

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  
PARTE GENERALE  
GEOLOGIA E GEOTECNICA  
GENERALE  
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due ing. Paolo Carron Data: Giugno 2021			

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO
IN17	10	E	I2	RB	GE0000	003	C	- - - D - - -



	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma Luca RANDOLFI	Data Giugno 2021

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
B	RECEPIMENTO ISTRUTTORIA VALIDATORE	A. Mingoia	Aprile 2021	V. Pastore	Aprile 2021	P. Ascari	Aprile 2021	
C	RECEPIMENTO ISTRUTTORIA ITALFERR	A. Mingoia	Giugno 2021	V. Pastore	Giugno 2021	P. Ascari	Giugno 2021	



CIG. 8377957CD1	CUP: J41E9100000009	File: IN1710EI2RBGE0000003C.DOCX
		Cod. origine:




<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica E12RBGE0000003C</p>	<p>Foglio 2 di 169</p>

## INDICE

1	PREMESSA.....	4
2	Documentazione di progetto.....	5
2.1	Documentazione di progetto.....	5
2.2	Normativa e standard di riferimento.....	6
2.3	Bibliografia.....	6
3	DESCRIZIONE DELLE CAMPAGNE DI INDAGINE.....	10
4	DATI PIEZOMETRICI.....	15
5	CRITERI DI VALUTAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI.....	25
5.1	Premessa.....	25
5.2	Densità relativa dei materiali a grana grossa.....	25
5.2.1	Generalità.....	25
5.2.2	Sabbie.....	25
5.2.3	Ghiaie.....	26
5.3	Resistenza al taglio – parametri drenati.....	27
5.3.1	Materiali a grana grossa.....	27
5.3.1.1	Angolo di resistenza al taglio di sabbie e ghiaie in accordo a Bolton (1986).....	27
5.3.1.2	Angolo di resistenza al taglio di sabbie e ghiaie in accordo a Schmertmann.....	29
5.3.1.3	Angolo di resistenza al taglio di sabbie in accordo a Robertson (2012) e Jefferies e Been (2006).....	30
5.3.2	Materiali a grana fine.....	30
5.4	Resistenza al taglio – parametri non drenati.....	31
5.5	Determinazione della storia tensionale – (OCR).....	32
5.6	Determinazione del coefficiente di consolidazione verticale $c_v$ .....	33
5.7	Permeabilità di progetto.....	35
5.8	Parametri di deformazione.....	35
5.8.1	Materiali a grana grossa.....	35
5.8.2	Materiali a grana fine.....	37
5.9	Qualità dei campioni.....	38
6	BREVE DESCRIZIONE DEL TRACCIATO, DELLE OPERE PRINCIPALI DA REALIZZARE E DEL PROFILO STRATIRAFICO.....	40
6.1	Introduzione.....	40
6.2	Falda di progetto.....	40
6.3	Principali unità individuate.....	41
6.4	Tratto compreso fra pk 21+990 e pk 25+700.....	42
6.5	Tratto compreso fra pk 25+700 e pk 27+300.....	65
6.6	Tratto compreso fra pk 27+300 e pk 31+700.....	81
6.7	Tratto compreso fra pk 31+700 e pk 33+500.....	106

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica EI2RBGE0000003C</p>	<p>Foglio 3 di 169</p>

6.8	Permeabilità .....	116
7	RIASSUNTO DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO .....	117
8	PROBLEMATICHE DI LIQUEFAZIONE.....	120
9	STABILIZZAZIONE SUPERFICIALE DEI MATERIALI IN SITO .....	121
9.1	Requisiti normativi.....	121
9.2	Granulometria ed IP.....	122
9.3	Contenuto di solfati.....	126
9.4	Contenuto di sostanze organiche .....	126
9.5	Prove su miscele terreno-legante eseguite durante la fase di Progetto Esecutivo .....	126
ALLEGATI.....		137
Allegato 1	Sintesi dei risultati delle prove fisiche di laboratorio.....	138
Allegato 2	Planimetrie tracciato ed ubicazione delle indagini .....	162
Allegato 3	Profili geotecnici .....	166

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 4 di 169

## 1 PREMESSA

Il presente documento costituisce il terzo volume della Relazione Geotecnica Generale di Progetto Esecutivo della sub tratta Verona – Vicenza della Linea AV/AC Verona – Padova, e riguarda il tratto compreso tra la pk 21+990 e la 33+500.

Il documento si basa su tutti i risultati delle indagini realizzate lungo la tratta in oggetto, sia durante la fase di Progetto Definitivo (d'ora in avanti denominato PD), sia durante ulteriori fasi conoscitive, ad esempio richieste dalla Conferenza dei Servizi, sia nell'ambito della più recente campagna di indagine approntata specificatamente per la fase di Progetto Esecutivo (d'ora in avanti denominato PE).

Il documento è così organizzato:

- Definizione dei documenti di riferimento (Capitolo 2)
- presentazione delle campagne d'indagine eseguite (capitolo 3);
- sintesi delle misure piezometriche (capitolo 4);
- Criteri di valutazione dei parametri geotecnici (Capitolo 5);
- Breve descrizione delle principali opere e delle condizioni geotecniche e stratigrafiche generali presenti nel Lotto in questione (Capitolo 6);
- Stima dei principali parametri geotecnici per la progettazione (Capitolo 7);
- Discussione sulle problematiche di liquefazione (Capitolo 8).
- Studio sulla applicabilità della stabilizzazione dei terreni superficiali. (Capitolo 9)

Scopo del documento è di fornire un quadro geotecnico di riferimento, da utilizzare ai fini del calcolo geotecnico delle opere da realizzare.

Si ricorda che, in ogni caso, in base alla Normativa NTC 2008, l'unico responsabile della parametrizzazione geotecnica, nonché dello sviluppo del modello geotecnico, è il progettista (punto 6.2.2. delle NTC) delle singole opere. Quanto qui di seguito esposto pertanto deve essere inteso come una caratterizzazione geotecnica orientativa, e che il progettista dovrà comunque far propria o modificare a seconda delle condizioni locali, del modello di terreno adottato per il calcolo, e delle caratteristiche dell'opera da progettare.





GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 5 di 169

## 2 DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

### 2.1 Documentazione di progetto

- [1] IN1710EI2RHGE0000001A Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)
- [2] IN1710EI2RHGE0000002A Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 2/2 (da 22+000 a 44+250)
- [3] IN1710EI2RHGE0000003A Relazione idrogeologica 1/2 (da 0+000 a 21+990)
- [4] IN1710EI2RHGE0000004A Relazione idrogeologica 2/2 (da 22+000 a 44+250)
- [5] IN1710EI2RHGE0000005A Relazione sulla modellazione sismica del sito e pericolosità sismica di base 1/2 (da 0+000 a 21+990)
- [6] IN1710EI2RHGE0000006A Relazione sulla modellazione sismica del sito e pericolosità sismica di base 2/2 (da 22+000 a 44+250)
- [7] IN1710EI2LZGE0000012A-22A Planimetria geotecnica con ubicazione indagini e profilo geotecnico tav.1-11
- [8] IN1710EI2RHGE0000007A Relazione di sintesi dei sondaggi e prove eseguite 1/2 (da 0+000 a 21+990)
- [9] IN1710EI2RHGE0000008A Relazione di sintesi dei sondaggi e prove eseguite 2/2 (da 21+990 a 44+250)
- [10] IN1710EI2P5GE0000012A-22A Carta di ubicazione indagini di Progetto Esecutivo, tav. 1-11
- [11] IN1710EI2PRGE0000001A, Indagini in sito di Progetto Esecutivo da pk 0+000 a pk 21+990 - SOCOTEC
- [12] IN1710EI2PRGE0000002A, Indagini in sito di Progetto Esecutivo da pk 21+990 a pk 44+250 - SOCOTEC
- [13] IN1710EI2PRGE0000003A, Indagini in sito di Progetto Esecutivo da pk 0+000 a pk 21+990 - ATI GEOSERVING - GEOLAVORI
- [14] IN1710EI2PRGE0000004A, Indagini in sito di Progetto Esecutivo da pk 21+990 a pk 44+250 - ATI GEOSERVING - GEOLAVORI
- [15] IN1710EI2PRGE0000005A, Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo da pk 0+000 a pk 21+990 - SOCOTEC - Vol.1
- [16] IN1710EI2PRGE0000006A, Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo da pk 0+000 a pk 21+990 - SOCOTEC - Vol.2

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica EI2RBGE0000003C</p>	<p>Foglio 6 di 169</p>



- [17] IN1710EI2PRGE0000007A, Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo da pk 21+990 a pk 44+250 - SOCOTEC - Vol.1
- [18] IN1710EI2PRGE0000008A, Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo da pk 21+990 a pk 44+250 - SOCOTEC - Vol.2
- [19] IN1710EI2PRGE0000009A, Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo da pk 0+000 a pk 21+990 - ATI GEOSERVING - GEOLAVORI - Vol.1
- [20] IN1710EI2PRGE00000010A, Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo da pk 0+000 a pk 21+990 - ATI GEOSERVING - GEOLAVORI - Vol.2
- [21] IN1710EI2PRGE00000011A, Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo da pk 21+990 a pk 44+250 - ATI GEOSERVING - GEOLAVORI - Vol.1
- [22] IN1710EI2PRGE00000012A, Prove di laboratorio di Progetto Esecutivo da pk 21+990 a pk 44+250 - ATI GEOSERVING - GEOLAVORI - Vol.2
- [23] IN1710EI2IGGE0000001A, Indagini Geofisiche di Progetto Esecutivo da pk 0+000 a pk 21+990 - SOCOTEC
- [24] IN1710EI2IGGE0000002A, Indagini Geofisiche di Progetto Esecutivo da 21+990 a 44+250 - SOCOTEC
- [25] IN1710EI2IGGE0000003A, Indagini Geofisiche di Progetto Esecutivo da pk 0+000 a pk 21+990 - ATI GEOSERVING - GEOLAVORI
- [26] IN1710EI2IGGE0000004A, Indagini Geofisiche di Progetto Esecutivo da 21+990 a 44+250 -ATI GEOSERVING - GEOLAVORI

## 2.2 Normativa e standard di riferimento



- [27] 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
- [28] 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

## 2.3 Bibliografia



- [29] Andrus, R. D., and Stokoe, K. H. (2000), “Liquefaction resistance of soils from shear-wave velocity”, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Eng., ASCE 126(11), 1015–025
- [30] Atkinson J.H. and Salfors G. (1991), “Experimental determination of soil properties. General Session 1”, Proc. X ECSMFE, Florence, Vol. 3, pp-915-956

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 7 di 169

- [31] Atkinson J.H. (2000), "Non-linear soil stiffness in routine design", *Geotechnique*, Vol.50, n.5, pp.487-508
- [32] Baligh (1975) "Theory of deep site static cone penetration resistance" Research Report R-75-56, MIT, Cambridge
- [33] Bolton (1986) "The strength and dilatancy of sands" *Geotechnique* 36 , n° 1
- [34] Chen B.S. e Mayne P.W. (1996), "Statistical relationship between piezocone measurements and stress history of clays", *Canadian Geotechnical Journal*, n.3, pp.488-499
- [35] Clayton C.R.I. (1995) "The Standard Penetration Test (SPT): Methods and use" CIRIA Report n° 143, 1995
- [36] Cubrinovski, M., and Ishihara, K. (1999) "Empirical Correlation between SPT N-Value and Relative Density for Sandy Soils," *Soils and Foundations*, Japanese Geotechnical Society, Vol. 39, No. 5, pp 61-71
- [37] DeGroot D.J. e Sandven R. (2004), "General report: Laboratory and field comparison". Proc. ISC-2 Geotechnical and geophysical Site Characterization, Viana da Fonseca & Mayne ed.. pp.1775-1789
- [38] Houlsby G. T., Teh, C. I. (1988) "Analysis of the piezocone in clay" *Penetration Testing 1988*, ISOPT-1, De Ruiter (ed.). Balkema Rotterdam
- [39] Ishihara K. (1996), "Soil behaviour in earthquake Engineering". Clarendon Press, Oxford.
- [40] Ishihara K., Tsukamoto Y., Shimizu Y. (2001) "Estimate of relative density from in-situ penetration tests" *Proceedings In-situ 2001*, Bali
- [41] Jamiolkowski M., Ghionna V. N., Lancellotta R. & Pasqualini E. (1988). New correlations of penetration tests for design practice. Proc., *Penetration Testing 1988*, ISOPT 1, Orlando, Florida, J. De Ruiter ed., Vol.1,263-296
- [42] Jeffries M.G. and Been, K. (2006), "Soil liquefaction- A critical state approach". Taylor & Francis, ISBN 0-419-16170-8, 478 pages
- [43] Keaveny J.M. e Mitchell J.K. (1986), "Strength of fine-grained soils using the piezocone". Use of in-situ tests in *Geotechnical Engineering (GSP 6)*, ASCE, Reston, Va., pp.668-699
- [44] Kulhawy F.H. e Mayne P.W. (1990), "Manual on estimating soil properties for foundation design", Cornell University, Geotechnical Engineering Group, Ithaca, New York, EL-6800, Research Project 1493-6
- [45] Lancellotta R. (1987) "Geotecnica" Zanichelli, Bologna

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 8 di 169

- [46] Lunne T., Berre T. and Strandvik S. (1997), "Sample disturbance effects in soft low plastic Norwegian clay". Conference on Recent Developments in Soil and Pavement mechanics, Rio de Janeiro, June 1997, Proc. pp.81-102
- [47] Lunne, T., Robertson, P.K., Powell, J.J.M. (1997). "Cone Penetration Testing in Engineering Practice" Blackie Academic and Professional, London
- [48] Mair R.J. (1993), "Developments on geotechnical engineering research.: applications to tunnels and deep excavation. Unwin Memorial Lecture 1992", Proc. Inst. Civ. Engineering, Vol.3, pp.27-41
- [49] Mayne P., Kulhawy F. H., (1990) "Manual on estimating soil properties for foundation design" EPRI EL 6800, Project 1493-6, Final Report – Cornell University Ithaca, New York
- [50] Mesri, G. and Abdel-Ghaffar, M.E.M. (1993). "Cohesion intercept in effective stress stability analysis". Journal of Geotechnical Engineering 119 (8), 1229-1249
- [51] Mesri G. e Godlewski P.M. (1977), "Time and stress-compressibility relationship". JGED, ASCE, GT5
- [52] Robertson P.K. and Cabal K.L. (2012), "Guide to Penetration Testing" Gregg Drilling & testing Inc. Publications. 5th Edition, November 2012. Teh, C.I. & Houlsby, G.T. (1991), "An analytical study of the cone penetration test in clay", Geotechnique 41, n. 1, pp. 17-34
- [53] Schmertmann J. H. (1978) "Guidelines for cone penetration test: performance and design" US Department of Transportation – FHWA – TS-78-209
- [54] Seed H.B. e Idriss I.M. (1970), "Soil moduli and damping factors for dynamic response analysis", Report EERC 70-10, University of California, EERC, Berkeley
- [55] Seed H.B. and Sun J.I. (1989) Implications of Site Effects in the Mexico City Earthquake of September 19, 1985 for Earthquake-Resistant Design Criteria in the San Francisco Bay Area of California. National Science Foundation, Washington, DC., March 1989, 138 p
- [56] Skempton A.W. (1986) "Standard Penetration Test procedures and the effects in sands of overburden pressure, relative density, particle size, ageing and overconsolidation" Geotechnique 36, n° 3
- [57] Stroud M.A. (1988) "The Standard Penetration Test – Its application and interpretation" Penetration Testing in UK, Proceedings of the Geotechnical Conference organized by ICE, Birmingham
- [58] Tavenas F., Leblond P., Jean P., Leroueil S. (1983a) "The permeability of natural soft clays. Part I: Methods of laboratory measurement" Canadian Geotechnical Journal, vol. 20

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 9 di 169

- [59] Tavenas F., Jean P., Leblond P., Leroueil S. (1983b) "The permeability of natural soft clays. Part II: Permeability characteristics" Canadian Geotechnical Journal, vol. 20
- [60] Terzaghi K., Peck R.B. and Mesri G. (1996), "Soil mechanics in engineering practice", 3rd edition, Wiley & Sons, New York
- [61] Tokimatsu k., Yoshimi Y (1983) "Empirical Correlation of Soil Liquefaction Based on SPT N-Value and Fines Content" Soils and Foundations Volume 23, Issue 4, December 1983, Pages 56-74
- [62] Youd T.D. (1972) "Factors controlling maximum and minimum density of sands" Proceedings of Symposium on Eval. Dens., ASTM STP 523

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 10 di 169

### 3 DESCRIZIONE DELLE CAMPAGNE DI INDAGINE

Per la progettazione della tratta Verona – Padova della linea AV/AC Torino – Venezia, a partire dal 2014 sono state eseguite numerose indagini nell’ambito delle varie fasi progettuali susseguitesisi nel tempo. Le principali sono:

- campagna indagini 2014 e 2015 per PD;
- campagna indagini 2018 per CDS;
- campagna indagini 2020 per PE.

In particolar modo, le indagini relative alla campagna del 2018 hanno fatto seguito alle richieste emerse nella CDS, mentre quelle più recenti riguardano il Progetto Esecutivo. Oltre a queste, sono state individuate alcune indagini storiche risalenti al periodo compreso tra il 1998 ed il 2002.

Le indagini in sito eseguite consistono in:



- sondaggi a carotaggio continuo ed a distruzione di nucleo (BH);
- sondaggi con installazione di piezometro di Casagrande o a tubo aperto (BH-PZ);
- perforazioni per l’esecuzione di prove cross-hole o down-hole (rispettivamente BH-CH e BH-DH);
- prove penetrometriche dinamiche in foro (SPT);
- prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU);
- pozzetti esplorativo (PT);
- prove geofisiche tipo MASW.

La posizione delle indagini eseguite nelle varie fasi di progettazione è illustrata nella Planimetria geotecnica con ubicazione indagini e profilo geotecnico (Doc. Rif. [7]) e riportata in **Allegato 2**. Per ulteriori dettagli si rimanda alle relazioni di sintesi delle indagini (Doc. Rif. [8] e [9]).

La totalità delle indagini disponibili ed esaminate sul tratto in questione è riportata nella Tabella 1.



I risultati delle indagini di sito e di laboratorio sono riportati nei documenti da [11] a [26]. Ad essi si rimanda per una caratterizzazione geotecnica di dettaglio per la progettazione delle singole WBS.

La sintesi dei risultati delle prove fisiche di laboratorio sono riportati in Allegato 1.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 11 di 169



*Tabella 1 - Indagini tra pk 21+990 e pk 33+500*

<b>Progressiva pk</b>	<b>ID indagini -</b>	<b>Campagna anno</b>
22+012	BH-PE-44	2020-2021
22+064	PT-PE-15	2020-2021
22+134	CPTU-PE-23	2020-2021
22+170	CPTU26V	2015
22+360	CPTU27V	2015
22+360	BH16V+CH4V	2015
22+470	CPTU28V	2015
22+600	CPTU29V	2015
22+770	CPTU29Vbis	2015
22+770	BH17	2015
22+900	CPTU30V	2015
23+065	CPTU-PE-24	2020-2021
23+070	CPTU31V	2015
23+175	BH-PE-45	2020-2021
23+200	BH18V	2015
23+250	P14	2015
23+250	P14 bis	2015
23+253	PT-PE-16	2020-2021
23+330	CPTU32V	2015
23+363	BH-PE-46	2020-2021
23+363	CPTU-PE-25	2020-2021
23+470	CPTU33V	2015
23+498	BH-DH-PE-47	2020-2021
23+532	MASW-PE-10	2020-2021
23+590	CPTU34V	2015
23+670	BH19V	2015
23+670	CPTU35V e CPTU35Vbis	2015
23+974	CPTU-PE-26	2020-2021
24+000	BH-PE-48	2020-2021
24+175	CPTU36V	2015
24+384	BH-DH-PE-49	2020-2021
24+579	CPTU-PE-27	2020-2021
24+804	CPTU-PE-28	2020-2021
24+810	BH23V	2015
24+915	BH24V+CH5V	2015
24+990	CPTU38V	2015
25+084	BH-DH-PE-50	2020-2021
25+085	CPTU-PE-29	2020-2021
25+110	P15	2015
25+110	P15 bis	2015
25+177	MASW-PE-11	2020-2021
25+312	CPTU-PE-30	2020-2021

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica EI2RBGE0000003C</p>	<p>Foglio 12 di 169</p>

<b>Progressiva pk</b>	<b>ID indagini -</b>	<b>Campagna anno</b>
25+315	BH-PZ-PE-51	2020-2021
25+820	BH26V	2015
26+001	BH-PE-53	2020-2021
26+004	CPTU-PE-32	2020-2021
26+281	CPTU-PE-33	2020-2021
26+284	BH-DH-PE-54	2020-2021
26+299	MASW-PE-12	2020-2021
26+389	CPTU-PE-34	2020-2021
26+550	CPTU44V	2015
26+725	BH27V	2015
26+775	CPTU45V	2015
26+801	CPTU-PE-35	2020-2021
26+938	MASW-PE-13	2020-2021
27+220	BH28V	2015
27+450	CPTU72	2014/2015
27+450	SPA37	2014/2015
27+558	CPTU-PE-36	2020-2021
27+561	BH-PE-55	2020-2021
27+600	SPA38	2014/2015
27+600	CPTU70	2014/2015
27+660	PT41	
27+660	BH-PE-55bis	2020-2021
27+679	BH-PE-56bis	2020-2021
27+685	BH-PE-56	2020-2021
27+685	CPTU-PE-37	2020-2021
27+715	CPTU74	2014/2015
27+825	NA203C006	2002
27+925	SPA40	2014/2015
27+990	CPTU46V	2015
28+030	CPTU75	2014/2015
28+087	PT42	
28+130	BH29V	2015
28+240	CPTU-PE-37/5	2021
28+420	PT-PE-13	
28+485	CPTU-PE-37/6	2021
28+600	SPC41	2014/2015
28+670	CPTU76	2014/2015
28+670	XA203O013	2002
28+900	CPTU-PE-37bis	2020-2021
28+900	BH-PE-58bis	2020
28+920	BH30V	2015
29+050	CPTU77	2014/2015
29+197	BH-DH-PE-58	2020-2021
29+225	MASW-PE-14	2020-2021



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica E12RBGE0000003C</p>	<p>Foglio 13 di 169</p>

<b>Progressiva pk</b>	<b>ID indagini -</b>	<b>Campagna anno</b>
29+230	CPTU-PE-37/7	2021
29+330	CPTU-PE-37/8	2021
29+493	BH-PE-59	2020-2021
29+580	CPTU-PE-37ter	2020-2021
29+615	BH-PE-59bis	2020
29+637	PT45	
29+650	CPTU78	2014/2015
29+650	SPC42	2014/2015
29+925	CPTU79	2014/2015
29+977	CPTU-PE-37/9	2021
29+981	BH-PE-60	2020-2021
29+990	CPTU-PE-37/9bis	2021
30+000	CPTU80	2014/2015
30+160	CPTU81 e CPTU81bis	2014/2015
30+175	SPC43	2014/2015
30+189	PT46	
30+225	CPTU82	2014/2015
30+425	SPC44	2014/2015
30+450	NA203O007	2002
30+645	PT47	
30+693	PT-PE-14	
30+696	MASW-PE-15	2020-2021
30+697	BH-PE-61	2020-2021
31+056	PT48	
31+075	CPTU84 e CPTU84bis e CPTU84ter	2014/2015
31+137	BH-PZ-PE-62	2020-2021
31+150	CPTU85	2014/2015
31+250	CPTU-PE-37quater	2020-2021
31+270	BH-PE-62bis	2020
31+275	CPTU86	2014/2015
31+350	SPC45	2014/2015
31+410	CPTU87bis	2014/2015
31+417	CPTU-PE-37/11	2021
31+506	PT49	
31+525	CPTU88bis	2014/2015
31+642	CPTU-PE-37/12	2021
31+695	BH-PE-63	2020-2021
31+740	SPC46	2014/2015
31+740	CPTU-PE-38	2020-2021
31+760	NA203O008	2002
31+975	CPTU90 e CPTU90bis	2014/2015
31+988	BH-PZ-PE-64	2020-2021
32+002	PT50	
32+236	BH-DH-PE-65	2020-2021

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)

Progetto

IN17

Lotto

10

Codifica

EI2RBGE0000003C

Foglio

14 di 169



<b>Progressiva pk</b>	<b>ID indagini -</b>	<b>Campagna anno</b>
32+300	NA203R012	2002
32+366	MASW-PE-16	2020-2021
32+649	PT51	
32+690	SPC47bis	2014/2015
32+735	SPC47	2014/2015
32+880	NA203R013	2002
32+995	PT52	
33+074	BH-DH-PE-66	2020-2021
33+225	BH-PZ-PE-67	2020-2021
33+250	S 48	2015
33+360	S 49	2015
33+430	BH-PE-68	2020-2021
33+433	MASW-PE-17	2020-2021
33+477	XA203V018	2002

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 15 di 169

#### 4 DATI PIEZOMETRICI



Nelle tabelle che seguono (da Tabella 2 a Tabella 10) si elencano le letture piezometriche eseguite nel corso delle diverse campagne di indagine a partire da novembre 2014.

Per quanto concerne la falda di progetto, si rimanda al capitolo 6.2.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003	A

**Tabella 2 – Sintesi dati piezometrici 1/9**

PK	ID	NORD	EST	QUOTA (m slm)	13/11/14	26/11/14	17/12/14	19/01/15	18/02/15	27/03/15	07/04/15	15/04/15	21/04/15	25/04/15	02/05/15	09/05/15	16/05/15	20/05/15	07/2015	25-27/09/15	24-26/09/15	12/10/15	13/10/15
23+175	P14 bis	5028846	1680173	28.07																		3.30	3.35
23+175	P14	5028847	1680170	28.03																		3.30	3.26
23+200	BH18V	5028820	1680128	27.42						6.05		6.24	6.30	6.35	6.36	6.41	6.44	6.45	11.30	7.79	7.16		
23+670	BH19V	5029081	1680521	27.95						3.90		3.99	3.98	4.05	4.04	4.12	4.16	4.18	7.58	5.35	5.00		4.96
25+000	P15 bis	5029881	1681575	29.06																		3.37	3.30
25+000	P15	5089138	1679857	29.09																		3.37	3.28
25+310	PZ-PE-51	5030070	1681828	27.75																			
25+480	PZ-PE-52	5030154	1681969	27.65																			
26+750	BH27V	5030953	1682943	28.52						1.15		1.25	1.29	1.33	1.34	1.40	1.40	1.40	2.03	2.22	2.15		2.11
27+450	SPA37	5031470	1683413	30.96		2.18	2.09	2.44	2.39	2.25									3.12	3.15	3.08		
27+600	SPA38	5031545	1683565	34.05				5.18	5.12	4.82									5.68	5.75	5.62		
27+950	SPA40	5031795	1683808	31.71	0.70	1.13	0.96	1.27	1.20	0.90									1.85	1.70	1.60		
28+125	BH29V	5031979	1683884	33.47						3.40		3.50	3.50	3.54	3.53	3.56	3.58	3.59	4.06	4.17	4.06		3.98
28+590	SPC41	5032313	1684181	32.27																			
28+920	BH30V	5032603	1684354	31.47																			
29+660	SPC42	5033213	1684766	33.87	0.07	0.50		0.75	0.71	0.58										in press.	in press.	in press.	
30+180	SPC43	5033631	1685079	36.04																0.99	0.89	0.85	
30+430	SPC44	5033823	1685240	36.44	0.63	0.85		0.98	0.92	0.80										1.47	1.40	1.37	
31+130	PZ-PE-62	5034356	1685711	38.60																1.20	1.02	0.97	
31+350	SPC45	5034521	1685845	38.49	0.45			0.67	0.60	0.48										1.16	1.11	1.04	
31+740	SPC46	5034830	1686079	40.57	1.20	1.20		1.20	1.18	1.06										1.81	1.83	1.73	
32+000	PZ-PE-64	5035034	1686225	41.30																			
32+725	SPC47	5035613	1686668	44.93	2.70	2.27		2.90	2.80	2.64										4.49	4.49	4.28	
33+250	PZ-PE-67	5036008	1687048	45.65																			
33+260	S48	5036031	1687014	57.20							13.29					13.82		14.11	15.79	15.75	15.61		
33+360	S49	5036088	1687104	50.82							6.82					7.36		7.68	9.34	9.28	9.15		

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 17 di 169

**Tabella 3 – Sintesi dati piezometrici 2/9**

PK	ID	NORD	EST	QUOTA (m slm)	16/10/15	22-24/10/15	05/11/15	19-21/11/15	03/12/15	17-19/12/15	07/01/16	22-24/01/16	06/02/16	19-21/02/16	04-07/03/16	29/03- 02/02/16	26-28/03/16	09/05/16	14-15/05/16	26-28/05/16	27-29/06/16	06/07/16	13/07/16
23+175	P14 bis	5028846	1680173	28.07	3.21	3.30	3.28	3.30	3.37	3.39	3.33	3.33	3.34	3.02	2.74	3.24	3.25		3.12	3.00	3.09		
23+175	P14	5028847	1680170	28.03	3.10	3.19	3.17	3.19	3.26	3.28	3.21	3.23	3.23	2.92	2.65	3.15	3.17		3.05	2.95	3.03		
23+200	BH18V	5028820	1680128	27.42															6.24	6.11	6.18		
23+670	BH19V	5029081	1680521	27.95	4.67	4.60	4.53	4.47	4.51	4.49	4.41	4.40	4.38	4.21	3.94	3.92	4.05		4.08	3.89	4.49		
25+000	P15 bis	5029881	1681575	29.06	3.22	3.18	3.12	3.15	3.23	3.23	3.17	3.06	3.07	2.83	2.51	2.19	2.29		2.34	2.17	2.10		
25+000	P15	5089138	1679857	29.09	3.15	3.13	3.08	3.13	3.21	3.21	3.13	3.04	3.04	2.69	2.32	2.40	2.51		2.37	2.24	2.31		
25+310	PZ-PE-51	5030070	1681828	27.75																			
25+480	PZ-PE-52	5030154	1681969	27.65																			
26+750	BH27V	5030953	1682943	28.52	1.99	1.90	1.76	1.69	1.74	1.72	1.62	1.51	1.56	1.09	0.93	1.29	1.33		1.12	1.11	1.23		
27+450	SPA37	5031470	1683413	30.96															2.10	2.17	2.24		
27+600	SPA38	5031545	1683565	34.05		5.31		5.23		5.23		4.96		4.85	4.55	5.02	5.03		4.89	4.93	4.98		
27+950	SPA40	5031795	1683808	31.71		1.38		1.35		1.37		1.27		0.90	0.79	1.26	1.33		1.13	1.21	1.20		
28+125	BH29V	5031979	1683884	33.47	3.91	3.91	3.79	3.72	3.78	3.75	3.62	3.63	3.62	3.35	3.15	3.37	3.48		3.47	3.41	3.28		
28+590	SPC41	5032313	1684181	32.27																			
28+920	BH30V	5032603	1684354	31.47		in press.		in press.		in press.		in press.		in press.	in press.	in press.	in press.		in press.	in press.	in press.		
29+660	SPC42	5033213	1684766	33.87		0.75		0.76		0.80		0.71		0.43	0.29	0.64	0.72		0.64	0.66	0.60		
30+180	SPC43	5033631	1685079	36.04		1.16		1.17		1.21		1.14		0.97	0.87	1.09	1.14		1.06	1.09	1.14		
30+430	SPC44	5033823	1685240	36.44		0.87		0.92		0.94		0.89		0.74	0.65	0.86	0.87		0.80	0.83	0.86		
31+130	PZ-PE-62	5034356	1685711	38.60																			
31+350	SPC45	5034521	1685845	38.49		0.98		0.90		0.95		0.93		0.63	0.34	0.55	0.63		0.57	0.52	0.47		
31+740	SPC46	5034830	1686079	40.57		1.54		1.55		1.67		1.63		1.26	1.04	1.17	1.24		1.20	1.15	1.17		
32+000	PZ-PE-64	5035034	1686225	41.30																			
32+725	SPC47	5035613	1686668	44.93		3.82		3.92		4.20		4.08		2.91	1.77	2.18	2.52		2.48	2.17	2.25		
33+250	PZ-PE-67	5036008	1687048	45.65																			
33+260	S48	5036031	1687014	57.20		15.16		15.23		15.59		15.49		14.16	12.01	13.03	13.61		13.49	13.05	13.23		
33+360	S49	5036088	1687104	50.82		8.78		8.91		9.17		9.09		7.76	5.53	6.61	7.18		7.06	6.61	6.77		



GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 18 di 169

Tabella 4 – Sintesi dati piezometrici3/9

PK	ID	NORD	EST	QUOTA (m slm)	20/07/16	26-28/07/16	06/08/16	11/08/16	18/08/16	25-27/08/16	01/09/16	08/09/16	15/09/16	22/09/16	26-28/09/16	06/10/16	13/10/16	20/10/16	26-28/10/16	03/11/16	10/11/16	17/11/16	24/11/16	
23+175	P14 bis	5028846	1680173	28.07		3.38				3.42					3.44					3.31				
23+175	P14	5028847	1680170	28.03		3.31				3.34					3.36					3.26				
23+200	BH18V	5028820	1680128	27.42		9.76				7.37					6.99					6.55				
23+670	BH19V	5029081	1680521	27.95		6.71				5.19					5.01					4.56				
25+000	P15 bis	5029881	1681575	29.06		2.49				2.86					3.16					3.08				
25+000	P15	5089138	1679857	29.09		2.46				2.99					3.22					3.04				
25+310	PZ-PE-51	5030070	1681828	27.75																				
25+480	PZ-PE-52	5030154	1681969	27.65																				
26+750	BH27V	5030953	1682943	28.52		1.90				1.82					2.00					1.76				
27+450	SPA37	5031470	1683413	30.96		2.86				2.57					2.89					2.57				
27+600	SPA38	5031545	1683565	34.05		5.31				5.05					5.26					5.12				
27+950	SPA40	5031795	1683808	31.71		1.55				1.29					1.52					1.23				
28+125	BH29V	5031979	1683884	33.47		3.73				3.59					3.75					3.75				
28+590	SPC41	5032313	1684181	32.27																				
28+920	BH30V	5032603	1684354	31.47		in press				in press.					in press					in press.				
29+660	SPC42	5033213	1684766	33.87		0.90				0.64					0.79					0.54				
30+180	SPC43	5033631	1685079	36.04		1.30				1.20					1.29					1.13				
30+430	SPC44	5033823	1685240	36.44		0.98				0.85					0.92					0.81				
31+130	PZ-PE-62	5034356	1685711	38.60																				
31+350	SPC45	5034521	1685845	38.49		0.84				0.69					0.93					0.82				
31+740	SPC46	5034830	1686079	40.57		1.51				1.40					1.74					1.61				
32+000	PZ-PE-64	5035034	1686225	41.30																				
32+725	SPC47	5035613	1686668	44.93		3.65				3.69					4.32					4.19				
33+250	PZ-PE-67	5036008	1687048	45.65																				
33+260	S48	5036031	1687014	57.20		14.89				14.93					15.59					15.50				
33+360	S49	5036088	1687104	50.82		8.44				8.49					9.16					9.08				





GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 19 di 169

Tabella 5 – Sintesi dati piezometrici 4/9

PK	ID	NORD	EST	QUOTA (m slm)	28-30/11/16	07/12/16	15/12/16	22/12/16	29-30/12/16	05/01/17	12/01/17	19/01/17	26-28/01/17	02/02/17	09/02/17	16/02/17	22/02/17	02-04/03/17	10/03/17	16/03/17	24/03/17	29-30/03/17	07/04/17
23+175	P14 bis	5028846	1680173	28.07	3.33				3.41				3.44					3.37				3.44	
23+175	P14	5028847	1680170	28.03	3.27				3.32				3.37					3.29				3.34	
23+200	BH18V	5028820	1680128	27.42	6.38				6.40				6.47					6.21				6.46	
23+670	BH19V	5029081	1680521	27.95	4.33				4.29				4.31					4.14				4.24	
25+000	P15 bis	5029881	1681575	29.06	2.96				2.93				2.99					2.87				2.74	
25+000	P15	5089138	1679857	29.09	2.94				2.98				3.07					2.83				2.86	
25+310	PZ-PE-51	5030070	1681828	27.75																			
25+480	PZ-PE-52	5030154	1681969	27.65																			
26+750	BH27V	5030953	1682943	28.52	1.44				1.54				1.65					1.48				1.58	
27+450	SPA37	5031470	1683413	30.96	2.29				2.48				2.62					2.46				2.56	
27+600	SPA38	5031545	1683565	34.05	4.97				5.11				5.12					4.97				5.09	
27+950	SPA40	5031795	1683808	31.71	1.22				1.39				1.46					1.37				1.42	
28+125	BH29V	5031979	1683884	33.47	3.52				3.63				3.65					3.51				3.62	
28+590	SPC41	5032313	1684181	32.27																			
28+920	BH30V	5032603	1684354	31.47	in press.				in press				in press					in press				in press	
29+660	SPC42	5033213	1684766	33.87	0.55				0.68				0.75					0.70				0.65	
30+180	SPC43	5033631	1685079	36.04	1.14				1.26				1.28					1.29				1.30	
30+430	SPC44	5033823	1685240	36.44	0.83				0.96				0.97					0.99				1.00	
31+130	PZ-PE-62	5034356	1685711	38.60																			
31+350	SPC45	5034521	1685845	38.49	0.79				0.80				0.98					0.84				0.89	
31+740	SPC46	5034830	1686079	40.57	1.56				1.64				1.85					1.52				1.58	
32+000	PZ-PE-64	5035034	1686225	41.30																			
32+725	SPC47	5035613	1686668	44.93	3.86				4.11				4.80					3.88				3.98	
33+250	PZ-PE-67	5036008	1687048	45.65																			
33+260	S48	5036031	1687014	57.20	15.20				15.48				16.14					15.30				15.44	
33+360	S49	5036088	1687104	50.82	8.82				9.12				9.73					8.94				9.08	

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 20 di 169

**Tabella 6 – Sintesi dati piezometrici 5/9**

PK	ID	NORD	EST	QUOTA (m slm)	13/04/17	20/04/17	28-30/04/17	05/05/17	12/05/17	19/05/17	24-26/05/17	01/06/17	08/06/17	15/06/17	22/06/17	29/06/01/07	07/07/17	13/07/17	20/07/17	26-28/07/17	03/08/17	11/08/17	18/08/17	
23+175	P14 bis	5028846	1680173	28.07			3.33				3.29					3.36					3.42			
23+175	P14	5028847	1680170	28.03			3.26				3.22					3.28					3.35			
23+200	BH18V	5028820	1680128	27.42			6.61				6.58					8.75					8.62			
23+670	BH19V	5029081	1680521	27.95			4.37				4.25					6.18					6.14			
25+000	P15 bis	5029881	1681575	29.06			2.79				2.70					2.99					3.16			
25+000	P15	5089138	1679857	29.09			2.89				2.84					3.05					3.21			
25+310	PZ-PE-51	5030070	1681828	27.75																				
25+480	PZ-PE-52	5030154	1681969	27.65																				
26+750	BH27V	5030953	1682943	28.52			1.59				1.56					1.83					1.99			
27+450	SPA37	5031470	1683413	30.96			2.60				2.46					2.82					3.03			
27+600	SPA38	5031545	1683565	34.05			5.05				5.04					5.18					5.27			
27+950	SPA40	5031795	1683808	31.71			1.37				1.36					1.55					1.71			
28+125	BH29V	5031979	1683884	33.47			3.60				3.54					3.74					3.88			
28+590	SPC41	5032313	1684181	32.27																				
28+920	BH30V	5032603	1684354	31.47			in press				in press					in press					in pressione			
29+660	SPC42	5033213	1684766	33.87			0.62				0.63					0.83					0.87			
30+180	SPC43	5033631	1685079	36.04			1.28				1.28					1.30					1.38			
30+430	SPC44	5033823	1685240	36.44			0.96				0.97					0.99					1.08			
31+130	PZ-PE-62	5034356	1685711	38.60																				
31+350	SPC45	5034521	1685845	38.49			0.94				0.77					1.00					1.12			
31+740	SPC46	5034830	1686079	40.57			1.76				1.38					1.82					2.05			
32+000	PZ-PE-64	5035034	1686225	41.30																				
32+725	SPC47	5035613	1686668	44.93			4.54				2.91	3.48				4.69					5.07			
33+250	PZ-PE-67	5036008	1687048	45.65																				
33+260	S48	5036031	1687014	57.20			15.87				14.32	14.85				16.07					16.53			
33+360	S49	5036088	1687104	50.82			9.43				7.92	8.43				9.65					10.10			





GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 21 di 169

Tabella 7 – Sintesi dati piezometrici 6/9

PK	ID	NORD	EST	QUOTA (m slm)	24/08/17	29-31/08/17	08/09/17	13/09/17	22/09/17	27-29/09/17	06/10/17	13/10/17	19/10/17	26-28/10/17	03/11/17	10/11/17	16/11/17	23/11/17	28/11/17	06/12/17	15/12/17	20/12/17	28-30/12/17	
23+175	P14 bis	5028846	1680173	28.07		3.50				3.41				3.43					3.37					3.38
23+175	P14	5028847	1680170	28.03		3.43				3.32				3.48					3.29					3.31
23+200	BH18V	5028820	1680128	27.42		8.58				6.30				6.41					6.32					6.23
23+670	BH19V	5029081	1680521	27.95		5.88				4.95				4.85					4.67					4.62
25+000	P15 bis	5029881	1681575	29.06		3.35				3.36				3.52					3.32					3.22
25+000	P15	5089138	1679857	29.09		3.37				3.35				3.36					3.30					3.20
25+310	PZ-PE-51	5030070	1681828	27.75																				
25+480	PZ-PE-52	5030154	1681969	27.65																				
26+750	BH27V	5030953	1682943	28.52		2.22				2.22				2.15					2.03					1.91
27+450	SPA37	5031470	1683413	30.96		3.12				3.09				3.17					2.94					2.87
27+600	SPA38	5031545	1683565	34.05		5.34				5.25				5.43					5.22					5.17
27+950	SPA40	5031795	1683808	31.71		1.81				1.73				1.76					1.53					1.44
28+125	BH29V	5031979	1683884	33.47		4.10				4.09				4.00					3.85					3.79
28+590	SPC41	5032313	1684181	32.27																				
28+920	BH30V	5032603	1684354	31.47						in pressione				in press					in press					in press.
29+660	SPC42	5033213	1684766	33.87		0.95				0.86				0.91					0.73					0.69
30+180	SPC43	5033631	1685079	36.04		1.45				1.37				1.41					1.33					1.32
30+430	SPC44	5033823	1685240	36.44		1.14				1.07				1.10					1.02					1.00
31+130	PZ-PE-62	5034356	1685711	38.60																				
31+350	SPC45	5034521	1685845	38.49		1.32				1.25				1.35					1.25					1.11
31+740	SPC46	5034830	1686079	40.57		2.36				2.35				2.60					2.42					2.04
32+000	PZ-PE-64	5035034	1686225	41.30																				
32+725	SPC47	5035613	1686668	44.93		5.57				5.61				6.01					5.69					4.69
33+250	PZ-PE-67	5036008	1687048	45.65																				
33+260	S48	5036031	1687014	57.20		17.06				17.14				17.65					17.22					16.21
33+360	S49	5036088	1687104	50.82		10.61				10.69				11.16					10.78					9.85









GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 24 di 169

Tabella 10 – Sintesi dati piezometrici 9/9

Pk	ID	NORD	EST	QUOTA (m slm)	25-27/09/18	04/10/18	12/10/18	19/10/18	25/10/18	30-31/10/18	26-27/08/20	23-24/09/20	28-29/10/20	25-26/11/20	11/01- 08/02/21	16/03/21	12/04/21	03-14/05/21	27-31/05/21	03-09/06/21
23+175	P14 bis	5028846	1680173	28.07	3.42					3.23	distrutto	distrutto	distrutto	distrutto						
23+175	P14	5028847	1680170	28.03	3.36					3.17	distrutto	distrutto	distrutto	distrutto						
23+200	BH18V	5028820	1680128	27.42	6.94					6.58	distrutto	distrutto	distrutto	distrutto						
23+670	BH19V	5029081	1680521	27.95							distrutto	distrutto	distrutto	distrutto						
25+000	P15 bis	5029881	1681575	29.06	2.94					2.92	non trovato	non trovato	non trovato	non trovato						
25+000	P15	5089138	1679857	29.09	3.00					2.85	non trovato	non trovato	non trovato	non trovato						
25+310	PZ-PE-51	5030070	1681828	27.75																
25+480	PZ-PE-52	5030154	1681969	27.65																
26+750	BH27V	5030953	1682943	28.52	1.79						distrutto	distrutto	distrutto	distrutto						
27+450	SPA37	5031470	1683413	30.96	2.68					2.33	inaccessibile	inaccessibile	inaccessibile	inaccessibile						
27+600	SPA38	5031545	1683565	34.05	5.23					5.06	5.36	5.16	4.87	5.06						
27+950	SPA40	5031795	1683808	31.71	1.40					1.13	1.56	1.40	0.99	1.28						
28+125	BH29V	5031979	1683884	33.47	3.72					3.50	3.89	3.80	3.35	3.44						
28+590	SPC41	5032313	1684181	32.27							distrutto	distrutto	distrutto	distrutto						
28+920	BH30V	5032603	1684354	31.47	in press.					in press.	in press.	in press.	in press.	in press.						
29+660	SPC42	5033213	1684766	33.87	0.67					0.44	0.82	0.72	0.34	0.49						
30+180	SPC43	5033631	1685079	36.04	1.27					1.11	1.38	1.24	1.20	1.32					0.57	
30+430	SPC44	5033823	1685240	36.44	0.96					0.81	1.01	0.87	0.83	0.96					1.48	
31+130	PZ-PE-62	5034356	1685711	38.60																
31+350	SPC45	5034521	1685845	38.49	0.76					0.65	0.99	0.96	0.65	0.77						0.56
31+740	SPC46	5034830	1686079	40.57	1.40					1.30	1.82	1.70	1.29	1.43						
32+000	PZ-PE-64	5035034	1686225	41.30																
32+725	SPC47	5035613	1686668	44.93	3.17					3.15	4.58	4.39	3.01	3.51						1.48
33+250	PZ-PE-67	5036008	1687048	45.65																
33+260	S48	5036031	1687014	57.20	14.40					14.30	15.93	15.82	14.38	14.92						14.51
33+360	S49	5036088	1687104	50.82	7.97					7.88	9.52	9.42	8.02	8.52						

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2RBGE0000003	A

## 5 CRITERI DI VALUTAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI

### 5.1 Premessa

Di seguito si illustrano le metodologie seguite per la valutazione dei parametri geotecnici, a partire dai dati di prove in sito e di laboratorio.

Si precisa che, accordo a quanto previsto dalle NTC 2008 al punto 6.2.2, rimane responsabilità del progettista l'assunzione del modello geotecnico e dei parametri caratteristici da adottare nel calcolo. In tale luce, il progettista dovrà quindi valutare le condizioni locali, e potrà assumere, sempre a partire dai dati di base (indagini in sito e prove di laboratorio contenute nei documenti di riferimento), valori diversi da quelli qui stimati e proposti, anche utilizzando correlazioni diverse da quelle di seguito esposte.

### 5.2 Densità relativa dei materiali a grana grossa

#### 5.2.1 Generalità

I valori di densità relativa dei terreni a grana grossa (sabbie e ghiaie), sono stati valutati a partire dai risultati delle prove SPT e CPT.

#### 5.2.2 Sabbie

Per le sabbie, i valori di  $D_r$  sono stati stimati a partire dai dati SPT in accordo a quanto indicato da Skempton (1986, Doc. rif. [56]). Nella formulazione adottata, la densità relativa  $D_r$  può essere correlata al valore  $N_{SPT}$  con la seguente relazione:

$$D_r = \left( \frac{1}{A+B \cdot \sigma_{vo}} \cdot N_{SPT} \right)^{0.5}$$

essendo:



$A, B$  = costanti empiriche indicate in Tabella 11;

$\sigma_{vo}$  = pressione verticale efficace esistente in sito alla quota della prova SPT ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ );

$N_{SPT}$  = numero di colpi per 30 cm di infissione;

Tabella 11 - Costanti empiriche A e B (Skempton, 1986)

Tipo di materiale	A	B
Sabbie fini normalmente consolidate	27,5	27,5
Sabbie grosse normalmente consolidate	43,3	21,7
Sabbie sovra consolidate	27,5 - 43,3	(21,7 - 27,5)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 26 di 169

Per quanto concerne invece la stima della  $D_r$  a partire dai dati CPT, ci si è avvalsi della correlazione proposta da Kulhawy and Mayne (1990, Doc. rif. [49]):

$$(D_r)^2 = Q_{tn} / k_{Dr}$$

dove:

$Q_{tn}$  resistenza alla punta normalizzata =  $(q/p_a) / (\sigma'_{vo}/p_a)^{0.5}$ ;

$k_{Dr}$  costante (valida per sabbie silicee); che dipende dalla compressibilità, dal grado di sovraconsolidazione e dall'età del deposito. Per le sabbie medie, tipicamente normalconsolidate e relativamente recenti incontrate nell'area in questione, si è adottato un valore costante e pari a 350, assunto come rappresentativo per tutti i depositi sabbiosi della tratta;

$p_a$  pressione atmosferica = 98.1 kPa;

$\sigma'_{vo}$  tensione verticale efficace (geostatica) alla generica quota.

Tale correlazione è di fatto stata impiegata solo per le sabbie, avendo il penetrometro statico generalmente incontrato rifiuto nelle ghiaie.

### 5.2.3 Ghiaie

L'interpretazione dei valori NSPT per le ghiaie è stata eseguita in accordo al metodo proposto da Cubrinowski & Ishihara (1999, Doc. rif. [36]) per materiali normalmente consolidati, caratterizzati da un coefficiente di spinta a riposo  $k_o$  dell'ordine di 0,4÷0,5, successivamente esteso da Ishihara et al. (2001, Doc. rif. [40]) anche al caso dei terreni sovraconsolidati. Tale metodo utilizza la seguente espressione:



$$D_r = \left\{ \frac{(N_{SPT})_{78\%} \cdot \left(0,23 + \frac{0,06}{D_{50}}\right)^{1,7}}{9} \cdot \left(\frac{98}{\sigma'_{vo}}\right)^{1/2} \cdot \left(\frac{k_{o,NC}}{k_{o,SC}}\right)^{1/2} \right\}^{1/2}$$

essendo:

$D_r$  densità relativa (-)

$(N_{SPT})_{78\%}$  numero di colpi/30 cm associabile ad un'energia trasferita alle aste pari al 78% di quella teorica (-)

$D_{50}$  diametro delle particelle corrispondente al 50% di passante (mm)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 27 di 169

$\sigma'_{vo}$	pressione verticale efficace geostatica (kPa)
$k_{o,NC}$	coefficiente di spinta a riposo di terreni normalmente consolidati (-) (si veda il paragrafo precedente)
$k_{o,SC}$	coefficiente di spinta a riposo di terreni sovraconsolidati (-) (si veda il paragrafo precedente)

Si rileva che l'espressione sopra indicata è applicabile al seguente caso.

- Energia trasferita alle aste pari al 78%. L'esperienza acquisita nelle indagini eseguite in Italia ha mostrato che mediamente l'energia trasferita alle aste è inferiore al 78% e pari all'incirca al 60%; nell'applicazione della formula, il valore  $N_{SPT}$  misurato, assunto pari a  $(N_{SPT})_{60\%}$ , viene pertanto corretto in base alla seguente equazione:

$$(N_{SPT})_{78\%} = (N_{SPT})_{60\%} \cdot \frac{60}{78}$$

- Resistenze ottenute con il campionatore standard nelle sabbie e con il campionatore LPT, di diametro maggiore rispetto a quello standard, nel caso delle ghiaie.  
In questa sede, in mancanza di prove con il campionatore LPT, l'applicazione della formula in presenza di terreni sabbioso-ghiaiosi ( $D_{50} \geq 1$  mm) è stata fatta senza apportare alcuna correzione ai valori  $N_{SPT}$  misurati (su tale aspetto si vedano Clayton, 1995; Skempton, 1986 [56]; Tokimatsu & Yoshimi, 1983 [61]).

### 5.3 Resistenza al taglio – parametri drenati

#### 5.3.1 Materiali a grana grossa



Per i materiali a grana grossa (sabbie e ghiaie), i valori dei parametri di resistenza al taglio sono stati qui stimati a partire dai risultati delle prove in situ, e segnatamente dalle prove SPT e CPT.

Sia per sabbie che per le ghiaie i valori dell'angolo di resistenza al taglio operativo sono stati stimati considerando i diversi approcci di seguito descritti.

##### 5.3.1.1 Angolo di resistenza al taglio di sabbie e ghiaie in accordo a Bolton (1986)

L'angolo di resistenza al taglio di picco  $\varphi'$  può essere determinato con il metodo proposto da Bolton (1986, Doc. rif. [33]). Tale metodo, unitamente alla procedura utilizzata per tenere conto della non linearità dell'involuppo di rottura, può essere sintetizzato nel modo seguente.

La non linearità dell'involuppo di rottura può essere messa in conto facendo riferimento alla nota

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 28 di 169

espressione di Baligh (1975, Doc. rif. [32]):

$$\tau_{ff} = \sigma_{ff}' \cdot [\tan \varphi_o' + \tan \alpha \cdot (\frac{1}{2.3} - \log_{10} \frac{\sigma_{ff}'}{p_a})]$$

essendo:

- $\varphi_o' > \varphi_{cv}'$       angolo di attrito riferito ad una pressione  $\sigma_{ff}' = 272$  kPa (°);
- $\varphi_{cv}'$             angolo di attrito a volume costante, corrispondente a pressioni  $\sigma_{ff}'$  elevate (°);
- $\alpha$                 angolo che determina la curvatura dell'involuppo di rottura (°);
- $p_a$                 98.1 kPa;
- $\sigma_{ff}'$             tensione efficace normale alla superficie di rottura (kPa);
- $\tau_{ff}$                 tensione di taglio agente sulla superficie di rottura (kPa).

L'angolo di attrito  $\varphi_o'$  può essere stimato come segue (v. Bolton, 1986, Doc. rif. [33]):

- $\varphi_o'$                  $\varphi_{cv}' + m \cdot DI$
- $DI$                  $D_r \cdot [Q - \ln(p_f')] - 1$

essendo:

- $Q$                 10
- $p_f'$                  $1.4 \cdot \sigma_{ff}'$  (vedi Jamiokowski et al. 1988, ref. [41]) (kPa)
- $m$                 costante empirica dipendente dalle condizioni di deformazione prevalenti (v. Tabella 12) (°)
- $D_r$                 densità relativa, valutata in accordo a quanto riportato al punto 5.2.

*Tabella 12 - Valori della costante empirica m secondo Bolton (1986)*



Condizioni di rottura	m(-)
Tipo prova triassiale di compressione ( $\sigma_2' = \sigma_3'$ )	3
Tipo prova triassiale in estensione o di deformazione piana ( $\sigma_2' \neq \sigma_3'$ )	5

$\sigma_2'$  = tensione principale efficace intermedia

$\sigma_3'$  = tensione principale efficace minore

I valori dell'angolo di attrito  $\varphi_{cv}'$  possono essere ricavati da prove di laboratorio (triassiali o di taglio diretto) su provini ricostituiti a basse densità relative e, in assenza di queste ultime, assegnati in base a quanto



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 29 di 169

indicato nella Tabella 13 (vedi ad esempio Youd, 1972 ; Stroud, 1988).

Tabella 13 - Valori di  $\varphi_{cv}$  per sabbie silicee secondo quanto riportato in Stroud (1988) e Youd (1972)

	Sabbie ben gradate	Sabbie uniformi
Sabbie a spigoli vivi	$\varphi_{cv}' = 38^\circ$	$\varphi_{cv}' = 34^\circ$
Sabbie a spigoli arrotondati	$\varphi_{cv}' = 33^\circ$	$\varphi_{cv}' = 30^\circ$

Nel caso delle ghiaie si potrà assumere mediamente  $\varphi_{cv}' = 35^\circ \div 36^\circ$ .

Per la determinazione di  $\alpha$  si può fare riferimento a quanto indicato in Jamiolkowski et al. (1988), e precisamente:

$$\alpha = \frac{D_r - 0.2}{0.8} \cdot 10^\circ > 0^\circ$$

### 5.3.1.2 Angolo di resistenza al taglio di sabbie e ghiaie in accordo a Schmertmann

Il valore dell'angolo di resistenza al taglio operativo per sabbie e ghiaie è stato anche stimato in accordo alla formulazione proposta da Schmertmann (1978, Doc. rif. [53]), ed illustrata nella Figura 1, sulla base dei valori di densità relativa stimati al punto 5.2, ed entrando nel grafico a seconda della granulometria prevalente del materiale riscontrato in una data area.

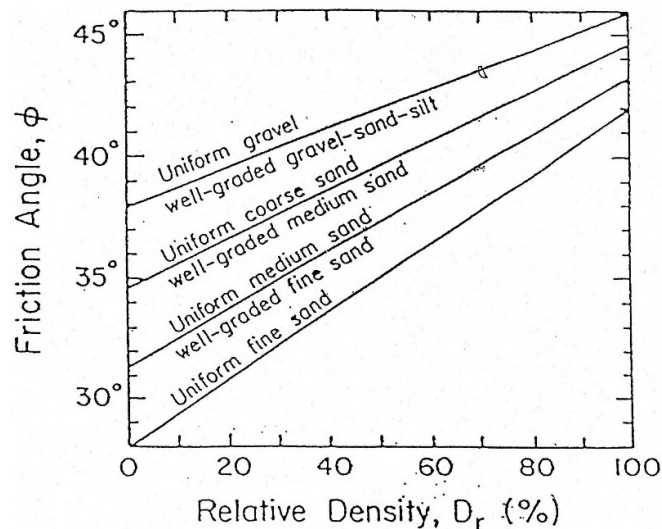




Figura 1 - Relazione fra angolo di resistenza al taglio operativo e densità relativa

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica EI2RBGE0000003C</p>	<p>Foglio 30 di 169</p>

### 5.3.1.3 Angolo di resistenza al taglio di sabbie in accordo a Robertson (2012) e Jefferies e Been (2006)

Sulla base degli studi di Jefferies e Been (2006, Doc. rif. [42]), Robertson (2012, Doc. rif. [52]), ha proposto la seguente correlazione fra la resistenza alla punta normalizzata  $Q_{tn}$  e, il valore dell'angolo di attrito a volume costante  $\phi_{cv}$ :

$$\phi' = \phi'_{cv} + 15.94 * \log(Q_{tn}) - 26.88$$

dove

$Q_{tn}$  resistenza alla punta normalizzata  $= (q_t - \sigma_{v0}) / \sigma'_{v0}$

$\phi'_{cv}$  angolo d'attrito a volume costante, considerato variabile fra 32° e 34°.

### 5.3.2 Materiali a grana fine

Avendo a disposizione prove triassiali consolidate non drenate, si è generalmente proceduto ad una stima dei parametri di resistenza al taglio drenata  $c'$  e  $\phi'$  mediante interpolazione dei punti di rottura.

