



Società Autostrada Tirrenica p.A.

GRUPPO AUTOSTRADALE PER L'ITALIA S.p.A.

AUTOSTRADA (A12) : ROSIGNANO – CIVITAVECCHIA

LOTTO 2

TRATTO: SAN PIETRO IN PALAZZI – SCARLINO

PROGETTO DEFINITIVO

INFRASTRUTTURA STRATEGICA DI PREMINENTE INTERESSE
NAZIONALE LE CUI PROCEDURE DI APPROVAZIONE SONO REGOLATE
DALL' ART. 161 DEL D.LGS. 163/2006

DOCUMENTAZIONE GENERALE

GEOTECNICA

RELAZIONE GEOTECNICA GENERALE

IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE SPECIALISTICA Ing. Tiziano Collotta Ord. Ingg. Lecco N. 122 RESPONSABILE UFFICIO GEI-APE	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Alessandro Alfì Ord. Ingg. Milano N. 20015 COORDINATORE GENERALE APS	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N. 16492 RESPONSABILE DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURE
---	--	---

RIFERIMENTO ELABORATO	DIRETTORIO		FILE		DATA: FEBBRAIO 2011	REVISIONE	
	codice	commessa	N.Prog.	unita'	n. progressivo	n.	data
	1	2	1	2	0	1	APE001--
							SCALA: -

 ingegneria europea	ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :	
	ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :	Ing. Antonio Sibilìa Ord. Ingg. Avellino N. 1713
CONSULENZA A CURA DI :	IL RESPONSABILE UFFICIO/UNITA'	Ing. Tiziano Collotta Ord. Ingg. Lecco N. 122

RESPONSABILE DI COMMESSA Ing. Michele Parrella Ord. Ingg. Avellino N. 933 COORDINATORE OPERATIVO DI PROGETTO	VISTO DEL COMMITTENTE 	VISTO DEL CONCEDENTE 
---	---	--

I N D I C E

1.	INTRODUZIONE.....	7
2.	DOCUMENTAZIONE, NORMATIVE E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	8
2.1	Documentazione	8
2.2	Normative e raccomandazioni.....	11
2.3	Bibliografia	12
3.	QUADRO PROGETTUALE	18
3.1	Breve inquadramento geologico dell'area	18
3.1.1	Successioni continentali e marine quaternarie.....	18
3.1.2	Formazioni neoautoctone	21
3.1.3	Formazioni litoidi.....	21
3.2	Aspetti geomorfologici	23
3.3	Idrologia sotterranea	23
4.	SISMICITA' DELL'AREA	37
4.1	Categoria di sottosuolo	37
4.2	Categoria topografica.....	48
4.3	Pericolosità sismica del sito.....	49
4.4	Stabilità nei confronti della liquefazione dei terreni.....	51
4.5	Indagini geotecniche effettuate (campagne 2004 e 2010)	77
5.	CRITERI PER LA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA TERRENI.....	94
5.1	Generalità.....	94
5.2	Materiali a grana grossa (sabbie e ghiaie).....	96
5.2.1	Introduzione	96
5.2.2	Stato iniziale del deposito	96
5.2.3	Angolo di resistenza al taglio.....	102
5.2.4	Caratteristiche di deformabilità.....	104
5.2.5	Coefficienti di permeabilità.....	109
5.3	Materiali a grana fine (limi e argille) saturi	110
5.3.1	Introduzione	110
5.3.2	Classificazione	110
5.3.3	Stato tensionale iniziale	112

5.3.4	Resistenza al taglio non drenata	115
5.3.5	Parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci.....	117
5.3.6	Caratteristiche di deformabilità.....	117
5.3.7	Coefficienti di permeabilità e di consolidazione primaria.....	120
6.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	122
6.1	Generalità.....	122
6.2	Depositi continentali e retro costieri: depositi alluvionali terrazzati: sabbie medio fini alternate a ghiaie (P1)	125
6.2.1	Generalità.....	125
6.2.2	Caratteristiche fisiche e densità relativa	125
6.2.3	Caratteristiche di resistenza al taglio	126
6.2.4	Caratteristiche di deformabilità.....	126
6.2.5	Coefficienti di permeabilità.....	128
6.2.6	Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica.....	128
6.3	Depositi lagunari e marino costieri: limi e argille (P1a)	145
6.3.1	Generalità.....	145
6.3.2	Caratteristiche fisiche	145
6.3.3	Stato iniziale	146
6.3.4	Resistenza al taglio non drenata	146
6.3.5	Parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci.....	146
6.3.6	Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica.....	148
6.4	Depositi pleistocenici medio superiori: limi e argille (P1b).....	164
6.4.1	Generalità.....	164
6.4.2	Caratteristiche fisiche	164
6.4.3	Stato iniziale	165
6.4.4	Resistenza al taglio non drenata	165
6.4.5	Parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci.....	165
6.4.6	Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica.....	166
6.5	Depositi conglomeratici continentali: ghiaie (P2)	178
6.5.1	Generalità.....	178
6.5.2	Caratteristiche fisiche e densità relativa	178
6.5.3	Caratteristiche di resistenza al taglio	179
6.5.4	Caratteristiche di deformabilità.....	179

6.5.5	Coefficienti di permeabilità.....	180
6.5.6	Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica.....	181
6.6	Depositi in ambiente costiero e retroduna: sabbie (P3).....	192
6.6.1	Generalità.....	192
6.6.2	Caratteristiche fisiche e densità relativa.....	192
6.6.3	Caratteristiche di resistenza al taglio.....	193
6.6.4	Caratteristiche di deformabilità.....	193
6.6.5	Coefficienti di permeabilità.....	194
6.6.6	Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica.....	195
6.1	Depositi in ambiente costiero e retroduna con intervalli lagunari: limi e argille (P3a).....	206
6.1.1	Generalità.....	206
6.1.2	Caratteristiche fisiche.....	206
6.1.3	Stato iniziale.....	207
6.1.4	Resistenza al taglio non drenata.....	207
6.1.5	Parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci.....	207
6.1.6	Coefficienti di permeabilità e coefficienti di consolidazione primaria.....	208
6.1.7	Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica.....	209
6.2	Alluvioni recenti: argille e limi (A1).....	219
6.2.1	Generalità.....	219
6.2.2	Caratteristiche fisiche.....	219
6.2.3	Stato iniziale.....	220
6.2.4	Resistenza al taglio non drenata.....	220
6.2.5	Parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci.....	220
6.2.6	Caratteristiche di deformabilità.....	221
6.2.7	Coefficienti di permeabilità e coefficienti di consolidazione primaria.....	222
6.2.8	Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica.....	224
6.3	Alluvioni recenti: sabbie (A2).....	246
6.3.1	Generalità.....	246
6.3.2	Caratteristiche fisiche e densità relativa.....	246
6.3.3	Caratteristiche di resistenza al taglio.....	247
6.3.4	Caratteristiche di deformabilità.....	247
6.3.5	Coefficienti di permeabilità.....	248

6.3.6	Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica.....	248
6.4	Alluvioni antiche: limi e argille (Aa1)	259
6.4.1	Generalità.....	259
6.4.2	Caratteristiche fisiche	259
6.4.3	Stato iniziale	260
6.4.4	Resistenza al taglio non drenata	260
6.4.5	Parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci.....	261
6.4.6	Caratteristiche di deformabilità.....	262
6.4.7	Coefficienti di permeabilità e coefficienti di consolidazione primaria	262
6.4.8	Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica.....	263
6.5	Alluvioni antiche: sabbie (Aa2)	283
6.5.1	Generalità.....	283
6.5.2	Caratteristiche fisiche e densità relativa	283
6.5.3	Caratteristiche di resistenza al taglio	284
6.5.4	Caratteristiche di deformabilità.....	284
6.5.5	Coefficienti di permeabilità.....	285
6.5.6	Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica.....	285
6.6	Rilevati esistenti (R)	295
6.6.1	Generalità.....	295
6.6.2	Caratteristiche fisiche e densità relativa	295
6.6.3	Caratteristiche di resistenza al taglio	295
6.6.4	Caratteristiche di deformabilità.....	296
6.6.5	Coefficienti di permeabilità.....	296
6.6.6	Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica.....	297
7.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA ROCCE.....	305
7.1	Unità Argilloso-Calcareo (APA, MTV, RCH, STO, POD, AR-CAR, BAM, ACC, MA)	305
7.2	APA.....	310
7.2.1	Caratteristiche fisiche	310
7.2.2	Indici di resistenza	310
7.2.3	Moduli di deformabilità	311
7.2.4	Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica.....	312
7.3	RT1 e RT2.....	314

7.3.1	Caratteristiche fisiche	314
7.3.2	Indici di resistenza	314
7.3.3	Moduli di deformabilità	315
7.3.4	Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica	315
7.4	ACC	317
7.4.1	Caratteristiche fisiche	317
7.4.2	Indici di resistenza	317
7.4.3	Moduli di deformabilità	318
7.4.4	Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica	318
7.5	BAM	320
7.5.1	Caratteristiche fisiche	320
7.5.2	Indici di resistenza	320
7.5.3	Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica	320
7.6	RCH	322
7.6.1	Caratteristiche fisiche	322
7.6.2	Indici di resistenza	322
7.6.3	Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica	322
8.	CARATTERISTICHE DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI E DELLE FONDAZIONI STRADALI IN TRINCEA	324
8.1	Bonifiche	330
9.	Materiali da costruzione	331
10.	TRINCEE E RILEVATI	332
10.1	Rilevati	332
10.1.1	Caratterizzazione stratigrafico-geotecnica	332
10.1.2	Stabilità	333
10.1.3	Cedimenti	333
10.2	Trincee	335
10.2.1	Caratterizzazione stratigrafico-geotecnica	335
10.2.2	Stabilità	335
11.	APPENDICE A – VERIFICHE DI STABILITA' DI TAGLI E RILEVATI	337
11.1	Metodologia di calcolo	337
11.2	Tabulati tagli	339

11.3	Tabulati rilevati	352
12.	APPENDICE B – CEDIMENTI DEI RILEVATI	365
12.1	Metodologia di calcolo	365
12.2	Tabulati cedimenti.....	366

TABELLE E FIGURE FUORI TESTO:

- FIGURE: 4.1 → 4.9

- TABELLE: 5.2 e 5.3

1.INTRODUZIONE

La presente relazione geotecnica illustra ed interpreta i risultati delle indagini geotecniche eseguite nell'area interessata dal progetto definitivo del Nuovo Corridoio Tirrenico A12, Tronco Nord - lotto 2, di circa 62 km di lunghezza, compreso tra lo svincolo di Cecina Nord (LI) e lo svincolo di Scarlino (GR).

Essa si articola come segue:

- Il capitolo 2 elenca i documenti, le normative e la bibliografia di riferimento.
- Il capitolo 3 riporta un breve inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area in oggetto;
- Il capitolo 4 riporta:
 - Indicazioni sui parametri sismici quali risultano dall'applicazione della normativa vigente (paragrafi 4.1, 4.2 e 4.3);
 - Stabilità nei confronti della liquefazione (paragrafo 4.4);
 - Un riepilogo delle indagini geotecniche (campagna di indagine 2004 e campagna di indagine 2010) effettuate (paragrafo 4.5).
- Il capitolo 5 descrive i criteri di interpretazione delle indagini geotecniche effettuate.
- Il capitolo 6 riporta la caratterizzazione geotecnica delle principali formazioni indicate nei documenti di riferimento, in termini di proprietà fisiche e meccaniche (resistenza al taglio e deformabilità) quale risultano dall'interpretazione delle indagini effettuate.
- Il capitolo 7 riporta la caratterizzazione delle formazioni rocciose interessate dal tracciato.
- Il capitolo 8 si occupa delle caratteristiche dei piani di posa dei rilevati mentre il capitolo 9 fornisce dei criteri per il riutilizzo dei materiali di scavo.
- Il capitolo 10 tratta delle verifiche dei rilevati e delle trincee presenti lungo il tracciato.

2.DOCUMENTAZIONE, NORMATIVE E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

2.1 Documentazione

Nella stesura della relazione si è fatto riferimento alla seguente documentazione:

1. Spea Ingegneria Europea S.p.A.; Autostrada A12; Tronco Nord - lotto 2, di circa 62 km di lunghezza, compreso tra lo svincolo di Cecina Nord (LI) e lo svincolo di Scarlino (GR) Progetto Definitivo;
 - Relazione Geologica e Geomorfologica (tav. GLG 001 – Novembre 2010);
 - Planimetria e Profilo Geologico (tavole GLG 010÷018 - Novembre 2010);
 - Carta geomorfologica e delle acclività (tavole GLG 050÷053 - Novembre 2010);
 - Carta di zonazione del rischio frane (da P.A.I.) (tavole GLG 150 –Novembre 2010).
2. Vicenzetto S.r.l. Villa Estense (PD)
Autostrada A12; Ampliamento alla terza corsia del tratto Follonica Cecina Nord; tratta Rosignano Grosseto; Lotto 2°. Campagna di indagine 2010.
 - Rapporto delle indagini:
 - Stratigrafie dei sondaggi SD1, SD2, SD2-B, SD3, SD4, SD4Bis, SD4Ter, SD4Ter-B, SD5, SD14, SD15, SD17, SD18, SD19, SD20, SD20Bis, SD21, SD22, SD23, SD23Bis, SD24, SD24Ter, SD25, SD26, SD26Bis, SD27, SD28, SD29, SD30, SD31, SD31-B, SD32, SD33, SD34.
 - Prove di laboratorio sui campioni dei sondaggi SD1, SD2, SD2-B, SD3, SD4, SD4Bis, SD4Ter, SD4Ter-B, SD5, SD14, SD15, SD17, SD18, SD19, SD20, SD20Bis, SD21, SD22, SD23, SD23Bis, SD24, SD24Ter, SD25, SD26, SD26Bis, SD27, SD28, SD29, SD30, SD31, SD31-B, SD32, SD33, SD34.;
 - Prove di permeabilità Lefranc SD23Bis (n° 1), SD24 (n° 1), SD28 (n° 1), SD31 (n° 1), SD34 (n° 1);
 - Prove Lugeon SD14 (n° 1), SD19 (n° 1);
 - Prove Pressiometriche SD4 (n° 1), SD4Ter (n° 1).

3. Tecno In S.p.A. Napoli

Autostrada A12; Ampliamento alla terza corsia del tratto Follonica Cecina Nord; tronco nord - Grosseto Rosignano; Lotto 2B. campagna di indagine 2010.

- “Indagini geognostiche – Note esplicative PRELIMINARE”.
 - Stratigrafie dei sondaggi SD51, SD52, SD53, SD54, SD55, SD56, SD57, SD58, SD59, SD60, SD61, SD62, SD63, SD64, SD65, SD65Bis, SD66, SD67, SD68, SD69, SD70, SD71, SD72, SD73, SD74, SD75, SD75Bis, SD75Ter, SD76, SD77, SD78, SD79, SD80, SD81, SD82, SD82Bis, SD83, SD84, SD85, SD86;
 - Stratigrafie dei pozzetti PZD51, PZD52, PZD53, PZD54, PZD55, PZD56, PZD57, PZD58, PZD59, PZD60, PZD62, PZD63, PZD64, PZD65, PZD66, PZD67, PZD68, PZD69, PZD73, PZD75, PZD76, PZD78, PZD79;
 - Prove di carico su piastra PZD51 (n° 1), PZD52 (n° 1), PZD53 (n° 1), PZD54 (n° 1), PZD55 (n° 1), PZD56(n° 1), PZD57(n° 1), PZD58 (n° 1), PZD59 (n° 1), PZD60(n° 1), PZD62 (n° 1), PZD63 (n° 1), PZD65 (n° 1), PZD66 (n° 1), PZD68 (n° 1), PZD69 (n° 1), PZD73 (n° 1), PZD75 (n° 1), PZD76 (n° 1), PZD78 (n° 1), PZD79 (n° 1);
 - Prove “cross-hole” CH1 sondaggio SD51, CH2 sondaggio SD70, CH3 sondaggio SD76, CH4 sondaggio SD85;
 - Prove di permeabilità Lefranc SD55 (n° 1), SD75 (n° 1), SD75Ter (n° 1), SD77 (n° 1), SD83 (n° 1);
 - Prove di densità in sito PZD51 (n° 1), PZD52 (n° 1), PZD53 (n° 1), PZD54 (n° 1), PZD55 (n° 1), PZD56(n° 1), PZD57(n° 1), PZD58 (n° 1), PZD59 (n° 1), PZD60(n° 1), PZD62 (n° 1), PZD63 (n° 1), PZD65 (n° 1), PZD66 (n° 1), PZD68 (n° 1), PZD69 (n° 1), PZD73 (n° 1), PZD75 (n° 1), PZD76 (n° 1), PZD78 (n° 1), PZD79 (n° 1).
- Prove di laboratorio sui campioni dei sondaggi SD51, SD52, SD53, SD54, SD55, SD56, SD57, SD58, SD59, SD60, SD61, SD62, SD63, SD64, SD65, SD65Bis, SD66, SD67, SD68, SD69, SD70, SD71, SD72, SD73, SD74, SD75, SD75Bis, SD75Ter, SD76, SD77, SD78, SD79, SD80, SD81, SD82, SD82Bis, SD83, SD84, SD85, SD86 e nei pozzetti PZD51, PZD52, PZD53, PZD54, PZD55, PZD56, PZD57, PZD58, PZD59, PZD60, PZD62, PZD63, PZD64, PZD65, PZD66, PZD67, PZD68, PZD69, PZD73, PZD75, PZD76, PZD78, PZD79.

4. RCT. Peschiera Borromeo (MI).

Autostrada A12; Grosseto – Rosignano. Progetto Definitivo. Lotto 2C. campagna di indagine 2010.

- Rapporto delle indagini:
 - Stratigrafie dei sondaggi SD100, SD101, SD102, SD103, SD104, SD105, SD106, SD107, SD108, SD109, SD110, SD111, SD112, SD113, SD113Bis, SD114, SD115, SD116, SD117, SD118, SD119, SD120, SD121, SD123, SD124, SD125, SD126, SD127, SD128, SD130, SD130Bis, SD131, SD131Bis, SD132, SD133, SD134, SD135, SD136, SD137, SD138.
- Prove di laboratorio sui campioni dei sondaggi SD100, SD101, SD102, SD103, SD104, SD105, SD106, SD107, SD108, SD109, SD110, SD111, SD112, SD113, SD113Bis, SD114, SD115, SD116, SD117, SD118, SD119, SD120, SD121, SD123, SD124, SD125, SD126, SD127, SD128, SD130, SD130Bis, SD131, SD131Bis, SD132, SD133, SD134, SD135, SD136, SD137, SD138.
- Prove di permeabilità Lefranc SD104, SD108, SD110, SD111, SD113, SD116, SD117, SD120, SD123, SD124, SD126, SD130, SD132.
- Prove "cross-hole" sondaggi SD113, SD117, SD132.

5. INTERGEO GROUP S.r.l. di Modena

PROGETTO PRELIMINARE DELL'AUTOSTRADA A12 NEL TRATTO COMPRESO TRA IL COLLEGAMENTO DELL'A12 A CIVITAVECCHIA (RM) E IL CASELLO A12 DI ROSIGNANO (LI). Campagna di indagine 2004.

- RELAZIONE INERENTE L'ESECUZIONE DI UNA CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE (SONDAGGI GEOGNOSTICI, POZZETTI ESPLORATIVI E PROVE DI CARICO SU PIASTRA) RELATIVE AL PROGETTO PRELIMINARE DELL'AUTOSTRADA A12 NEL TRATTO COMPRESO TRA IL COLLEGAMENTO DELL'A12 A CIVITAVECCHIA (RM) E IL CASELLO A12 DI ROSIGNANO (LI).
 - Stratigrafie dei sondaggi A2-S1, A2-S2, A2-S3, A2-S4, A2-S5, A2-S6, A2-S7, A2-S8, A2-S9, A2-S10, A2-S11, A2-S13, A2-S14;
 - Stratigrafie dei pozzetti PZ1, PZ2, PZ3, PZ4, PZ5, PZ6, PZ7, PZ8, PZ9, PZ10;
 - Prove di carico su piastra PZ1(n° 1), PZ2(n° 1), PZ3(n° 1), PZ4(n° 1), PZ5(n° 1), PZ6(n° 1), PZ7(n° 1), PZ8(n° 1), PZ9(n° 1), PZ10(n° 1);
- Prove di laboratorio sui campioni dei sondaggi A2-S1, A2-S2, A2-S3, A2-S4, A2-S5, A2-S6, A2-S7, A2-S8, A2-S9, A2-S10, A2-S11, A2-S13, A2-S14 e nei pozzetti PZ1, PZ2, PZ3, PZ4, PZ5, PZ6, PZ7, PZ8, PZ, PZ10.

6. Geotecnica Veneta s.r.l. Martellago (VE)

Progetto Preliminare e studio di impatto ambientale dell'autostrada A12 nel tratto compreso tra il collegamento dell'A12 a Civitavecchia (RM) e il casello di Rossignano (LI). LOTTO 4: da Riotorto a Rossignano.

- indagini geognostiche e prove geotecniche in sito "fase A" per il progetto preliminare e studio di impatto ambientale dell'autostrada A12 nel tratto compreso tra il collegamento dell'A12 a Civitavecchia (RM) e il casello di Rossignano (LI). LOTTO 4: da Riotorto a Rossignano. Relazione tecnica.
- Stratigrafie dei sondaggi A2-S14, A2-S15, A2-S16, A2-S17, A2-S18, A2-S19, A2-S20, A2-S21, A2-S22, A2-S23;
- Stratigrafie trincee esplorative T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10;
- Prove di carico su piastra Plt-1, Plt-2, Plt-3, Plt-4, Plt-5, Plt-6, Plt-7, Plt-8, Plt-9, Plt-10, Plt-11, Plt-12, Plt-13;
- Prove pentrometriche statiche CPT4, CPT7, CPTU1, CPTU2, CPTU3, CPTU4, CPTU5, CPTU6, CPTU6a, CPTU7, CPTU8.

2.2 Normative e raccomandazioni

10. Decreto Ministeriale n. 47 (11/3/1988). "Norme Tecniche riguardanti le indagini su terreni e sulle rocce; i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
11. Istruzioni relative alle "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" - Cir. Dir. Cen. Tecn. n° 97/81.
12. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003. "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
13. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3316. "Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20.03.03".
14. D.M. 14.01.2008 – "Norme tecniche per le costruzioni".

15. Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche" per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
16. EN 1997 Eurocodice 7 "Geotechnical Design"
 - Part 1: General rules
 - Part 2: Standards for laboratory testing
 - Part 3: Standards for field testing.
15. ASTM D4253 "Standard test methods for maximum index density and unit weight of soils using a vibratory table".
16. ASTM D4254 "Standard test method for minimum index density and unit weight of soils and calculation of relative density".
17. ASTM D1557 "Test method for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort".
18. CNR UNI 10009 "Costruzione e manutenzione delle strade – Tecnica di impiego delle terre".
19. CNR B.U., anno XXVI, n° 146 "Determinazione dei moduli di deformabilità M_d e M_d' mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare.

2.3Bibliografia

20. Andrus R.D., Youd T.L. (1989) "Penetration tests in liquefable gravels" Technical Papers, Proceedings XII ICSMFE, vol.1, Rio de Janeiro.
21. Baldi G., Bellotti R., Ghionna V.N., Jamiolkowski M., Pasqualini E. (1983) "Cone penetration test and relative density in sand" 14th National Conference on S.M.F.E., Spoleto, Italy, (in italian).
22. Baldi G., Bellotti R., Ghionna V.N., Jamiolkowski M., Pasqualini E. (1986) "Interpretation of CPTs and CPTUs: 2nd part, Drained penetration of sands" 4th International Geotechnical Seminar, Singapore.
23. Baldi G., Jamiolkowski M., Lo Presti D.C.F., Manfredini G., Rix G.J. (1989) "Italian experiences in assessing shear wave velocity from CPT and SPT" Earthquake Geotechnical Engineering, Proc. of Discussion Session on Influence of Local

- Conditions on Seismic Response, 12th Int. Conf. on S.M.F.E., Rio de Janeiro, Brasil, pp. 157-168.
24. Berardi R. (1999) "Non linear elastic approaches in foundation design" Pre-failure Deformation Characteristics of Geomaterials, Torino, Balkema.
 25. Bjerrum, L. (1967). "Engineering geology of Norwegian normally consolidated marine clays as related to settlements of buildings". *Géotechnique* 17, n° 2, 81-118.
 26. Bjerrum L. (1972) "Embankments on soft ground" Proc. of Spec. Conf. on Performance of Earth and Earth-Supported Structures, Lafayette.
 27. Bolton (1986) "The strength and dilatancy of sands" *Geotechnique* 36 , n° 1.
 28. Burland J.B. (1990) "On the compressibility and shear strength of natural clays" *Géotechnique* 40, n° 3, pag. 329.
 29. Chandler R.J., de Freitas M.H., Marinos P. (2004) "Geotechnical characterisation of soils and rocks: a geological perspective" *Advances in Geotechnical Engineering, The Skempton Conference, 2004*, Thomas Telford, London.
 30. Charles J.A. (1989) "Geotechnical properties of coarse grained soils" General Report, Discussion Session 8, Proceedings XII ICSMFE, vol.4, Rio de Janeiro.
 31. Chen, B.S. and Mayne, P.W. (1996). "Statistical Relationship between Piezocone Measurements and Stress History of Clays" *Canadian Geotechnical Journal* 33, pp. 488-498.
 32. Clayton C.R.I. (1995) "The Standard Penetration Test (SPT): Methods and use" CIRIA Report n° 143, 1995.
 33. Cubrinowski M., Ishihara K. (1999) "Empirical correlation between SPT N-value and relative density for sandy soils" *Soils and Foundations*, vol. 39, n° 5, pp. 61-71.
 34. Durgunoglu H.T., Mitchell J.K. (1975) "Static penetration resistance of soils, I - Analyses, II - Evaluation of the theory and interpretation for practice" aSCE Specialty Conference on in Situ Measurements of Soil Properties, Raleigh NC, V.I..
 35. Elson W.K. (1984) "Design of laterally-loaded piles" CIRIA Report 103.

36. Garizio, G.M. (1997). "Determinazione dei parametri geotecnici ed in particolare di K_0 da prove penetrometriche". Tesi di Laurea, Politecnico di Torino.
37. Harman D.E. (1976) "A statistical study of static cone bearing capacity, vertical effective stress and relative density of dry and saturated fine sands in a large triaxial test chamber" Master's Thesis, University of Florida.
38. Holtz R.D., Jamiolkowski M., Lancellotta R., Pedroni R. (1991) "Prefabricated vertical drains: design and performance" CIRIA Ground Engineering Report: Ground Improvement.
39. Ishihara K., Tsukamoto Y., Shimizu Y. (2001) "Estimate of relative density from in-situ penetration tests" Proceedings In-situ 2001, Bali.
40. Jamiolkowski M., Ghionna V.N., Lancellotta R., Pasqualini E. (1988) "New correlations of penetration tests for design practice" Proceedings of I International Symposium on Penetration Testing, ISOPT I, Orlando.
41. Jamiolkowski, M., Lo Presti, D.C.F. and Garizio, G.M. (2001). "Correlation between Relative Density and Cone Resistance for Silica Sands". Jubilee Volume 75th Anniversary of K. Terzaghi's. Erdbaumechanik Wien, Edit. H. Brandl.
42. Kokusho T., Tanaka Y. (1994) "Dynamic properties of gravel layers investigated by in-situ freezing sampling" Proc. Ground Failures under Seismic Conditions, ASCE Convention in Atlanta, Geot. Spec. Publi., n° 44, pp. 121-140.
43. Ladd C.C., Foot R. (1974) "A new design procedure for stability of soft clays" Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, vol.100, n° 7.
44. Ladd C.C., Foot R., Ishihara K., Schlosser F., Poulos H.G. (1977) "Stress deformation and strength characteristics" S.O.A. Report, Proc. IX Int. Conf. on Soil Mech. and Found. Eng., Tokyo, Vol. 2.
45. Lo Presti D.C.F. (1989) "Proprietà dinamiche dei terreni" Atti delle Conferenze di Geotecnica di Torino, 14th Ciclo, Comportamento dei terreni e delle fondazioni in campo dinamico.
46. Lunne T., Christoffersen H.P., Tjelta T.I. (1985) "Engineering use of piezocone data in North Sea clays" Proc. XI ICSMFE, S. Francisco.

47. Lunne, T., Robertson, P.K., Powell, J.J.M. (1997). "Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice" Blackie Academic and Professional, London.
48. Marchetti S. (1985) "On the field determination of k_0 in sand" Discussion Session 2A, 11th ICSMFE, S. Francisco.
49. Matlock, H., Reese, L.C. (1960). "Generalized Solutions for Laterally Loaded Piles". Journal of Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, V.86, No.SM5, pp.63-91.
50. Mayne P.W., Rix G.J. (1993) " G_{max} - Q_c relationship for clays" Geotechnical Testing Journal, GTJODJ, vol.16, n°1, pp. 54-60
51. Mitchell J.K. (1976) "Fundamentals of soil behavior" John Wiley & Sons.
52. Nagaraj T.S., Miura N. (2001) "Soft clay behaviour – Analysis and assessment" Balkema, Rotterdam.
53. NAVFAC (1971) "Design Manual DM7" U.S. Naval Publication and Formations Center, Philadelphia.
54. Ohta Y., Goto N. (1978) "Empirical shear wave velocity equations in terms of characteristic soil indexes" Earthquake Engineering and Structural Dynamics, vol.6.
55. Olsen R.S., Farr J.V. (1986) "Site characterization using the cone penetration test" Proc. Intern. Symposium In-Situ '86, Blacksburg (USA).
56. Randolph M.F., Wroth C.P.T. (1981) "Application of the failure state in undrained simple shear to the shaft capacity of driven piles" Géotechnique.
57. Reese L.C., Cox W.R., Koop F.D. (1974) "Analysis of laterally loaded piles in sand" Proc. VI Offshore Technology Conference, OTC 2080, Houston, Texas.
58. Rix, G.J. and Stokoe, K.H. (1992). "Correlation of initial tangent modulus and cone resistance". Proc. of the International Symposium on Calibration Chamber Testing, Potsdam, N.Y. Edit. Elsevier.
59. Robertson P.K., Campanella R.G., Wightman A. (1983) "SPT-CPT Correlations" Journal of the Geotechnical Eng. Division, ASCE, Vol. 109.
60. Robertson P.K., Campanella R.G. (1984) "Guidelines for use and interpretation of the electric cone penetration tests" Soil Mech. Series n° 69, Department of Civil Engineering, University of British Columbia.

61. Robertson P.K., Campanella R.C. (1986) "Guidelines for use, interpretation and application of the CPT and CPTU" Soil Mechanics Series 105, Department of Civil Eng., Univ. Of British Columbia, Vancouver.
62. Robertson P.K., Campanella R.G., Gillespie D., Greig J. (1986) "The interpretation of Begemann friction jacket cone results to give soil types and design parameters" Proc. VII ECSMFE, Brighton (U.K.).
63. Robertson, P.K. (1990). "Soil Classification using the Cone Penetration Test". Canadian Geotechnical Journal, n° 1.
64. Rocchi G.F. (2003) "Interpretazione delle prove penetrometriche statiche e dinamiche in termini di densità relativa" Documento interno Studio Geotecnico Italiano.
65. Rocchi G.F. (2003) "Correlazione empirica tra coefficiente di permeabilità, indice dei vuoti e caratteristiche di plasticità in argille e limi" Documento interno Studio Geotecnico Italiano.
66. Rocchi G., Fontana F., Da Prat, M. (2003) "Modelling of natural soft clay destruction processes using viscoplasticity theory" Géotechnique 53, n° 8, pp. 729-745.
67. Schofield A.N. & Wroth C.P. (1968) " Critical state soil mechanics" Mc Graw-Hill.
68. Seed H.B., De Alba P. (1986) "Use of SPT and CPT tests for evaluating the liquefaction resistance of sands" Proceedings of In-Situ '86, Virginia Tech., Blacksburg, Geotechnical Special Publication n° 6, ASCE.
69. Searle I.W. (1979) "The interpretation of Begemann friction jacket cone results to give soil types and design parameters" Proc. VII ECSMFE, Brighton (U.K.).
70. Simpson B., Calabresi G., Sommer H., Wallays M. (1979) "Design parameters for stiff clays" General Report, Proc. 7th ECSMFE, Brighton.
71. 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.
72. Somerville S.H. (1986) "Control of groundwater for temporary works" CIRIA Report 113.

73. Stroud M.A. (1974) "The standard penetration test in insensitive clays and soft rocks" Proceedings ESOPT I.
74. 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.
75. 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.
76. Tavenas F., Jean P., Leblond P., Leroueil S. (1983b) "The permeability of natural soft clays. Part II: Permeability characteristics" Canadian Geotechnical Journal, vol. 20.
77. Tokimatsu K., Yoshimi Y. (1983) "Empirical correlation of soil liquefaction based on SPT N-value and fines content" Soils and Foundations 23, n° 4.
78. Wood D.M. (1990) "Soil Behavior and critical state soil mechanics" Cambridge University Press.
79. Villet W.C.B., Mitchell J.K. (1981) "Cone resistance, relative density and friction angle" Specialty Session on Cone Penetration Testing and Experience, ASCE, St Louis, Norris & Holtz editors, pp. 178-208.
80. Vucetic M., Dobry R. (1991) "Effect of soil plasticity on cyclic response" Journal of Geotechnical Engineering, vol. 117, n° 1, pp. 89-107.
81. Youd T.D. (1972) "Factors controlling maximum and minimum density of sands" Proceedings of Symposium on Eval. Dens., ASTM STP 523.

3. QUADRO PROGETTUALE

3.1 Breve inquadramento geologico dell'area

Il presente paragrafo riporta un breve inquadramento geologico del tratto autostradale in esame estrapolato dall'elaborato "Relazione Geologica e Geomorfologica" (documento di riferimento n° 1).

Nella descrizione che segue, riguardante solo le formazioni di interesse progettuale rinvenute lungo il tracciato in oggetto, il simbolo indicato tra parentesi si riferisce alla legenda delle carte geologiche (documento di riferimento n° 1).

Le successioni analizzate, dalla più giovane alla più antica, sono:

- successioni continentali e marine quaternarie;
- formazioni neoautotone.

Oltre a queste formazioni si analizzano le formazioni litoidi incontrate lungo il tracciato.

3.1.1 Successioni continentali e marine quaternarie

Nelle successioni continentali e marine quaternarie si distinguono:

- **Depositi alluvionali attuali e recenti – all (Olocene).** Sono depositi eterogenei costituiti da argille e limi a tratti organici o torbosi, con possibili intercalazioni e alternanze di livelli sabbiosi. Il colore è variabile da nocciola -marrone a grigio scuro. Nelle valli alluvionali del Cecina sono presenti intercalazioni metriche di ghiaie e ciottoli, normalmente evoluti.
- **Depositi alluvionali terrazzati antichi – abn (Pleistocene sup.- Olocene).** Si tratta di depositi alluvionali antichi distribuiti lungo la valle meridionale del Cornia e lungo la valle del Pecora. Sono costituiti prevalentemente da argille e limi sabbiosi, a tratti ghiaiosi, nocciola, spesso concrezionati e molto consistenti. Sono intervallati da livelli con ghiaia di taglia fine e media, da angolare ad evoluta.
- **Depositi lagunari e marino costieri – alp (Pleistocene medio sup.- Olocene).** Sono costituiti prevalentemente da limi e argille, a tratti organiche, di colore grigio o grigio scuro, intercalate a lenti di sabbie grigie. Contengono localmente resti

fossiliferi (gasteropodi, bivalvi). Sono riconducibili alle zone umide e deltizie presenti lungo le antiche linee di costa.

- **Depositi alluvionali terrazzati appartenenti al Sistema del Cecina - SPG – SPC (Pleistocene superiore).** Sono sedimenti alluvionali presenti principalmente a Nord di Cecina, sui rilievi compresi tra valle del Cecina e la valle del Fine. Si differenziano in superficie per il riconoscimento di superfici erosionali; in profondità la differenziazione è molto più problematica:
 - SPG: sono costituite da sabbie e limi sabbiosi marroni e rossastri, con concrezioni carbonatiche di origine pedogenetica e livelli ghiaiosi sparsi.
 - SPC: ghiaie e sabbie in matrice sabbiosa limosa di colore variabile da marrone a rossastro; spesso concrezionati e pedogenizzati.
- **Sabbie rosso arancio e ghiaie - QSG (Pleistocene superiore).** Sabbie medio fini, da rossastre a nocciola giallastre, alternate a ghiaie poligeniche arrotondate e livelli calcarenitici (tipo Panchina), presenti ciclicamente in livelli discontinui centimetrici e decimetrici. I sedimenti talvolta presentano abbondante scheletro limoso e argilloso; saltuariamente vi si associano livelli di limi e argille di ambiente elagunare, da grigie a nocciola, talvolta organiche e fossilifere. In superficie i depositi possono essere alterati e pedogenizzati, di colore più scuro, con maggiore presenza di livelli fini e assenza dei livelli calcarenitici. Sono riconducibili ad un ambiente di deposizione continentale e retrocostiero e sono presenti lungo tutta l'area di interesse progettuale, in superficie e in profondità. Tra Cecina Sud e S. Vincenzo Nord sono normalmente identificate con le Sabbie di Donoratico.
- **Ghiaie e ciottolami poligenici - QBG (Pleistocene medio-inferiore).** Sono sedimenti riconducibili ai depositi conglomeratici di Bibbona, di ambiente continentale, dei quali rappresentano il prodotto di disfacimento. Sono costituite da ghiaie e ciottolami poligenici, evoluti, in matrice sabbiosa di colore marrone o nocciola rossastro. Presentano locali intercalazioni di sabbia e di livelletti calcarenitici.
- **Sabbie e argille costiere - QAS (Pleistocene medio-inferiore).** Sabbie di varia granulometria, da marroni a nocciola chiaro, talvolta cementate in livelli calcarenitici; presentano intercalazioni con ghiaie arrotondate poligeniche. Sono intervallate da livelli di limi e argille grigie. Appartengono ad un ambiente costiero di spiaggia e retroduna con intervalli lagunari. Si rinvengono

esclusivamente nella zona di Cecina, alla base dei depositi continentali conglomeratici di Bibbona.

I depositi alluvionali attuali (all) sono presenti tra le progressive:

- dal km 1+500 al km 2+900 circa;
- dal km 7+850 al km 15+100 circa;
- dal km 17+150 al km 19+050 circa;
- dal km 38+600 al km 46+500 circa;

I depositi alluvionali terrazzati antichi (abn) si rinvengono alle progressive:

- dal km 40+000 al km 46+600 circa,
- dal km 46+600 al km 51+600 circa,

I depositi lagunari e marino costieri (alp) si rinvengono tra le seguenti progressive:

- Km 35+870 ÷ km 39+100 circa;
- Km 45+800 ÷ km 47+600 circa.

I depositi alluvionali terrazzati (SPG - SPC) sono presenti tra le progressive:

- dal km 0+000 al km 1+720 circa.

Le sabbie rosso arancione e ghiaie (QSG) sono presenti tra le progressive:

- dal km 0+000 al km 1+450 circa;
- dal km 4+500 al km 40+500 circa;
- dal km 47+500 al km 52+600 circa.
-

Le ghiaie e ciottolami poligenici (QBG) sono presenti tra le progressive:

- dal km 0+300 al km 2+150 circa;
- dal km 2+900 al km 4+300 circa.
-

Le sabbie e argille costiere (QAS) sono presenti tra le progressive:

- dal km 1+100 al km 2+300 circa;
- dal km 2+700 al km 4+500 circa.

3.1.2 Formazioni neoautoctone

- **Conglomerato di Monte Bamboli - BAM (Pliocene medio inf.).** E' costituito da ciottolame centimetrico e decimetrico, di natura calcarea proveniente dalle unità Liguri. Si tratta di un conglomerato normalmente litoide, da auto sostenuto a disperso in matrice, di colore marrone rossastro.
- **Rioliti di S. Vincenzo - λ (Pliocene).** Sono prodotti effusivi trachitici di colore variabile da grigio a rosa - rossastro, granulari, costituiti da elementi cristallini eudrali (frammenti di fenocristalli) e schegge, in una massa vetrosa eventualmente ricristallizzata. Sono diffuse le inclusioni di miche e pirosseni; possibile la presenza di pomici a tratti. Le trachiti presentano una struttura parallela da ricollegarsi alle modalità di fuoriuscita, traslazione e successiva costipazione del prodotto effusivo (ignimbriti fluitate), che si manifesta con perfetti piani di divisibilità, simili a quelli di una formazione sedimentaria stratificata.
- **Depositi appartenenti al sistema di Riotorto – RT1 e RT2 (Pliocene - Pleistocene inf.).**
 - RT2:** Ghiaie e ciottoli da poco a mediamente evolute, miste a sabbie massive.
 - RT1:** Argille e limi sabbiosi duri, concrezionati, con lenti sabbiose e ghiaie.

3.1.3 Formazioni litoidi

Unità Liguridi

- **Argilliti a palombini - APA (Cretacico inferiore).** Argilliti, argilliti siltose e marne finemente fogliettate, di colore variabile da grigio scuro a marrone; vi sono intercalati strati di calcare e calcari silicei (Palombini), in strati discontinui di spessore molto variabile. Subordinatamente vi possono essere strati di arenarie quarzose.

- **Arenarie e calcareniti di Casa Bellavista - AR-CAR (Cretacico).** Arenarie grossolane grigi o giallastre passanti a calcareniti e brecce calcaree grigie con interposti livelli di argille rossastre.
- **Argilliti di Poggio Rocchino - RCH (Cretacico sup.).** Argilliti e siltiti fissili grigie e grigio verdi, cui si intercalano rari strati, anche lentiformi, di calcari detritici, calcilutiti e marne.
- **Flysch di Monteverdi - MTV (Cretacico sup.).** E' formato da sequenze torbiditiche costituite da strati e banchi di calcari marnosi e marne, e subordinatamente calcareniti, con interstrati pelitici scuri. Colore da grigio chiaro a grigio scuro.

Unità Subliguri

- **Formazione di Canetolo - ACC (Eocene).** E' costituita prevalentemente da argilliti e siltiti grigio scure e verdastre, intercalate a calcari grigi fini con vene calcicistiche, in strati discontinui, sottili o in banchi; sono presenti anche arenarie, prevalenti nella parte alta.

