

dove:

- Q_{LL} valore di calcolo della portata laterale,
- W'_P peso efficace del palo, alleggerito se sotto falda,
- $F_{SL,Tr}$ fattore di sicurezza per la portata laterale in trazione ($= \gamma_{st} \cdot \xi$).

7.3.1 Portata laterale

La portata laterale limite è valutata con la seguente relazione:

$$Q_{II} = \pi \cdot D \cdot \sum_i (\tau_i \cdot h_i)$$

dove:

- D diametro palo,
- τ_i tensione di adesione laterale limite nello strato i-esimo,
- h_i altezza dello strato i-esimo.



7.3.1.1 Depositi coesivi

Per i terreni coesivi la tensione di adesione laterale limite è valutata con la seguente espressione:

$$\tau_{lim} \text{ (kPa)} = \alpha \cdot c_u \leq \tau_{us,max}$$

dove:

- c_u resistenza al taglio non drenata.
- α coefficiente empirico, determinato in accordo a quanto indicato nel manuale FHWA 2010:

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 42 di 87</p>

$$\alpha = 0.55 \quad \text{per } (c_u/p_a) \leq 1.5;$$

$$\alpha = 0.55 - 0.1 \cdot (c_u/p_a - 1.5) \quad \text{per } 1.5 \leq (c_u/p_a) \leq 2.5$$

Inoltre, per la resistenza laterale si impongono anche le seguenti condizioni:

$$\tau_{lim} \text{ (kPa)} \geq 0.23 \cdot \sigma'_{v0}$$

$$\tau_{us,max} = 100 \text{ kPa (resistenza laterale massima in terreno coesivo),}$$

dove:

$$\sigma'_{v0} \quad \text{tensione verticale efficace alla quota di riferimento.}$$

7.3.1.2 Depositi incoerenti

Per i terreni incoerenti la tensione di aderenza laterale limite è valutata mediante metodo β con la seguente espressione (Reese & O'Neill, 1999, recepito nel manuale FHWA del 2010):

$$\tau_{lim} \text{ (kPa)} = \beta \cdot \sigma'_{v0} \leq \tau_{us,max}$$

dove:

$$\beta = 1.5 - 0.245 \cdot z^{0.50} \quad (0.25 \leq \beta \leq 1.20) \text{ per sabbie;}$$

$$\beta = 2.0 - 0.147 \cdot z^{0.75} \quad (0.25 \leq \beta \leq 1.80) \text{ per sabbie ghiaiose;}$$

$$\sigma'_{v0} \quad \text{tensione verticale efficace alla quota di riferimento.}$$

$$\tau_{us,max} = 150 \text{ kPa (resistenza laterale massima in terreno incoerente)}$$

7.3.2 Portata di base

Per la valutazione della portata di base limite si utilizzano le seguenti relazioni:

$$Q_{bl} = A_p \cdot q_{bl}$$

dove:

$$A_p \quad \text{area della base del palo,}$$

$$q_{bl} \quad \text{portata limite specifica di base.}$$

7.3.2.1 Depositi coesivi

La portata di base limite nei terreni coesivi è valutata con la seguente relazione:


$$q_{b,ult} \text{ (kPa)} = 9 \cdot c_{u,k}$$

dove:

$$c_{u,k} \quad \text{valore caratteristico della resistenza a taglio non drenata.}$$

7.3.2.2 Depositi incoerenti

Il valore della portata di base allo stato critico (q_{bcr}) è stato valutato, considerando un rapporto fra il cedimento della

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 43 di 87</p>

base del palo ed il diametro del palo pari al 10%.

Generalmente sono disponibili dati di prove SPT, da cui si possono utilizzare le indicazioni di Reese e O'Neill, 1988, Fioravante et al., 1995:

$$q_{bcr, 0.1} = 75 N_{SPT} < 4000 \text{ kPa.}$$

Quando sono disponibili dati penetrometrici, si può considerare la seguente espressione (Salgado 2006, Ghionna et al., 1994):

$$q_{bcr, 0.1} \cong 0.10 \div 0.16 q_c,$$

dove l'estremo inferiore può essere assunto per sabbie molto addensate e l'estremo superiore per sabbie mediamente addensate.

7.3.2.3 Terreni stratificati

Nel caso di terreni stratificati, costituiti da alternanze di strati di limi e argille e di sabbie e ghiaie, i criteri di valutazione delle portate laterali limite sono analoghi a quelli descritti precedentemente. Tuttavia, in accordo a quanto discusso in Meyerhof (1976), la portata di base negli strati sabbioso-ghiaiosi si riduce rispetto a quella caratteristica dello strato supposto omogeneo (v. figura seguente). Pertanto, nel caso di terreno stratificato, la mobilitazione dell'intera resistenza di base disponibile è subordinata alla condizione che il palo penetri nello strato portante per almeno 3 diametri. Viceversa, con l'avvicinarsi della base del palo ad uno strato inferiore di minore resistenza, la portata si riduce linearmente fino all'interfaccia tra gli strati, laddove eguaglia il valore di rottura dell'unità più debole (vedasi Figura 16).

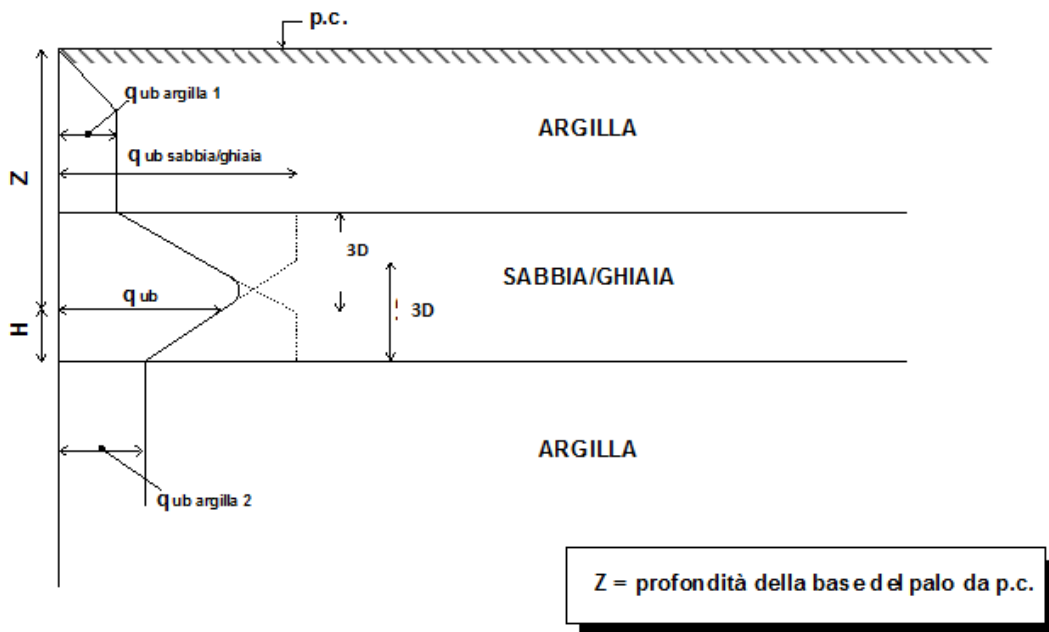


Figura 16 - Criterio di valutazione della pressione ultima di base (q_{ub}) in terreni stratificati

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI7400001A	Foglio 44 di 87

7.4 Stratigrafia di calcolo e fattori parziali

I calcoli sono stati eseguiti con riferimento alla stratigrafia riportata nel paragrafo 4.4. Come detto il muro si sviluppa dalla pk 39+313,00 alla pk 39+375,00 e per tanto la stratigrafia valida risulta quella riportata in Tabella 3.

La testa pali è stata considerata a 2 m dal p.c.



La falda è stata considerata 1 m sotto al p.c.

Tenuto conto delle indagini a disposizione, e del fatto che la stratigrafia è da considerarsi come ragionevolmente cautelativa rispetto alle condizioni medie del sito, si è considerato un valore di $\xi_4 = 1.55$.

7.5 Risultati

Si riportano di seguito le curve di capacità portante del palo singolo, calcolate sulla base della metodologia di calcolo discussa nei capitoli precedenti, per pali $D = 600$ mm e $D = 800$ mm. Per quanto riguarda le condizioni sismiche, si faccia riferimento alle curve agli SLU.

I tabulati di calcolo sono riportati in ALLEGATO 3 - e ALLEGATO 4 -

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 45 di 87</p>

7.5.1 PALI D = 600 mm

Lpalo m	CARICO LIMITE ULTIMO			CURVE SLU				
	Q _{l,lim} kN	Q _{b,cr} kN	Q _{TOT,lim} kN	Q _{l,c,d} kN	Q _{l,tr,d} kN	Q _{b,d} kN	Q _{tot,c,d} kN	Q _{tot,tr,d} kN
0.00	0	153	153	0	0	73	73	0
0.50	36	140	175	20	19	67	86	20
1.00	70	127	196	39	36	61	97	38
1.50	98	127	223	55	51	61	112	54
2.00	124	127	248	70	64	61	126	67
2.50	150	127	273	84	77	61	139	81
3.00	176	127	298	99	91	61	153	96
3.50	202	127	323	113	104	61	166	110
4.00	228	127	349	128	118	61	179	125
4.50	254	127	374	142	131	61	192	139
5.00	297	127	416	167	153	61	217	161
5.50	376	322	688	211	194	154	353	203
6.00	475	516	980	266	245	247	500	255
6.50	577	710	1276	324	298	339	648	309
7.00	681	905	1574	382	351	432	798	363
7.50	789	905	1681	443	407	432	858	420
8.00	898	905	1789	504	463	432	917	477
8.50	1010	905	1900	567	521	432	980	535
9.00	1123	905	2012	630	580	432	1042	595
9.50	1238	905	2127	695	639	432	1105	655
10.00	1354	905	2242	760	699	432	1169	716
10.50	1472	905	2359	826	760	432	1234	778
11.00	1590	905	2477	892	821	432	1299	840
11.50	1710	905	2595	959	883	432	1365	903
12.00	1829	905	2714	1026	944	432	1432	964
12.50	1950	905	2833	1094	1006	432	1498	1027
13.00	2070	905	2952	1161	1068	432	1564	1090
13.50	2190	926	3093	1229	1130	443	1640	1153
14.00	2310	947	3233	1296	1192	453	1716	1216
14.50	2429	968	3373	1363	1254	463	1792	1279
15.00	2547	990	3512	1429	1315	473	1868	1340
15.50	2665	990	3628	1495	1375	473	1933	1401
16.00	2782	990	3744	1561	1436	473	1997	1463
16.50	2897	990	3859	1625	1495	473	2061	1523
17.00	3011	990	3972	1689	1554	473	2123	1583
17.50	3123	990	4083	1752	1612	473	2185	1642
18.00	3233	990	4192	1814	1669	473	2245	1700
18.50	3341	990	4299	1874	1724	473	2306	1755
19.00	3447	990	4404	1934	1779	473	2364	1811
19.50	3550	990	4507	1992	1832	473	2420	1865
20.00	3651	990	4607	2048	1884	473	2475	1918
20.50	3749	990	4704	2103	1935	473	2529	1970
21.00	3844	990	4798	2157	1984	473	2581	2020
21.50	3935	990	4889	2208	2031	473	2632	2067
22.00	4024	990	4976	2258	2077	473	2681	2114
22.50	4108	990	5060	2305	2120	473	2726	2158
23.00	4189	990	5140	2350	2162	473	2771	2201
23.50	4266	990	5216	2393	2202	473	2812	2242
24.00	4339	990	5288	2434	2239	473	2852	2280
24.50	4407	990	5355	2472	2275	473	2889	2317
25.00	4471	990	5419	2508	2308	473	2925	2350

Figura 17 – Riassunto curve di carico limite ultimo e di resistenza di progetto SLU per pali D=600 mm