In alternativa, i valori sono stati stimati sulla base delle correlazioni riportate nelle Figura 2 e nella Figura 3, come citati da Mesri e Abdel Ghaffar (1993, Doc. rif. [50]). I valori riportati nell'articolo citato si riferiscono a back-analysis di rotture di pendii, in argille NC e OC.

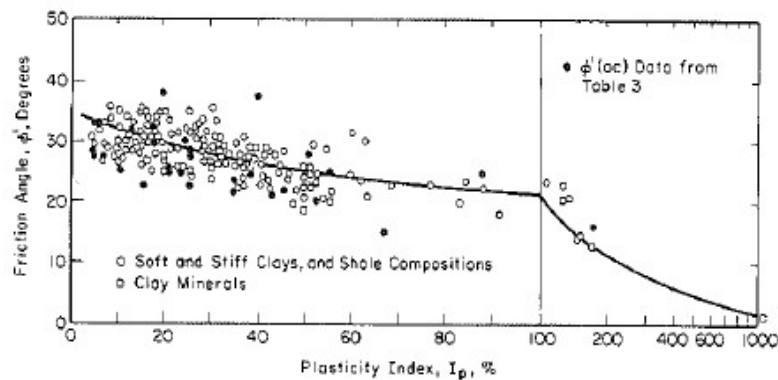




Figura 2 - Valori dell'angolo di resistenza al taglio per materiali argillosi (Mesri e Abdel-Ghaffar, 1993)

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica E12RBGE0000003C</p>	<p>Foglio 31 di 169</p>

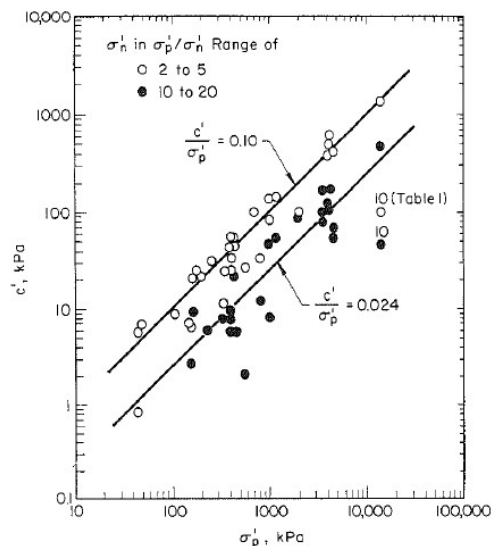



Figura 3 - Valori della coesione intercetta  $c'$  in funzione della tensione di preconsolidazione e del valore della tensione normale al piano di rottura, al momento della rottura  $\sigma'_n$  (da Mesri e Abdel-Ghaffar, 1993)

#### 5.4 Resistenza al taglio – parametri non drenati

I valori delle resistenze al taglio non drenata  $c_u$  sono stati stimati sulla base delle prove di laboratorio e sulla base delle prove in sito CPTU.

Nella stima dei parametri qui fornita, si è tenuto in conto quanto segue:

- I valori delle prove di laboratorio possono talora essere affetti da un grado di disturbo del campione. Nella loro valutazione si è quindi tenuto conto di tale possibile degrado, stimato sulla base di diversi elementi, ed in particolare:
  - sulla natura dei materiali, tenendo conto che i materiali con elevata componente sabbioso-limosa, sono generalmente più sensibili al campionamento;
  - sulla compatibilità fra valori delle prove speditive (pocket e vane) condotte sulla carote (in sito o in laboratorio) ed i valori da prove triassiali;
  - privilegiando i valori ottenuti da prove consolidate non drenate (TX-CIU), rispetto a quelle del tipo TX-UU, che usualmente, ed in particolare per i materiali più teneri, e più sensibili al campionamento, possono sottostimare le reali resistenze di sito;

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 32 di 169

- i valori ottenuti da prove in sito CPTU risultano in genere affidabili, essendo supportati da numerosi studi, sia teorici che empirici, che dimostrano una stretta correlazione fra la resistenza alla punta  $q_t$  e il valore della resistenza al taglio non drenata.

Per l'interpretazione delle prove CPTU, ci si è avvalsi della seguente correlazione, derivata essenzialmente dalla teoria della capacità portante di fondazioni profonde:

$$c_u = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{N_k}$$

utilizzando un fattore  $N_k = 14$ , in accordo a Lunne et al. (1997, Doc. rif. [47]).

## 5.5 Determinazione della storia tensionale – (OCR)

Per la valutazione della tensione di preconsolidazione dei materiali argillosi, si è in generale fatto riferimento alle prove edometriche, ove il valore della tensione di preconsolidazione è stato stimato con il classico metodo di Casagrande.



In alternativa, il valore della tensione di preconsolidazione (e quindi di OCR), è stato anche valutato sulla base dei dati CPTU mediante la seguente correlazione di Chen e Mayne (1996, Doc. rif. [34]):

$$\sigma_p^* = k \cdot (q_t - \sigma_{v0})$$

in cui il valore del coefficiente  $k$  viene stimato a partire dal valore dell'indice di plasticità, nel modo seguente:

$$k = 0.86 \cdot IP^{-0.28}$$

Un valore di  $k = 0.33$  è stato generalmente considerato adeguato per i materiali rinvenuti nella tratta.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 33 di 169

## 5.6 Determinazione del coefficiente di consolidazione verticale $c_v$

Il valore del coefficiente di consolidazione in direzione verticale è stato ottenuto generalmente dalle prove edometriche, facendo riferimento ai provini di migliore qualità.

In alternativa, il coefficiente di consolidazione può essere stimato interpretando le prove di dissipazione, valutando il valore in direzione orizzontale  $c_h$ , in accordo a Teh e Houlsby (1988, Doc. rif. [38]).

La relazione proposta è la seguente:

$$T^* = \frac{c_h t}{r^2 \sqrt{I_r}}$$

essendo:

$T^*$  fattore adimensionale funzione della percentuale di dissipazione della sovrappressione interstiziale iniziale; per un grado di dissipazione del 50% si ha  $T^* = 0.245$ ;

$I_r$  indice di rigidità del materiale, stimato in base alla Figura 4 (Keaveny and Mitchell, 1986, Doc. rif. [43]), funzione dell'indice di plasticità del materiale. Per il caso in esame, si è considerato  $I_r = 140$

$$I_r \approx \frac{0.65 \cdot G_o}{C_u} = \text{indice di rigidità};$$

$r$  raggio del cono, pari a 1.78 cm;

$t$  tempo necessario a raggiungere un determinato grado di dissipazione.

Tabella 14 - Fattore adimensionale  $T$  (da Houlsby & Teh (1988))

	Grado di consolidazione U %			
	30	40	50	60
Pietra porosa sulla punta	T = 0.032	T = 0.063	T = 0.118	T = 0.226
Pietra porosa alla base del cono	T = 0.078	T = 0.142	T = 0.245	T = 0.439

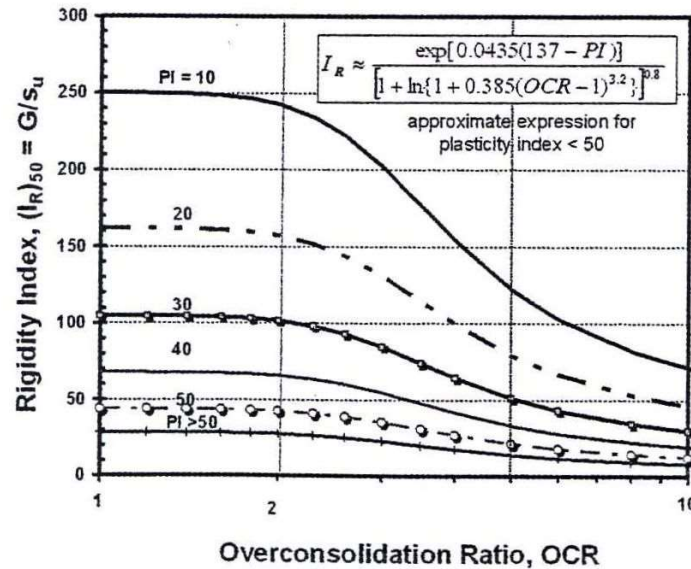


Figura 4 – Coefficiente di sovraconsolidazione in funzione dell'indice di rigidezza (Keaveny and Mitchell, 1986)



Nei piezoconi tradizionalmente impiegati in Italia, la pietra porosa si trova alla base della punta, ( $u_2$ ), e quindi si è fatto riferimento ai valori riportati nella seconda riga della Tabella 14.

In accordo alle indicazioni di Baligh (1975, Doc. rif. [32]), il processo di dissipazione della sovrappressione interstiziale avviene nel ramo di scarico. In sostanza, la penetrazione della punta ha provocato un eccesso di sovrappressioni interstiziali, e la loro dissipazione fa tornare le tensioni efficaci allo stato precedente l'infissione. Pertanto, i valori di  $c_h$  ottenuti da tale formulazione (ma non solo da questa), sono relativi allo stato di sovraconsolidazione del materiale.

Per ottenere il valore di  $c_h$  nelle condizioni NC, Baligh propone di correggere il valore ottenuto con un coefficiente pari al rapporto fra il valore del coefficiente di ricompressione RR e quello di compressione vergine CR, entrambi ottenuti da prove edometriche. Si applica quindi la seguente correlazione:

$$C_h(NC) = C_h(OC) \frac{RR}{CR} \approx \frac{C_h(OC)}{8}$$

Nella valutazione del coefficiente in direzione verticale, si è tenuto conto di quanto suggerito da Lancellotta (1987, Doc. rif. [44]):

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 35 di 169

- nei depositi argillosi uniformi, non tettonizzati, la permeabilità in direzione orizzontale può essere più elevata che non in direzione verticale, in virtù di strutture deposizionali, per un fattore dell'ordine di 1.5;
- nel caso di terreni stratificati, con fitte alternanze sabbioso-limose, i valori del rapporto  $k_h / k_v$  possono essere sensibilmente più elevati, e variare nel campo 5-15.

## 5.7 Permeabilità di progetto

Per quanto concerne i valori di permeabilità, si presentano nel seguito i risultati delle prove di tipo Lefranc. Per quanto concerne la valutazione della permeabilità dell'acquifero sabbioso-ghiaioso di San martino Buonalbergo, si rimanda alle relazioni e agli studi specialistici contenuti nel documento dello studio idrogeologico (Doc. rif. [4]).

Si ricorda come i valori di permeabilità siano fortemente influenzati da condizioni locali. Si raccomanda pertanto, nel caso di assunzione per il dimensionamento di opere di aggotamento della falda, ed in generale per analisi di filtrazione, di esaminare attentamente le condizioni e la stratigrafia locale del sito, e valutare il possibile ampio spettro di valori che la permeabilità può assumere, Ciò tenendo anche conto dei fattori legati all'anisotropia dei depositi, in coerenza con quanto sopra riportato per il valore del coefficiente di consolidazione in direzione verticale ed orizzontale.

## 5.8 Parametri di deformazione

### 5.8.1 Materiali a grana grossa

Per quanto concerne la stima dei parametri di deformabilità dei materiali a grana grossa, si è ritenuto di procedere come segue:

- Valutazione dei moduli di taglio e di Young iniziali  $G_0$  ed  $E_0$ , sulla base dei dati delle misure geofisiche effettuate nelle diverse fasi progettuali, (CH, DH e MASW), con un confronto dei dati sperimentali con i valori e le tendenze deducibili dalle prove penetrometriche dinamiche (SPT) e statiche (CPT),
- Sulla base dei valori tipici di deformazione attesa per le diverse opere (seguendo ad esempio quanto raccomandato da Atkinson e Salfors (1991, Doc. rif. [30]), e da Atkinson (2000, Doc. rif. [31]), e riportato in Figura 5) valutazione dell'entità del degrado dei moduli iniziali, facendo riferimento a curve di letteratura.

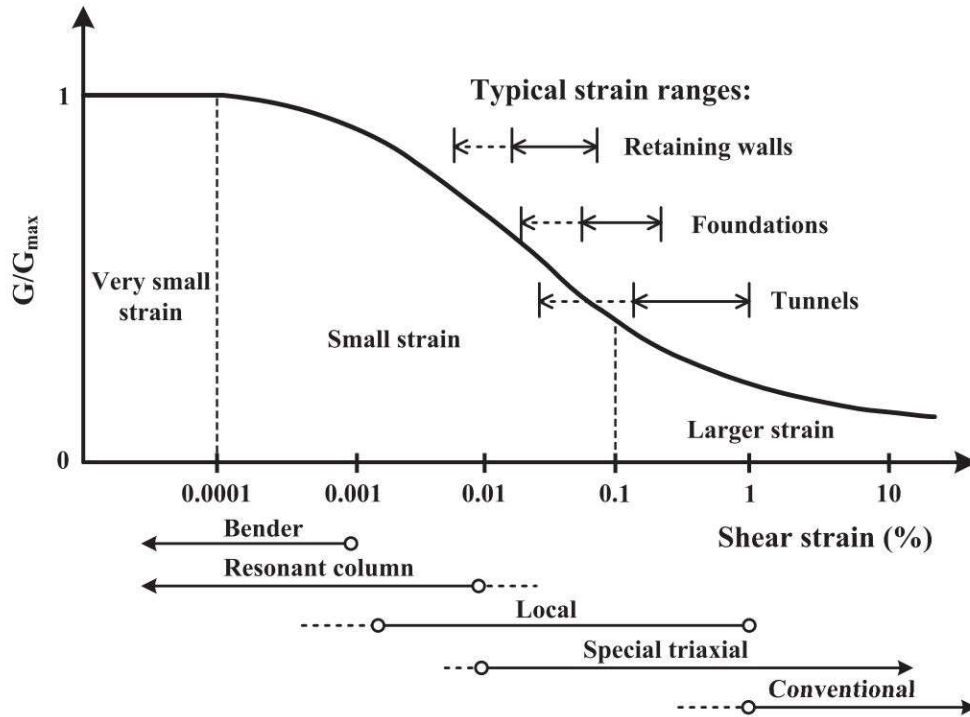


Figura 5 – Livelli deformativi raggiunti dal terreno per diverse opere di ingegneria (Doc. rif. [29],[31])

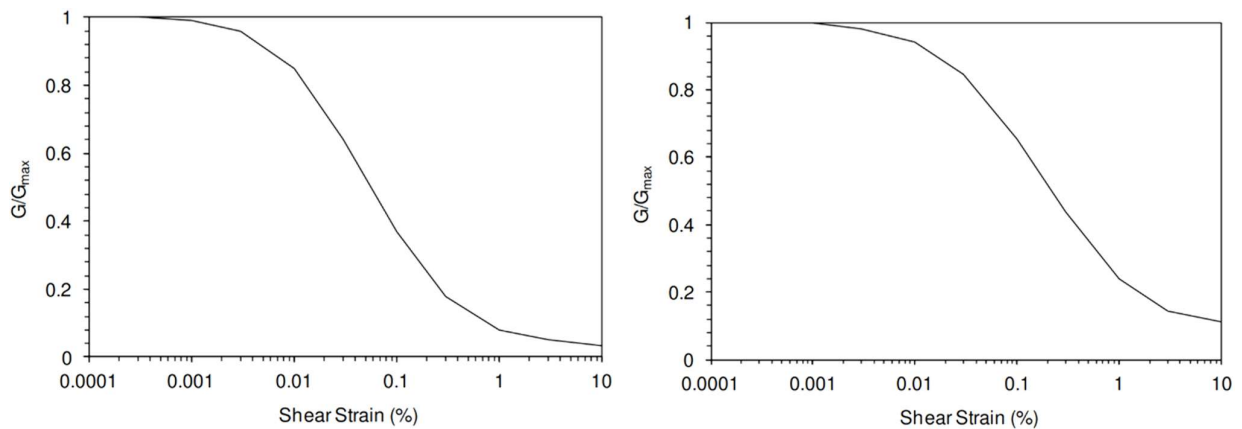


Figura 6 – Curva di decadimento del modulo di taglio per depositi sabbiosi (in alto, Doc. rif. [54]) e argillosi (in basso, Doc. rif. [55])



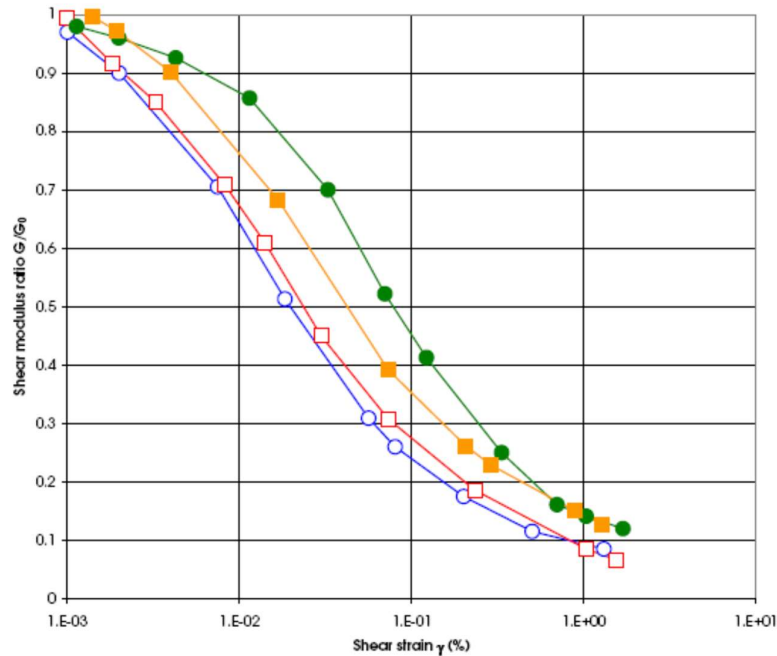


Figura 7 – Altro esempio di curva di decadimento del modulo di taglio (Doc. rif. [39])



Le curve di degrado del modulo in funzione della distorsione a taglio a disposizione in letteratura sono molte e il progettista potrà scegliere quella che riterrà più opportuna. In questa sede, si sono generalmente proposti valori di moduli di Young operativi, validi per il calcolo di cedimenti di fondazioni superficiali e per scavi, ipotizzando valori del decadimento del modulo dell'ordine di  $1/3 \div 1/5$  di quello iniziale.

In linea di principio, nel momento in cui anche un generico materiale argilloso, per effetto del cambio tensionale, si trovi in un campo deformativo a principale componente elastica, si può seguire allo stesso modo questa procedura.

### 5.8.2 Materiali a grana fine

Quando non ci si trovi ad operare in campo elastico, e convenga invece adottare parametri che definiscano il comportamento sia nel ramo di ricarica (comportamento elastico o pseudo-elastico), e nel campo di compressione vergine, per la definizione dei parametri di deformazione vengono forniti i valori di RR e CR, (rapporto di ricompressione e di compressione vergine), nel piano  $\varepsilon_v - \log \sigma'_v$ .

Per quanto invece concerne la deformabilità viscosa, viene fornito, quando di possibile interesse, un valore

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 38 di 169

di  $c_{\alpha\varepsilon}$  (coefficiente di compressibilità secondaria), sempre nel piano  $\varepsilon_v$ - $\log\sigma'_v$ , generalmente dedotto, laddove disponibili, dalle prove edometriche. In alternativa, si è utilizzata la correlazione proposta da Mesri e Godlewski (1977, Doc. rif. [51]):

$$c_{\alpha\varepsilon}/CR = 0.04 \pm 0.01.$$

Infine, nel caso in cui ci si è trovati di fronte a strati di modesto spessore in profondità (>15-20 m da p.c.), per i quali non sono disponibili misure geofisiche né prove di laboratorio, il valore del modulo di Young operativo, da impiegare solo nel caso in cui il materiale sia ricaricato nel ramo della ricompressione, e quindi senza importanti deformazioni plastiche, è stata stimato con la correlazione empirica:

$$E' = 200-300 \cdot c_u.$$



## 5.9 Qualità dei campioni

Per i materiali argillosi, molti dei dati qui dedotti ed in particolare quelli relativi alla storia tensionale ed alla deformabilità, provengono dalla interpretazione dei risultati delle prove meccaniche di laboratorio, con particolare riferimento alle prove edometriche.

Con riferimento a queste prove, la qualità dei campioni indisturbati di materiali argillosi può essere valutata sulla base di criteri proposti in letteratura. Ad esempio Lunne et al. (1997, Doc. rif. [46]) e Terzaghi et al. (1996, Doc. rif. [57]), propongono una classificazione della qualità dei campioni basata sulla misura dell'entità di deformazione del campione all'applicazione della tensione verticale efficace di sito  $\sigma'_{v0}$ . Il principio alla base di tale criterio di valutazione è che maggiore è il valore della deformazione a tale livello tensionale, maggiore è il disturbo. In termini quantitativi, le tabelle che seguono mostrano la classificazione come riportata da De Groot e Sandven (2004, Doc. rif. [37]).

Tabella 15 - Grado di affidabilità dei campioni (SQD) Terzaghi et al. (1996)

<b>Deformazione volumetrica</b> $\varepsilon_{vol}(\%)$ a $\sigma'_{v0}$ <b>(in una prova edometrica)</b> $\varepsilon_{vol} = \varepsilon_{assiale}$	<b>SQD</b>
<1	A (best)
1÷2	B
2÷4	C
4÷8	D
>8	E (worst)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 39 di 169

*Tabella 16 - Grado di affidabilità dei campioni Lunne et al. (1997).  $\Delta e/e_0$  a  $\sigma'_{v0}$*

OCR = 1 ÷ 2	OCR = 2 ÷ 4	Livello
< 0.04	< 0.03	Da molto buono a eccellente
0.04 ÷ 0.07	0.03 ÷ 0.05	Da buono ad accettabile
0.07 ÷ 0.14	0.05 ÷ 0.10	Scarso
>0.14	>0.10	Molto scarso

In virtù di tale classificazione, si sono generalmente esclusi i dati provenienti dai campioni di scarsa qualità. In ogni caso, il progettista può utilmente consultare direttamente il dato sperimentale, al fine di valutare l'attendibilità dell'operazione svolta.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 40 di 169

## 6 BREVE DESCRIZIONE DEL TRACCIATO, DELLE OPERE PRINCIPALI DA REALIZZARE E DEL PROFILO STRATIRAFICO

### 6.1 Introduzione

Il tratto d'interesse è compreso tra le pk 21+990 e pk 33+500 (fine del viadotto Montebello) ed è rappresentato nelle figure in Allegato 2. All'interno di esso si prevede la realizzazione di:

- viadotti S. Bonifacio e Montebello;
- Ponte sul Dugaletto;
- cavalcaferrovia;
- sottovia e sottovia pedonali;
- tombini idraulici;
- rilevati, di altezza variabile fino ad oltre 8 m.



Tenendo conto della posizione dei singoli manufatti, sulla base delle evidenze geotecniche riscontrate il tratto è stato suddiviso in zone relativamente omogenee, per fornire un inquadramento generale relativamente a: stratigrafia, caratteristiche e problematiche geotecniche.

Nei seguenti capitoli si descrivono le unità geotecniche identificate esaminando i risultati delle indagini. La distribuzione spaziale di tali materiali è illustrata nei Profili Geotecnici (Doc. rif. [7], v. Allegato 3). Si rimanda invece alle relazioni geotecniche delle singole WBS per informazioni di dettaglio ed assunzioni progettuali.

### 6.2 Falda di progetto

Le soggiacenze misurate nei piezometrici lungo la tratta in esame riportati (v. capitolo 4) indicano una relativa stabilità nelle escursioni stagionali. La differenza di quota massima e minima misurata risulta generalmente inferiore ad 1.5 m, sebbene in alcuni piezometri si registrino variazioni superiori a 3 m (v. BH19V, SPC47, S48 ed S49).

Le letture disponibili indicano una soggiacenza di falda generalmente modesta. Ai fini progettuali, prendendo a riferimento i livelli di falda definiti nella relazione idrogeologica (Doc. rif. [3]), si assumeranno i seguenti livelli di falda:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 41 di 169

Tratta compresa tra le progressive 21+990 e 23+500

- falda di progetto a lungo termine: -3 m da p.c.;

Tratta compresa tra le progressive 23+500 e 26+000

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

Tratta compresa tra le progressive 26+000 e 33+500

- falda di progetto a lungo termine: piano campagna.

Il progettista avrà comunque la facoltà, in presenza di particolari condizioni locali, e sulla base di letture piezometriche affidabili, di assumere quote diverse da quelle sopra riportate, in particolare per ciò che riguarda il dimensionamento delle opere provvisorie, giustificando la scelta, a prevedendo un sistema di controllo, monitoraggio ed eventuali contromisure da adottare nella fase esecutiva.



**Si segnala che fra le progressive 28 e 32 circa, ove è presente uno spesso strato di limi argillosi teneri, sovrastanti un acquifero ghiaioso a circa 20-30 m di profondità, tale acquifero si trova in pressione rispetto al p.c. La prevalenza rispetto al p.c. attuale, della quale si dovrà tenere conto nella eventualità di esecuzione di pali o di inclusioni che si intestino nello strato di base, è dell'ordine di almeno 2-3 m.**

### 6.3 Principali unità individuate

I terreni rinvenuti lungo il tracciato sono stati raggruppati in Unità geotecniche di riferimento. All'interno di ciascuna Unità si ritrovano terreni con caratteristiche fisiche e meccaniche omogenee, sia pure nell'ambito della naturale variabilità normalmente esibita dalle formazioni sedimentarie.

Nel tratto oggetto della presente relazione, sono state individuate le seguenti unità (a partire dal p.c.)

- Unità 3b. Risulta senza dubbio l'Unità più importante di tutto il tratto considerato, in virtù della sua relativamente elevata compressibilità, della modesta resistenza al taglio e degli elevati spessori (anche dell'ordine dei 20-30 m). Si tratta di depositi olocenici recenti, costituiti da limi con argilla/argillosi, da sabbiosi a con sabbia, specie nella parte sommitale. Nella parte sommitale risultano leggermente sovraconsolidati, probabilmente per essiccamento (nei primi 2/4 m), e con grado di OCR che cala con la profondità fino a raggiungere valori di 1.1-1.3 alla base dello strato (25/30 m da p.c.). All'interno del deposito, si riscontrano praticamente su tutta la verticale numerose e fitte intercalazioni sabbiose, da decimetriche a metriche, con conseguente abbreviazione dei percorsi di drenaggio.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 42 di 169

- Alla base dell'unità 3b si riscontra spesso la presenza di un banco di ghiaie sabbiose (Unità 6), non sempre continuo, e di spessore variabile. Si tratta di ghiaie addensate, di ottime caratteristiche meccaniche, sede di un acquifero confinato dalla sovrastante Unità 3b, con prevalenza di 1/3 m al di sopra del p.c. corrente
- Al di sotto dell'Unità 3b, si ritrovano materiali limoso-argillosi più compatti (Unità 2), color ocra, probabilmente ossidati e compatti.
- In tutto il tratto esaminato, a diverse quote si ritrovano sabbie fini e medie, generalmente limose, ben addensate (Unità 4).

Nel seguito, per tratti identificati come stratigraficamente relativamente omogeni, viene riportata una descrizione stratigrafica ed una caratterizzazione geotecnica più di dettaglio.



#### 6.4 Tratto compreso fra pk 21+990 e pk 25+700

Il tratto in esame parte dalla fine del Viadotto Alpone (inizio lotto) e si estende per circa 3700 m, lungo i quali si prevede la realizzazione di rilevati di altezza compresa tra 3 m e 7.6 m, del Ponte sul Dugaletto (pk 23+550 circa), del Viadotto S. Bonifacio (pk 25+050 circa) e di due sottovia alle pk 23+050 e pk 14+030 circa.

Le indagini eseguite sono elencate in Tabella 17 e consistono in sondaggi a carotaggio continuo (BH e P), prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU) e dinamiche e prove geofisiche tipo cross-hole (CH) e MASW. La posizione delle indagini ed il loro esito sono descritti in dettaglio in elaborati di progetto dedicati (Doc. rif. [8] e [9]).

Tabella 17 - Indagini tra pk 21+990 e pk 25+700

Progressiva pk	ID indagini -	Campagna anno
22+012	BH-PE-44	2020-2021
22+064	PT-PE-15	2020-2021
22+134	CPTU-PE-23	2020-2021
22+170	CPTU26V	2015
22+360	CPTU27V	2015
22+360	BH16V+CH4V	2015
22+470	CPTU28V	2015
22+600	CPTU29V	2015
22+770	CPTU29Vbis	2015
22+770	BH17	2015
22+900	CPTU30V	2015
23+065	CPTU-PE-24	2020-2021
23+070	CPTU31V	2015
23+175	BH-PE-45	2020-2021

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica E12RBGE0000003C</p>	<p>Foglio 43 di 169</p>

Progressiva pk	ID indagini -	Campagna anno
23+200	BH18V	2015
23+250	P14	2015
23+250	P14 bis	2015
23+253	PT-PE-16	2020-2021
23+330	CPTU32V	2015
23+363	BH-PE-46	2020-2021
23+363	CPTU-PE-25	2020-2021
23+470	CPTU33V	2015
23+498	BH-DH-PE-47	2020-2021
23+532	MASW-PE-10	2020-2021
23+590	CPTU34V	2015
23+670	BH19V	2015
23+670	CPTU35V e CPTU35Vbis	2015
23+974	CPTU-PE-26	2020-2021
24+000	BH-PE-48	2020-2021
24+175	CPTU36V	2015
24+384	BH-DH-PE-49	2020-2021
24+579	CPTU-PE-27	2020-2021
24+804	CPTU-PE-28	2020-2021
24+810	BH23V	2015
24+915	BH24V+CH5V	2015
24+990	CPTU38V	2015
25+084	BH-DH-PE-50	2020-2021
25+085	CPTU-PE-29	2020-2021
25+110	P15	2015
25+110	P15 bis	2015
25+177	MASW-PE-11	2020-2021
25+312	CPTU-PE-30	2020-2021
25+315	BH-PZ-PE-51	2020-2021

La Figura 8 riporta l'insieme delle prove SPT eseguite nel tratto considerato, identificando la frazione prevalente del materiale nel quale l'SPT è stato eseguito. Si ritiene che la rappresentazione dell'insieme dei dati, che verranno comunque interpretati separatamente per ogni Unità individuata, fornisca un utile quadro di insieme delle condizioni geotecniche nel tratto considerato.

Per quanto riguarda le condizioni stratigrafiche in questo intervallo di progressive si possono identificare tre tratti distinti e la successione può essere così definita:

- Un primo tratto che va dalla progressiva 21+990 a circa 23+000, nel quale lo strato superiore è composto da una uno strato di depositi sciolti di tipo incoerente (sabbie limose, Unità 4), di una quindicina di metri di spessore, intervallato da sottili strati di materiale a natura argillosa (Unità 3b), e seguito da uno strato di depositi da teneri a mediamente consistenti di natura limoso argillosa (Unità 3b) dello spessore di circa cinque metri, fino alla profondità di 20 m da p.c. Al di sotto e fino alle massime profondità indagate (50 m da p.c.) vi è uno strato di sabbie (Unità 4). Questa unità

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 44 di 169



risulta interrotta da un livello argilloso (Unità 2) di spessore pari a circa 2 metri.

- Un secondo tratto dalla progressiva 23+000 a circa 24+300, in cui il primo strato superficiale è sostituito da uno strato di depositi di natura argillosa (Unità 3b) dello spessore di circa 10 metri. Al di sotto si trova lo strato superficiale di sabbie limose (Unità 4) fino alla profondità di 15 m da p.c, seguito, come in precedenza da uno strato di depositi da teneri a mediamente consistenti di natura limoso argillosa (Unità 3b) dello spessore di circa cinque metri, fino alla profondità di circa 20 m da p.c. Al di sotto e fino alle massime profondità indagate (50 m da p.c.) vi è uno strato di sabbie (Unità 4). Questa unità risulta interrotta da un livello argilloso (Unità 2) di spessore pari a circa 3 metri.
- Un terzo tratto dalla progressiva 24+300 fino alla fine del tratto considerato, ovvero alla progressiva 25+700, in cui i primi 20 metri sono caratterizzati da una continua alternanza di sottili strati di sabbie limose, limi sabbiosi e limi argillosi (Unità 3a/b). Queste continue alternanze sono seguite da uno strato di depositi da teneri a mediamente consistenti di natura limoso argillosa (Unità 3b) dello spessore di circa 5 metri, fino alla profondità di circa 25m da p.c. Al di sotto e fino alle massime profondità indagate (50 m da p.c.) vi è uno strato di sabbie (Unità 4). Questa unità risulta interrotta da un livello argilloso (Unità 2) di spessore pari a circa 5-10 metri.

Sulla base dei criteri descritti nel capitolo 5, i parametri geotecnici sono stati determinati mediante l'interpretazione dei risultati delle prove di sito e di laboratorio. Nelle figure sottoindicate sono riportati i risultati delle analisi e dell'interpretazione delle prove in sito, suddivise per le diverse unità definite al punto 6.3, e più in particolare:



- Caratteristiche granulometriche delle diverse Unità riscontrate (Figura 9, Figura 10 e Figura 11);
- Limiti di Atterberg, Carta di plasticità di Casagrande e indice di consistenza (Figura 12, Figura 13 e Figura 14)
- Resistenza al taglio non drenata e pressione di preconsolidazione dei terreni dell'Unità 3b e Unità 2 (Figura 15, Figura 16, Figura 17 e Figura 18);
- Densità relativa stimata da prove SPT e CPT (Figura 19 e Figura 20);
- Angolo di resistenza al taglio stimato da prove SPT e CPT (Figura 21 e Figura 22);
- Velocità delle onde di taglio (Figura 23 e Figura 24);
- Modulo di taglio alle piccole deformazioni valutati a partire dai valori stimati di  $V_s$  (Figura 25 e Figura 26).



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 45 di 169

Sulla base di tali dati, si osserva quanto segue:

- Per quanto concerne le caratteristiche dell'Unità 3b, la Figura 12 mostra i valori dei contenuti d'acqua naturali e dei limiti di Atterberg di tutti i materiali argillosi presenti nell'area. Come si può notare, le caratteristiche di plasticità sostanzialmente non cambiano se il materiale argilloso si trova in livelli ben distinti (Unità 3b), ovvero alternati a livelli sabbiosi (Unità 3a/b). L'Unità 3b, presente fino a massimo 20÷25 m da p.c., come si può notare, è costituita prevalentemente da limi con argilla a plasticità media, con valori di LL nel campo 30÷45. I valori del limite plastico sono dell'ordine di LP = 15÷30 . I terreni sono quindi classificabili come argille inorganiche di media e bassa plasticità. I contenuti d'acqua sono generalmente vicini al LP, e si aggirano mediamente nel campo 20-30%
- Per quanto concerne le caratteristiche di resistenza al taglio e di storia tensionale dell'Unità 3b, la Figura 15, Figura 16, Figura 17 e Figura 18 illustrano i dati di laboratorio delle prove TX e EDO, e l'interpretazione delle prove CPTU nei terreni argillosi della tratta in questione. Si osserva che al disotto di una possibile crosta essiccata di 1÷2 m di spessore, si trovano terreni teneri con  $c_u$  variabili nel campo 30÷70 kPa, con riferimento ai primi 10/12 m da p.c., mentre più in profondità si evidenziano valori di resistenza non drenata variabili da 60 a 80 kPa. Si tenga presente che l'interpretazione delle CPT risente qui delle fitte intercalazioni sabbiose, che spostano il valore interpretato verso l'alto. I valori di tensione di preconsolidazione negli strati più superficiali variano nel campo 100÷200 kPa, con valori di OCR che decrescono con la profondità, a partire da un range di 2÷4 alla sommità dello strato, e si approssimano all'unità (OCR = 1.1÷1.3) avvicinandosi alla base dello strato stesso.
- Per l'Unità 2 si possono stimare valori di  $c_u$  dell'ordine dei 100-150 kPa.
- Per quanto riguarda l'Unità costituita da sabbia limosa (Unità 4), si identificano due strati principali. Uno strato più superficiale che si estende da p.c. a circa 15 m di profondità con un contenuto di fini inferiore al 10 con  $N_{SPT}$  generalmente compresi tra 5 colpi/30cm e 30 colpi/30cm. I materiali si presentano da poco a moderatamente addensati, con densità relative comprese tra 40 e 60%. Più in profondità le densità aumentano, nel campo 50-70. Anche in questo caso i valori più bassi sono influenzati dalla presenza di sottili intercalazioni di materiale più fine.
- Si stimano angoli di resistenza al taglio compresi tra 34° e 37° a tutte le profondità. I valori da CPT sembrano più bassi di quelli forniti da interpretazione CPT in accordo a Bolton e Schmertmann.
- Il profilo di  $V_s$  derivante dalle interpretazioni discusse nella Relazione Sismica (Doc. rif. [6]) conferma la presenza di uno strato di depositi poco consistenti caratterizzato da  $V_s = 140-170$  m/s

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 46 di 169

ed indica velocità crescenti fino alle massime profondità indagate, laddove si stimano  $V_s = 400$  m/s circa, fino alla progressiva 24+000. Per la parte successiva della tratta non si supera il valore di  $V_s = 260$  m/s. A partire dal profilo di  $V_s$  si definisce un modulo di taglio alle piccole deformazioni ( $G_0$ ) che cresce con la profondità da 30-60 MPa fino a 300 MPa, a 40 m pc, fino alla progressiva 24+000.

I parametri caratteristici suggeriti per le unità individuate sono riportati nel capitolo 7.

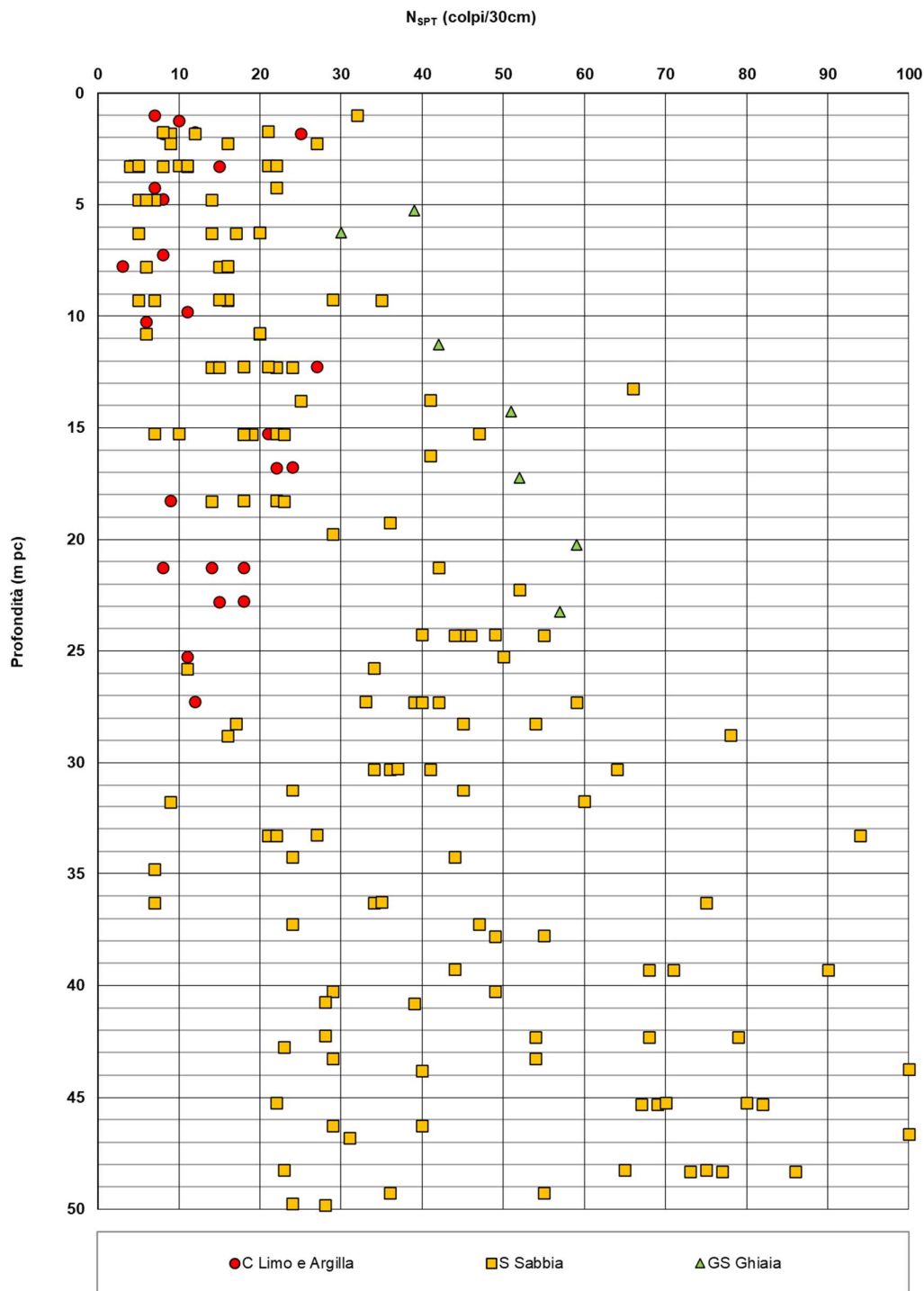


Figura 8 – Esito delle prove SPT tra pk 21+990 e pk 25+700

Contributi granulometrici (%)

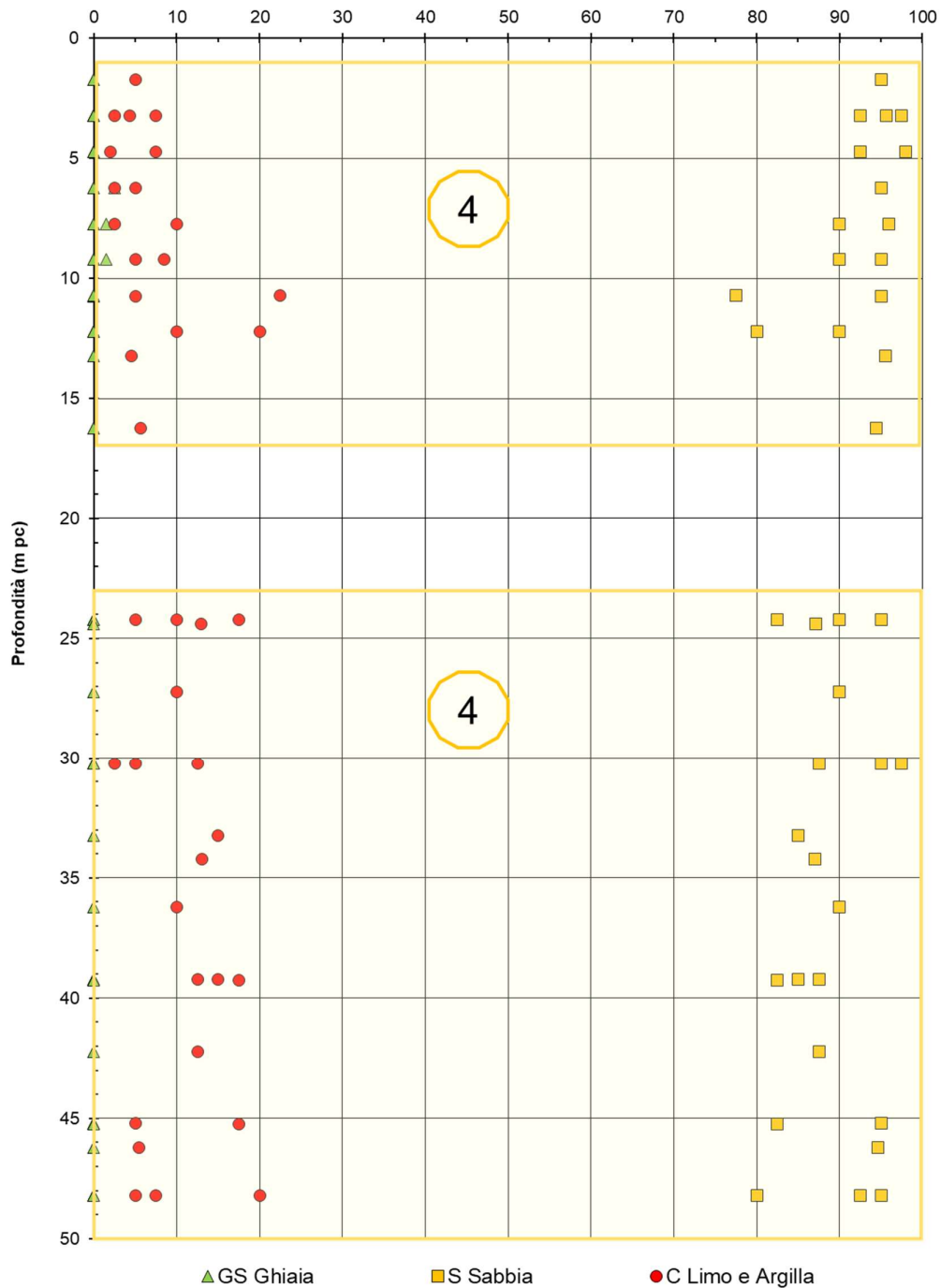


Figura 9 – Caratteristiche granulometriche Unità 4 tra pk 21+990 e pk 25+700

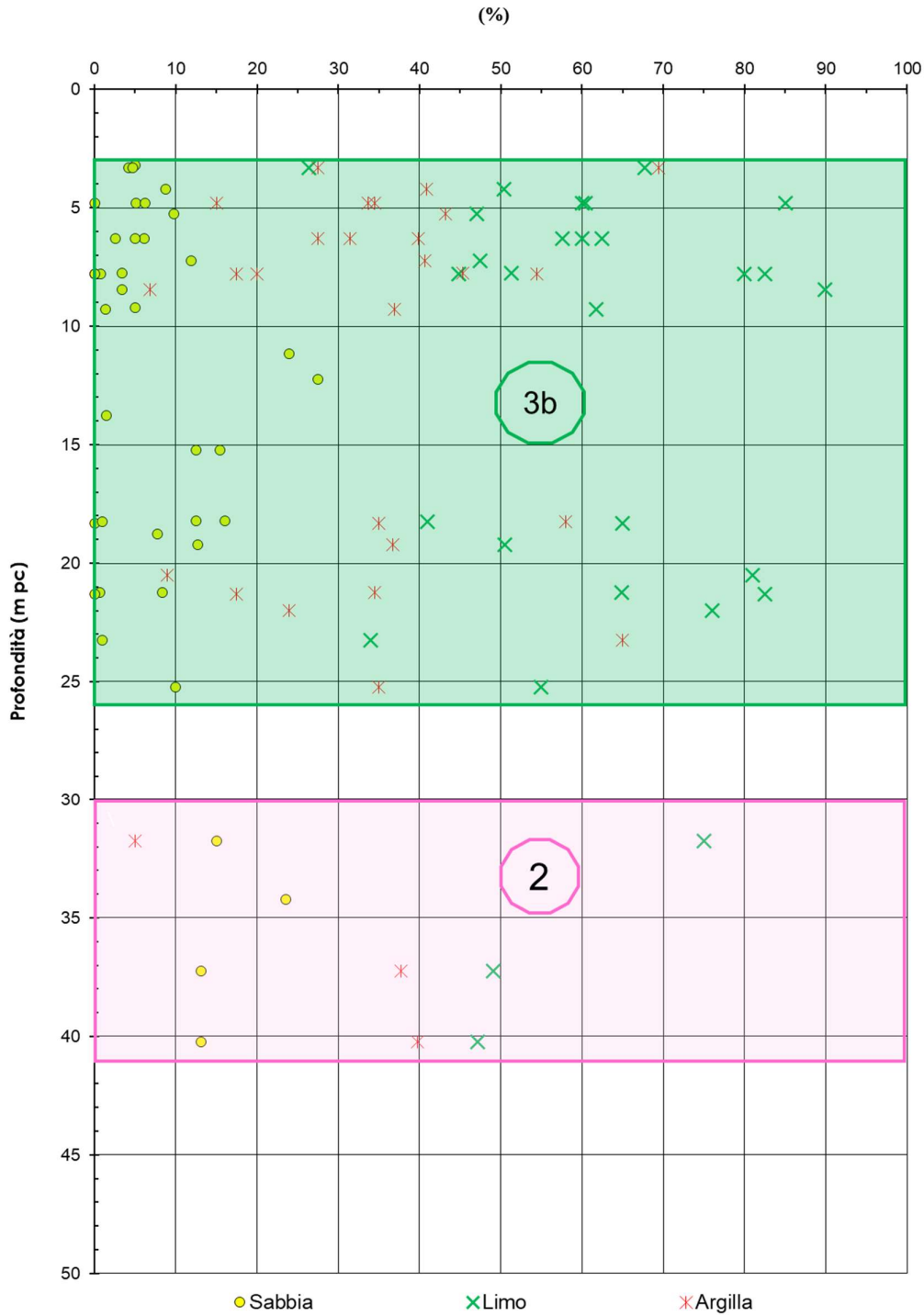


Figura 10 – Caratteristiche granulometriche Unità 2 e Unità 3b tra pk 21+990 e pk 25+700

Contributi granulometrici (%)

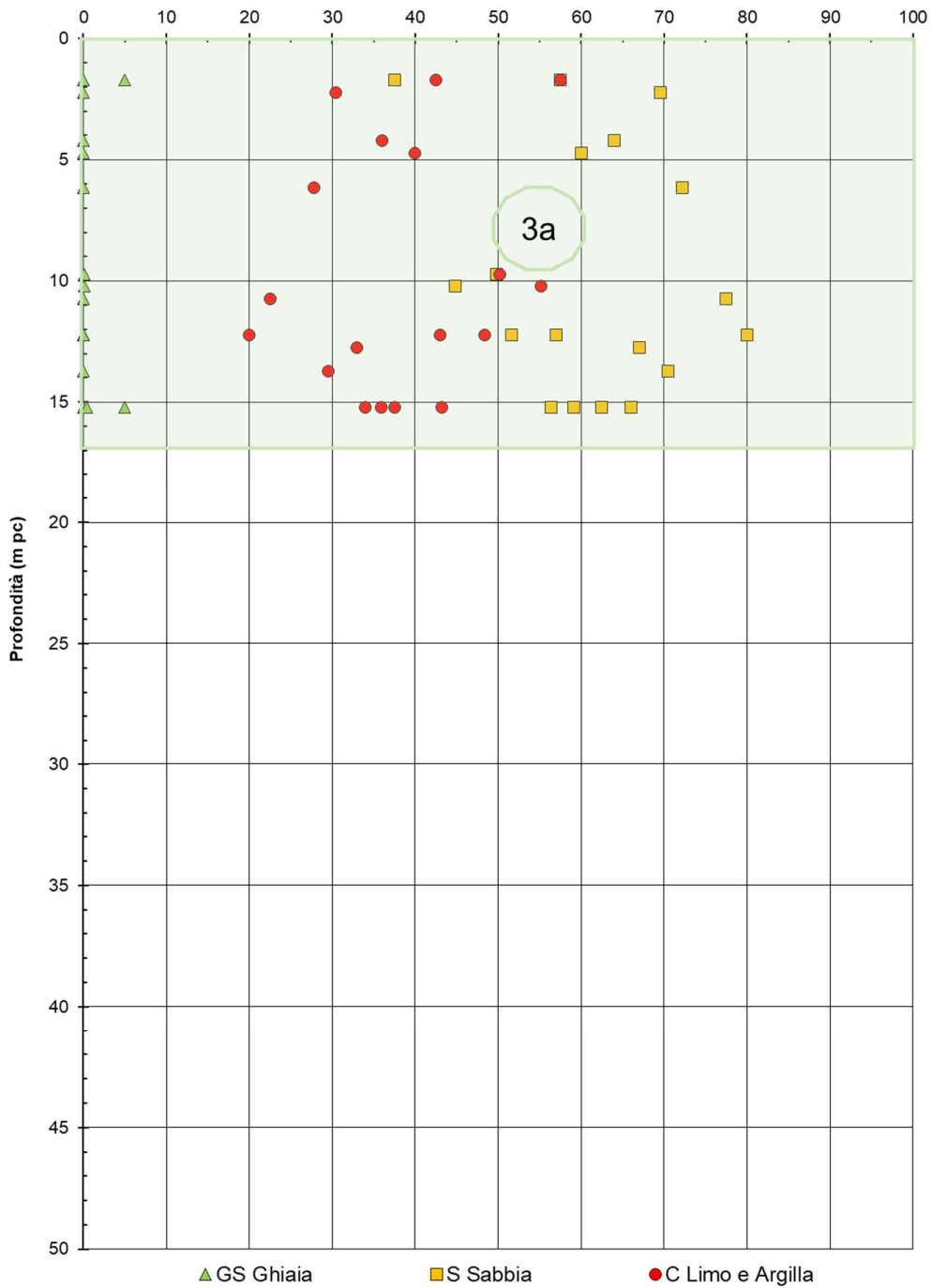


Figura 11 – Caratteristiche granulometriche Unità 2 tra pk 21+990 e pk 25+700

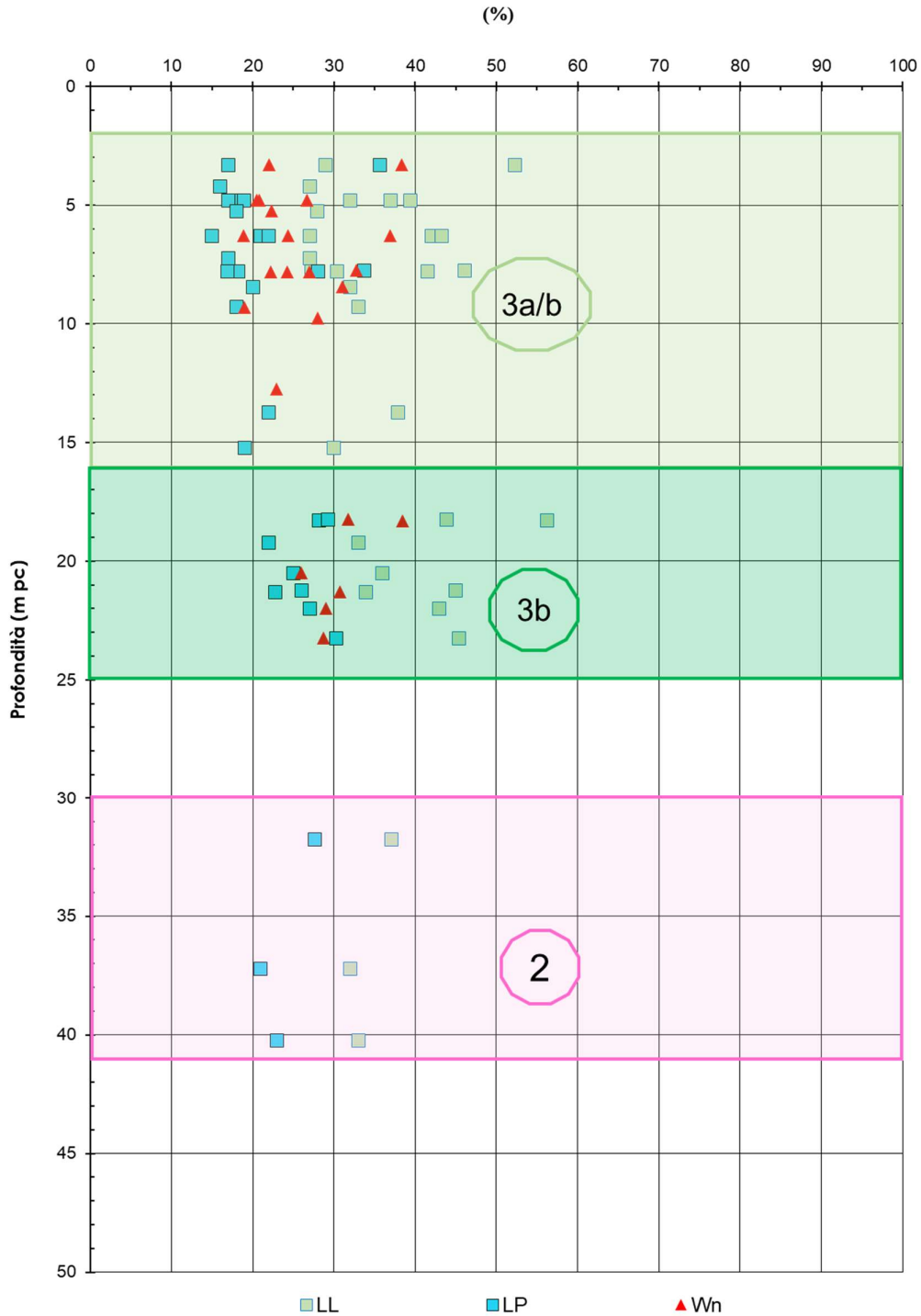


Figura 12 – Limiti di Atterberg e contenuto d'acqua tra pk 21+990 e pk 25+700

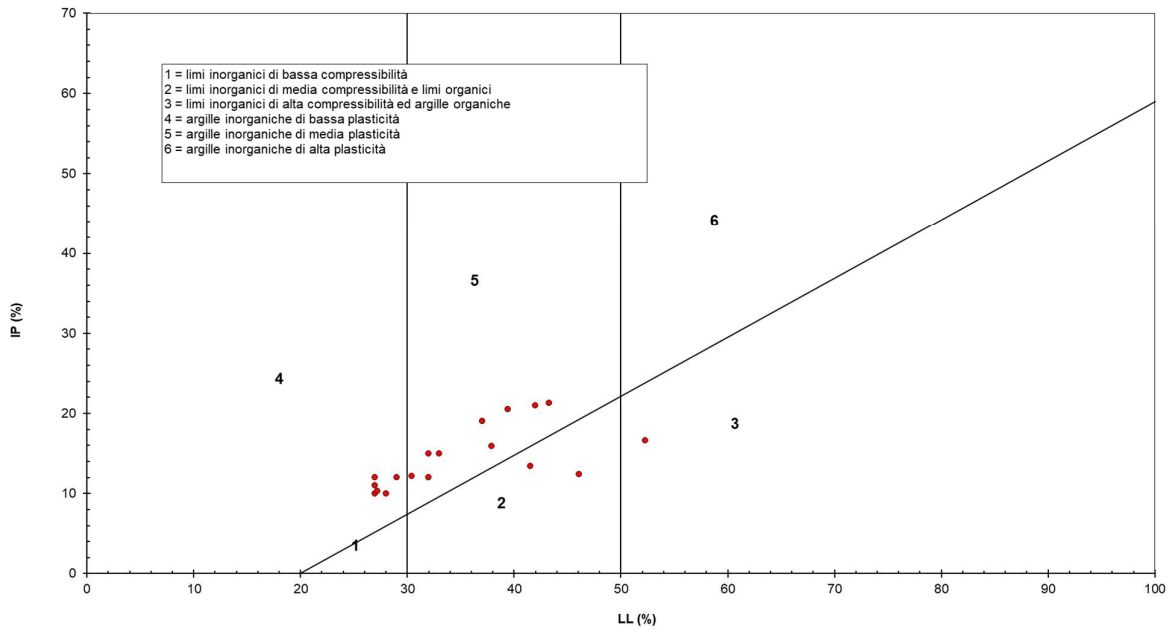


Figura 13 – Carta di plasticità di Casagrande: depositi coesivi superficiali (Unità 3b) tra pk 21+990 e pk 25+700