Unità della Falda Toscana

- **Radiolariti e Diaspri - DSD (Dogger).** Sono costituiti da sottili strati di selce di colore rosso o grigio verde, giallastro o grigio chiaro, separato da veli di argilliti rosse. Nella parte alta si intercalano lenti di calcari e marne.
- **Scaglia Toscana - STO (Cretacico sup. – Eocene).** La Scaglia Toscana è costituita da diverse litofacies, delle quali le due individuate nell'area di studio sono riportate nel seguito:

STOa (membro inferiore): calcari e calcari marnosi, laminati, ai quali sono associati livelli di argilliti e marne.

STOb (membro superiore): argilliti policrome, prevalentemente rosse o grigio verdi, con intercalazioni di calcilutiti, calcareniti ed eventualmente calcari silicei grigio verdastri.

3.2Aspetti geomorfologici

L'area interessata dal tracciato autostradale è caratterizzata prevalentemente da aree pianeggianti facenti parte delle pianure costiere toscane. Solo in pochi tratti il percorso interessa dei rilievi collinari, ciò avviene nella zona di San Vincenzo ed, in maniera più estesa, nell'area grossetana dove il tratto autostradale attraversa le colline a nord e nord-est di Follonica.

Sulla base delle informazioni raccolte emergono alcune criticità geomorfologiche che riguardano, in particolare, il reticolo idrografico e le aree interessate da movimenti franosi.

Il reticolo idrografico dell'area in esame è caratterizzato dalla presenza di tre fiumi importanti, il Cecina, il Cornia ed il Pecora che presentano criticità idrauliche elevate soprattutto nelle pianure alluvionali. Criticità analoghe si riscontrano anche nei bacini idrografici minori, spesso per presenza di antropizzazioni nelle aree di sbocco al mare.

Relativamente alle aree in frana sono state rinvenute diverse zone interessate da franosità in atto e/o potenziale, in particolare nelle porzioni più alte ed in corrispondenza di affioramenti argillosi, soprattutto nel bacino idrografico del fiume Cecina.

Per una dettagliata descrizione delle caratteristiche morfologiche presenti lungo il tracciato e delle relative criticità si rimanda alla "Relazione Geologica e Geomorfologica" (documento di riferimento n° 1).

3.3Idrologia sotterranea

Le informazioni sull'idrologia sotterranea derivano essenzialmente dal monitoraggio dei piezometri installati nei fori di sondaggio eseguiti durante la campagna d'indagine, dalle osservazioni in fase di esecuzione dei pozzetti stratigrafici, nonché dagli studi riportati nel documento di riferimento n° 1. Nelle **Tabelle 3.1 e 3.2** vengono riassunti i principali risultati del monitoraggio dei piezometri, rispettivamente, durante la campagna d'indagine del 2004 e del 2010. Nelle **Tabelle 3.3 e 3.4** vengono riportati i dati rilevati in fase di esecuzione dei pozzetti stratigrafici, rispettivamente, durante la campagna d'indagine del 2004 e del 2010.

Dalla banca dati SIRA ("Relazione Geologica e Geomorfologica " (documento di riferimento n° 1)) si sono estratti, ove disponibili, i dati di livello piezometrico e analisi chimiche registrati durante le campagne di monitoraggio relative agli anni dal 2002 al 2006.

Sulla base dei dati raccolti è possibile fare le seguenti considerazioni:

- In condizioni naturali indisturbate i livelli di falda sono abbastanza prossimi al p.c. locale;
- L'analisi dei dati piezometrici permette di osservare che, a meno delle variazioni stagionali, nell'arco temporale considerato non vi sono sostanziali abbassamenti od innalzamenti della falda superficiale;
- A livello di variazioni stagionali si nota che l'ampiezza dell'oscillazione della falda non eccede i 2,5 m.

Le risultanze delle varie indagini eseguite hanno permesso di suddividere il tracciato autostradale in sette complessi idrogeologici caratterizzati, in generale, da valori del coefficiente di permeabilità medio-bassi. Si rimanda alla "Relazione Geologica e Geomorfologica" (documento di riferimento n° 1) per una descrizione dettagliata dei vari complessi idrogeologici e dei relativi valori di permeabilità associati.

In questa sede, ai fini dell'interpretazione delle prove in sito e di laboratorio, si farà riferimento ai livelli di falda più alti fra quelli riportati nella **Tabella 3-1, Tabella 3-2, Tabella 3-3 e Tabella 3-4.**

Tabella 3-1: misure piezometriche disponibili. Campagna d'indagine 2004

Sigla e km	Quota (m s.l.m.)	Tipo piezometro	Livello H2O m dal p.c.	Data
A2 - S1		C.C.	10,80	20/11/2003
A2 - S2		T.A.	3,25	20/11/2003
A2 - S3		C.C.	2,95	20/11/2003
A2 - S4		T.A.	8,20	20/11/2003
A2 - S5		T.A.	7,05	20/11/2003
A2 - S6		T.A. C.C.	2,80 2,75	20/11/2003
A2 - S7		T.A.	0,75	20/11/2003
A2 - S8		T.A.	1,05	20/11/2003
A2 - S9		T.A.	3,15	20/11/2003
A2 - S10		T.A. C.C.	6,70 6,95	20/11/2003
A2 - S11		T.A.	5,25	20/11/2003
A2 - S12		T.A.	6,90	20/11/2003
A2 - S13		C.C.	4,35	20/11/2003
C.C.	Cella piezometrica Casagrande			
T.A.	Tubo finestrato			

Tabella 3-2: misure piezometriche disponibili. Campagna d'indagine 2010

Sigla e km	Quota (m s.l.m.)	Tipo piezometro	Profondità falda m da p.c. (m s.l.m.m.)										
			27/4/ 10	29/4 /10	12/5/ 10	19/5/ 10	4/6/10	7/6/10	15/6 /10	16/6/1 0	23/6/1 0	2/7/1 0	8/7/10
SD 1 lotto 2 parte 5 2+420	36,25	T.A. (3-25 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	5,15 (+31,1 1)	-	-
SD 2 lotto 2 parte 5 2+280	38,24	T.A. (3-35 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	4,45 (+33,7 9)	-	-
SD 3 lotto 2 parte 5 1+987	34,64	T.A. (3-35 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	1,10 (+33,5 4)	-	-
SD 4 lotto 2 parte 5 1+175	45,33	T.A. (3-40 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5 (+42,8 3)	-	-
SD 4 bis lotto 2 parte 5 0+790	55,42	T.A. (3-25 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	9,35 (+46,0 7)	-	-
SD 4 ter lotto 2 parte 5 0+930	57,54	T.A. (3-25 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	4,3 (+53,2 4)	-	-
SD 5 lotto 2 parte 5 0+650	46,54	T.A. (3-35 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5 (+46,0 4)	-	-
SD 14 lotto 2 parte 4 1+552	25,78	T.A. (3-35 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	2,07 (+23,7 1)	-	-
SD 15 lotto 2 parte 4 0+425	41,25	T.A. (3-30 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,45 (+40,8 0)	-	-
SD 17 lotto 2 parte 3 24+100	36,92	T.A. (3-35 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	3,45 (+33,47)	-	-
SD 18 lotto 2 parte 3 23+775	33,11	T.A. (3-35 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	2,55 (+30,5 6)	-	-
SD 19 lotto 2 parte 3	26,65	T.A. (3-35 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	2,55 (+24,1 0)	-	-

23+650													
SD 20 lotto 2 parte 3 23+525	31,94	T.A. (3-35 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	2,8 (+29,1 4)	-	-
SD 20 bis lotto 2 parte 3 23+144	31,44	T.A. (3-30 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	1,42 (+30,0 2)	-	-
SD 21 lotto 2 parte 3 22+530	10,92	T.A. (3-30 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	4,55 (+6,37)	-	-
SD 22 lotto 2 parte 3 22+467	8,68	T.A. (3-25 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	3,10 (+5,58)	-	-
SD 23 bis lotto 2 parte 3 22+250	5,12	T.A. (3-40 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	2,40 (+2,72)	-	-
SD 24 lotto 2 parte 3 22+060	5,75	T.A. (3-35 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	2,85 (+2,90)	-	-
SD 24 ter lotto 2 parte 3 20+400	8,82	T.A. (3-25 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	6,82 (+2,00)	-	-
SD 25 lotto 2 parte 3 19+210	6,04	T.A. (3-30 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	4,44 (+1,60)	-	-
SD 26 lotto 2 parte 3 18+260	6,48	T.A. (3-30 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	1,90 (+4,58)	-	-
SD 26 bis lotto 2 parte 3 18+030	6,48	T.A. (3-35 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	3,15 (+3,33)	-	-
SD 27 lotto 2 parte 3 17+830	8,12	T.A. (3-40 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	2,55 (+5,57)	-	-
SD 29 lotto 2 parte 3 17+660	7,85	T.A. (3-35 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	1,05 (+6,80)	-	-
SD 30	6,59	T.A. (3-25 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	1,80	-	-

SD 70 lotto 2 parte 1 27+010	10,94	-	-	-	-	-	-	-	-	10,20 (+0,74)	-	-	-	5,80 (+5,14)
SD 71 lotto 2 parte 1 26+781	8,70	T.A. (3-30 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,80 (+0,90)
SD 72 lotto 2 parte 1 26+310	9,30	T.A. (5-35 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,37 (+0,93)
SD 73 lotto 2 parte 1 25+700	5,90	T.A. (3-30 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,62 (+0,28)
SD 74 lotto 2 parte 1 24+660	9,18	T.A. (3-30 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,85 (+3,33)
SD 75 lotto 2 parte 1 22+968	12,54	T.A. (6-36 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,25 (+6,29)
SD 75 bis lotto 2 parte 1 26+790	13,37	T.A. (2-35 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,55 (+7,82)
SD 75 ter lotto 2 parte 1 22+710	13,88	T.A. (3-21 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,61 (+8,27)
SD 76 lotto 2 parte 1 22+570	14,15	T.A. (3-30 ml)	5,40 (+8,75)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,80 (+6,35)
SD 77 lotto 2 parte 1 22+220	14,35	T.A. (3-15 ml) C.C. (35 m)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,53 (+9,83) 5,42 (+8,93)
SD 78 lotto 2 parte 1 21+900	15,17	T.A. (3-28 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,82 (+11,35)
SD 79 lotto 2 parte 1 20+516	18,92	T.A. (3-12 ml) C.C. (30 m)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,50 (+16,42) 4,47 (+14,45)

SD 118 lotto 2 parte 1 7+950	6,95	T.A. (3-30 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,10 (+4,85)	-
SD 119 lotto 2 parte 1 7+335	10,39	T.A. (3-30 ml)	-	-	-	3,99 (+6,40)	-	-	-	-	-	-	4,60 (+5,79)	-
SD 120 lotto 2 parte 1 6+610	17,45	T.A. (3-35 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,20 (+7,25)	-
SD 121 lotto 2 parte 1 5+590	26,51	T.A. (3-35 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,00 (+17,5 1)	-
SD 123 lotto 2 parte 1 5+655	29,39	T.A. (3-35 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21,00 (+8,39)	-
SD 124 lotto 2 parte 1 5+340	32,71	T.A. (3-28 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,50 (+10,2 1)	-
SD 125 lotto 2 parte 1 4+825	31,48	T.A. (3-35 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,60 (+17,8 8)	-
SD 126 lotto 2 parte 1 4+520	30,66	T.A. (3-35 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21,40 (+9,26)	-
SD 127 lotto 2 parte 1 4+075	22,19	T.A. (3-30 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21,60 (+0,59)	-
SD 128 lotto 2 parte 1 3+665	25,67	T.A. (3-30 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23,20 (+2,47)	-
SD 130 lotto 2 parte 1 3+335	14,15	T.A. (3-35 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,20 (+0,95)	-
SD 130bis lotto 2 parte 1 2+860	11,25	C.C. (24,5 m)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,20 (+8,05)	-
SD 131 lotto 2 parte 1	6,95	T.A. (3-12 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,80 (+0,15)	-

2+615													
SD 131bis lotto 2 parte 1 2+485	5,35	T.A. (3-40,5 ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,20 (+2,16)	-
SD 132 lotto 2 parte 1 2+490	6,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SD 133 lotto 2 parte 1 2+015	9,78	C.C. (24 m)	-	-	-	-	5,28 (+4,50)	-	-	-	-	6,40 (+3,38)	-
SD 134 lotto 2 parte 1 1+900	9,62	T.A. (6-21 ml) C.C. (31,5 m)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,20 (+2,42) 6,50 (+3,12)	-
SD 135 lotto 2 parte 1 1+830	9,47	T.A. (3-23 ml) C.C. (35 m)	-	-	-	-	6,38 (+3,09) 5,34 (+4,13)	-	-	-	-	7,20 (+2,27) 9,30 (+0,17)	-
SD 136 lotto 2 parte 1 1+570	12,19	T.A. (3-35 ml)	-	-	-	-	8,54 (+3,65)	-	-	-	-	9,60 (+2,59)	-
SD 137 lotto 2 parte 1 1+520	15,3	T.A. (3-25 ml)	-	-	-	-	11,45 (+3,85)	-	-	-	-	12,60 (+2,70)	-
SD 138 lotto 2 parte 1 1+260	18,12	T.A. (3-30 ml)	-	-	-	-	13,68 (+4,44)	-	-	-	-	15,40 (+2,72)	-
C.C.	Cella piezometrica Casagrande (quota cella da p.c.)												
T.A.	Tubo finestrato(quote tratto finestrato												

Tabella 3-3: Dati rilevati in fase di esecuzione dei pozzi stratigrafici. Campagna di indagine 2004

Sigla	Progr. (km)	Quota (m s.l.m.)	D ⁽¹⁾ (m)	Dw ⁽²⁾ (m)	Periodo di esecuzione
PZ1			3,20	non rinveuta	16/10/2003
PZ2			3,50	non rinveuta	16/10/2003
PZ3			3,50	non rinveuta	16/10/2003
PZ4			3,40	non rinveuta	16/10/2003
PZ5			3,10	non rinveuta	16/10/2003
PZ6			3,00	non rinveuta	17/10/2003
PZ7			3,40	non rinveuta	17/10/2003
PZ8			3,50	non rinveuta	17/10/2003
PZ9			3,50	non rinveuta	17/10/2003
PZ10			2,50	non rinveuta	17/10/2003
T1			4,10	non rinveuta	22/10/2003
T2			2,90	non rinveuta	22/10/2003
T3			3,70	non rinveuta	22/10/2003
T4			4,20	non rinveuta	22/10/2003
T5			4,30	non rinveuta	22/10/2003
T6			3,30	non rinveuta	23/10/2003
T7			4,00	non rinveuta	23/10/2003
T8			4,00	non rinveuta	23/10/2003
T9			4,50	non rinveuta	23/10/2003
T10			2,30	non rinveuta	24/10/2003
(1) = Profondità indagata Profondità della falda da p.c.					(2) =

Tabella 3-4: Dati rilevati in fase di esecuzione dei pozzetti stratigrafici. Campagna di indagine 2010

Sigla	Progr. (km)	Quota (m s.l.m.)	D (1) (m)	Dw (2) (m)	Periodo di esecuzione
PZD51	12+215 lotto 2 parte 3	7,62	4,00	non rinveuta	–
PZD52	11+123 lotto 2 parte 3	6,73	4,00	non rinveuta	–
PZD53	11+123 lotto 2 parte 3	6,38	4,00	non rinveuta	–
PZD54	10+833 lotto 2 parte 3	7,49	4,00	non rinveuta	–
PZD55	10+048 lotto 2 parte 3	6,68	4,00	non rinveuta	–
PZD56	9+018 lotto 2 parte 3	5,76	3,50	2,50	08/07/2010
PZD57	7+884 lotto 2 parte 3	8,59	2,60	2,00	02/07/2010
PZD58	6+673 lotto 2 parte 3	10,94	2,10	1,20	01/07/2010
PZD59	6+382 lotto 2 parte 3	11,68	2,10	1,20	01/07/2010
PZD60	5+551 lotto 2 parte 3	18,12	4,00	non rinveuta	–
PZD62	3+750 lotto 2 parte 3	27,89	4,00	non rinveuta	–
PZD63	3+072 lotto 2 parte 3	36,61	4,00	non rinveuta	–
PZD64	2+181 lotto 2 parte 3	40,75	3,80	non rinveuta	–
PZD65	1+409 lotto 2 parte 3	36,97	2,90	non rinveuta	–
PZD66	0+920 lotto 2 parte 3	29,57	2,70	non rinveuta	–
PZD67	0+024 lotto 2 parte 3	22,02	4,00	3,80	07/07/2010
PZD68	26+053 lotto 2 parte 1	9,70	4,00	non rinveuta	–
PZD69	25+253 lotto 2 parte 1	9,02	4,00	non rinveuta	–
PZD73	22+222 lotto 2 parte 1	14,64	4,00	non rinveuta	–
PZD75	21+072 lotto 2 parte 1	18,55	4,00	3,00	06/07/2010
PZD76	20+214 lotto 2 parte 1	17,91	3,20	3,00	06/07/2010
PZD78	18+725 lotto 2 parte 1	8,58	4,00	2,00	05/07/2010
PZD79	17+801 lotto 2 parte 1	6,83	4,10	3,80	05/07/2010

(1) = profondità indagata
falda da p.c.

(2) = profondità della

4.SISMICITA' DELL'AREA

4.1 Categoria di sottosuolo

In accordo con la Normativa italiana di riferimento per il presente progetto (O.P.C.M. N° 3274 del 20/03/2003 e successive modifiche e integrazioni; Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008), la classificazione della categoria di sottosuolo viene eseguita sia sulla base dei valori di $N_{SPT,30}$ risultanti dalle prove penetrometriche dinamiche tipo SPT eseguite nei sondaggi sia sulla base di misure dirette dei valori di velocità di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità $V_{s,30}$.

Si può ricavare il parametro $N_{SPT,30}$ mediante la relazione:

$$N_{SPT,30} = \frac{\sum_{i=1,M} h_i}{\sum_{i=1,M} \frac{h_i}{N_{SPT,i}}}$$

I parametri $N_{SPT,30}$ ricavati sono riportati sinteticamente nella successiva tabella (in alcuni casi i valori di $N_{SPT,30}$ sono valutati fino a profondità massime inferiori a 30 m).

SONDAGGIO	N _{SPT,30}	CATEGORIA SOTTOSUOLO
SD132	17	C
SD131bis	13	D
SD131	18	C
S22	16	C
SD130b	9	D
SD118	11	C
SD117	31	C
SD116	9	D
SD115	18	C
SD114	12	D
SD113bis	23	C
S20	19	C
SD113	17	C
SD112	20	C
SD111	8	D
SD110	25	C
SD109	16	C
SD108	12	D
SD106	11	D
SD105	18	C
SD104	10	D
SD103	9	D
SD102	10	D
SD100	9	D
SD86	9	D
SD85	4	D
SD84	7	D
SD53	30	C
SD52	18	C
S15	18	C
SD51	19	C
SD34	33	C
SD33	21	C
SD32	21	C
SD31	14	D
SD30	33	C
SD29	28	C
SD28	26	C
SD27	38	C
SD14	32	C
SD26	21	C

SD25	22	C
SD24ter	23	C
SD24	51	C
SD138	17	C
SD137	17	C
SD136	16	C
SD128	30	C
SD127	8	D
SD126	19	C
SD125	36	C
S21	45	C
SD124	48	C
SD123	37	C
SD121	23	C
SD120	23	C
SD119	28	C
SD118	26	C
SD117	28	C
SD116	26	C
SD115	13	D
SD114	40	C
SD113b	19	C
SD113ch	39	C
S112	30	C
SD111	15	D
SD110	37	C
SD109	34	C
SD108	23	C
SD105	26	C
SD104	42	C
SD103	16	C
SD102	40	C
SD101	14	D
SD100	27	C
SD86	36	C
SD85	32	C
SD84	30	C
S13	20	C
SD83	18	C
S82b	12	D
S12	9	D
S82	26	C
SD80	13	D

SD79	13	D
SD78	11	D
SD77	17	C
SD76	17	C
SD75ter	29	C
SD75bis	18	C
SD75	17	C
S18	24	C
SD74	29	C
SD73	9	D
SD72	22	C
SD71	21	C
SD70	27	C
SD67	19	C
SD66	22	C
SD65bis	35	C
SD65	31	C
S16	37	C
SD64	23	C
SD62	16	C
SD61	11	D
SD60	30	C
SD59	19	C
SD58	17	C
SD57	27	C

**Tabella 4-1: Valori di $N_{SPT,30}$ e relative
categorie di sottosuolo**

Si può ricavare il parametro $V_{s,30}$ mediante la relazione:

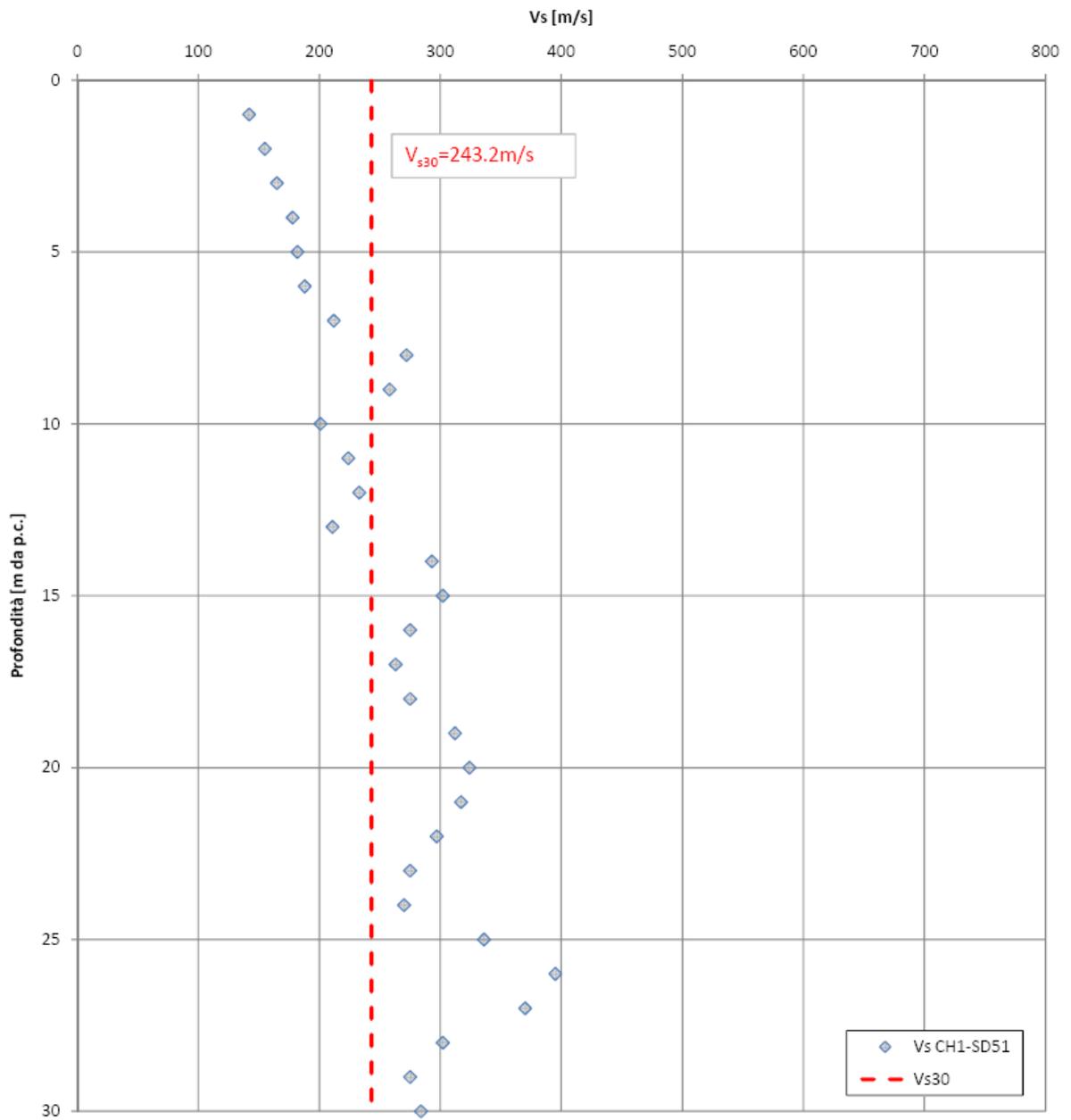
$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

I parametri $V_{s,30}$ ricavati da prove Cross Hole in foro sono riportati sinteticamente nella successiva tabella e illustrati nelle figure che seguono.

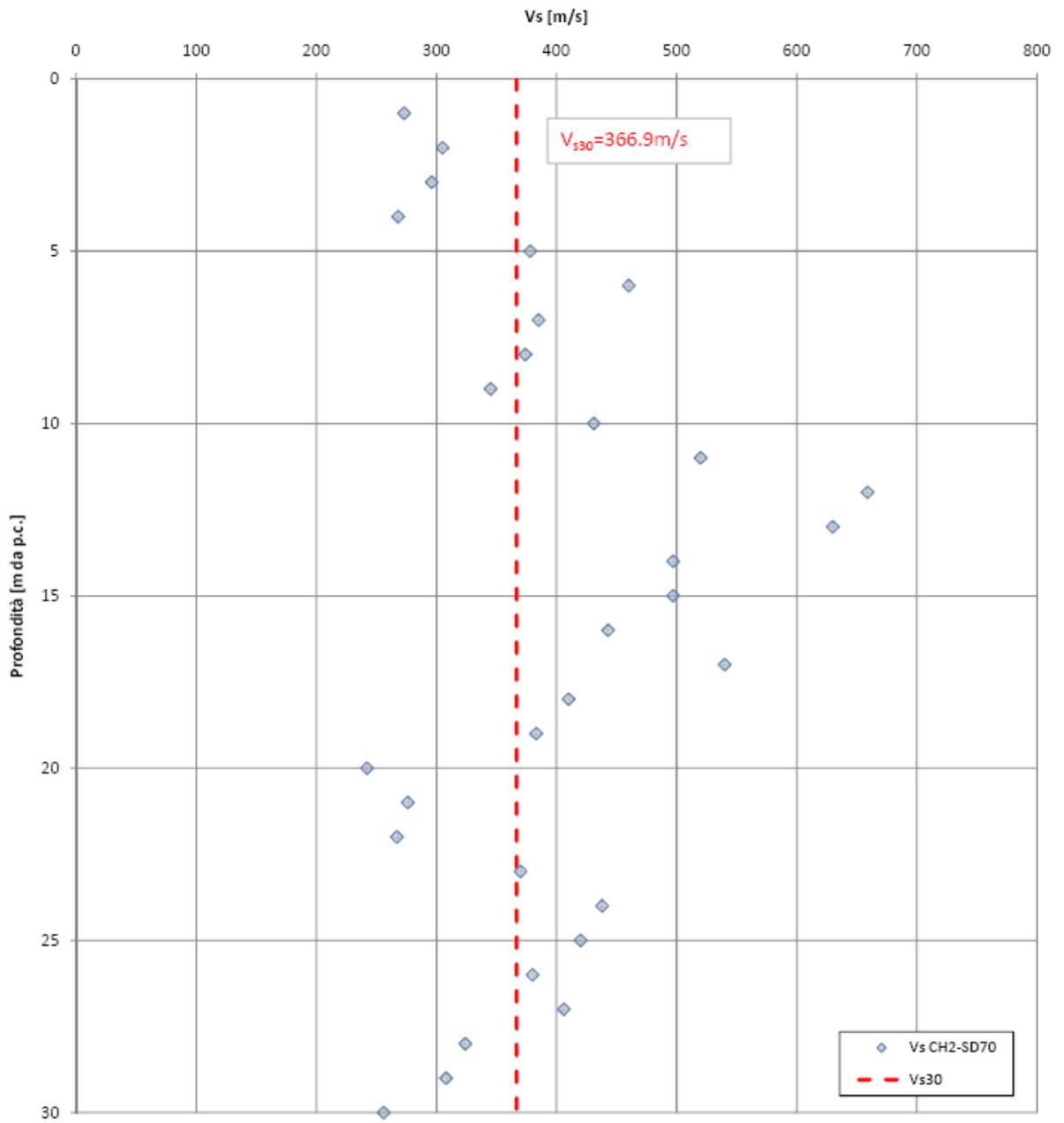
Tabella 4-2: Valori di $V_{s,30}$ e relative categorie di sottosuolo

Sondaggio	$V_{s,30}$	Categoria sottosuolo
CH1 – SD51	243.2	C
CH2-SD70	366.9	B
CH3-SD76	265.6	C
CH4-SD85	252.9	C
CH-SD113-SD113 bis	345.0	C
CH-SD117-SD117 bis	307.7	C
CH-SD132-SD132 bis	231.6	C

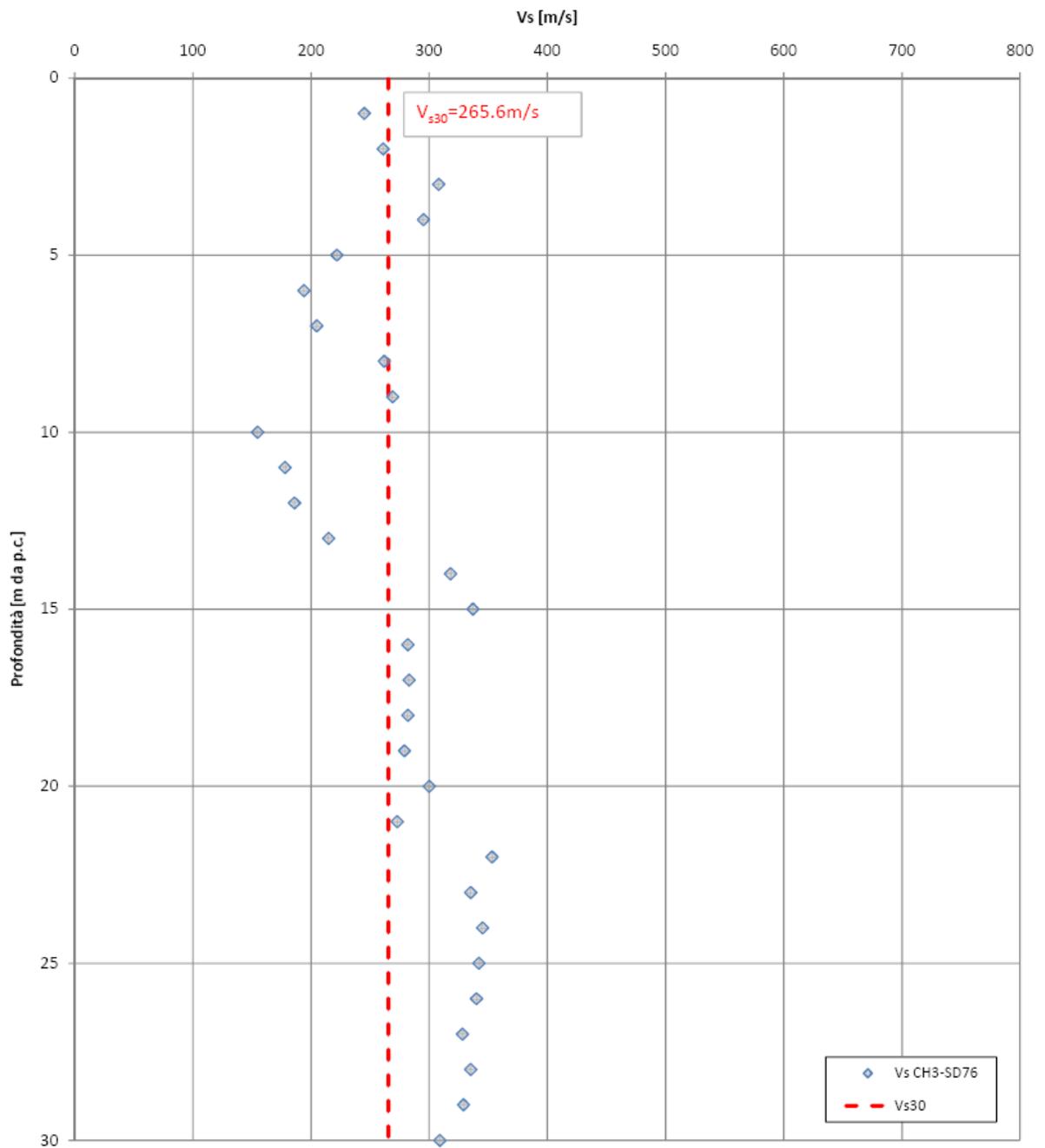
Sondaggio CH1 - SD51 Velocità delle onde di taglio da Cross-Hole



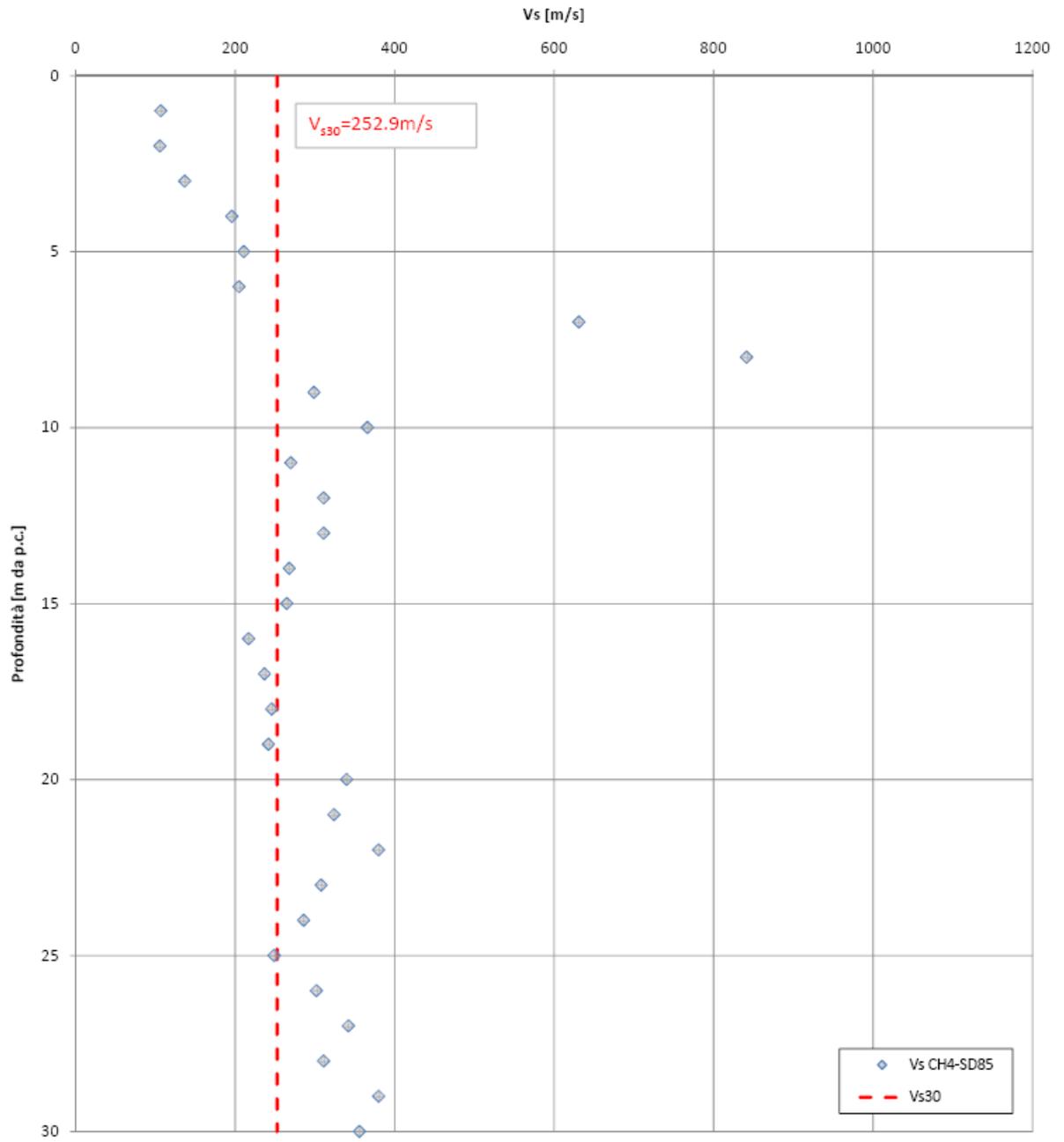
Sondaggio CH2 - SD70 Velocità delle onde di taglio da Cross-Hole



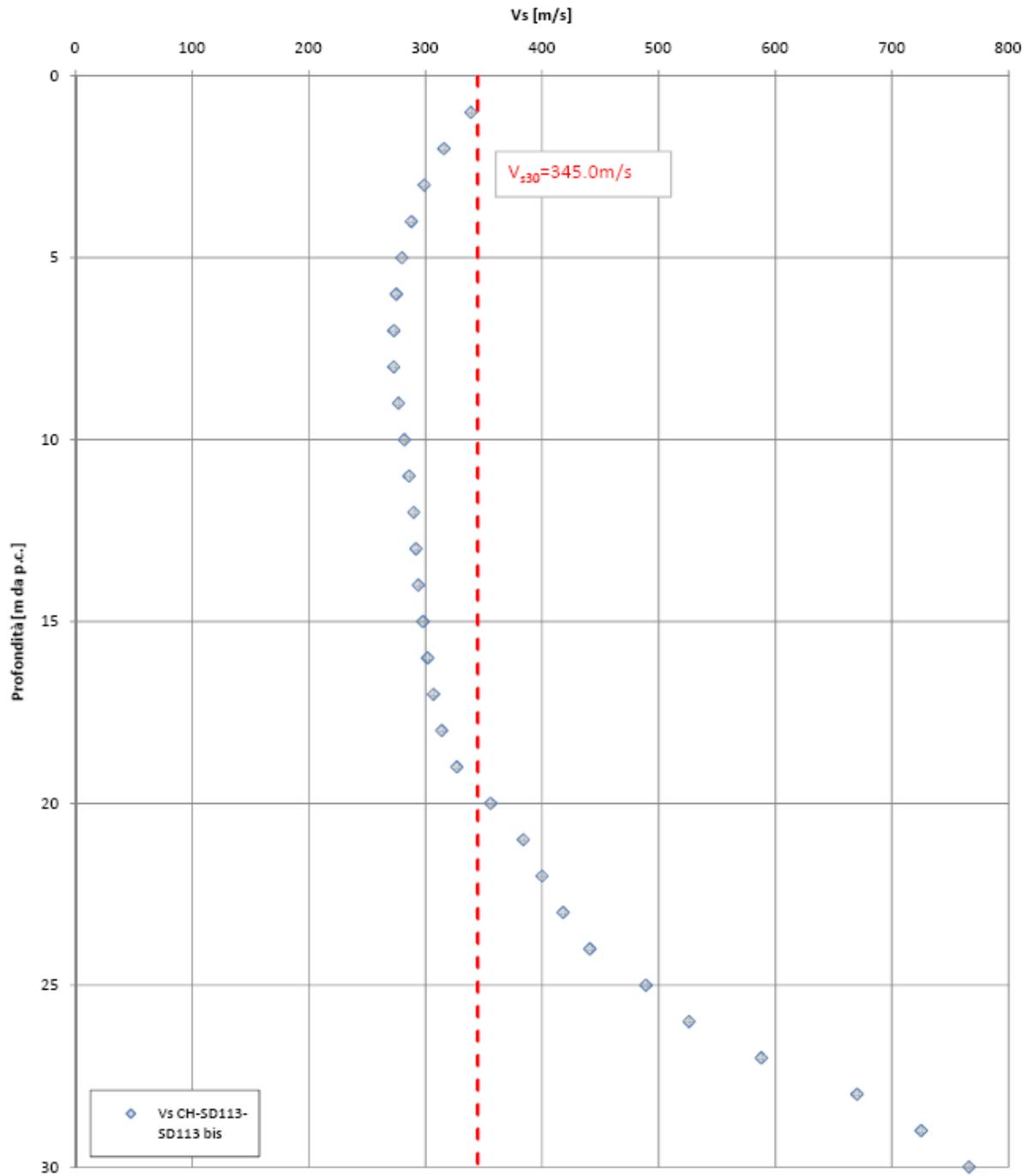
Sondaggio CH3 - SD76 Velocità delle onde di taglio da Cross-Hole



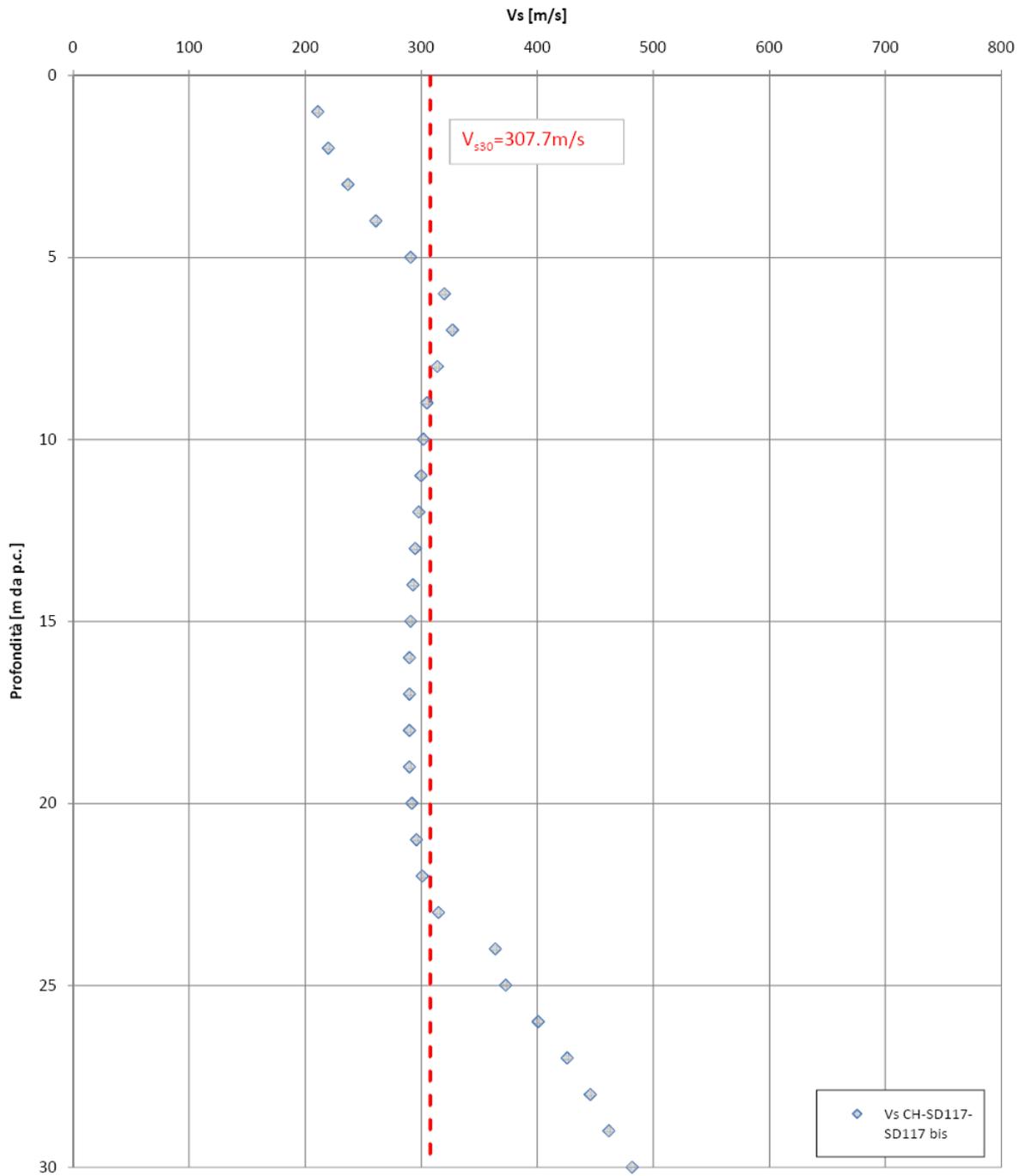
Sondaggio CH4 - SD85 Velocità delle onde di taglio da Cross-Hole



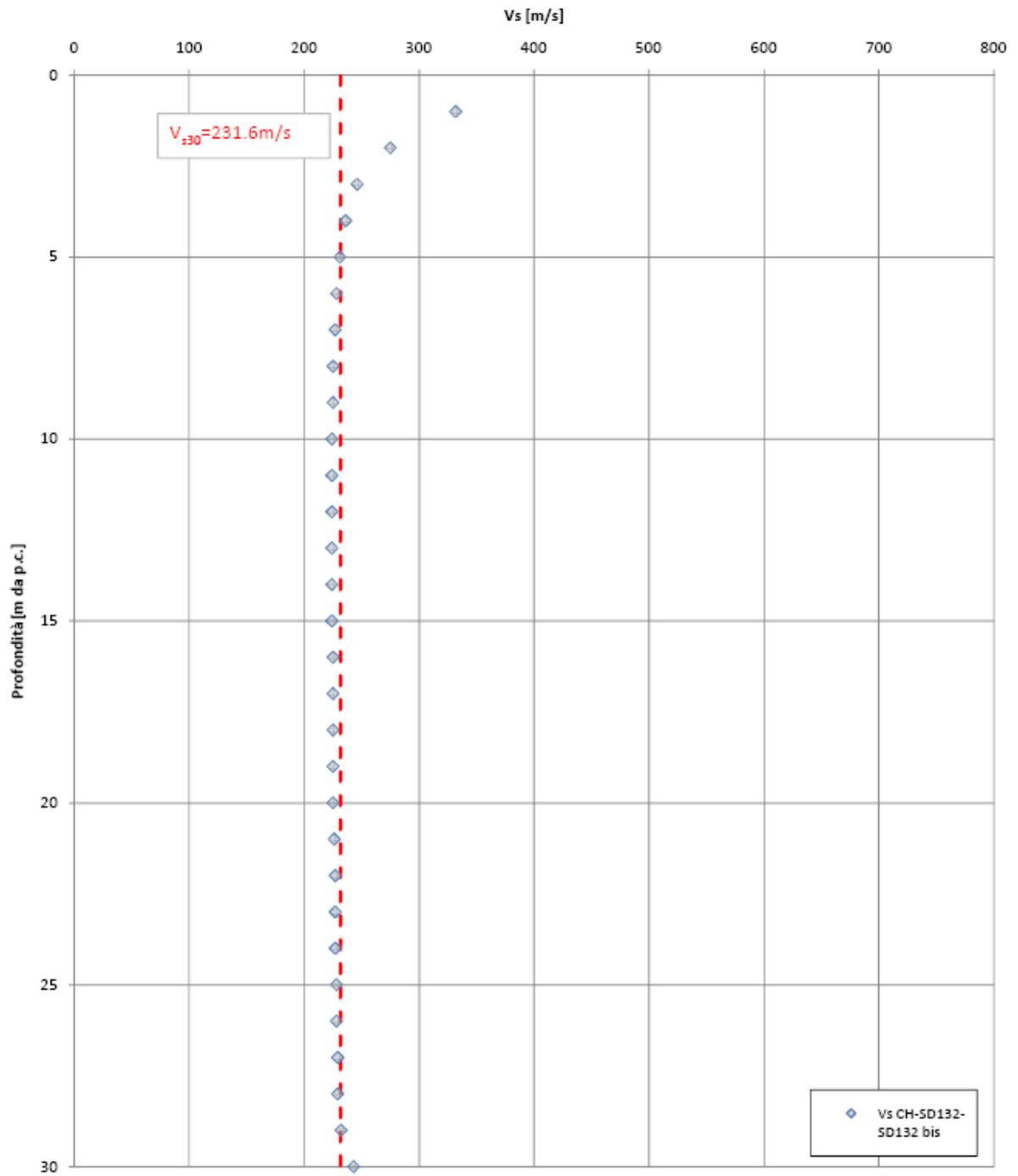
Sondaggio CH-SD113-SD113 bis Velocità delle onde di taglio da Cross-Hole



CH-SD117-SD117 bis Velocità delle onde di taglio da Cross-Hole



CH-SD132-SD132 bis Velocità delle onde di taglio da Cross-Hole



I terreni presenti lungo tutto il tracciato possono dunque essere riferiti generalmente alla categoria di sottosuolo C (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)*)

In presenza di formazioni di tipo alluvionale, in particolare nei fondovalle dove sono presenti i depositi più recenti, i terreni sono riferibili alla categoria D (*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).*)

4.2 Categoria topografica

Trattandosi di zone pianeggianti e pendii con inclinazione inferiore a 15° , si è assunta la categoria topografica T1 (Tabb. 3.2.IV e 3.2.VI - NTC 2008).