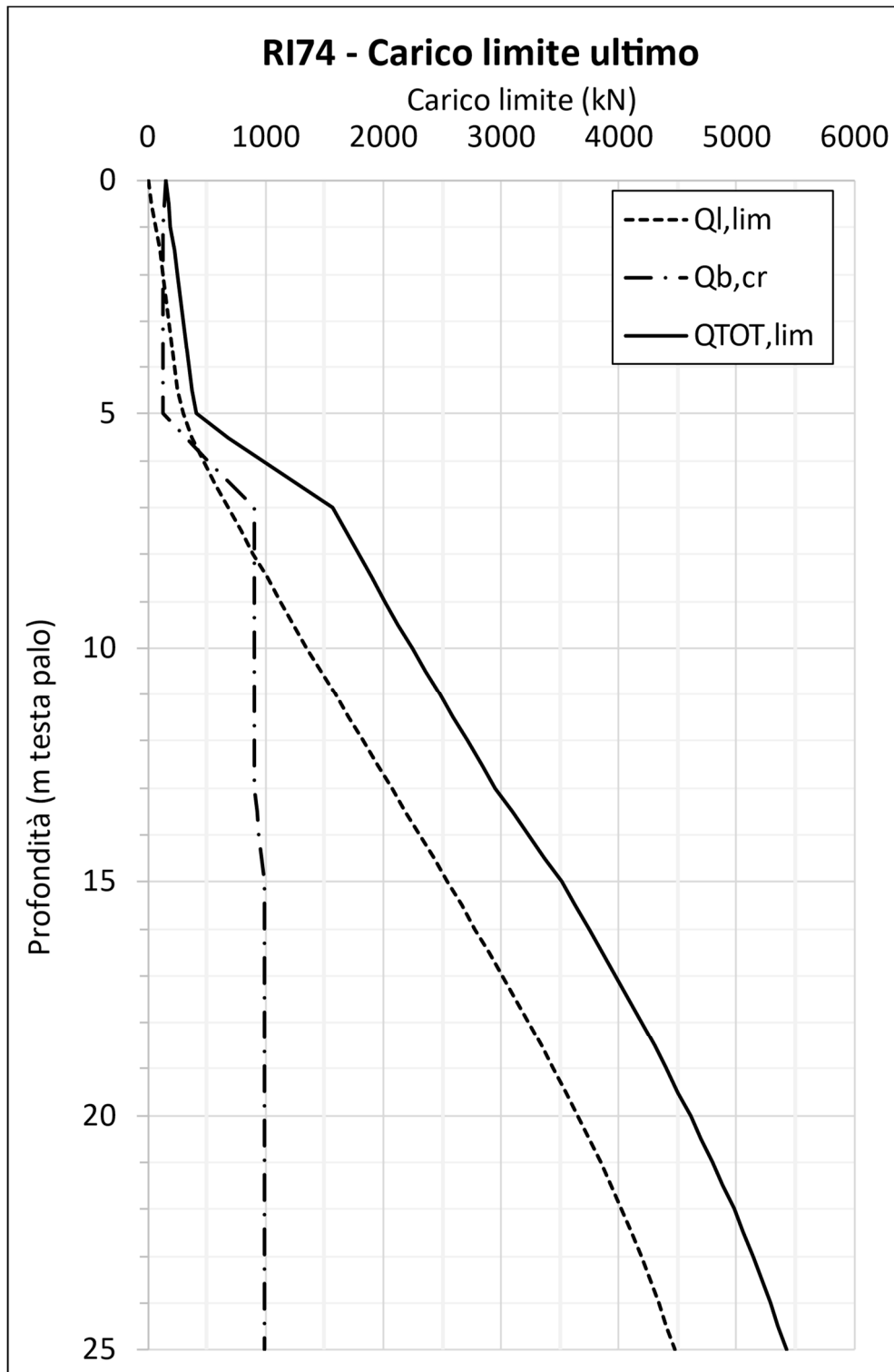


Figura 18 – Curve di carico limite ultimo per pali D=600 mm

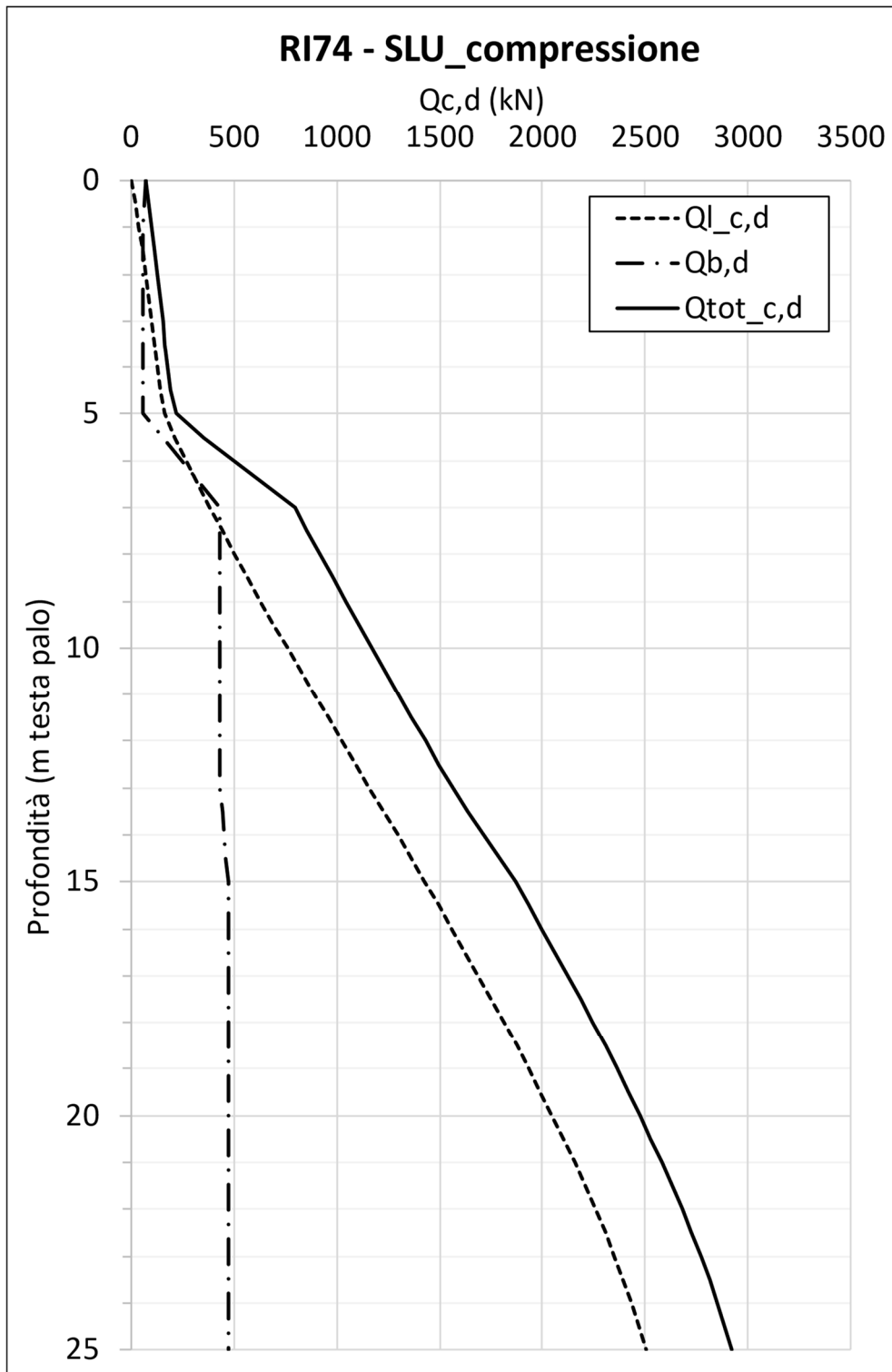




Figura 19 – Curve di resistenza di progetto SLU, compressione per pali $D=600$ mm