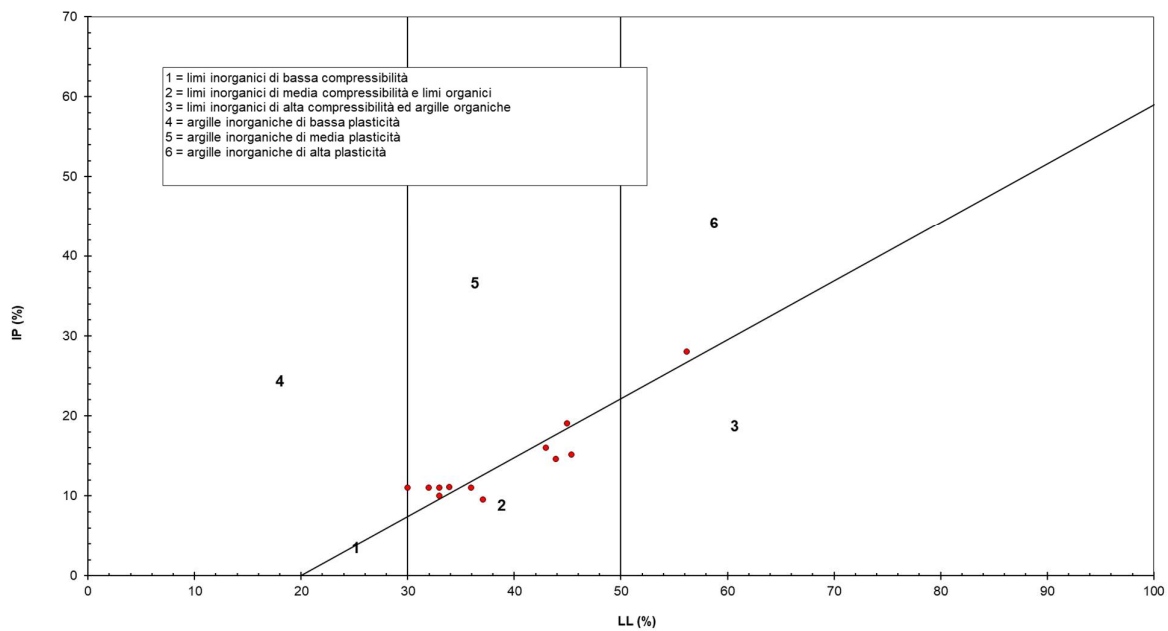


Figura 14 – Carta di plasticità di Casagrande: depositi coesivi profondi (Unità 2) tra pk 21+990 e pk 25+700



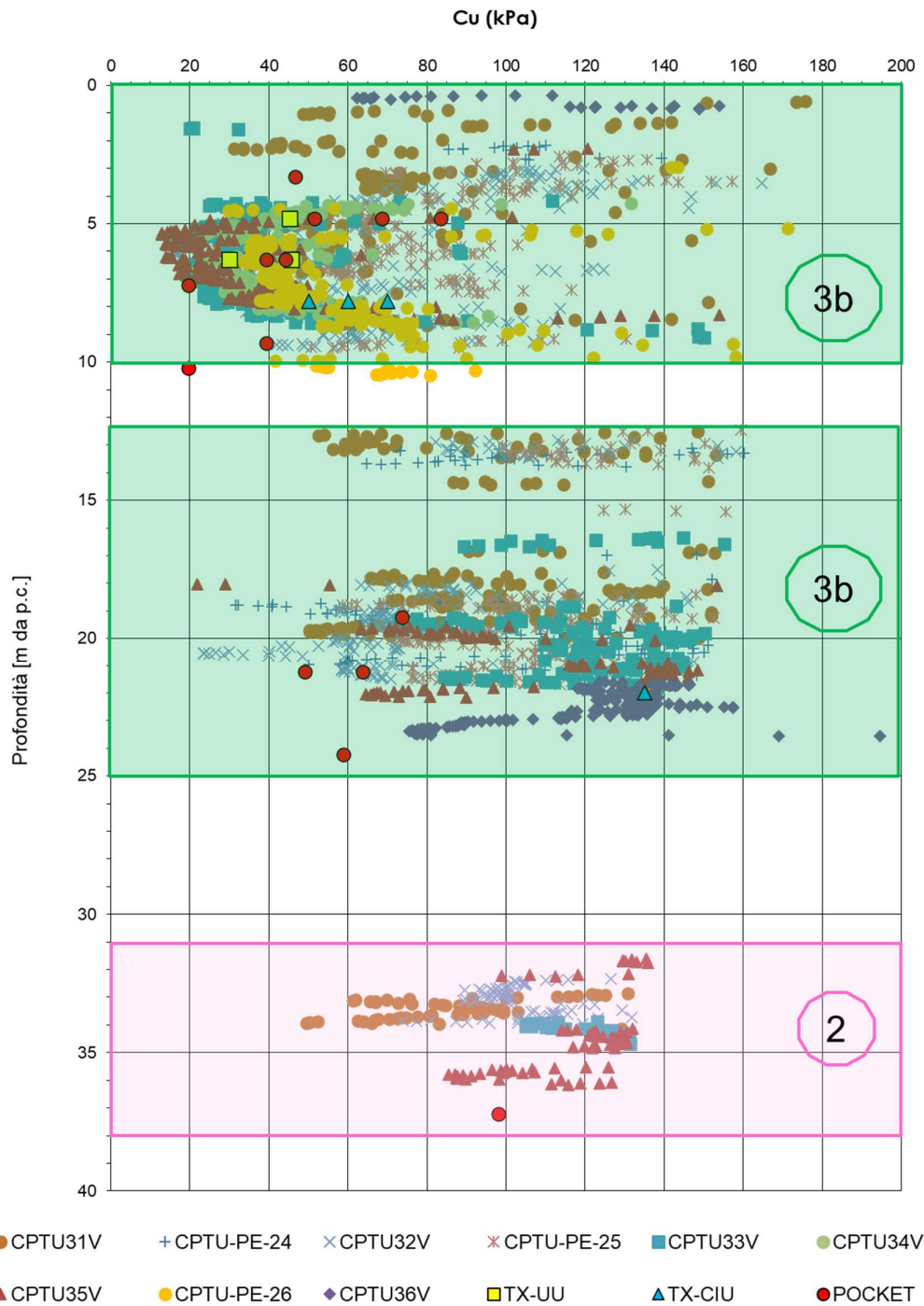


Figura 15 – Resistenza al taglio non drenata da prove CPTU e da prove di laboratorio Unità 3b e Unità 2 tra pk 23+000 e pk 24+300

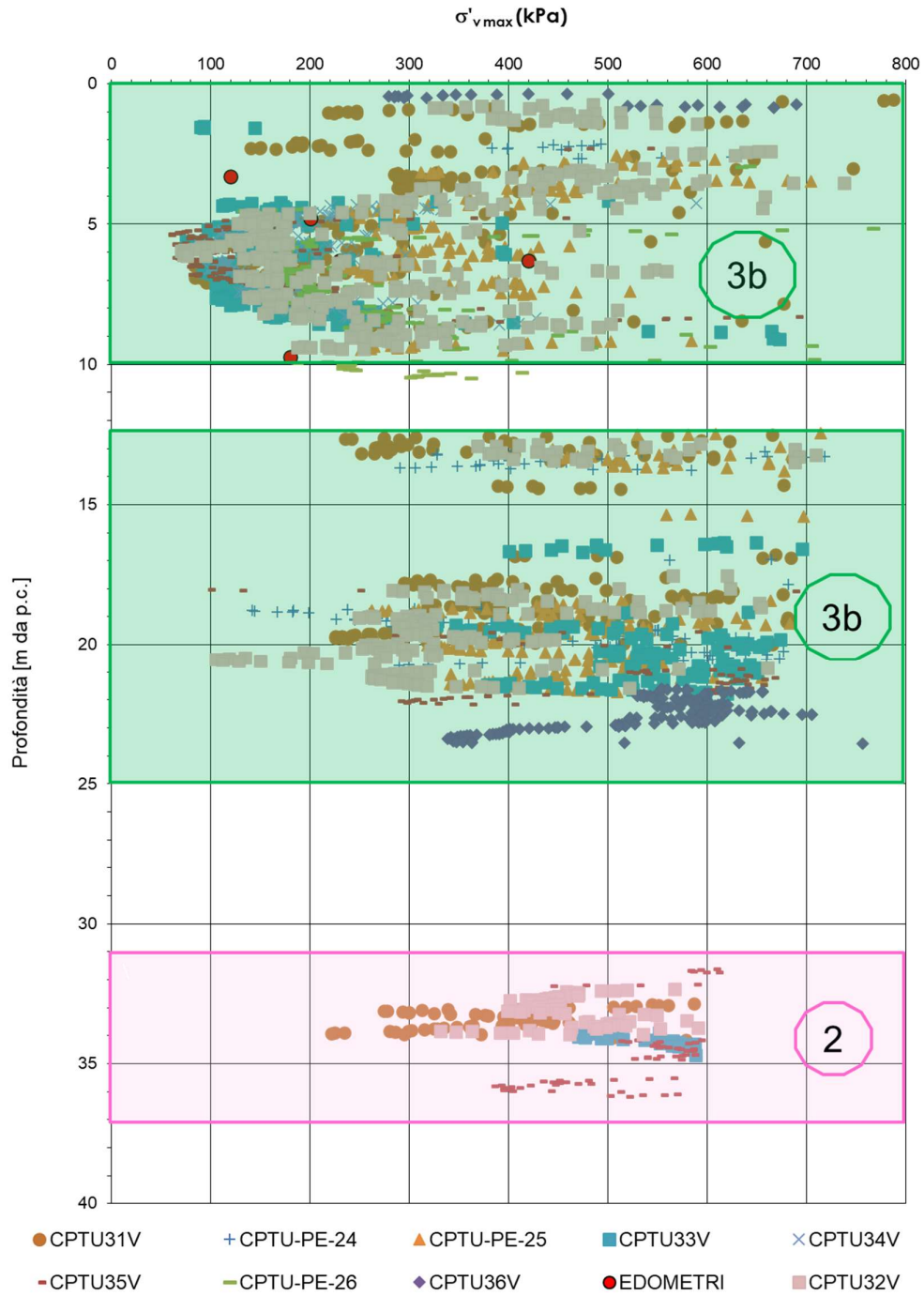


Figura 16 – Tensione di preconsolidazione da prove CPTU e da prove edometriche Unità 3b e Unità 2 tra pk 23+000 e pk 24+300

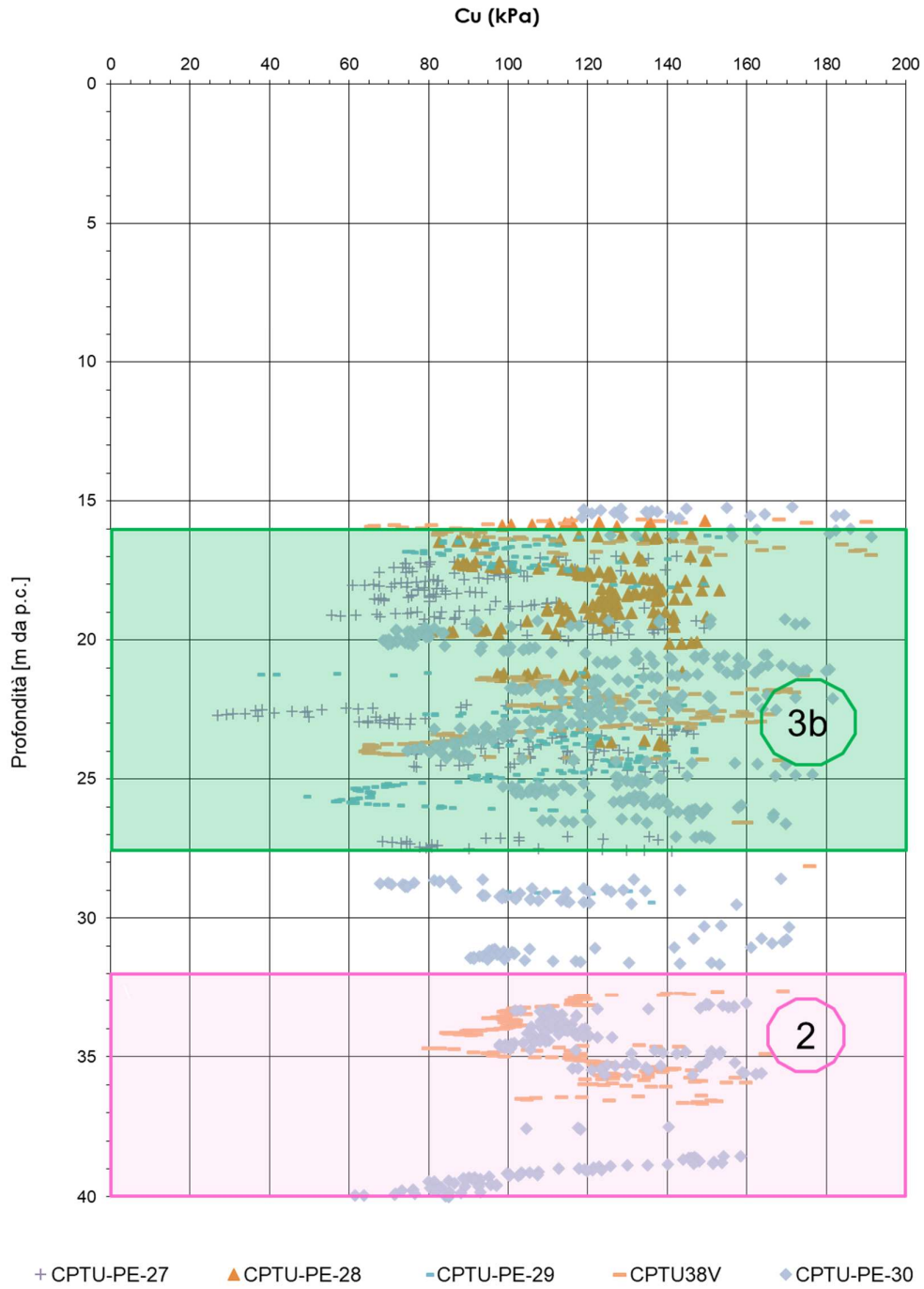


Figura 17 – Resistenza al taglio non drenata da prove CPTU e da prove di laboratorio Unità 3b e Unità 2 tra pk 24+300 e pk 25+700

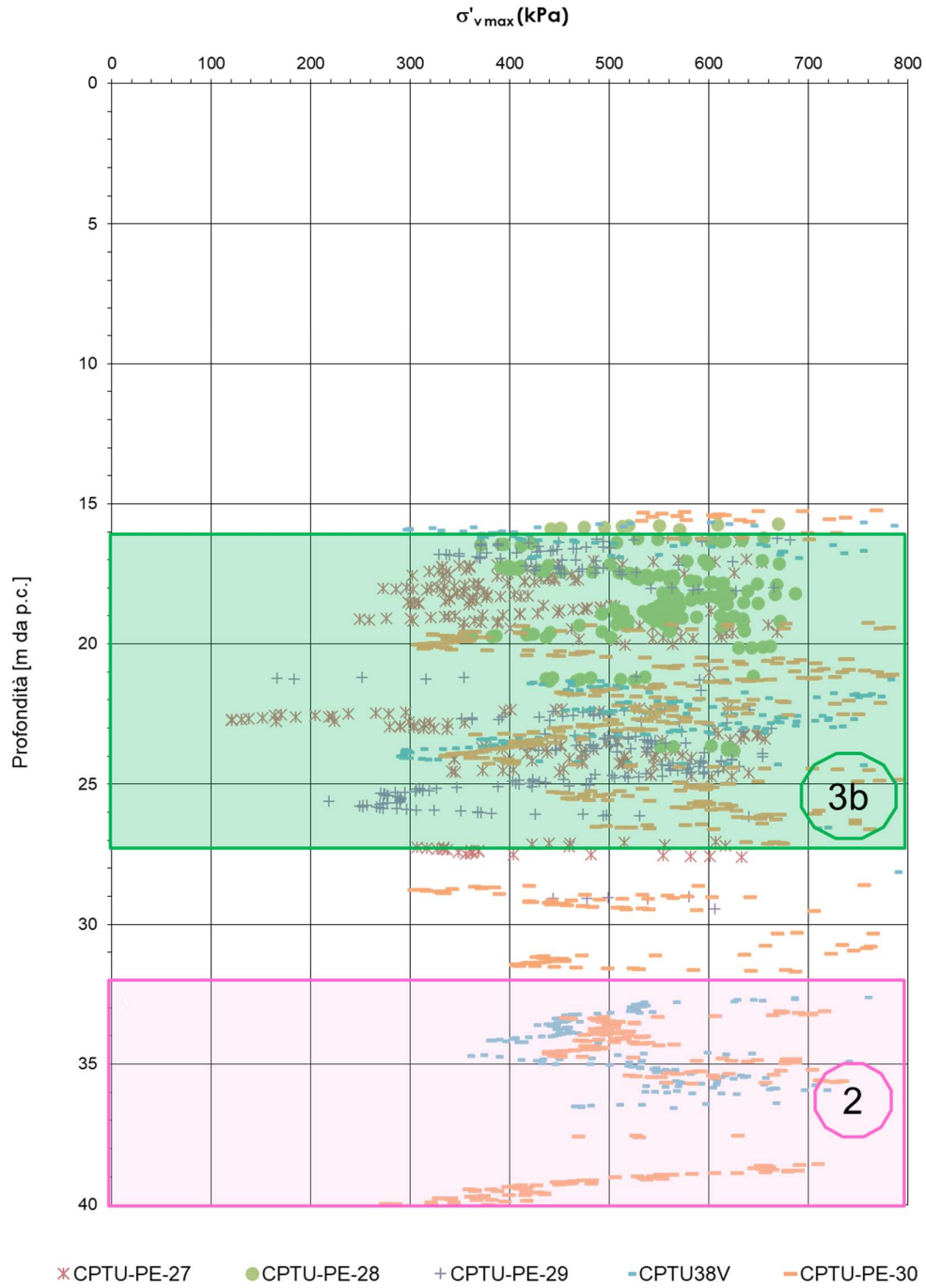


Figura 18 – Tensione di preconsolidazione da prove CPTU e da prove edometriche Unità 3b e Unità 2 tra pk 24+300 e pk 25+700

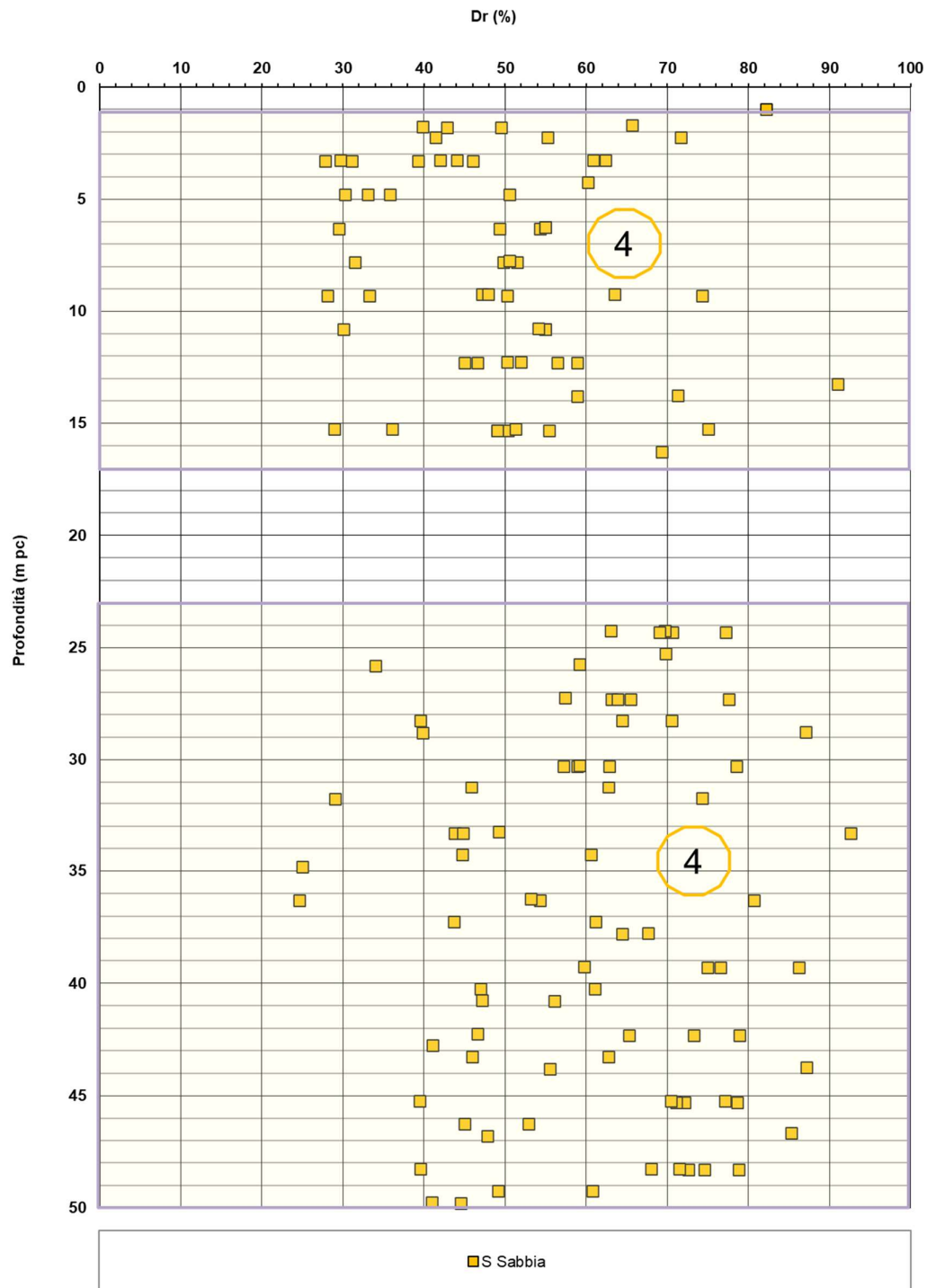


Figura 19 – Densità relativa da prove SPT Unità 4 tra pk 21+990 e pk 25+700

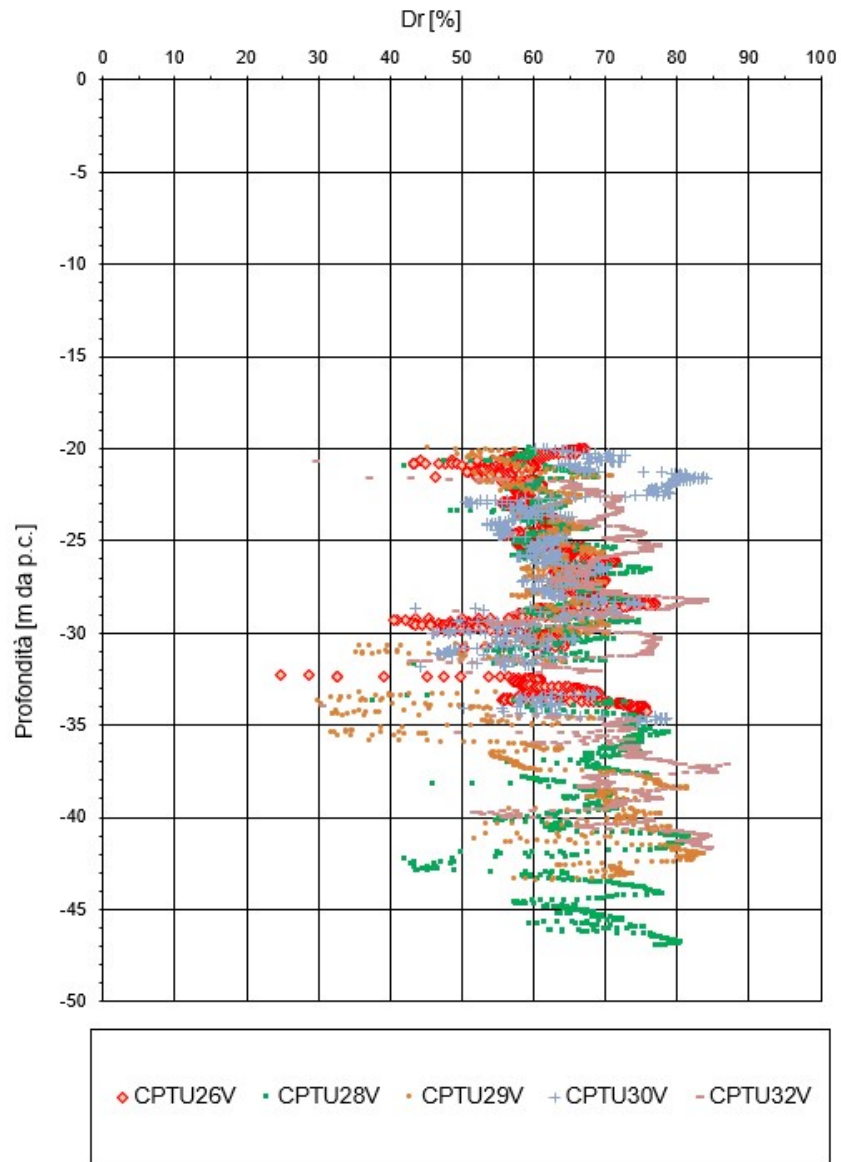


Figura 20 – Densità relativa da prove CPT Unità 4 tra pk 21+990 e pk 25+700

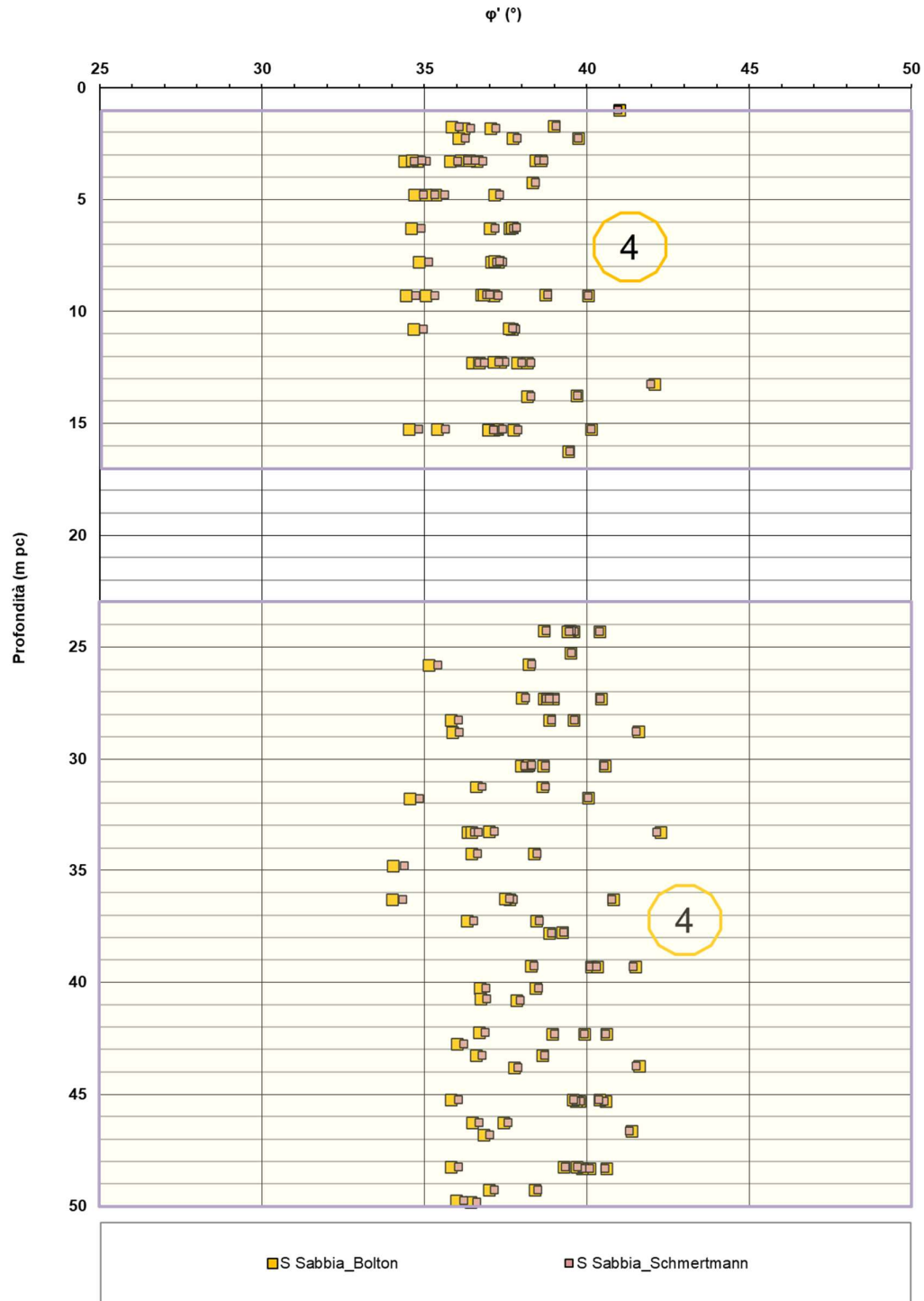


Figura 21 – Angoli di attrito da prove SPT Unità 4 tra pk 21+990 e pk 25+700



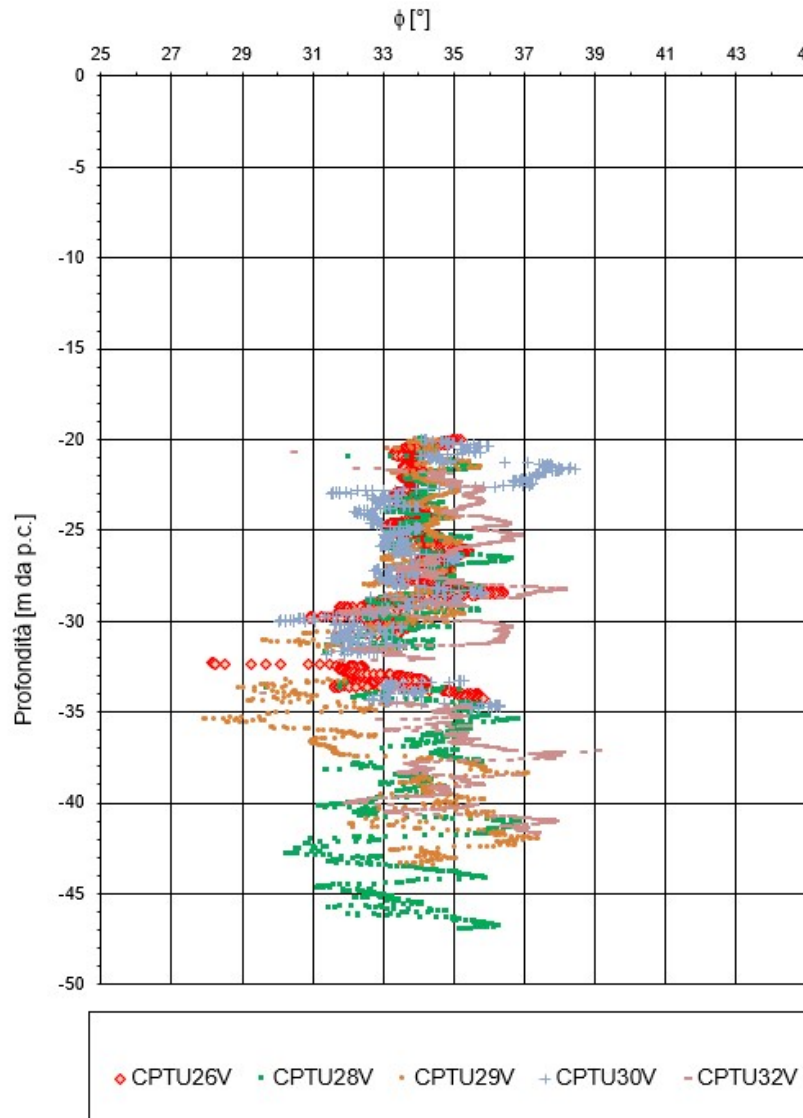


Figura 22 – Angolo di resistenza al taglio da prove CPT Unità 4 tra pk 21+990 e pk 25+700



## AV/AC VERONA VICENZA

pk 20+000 - pk 24+000

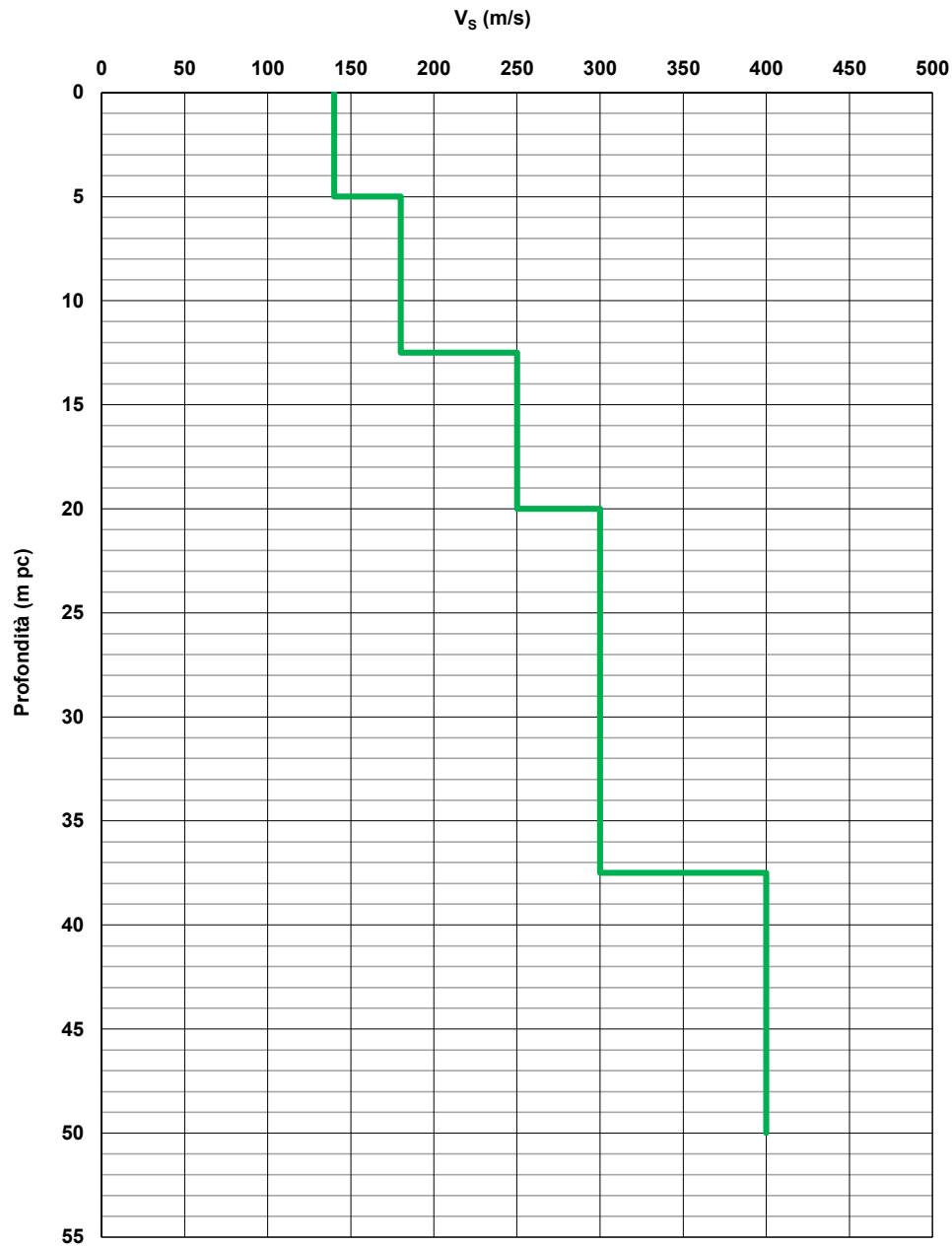


Figura 23 – Profilo di velocità  $V_s$  tra pk 20+000 e pk 24+000 (Doc. rif. [4])

**AV/AC VERONA VICENZA**

pk 24+000 - pk 28+000

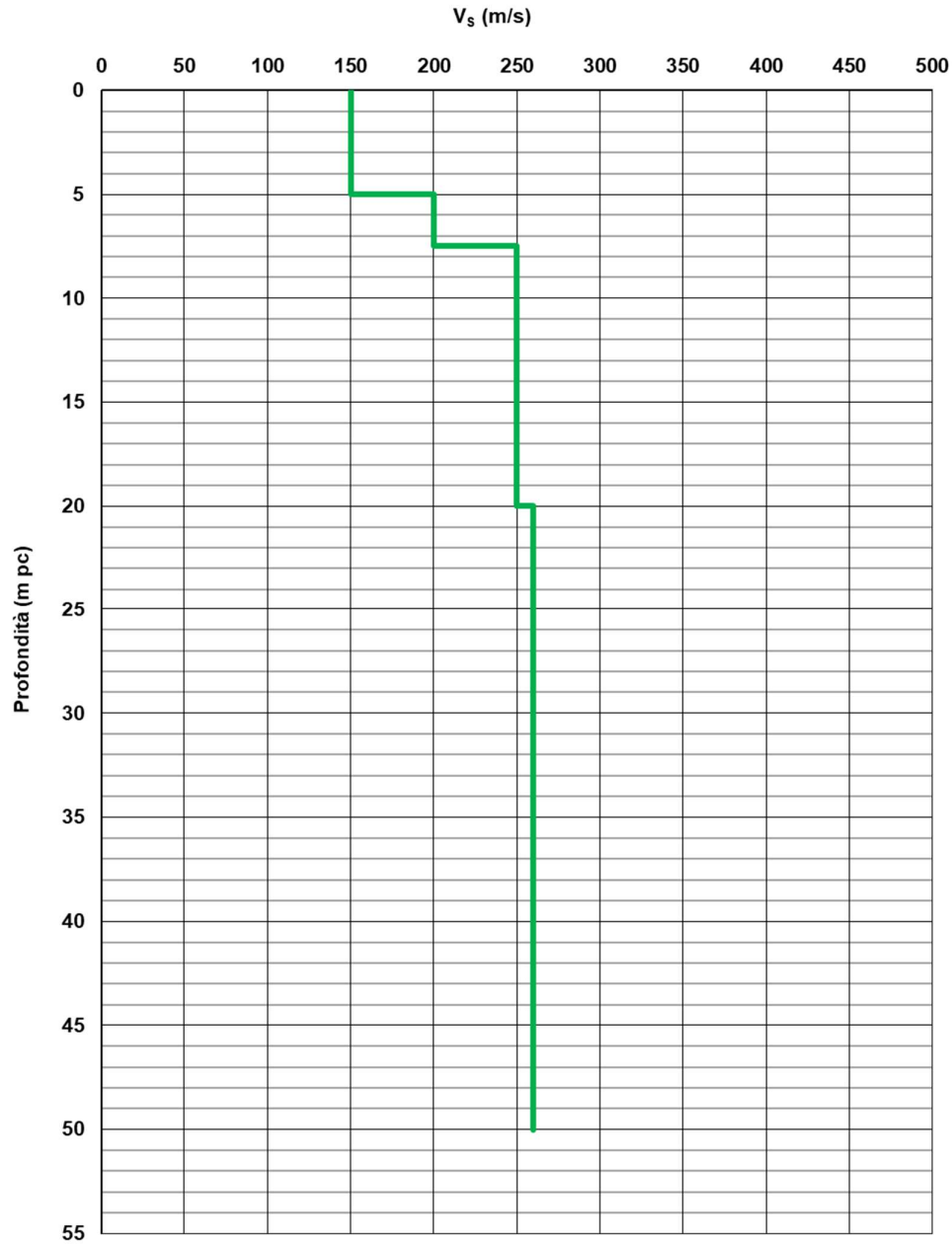


Figura 24 – Profilo di velocità Vs tra pk 24+000 e pk 28+000 (Doc. rif. [4])

**AV/AC VERONA VICENZA**

pk 20+000 - pk 24+000

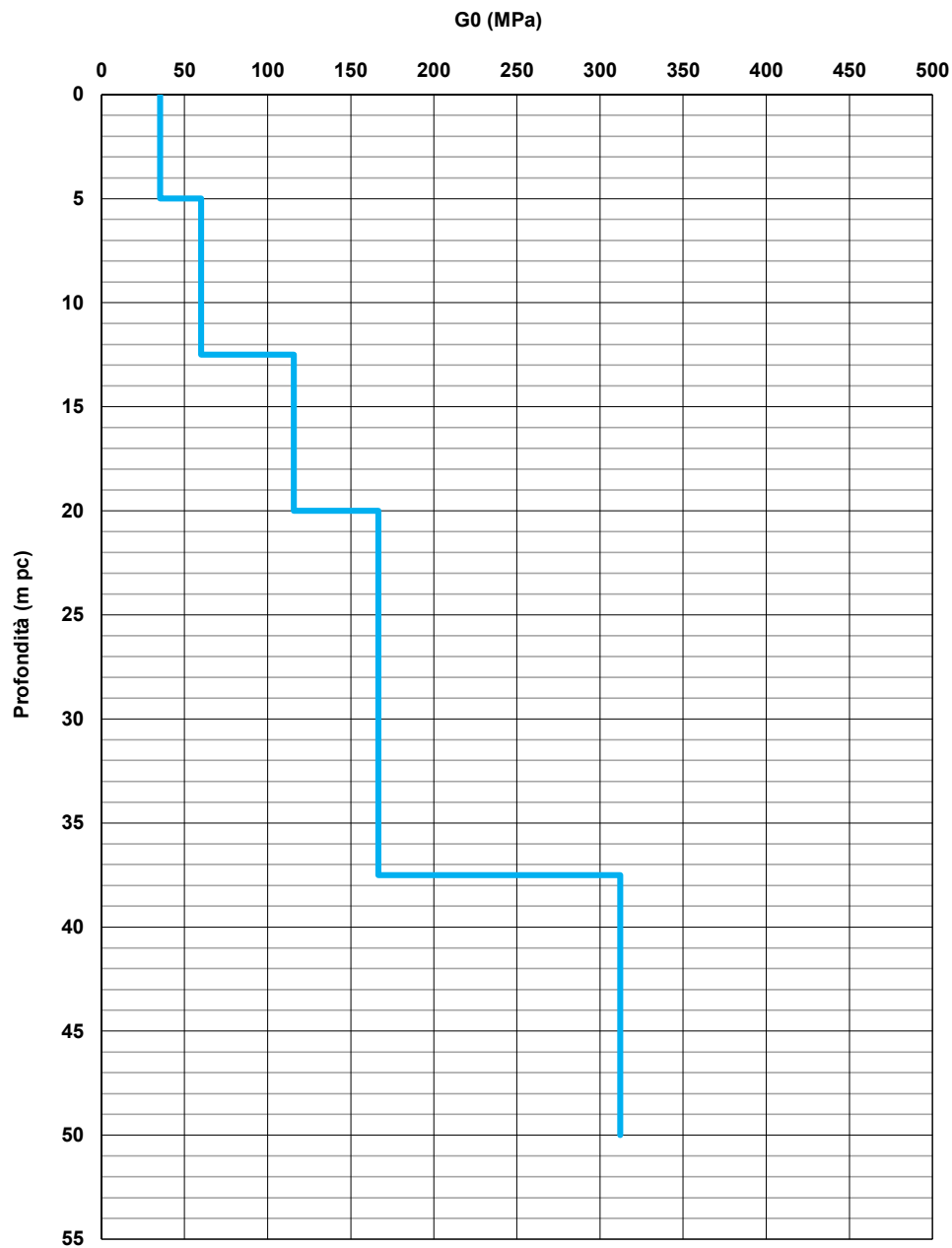


Figura 25 – Modulo di taglio G<sub>0</sub> da profilo Vs tra pk 20+000 e pk 24+000

**AV/AC VERONA VICENZA**

pk 24+000 - pk 28+000

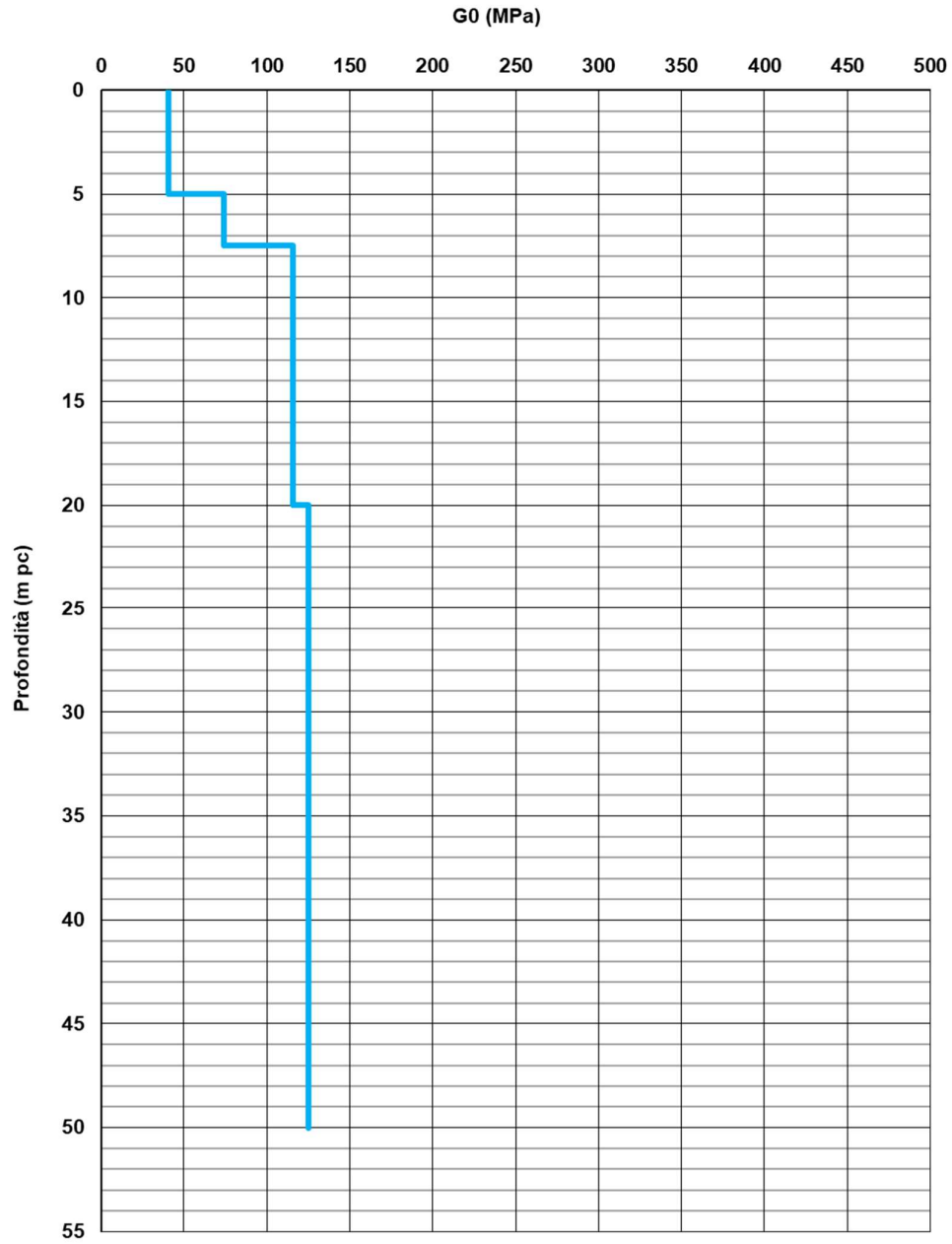




Figura 26 – Modulo di taglio  $G_0$  da profilo Vs tra pk 24+000 e pk 28+000

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 65 di 169

## 6.5 Tratto compreso fra pk 25+700 e pk 27+300

Il tratto in esame prevede la realizzazione di rilevati con altezza compresa tra 3.5 m e 6.5 m e di un sottovia alla pk 26+531.

Le indagini eseguite sono elencate in Tabella 18 e consistono in sondaggi a carotaggio continuo (BH, SP, SPA), prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU) e dinamiche e prove geofisiche tipo down-hole (DH) e MASW. La posizione delle indagini ed il loro esito sono descritti in dettaglio in elaborati di progetto dedicati (Doc. rif. [9] e seguenti).



*Tabella 18 - Indagini tra pk 25+700 e pk 27+300*

Progressiva Pk	Indagini ID	Campagna Anno
25+820	BH26V	2015
26+001	BH-PE-53	2020-2021
26+004	CPTU-PE-32	2020-2021
26+281	CPTU-PE-33	2020-2021
26+284	BH-DH-PE-54	2020-2021
26+299	MASW-PE-12	2020-2021
26+389	CPTU-PE-34	2020-2021
26+550	CPTU44V	2015
26+725	BH27V	2015
26+775	CPTU45V	2015
26+801	CPTU-PE-35	2020-2021
26+938	MASW-PE-13	2020-2021
27+220	BH28V	2015

La Figura 27 riporta l'insieme delle prove SPT eseguite nel tratto considerato, identificando la frazione prevalente del materiale nel quale l'SPT è stato eseguito. Si ritiene che la rappresentazione dell'insieme dei dati, che verranno comunque interpretati separatamente per ogni Unità individuata, fornisca un utile quadro di insieme delle condizioni geotecniche nel tratto considerato.

Per quanto riguarda le condizioni stratigrafiche, la successione riprende sostanzialmente quella del tratto precedente, e può essere così definita:

- Nei primi metri si evidenzia la presenza di depositi di limi argillosi (Unità 3b), localmente sovraconsolidati per essiccamento per lo spessore più prossimo alla superficie. Gli spessori complessivi di tale coltre si mantengono piuttosto esigui, dell'ordine dei 2 ÷ 4 metri al massimo.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 66 di 169


- Più in profondità e fino a 15 m p.c. circa si individua uno spesso strato di sabbie limose e sabbie con limo (Unità 4), con contenuto di fini variabile da 5 a 45%. Gli  $N_{SPT}$  sono compresi tra 10 colpi/30 cm e 50 colpi/30 cm. I valori di  $q_c$  oscillano fra 10 e 20 MPa.
- Lo strato sottostante è costituito da depositi da poco a moderatamente consistenti di natura limoso argillosa (Unità 3b) dello spessore di circa 15 metri, che si estende fino a 30m da p.c.

Sulla base dei criteri descritti nel capitolo 5, i parametri geotecnici sono stati determinati mediante l'interpretazione dei risultati delle prove di sito e di laboratorio. Nelle figure sottoindicate sono riportati i risultati delle analisi e dell'interpretazione delle prove in sito, suddivise per le diverse unità definite al punto 6.3, e più in particolare:

- Caratteristiche granulometriche delle diverse Unità riscontrate (Figura 28 e Figura 29);
- Limiti di Atterberg e carta di plasticità di Casagrande (Figura 30, Figura 31 e Figura 32);
- Resistenza al taglio non drenata e pressione di preconsolidazione dei terreni dell'Unità 3b (Figura 33 e Figura 34);
- Densità relativa stimata da prove SPT e CPT (Figura 35);
- Angolo di attrito stimato da prove SPT e CPT (Figura 37);
- Velocità delle onde di taglio (Figura 39);
- Modulo di taglio alle piccole deformazioni, a partire dai valori stimati di  $V_s$  (Figura 40).

Sulla base di tali dati, si osserva quanto segue:

- I dati di plasticità e di contenuto d'acqua dei terreni argillosi Unità 3b (Figura 30) indicano che in superficie si ha un materiale di plasticità da media ad alta ( $LL= 50\div 80$ ,  $LP= 20\div 50$ ) e di consistenza medio-bassa. I depositi limoso argillosi più profondi, sempre Unità 3b, hanno invece una consistenza superiore e plasticità media ( $LL= 40\div 60$ ,  $LP= 20\div 30$ ). Per quanto concerne le caratteristiche di resistenza al taglio e di storia tensionale, la Figura 33 e la Figura 34 illustrano i dati di laboratorio delle prove TX e EDO, e l'interpretazione delle prove CPTU nei terreni argillosi della tratta in questione. Si osserva che al disotto di una possibile crosta essiccata di 1÷2 m di spessore, si trovano terreni teneri con  $c_u$  variabili nel campo 30÷60 kPa, con riferimento ai primi 3/4 m da p.c., mentre più in profondità si evidenziano valori di resistenza non drenata variabili da 60kPa fino a 120 a 20 ÷ 25m. I valori di tensione di preconsolidazione negli strati più superficiali variano nel campo 100÷200 kPa, con valori di OCR che decrescono con la profondità, a partire da

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 67 di 169

un range di 2÷4 alla sommità dello strato, e si approssimano all'unità ( $OCR = 1.1\div 1.3$ ) avvicinandosi alla base dello strato stesso.

- Per quanto riguarda l'Unità costituita da sabbia limosa e sabbia con limo (Unità 4), lo strato si estende da 2 m p.c. a circa 15 m di profondità con un contenuto di fini compreso tra 10 e 40% nei primi metri superficiali e inferiore al 20% più in profondità. I valori di  $N_{SPT}$  generalmente compresi tra 10 colpi/30cm e 40 colpi/30cm. I materiali si presentano da moderatamente addensati ad addensati, con densità relative comprese tra 50 e 80%, con un buon accordo fra dati SPT e CPT. Si stimano angoli di attrito compresi tra 36° e 38°.
- Il profilo di  $V_s$  derivante dalle interpretazioni discusse nella Relazione Sismica (Doc. rif. [6]) conferma la presenza di uno strato di depositi poco consistenti caratterizzato da  $V_s = 150$  m/s ed indica velocità crescenti fino alle massime profondità indagate, laddove si stimano  $V_s = 250\div 260$  m/s circa. A partire dal profilo di  $V_s$  si definisce un modulo di taglio alle piccole deformazioni ( $G_0$ ) che cresce con la profondità da 40 MPa fino a 120 MPa, oltre i 20 m da p.c.

I parametri caratteristici suggeriti per le unità individuate sono riportati nel capitolo 7.