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

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

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

4.3 Pericolosità sismica del sito

Per la determinazione dei parametri sismici secondo quanto previsto dalla recente Normativa italiana di riferimento per il presente progetto (Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del 14-01-2008) è stata ricercata l'accelerazione orizzontale massima a_g attesa su suolo di categoria A, sulla base delle coordinate topografiche (latitudine e longitudine) per lo stato limite ultimo SLV (salvaguardia della vita).

Si è assunta una categoria topografica T1 (vedi paragrafo 4.2), mentre per quanto riguarda la vita nominale dell'opera e la classe d'uso si è fatto riferimento alla distinzione riportata nella seguente **Tabella 4-3**:

Tabella 4-3: Vita nominale e classe d'uso in relazione alla tipologia di opere

Classificazione dell'opera	Esempio	Vita nominale	Classe d'uso (Cu)	Periodo di riferimento per la costruzione (Vr)	Periodo di ritorno agli SLV
Opere provvisionali minori	Tombini, sottovia	< 2 anni	_*	_*	_**
Opere provvisionali maggiori	Ponti e viadotti (provvisionali)	Compreso tra 2 e 10 anni	2	35 anni	332 anni
Opere definitive	Ponti e viadotti (definitivi)	50 anni	2	100 anni	949 anni

Il tracciato autostradale in esame attraversa i seguenti territori comunali, appartenenti alle province di Livorno e Grosseto:

- CECINA;
- BIBBONA;
- CASTAGNETO CARDUCCI;
- S. VINCENZO;
- CAMPIGLIA MARITTIMA;
- PIOMBINO;
- FOLLONICA.

I valori di accelerazione massima al suolo valide per il tratto autostradale in esame sono stati individuati utilizzando, in accordo con la zonazione sismica definita nel

* verifica sismica omessa ai sensi del D.M. 14.01.2008

D.M. 14.01.2008, la mappa di pericolosità sismica del territorio italiano tramite l'impiego del software Spettri-NTC ver 1.0.3 distribuito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

L'accelerazione sismica su suolo rigido PGA (a_g) da assumere in progetto agli SLV dipende dalla natura e dall'importanza delle singole opere da realizzare.

La classificazione delle opere è stata condotta secondo il prospetto riportato nella tabella precedentemente riportata.

I valori, in funzione della natura dell'opera e della progressiva chilometrica, sono riportati nella seguente **Figura 4-1**.

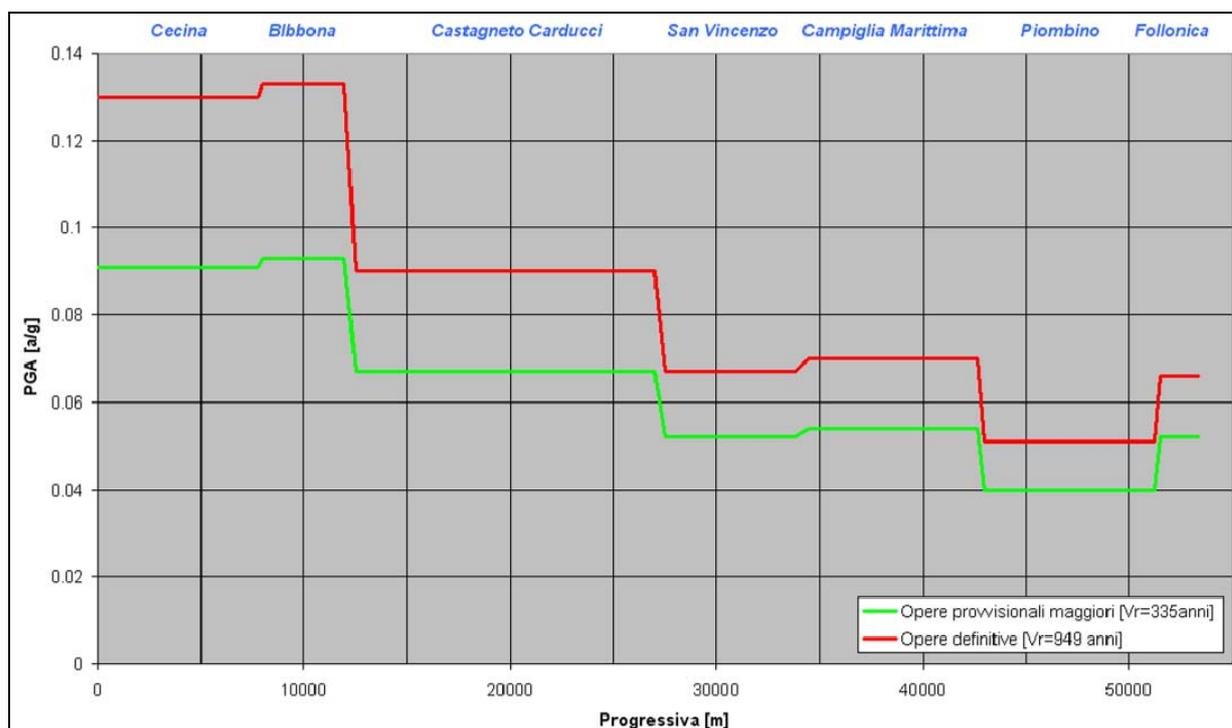


Figura 4-1: Accelerazione massima al suolo lungo il tratto autostradale compreso tra Cecina e Follonica (lotto 2)

Per ogni valore di a_g sono stati esaminati i diversi casi di categoria di sottosuolo (vedi paragrafo 4.1), per la determinazione dell'accelerazione massima orizzontale attesa al sito:

$$S = S_s \times S_T$$

S_s = coeff.amplificazione stratigrafica

S_T = coeff.amplificazione topografica = 1

$$a_{max} = a_g \times S$$

accel. massima orizzontale attesa al sito

In particolare, nelle verifiche di stabilità dei tagli e dei rilevati, la determinazione dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v secondo NTC 2008 nell'analisi pseudo-statica è avvenuta secondo i seguenti criteri:

$\beta_s = 0,20$	coeff. riduttivo di a_{max} (tab.7.11.I NTC2008) per $a_g/g \leq 0.1$ su suolo di cat. A,B,C,D,E
$\beta_s = 0,24$	coeff. riduttivo di a_{max} (tab.7.11.I NTC2008) per $0.1 < a_g/g \leq 0.2$ su suolo di cat. B,C,D,E
$k_h = \beta_s \times a_{max} / g$	coeff. sismico orizzontale
$k_v = \pm 0.5 k_h$	coeff. sismico verticale.

4.4 Stabilità nei confronti della liquefazione dei terreni

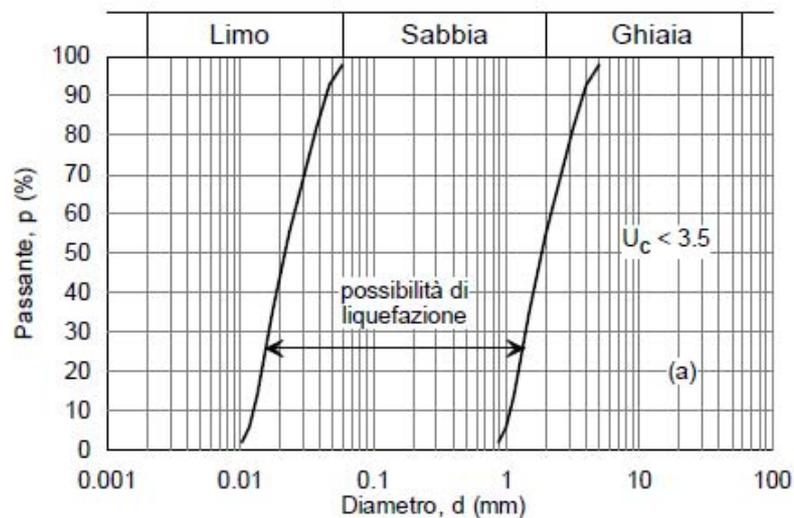
Il termine liquefazione comprende una serie di fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio in seguito ad un incremento delle pressioni interstiziali in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche, quali quelle sismiche, che agiscono in condizioni non drenate: il rischio riguarderebbe quindi lungo il tracciato solo le zone dove la falda può risalire fino a profondità prossime al piano di campagna.

Il fenomeno risulta particolarmente critico in presenza di fondazioni dirette o poco profonde e potrebbe quindi interessare le fondazioni dei rilevati di ampliamento dei rilevati esistenti e delle opere minori su di essi ricadenti nelle zone di fondovalle dei fiumi e dei fossi interferenti. Le fondazioni delle opere d'arte principali sono, infatti, generalmente previste su fondazioni profonde di lunghezza tale da superare le profondità critiche per il manifestarsi dei fenomeni suddetti.

Secondo la recente normativa, la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;

4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



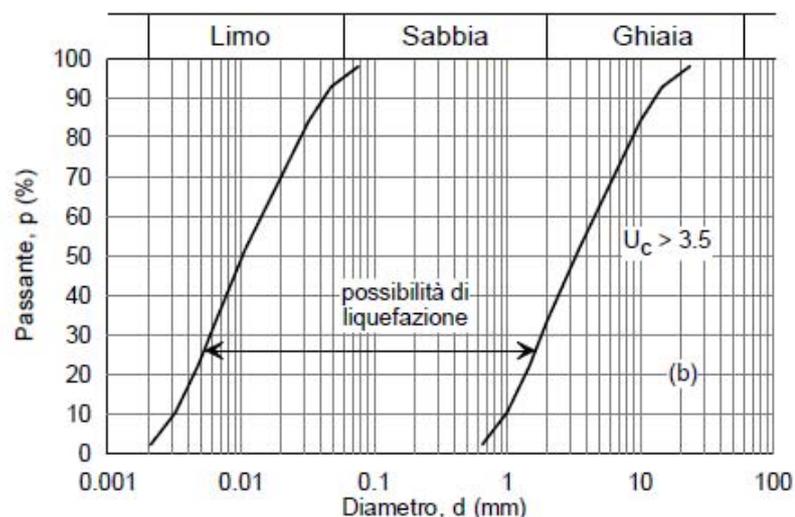


Figura 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

Poiché nessuna delle condizioni suddette risulta verificata, viene condotta una valutazione del rischio stimando il coefficiente di sicurezza alla liquefazione, definito come rapporto tra la resistenza disponibile alla liquefazione e la sollecitazione indotta dal terremoto di progetto. Tale stima viene condotta con il metodo semplificato di Seed et al. (1985), che valuta la resistenza disponibile attraverso i risultati di prove penetrometriche dinamiche SPT.

Come può desumersi dai risultati delle determinazioni di laboratorio e dai valori di N_{SPT} , la presenza di livelli di terreni potenzialmente liquefacibili è possibile a tutte le profondità: vengono pertanto esaminati tutti i valori di N_{SPT}

Si avrà:

$$F_s = CRR / CSR$$

dove CRR = parametro di resistenza tangenziale ciclica del terreno

CSR = parametro di tensione tangenziale ciclica prodotta dal sisma

$$CSR_{7.5} = 0.65 \times a_{max}/g \times \sigma_{vo} / \sigma'_{vo} \times r_d$$

dove $CSR_{7.5}$ = parametro CSR riferito ad un sisma di magnitudo 7.5.

Assumiamo:

$$r_d = (1.174 - 0.0267 z) \text{ per } 9.15 \text{ m} < z \leq 23 \text{ m}$$

$$\text{e } r_d = (1 - 0.00765 z) \text{ per } z \leq 9.15 \text{ m}$$

Calcoliamo la correzione di N_{SPT} dovuta alle procedure di esecuzione:

$$(N_1)_{60} = N_{SPT} \times C_N \times C_{EX} \times C_{BX} \times C_{RX} \times C_S$$

con $C_N = (P_a / \sigma'_{vo})^{0.5} \leq 1.304$ (Seed e Idriss, 1982)

essendo P_a e σ'_{vo} espresse in kg/cm^2 e $P_a / \sigma'_{vo} \leq 1.7$

con P_a = pressione atmosferica = $1.0 \text{ kg}/\text{cm}^2$

e σ'_{vo} pressione efficace litostatica (calcolata in kg/cm^2)

mentre tutti gli altri coefficienti (rapporto energetico, diametro del foro, lunghezza aste e campionamento) sono assunti tutti pari a 1:

$$(N_1)_{60} = N_{SPT} \times C_N.$$

Applichiamo la correzione per la percentuale di fino FC (cioè percentuale granulometrica inferiore a 0.075 mm , vedi tabelle) superiore al 5%:

$$(N_1)_{60CS} = A + B (N_1)_{60}$$

$A = 0$ e $B = 1$ per $FC \leq 5\%$ (nei nostri casi, mai)

$A = \exp(1.76 - (190/FC^2))$ e $B = 0.99 + (FC^{1.5}/1000)$ per $5\% < FC < 35\%$

$A = 5$ e $B = 1.2$ per $FC \geq 35\%$.

Per le percentuali FC sono state adottate le medie ottenute in laboratorio su tutti i campioni della formazione di riferimento.

Con il valore di $(N_1)_{60CS}$ otteniamo $CRR_{7.5}$ dalla espressione della curva di Seed et al., 1985, relativa a Magnitudo 7.5 (calcolata solo per $(N_1)_{60CS} \leq 30$, negli altri casi i terreni sono considerati troppo densi per poter liquefare).

Tale valore dovrà essere corretto per la magnitudine attesa che è 5:

$MSF = (M / 7.5)^{-3.3} = 3.8115$ per $M = 5.0$ (Andrus e Stokoe, 1997):

$F_s = CRR \times MSF / CSR = CRR \times 3.8115 / (0.65 \times a_{max}/g \times \sigma_{vo} / \sigma'_{vo} \times r_d)$

Per la determinazione di a_{max}/g si considera cautelativamente il valore più critico ottenuto lungo il tracciato del valore di a_g/g su suolo di tipo A che è pari a $= 0.090$ alla fine del tracciato e si considera:

$$a_{max}/g = a_g/g \times S_T \times S_S$$

dove $S_T = 1$ (vedi paragrafi precedenti)

e $S_S = 1.5$ per terreni di categoria C

$S_S = 1.8$ per terreni di categoria D

Per quanto riguarda la categoria di suolo questa è stata ricavata, come riferito al paragrafo 4.1, per ciascuna prova SPT.

Nella tabella che segue sono riportati i dati sopra esposti e i risultati dell'analisi semplificata: i coefficienti di sicurezza sono sempre superiori ad 1, quindi i terreni in esame sono potenzialmente non liquefacibili.

Formazione	Sondaggio	Profondità [m da p.c.]	Profondità falda [m da p.c.]	γ [kN/m ³]	N _{SPT}	N _{SPT,30}	Cat. Terreno	M	a _g /g	Ss	St	σ' [kg/cm ²]	σ_{tot} [kg/cm ²]	rd	A	B	C _N	(N1) _{60CS}	CRR	MSF	CRR×MSF	a _{max} /g	CSR	FS		
A	SD132	1,5	4,2	19,85	10	17,471	C	5	0,132	1,5	1	0,29775	0,29775	0,99	4,88	0,94	1,30	17,146	0,175292252	3,81	0,668134466	0,198	0,13	5,251672941		
A	SD132	3	4,2	19,85	13			5	0,132	1,5	1	0,5955	0,5955	0,98	4,88	0,94	1,30	20,726	0,215015509	3,81	0,819541484	0,198	0,13	6,51741845		
A	SD132	4,8	4,2	19,85	58			5	0,132	1,5	1	0,8928	0,9528	0,96	4,88	0,94	1,06	62,613	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE		
A	SD132	6	4,2	19,85	27			5	0,132	1,5	1	1,011	1,191	0,95	4,88	0,94	0,99	30,137	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,14	NON LIQUEFACIBILE		
A	SD132	7,5	4,2	19,85	15			5	0,132	1,5	1	1,15875	1,48875	0,94	4,88	0,94	0,93	17,987	0,183566596	3,81	0,699672507	0,198	0,16	4,488955299		
A	SD132	9,5	4,2	19,85	17			5	0,132	1,5	1	1,35575	1,88575	0,92	4,88	0,94	0,86	18,613	0,190079425	3,81	0,724496455	0,198	0,16	4,397442792		
A	SD132	11	4,2	19,85	21			5	0,132	1,5	1	1,5035	2,1835	0,88	4,88	0,94	0,82	20,989	0,218526833	3,81	0,832925056	0,198	0,16	5,062288759		
A	SD132	12	4,2	19,85	23			5	0,132	1,5	1	1,602	2,382	0,85	4,88	0,94	0,79	21,972	0,232625896	3,81	0,886664281	0,198	0,16	5,428089685		
A	SD132	14,7	4,2	19,85	19			5	0,132	1,5	1	1,86795	2,91795	0,78	4,88	0,94	0,73	17,957	0,183253394	3,81	0,698478722	0,198	0,16	4,445570436		
A	SD132	17,9	4,2	19,85	15			5	0,132	1,5	1	2,18315	3,55315	0,7	4,88	0,94	0,68	14,43	0,151386662	3,81	0,57701721	0,198	0,15	3,957558448		
A	SD132	21,3	4,2	19,85	19			5	0,132	1,5	1	2,51805	4,22805	0,61	4,88	0,94	0,63	16,143	0,166029805	3,81	0,632830223	0,198	0,13	4,838039405		
A	SD132	23,7	4,2	19,85	17			5	0,132	1,5	1	2,75445	4,70445	0,54	4,88	0,94	0,60	14,516	0,152090032	3,81	0,57969814	0,198	0,12	4,872856068		
A	SD132	28	4,2	19,85	26	5	0,132	1,5	1	3,178	5,558	0,43	4,88	0,94	0,56	18,599	0,189923417	3,81	0,723901824	0,198	0,1	7,542568762				
A	SD131bis	1,5	4,2	19,85	12	13,366	D	5	0,132	1,8	1	0,29775	0,29775	0,99	4,88	0,94	1,30	19,599	0,201074603	3,81	0,766405079	0,238	0,15	5,020083304		
A	SD131bis	3,5	4,2	19,85	5			5	0,132	1,8	1	0,69475	0,69475	0,97	4,88	0,94	1,20	10,524	0,121739959	3,81	0,464017443	0,238	0,15	3,087175059		
A	SD131bis	4,5	4,2	19,85	13			5	0,132	1,8	1	0,86325	0,89325	0,97	4,88	0,94	1,08	18,041	0,184113433	3,81	0,701756803	0,238	0,15	4,547831733		
A	SD131bis	6,3	4,2	19,85	25			5	0,132	1,8	1	1,04055	1,25055	0,95	4,88	0,94	0,98	27,932	0,380823565	3,81	1,451526499	0,238	0,18	8,216352946		
A	SD131bis	7,5	4,2	19,85	27			5	0,132	1,8	1	1,15875	1,48875	0,94	4,88	0,94	0,93	28,472	0,403813954	3,81	1,539155422	0,238	0,19	8,229087924		
A	SD131bis	9	4,2	19,85	25			5	0,132	1,8	1	1,3065	1,7865	0,93	4,88	0,94	0,87	25,452	0,301125241	3,81	1,147752679	0,238	0,2	5,836806128		
A	SD131bis	10,5	4,2	19,85	24			5	0,132	1,8	1	1,45425	2,08425	0,89	4,88	0,94	0,83	23,599	0,260298072	3,81	0,99213805	0,238	0,2	5,015729598		
A	SD131bis	12	4,2	19,85	16			5	0,132	1,8	1	1,602	2,382	0,85	4,88	0,94	0,79	16,771	0,171758927	3,81	0,654667034	0,238	0,2	3,339850502		
A	SD131bis	15,5	4,2	19,85	17			5	0,132	1,8	1	1,94675	3,07675	0,76	4,88	0,94	0,72	16,341	0,167813019	3,81	0,639627025	0,238	0,19	3,447352442		
A	SD131bis	18	4,2	19,85	16			5	0,132	1,8	1	2,193	3,573	0,69	4,88	0,94	0,68	15,043	0,156484565	3,81	0,596448104	0,238	0,17	3,418492629		
A	SD131bis	20,6	4,2	19,85	15			5	0,132	1,8	1	2,4491	4,0891	0,62	4,88	0,94	0,64	13,896	0,147071114	3,81	0,560568304	0,238	0,16	3,483989697		
A	SD131bis	23,9	4,2	19,85	21			5	0,132	1,8	1	2,77415	4,74415	0,54	4,88	0,94	0,60	16,74	0,171470647	3,81	0,653568242	0,238	0,14	4,617886259		
A	SD131bis	26,2	4,2	19,85	11			5	0,132	1,8	1	3,0007	5,2007	0,47	4,88	0,94	0,58	10,854	0,124093336	3,81	0,472987447	0,238	0,13	3,724354339		
A	SD131bis	30	4,2	19,85	10			5	0,132	1,8	1	3,375	5,955	0,37	4,88	0,94	0,54	10,001	0,118072278	3,81	0,450037907	0,238	0,1	4,427641842		
A	SD131	1,5	3,95	19,85	19			18,249	C	5	0,132	1,5	1	0,29775	0,29775	0,99	4,88	0,94	1,30	28,184	0,391237533	3,81	1,491219817	0,198	0,13	11,72129138
A	SD131	3	3,95	19,85	20					5	0,132	1,5	1	0,5955	0,5955	0,98	4,88	0,94	1,30	29,257	0,442162057	3,81	1,68532098	0,198	0,13	13,40254553
A	SD131	4,5	3,95	19,85	14	5	0,132			1,5	1	0,83825	0,89325	0,97	4,88	0,94	1,09	19,263	0,197218471	3,81	0,751707258	0,198	0,13	5,67655331		
A	SD131	6	3,95	19,85	26	5	0,132			1,5	1	0,986	1,191	0,95	4,88	0,94	1,01	29,508	0,455827211	3,81	1,737406342	0,198	0,15	11,71370044		
A	SD131	7,5	3,95	19,85	52	5	0,132			1,5	1	1,13375	1,48875	0,94	4,88	0,94	0,94	50,813	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,16	NON LIQUEFACIBILE		
A	SD131	9	3,95	19,85	34	5	0,132			1,5	1	1,2815	1,7865	0,93	4,88	0,94	0,88	33,129	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,17	NON LIQUEFACIBILE		
A	SD131	10,5	3,95	19,85	16	5	0,132			1,5	1	1,42925	2,08425	0,89	4,88	0,94	0,84	17,469	0,178408269	3,81	0,680011306	0,198	0,17	4,054417963		
A	SD131	11,8	3,95	19,85	17	5	0,132			1,5	1	1,5573	2,3423	0,86	4,88	0,94	0,80	17,694	0,180622913	3,81	0,688452524	0,198	0,17	4,140591508		
A	SD131	15,9	3,95	19,85	17	5	0,132			1,5	1	1,96115	3,15615	0,75	4,88	0,94	0,71	16,299	0,167431791	3,81	0,638173957	0,198	0,16	4,111113374		
A	SD131	18,3	3,95	19,85	15	5	0,132			1,5	1	2,19755	3,63255	0,69	4,88	0,94	0,67	14,398	0,151130264	3,81	0,576039939	0,198	0,15	3,950603546		
A	SD131	21,7	3,95	19,85	23	5	0,132			1,5	1	2,53245	4,30745	0,59	4,88	0,94	0,63	18,475	0,188609744	3,81	0,718894698	0,198	0,13	5,523001481		
A	SD131	24,4	3,95	19,85	17	5	0,132			1,5	1	2,7984	4,8434	0,52	4,88	0,94	0,60	14,44	0,151466751	3,81	0,577322476	0,198	0,12	4,960168787		
A	SD131	27	3,95	19,85	16	5	0,132			1,5	1	3,0545	5,3595	0,45	4,88	0,94	0,57	13,492	0,143862806	3,81	0,548339688	0,198	0,1	5,359113143		
A	SD131	30	3,95	19,85	19	5	0,132			1,5	1	3,35	5,955	0,37	4,88	0,94	0,55	14,645	0,153157959	3,81	0,583768593	0,198	0,09	6,840949563		

A	S22	4,5	3,95	19,85	21	15,792	C	5	0,132	1,5	1	0,83825	0,89325	0,97	4,88	0,94	1,09	26,454	0,329034644	3,81	1,254130651	0,198	0,13	9,470627601		
A	S22	13,5	3,95	19,85	11			5	0,132	1,5	1	1,72475	2,67975	0,81	4,88	0,94	0,76	12,759	0,138182063	3,81	0,526687277	0,198	0,16	3,23759041		
A	S22	14,5	3,95	19,85	11			5	0,132	1,5	1	1,82325	2,87825	0,79	4,88	0,94	0,74	12,544	0,136538993	3,81	0,520424641	0,198	0,16	3,255405285		
A	S22	17,5	3,95	19,85	13			5	0,132	1,5	1	2,11875	3,47375	0,71	4,88	0,94	0,69	13,282	0,142214437	3,81	0,542056855	0,198	0,15	3,634809316		
A	S22	20,5	3,95	19,85	14			5	0,132	1,5	1	2,41425	4,06925	0,63	4,88	0,94	0,64	13,356	0,142796186	3,81	0,544274216	0,198	0,14	4,003889085		
A	S22	23	3,95	19,85	14	5	0,132	1,5	1	2,6605	4,5655	0,56	4,88	0,94	0,61	12,954	0,139678125	3,81	0,532389587	0,198	0,12	4,305419306				
A	SD130b	1,5	9,51	19,85	4	9,0714	D	5	0,132	1,8	1	0,29775	0,29775	0,99	4,88	0,94	1,30	9,7875	0,116589022	3,81	0,44438441	0,238	0,15	2,910793286		
A	SD130b	3,6	9,51	19,85	9			5	0,132	1,8	1	0,7146	0,7146	0,97	4,88	0,94	1,18	14,895	0,155237793	3,81	0,591695974	0,238	0,15	3,939735584		
A	SD130b	4,5	9,51	19,85	17			5	0,132	1,8	1	0,89325	0,89325	0,97	4,88	0,94	1,06	21,799	0,230011633	3,81	0,8766999	0,238	0,15	5,879022889		
A	SD130b	6	9,51	19,85	15			5	0,132	1,8	1	1,191	1,191	0,95	4,88	0,94	0,92	17,809	0,181766413	3,81	0,692811026	0,238	0,15	4,701766985		
A	SD130b	7,5	9,51	19,85	9			5	0,132	1,8	1	1,48875	1,48875	0,94	4,88	0,94	0,82	11,819	0,131113804	3,81	0,499746282	0,238	0,15	3,432818365		
A	SD130b	9	9,51	19,85	9			5	0,132	1,8	1	1,7865	1,7865	0,93	4,88	0,94	0,75	11,215	0,126690068	3,81	0,48288501	0,238	0,14	3,357873129		
A	SD130b	11,2	9,51	19,85	7			5	0,132	1,8	1	2,0542	2,2232	0,87	4,88	0,94	0,70	9,4753	0,114441253	3,81	0,436198091	0,238	0,15	2,982633968		
A	SD130b	15,2	9,51	19,85	8			5	0,132	1,8	1	2,4482	3,0172	0,77	4,88	0,94	0,64	9,6905	0,115919617	3,81	0,441832941	0,238	0,15	3,02196482		
A	SD130b	18	9,51	19,85	7			5	0,132	1,8	1	2,724	3,573	0,69	4,88	0,94	0,61	8,8708	0,110345323	3,81	0,420586266	0,238	0,14	2,994232666		
A	SD130b	21	9,51	19,85	17			5	0,132	1,8	1	3,0195	4,1685	0,61	4,88	0,94	0,58	14,083	0,148568862	3,81	0,566277036	0,238	0,13	4,330633396		
A	SD130b	23,6	9,51	19,85	37	5	0,132	1,8	1	3,2756	4,6846	0,54	4,88	0,94	0,55	24,109	0,270370304	3,81	1,030528825	0,238	0,12	8,578584044				
A	SD118	1,5	2,55	19,85	12	16,118	C	5	0,132	1,5	1	0,29775	0,29775	0,99	4,88	0,94	1,30	19,599	0,201074603	3,81	0,766405079	0,198	0,13	6,024099965		
A	SD118	3,5	2,55	19,85	12			5	0,132	1,5	1	0,59975	0,69475	0,97	4,88	0,94	1,29	19,455	0,1994078	3,81	0,760051985	0,198	0,15	5,238334117		
A	SD118	4,5	2,55	19,85	14			5	0,132	1,5	1	0,69825	0,89325	0,97	4,88	0,94	1,20	20,639	0,213884359	3,81	0,815230054	0,198	0,16	5,128065239		
A	SD118	6,5	2,55	19,85	27			5	0,132	1,5	1	0,89525	1,29025	0,95	4,88	0,94	1,06	31,72	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,18	NON LIQUEFACIBILE		
A	SD118	7,5	2,55	19,85	19			5	0,132	1,5	1	0,99375	1,48875	0,94	4,88	0,94	1,00	22,807	0,246056693	3,81	0,937856381	0,198	0,18	5,160291129		
A	SD117	1,5	0	19,85	13	31,148	C	5	0,132	1,5	1	0,14775	0,29775	0,99	4,88	0,94	1,30	20,825	0,216328684	3,81	0,824546711	0,198	0,26	3,216064714		
A	SD117	3,4	0	19,85	31			5	0,132	1,5	1	0,3349	0,6749	0,97	4,88	0,94	1,30	42,901	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,25	NON LIQUEFACIBILE		
A	SD117	4,5	0	19,85	31			5	0,132	1,5	1	0,44325	0,89325	0,97	4,88	0,94	1,30	42,901	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,25	NON LIQUEFACIBILE		
A	SD117	6,5	0	19,85	29			5	0,132	1,5	1	0,64025	1,29025	0,95	4,88	0,94	1,25	38,968	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,25	NON LIQUEFACIBILE		
A	SD117	7,5	0	19,85	34			5	0,132	1,5	1	0,73875	1,48875	0,94	4,88	0,94	1,16	42,086	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,24	NON LIQUEFACIBILE		
A	SD117	9	0	19,85	27			5	0,132	1,5	1	0,8865	1,7865	0,93	4,88	0,94	1,06	31,852	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,24	NON LIQUEFACIBILE		
A	SD117	10,5	0	19,85	28			5	0,132	1,5	1	1,03425	2,08425	0,89	4,88	0,94	0,98	30,776	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,23	NON LIQUEFACIBILE		
A	SD117	12,4	0	19,85	30			5	0,132	1,5	1	1,2214	2,4614	0,84	4,88	0,94	0,90	30,412	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,22	NON LIQUEFACIBILE		
A	SD116	1,5	2,98	19,85	4			8,972	D	5	0,132	1,8	1	0,29775	0,29775	0,99	4,88	0,94	1,30	9,7875	0,116589022	3,81	0,44438441	0,238	0,15	2,910793286
A	SD116	3,5	2,98	19,85	9					5	0,132	1,8	1	0,64275	0,69475	0,97	4,88	0,94	1,25	15,44	0,159861082	3,81	0,609317854	0,238	0,16	3,750458673
A	SD116	4,5	2,98	19,85	10	5	0,132			1,8	1	0,74125	0,89325	0,97	4,88	0,94	1,16	15,806	0,16304102	3,81	0,621438333	0,238	0,18	3,458150695		
A	SD116	6	2,98	19,85	14	5	0,132			1,8	1	0,889	1,191	0,95	4,88	0,94	1,06	18,847	0,192595678	3,81	0,73408727	0,238	0,2	3,718638862		
A	SD116	8	2,98	19,85	20	5	0,132			1,8	1	1,086	1,588	0,94	4,88	0,94	0,96	22,932	0,248187081	3,81	0,945976452	0,238	0,21	4,461971366		
A	SD115	1,5	2,47	19,85	17	17,798	C	5	0,132	1,5	1	0,29775	0,29775	0,99	4,88	0,94	1,30	25,731	0,308403375	3,81	1,175493621	0,198	0,13	9,239619198		
A	SD115	3	2,47	19,85	28			5	0,132	1,5	1	0,5425	0,5955	0,98	4,88	0,94	1,30	39,221	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,14	NON LIQUEFACIBILE		
A	SD115	5	2,47	19,85	13			5	0,132	1,5	1	0,7395	0,9925	0,96	4,88	0,94	1,16	19,1	0,195382616	3,81	0,744709809	0,198	0,17	4,482847812		
A	SD115	6,5	2,47	19,85	27			5	0,132	1,5	1	0,88725	1,29025	0,95	4,88	0,94	1,06	31,841	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,18	NON LIQUEFACIBILE		
A	SD115	8,2	2,47	19,85	29			5	0,132	1,5	1	1,0547	1,6277	0,94	4,88	0,94	0,97	31,44	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,19	NON LIQUEFACIBILE		
A	SD115	10,7	2,47	19,85	11			5	0,132	1,5	1	1,30095	2,12395	0,89	4,88	0,94	0,88	13,952	0,147517036	3,81	0,562267953	0,198	0,19	3,012427128		