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 48 di 87</p>

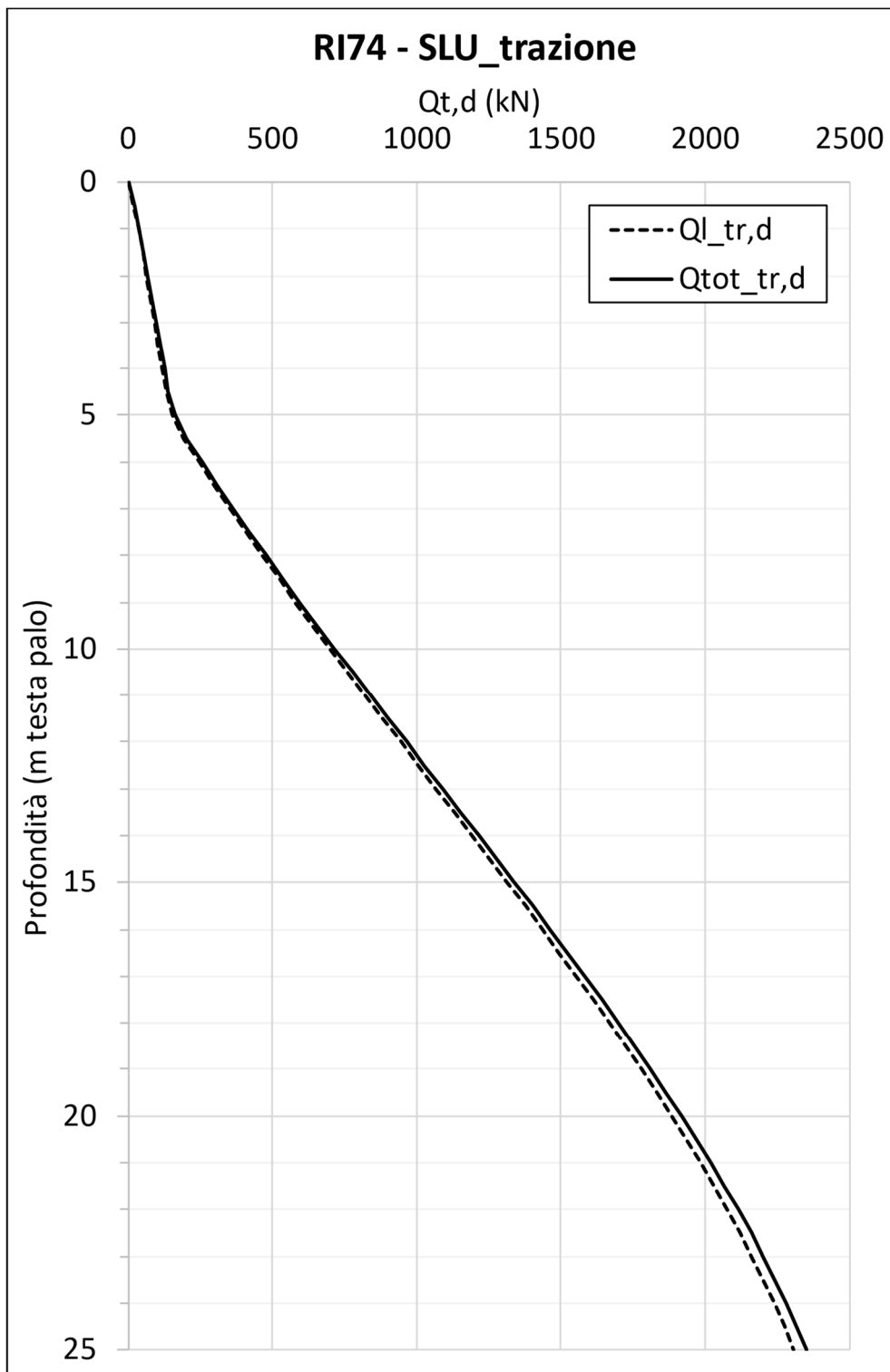




Figura 20 – Curve di resistenza di progetto SLU, trazione per pali D=600 mm

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 49 di 87</p>

7.5.2 PALI D = 800 mm

Lpalo m	CARICO LIMITE ULTIMO			CURVE SLU				
	Q _{l,lim} kN	Q _{b,cr} kN	Q _{TOT,lim} kN	Q _{l,c,d} kN	Q _{l,tr,d} kN	Q _{b,d} kN	Q _{tot,c,d} kN	Q _{tot,tr,d} kN
0.00	0	262	262	0	0	125	125	0
0.50	48	244	291	27	25	117	141	27
1.00	93	226	316	52	48	108	156	51
1.50	131	226	353	73	68	108	175	73
2.00	166	226	386	93	86	108	193	92
2.50	200	226	419	112	103	108	209	111
3.00	235	226	452	132	121	108	228	130
3.50	270	226	485	151	139	108	245	150
4.00	304	226	518	171	157	108	262	169
4.50	339	226	551	190	175	108	279	189
5.00	396	226	607	222	204	108	310	219
5.50	501	503	987	281	259	240	498	276
6.00	633	779	1394	355	327	372	703	345
6.50	769	1056	1805	431	397	505	909	417
7.00	908	1332	2219	509	469	637	1118	490
7.50	1051	1608	2637	590	542	768	1327	565
8.00	1197	1608	2782	672	618	768	1408	642
8.50	1346	1608	2929	755	695	768	1488	721
9.00	1497	1608	3079	840	773	768	1572	800
9.50	1651	1608	3230	926	852	768	1656	881
10.00	1806	1608	3384	1013	932	768	1741	962
10.50	1963	1608	3539	1101	1013	768	1827	1045
11.00	2121	1608	3696	1190	1095	768	1914	1128
11.50	2280	1608	3853	1279	1177	768	2000	1212
12.00	2439	1608	4012	1368	1259	768	2088	1295
12.50	2599	1608	4170	1458	1341	768	2175	1379
13.00	2760	1608	4329	1548	1425	768	2264	1464
13.50	2920	1639	4518	1638	1507	783	2366	1548
14.00	3079	1669	4706	1727	1589	798	2468	1631
14.50	3239	1699	4894	1817	1672	812	2570	1716
15.00	3397	1729	5081	1906	1753	826	2671	1798
15.50	3554	1759	5266	1994	1834	841	2771	1881
16.00	3709	1759	5420	2081	1914	841	2857	1962
16.50	3863	1759	5572	2167	1994	841	2940	2044
17.00	4014	1759	5722	2252	2072	841	3024	2123
17.50	4164	1759	5870	2336	2149	841	3105	2202
18.00	4311	1759	6016	2419	2225	841	3186	2279
18.50	4455	1759	6158	2499	2299	841	3264	2355
19.00	4596	1759	6298	2578	2372	841	3342	2429
19.50	4734	1759	6434	2656	2443	841	3417	2502
20.00	4868	1759	6567	2731	2513	841	3491	2573
20.50	4999	1759	6696	2804	2580	841	3561	2642
21.00	5125	1759	6821	2875	2645	841	3631	2708
21.50	5247	1759	6942	2944	2708	841	3696	2773
22.00	5365	1759	7058	3010	2769	841	3761	2835
22.50	5478	1759	7169	3073	2827	841	3822	2895
23.00	5586	1759	7275	3134	2883	841	3881	2952
23.50	5688	1759	7377	3191	2936	841	3936	3007
24.00	5785	1759	7472	3245	2986	841	3989	3058
24.50	5877	1759	7562	3297	3033	841	4038	3107
25.00	5962	1759	7646	3345	3077	841	4084	3152

Figura 21 – Riassunto curve di carico limite ultimo e di resistenza di progetto SLU per pali D=800 mm

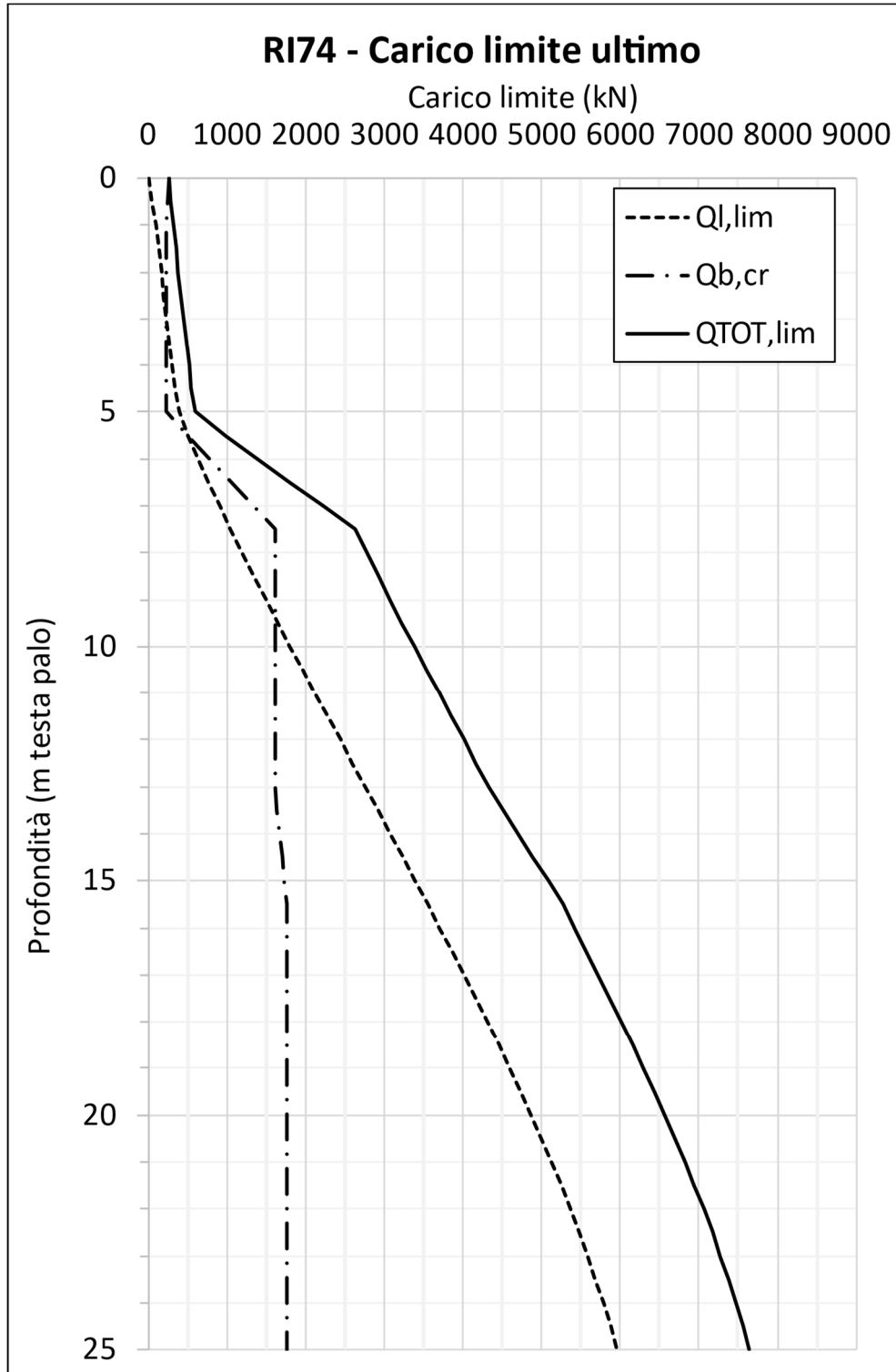




Figura 22 – Curve di carico limite ultimo per pali D=800 mm

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 51 di 87</p>

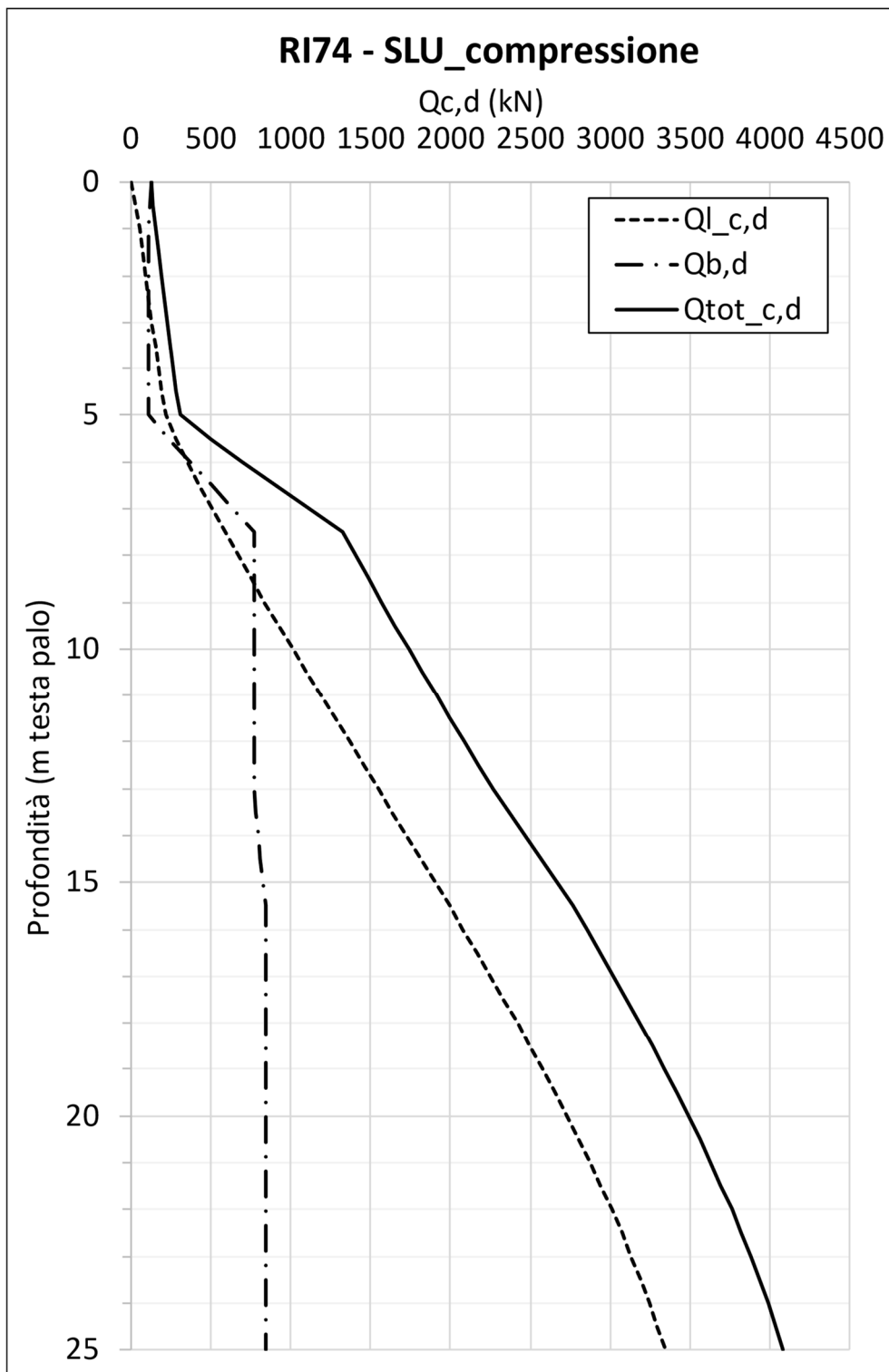



Figura 23 – Curve di resistenza di progetto SLU, compressione per pali $D=800$ mm