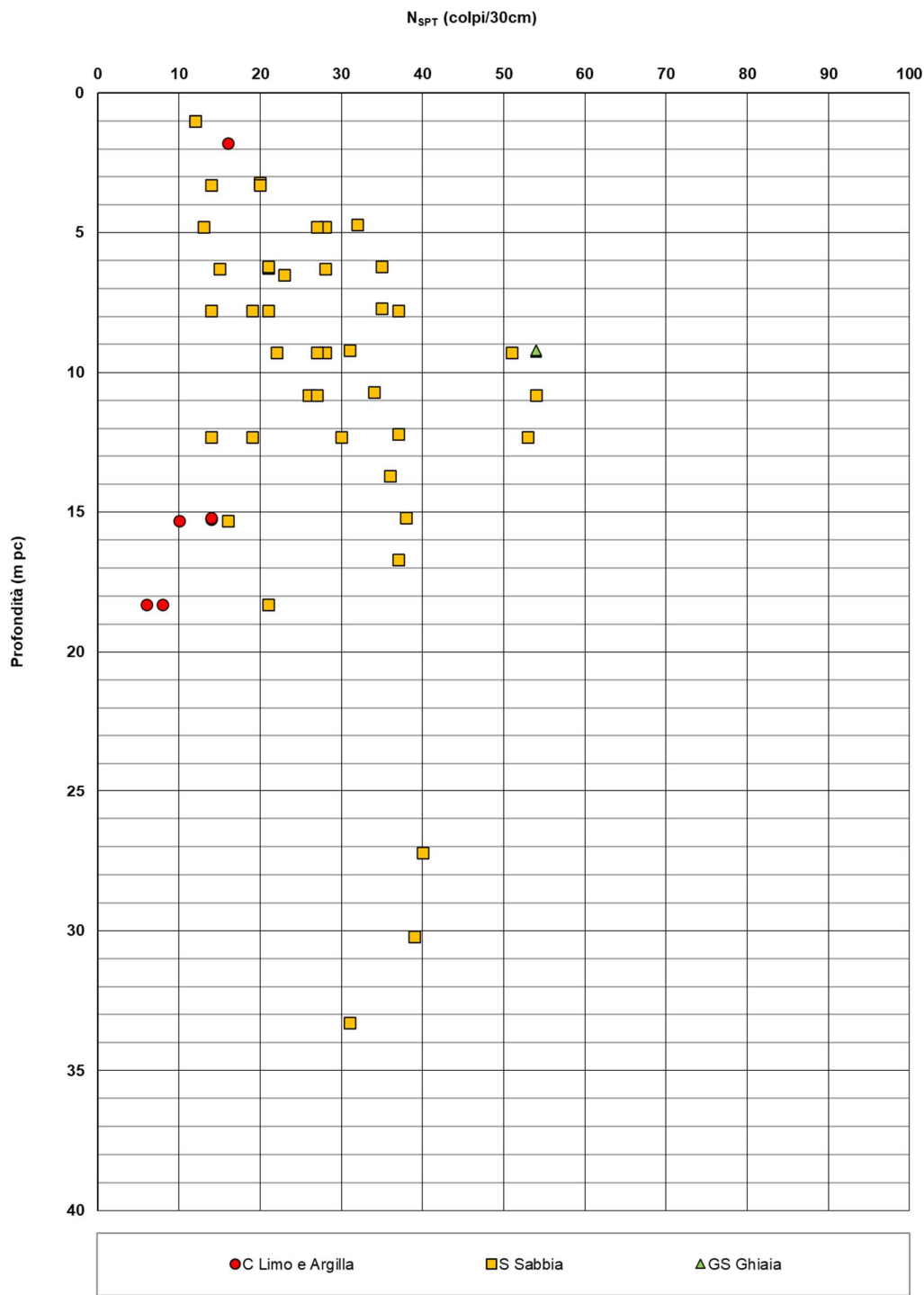


Figura 27 – Esito delle prove SPT tra pk 25+700 e pk 27+300



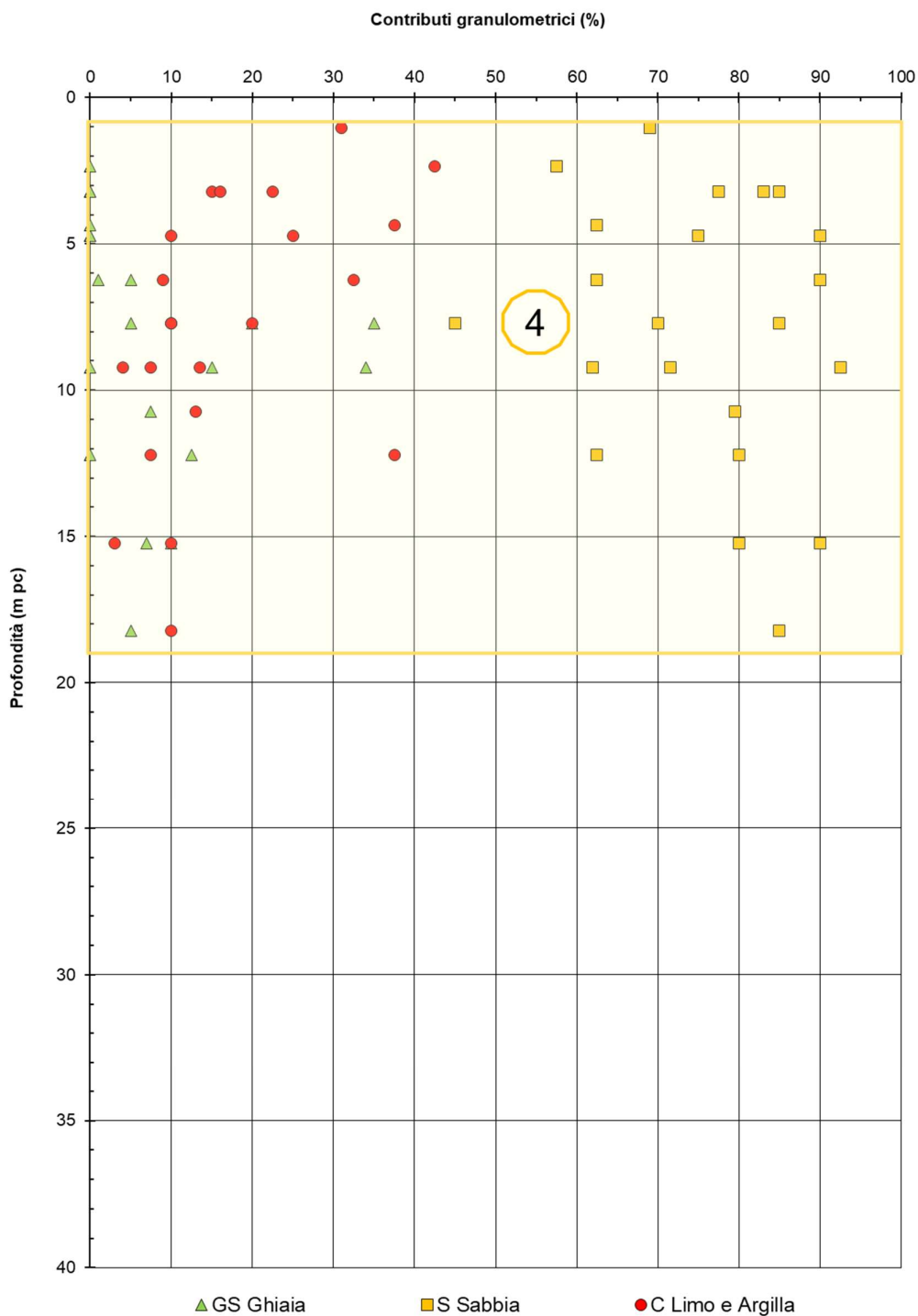


Figura 28 – Caratteristiche granulometriche Unità 4 tra pk 25+700 e pk 27+300

Contributi granulometrici (%)

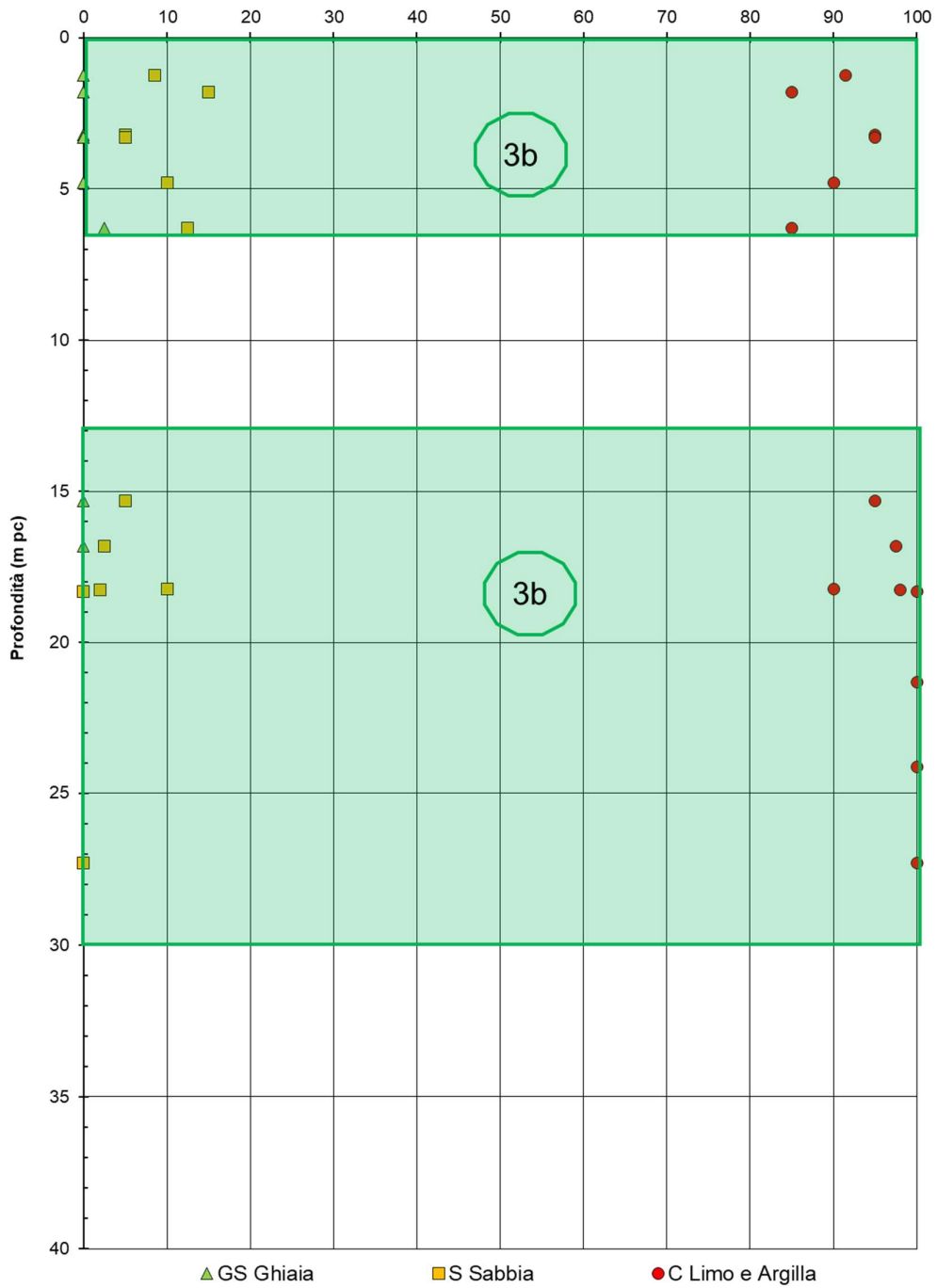


Figura 29 – Caratteristiche granulometriche Unità 3b tra pk 25+700 e pk 27+300

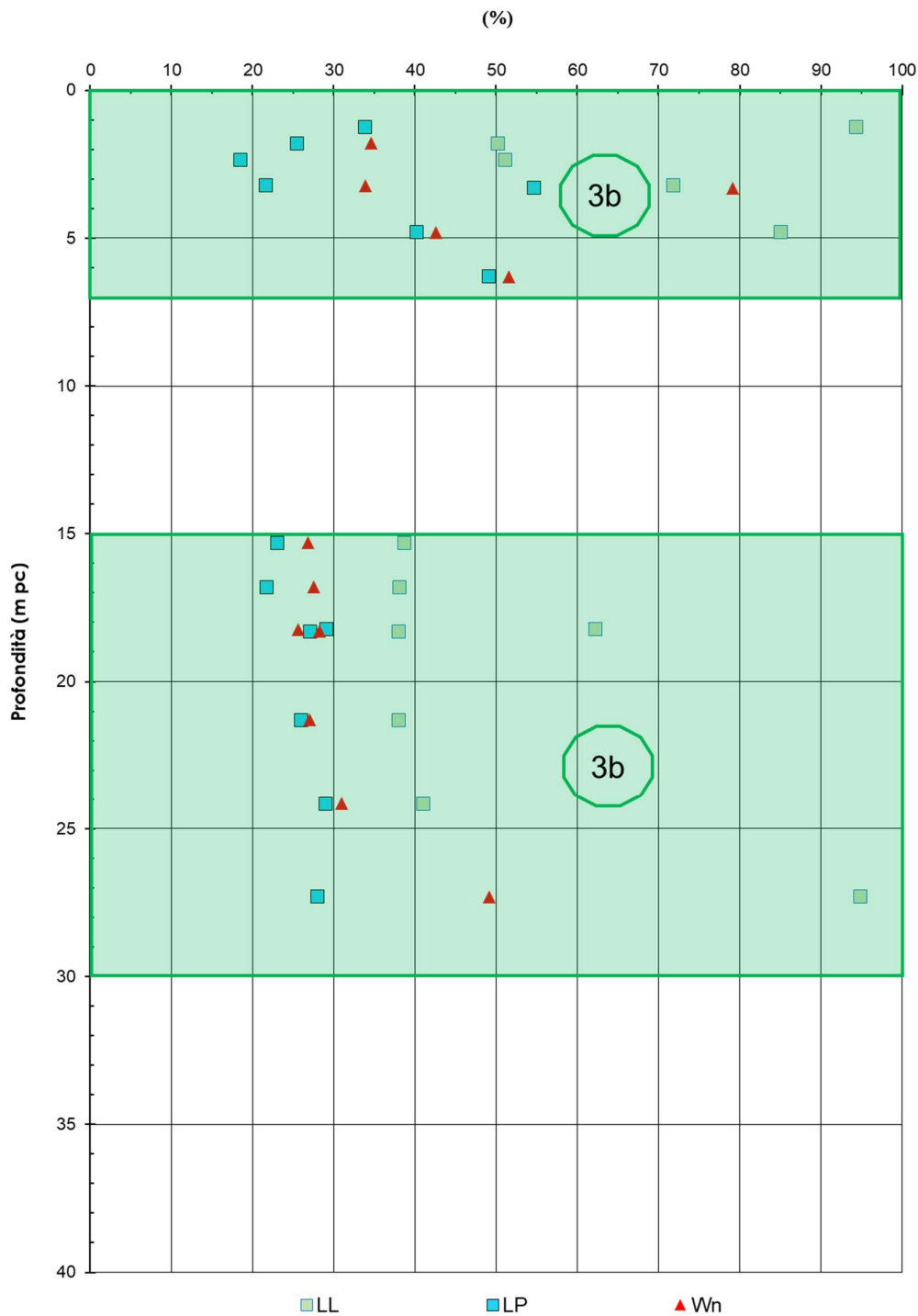


Figura 30 – Limiti di Atterberg e contenuto d'acqua tra pk 25+700 e pk 27+300

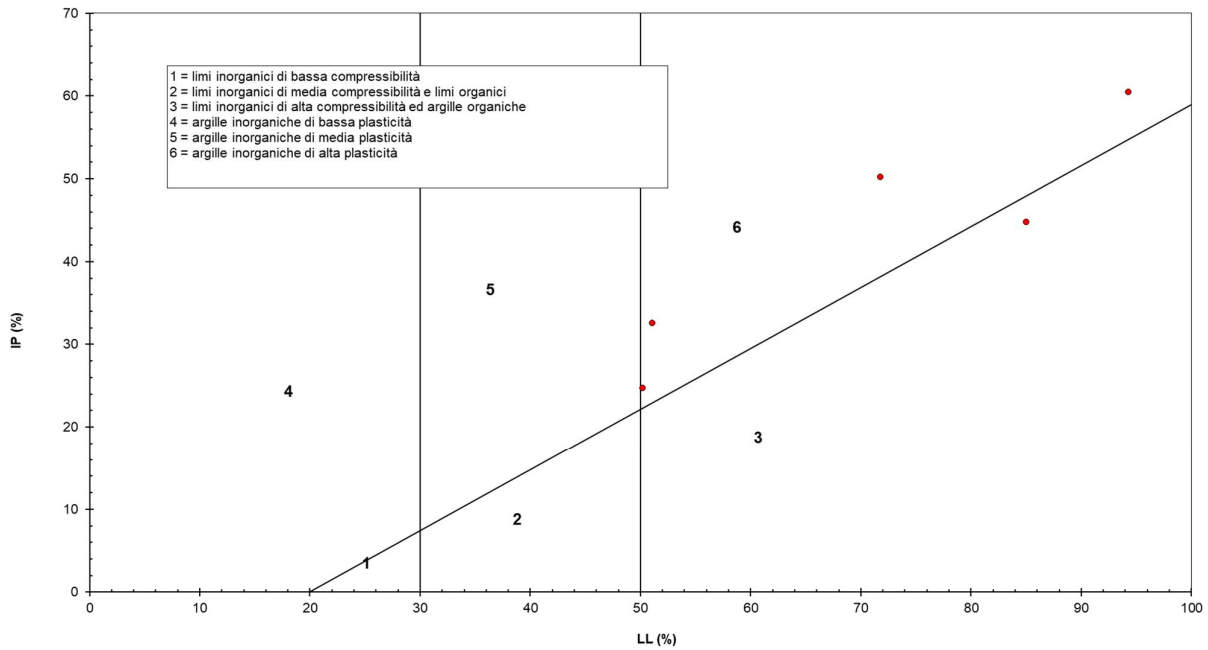


Figura 31 – Carta di plasticità di Casagrande: depositi coesivi superficiali (unità 3b) tra pk 25+700 e pk 27+300

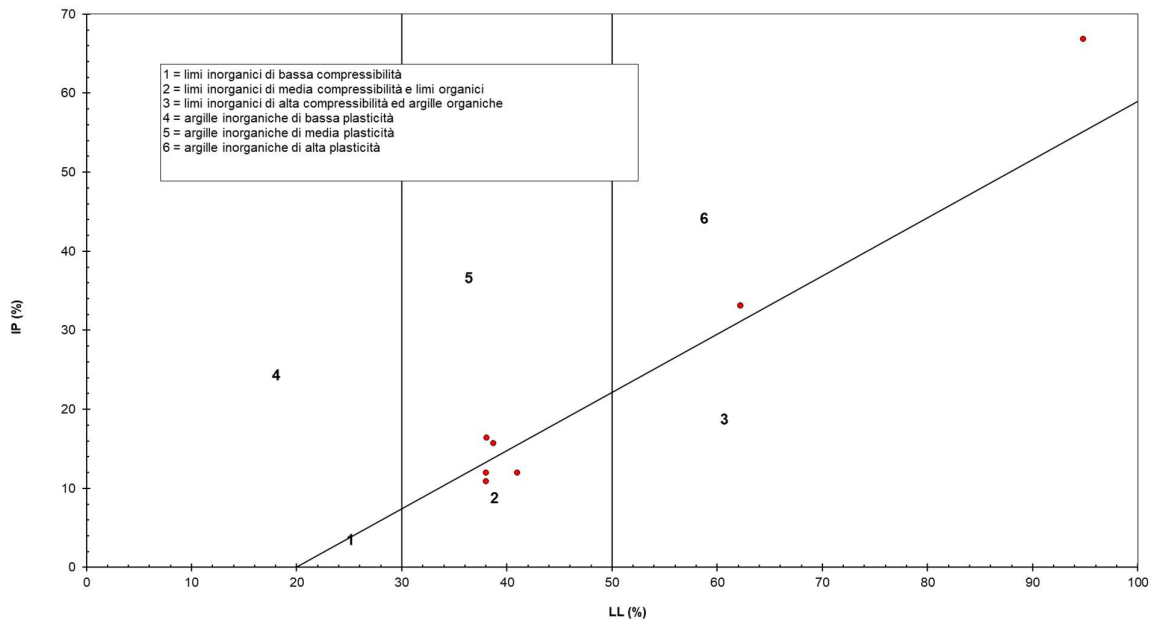


Figura 32 – Carta di plasticità di Casagrande: depositi coesivi profondi (unità 2) tra pk 25+700 e pk 27+300

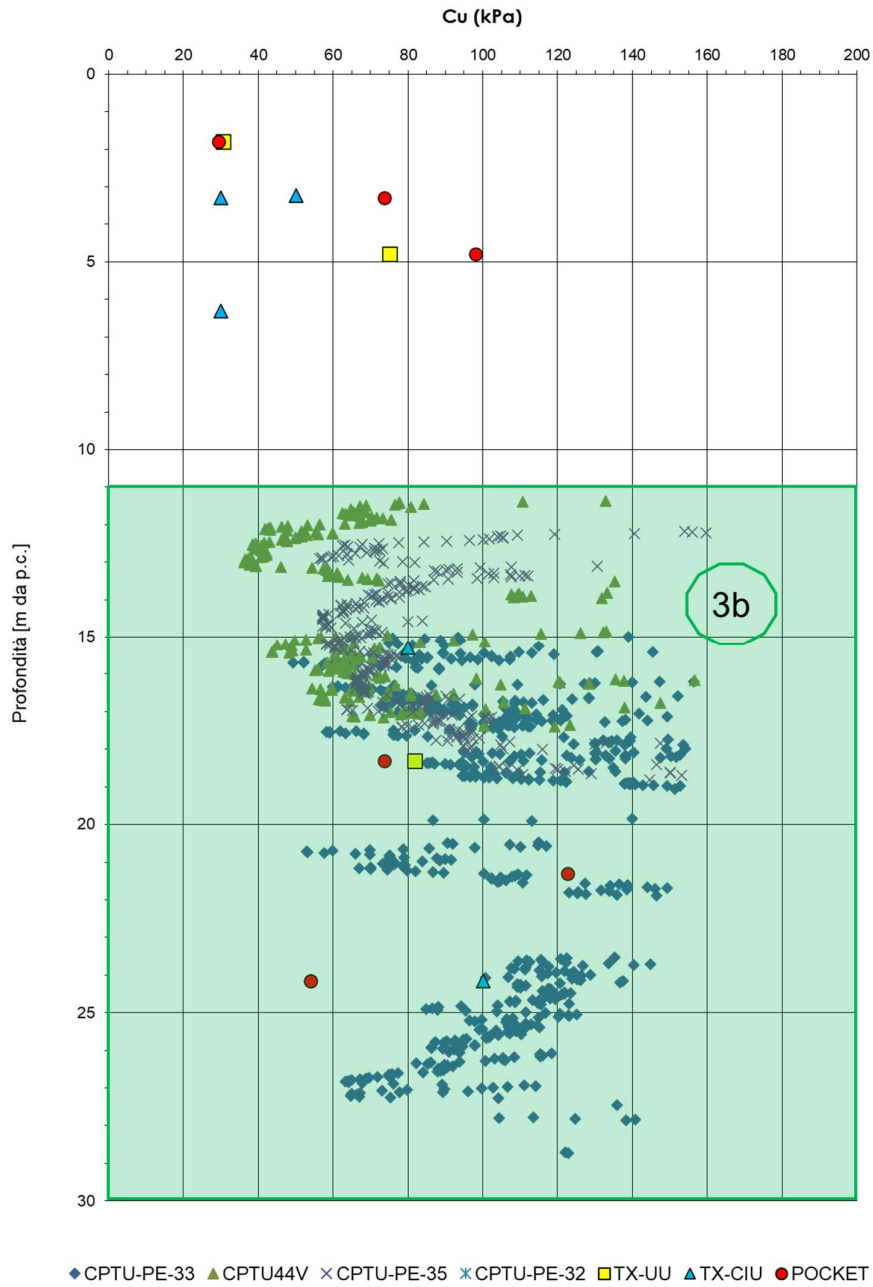


Figura 33 – Resistenza al taglio non drenata da CPTU e da prove di laboratorio Unità 3b tra pk 25+700 e pk 27+300

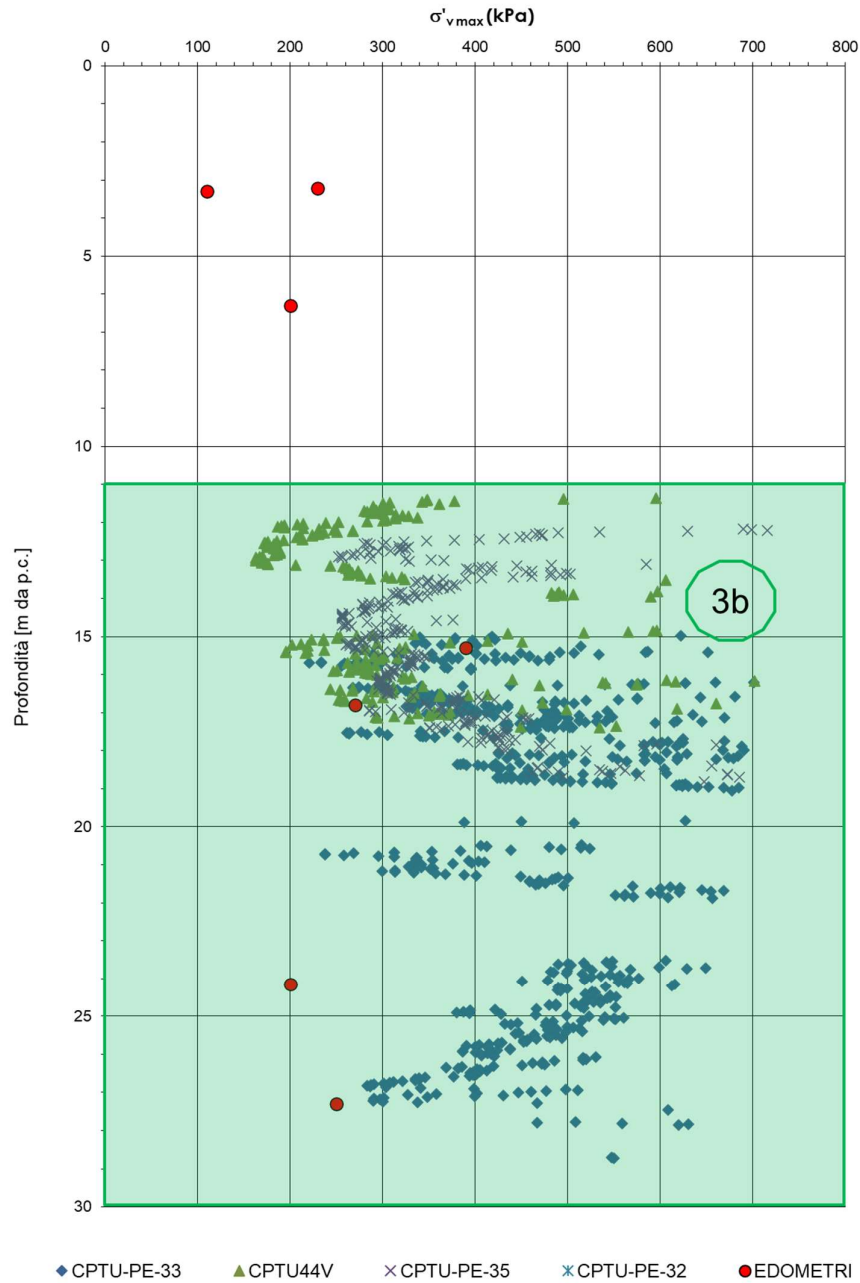


Figura 34 – Tensione di preconsolidazione da prove CPTU e da prove edometriche Unità 3b tra pk 25+700 e pk 27+300

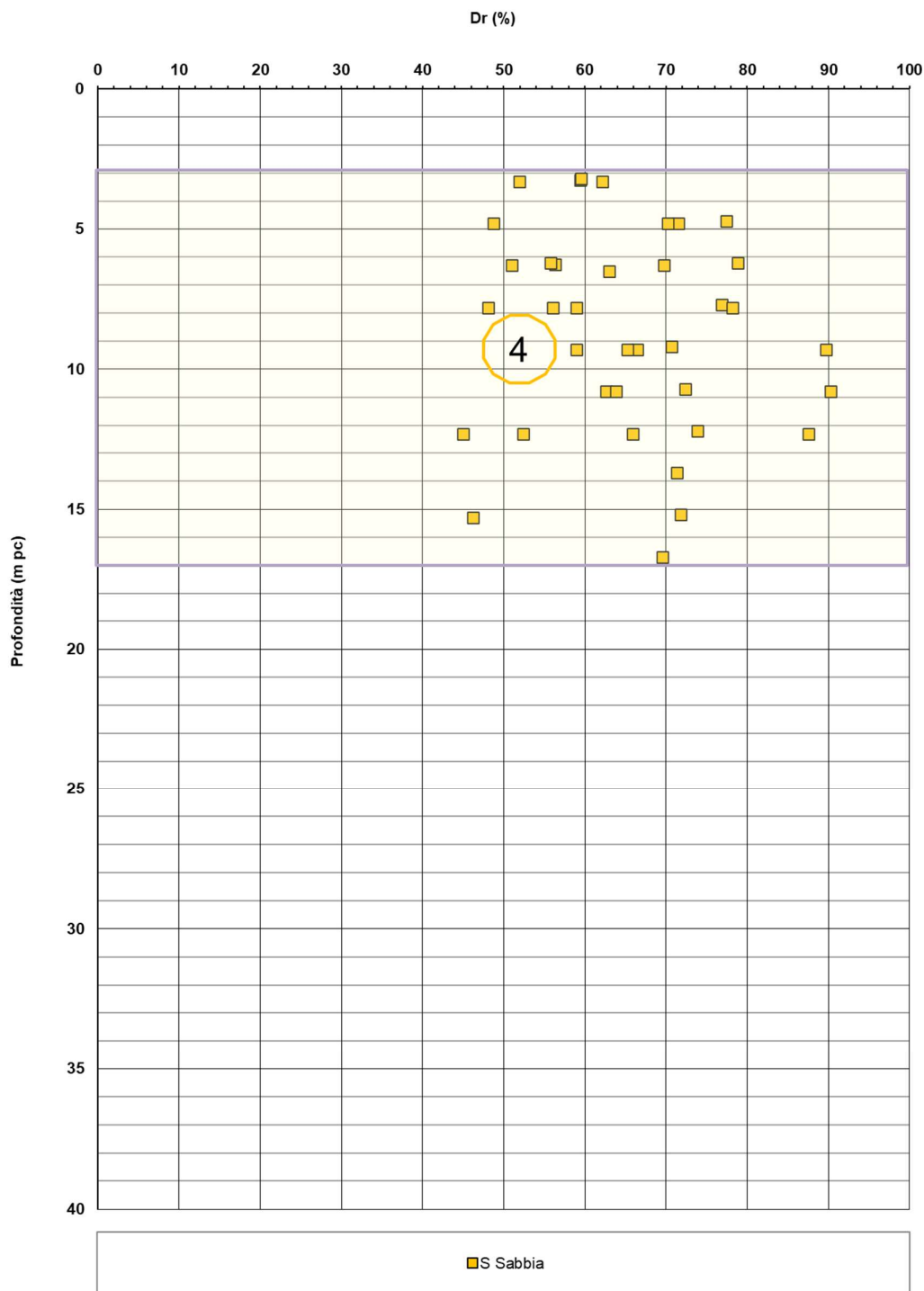


Figura 35 – Densità relativa da prove SPT tra pk 25+700 e pk 27+300

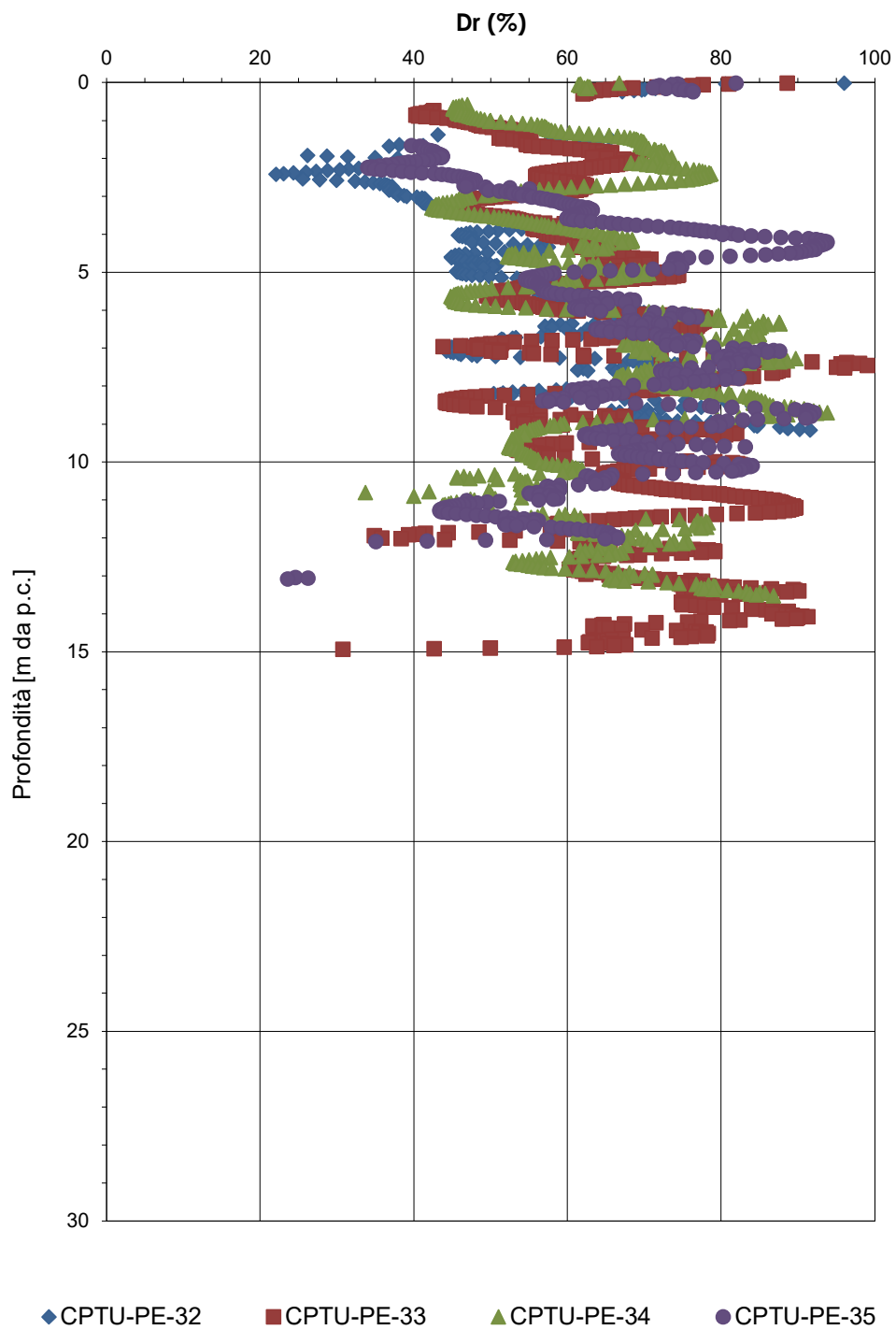


Figura 36 – Densità relativa da prove CPT tra pk 25+700 e pk 27+300



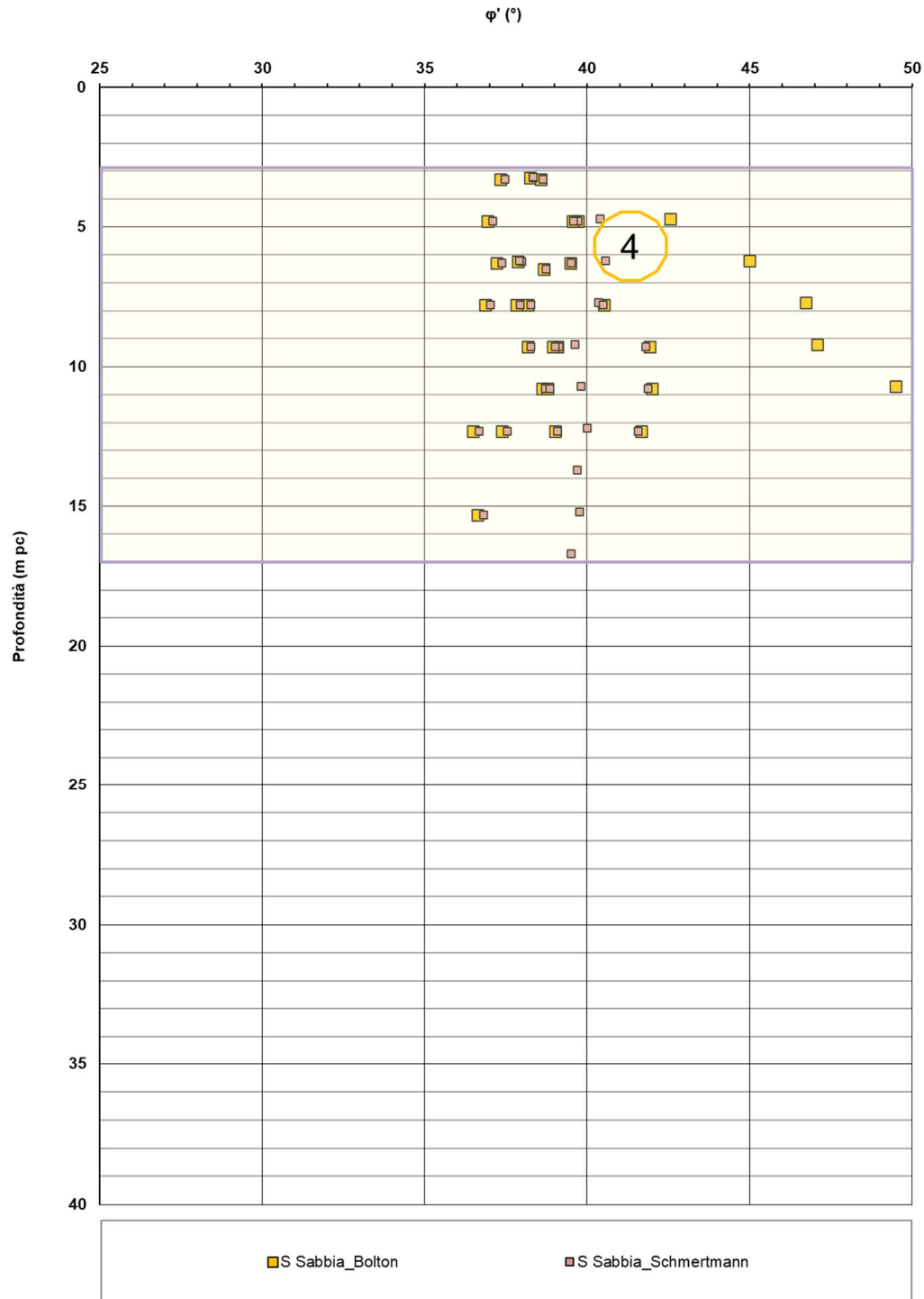


Figura 37 – Angoli di resistenza al taglio da prove SPT tra pk 25+700 e pk 27+300

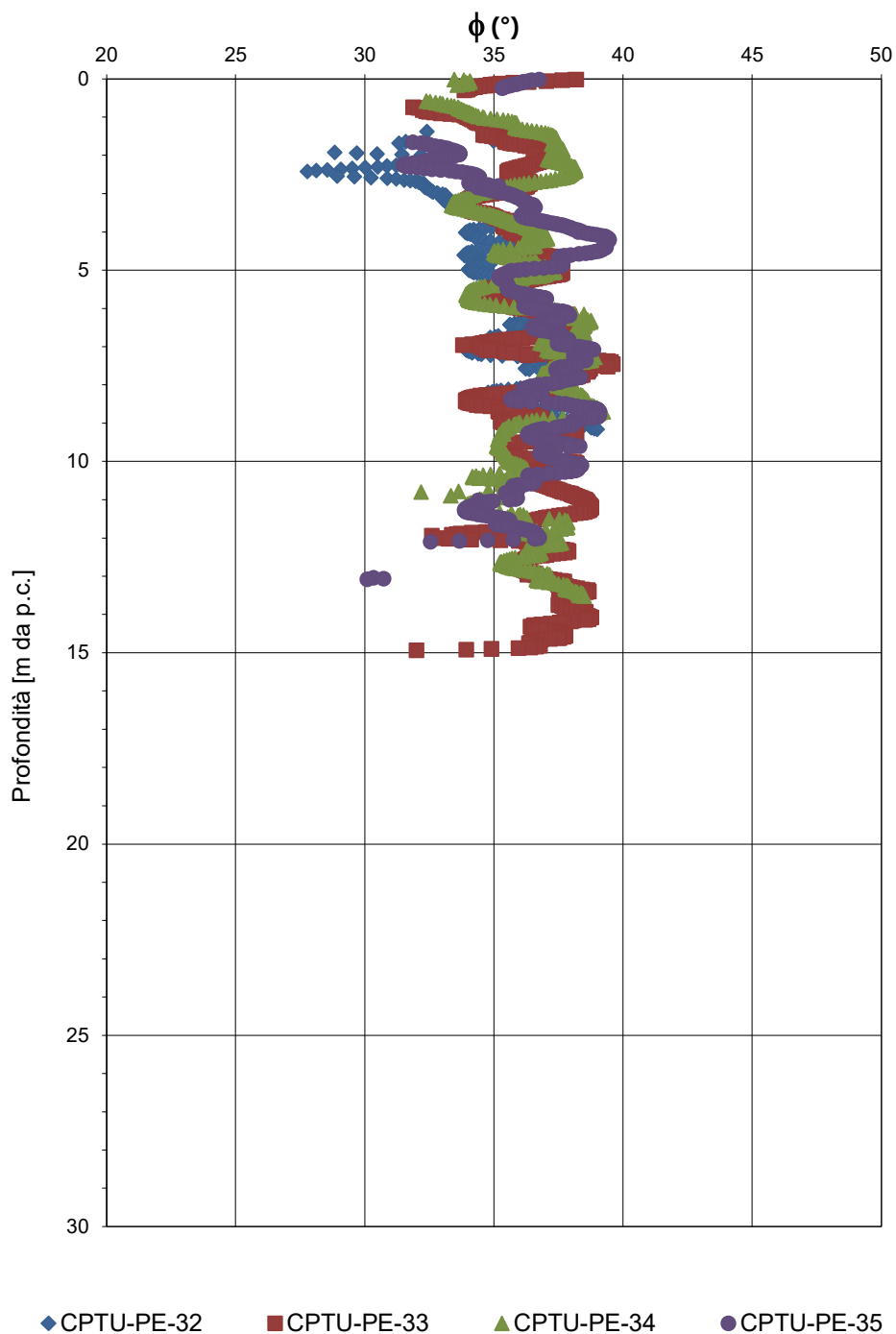


Figura 38 – Angoli di resistenza al taglio da prove CPT tra pk 25+700 e pk 27+300

**AV/AC VERONA VICENZA**

**pk 24+000 - pk 28+000**

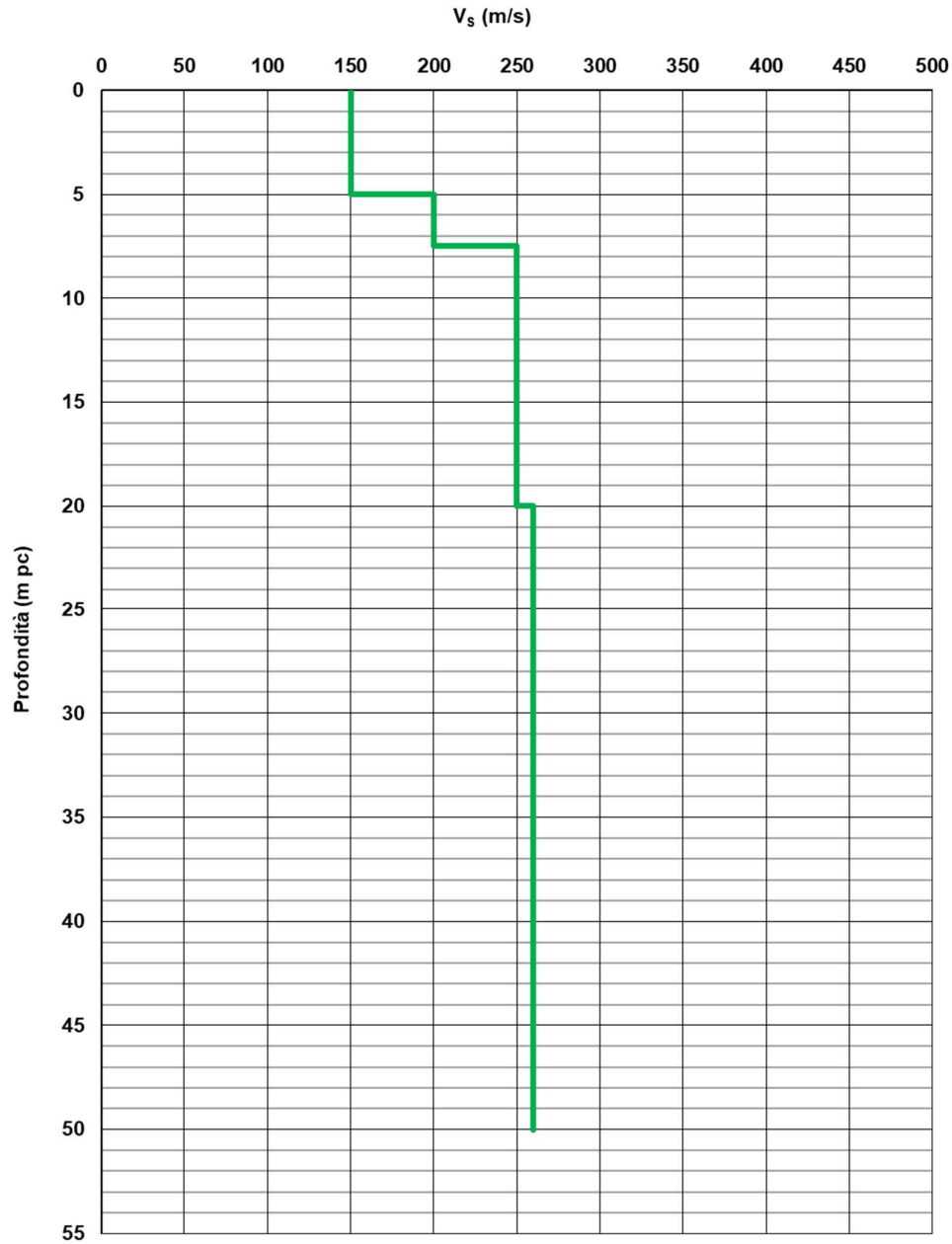


Figura 39 – Profilo di velocità Vs tra pk 24+000 e pk 28+000

**AV/AC VERONA VICENZA**

pk 24+000 - pk 28+000

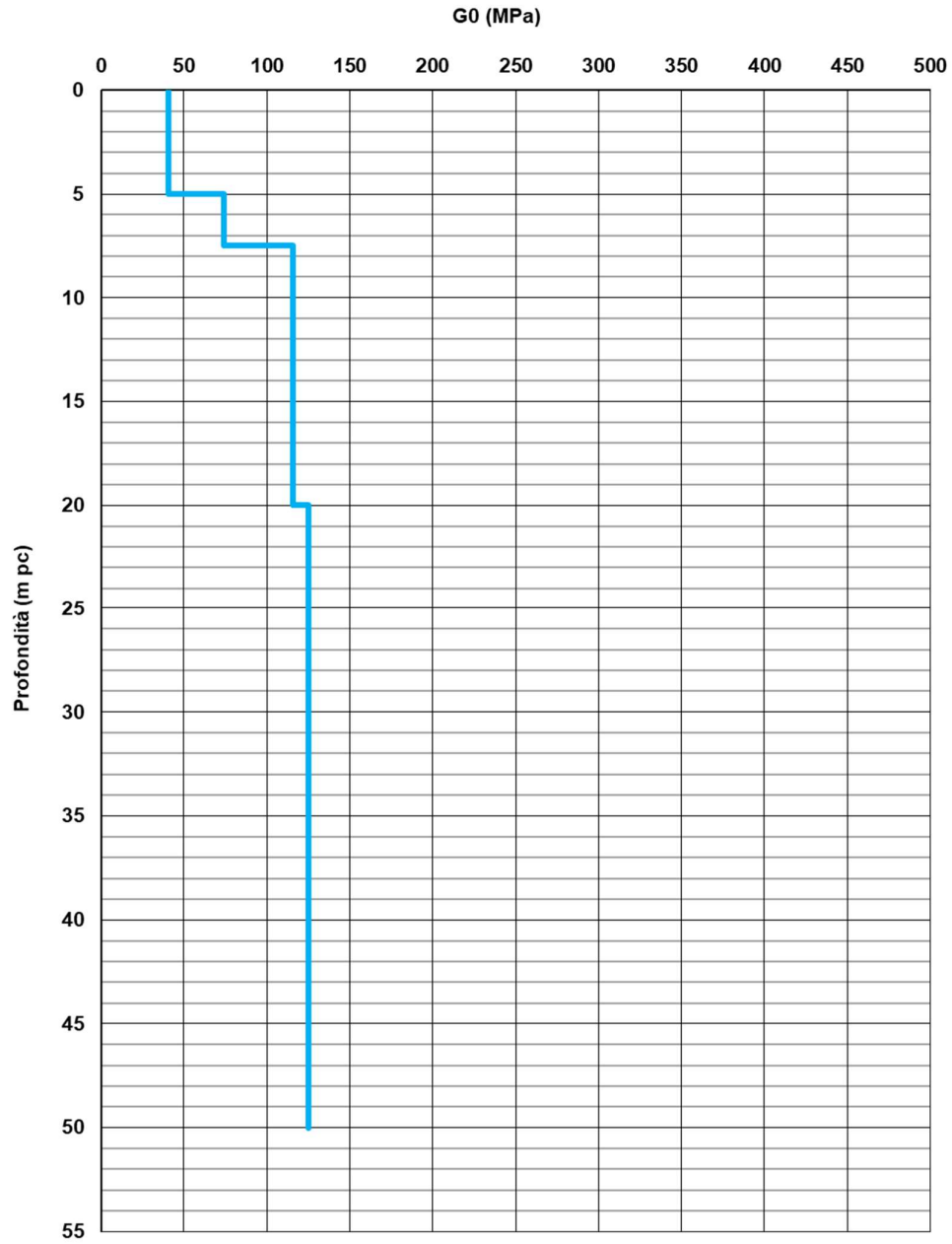




Figura 40 – Modulo di taglio G<sub>0</sub> da profilo Vs tra pk 24+000 e pk 28+000

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 81 di 169

## 6.6 Tratto compreso fra pk 27+300 e pk 31+700



Lungo il tratto di lunghezza pari circa 4200 m si prevede la realizzazione di rilevati di altezza variabile fino a 7.5 m circa, di un cavalferrovia alla pk 27+675, la realizzazione di nuovi sottovia ed il prolungamento di numerosi sottovia e tombini.

Il rilevato da realizzare è in affiancamento, dalla progressiva 27+500 circa in poi, al rilevato della linea storica, e si innesta su quello.

Le indagini eseguite sono elencate in Tabella 19 e consistono in sondaggi a carotaggio continuo (BH, SP, SPA), prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU) e dinamiche, pozzetti esplorativi (PT) e prove geofisiche tipo down-hole (DH), cross-hole (CH) e MASW. La posizione delle indagini ed il loro esito sono descritti in dettaglio in elaborati di progetto dedicati (Doc. rif. [9] e seguenti).

Tabella 19 - Indagini tra pk 27+300 e pk 31+700

Progressiva Pk	Indagini ID	Campagna Anno
27+450	CPTU72	2014/2015
27+450	SPA37	2014/2015
27+558	CPTU-PE-36	2020-2021
27+561	BH-PE-55	2020-2021
27+600	SPA38	2014/2015
27+600	CPTU70	2014/2015
27+660	PT41	
27+660	BH-PE-55bis	2020-2021
27+679	BH-PE-56bis	2020-2021
27+685	BH-PE-56	2020-2021
27+685	CPTU-PE-37	2020-2021
27+715	CPTU74	2014/2015
27+825	NA203C006	2002
27+925	SPA40	2014/2015
27+990	CPTU46V	2015
28+030	CPTU75	2014/2015
28+087	PT42	
28+130	BH29V	2015
28+240	CPTU-PE-37/5	2021
28+420	PT-PE-13	
28+485	CPTU-PE-37/6	2021
28+600	SPC41	2014/2015
28+670	CPTU76	2014/2015
28+670	XA203O013	2002
28+900	CPTU-PE-37bis	2020-2021
28+900	BH-PE-58bis	2020
28+920	BH30V	2015
29+050	CPTU77	2014/2015
29+197	BH-DH-PE-58	2020-2021
29+225	MASW-PE-14	2020-2021
29+230	CPTU-PE-37/7	2021



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 82 di 169

<b>Progressiva Pk</b>	<b>Indagini ID</b>	<b>Campagna Anno</b>
29+330	CPTU-PE-37/8	2021
29+493	BH-PE-59	2020-2021
29+580	CPTU-PE-37ter	2020-2021
29+615	BH-PE-59bis	2020
29+637	PT45	
29+650	CPTU78	2014/2015
29+650	SPC42	2014/2015
29+925	CPTU79	2014/2015
29+977	CPTU-PE-37/9	2021
29+981	BH-PE-60	2020-2021
29+990	CPTU-PE-37/9bis	2021
30+000	CPTU80	2014/2015
30+160	CPTU81 e CPTU81bis	2014/2015
30+175	SPC43	2014/2015
30+189	PT46	
30+225	CPTU82	2014/2015
30+425	SPC44	2014/2015
30+450	NA203O007	2002
30+645	PT47	
30+693	PT-PE-14	
30+696	MASW-PE-15	2020-2021
30+697	BH-PE-61	2020-2021
31+056	PT48	
31+075	CPTU84 e CPTU84bis e CPTU84ter	2014/2015
31+137	BH-PZ-PE-62	2020-2021
31+150	CPTU85	2014/2015
31+250	CPTU-PE-37quater	2020-2021
31+270	BH-PE-62bis	2020
31+275	CPTU86	2014/2015
31+350	SPC45	2014/2015
31+410	CPTU87bis	2014/2015
31+417	CPTU-PE-37/11	2021
31+506	PT49	
31+525	CPTU88bis	2014/2015
31+642	CPTU-PE-37/12	2021
31+695	BH-PE-63	2020-2021

La Figura 41 riporta l'insieme delle prove SPT eseguite nel tratto considerato, identificando la frazione prevalente del materiale nel quale l'SPT è stato eseguito. Si ritiene che la rappresentazione dell'insieme dei dati, che verranno comunque interpretati separatamente per ogni Unità individuata, fornisca un utile quadro di insieme delle condizioni geotecniche nel tratto considerato.

Per quanto riguarda le condizioni stratigrafiche questo intervallo di progressive è caratterizzato dalla prevalenza di depositi coesivi che si estendono fino a elevate profondità, anche oltre i 30 m da p.c. Si possono identificare due tratti distinti e la successione può essere così definita:

- Un primo tratto, che va dalla progressiva 27+300 fino a circa la 29+700 (CPTU78, SPC42), nel quale

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 83 di 169

i depositi superficiali diventano a predominante natura argillosa (Unità 3b), e si inspessiscono superando anche i 30 m di altezza (CPTU-PE-37/5). In questi depositi si evidenziano alternanze di sabbie limose e sabbie con limo (Unità 4 e Unità 3a), ma non è possibile individuare strati persistenti per tutta la tratta in esame. Nella zona iniziale della tratta (CPTU-PE-36, BH-PE-55bis) proseguendo oltre i depositi dell'Unità 3b vi è uno strato di limi argillosi compatti (Unità 2) dello spessore di circa 10m che si estende fino a 40m da p.c. Al di sotto dell'Unità 2 si incontrano le ghiaie (Unità 6).

- Nella zona più ad ovest di questa tratta invece lo strato limoso argilloso (Unità 2) tende a sparire e le ghiaie (Unità 6) sono presenti al di sotto dei depositi dell'Unità 3b a circa 30 metri di profondità (CPTU-PE-37/7 e CPTU-PE-37/8). Proseguendo ancora lo strato di ghiaie, di spessore discontinuo, sovrasta una sottostante livello di materiali argillosi più compatti, color ocra, probabilmente ossidati e sovraconsolidati.
- Si noti che, specie nel tratto iniziale (ma sarà una costante fino al km 32 circa), l'analisi di dettaglio delle prove CPTU ha evidenziato modeste sovrappressioni interstiziali, ed una fitta intercalazione sabbiosi, di spessore variabile fra qualche decimetro fino a 1-2 m. La presenza di tali livelletti, oltre a ridurre la complessiva compressibilità della formazione, è in grado di accelerare notevolmente i processi di consolidazione, causa la elevata componente di drenaggio orizzontale.
- Dalla progressiva 29+700 circa, e fino alla fine del tratto considerato, lo strato superficiale resta sempre interessato principalmente da materiali coesivi, depositi limoso argillosi (Unità 3b) fino alla profondità di circa 25m. In questi depositi si evidenziano alternanze di sabbie limose e sabbie con limo (Unità 4 e Unità 3a) e, talvolta, locali strati ghiaiosi (Unità 6). Come nel tratto precedente, non è possibile individuare strati persistenti per tutta la tratta in esame. Proseguendo oltre i depositi dell'Unità 3b vi è uno strato continuo ghiaioso (Unità 6) dello spessore di circa 5 metri che si estende fino a 30m da p.c. Al di sotto dell'Unità 6 si incontra uno strato spesso circa 10 metri di limi argillosi compatti (Unità 2).

Si segnala, di particolare rilevanza per l'installazione di pali, che nello strato ghiaioso-sabbioso posto al disotto della spessa coltre fine dell'unità 3b, si trova una falda in pressione, con una prevalenza, rispetto al p.c, anche dell'ordine dei 2-3 m, legata anche a situazioni stagionali.

Sulla base dei criteri descritti nel capitolo 5, i parametri geotecnici sono stati determinati mediante l'interpretazione dei risultati delle prove di sito e di laboratorio. Nelle figure sottoindicate sono riportati i risultati delle analisi e dell'interpretazione delle prove in sito, suddivise per le diverse unità definite al punto 6.3, e più in particolare:

- Caratteristiche granulometriche delle diverse unità riscontrate (Figura 42, Figura 43, Figura 45 e



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 84 di 169



Figura 44);

- Limiti di Atterberg, Carta di plasticità di Casagrande e contenuto naturale d'acqua dell'Unità 3B e dell'Unità 2 (Figura 46, Figura 47, Figura 48 e Figura 49)
- Resistenza al taglio non drenata e pressione di preconsolidazione dei terreni dell'Unità 3b e Unità 2 (Figura 50, Figura 51, Figura 52, Figura 53, Figura 54 e Figura 55);
- Densità relativa stimata da prove SPT (Figura 56 e Figura 57);
- Angolo di attrito stimato da prove SPT (Figura 58 e Figura 59);
- Velocità delle onde di taglio (Figura 60);
- Modulo di taglio alle piccole deformazioni valutati a partire dai valori stimati di  $V_s$  (Figura 61).

Sulla base di tali dati, si osserva quanto segue:

- Per quanto concerne le caratteristiche dell'Unità 3b, la Figura 46 e la Figura 47 mostrano che si tratta di limi con argilla/argillosi e sabbiosi (e anche con sabbia, nelle parti più superiori), talora con elevato indice liquido, indice di una possibile componente di materiale organico, specie nei primi 10-15 metri di profondità, con  $LL = 30-80$  (con molti valori nel campo 50-80) e  $IP = 30-50$ , ricadenti quindi, nella carta di plasticità di Casagrande, nel gruppo delle argille a plasticità medio-alta (Figura 48).
- Per quanto concerne le caratteristiche di resistenza al taglio e di storia tensionale, si osserva che al disotto di una possibile crosta essiccata di 1÷2 m di spessore (con  $c_u = 60-80$  kPa), si trovano terreni teneri con  $c_u$  variabili da 25 a 50 kPa fino a 15 metri di profondità e da 50 a 80 fino a 30 m da p.c.
- I valori di tensione di preconsolidazione variano nel campo 100÷200 kPa, con valori di OCR che decrescono con la profondità, a partire da un range di 4-5 alla sommità dello strato, e si approssimano all'unità ( $OCR = 1.1÷1.3$ ) avvicinandosi alla base dello strato stesso.
- Per quanto concerne la deformabilità in condizioni edometriche, l'esame delle curve edometriche porta a definire rapporti di compressione  $CR = 0.13 - 0.20$  e di ricompressione  $RR = 0.01 - 0.035$
- I livelli di sabbia limosa debolmente argillosa (Unità 4) individuati hanno un contenuto di fini pari a 10÷30%, talvolta anche pari al 40% con  $N_{SPT}$  generalmente compresi tra 20 colpi/30cm e 50 colpi/30cm, anche superiori oltre i 25 m p.c. Il valore della densità relativa nella parte sommitale è compreso fra il 30 e l'70%, mentre più in profondità compresi fra il 40 e 80%. Si stimano angoli di



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 85 di 169

attrito compresi tra 35° e 40°.

- Nella porzione orientale della tratta, solo localmente si rinvencono livelli prossimi alla superficie costituiti da ghiaie sabbioso limose (Unità 6), con contenuto di fini che può arrivare fino al 25%. Il materiale risulta essere mediamente addensato, con  $N_{SPT}$  variabili tra 30 colpi/30cm e 80 colpi/30cm. Si calcolano densità relative di 30÷50% e si stimano angoli di attrito compresi tra 37° e 42°.
- A profondità maggiori si individuano argille limose compatte (Unità 2) per le quali, dai risultati delle prove di laboratorio e dell'interpretazione delle prove CPTU, si stimano valori di  $c_u$  variabili da 80 a 120 kPa.
- Il profilo di  $V_s$  derivante dalle interpretazioni discusse nella Relazione Sismica (Doc. rif. [6]) conferma la presenza di uno strato di depositi poco consistenti caratterizzato da  $V_s = 130$  m/s ed indica velocità crescenti fino alle massime profondità indagate, laddove si stimano  $V_s = 400$  m/s circa. Si stima che nella parte centrale del profilo da 5 a 20 m di profondità i valori di  $V_s$  possano essere dell'ordine dei 220-250 m/s. A partire dal profilo di  $V_s$  si definisce un modulo di taglio alle piccole deformazioni ( $G_0$ ) che cresce con la profondità da 30 MPa fino a 300 MPa, a 30 m pc.

I parametri caratteristici suggeriti per le unità individuate sono riportati nel capitolo 7.