A	SD114	1,5	4,14	19,85	4	12,272	D	5	0,132	1,8	1	0,29775	0,29775	0,99	4,88	0,94	1,30	9,7875	0,116589022	3,81	0,44438441	0,238	0,15	2,910793286
A	SD114	3,2	4,14	19,85	9			5	0,132	1,8	1	0,6352	0,6352	0,98	4,88	0,94	1,25	15,502	0,160400328	3,81	0,611373213	0,238	0,15	4,057984988
A	SD114	4,5	4,14	19,85	20			5	0,132	1,8	1	0,85725	0,89325	0,97	4,88	0,94	1,08	25,198	0,294766548	3,81	1,123516231	0,238	0,16	7,230494731
A	SD114	6	4,14	19,85	19			5	0,132	1,8	1	1,005	1,191	0,95	4,88	0,94	1,00	22,707	0,244358138	3,81	0,931382259	0,238	0,17	5,333699854
A	SD114	8	4,14	19,85	18			5	0,132	1,8	1	1,202	1,588	0,94	4,88	0,94	0,91	20,323	0,209843587	3,81	0,799828466	0,238	0,19	4,175590994
A	SD114	9,4	4,14	19,85	18			5	0,132	1,8	1	1,3399	1,8659	0,92	4,88	0,94	0,86	19,507	0,200005512	3,81	0,762330189	0,238	0,2	3,840221165
A	SD114	11,1	4,14	19,85	16	5	0,132	1,8	1	1,50735	2,20335	0,88	4,88	0,94	0,81	17,139	0,17522099	3,81	0,667862847	0,238	0,2	3,370906037		
A	SD113bis	1,5	3,4	19,85	16	23,291	C	5	0,132	1,5	1	0,29775	0,29775	0,99	4,88	0,94	1,30	24,504	0,278746061	3,81	1,062453409	0,198	0,13	8,351100117
A	SD113bis	3,4	3,4	19,85	19			5	0,132	1,5	1	0,6749	0,6749	0,97	4,88	0,94	1,22	26,634	0,334588613	3,81	1,275299859	0,198	0,13	10,17370796
A	SD113bis	4,5	3,4	19,85	24			5	0,132	1,5	1	0,78325	0,89325	0,97	4,88	0,94	1,13	30,387	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,14	NON LIQUEFACIBILE
A	SD113bis	6,5	3,4	19,85	28			5	0,132	1,5	1	0,98025	1,29025	0,95	4,88	0,94	1,01	31,48	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,16	NON LIQUEFACIBILE
A	SD113bis	7,6	3,4	19,85	17			5	0,132	1,5	1	1,0886	1,5086	0,94	4,88	0,94	0,96	20,206	0,208381456	3,81	0,794255486	0,198	0,17	4,728131533
A	SD113bis	9	3,4	19,85	16			5	0,132	1,5	1	1,2265	1,7865	0,93	4,88	0,94	0,90	18,47	0,188553228	3,81	0,718679286	0,198	0,17	4,117195271
A	SD113bis	10,4	3,4	19,85	18	5	0,132	1,5	1	1,3644	2,0644	0,9	4,88	0,94	0,86	19,375	0,198488541	3,81	0,756548187	0,198	0,17	4,334538066		
A	S20	2,2	0	19,85	19	19,037	C	5	0,132	1,5	1	0,2167	0,4367	0,98	4,88	0,94	1,30	28,184	0,391237533	3,81	1,491219817	0,198	0,25	5,848038468
A	S20	5	0	19,85	31			5	0,132	1,5	1	0,4925	0,9925	0,96	4,88	0,94	1,30	42,901	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,25	NON LIQUEFACIBILE
A	S20	9	0	19,85	16			5	0,132	1,5	1	0,8865	1,7865	0,93	4,88	0,94	1,06	20,864	0,216846793	3,81	0,826521508	0,198	0,24	3,422407225
A	S20	13,2	0	19,85	16			5	0,132	1,5	1	1,3002	2,6202	0,82	4,88	0,94	0,88	18,079	0,18449731	3,81	0,703219967	0,198	0,21	3,300267023
A	S20	16	0	19,85	20	5	0,132	1,5	1	1,576	3,176	0,75	4,88	0,94	0,80	19,865	0,204226853	3,81	0,778420024	0,198	0,19	4,018896877		
A	SD113	1,7	0	19,85	5	16,79	C	5	0,132	1,5	1	0,16745	0,33745	0,99	4,88	0,94	1,30	11,014	0,125240184	3,81	0,477358711	0,198	0,26	1,864777722
A	SD113	3,5	0	19,85	9			5	0,132	1,5	1	0,34475	0,69475	0,97	4,88	0,94	1,30	15,92	0,164043549	3,81	0,625259518	0,198	0,25	2,477103927
A	SD113	4,5	0	19,85	20			5	0,132	1,5	1	0,44325	0,89325	0,97	4,88	0,94	1,30	29,41	0,450412657	3,81	1,716768518	0,198	0,25	6,855243733
A	SD113	6,2	0	19,85	16			5	0,132	1,5	1	0,6107	1,2307	0,95	4,88	0,94	1,28	24,138	0,270962853	3,81	1,032787353	0,198	0,25	4,18033594
A	SD113	7,5	0	19,85	14			5	0,132	1,5	1	0,73875	1,48875	0,94	4,88	0,94	1,16	20,201	0,208322152	3,81	0,794029447	0,198	0,24	3,247841505
A	SD113	9	0	19,85	17			5	0,132	1,5	1	0,8865	1,7865	0,93	4,88	0,94	1,06	21,863	0,230972988	3,81	0,880364147	0,198	0,24	3,64535537
A	SD113	10,5	0	19,85	30			5	0,132	1,5	1	1,03425	2,08425	0,89	4,88	0,94	0,98	32,626	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,23	NON LIQUEFACIBILE
A	SD113	12	0	19,85	21			5	0,132	1,5	1	1,182	2,382	0,85	4,88	0,94	0,92	23,048	0,25021916	3,81	0,953721817	0,198	0,22	4,307888794
A	SD113	14,5	0	19,85	45			5	0,132	1,5	1	1,42825	2,87825	0,79	4,88	0,94	0,84	40,295	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,2	NON LIQUEFACIBILE
A	SD112	1,5	1,46	19,85	13			20,498	C	5	0,132	1,5	1	0,29375	0,29775	0,99	4,88	0,94	1,30	20,825	0,216328684	3,81	0,824546711	0,198
A	SD112	3,3	1,46	19,85	16	5	0,132			1,5	1	0,47105	0,65505	0,97	4,88	0,94	1,30	24,504	0,278746061	3,81	1,062453409	0,198	0,17	6,090156221
A	SD112	4,8	1,46	19,85	23	5	0,132			1,5	1	0,6188	0,9528	0,96	4,88	0,94	1,27	32,381	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,19	NON LIQUEFACIBILE
A	SD112	6,4	1,46	19,85	18	5	0,132			1,5	1	0,7764	1,2704	0,95	4,88	0,94	1,13	24,095	0,270073811	3,81	1,029398729	0,198	0,2	5,139860583
A	SD112	7,5	1,46	19,85	12	5	0,132			1,5	1	0,88475	1,48875	0,94	4,88	0,94	1,06	16,88	0,172781564	3,81	0,658564864	0,198	0,2	3,226115058
A	SD112	9	1,46	19,85	22	5	0,132			1,5	1	1,0325	1,7865	0,93	4,88	0,94	0,98	25,245	0,29591749	3,81	1,127903097	0,198	0,21	5,439520709
A	SD112	10,5	1,46	19,85	21	5	0,132	1,5	1	1,18025	2,08425	0,89	4,88	0,94	0,92	23,062	0,250456016	3,81	0,954624604	0,198	0,2	4,700140232		
A	SD111	3	5,4	19,85	4	8,4796	D	5	0,132	1,8	1	0,5955	0,5955	0,98	4,88	0,94	1,30	9,7569	0,116377486	3,81	0,443578132	0,238	0,15	2,939635921
A	SD111	4,5	5,4	19,85	9			5	0,132	1,8	1	0,89325	0,89325	0,97	4,88	0,94	1,06	13,838	0,146603032	3,81	0,558784187	0,238	0,15	3,74712604
A	SD111	6	5,4	19,85	8			5	0,132	1,8	1	1,131	1,191	0,95	4,88	0,94	0,94	11,957	0,132133316	3,81	0,503632199	0,238	0,16	3,245716945
A	SD111	8,2	5,4	19,85	15			5	0,132	1,8	1	1,3477	1,6277	0,94	4,88	0,94	0,86	17,034	0,174228189	3,81	0,664078741	0,238	0,17	3,798515762
A	SD111	10,5	5,4	19,85	27			5	0,132	1,8	1	1,57425	2,08425	0,89	4,88	0,94	0,80	25,121	0,292896062	3,81	1,116386788	0,238	0,18	6,109579596
A	SD111	12	5,4	19,85	32			5	0,132	1,8	1	1,722	2,382	0,85	4,88	0,94	0,76	27,817	0,376236758	3,81	1,434043676	0,238	0,18	7,863928737

A	SD110	1,5	3,04	19,85	13	24,847	C	5	0,132	1,5	1	0,29775	0,29775	0,99	4,88	0,94	1,30	20,825	0,216328684	3,81	0,824546711	0,198	0,13	6,481105034
A	SD110	3,5	3,04	19,85	25			5	0,132	1,5	1	0,64875	0,69475	0,97	4,88	0,94	1,24	34,074	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE
A	SD110	4,6	3,04	19,85	42			5	0,132	1,5	1	0,7571	0,9131	0,96	4,88	0,94	1,15	50,279	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,15	NON LIQUEFACIBILE
A	SD110	6	3,04	19,85	31			5	0,132	1,5	1	0,895	1,191	0,95	4,88	0,94	1,06	35,7	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,16	NON LIQUEFACIBILE
A	SD110	7,9	3,04	19,85	33			5	0,132	1,5	1	1,08215	1,56815	0,94	4,88	0,94	0,96	34,717	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,18	NON LIQUEFACIBILE
A	SD109	1,5	3,65	19,85	11	16,048	C	5	0,132	1,5	1	0,29775	0,29775	0,99	4,88	0,94	1,30	18,372	0,18753278	3,81	0,714789799	0,198	0,13	5,618393353
A	SD109	3,6	3,65	19,85	22			5	0,132	1,5	1	0,7146	0,7146	0,97	4,88	0,94	1,18	29,358	0,447594937	3,81	1,706028649	0,198	0,13	13,63126078
A	SD109	4,8	3,65	19,85	14			5	0,132	1,5	1	0,8378	0,9528	0,96	4,88	0,94	1,09	19,267	0,197262157	3,81	0,751873767	0,198	0,14	5,332765049
A	SD109	6,6	3,65	19,85	13			5	0,132	1,5	1	1,0151	1,3101	0,95	4,88	0,94	0,99	17,017	0,174067927	3,81	0,663467896	0,198	0,16	4,206745166
A	SD109	7,5	3,65	19,85	20			5	0,132	1,5	1	1,10375	1,48875	0,94	4,88	0,94	0,95	22,786	0,245692328	3,81	0,936467586	0,198	0,16	5,723005866
A	SD108	1,5	2,39	19,85	6	11,538	D	5	0,132	1,8	1	0,29775	0,29775	0,99	4,88	0,94	1,30	12,24	0,13425088	3,81	0,511703394	0,238	0,15	3,35174405
A	SD108	3,5	2,39	19,85	5			5	0,132	1,8	1	0,58375	0,69475	0,97	4,88	0,94	1,30	11,014	0,125240184	3,81	0,477358711	0,238	0,18	2,668518026
A	SD108	4,5	2,39	19,85	10			5	0,132	1,8	1	0,68225	0,89325	0,97	4,88	0,94	1,21	16,268	0,167155685	3,81	0,637121566	0,238	0,2	3,263225002
A	SD106	1,5	8,3	19,85	100			5	0,132	1,8	1	0,29775	0,29775	0,99	4,88	0,94	1,30	127,52	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,238	0,15	NON LIQUEFACIBILE
A	SD106	3	8,3	19,85	37			5	0,132	1,8	1	0,5955	0,5955	0,98	4,88	0,94	1,30	49,976	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,238	0,15	NON LIQUEFACIBILE
A	SD106	4,5	8,3	19,85	29	11,113	D	5	0,132	1,8	1	0,89325	0,89325	0,97	4,88	0,94	1,06	33,74	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,238	0,15	NON LIQUEFACIBILE
A	SD106	6	8,3	19,85	32			5	0,132	1,8	1	1,191	1,191	0,95	4,88	0,94	0,92	32,459	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,238	0,15	NON LIQUEFACIBILE
A	SD106	9	8,3	19,85	30			5	0,132	1,8	1	1,7165	1,7865	0,93	4,88	0,94	0,76	26,418	0,327931552	3,81	1,249926165	0,238	0,15	8,351138881
A	SD106	13,5	8,3	19,85	9			5	0,132	1,8	1	2,15975	2,67975	0,81	4,88	0,94	0,68	10,642	0,122576774	3,81	0,467207003	0,238	0,16	2,996915545
A	SD106	17,5	8,3	19,85	5			5	0,132	1,8	1	2,55375	3,47375	0,71	4,88	0,94	0,63	7,8245	0,103451485	3,81	0,394310083	0,238	0,15	2,655779975
A	SD105	1,5	1,58	19,85	12	17,732	C	5	0,132	1,5	1	0,29775	0,29775	0,99	4,88	0,94	1,30	19,599	0,201074603	3,81	0,766405079	0,198	0,13	6,024099965
A	SD105	3,3	1,58	19,85	21			5	0,132	1,5	1	0,48305	0,65505	0,97	4,88	0,94	1,30	30,637	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,17	NON LIQUEFACIBILE
A	SD105	4,5	1,58	19,85	24			5	0,132	1,5	1	0,60125	0,89325	0,97	4,88	0,94	1,29	33,992	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,18	NON LIQUEFACIBILE
A	SD105	5,8	1,58	19,85	14			5	0,132	1,5	1	0,7293	1,1513	0,96	4,88	0,94	1,17	20,3	0,209555836	3,81	0,798731689	0,198	0,19	4,113867519
A	SD105	7,5	1,58	19,85	15			5	0,132	1,5	1	0,89675	1,48875	0,94	4,88	0,94	1,06	19,779	0,203201868	3,81	0,774513249	0,198	0,2	3,84557213
A	SD105	9	1,58	19,85	23	9,9086	D	5	0,132	1,5	1	1,0445	1,7865	0,93	4,88	0,94	0,98	26,048	0,317115713	3,81	1,208701098	0,198	0,2	5,896932355
A	SD105	10,8	1,58	19,85	24			5	0,132	1,5	1	1,2218	2,1438	0,89	4,88	0,94	0,90	25,303	0,29735138	3,81	1,133368436	0,198	0,2	5,666973704
A	SD104	1,5	2,47	19,85	5			5	0,132	1,8	1	0,29775	0,29775	0,99	4,88	0,94	1,30	11,014	0,125240184	3,81	0,477358711	0,238	0,15	3,126780552
A	SD104	3,6	2,47	19,85	7			5	0,132	1,8	1	0,6016	0,7146	0,97	4,88	0,94	1,29	13,37	0,14290426	3,81	0,544686149	0,238	0,18	3,053230611
A	SD104	4,5	2,47	19,85	9			5	0,132	1,8	1	0,69025	0,89325	0,97	4,88	0,94	1,20	15,07	0,156709646	3,81	0,597306008	0,238	0,19	3,09516972
A	SD104	6,5	2,47	19,85	7	9,9086	D	5	0,132	1,8	1	0,88725	1,29025	0,95	4,88	0,94	1,06	11,871	0,131498666	3,81	0,501213204	0,238	0,21	2,348472866
A	SD104	7,5	2,47	19,85	10			5	0,132	1,8	1	0,98575	1,48875	0,94	4,88	0,94	1,01	14,355	0,150772147	3,81	0,57467496	0,238	0,22	2,613777041
A	SD104	9	2,47	19,85	14			5	0,132	1,8	1	1,1335	1,7865	0,93	4,88	0,94	0,94	17,249	0,176280451	3,81	0,67190103	0,238	0,23	2,964451642
A	SD104	10,5	2,47	19,85	20			5	0,132	1,8	1	1,28125	2,08425	0,89	4,88	0,94	0,88	21,5	0,225636486	3,81	0,860023825	0,238	0,22	3,830604357
A	SD104	11,9	2,47	19,85	24			5	0,132	1,8	1	1,41915	2,36215	0,86	4,88	0,94	0,84	23,83	0,264750398	3,81	1,009108296	0,238	0,22	4,584458905
A	SD104	14,5	2,47	19,85	14	9,2351	D	5	0,132	1,8	1	1,67525	2,87825	0,79	4,88	0,94	0,77	15,055	0,156580834	3,81	0,596815038	0,238	0,21	2,858506133
A	SD103	2	5,12	19,85	3			5	0,132	1,8	1	0,397	0,397	0,98	4,88	0,94	1,30	8,5611	0,108279011	3,81	0,412710423	0,238	0,15	2,713824172
A	SD103	3,4	5,12	19,85	9			5	0,132	1,8	1	0,6749	0,6749	0,97	4,88	0,94	1,22	15,185	0,157685189	3,81	0,601024337	0,238	0,15	3,995561019
A	SD103	4,5	5,12	19,85	11			5	0,132	1,8	1	0,89325	0,89325	0,97	4,88	0,94	1,06	15,828	0,163237532	3,81	0,622187348	0,238	0,15	4,17229848
A	SD103	6	5,12	19,85	20			5	0,132	1,8	1	1,103	1,191	0,95	4,88	0,94	0,95	22,792	0,245795521	3,81	0,936860914	0,238	0,16	5,888235653
A	SD103	7,5	5,12	19,85	22	5	0,132	1,8	1	1,25075	1,48875	0,94	4,88	0,94	0,89	23,383	0,256242297	3,81	0,97667928	0,238	0,17	5,636402058		
A	SD103	9	5,12	19,85	20	5	0,132	1,8	1	1,3985	1,7865	0,93	4,88	0,94	0,85	20,788	0,215832234	3,81	0,822654469	0,238	0,18	4,478137981		
A	SD103	10,5	5,12	19,85	9	5	0,132	1,8	1	1,54625	2,08425	0,89	4,88	0,94	0,80	11,689	0,130153164	3,81	0,496084759	0,238	0,19	2,666604048		
A	SD103	12	5,12	19,85	11	5	0,132	1,8	1	1,694	2,382	0,85	4,88	0,94	0,77	12,831	0,138727013	3,81	0,528764377	0,238	0,19	2,852460497		
A	SD103	15	5,12	19,85	27	5	0,132	1,8	1	1,9895	2,9775	0,77	4,88	0,94	0,71	22,885	0,2473834	3,81	0,942913187	0,238	0,18	5,274044279		

A	SD102	1,5	2,52	19,85	5	10,498	D	5	0,132	1,8	1	0,29775	0,29775	0,99	4,88	0,94	1,30	11,014	0,125240184	3,81	0,477358711	0,238	0,15	3,126780552
A	SD102	3,2	2,52	19,85	6			5	0,132	1,8	1	0,5672	0,6352	0,98	4,88	0,94	1,30	12,24	0,13425088	3,81	0,511703394	0,238	0,17	3,032829944
A	SD102	4,5	2,52	19,85	7			5	0,132	1,8	1	0,69525	0,89325	0,97	4,88	0,94	1,20	12,777	0,138320674	3,81	0,5272156	0,238	0,19	2,75175915
A	SD102	6	2,52	19,85	7			5	0,132	1,8	1	0,843	1,191	0,95	4,88	0,94	1,09	12,052	0,132844297	3,81	0,506342138	0,238	0,21	2,432238704
A	SD102	6	2,52	19,85	6			5	0,132	1,8	1	0,843	1,191	0,95	4,88	0,94	1,09	11,028	0,125340906	3,81	0,477742616	0,238	0,21	2,294859532
A	SD102	9	2,52	19,85	28			5	0,132	1,8	1	1,1385	1,7865	0,93	4,88	0,94	0,94	29,562	0,458885522	3,81	1,749063235	0,238	0,23	7,750970518
A	SD102	11	2,52	19,85	24			5	0,132	1,8	1	1,3355	2,1835	0,88	4,88	0,94	0,87	24,414	0,27678262	3,81	1,054969662	0,238	0,22	4,746135926
A	SD102	12	2,52	19,85	30			5	0,132	1,8	1	1,434	2,382	0,85	4,88	0,94	0,84	28,444	0,402543609	3,81	1,534313444	0,238	0,22	7,006599364
A	SD102	14,8	2,52	19,85	32	5	0,132	1,8	1	1,7098	2,9378	0,78	4,88	0,94	0,76	27,898	0,379479306	3,81	1,446402797	0,238	0,21	6,998489222		
A	SD100	1,5	3,9	19,85	8	8,6063	D	5	0,132	1,8	1	0,29775	0,29775	0,99	4,88	0,94	1,30	14,693	0,153556604	3,81	0,585288044	0,238	0,15	3,833735996
A	SD100	2,9	3,9	19,85	16			5	0,132	1,8	1	0,57565	0,57565	0,98	4,88	0,94	1,30	24,504	0,278746061	3,81	1,062453409	0,238	0,15	7,035474709
A	SD100	4,5	3,9	19,85	11			5	0,132	1,8	1	0,83325	0,89325	0,97	4,88	0,94	1,10	16,215	0,166679253	3,81	0,635305626	0,238	0,16	3,974103676
A	SD100	6,5	3,9	19,85	6			5	0,132	1,8	1	1,03025	1,29025	0,95	4,88	0,94	0,99	10,441	0,121158472	3,81	0,461801079	0,238	0,18	2,512549358
A	SD100	8	3,9	19,85	7			5	0,132	1,8	1	1,178	1,588	0,94	4,88	0,94	0,92	10,948	0,124763467	3,81	0,475541683	0,238	0,2	2,433047057
A	SD100	9,2	3,9	19,85	6			5	0,132	1,8	1	1,2962	1,8262	0,93	4,88	0,94	0,88	9,8384	0,116940814	3,81	0,445725283	0,238	0,2	2,206554888
A	SD100	10,5	3,9	19,85	8			5	0,132	1,8	1	1,42425	2,08425	0,89	4,88	0,94	0,84	11,186	0,126485243	3,81	0,482104311	0,238	0,2	2,386987694
A	SD100	12,3	3,9	19,85	10			5	0,132	1,8	1	1,60155	2,44155	0,85	4,88	0,94	0,79	12,314	0,134801117	3,81	0,513800647	0,238	0,2	2,580773523
A	SD100	15	3,9	19,85	10	5	0,132	1,8	1	1,8675	2,9775	0,77	4,88	0,94	0,73	11,764	0,130706921	3,81	0,498195428	0,238	0,19	2,615703222		
A	SD100	18	3,9	19,85	12	5	0,132	1,8	1	2,163	3,573	0,69	4,88	0,94	0,68	12,556	0,136630545	3,81	0,520773593	0,238	0,18	2,943939139		
A	SD86	1,6	5,47	19,85	15	9,3906	D	5	0,132	1,8	1	0,3176	0,3176	0,99	4,88	0,94	1,30	23,278	0,254323762	3,81	0,969366694	0,238	0,15	6,35443389
A	SD86	3,1	5,47	19,85	11			5	0,132	1,8	1	0,61535	0,61535	0,98	4,88	0,94	1,27	18,07	0,184409393	3,81	0,702884866	0,238	0,15	4,661737157
A	SD86	6,6	5,47	19,85	7			5	0,132	1,8	1	1,1971	1,3101	0,95	4,88	0,94	0,91	10,899	0,124414865	3,81	0,474212968	0,238	0,16	2,954881538
A	SD86	9,6	5,47	19,85	6			5	0,132	1,8	1	1,4926	1,9056	0,92	4,88	0,94	0,82	9,5008	0,114615732	3,81	0,436863126	0,238	0,18	2,41438221
A	SD86	12,2	5,47	19,85	13			5	0,132	1,8	1	1,7487	2,4217	0,85	4,88	0,94	0,76	14,128	0,148929554	3,81	0,567651833	0,238	0,18	3,128875131
A	SD86	15,7	5,47	19,85	13			5	0,132	1,8	1	2,09345	3,11645	0,75	4,88	0,94	0,69	13,332	0,142609559	3,81	0,543562882	0,238	0,17	3,132238216
A	SD86	18,5	5,47	19,85	16			5	0,132	1,8	1	2,36925	3,67225	0,68	4,88	0,94	0,65	14,658	0,153266525	3,81	0,584182397	0,238	0,16	3,588611776
A	SD85	1,65	1	19,85	6			3,7314	D	5	0,132	1,8	1	0,26253	0,32753	0,99	4,88	0,94	1,30	12,24	0,13425088	3,81	0,511703394	0,238
A	SD85	3,1	1	19,85	4	5	0,132			1,8	1	0,40535	0,61535	0,98	4,88	0,94	1,30	9,7875	0,116589022	3,81	0,44438441	0,238	0,23	1,941468629
A	SD85	6,6	1	19,85	4	5	0,132			1,8	1	0,7501	1,3101	0,95	4,88	0,94	1,15	9,2256	0,1127393	3,81	0,429711018	0,238	0,26	1,677767867
A	SD84	1,65	1,95	19,85	7	7,3348	D	5	0,132	1,8	1	0,32753	0,32753	0,99	4,88	0,94	1,30	13,467	0,143664476	3,81	0,547583745	0,238	0,15	3,590934871
A	SD84	3,1	1,95	19,85	13			5	0,132	1,8	1	0,50035	0,61535	0,98	4,88	0,94	1,30	20,825	0,216328684	3,81	0,824546711	0,238	0,19	4,446625491
A	SD84	6,1	1,95	19,85	4			5	0,132	1,8	1	0,79585	1,21085	0,95	4,88	0,94	1,12	9,0989	0,111881152	3,81	0,426440148	0,238	0,22	1,903678607
A	SD84	8,6	1,95	19,85	32			5	0,132	1,8	1	1,0421	1,7071	0,93	4,88	0,94	0,98	34,364	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,238	0,24	NON LIQUEFACIBILE
A	SD53	1,6	12,95	19,85	28	30,276	C	5	0,132	1,5	1	0,3176	0,3176	0,99	4,88	0,94	1,30	39,221	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE
A	SD53	3,1	12,95	19,85	19			5	0,132	1,5	1	0,61535	0,61535	0,98	4,88	0,94	1,27	27,662	0,370233619	3,81	1,411162436	0,198	0,13	11,23108836
A	SD53	6,6	12,95	19,85	21			5	0,132	1,5	1	1,3101	1,3101	0,95	4,88	0,94	0,87	22,137	0,235163028	3,81	0,896334677	0,198	0,12	7,334864721
A	SD53	8,6	12,95	19,85	38			5	0,132	1,5	1	1,7071	1,7071	0,93	4,88	0,94	0,77	32,235	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE
A	SD53	12,1	12,95	19,85	41			5	0,132	1,5	1	2,40185	2,40185	0,85	4,88	0,94	0,65	29,763	0,470517742	3,81	1,793399974	0,198	0,11	16,37588489
A	SD53	17,1	12,95	19,85	38			5	0,132	1,5	1	2,97935	3,39435	0,72	4,88	0,94	0,58	25,587	0,304605255	3,81	1,161016914	0,198	0,11	11,03685585
A	SD53	22,6	12,95	19,85	36			5	0,132	1,5	1	3,5211	4,4861	0,57	4,88	0,94	0,53	22,925	0,248078074	3,81	0,945560968	0,198	0,09	10,10657153
A	SD53	29,5	12,95	19,85	41			5	0,132	1,5	1	4,20075	5,85575	0,39	4,88	0,94	0,49	23,696	0,262143336	3,81	0,999171359	0,198	0,07	14,41533775

A	SD52	1,4	12,95	19,85	4	18,405	C	5	0,132	1,5	1	0,2779	0,2779	0,99	4,88	0,94	1,30	9,7875	0,116589022	3,81	0,44438441	0,198	0,13	3,490250907
A	SD52	2,8	12,95	19,85	11			5	0,132	1,5	1	0,5558	0,5558	0,98	4,88	0,94	1,30	18,372	0,18753278	3,81	0,714789799	0,198	0,13	5,675491314
A	SD52	4,5	12,95	19,85	14			5	0,132	1,5	1	0,89325	0,89325	0,97	4,88	0,94	1,06	18,813	0,192233886	3,81	0,73270828	0,198	0,12	5,896123066
A	SD52	6,5	12,95	19,85	19			5	0,132	1,5	1	1,29025	1,29025	0,95	4,88	0,94	0,88	20,614	0,213552103	3,81	0,813963644	0,198	0,12	6,655445887
A	SD52	8,5	12,95	19,85	17			5	0,132	1,5	1	1,68725	1,68725	0,93	4,88	0,94	0,77	17,191	0,175719787	3,81	0,669764035	0,198	0,12	5,566000967
A	SD52	10,6	12,95	19,85	22			5	0,132	1,5	1	2,1041	2,1041	0,89	4,88	0,94	0,69	19,146	0,195900771	3,81	0,746684781	0,198	0,11	6,511646218
A	SD52	12,5	12,95	19,85	24			5	0,132	1,5	1	2,48125	2,48125	0,84	4,88	0,94	0,63	19,211	0,196634675	3,81	0,749482089	0,198	0,11	6,930653565
A	SD52	17,6	12,95	19,85	36			5	0,132	1,5	1	3,0286	3,4936	0,7	4,88	0,94	0,57	24,337	0,275141816	3,81	1,048715664	0,198	0,1	10,03288742
A	SD52	22,6	12,95	19,85	33			5	0,132	1,5	1	3,5211	4,4861	0,57	4,88	0,94	0,53	21,422	0,224524482	3,81	0,855785371	0,198	0,09	9,147010462
A	SD52	27,4	12,95	19,85	42			5	0,132	1,5	1	3,9939	5,4389	0,44	4,88	0,94	0,50	24,647	0,281905076	3,81	1,074494138	0,198	0,08	13,85724402
A	S15	2,5	7,31	19,85	14	17,944	C	5	0,132	1,5	1	0,49625	0,49625	0,98	4,88	0,94	1,30	22,052	0,233838391	3,81	0,891285762	0,198	0,13	7,060326031
A	S15	8,8	7,31	19,85	13			5	0,132	1,5	1	1,5978	1,7468	0,93	4,88	0,94	0,79	14,554	0,152410212	3,81	0,580918522	0,198	0,13	4,426732163
A	S15	13,6	7,31	19,85	25			5	0,132	1,5	1	2,0706	2,6996	0,81	4,88	0,94	0,69	21,222	0,221713477	3,81	0,845071097	0,198	0,14	6,210905235
A	S15	16,5	7,31	19,85	16			5	0,132	1,5	1	2,35625	3,27525	0,73	4,88	0,94	0,65	14,685	0,153489549	3,81	0,585032463	0,198	0,13	4,458695537
A	S15	19,5	7,31	19,85	21			5	0,132	1,5	1	2,65175	3,87075	0,65	4,88	0,94	0,61	17,01	0,174005613	3,81	0,663230381	0,198	0,12	5,403528231
A	SD51	1,6	6,7	19,85	5			5	0,132	1,5	1	0,3176	0,3176	0,99	4,88	0,94	1,30	11,014	0,125240184	3,81	0,477358711	0,198	0,13	3,755042616
A	SD51	3,1	6,7	19,85	19	19,218	C	5	0,132	1,5	1	0,61535	0,61535	0,98	4,88	0,94	1,27	27,662	0,370233619	3,81	1,411162436	0,198	0,13	11,23108836
A	SD51	6,7	6,7	19,85	17			5	0,132	1,5	1	1,32995	1,32995	0,95	4,88	0,94	0,87	18,746	0,191502562	3,81	0,729920808	0,198	0,12	5,977886942
A	SD51	10,5	6,7	19,85	26			5	0,132	1,5	1	1,70425	2,08425	0,89	4,88	0,94	0,77	23,613	0,260556707	3,81	0,993123849	0,198	0,14	7,060588437
A	SD51	16,6	6,7	19,85	28			5	0,132	1,5	1	2,3051	3,2951	0,73	4,88	0,94	0,66	22,227	0,236562238	3,81	0,901667829	0,198	0,13	6,706602186
A	SD51	21,6	6,7	19,85	24			5	0,132	1,5	1	2,7976	4,2876	0,6	4,88	0,94	0,60	18,377	0,18758095	3,81	0,714973401	0,198	0,12	6,068826512
A	SD51	27,1	6,7	19,85	42			5	0,132	1,5	1	3,33935	5,37935	0,45	4,88	0,94	0,55	26,498	0,330379666	3,81	1,259257264	0,198	0,09	13,4846832
Aa	SD34	3,2	8,98	20,5	19	33,068	C	5	0,132	1,5	1	0,656	0,656	0,98	4,71	0,95	1,23	26,875	0,342335797	3,81	1,304828604	0,198	0,13	10,39294775
Aa	SD34	4,9	8,98	20,5	21			5	0,132	1,5	1	1,0045	1,0045	0,96	4,71	0,95	1,00	24,507	0,2787958	3,81	1,062642992	0,198	0,12	8,578301951
Aa	SD34	7,6	8,98	20,5	25			5	0,132	1,5	1	1,558	1,558	0,94	4,71	0,95	0,80	23,634	0,260947125	3,81	0,994611946	0,198	0,12	8,205192439
Aa	SD34	12,1	8,98	20,5	28			5	0,132	1,5	1	2,1685	2,4805	0,85	4,71	0,95	0,68	22,675	0,243819541	3,81	0,929329374	0,198	0,13	7,418523512
Aa	SD34	13,6	8,98	20,5	36			5	0,132	1,5	1	2,326	2,788	0,81	4,71	0,95	0,66	27,013	0,346931312	3,81	1,322344623	0,198	0,13	10,57125281
Aa	SD34	15,1	8,98	20,5	46			5	0,132	1,5	1	2,4835	3,0955	0,77	4,71	0,95	0,63	32,29	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD34	19,6	8,98	20,5	58			5	0,132	1,5	1	2,956	4,018	0,65	4,71	0,95	0,58	36,585	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,11	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD34	22,6	8,98	20,5	100			5	0,132	1,5	1	3,271	4,633	0,57	4,71	0,95	0,55	56,957	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,1	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD34	25,7	8,98	20,5	61			5	0,132	1,5	1	3,5965	5,2685	0,49	4,71	0,95	0,53	35,103	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,09	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD33	4,6	8,45	20,5	22	21,303	C	5	0,132	1,5	1	0,943	0,943	0,96	4,71	0,95	1,03	26,115	0,319044548	3,81	1,216052941	0,198	0,12	9,793369473
Aa	SD33	6,1	8,45	20,5	25			5	0,132	1,5	1	1,2505	1,2505	0,95	4,71	0,95	0,89	25,833	0,311156656	3,81	1,18598788	0,198	0,12	9,666208667
Aa	SD33	8,1	8,45	20,5	29			5	0,132	1,5	1	1,6605	1,6605	0,94	4,71	0,95	0,78	25,973	0,315033176	3,81	1,200763414	0,198	0,12	9,946261129
Aa	SD33	9,9	8,45	20,5	27			5	0,132	1,5	1	1,8845	2,0295	0,91	4,71	0,95	0,73	23,293	0,254590693	3,81	0,970384113	0,198	0,13	7,69641265
Aa	SD33	13,6	8,45	20,5	30			5	0,132	1,5	1	2,273	2,788	0,81	4,71	0,95	0,66	23,51	0,258613752	3,81	0,985718186	0,198	0,13	7,700595298
Aa	SD33	15,1	8,45	20,5	13			5	0,132	1,5	1	2,4305	3,0955	0,77	4,71	0,95	0,64	12,586	0,136862652	3,81	0,52165828	0,198	0,13	4,12870418
Aa	SD33	18,1	8,45	20,5	16			5	0,132	1,5	1	2,7455	3,7105	0,69	4,71	0,95	0,60	13,831	0,146551393	3,81	0,558587364	0,198	0,12	4,649360842
Aa	SD33	21,1	8,45	20,5	31			5	0,132	1,5	1	3,0605	4,3255	0,61	4,71	0,95	0,57	21,452	0,22495074	3,81	0,857410074	0,198	0,11	7,719478555

Aa	SD32	4,4	8,37	20,5	19	21,214	C	5	0,132	1,5	1	0,902	0,902	0,97	4,71	0,95	1,05	23,611	0,260526436	3,81	0,99300847	0,198	0,12	7,98443977
Aa	SD32	8,9	8,37	20,5	29			5	0,132	1,5	1	1,7715	1,8245	0,93	4,71	0,95	0,75	25,296	0,297198132	3,81	1,132784325	0,198	0,12	9,170429378
Aa	SD32	12	8,37	20,5	21			5	0,132	1,5	1	2,097	2,46	0,85	4,71	0,95	0,69	18,41	0,187930798	3,81	0,716306863	0,198	0,13	5,558140004
Aa	SD32	13,4	8,37	20,5	8			5	0,132	1,5	1	2,244	2,747	0,82	4,71	0,95	0,67	9,753	0,116350318	3,81	0,44347458	0,198	0,13	3,448634312
Aa	SD32	16,5	8,37	20,5	36			5	0,132	1,5	1	2,5695	3,3825	0,73	4,71	0,95	0,62	25,929	0,313808398	3,81	1,196095113	0,198	0,12	9,625592527
Aa	SD32	19,4	8,37	20,5	18			5	0,132	1,5	1	2,874	3,977	0,66	4,71	0,95	0,59	14,74	0,153944729	3,81	0,586767403	0,198	0,12	5,022286985
Aa	SD32	22,4	8,37	20,5	52	5	0,132	1,5	1	3,189	4,592	0,58	4,71	0,95	0,56	32,224	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,11	NON LIQUEFACIBILE		
Aa	SD31	4,6	5,07	20,5	34	13,675	D	5	0,132	1,8	1	0,943	0,943	0,96	4,71	0,95	1,03	37,793	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,238	0,15	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD31	9,2	5,07	20,5	4			5	0,132	1,8	1	1,473	1,886	0,93	4,71	0,95	0,82	7,8208	0,103427082	3,81	0,394217073	0,238	0,18	2,147436222
Aa	SD31	11,9	5,07	20,5	5			5	0,132	1,8	1	1,7565	2,4395	0,86	4,71	0,95	0,75	8,2714	0,106365452	3,81	0,405416802	0,238	0,18	2,207387371
Aa	SD31	13,4	5,07	20,5	23			5	0,132	1,8	1	1,914	2,747	0,82	4,71	0,95	0,72	20,417	0,211026761	3,81	0,804338189	0,238	0,18	4,445851349
Aa	SD31	16,4	5,07	20,5	20			5	0,132	1,8	1	2,229	3,362	0,74	4,71	0,95	0,67	17,365	0,177402031	3,81	0,676175985	0,238	0,17	3,943335163
Aa	SD31	19,6	5,07	20,5	36			5	0,132	1,8	1	2,565	4,018	0,65	4,71	0,95	0,62	25,948	0,314324703	3,81	1,198063034	0,238	0,16	7,610792025
Aa	SD31	23,9	5,07	20,5	45	5	0,132	1,8	1	3,0165	4,8995	0,54	4,71	0,95	0,58	29,191	0,438675206	3,81	1,672030688	0,238	0,13	12,43874528		
Aa	SD31	26,9	5,07	20,5	49	5	0,132	1,8	1	3,3315	5,5145	0,46	4,71	0,95	0,55	30,076	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,238	0,12	NON LIQUEFACIBILE		
Aa	SD30	4,9	3,3	20,5	26	33,233	C	5	0,132	1,5	1	0,8445	1,0045	0,96	4,71	0,95	1,09	31,443	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,15	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD30	6,2	3,3	20,5	36			5	0,132	1,5	1	0,981	1,271	0,95	4,71	0,95	1,01	39,054	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,16	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD30	7,7	3,3	20,5	62			5	0,132	1,5	1	1,1385	1,5785	0,94	4,71	0,95	0,94	59,617	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,17	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD30	9,1	3,3	20,5	21			5	0,132	1,5	1	1,2855	1,8655	0,93	4,71	0,95	0,88	22,209	0,236288347	3,81	0,900623883	0,198	0,17	5,182974119
Aa	SD30	10,7	3,3	20,5	27			5	0,132	1,5	1	1,4535	2,1935	0,89	4,71	0,95	0,83	25,87	0,312165216	3,81	1,18983205	0,198	0,17	6,896360608
Aa	SD30	12,4	3,3	20,5	37			5	0,132	1,5	1	1,632	2,542	0,84	4,71	0,95	0,78	32,076	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,17	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD30	15,4	3,3	20,5	41	5	0,132	1,5	1	1,947	3,157	0,76	4,71	0,95	0,72	32,473	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,16	NON LIQUEFACIBILE		
Aa	SD30	18,9	3,3	20,5	48	5	0,132	1,5	1	2,3145	3,8745	0,67	4,71	0,95	0,66	34,522	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,14	NON LIQUEFACIBILE		
Aa	SD30	21,9	3,3	20,5	46	5	0,132	1,5	1	2,6295	4,4895	0,59	4,71	0,95	0,62	31,514	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE		
Aa	SD29	3,1	1,96	20,5	30	27,718	C	5	0,132	1,5	1	0,5215	0,6355	0,98	4,71	0,95	1,30	41,675	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,15	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD29	6,1	1,96	20,5	31			5	0,132	1,5	1	0,8365	1,2505	0,95	4,71	0,95	1,09	36,737	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,18	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD29	7,7	1,96	20,5	23			5	0,132	1,5	1	1,0045	1,5785	0,94	4,71	0,95	1,00	26,392	0,327177018	3,81	1,247050225	0,198	0,19	6,552051266
Aa	SD29	10,4	1,96	20,5	27			5	0,132	1,5	1	1,288	2,132	0,9	4,71	0,95	0,88	27,188	0,352957304	3,81	1,345312967	0,198	0,19	7,045476274
Aa	SD29	12,1	1,96	20,5	43			5	0,132	1,5	1	1,4665	2,4805	0,85	4,71	0,95	0,83	38,261	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,19	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD29	15,1	1,96	20,5	51			5	0,132	1,5	1	1,7815	3,0955	0,77	4,71	0,95	0,75	40,815	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,17	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD29	18,1	1,96	20,5	46	5	0,132	1,5	1	2,0965	3,7105	0,69	4,71	0,95	0,69	34,728	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,16	NON LIQUEFACIBILE		
Aa	SD29	21,1	1,96	20,5	43	5	0,132	1,5	1	2,4115	4,3255	0,61	4,71	0,95	0,64	30,873	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,14	NON LIQUEFACIBILE		
Aa	SD29	24,1	1,96	20,5	29	5	0,132	1,5	1	2,7265	4,9405	0,53	4,71	0,95	0,61	21,303	0,222848585	3,81	0,849397614	0,198	0,12	6,865262398		
Aa	SD29	27,1	1,96	20,5	35	5	0,132	1,5	1	3,0415	5,5555	0,45	4,71	0,95	0,57	23,671	0,261673075	3,81	0,997378937	0,198	0,11	9,419308178		
Aa	SD28	1,8	3,78	20,5	19	26,131	C	5	0,132	1,5	1	0,369	0,369	0,99	4,71	0,95	1,30	28,12	0,38853699	3,81	1,480926575	0,198	0,13	11,66747208
Aa	SD28	2,9	3,78	20,5	21			5	0,132	1,5	1	0,5945	0,5945	0,98	4,71	0,95	1,30	30,444	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD28	7,7	3,78	20,5	19			5	0,132	1,5	1	1,1865	1,5785	0,94	4,71	0,95	0,92	21,19	0,221269794	3,81	0,843379979	0,198	0,16	5,234008583
Aa	SD28	9,3	3,78	20,5	33			5	0,132	1,5	1	1,3545	1,9065	0,93	4,71	0,95	0,86	31,501	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,17	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD28	12,3	3,78	20,5	31			5	0,132	1,5	1	1,6695	2,5215	0,85	4,71	0,95	0,77	27,379	0,359717574	3,81	1,371080046	0,198	0,16	8,341648316
Aa	SD28	15,3	3,78	20,5	38			5	0,132	1,5	1	1,9845	3,1365	0,77	4,71	0,95	0,71	30,197	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,16	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD28	16,9	3,78	20,5	46	5	0,132	1,5	1	2,1525	3,4645	0,72	4,71	0,95	0,68	34,335	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,15	NON LIQUEFACIBILE		
Aa	SD28	18,2	3,78	20,5	89	5	0,132	1,5	1	2,289	3,731	0,69	4,71	0,95	0,66	60,297	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,14	NON LIQUEFACIBILE		
Aa	SD28	21,4	3,78	20,5	18	5	0,132	1,5	1	2,625	4,387	0,6	4,71	0,95	0,62	15,205	0,157852955	3,81	0,601663784	0,198	0,13	4,641875161		
Aa	SD28	24,6	3,78	20,5	42	5	0,132	1,5	1	2,961	5,043	0,52	4,71	0,95	0,58	27,772	0,37447892	3,81	1,427343595	0,198	0,11	12,59092686		