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 52 di 87</p>

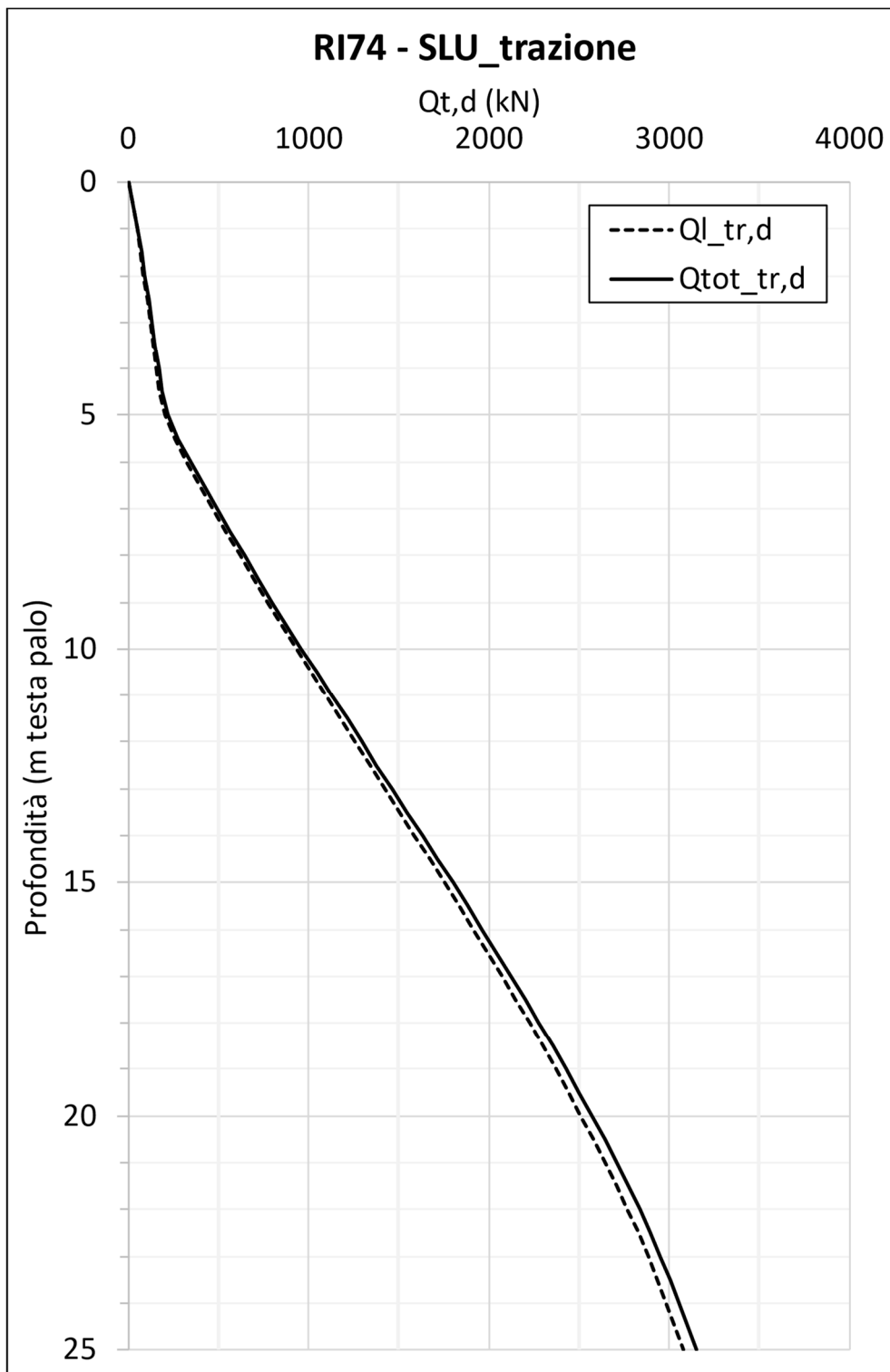



Figura 24 – Curve di resistenza di progetto SLU, trazione per pali D=800 mm



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 53 di 87</p>

8 CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

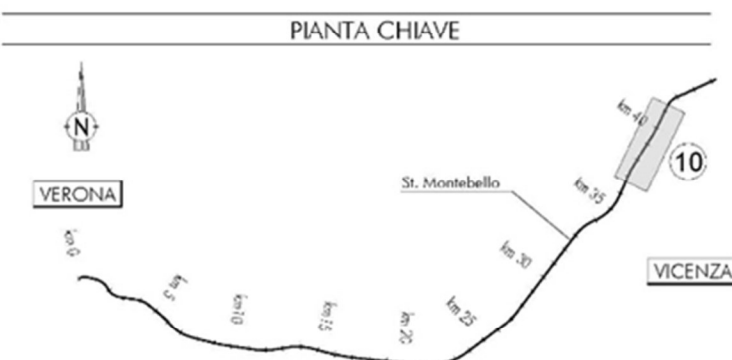
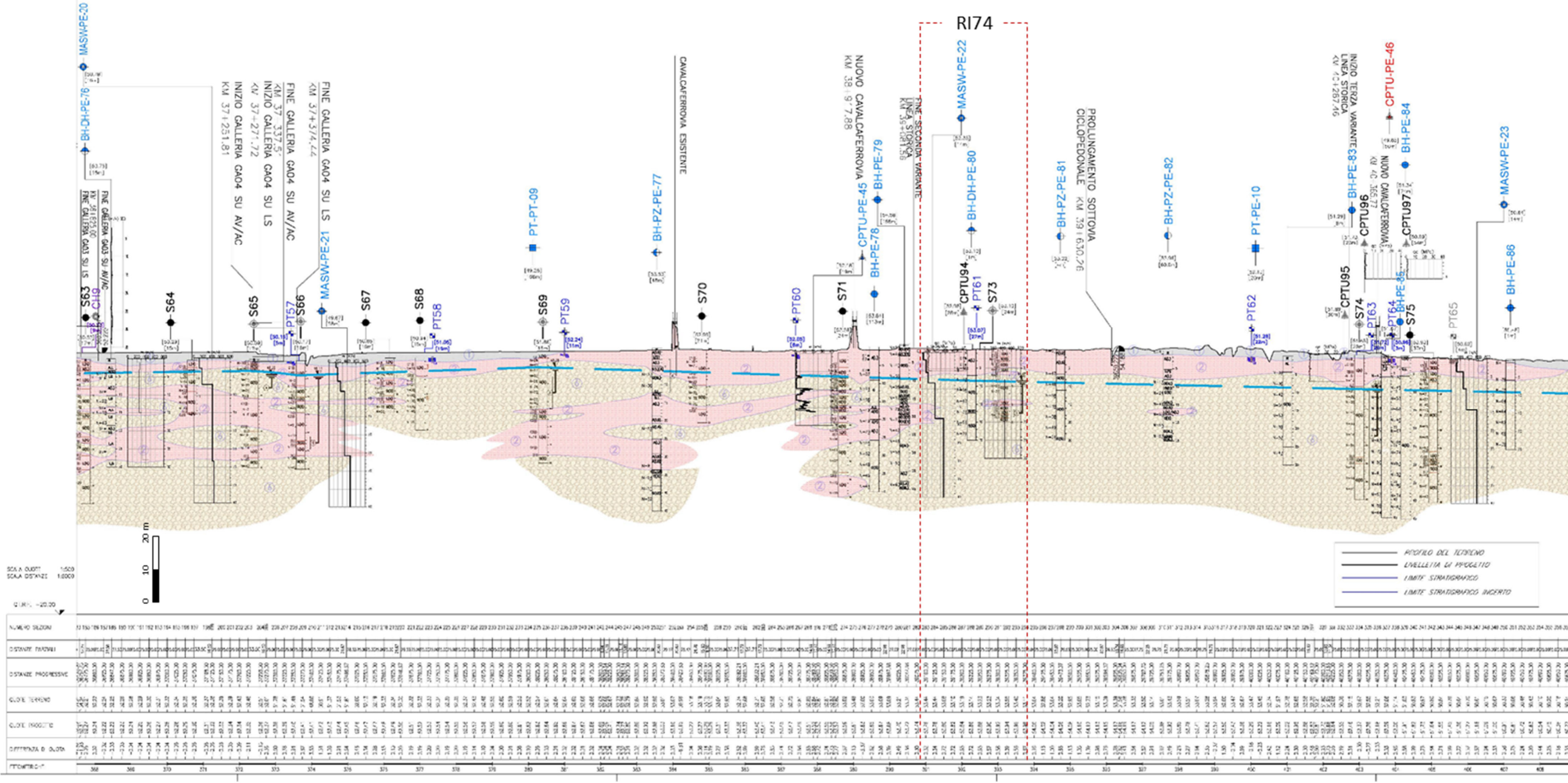
In conclusione, per il rilevato in oggetto non si evidenziano criticità di tipo geotecnico e pertanto non è previsto un monitoraggio.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 54 di 87</p>

ALLEGATI

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 55 di 87</p>

ALLEGATO 1 - STRATIGRAFIE



LEGENDA

Campagna indagini integrative PE

- BH-PE-A: Sondaggio a carotaggio continuo
- BH-PZ-PE-A: Sondaggio a carotaggio continuo con l'installazione di piezometro a tubo aperto o Casagrande
- MASW-PE-A: Indagini MSW
- CPTU-PE-A: Prova penetrometrica statica con piezometro

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) e/o Piezometro a Tubo Aperto (C)
- P1+15Bis: Foro a distribuzione di nucleo per installazione di Piezometro Casagrande (C)

Campagna indagini 2014

- SP: Sondaggio a carotaggio continuo
- SPC, SPA, SPSC, SPSCA, SPSCA: Sondaggio a carotaggio continuo (SP) con installazione di Piezometro Casagrande (C) e/o Piezometro a Tubo Aperto (A)
- SPC, SPA, SPSC, SPSCA: Foro a distribuzione di nucleo per installazione di Piezometro Casagrande (C) e/o Piezometro a Tubo Aperto (A)
- CPTU: Prova penetrometrica statica con piezometro (possibilità di avanzamento con trivellazione)
- CPTU-A: Prova penetrometrica statica con piezometro "tradizionale"
- CH: Foro a distribuzione di nucleo per esecuzione prove CROSS-HOLE
- PI: Pozzetto esplorativo a 1,5 m da p.c. con prove di carico su piastra
- Profondità delle indagini


Campagna indagini pregresse

- K: Sondaggio geognostico (campagna 1998)
- MASW2002: Sondaggio geognostico, numero di riferimento (campagna 2002)
- CPTU2002: CPTU, numero di riferimento (campagna 2002)
- AK0000: Pozzo con stratigrafia, numero di riferimento (Dati ex Aziende Industriali Municipalizzate (Vi) per gentile concessione Centro Idrico Novoledo s.r.l.)