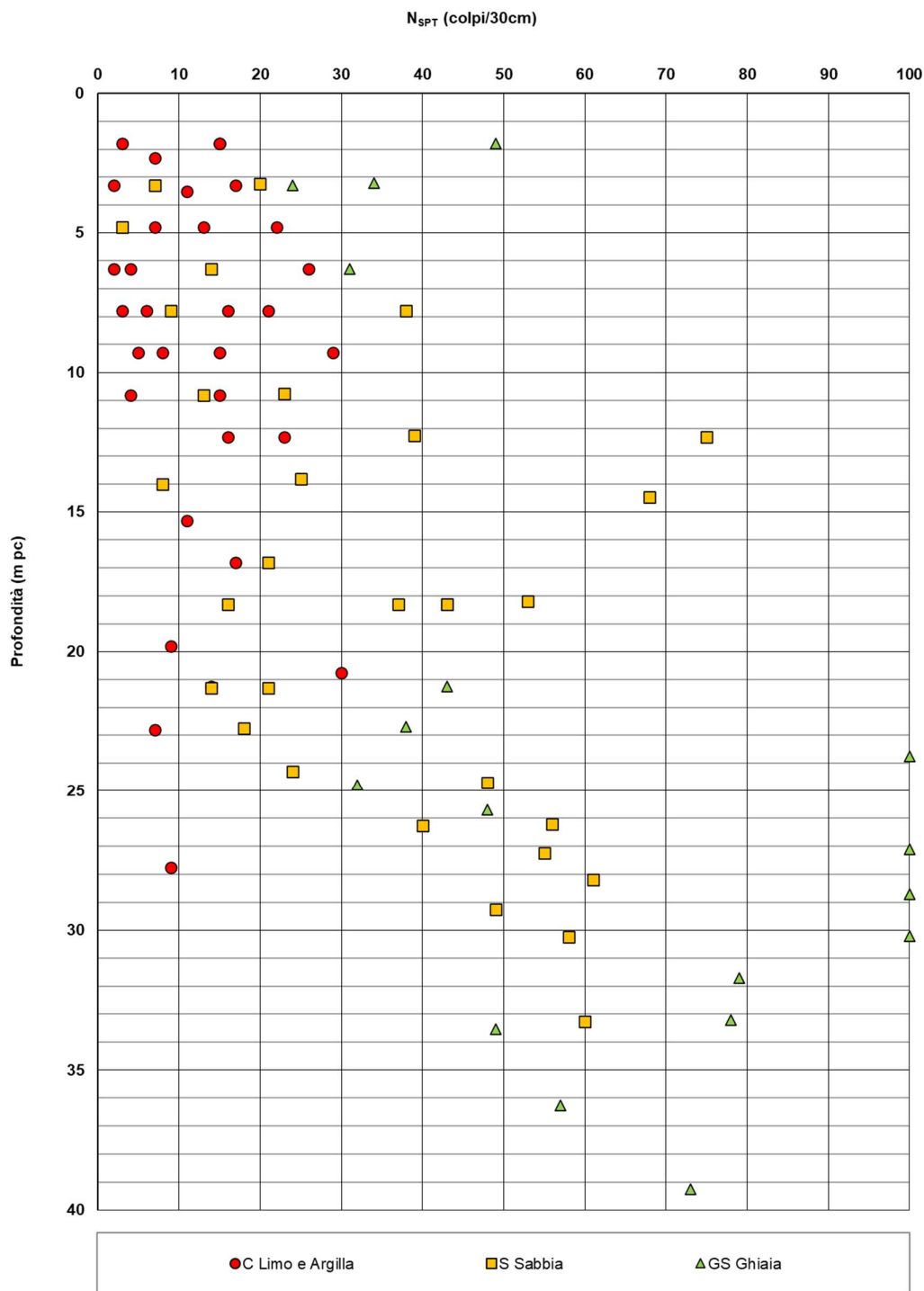


Figura 41 – Esito delle prove SPT tra pk 27+300 e pk 31+700

**Contributi granulometrici (%)**

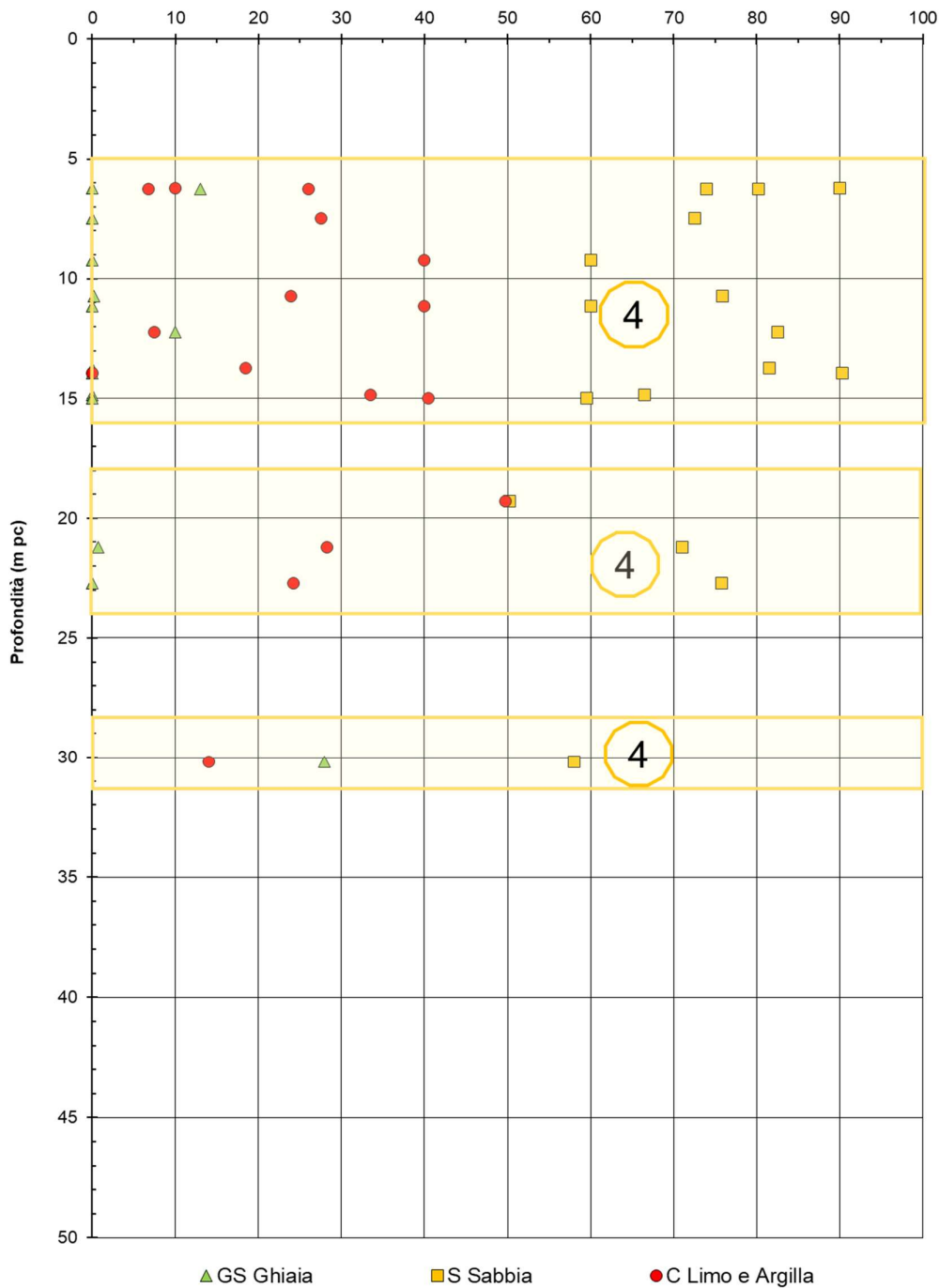


Figura 42 – Caratteristiche granulometriche Unità 4 tra pk 27+300 e pk 31+700

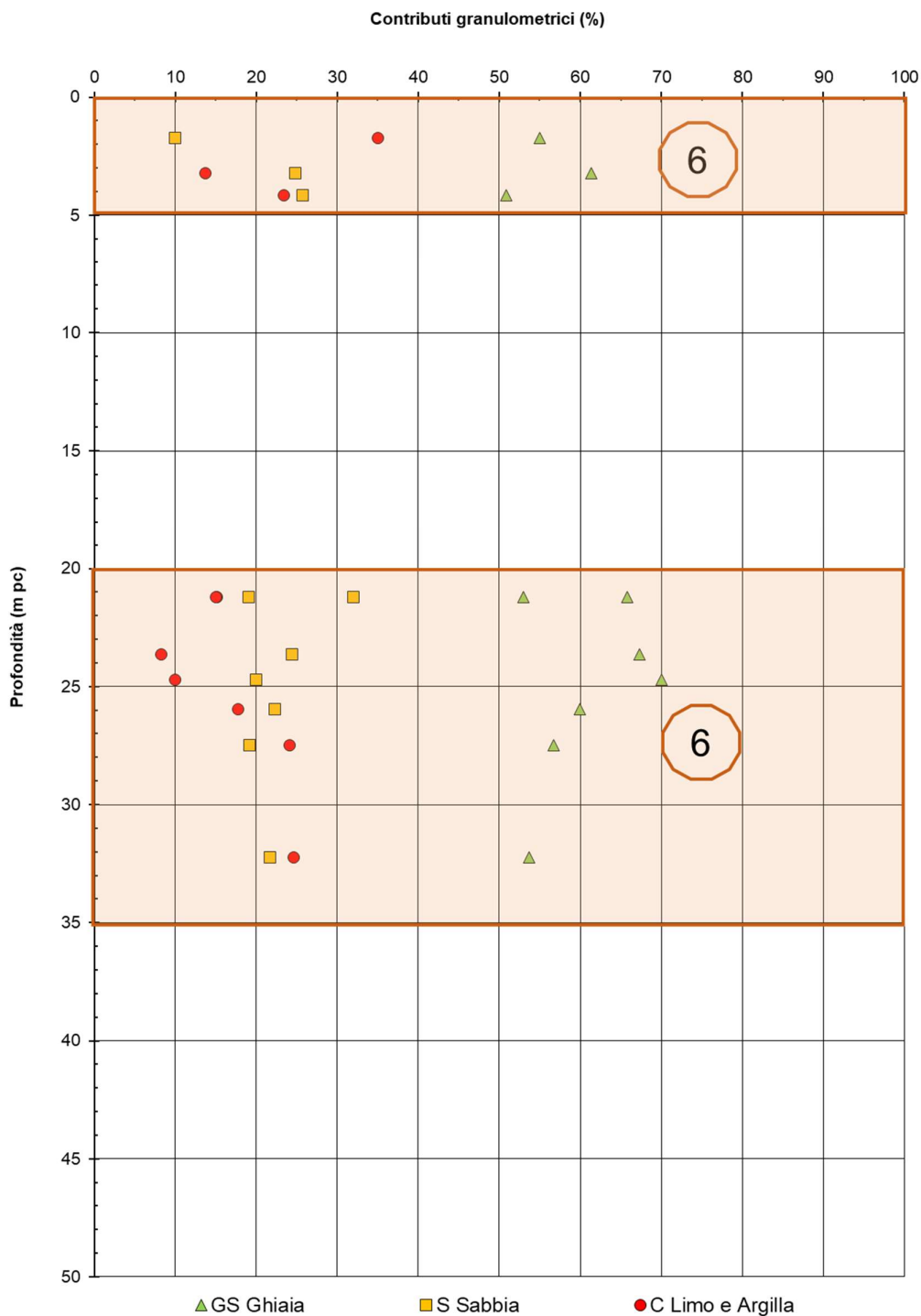


Figura 43 – Caratteristiche granulometriche Unità 6 tra pk 27+300 e pk 31+700

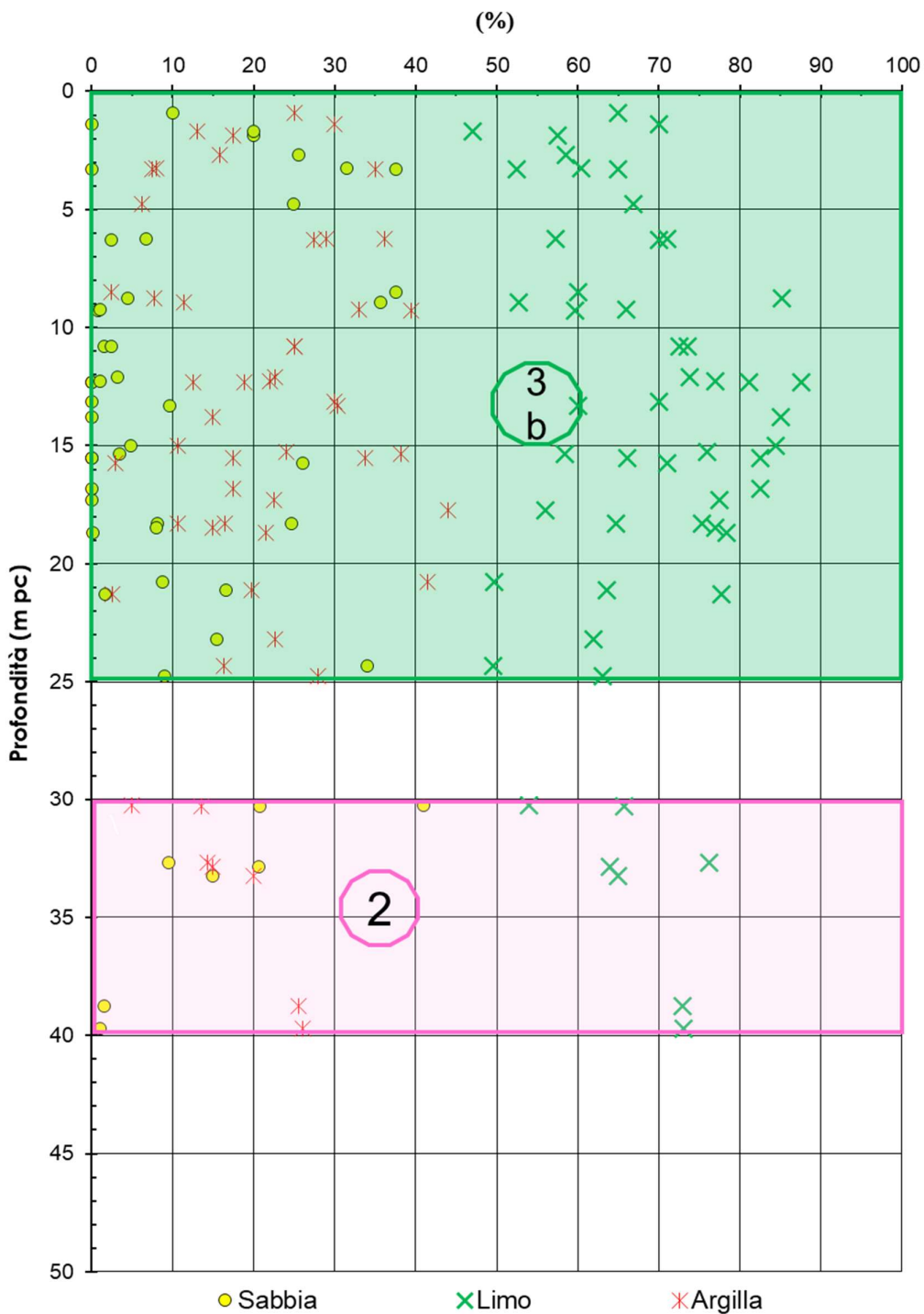


Figura 44 – Caratteristiche granulometriche Unità 3b e Unità 2 tra pk 29+700 e pk 31+700

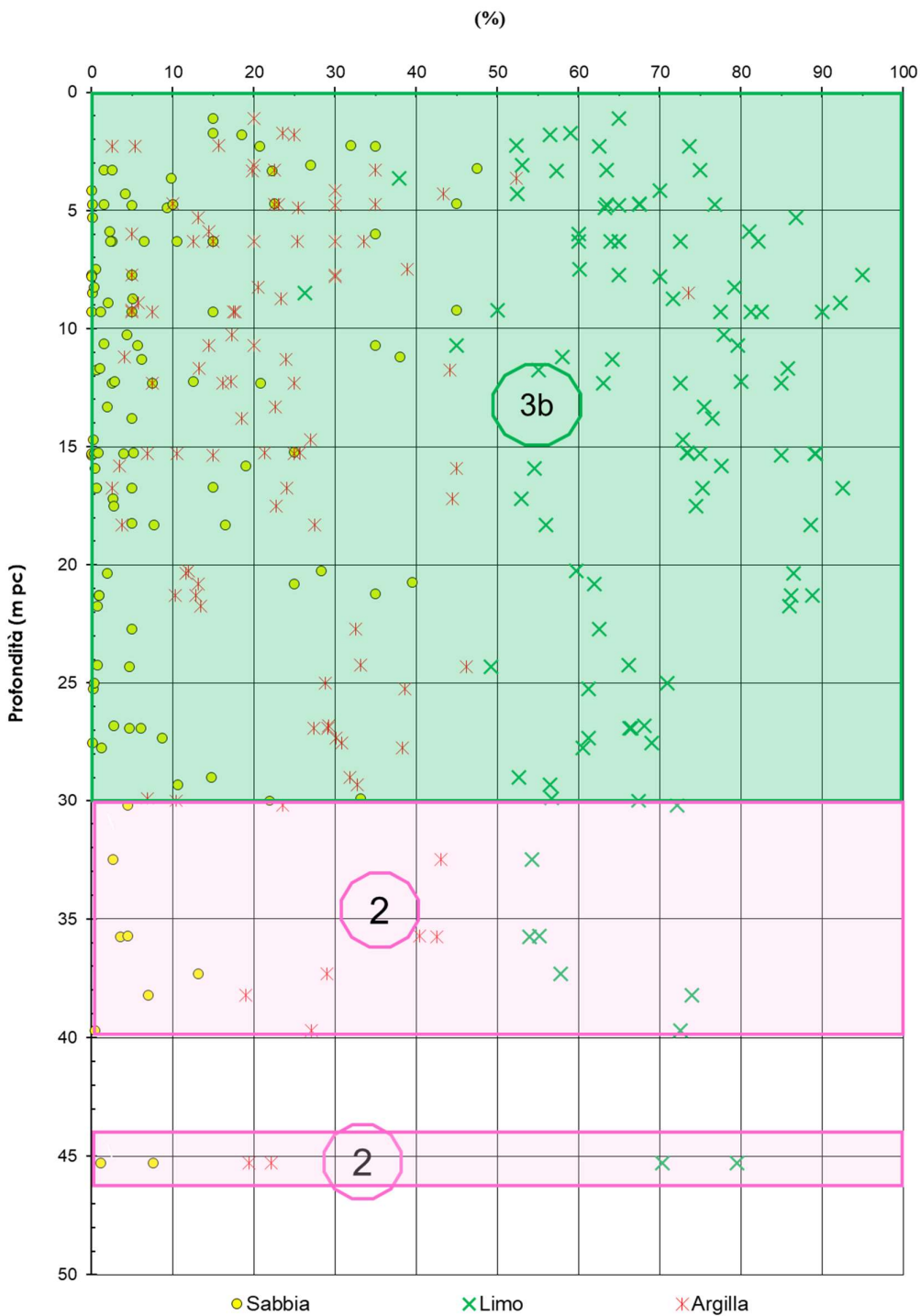


Figura 45 – Caratteristiche granulometriche Unità 3b e Unità 2 tra pk 27+300 e pk 29+700

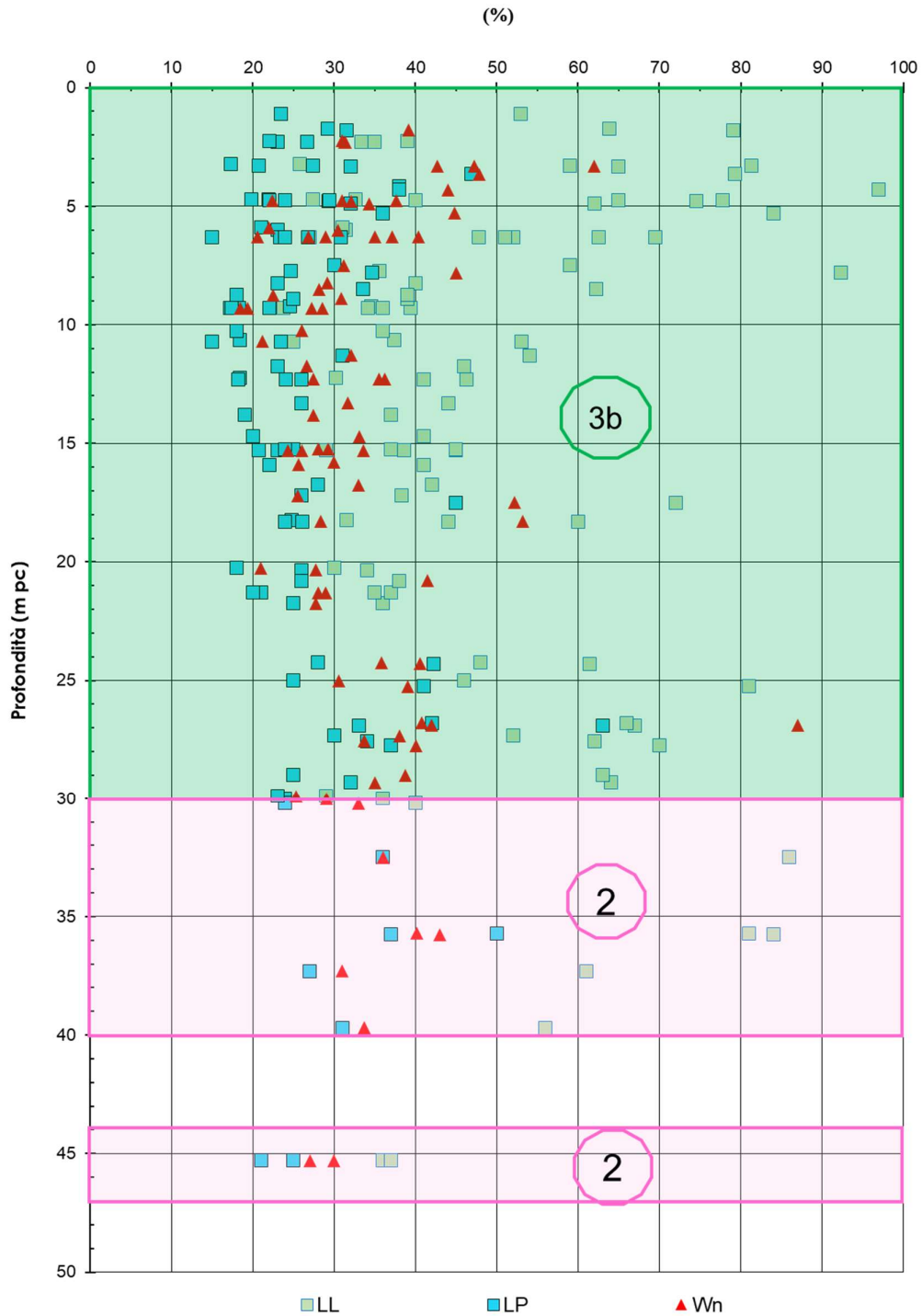


Figura 46 – Limiti di Atterberg e contenuto d'acqua tra pk 27+300 e pk 29+700

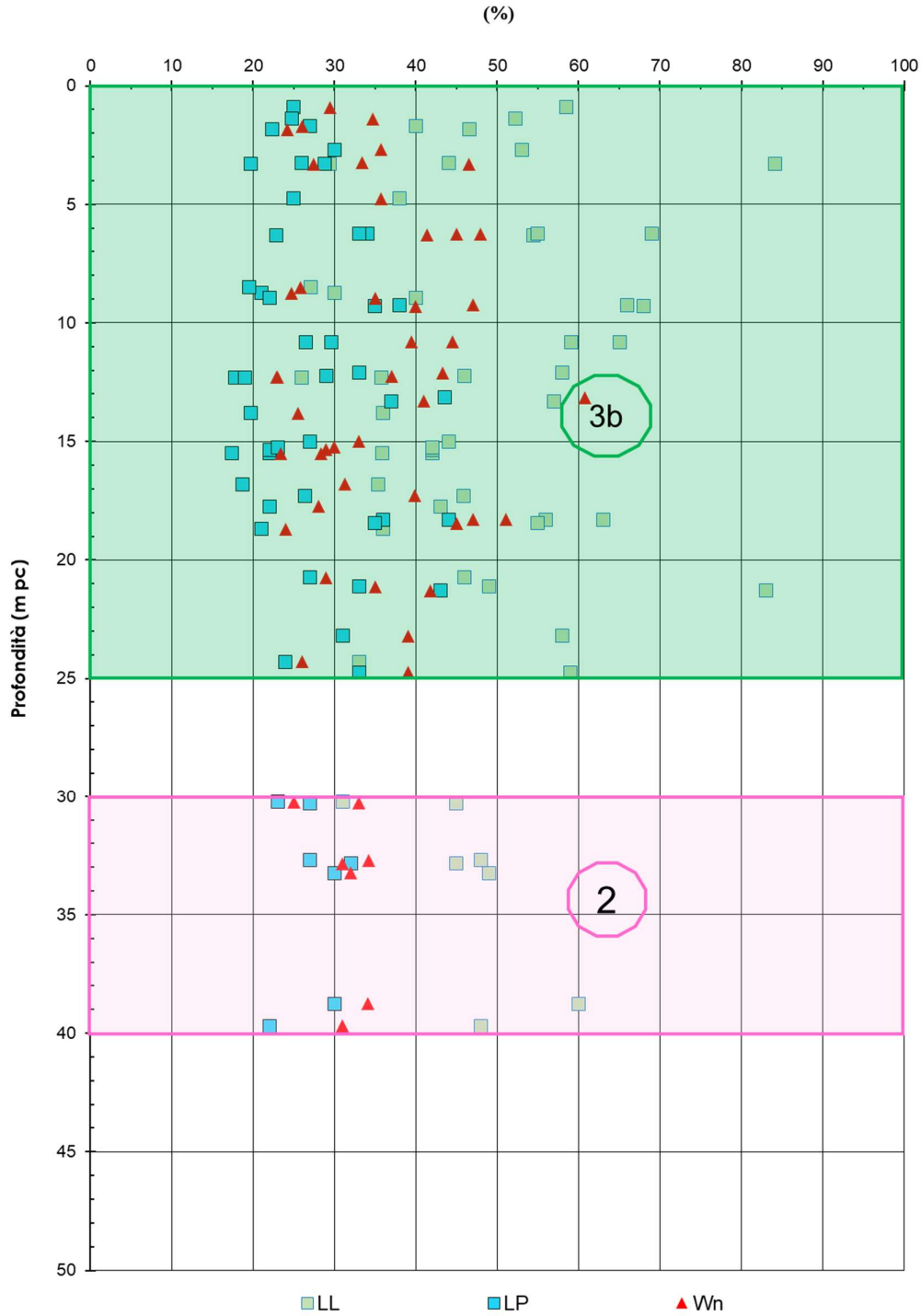


Figura 47 – Limiti di Atterberg e contenuto d'acqua tra pk 29+700 e pk 31+700



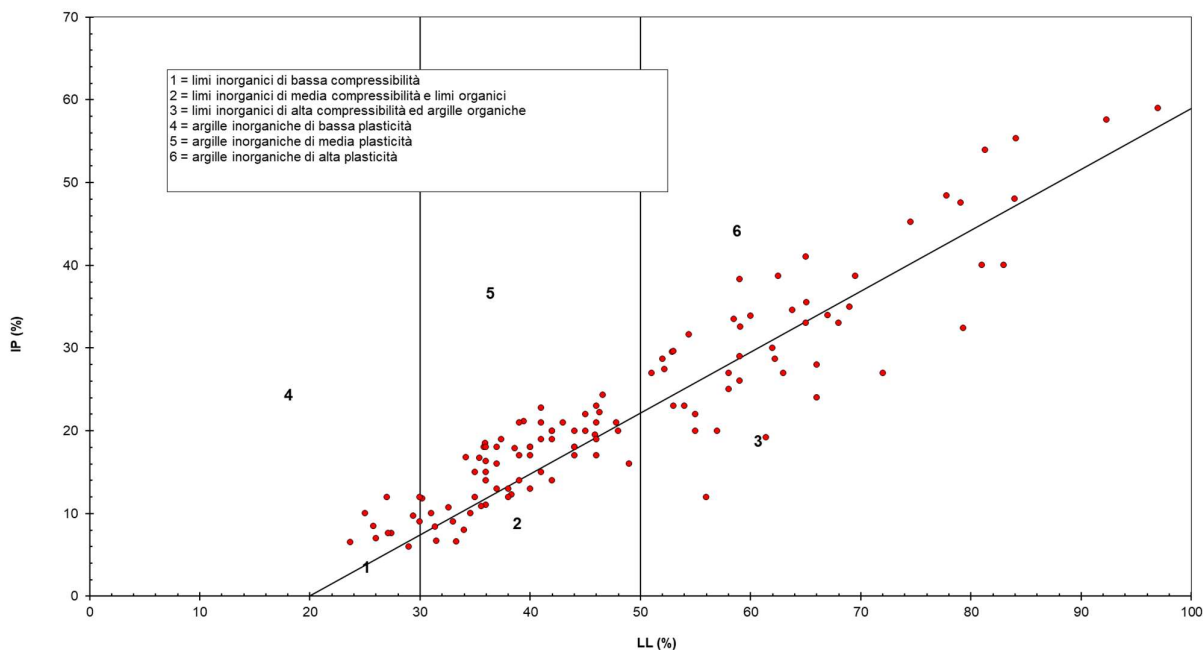


Figura 48 – Carta di plasticità di Casagrande: depositi coesivi 3b tra pk 27+300 e pk 31+700

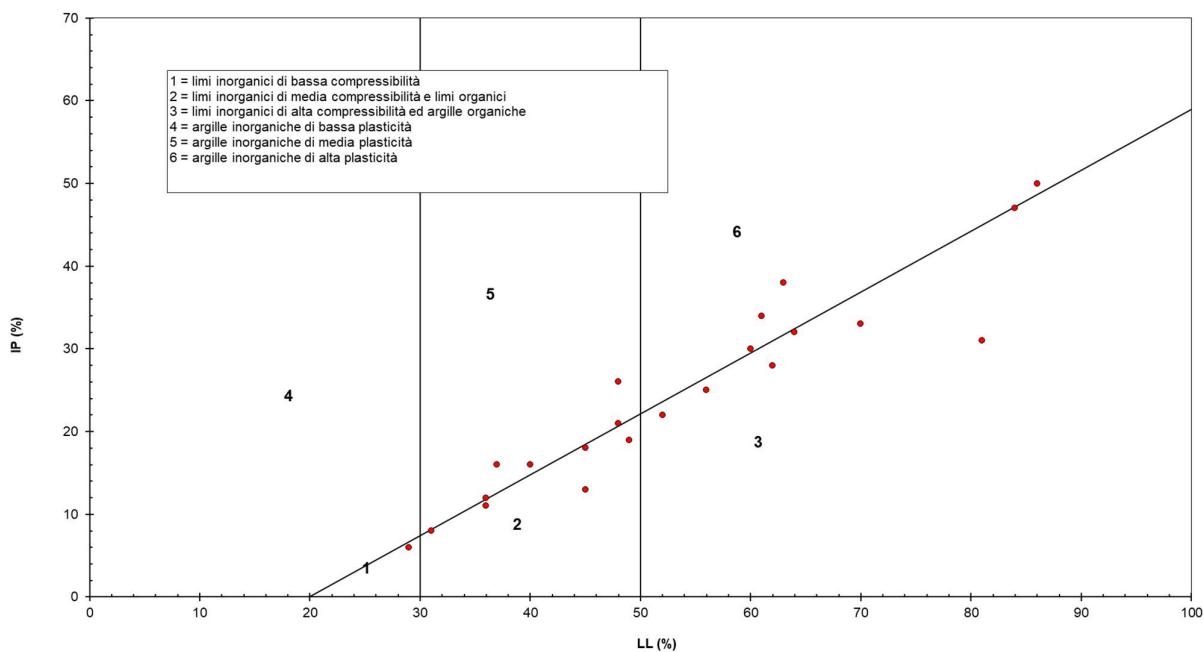


Figura 49 – Carta di plasticità di Casagrande: depositi coesivi 2 tra pk 27+300 e pk 31+700

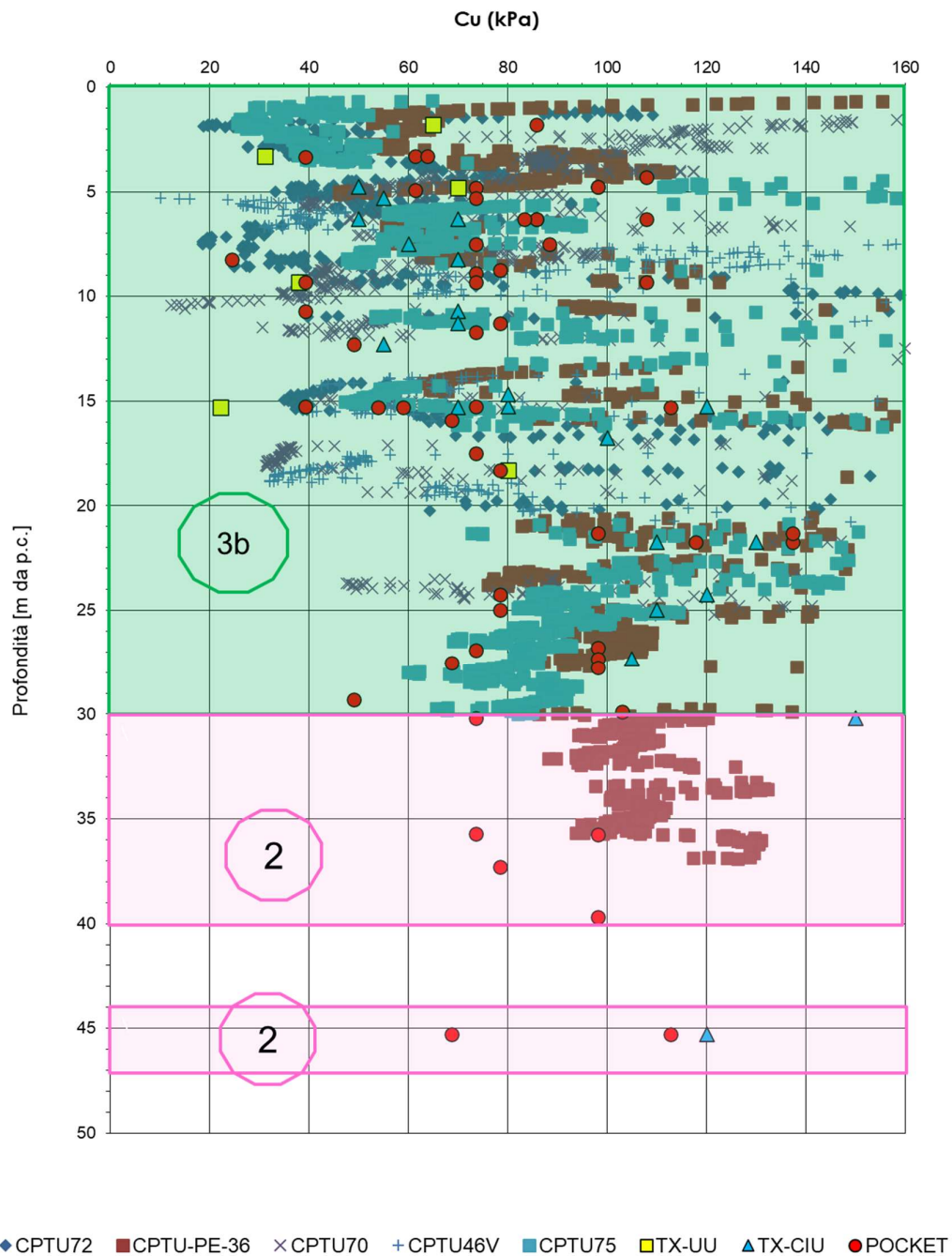


Figura 50 – Resistenza al taglio non drenata da prove CPTU e da prove di laboratorio Unità 3b e Unità 2 tra pk 27+300 e pk 29+700

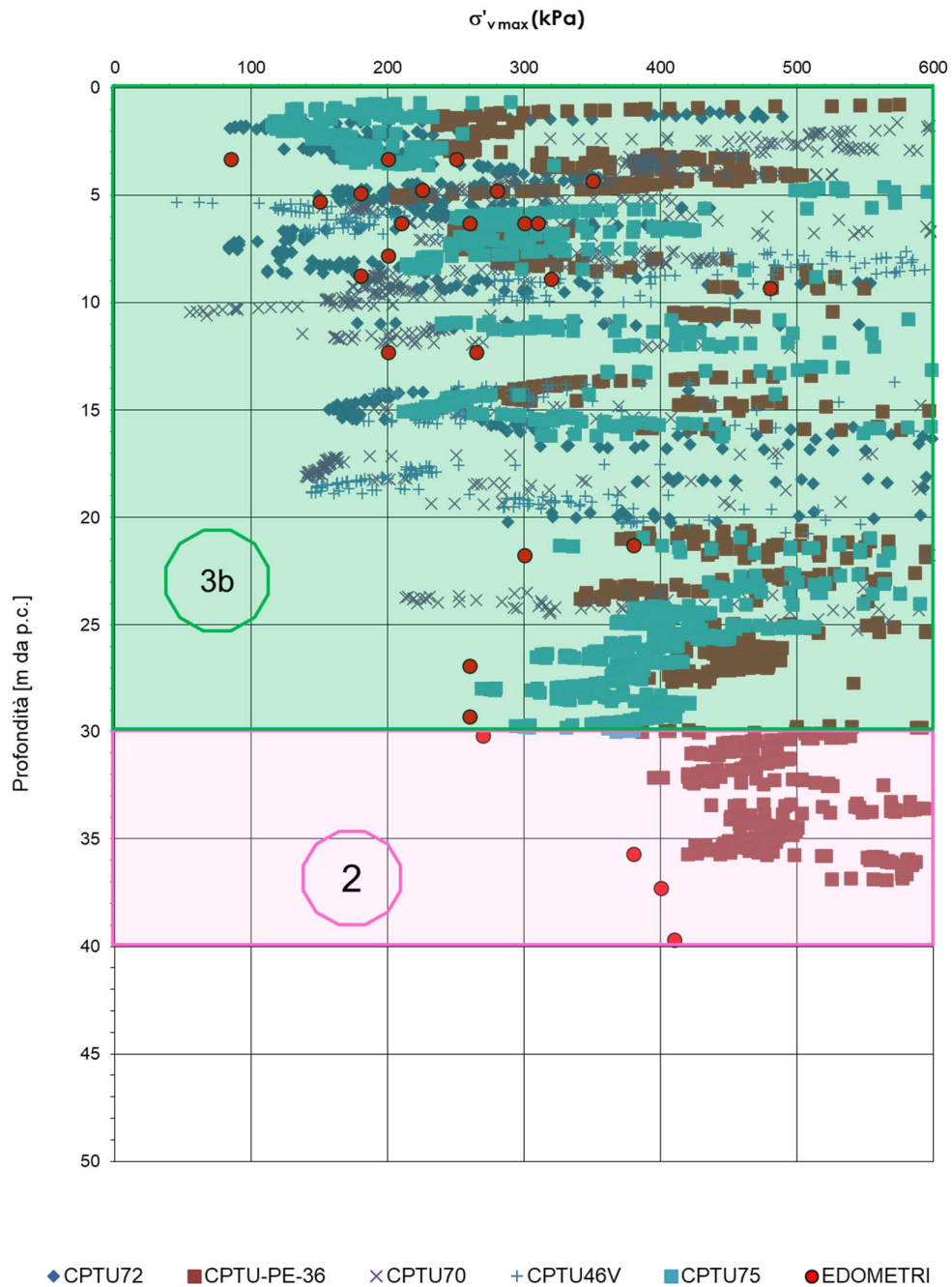


Figura 51 – Tensione di preconsolidazione da prove CPTU e da prove edometriche Unità 3b e Unità 2 tra pk 27+300 e pk 29+700

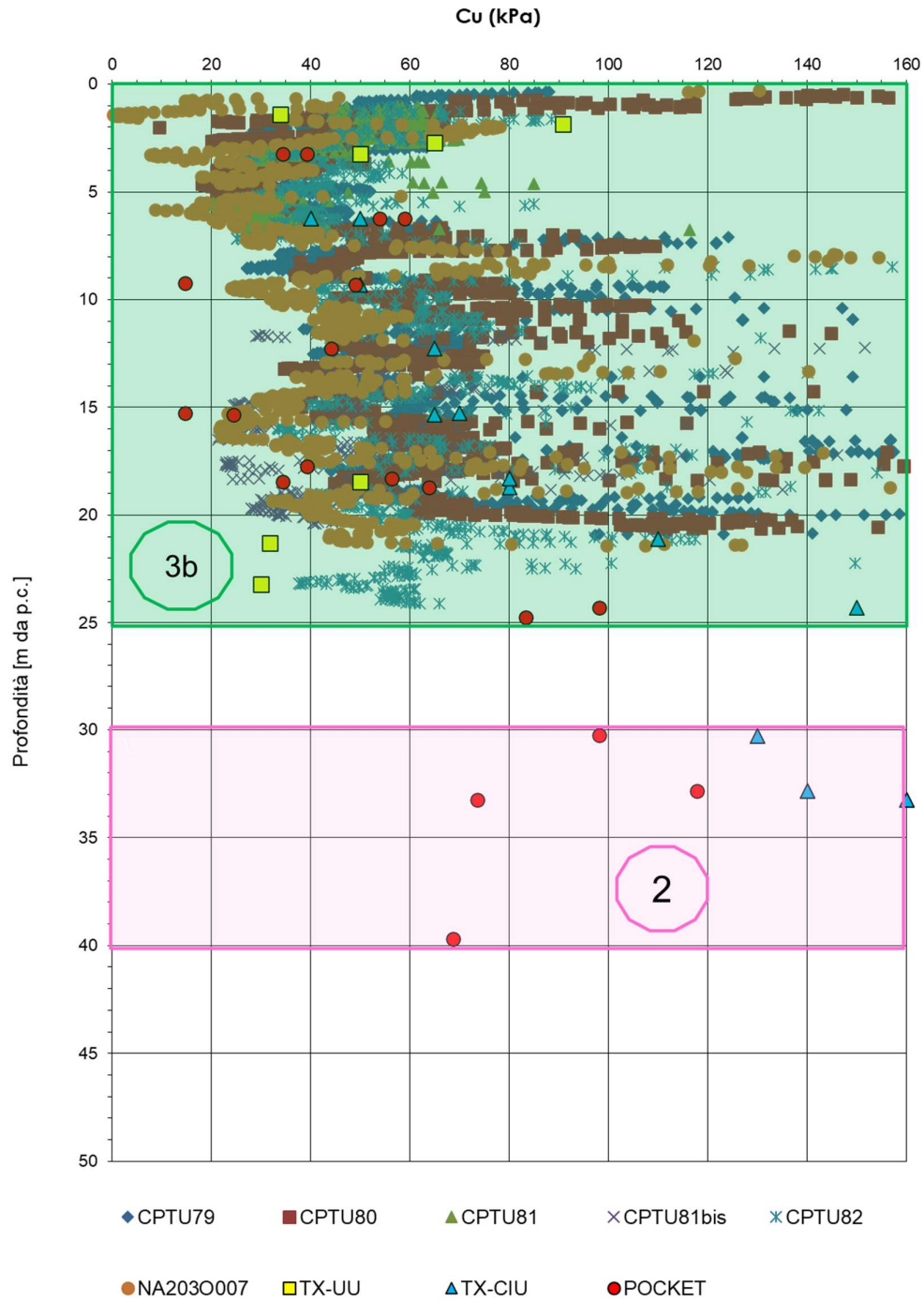


Figura 52 – Resistenza al taglio non drenata da prove CPTU e da prove di laboratorio Unità 3b e Unità 2 tra pk 29+700 e pk 31+700

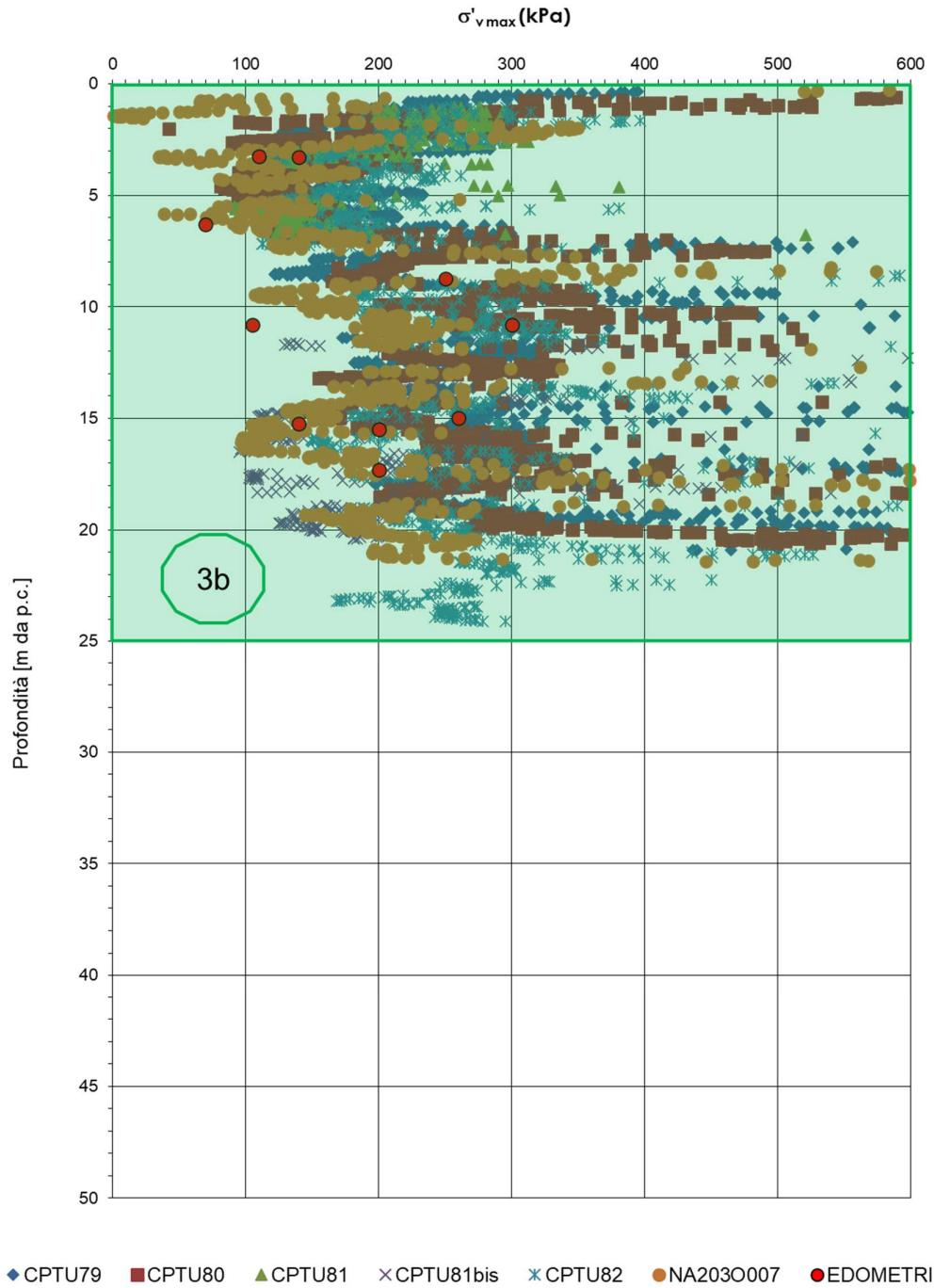


Figura 53 – Tensione di preconsolidazione da prove CPTU e da prove edometriche Unità 3b e Unità 2 tra pk 27+300 e pk 29+700



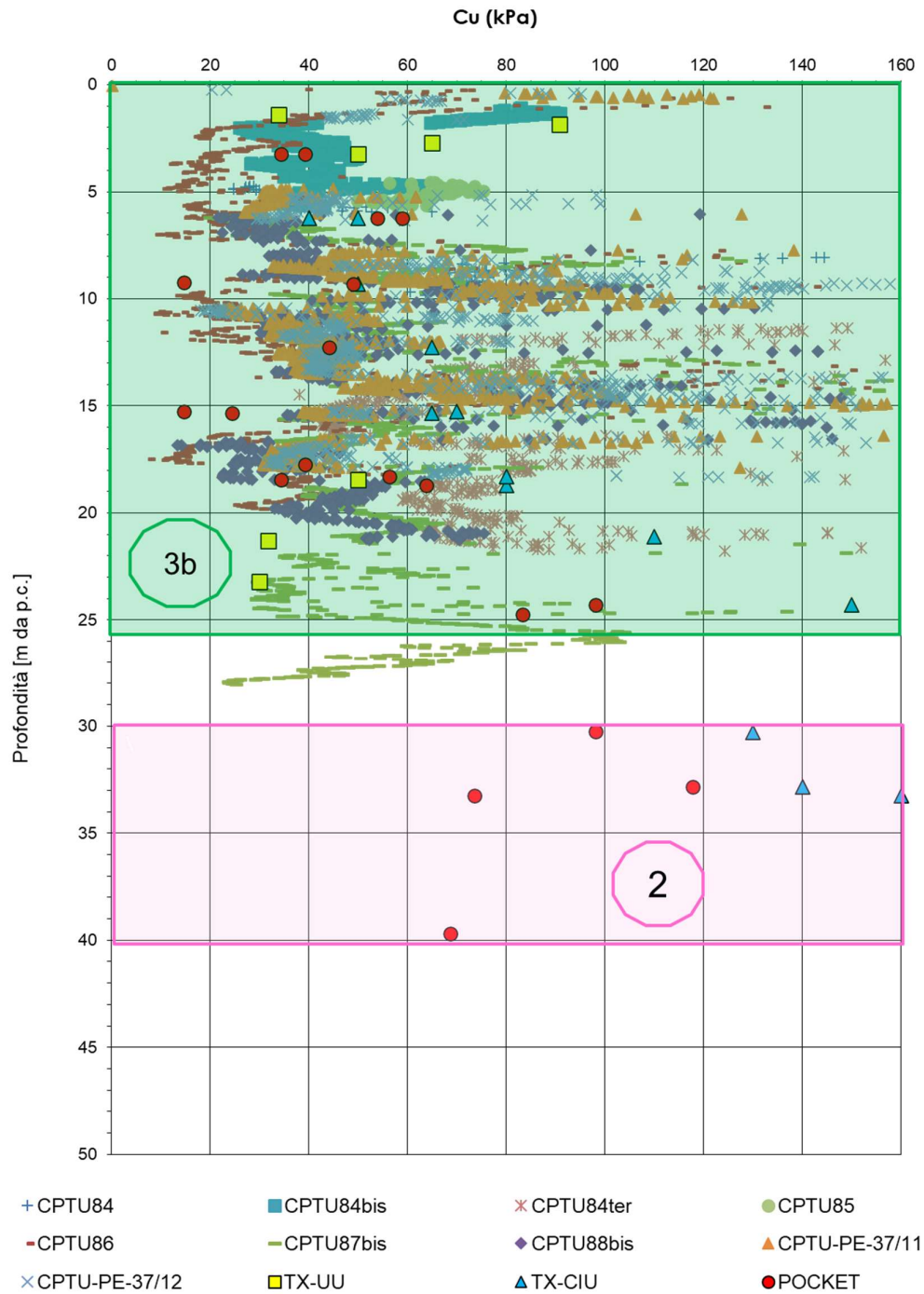


Figura 54 – Resistenza al taglio non drenata da prove CPTU e da prove di laboratorio Unità 3b e Unità 2 tra pk 29+700 e pk 31+700

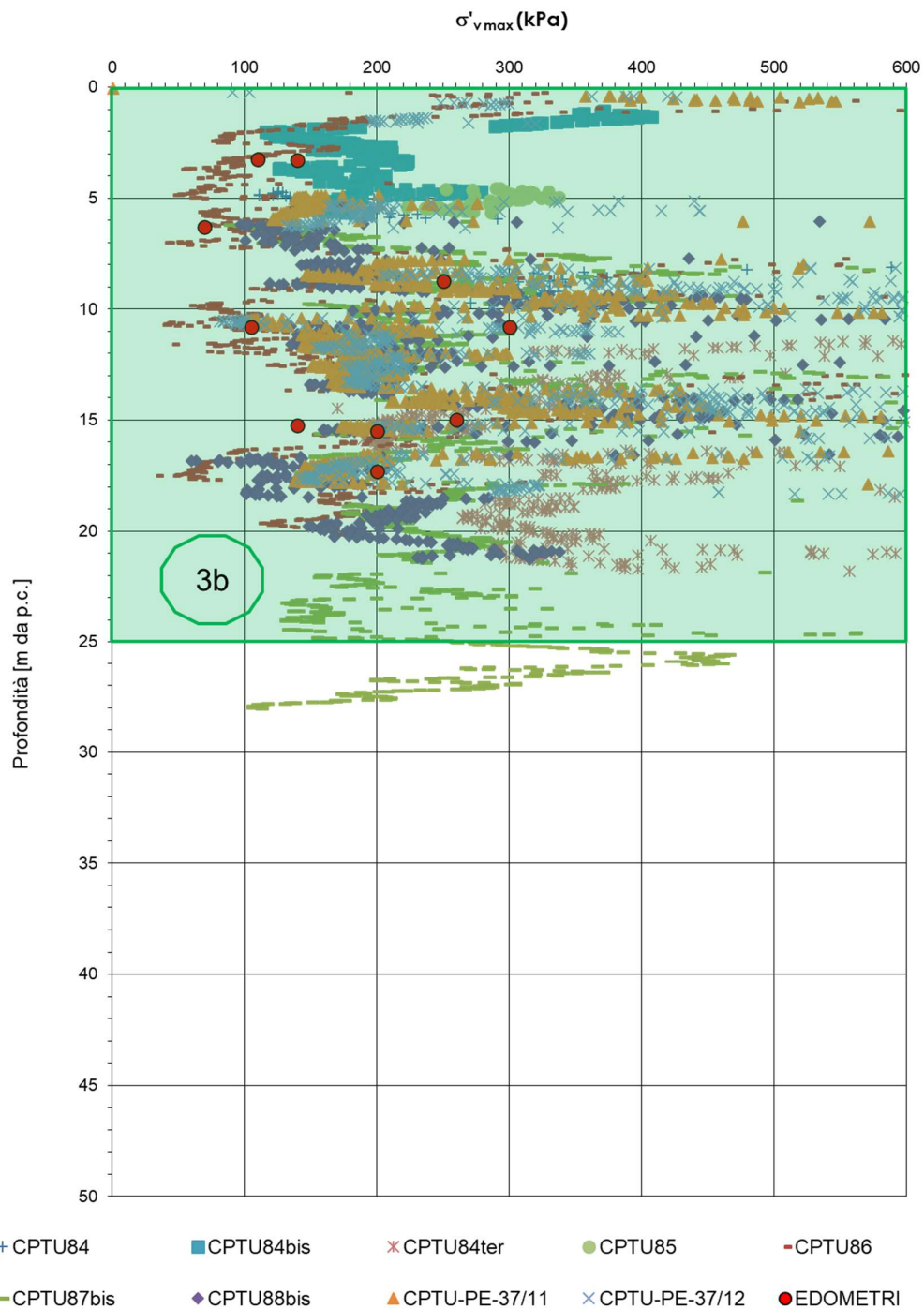


Figura 55 – Tensione di preconsolidazione da prove CPTU e da prove edometriche Unità 3b tra pk 29+700 e pk 31+700