Aa	SD27	3,1	1,25	20,5	31	37,884	C	5	0,132	1,5	1	0,4505	0,6355	0,98	4,71	0,95	1,30	42,907	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,18	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD27	4,6	1,25	20,5	31			5	0,132	1,5	1	0,608	0,943	0,96	4,71	0,95	1,28	42,276	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,19	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD27	5,9	1,25	20,5	42			5	0,132	1,5	1	0,7445	1,2095	0,95	4,71	0,95	1,16	50,705	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,2	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD27	8,9	1,25	20,5	23			5	0,132	1,5	1	1,0595	1,8245	0,93	4,71	0,95	0,97	25,822	0,310864443	3,81	1,184874094	0,198	0,21	5,736862601
Aa	SD27	10,4	1,25	20,5	28			5	0,132	1,5	1	1,217	2,132	0,9	4,71	0,95	0,91	28,692	0,413912929	3,81	1,577648132	0,198	0,2	7,806779109
Aa	SD27	13,8	1,25	20,5	42			5	0,132	1,5	1	1,574	2,829	0,81	4,71	0,95	0,80	36,342	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,19	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD27	15,8	1,25	20,5	56			5	0,132	1,5	1	1,784	3,239	0,75	4,71	0,95	0,75	44,327	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,18	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD27	21,2	1,25	20,5	48			5	0,132	1,5	1	2,351	4,346	0,61	4,71	0,95	0,65	34,29	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,14	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD27	23,9	1,25	20,5	51			5	0,132	1,5	1	2,6345	4,8995	0,54	4,71	0,95	0,62	34,399	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD14	2,5	5,6	20,5	37	31,675	C	5	0,132	1,5	1	0,5125	0,5125	0,98	4,71	0,95	1,30	50,301	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD14	5,5	5,6	20,5	29			5	0,132	1,5	1	1,1275	1,1275	0,96	4,71	0,95	0,94	30,515	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD14	11	5,6	20,5	33			5	0,132	1,5	1	1,715	2,255	0,88	4,71	0,95	0,76	28,519	0,405952841	3,81	1,547307889	0,198	0,15	10,38687893
Aa	SD14	19	5,6	20,5	30			5	0,132	1,5	1	2,555	3,895	0,67	4,71	0,95	0,63	22,442	0,240000862	3,81	0,914774304	0,198	0,13	6,993400451
Aa	SD14	22,5	5,6	20,5	35			5	0,132	1,5	1	2,9225	4,6125	0,57	4,71	0,95	0,58	24,054	0,269237489	3,81	1,02621105	0,198	0,12	8,813171412
Aa	SD26	3,6	3,05	20,5	22	21,115	C	5	0,132	1,5	1	0,683	0,738	0,97	4,71	0,95	1,21	29,862	0,476470275	3,81	1,816088327	0,198	0,14	13,42922701
Aa	SD26	6,3	3,05	20,5	30			5	0,132	1,5	1	0,9665	1,2915	0,95	4,71	0,95	1,02	33,543	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,16	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD26	7,8	3,05	20,5	22			5	0,132	1,5	1	1,124	1,599	0,94	4,71	0,95	0,94	24,316	0,274688922	3,81	1,046989436	0,198	0,17	6,081368336
Aa	SD26	9,8	3,05	20,5	25			5	0,132	1,5	1	1,334	2,009	0,91	4,71	0,95	0,87	25,161	0,293871034	3,81	1,120102936	0,198	0,18	6,334299085
Aa	SD26	10,7	3,05	20,5	23			5	0,132	1,5	1	1,4285	2,1935	0,89	4,71	0,95	0,84	22,891	0,247493296	3,81	0,943332059	0,198	0,18	5,373584741
Aa	SD26	12,3	3,05	20,5	25			5	0,132	1,5	1	1,5965	2,5215	0,85	4,71	0,95	0,79	23,404	0,256629823	3,81	0,978156353	0,198	0,17	5,690885464
Aa	SD26	13,8	3,05	20,5	44			5	0,132	1,5	1	1,754	2,829	0,81	4,71	0,95	0,76	36,102	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,17	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD26	15,3	3,05	20,5	55			5	0,132	1,5	1	1,9115	3,1365	0,77	4,71	0,95	0,72	42,299	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,16	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD26	16,6	3,05	20,5	43			5	0,132	1,5	1	2,048	3,403	0,73	4,71	0,95	0,70	33,101	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,16	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD26	18,5	3,05	20,5	31			5	0,132	1,5	1	2,2475	3,7925	0,68	4,71	0,95	0,67	24,247	0,273236468	3,81	1,041453342	0,198	0,15	7,051711516
Aa	SD26	21,3	3,05	20,5	15			5	0,132	1,5	1	2,5415	4,3665	0,61	4,71	0,95	0,63	13,598	0,144696976	3,81	0,551519165	0,198	0,13	4,12073999
Aa	SD26	24,7	3,05	20,5	29			5	0,132	1,5	1	2,8985	5,0635	0,51	4,71	0,95	0,59	20,803	0,216036339	3,81	0,823432422	0,198	0,12	7,118329487
Aa	SD25	2,6	5,66	20,5	19			22,501	C	5	0,132	1,5	1	0,533	0,533	0,98	4,71	0,95	1,30	28,12	0,38853699	3,81	1,480926575	0,198
Aa	SD25	5,9	5,66	20,5	19	5	0,132			1,5	1	1,1855	1,2095	0,95	4,71	0,95	0,92	21,197	0,221366026	3,81	0,843746772	0,198	0,13	6,729569588
Aa	SD25	8,9	5,66	20,5	19	5	0,132			1,5	1	1,5005	1,8245	0,93	4,71	0,95	0,82	19,364	0,19836347	3,81	0,756071474	0,198	0,15	5,184419501
Aa	SD25	11,9	5,66	20,5	30	5	0,132			1,5	1	1,8155	2,4395	0,86	4,71	0,95	0,74	25,747	0,308827064	3,81	1,177108531	0,198	0,15	7,949186066
Aa	SD25	13,4	5,66	20,5	25	5	0,132			1,5	1	1,973	2,747	0,82	4,71	0,95	0,71	21,526	0,226009635	3,81	0,8614461	0,198	0,15	5,889938447
Aa	SD24ter	3,1	8,45	20,5	22	22,696	C	5	0,132	1,5	1	0,6355	0,6355	0,98	4,71	0,95	1,25	30,786	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD24ter	4,6	8,45	20,5	26			5	0,132	1,5	1	0,943	0,943	0,96	4,71	0,95	1,03	30,008	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD24ter	6,1	8,45	20,5	28			5	0,132	1,5	1	1,2505	1,2505	0,95	4,71	0,95	0,89	28,368	0,399198033	3,81	1,52156163	0,198	0,12	12,40125002
Aa	SD24ter	8,1	8,45	20,5	23			5	0,132	1,5	1	1,6605	1,6605	0,94	4,71	0,95	0,78	21,573	0,226699801	3,81	0,864076697	0,198	0,12	7,157390344
Aa	SD24ter	9,1	8,45	20,5	44			5	0,132	1,5	1	1,8005	1,8655	0,93	4,71	0,95	0,75	35,694	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD24ter	10,6	8,45	20,5	45			5	0,132	1,5	1	1,958	2,173	0,89	4,71	0,95	0,71	35,097	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD24	2,8	2,8	20,5	23	30,224	C	5	0,132	1,5	1	0,574	0,574	0,98	4,71	0,95	1,30	33,049	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE
Aa	SD24	4,9	2,8	20,5	26			5	0,132	1,5	1	0,7945	1,0045	0,96	4,71	0,95	1,12	32,271	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,16	NON LIQUEFACIBILE

P1	SD138	1,5	16,21	19,57	14	16,822	C	5	0,132	1,5	1	0,29355	0,29355	0,99	4,88	0,94	1,30	22,052	0,233838391	3,81	0,891285762	0,198	0,13	7,005687561
P1	SD138	3	16,21	19,57	14			5	0,132	1,5	1	0,5871	0,5871	0,98	4,88	0,94	1,30	22,052	0,233838391	3,81	0,891285762	0,198	0,13	7,087966118
P1	SD138	5,1	16,21	19,57	20			5	0,132	1,5	1	0,99807	0,99807	0,96	4,88	0,94	1,00	23,71	0,262418821	3,81	1,000221382	0,198	0,12	8,087252048
P1	SD138	6,05	16,21	19,57	18			5	0,132	1,5	1	1,18399	1,18399	0,95	4,88	0,94	0,92	20,44	0,211323319	3,81	0,805468532	0,198	0,12	6,562212345
P1	SD138	7,9	16,21	19,57	19			5	0,132	1,5	1	1,54603	1,54603	0,94	4,88	0,94	0,80	19,253	0,197107468	3,81	0,751284163	0,198	0,12	6,212964284
P1	SD138	9,5	16,21	19,57	19	5	0,132	1,5	1	1,85915	1,85915	0,92	4,88	0,94	0,73	17,987	0,183566596	3,81	0,699672507	0,198	0,12	5,906949326		
P1	SD137	1,55	13,24	19,57	13	17,042	C	5	0,132	1,5	1	0,30334	0,30334	0,99	4,88	0,94	1,30	20,825	0,216328684	3,81	0,824546711	0,198	0,13	6,483613804
P1	SD137	3,5	13,24	19,57	16			5	0,132	1,5	1	0,68495	0,68495	0,97	4,88	0,94	1,21	23,064	0,250498971	3,81	0,954788329	0,198	0,13	7,622813565
P1	SD137	4,5	13,24	19,57	19			5	0,132	1,5	1	0,88065	0,88065	0,97	4,88	0,94	1,07	23,924	0,266618992	3,81	1,016230527	0,198	0,12	8,177634145
P1	SD136	1,4	10,14	19,57	16	16	C	5	0,132	1,5	1	0,27398	0,27398	0,99	4,88	0,94	1,30	24,504	0,278746061	3,81	1,062453409	0,198	0,13	8,344642363
P1	SD128	1,5	23,5	19,57	10	30,13	C	5	0,132	1,5	1	0,29355	0,29355	0,99	4,88	0,94	1,30	17,146	0,175292252	3,81	0,668134466	0,198	0,13	5,251672941
P1	SD128	3,5	23,5	19,57	11			5	0,132	1,5	1	0,68495	0,68495	0,97	4,88	0,94	1,21	17,382	0,177564509	3,81	0,676795277	0,198	0,13	5,403380062
P1	SD128	4,4	23,5	19,57	17			5	0,132	1,5	1	0,86108	0,86108	0,97	4,88	0,94	1,08	22,112	0,234768658	3,81	0,894831516	0,198	0,12	7,195032629
P1	SD128	5,7	23,5	19,57	31			5	0,132	1,5	1	1,11549	1,11549	0,96	4,88	0,94	0,95	32,487	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD128	7,2	23,5	19,57	43			5	0,132	1,5	1	1,40904	1,40904	0,94	4,88	0,94	0,84	38,951	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD128	9,2	23,5	19,57	34			5	0,132	1,5	1	1,80044	1,80044	0,93	4,88	0,94	0,75	28,713	0,41493584	3,81	1,581547003	0,198	0,12	13,23692587
P1	SD128	10,6	23,5	19,57	100			5	0,132	1,5	1	2,07442	2,07442	0,89	4,88	0,94	0,69	70,181	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,11	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD128	12	23,5	19,57	41			5	0,132	1,5	1	2,3484	2,3484	0,85	4,88	0,94	0,65	30,045	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,11	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD128	14,8	23,5	19,57	32			5	0,132	1,5	1	2,89636	2,89636	0,78	4,88	0,94	0,59	22,566	0,242017936	3,81	0,922462474	0,198	0,1	9,202840879
P1	SD127	1,5	21,73	19,57	3			8,3274	D	5	0,132	1,8	1	0,29355	0,29355	0,99	4,88	0,94	1,30	8,5611	0,108279011	3,81	0,412710423	0,238
P1	SD127	3,1	21,73	19,57	15	5	0,132			1,8	1	0,60667	0,60667	0,98	4,88	0,94	1,28	22,994	0,249271658	3,81	0,950110368	0,238	0,15	6,301408694
P1	SD127	4,5	21,73	19,57	15	5	0,132			1,8	1	0,88065	0,88065	0,97	4,88	0,94	1,07	19,915	0,204823881	3,81	0,780695627	0,238	0,15	5,235232104
P1	SD127	6	21,73	19,57	10	5	0,132			1,8	1	1,1742	1,1742	0,95	4,88	0,94	0,92	13,561	0,144408297	3,81	0,550418852	0,238	0,15	3,735421477
P1	SD127	7,8	21,73	19,57	24	5	0,132			1,8	1	1,52646	1,52646	0,94	4,88	0,94	0,81	23,151	0,25204464	3,81	0,960679714	0,238	0,15	6,615132317
P1	SD126	1,5	18,45	19,57	6	18,922	C	5	0,132	1,5	1	0,29355	0,29355	0,99	4,88	0,94	1,30	12,24	0,13425088	3,81	0,511703394	0,198	0,13	4,02209286
P1	SD126	3,5	18,45	19,57	9			5	0,132	1,5	1	0,68495	0,68495	0,97	4,88	0,94	1,21	15,109	0,157042132	3,81	0,598573296	0,198	0,13	4,778873498
P1	SD126	4,5	18,45	19,57	10			5	0,132	1,5	1	0,88065	0,88065	0,97	4,88	0,94	1,07	14,904	0,155312591	3,81	0,591981072	0,198	0,12	4,763687467
P1	SD126	6,5	18,45	19,57	21			5	0,132	1,5	1	1,27205	1,27205	0,95	4,88	0,94	0,89	22,393	0,239213107	3,81	0,911771741	0,198	0,12	7,455182457
P1	SD126	7,5	18,45	19,57	9			5	0,132	1,5	1	1,46775	1,46775	0,94	4,88	0,94	0,83	11,869	0,131479767	3,81	0,501141169	0,198	0,12	4,130880022
P1	SD126	9	18,45	19,57	20			5	0,132	1,5	1	1,7613	1,7613	0,93	4,88	0,94	0,75	19,055	0,194887974	3,81	0,742824461	0,198	0,12	6,198519935
P1	SD126	11	18,45	19,57	22			5	0,132	1,5	1	2,1527	2,1527	0,88	4,88	0,94	0,68	18,984	0,194102095	3,81	0,739829047	0,198	0,11	6,530134553
P1	SD126	12,5	18,45	19,57	20			5	0,132	1,5	1	2,44625	2,44625	0,84	4,88	0,94	0,64	16,908	0,173043246	3,81	0,659562277	0,198	0,11	6,099141941
P1	SD126	15	18,45	19,57	23			5	0,132	1,5	1	2,9355	2,9355	0,77	4,88	0,94	0,58	17,507	0,178782985	3,81	0,681439556	0,198	0,1	6,845236779
P1	SD126	18	18,45	19,57	36			5	0,132	1,5	1	3,5226	3,5226	0,69	4,88	0,94	0,53	22,922	0,24801171	3,81	0,945308016	0,198	0,09	10,59280449
P1	SD126	21	18,45	19,57	53			5	0,132	1,5	1	3,8547	4,1097	0,61	4,88	0,94	0,51	30,271	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,08	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD126	24,5	18,45	19,57	100			5	0,132	1,5	1	4,18965	4,79465	0,52	4,88	0,94	0,49	50,83	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,08	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD126	26,5	18,45	19,57	32			5	0,132	1,5	1	4,38105	5,18605	0,47	4,88	0,94	0,48	19,261	0,197188372	3,81	0,751592533	0,198	0,07	10,5764598
P1	SD126	29,5	18,45	19,57	18			5	0,132	1,5	1	4,66815	5,77315	0,39	4,88	0,94	0,46	12,717	0,137860096	3,81	0,525460084	0,198	0,06	8,545003183
P1	SD126	32	18,45	19,57	19			5	0,132	1,5	1	4,9074	6,2624	0,32	4,88	0,94	0,45	12,948	0,139632543	3,81	0,532215849	0,198	0,05	10,13942064
P1	SD126	34,5	18,45	19,57	20	5	0,132	1,5	1	5,14665	6,75165	0,25	4,88	0,94	0,44	13,173	0,141371463	3,81	0,538843823	0,198	0,04	12,62223083		

P1	SD125	1,5	25,27	19,57	22	36,606	C	5	0,132	1,5	1	0,29355	0,29355	0,99	4,88	0,94	1,30	31,863	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD125	3	25,27	19,57	33			5	0,132	1,5	1	0,5871	0,5871	0,98	4,88	0,94	1,30	45,353	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD125	4,7	25,27	19,57	37			5	0,132	1,5	1	0,91979	0,91979	0,96	4,88	0,94	1,04	41,166	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD125	5,8	25,27	19,57	41			5	0,132	1,5	1	1,13506	1,13506	0,96	4,88	0,94	0,94	41,076	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD125	7,9	25,27	19,57	38			5	0,132	1,5	1	1,54603	1,54603	0,94	4,88	0,94	0,80	33,625	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD125	9	25,27	19,57	24			5	0,132	1,5	1	1,7613	1,7613	0,93	4,88	0,94	0,75	21,89	0,231376169	3,81	0,881900888	0,198	0,12	7,359047152
P1	SD125	10,6	25,27	19,57	21			5	0,132	1,5	1	2,07442	2,07442	0,89	4,88	0,94	0,69	18,595	0,189881182	3,81	0,723740841	0,198	0,11	6,311558014
P1	SD125	12,5	25,27	19,57	31			5	0,132	1,5	1	2,44625	2,44625	0,84	4,88	0,94	0,64	23,523	0,25884932	3,81	0,986616066	0,198	0,11	9,123492411
P1	SD125	15	25,27	19,57	31			5	0,132	1,5	1	2,9355	2,9355	0,77	4,88	0,94	0,58	21,899	0,231509668	3,81	0,882409729	0,198	0,1	8,864034193
P1	SD125	18,4	25,27	19,57	100			5	0,132	1,5	1	3,60088	3,60088	0,68	4,88	0,94	0,53	54,445	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,09	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD125	20	25,27	19,57	100			5	0,132	1,5	1	3,914	3,914	0,64	4,88	0,94	0,51	52,421	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,08	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD125	22,7	25,27	19,57	100			5	0,132	1,5	1	4,44239	4,44239	0,57	4,88	0,94	0,47	49,504	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,07	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD125	25	25,27	19,57	100			5	0,132	1,5	1	4,8925	4,8925	0,51	4,88	0,94	0,45	47,402	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,07	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD125	27	25,27	19,57	100			5	0,132	1,5	1	5,1109	5,2839	0,45	4,88	0,94	0,44	46,483	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,06	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD125	30,5	25,27	19,57	28	5	0,132	1,5	1	5,44585	5,96885	0,36	4,88	0,94	0,43	16,166	0,166239904	3,81	0,633631026	0,198	0,05	12,48972377		
P1	SD125	33,7	25,27	19,57	23	5	0,132	1,5	1	5,75209	6,59509	0,27	4,88	0,94	0,42	13,901	0,147108816	3,81	0,560712007	0,198	0,04	13,85743871		
P1	S21	2,6	23	19,57	31	45,141	C	5	0,132	1,5	1	0,50882	0,50882	0,98	4,88	0,94	1,30	42,901	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE
P1	S21	5,5	23	19,57	26			5	0,132	1,5	1	1,07635	1,07635	0,96	4,88	0,94	0,96	28,452	0,402907374	3,81	1,535699952	0,198	0,12	12,45650814
P1	S21	8	23	19,57	84			5	0,132	1,5	1	1,5656	1,5656	0,94	4,88	0,94	0,80	68,021	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE
P1	S21	10,5	23	19,57	54			5	0,132	1,5	1	2,05485	2,05485	0,89	4,88	0,94	0,70	40,311	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE
P1	S21	15	23	19,57	90			5	0,132	1,5	1	2,9355	2,9355	0,77	4,88	0,94	0,58	54,286	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,1	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD124	1,55	22,53	19,57	29	48,288	C	5	0,132	1,5	1	0,30334	0,30334	0,99	4,88	0,94	1,30	40,448	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD124	3,3	22,53	19,57	42			5	0,132	1,5	1	0,64581	0,64581	0,97	4,88	0,94	1,24	54,036	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD124	4,6	22,53	19,57	27			5	0,132	1,5	1	0,90022	0,90022	0,96	4,88	0,94	1,05	31,646	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD124	6,45	22,53	19,57	34			5	0,132	1,5	1	1,26227	1,26227	0,95	4,88	0,94	0,89	33,344	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD124	8	22,53	19,57	100			5	0,132	1,5	1	1,5656	1,5656	0,94	4,88	0,94	0,80	80,047	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD124	10	22,53	19,57	40			5	0,132	1,5	1	1,957	1,957	0,91	4,88	0,94	0,71	31,774	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD124	12	22,53	19,57	100			5	0,132	1,5	1	2,3484	2,3484	0,85	4,88	0,94	0,65	66,254	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,11	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD124	15	22,53	19,57	100			5	0,132	1,5	1	2,9355	2,9355	0,77	4,88	0,94	0,58	59,775	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,1	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD124	18	22,53	19,57	100			5	0,132	1,5	1	3,5226	3,5226	0,69	4,88	0,94	0,53	54,992	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,09	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD124	21,5	22,53	19,57	52			5	0,132	1,5	1	4,20755	4,20755	0,6	4,88	0,94	0,49	28,724	0,415452756	3,81	1,583517253	0,198	0,08	20,50827795
P1	SD124	24,4	22,53	19,57	28			5	0,132	1,5	1	4,58808	4,77508	0,52	4,88	0,94	0,47	17,176	0,175579808	3,81	0,6692305	0,198	0,07	9,561908654
P1	SD124	27,2	22,53	19,57	52			5	0,132	1,5	1	4,85604	5,32304	0,45	4,88	0,94	0,45	27,075	0,34905105	3,81	1,330424101	0,198	0,06	21,06147527
P1	SD124	30,5	22,53	19,57	28			5	0,132	1,5	1	5,17185	5,96885	0,36	4,88	0,94	0,44	16,461	0,168907934	3,81	0,643800344	0,198	0,05	12,05168712
P1	SD124	33	22,53	19,57	100			5	0,132	1,5	1	5,4111	6,4581	0,29	4,88	0,94	0,43	45,313	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,04	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD124	34,4	22,53	19,57	100	5	0,132	1,5	1	5,54508	6,73208	0,26	4,88	0,94	0,42	44,822	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,04	NON LIQUEFACIBILE		

P1	SD123	1,55	21,01	19,57	21	37,25	C	5	0,132	1,5	1	0,30334	0,30334	0,99	4,88	0,94	1,30	30,637	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD123	3,4	21,01	19,57	31			5	0,132	1,5	1	0,66538	0,66538	0,97	4,88	0,94	1,23	40,624	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD123	4,5	21,01	19,57	47			5	0,132	1,5	1	0,88065	0,88065	0,97	4,88	0,94	1,07	51,986	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD123	6,2	21,01	19,57	55			5	0,132	1,5	1	1,21334	1,21334	0,95	4,88	0,94	0,91	51,842	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD123	7,6	21,01	19,57	28			5	0,132	1,5	1	1,48732	1,48732	0,94	4,88	0,94	0,82	26,475	0,329675718	3,81	1,256574132	0,198	0,12	10,36628668
P1	SD123	9	21,01	19,57	100			5	0,132	1,5	1	1,7613	1,7613	0,93	4,88	0,94	0,75	75,749	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD123	10,5	21,01	19,57	100			5	0,132	1,5	1	2,05485	2,05485	0,89	4,88	0,94	0,70	70,492	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD123	12	21,01	19,57	100			5	0,132	1,5	1	2,3484	2,3484	0,85	4,88	0,94	0,65	66,254	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,11	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD123	14,8	21,01	19,57	27			5	0,132	1,5	1	2,89636	2,89636	0,78	4,88	0,94	0,59	19,803	0,203480413	3,81	0,775574936	0,198	0,1	7,737434229
P1	SD123	18,4	21,01	19,57	38			5	0,132	1,5	1	3,60088	3,60088	0,68	4,88	0,94	0,53	23,716	0,262527688	3,81	1,000636334	0,198	0,09	11,38820028
P1	SD123	21	21,01	19,57	100			5	0,132	1,5	1	4,1097	4,1097	0,61	4,88	0,94	0,49	51,275	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,08	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD123	24	21,01	19,57	100			5	0,132	1,5	1	4,3978	4,6968	0,53	4,88	0,94	0,48	49,73	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,07	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD123	27,7	21,01	19,57	21			5	0,132	1,5	1	4,75189	5,42089	0,43	4,88	0,94	0,46	13,942	0,147437343	3,81	0,561964203	0,198	0,06	8,811017721
P1	SD123	30,5	21,01	19,57	25			5	0,132	1,5	1	5,01985	5,96885	0,36	4,88	0,94	0,45	15,376	0,15931413	3,81	0,607233122	0,198	0,06	11,03308377
P1	SD123	33,1	21,01	19,57	31			5	0,132	1,5	1	5,26867	6,47767	0,29	4,88	0,94	0,44	17,584	0,179533994	3,81	0,684302059	0,198	0,05	14,90078595
P1	SD121	1,5	11,53	19,57	10	22,761	C	5	0,132	1,5	1	0,29355	0,29355	0,99	4,88	0,94	1,30	17,146	0,175292252	3,81	0,668134466	0,198	0,13	5,251672941
P1	SD121	3,4	11,53	19,57	17			5	0,132	1,5	1	0,66538	0,66538	0,97	4,88	0,94	1,23	24,483	0,278269934	3,81	1,060638629	0,198	0,13	8,461247432
P1	SD121	4,5	11,53	19,57	18			5	0,132	1,5	1	0,88065	0,88065	0,97	4,88	0,94	1,07	22,922	0,24801171	3,81	0,945308016	0,198	0,12	7,606918813
P1	SD121	6,5	11,53	19,57	24			5	0,132	1,5	1	1,27205	1,27205	0,95	4,88	0,94	0,89	24,895	0,287551638	3,81	1,096016269	0,198	0,12	8,961674175
P1	SD121	7,5	11,53	19,57	13			5	0,132	1,5	1	1,46775	1,46775	0,94	4,88	0,94	0,83	14,974	0,155899023	3,81	0,594216281	0,198	0,12	4,89809322
P1	SD121	9	11,53	19,57	26			5	0,132	1,5	1	1,7613	1,7613	0,93	4,88	0,94	0,75	23,307	0,254854338	3,81	0,97138901	0,198	0,12	8,105783334
P1	SD121	11,3	11,53	19,57	15			5	0,132	1,5	1	2,21141	2,21141	0,87	4,88	0,94	0,67	14,369	0,15088619	3,81	0,575109639	0,198	0,11	5,122844881
P1	SD121	12,5	11,53	19,57	100			5	0,132	1,5	1	2,34925	2,44625	0,84	4,88	0,94	0,65	66,243	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,11	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD121	15	11,53	19,57	17			5	0,132	1,5	1	2,5885	2,9355	0,77	4,88	0,94	0,62	14,82	0,15460716	3,81	0,589292286	0,198	0,11	5,219849434
P1	SD121	18,3	11,53	19,57	24			5	0,132	1,5	1	2,90431	3,58131	0,69	4,88	0,94	0,59	18,127	0,184988148	3,81	0,705090818	0,198	0,11	6,482310109
P1	SD121	21	11,53	19,57	25			5	0,132	1,5	1	3,1627	4,1097	0,61	4,88	0,94	0,56	18,103	0,184744979	3,81	0,70416397	0,198	0,1	6,865468302
P1	SD121	24	11,53	19,57	100			5	0,132	1,5	1	3,4498	4,6968	0,53	4,88	0,94	0,54	55,518	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,09	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD121	27	11,53	19,57	34			5	0,132	1,5	1	3,7369	5,2839	0,45	4,88	0,94	0,52	21,424	0,224550717	3,81	0,855885365	0,198	0,08	10,38006033
P1	SD121	31	11,53	19,57	27			5	0,132	1,5	1	4,1197	6,0667	0,35	4,88	0,94	0,49	17,393	0,177667247	3,81	0,677186868	0,198	0,07	10,3178821
P1	SD121	33,7	11,53	19,57	22			5	0,132	1,5	1	4,37809	6,59509	0,27	4,88	0,94	0,48	14,771	0,154199412	3,81	0,587738137	0,198	0,05	11,05569361
P1	SD120	1,5	10,06	19,57	5	22,938	C	5	0,132	1,5	1	0,29355	0,29355	0,99	4,88	0,94	1,30	11,014	0,125240184	3,81	0,477358711	0,198	0,13	3,752136662
P1	SD120	3,5	10,06	19,57	16			5	0,132	1,5	1	0,68495	0,68495	0,97	4,88	0,94	1,21	23,064	0,250498971	3,81	0,954788329	0,198	0,13	7,622813565
P1	SD120	4,5	10,06	19,57	41			5	0,132	1,5	1	0,88065	0,88065	0,97	4,88	0,94	1,07	45,972	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD120	7,9	10,06	19,57	34			5	0,132	1,5	1	1,54603	1,54603	0,94	4,88	0,94	0,80	30,599	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD120	10,4	10,06	19,57	7			5	0,132	1,5	1	2,00128	2,03528	0,9	4,88	0,94	0,71	9,5356	0,114854573	3,81	0,437773477	0,198	0,12	3,731569219
P1	SD120	11,9	10,06	19,57	33			5	0,132	1,5	1	2,14483	2,32883	0,86	4,88	0,94	0,68	26,074	0,317867609	3,81	1,211566985	0,198	0,12	10,12542459
P1	SD120	14,7	10,06	19,57	17			5	0,132	1,5	1	2,41279	2,87679	0,78	4,88	0,94	0,64	15,175	0,157597889	3,81	0,600691588	0,198	0,12	5,008986109
P1	SD120	17,3	10,06	19,57	100			5	0,132	1,5	1	2,66161	3,38561	0,71	4,88	0,94	0,61	62,53	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD120	23,4	10,06	19,57	34			5	0,132	1,5	1	3,24538	4,57938	0,55	4,88	0,94	0,56	22,632	0,243111602	3,81	0,926631033	0,198	0,1	9,290537109
P1	SD120	25,9	10,06	19,57	20			5	0,132	1,5	1	3,48463	5,06863	0,48	4,88	0,94	0,54	14,958	0,155769197	3,81	0,593721447	0,198	0,09	6,573549806
P1	SD120	28,8	10,06	19,57	100			5	0,132	1,5	1	3,76216	5,63616	0,41	4,88	0,94	0,52	53,371	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,08	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD120	31,8	10,06	19,57	100			5	0,132	1,5	1	4,04926	6,22326	0,32	4,88	0,94	0,50	51,62	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,06	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD120	36,3	10,06	19,57	27			5	0,132	1,5	1	4,47991	7,10391	0,2	4,88	0,94	0,47	16,879	0,172770732	3,81	0,658523577	0,198	0,04	15,75635925

P1	SD119	1,5	0	19,57	15	27,97	C	5	0,132	1,5	1	0,14355	0,29355	0,99	4,88	0,94	1,30	23,278	0,254323762	3,81	0,969366694	0,198	0,26	3,726001298
P1	SD119	3,5	0	19,57	16			5	0,132	1,5	1	0,33495	0,68495	0,97	4,88	0,94	1,30	24,504	0,278746061	3,81	1,062453409	0,198	0,26	4,148004349
P1	SD119	4,5	0	19,57	13			5	0,132	1,5	1	0,43065	0,88065	0,97	4,88	0,94	1,30	20,825	0,216328684	3,81	0,824546711	0,198	0,25	3,244679585
P1	SD119	5,95	0	19,57	19			5	0,132	1,5	1	0,56942	1,16442	0,95	4,88	0,94	1,30	28,184	0,391237533	3,81	1,491219817	0,198	0,25	5,936305753
P1	SD119	7,95	0	19,57	23			5	0,132	1,5	1	0,76082	1,55582	0,94	4,88	0,94	1,15	29,682	0,465742223	3,81	1,775197862	0,198	0,25	7,181899768
P1	SD119	9,3	0	19,57	11			5	0,132	1,5	1	0,89001	1,82001	0,93	4,88	0,94	1,06	15,848	0,163412593	3,81	0,622854599	0,198	0,24	2,556605204
P1	SD119	10,45	0	19,57	28			5	0,132	1,5	1	1,00007	2,04507	0,89	4,88	0,94	1,00	31,215	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,24	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD119	11,95	0	19,57	55			5	0,132	1,5	1	1,14362	2,33862	0,85	4,88	0,94	0,94	53,252	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,23	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD119	14,95	0	19,57	34			5	0,132	1,5	1	1,43072	2,92572	0,77	4,88	0,94	0,84	31,616	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,2	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD119	17,95	0	19,57	72			5	0,132	1,5	1	1,71782	3,51282	0,69	4,88	0,94	0,76	56,548	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,18	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD119	21,15	0	19,57	24			5	0,132	1,5	1	2,02406	4,13906	0,61	4,88	0,94	0,70	20,748	0,215302242	3,81	0,820634378	0,198	0,16	5,117580199
P1	SD119	23,85	0	19,57	100			5	0,132	1,5	1	2,28245	4,66745	0,54	4,88	0,94	0,66	67,135	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,14	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD119	27,15	0	19,57	100			5	0,132	1,5	1	2,59826	5,31326	0,45	4,88	0,94	0,62	63,229	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD118	9,05	2,55	19,57	21			25,849	C	5	0,132	1,5	1	1,12109	1,77109	0,93	4,88	0,94	0,94	23,535	0,259082773	3,81	0,987505883	0,198
P1	SD118	10,55	2,55	19,57	21	5	0,132			1,5	1	1,26464	2,06464	0,89	4,88	0,94	0,89	22,445	0,240040055	3,81	0,914923689	0,198	0,19	4,879890129
P1	SD118	12,55	2,55	19,57	28	5	0,132			1,5	1	1,45604	2,45604	0,84	4,88	0,94	0,83	26,706	0,336871483	3,81	1,28400112	0,198	0,18	7,050276656
P1	SD118	15,05	2,55	19,57	38	5	0,132			1,5	1	1,69529	2,94529	0,77	4,88	0,94	0,77	32,331	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,17	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD118	17,55	2,55	19,57	37	5	0,132			1,5	1	1,93454	3,43454	0,71	4,88	0,94	0,72	29,901	0,478818223	3,81	1,825037638	0,198	0,16	11,32288856
P1	SD118	21,05	2,55	19,57	57	5	0,132			1,5	1	2,26949	4,11949	0,61	4,88	0,94	0,66	40,467	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,14	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD118	22,55	2,55	19,57	23	5	0,132			1,5	1	2,41304	4,41304	0,57	4,88	0,94	0,64	18,807	0,192165804	3,81	0,732448784	0,198	0,13	5,441184816
P1	SD118	24,55	2,55	19,57	28	5	0,132			1,5	1	2,60444	4,80444	0,52	4,88	0,94	0,62	21,2	0,221405395	3,81	0,843896827	0,198	0,12	6,85520874
P1	SD118	29,15	2,55	19,57	31	5	0,132			1,5	1	3,04466	5,70466	0,4	4,88	0,94	0,57	21,591	0,226954712	3,81	0,865048305	0,198	0,1	9,065879738
P1	SD117	12,4	2,55	19,57	30	28,078	C			5	0,132	1,5	1	1,44168	2,42668	0,84	4,88	0,94	0,83	28,381	0,399753762	3,81	1,523679817	0,198
P1	SD117	15	2,55	19,57	17			5	0,132	1,5	1	1,6905	2,9355	0,77	4,88	0,94	0,77	17,179	0,175606551	3,81	0,669332429	0,198	0,17	3,872006632
P1	SD117	21,5	2,55	19,57	24			5	0,132	1,5	1	2,31255	4,20755	0,6	4,88	0,94	0,66	19,725	0,202556637	3,81	0,77205392	0,198	0,14	5,495609605
P1	SD117	24	2,55	19,57	27			5	0,132	1,5	1	2,5518	4,6968	0,53	4,88	0,94	0,63	20,778	0,215707291	3,81	0,822178244	0,198	0,13	6,509413474
P1	SD117	27,4	2,55	19,57	32			5	0,132	1,5	1	2,87718	5,36218	0,44	4,88	0,94	0,59	22,625	0,242989801	3,81	0,92616678	0,198	0,11	8,72773488
P1	SD117	30	2,55	19,57	32			5	0,132	1,5	1	3,126	5,871	0,37	4,88	0,94	0,57	21,904	0,231589396	3,81	0,882713614	0,198	0,09	9,790600717
P1	SD117	32,55	2,55	19,57	45			5	0,132	1,5	1	3,37004	6,37004	0,3	4,88	0,94	0,54	27,936	0,381009222	3,81	1,452234142	0,198	0,07	19,57816115
P1	SD117	34	2,55	19,57	100			5	0,132	1,5	1	3,5088	6,6538	0,27	4,88	0,94	0,53	55,091	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,06	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD116	9,5	2,98	19,57	34	25,616	C	5	0,132	1,5	1	1,20715	1,85915	0,92	4,88	0,94	0,91	33,986	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,18	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD116	11	2,98	19,57	14			5	0,132	1,5	1	1,3507	2,1527	0,88	4,88	0,94	0,86	16,211	0,16664257	3,81	0,635165804	0,198	0,18	3,517655046
P1	SD116	12,5	2,98	19,57	7			5	0,132	1,5	1	1,49425	2,44625	0,84	4,88	0,94	0,82	10,268	0,119934423	3,81	0,457135558	0,198	0,18	2,582143426
P1	SD116	15	2,98	19,57	32			5	0,132	1,5	1	1,7335	2,9355	0,77	4,88	0,94	0,76	27,74	0,373258503	3,81	1,422691918	0,198	0,17	8,439442544
P1	SD116	18,5	2,98	19,57	18			5	0,132	1,5	1	2,06845	3,62045	0,68	4,88	0,94	0,70	16,653	0,170663478	3,81	0,65049168	0,198	0,15	4,246242839
P1	SD116	21,5	2,98	19,57	100			5	0,132	1,5	1	2,35555	4,20755	0,6	4,88	0,94	0,65	66,161	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,14	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD116	24	2,98	19,57	100			5	0,132	1,5	1	2,5948	4,6968	0,53	4,88	0,94	0,62	63,268	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD116	27,7	2,98	19,57	18			5	0,132	1,5	1	2,94889	5,42089	0,43	4,88	0,94	0,58	14,74	0,153946675	3,81	0,586774818	0,198	0,1	5,709276604
P1	SD116	30,8	2,98	19,57	28			5	0,132	1,5	1	3,24556	6,02756	0,35	4,88	0,94	0,56	19,499	0,199918617	3,81	0,761998986	0,198	0,08	9,066207927
P1	SD116	35	2,98	19,57	100			5	0,132	1,5	1	3,6475	6,8495	0,24	4,88	0,94	0,52	54,127	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,06	NON LIQUEFACIBILE

P1	SD115	12,3	2,47	19,57	6	13,194	D	5	0,132	1,8	1	1,42411	2,40711	0,85	4,88	0,94	0,84	9,6105	0,115368895	3,81	0,439733841	0,238	0,22	1,992130831		
P1	SD115	14,55	2,47	19,57	16			5	0,132	1,8	1	1,63944	2,84744	0,79	4,88	0,94	0,78	16,634	0,170494247	3,81	0,649846649	0,238	0,21	3,08416065		
P1	SD115	17,05	2,47	19,57	29			5	0,132	1,8	1	1,87869	3,33669	0,72	4,88	0,94	0,73	24,781	0,284917161	3,81	1,085974839	0,238	0,2	5,508226727		
P1	SD115	20,05	2,47	19,57	28			5	0,132	1,8	1	2,16579	3,92379	0,64	4,88	0,94	0,68	22,776	0,245521811	3,81	0,935817654	0,238	0,18	5,236829844		
P1	SD115	23,05	2,47	19,57	39			5	0,132	1,8	1	2,45289	4,51089	0,56	4,88	0,94	0,64	28,302	0,396301019	3,81	1,510519526	0,238	0,16	9,5215634		
P1	SD115	27,05	2,47	19,57	100			5	0,132	1,8	1	2,83569	5,29369	0,45	4,88	0,94	0,59	60,733	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,238	0,13	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD115	30,55	2,47	19,57	36			5	0,132	1,8	1	3,17064	5,97864	0,36	4,88	0,94	0,56	23,897	0,266075454	3,81	1,014158806	0,238	0,1	9,719085287		
P1	SD115	33,05	2,47	19,57	100			5	0,132	1,8	1	3,40989	6,46789	0,29	4,88	0,94	0,54	55,814	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,238	0,09	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD115	35	2,47	19,57	100			5	0,132	1,8	1	3,5965	6,8495	0,24	4,88	0,94	0,53	54,475	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,238	0,07	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD114	14,8	4,14	19,57	50	40,227	C	5	0,132	1,5	1	1,83036	2,89636	0,78	4,88	0,94	0,74	39,64	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,16	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD114	18	4,14	19,57	24			5	0,132	1,5	1	2,1366	3,5226	0,69	4,88	0,94	0,68	20,324	0,209856705	3,81	0,799878463	0,198	0,15	5,436526542		
P1	SD114	20,8	4,14	19,57	62			5	0,132	1,5	1	2,40456	4,07056	0,62	4,88	0,94	0,64	42,486	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD114	24	4,14	19,57	40			5	0,132	1,5	1	2,7108	4,6968	0,53	4,88	0,94	0,61	27,731	0,372897921	3,81	1,421317544	0,198	0,12	11,95412627		
P1	SD114	26,8	4,14	19,57	100			5	0,132	1,5	1	2,97876	5,24476	0,46	4,88	0,94	0,58	59,375	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,1	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD114	30,2	4,14	19,57	34			5	0,132	1,5	1	3,30414	5,91014	0,37	4,88	0,94	0,55	22,474	0,240508045	3,81	0,916707453	0,198	0,08	10,83094884		
P1	SD114	34,4	4,14	19,57	25			5	0,132	1,5	1	3,70608	6,73208	0,26	4,88	0,94	0,52	17,095	0,174810502	3,81	0,666298255	0,198	0,06	11,15400286		
P1	SD113b	12	3,4	19,57	17			5	0,132	1,5	1	1,4884	2,3484	0,85	4,88	0,94	0,82	17,987	0,183564362	3,81	0,699663994	0,198	0,17	4,036492604		
P1	SD113b	15	3,4	19,57	12			5	0,132	1,5	1	1,7755	2,9355	0,77	4,88	0,94	0,75	13,352	0,142763222	3,81	0,544148576	0,198	0,16	3,306109426		
P1	SD113b	18	3,4	19,57	31	5	0,132	1,5	1	2,0626	3,5226	0,69	4,88	0,94	0,70	25,183	0,29439886	3,81	1,122114771	0,198	0,15	7,362521528				
P1	SD113b	21,5	3,4	19,57	36	5	0,132	1,5	1	2,39755	4,20755	0,6	4,88	0,94	0,65	26,748	0,338233022	3,81	1,289190689	0,198	0,14	9,513973623				
P1	SD113b	25	3,4	19,57	15	5	0,132	1,5	1	2,7325	4,8925	0,51	4,88	0,94	0,60	13,416	0,143267708	3,81	0,546071445	0,198	0,12	4,678652681				
P1	SD113b	28	3,4	19,57	52	5	0,132	1,5	1	3,0196	5,4796	0,43	4,88	0,94	0,58	33,026	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,1	NON LIQUEFACIBILE				
P1	SD113b	31	3,4	19,57	34	5	0,132	1,5	1	3,3067	6,0667	0,35	4,88	0,94	0,55	22,467	0,240397427	3,81	0,916285831	0,198	0,08	11,205783				
P1	SD113b	34	3,4	19,57	11	5	0,132	1,5	1	3,5938	6,6538	0,27	4,88	0,94	0,53	10,339	0,120437293	3,81	0,459052269	0,198	0,06	7,237018827				
P1	SD113ch	14,5	0	19,57	45	39,064	C	5	0,132	1,5	1	1,38765	2,83765	0,79	4,88	0,94	0,85	40,81	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,21	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD113ch	17,5	0	19,57	30			5	0,132	1,5	1	1,67475	3,42475	0,71	4,88	0,94	0,77	26,684	0,336191572	3,81	1,281409609	0,198	0,19	6,889135464		
P1	SD113ch	21	0	19,57	25			5	0,132	1,5	1	2,0097	4,1097	0,61	4,88	0,94	0,71	21,468	0,225177055	3,81	0,858272681	0,198	0,16	5,317345618		
P1	SD113ch	24	0	19,57	44			5	0,132	1,5	1	2,2968	4,6968	0,53	4,88	0,94	0,66	32,187	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,14	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD113ch	28	0	19,57	47			5	0,132	1,5	1	2,6796	5,4796	0,43	4,88	0,94	0,61	31,885	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,11	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD113ch	30	0	19,57	21			5	0,132	1,5	1	2,871	5,871	0,37	4,88	0,94	0,59	16,538	0,169609509	3,81	0,64647443	0,198	0,1	6,585444368		
P1	SD113ch	32	0	19,57	100			5	0,132	1,5	1	3,0624	6,2624	0,32	4,88	0,94	0,57	58,626	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,08	NON LIQUEFACIBILE		
P1	S112	12,3	1,46	19,57	23			30,435	C	5	0,132	1,5	1	1,32311	2,40711	0,85	4,88	0,94	0,87	23,688	0,261984146	3,81	0,998564598	0,198	0,2	5,043567001
P1	S112	15	1,46	19,57	29					5	0,132	1,5	1	1,5815	2,9355	0,77	4,88	0,94	0,80	26,57	0,332603177	3,81	1,267732277	0,198	0,18	6,860816351
P1	S112	17,9	1,46	19,57	26	5	0,132			1,5	1	1,85903	3,50303	0,7	4,88	0,94	0,73	22,816	0,246207755	3,81	0,938432161	0,198	0,17	5,559221285		
P1	S112	20,5	1,46	19,57	48	5	0,132			1,5	1	2,10785	4,01185	0,63	4,88	0,94	0,69	35,976	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,15	NON LIQUEFACIBILE		
P1	S112	24,5	1,46	19,57	100	5	0,132			1,5	1	2,49065	4,79465	0,52	4,88	0,94	0,63	64,476	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE		
P1	S112	28,2	1,46	19,57	45	5	0,132			1,5	1	2,84474	5,51874	0,42	4,88	0,94	0,59	29,975	0,483357593	3,81	1,842339654	0,198	0,11	17,52466853		