Asse di progetto | confine di Provincia | Confine Comunale

Classi dei terreni

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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBR174A0001</p>	<p>Foglio 57 di 87</p>

ALLEGATO 2 - SONDAGGI

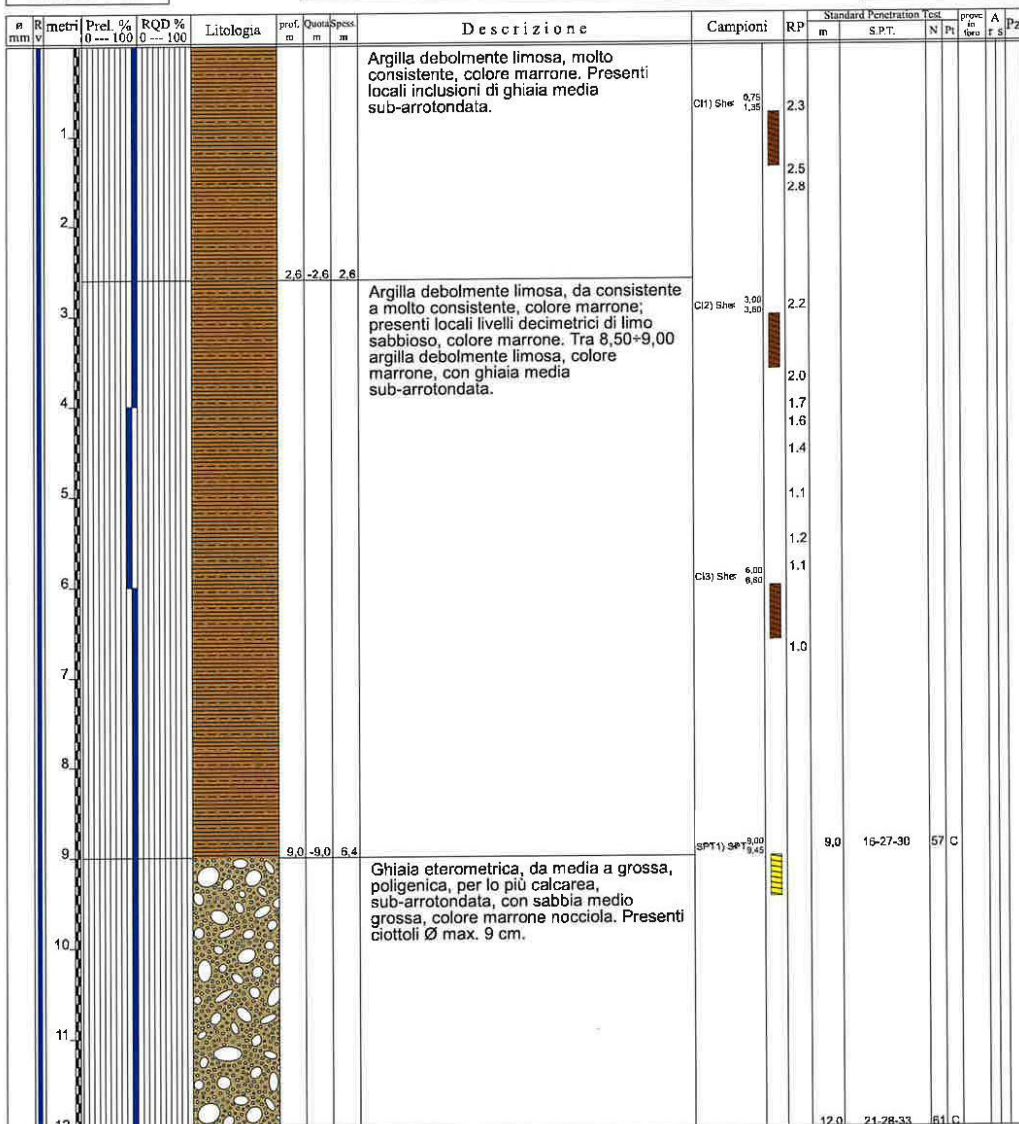


Committente: IricAV Due	Sondaggio: BH PE 78
Riferimento: Linea AV/AC Verona-Padova 1° Lotto Verona-Bivio Vicenza	Data: 25/11/2020 - 27/11/2020
Coordinate:	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: A 65, prog. 38+910	

SCALA 1:60

STRATIGRAFIA - BH PE 78

Pagina 1/4



Il Geologo di Cantiere
dott.geol. Gabriele Sprocati

Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00
Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI7400001A

Foglio

59 di 87

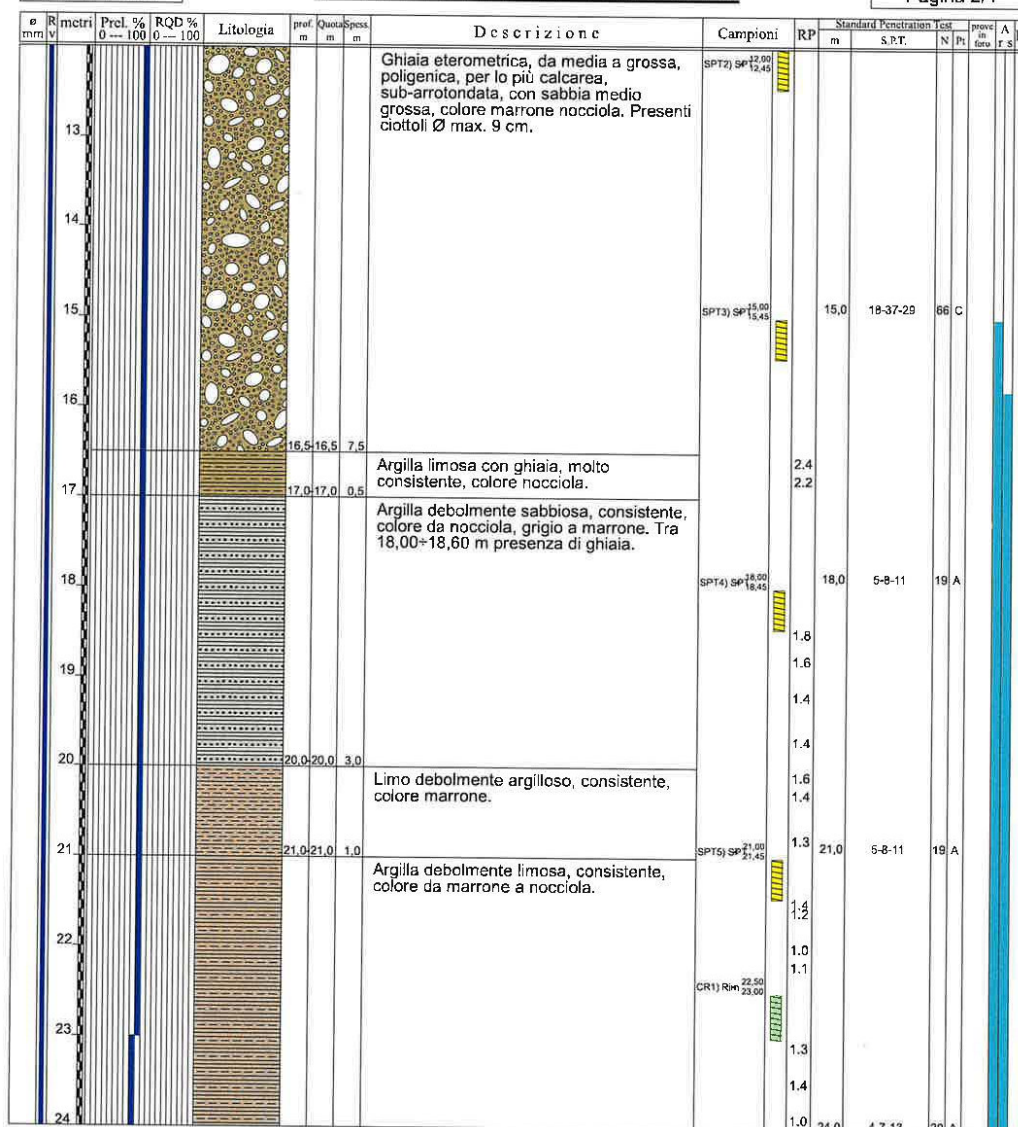


Committente: IricAV Due	Sondaggio: BH PE 78
Riferimento: Linea AV/AC Verona-Padova 1° Lotto Verona-Bivio Vicenza	Data: 25/11/2020 - 27/11/2020
Coordinate:	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: A 65, prog. 38+910	


SCALA 1:60

STRATIGRAFIA - BH PE 78

Pagina 2/4

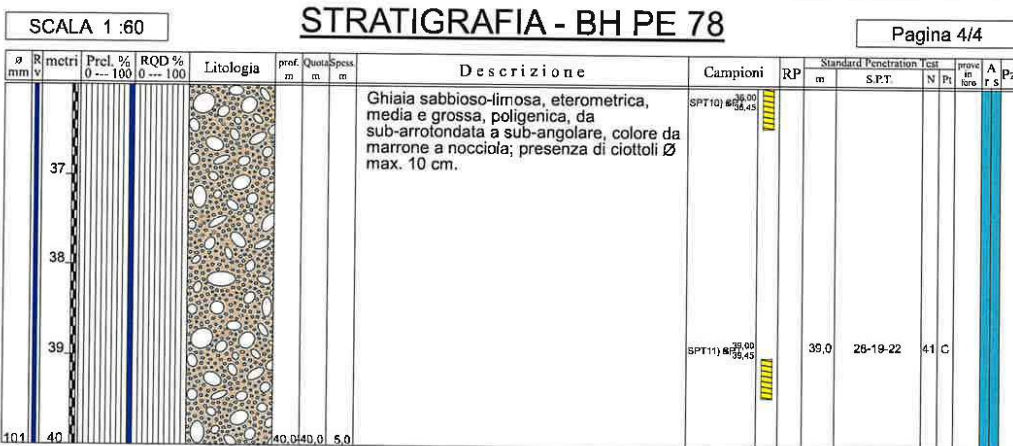


Il Geologo di Cantiere
dott.geol. Gabriele Sprocati

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI7400001A	Foglio 61 di 87



Committente: IricAV Due	Sondaggio: BH PE 78
Riferimento: Linea AV/AC Verona-Padova 1° Lotto Verona-Bivio Vicenza	Data: 25/11/2020 - 27/11/2020
Coordinate:	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: A 65, prog. 38+910	



Utilizzato carotiere semplice.
Prelevati n. 3 campioni indisturbati.
Prelevato n. 1 campione rimaneggiato.
Prelevati n. 11 campioni rimaneggiati SPT.
Eseguite n. 11 prove SPT.

Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00
Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI7400001A

Foglio

64 di 87



Laboratorio Sperimentale
per prove geotecniche terra, rocce e prove in situ
Via Collemaroni, 3 - San Vitone del Lazio (FR)
e-mail: info@geoserving.it

Certificato n° del	Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020
Committente: IricAV Due	Sondaggio: BH PE 80
Riferimento: Linea AV/AC Verona-Padova 1° Lotto Verona-Bivio Vicenza	Data: 14/11/2020 - 15/11/2020
Coordinate:	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: CMV1200, prog. 39+200	

SCALA 1 : 60

STRATIGRAFIA - BH PE 80

Pagina 1/3

Ø mm	R m	Prel. % 0 --- 100	RQD % 0 --- 100	Litologia	prof. m	Quota m	pass m	Descrizione	Campioni	RD m	Standard Penetration Test		prove in foro	A r	Pz	
											S.P.T.	N Pt				
	1			Argilla limosa da debolmente sabbiosa a sabbiosa e debolmente ghiaiosa, da mediamente consistente a molto consistente, colore marrone-rossastro. Da 5,20 m argilla limosa sabbiosa e ghiaiosa, colore marrone-rossastro.				SPT1) SPT 0,75 1,20	2,7	0,8	3-6-6	12	A			
	2								C11) Shear 2,00 2,50	1,7						
	3															
	4															
	5															
	6															
	7				7,0	7,0	7,0	Sabbia ghiaiosa, media, e ghiaia sabbiosa, da sciolta ad addensata, colore da marrone chiaro ad avana. Presenti clasti e ciottoli, da sub-arrotolati ad arrotondati, da millimetrici a centimetrici con Ø max. 6-9 cm. Tra 16,60+17,50 m presente livello di argilla limosa sabbiosa e debolmente ghiaiosa, mediamente consistente, colore marrone-rossastro.	SPT2) SPT 5,55 6,00	5,6	19-26-29	55	C			
	8															
	9															
	10															
	11															
	12								SPT4) SPT 11,55 12,00	11,6	20-26-30	56	C			

Il Geologo di Cantiere
dott.geol. Gerardo Barrasso

Il Responsabile della Commessa
dott.geol. Giuseppe Pacitti



Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00
Relazione Geotecnica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica
EI2RBRI7400001A

Foglio
65 di 87



Laboratorio Sperimentale
per prove geotecniche terra, rocce e prove in situ
Via Collemeroni, 3 - San Vitone del Lazio (FR)
e-mail: info@geoserving.it

Certificato n° del _____ Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020

Committente: IricAV Due	Sondaggio: BH PE 80
Riferimento: Linea AV/AC Verona-Padova 1° Lotto Verona-Bivio Vicenza	Data: 14/11/2020 - 15/11/2020
Coordinate:	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: CMV1200, prog. 39+200	