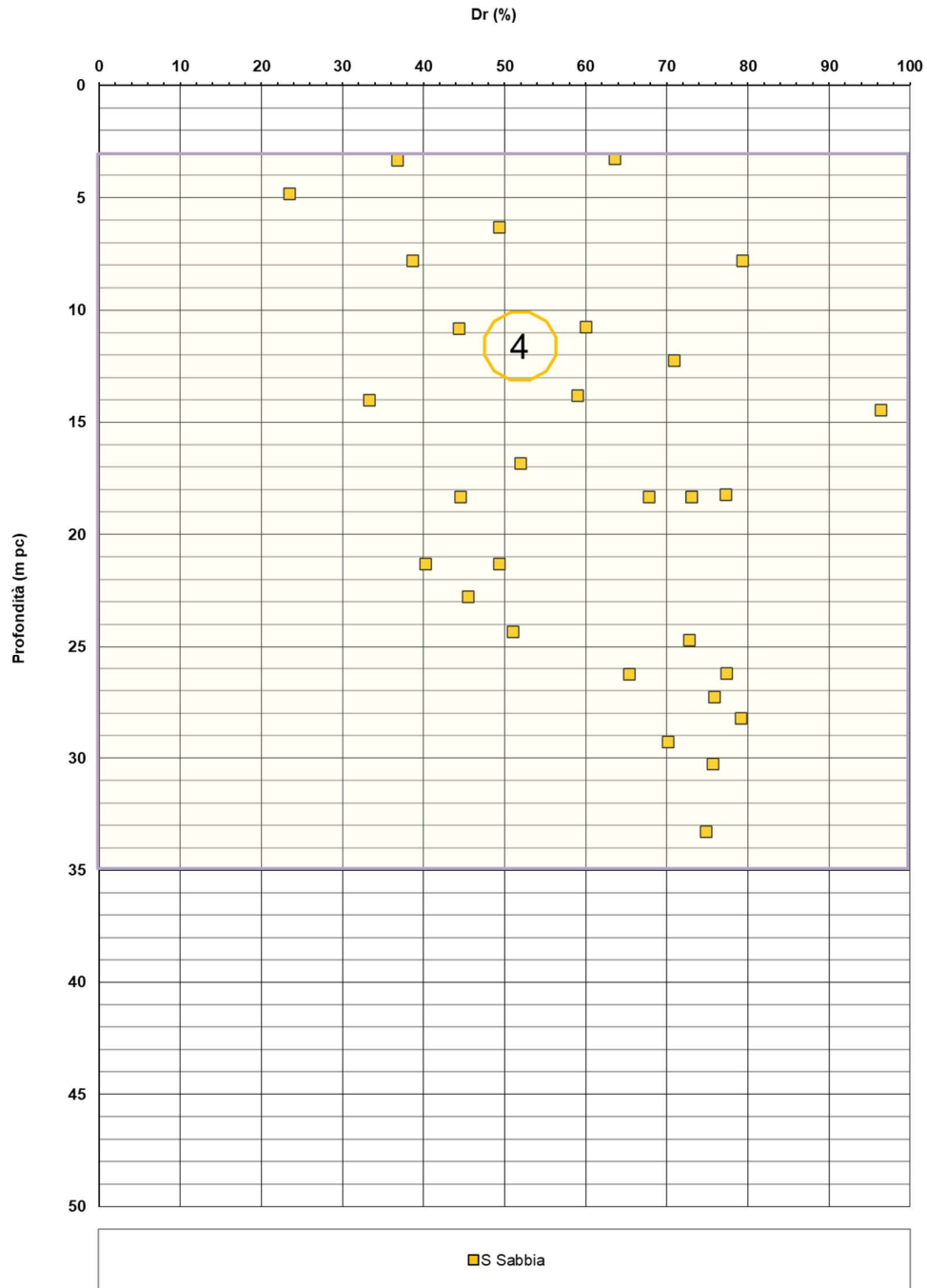


Figura 56 – Densità relativa da prove SPT Unità 4 tra pk 27+300 e pk 31+700



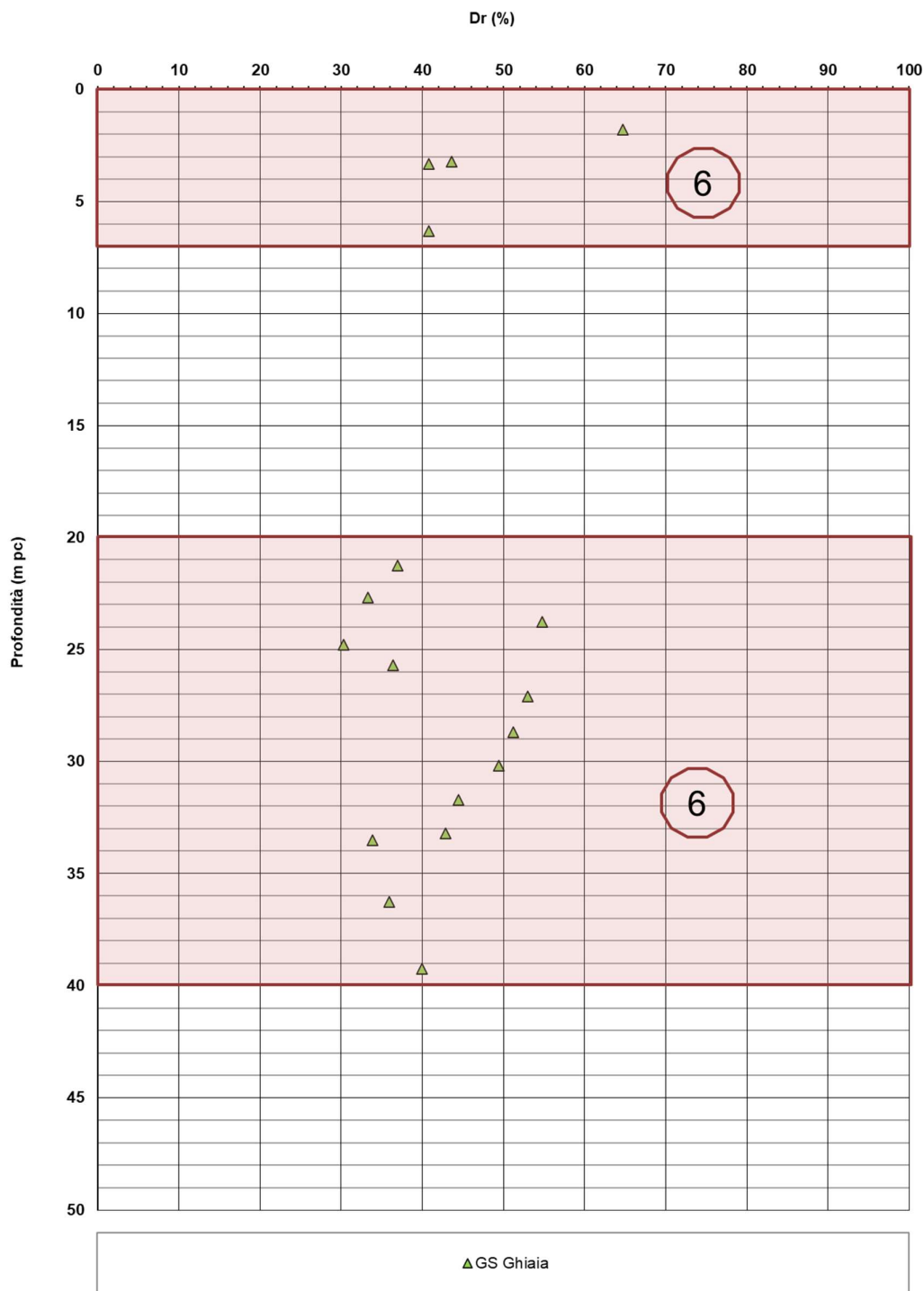


Figura 57 – Densità relativa da prove SPT Unità 6 tra pk 27+300 e pk 31+700

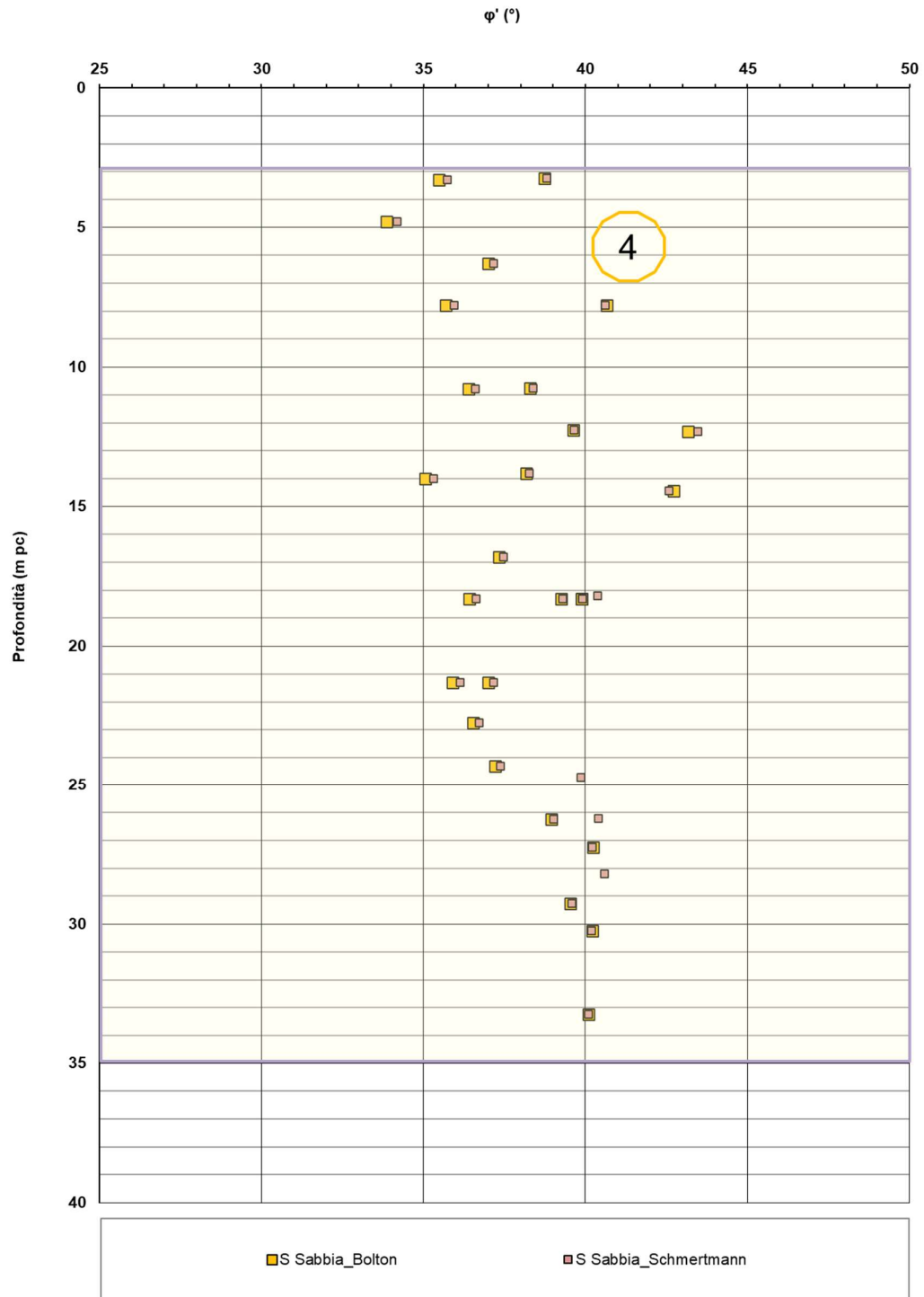


Figura 58 – Angoli di attrito da prove SPT Unità 4 tra pk 27+300 e pk 31+700

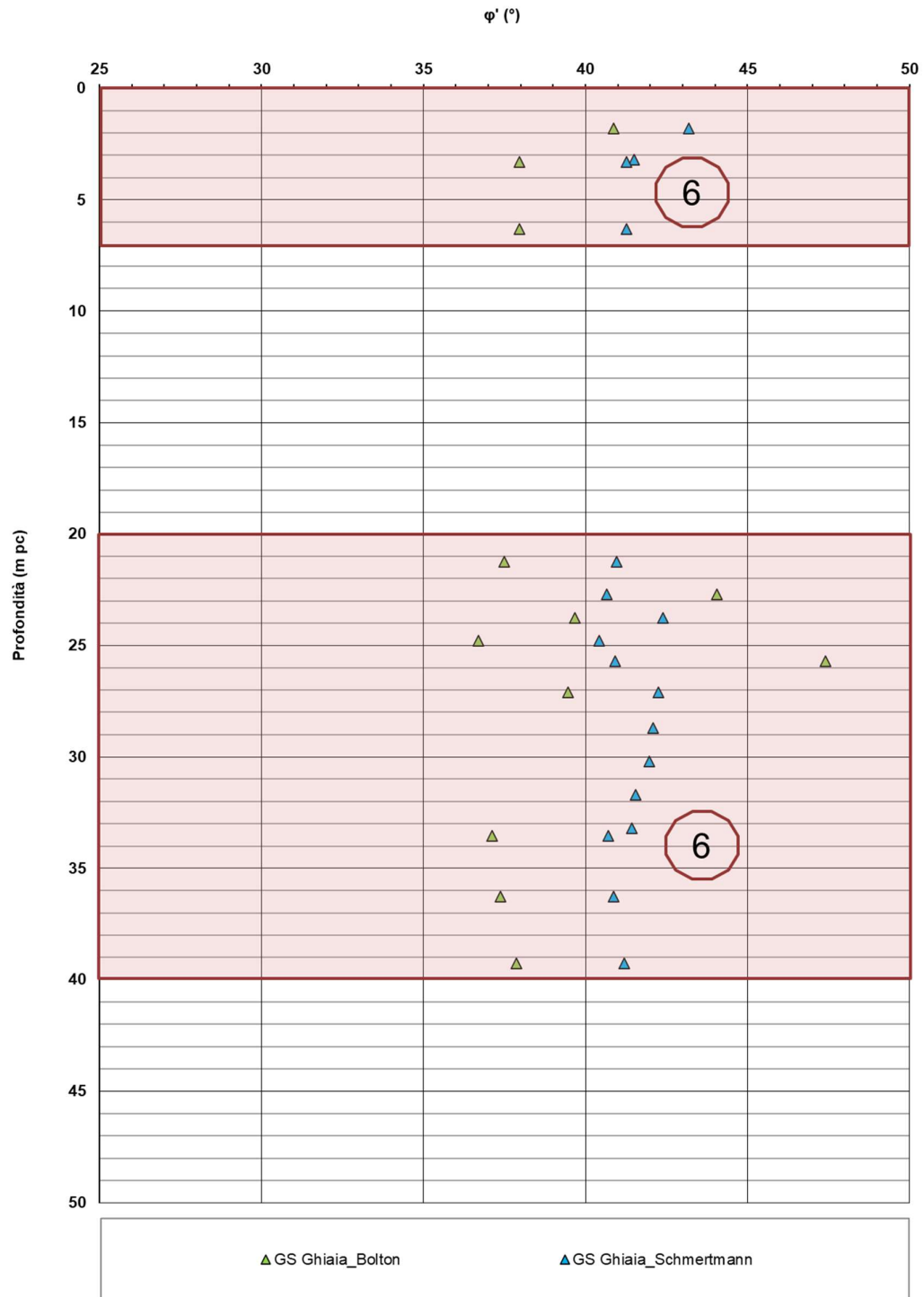


Figura 59 – Angoli di attrito da prove SPT Unità 6 tra pk 27+300 e pk 31+700

**AV/AC VERONA VICENZA**

**pk 28+000 - pk 32+000**

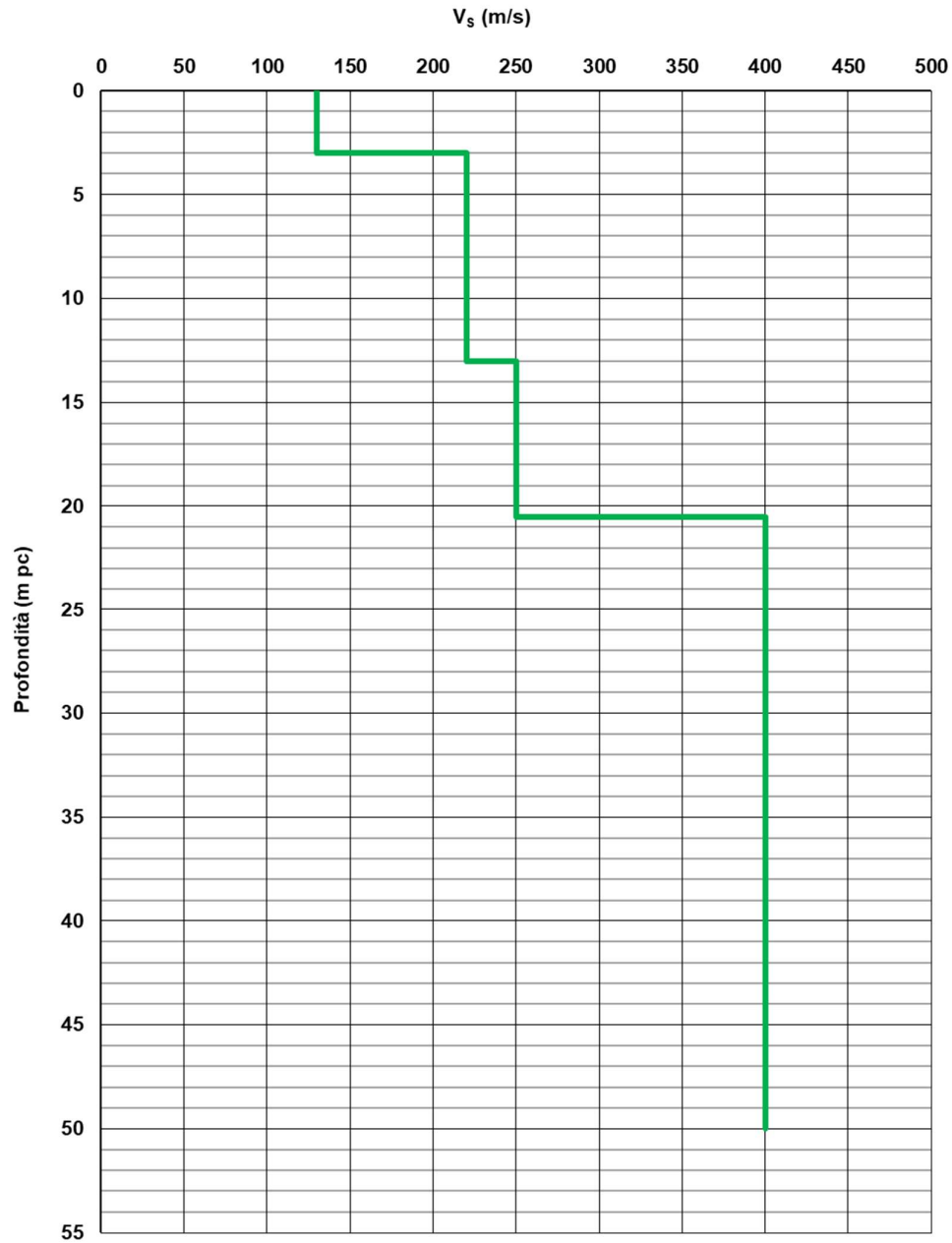


Figura 60 – Profilo di velocità  $V_s$  tra pk 28+000 e pk 32+000 (Doc. rif. [4])

**AV/AC VERONA VICENZA**

**pk 28+000 - pk 32+000**

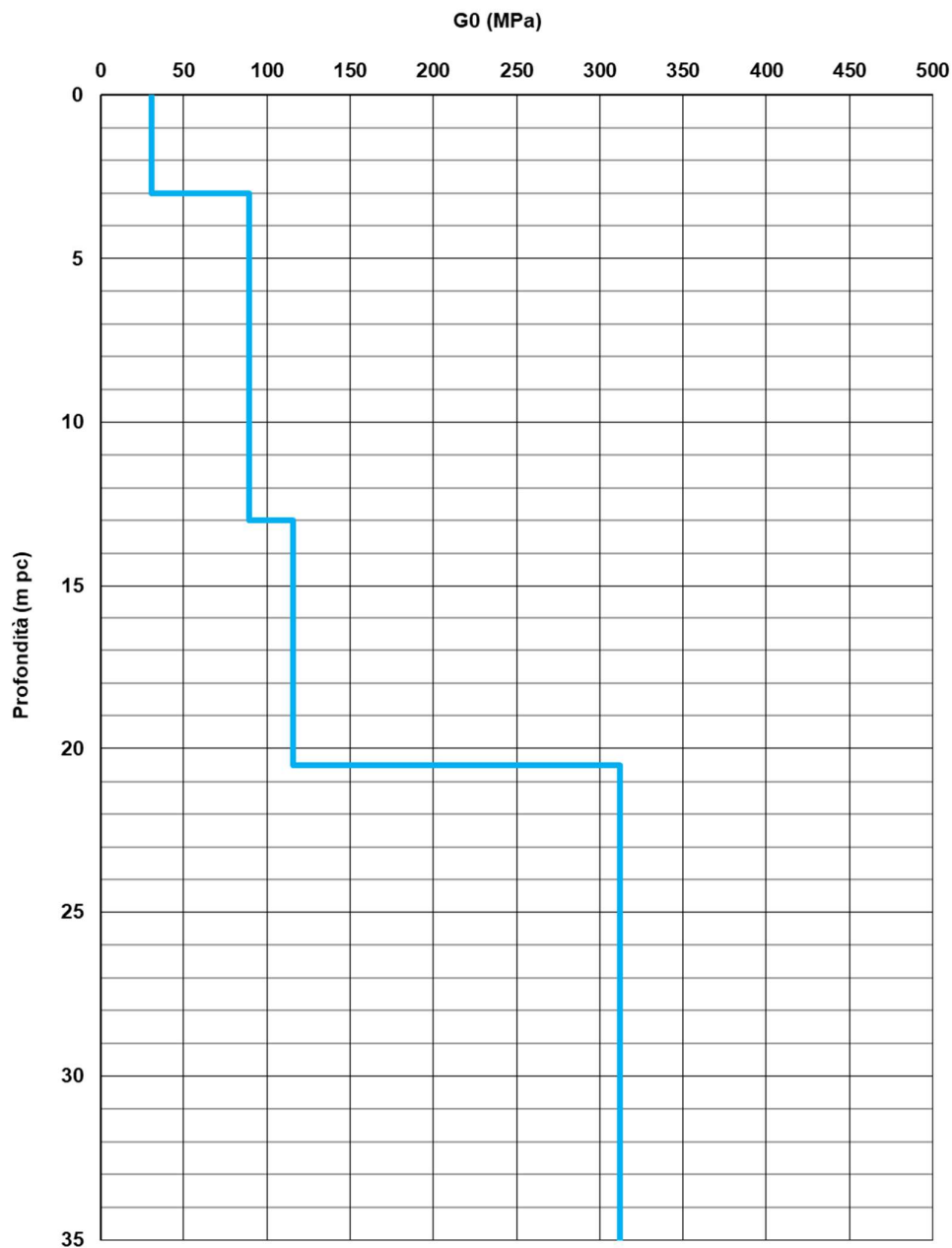




Figura 61 – Modulo di taglio  $G_0$  tra pk 28+000 e pk 32+000

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 106 di 169

## 6.7 Tratto compreso fra pk 31+700 e pk 33+500

Lungo il tratto di lunghezza pari circa 2000 m si prevede la realizzazione di rilevati di altezza variabile tra 4 m e 5.5 m circa, di una variante della linea storica (a partire da pk 32+690) e del Viadotto Montebello (pk 33+165 circa), oltre alla costruzione ed al prolungamento di alcuni sottovia.


Le indagini eseguite sono elencate in Tabella 20 e consistono in sondaggi a carotaggio continuo (BH, SP, SPA), prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU) e dinamiche, pozzetti esplorativi (PT) e prove geofisiche tipo down-hole (DH), cross-hole (CH) e MASW. La posizione delle indagini ed il loro esito sono descritti in dettaglio in elaborati di progetto dedicati.

*Tabella 20 - Indagini tra pk 31+700 e pk 33+500*

<b>Progressiva Pk</b>	<b>Indagini ID</b>	<b>Campagna Anno</b>
31+740	SPC46	2014/2015
31+740	CPTU-PE-38	2020-2021
31+760	NA203O008	2002
31+975	CPTU90 e CPTU90bis	2014/2015
31+988	BH-PZ-PE-64	2020-2021
32+002	PT50	
32+236	BH-DH-PE-65	2020-2021
32+300	NA203R012	2002
32+366	MASW-PE-16	2020-2021
32+649	PT51	
32+690	SPC47bis	2014/2015
32+735	SPC47	2014/2015
32+880	NA203R013	2002
32+995	PT52	
33+074	BH-DH-PE-66	2020-2021
33+225	BH-PZ-PE-67	2020-2021
33+250	S 48	2015
33+360	S 49	2015
33+430	BH-PE-68	2020-2021
33+433	MASW-PE-17	2020-2021
33+477	XA203V018	2002

La Figura 62 riporta l'insieme delle prove SPT eseguite nel tratto considerato, identificando la frazione prevalente del materiale nel quale l'SPT è stato eseguito. Si ritiene che la rappresentazione dell'insieme dei dati fornisca un utile quadro di insieme delle condizioni geotecniche nel tratto considerato.

Per quanto riguarda le condizioni stratigrafiche questa tratta è caratterizzata da una maggiore presenza di terreni incoerenti e la potenziale assenza di livelli argillosi o limo argillosi all'interno dell'unità ghiaiosa,

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 107 di 169

che, quando presenti, conservano la medesima caratterizzazione definita al punto precedente.

Sulla base dei criteri descritti nel capitolo 5, i parametri geotecnici sono stati determinati mediante l'interpretazione dei risultati delle prove di sito e di laboratorio. Nelle figure sottoindicate sono riportati i risultati delle analisi e dell'interpretazione delle prove in sito, suddivise per le diverse unità definite al punto 6.3, e più in particolare:

- Caratteristiche granulometriche delle diverse Unità riscontrate (Figura 63, Figura 64 e Figura 65);
- Densità relativa stimata da prove SPT (v. Figura 66);
- Angolo di attrito stimato da prove SPT (v. Figura 67).

Come descritto nella Figura 63, lungo tutto il profilo si riscontra una diffusa presenza di sabbie e ghiaie, con contenuto di fini mediamente inferiore al 30%, in misura crescente muovendosi verso est.

I depositi sabbiosi presentano caratteristiche simili a quelli più profondi rinvenuti nel tratto precedente (Unità 4). In particolare, si misurano NSPT variabili linearmente tra 15 colpi/30 cm e 70 colpi/30 cm e l'unità risulta essere densa, con DR = 40%-80%. Si stimano angoli di attrito compresi tra 35° e 40°.

Per quanto riguarda l'unità ghiaiosa (Unità 6) si misurano NSPT perlopiù superiori a 25 colpi/30 cm e fino a 60 colpi/30 cm e si stimano densità relative comprese tra 30% e 45% ed angoli di attrito di 37°-40°.

Il profilo di Vs derivante dalle interpretazioni discusse nella Relazione Sismica (Doc. rif. [6]) indica valori di Vs da 160 m/s crescenti fino alle massime profondità indagate, laddove si stimano Vs = 400 m/s circa. Si stima che nella parte centrale del profilo da 5 a 20 m di profondità i valori di Vs possano essere dell'ordine dei 250-300 m/s. A partire dal profilo di Vs si definisce un modulo di taglio alle piccole deformazioni ( $G_0$ ) che cresce con la profondità da 50 MPa fino a 350 MPa, oltre i 20 m pc.

I parametri caratteristici suggeriti per le unità individuate sono riportati nel capitolo 7.

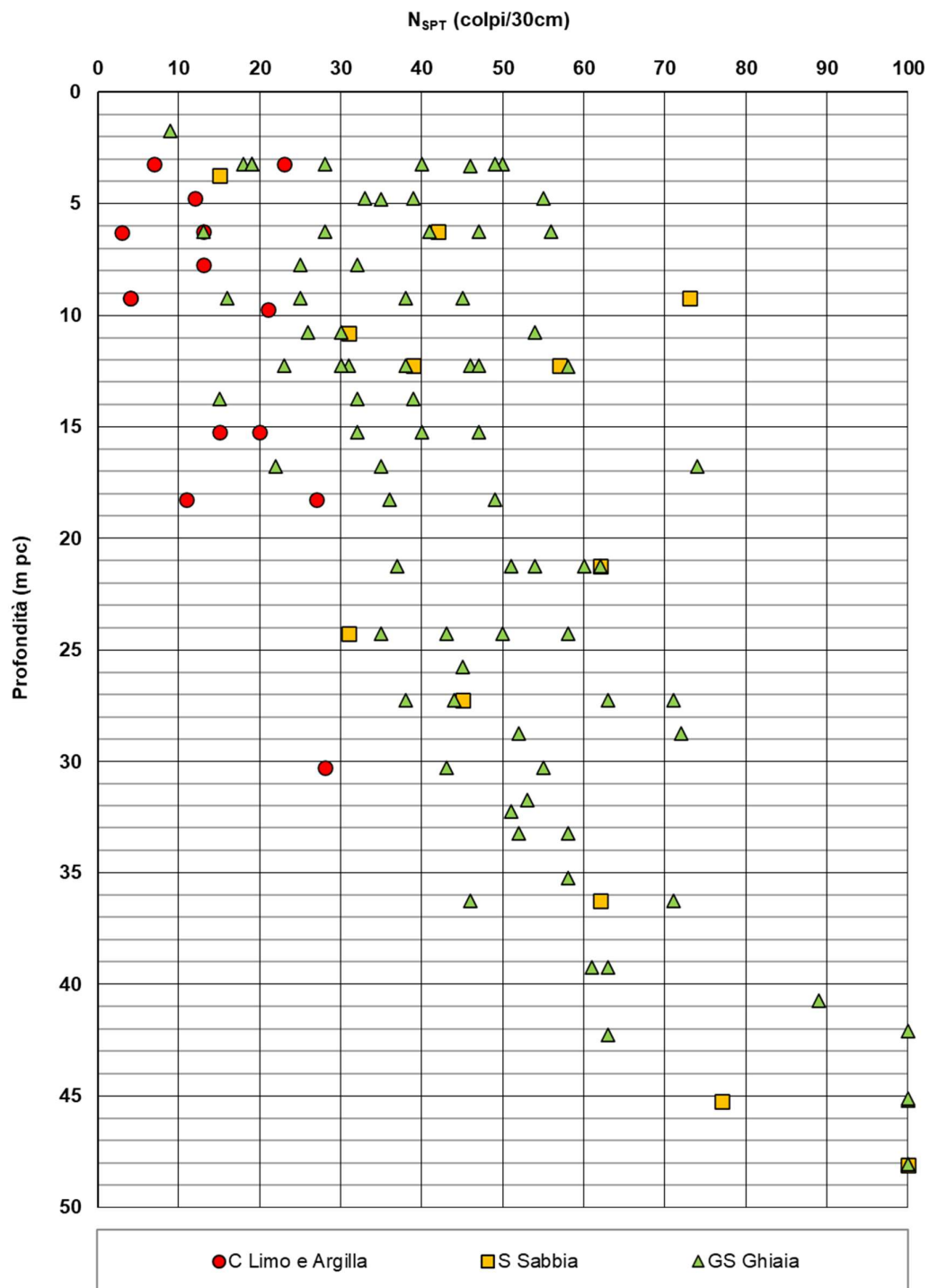


Figura 62 – Esito delle prove SPT tra pk 31+700 e pk 33+500



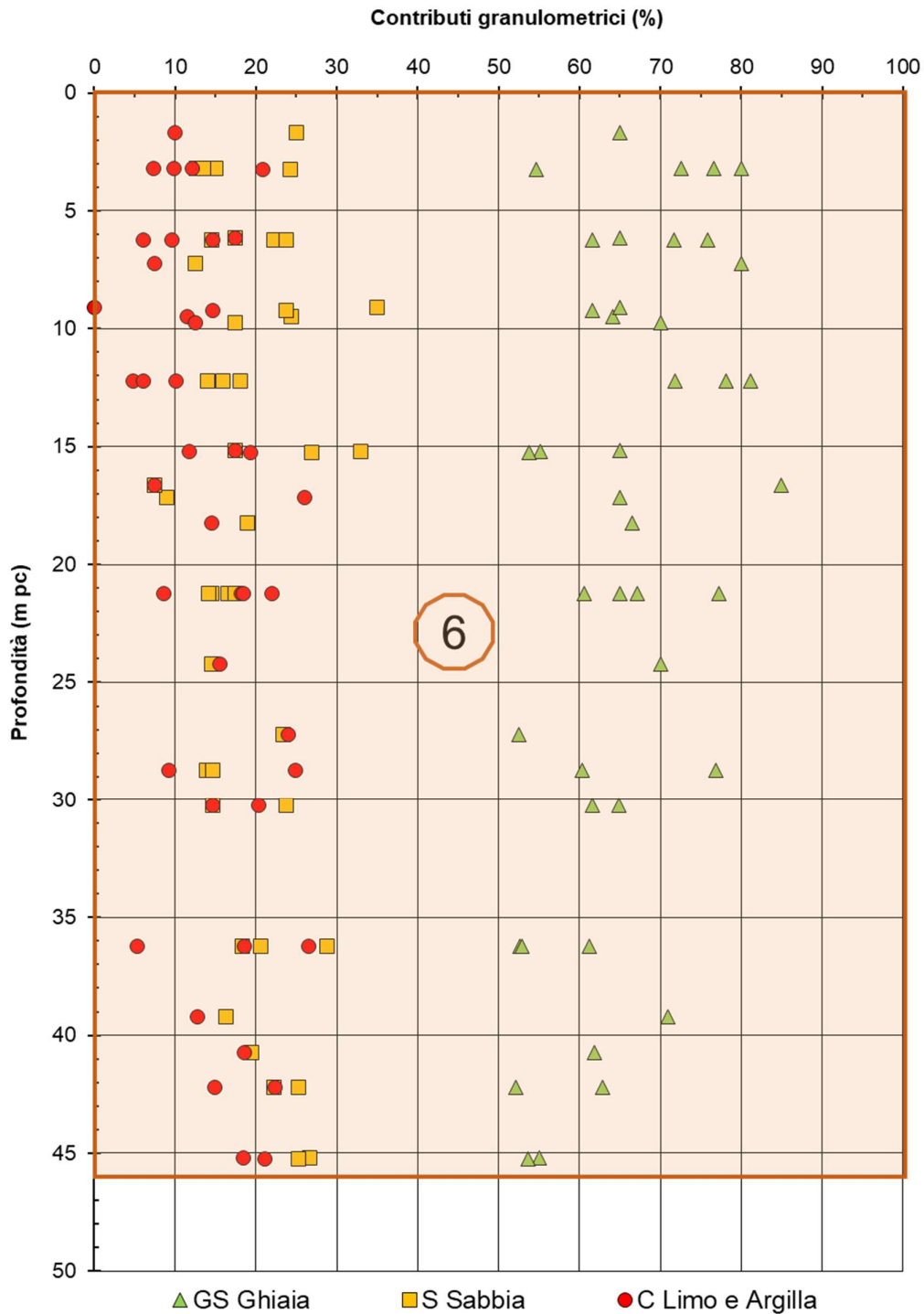


Figura 63 – Caratteristiche granulometriche Unità 6 tra pk 31+700 e pk 33+500

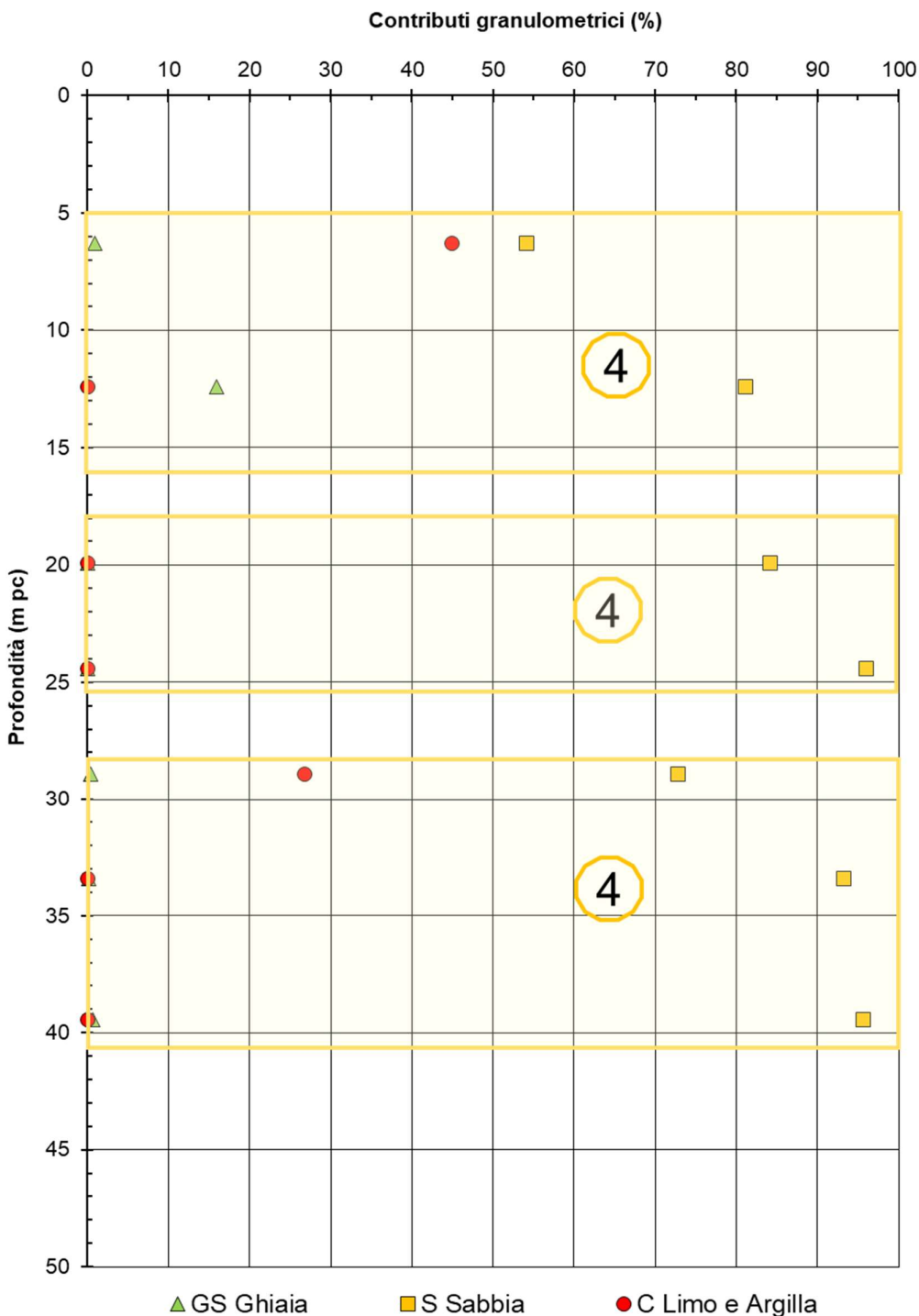


Figura 64 – Caratteristiche granulometriche Unità 4 tra pk 31+700 e pk 33+500

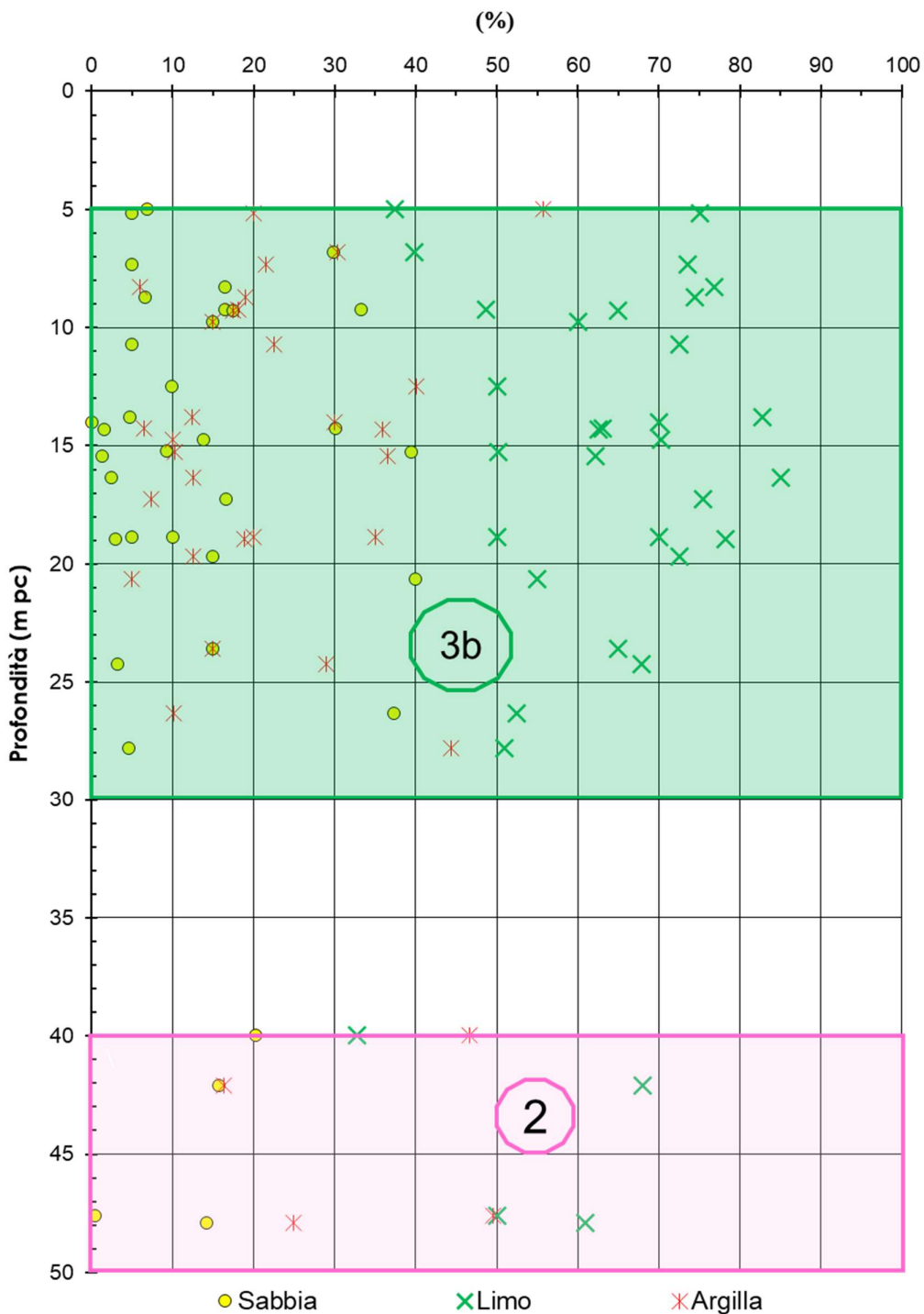


Figura 65 – Caratteristiche granulometriche Unità 3b e 2 tra pk 31+700 e pk 33+500

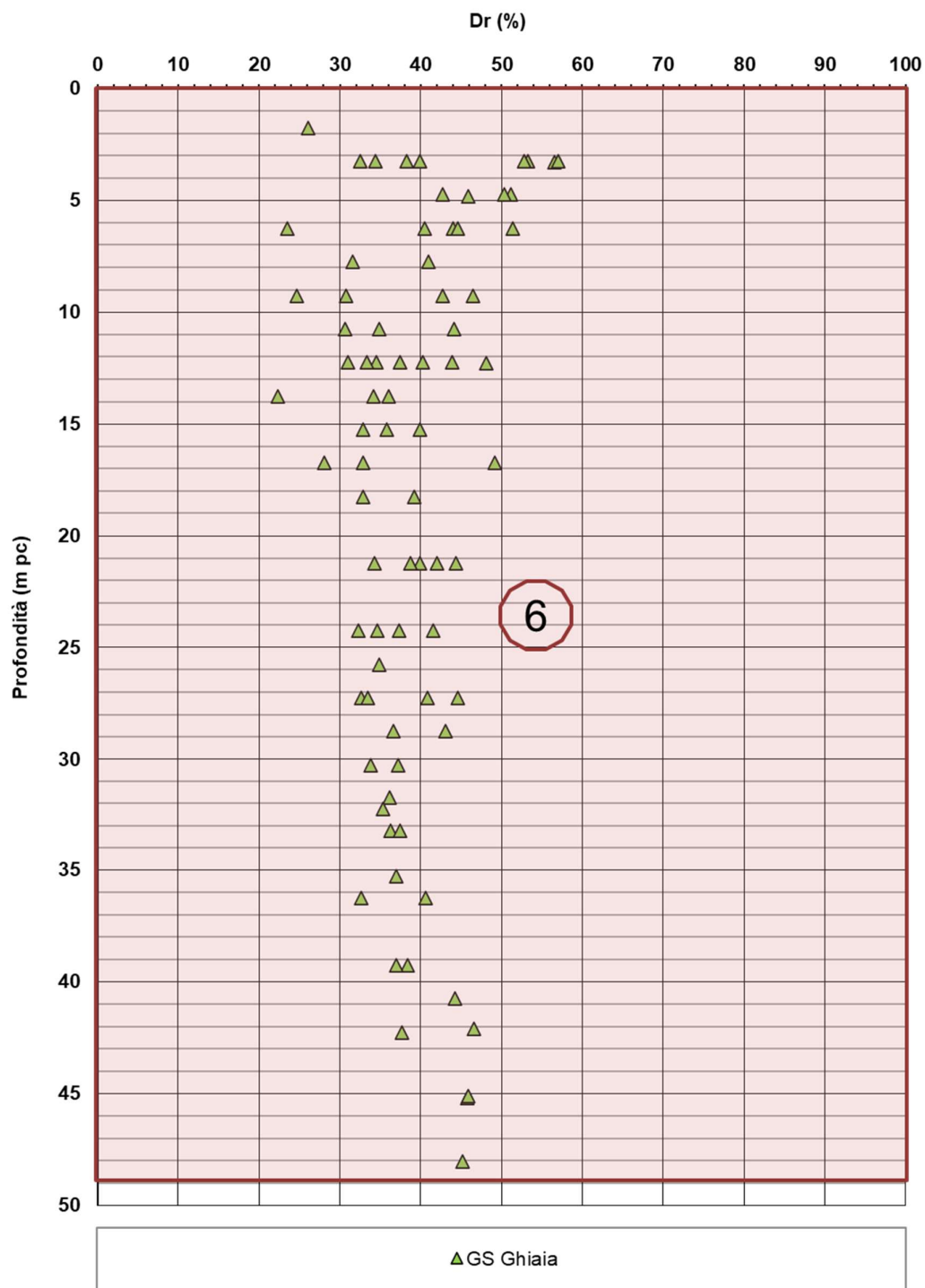


Figura 66 – Densità relativa da prove SPT Unità 6 tra pk 31+700 e pk 33+500



Figura 67 – Angoli di attrito da prove SPT Unità 6 tra pk 31+700 e pk 33+500

**AV/AC VERONA VICENZA**

**pk 32+000 - pk 36+000**

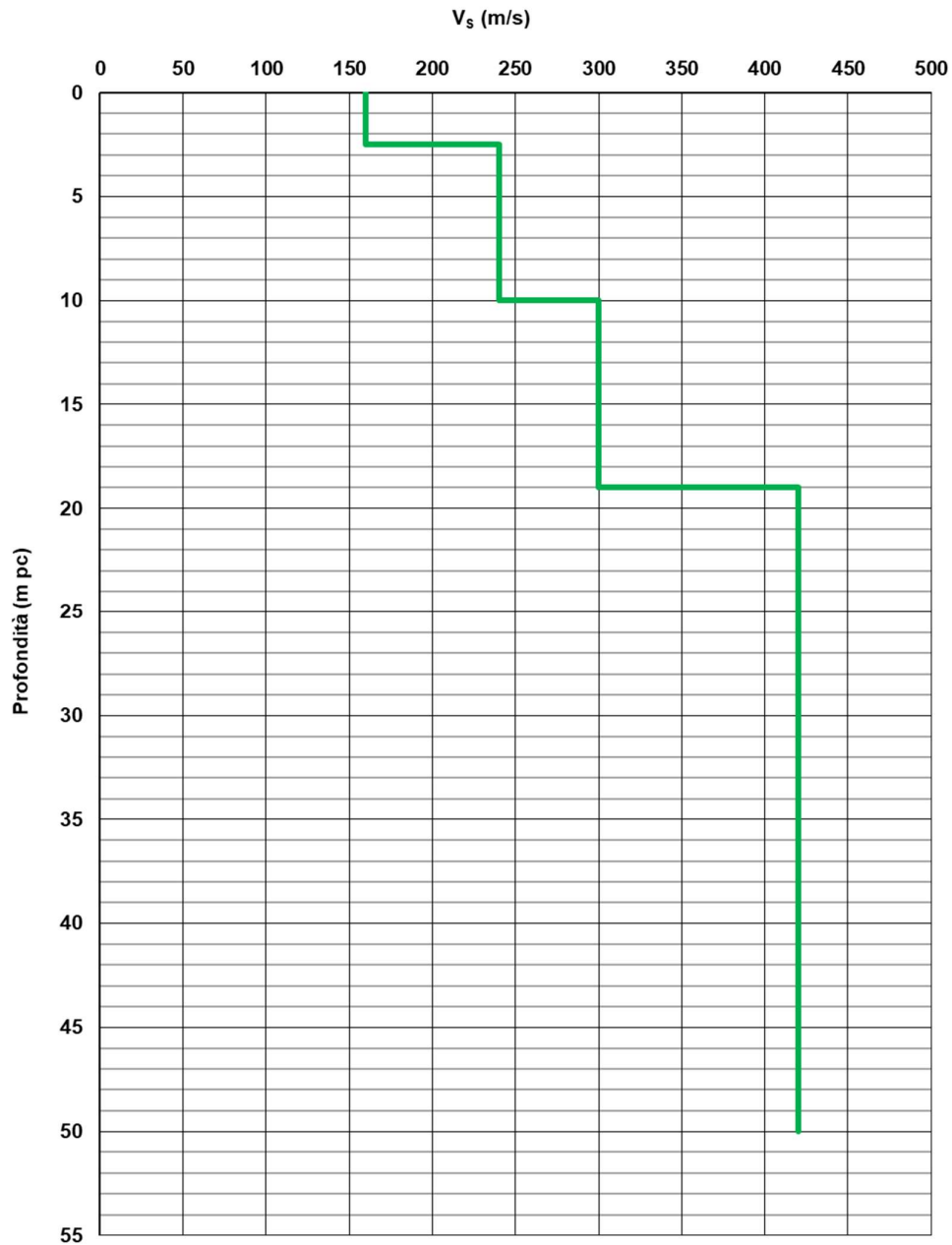


Figura 68 – Profilo di velocità  $V_s$  tra pk 32+000 e pk 36+000 (Doc. rif. [4])

**AV/AC VERONA VICENZA**

**pk 32+000 - pk 36+000**

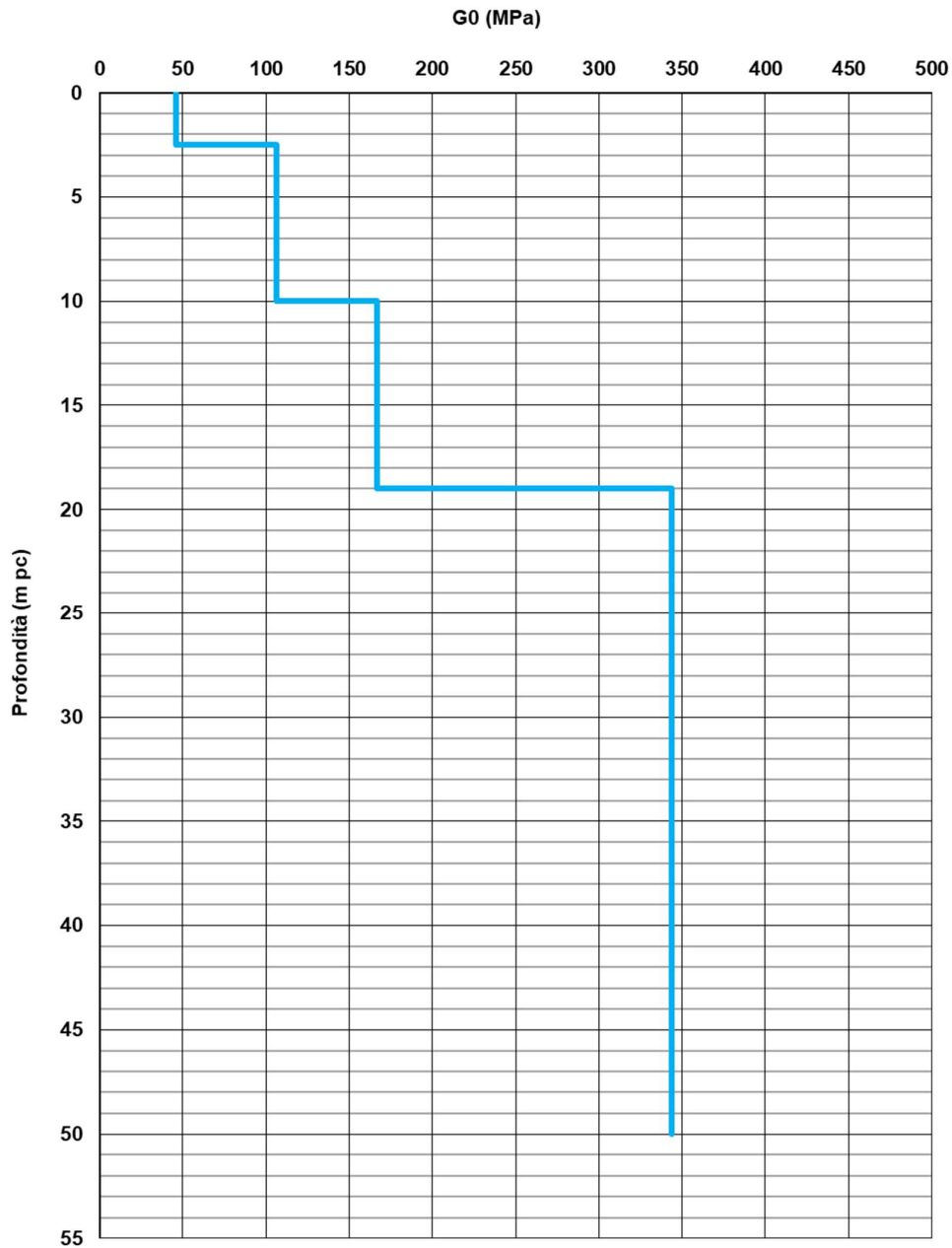




Figura 69 – Modulo di taglio G<sub>0</sub> tra pk 32+000 e pk 36+000

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 116 di 169

## 6.8 Permeabilità

Nell'ambito del Progetto Esecutivo sono state eseguite alcune prove Lefranc tra le progressive 21+990 e 25+700 al fine di fornire una misura delle permeabilità dei materiali rinvenuti.

Di seguito si fornisce una sintesi dei risultati delle prove e, per maggiori dettagli, si rimanda alla relazione Idrogeologica (Doc. Rif [4]).

*Tabella 21 – Risultati prove Lefranc*

Sondaggio n°	Profondità (m da pc)		livello falda (m da pc)	Litologia*	k (m/s)
	da	a			
BH-PE-50	6	6.7	5.3	L(A) / A(L)	6.07E-06
BH-PE-50	9	9.6	5.3	S(L) / A(L)	3.87E-06
BH-PE-50	11.3	12.1	5.3	L(A)[S]	2.96E-06



\* Doc. rif. [7]

In considerazione dei dati disponibili, le attività di progettazione saranno eseguite adottando assunzioni cautelative, in funzione della natura delle opere in esame e delle indagini ritenute significative. Le cautele prese saranno volte a garantire accettabili margini di sicurezza.

Considerando la particolare natura degli strati più superficiali, ed in particolare degli strati dell'Unità3b, si segnala che i valori di permeabilità potrebbero essere caratterizzati da notevoli anisotropie, con valori in direzione orizzontale fino ad almeno un ordine di grandezza maggiori che non in direzione verticale. In ogni caso, in tale valutazione, il progettista dovrà prestare particolare attenzione alle profondità di interesse del problema in questione, e considerare le locali condizioni stratigrafiche.

Per ulteriori dettagli circa le permeabilità attese, si rimanda alla Relazione Idrogeologica (Doc. rif. [4]) ed alle Relazioni Geotecniche delle singole WBS.



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 117 di 169

## 7 RIASSUNTO DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Lo studio svolto ha avuto come finalità la classificazione e caratterizzazione dei depositi investigati, coerentemente con le indicazioni emerse dallo studio geologico-geomorfologico della zona. I Profili Geotecnici (Doc. rif. [7]) individuano la presenza delle unità stratigrafiche definite nei capitoli precedenti, sulla base dei risultati delle indagini disponibili. I principali parametri caratteristici suggeriti per ognuna delle unità sono elencati nelle Tabelle seguenti (da *Tabella 22* a *Tabella 25*).

Si ricorda ancora che, sulla base della Normativa qui di riferimento (NTC 2008), e come ulteriormente ribadito da quella in vigore (NTC 2018), la scelta dei parametri e della stratigrafia di progetto è di esclusiva responsabilità e competenza del progettista della singola opera. In questa luce, altri parametri, tipicamente quelli che governano i processi di consolidazione e drenaggio (ad ese. permeabilità, coefficienti di consolidazione) governati da condizioni locali (lenti drenanti, percorsi di drenaggio, storia tensionale), e dipendenti dal tipo di problema da esaminare, dovranno essere assunti dal progettista sulla base dei dati di base qui sinteticamente presentati, e tenendo conto dei risultati delle indagini di sito e di laboratorio, riportati nei Report fattuali delle indagini.

*Tabella 22 - Parametri geotecnici caratteristici per la tratta dalla 21+990 alla 25+700*

Unità	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Dr (%)	c' (kPa)	$\phi'$ (°)	Vs (m/s)	G0 (MPa)	E' (MPa)	C <sub>u</sub> (kPa)	OCR	$\sigma'_p$ (kPa)
3b	18-20	-	0	26-30	100-150	20-45	5-10	30-70	4/5 1.1- 1.3(4)	(5)
3a	18-20	30-60	0	30-32	140-250	40-120	10-40	-		-
4	19-20	50-80	0	34-37 <sup>(1)</sup> 36-39 <sup>(2)</sup>	220-300 (400) <sup>(3)</sup>	90-170 (300) <sup>(3)</sup>	45-130 (250)	-		-
2	18-20	-	0-10	-	-	-	12-30	100- 150		400- 600

**Note**



<sup>(1)</sup> Valori gli strati nei sabbiosi nei primi 10-15 m

<sup>(2)</sup> valori degli strati profondi (>35/40m)

<sup>(3)</sup> valori massimi a profondità maggiori di 35/40 m da p.c.

<sup>(4)</sup> decrescenti con la profondità

<sup>(5)</sup> per l'unità in questione si suggerisce di fare riferimento al valore di OCR

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 118 di 169

**Tabella 23 - Parametri geotecnici caratteristici per la tratta dalla 25+700 alla 27+300**

Unità	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Dr (%)	c' (kPa)	$\phi'$ (°)	Vs (m/s)	G0 (MPa)	E' (MPa)	c <sub>u</sub> (kPa)	OCR	$\sigma'_p$ (kPa)
3b	17.5-19	-	0	24-28	100-150	20-45	5-10	30-70	4/5 1.1-1.3(4) (1)	(2)
4	19-20	50-90	0	36-39	180-260	60-130	30-100	-		-
2	18-20	-	0-10	-		-	15-25	75-150		400-600

Note

(1) decrescente con la profondità

(2) per l'unità in questione si suggerisce di fare riferimento al valore di OCR

**Tabella 24 - Parametri geotecnici caratteristici per la tratta dalla 27+300 alla 31+700**

Unità	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Dr (%)	c' (kPa)	$\phi'$ (°)	Vs (m/s)	G0 (MPa)	E' (MPa)	c <sub>u</sub> (kPa)	OCR
3b	17.5-18.5	-	0	22-26	100-150	20-40		30-80	4-5 (1) 1.1-1.3 (2)
3a	19-20	25-45	0	32-37	-	-	-	-	
4	19-20	40-70	0	36-39	200-250	80-120	40-100	-	
6	19-20	30-50	0	36-39	400	300	250	-	
2	18-20	-	0-10	-	-	-	20-40	100-150	

Note

(1) valori in sommità

(2) valori alla base dello strato (20/25 m)

(3) per il deposito in questione si preferisce fare riferimento ai valori di OCR

**Tabella 25 - Parametri geotecnici caratteristici per la tratta dalla 31+700 alla 33+500**



Unità	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Dr (%)	c' (kPa)	$\phi'$ (°)	Vs (m/s)	G0 (MPa)	E' (MPa)	c <sub>u</sub> (kPa)	$\sigma'_p$ (kPa)	OCR
3b	17.5-19.5	-	0	-	100-150	-	5-14	30-80		4-5 (1) 1.1-1.3 (3)
4	19-20	60-90	0	38-41	230-250	100-120	80-100	-	-	
6	19-20	30-45	0	36-39	300-400	170-300	100-250	-	-	
2	18-19	-	0-10	-	100-150 (1) 150-200 (2)	-	10-25 (1) 25-40 (2)	50-80 (1) 80-150 (2)	200-300 (1) 400-500 (2)	

Note

(1) Valori nei primi 5-15 m,

(2) Valori per strati fini in profondità

(3) per il deposito in questione si preferisce fare riferimento ai valori di OCR

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 119 di 169

Con riferimento ai valori riportati in tabella, si rimanda in generale al capitolo 5 per una spiegazione di dettaglio su come siano stati ricavati. In particolare, si segnala quanto segue



- 1) I valori dell'angolo d'attrito sono da considerare come valori operativi, più prossimi ai valori di picco.
- 2) I valori dei moduli di Young  $E'$  operativi riportati per le Unità 4 e 6 sono stati ottenuti, come descritto al punto 5.8.1, ipotizzando un abbattimento del modulo di Young iniziale  $E_0$  (a sua volta ottenuto dai profili di Vs con le relazioni elastiche utilizzando un  $\nu=0.2$ ) di  $1/3 \div 1/5$ .
- 3) Per i valori del coefficiente di permeabilità, tenuto conto della sua forte variazione (anche di diversi ordini di grandezza) in relazione alle condizioni locali, al problema da esaminare e alla direzione principale del flusso del dato problema (anisotropia della permeabilità, di solito molto pronunciata terreni sedimentari) abilità), il progettista potrà fare riferimento orientativo ai dati di base di cui al 6.8.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 120 di 169

## 8 PROBLEMATICHE DI LIQUEFAZIONE

Le presenza di livelli sabbiosi sciolti, con riferimento in particolare alla porzione iniziale della tratta qui considerata (dalla spalla del Viadotto Alpone e fino alla progressiva 27+500 circa, ove comincia invece la prevalenza di terreni argillosi), unitamente alla elevata sollecitazione sismica ( $a_{max} = 0.29g$ ) fanno sì che diverse verticali evidenzino fenomeni di sovrappressione interstiziale non trascurabile. A volte si tratta di livelli in profondità, con scarsa continuità laterale, a volte invece si tratta di livelletti posti in prossimità del p.c., la cui influenza sulla stabilità dei rilevati (ad esempio), dovrà essere attentamente valutata.

Si raccomanda pertanto ai progettisti di valutare attentamente l'esito delle verifiche di liquefazione, di cui al documento [6], e verificare l'effetto stimato sulla struttura da dimensionare.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 121 di 169

## 9 STABILIZZAZIONE SUPERFICIALE DEI MATERIALI IN SITO

### 9.1 Requisiti normativi.

E' stata valutata, in termini generali, la possibile idoneità dei terreni più superficiali a subire un trattamento di stabilizzazione a calce per consentirne l'utilizzo per la realizzazione di rilevati e strati di sottofondo dei rilevati stessi.

La possibilità di utilizzo di calce per la stabilizzazione del terreno naturale viene analizzata nel capitolo 18.6.3 del Capitolato Generale Tecnico Di Appalto Delle Opere Civili - Parte II – RFI.