P1	SD111	14,8	5,4	19,57	8	14,87	D	5	0,132	1,8	1	1,95636	2,89636	0,78	4,88	0,94	0,71	10,261	0,119889096	3,81	0,456962795	0,238	0,18	2,566073162		
P1	SD111	17,8	5,4	19,57	16			5	0,132	1,8	1	2,24346	3,48346	0,7	4,88	0,94	0,67	14,928	0,155518284	3,81	0,592765078	0,238	0,17	3,53764878		
P1	SD111	21,3	5,4	19,57	37			5	0,132	1,8	1	2,57841	4,16841	0,61	4,88	0,94	0,62	26,553	0,332080336	3,81	1,265739445	0,238	0,15	8,375342388		
P1	SD111	23,8	5,4	19,57	100			5	0,132	1,8	1	2,81766	4,65766	0,54	4,88	0,94	0,60	60,911	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,238	0,14	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD111	26,8	5,4	19,57	100			5	0,132	1,8	1	3,10476	5,24476	0,46	4,88	0,94	0,57	58,258	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,238	0,12	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD111	29,6	5,4	19,57	34			5	0,132	1,8	1	3,37272	5,79272	0,38	4,88	0,94	0,54	22,294	0,237621518	3,81	0,905705326	0,238	0,1	8,899297359		
P1	SD111	32,8	5,4	19,57	100			5	0,132	1,8	1	3,67896	6,41896	0,3	4,88	0,94	0,52	53,916	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,238	0,08	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD111	35	5,4	19,57	46	5	0,132	1,8	1	3,8895	6,8495	0,24	4,88	0,94	0,51	26,818	0,340501645	3,81	1,29783765	0,238	0,07	19,92461618				
P1	SD110	9	3,04	19,57	26	36,954	C	5	0,132	1,5	1	1,1653	1,7613	0,93	4,88	0,94	0,93	27,534	0,365422692	3,81	1,392825367	0,198	0,18	7,689584692		
P1	SD110	11	3,04	19,57	29			5	0,132	1,5	1	1,3567	2,1527	0,88	4,88	0,94	0,86	28,298	0,396137415	3,81	1,509895944	0,198	0,18	8,399203116		
P1	SD110	12	3,04	19,57	40			5	0,132	1,5	1	1,4524	2,3484	0,85	4,88	0,94	0,83	36,098	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,18	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD110	16	3,04	19,57	44			5	0,132	1,5	1	1,8352	3,1312	0,75	4,88	0,94	0,74	35,429	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,16	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD110	18	3,04	19,57	19			5	0,132	1,5	1	2,0266	3,5226	0,69	4,88	0,94	0,70	17,434	0,178070772	3,81	0,678724923	0,198	0,16	4,375584951		
P1	SD110	21	3,04	19,57	100			5	0,132	1,5	1	2,3137	4,1097	0,61	4,88	0,94	0,66	66,713	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,14	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD110	23,7	3,04	19,57	33			5	0,132	1,5	1	2,57209	4,63809	0,54	4,88	0,94	0,62	24,234	0,272962751	3,81	1,040410055	0,198	0,13	8,283372095		
P1	SD110	27	3,04	19,57	100			5	0,132	1,5	1	2,8879	5,2839	0,45	4,88	0,94	0,59	60,226	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,11	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD110	29,6	3,04	19,57	43			5	0,132	1,5	1	3,13672	5,79272	0,38	4,88	0,94	0,56	27,716	0,372327151	3,81	1,419142029	0,198	0,09	15,56221354		
P1	SD110	31,8	3,04	19,57	73			5	0,132	1,5	1	3,34726	6,22326	0,32	4,88	0,94	0,55	42,408	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,08	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD110	33,7	3,04	19,57	100			5	0,132	1,5	1	3,52909	6,59509	0,27	4,88	0,94	0,53	54,946	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,07	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD109	14	3,65	19,57	9			33,804	C	5	0,132	1,5	1	1,7048	2,7398	0,8	4,88	0,94	0,77	11,365	0,127779277	3,81	0,487036579	0,198	0,17	2,94265306
P1	SD109	15,5	3,65	19,57	19					5	0,132	1,5	1	1,84835	3,03335	0,76	4,88	0,94	0,74	18,026	0,183955076	3,81	0,701153218	0,198	0,16	4,367136565
P1	SD109	17,25	3,65	19,57	10					5	0,132	1,5	1	2,01583	3,37583	0,71	4,88	0,94	0,70	11,506	0,12881093	3,81	0,490968773	0,198	0,15	3,193007228
P1	SD109	19,75	3,65	19,57	33	5	0,132			1,5	1	2,25508	3,86508	0,65	4,88	0,94	0,67	25,55	0,303626791	3,81	1,157287452	0,198	0,14	8,112966645		
P1	SD109	22,65	3,65	19,57	100	5	0,132			1,5	1	2,53261	4,43261	0,57	4,88	0,94	0,63	63,98	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD109	27,05	3,65	19,57	24	5	0,132			1,5	1	2,95369	5,29369	0,45	4,88	0,94	0,58	18,016	0,183852801	3,81	0,700763392	0,198	0,1	6,724908199		
P1	SD109	29,05	3,65	19,57	31	5	0,132			1,5	1	3,14509	5,68509	0,4	4,88	0,94	0,56	21,322	0,22311285	3,81	0,85040487	0,198	0,09	9,176169808		
P1	SD109	32,25	3,65	19,57	55	5	0,132			1,5	1	3,45133	6,31133	0,31	4,88	0,94	0,54	32,726	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,07	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD109	36,65	3,65	19,57	26	5	0,132			1,5	1	3,87241	7,17241	0,2	4,88	0,94	0,51	17,308	0,176848188	3,81	0,674064986	0,198	0,05	14,46820404		
P1	SD109	39,45	3,65	19,57	27	5	0,132			1,5	1	4,14037	7,72037	0,12	4,88	0,94	0,49	17,362	0,177364155	3,81	0,676031618	0,198	0,03	23,341887		
P1	SD108	8,5	2,39	19,57	27	5	0,132			1,5	1	1,05245	1,66345	0,93	4,88	0,94	0,97	29,635	0,463018003	3,81	1,764814375	0,198	0,19	9,279235743		
P1	SD108	10,5	2,39	19,57	16	5	0,132			1,5	1	1,24385	2,05485	0,89	4,88	0,94	0,90	18,374	0,187554137	3,81	0,714871202	0,198	0,19	3,762440855		
P1	SD108	12	2,39	19,57	28	5	0,132			1,5	1	1,3874	2,3484	0,85	4,88	0,94	0,85	27,239	0,354730501	3,81	1,352071589	0,198	0,19	7,271036962		
P1	SD108	13,5	2,39	19,57	25	5	0,132			1,5	1	1,53095	2,64195	0,81	4,88	0,94	0,81	23,885	0,265840771	3,81	1,013264301	0,198	0,18	5,607849617		
P1	SD108	15	2,39	19,57	100	5	0,132	1,5	1	1,6745	2,9355	0,77	4,88	0,94	0,77	77,562	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,17	NON LIQUEFACIBILE				
P1	SD108	18	2,39	19,57	19	5	0,132	1,5	1	1,9616	3,5226	0,69	4,88	0,94	0,71	17,641	0,180093989	3,81	0,686436507	0,198	0,16	4,283365264				
P1	SD108	23,5	2,39	19,57	9	5	0,132	1,5	1	2,48795	4,59895	0,55	4,88	0,94	0,63	10,248	0,119798436	3,81	0,456617238	0,198	0,13	3,511776092				
P1	SD108	26	2,39	19,57	16	5	0,132	1,5	1	2,7272	5,0882	0,48	4,88	0,94	0,61	13,994	0,147852859	3,81	0,563547961	0,198	0,12	4,891532092				
P1	SD108	29,8	2,39	19,57	100	5	0,132	1,5	1	3,09086	5,83186	0,38	4,88	0,94	0,57	58,378	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,09	NON LIQUEFACIBILE				
P1	SD108	33	2,39	19,57	100	5	0,132	1,5	1	3,3971	6,4581	0,29	4,88	0,94	0,54	55,909	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,07	NON LIQUEFACIBILE				
P1	SD108	35	2,39	19,57	100	5	0,132	1,5	1	3,5885	6,8495	0,24	4,88	0,94	0,53	54,53	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,06	NON LIQUEFACIBILE				

P1	SD105	12,4	1,58	19,57	25	25,977	C	5	0,132	1,5	1	1,34468	2,42668	0,84	4,88	0,94	0,86	25,158	0,293803564	3,81	1,119845773	0,198	0,2	5,720048935
P1	SD105	15,5	1,58	19,57	20			5	0,132	1,5	1	1,64135	3,03335	0,76	4,88	0,94	0,78	19,564	0,200668455	3,81	0,764857027	0,198	0,18	4,230396654
P1	SD105	18	1,58	19,57	29			5	0,132	1,5	1	1,8806	3,5226	0,69	4,88	0,94	0,73	24,771	0,284685991	3,81	1,085093725	0,198	0,17	6,491393988
P1	SD105	20,7	1,58	19,57	100			5	0,132	1,5	1	2,13899	4,05099	0,62	4,88	0,94	0,68	69,188	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,15	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD105	24	1,58	19,57	31			5	0,132	1,5	1	2,4548	4,6968	0,53	4,88	0,94	0,64	23,49	0,258239512	3,81	0,984291753	0,198	0,13	7,496684022
P1	SD105	26,7	1,58	19,57	14			5	0,132	1,5	1	2,71319	5,22519	0,46	4,88	0,94	0,61	12,876	0,139072328	3,81	0,530080563	0,198	0,11	4,638065879
P1	SD105	32,5	1,58	19,57	61	5	0,132	1,5	1	3,26825	6,36025	0,31	4,88	0,94	0,55	36,616	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,08	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD104	18	2,47	19,57	100	41,762	C	5	0,132	1,5	1	1,9696	3,5226	0,69	4,88	0,94	0,71	71,897	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,16	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD104	21,4	2,47	19,57	20			5	0,132	1,5	1	2,29498	4,18798	0,6	4,88	0,94	0,66	17,298	0,176753727	3,81	0,673704946	0,198	0,14	4,76016442
P1	SD104	24,2	2,47	19,57	23			5	0,132	1,5	1	2,56294	4,73594	0,53	4,88	0,94	0,62	18,394	0,187756875	3,81	0,715643947	0,198	0,13	5,700749388
P1	SD104	28,1	2,47	19,57	23			5	0,132	1,5	1	2,93617	5,49917	0,42	4,88	0,94	0,58	17,506	0,178768888	3,81	0,681385823	0,198	0,1	6,67128332
P1	SD104	31,5	2,47	19,57	26			5	0,132	1,5	1	3,26155	6,16455	0,33	4,88	0,94	0,55	18,422	0,1880519	3,81	0,71676845	0,198	0,08	8,850014374
P1	SD104	35	2,47	19,57	53			5	0,132	1,5	1	3,5965	6,8495	0,24	4,88	0,94	0,53	31,166	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,06	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD103	18,5	4,3	19,57	12	15,825	C	5	0,132	1,5	1	2,20045	3,62045	0,68	4,88	0,94	0,67	12,49	0,136133431	3,81	0,518878822	0,198	0,14	3,603259203
P1	SD103	22	4,3	19,57	36			5	0,132	1,5	1	2,5354	4,3054	0,59	4,88	0,94	0,63	26,146	0,31991074	3,81	1,219354471	0,198	0,13	9,51135407
P1	SD103	24	4,3	19,57	21			5	0,132	1,5	1	2,7268	4,6968	0,53	4,88	0,94	0,61	16,842	0,172425722	3,81	0,657208554	0,198	0,12	5,560140141
P1	SD103	27	4,3	19,57	20			5	0,132	1,5	1	3,0139	5,2839	0,45	4,88	0,94	0,58	15,717	0,162261847	3,81	0,618468481	0,198	0,1	6,049496236
P1	SD103	29,5	4,3	19,57	14			5	0,132	1,5	1	3,25315	5,77315	0,39	4,88	0,94	0,55	12,182	0,133814086	3,81	0,510038533	0,198	0,09	5,780092271
P1	SD103	33	4,3	19,57	100			5	0,132	1,5	1	3,5881	6,4581	0,29	4,88	0,94	0,53	54,533	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,07	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD103	35	4,3	19,57	21	5	0,132	1,5	1	3,7795	6,8495	0,24	4,88	0,94	0,51	15,041	0,156465127	3,81	0,596374013	0,198	0,06	10,67603837		
P1	SD102	19	2,52	19,57	41	39,711	C	5	0,132	1,5	1	2,0703	3,7183	0,67	4,88	0,94	0,69	31,681	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,15	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD102	21,5	2,52	19,57	36			5	0,132	1,5	1	2,30955	4,20755	0,6	4,88	0,94	0,66	27,161	0,352004166	3,81	1,341680039	0,198	0,14	9,537914768
P1	SD102	26	2,52	19,57	34			5	0,132	1,5	1	2,7402	5,0882	0,48	4,88	0,94	0,60	24,199	0,272234755	3,81	1,037635267	0,198	0,11	9,049488284
P1	SD102	27,5	2,52	19,57	100			5	0,132	1,5	1	2,88375	5,38175	0,44	4,88	0,94	0,59	60,265	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,11	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD102	35	2,52	19,57	40			5	0,132	1,5	1	3,6015	6,8495	0,24	4,88	0,94	0,53	24,705	0,283202088	3,81	1,079437759	0,198	0,06	18,41357394
P1	SD101	1,5	1,16	19,57	4	14,344	D	5	0,132	1,8	1	0,25955	0,29355	0,99	4,88	0,94	1,30	9,7875	0,116589022	3,81	0,44438441	0,238	0,17	2,573654905
P1	SD101	3,5	1,16	19,57	6			5	0,132	1,8	1	0,45095	0,68495	0,97	4,88	0,94	1,30	12,24	0,13425088	3,81	0,511703394	0,238	0,23	2,241376267
P1	SD101	4,5	1,16	19,57	9			5	0,132	1,8	1	0,54665	0,88065	0,97	4,88	0,94	1,30	15,92	0,164043549	3,81	0,625259518	0,238	0,24	2,602678468
P1	SD101	6	1,16	19,57	11			5	0,132	1,8	1	0,6902	1,1742	0,95	4,88	0,94	1,20	17,335	0,177103296	3,81	0,675037344	0,238	0,25	2,692817922
P1	SD101	7,5	1,16	19,57	9			5	0,132	1,8	1	0,83375	1,46775	0,94	4,88	0,94	1,10	14,152	0,149125795	3,81	0,568399812	0,238	0,26	2,217884556
P1	SD101	9,2	1,16	19,57	11			5	0,132	1,8	1	0,99644	1,80044	0,93	4,88	0,94	1,00	15,246	0,158200106	3,81	0,602986965	0,238	0,26	2,327577827
P1	SD101	10,8	1,16	19,57	8			5	0,132	1,8	1	1,14956	2,11356	0,89	4,88	0,94	0,93	11,899	0,131707703	3,81	0,502009955	0,238	0,25	1,996238262
P1	SD101	12	1,16	19,57	11			5	0,132	1,8	1	1,2644	2,3484	0,85	4,88	0,94	0,89	14,082	0,148563572	3,81	0,566256877	0,238	0,24	2,312659555
P1	SD101	15	1,16	19,57	36			5	0,132	1,8	1	1,5515	2,9355	0,77	4,88	0,94	0,80	32,064	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,238	0,23	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD101	19	1,16	19,57	100			5	0,132	1,8	1	1,9343	3,7183	0,67	4,88	0,94	0,72	72,505	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,238	0,2	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD101	22	1,16	19,57	46			5	0,132	1,8	1	2,2214	4,3054	0,59	4,88	0,94	0,67	33,909	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,238	0,18	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD101	24,5	1,16	19,57	45			5	0,132	1,8	1	2,46065	4,79465	0,52	4,88	0,94	0,64	31,862	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,238	0,16	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD101	27	1,16	19,57	15			5	0,132	1,8	1	2,6999	5,2839	0,45	4,88	0,94	0,61	13,468	0,143670967	3,81	0,547608488	0,238	0,14	3,998613288
P1	SD101	30	1,16	19,57	45			5	0,132	1,8	1	2,987	5,871	0,37	4,88	0,94	0,58	29,37	0,448218103	3,81	1,708403874	0,238	0,11	15,08846518

P1	SD100	21	3,9	19,57	23	26,852	C	5	0,132	1,5	1	2,3997	4,1097	0,61	4,88	0,94	0,65	18,846	0,192585943	3,81	0,734050164	0,198	0,14	5,430265448
P1	SD100	24	3,9	19,57	36			5	0,132	1,5	1	2,6868	4,6968	0,53	4,88	0,94	0,61	25,538	0,303320294	3,81	1,156119225	0,198	0,12	9,637562506
P1	SD100	25,5	3,9	19,57	28			5	0,132	1,5	1	2,83035	4,99035	0,49	4,88	0,94	0,59	20,535	0,212535823	3,81	0,810090048	0,198	0,11	7,239104565
P1	SD100	27,5	3,9	19,57	28			5	0,132	1,5	1	3,02175	5,38175	0,44	4,88	0,94	0,58	20,031	0,206229913	3,81	0,786054779	0,198	0,1	7,798362674
P1	SD100	31,5	3,9	19,57	40			5	0,132	1,5	1	3,40455	6,16455	0,33	4,88	0,94	0,54	25,271	0,296557489	3,81	1,130342483	0,198	0,08	14,56836526
P1	SD100	33	3,9	19,57	100	36,321	C	5	0,132	1,5	1	3,5481	6,4581	0,29	4,88	0,94	0,53	54,812	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,07	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD86	21,15	3,76	19,57	30			5	0,132	1,5	1	2,40006	4,13906	0,61	4,88	0,94	0,65	23,094	0,251031627	3,81	0,956818569	0,198	0,14	7,075276727
P1	SD86	24	3,76	19,57	100			5	0,132	1,5	1	2,6728	4,6968	0,53	4,88	0,94	0,61	62,409	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD86	27,7	3,76	19,57	100			5	0,132	1,5	1	3,02689	5,42089	0,43	4,88	0,94	0,57	58,94	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,1	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD86	29,6	3,76	19,57	100			5	0,132	1,5	1	3,20872	5,79272	0,38	4,88	0,94	0,56	57,386	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,09	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD86	36	3,76	19,57	34,8	31,772	C	5	0,132	1,5	1	3,8212	7,0452	0,21	4,88	0,94	0,51	21,625	0,227451551	3,81	0,866942029	0,198	0,05	17,16905255
P1	SD85	10,6	1	19,57	100			5	0,132	1,5	1	1,11442	2,07442	0,89	4,88	0,94	0,95	93,973	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,21	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD85	12,6	1	19,57	14			5	0,132	1,5	1	1,30582	2,46582	0,84	4,88	0,94	0,88	16,404	0,168387438	3,81	0,641816451	0,198	0,2	3,15302885
P1	SD85	16,5	1	19,57	30			5	0,132	1,5	1	1,67905	3,22905	0,73	4,88	0,94	0,77	26,656	0,335307607	3,81	1,278040338	0,198	0,18	7,040189686
P1	SD85	21,9	1	19,57	100			5	0,132	1,5	1	2,19583	4,28583	0,59	4,88	0,94	0,67	68,351	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,15	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD85	30	1	19,57	20	29,598	C	5	0,132	1,5	1	2,971	5,871	0,37	4,88	0,94	0,58	15,795	0,162944172	3,81	0,621069192	0,198	0,09	6,54701264
P1	SD84	10,5	1,95	19,57	27			5	0,132	1,5	1	1,19985	2,05485	0,89	4,88	0,94	0,91	28,064	0,386238371	3,81	1,472165281	0,198	0,2	7,474074038
P1	SD84	15	1,95	19,57	22			5	0,132	1,5	1	1,6305	2,9355	0,77	4,88	0,94	0,78	21,086	0,219839282	3,81	0,837927515	0,198	0,18	4,675265781
P1	SD84	19,8	1,95	19,57	28			5	0,132	1,5	1	2,08986	3,87486	0,65	4,88	0,94	0,69	23,098	0,251097512	3,81	0,957069693	0,198	0,15	6,214949582
P1	SD84	21,5	1,95	19,57	23			5	0,132	1,5	1	2,25255	4,20755	0,6	4,88	0,94	0,67	19,295	0,197574951	3,81	0,753065994	0,198	0,14	5,221371407
P1	SD84	27,5	1,95	19,57	25	19,942	C	5	0,132	1,5	1	2,82675	5,38175	0,44	4,88	0,94	0,59	18,867	0,192812895	3,81	0,7349152	0,198	0,11	6,820507897
P1	SD84	31,9	1,95	19,57	100			5	0,132	1,5	1	3,24783	6,24283	0,32	4,88	0,94	0,55	57,069	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,08	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD84	37	1,95	19,57	46			5	0,132	1,5	1	3,7359	7,2409	0,19	4,88	0,94	0,52	27,265	0,355644821	3,81	1,355556561	0,198	0,05	29,20084483
P1	S13	1,6	2,49	19,57	21			5	0,132	1,5	1	0,31312	0,31312	0,99	4,88	0,94	1,30	30,637	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE
P1	S13	3,2	2,49	19,57	24			5	0,132	1,5	1	0,55524	0,62624	0,98	4,88	0,94	1,30	34,316	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,14	NON LIQUEFACIBILE
P1	S13	5	2,49	19,57	21	17,761	C	5	0,132	1,5	1	0,7275	0,9785	0,96	4,88	0,94	1,17	28,038	0,385143268	3,81	1,467991246	0,198	0,17	8,817691325
P1	S13	6,2	2,49	19,57	17			5	0,132	1,5	1	0,84234	1,21334	0,95	4,88	0,94	1,09	22,303	0,23775932	3,81	0,906230564	0,198	0,18	5,131781633
P1	S13	7	2,49	19,57	16			5	0,132	1,5	1	0,9189	1,3699	0,95	4,88	0,94	1,04	20,58	0,213116225	3,81	0,812302275	0,198	0,18	4,473225921
P1	S13	10,5	2,49	19,57	30			5	0,132	1,5	1	1,25385	2,05485	0,89	4,88	0,94	0,89	30,079	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,19	NON LIQUEFACIBILE
P1	S13	16	2,49	19,57	8			5	0,132	1,5	1	1,7802	3,1312	0,75	4,88	0,94	0,75	10,521	0,121721552	3,81	0,463947284	0,198	0,17	2,744376984
P1	S13	21	2,49	19,57	20	12,018	D	5	0,132	1,5	1	2,2587	4,1097	0,61	4,88	0,94	0,67	17,398	0,17771473	3,81	0,677367851	0,198	0,14	4,716518043
P1	S13	28	2,49	19,57	100			5	0,132	1,5	1	2,9286	5,4796	0,43	4,88	0,94	0,58	59,84	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,1	NON LIQUEFACIBILE
P1	S13	31	2,49	19,57	45			5	0,132	1,5	1	3,2157	6,0667	0,35	4,88	0,94	0,56	28,483	0,404317195	3,81	1,541073549	0,198	0,08	18,32801088
P1	S13	33,7	2,49	19,57	46			5	0,132	1,5	1	3,47409	6,59509	0,27	4,88	0,94	0,54	28,093	0,387428458	3,81	1,476701353	0,198	0,07	22,04200902
P1	SD83	2	2,49	19,57	19			5	0,132	1,5	1	0,3914	0,3914	0,98	4,88	0,94	1,30	28,184	0,391237533	3,81	1,491219817	0,198	0,13	11,76682194
P1	SD83	6,9	2,49	19,57	16	17,761	C	5	0,132	1,5	1	0,90933	1,35033	0,95	4,88	0,94	1,05	20,662	0,214185294	3,81	0,816377082	0,198	0,18	4,509675507
P1	SD83	10	2,49	19,57	14			5	0,132	1,5	1	1,206	1,957	0,91	4,88	0,94	0,91	16,872	0,172699653	3,81	0,658252656	0,198	0,19	3,475067691
P1	SD83	15	2,49	19,57	25			5	0,132	1,5	1	1,6845	2,9355	0,77	4,88	0,94	0,77	22,998	0,249336794	3,81	0,950358637	0,198	0,17	5,478196318
P1	S82b	2	2,3	19,57	15			5	0,132	1,8	1	0,3914	0,3914	0,98	4,88	0,94	1,30	23,278	0,254323762	3,81	0,969366694	0,238	0,15	6,374180582
P1	S82b	5	2,3	19,57	7			5	0,132	1,8	1	0,7085	0,9785	0,96	4,88	0,94	1,19	12,703	0,137753888	3,81	0,525055267	0,238	0,21	2,559540797
P1	S82b	9,2	2,3	19,57	7	12,018	D	5	0,132	1,8	1	1,11044	1,80044	0,93	4,88	0,94	0,95	11,129	0,126072863	3,81	0,480532506	0,238	0,23	2,067107214
P1	S82b	12	2,3	19,57	15			5	0,132	1,8	1	1,3784	2,3484	0,85	4,88	0,94	0,85	16,898	0,17294558	3,81	0,659190017	0,238	0,22	2,934942621
P1	S82b	16	2,3	19,57	17			5	0,132	1,8	1	1,7612	3,1312	0,75	4,88	0,94	0,75	16,93	0,173242454	3,81	0,660321566	0,238	0,21	3,220247471
P1	S82b	18,6	2,3	19,57	20			5	0,132	1,8	1	2,01002	3,64002	0,68	4,88	0,94	0,71	18,149	0,185220063	3,81	0,705974774	0,238	0,19	3,726435675
P1	S82b	21,5	2,3	19,57	11			5	0,132	1,8	1	2,28755	4,20755	0,6	4,88	0,94	0,66	11,722	0,130396733	3,81	0,497013134	0,238	0,17	2,916314281
P1	S82b	27	2,3	19,57	14	12,018	D	5	0,132	1,8	1	2,8139	5,2839	0,45	4,88	0,94	0,60	12,731	0,13796677	3,81	0,525866679	0,238	0,13	4,001988787
P1	S82b	32	2,3	19,57	25			5	0,132	1,8	1	3,2924	6,2624	0,32	4,88	0,94	0,55	17,84	0,182079441	3,81	0,694004147	0,238	0,09	7,392090773

P1	S12	1,2	2,1	19,57	7	9,0019	D	5	0,132	1,8	1	0,23484	0,23484	0,99	4,88	0,94	1,30	13,467	0,143664476	3,81	0,547583745	0,238	0,15	3,578458545
P1	S12	2,8	2,1	19,57	8			5	0,132	1,8	1	0,47796	0,54796	0,98	4,88	0,94	1,30	14,693	0,153556604	3,81	0,585288044	0,238	0,17	3,377973356
P1	S12	6	2,1	19,57	6			5	0,132	1,8	1	0,7842	1,1742	0,95	4,88	0,94	1,13	11,254	0,126976039	3,81	0,483975002	0,238	0,22	2,193582654
P1	S12	10,5	2,1	19,57	15			5	0,132	1,8	1	1,21485	2,05485	0,89	4,88	0,94	0,91	17,681	0,18049634	3,81	0,687970085	0,238	0,23	2,947031886
P1	S12	15,5	2,1	19,57	19			5	0,132	1,8	1	1,69335	3,03335	0,76	4,88	0,94	0,77	18,614	0,190086555	3,81	0,72452363	0,238	0,21	3,445225632
P1	S12	21	2,1	19,57	5			5	0,132	1,8	1	2,2197	4,1097	0,61	4,88	0,94	0,67	8,0382	0,104839093	3,81	0,399599017	0,238	0,18	2,278640518
P1	S12	25	2,1	19,57	10			5	0,132	1,8	1	2,6025	4,8925	0,51	4,88	0,94	0,62	10,712	0,123076659	3,81	0,469112334	0,238	0,15	3,190050168
P1	S12	27	2,1	19,57	19			5	0,132	1,8	1	2,7939	5,2839	0,45	4,88	0,94	0,60	15,573	0,161007514	3,81	0,613687533	0,238	0,13	4,637134719
P1	S12	33,5	2,1	19,57	12			5	0,132	1,8	1	3,41595	6,55595	0,28	4,88	0,94	0,54	10,988	0,125055501	3,81	0,476654781	0,238	0,08	5,752551783
P1	S82	1,5	2,83	19,57	21	25,924	C	5	0,132	1,5	1	0,29355	0,29355	0,99	4,88	0,94	1,30	30,637	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE
P1	S82	3	2,83	19,57	14			5	0,132	1,5	1	0,5701	0,5871	0,98	4,88	0,94	1,30	22,052	0,233838391	3,81	0,891285762	0,198	0,13	6,882727788
P1	S82	5	2,83	19,57	49			5	0,132	1,5	1	0,7615	0,9785	0,96	4,88	0,94	1,15	57,692	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,16	NON LIQUEFACIBILE
P1	S82	6,5	2,83	19,57	15			5	0,132	1,5	1	0,90505	1,27205	0,95	4,88	0,94	1,05	19,711	0,202390904	3,81	0,771422221	0,198	0,17	4,487791629
P1	S82	9,5	2,83	19,57	18			5	0,132	1,5	1	1,19215	1,85915	0,92	4,88	0,94	0,92	20,387	0,210646208	3,81	0,802887692	0,198	0,18	4,346500249
P1	S82	11,5	2,83	19,57	24			5	0,132	1,5	1	1,38355	2,25055	0,87	4,88	0,94	0,85	24,072	0,269607159	3,81	1,027620064	0,198	0,18	5,661951828
P1	S82	15,5	2,83	19,57	26			5	0,132	1,5	1	1,76635	3,03335	0,76	4,88	0,94	0,75	23,281	0,25437463	3,81	0,969560579	0,198	0,17	5,771003549
P1	S82	18	2,83	19,57	22			5	0,132	1,5	1	2,0056	3,5226	0,69	4,88	0,94	0,71	19,492	0,199835877	3,81	0,761683618	0,198	0,16	4,859518289
P1	S82	23	2,83	19,57	45			5	0,132	1,5	1	2,4841	4,5011	0,56	4,88	0,94	0,63	31,734	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE
P1	S82	27	2,83	19,57	100	5	0,132	1,5	1	2,8669	5,2839	0,45	4,88	0,94	0,59	60,428	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,11	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD80	1,5	2,65	19,57	29	12,588	D	5	0,132	1,8	1	0,29355	0,29355	0,99	4,88	0,94	1,30	40,448	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,238	0,15	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD80	3	2,65	19,57	18			5	0,132	1,8	1	0,5521	0,5871	0,98	4,88	0,94	1,30	26,957	0,345074322	3,81	1,315266619	0,238	0,16	8,196772524
P1	SD80	8,3	2,65	19,57	11			5	0,132	1,8	1	1,05931	1,62431	0,94	4,88	0,94	0,97	14,934	0,155561033	3,81	0,592928018	0,238	0,22	2,673537215
P1	SD80	15	2,65	19,57	14			5	0,132	1,8	1	1,7005	2,9355	0,77	4,88	0,94	0,77	14,979	0,155942467	3,81	0,594381871	0,238	0,21	2,8823054
P1	SD80	21	2,65	19,57	13			5	0,132	1,8	1	2,2747	4,1097	0,61	4,88	0,94	0,66	12,988	0,13994155	3,81	0,533393641	0,238	0,17	3,1169446
P1	SD80	27,5	2,65	19,57	14			5	0,132	1,8	1	2,89675	5,38175	0,44	4,88	0,94	0,59	12,618	0,137104963	3,81	0,522581861	0,238	0,13	4,141676618
P1	SD79	3	2,85	19,57	14	12,612	D	5	0,132	1,8	1	0,5721	0,5871	0,98	4,88	0,94	1,30	22,052	0,233838391	3,81	0,891285762	0,238	0,15	5,755727895
P1	SD79	5,5	2,85	19,57	10			5	0,132	1,8	1	0,81135	1,07635	0,96	4,88	0,94	1,11	15,323	0,158860237	3,81	0,605503087	0,238	0,2	3,085174878
P1	SD79	7	2,85	19,57	8			5	0,132	1,8	1	0,9549	1,3699	0,95	4,88	0,94	1,02	12,581	0,136826486	3,81	0,521520433	0,238	0,21	2,487040675
P1	SD79	11,5	2,85	19,57	12			5	0,132	1,8	1	1,38555	2,25055	0,87	4,88	0,94	0,85	14,47	0,151715418	3,81	0,578270279	0,238	0,22	2,658952411
P1	SD79	17,4	2,85	19,57	22			5	0,132	1,8	1	1,95018	3,40518	0,71	4,88	0,94	0,72	19,698	0,20224207	3,81	0,770854933	0,238	0,19	4,029434116
P1	SD79	22,5	2,85	19,57	11			5	0,132	1,8	1	2,43825	4,40325	0,57	4,88	0,94	0,64	11,507	0,128819856	3,81	0,491002794	0,238	0,16	3,071036628
P1	SD79	27	2,85	19,57	22	5	0,132	1,8	1	2,8689	5,2839	0,45	4,88	0,94	0,59	17,098	0,174832527	3,81	0,666382204	0,238	0,13	5,170473969		
P1	SD78	1,5	4,4	19,57	7	10,988	D	5	0,132	1,8	1	0,29355	0,29355	0,99	4,88	0,94	1,30	13,467	0,143664476	3,81	0,547583745	0,238	0,15	3,58676644
P1	SD78	5	4,4	19,57	9			5	0,132	1,8	1	0,9185	0,9785	0,96	4,88	0,94	1,04	13,714	0,145616526	3,81	0,555024072	0,238	0,16	3,50758466
P1	SD78	6,2	4,4	19,57	15			5	0,132	1,8	1	1,03334	1,21334	0,95	4,88	0,94	0,98	18,76	0,191653839	3,81	0,730497406	0,238	0,17	4,228854189
P1	SD78	10,5	4,4	19,57	4			5	0,132	1,8	1	1,44485	2,05485	0,89	4,88	0,94	0,83	8,0116	0,104665835	3,81	0,398938637	0,238	0,2	2,032457552
P1	SD78	14,2	4,4	19,57	19			5	0,132	1,8	1	1,79894	2,77894	0,79	4,88	0,94	0,75	18,205	0,185792444	3,81	0,70815643	0,238	0,19	3,734360807
P1	SD78	20,5	4,4	19,57	40			5	0,132	1,8	1	2,40185	4,01185	0,63	4,88	0,94	0,65	29,156	0,436868268	3,81	1,66514346	0,238	0,16	10,30073024
P1	SD78	25	4,4	19,57	9			5	0,132	1,8	1	2,8325	4,8925	0,51	4,88	0,94	0,59	9,9113	0,117446373	3,81	0,447652243	0,238	0,14	3,313146246
P1	SD78	30,5	4,4	19,57	28			5	0,132	1,8	1	3,35885	5,96885	0,36	4,88	0,94	0,55	19,251	0,197076843	3,81	0,751167436	0,238	0,1	7,61021347

P1	SD77	1,2	4,82	19,57	12	17,388	C	5	0,132	1,5	1	0,23484	0,23484	0,99	4,88	0,94	1,30	19,599	0,201074603	3,81	0,766405079	0,198	0,13	6,010146563
P1	SD77	3,5	4,82	19,57	14			5	0,132	1,5	1	0,68495	0,68495	0,97	4,88	0,94	1,21	20,791	0,215880581	3,81	0,822838746	0,198	0,13	6,569358008
P1	SD77	6,3	4,82	19,57	9			5	0,132	1,5	1	1,08491	1,23291	0,95	4,88	0,94	0,96	13,008	0,140095023	3,81	0,533978613	0,198	0,14	3,835832824
P1	SD77	12	4,82	19,57	15			5	0,132	1,5	1	1,6304	2,3484	0,85	4,88	0,94	0,78	15,93	0,164138847	3,81	0,625622751	0,198	0,16	3,953681451
P1	SD77	16,2	4,82	19,57	20			5	0,132	1,5	1	2,03234	3,17034	0,74	4,88	0,94	0,70	18,076	0,184471515	3,81	0,703121646	0,198	0,15	4,723399936
P1	SD77	20,5	4,82	19,57	43			5	0,132	1,5	1	2,44385	4,01185	0,63	4,88	0,94	0,64	30,751	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD77	26	4,82	19,57	40			5	0,132	1,5	1	2,9702	5,0882	0,48	4,88	0,94	0,58	26,71	0,337023645	3,81	1,284581094	0,198	0,11	12,14351058
P1	SD77	31,2	4,82	19,57	20			5	0,132	1,5	1	3,46784	6,10584	0,34	4,88	0,94	0,54	14,983	0,155973888	3,81	0,594501635	0,198	0,08	7,694576216
P1	SD76	1,5	5,4	19,57	16	17,168	C	5	0,132	1,5	1	0,29355	0,29355	0,99	4,88	0,94	1,30	24,504	0,278746061	3,81	1,062453409	0,198	0,13	8,351100117
P1	SD76	3,5	5,4	19,57	12			5	0,132	1,5	1	0,68495	0,68495	0,97	4,88	0,94	1,21	18,519	0,189071865	3,81	0,720656094	0,198	0,13	5,753554879
P1	SD76	6	5,4	19,57	10			5	0,132	1,5	1	1,1142	1,1742	0,95	4,88	0,94	0,95	13,792	0,146236161	3,81	0,55738584	0,198	0,13	4,307294505
P1	SD76	8,2	5,4	19,57	12			5	0,132	1,5	1	1,32474	1,60474	0,94	4,88	0,94	0,87	14,687	0,153509496	3,81	0,58510849	0,198	0,15	4,004230861
P1	SD76	12,5	5,4	19,57	27			5	0,132	1,5	1	1,73625	2,44625	0,84	4,88	0,94	0,76	24,153	0,271284987	3,81	1,034015182	0,198	0,15	6,786584602
P1	SD76	18	5,4	19,57	33			5	0,132	1,5	1	2,2626	3,5226	0,69	4,88	0,94	0,66	25,515	0,30273717	3,81	1,153896622	0,198	0,14	8,30517848
P1	SD76	21,2	5,4	19,57	18			5	0,132	1,5	1	2,56884	4,14884	0,61	4,88	0,94	0,62	15,444	0,159899276	3,81	0,60946343	0,198	0,13	4,822857911
P1	SD76	24,2	5,4	19,57	37			5	0,132	1,5	1	2,85594	4,73594	0,53	4,88	0,94	0,59	25,473	0,30166046	3,81	1,14979269	0,198	0,11	10,20622482
P1	SD76	26,6	5,4	19,57	32			5	0,132	1,5	1	3,08562	5,20562	0,46	4,88	0,94	0,57	22,015	0,233276792	3,81	0,889145201	0,198	0,1	8,829825161
P1	SD76	29,8	5,4	19,57	12			5	0,132	1,5	1	3,39186	5,83186	0,38	4,88	0,94	0,54	11,01	0,125211204	3,81	0,477248254	0,198	0,08	5,700518639
P1	SD75ter	1,5	5,72	19,57	19	28,718	C	5	0,132	1,5	1	0,29355	0,29355	0,99	4,88	0,94	1,30	28,184	0,391237533	3,81	1,491219817	0,198	0,13	11,72129138
P1	SD75ter	3	5,72	19,57	27			5	0,132	1,5	1	0,5871	0,5871	0,98	4,88	0,94	1,30	37,995	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD75ter	5,8	5,72	19,57	28			5	0,132	1,5	1	1,12706	1,13506	0,96	4,88	0,94	0,94	29,687	0,466061996	3,81	1,776416692	0,198	0,12	14,34183563
P1	SD75ter	8,5	5,72	19,57	31			5	0,132	1,5	1	1,38545	1,66345	0,93	4,88	0,94	0,85	29,652	0,4640151	3,81	1,768614855	0,198	0,14	12,24153359
P1	SD75ter	15	5,72	19,57	27			5	0,132	1,5	1	2,0075	2,9355	0,77	4,88	0,94	0,71	22,804	0,246001252	3,81	0,937645065	0,198	0,15	6,441293321
P1	SD75ter	21,5	5,72	19,57	32			5	0,132	1,5	1	2,62955	4,20755	0,6	4,88	0,94	0,62	23,441	0,257325878	3,81	0,980809396	0,198	0,12	7,93858612
P1	SD75ter	29,8	5,72	19,57	44			5	0,132	1,5	1	3,42386	5,83186	0,38	4,88	0,94	0,54	27,246	0,354979857	3,81	1,353022022	0,198	0,08	16,31371863
P1	SD75bis	1,2	5,72	19,57	13			5	0,132	1,5	1	0,23484	0,23484	0,99	4,88	0,94	1,30	20,825	0,216328684	3,81	0,824546711	0,198	0,13	6,466093088
P1	SD75bis	3	5,72	19,57	9	5	0,132	1,5	1	0,5871	0,5871	0,98	4,88	0,94	1,30	15,92	0,164043549	3,81	0,625259518	0,198	0,13	4,972387613		
P1	SD75bis	6,5	5,72	19,57	11	5	0,132	1,5	1	1,19405	1,27205	0,95	4,88	0,94	0,92	14,349	0,150730302	3,81	0,574515464	0,198	0,13	4,409528999		
P1	SD75bis	8,5	5,72	19,57	14	5	0,132	1,5	1	1,38545	1,66345	0,93	4,88	0,94	0,85	16,068	0,165363088	3,81	0,630289003	0,198	0,14	4,36256881		
P1	SD75bis	12	5,72	19,57	18	5	0,132	1,5	1	1,7204	2,3484	0,85	4,88	0,94	0,76	17,789	0,181564882	3,81	0,692042882	0,198	0,15	4,614848144		
P1	SD75bis	17,5	5,72	19,57	30	5	0,132	1,5	1	2,24675	3,42475	0,71	4,88	0,94	0,67	23,705	0,262330314	3,81	0,999884033	0,198	0,14	7,211591951		
P1	SD75bis	22,5	5,72	19,57	19	5	0,132	1,5	1	2,72525	4,40325	0,57	4,88	0,94	0,61	15,706	0,162171446	3,81	0,618123911	0,198	0,12	5,185443872		
P1	SD75bis	27,2	5,72	19,57	33	5	0,132	1,5	1	3,17504	5,32304	0,45	4,88	0,94	0,56	22,3	0,237717358	3,81	0,906070623	0,198	0,1	9,378376861		
P1	SD75bis	32,5	5,72	19,57	39	5	0,132	1,5	1	3,68225	6,36025	0,31	4,88	0,94	0,52	23,997	0,268079655	3,81	1,021797912	0,198	0,07	15,00892027		
P1	SD75	1,5	4,82	19,57	13	16,689	C	5	0,132	1,5	1	0,29355	0,29355	0,99	4,88	0,94	1,30	20,825	0,216328684	3,81	0,824546711	0,198	0,13	6,481105034
P1	SD75	3	4,82	19,57	9			5	0,132	1,5	1	0,5871	0,5871	0,98	4,88	0,94	1,30	15,92	0,164043549	3,81	0,625259518	0,198	0,13	4,972387613
P1	SD75	7,2	4,82	19,57	11			5	0,132	1,5	1	1,17104	1,40904	0,94	4,88	0,94	0,92	14,442	0,151487091	3,81	0,577400001	0,198	0,15	3,9459502
P1	SD75	11,2	4,82	19,57	14			5	0,132	1,5	1	1,55384	2,19184	0,87	4,88	0,94	0,80	15,445	0,159903653	3,81	0,609480115	0,198	0,16	3,836986254
P1	SD75	16,5	4,82	19,57	18			5	0,132	1,5	1	2,06105	3,22905	0,73	4,88	0,94	0,70	16,674	0,170858558	3,81	0,651235236	0,198	0,15	4,403546518
P1	SD75	18,5	4,82	19,57	30			5	0,132	1,5	1	2,25245	3,62045	0,68	4,88	0,94	0,67	23,682	0,261870552	3,81	0,998131632	0,198	0,14	7,09514103
P1	SD75	21,4	4,82	19,57	10			5	0,132	1,5	1	2,52998	4,18798	0,6	4,88	0,94	0,63	10,795	0,123668628	3,81	0,471368654	0,198	0,13	3,671563974
P1	SD75	27	4,82	19,57	33			5	0,132	1,5	1	3,0659	5,2839	0,45	4,88	0,94	0,57	22,607	0,242697978	3,81	0,925054484	0,198	0,1	9,204455431
P1	SD75	30,5	4,82	19,57	38			5	0,132	1,5	1	3,40085	5,96885	0,36	4,88	0,94	0,54	24,262	0,273541935	3,81	1,042617643	0,198	0,08	12,83403651
P1	SD75	33,5	4,82	19,57	61			5	0,132	1,5	1	3,68795	6,55595	0,28	4,88	0,94	0,52	34,756	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,06	NON LIQUEFACIBILE