SCALA 1:60

STRATIGRAFIA - BH PE 80

Pagina 2/3

Ø mm	Rimetri	Prel. % 0 --- 100	RQD % 0 --- 100	Litologia	prof. m	Quota m	Descrizione	Campioni	RP	Standard Penetration Test		prove al foro	A	Pz		
										m	S.P.T.				N	Pt
	13,0						<p>Sabbia ghiaiosa, media, e ghiaia sabbiosa, da sciolta ad addensata, colore da marrone chiaro ad avana. Presenti ciastri e ciottoli, da sub-arrotondati arrotondati, da millimetrici a centimetrici con Ø max. 6÷9 cm. Tra 16,60÷17,50 m presente livello di argilla limosa sabbiosa e debolmente ghiaiosa, mediamente consistente, colore marrone-rossastro.</p>									
	14,0															
	15,0															
	16,0															
	17,0															
	18,0															
	19,0															
	20,0															
	21,0															
	22,0															
	23,0															
	24,0															

Il Geologo di Cantiere
dott.geol. Gerardo Barrasso

Il Responsabile della Commessa
dott.geol. Giuseppe Pacitti

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI7400001A	Foglio 66 di 87

GEOSERVING S.r.l. Laboratorio Sperimentale
per prove geotecniche terra, rocce e prove in situ
Via Collemaroni, 3 - San Vitone del Lazio (FR)
e-mail: info@geoserving.it

Certificato n° del	Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020
Committente: IricAV Due	Sondaggio: BH PE 80
Riferimento: Linea AV/AC Verona-Padova 1° Lotto Verona-Bivio Vicenza	Data: 14/11/2020 - 15/11/2020
Coordinate:	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: CMV1200, prog. 39+200	

SCALA 1 :60	STRATIGRAFIA BH PE 80		Pagina 3/3																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ø mm</th> <th>Rimetri</th> <th>Prel. %</th> <th>RQD %</th> <th>Litologia</th> <th>prof. m</th> <th>Quota m</th> <th>pesi m</th> <th>Campioni</th> <th>RP</th> <th colspan="3">Standard Penetration Test</th> <th>prove al foro</th> <th>A r</th> <th>Pz</th> </tr> <tr> <th></th> <th>v</th> <th>0 --- 100</th> <th>0 --- 100</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th>m</th> <th>S.P.T.</th> <th>N</th> <th>Pt</th> <th></th> <th>r</th> <th>s</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,11</td> <td>25</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>25,0</td> <td>25,0</td> <td>18,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Ø mm	Rimetri	Prel. %	RQD %	Litologia	prof. m	Quota m	pesi m	Campioni	RP	Standard Penetration Test			prove al foro	A r	Pz		v	0 --- 100	0 --- 100						m	S.P.T.	N	Pt		r	s	10,11	25				25,0	25,0	18,0									<p>Sabbia ghiaiosa, limosa e ghiaie sabbiose, da scoria ad addensata, colore da marrone chiaro ad avana.</p> <p>Presenti clasti e ciottoli da sub-arrotondati ad arrotondati, da millimetrici a centimetrici con Ø max. 6÷9 cm. Tra 16,60÷17,50 m presente livello di argilla limosa sabbiosa e debolmente ghiaiosa, mediamente consistente, colore marrone-rossastro.</p>						
Ø mm	Rimetri	Prel. %	RQD %	Litologia	prof. m	Quota m	pesi m	Campioni	RP	Standard Penetration Test			prove al foro	A r	Pz																																								
	v	0 --- 100	0 --- 100						m	S.P.T.	N	Pt		r	s																																								
10,11	25				25,0	25,0	18,0																																																

Utilizzato carotiere semplice.
Prelevati n. 2 campioni indisturbati.
Prelevati n. 8 campioni rimaneggiati S.P.T.
Eseguite n. 8 prove S.P.T.
Installato tubo pcv per down-hole da 3".
Installato chiusino in ferro.
Approvvigionamento e trasporto di acqua necessaria per la perforazione.

Il Geologo di Cantiere
dott.geol. Gerardo Barrasso

Il Responsabile della Commessa
dott.geol. Giuseppe Pacitti



Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00
 Relazione Geotecnica

Progetto
 IN17

Lotto
 12

Codifica
 EI2RBRI740001A

Foglio
 67 di 87

PROF. FORO (m DA P.C.)	PROF. INNESTO (m DA P.C.)	SIEVA	MATTINA	NOTE
11,80	10,30	076/2	076/3	ATTREZZATURA PER BPT PESO MAGLIO 68,9 kg ALTEZZA CADUTA 79 cm PESO ASTE 50 mm PUNTA CHIUSA 7,2 kg/m Materiale depositato in n° 4 cassette catalogativali
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>RIEUVIO ACQUA IN FORO DURANTE LA PERFORAZIONE</p> <p>PROF. FORO (m DA P.C.)</p> <p>PROF. INNESTO (m DA P.C.)</p> <p>SIEVA</p> <p>MATTINA</p> <p>DATA</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>NOTE</p> </div> </div>				



Rev. 0	Data	CERTIFICATO N°	VERBALE DI ACCETTAZIONE N°	COMMESSA	ORIENTIS
1	20/03/2015	5725	5725	PAV. 1 DI 1	DI 1
VICENZETTO SCHEDA DI SONDAGGIO DIRETTORE RESPONSABILE					
COMMITTENTE Consorzio IricAV Due PROGETTO Linea AVIAC Verona-Padova - 2° Sub-lotto Montebello Vicentino-Vicenza PERFORAZIONE N° S.73 DATA INIZIO 19/03/2015 ULTIMAZIONE 19/03/2015 COORDINATE Nord S.73 QUOTA P.C. RESPONSABILE Dott. P. Pignatelli OPERATORE L. Cecchiati ATTREZZATURA Ellipton EK 290 S.P.T.					
PROFONDITÀ (m p.c.)	PROFONDITÀ (m p.c.)	PROFONDITÀ (m p.c.)	PROFONDITÀ (m p.c.)	PROFONDITÀ (m p.c.)	PROFONDITÀ (m p.c.)
2,00	2,80	3,15	4,95	5,90	7,30
2,80	3,15	3,25	4,30	5,90	7,30
3,15	3,25	4,30	4,75	5,90	7,30
4,95	5,90	6,25	6,25	6,25	6,25
5,90	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25
7,30	7,75	8,80	10,30	11,80	12,25
7,75	8,80	10,30	11,80	12,25	12,25
8,80	10,30	11,80	12,25	12,25	12,25
10,30	11,80	12,25	12,25	12,25	12,25
11,80	12,25	12,25	12,25	12,25	12,25
12,25	12,25	12,25	12,25	12,25	12,25
14,30	15,20	16,70	17,80	18,80	20,00
15,20	16,70	17,80	18,80	20,00	20,00
16,70	17,80	18,80	20,00	20,00	20,00
17,80	18,80	20,00	20,00	20,00	20,00
18,80	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00

Diretto: di committenza n. 52508 del 11/10/2004; Rilascio dei certificati di cui al sistema a prova in loco, art. 8 DPR 240/83 - D.L. 14 settembre 06 (G.U. n. 225 del 28/08/2006 - G. n. 189)



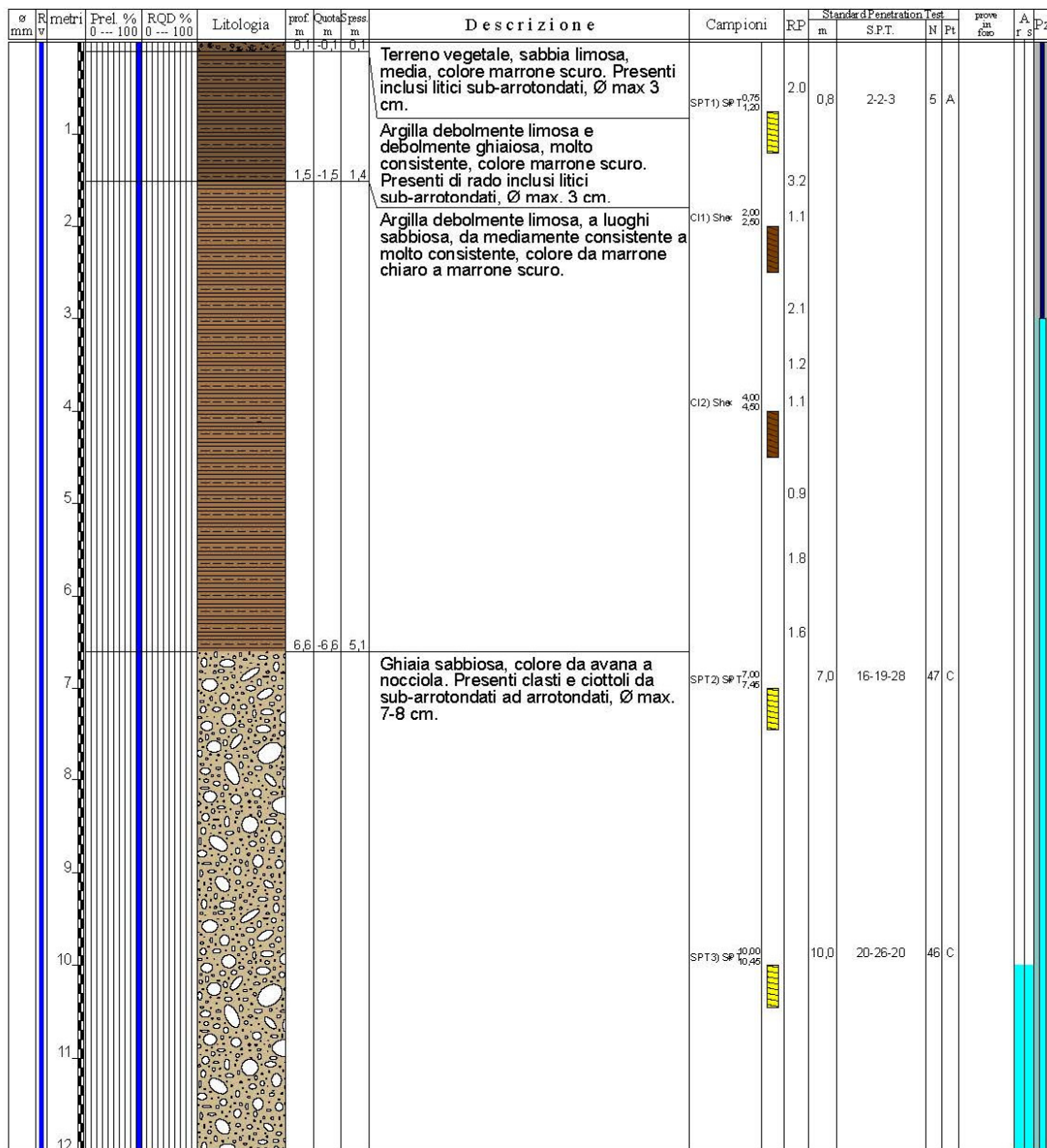
Laboratorio Sperimentale
per prove geotecniche terreni, rocce e prove in situ
Via Colonnaroli, 3 - San Vittore del Lazio (FR)
e-mail: info@geoserving.it

Committente: IricAV Due	Sondaggio: BH PE 81
Riferimento: Linea AV/AC Verona-Padova 1° Lotto Verona-Bivio Vicenza	Data: 16/12/2020 - 17/12/2020
Coordinate:	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: CMV1200, prog. 39+460	

SCALA 1 :60

STRATIGRAFIA - BH PE 81

Pagina 1/3



Il Geologo di Cantiere
dott.geol. Gerardo Barrasso

Il Responsabile della Commessa
dott.geol. Giuseppe Pacitti

Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00
Relazione Geotecnica

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RBRI7400001A

Foglio

69 di 87




Laboratorio Sperimentale
per prove geotecniche terreni, rocce e prove in situ
Via Colonnaroni, 3 - San Vittore del Lazio (FR)
e-mail: info@geoserving.it