I pre-requisiti di idoneità dei materiali per il trattamento a calce sono sintetizzati nella Tabella 18.6.3.1.1-1, qui riportata per facilità di consultazione (Tabella 26).

*Tabella 26 – Limiti di accettazione dei terreni naturali da sottoporre a trattamento di stabilizzazione con calce*

Tabella 18.6.3.1.1-1



LIMITI DI ACCETTAZIONE DEL TERRENO NATURALE			
Test di Laboratorio	Norma di riferimento	Requisito	Limiti di accettabilità
Analisi granulometrica	CNR B.U n. 36 UNI EN 933-1 UNI CEN ISO/TS 17892-4	Granulometria	par. 2.1 della norma CNR B.U. n.36 <sup>(1)</sup>
Limiti di Atterberg (LL-LP)	UNI CEN ISO/TS 17892-12	Indice di plasticità IP	>10 <sup>(1)</sup>
Contenuto in sostanze organiche	ASTM D 2974 - C	Sostanze organiche	< 2% <sup>(2)</sup>
Contenuto in solfati	UNI EN 1744-1	Solfati totali	< 0,25% <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Saranno ammesse granulometrie diverse da quelle interamente comprese nel fuso e un valore minore della plasticità a condizione che si dimostri l'idoneità della terra ad essere trattata, attraverso lo studio delle miscele di laboratorio e un campo prova preventivamente approvato da Ferrovie. In ogni caso il diametro massimo degli elementi non dovrà essere maggiore della metà dello spessore finito di ciascuno degli strati di terra trattata per la realizzazione dei rilevati e l'indice di plasticità dovrà essere IP>5

<sup>(2)</sup> Questo valore può essere aumentato fino al 4%, nel caso di impiego del trattamento per il piano di posa del rilevato, a condizione che siano soddisfatti i valori delle prove sul prodotto finale riportati al capitolo II.5

<sup>(3)</sup> Questo valore può essere aumentato fino a raggiungere l'1%, qualora lo studio di laboratorio della miscela sia stato ritenuto idoneo da Ferrovie

Dal punto di vista granulometrico, i materiali da assoggettare al trattamento a calce devono, in linea di principio, rientrare nel fuso granulometrico riportato nel paragrafo 2.1 della Norma CNR B.U. 36 del 21/2/1973, riportato nella Figura 70.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 122 di 169

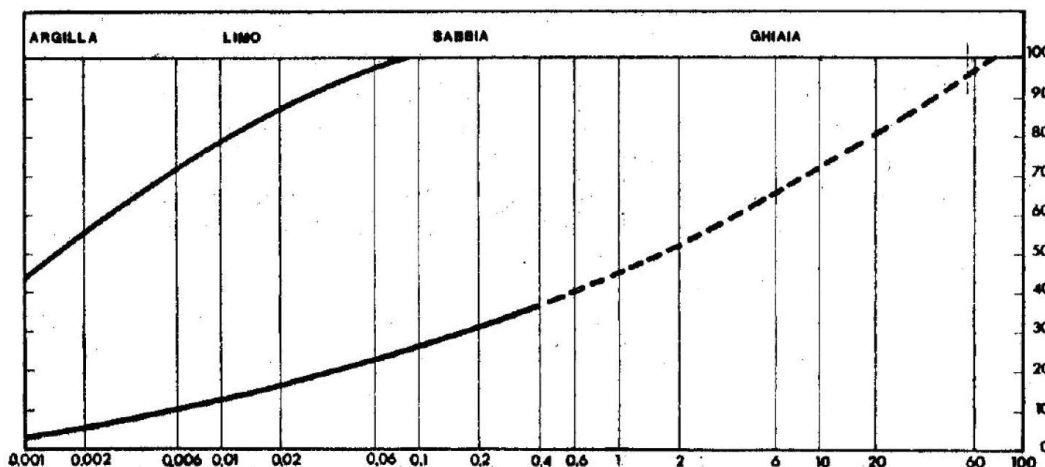


Figura 70 – Fuso granulometrico delle terre per la stabilizzazione con calce (CNR B.U. 36)

Come indicato nella Tabella 26, sono ammesse anche granulometrie non ricadenti nel fuso citato, anche con valori inferiori di plasticità, purché ne venga dimostrata l' idoneità tramite sperimentazione specifica di laboratorio e di sito.



## 9.2 Granulometria ed IP

Per valutare, in maniera preliminare ed in termini generali, la possibile idoneità al trattamento a calce dei terreni superficiali nella tratta in oggetto, sono stati esaminati i risultati delle prove di laboratorio disponibili eseguite su campioni di terreno prelevati nei sondaggi e nei pozzetti della tratta in esame, nell'ambito dei primi 2 m circa di profondità da p.c..

Sulla base di una analisi generale dei profili geotecnici, si evidenzia la presenza superficiale di terreni appartenenti alla formazione 3b da Pk 21+990 fino all'incirca alla Pk 31+800. Da questa progressiva in poi, e fino alla Pk 33+163 circa (spalla Ovest del Viadotto Montebello), lo strato superiore di materiale coesivo scompare e si trovano direttamente le ghiaie della formazione 6 al di sotto dei riporti superficiali (formazione 1). In quest'ultima parte della tratta in esame non sono disponibili pozzetti esplorativi.

Si ritiene quindi che i terreni superficiali nel tratto dalla Pk 31+800 circa a fine tratta (Pk 33+500) non possano essere considerati a priori come assoggettabili al trattamento a calce, salvo situazioni locali che potranno essere evidenziate e studiate durante la fase di costruzione.

Il grafico della Figura 71 mostra i valori del contenuto di fine determinati nel tratto tra Pk 21+990 e Pk 31+800 per profondità fino a 2 m da p.c.. Come si può vedere, il contenuto di fini (<0.063 mm) risulta

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 123 di 169

generalmente superiore al 25%, valore limite inferiore del fuso granulometrico di Figura 70 (CNR B.U. 36). La Figura 72 mostra l'andamento dei valori dell'indice di plasticità IP nei primi 2 m di profondità, determinato su campioni prelevati nei sondaggi e nei pozzetti esplorativi eseguiti lungo la stessa tratta. In alcuni casi (identificati nel grafico con IP = 0) la determinazione dei limiti di Atterberg non è stata possibile, data la natura non plastica del materiale (circa il 37% dei campioni considerati). Tranne pochi casi, la grande maggioranza dei campioni (appartenenti generalmente alla formazione 3b) risulta conforme ai requisiti di accettazione di Tabella 26 (IP > 10) e solo alcuni valori cadono nell'intervallo 5 ÷ 10. Nessun campione tra quelli coesivi considerati (ovvero quelli per i quali è stata possibile la determinazione dei limiti di Atterberg) risulta avere un valore di IP inferiore a 5.

In linea generale, le caratteristiche granulometriche e di plasticità della maggior parte dei campioni superficiali (circa il 75 – 80%) appaiono compatibili con i requisiti minimi di accettazione delle terre per la stabilizzazione a calce. A questo proposito, si conferma che i materiali appartenenti alla unità 3b si presentano con caratteristiche favorevoli nei confronti di questa tipologia di trattamento.

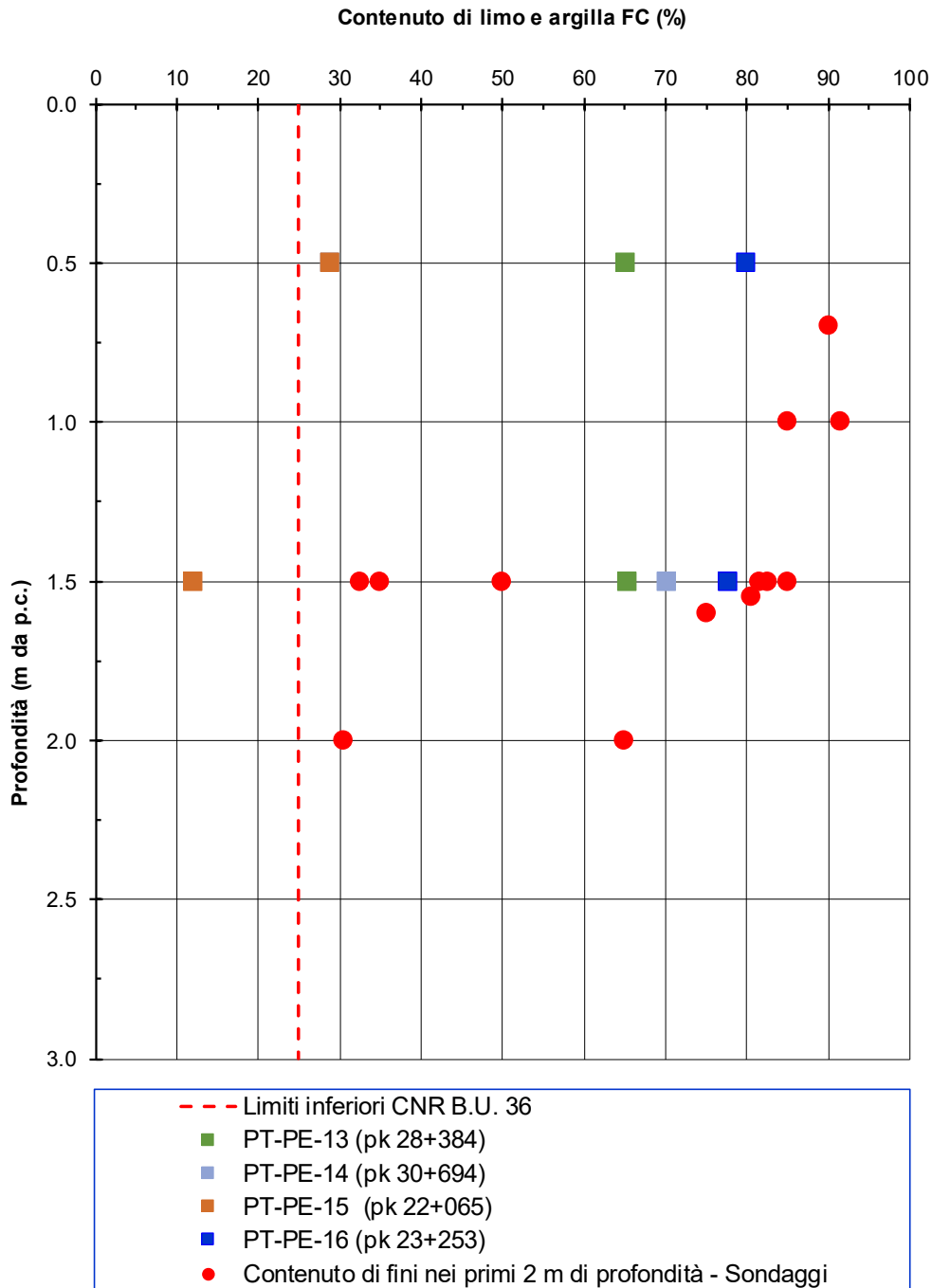


Figura 71 – Contenuto di fini dei campioni superficiali di terreno (0.0 ÷ 2.0 m)



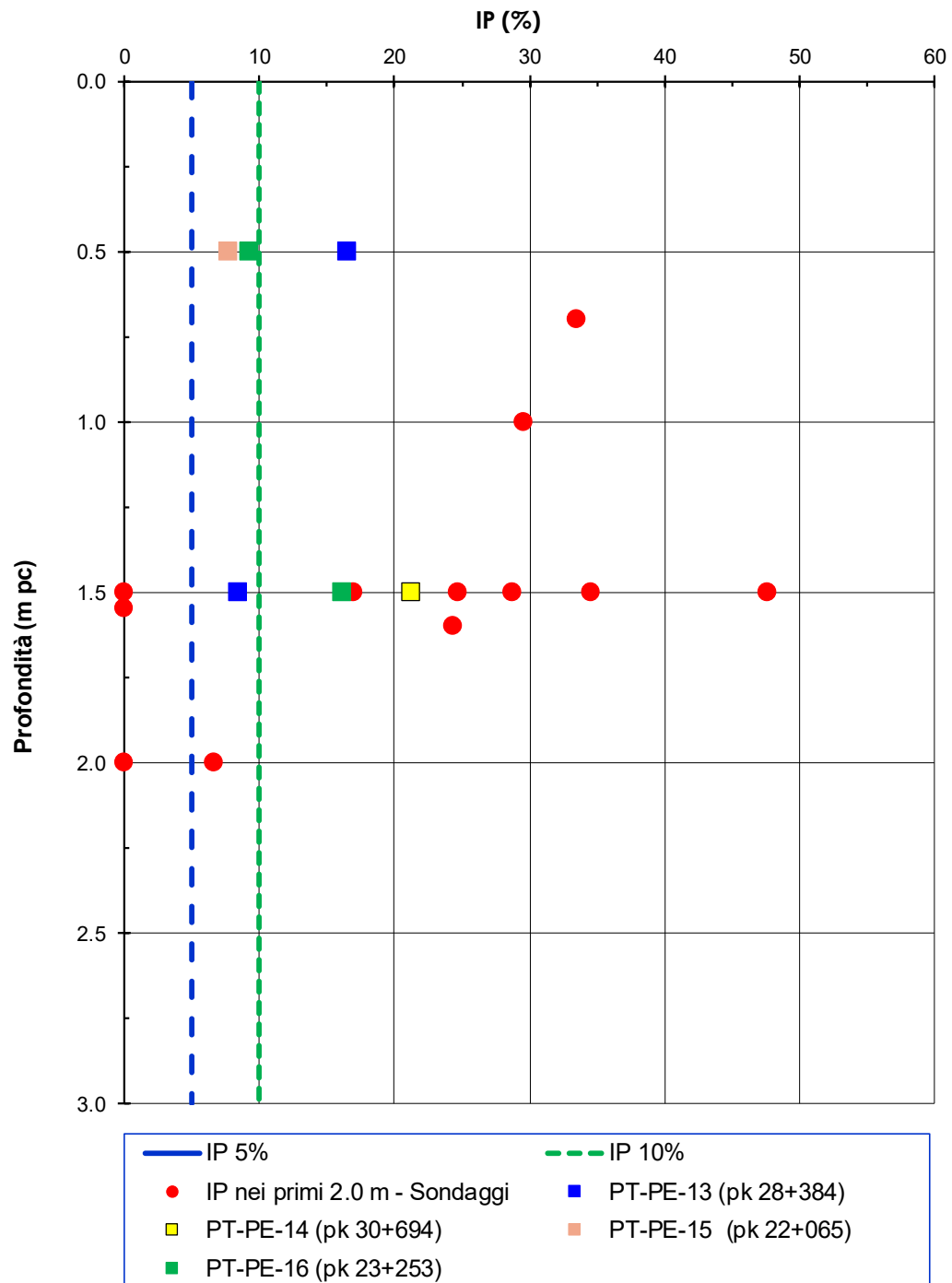




Figura 72 – IP dei campioni superficiali di terreno (0.0 ÷ 2.0 m)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 126 di 169

### 9.3 Contenuto di solfati.

Per quanto riguarda i limiti di accettazione per i solfati, le informazioni disponibili indicano valori di concentrazione sui campioni superficiali (0.0 ÷ 2.0 m) generalmente inferiori allo 0.01 %, compatibili con quanto indicato in Tabella 26. In sede di realizzazione di ciascun singolo rilevato, dovranno in ogni caso essere eseguite ulteriori e puntuali determinazioni in tal senso sul materiale da stabilizzare.

### 9.4 Contenuto di sostanze organiche

Analogamente, specifiche determinazioni andranno condotte in fase di realizzazione in termini di contenuto di sostanze organiche, per valutare localmente la compatibilità con questa tipologia di trattamento.

In generale, per i campioni superficiali prelevati lungo l'intero tracciato, il contenuto di sostanza organica è risultato compreso tra l'1.2 ed il 4.4% (mediamente il 3%), come era lecito attendersi in terreni superficiali sottoposti ad intenso uso agricolo; si tratta di valori compatibili con il trattamento, previa idonea sperimentazione per la determinazione della miscela ottimale.

### 9.5 Prove su miscele terreno-legante eseguite durante la fase di Progetto Esecutivo

Per completezza di trattazione, si segnala che sono state condotte prove di laboratorio su miscele di terreno e calce a partire da campioni prelevati in diversi pozzetti lungo il tracciato della linea ferroviaria in progetto. Per quasi tutti i campioni, la curva granulometrica ricade nel fuso granulometrico di riferimento (Figura 73).

Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)

Progetto

IN17

Lotto

10

Codifica

E12RBGE0000003C

Foglio

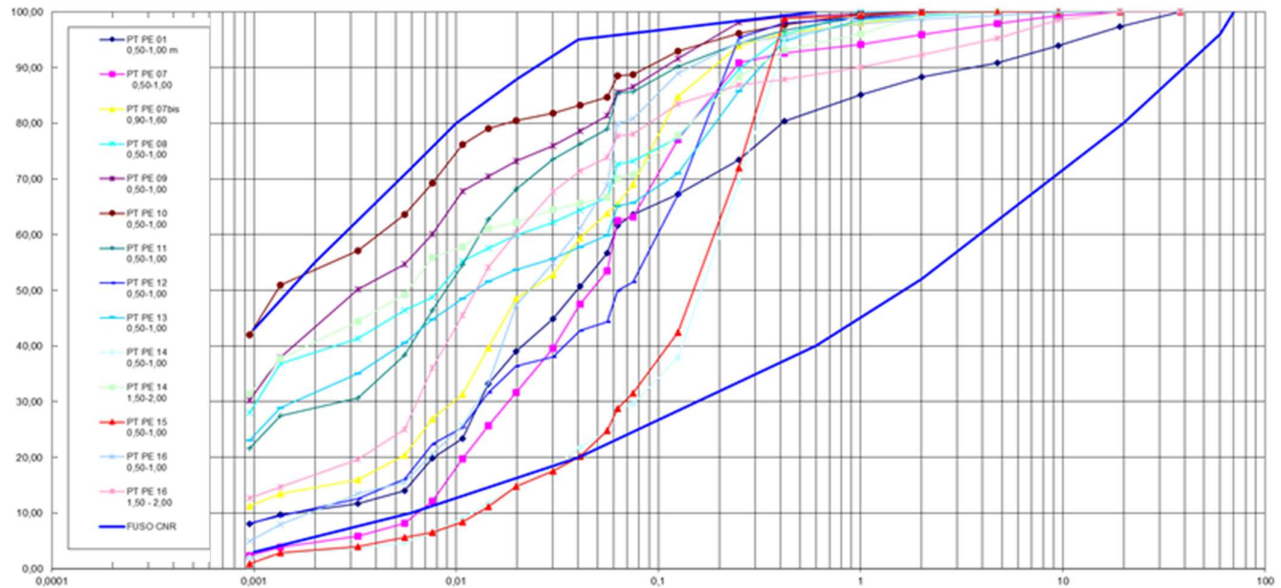


127 di  
169

Figura 73. Curve granulometriche dei campioni prelevati dai pozzetti dislocati lungo la linea.

Le prove eseguite durante la fase di Progetto Esecutivo su miscele terreno – legante (calce o calce + cemento) sono sintetizzate nella Tabella 27.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 128 di 169

*Tabella 27 - Risultati delle sperimentazioni di laboratorio eseguite su miscele di terreno con legante*


Riferimento	Profondità (m)	Classificazione	Consumo iniziale di calce	Sperimentazione miscele terra - calce		
		UNI 11531	ASTM C 977 app (%)	CaO (%)		
				1% CaO + 2% cem	1% CaO + 2.5% cem	1% CaO + 3% cem
PT PE 07 (pk 12+030)	0.5 - 1.0	A4				
PT PE 07bis (pk 12+030)	0.9 - 1.6	A7-6	1.20	2.0	2.5	3.0
PT PE 08 (pk 34+380)	0.3					
	0.5 - 1.0	A7-6	3.10	2.5	3.0	3.5
	1.5 - 2.0	A7-5	3.40			
PT PE 09 (pk 38+010)	0.5 - 1.0	A7-5		2.5	3.0	3.5
PT PE 10 (pk 40+025)	0.3					
	0.5 - 1.0	A7-5	3.30	2.5	3.0	3.5
	1.5 - 2.0	A2-4	1.00			
PT PE 11 (pk 41+336)	0.3					
	0.5 - 1.0	A6	2.00	2.0	2.5	3.0
	1.5 - 2.0	A6	1.70	2.0	2.5	3.0
PT PE 12 (pk 16+795)	0.3					
	0.5 - 1.0	A4	1.10	1.5	2.0	2.5
	1.5 - 2.0	A2-4	1.00			
PT PE 13 (pk 28+384)	0.3					
	0.5 - 1.0	A7-6		2.5	3.0	3.5
	1.5 - 2.0	A4	1.10			
PT PE 16 (pk 23+253)	0.3					
	0.5 - 1.0	A4	1.40	1.5	2.0	2.5
	1.5 - 2.0	A6	1.30			

Come si può osservare, i valori del consumo iniziale di calce (CIC) variano da circa 1.1% per i materiali di tipo A4 ad oltre il 3% per i materiali argilloso limosi appartenenti gruppi A7-5 ed A7-6.

Le relative miscele sperimentali hanno dosaggi da 1.5% a 2.5% per i materiali di tipo A4 fino al 3.5% per i materiali di tipo A7-5 ed A7-6.

Come indicato in Tabella 27, sono state condotte sperimentazioni di alcune miscele terreno-calce (o, nel caso del materiale del pozzetto PT-PE-07, con calce + cemento), su materiale proveniente da singoli pozzetti:

- PT-PE-7bis (Tabella 30)
- PT-PE-7 (Tabella 31)
- PT-PE-11 (Tabella 33)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 129 di 169

Sono state poi condotte sperimentazioni di miscelazione con calce su campioni di materiale composito, costituito da materiali all'incirca omogenei (ovvero appartenenti allo stesso gruppo) e provenienti da diversi pozzetti lungo la linea.

Si tratta, in particolare, di materiale del gruppo A4 proveniente dai pozzetti PT-PE-12 e PT-PE-16 (Tabella 32) e di materiali dei gruppi A7-5 ed A7-6 provenienti da PT-PE-8, PT-PE-9, PT-PE-10 e PT-PE-13 (Tabella 34).

I risultati completi delle sperimentazioni eseguite sulle miscele sono riportati in dettaglio dalla Tabella 30 alla Tabella 34. Si tratta in generale di risultati soddisfacenti, già a partire dai valori inferiori di percentuale di legante nelle miscele per ciascuno dei gruppi di terreni esaminati.

In particolare, per la tratta in esame (da Pk 21+990 a Pk 33+500), sono disponibili i risultati di due sperimentazioni eseguite su materiale in parte proveniente da due pozzetti ubicati tra le progressive di interesse: PT-PE-13 e PT-PE-16.

Il materiale proveniente dal pozzetto PT-PE-13, di tipo A7-6, è stato mescolato con materiali dello stesso gruppo prelevati nei pozzetti PT-PE-8, PT-PE-9 e PT-PE-10. Il campione così costituito è stato poi miscelato con percentuali di calce del 2.5%, 3% e 3.5%.

Un'altra sperimentazione di interesse è quella eseguita su una miscela di materiali del gruppo A4 proveniente dai pozzetti PT-PE-16 (eseguito alla Pk 23+253, all'interno della tratta in esame) e PT-PE-12 (Pk 16+795, esterno alla tratta in esame).



Si osserva come i risultati ottenuti per le miscele menzionate:

- PT-PE-13+PT-PE-8+PT-PE-9+PT-PE-10
- PT-PE-16+PT-PE-12

risultino, in termini di IPI, di CBR a 7 giorni (di cui gli ultimi 4 di imbibizione) e di rigonfiamento lineare (Tabella 28), ampiamente compatibili con i limiti di accettabilità previsti dalla Tabella 18.6.3.2-2 del Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili - Parte II - Sezione 18, riportata per facilità di consultazione in Tabella 29.



Questi risultati forniscono quindi una buona indicazione generale per le successive fasi sperimentali che saranno necessarie all'atto della costruzione.

Nella fase realizzativa dovranno comunque essere condotte tutte le sperimentazioni del caso per aree omogenee di materiale, secondo quanto riportato per esteso nei paragrafo 18.6.3.2 e 18.6.3.3 del Capitolato RFI citato, inclusa la realizzazione di campi prova sperimentali.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica E12RBGE0000003C	Foglio 130 di 169

*Tabella 28 - Risultati delle prove sperimentali su campioni di terreno miscelati con legante relativi ai pozzetti di interesse*

POZZETTO ESPLORATIVO	PT-PE-12 + PT-PE-16				PT-PE-08 + PT-PE-09 + PT-PE-10 + PT-PE-13			
	PT-PE-12+16 naturale	PT-PE-12+16 trattato a CaO 1.5%	PT-PE-12+16 trattato a CaO 2.0%	PT-PE-12+16 trattato a CaO 2.5%	PT-PE-8+9+10+13 naturale	PTPE-8+9+10+13 trattato a CaO 2.5 %	PTPE-8+9+10+13 trattato a CaO 3.0 %	PTPE-8+9+10+13 trattato a CaO 3.5 %
<b>CAMPIONE</b>								
<b>Profondità (m da p.c.)</b>	<b>0.50 - 1.00 m</b>				<b>0.5 - 1.0 m</b>			
<b>Classificazione UNI 11531-1</b>	A4				A7-6			
<b>INDICE CBR IPI a 2,5 mm (all'umidità ottima)</b>		62.6	78.4	86.2		61.4	63.4	65.3
<b>INDICE CBR IPI a 5,0 mm (all'umidità ottima)</b>		65.5	78.7	99.8		62.9	70.1	72.3
<b>INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all'umidità ottima) (7 gg)</b>		67.0	90	102.4		86.7	106.4	146.4
<b>INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all'umidità ottima) (7 gg)</b>		72.3	81.9	109.4		65.4	84,,6	118.9
<b>Rigonfiamento dopo immersione 96h (%) (7 gg)</b>		0.07	0.05	0.07		0.06	0.04	0.06

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica E12RBGE0000003C</p>	<p>Foglio 131 di 169</p>

*Tabella 29 – Limiti di accettazione delle miscele Terra/Calce in accordo al Capitolato Tecnico RFI*

Tabella 18.6.3.2-2

<b>LIMITI DI ACCETTAZIONE DELLE MISCELE TERRA/CALCE</b>		
<b>Test di Laboratorio</b>	<b>Norma di riferimento</b>	<b>Limiti di accettabilità</b>
Indice di portanza CBR imbibito a 7 giorni, di cui i primi 3 di maturazione e gli ultimi 4 di imbibizione	UNI EN 13286-47	$\geq 20\%$ per gli strati del piano di posa $\geq 50\%$ per gli strati del corpo del rilevato $< 1\%$ per il Rigonfiamento lineare
Indice di portanza immediato (IPI)		$\geq 10$ (IPI <sub>10</sub> )

**Tabella 30 – Risultati delle prove di miscelazione con calce eseguite su materiale prelevato nel pozzetto PT-PE-7bis**

POZZETTO ESPLORATIVO	PT-PE-7bis (pk 20+013)			
	PT-PE-7bis naturale	PT-PE-7bis trattato a CaO al 2%	PT-PE-7bis trattato a CaO al 2.5%	PT-PE-7bis trattato a CaO al 3%
Camp.	0,90-1,60	0,90-1,60	0,90-1,60	0,90-1,60
Prof. (m da p.c.)				
Descrizione	Limo con sabbia argilloso marrone rossiccio	Limo con sabbia argilloso marrone rossiccio	Limo con sabbia argilloso marrone rossiccio	Limo con sabbia argilloso marrone rossiccio
UNI 11531-1	A7-6			
ghiaia (> 2 mm)	0.7%			
sabbia (> 0.06 mm)	34.1%			
limo (> 2 µm)	50.6%			
argilla (< 2 µm)	14.7%			
Wn	35.7%			
LL	41.8%			
LP	23.6%			
IP	18.2%			
γ ricostituito max umido da prova proctor mod. (Mg/m <sup>3</sup> )	2.035	2.040	2.036	2.072
γ ricostituito max secco da prova proctor mod. (Mg/m <sup>3</sup> )	1.798	1.785	1.768	1.755
W% Ottimo da prova proctor mod.	13.2	14.3	15.2	16.8
Gs (Mg/m <sup>3</sup> ) (STIMATO)	2.70			
INDICE CBR IPI a 2,5 mm (all' umidità ottima)	77.7			
INDICE CBR IPI a 5,0 mm (all' umidità ottima)	73.0			
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all' umidità ottima)	3.1			
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all' umidità ottima)	3.8			
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%)	4.94			
Umidità dopo 96 ore di immersione (%)	23.2			
SOLFATI (%)				
SOSTANZA ORGANICA (%)	1.9			
Consumo iniziale di calce (CIC) (%)	1.5			
INDICE CBR IPI a 2,5 mm (all' umidità ottima)		74.5	94.9	94.3
INDICE CBR IPI a 5,0 mm (all' umidità ottima)		94.2	95.3	102.3
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all' umidità ottima) (7 gg)		100.2	126.1	130.7
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all' umidità ottima) (7 gg)		95.7	121.2	121.4
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%) (7 gg)		0.09	0.06	0.05
Umidità dopo 96 ore di immersione (%) (7 gg)		17.2	18.3	20.0
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all' umidità ottima) (28 gg)		104.9	124.7	142.6
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all' umidità ottima) (28 gg)		84.3	129.5	138.8
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%) (28 gg)		0.02	0.03	0.03
Umidità dopo 96 ore di immersione (%) (28 gg)				
ELL 7 gg compattata a OPT -2% (tensione verticale, MPa)		0.67	0.66	0.74
ELL 7 gg compattata a OPT -2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.34	0.33	0.37
ELL 7 gg compattata a OPT (tensione verticale MPa)		0.75	0.86	0.92
ELL 7 gg compattata a OPT (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.37	0.43	0.46
ELL 7 gg compattata a OPT +2% (tensione verticale MPa)		0.79	0.81	0.68
ELL 7 gg compattata a OPT +2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.39	0.40	0.34
ELL 28 gg compattata a OPT -2% (tensione verticale MPa)		0.76	1.05	1.07
ELL 28 gg compattata a OPT -2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.38	0.52	0.53
ELL 28 gg compattata a OPT (tensione verticale MPa)		0.85	1.04	1.09
ELL 28 gg compattata a OPT (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.43	0.52	0.54
ELL 28 gg compattata a OPT +2% (tensione verticale MPa)		0.96	0.99	1.04
ELL 28 gg compattata a OPT +2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.48	0.49	0.52



Tabella 31 – Risultati delle prove di miscelazione con calce eseguite su materiale del pozzetto PTPE 7

POZZETTO ESPLORATIVO	PT-PE-7			
	Camp.	PT-PE-7 naturale	PT-PE-7 trattato a CaO al 1.0 % e CEM 2,0%	PT-PE-7 trattato a CaO al 1.0 % e CEM 2,5%
Prof. (m da p.c.)	0,50 - 1,00 + 1,50 - 2,00 m			
Descrizione	limocon sabbia e sabbia con limo marrone chiaro			
UNI 11531-1				
ghiaia (> 2 mm)				
sabbia (> 0.06 mm)				
limo (> 2 µm)				
argilla (< 2 µm)				
Wn				
LL				
LP				
IP				
γ ricostituito max umido da prova proctor mod. (Mg/m <sup>3</sup> )	2.118	2.158	2.201	2.257
γ ricostituito max secco da prova proctor mod. (Mg/m <sup>3</sup> )	1.915	1.935	1.960	1.994
W% Ottimo da prova proctor mod.	10.6	11.5	12.3	13.2
Gs (Mg/m <sup>3</sup> ) (STIMATO)				
INDICE CBR IPI a 2,5 mm (all' umidità ottima)	20.2			
INDICE CBR IPI a 5,0 mm (all' umidità ottima)	28.5			
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all' umidità ottima)	5.6			
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all' umidità ottima)	8.2			
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%)	2.01			
Umidità dopo 96 ore di immersione (%)	17.7			
SOSTANZA ORGANICA (%)				
Consumo iniziale di calce (CIC) (%)				
INDICE CBR IPI a 2,5 mm (all' umidità ottima)		81.8	97.4	86.1
INDICE CBR IPI a 5,0 mm (all' umidità ottima)		80.8	84.6	76.8
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all' umidità ottima) (7 gg)		121.7	134.0	146.9
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all' umidità ottima) (7 gg)		109.8	120.5	150.7
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%) (7 gg)		0.03	0.04	0.03
Umidità dopo 96 ore di immersione (%) (7 gg)		13.83	14.5	15.3
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all' umidità ottima) (28 gg)		146.4	180.6	156.6
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all' umidità ottima) (28 gg)		159.6	165.2	153.0
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%) (28 gg)		0.03	0.03	0.02
Umidità dopo 96 ore di immersione (%) (28 gg)		13.26	13.88	15.57
ELL 7 gg compattata a OPT -2% (tensione verticale Mpa)		0.96	1.00	1.32
ELL 7 gg compattata a OPT -2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.48	0.50	0.66
ELL 7 gg compattata a OPT (tensione verticale Mpa)		0.98	1.11	1.4
ELL 7 gg compattata a OPT (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.49	0.55	0.7
ELL 7 gg compattata a OPT +2% (tensione verticale Mpa)		0.87	1.21	1.28
ELL 7 gg compattata a OPT +2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.44	0.61	0.64
ELL 28 gg compattata a OPT -2% (tensione verticale Mpa)		1.01	1.27	1.54
ELL 28 gg compattata a OPT -2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.51	0.64	0.77
ELL 28 gg compattata a OPT (tensione verticale Mpa)		1.12	1.41	1.58
ELL 28 gg compattata a OPT (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.56	0.71	0.79
ELL 28 gg compattata a OPT +2% (tensione verticale Mpa)		1.13	1.41	1.61
ELL 28 gg compattata a OPT +2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.56	0.70	0.81

Tabella 32 -- Risultati delle prove di miscelazione con calce eseguite su materiali dei pozzetti PTPE 12

- 16

POZZETTO ESPLORATIVO	PT-PE-12 + 16			
	PT-PE-12+16 naturale	PT-PE-12+16 trattato a CaO al 1,5%	PT-PE-12+16 trattato a CaO al 2,0%	PT-PE-12+16 trattato a CaO al 2,5%
Camp.	0,50 - 1,00 m			
Prof. (m da p.c.)				
Descrizione				
UNI 11531-1				
ghiaia (> 2 mm)				
sabbia (> 0.06 mm)				
limo (> 2 µm)				
argilla (< 2 µm)				
Wn				
LL				
LP				
IP				
γ ricostituito max umido da prova proctor mod. (Mg/m <sup>3</sup> )	2.061	2.077	2.068	2.053
γ ricostituito max secco da prova proctor mod. (Mg/m <sup>3</sup> )	1.834	1.843	1.820	1.795
W% Ottimo da prova proctor mod.	12.4	12.7	13.6	14.4
Gs (Mg/m <sup>3</sup> ) (STIMATO)				
INDICE CBR IPI a 2,5 mm (all' umidità ottima)	29.0			
INDICE CBR IPI a 5,0 mm (all' umidità ottima)	30.8			
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all' umidità ottima)	5.1			
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all' umidità ottima)	6.2			
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%)	2.88			
Umidità dopo 96 ore di immersione (%)	17.2			
SOSTANZA ORGANICA (%)				
Consumo iniziale di calce (CIC) (%)				
INDICE CBR IPI a 2,5 mm (all' umidità ottima)		62.6	78.4	86.2
INDICE CBR IPI a 5,0 mm (all' umidità ottima)		65.5	78.7	99.8
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all' umidità ottima) (7 gg)		67.0	90	102.4
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all' umidità ottima) (7 gg)		72.3	81.9	109.4
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%) (7 gg)		0.07	0.05	0.07
Umidità dopo 96 ore di immersione (%) (7 gg)		16.4	17.7	18.8
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all' umidità ottima) (28 gg)		77.4	92.8	110.2
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all' umidità ottima) (28 gg)		73.2	91.6	107.8
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%) (28 gg)		0.02	0.06	0.04
Umidità dopo 96 ore di immersione (%) (28 gg)		14.61	16.63	17.91
ELL 7 gg compattata a OPT -2% (tensione verticale Mpa)		0.53	0.69	0.88
ELL 7 gg compattata a OPT -2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.27	0.35	0.44
ELL 7 gg compattata a OPT (tensione verticale Mpa)		0.53	0.83	0.88
ELL 7 gg compattata a OPT (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.27	0.41	0.44
ELL 7 gg compattata a OPT +2% (tensione verticale Mpa)		0.49	0.81	0.96
ELL 7 gg compattata a OPT +2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.25	0.4	0.48
ELL 28 gg compattata a OPT -2% (tensione verticale Mpa)		0.58	0.8	1.04
ELL 28 gg compattata a OPT -2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.29	0.4	0.52
ELL 28 gg compattata a OPT (tensione verticale Mpa)		0.54	0.84	1.13
ELL 28 gg compattata a OPT (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.27	0.42	0.57
ELL 28 gg compattata a OPT +2% (tensione verticale Mpa)		0.64	0.82	1.04
ELL 28 gg compattata a OPT +2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.32	0.41	0.52

Tabella 33 - – Risultati delle prove di miscelazione con calce eseguite su materiale del pozzetto PTPE

11

POZZETTO ESPLORATIVO	PT-PE-11			
	PT-PE-11 naturale	PT-PE-11 trattato a CaO al 2,0%	PT-PE-11 trattato a CaO al 2,5%	PT-PE-11 trattato a CaO al 3,0%
Camp.	0,50 - 1,00 + 1,50 - 2,00 m			
Prof. (m da p.c.)				
Descrizione				
UNI 11531-1				
ghiaia (> 2 mm)				
sabbia (> 0.06 mm)				
limo (> 2 µm)				
argilla (< 2 µm)				
Wn				
LL				
LP				
IP				
γ ricostituito max umido da prova proctor mod. (Mg/m <sup>3</sup> )	2.055	2.054	2.055	2.054
γ ricostituito max secco da prova proctor mod. (Mg/m <sup>3</sup> )	1.815	1.805	1.793	1.765
W% Ottimo da prova proctor mod.	13.2	13.8	14.6	16.4
Gs (Mg/m <sup>3</sup> ) (STIMATO)				
INDICE CBR IPI a 2,5 mm (all' umidità ottima)	46.4			
INDICE CBR IPI a 5,0 mm (all' umidità ottima)	48.4			
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all' umidità ottima)	6.5			
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all' umidità ottima)	6.4			
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%)	3.89			
Umidità dopo 96 ore di immersione (%)	21.1			
SOSTANZA ORGANICA (%)				
Consumo iniziale di calce (CIC) (%)				
INDICE CBR IPI a 2,5 mm (all' umidità ottima)		62	77.6	95.3
INDICE CBR IPI a 5,0 mm (all' umidità ottima)		62.3	85.5	94.8
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all' umidità ottima) (7 gg)		80.4	75.9	105.7
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all' umidità ottima) (7 gg)		68.1	91.5	108.7
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%) (7 gg)		0.12	0.04	0.04
Umidità dopo 96 ore di immersione (%) (7 gg)		17.0	18.3	18.9
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all' umidità ottima) (28 gg)		86.8	106.2	120.9
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all' umidità ottima) (28 gg)		85.5	104.3	117.6
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%) (28 gg)		0.05	0.03	0.03
Umidità dopo 96 ore di immersione (%) (28 gg)		14.83	18.9	18.72
ELL 7 gg compattata a OPT -2% (tensione verticale Mpa)		0.64	0.77	0.89
ELL 7 gg compattata a OPT -2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.32	0.38	0.45
ELL 7 gg compattata a OPT (tensione verticale Mpa)		0.69	0.87	0.96
ELL 7 gg compattata a OPT (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.35	0.44	0.48
ELL 7 gg compattata a OPT +2% (tensione verticale Mpa)		0.68	0.87	1.06
ELL 7 gg compattata a OPT +2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.34	0.44	0.53
ELL 28 gg compattata a OPT -2% (tensione verticale Mpa)		0.75	1.04	1.24
ELL 28 gg compattata a OPT -2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.37	0.52	0.62
ELL 28 gg compattata a OPT (tensione verticale Mpa)		0.78	1.09	1.39
ELL 28 gg compattata a OPT (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.39	0.55	0.69
ELL 28 gg compattata a OPT +2% (tensione verticale Mpa)		0.79	1.08	1.18
ELL 28 gg compattata a OPT +2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.39	0.54	0.59

Tabella 34 – – Risultati delle prove di miscelazione con calce eseguite su materiali dei pozzetti PTPE 8 – 9 - 10 – 13

POZZETTO ESPLORATIVO	PT-PE-08+09+10+13			
	PTPE-8+9+10+13 naturale	PTPE-8+9+10+13 trattato a CaO al 2,5 %	PTPE-8+9+10+13 trattato a CaO al 3,0 %	PTPE-8+9+10+13 trattato a CaO al 3,5 %
Camp.	0,50 - 1,00 m			
Prof. (m da p.c.)				
Descrizione				
UNI 11531-1				
ghiaia (> 2 mm)				
sabbia (> 0.06 mm)				
limo (> 2 µm)				
argilla (< 2 µm)				
Wn				
LL				
LP				
IP				
γ ricostituito max umido da prova proctor mod. (Mg/m <sup>3</sup> )	2.021	2.022	2.022	2.001
γ ricostituito max secco da prova proctor mod. (Mg/m <sup>3</sup> )	1.736	1.721	1.705	1.673
W% Ottimo da prova proctor mod.	16.4	17.5	18.6	19.6
Gs (Mg/m <sup>3</sup> ) (STIMATO)				
INDICE CBR IPI a 2,5 mm (all' umidità ottima)	28.7			
INDICE CBR IPI a 5,0 mm (all' umidità ottima)	32.4			
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all' umidità ottima)	2.8			
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all' umidità ottima)	4.1			
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%)	4.02			
Umidità dopo 96 ore di immersione (%)	21.1			
SOSTANZA ORGANICA (%)				
Consumo iniziale di calce (CIC) (%)				
INDICE CBR IPI a 2,5 mm (all' umidità ottima)		61.4	63.4	65.3
INDICE CBR IPI a 5,0 mm (all' umidità ottima)		62.9	70.1	72.3
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all' umidità ottima) (7 gg)		86.7	106.4	146.4
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all' umidità ottima) (7 gg)		65.4	84,6	118.9
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%) (7 gg)		0.06	0.04	0.06
Umidità dopo 96 ore di immersione (%) (7 gg)		19.9	20.9	22.6
INDICE CBR immerso 96h a 2,5 mm (all' umidità ottima) (28 gg)		86.8	123.7	154.4
INDICE CBR immerso 96h a 5,0 mm (all' umidità ottima) (28 gg)		96.9	116.6	143.1
Rigonfiamento dopo immersione 96h (%) (28 gg)		0.03	0.03	0.06
Umidità dopo 96 ore di immersione (%) (28 gg)		19.82	20.5	22.31
ELL 7 gg compattata a OPT -2% (tensione verticale Mpa)		0.44	0.71	0.86
ELL 7 gg compattata a OPT -2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.22	0.36	0.43
ELL 7 gg compattata a OPT (tensione verticale Mpa)		0.47	0.68	0.99
ELL 7 gg compattata a OPT (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.24	0.34	0.49
ELL 7 gg compattata a OPT +2% (tensione verticale Mpa)		0.39	0.73	1.05
ELL 7 gg compattata a OPT +2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.19	0.37	0.52
ELL 28 gg compattata a OPT -2% (tensione verticale Mpa)		0.51	0.93	1.09
ELL 28 gg compattata a OPT -2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.26	0.47	0.55
ELL 28 gg compattata a OPT (tensione verticale Mpa)		0.6	0.87	1.11
ELL 28 gg compattata a OPT (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.3	0.43	0.55
ELL 28 gg compattata a OPT +2% (tensione verticale Mpa)		0.74	0.87	1.02
ELL 28 gg compattata a OPT +2% (Coes. non drenata Cu (MPa))		0.37	0.44	0.51

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)	Progetto	Lotto	Codifica	Foglio
	IN17	10	EI2RBGE0000003C	137 di 169



**ALLEGATI**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica E12RBGE0000003C</p>	<p>Foglio 138 di 169</p>

**Allegato 1      SINTESI DEI RISULTATI DELLE PROVE FISICHE DI LABORATORIO**



GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 139 di 169

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	$\gamma_t$	Gs	w <sub>n</sub>	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH16V	22+360	2015	25.1		1.73	0.00	95.00			5.00					
BH16V	22+360	2015	25.1		3.23	0.00	92.50			7.50					
BH16V	22+360	2015	25.1		4.73	0.00	92.50			7.50					
BH16V	22+360	2015	25.1		6.23	0.00	95.00			5.00					
BH16V	22+360	2015	25.1		7.73	0.00	90.00			10.00					
BH16V	22+360	2015	25.1		9.23	0.00	95.00			5.00					
BH16V	22+360	2015	25.1		10.75	0.00	95.00			5.00					
BH16V	22+360	2015	25.1		12.23	0.00	57.00			43.00					
BH16V	22+360	2015	25.1		15.23	0.00	35.00			65.00					
BH16V	22+360	2015	25.1		27.23	0.00	90.00			10.00					
BH16V	22+360	2015	25.1		31.75	5.00	15.00	75.00	5.00	80.00				37.10	27.60
BH16V	22+360	2015	25.1		36.23	0.00	90.00			10.00					
BH16V	22+360	2015	25.1		42.23	0.00	87.50			12.50					
BH16V	22+360	2015	25.1		48.23	0.00	92.50			7.50					
BH17V	22+780	2015	25.12		18.30	0.00	0.00	65.00	35.00	100.00	18.30	2.69	38.40	56.20	28.20
BH17V	22+780	2015	25.12		1.73	5.00	37.50			57.50					
BH17V	22+780	2015	25.12		3.23	0.00	97.50			2.50					
BH17V	22+780	2015	25.12		4.73	0.00	98.00			2.00					
BH17V	22+780	2015	25.12		6.23	2.50	95.00			2.50					
BH17V	22+780	2015	25.12		7.73	1.50	96.00			2.50					



GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 140 di 169

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	$\gamma_t$	Gs	w <sub>n</sub>	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH17V	22+780	2015	25.12		9.23	1.50	90.00			8.50					
BH17V	22+780	2015	25.12		10.73	0.00	37.50			62.50					
BH17V	22+780	2015	25.12		12.23	0.00	27.50			72.50					
BH17V	22+780	2015	25.12		15.23	0.00	62.50			37.50					
BH17V	22+780	2015	25.12		24.23	0.00	95.00			5.00					
BH17V	22+780	2015	25.12		30.23	0.00	97.50			2.50					
BH17V	22+780	2015	25.12		33.23	0.00	85.00			15.00					
BH17V	22+780	2015	25.12		39.23	0.00	85.00			15.00					
BH17V	22+780	2015	25.12		48.23	0.00	80.00			20.00					
BH-PE-45	23+175	2021	28.03		12.23	0.00	51.60			48.40					
BH-PE-45	23+175	2021	28.03		15.23	0.40	56.40			43.20					
BH-PE-45	23+175	2021	28.03		21.23	0.00	0.61	64.93	34.46	99.39		2.78		45.00	26.00
BH-PE-45	23+175	2021	28.03		24.23	0.00	55.60			44.40					
BH-PE-45	23+175	2021	28.03		4.80	0.00	5.11	60.41	34.47	94.88	20.60	2.70	20.50	37.00	18.00
BH-PE-45	23+175	2021	28.03		6.30	0.00	2.58	57.56	39.86	97.42		2.69	24.33	42.00	21.00
BH-PE-45	23+175	2021	28.03		9.30	0.00	1.38	61.74	36.88	98.62	20.40	2.62	18.93	33.00	18.00
BH-PE-45	23+175	2021	28.03	CIA	3.30	0.00	4.20	26.40	69.40	95.80	17.70	2.62	38.30	52.30	35.70
BH-PE-45	23+175	2021	28.03	CIE	7.75	0.00	3.40	51.30	45.30	96.60	18.40	2.68	32.80	46.10	33.70
BH18V	23+225	2014/2015	27.42	A	4.80	0.00	0.00	85.00	15.00	100.00	20.30		26.70	39.40	18.90
BH18V	23+225	2014/2015	27.42	B	7.80	0.00	0.00	82.50	17.50	100.00	20.80	2.70	24.20	30.40	18.20
BH18V	23+225	2014/2015	27.42		3.23	0.00	5.00			95.00					





GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 141 di 169



Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	$\gamma_t$	Gs	$w_n$	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH18V	23+225	2014/2015	27.42		9.23	0.00	5.00			95.00					
BH18V	23+225	2014/2015	27.42		10.73	0.00	77.50			22.50					
BH18V	23+225	2014/2015	27.42		12.23	0.00	80.00			20.00					
BH18V	23+225	2014/2015	27.42		13.75	0.00	1.50			98.50				37.90	22.00
BH18V	23+225	2014/2015	27.42		15.23	0.00	12.50			87.50					
BH18V	23+225	2014/2015	27.42		18.23	0.00	12.50			87.50					
BH18V	23+225	2014/2015	27.42		24.23	0.00	82.50			17.50					
BH18V	23+225	2014/2015	27.42		30.23	0.00	95.00			5.00					
BH18V	23+225	2014/2015	27.42		39.23	0.00	87.50			12.50					
BH18V	23+225	2014/2015	27.42		45.21	0.00	95.00			5.00					
BH18V	23+225	2014/2015	27.42		48.23	0.00	95.00			5.00					
BH-PE-46	23+363	2021	27.08	B	4.80	0.13	6.22	59.97	33.69	93.66	19.46	2.74	20.79	32.00	17.00
BH-PE-46	23+363	2021	27.08		15.23	0.80	15.40			83.80				30.00	19.00
BH-PE-46	23+363	2021	27.08		18.23	0.30	16.00			83.70					
BH-PE-46	23+363	2021	27.08		21.23	0.10	8.30			91.60					
BH-PE-46	23+363	2021	27.08		24.23	0.00	47.50			52.50					
BH-PE-46	23+363	2021	27.08	T1	3.30	0.00	4.75	67.74	27.51	95.25	19.50	2.77	22.07	29.00	17.00
BH-PE-46	23+363	2021	27.08	T3	6.30	0.00	6.11	62.40	31.49	93.89	18.80	2.76	18.83	27.00	15.00
BH-PE-46	23+363	2021	27.08	CID	7.80	0.00	0.80	44.80	54.40	99.20	18.80	2.58	27.00	41.50	28.10
BH-PE-47	23+498	2021	27.44	C11	5.25	0.04	9.72	47.03	43.20	90.23	19.05	2.46	22.34	28.00	18.00
BH-PE-47	23+498	2021	27.44		0.98	4.00	28.60			67.40		2.68			

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 142 di 169



Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	$\gamma_t$	Gs	w <sub>n</sub>	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH-PE-47	23+498	2021	27.44		3.23	0.00	95.70			4.30					
BH-PE-47	23+498	2021	27.44		4.23	0.00	8.72	50.43	40.85	91.28				27.00	16.00
BH-PE-47	23+498	2021	27.44		7.23	0.00	11.85	47.47	40.68	88.15		2.67		27.00	17.00
BH-PE-47	23+498	2021	27.44		10.23	0.07	44.80	40.39	14.75	55.14		2.72			
BH-PE-47	23+498	2021	27.44		13.23	0.00	95.50			4.50					
BH-PE-47	23+498	2021	27.44		16.23	0.00	94.40			5.60					
BH-PE-47	23+498	2021	27.44		19.23	0.06	12.72	50.53	36.69	87.22		2.72		33.00	22.00
BH-PE-47	23+498	2021	27.44		22.23	0.20	44.30			55.60					
BH-PE-47	23+498	2021	27.44		28.23	0.90	63.00			36.10					
BH-PE-47	23+498	2021	27.44		34.23	0.10	23.50			76.50					
BH-PE-47	23+498	2021	27.44		37.23	0.04	13.16	49.03	37.77	86.80		2.75		32.00	21.00
BH-PE-47	23+498	2021	27.44		40.23	0.03	13.06	47.19	39.72	86.91		2.74		33.00	23.00
BH-PE-47	23+498	2021	27.44		46.23	0.00	94.60			5.40					
BH19V	23+700	2014/2015	27.95	A	6.30	7.50	5.00	60.00	27.50	87.50	18.20	2.70	36.90	43.30	22.00
BH19V	23+700	2014/2015	27.95		7.80	0.00	0.00	80.00	20.00	100.00	21.20		22.20	27.20	16.90
BH19V	23+700	2014/2015	27.95		21.30	0.00	0.00	82.50	17.50	100.00	18.90		30.70	33.90	22.80
BH19V	23+700	2014/2015	27.95		1.73	0.00	57.50			42.50					
BH19V	23+700	2014/2015	27.95		3.23	0.00	40.00			60.00					
BH19V	23+700	2014/2015	27.95		4.73	0.00	60.00			40.00					
BH19V	23+700	2014/2015	27.95		10.48	27.50	65.00			7.50					
BH19V	23+700	2014/2015	27.95		12.23	0.00	90.00			10.00					

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 143 di 169



Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	$\gamma_t$	Gs	w <sub>n</sub>	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH19V	23+700	2014/2015	27.95		18.23	27.50	65.00			7.50					
BH19V	23+700	2014/2015	27.95		24.23	0.00	90.00			10.00					
BH19V	23+700	2014/2015	27.95		30.23	0.00	87.50			12.50					
BH19V	23+700	2014/2015	27.95		39.25	0.00	82.50			17.50					
BH19V	23+700	2014/2015	27.95		45.25	0.00	82.50			17.50					
BH-PE-48	23+998	2020	28.03		6.15	0.00	72.20			27.80					
BH-PE-48	23+998	2020	28.03		11.15	0.40	24.00			75.60					
BH-PE-48	23+998	2020	28.03		18.75	18.60	7.70			73.70					
BH-PE-48	23+998	2020	28.03		24.40	0.00	87.10			12.90					
BH-PE-48	23+998	2020	28.03		2.24	0.00	69.60			30.40					
BH-PE-48	23+998	2020	28.03		4.23	0.00	64.00			36.00					
BH-PE-48	23+998	2020	28.03		13.73	0.00	70.50			29.50					
BH-PE-48	23+998	2020	28.03		15.23	5.00	59.10			35.90					
BH26V	25+820	2015	27.3		1.25	0.00	8.50	53.00	38.50	91.50				94.30	33.80
BH26V	25+820	2015	27.3		2.35	0.00	57.50	27.50	15.00	42.50				51.10	18.50
BH26V	25+820	2015	27.3		3.23	0.00	77.50			22.50					
BH26V	25+820	2015	27.3		4.73	0.00	75.00			25.00					
BH26V	25+820	2015	27.3		6.23	5.00	62.50			32.50					
BH26V	25+820	2015	27.3		7.73	20.00	70.00			10.00					
BH26V	25+820	2015	27.3		9.23	15.00	71.50			13.50					
BH26V	25+820	2015	27.3		12.23	12.50	80.00			7.50					

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 144 di 169



Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	$\gamma_t$	Gs	w <sub>n</sub>	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH26V	25+820	2015	27.3		15.23	10.00	80.00			10.00					
BH26V	25+820	2015	27.3		18.23	5.00	85.00			10.00					
SPC41	28+600	2014/2015	31.4	A	2.30	0.00	35.00	62.50	2.50	65.00	18.90		31.40	33.30	26.70
SPC41	28+600	2014/2015	31.4	B	4.80	0.00	5.00	65.00	30.00	95.00	18.50	2.73	32.10	74.50	29.30
SPC41	28+600	2014/2015	31.4	C	9.30	0.00	0.00	82.50	17.50	100.00	19.80	2.71	28.50	39.40	18.30
SPC41	28+600	2014/2015	31.4	D	16.75	0.00	5.00	92.50	2.50	95.00					
SPC41	28+600	2014/2015	31.4		1.10	0.00	15.00	65.00	20.00	85.00				52.90	23.40
SPC41	28+600	2014/2015	31.4		6.23	0.00	90.00			10.00					
SPC41	28+600	2014/2015	31.4		10.65	0.00	1.50			98.50				37.40	18.40
SPC41	28+600	2014/2015	31.4		13.73	0.00	81.50			18.50					
SPC41	28+600	2014/2015	31.4		18.23	0.00	50.00			50.00					
BH-PE-58	29+197	2021	32.26	SH1	4.90	2.10	9.30	63.20	25.50	88.70	18.30		34.30	62.00	32.00
BH-PE-58	29+197	2021	32.26	SH2	7.50	0.40	0.50	60.10	38.90	99.00	18.30		31.20	59.00	30.00
BH-PE-58	29+197	2021	32.26	SH2	7.50										
BH-PE-58	29+197	2021	32.26	SH3	12.30	0.00	20.80	63.00	16.20	79.20	18.10		36.20	41.00	26.00
BH-PE-58	29+197	2021	32.26	SH4	15.30	0.00	3.90	89.10	6.90	96.00	19.30		24.30	29.00	23.00
BH-PE-58	29+197	2021	32.26	SH4	15.30										
BH-PE-58	29+197	2021	32.26	SH5	21.75	0.00	0.70	86.00	13.40	99.40	19.20		27.70	36.00	25.00
BH27V	26+725	2015	28.52		18.23					0.00				62.20	29.10
BH27V	26+725	2015	28.52	A	15.30	0.00	5.00	70.00	25.00	95.00	20.80	2.72	26.80	38.70	23.00
BH27V	26+725	2015	28.52		3.23	0.00	85.00		15.00	15.00					

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 145 di 169



Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	$\gamma_t$	Gs	w <sub>n</sub>	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH27V	26+725	2015	28.52		4.73	0.00	90.00		10.00	10.00					
BH27V	26+725	2015	28.52		7.73	5.00	85.00		10.00	10.00					
BH27V	26+725	2015	28.52		10.73	7.50	79.50		13.00	13.00					
BH27V	26+725	2015	28.52		12.23	0.00	62.50			37.50					
BH27V	26+725	2015	28.52		18.23	0.00	10.00	65.00	25.00	90.00				62.20	29.10
SPC36	26+800	2014/2015		A	3.23	0.00	5.00	70.00	25.00	95.00	19.00	2.76	33.90	71.80	21.60
SPC36	26+800	2014/2015		B	16.80	0.00	2.50	85.00	12.50	97.50	20.20	2.75	27.50	38.10	21.70
SPC36	26+800	2014/2015		C	27.30	0.00	0.00	70.00	30.00	100.00	17.10	2.67	49.10	94.80	28.00
SPC36	26+800	2014/2015			4.35	0.00	62.50			37.50					
BH28V	27+200	2014/2015	29	A	1.80	0.00	15.00	60.00	25.00	85.00	17.90		34.60	50.20	25.50
BH28V	27+200	2014/2015	29	B	3.30	0.00	5.00	60.00	35.00	95.00	15.30	2.50	79.10	152.10	54.70
BH28V	27+200	2014/2015	29	C	4.80	0.00	10.00	55.00	35.00	90.00	17.60		42.60	85.00	40.20
BH28V	27+200	2014/2015	29	D	6.30	2.50	12.50	50.00	35.00	85.00	16.70	2.62	51.60	113.80	49.10
BH28V	27+200	2014/2015	29	F	18.30	0.00	0.00	80.00	20.00	100.00	19.80		28.20	38.00	27.10
BH28V	27+200	2014/2015	29		7.73	35.00	45.00			20.00					
BH28V	27+200	2014/2015	29		9.23	0.00	92.50			7.50					
SPA37 (SPC37)	27+450	2014/2015	30.96	A	6.00	0.00	35.00	60.00	5.00	65.00	19.50	2.73	30.50	31.40	23.00
SPA37 (SPC37)	27+450	2014/2015	30.96		1.73	2.50	15.00	59.00	23.50	82.50				63.80	29.20
SPA37 (SPC37)	27+450	2014/2015	30.96		4.15	0.00	0.00	70.00	30.00	100.00				107.00	38.00
SPA37 (SPC37)	27+450	2014/2015	30.96		7.73	0.00	0.00	95.00	5.00	100.00				35.60	24.70
SPA37 (SPC37)	27+450	2014/2015	30.96		9.23	0.00	45.00	50.00	5.00	55.00				34.60	24.60