P1	S18	2,3	7,6	19,57	19	23,801	C	5	0,132	1,5	1	0,45011	0,45011	0,98	4,88	0,94	1,30	28,184	0,391237533	3,81	1,491219817	0,198	0,13	11,79431046
P1	S18	5	7,6	19,57	21			5	0,132	1,5	1	0,9785	0,9785	0,96	4,88	0,94	1,01	24,848	0,286463618	3,81	1,091869231	0,198	0,12	8,821245031
P1	S18	11,5	7,6	19,57	31			5	0,132	1,5	1	1,86055	2,25055	0,87	4,88	0,94	0,73	26,257	0,323137635	3,81	1,231653931	0,198	0,13	9,125754453
P1	S18	17,5	7,6	19,57	31			5	0,132	1,5	1	2,43475	3,42475	0,71	4,88	0,94	0,64	23,567	0,259679217	3,81	0,989779257	0,198	0,13	7,736053847
P1	SD74	1,5	6,15	19,57	7	28,928	C	5	0,132	1,5	1	0,29355	0,29355	0,99	4,88	0,94	1,30	13,467	0,143664476	3,81	0,547583745	0,198	0,13	4,304119728
P1	SD74	3	6,15	19,57	23			5	0,132	1,5	1	0,5871	0,5871	0,98	4,88	0,94	1,30	33,089	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD74	4	6,15	19,57	25			5	0,132	1,5	1	0,7828	0,7828	0,97	4,88	0,94	1,13	31,457	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD74	6,5	6,15	19,57	24			5	0,132	1,5	1	1,23705	1,27205	0,95	4,88	0,94	0,90	25,176	0,2942433	3,81	1,121521845	0,198	0,13	8,917907387
P1	SD74	9,5	6,15	19,57	33			5	0,132	1,5	1	1,52415	1,85915	0,92	4,88	0,94	0,81	30,021	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,14	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD74	12,5	6,15	19,57	46			5	0,132	1,5	1	1,81125	2,44625	0,84	4,88	0,94	0,74	37,028	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,15	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD74	14,6	6,15	19,57	24			5	0,132	1,5	1	2,01222	2,85722	0,78	4,88	0,94	0,70	20,794	0,215916876	3,81	0,822977086	0,198	0,14	5,742820138
P1	SD74	18	6,15	19,57	60			5	0,132	1,5	1	2,3376	3,5226	0,69	4,88	0,94	0,65	41,79	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD74	20,5	6,15	19,57	60			5	0,132	1,5	1	2,57685	4,01185	0,63	4,88	0,94	0,62	40,035	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD74	23,5	6,15	19,57	39			5	0,132	1,5	1	2,86395	4,59895	0,55	4,88	0,94	0,59	26,556	0,332167148	3,81	1,266070332	0,198	0,11	11,20872284
P1	SD74	26,5	6,15	19,57	100			5	0,132	1,5	1	3,15105	5,18605	0,47	4,88	0,94	0,56	57,864	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,1	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD73	1,5	4,32	19,57	7			9,332	D	5	0,132	1,8	1	0,29355	0,29355	0,99	4,88	0,94	1,30	13,467	0,143664476	3,81	0,547583745	0,238
P1	SD73	3,5	4,32	19,57	4	5	0,132			1,8	1	0,68495	0,68495	0,97	4,88	0,94	1,21	9,4274	0,114114168	3,81	0,434951391	0,238	0,15	2,893794422
P1	SD73	7	4,32	19,57	11	5	0,132			1,8	1	1,1019	1,3699	0,95	4,88	0,94	0,95	14,737	0,153923742	3,81	0,58668741	0,238	0,18	3,22851358
P1	SD73	9	4,32	19,57	6	5	0,132			1,8	1	1,2933	1,7613	0,93	4,88	0,94	0,88	9,8439	0,116979281	3,81	0,445871899	0,238	0,2	2,276651753
P1	SD73	10,8	4,32	19,57	8	5	0,132			1,8	1	1,46556	2,11356	0,89	4,88	0,94	0,83	11,097	0,125838494	3,81	0,479639198	0,238	0,2	2,431569427
P1	SD73	12,5	4,32	19,57	19	5	0,132			1,8	1	1,62825	2,44625	0,84	4,88	0,94	0,78	18,886	0,193022906	3,81	0,735715667	0,238	0,19	3,773652787
P1	SD73	15,5	4,32	19,57	10	5	0,132			1,8	1	1,91535	3,03335	0,76	4,88	0,94	0,72	11,678	0,130069401	3,81	0,495765493	0,238	0,19	2,666507594
P1	SD73	20,5	4,32	19,57	15	5	0,132			1,8	1	2,39385	4,01185	0,63	4,88	0,94	0,65	14	0,147900288	3,81	0,563728736	0,238	0,16	3,475662382
P1	SD73	27,4	4,32	19,57	21	5	0,132			1,8	1	3,05418	5,36218	0,44	4,88	0,94	0,57	16,183	0,166390711	3,81	0,634205834	0,238	0,12	5,286751883
P1	SD72	1,5	8,43	19,57	18	5	0,132			1,5	1	0,29355	0,29355	0,99	4,88	0,94	1,30	26,957	0,345074322	3,81	1,315266619	0,198	0,13	10,33826342
P1	SD72	5	8,43	19,57	23	5	0,132			1,5	1	0,9785	0,9785	0,96	4,88	0,94	1,01	26,75	0,338279508	3,81	1,289367874	0,198	0,12	10,41684263
P1	SD72	7,3	8,43	19,57	21	5	0,132			1,5	1	1,42861	1,42861	0,94	4,88	0,94	0,84	21,406	0,224301435	3,81	0,854935218	0,198	0,12	7,035765621
P1	SD72	10,5	8,43	19,57	25	5	0,132	1,5	1	1,84785	2,05485	0,89	4,88	0,94	0,74	22,179	0,23580773	3,81	0,898791986	0,198	0,13	7,027482529		
P1	SD72	18	8,43	19,57	22	5	0,132	1,5	1	2,5656	3,5226	0,69	4,88	0,94	0,62	17,8	0,181674976	3,81	0,692462511	0,198	0,12	5,651444903		
P1	SD72	22,5	8,43	19,57	18	5	0,132	1,5	1	2,99625	4,40325	0,57	4,88	0,94	0,58	14,662	0,153298007	3,81	0,584302392	0,198	0,11	5,389143611		
P1	SD72	25,5	8,43	19,57	23	5	0,132	1,5	1	3,28335	4,99035	0,49	4,88	0,94	0,55	16,82	0,1722141	3,81	0,65640195	0,198	0,1	6,804534997		
P1	SD72	32,2	8,43	19,57	29	5	0,132	1,5	1	3,92454	6,30154	0,31	4,88	0,94	0,50	18,65	0,190466857	3,81	0,72597317	0,198	0,06	11,17879469		
P1	SD71	3	7,8	19,57	20	20,642	C	5	0,132	1,5	1	0,5871	0,5871	0,98	4,88	0,94	1,30	29,41	0,450412657	3,81	1,716768518	0,198	0,13	13,65263264
P1	SD71	5,5	7,8	19,57	24			5	0,132	1,5	1	1,07635	1,07635	0,96	4,88	0,94	0,96	26,639	0,33474706	3,81	1,275903788	0,198	0,12	10,34922603
P1	SD71	6,2	7,8	19,57	23			5	0,132	1,5	1	1,21334	1,21334	0,95	4,88	0,94	0,91	24,52	0,279081179	3,81	1,063730725	0,198	0,12	8,676733464
P1	SD71	10,5	7,8	19,57	18			5	0,132	1,5	1	1,78485	2,05485	0,89	4,88	0,94	0,75	17,553	0,179235467	3,81	0,683164212	0,198	0,13	5,159417821
P1	SD71	12,1	7,8	19,57	24			5	0,132	1,5	1	1,93797	2,36797	0,85	4,88	0,94	0,72	21,096	0,219979926	3,81	0,838463587	0,198	0,13	6,265888728
P1	SD71	15,8	7,8	19,57	24			5	0,132	1,5	1	2,29206	3,09206	0,75	4,88	0,94	0,66	19,791	0,203341708	3,81	0,775046255	0,198	0,13	5,935105712
P1	SD71	18,1	7,8	19,57	18			5	0,132	1,5	1	2,51217	3,54217	0,69	4,88	0,94	0,63	15,563	0,160922203	3,81	0,613362364	0,198	0,13	4,893390597
P1	SD71	20	7,8	19,57	19			5	0,132	1,5	1	2,694	3,914	0,64	4,88	0,94	0,61	15,769	0,162718896	3,81	0,620210542	0,198	0,12	5,18271578
P1	SD71	23,9	7,8	19,57	15			5	0,132	1,5	1	3,06723	4,67723	0,54	4,88	0,94	0,57	12,937	0,139545405	3,81	0,531883717	0,198	0,11	5,057504993
P1	SD71	26	7,8	19,57	32			5	0,132	1,5	1	3,2682	5,0882	0,48	4,88	0,94	0,55	21,53	0,226067623	3,81	0,861667124	0,198	0,1	8,962830532

P1	SD70	2,5	10,2	19,57	16	27,366	C	5	0,132	1,5	1	0,48925	0,48925	0,98	4,88	0,94	1,30	24,504	0,278746061	3,81	1,062453409	0,198	0,13	8,416231674		
P1	SD70	5	10,2	19,57	46			5	0,132	1,5	1	0,9785	0,9785	0,96	4,88	0,94	1,01	48,618	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD70	9,5	10,2	19,57	27			5	0,132	1,5	1	1,85915	1,85915	0,92	4,88	0,94	0,73	23,506	0,258523072	3,81	0,985372556	0,198	0,12	8,31895737		
P1	SD70	11,5	10,2	19,57	34			5	0,132	1,5	1	2,12055	2,25055	0,87	4,88	0,94	0,69	26,841	0,341232427	3,81	1,300623059	0,198	0,12	10,98344811		
P1	SD70	17	10,2	19,57	24			5	0,132	1,5	1	2,6469	3,3269	0,72	4,88	0,94	0,61	18,756	0,191609922	3,81	0,730330014	0,198	0,12	6,269682925		
P1	SD70	25,5	10,2	19,57	27			5	0,132	1,5	1	3,46035	4,99035	0,49	4,88	0,94	0,54	18,533	0,189222325	3,81	0,721229577	0,198	0,09	7,879614415		
P1	SD70	30,2	10,2	19,57	45			5	0,132	1,5	1	3,91014	5,91014	0,37	4,88	0,94	0,51	26,285	0,323971475	3,81	1,23483215	0,198	0,07	17,2654355		
P1	SD67	4	5,05	19,57	20	19,398	C	5	0,132	1,5	1	0,7828	0,7828	0,97	4,88	0,94	1,13	26,142	0,319805574	3,81	1,218953627	0,198	0,12	9,770248767		
P1	SD67	5,8	5,05	19,57	31			5	0,132	1,5	1	1,06006	1,13506	0,96	4,88	0,94	0,97	33,199	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD67	10,2	5,05	19,57	15			5	0,132	1,5	1	1,48114	1,99614	0,9	4,88	0,94	0,82	16,474	0,169019483	3,81	0,644225519	0,198	0,16	4,119283542		
P1	SD67	12,5	5,05	19,57	19			5	0,132	1,5	1	1,70125	2,44625	0,84	4,88	0,94	0,77	18,582	0,189746215	3,81	0,723226411	0,198	0,16	4,651087488		
P1	SD66	1,5	12,26	19,57	9			5	0,132	1,5	1	0,29355	0,29355	0,99	4,88	0,94	1,30	15,92	0,164043549	3,81	0,625259518	0,198	0,13	4,914667122		
P1	SD66	5,2	12,26	19,57	11			5	0,132	1,5	1	1,01764	1,01764	0,96	4,88	0,94	0,99	15,137	0,157278208	3,81	0,599473108	0,198	0,12	4,850878664		
P1	SD66	9	12,26	19,57	38			5	0,132	1,5	1	1,7613	1,7613	0,93	4,88	0,94	0,75	31,811	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD66	11,2	12,26	19,57	27	21,739	C	5	0,132	1,5	1	2,19184	2,19184	0,87	4,88	0,94	0,68	22,034	0,233567504	3,81	0,890253265	0,198	0,11	7,905818306		
P1	SD66	16,5	12,26	19,57	32			5	0,132	1,5	1	2,80505	3,22905	0,73	4,88	0,94	0,60	22,851	0,246806857	3,81	0,940715667	0,198	0,11	8,657154221		
P1	SD66	22,5	12,26	19,57	18			5	0,132	1,5	1	3,37925	4,40325	0,57	4,88	0,94	0,54	14,091	0,148633976	3,81	0,566525223	0,198	0,1	5,893097398		
P1	SD66	27,5	12,26	19,57	51			5	0,132	1,5	1	3,85775	5,38175	0,44	4,88	0,94	0,51	29,303	0,444598673	3,81	1,694608253	0,198	0,08	21,46324991		
P1	SD65bis	1,5	25	19,57	66			35,027	C	5	0,132	1,5	1	0,29355	0,29355	0,99	4,88	0,94	1,30	85,825	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD65bis	5,5	25	19,57	21					5	0,132	1,5	1	1,07635	1,07635	0,96	4,88	0,94	0,96	23,919	0,266523264	3,81	1,015865655	0,198	0,12	8,239981244
P1	SD65bis	16,5	25	19,57	100					5	0,132	1,5	1	3,22905	3,22905	0,73	4,88	0,94	0,56	57,22	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,09	NON LIQUEFACIBILE
P1	SD65bis	21,2	25	19,57	32	5	0,132			1,5	1	4,14884	4,14884	0,61	4,88	0,94	0,49	19,657	0,201761551	3,81	0,769023413	0,198	0,08	9,828472091		
P1	SD65	1,5	31,97	19,57	20	5	0,132			1,5	1	0,29355	0,29355	0,99	4,88	0,94	1,30	29,41	0,450412657	3,81	1,716768518	0,198	0,13	13,4941501		
P1	SD65	5	31,97	19,57	19	5	0,132			1,5	1	0,9785	0,9785	0,96	4,88	0,94	1,01	22,947	0,248444827	3,81	0,946958862	0,198	0,12	7,650509716		
P1	SD65	6,2	31,97	19,57	100	5	0,132			1,5	1	1,21334	1,21334	0,95	4,88	0,94	0,91	90,264	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD65	8,2	31,97	19,57	100	30,812	C	5	0,132	1,5	1	1,60474	1,60474	0,94	4,88	0,94	0,79	79,125	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD65	18	31,97	19,57	17			5	0,132	1,5	1	3,5226	3,5226	0,69	4,88	0,94	0,53	13,401	0,14314551	3,81	0,545605683	0,198	0,09	6,11387424		
P1	SD65	21,2	31,97	19,57	100			5	0,132	1,5	1	4,14884	4,14884	0,61	4,88	0,94	0,49	51,056	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,08	NON LIQUEFACIBILE		
P1	S16	2,5	20	19,57	100			37,269	C	5	0,132	1,5	1	0,48925	0,48925	0,98	4,88	0,94	1,30	127,52	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,13	NON LIQUEFACIBILE
P1	S16	8	20	19,57	29					5	0,132	1,5	1	1,5656	1,5656	0,94	4,88	0,94	0,80	26,68	0,336050426	3,81	1,280871626	0,198	0,12	10,60117436
P1	SD64	1,5	19,15	19,57	12					5	0,132	1,5	1	0,29355	0,29355	0,99	4,88	0,94	1,30	19,599	0,201074603	3,81	0,766405079	0,198	0,13	6,024099965
P1	SD64	3	19,15	19,57	20					5	0,132	1,5	1	0,5871	0,5871	0,98	4,88	0,94	1,30	29,41	0,450412657	3,81	1,716768518	0,198	0,13	13,65263264
P1	SD64	6	19,15	19,57	23	5	0,132			1,5	1	1,1742	1,1742	0,95	4,88	0,94	0,92	24,844	0,286376557	3,81	1,091537392	0,198	0,12	8,889271585		
P1	SD64	12,2	19,15	19,57	20	5	0,132			1,5	1	2,38754	2,38754	0,85	4,88	0,94	0,65	17,055	0,174429857	3,81	0,664847408	0,198	0,11	6,089960067		
P1	SD64	18	19,15	19,57	63	5	0,132			1,5	1	3,5226	3,5226	0,69	4,88	0,94	0,53	36,451	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,09	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD64	22	19,15	19,57	33	5	0,132	1,5	1	4,0204	4,3054	0,59	4,88	0,94	0,50	20,361	0,21031825	3,81	0,801637667	0,198	0,08	9,915469147				
P1	SD62	1,5	4,5	19,57	7	15,718	C	5	0,132	1,5	1	0,29355	0,29355	0,99	4,88	0,94	1,30	13,467	0,143664476	3,81	0,547583745	0,198	0,13	4,304119728		
P1	SD62	3	4,5	19,57	15			5	0,132	1,5	1	0,5871	0,5871	0,98	4,88	0,94	1,30	23,278	0,254323762	3,81	0,969366694	0,198	0,13	7,708906139		
P1	SD62	8,2	4,5	19,57	21			5	0,132	1,5	1	1,23474	1,60474	0,94	4,88	0,94	0,90	22,656	0,243509629	3,81	0,928148128	0,198	0,16	5,920315745		
P1	SD62	11,5	4,5	19,57	36			5	0,132	1,5	1	1,55055	2,25055	0,87	4,88	0,94	0,80	32,072	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,16	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD61	2	10,2	19,57	7			5	0,132	1,8	1	0,3914	0,3914	0,98	4,88	0,94	1,30	13,467	0,143664476	3,81	0,547583745	0,238	0,15	3,60069899		
P1	SD61	3,2	10,2	19,57	15			5	0,132	1,8	1	0,62624	0,62624	0,98	4,88	0,94	1,26	22,709	0,24439275	3,81	0,931514186	0,238	0,15	6,182918222		
P1	SD61	6,5	10,2	19,57	21			5	0,132	1,8	1	1,27205	1,27205	0,95	4,88	0,94	0,89	22,393	0,239213107	3,81	0,911771741	0,238	0,15	6,212652047		

P1	SD60	1,5	9,56	19,57	9	30,179	C	5	0,132	1,5	1	0,29355	0,29355	0,99	4,88	0,94	1,30	15,92	0,164043549	3,81	0,625259518	0,198	0,13	4,914667122		
P1	SD60	4,5	9,56	19,57	100			5	0,132	1,5	1	0,88065	0,88065	0,97	4,88	0,94	1,07	105,1	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD60	6,2	9,56	19,57	37			5	0,132	1,5	1	1,21334	1,21334	0,95	4,88	0,94	0,91	36,473	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD60	7	9,56	19,57	100			5	0,132	1,5	1	1,3699	1,3699	0,95	4,88	0,94	0,85	85,237	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD59	5	7,59	19,57	17	19,394	C	5	0,132	1,5	1	0,9785	0,9785	0,96	4,88	0,94	1,01	21,045	0,219283297	3,81	0,835808355	0,198	0,12	6,75252135		
P1	SD59	7,5	7,59	19,57	27			5	0,132	1,5	1	1,46775	1,46775	0,94	4,88	0,94	0,83	25,842	0,311409231	3,81	1,186950581	0,198	0,12	9,783970547		
P1	SD58	1,5	1,69	19,57	11	16,829	C	5	0,132	1,5	1	0,29355	0,29355	0,99	4,88	0,94	1,30	18,372	0,18753278	3,81	0,714789799	0,198	0,13	5,618393353		
P1	SD58	3	1,69	19,57	14			5	0,132	1,5	1	0,4561	0,5871	0,98	4,88	0,94	1,30	22,052	0,233838391	3,81	0,891285762	0,198	0,16	5,506423687		
P1	SD58	6,5	1,69	19,57	8			5	0,132	1,5	1	0,79105	1,27205	0,95	4,88	0,94	1,12	13,341	0,142681996	3,81	0,543838979	0,198	0,2	2,765299872		
P1	SD58	11,5	1,69	19,57	11			5	0,132	1,5	1	1,26955	2,25055	0,87	4,88	0,94	0,89	14,064	0,14841302	3,81	0,565683038	0,198	0,2	2,859971481		
P1	SD58	17	1,69	19,57	21			5	0,132	1,5	1	1,7959	3,3269	0,72	4,88	0,94	0,75	19,62	0,201320096	3,81	0,767340788	0,198	0,17	4,46950399		
P1	SD58	21,5	1,69	19,57	42			5	0,132	1,5	1	2,22655	4,20755	0,6	4,88	0,94	0,67	31,354	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,15	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD58	26,2	1,69	19,57	100			5	0,132	1,5	1	2,67634	5,12734	0,47	4,88	0,94	0,61	62,371	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,12	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD58	30	1,69	19,57	55			5	0,132	1,5	1	3,04	5,871	0,37	4,88	0,94	0,57	34,55	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,09	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD57	1,5	1,45	19,57	13			26,713	C	5	0,132	1,5	1	0,28855	0,29355	0,99	4,88	0,94	1,30	20,825	0,216328684	3,81	0,824546711	0,198	0,13	6,370713192
P1	SD57	3	1,45	19,57	16					5	0,132	1,5	1	0,4321	0,5871	0,98	4,88	0,94	1,30	24,504	0,278746061	3,81	1,062453409	0,198	0,17	6,218515831
P1	SD57	6,5	1,45	19,57	33	5	0,132			1,5	1	0,76705	1,27205	0,95	4,88	0,94	1,14	40,319	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD57	10,5	1,45	19,57	22	5	0,132			1,5	1	1,14985	2,05485	0,89	4,88	0,94	0,93	24,178	0,271785839	3,81	1,035924202	0,198	0,21	5,040145078		
P1	SD57	17,2	1,45	19,57	37	5	0,132			1,5	1	1,79104	3,36604	0,71	4,88	0,94	0,75	30,884	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,17	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD57	22	1,45	19,57	100	5	0,132			1,5	1	2,2504	4,3054	0,59	4,88	0,94	0,67	67,576	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,198	0,14	NON LIQUEFACIBILE		
P1	SD57	26,2	1,45	19,57	31	5	0,132			1,5	1	2,65234	5,12734	0,47	4,88	0,94	0,61	22,784	0,245659116	3,81	0,936340998	0,198	0,12	7,932187398		
P1	SD57	33,2	1,45	19,57	30	5	0,132			1,5	1	3,32224	6,49724	0,29	4,88	0,94	0,55	20,362	0,210330143	3,81	0,801682994	0,198	0,07	11,07637735		

4.5 Indagini geotecniche effettuate (campagne 2004 e 2010)

I dati stratigrafici e geotecnici riportati nella presente relazione e nei profili stratigrafico-geotecnici (vedi il documento di riferimento n°9) sono stati desunti dai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio condotte nell'area durante le campagne di indagine effettuate da Ottobre a Novembre 2003 e da Maggio a Giugno 2010.

La **campagna di indagini 2004** è consistita nell'esecuzione di:

- n. 23 sondaggi geotecnici a carotaggio continuo (A2-S1→A2-S23), all'interno dei quali sono state eseguite e prelevati:
 - prove penetrometriche dinamiche SPT;
 - campioni indisturbati;
 - campioni rimaneggiati.
- n. 2 prove penetrometriche statiche CPT (CPT4→CPT7);
- n. 9 prove penetrometriche statiche CPTU (CPTU1→CPTU8);
- n. 10 pozzetti esplorativi (PZ1→PZ10) e n. 10 trincee esplorative (T1→T10), all'interno dei quali sono state eseguite e prelevati:
 - prove di carico su piastra;
 - campioni rimaneggiati.

La **Tabella 4-4** riassume le principali caratteristiche dei sondaggi, il numero di campioni prelevati, il numero di prove geotecniche eseguite in foro ed il tipo di strumentazione piezometrica installata.

La **Tabella 4-5** riassume le principali caratteristiche delle prove penetrometriche statiche CPTU.

La **Tabella 4-6** elenca le principali caratteristiche dei pozzetti esplorativi e delle prove di carico su piastra (PLT), eseguite all'interno degli stessi.

I campioni indisturbati, prelevati durante la campagna di indagine di fase A, sono stati sottoposti alle seguenti prove di laboratorio:

a) prove di classificazione:

- analisi granulometriche per vagliatura e per sedimentazione;
- limiti di Atterberg (limite liquido e limite plastico);
- contenuto naturale d'acqua;
- peso di volume naturale;
- peso specifico dei grani;

b) prove per la determinazione delle caratteristiche di resistenza e di deformabilità:

- prove di compressione monoassiale (ELL);
- prove triassiali non consolidate non drenate (TX-UU);
- prove triassiali consolidate isotropicamente non drenate (TX-CIU);
- prove di taglio diretto (TD);
- prove edometriche ad incrementi di carico (ED-IL).

Sui campioni rimaneggiati, prelevati all'interno dei pozzetti sono state eseguite le seguenti prove:

- analisi granulometriche per vagliatura e per sedimentazione;
- limiti di Atterberg (limite liquido e limite plastico);
- prove di compattazione modificata (ASTM D1557);
- prove di penetrazione CBR (CNR UNI 10009).

Tabella 4-4: Riepilogo sondaggi stratigrafici (campagna di indagini 2004)

Sigla e km	Quota (m s.l.m.)	Tipo	D (m)	C.I.	C.R.	S.P.T.	Strumentazione
A2 - S1		C.C.	30,00	2	2	1	C.C.
A2 - S2		C.C.	20,00	3	2	–	T.A.
A2 - S3		C.C.	25,00	4	3	–	C.C.
A2 - S4		C.C.	20,00	–	3	–	T.A.
A2 - S5		C.C.	20,00	2	2	4	T.A.
A2 - S6		C.C.	30,00	2	2	5	T.A. C.C.
A2 - S7		C.C.	15,00	–	2	1	T.A.
A2 - S8		C.C.	20,00	2	2	–	T.A.
A2 - S9		C.C.	20,00	1	2	4	T.A.
A2 - S10		C.C.	30,00	2	2	6	T.A. C.C.
A2 - S11		C.C.	20,00	–	3	–	T.A.
A2 - S12		C.C.	20,00	–	4	–	T.A.
A2 - S13		C.C.	25,00	1	2	5	C.C.
C.C.	Perforazione a carotaggio continuo						
D.N.	Perforazione a distruzione di nucleo						
D	Profondità in metri da piano campagna						
form.	Formazione geologia						
C.I.	N. di campioni indisturbati						
C.R.	N. di campioni rimaneggiati						
S.P.T.	N. di prove penetrometriche dinamiche in foro di sondaggio						
C.C.	Cella piezometrica Casagrande (con indicazione delle profondità da p.c.)						
CH	Prova Cross Hole						
T.A.	Tubo finestrato						

Tabella 4-5: Riepilogo prove penetrometriche statiche CPTU (campagna di indagini 2004)

Sigla	Progressiva (km)	Quota (m s.l.m.)	D (m)
CPTU1	45+205 sx	8,01	13
CPTU2	41+720 dx	8,49	13
CPTU3	38+770 dx	10,96	8
CPTU4	32+686 dx	28,23	15
CPTU5	21+840 sx	15,94	20
CPTU6	16+620 dx	8,11	5
CPTU7	11+340 sx	4,92	7
CPTU8	11+493 dx	5,90	15
D (m) = profondità massima in metri da p.c. raggiunta dalla prova CPTU			

Tabella 4-6: Riepilogo pozzetti stratigrafici campagna di indagini 2004)

Sigla	Progr. (km)	Quota (m s.l.m.)	D ⁽¹⁾ (m)	Dw ⁽²⁾ (m)	Prove PLT (m)	C.R. (m)	Profondità C.R. (m)
PZ1			3,20		0,50 / 1,00	1	0,50
PZ2			3,50		0,50 / 1,00	1	0,80
PZ3			3,50		0,50 / 1,00	1	0,80
PZ4			3,40		0,50 / 1,00	1	1,00
PZ5			3,10		0,50 / 1,00	1	0,70
PZ6			3,00		0,50 / 1,00	1	0,90
PZ7			3,40		0,50 / 1,00	1	1,00
PZ8			3,50		0,50 / 1,00	1	1,00
PZ9			3,50		0,50 / 1,00	1	1,00
PZ10			2,50		0,50 / 1,00	1	1,00
T1			4,10		0,40 / 0,80	1	1,50 / 3,50
T2			2,90		0,40 / 0,80	1	1,50 / 2,50
T3			3,70		0,40 / 0,80	1	2,00 / 3,50
T4			4,20		0,40 / 0,80	1	2,00 / 4,00
T5			4,30		0,40 / 0,80	1	1,00 / 4,00
T6			3,30		0,40 / 0,80	1	1,00 / 3,00
T7			4,00		0,40 / 0,80	1	1,00 / 4,00
T8			4,00		0,40 / 0,80	1	1,00 / 4,00
T9			4,50		0,40 / 0,80	1	1,50 / 4,50
T10			2,30		0,40 / 0,80	1	1,00 / 2,30

D (1) = Profondità indagata

Dw (2) = Profondità della falda da p.c.

Prove PLT (m) = Profondità di esecuzione delle prove di carico su piastra, in metri da p.c.

C.R. (m) = Profondità di prelievo in pozzetto dei campioni rimaneggiati (C.R.), in metri dal p.c.

La **campagna di indagini 2010** è consistita nell'esecuzione di:

- n. 114 sondaggi geotecnici a carotaggio continuo (SD1→SD138), all'interno dei quali sono state eseguite e prelevati:
 - prove penetrometriche dinamiche SPT;
 - prove pressiometriche tipo Menard;
 - prove di permeabilità tipo Lefranc;
 - prove Lugeon;
 - campioni indisturbati;
 - campioni rimaneggiati.
- n. 7 prove cross hole (CH1-SD51, CH2-SD70, CH3-SD76, CH4-SD85, CH5-SD113, CH6-SD117, CH7-SD132).
- n. 21 pozzetti esplorativi (PZD51→PZD79), all'interno dei quali sono state eseguite e prelevati:
 - prove di carico su piastra;
 - campioni rimaneggiati;
 - prove di densità in sito.

La **Tabella 4-7** riassume le principali caratteristiche dei sondaggi, il numero di campioni prelevati, il numero di prove geotecniche eseguite in foro ed il tipo di strumentazione piezometrica installata.

La **Tabella 4-8** elenca le principali caratteristiche dei pozzetti esplorativi, delle prove di carico su piastra (PLT) e delle prove di densità in sito eseguite all'interno degli stessi.

I campioni indisturbati, prelevati durante la campagna di indagine di fase B, sono stati sottoposti a prove di laboratorio dello stesso tipo di quelle effettuate per l'indagine di fase A, con l'aggiunta di prove triassiali consolidate isotropicamente drenate TX-CID.

Tabella 4-7: Riepilogo sondaggi stratigrafici (campagna di indagini 2010)

Riferimento	Sigla e km	Quota (m s.l.m.)	Tipo	D (m)	C.I.	C.R.	S.P.T.	Strumentazione
	A2 - S1 A2 - S2 A2 - S3	36,25	C.C.	25,00	–	6	11	T.A. (3-25 ml)
	A2 - S4 A2 - S5 A2 - S6	38,24	C.C.	35,00	6	5	9	T.A. (3-35 ml)
	A2 - S7 A2 - S8	34,64	C.C.	35,00	2	7	12	T.A. (3-35 ml)
	A2 - S9 A2 - S10	45,33	C.C.	40,00	1	6	14	T.A. (3-40 ml)
	A2 - S11 A2 - S12 A2 - S13	55,42	C.C.	25,00	1	5	9	T.A. (3-25 ml)
lotto 2 parte 5	SD 1 2+420	57,54	C.C.	25,00	1	3	10	T.A. (3-25 ml)
lotto 2 parte 5	SD 2 2+280	46,54	C.C.	35,00	–	5	11	T.A. (3-35 ml)
lotto 2 parte 5	SD 3 1+987	25,78	C.C.	35,00	1	7	3	T.A. (3-35 ml)
lotto 2 parte 5	SD 4 1+175	41,25	C.C.	30,00	–	4	4	T.A. (3-30 ml)
lotto 2 parte 5	SD 4 bis 0+790	36,92	C.C.	35,00	–	6	5	T.A. (3-35 ml)
lotto 2 parte 5	SD 4 ter 0+930	33,11	C.C.	35,00	–	10	2	T.A. (3-35 ml)
lotto 2 parte 5	SD 5 0+650	26,65	C.C.	35,00	–	7	4	T.A. (3-35 ml)
lotto 2 parte 4	SD 14 1+552	31,94	C.C.	35,00	–	8	5	T.A. (3-35 ml)
	SD 15	31,44	C.C.	30,00	–	6	11	T.A. (3-30 ml)

lotto 2 parte 4	0+425							
lotto 2 parte 3	SD 17 24+100	10,92	C.C.	30,00	1	5	10	T.A. (3-30 ml)
lotto 2 parte 3	SD 18 23+775	8,68	C.C.	25,00	–	5	11	T.A. (3-25 ml)
lotto 2 parte 3	SD 19 23+650	5,12	C.C.	40,00	–	9	15	T.A. (3-40 ml)
lotto 2 parte 3	SD 20 23+525	5,75	C.C.	35,00	1	7	13	T.A. (3-35 ml)
lotto 2 parte 3	SD 20 bis 23+144	8,82	C.C.	25,00	2	5	12	T.A. (3-25 ml)
lotto 2 parte 3	SD 21 22+530	6,04	C.C.	30,00	1	4	9	T.A. (3-30 ml)
lotto 2 parte 3	SD 22 22+467	6,48	C.C.	30,00	4	5	12	T.A. (3-30 ml)
lotto 2 parte 3	SD 23 bis 22+250	6,48	C.C.	35,00	5	5	14	T.A. (3-35 ml)
lotto 2 parte 3	SD 24 22+060	8,12	C.C.	40,00	1	8	13	T.A. (3-40 ml)
lotto 2 parte 3	SD 24 ter 20+400	7,85	C.C.	35,00	5	5	11	T.A. (3-35 ml)
lotto 2 parte 3	SD 25 19+210	6,59	C.C.	25,00	3	4	9	T.A. (3-25 ml)
lotto 2 parte 3	SD 26 18+260	6,05	C.C.	35,00	4	7	10	T.A. (3-35 ml)
	SD 26 bis	6,88	C.C.	25,00	6	5	7	T.A. (3-25 ml)

lotto 2 parte 3	18+030							
lotto 2 parte 3	SD 27	6,23	C.C.	25,00	5	4	8	T.A. (3-25 ml)
lotto 2 parte 3	17+830 SD 29	7,45	C.C.	30,00	5	6	10	T.A. (3-30 ml)
lotto 2 parte 3	17+660 SD 30	7,6	C.C.	40,00	6	5	8	T.A. (3-40 ml)
lotto 2 parte 3	17+380 SD 31	8,11	C.C.	35,00	6	7	11	T.A. (3-12 ml)
lotto 2 parte 3	17+025 SD 32							C.C. (24 m)
lotto 2 parte 3	16+575 SD 33	7,96	C.C.	40,00	6	6	9	C.C. (40 m)
lotto 2 parte 3	14+153 SD 34	4,78	C.C.	30,00	3	5	6	T.A. (3-30 ml)
lotto 2 parte 3	12+600 SD 51	9,36	C.C.	35,00	5	5	8	T.A. (3-7 ml)
lotto 2 parte 3								C.C. (35 m)
lotto 2 parte 3	10+760 SD 52	9,86	C.C.	25,00	2	3	6	T.A. (3-25 ml)
	10+560 SD 53	10,73	C.C.	35,00	6	5	9	T.A. (3-35 ml)
lotto 2 parte 3	10+430 SD 54	10,94	C.C.	35,00	5	5	8	T.A. (3-21 ml)
lotto 2 parte 3	9+240 SD 55	27,36	C.C.	40,00	2	5	3	T.A. (3-9 ml)
lotto 2 parte 3								C.C. (35,5 m)
	8+105	31,12	C.C.	25,00	1	4	6	T.A. (2-8,5 ml)

lotto 2 parte 3	SD 56							C.C. (20 m)
lotto 2 parte 3	7+430 SD 57	30,11	C.C.	35,00	4	7	6	T.A. (11-28 ml) C.C. (35 m)
lotto 2 parte 3	6+852 SD 58	27,70	C.C.	30,00	2	4	3	T.A. (3-8 ml)
lotto 2 parte 3	6+180 SD 59	37,93	C.C.	25,00	3	4	6	T.A. (3-25 ml)
lotto 2 parte 3	5+180 SD 60	37,68	C.C.	40,00	1	8	5	T.A. (9-40 ml)
	4+405 SD 61	36,63	C.C.	25,00	1	5	4	–
lotto 2 parte 3	3+905	28,30	C.C.	30,00	–	–	7	T.A. (6-21,9 ml)
lotto 2 parte 3	SD 62 3+502	21,02	C.C.	30,00	2	5	4	T.A. (3-27 ml)
lotto 2 parte 3	SD 64 2+652	16,96	C.C.	35,00	2	6	4	–
lotto 2 parte 3	SD 65 1+545	10,16	C.C.	25,00	–	4	3	–
lotto 2 parte 3	SD 65 bis 1+070	10,94	C.C.	35,00	6	5	7	–
lotto 2 parte 3	SD 66 0+845	8,70	C.C.	30,00	4	7	10	T.A. (3-30 ml)
lotto 2 parte 3	SD 67 0+180	9,30	C.C.	35,00	5	8	8	T.A. (5-35 ml)
	SD 68	5,90	C.C.	30,00	5	6	9	T.A. (3-30 ml)

lotto 2 parte 2								
	0+680 SD 69							
lotto 2 parte 2		9,18	C.C.	30,00	5	6	11	T.A. (3-30 ml)
	0+375 SD 70							
lotto 2 parte 1		12,54	C.C.	40,00	6	8	10	T.A. (6-36 ml)
	27+010 SD 71							
lotto 2 parte 1		13,37	C.C.	35,00	6	6	9	T.A. (2-35 ml)
	26+781 SD 72							
lotto 2 parte 1		13,88	C.C.	35,00	5	5	7	T.A. (3-21 ml)
	26+310 SD 73							
lotto 2 parte 1		14,15	C.C.	35,00	7	8	10	–
	25+700 SD 74							
lotto 2 parte 1		14,35	C.C.	35,00	6	8	8	T.A. (3-15 ml) C.C. (35 m)
	24+660 SD 75							
lotto 2 parte 1		15,17	C.C.	35,00	7	7	8	T.A. (3-28 ml)
	22+968 SD 75 bis							
lotto 2 parte 1								T.A. (3-12 ml)
	26+790 SD 75 ter	18,92	C.C.	30,00	5	6	7	C.C. (30 m)
lotto 2 parte 1								
	22+710 SD 76	16,34	C.C.	35,00	5	4	7	T.A. (2-35 ml)
lotto 2 parte 1								
	22+570 SD 77	15,27	C.C.	35,00	5	7	10	T.A. (3-33 ml)
lotto 2 parte 1								
	22+220 SD 78	13,85	C.C.	35,00	6	7	9	T.A. (2-35 ml)
lotto 2 parte 1								
	21+900 SD 79	12,09	C.C.	35,00	5	5	9	T.A. (3-33 ml)