Committente: IricAV Due	Sondaggio: BH PE 81
Riferimento: Linea AV/AC Verona-Padova 1° Lotto Verona-Bivio Vicenza	Data: 16/12/2020 - 17/12/2020
Coordinate:	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: CMV1200, prog. 39+460	

SCALA 1 :60


STRATIGRAFIA - BH PE 81

Pagina 2/3


Ø mm	R m	Prel. % 0 --- 100	RQD % 0 --- 100	Litologia	prof. m	Quota m	Spess. m	Descrizione	Campioni	RP m	Standard Penetration Test		N	Pt	prove in fuo	A r	Pz	
											m	S.P.T.						
	13,0							Chiaia sabbiosa, colore da avana a nocciola. Presenti clasti e ciottoli da sub-arrotondati ad arrotondati, Ø max. 7-8 cm.	SPT4) SP 13,00 13,40	13,0	13-28-30	58	C					
	14,0								SPT5) SP 16,00 16,40	16,0	10-20-19	39	C					
	15,0									SPT6) SP 19,00 19,40	19,0	20-28-30	58	C				
	16,0									SPT7) SP 22,00 22,40	22,0	22-19-30	49	C				
	17,0																	
	18,0																	
	19,0																	
	20,0																	
	21,0																	
	22,0																	
	23,0																	
	24,0																	

Il Geologo di Cantiere
dott.geol. Gerardo Barrasso

Il Responsabile della Commessa
dott.geol. Giuseppe Pacitti

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 70 di 87</p>

ALLEGATO 3 - TABULATI DI CALCOLO PALI D = 600

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI7400001A	Foglio 71 di 87

*** P A L ***
Programma per l'analisi della capacita' portante
assiale di un palo di fondazione

(C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)
ottobre 2006

pag. 1

MURO RI74 - CURVE CAPACITA' PORTANTE
Palo D=600mm SLE

Quota testa palo da p.c.	=	2.00 m
Quota falda da p.c.	=	1.00 m
Peso di volume del palo	=	6.00 kN/m ³
Fattore di sicurezza portata laterale	=	1.00 (FS,l)
Fattore di sicurezza portata di base	=	1.00 (FS,b)



Elemento cilindrico, Diametro fusto = 600. mm

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"
quando la $Q_{b,i}$ ad esso attribuibile e' superiore a quella degli
strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * .600 = 1.80$ m
entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * .600 = 1.80$ m
sopra lo strato sottostante se esso e' piu' debole

La variazione di Q_b viene assunta lineare dal passaggio di strato

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 72 di 87</p>

pag. 2

MURO RI74 - CURVE CAPACITA' PORTANTE
Palo D=600mm SLE

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "LA " (Coesivo) da .00 a 3.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$$

$$G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$$

Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito

$$\tau > .23 * S'v$$

$$Q_b = 9.0 * C_u$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 70.0 \text{ a } 70.0 \text{ kPa}$$

Strato 2 "LA " (Coesivo) da 3.00 a 7.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$$

$$G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$$

Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito

$$\tau > .23 * S'v$$

$$Q_b = 9.0 * C_u$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 50.0 \text{ a } 50.0 \text{ kPa}$$

Strato 3 "G " (Incoerente) da 7.00 a 15.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$$

$$G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \beta * S'v < 150.0 \text{ kPa}$$


$$\beta = 2.00 - .147 Z^{.75}$$

Z = profondita da piano campagna

$$\tau > .25 * S'v$$

$$\tau < 1.80 * S'v$$

$$Q_b \text{ variabile lin. da } 3200. \text{ a } 3200. \text{ kPa}$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI7400001A	Foglio 73 di 87

pag. 3

MURO RI74 - CURVE CAPACITA' PORTANTE
Palo D=600mm SLE

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "G" (Incoerente) da 15.00 a 30.00 m

$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$

$\tau = \beta * S'v < 150.0 \text{ kPa}$


$\beta = 2.00 - .147 Z^{.75}$

Z = profondita da piano campagna

$\tau > .25 * S'v$

$\tau < 1.80 * S'v$

Q_b variabile lin. da 3500. a 3500. kPa

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI7400001A	Foglio 74 di 87

pag. 4

MURO RI74 - CURVE CAPACITA' PORTANTE
Palo D=600mm SLE

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "LA "	1.00	1.00	1.00
2 "LA "	1.00	1.00	1.00
3 "G "	1.00	1.00	-
4 "G "	1.00	1.00	-

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni superiori o inferiori dei parametri

Per terreni coesivi: Criterio $\tau = \alpha * C_u$

Cu kPa	alfa
.0	.55
150.0	.55
250.0	.45
400.0	.45

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI7400001A	Foglio 75 di 87

pag. 5

MURO RI74 - CURVE CAPACITA' PORTANTE
Palo D=600mm SLE

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
2.00	28.0	38.0	70.0	1.38	38.5	540.
2.50	32.5	47.5	70.0	1.18	38.5	495.
3.00	37.0	57.0	70.0	.89	33.0	450.
3.50	41.5	66.5	50.0	.66	27.5	450.
4.00	46.0	76.0	50.0	.60	27.5	450.
4.50	50.5	85.5	50.0	.54	27.5	450.
5.00	55.0	95.0	50.0	.50	27.5	450.
5.50	59.5	104.5	50.0	.46	27.5	450.
6.00	64.0	114.0	50.0	.43	27.5	450.
6.50	68.5	123.5	50.0	.40	27.5	450.
7.00	73.0	133.0	50.0	.87	63.7	450.
7.50	77.5	142.5	--	1.33	103.4	1138.
8.00	82.0	152.0	--	1.30	106.7	1825.
8.50	86.5	161.5	--	1.27	109.7	2513.
9.00	91.0	171.0	--	1.24	112.5	3200.
9.50	95.5	180.5	--	1.20	115.0	3200.
10.00	100.0	190.0	--	1.17	117.3	3200.
10.50	104.5	199.5	--	1.14	119.4	3200.
11.00	109.0	209.0	--	1.11	121.2	3200.
11.50	113.5	218.5	--	1.08	122.8	3200.
12.00	118.0	228.0	--	1.05	124.2	3200.
12.50	122.5	237.5	--	1.02	125.3	3200.
13.00	127.0	247.0	--	.99	126.2	3200.
13.50	131.5	256.5	--	.96	126.9	3200.
14.00	136.0	266.0	--	.94	127.3	3200.
14.50	140.5	275.5	--	.91	127.5	3200.
15.00	145.0	285.0	--	.88	127.5	3200.
15.50	149.5	294.5	--	.85	127.3	3275.
16.00	154.0	304.0	--	.82	126.9	3350.
16.50	158.5	313.5	--	.80	126.3	3425.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI7400001A	Foglio 76 di 87

pag. 6

MURO RI74 - CURVE CAPACITA' PORTANTE
Palo D=600mm SLE

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
17.00	163.0	323.0	--	.77	125.4	3500.
17.50	167.5	332.5	--	.74	124.3	3500.
18.00	172.0	342.0	--	.72	123.0	3500.
18.50	176.5	351.5	--	.69	121.6	3500.
19.00	181.0	361.0	--	.66	119.9	3500.
19.50	185.5	370.5	--	.64	118.0	3500.
20.00	190.0	380.0	--	.61	115.9	3500.
20.50	194.5	389.5	--	.58	113.5	3500.
21.00	199.0	399.0	--	.56	111.0	3500.
21.50	203.5	408.5	--	.53	108.3	3500.
22.00	208.0	418.0	--	.51	105.4	3500.
22.50	212.5	427.5	--	.48	102.3	3500.
23.00	217.0	437.0	--	.46	99.0	3500.
23.50	221.5	446.5	--	.43	95.5	3500.
24.00	226.0	456.0	--	.41	91.8	3500.
24.50	230.5	465.5	--	.38	87.9	3500.
25.00	235.0	475.0	--	.36	83.8	3500.
25.50	239.5	484.5	--	.33	79.5	3500.
26.00	244.0	494.0	--	.31	75.0	3500.
26.50	248.5	503.5	--	.28	70.3	3500.
27.00	253.0	513.0	--	.26	65.5	3500.
27.50	257.5	522.5	--	.25	64.4	3500.
28.00	262.0	532.0	--	.25	65.5	3500.
28.50	266.5	541.5	--	.25	66.6	3500.
29.00	271.0	551.0	--	.25	67.8	3500.
29.50	275.5	560.5	--	.25	68.9	3500.
30.00	280.0	570.0	--	.25	70.0	3500.

zz = Profondita' da piano campagna
S'v = Tensione verticale efficace
Sv = Tensione verticale totale
Cu = Coesione non drenata
Tau = Tensione di adesione laterale limite
qb = Portata di base limite unitaria

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI7400001A	Foglio 77 di 87

pag. 7

MURO RI74 - CURVE CAPACITA' PORTANTE
Palo D=600mm SLE

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp	Ql1	Qb1	Wp	Qu	Qd
m	kN	kN	kN	kN	kN
.00	0.	153.	0.	153.	153.
.50	36.	140.	1.	175.	175.
1.00	70.	127.	2.	196.	196.
1.50	98.	127.	3.	223.	223.
2.00	124.	127.	3.	248.	248.
2.50	150.	127.	4.	273.	273.
3.00	176.	127.	5.	298.	298.
3.50	202.	127.	6.	323.	323.
4.00	228.	127.	7.	349.	349.
4.50	254.	127.	8.	374.	374.
5.00	297.	127.	8.	416.	416.
5.50	376.	322.	9.	688.	688.
6.00	475.	516.	10.	980.	980.
6.50	577.	710.	11.	1276.	1276.
7.00	681.	905.	12.	1574.	1574.
7.50	789.	905.	13.	1681.	1681.
8.00	898.	905.	14.	1789.	1789.
8.50	1010.	905.	14.	1900.	1900.
9.00	1123.	905.	15.	2012.	2012.
9.50	1238.	905.	16.	2127.	2127.
10.00	1354.	905.	17.	2242.	2242.
10.50	1472.	905.	18.	2359.	2359.
11.00	1590.	905.	19.	2477.	2477.
11.50	1710.	905.	20.	2595.	2595.
12.00	1829.	905.	20.	2714.	2714.
12.50	1950.	905.	21.	2833.	2833.
13.00	2070.	905.	22.	2952.	2952.
13.50	2190.	926.	23.	3093.	3093.
14.00	2310.	947.	24.	3233.	3233.
14.50	2429.	968.	25.	3373.	3373.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI7400001A	Foglio 78 di 87

pag. 8

MURO RI74 - CURVE CAPACITA' PORTANTE
Palo D=600mm SLE

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
15.00	2547.	990.	25.	3512.	3512.
15.50	2665.	990.	26.	3628.	3628.
16.00	2782.	990.	27.	3744.	3744.
16.50	2897.	990.	28.	3859.	3859.
17.00	3011.	990.	29.	3972.	3972.
17.50	3123.	990.	30.	4083.	4083.
18.00	3233.	990.	31.	4192.	4192.
18.50	3341.	990.	31.	4299.	4299.
19.00	3447.	990.	32.	4404.	4404.
19.50	3550.	990.	33.	4507.	4507.
20.00	3651.	990.	34.	4607.	4607.
20.50	3749.	990.	35.	4704.	4704.
21.00	3844.	990.	36.	4798.	4798.
21.50	3935.	990.	36.	4889.	4889.
22.00	4024.	990.	37.	4976.	4976.
22.50	4108.	990.	38.	5060.	5060.
23.00	4189.	990.	39.	5140.	5140.
23.50	4266.	990.	40.	5216.	5216.
24.00	4339.	990.	41.	5288.	5288.
24.50	4407.	990.	42.	5355.	5355.
25.00	4471.	990.	42.	5419.	5419.
25.50	4533.	990.	43.	5479.	5479.
26.00	4594.	990.	44.	5539.	5539.
26.50	4656.	990.	45.	5601.	5601.
27.00	4719.	990.	46.	5663.	5663.
27.50	4784.	990.	47.	5727.	5727.
28.00	4849.	990.	48.	5791.	5791.