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 146 di 169

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	$\gamma_t$	Gs	w <sub>n</sub>	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[%]	[%]	[%]
SPA37 (SPC37)	27+450	2014/2015	30.96		12.23	10.00	82.50		7.50	7.50				39.50	20.70
SPA37 (SPC37)	27+450	2014/2015	30.96		15.35	0.00	0.00	85.00	15.00	100.00					
SPA37 (SPC37)	27+450	2014/2015	30.96		18.23	0.00	5.00			95.00				31.50	24.80
SPA38	27+550	2014/2015	34.05	A	6.30	0.00	15.00	72.50	12.50	85.00	19.10	2.77	37.10	47.80	26.80
SPA38	27+550	2014/2015	34.05	B	7.80	0.00	0.00	70.00	30.00	100.00	17.30	2.74	45.00	92.30	34.70
SPA38	27+550	2014/2015	34.05		11.15	0.00	60.00			40.00					
SPA40	27+925	2014/2015	31.7	A	15.30	0.00	0.00	75.00	25.00	100.00	19.40		33.60	38.60	20.70
SPA40	27+925	2014/2015	31.7		1.73	0.00	45.00	45.00	5.00	50.00				39.20	22.20
SPA40	27+925	2014/2015	31.7		3.23	0.00	47.50			52.50				25.80	17.30
SPA40	27+925	2014/2015	31.7		4.73	0.00	45.00			55.00				27.40	19.80
SPA40	27+925	2014/2015	31.7		7.48	0.00	72.50			27.50					
SPA40	27+925	2014/2015	31.7		12.23	0.00	12.50			87.50				30.20	18.40
BH29V	28+250	2014/2015	33.47	A	5.30	0.00	2.50	67.50	30.00	8.50	16.50	2.67	60.00	103.00	36.00
BH29V	28+250	2014/2015	33.47	B	6.30	0.00	6.50	60.00	33.50	93.50	19.00	2.70	35.00	62.50	23.80
BH29V	28+250	2014/2015	33.47	C	9.30	0.00	15.00	77.50	7.50	85.00	21.00	2.71	18.40	23.70	17.20
BH29V	28+250	2014/2015	33.47	D	13.80	0.00	5.00	76.50	18.50	95.00	19.80	2.73	27.40	37.00	19.00
BH29V	28+250	2014/2015	33.47		1.73	55.00	10.00	25.00	10.00	35.00				54.30	25.60
BH29V	28+250	2014/2015	33.47		3.23	30.00	20.00	37.50	12.50	50.00				51.50	22.80
BH29V	28+250	2014/2015	33.47		21.23	0.00	35.00			65.00					
XA203O013	28+670	2002	31.7	A	3.65	0.00	9.80	37.90	52.30	90.20	16.60		47.80	79.30	46.90
XA203O013	28+670	2002	31.7	B	8.50	0.00	0.10	26.30	73.60	99.90	19.30		28.10	62.20	33.50

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 147 di 169

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	$\gamma_t$	Gs	w <sub>n</sub>	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[%]	[%]	[%]
XA203O013	28+670	2002	31.7	C	24.30	0.00	4.60	49.20	46.20	95.40	17.20		40.60	61.40	42.20
XA203O013	28+670	2002	31.7	1	13.93	0.00	90.30	0.00	0.00	0.00	18.40				
XA203O013	28+670	2002	31.7	2	17.20	0.00	2.60	52.90	44.50	97.40	19.90		25.50	38.30	26.00
XA203O013	28+670	2002	31.7	3	21.23	0.70	71.00	19.40	8.90	28.30	19.50				
XA203O013	28+670	2002	31.7	4	25.95	59.90	22.30	12.20	5.60	17.80					
BH30V	28+925	2014/2015	31.47	A	1.80	0.00	18.50	56.50	25.00	81.50	17.70		39.20	79.10	31.50
BH30V	28+925	2014/2015	31.47	B	3.30	0.00	1.50	63.50	35.00	98.50	18.20	2.75	47.20	81.30	27.40
BH30V	28+925	2014/2015	31.47	C	4.75	0.00	10.00	67.50	22.50	90.00	18.60	2.73	37.60	77.80	29.40
BH30V	28+925	2014/2015	31.47	D	6.30	0.00	15.00	65.00	20.00	85.00	17.70		40.40	69.50	30.80
BH30V	28+925	2014/2015	31.47	E	12.30	0.00	7.50	85.00	7.50	92.50	18.90	2.71	35.50	46.30	24.10
BH30V	28+925	2014/2015	31.47	F	18.30	0.00	16.50	56.00	27.50	83.50	16.40		53.20	60.00	26.10
BH30V	28+925	2014/2015	31.47		7.73	0.00	5.00	65.00	30.00	95.00					
BH30V	28+925	2014/2015	31.47		9.23	0.00	60.00	35.00	5.00	40.00				26.60	21.20
BH30V	28+925	2014/2015	31.47		10.73	0.00	35.00	45.00	20.00	65.00				53.00	23.40
BH30V	28+925	2014/2015	31.47		15.23	5.00	25.00			70.00					
BH30V	28+925	2014/2015	31.47		22.73	0.00	5.00	62.50	32.50	95.00					
BH30V	28+925	2014/2015	31.47		24.73	70.00	20.00			10.00					
BH-PE-58	29+197	2021	32.26	SH5	21.75										
BH-PE-58	29+197	2021	32.26	SH6	26.90	0.00	4.60	66.30	29.10	95.40	17.50		42.00	67.00	33.00
BH-PE-59	29+493	2021	34.28		20.73	0.00	39.50			60.40					
BH-PE-59	29+493	2021	34.28		23.63	67.30	24.40	7.00	1.30	8.30					



GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 148 di 169

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	$\gamma_t$	Gs	w <sub>n</sub>	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH-PE-59	29+493	2021	34.28	SH1	2.30	0.00	20.70	73.70	5.40	79.10	18.30		31.30	35.00	23.00
BH-PE-59	29+493	2021	34.28	SH2	5.30	0.00	0.10	86.80	13.10	99.90	17.40		44.80	84.00	36.00
BH-PE-59	29+493	2021	34.28	SH2	5.30										
BH-PE-59	29+493	2021	34.28	SH2	5.30										
BH-PE-59	29+493	2021	34.28	SH3	8.90	0.00	2.00	92.20	5.80	98.00	17.80		30.90	39.00	25.00
BH-PE-59	29+493	2021	34.28	SH4	11.75	0.20	0.60	55.10	44.20	99.30	19.30		26.60	46.00	23.00
BH-PE-59	29+493	2021	34.28	SH5	15.30	0.10	0.30	89.20	10.50	99.70	18.60		26.00	45.00	23.00
BH-PE-59	29+493	2021	34.28	SH6	18.30	0.00	7.70	88.60	3.70	92.30	18.90		28.30	44.00	24.00
BH-PE-59	29+493	2021	34.28	SH7	26.80	0.00	2.70	68.10	29.20	97.30	16.90		40.80	66.00	42.00
BH-PE-59	29+493	2021	34.28	SH8	30.00	0.30	21.90	67.40	10.40	77.80	19.10		29.10	36.00	24.00
SPC42	29+650	2014/2015	34.2	A	3.30	0.00	2.50	75.00	22.50	97.50	18.70	2.71	42.70	59.00	20.70
SPC42	29+650	2014/2015	34.2	B	6.30	2.50	2.50	65.00	30.00	95.00	20.60	2.75	29.00	52.00	23.30
SPC42	29+650	2014/2015	34.2	C	9.30	0.00	5.00	90.00	5.00	95.00	20.50	2.76	19.40	34.20	17.40
SPC42	29+650	2014/2015	34.2	D	12.30	0.00	2.50	72.50	25.00	97.50	20.40	2.74	27.40	41.00	18.20
SPC42	29+650	2014/2015	34.2		4.73	0.00	22.50	67.50	10.00	77.50				32.60	21.90
SPC42	29+650	2014/2015	34.2		14.85	0.00	66.50			33.50					
SPC42	29+650	2014/2015	34.2		16.73	0.00	15.00			85.00					
BH-PE-60	29+981	2021	34.19	SH1	2.70	0.20	25.50	58.50	15.80	74.30	17.90		35.70	53.00	30.00
BH-PE-60	29+981	2021	34.19	SH2	4.75	2.00	24.90	66.80	6.20	73.00	18.20		35.70	38.00	25.00
BH-PE-60	29+981	2021	34.19	SH2	4.75					0.00					
BH-PE-60	29+981	2021	34.19	SH2	4.75					0.00					





GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 149 di 169



Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	$\gamma_t$	Gs	w <sub>n</sub>	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH-PE-60	29+981	2021	34.19	SH3	8.75	2.50	4.50	85.20	7.80	93.00	19.80		24.70	30.00	21.00
BH-PE-60	29+981	2021	34.19	SH4	12.10	0.30	3.20	73.80	22.70	96.50	17.50		43.30	58.00	33.00
BH-PE-60	29+981	2021	34.19	SH4	12.10					0.00					
BH-PE-60	29+981	2021	34.19	SH5	15.50	0.00	0.00	66.10	33.80	99.90	19.00		28.30	42.00	22.00
BH-PE-60	29+981	2021	34.19	SH6	18.30	0.00	8.10	75.30	16.40	91.70	16.10		51.10	63.00	36.00
BH-PE-60	29+981	2021	34.19	SH6	18.30					0.00					
BH-PE-60	29+981	2021	34.19	SH7	21.30	0.00	1.70	77.70	2.60	80.30	16.40		41.80	83.00	43.00
BH-PE-60	29+981	2021	34.19	SH8	32.70	0.00	9.50	76.20	14.30	90.50	18.50		34.20	48.00	27.00
BH-PE-64	31+988	2020	41.30		3.27	54.70	24.30			20.90					
BH-PE-64	31+988	2020	41.30		9.48	64.10	24.40			11.50					
BH-PE-64	31+988	2020	41.30		12.23	81.20	14.00			4.80					
BH-PE-64	31+988	2020	41.30		15.23	55.20	33.00	9.20	2.60	11.80					
BH-PE-64	31+988	2020	41.30		21.23	49.70	25.10			25.20					
BH-PE-64	31+988	2020	41.30		27.23	52.50	23.40			24.00					
BH-PE-64	31+988	2020	41.30	Sh1	6.30	0.90	54.10	34.40	10.60	45.00	18.60		31.30		
BH-PE-64	31+988	2020	41.30	Sh2	14.25	0.50	30.10	63.00	6.50	69.50	18.60		35.70	41.00	28.00
BH-PE-64	31+988	2020	41.30	Sh3	17.25	0.70	16.60	75.40	7.40	82.80	19.80		27.30	37.00	26.00
BH-PE-65	32+236	2020	42.56		3.23	72.60	15.10			12.20					
BH-PE-65	32+236	2020	42.56		6.23	71.70	22.20			6.10					
BH-PE-65	32+236	2020	42.56		12.23									50.00	28.00
BH-PE-65	32+236	2020	42.56		18.23	66.50	19.00			14.50					

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 150 di 169



Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	$\gamma_t$	Gs	w <sub>n</sub>	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH-PE-65	32+236	2020	42.56		24.23	70.00	14.50			15.50					
BH-PE-65	32+236	2020	42.56		30.23	64.90	14.70			20.30					
BH-PE-65	32+236	2020	42.56		39.23	70.90	16.30			12.80					
BH-PE-65	32+236	2020	42.56		42.23	62.90	22.20			14.90					
BH-PE-65	32+236	2020	42.56	Sh1	13.80	0.10	4.70	82.80	12.40	95.20	18.40		35.20	54.00	35.00
XA203P012	32+310	2002	25.1	A	5.00	0.00	6.90	37.40	55.70	93.10	17.40		42.00	78.30	46.40
XA203P012	32+310	2002	25.1		12.43	15.90	81.10	0.00	0.00	0.00	18.40				
XA203P012	32+310	2002	25.1		15.43	0.00	1.30	62.20	36.50	98.70	19.80				
XA203P012	32+310	2002	25.1		19.93	0.00	84.20	0.00	0.00	0.00	17.40				
XA203P012	32+310	2002	25.1		24.43	0.10	96.00	0.00	0.00	0.00	17.80				
XA203P012	32+310	2002	25.1		27.80	0.10	4.60	50.90	44.40	95.30	17.40		40.00	79.20	38.90
XA203P012	32+310	2002	25.1		28.93	0.40	72.80	18.20	8.60	26.80	26.50				
XA203P012	32+310	2002	25.1		33.43	0.20	93.20	0.00	0.00	0.00	18.10				
XA203P012	32+310	2002	25.1		39.43	0.70	95.60	0.00	0.00	0.00	17.70				
XA203P012	32+310	2002	25.1		47.60		0.40	50.10	49.50	99.60	19.10		32.30	42.30	32.80
SPC47	32+690	2014/2015	44.93	A	14.45	10.00	7.50	67.50	15.00	15.00	19.20	2.74	33.90	42.10	21.30
SPC47	32+690	2014/2015	44.93	B	19.00	0.00	20.00	55.00	25.00	15.00	19.10		33.50	61.10	22.60
SPC47	32+690	2014/2015	44.93		7.25	80.00	12.50			7.50					
SPC47	32+690	2014/2015	44.93		9.75	70.00	17.50			12.50					
SPC47	32+690	2014/2015	44.93		17.15	65.00	9.00			26.00					
BH-PE-66	33+074	2020	45.11	Sh1	8.30	0.70	16.50	76.80	6.00	82.80			27.50	33.00	23.00

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 151 di 169



Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	$\gamma_t$	Gs	w <sub>n</sub>	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH-PE-66	33+074	2020	45.11	Sh2	26.30	0.20	37.30	52.50	10.10	62.60			30.60	42.00	27.00
BH-PE-66	33+074	2020	45.11	Sh3	42.10	0.00	15.70	68.00	16.30	84.30			29.90	48.00	28.00
BH-PE-66	33+074	2020	45.11		3.23	80.00	12.60			7.40					
BH-PE-66	33+074	2020	45.11		6.23	42.70	31.90			25.50					
BH-PE-66	33+074	2020	45.11		12.23	71.80	18.10			10.10					
BH-PE-66	33+074	2020	45.11		15.23	48.60	26.60			24.80					
BH-PE-66	33+074	2020	45.11		18.23	42.70	31.90			25.50					
BH-PE-66	33+074	2020	45.11		21.23	67.20	14.60			18.20					
BH-PE-66	33+074	2020	45.11		24.23	42.70	31.90			25.50					
BH-PE-66	33+074	2020	45.11		27.23	42.70	31.90			25.50					
BH-PE-66	33+074	2020	45.11		30.23	48.70	23.10			28.20					
BH-PE-66	33+074	2020	45.11		33.23	42.70	31.90			25.50					
BH-PE-66	33+074	2020	45.11		36.23	61.20	18.30			5.30			13.00	31.00	22.00
BH-PE-66	33+074	2020	45.11		39.23	42.70	31.90			25.50					
BH-PE-66	33+074	2020	45.11		45.21	55.00	26.60			18.40					
S48	33+175	2015	57.20	A	9.75	10.00	15.00	60.00	15.00	75.00	19.30		28.60	44.20	23.30
S48	33+175	2015	57.20	B	18.85	0.00	10.00	70.00	20.00	90.00	18.90	2.75	32.70	56.90	25.00
S48	33+175	2015	57.20	C	20.65	0.00	40.00	55.00	5.00	60.00	20.40	2.78	24.50	25.50	17.90
S48	33+175	2015	57.20		1.65	17.50	32.50	35.00	15.00	50.00				45.40	22.60
S48	33+175	2015	57.20		4.10	30.00	25.00	35.00	10.00	45.00				49.90	24.80
S48	33+175	2015	57.20		6.15	65.00	17.50			17.50					

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 152 di 169



Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	$\gamma_t$	Gs	w <sub>n</sub>	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[%]	[%]	[%]
S48	33+175	2015	57.20		15.15	65.00	17.50			17.50					
S48	33+175	2015	57.20		23.60	5.00	15.00	65.00	15.00	80.00				39.70	20.80
BH-PE-67	33+250	2020	45.65		3.23	76.60	13.50			9.90			5.50		
BH-PE-67	33+250	2020	45.65		6.23	75.90	14.50			9.60			9.80		
BH-PE-67	33+250	2020	45.65	C1	8.70	0.00	6.60	74.40	19.00	93.40	17.90	2.70	40.00	63.00	33.00
BH-PE-67	33+250	2020	45.65		9.23	7.10	16.50			76.30			40.10		
BH-PE-67	33+250	2020	45.65		12.50	0.00	9.90	50.00	40.10	90.10			38.90	50.00	23.00
BH-PE-67	33+250	2020	45.65	C2	15.25	0.10	39.50	50.20	10.30	60.50	18.50		33.20	43.00	30.00
BH-PE-67	33+250	2020	45.65		21.23	65.00	16.60			18.40			10.70		
BH-PE-67	33+250	2020	45.65		28.73	76.90	13.90			9.20			16.70		
BH-PE-67	33+250	2020	45.65		36.23	52.60	28.80			18.60			13.70		
BH-PE-67	33+250	2020	45.65		42.23	52.20	25.30			22.40			8.20		
S49	33+335	2015	50.82	B	18.85	10.00	5.00	50.00	35.00	85.00	18.70		34.60	62.20	26.60
S49	33+335	2015	50.82		1.70	65.00	25.00			10.00					
S49	33+335	2015	50.82		6.10	50.00	15.00			35.00					
S49	33+335	2015	50.82		9.10	65.00	35.00			0.00					
S49	33+335	2015	50.82		16.65	85.00	7.50			7.50					
BH-PE-68	33+430	2020	47.62	Sh1	14.75	6.00	13.80	70.20	10.00	80.20	18.70		34.20	43.00	28.00
BH-PE-68	33+430	2020	47.62	Sh2	18.95	0.10	2.90	78.20	18.80	97.00	18.10		40.40	62.00	39.00
BH-PE-68	33+430	2020	47.62	Sh3	24.25	0.00	3.20	67.80	29.00	96.80	17.80		42.40	87.00	45.00
BH-PE-68	33+430	2020	47.62		39.95	0.50	20.20	32.70	46.60	79.30			30.00	54.00	26.00

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 153 di 169



Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	$\gamma_t$	Gs	w <sub>n</sub>	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH-PE-68	33+430	2020	47.62		3.23	42.70	31.90			25.50					
BH-PE-68	33+430	2020	47.62		6.23	61.60	23.70			14.70					
BH-PE-68	33+430	2020	47.62		9.23	61.60	23.70			14.70					
BH-PE-68	33+430	2020	47.62		12.23	78.10	15.90			6.10					
BH-PE-68	33+430	2020	47.62		15.23	27.90	9.30			62.80					
BH-PE-68	33+430	2020	47.62		21.23	77.30	14.10			8.60					
BH-PE-68	33+430	2020	47.62		27.23	41.50	24.70			33.70					
BH-PE-68	33+430	2020	47.62		30.23	61.60	23.70			14.70					
BH-PE-68	33+430	2020	47.62		36.23	52.90	20.60			26.50					
BH-PE-68	33+430	2020	47.62		45.23	53.60	25.30			21.10					
BH-PE-68	33+430	2020	47.62		48.12	41.60	26.00			32.40					
XA203V018	33+500	2003	51	A	6.80	0.00	29.80	39.80	30.40	70.20	19.70		23.50	41.10	25.60
XA203V018	33+500	2003	51	B	9.25	0.00	33.20	48.70	18.10	66.80	19.70		26.60	30.80	
XA203V018	33+500	2003	51	1	14.30	0.00	1.60	62.50	35.90	98.40	18.10		34.40	85.00	41.20
XA203V018	33+500	2003	51		15.25	53.80	26.90	11.80	7.50	19.30					
XA203V018	33+500	2003	51		21.25	60.60	17.40	12.00	10.00	22.00					
XA203V018	33+500	2003	51		28.75	60.40	14.70	15.50	9.40	24.90					
XA203V018	33+500	2003	51		35.20	48.10	19.60	16.40	15.90	32.30					
XA203V018	33+500	2003	51		40.75	61.90	19.50	11.50	7.10	18.60					
XA203V018	33+500	2003	51		47.90	0.00	14.20	60.90	24.90	85.80	26.80		26.80	33.40	
SPC47bis	32+690	2014/2015	44.93		17.15					0.00					

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 154 di 169

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	$\gamma_t$	Gs	w <sub>n</sub>	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH-PE-47	23+498	2021	27.44	CI2	9.75	0.08	49.77	38.49	11.66	50.15	19.40	2.74	27.99		
BH-PE-48	23+998	2020	28.03	SH1	8.45		3.40	89.90	6.80	96.70			31.00	32.00	20.00
BH-PE-48	23+998	2020	28.03	SH2	20.50			81.00	9.00	100.00		1.94	26.00	36.00	25.00
BH-PE-48	23+998	2020	28.03	SH3	22.00			76.00	24.00	100.00		1.95	29.00	43.00	27.00
BH-PE-48	23+998	2020	28.03	SH3	22.00	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D
BH-PE-48	23+998	2020	28.03	SH3	22.00	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D
BH-PE-44	22+012	2021	26.00	T1	12.75		67.00	23.00	10.00	33.00	19.90	2.66	22.90		
BH-PE-44	22+012	2021	26.00	CR1	15.23		66.00			34.00					
BH-PE-44	22+012	2021	26.00	T3	18.25		1.00	41.00	58.00	99.00	18.60	2.66	31.80	43.90	29.30
BH-PE-44	22+012	2021	26.00	T5	23.25		1.00	34.00	65.00	99.00	19.00	2.66	28.70	45.40	30.30
BH-PE-44	22+012	2021	26.00	CR3	25.23		10.00	55.00	35.00	90.00					
BH-PE-44	22+012	2021	26.00	CR6	34.23		87.00			13.00					
BH-PE-60	29+981	2021	34.19	SH8	32.70					0.00					
BH-PE-60	29+981	2021	34.19	SH9	38.75	0.10	1.50	72.90	25.50	98.40	18.10		34.10	60.00	30.00
BH-PE-60	29+981	2021	34.19	SH9	38.75					0.00					
BH-PE-60	29+981	2021	34.19		26.23	45.60	23.80	25.80	4.80	30.60					
SPC43	30+175	2014/2015	36.2	A	1.85	5.00	20.00	57.50	17.50	75.00	20.80	2.75	24.20	46.60	22.30
SPC43	30+175	2014/2015	36.2	B	3.30	2.50	37.50	52.50	7.50	60.00	19.50	2.72	27.40	29.40	19.70
SPC43	30+175	2014/2015	36.2	C	6.30	0.00	2.50	70.00	27.50	97.50	17.40	2.76	41.40	54.40	22.80
SPC43	30+175	2014/2015	36.2	D	12.30	0.00	0.00	87.50	12.50	100.00	19.80	2.76	22.90	35.80	17.80
SPC43	30+175	2014/2015	36.2	E	15.50	0.00	0.00	82.50	17.50	100.00	20.00	2.74	23.40	35.90	17.40



GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 155 di 169

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	$\gamma_t$	Gs	w <sub>n</sub>	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[%]	[%]	[%]
SPC44	30+425	2014/2015	36.2	A	8.50	0.00	37.50	60.00	2.50	62.50	21.70	2.75	25.80	27.10	19.50
SPC44	30+425	2014/2015	36.2	B	10.80	0.00	1.50	73.50	25.00	98.50	18.50	2.73	39.50	59.10	26.50
SPC44	30+425	2014/2015	36.2	D	17.30	0.00	0.00	77.50	22.50	100.00	19.90	2.71	39.90	45.90	26.40
BH-PE-61	30+697	2020	39.74		27.48	56.70	19.20			24.10					
CPTU84	31+075	2014/2015		A	0.90	0.00	10.00	65.00	25.00	90.00		2.71	29.50	58.50	25.00
CPTU84	31+075	2014/2015		B	1.40	0.00	0.00	70.00	30.00	100.00	19.20	2.73	34.70	52.20	24.80
CPTU84	31+075	2014/2015		C	3.30	0.00	0.00	65.00	35.00	100.00	17.20	2.68	46.50	84.10	28.80
BH-PE-62	31+137	2020	38.60		21.23	65.80	19.10			15.10					
SPA45	31+350	2014/2015	38.3	A	10.80	0.00	2.50	72.50	25.00	97.50	17.80	2.68	44.50	65.10	29.60
SPA45	31+350	2014/2015	38.3	B	13.15	0.00	0.00	70.00	30.00	100.00	15.80	2.60	60.80	108.00	43.50
SPA45	31+350	2014/2015	38.3	C	13.80	0.00	0.00	85.00	15.00	100.00	20.50	2.72	25.50	36.00	19.70
SPA45	31+350	2014/2015	38.3	D	16.80	0.00	0.00	82.50	17.50	100.00	19.70	2.76	31.30	35.40	18.70
BH-PE-63	31+695	2021	42.44	CR1	20.75	0.10	8.70	49.70	41.50	91.20			29.00	46.00	27.00
BH-PE-63	31+695	2021	42.44	CR2	25.20	41.30	30.60			28.00					
BH-PE-63	31+695	2021	42.44	SPT1	3.23	61.40	24.80			13.70			8.60		
BH-PE-63	31+695	2021	42.44	SPT2	10.73	0.20	75.90			23.90			20.20		
BH-PE-63	31+695	2021	42.44	SPT4	30.23	42.40	21.10	28.40	8.10	36.50					
BH-PE-63	31+695	2021	42.44	SH1	1.70	20.00	20.00	47.00	13.00	60.00			26.00	40.00	27.00
BH-PE-63	31+695	2021	42.44	SH2	8.95	0.20	35.70	52.70	11.40	64.10	18.70	2.70	35.00	40.00	22.00
BH-PE-63	31+695	2021	42.44	SH2	8.95					0.00					
BH-PE-63	31+695	2021	42.44	SH3	13.30	0.10	9.60	60.00	30.30	90.30	18.00	2.70	41.00	57.00	37.00



GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 156 di 169

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	$\gamma_t$	Gs	w <sub>n</sub>	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH-PE-63	31+695	2021	42.44	SH3	13.30					0.00					
BH-PE-63	31+695	2021	42.44	SH4	15.00	0.00	4.80	84.40	10.70	95.10	18.70	2.70	33.00	44.00	27.00
BH-PE-63	31+695	2021	42.44	SH5	18.70	0.00	0.20	78.30	21.50	99.80	19.70	2.70	24.00	36.00	21.00
BH-PE-63	31+695	2021	42.44	SH5	18.70					0.00					
BH-PE-63	31+695	2021	42.44	SH5	18.70					0.00					
BH-PE-63	31+695	2021	42.44	SH6	23.20	0.00	15.50	61.90	22.60	84.50	18.30	2.70	39.00	58.00	31.00
SPC46	31+725	2014/2015	41.00	A	9.30	0.00	17.50	65.00	17.50	82.50	19.50	2.73	29.00	46.10	23.40
SPC46	31+725	2014/2015	41.00	B	14.00	0.00	0.00	70.00	30.00	100.00	17.50	2.66	49.70	87.40	32.50
SPC46	31+725	2014/2015	41.00	C	19.70	0.00	15.00	72.50	12.50	85.00	19.60	2.76	30.60	38.30	24.20
SPC46	31+725	2014/2015	41.00		2.85	45.00	30.00			25.00					
SPC46	31+725	2014/2015	41.00		5.15	0.00	5.00	75.00	20.00	95.00				52.30	25.90
SPC46	31+725	2014/2015	41.00		7.35	0.00	5.00	73.50	21.50	95.00					
SPC46	31+725	2014/2015	41.00		16.35	0.00	2.50	85.00	12.50	97.50				37.70	23.50
SPC46	31+725	2014/2015	41.00		10.73	0.00	5.00	72.50	22.50	95.00					
BH-PE-54	26+284	2021	28.85	SPT1	1.03		69.00			31.00					
BH-PE-54	26+284	2021	28.85	SPT2	3.23		83.00			16.00					
BH-PE-54	26+284	2021	28.85	SPT3	6.23	1.00	90.00			9.00					
BH-PE-54	26+284	2021	28.85	SPT4	9.23	34.00	62.00			4.00					
BH-PE-54	26+284	2021	28.85	SPT5	15.23	7.00	90.00			3.00					
BH-PE-54	26+284	2021	28.85	SH1	18.25		2.00	91.00	7.00	98.00		2.70	25.60		
BH-PE-54	26+284	2021	28.85	SH3	24.15			76.00	24.00	100.00		1.92	31.00	41.00	29.00





GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 157 di 169



Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	$\gamma_t$	Gs	w <sub>n</sub>	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH-PE-54	26+284	2021	28.85	SH3	24.15					0.00					
BH-PE-54	26+284	2021	28.85	SH2	21.30			81.00	19.00	100.00		1.95	27.00	38.00	26.00
BH-PE-61	30+697	2020	39.74	SH1	3.25	0.10	31.50	60.40	8.00	68.40	18.54		33.40	44.00	26.00
BH-PE-61	30+697	2020	39.74	SH2	6.25	0.00	6.70	57.20	36.10	93.30	16.77	2.70	47.90	69.00	34.00
BH-PE-61	30+697	2020	39.74	SH2	6.25					0.00					
BH-PE-61	30+697	2020	39.74	SH2	6.25					0.00					
BH-PE-61	30+697	2020	39.74	SH3	9.30	0.30	0.80	59.60	39.40	99.00	17.76	2.70	40.00	68.00	35.00
BH-PE-61	30+697	2020	39.74	SH3	9.30					0.00					
BH-PE-61	30+697	2020	39.74	SH3	9.30					0.00					
BH-PE-61	30+697	2020	39.74	SH4	12.30	0.00	0.10	81.10	18.80	99.90	19.72	2.70	23.00	26.00	19.00
BH-PE-61	30+697	2020	39.74	SH5	15.35	0.00	3.40	58.40	38.20	96.60	18.74	2.70	29.00	42.00	22.00
BH-PE-61	30+697	2020	39.74	SH5	15.35					0.00					
BH-PE-61	30+697	2020	39.74	SH6	18.30	0.10	24.70	64.70	10.60	75.30	16.68	2.70	47.00	56.00	44.00
BH-PE-61	30+697	2020	39.74	SH6	18.30					0.00					
BH-PE-61	30+697	2020	39.74	SH7	21.13	0.00	16.60	63.60	19.80	83.40	18.44	2.70	35.00	49.00	33.00
BH-PE-61	30+697	2020	39.74	SH7	21.13					0.00					
BH-PE-61	30+697	2020	39.74	SH8	24.30	0.20	34.00	49.50	16.30	65.80	19.62	2.70	26.00	33.00	24.00
BH-PE-61	30+697	2020	39.74	SH8	24.30					0.00					
BH-PE-56	27+586	2020	30.46	SH9	32.50	0.10	2.60	54.30	43.00	97.30	18.15	2.70	36.00	86.00	36.00
BH-PE-56	27+586	2020	30.46	SH10	35.75	0.00	3.50	54.00	42.50	96.50	17.56	2.70	43.00	84.00	37.00
BH-PE-56	27+586	2020	30.46	SH10	35.75					0.00					

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 158 di 169



Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	$\gamma_t$	Gs	w <sub>n</sub>	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH-PE-56	27+586	2020	30.46	SH11	45.30	0.00	1.10	79.50	19.40	98.90	18.93	2.70	30.00	36.00	25.00
BH-PE-56	27+586	2020	30.46	SH11	45.30					0.00					
BH-PE-57	28+385	2020	31.29	CR1	2.25	0.00	31.90	52.30	15.70	68.00			31.00	39.00	22.00
BH-PE-57	28+385	2020	31.29	CR2	4.15	50.90	25.70	15.00	8.40	23.40					
BH-PE-57	28+385	2020	31.29	CR3	10.25	0.40	4.30	77.90	17.30	95.20			26.00	36.00	18.00
BH-PE-57	28+385	2020	31.29	CR4	15.00	0.00	59.50	36.40	4.10	40.50			16.00		
BH-PE-57	28+385	2020	31.29	CR5	20.25	0.00	28.30	59.70	11.90	71.60			21.00	30.00	18.00
BH-PE-57	28+385	2020	31.29	SH1	5.90	2.40	2.20	81.00	14.50	95.50			22.00	31.00	21.00
BH-PE-57	28+385	2020	31.29	SH2	12.25	0.00	2.80	80.00	17.20	97.20					
BH-PE-57	28+385	2020	31.29	SH3	16.75	0.00	0.60	75.30	24.00	99.30	18.45	2.70	33.00	42.00	28.00
BH-PE-57	28+385	2020	31.29	SH3	16.75					0.00					
BH-PE-57	28+385	2020	31.29	SH4	24.25	0.00	0.70	66.20	33.10	99.30	18.15	2.70	35.80	48.00	28.00
BH-PE-57	28+385	2020	31.29	SH4	24.25					0.00					
BH-PE-57	28+385	2020	31.29	SH5	26.90	0.00	6.10	66.50	27.40	93.90	15.00	2.70	87.00	123.00	63.00
BH-PE-57	28+385	2020	31.29	SH6	29.30	0.20	10.60	56.50	32.70	89.20	18.00	2.70	35.00	64.00	32.00
BH-PE-57	28+385	2020	31.29	SPT1	22.73	0.00	75.80	24.20		24.20			18.30		
BH-PE-62	31+137	2020	38.60	SH1	3.25		10.00	66.00	24.00	15.10	17.70	2.70	38.00	46.00	26.00
BH-PE-62	31+137	2020	38.60	SH2	6.25			71.00	29.00	100.00	17.60	2.70	45.00	55.00	33.00
BH-PE-62	31+137	2020	38.60	SH3	9.25		1.00	66.00	33.00	99.00	17.60	2.70	47.00	66.00	38.00
BH-PE-62	31+137	2020	38.60	SH4	12.25		1.00	77.00	22.00	99.00	17.70	2.70	37.00	46.00	29.00
BH-PE-62	31+137	2020	38.60	SH5	15.25			76.00	24.00	100.00	19.00	2.70	30.00	42.00	23.00

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 159 di 169



Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	$\gamma_t$	Gs	w <sub>n</sub>	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH-PE-62	31+137	2020	38.60	SH6	18.45		8.00	77.00	15.00	92.00	17.60	2.70	45.00	55.00	35.00
BH-PE-62	31+137	2020	38.60	SH7	24.75		9.00	63.00	28.00	91.00	17.70	2.70	39.00	59.00	33.00
BH-PE-62	31+137	2020	38.60	SH8	30.25		41.00	54.00	5.00	59.00	20.00	2.70	25.00	31.00	23.00
BH-PE-62	31+137	2020	38.60	SH9	33.25		15.00	65.00	20.00	85.00	18.70	2.70	32.00	49.00	30.00
BH-PE-62	31+137	2020	38.60	CR1	21.23	53.00	32.00	15.00		15.00					
BH-PE-62bis	31+270	2020	34.21	CR1	4.00	30.00	31.00	35.00	5.00	40.00					
BH-PE-62bis	31+270	2020	34.21	CR2	8.20	26.00	39.00	35.00		35.00					
BH-PE-62bis	31+270	2020	34.21	CR3	15.75		26.00	71.00	3.00	74.00					
BH-PE-62bis	31+270	2020	34.21	SPT2	25.75	28.00	31.00	41.00		41.00					
BH-PE-62bis	31+270	2020	34.21	SPT4	31.73	29.00	32.00	39.00		39.00					
BH-PE-62bis	31+270	2020	34.21	OST1	6.25		74.00	22.00	4.00	26.00	19.70	2.71	24.20		
BH-PE-62bis	31+270	2020	34.21	OST4	17.75			56.00	44.00	100.00	19.50	2.70	28.00	43.00	22.00
BH-PE-62bis	31+270	2020	34.21	OST5	39.70		1.00	73.00	26.00	99.00	19.10	2.70	31.00	48.00	22.00
BH-PE-59bis	29+615	2020	34.21	CR1	3.10		27.00	53.00	20.00	73.00					
BH-PE-59bis	29+615	2020	34.21	CR2	11.20		38.00	58.00	4.00	62.00					
BH-PE-59bis	29+615	2020	34.21	CR3	19.30		50.30	49.70		49.70					
BH-PE-59bis	29+615	2020	34.21	CR4	24.25	28.00	40.00	32.00		32.00					
BH-PE-59bis	29+615	2020	34.21	CR5	30.20	28.00	58.00	14.00		14.00					
BH-PE-59bis	29+615	2020	34.21	CR6	38.20		7.00	74.00	19.00	93.00					
BH-PE-59bis	29+615	2020	34.21	SH1	4.75		1.50	63.50	35.00	98.50	17.30	2.65	31.00	65.00	24.00
BH-PE-59bis	29+615	2020	34.21	SH2	8.75		5.10	71.60	23.30	94.90	20.40	2.70	22.50	39.00	18.00

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 160 di 169



Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	$\gamma_t$	Gs	w <sub>n</sub>	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH-PE-59bis	29+615	2020	34.21	SH3	15.25	0.00	0.80	73.50	25.70	99.20	19.50	2.70	29.30	37.00	24.00
BH-PE-59bis	29+615	2020	34.21	SH4	27.75	0.00	1.20	60.50	38.30	98.80	18.10	2.70	40.10	70.00	37.00
BH-PE-59bis	29+615	2020	34.21	SH5	35.70	0.00	4.40	55.20	40.40	95.60	18.10	2.70	40.20	81.00	50.00
BH-PE-55bis	27+660	2020	30.41	CR2	32.25	53.70	21.70	24.60		24.60			7.30		
BH-PE-55bis	27+660	2020	30.41	CR3	42.25	0.00	78.80	21.20		21.20			17.70		
BH-PE-55bis	27+660	2020	30.41	CR4	48.20	0.00	92.20	7.80		7.80			16.20		
BH-PE-55bis	27+660	2020	30.41	OST1	6.30	0.60	2.30	82.10	15.00	97.10	19.50	2.71	20.60	27.00	15.00
BH-PE-55bis	27+660	2020	30.41	OST2	10.70	0.10	5.70	79.60	14.50	94.10	20.50	2.71	21.20	25.00	15.00
BH-PE-55bis	27+660	2020	30.41	OST3	14.70	0.00	0.20	72.80	27.00	99.80	18.80	2.70	33.10	41.00	20.00
BH-PE-55bis	27+660	2020	30.41	OST4	21.30	0.00	0.90	86.20	12.80	99.00	19.60	2.71	28.00	35.00	20.00
BH-PE-55bis	27+660	2020	30.41	OST5	25.00	0.00	0.30	70.90	28.80	99.70	19.30	2.70	30.60	46.00	25.00
BH-PE-55bis	27+660	2020	30.41	OST6	29.00	0.90	14.80	52.60	31.80	84.40	18.10	2.65	38.70	63.00	25.00
BH-PE-55bis	27+660	2020	30.41	OST7	37.30	0.10	13.10	57.80	29.00	86.80	19.10	2.69	31.00	61.00	27.00
BH-PE-55bis	27+660	2020	30.41	OST8	39.70	0.00	0.40	72.50	27.10	99.60	18.70	2.70	33.70	56.00	31.00
BH-PE-55bis	27+660	2020	30.41	OST9	45.30	0.00	7.60	70.30	22.10	92.40	19.90	2.70	27.00	37.00	21.00
BH-PE-58bis	28+910	2020	33.14	OST1	4.30	0.20	4.10	52.40	43.30	95.70	17.80	2.70	44.00	97.00	38.00
BH-PE-58bis	28+910	2020	33.14	OST2	9.30	0.00	1.10	81.20	17.70	98.90	19.70	2.70	27.20	36.00	22.00
BH-PE-58bis	28+910	2020	33.14	OST3	11.30	5.70	6.20	64.20	23.90	88.10	18.30	2.70	32.10	54.00	31.00
BH-PE-58bis	28+910	2020	33.14	OST4	13.30	0.00	1.90	75.50	22.60	98.10	19.20	2.70	31.70	44.00	26.00
BH-PE-58bis	28+910	2020	33.14	OST5	17.50	0.10	2.70	74.50	22.70	97.20	16.20	2.70	52.20	72.00	45.00
BH-PE-58bis	28+910	2020	33.14	OST6	20.80	0.00	25.00	61.90	13.10	75.00	18.00	2.70	41.50	38.00	26.00

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003C	Foglio 161 di 169

Sond.	Prog.	CAMPAGNA	Quota	Campione	Prof.	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	L+A	$\gamma_t$	Gs	w <sub>n</sub>	LL	LP
	[Pk.Km.]		[m slmm]		[m p.c.]	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[%]	[%]	[%]
BH-PE-58bis	28+910	2020	33.14	SH1	6.30	0.00	10.50	64.00	25.40	89.40	19.90	2.72	26.80	51.00	24.00
BH-PE-58bis	28+910	2020	33.14	SH2	15.90	0.00	0.40	54.60	45.00	99.60	19.50	2.67	25.60	41.00	22.00
BH-PE-58bis	28+910	2020	33.14	OST1	4.30	0.20	4.10	52.40	43.30	95.70	17.80	2.70	44.00	97.00	38.00

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica EI2RBGE0000003</p>	<p>A</p>

**Allegato 2      PLANIMETRIE TRACCIATO ED UBICAZIONE DELLE INDAGINI**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio IricAV Due</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 33+500 a 44+250)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica EI2RBGE000004</p>	<p>A</p>

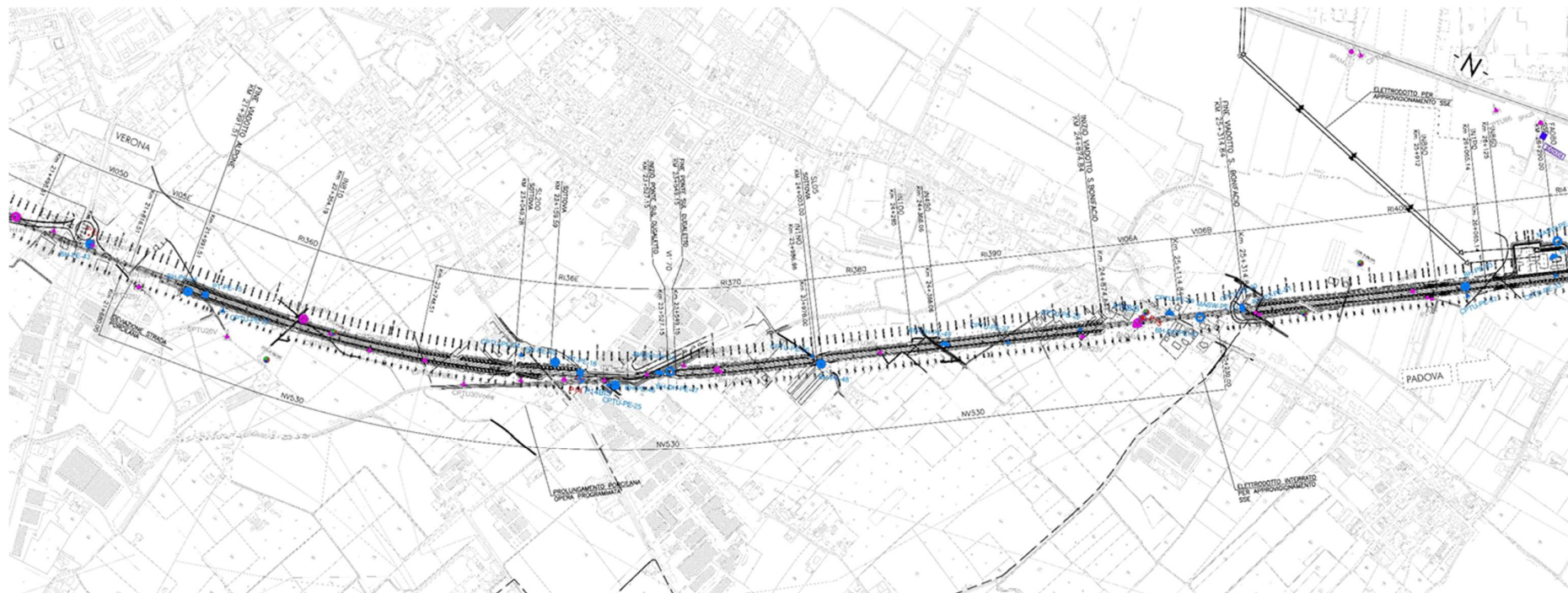


Figura 74 – Planimetria tracciato ed ubicazione indagini tra pk 21+990 e pk 25+750



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica EI2RBGE000003C</p>	<p>Foglio 164 di 169</p>

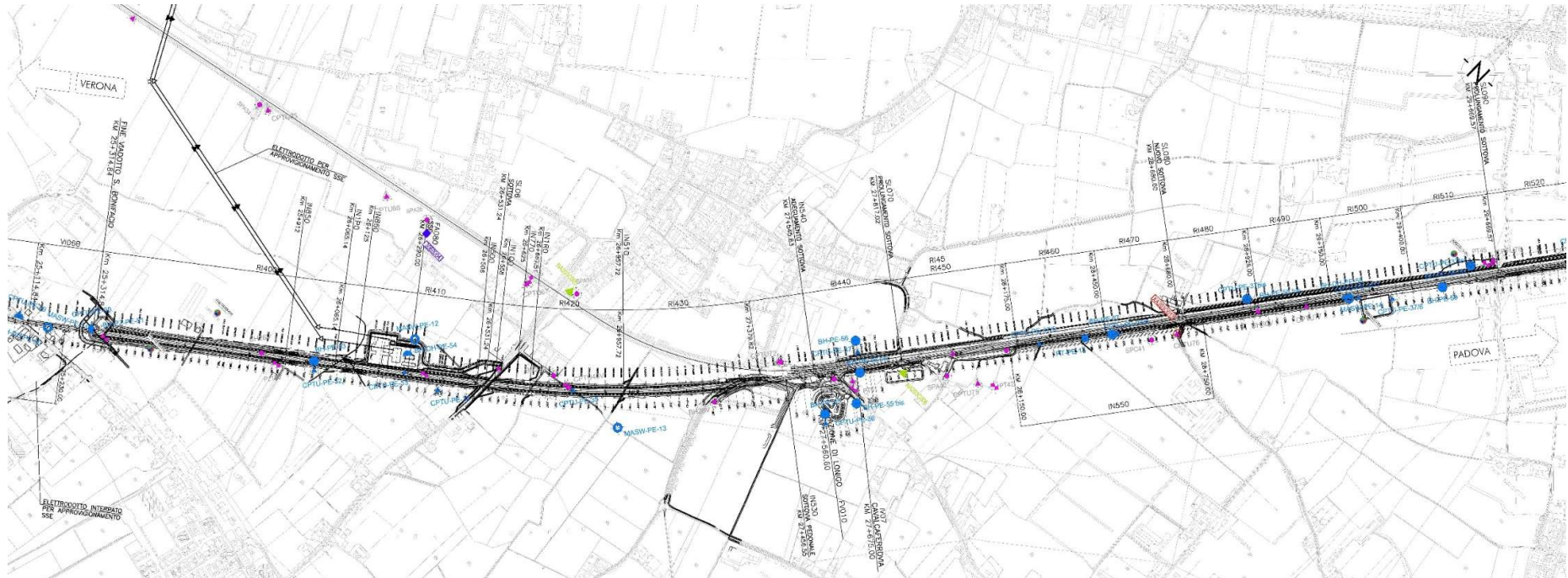


Figura 75 – Planimetria tracciato ed ubicazione indagini tra pk 25+700 e pk 29+500



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)

Progetto

IN17

Lotto

10

Codifica

EI2RBGE0000003C

Foglio

165 di  
169

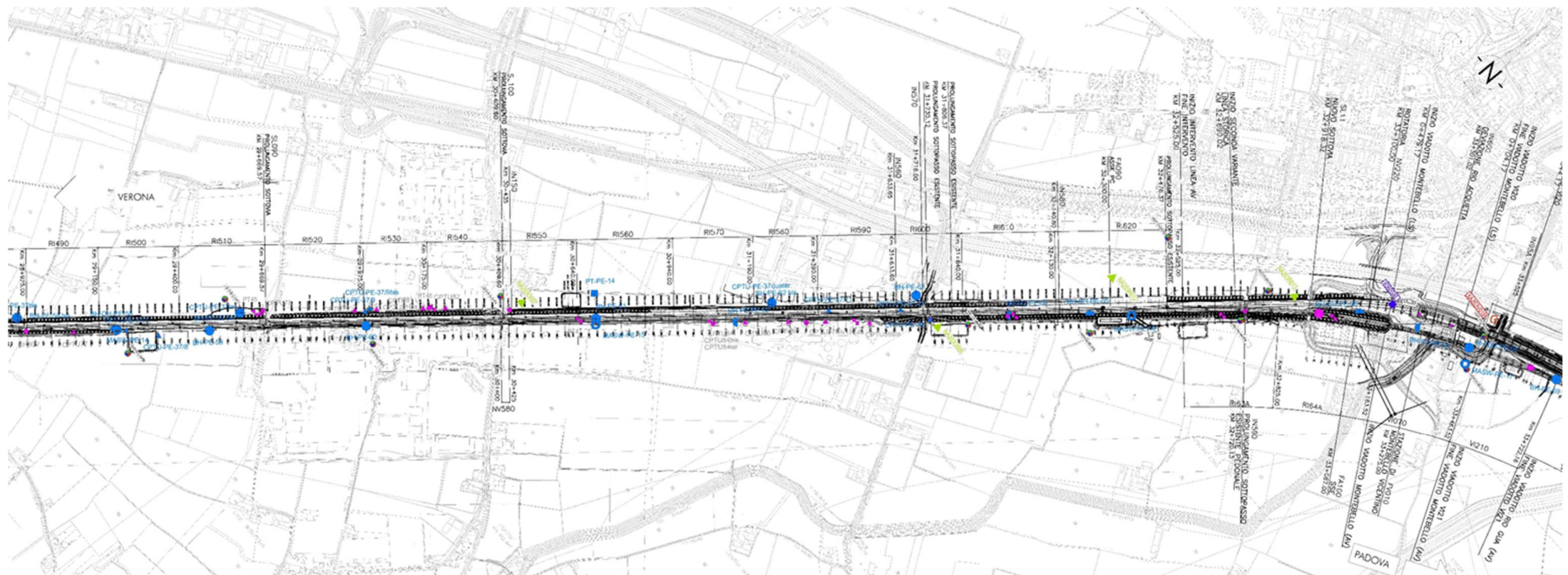




Figura 76 – Planimetria tracciato ed ubicazione indagini tra pk 29+500 e pk 33+500

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 21 +990 a 33+500)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 11</p>	<p>Codifica EI2RBGE0000003</p>	<p>A</p>

**Allegato 3      PROFILI GEOTECNICI**

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RBGE0000003	A

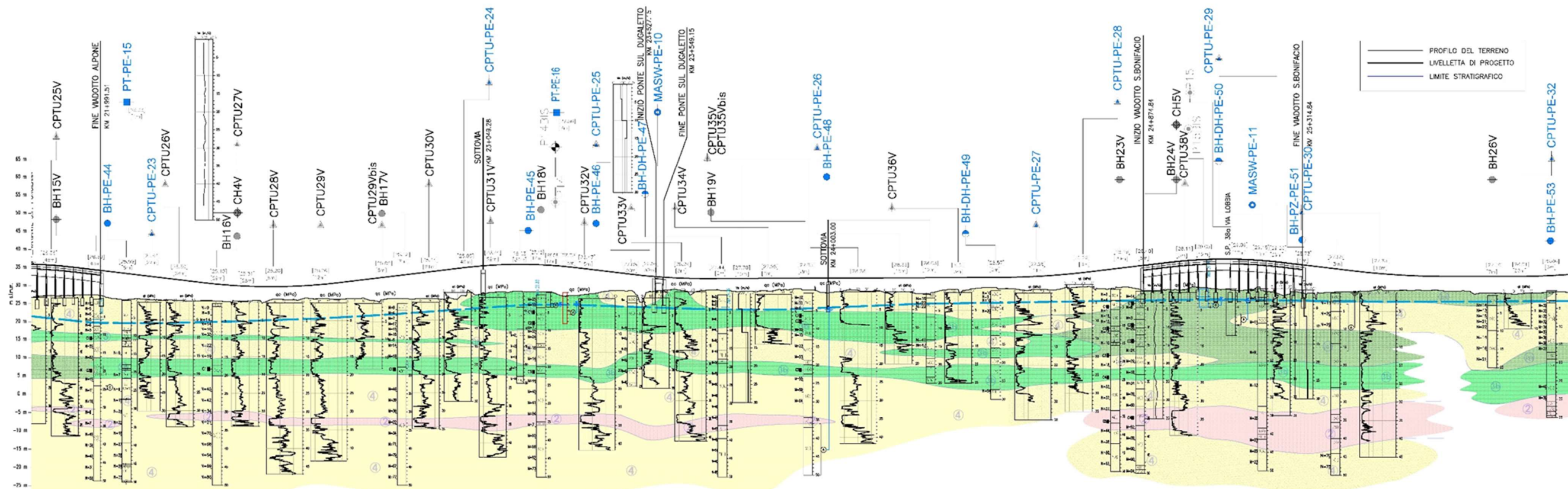




Figura 77 – Profilo geotecnico, tra pk 21+990 e pk 25+700



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica E12RBGE0000003C</p>	<p>Foglio 168 di 169</p>

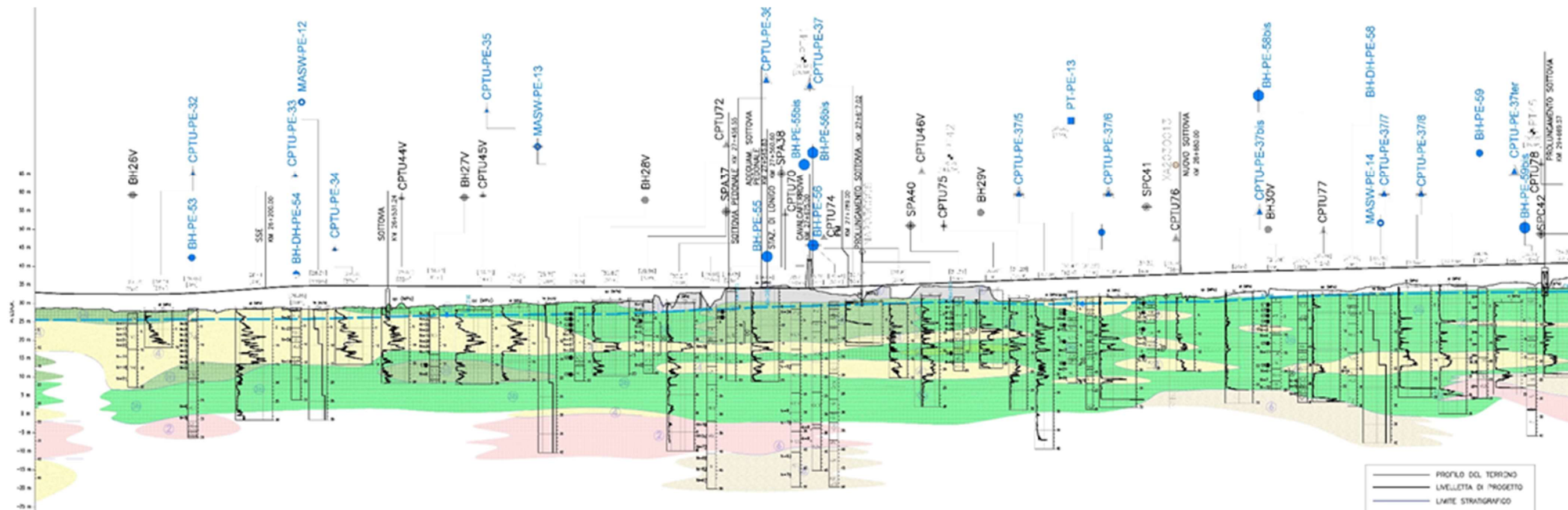




Figura 78 – Profilo geotecnico, tra pk 25+700 e pk 29+500

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 	
Progetto IN17		Lotto 10	
Relazione geotecnica (da 21+990 a 33+500)		Codifica E12RBGE0000003C	
		Foglio 169 di 169	

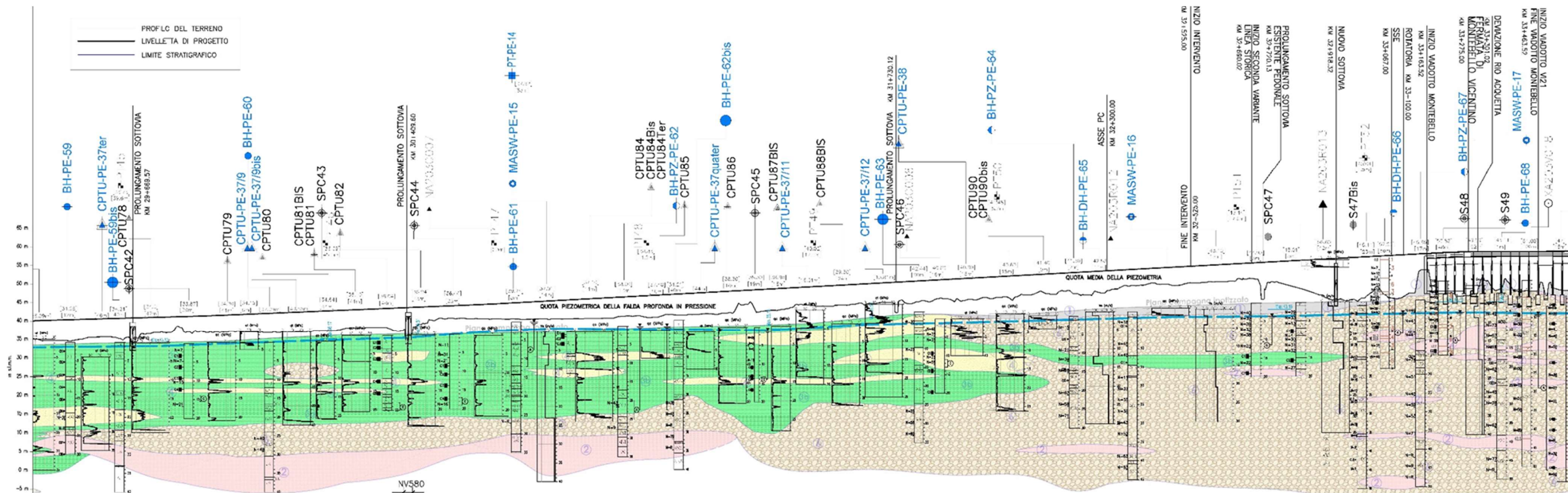


Figura 79 – Profilo geotecnico, tra pk 29+500 e 33+500