Lp = Lunghezza utile del palo



Ql1 = Portata laterale limite

Qb1 = Portata di base limite



Wp = Peso efficace del palo

Qu = Portata totale limite

Qd = Portata di progetto = $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI740001A</p>	<p>Foglio 79 di 87</p>

ALLEGATO 4 - TABULATI DI CALCOLO PALI D = 800

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI7400001A	Foglio 80 di 87

*** P A L ***
Programma per l'analisi della capacita' portante
assiale di un palo di fondazione

(C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)
ottobre 2006

pag. 1

MURO RI74 - CURVE CAPACITA' PORTANTE
Palo D=800mm SLE

Quota testa palo da p.c.	=	2.00 m
Quota falda da p.c.	=	1.00 m
Peso di volume del palo	=	6.00 kN/m ³
Fattore di sicurezza portata laterale	=	1.00 (FS,l)
Fattore di sicurezza portata di base	=	1.00 (FS,b)



Elemento cilindrico, Diametro fusto = 800. mm

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"
quando la $Q_{b,i}$ ad esso attribuibile e' superiore a quella degli
strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * .800 = 2.40$ m
entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * .800 = 2.40$ m
sopra lo strato sottostante se esso e' piu' debole

La variazione di Q_b viene assunta lineare dal passaggio di strato

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBRI7400001A</p>	<p>Foglio 81 di 87</p>

pag. 2

MURO RI74 - CURVE CAPACITA' PORTANTE
Palo D=800mm SLE

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "LA " (Coesivo) da .00 a 3.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$$

$$G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$$

Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito

$$\tau > .23 * S'_v$$

$$Q_b = 9.0 * C_u$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 70.0 \text{ a } 70.0 \text{ kPa}$$

Strato 2 "LA " (Coesivo) da 3.00 a 7.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$$

$$G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$$

Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito

$$\tau > .23 * S'_v$$

$$Q_b = 9.0 * C_u$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 50.0 \text{ a } 50.0 \text{ kPa}$$

Strato 3 "G " (Incoerente) da 7.00 a 15.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$$

$$G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \beta * S'_v < 150.0 \text{ kPa}$$


$$\beta = 2.00 - .147 Z^{.75}$$

Z = profondita da piano campagna

$$\tau > .25 * S'_v$$

$$\tau < 1.80 * S'_v$$

$$Q_b \text{ variabile lin. da } 3200. \text{ a } 3200. \text{ kPa}$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI7400001A	Foglio 82 di 87

pag. 3

MURO RI74 - CURVE CAPACITA' PORTANTE
Palo D=800mm SLE

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "G" (Incoerente) da 15.00 a 30.00 m

$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$

$\tau = \beta * S'v < 150.0 \text{ kPa}$


$\beta = 2.00 - .147 Z^{.75}$

Z = profondita da piano campagna

$\tau > .25 * S'v$

$\tau < 1.80 * S'v$

Q_b variabile lin. da 3500. a 3500. kPa

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI7400001A	Foglio 83 di 87

pag. 4

MURO RI74 - CURVE CAPACITA' PORTANTE
Palo D=800mm SLE



MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "LA "	1.00	1.00	1.00
2 "LA "	1.00	1.00	1.00
3 "G "	1.00	1.00	-
4 "G "	1.00	1.00	-

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni superiori o inferiori dei parametri

Per terreni coesivi: Criterio $\tau = \alpha * C_u$

Cu kPa	alfa
.0	.55
150.0	.55
250.0	.45
400.0	.45

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI7400001A	Foglio 84 di 87

pag. 5

MURO RI74 - CURVE CAPACITA' PORTANTE
Palo D=800mm SLE

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
2.00	28.0	38.0	70.0	1.38	38.5	522.
2.50	32.5	47.5	70.0	1.18	38.5	486.
3.00	37.0	57.0	70.0	.89	33.0	450.
3.50	41.5	66.5	50.0	.66	27.5	450.
4.00	46.0	76.0	50.0	.60	27.5	450.
4.50	50.5	85.5	50.0	.54	27.5	450.
5.00	55.0	95.0	50.0	.50	27.5	450.
5.50	59.5	104.5	50.0	.46	27.5	450.
6.00	64.0	114.0	50.0	.43	27.5	450.
6.50	68.5	123.5	50.0	.40	27.5	450.
7.00	73.0	133.0	50.0	.87	63.7	450.
7.50	77.5	142.5	--	1.33	103.4	1000.
8.00	82.0	152.0	--	1.30	106.7	1550.
8.50	86.5	161.5	--	1.27	109.7	2100.
9.00	91.0	171.0	--	1.24	112.5	2650.
9.50	95.5	180.5	--	1.20	115.0	3200.
10.00	100.0	190.0	--	1.17	117.3	3200.
10.50	104.5	199.5	--	1.14	119.4	3200.
11.00	109.0	209.0	--	1.11	121.2	3200.
11.50	113.5	218.5	--	1.08	122.8	3200.
12.00	118.0	228.0	--	1.05	124.2	3200.
12.50	122.5	237.5	--	1.02	125.3	3200.
13.00	127.0	247.0	--	.99	126.2	3200.
13.50	131.5	256.5	--	.96	126.9	3200.
14.00	136.0	266.0	--	.94	127.3	3200.
14.50	140.5	275.5	--	.91	127.5	3200.
15.00	145.0	285.0	--	.88	127.5	3200.
15.50	149.5	294.5	--	.85	127.3	3260.
16.00	154.0	304.0	--	.82	126.9	3320.
16.50	158.5	313.5	--	.80	126.3	3380.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI7400001A	Foglio 85 di 87

pag. 6

MURO RI74 - CURVE CAPACITA' PORTANTE
Palo D=800mm SLE

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz	S'v	Sv	Cu	Tau/S'v	Tau	qb
m	kPa	kPa	kPa	-	kPa	kPa
17.00	163.0	323.0	--	.77	125.4	3440.
17.50	167.5	332.5	--	.74	124.3	3500.
18.00	172.0	342.0	--	.72	123.0	3500.
18.50	176.5	351.5	--	.69	121.6	3500.
19.00	181.0	361.0	--	.66	119.9	3500.
19.50	185.5	370.5	--	.64	118.0	3500.
20.00	190.0	380.0	--	.61	115.9	3500.
20.50	194.5	389.5	--	.58	113.5	3500.
21.00	199.0	399.0	--	.56	111.0	3500.
21.50	203.5	408.5	--	.53	108.3	3500.
22.00	208.0	418.0	--	.51	105.4	3500.
22.50	212.5	427.5	--	.48	102.3	3500.
23.00	217.0	437.0	--	.46	99.0	3500.
23.50	221.5	446.5	--	.43	95.5	3500.
24.00	226.0	456.0	--	.41	91.8	3500.
24.50	230.5	465.5	--	.38	87.9	3500.
25.00	235.0	475.0	--	.36	83.8	3500.
25.50	239.5	484.5	--	.33	79.5	3500.
26.00	244.0	494.0	--	.31	75.0	3500.
26.50	248.5	503.5	--	.28	70.3	3500.
27.00	253.0	513.0	--	.26	65.5	3500.
27.50	257.5	522.5	--	.25	64.4	3500.
28.00	262.0	532.0	--	.25	65.5	3500.
28.50	266.5	541.5	--	.25	66.6	3500.
29.00	271.0	551.0	--	.25	67.8	3500.
29.50	275.5	560.5	--	.25	68.9	3500.
30.00	280.0	570.0	--	.25	70.0	3500.

zz = Profondita' da piano campagna
S'v = Tensione verticale efficace
Sv = Tensione verticale totale
Cu = Coesione non drenata
Tau = Tensione di adesione laterale limite
qb = Portata di base limite unitaria



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI7400001A	Foglio 86 di 87

pag. 7

MURO RI74 - CURVE CAPACITA' PORTANTE
Palo D=800mm SLE

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp	Ql1	Qb1	Wp	Qu	Qd
m	kN	kN	kN	kN	kN
.00	0.	262.	0.	262.	262.
.50	48.	244.	2.	291.	291.
1.00	93.	226.	3.	316.	316.
1.50	131.	226.	5.	353.	353.
2.00	166.	226.	6.	386.	386.
2.50	200.	226.	8.	419.	419.
3.00	235.	226.	9.	452.	452.
3.50	270.	226.	11.	485.	485.
4.00	304.	226.	12.	518.	518.
4.50	339.	226.	14.	551.	551.
5.00	396.	226.	15.	607.	607.
5.50	501.	503.	17.	987.	987.
6.00	633.	779.	18.	1394.	1394.
6.50	769.	1056.	20.	1805.	1805.
7.00	908.	1332.	21.	2219.	2219.
7.50	1051.	1608.	23.	2637.	2637.
8.00	1197.	1608.	24.	2782.	2782.
8.50	1346.	1608.	26.	2929.	2929.
9.00	1497.	1608.	27.	3079.	3079.
9.50	1651.	1608.	29.	3230.	3230.
10.00	1806.	1608.	30.	3384.	3384.
10.50	1963.	1608.	32.	3539.	3539.
11.00	2121.	1608.	33.	3696.	3696.
11.50	2280.	1608.	35.	3853.	3853.
12.00	2439.	1608.	36.	4012.	4012.
12.50	2599.	1608.	38.	4170.	4170.
13.00	2760.	1608.	39.	4329.	4329.
13.50	2920.	1639.	41.	4518.	4518.
14.00	3079.	1669.	42.	4706.	4706.
14.50	3239.	1699.	44.	4894.	4894.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Rilevato ferroviario dal Km 39+081,56 al Km 39+375,00 Relazione Geotecnica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBRI7400001A	Foglio 87 di 87

pag. 8

MURO RI74 - CURVE CAPACITA' PORTANTE
Palo D=800mm SLE

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
15.00	3397.	1729.	45.	5081.	5081.
15.50	3554.	1759.	47.	5266.	5266.
16.00	3709.	1759.	48.	5420.	5420.
16.50	3863.	1759.	50.	5572.	5572.
17.00	4014.	1759.	51.	5722.	5722.
17.50	4164.	1759.	53.	5870.	5870.
18.00	4311.	1759.	54.	6016.	6016.
18.50	4455.	1759.	56.	6158.	6158.
19.00	4596.	1759.	57.	6298.	6298.
19.50	4734.	1759.	59.	6434.	6434.
20.00	4868.	1759.	60.	6567.	6567.
20.50	4999.	1759.	62.	6696.	6696.
21.00	5125.	1759.	63.	6821.	6821.
21.50	5247.	1759.	65.	6942.	6942.
22.00	5365.	1759.	66.	7058.	7058.
22.50	5478.	1759.	68.	7169.	7169.
23.00	5586.	1759.	69.	7275.	7275.
23.50	5688.	1759.	71.	7377.	7377.
24.00	5785.	1759.	72.	7472.	7472.
24.50	5877.	1759.	74.	7562.	7562.
25.00	5962.	1759.	75.	7646.	7646.
25.50	6043.	1759.	77.	7726.	7726.
26.00	6125.	1759.	78.	7806.	7806.
26.50	6208.	1759.	80.	7887.	7887.
27.00	6293.	1759.	81.	7970.	7970.
27.50	6378.	1759.	83.	8055.	8055.
28.00	6466.	1759.	84.	8140.	8140.

Lp = Lunghezza utile del palo
Ql1 = Portata laterale limite
Qb1 = Portata di base limite
Wp = Peso efficace del palo
Qu = Portata totale limite
Qd = Portata di progetto = $Ql1/FS,l + Qb1/FS,b - Wp$