lotto 2 parte 1	20+516	11,31	C.C.	35,00	6	8	11	T.A. (3-30 ml)
lotto 2 parte 1	SD 80 19+850	10,28	C.C.	40,00	7	9	11	T.A. (3-28 ml)
lotto 2 parte 1	SD 81 19+775	8,65	C.C.	35,00	6	8	8	–
lotto 2 parte 1	SD 82 19+450 SD 82 bis	7,67	C.C.	35,00	7	8	12	T.A. (2-18 ml) C.C. (33 m)
lotto 2 parte	1 19+274 SD 83	7,56	C.C.	35,00	6	9	15	T.A. (3-35 ml)
lotto 2 parte 1	19+200 SD 84	7,68	C.C.	30,00	5	9	14	T.A. (3-30 ml)
lotto 2 parte 1	18+962 SD 85	9,33	C.C.	30,00	6	11	14	T.A. (3-30 ml)
lotto 2 parte 1	18+835 SD 86	10,77	C.C.	35,00	7	7	16	C.C. (28 m)
lotto 2 parte 1	17+770	8,46	C.C.	35,00	7	10	15	T.A. (3-35 ml)
lotto 2 parte 1	SD 100 17+625	7,58	C.C.	35,00	6	12	15	T.A. (3-35 ml)
lotto 2 parte 1	SD 101 15+625	8,95	C.C.	35,00	3	19	13	T.A. (3-35 ml)
lotto 2 parte	SD 102 1 14+690	9,56	C.C.	35,00	5	9	15	T.A. (3-35 ml)
lotto 2 parte 1	SD 103 13+485	8,57	C.C.	35,00	5	15	16	T.A. (3-35 ml)

lotto 2 parte 1	SD 104 13+355	8,92	C.C.	35,00	5	12	14	T.A. (3-35 ml)
lotto 2 parte 1	SD 105 13+150	5,40	C.C.	30,00	6	12	13	T.A. (3-30 ml)
lotto 2 parte 1	SD 108 12+412	8,61	C.C.	35,00	6	13	13	–
lotto 2 parte 1	SD 109 12+162	7,58	C.C.	35,00	6	14	15	T.A. (3-35 ml)
lotto 2 parte 1	SD 110 12+021	8,52	C.C.	35,00	5	15	15	T.A. (3-35 ml)
lotto 2 parte 1	SD 111 11+400	7,12	C.C.	35,00	7	8	15	T.A. (3-35 ml)
lotto 2 parte 1	SD 112 10+585	6,67	C.C.	30,00	7	7	15	T.A. (3-30 ml)
lotto 2 parte 1	SD 113 9+400	6,56	C.C.	35,00	6	14	15	–
lotto 2 parte 1	SD 113bis 9+305	6,95	C.C.	30,00	6	8	1	T.A. (3-30 ml)
lotto 2 parte 1	SD 114 9+083	10,39	C.C.	30,00	5	6	13	T.A. (3-30 ml)
lotto 2 parte 1	SD 115 8+862	17,45	C.C.	35,00	6	8	13	T.A. (3-35 ml)
lotto 2 parte 1	SD 116 8+366	26,51	C.C.	35,00	7	7	15	T.A. (3-35 ml)
lotto 2 parte 1	SD 117 8+065	29,39	C.C.	35,00	5	9	15	T.A. (3-35 ml)
	SD 118	32,71	C.C.	35,00	6	10	15	T.A. (3-28 ml)

lotto 2 parte 1	7+950							
lotto 2 parte 1	SD 119	31,48	C.C.	35,00	4	15	16	T.A. (3-35 ml)
	7+335							
lotto 2 parte 1	SD 120	30,66	C.C.	35,00	6	9	16	T.A. (3-35 ml)
	6+610							
lotto 2 parte 1	SD 121	22,19	C.C.	30,00	5	9	14	T.A. (3-30 ml)
	5+590							
lotto 2 parte 1	SD 123	25,67	C.C.	30,00	3	12	15	T.A. (3-30 ml)
	5+655							
lotto 2 parte 1	SD 124	14,15	C.C.	35,00	6	17	17	T.A. (3-35 ml)
	5+340							
lotto 2 parte 1	SD 125	11,25	C.C.	25,00	4	12	11	C.C. (24,5 m)
	4+825							
lotto 2 parte 1	SD 126	6,95	C.C.	40,00	6	17	17	T.A. (3-12 ml)
	4+520							
lotto 2 parte 1	SD 127	5,35	C.C.	42,00	7	17	17	T.A. (3-40,5 ml)
	4+075							
lotto 2 parte 1	SD 128	6,48	C.C.	35,00	6	12	15	–
	3+665							
lotto 2 parte 1	SD 130	9,78	C.C.	35,00	6	12	16	C.C. (24 m)
	3+335							
lotto 2 parte 1	SD 130bis	9,62	C.C.	35,00	5	13	15	T.A. (6-21 ml)
	2+860							C.C. (31,5 m)
lotto 2 parte 1	SD 131bis	9,47	C.C.	35,00	6	13	15	T.A. (3-23 ml)
	2+615							C.C. (35 m)
	SD 132	12,19	C.C.	35,00	5	13	16	T.A. (3-35 ml)

lotto 2 parte 1	2+485							
lotto 2 parte 1	SD 133	15,3	C.C.	25,00	2	11	13	T.A. (3-25 ml)
	2+490							
lotto 2 parte 1	SD 134	18,12	C.C.	30,00	2	10	15	T.A. (3-30 ml)
	2+015							
lotto 2 parte 1	SD 135	9,47	C.C.	35,00	6	13	15	T.A. (3-23 ml)
	1+900							
lotto 2 parte 1	SD 136							C.C. (35 m)
	1+830	12,19	C.C.	35,00	5	13	16	T.A. (3-35 ml)
lotto 2 parte 1	SD 137							
	1+570	15,3	C.C.	25,00	2	11	13	T.A. (3-25 ml)
	SD 138							
lotto 2 parte 1								
	1+520	18,12	C.C.	30,00	2	10	15	T.A. (3-30 ml)
C.C.	Perforazione a carotaggio continuo							
D.N.	Perforazione a distruzione di nucleo							
D	Profondità in metri da piano campagna							
form.	Formazione geologia							
C.I.	N. di campioni indisturbati							
C.R.	N. di campioni rimaneggiati							
S.P.T.	N. di prove penetrometriche dinamiche in foro di sondaggio							

continuazione tabella 4-7										
Sigla	Prog. km	Quota (m s.l.m.)	Tipo	D (m)	C.I.	C.R.	MPM/DMT	LEF.	S.P.T.	Strumentazione
B2-S4	142+640	21.14	C.C.	33,60	6	-	-	-	-	T.A. (9-33.6 m)
B2-S4N	143+600	18.30	C.C.	30.00	4	-	-	1	2	C.C. (15 m) C.C. (25 m)
B2-S5	143+890	16.99	C.C.	35.00	4	-	-	1	3	T.A. (11.5-28 m)
B2-S6	144+900	14.74	C.C.	37.00	5	-	-	1	2	C.C. (33 m)

C.C. = perforazione a carotaggio continuo
 D.N. = perforazione a distruzione di nucleo
 D = profondità in metri da piano campagna
 C.I. = n. di campioni indisturbati
 C.R. = n. di campioni rimaneggiati
 S.P.T. = n. prove penetrometriche dinamiche in foro di sondaggio
 C.C. = cella piezometrica Casagrande (con indicazione delle profondità da p.c.)
 CH = prova Cross Hole
 MPM = prova pressiométrica Menard
 LEF. = prova di permeabilità Lefranc

Tabella 4-8: Riepilo pozzetti stratigrafici (campagna di indagini 2010)

Sigla	Progr. (km)	Quota (m s.l.m.)	D (1) (m)	Dw (2) (m)	Prove PLT (m)	C.R. (m)		
						Prof. 0,50 m	Prof. 1,00 m	Prof. 2,00-4,00 m
PZD51	12+215 lotto 2 parte 3	7,62	4,00	non rinveuta	0,50 / 1,00	1	1	1
PZD52	11+123 lotto 2 parte 3	6,73	4,00	non rinveuta	0,50 / 1,00	1	1	1
PZD53	11+123 lotto 2 parte 3	6,38	4,00	non rinveuta	0,50 / 1,00	1	1	1
PZD54	10+833 lotto 2 parte 3	7,49	4,00	non rinveuta	0,50 / 1,00	1	1	1
PZD55	10+048 lotto 2 parte 3	6,68	4,00	non rinveuta	0,50 / 1,00	1	1	1
PZD56	9+018 lotto 2 parte 3	5,76	3,50	2,50	1,00	-	1	1
PZD57	7+884 lotto 2 parte 3	8,59	2,60	2,00	0,50 / 1,00	1	1	1

PZD58	6+673 lotto 2 parte 3	10,94	2,10	1,20	0,50 / 1,00	1	1	1
PZD59	6+382 lotto 2 parte 3	11,68	2,10	1,20	0,50 / 1,00	1	1	1
PZD60	5+551 lotto 2 parte 3	18,12	4,00	non rinveuta	1,00	–	1	1
PZD62	3+750 lotto 2 parte 3	27,89	4,00	non rinveuta	0,50 / 1,00	1	1	1
PZD63	3+072 lotto 2 parte 3	36,61	4,00	non rinveuta	0,50 / 1,00	1	1	1
PZD64	2+181 lotto 2 parte 3	40,75	3,80	non rinveuta	–	1	1	2
PZD65	1+409 lotto 2 parte 3	36,97	2,90	non rinveuta	0,50 / 1,00	1	1	–
PZD66	0+920 lotto 2 parte 3	29,57	2,70	non rinveuta	0,50 / 1,00	1	1	–
PZD67	0+024 lotto 2 parte 3	22,02	4,00	3,80	–	–	1	1
PZD68	26+053 lotto 2 parte 1	9,70	4,00	non rinveuta	0,50 / 1,00	1	1	1
PZD69	25+253 lotto 2 parte 1	9,02	4,00	non rinveuta	0,50 / 1,00	1	1	1
PZD73	22+222 lotto 2 parte 1	14,64	4,00	non rinveuta	0,50 / 1,00	1	1	1
PZD75	21+072 lotto 2 parte 1	18,55	4,00	3,00	0,50 / 1,00	1	1	1
PZD76	20+214 lotto 2 parte 1	17,91	3,20	3,00	0,50 / 1,00	1	1	1
PZD78	18+725 lotto 2 parte 1	8,58	4,00	2,00	0,60 / 1,00	1	1	1
PZD79	17+801 lotto 2 parte 1	6,83	4,10	3,80	0,50 / 1,00	1	1	2

D (1) = Profondità indagata

Dw (2) = Profondità della falda da p.c.

Prove PLT (m) = Profondità di esecuzione delle prove di carico su piastra, in metri da p.c.

C.R. (m) = Profondità di prelievo in pozzetto dei campioni rimaneggiati (C.R.), in metri dal p.c.

5.CRITERI PER LA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA TERRENI

5.1 Generalità

I criteri di interpretazione delle indagini geotecniche tengono conto del fatto che lungo il tracciato autostradale in esame si rinvenivano fondamentalmente depositi limoso-argillosi e sabbioso-ghiaiosi di origine alluvionale (all, abn, alp) e depositi limosi-argillosi, limoso sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi plio-pleistocenici di origine continentale-marina (SPC-SPG, QSG, QBG, QAS), nell'ambito dei quali sono stati effettuati (vedi il capitolo 3):

- sondaggi geotecnici con prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati;
- prove penetrometriche dinamiche SPT in foro;
- prove di permeabilità Lefranc in foro, a carico costante o variabile;
- prove penetrometriche statiche CPT, con misura della resistenza di punta q_c e dell'attrito laterale f_s ;
- prove penetrometriche statiche CPTU, con misura della resistenza di punta q_c , dell'attrito laterale f_s e della pressione interstiziale u ;
- prove geofisiche "cross-hole", per la determinazione delle velocità di propagazione delle onde di taglio V_s e di compressione V_p ;
- pozzetti stratigrafici con prelievo di campioni rimaneggiati, esecuzione di prove di densità in sito e di prove di carico su piastra PLT.
- prove di laboratorio di classificazione, di resistenza e di deformabilità sui campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati nei fori di sondaggio e nei pozzetti.

Dal punto di vista della caratterizzazione geotecnica (vedi il documento di riferimento n° 9) i depositi sopra indicati (vedi anche il paragrafo 3.1) sono stati suddivisi come segue:

- nell'ambito dei depositi alluvionali attuali (all) e terrazzati (abn) sono stati distinti materiali a grana fine e materiali a grana grossa;
- nell'ambito dei depositi plio-pleistocenici di origine marina (SPC-SPG, QSG, QBG, QAS) sono stati distinti materiali a grana fine e materiali a grana grossa.

Nel **paragrafo 5.2** vengono descritti i criteri di interpretazione dei terreni a grana grossa; il **paragrafo 5.3** riguarda invece i terreni a grana fine.

L'individuazione del tipo di terreno, e quindi la scelta del metodo di interpretazione, verrà fatta principalmente sulla base:

- della descrizione stratigrafica dei sondaggi;
- delle prove di classificazione sui campioni rimaneggiati ed indisturbati.

Utili indicazioni/conferme verranno tratte anche dall'interpretazione delle prove CPTe e CPTU (vedi ad esempio [Robertson & Campanella, 1984](#), [Robertson et al., 1986a, b](#); [Olsen & Farr, 1986](#); [Searle, 1979](#)).

Nel caso in esame si farà riferimento alla correlazione empirica riportata nella **fig.4.1** ([Robertson, 1990](#); [Lunne et al., 1997](#)), ove compaiono le seguenti quantità:

q_c = resistenza di punta;

q_t = resistenza di punta corretta;

f_s = resistenza di attrito laterale;

$$q_t = q_c + (1-\alpha) \cdot u_2$$

$$Q_t = \frac{q_t - \sigma_{vo}}{\sigma_{vo}} \quad (-)$$

$$F_r = \frac{f_s}{q_c - \sigma_{vo}} \cdot 100 \quad (\%)$$

u_2 = pressione interstiziale durante l'avanzamento del penetrometro misurata dietro il cono;

α = rapporto delle aree del penetrometro statico (=0.8 per prove CPTU e =1 per CPTe);

σ_{vo} = pressione verticale totale geostatica;

σ_{vo}' = pressione verticale efficace geostatica.

5.2 Materiali a grana grossa (sabbie e ghiaie)

5.2.1 Introduzione

In conseguenza del fatto che nei terreni a grana grossa risulta difficile prelevare campioni indisturbati, la caratterizzazione geotecnica di tali terreni è affidata principalmente all'interpretazione delle prove in situ e delle prove di laboratorio di classificazione effettuate su campioni rimaneggiati.

L'interpretazione delle prove in situ queste è finalizzata a determinare principalmente le seguenti caratteristiche:

- stato iniziale del deposito;
- parametri di resistenza al taglio;
- parametri di deformabilità;
- coefficienti di permeabilità.

Nel caso delle prove SPT e CPTU o CPTU, quando necessario, si procederà a trasformare i valori della resistenza alla punta q_c in valori N_{SPT} , o viceversa; per questo si farà riferimento alle correlazioni proposte ad esempio da [Robertson et al. \(1983\)](#), [Seed & De Alba \(1986\)](#), [Andrus & Youd \(1989\)](#), [Charles \(1989\)](#) (vedi ad esempio quanto riportato nella **fig. 4.2**).

5.2.2 Stato iniziale del deposito

Lo stato iniziale del deposito è definito in termini di:

- tensioni geostatiche iniziali e storia tensionale;
- pressioni interstiziali;
- indice dei vuoti iniziale e_0 e densità relativa D_r .

Indicazioni sulle tensioni geostatiche e sulla storia tensionale possono essere ricavate dagli studi di carattere geologico.

In questa sede si faranno le seguenti ipotesi:

- I corpi ghiaioso-sabbiosi dei depositi alluvionali attuali non sono mai stati soggetti a pressioni litostatiche superiori a quelle attuali; essi verranno trattati pertanto

come depositi normalmente consolidati, caratterizzati da un coefficiente di spinta a riposo $k_0 = (1 - \sin\phi') = 0.4 \div 0.5$.

Va rilevato che in tali depositi una leggera sovraconsolidazione può essere stata generata dai prelievi idrici ad uso agricolo ed industriale. Tuttavia le implicazioni connesse col considerare o non considerare gli effetti di tale leggera sovraconsolidazione risultano relativamente contenute e confinate nell'ambito delle approssimazioni insite nell'interpretazione delle prove geotecniche in sito.

- I corpi sabbioso-limosi presenti nei depositi plio-pleistocenici hanno subito storie tensionali analoghe a quelle dei corpi limoso-argillosi presenti negli stessi depositi; tali storie tensionali sono desumibili dall'interpretazione delle prove di laboratorio sui campioni indisturbati in accordo a quanto riportato nel **paragrafo 5.3.3**).

Le pressioni interstiziali vengono ricavate sulla base dei risultati della strumentazione (piezometri) messa in opera, nonché delle risultanze degli studi di carattere idrogeologico.

Come già anticipato, in questa sede, ai fini della caratterizzazione geotecnica, si farà riferimento ai livelli di falda massimi indicati nella **tabella 3.1**.

L'indice dei vuoti in sito (e_o) e la densità relativa (D_r) possono essere ricavate con una certa approssimazione dall'interpretazione delle prove penetrometriche statiche CPTe e CPTU e dinamiche SPT come riportato nei **paragrafi 5.2.2.1 e 5.2.2.2**.

Come noto, la densità relativa D_r è definita dal seguente rapporto:

$$D_r = \frac{e_{\max} - e_o}{e_{\max} - e_{\min}}$$

essendo:

e_{\max} =	indice dei vuoti massimo del materiale	(-)
e_{\min} =	indice dei vuoti minimo del materiale	(-)
e_o =	indice dei vuoti in sito del materiale	(-)

La valutazione di e_{max} ed e_{min} è normalmente effettuata in laboratorio facendo riferimento alle seguenti procedure:

- [ASTM D4253](#) e [D4254](#) per i materiali sabbiosi;
- [Kokusho & Tanaka \(1994\)](#) per i materiali ghiaiosi.

5.2.2.1 Determinazione della densità relativa D_r da prove CPT in sabbia

In sabbie silicee, non cementate, la densità relativa D_r può essere legata alla resistenza di punta del penetrometro statico q_c in base alla seguente legge (vedi ad esempio [Garizio, 1997](#); [Jamiolkowski et al., 2001](#)):

$$D_r = \frac{1}{C_2} \cdot \ln \left[\frac{q_c}{C_0 \cdot (\sigma_{oct}')^{C_1}} \right]$$

essendo:

$$\sigma_{oct}' = \frac{1 + 2 \cdot k_o}{3} \cdot \sigma_{vo}' = \begin{array}{l} \text{pressione verticale efficace} \\ \text{media esistente in sito} \end{array} \quad (\text{kPa})$$

$$\sigma_{vo}' = \begin{array}{l} \text{pressione verticale efficace esistente in sito} \\ \end{array} \quad (\text{kPa})$$

$$(k_o)_{nc} = 0,5 = \begin{array}{l} \text{coefficiente di spinta a riposo per terreni} \\ \text{normalmente consolidati} \end{array} \quad (-)$$

$$(k_o)_{sc} = 0,5 \cdot (GSC)^{0,5} = \begin{array}{l} \text{coefficiente di spinta a riposo per} \\ \text{terreni sovraconsolidati} \end{array} \quad (-)$$

$$GSC = \begin{array}{l} \text{grado di sovraconsolidazione} \\ \end{array} \quad (-)$$

$$q_c = \begin{array}{l} \text{resistenza di punta del penetrometro statico} \\ \end{array} \quad (\text{kPa})$$

$$D_r = \begin{array}{l} \text{densità relativa} \\ \end{array} \quad (-)$$

$$C_0, C_1 \text{ e } C_2 = \begin{array}{l} \text{coefficienti empirici funzione delle dimensioni medie} \\ \text{delle particelle riportati in Tabella 5-1} \end{array} \quad (-)$$

Tabella 5-1: Coefficienti empirici C₀, C₁ e C₂ (Harman, 1976; Villet & Mitchell 1981; Baldi et al., 1983; Baldi et al., 1986; Jamiolkowski et al., 1988; Rocchi, 1994)

tipo di sabbia	D ₅₀ (mm)	C ₀ (-)	C ₁ (-)	C ₂ (-)
fine	0,20 ÷ 0,25	110	0,59	2,95
media	0,40 ÷ 0,55	205	0,51	2,91
grossa	1,00 ÷ 2,00	234	0,48	3,30
D ₅₀ = diametro delle particelle corrispondente al 50% di passante				

In questa sede, ove non specificato espressamente, si assumeranno valori di C₀, C₁ e C₂ corrispondenti alle sabbie medie.

5.2.2.2 Deteminazione della densità relativa D_r da prove SPT

- In sabbia:**

In accordo a quanto indicato in [Skempton \(1986\)](#) la densità relativa D_r può essere correlata al valore N_{SPT} con la seguente legge:

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

essendo:

- A, B = costanti empiriche indicate in Tabella 5-2
- σ_{vo}' = pressione verticale efficace esistente in sito alla quota della prova SPT (kg/cm²)
- N_{SPT} = numero di colpi per 30 cm di infissione
- (K₀)_{nc} = 0,5 = coefficiente di spinta a riposo per terreni normalmente consolidati (-)
- (K₀)_{sc} = 0,5 · (GSC)^{0.5} = coefficiente di spinta a riposo per terreni sovraconsolidati (-)
- GSC = grado di sovraconsolidazione (-)
- D_r = densità relativa (-)

Tabella 5-2: 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 sovraconsolidate	27,5÷43,3	$(21,7 \div 27,5) \cdot \frac{1+2 \cdot (k_0)_{sc}}{1+2 \cdot (k_0)_{nc}}$

La suddivisione tra sabbie fini e sabbie grosse è fatta con riferimento a quanto riportato nella Tabella 5-1.

In questa sede, ove non specificato espressamente, si assumeranno valori di A e B corrispondenti alle sabbie medie.

- ***In sabbie e ghiaie:***

Nelle sabbie e ghiaie la determinazione della densità relativa D_r risulta meno agevole che per le sabbie per i seguenti ordini di problemi:

- per motivi esecutivi il campionatore standard a punta aperta deve essere spesso sostituito con quello a punta conica; in linea di principio non è detto che i risultati ottenibili con il campionatore standard a punta aperta in termini di numero di colpi/30 cm risultino uguali a quelli conseguiti con la punta conica e quindi possano essere interpretati direttamente con le correlazioni empiriche di letteratura sviluppate per la prova SPT con campionatore standard a punta aperta;
- causa la presenza della ghiaia spesso vengono raggiunte condizioni di rifiuto che non necessariamente sono indice di elevati gradi di addensamento.

Per il superamento delle difficoltà in questa sede si opererà come segue:

1. Ove possibile, nell'ambito della stessa formazione sabbioso-ghiaiosa, verrà fatto un confronto tra i risultati delle prove SPT eseguite con il campionatore standard a punta aperta e quelle eseguite con la punta conica; in base a tale confronto si valuterà la possibilità di trasformare i risultati ottenuti con la punta conica in valori N_{SPT} equivalenti con il campionatore standard. Ove non sia possibile effettuare tale confronto i valori N_{SPT} misurati con la punta conica verranno equiparati ai valori N_{SPT} ottenibili con il campionatore standard.

2. I valori con la profondità dal p.c. degli N_{SPT} verranno suddivisi per:

- materiali caratterizzati da contenuti di fine inferiori al 30%;
- materiali caratterizzati da contenuti di fine superiori al 50% ÷ 60%.

Nel caso dei materiali appartenenti alla prima suddivisione (sabbie e ghiaie), ad ogni valore N_{SPT} verrà associato, ove possibile:

- il corrispondente valore misurato di D_{50} (D_{50} = diametro delle particelle corrispondente al 50% di passante o di trattenuto);
- un valore di D_{50} ipotizzato sulla base di curve granulometriche disponibili a quote superiori ed inferiori a quella della profondità di prova.

In mancanza di dati granulometrici puntuali, l'interpretazione dei valori N_{SPT} , in accordo al metodo descritto al successivo punto 4, verrà effettuata facendo riferimento, per tratte significative, ad un valore di D_{50} medio caratteristico.

3. Nel caso di raggiungimento delle condizioni di rifiuto, l'interpretazione geotecnica del dato sperimentale verrà effettuata facendo riferimento ad un valore N_{SPT} calcolato come segue:

➤ $N_{SPT} = 100$ se le condizioni di rifiuto sono raggiunte nel primo tratto di 15 cm o nel secondo tratto di 15 cm

➤ $N_{SPT} = N_2 + \frac{50}{a} \cdot 15 \leq 100$ se le condizioni di rifiuto sono raggiunte nel terzo tratto di 15 cm

essendo (a) l'affondamento misurato (in centimetri) per un numero di colpi pari a 50.

Verranno inoltre scartati i valori (troppo bassi o troppo alti) che si scostano decisamente dalla linea di tendenza caratteristica per ciascuna tratta significativa.

4. L'interpretazione dei valori N_{SPT} verrà fatta in accordo al metodo proposto da [Cubrinowski & Ishihara \(1999\)](#) per materiali normalmente consolidati, caratterizzati da un coefficiente di spinta a riposo k_0 dell'ordine di 0,4÷0,5, successivamente esteso da [Ishihara et al. \(2001\)](#) 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 passante 50% (mm)

σ'_{vo} = pressione verticale efficace geostatica (kPa)

$k_{o,NC}$ = coefficiente di spinta a riposo di terreni normalmente consolidati (vedi i **paragrafi 5.2.2.1 e 5.2.2.2**) (-)

$k_{o,SC}$ = coefficiente di spinta a riposo di terreni sovraconsolidati (vedi i **paragrafi 5.2.2.1 e 5.2.2.2**) (-)

Si rileva che l'espressione sopra indicata è applicabile al caso di:

- Energia trasferita alle aste pari al 78%. In Italia mediamente l'energia trasferita alle aste è inferiore al 78% e pari mediamente 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 risultati con il campionatore LPT, l'applicazione della formula in presenza di terreni sabbioso-ghiaiosi ($D_{50} \geq 1$ mm) verrà fatta senza alcuna correzione ai valori N_{SPT} misurati (vedi su tale aspetto [Clayton \(1995\)](#), [Skempton \(1986\)](#), [Tokimatsu & Yoshimi \(1983\)](#)).

5.2.3 Angolo di resistenza al taglio

L'angolo di resistenza al taglio di picco ϕ' può essere determinato facendo riferimento ai seguenti approcci:

- a) correlazione di [Durgunoglu e Mitchell \(1975\)](#), basata sulla teoria della capacità portante di un mezzo rigido-plastico, rielaborata da [Marchetti \(1985\)](#);
- b) metodo proposto da [Bolton \(1986\)](#) in base al quale:

$$\varphi' = \varphi_{cv}' + m \cdot DI$$

$$DI = D_r \cdot [Q - \ln(p_f')] - 1$$

essendo:

$$\varphi' = \text{angolo di attrito di picco riferito a pressioni } \sigma_{ff}' = 272 \text{ kPa} \quad (^\circ)$$

Q = fattore che dipende dalla composizione mineralogica e dalla forma delle particelle di sabbia, valore consigliato per particelle silicee = 10

$$p_f' = 1,4 \cdot \sigma_{ff}' \text{ (vedi } \text{Jamiokowski et al. 1988}) \quad (\text{kPa})$$

σ_{ff}' = tensione efficace normale alla superficie di rottura = 272 kPa

m = costante empirica dipendente dalle condizioni di deformazione prevalenti (vedi Tabella 5-3) (°)

D_r = densità relativa (-)

Tabella 5-3: 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
σ_2' = tensione principale efficace intermedia σ_3' = tensione principale efficace minore	

I valori dell'angolo di attrito φ_{cv}' possono essere ricavati da prove di laboratorio (triassiali o di taglio diretto) su provini ricostituiti a basse densità relative o, in assenza di queste ultime, assegnati in base a quanto indicato nella **Tabella 5-4** (vedi ad esempio [Youd, 1972](#); [Stroud, 1988](#))

Tabella 5-4: Valori dell'angolo di attrito φ_{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 a spigoli arrotondati si può assumere mediamente $\varphi_{cv}' = 34^\circ \div 36^\circ$.

In questa sede l'interpretazione, riportata al successivo Capitolo 6, è stata effettuata in accordo al metodo di Bolton (1986), assumendo:

$$\varphi_{cv}' = 30^\circ \text{ per le sabbie}$$

$$\varphi_{cv}' = 35^\circ \text{ per le sabbie e ghiaie}$$

$$m = 3$$

5.2.4 Caratteristiche di deformabilità

5.2.4.1 Moduli elastici iniziali

5.2.4.1.1 Generalità

I moduli iniziali di taglio (G_{o1}) e di Young (E_{o1}), corrispondenti alle pressioni efficaci geostatiche medie p_o' , possono essere ricavati dai valori delle velocità delle onde di taglio V_s utilizzando le seguenti equazioni:

$$G_{o1} = \frac{\gamma_t}{9,81} \cdot (V_s)^2 \quad (\text{kPa})$$

$$E_{o1} = G_{o1} \cdot 2 \cdot (1 + \nu')$$

essendo:

γ_t = peso di volume naturale del terreno in kN/m^3

ν' = rapporto di Poisson del terreno = $0,15 \div 0,20$

V_s = velocità di propagazione delle onde di taglio in m/sec .

La velocità di propagazione delle onde di taglio V_s può essere ricavata direttamente da prove geofisiche cross hole e down hole o indirettamente, interpretando i risultati delle prove SPT e CPTe/CPTU come descritto nei **paragrafi 5.2.4.1.2 e 5.2.4.1.3.**

I moduli iniziali di taglio (G_o) e di Young (E_o) iniziali, corrispondenti alle pressioni efficaci medie generiche p' , possono essere ricavati dalle seguenti espressioni:

$$G_o = G_{o1} \cdot \left(\frac{p'}{p_o} \right)^{0.5} \quad (\text{kPa})$$

$$E_o = G_o \cdot 2 \cdot (1 + \nu')$$

5.2.4.1.2 G_o da prove SPT

La velocità delle onde di taglio da prove SPT in sabbie e ghiaie normalmente consolidate, silicee non cementate, può essere ricavata sulla base alla correlazione proposta da [Ohta & Goto \(1978\)](#) (vedi anche [Baldi et al., 1989](#)); in base a tale correlazione vale quanto segue:

$$V_s = C \cdot (N_{SPT})_{60\%}^{0.171} \cdot (z)^{0.199} \cdot f_A \cdot f_G \quad (\text{m/sec})$$

essendo:

$$C = 67,3$$

z = profondità dal p.c. in metri

f_A = coefficiente funzione dell'epoca geologica del deposito (vedi la **tabella 5.5**)

f_G = coefficiente funzione della composizione granulometrica (vedi la **tabella 5.6**)

Tabella 5-5: Relazione di Ohta e Goto, 1978 - Coefficiente f_A
(funzione dell'epoca geologica del deposito)

f_A	Olocene	Pleistocene
	1,0	1,3

Tabella 5-6: Relazione di Ohta e Goto, 1978 - Coefficiente f_G
(funzione della composizione granulometrica del deposito)

f_G	Ghiaie	Sabbie ghiaiose	Sabbie grosse	Sabbie medie	Sabbie fini
	1,45	1,15	1,14	1,07	1,09

5.2.4.1.3 G_o da prove CPTE/CPTU

La velocità delle onde di taglio da prove CPTE/CPTU in sabbie normalmente consolidate, silicee non cementate, può essere ricavata sulla base della correlazione proposta da [Ohta & Goto \(1978\)](#), trasformando la resistenza di punta q_c in valori N_{SPT} equivalenti.

In alternativa per la valutazione di G_{o1} può essere utilizzata la correlazione proposta da [Rix & Stokoe \(1991\)](#), in base alla quale risulta quanto segue:

$$G_{o1} = 291 \cdot q_c \cdot \left[\frac{q_c}{(\sigma'_{vo} \cdot p_a)^{0.5}} \right]^{-0.75}$$

essendo p_a la pressione atmosferica di riferimento.

5.2.4.2 Moduli elastici “operativi”

5.2.4.2.1 Generalità

Il comportamento dei terreni risulta non lineare; i moduli elastici operativi equivalenti risultano infatti funzione sia delle pressioni efficaci medie correnti p' sia del livello di deformazione indotto o del grado di mobilitazione della resistenza al taglio.

Nel caso in cui la progettazione faccia ricorso a metodi di calcolo non lineari, i dati di ingresso per le analisi sono essenzialmente:

- i moduli elastici iniziali di cui al **paragrafo 5.2.4.1**;
- le curve di degrado del modulo in funzione del livello di deformazione indotto. Tipiche curve di degrado del modulo di taglio G in funzione del livello di deformazione γ indotto, tratte da Lo [Presti \(1989\)](#);

Nel caso in cui la progettazione faccia ricorso a metodi di calcolo lineari, per la stima dei moduli di deformabilità “operativi” da associare allo specifico problema al contorno possono essere fatte le seguenti assunzioni:

- Nel calcolo di opere di sostegno tipo paratie (tirantate e non) i moduli di Young “operativi” E_{op1} sono pari a circa $1/3 \div 1/5$ di quelli iniziali E_{01} ; i valori di modulo suddetti sono associabili a deformazioni indotte rispettivamente pari a circa $1 \times 10^{-3} \div 5 \times 10^{-3}$;
- Nel calcolo dei cedimenti delle fondazioni i moduli di Young “operativi” E_{op1} sono pari a circa $1/5$ di quelli iniziali E_{01} ; i valori di modulo suddetti sono associabili a fondazioni caratterizzate da coefficienti di sicurezza nei confronti della rottura > 3 e da cedimenti inferiori a $0.01 \cdot B$, essendo B la dimensione minore della fondazione;
- Nel calcolo dei cedimenti dei rilevati i moduli di Young “operativi” E_{op2} sono pari a circa $1/10$ di quelli iniziali E_{01} o a quelli desumibili dalle correlazioni empiriche riportate ad esempio nei **paragrafi 5.2.4.2.2 e 5.2.4.2.3**.

5.2.4.2.2 Moduli elastici “operativi” da prove CPT in sabbia

In accordo a [Jamiolkowski et al. \(1988\)](#) valgono le seguenti espressioni:

$$E'_{25} = (3 - D_r) \cdot q_c \quad \text{MPa} \quad \text{nel caso di sabbie normalmente consolidate}$$

$$E'_{25} = (15 - 10 \cdot D_r) \cdot q_c \quad \text{MPa} \quad \text{nel caso di sabbie sovraconsolidate}$$

essendo:

E'_{25} = modulo di Young secante cui corrisponde un grado di mobilitazione della resistenza ultima pari al 25%;

D_r = densità relativa espressa come frazione dell'unità;

q_c = resistenza di punta del penetrometro, espressa in MPa.

Si rileva che:

- per valori di densità relativa D_r inferiori a 50%;
- per materiali ghiaioso-sabbiosi;

le espressioni suddette conducono ad una sottostima dei valori di E_{25}' .

5.2.4.2.3 Moduli elastici “operativi” da prove SPT in sabbia e ghiaia

In accordo a [Jamiolkowski et al. \(1988\)](#) valgono le seguenti espressioni:

$$E'_{25} = (10,5 - 3,5 \cdot D_r) \cdot N_{SPT} / 10 \quad \text{MPa} \quad \text{nel caso dei terreni normalmente consolidati}$$

$$E'_{25} = (52,5 - 35 \cdot D_r) \cdot N_{SPT} / 10 \quad \text{MPa} \quad \text{nel caso dei terreni sovraconsolidati}$$

essendo:

E_{25}' = modulo di Young secante cui corrisponde un grado di mobilitazione della resistenza ultima pari al 25%;

D_r = densità relativa espressa come frazione dell'unità;

N_{SPT} = numero di colpi in prova SPT.

Si rileva che:

- per valori di densità relativa D_r inferiori a 50%;
- per materiali ghiaioso-sabbiosi;

le espressioni suddette conducono ad una sottostima dei valori di E_{25}' .

5.2.4.3 Moduli di reazione orizzontale alla Matlock & Reese (1960)

Nel progetto dei pali di fondazione i moduli di reazione orizzontale iniziali (E_{si}) alla [Matlock & Reese \(1960\)](#), utili per definire la parte iniziale delle curve p-y relative ai pali di fondazione, possono essere valutati in accordo alla seguente espressione:

$$E_{si} = k_{hi} \cdot z \quad (\text{kPa})$$

essendo:

k_{hi} = gradiente con la profondità del modulo di reazione orizzontale, riportato nella **Tabella 5-7** (vedi [Reese et al, 1974](#) e [Elson, 1984](#)) (kN/m^3)

z = profondità dal piano campagna originario.

Tabella 5-7: Gradiente con la profondità del modulo di reazione orizzontale secondo Reese et al. (1974) (vedi anche Elson (1984))

D_r (%)	K_{hi} (kN/m ³)
35%	10000
50%	15000
70%	25000

5.2.5 Coefficienti di permeabilità

I coefficienti di permeabilità k sono determinabili dai risultati delle prove di permeabilità Lefranc in foro di sondaggio; in alternativa possono essere stimati sulla base delle seguenti metodologie (vedi [Somerville, 1986](#)):

1. Utilizzo della **Tabella 5-8**

Tabella 5-8: Stima dei coefficienti di permeabilità in base alla descrizione litologica

k (m/sec)	Grado di permeabilità	Tipo di terreno
$k > 1 \cdot 10^{-3}$	Alta	Ghiaie
$1 \cdot 10^{-3} > k > 1 \cdot 10^{-5}$	Media	Sabbie ghiaiose e Ghiaie sabbiose
$1 \cdot 10^{-5} > k > 1 \cdot 10^{-7}$	Bassa	Sabbie fini
$1 \cdot 10^{-7} > k > 1 \cdot 10^{-9}$	Molto bassa	Limi e sabbie argillose
$1 \cdot 10^{-9} > k$	Bassissima (impermeabile)	Argille

2. Utilizzo della seguente procedura:

- Valutazione del coefficiente di uniformità = D_{60}/D_{10} , essendo D_{60} il diametro corrispondente al 60% di passante e D_{10} il diametro corrispondente al 10% di passante;
- Assegnazione del valore caratteristico di D_{50} , ovvero del diametro corrispondente al 50% di passante;
- Utilizzo dei diagrammi.

5.3 Materiali a grana fine (limi e argille) saturi

5.3.1 Introduzione

La caratterizzazione geotecnica dei terreni a grana fine è affidata sia all'interpretazione delle prove di laboratorio sia all'interpretazione delle prove in sito; sia le prove di laboratorio che le prove in sito sono state programmate ed effettuate allo scopo di classificare i materiali e di determinarne:

- Lo stato iniziale;
- I parametri di resistenza al taglio;
- i parametri di deformabilità;
- i coefficienti di permeabilità.

5.3.2 Classificazione

La classificazione dei terreni a grana fine verrà effettuata in modo convenzionale facendo riferimento ai risultati delle prove di laboratorio in termini di :

- fusi granulometrici;
- limiti di Atterberg (limite liquido e limite plastico);
- pesi di volume naturale e secco;
- grado di saturazione;
- contenuti d'acqua naturale;
- indice dei vuoti iniziale.

Oltre alla classificazione convenzionale, verrà considerata anche una classificazione basata su considerazioni legate alla posizione dello stato iniziale in sito, dato dall'indice dei vuoti (e_o), o da quello normalizzato corrispondente l_{v_o} , e dalla pressione verticale efficace geostatica (σ'_{v_o}), rispetto alla curva di compressibilità intrinseca edometrica (IC_{Loed}) definita in [Burland \(1990\)](#). Quest'ultima è data dalla seguente equazione:

$$l_v = 2,45 - 1,285 \cdot \log \sigma'_v + 0,015 \cdot (\log \sigma'_v)^3$$

dove:

σ'_{v} = pressione verticale efficace corrente in kPa

$$I_v = \frac{e^* - e_{100}^*}{C_c^*}$$

e^* = rapporto dei vuoti corrente del materiale ricostituito;

$e_{100}^* = 0,109 + 0,679 \cdot e_L - 0,089 \cdot e_L^2 + 0,016 \cdot e_L^3$ = rapporto dei vuoti del materiale ricostituito in corrispondenza di una pressione verticale efficace $\sigma'_{v} = 100$ kPa

$$C_c^* = e_{100}^* - e_{1000}^* = 0,256 \cdot e_L - 0,04$$

e_{1000}^* = rapporto dei vuoti del materiale ricostituito in corrispondenza di una pressione verticale efficace $\sigma'_{v} = 1000$ kPa

e_L = indice dei vuoti corrispondente al limite liquido (LL).

L'indice dei vuoti iniziale normalizzato I_{v0} è dato dalla seguente equazione:

$$I_{v0} = \frac{e_0 - e_{100}^*}{C_c^*} = \text{indice dei vuoti iniziale normalizzato.}$$

Con riferimento anche a quanto indicato ad esempio da Nagaraj & Miura, 2001 si ha che:

- Terreni caratterizzati da stati iniziali $(I_{v0})-(\sigma'_{v0})$ alla sinistra della curva ICL_{oed} (**terreni tipo B1**) sono da considerare sovraconsolidati meccanicamente; in aggiunta alla sovraconsolidazione meccanica tali terreni possono essere dotati anche di legami di cementazione.
- Terreni caratterizzati da stati iniziali $(I_{v0})-(\sigma'_{v0})$ che cadono sulla curva ICL_{oed} (**terreni tipo B2**) sono da considerare normalmente consolidati; tali terreni possono essere dotati anche di legami di cementazione.
- Terreni caratterizzati da stati iniziali $(I_{v0})-(\sigma'_{v0})$ alla destra della curva ICL_{oed} (**terreni tipo A**) sono da considerare sottoconsolidati; essi possono risultare in equilibrio sotto l'azione delle forze di gravità unicamente grazie alla presenza di particolari microstrutture "metastabili", intese nel senso più generale come disposizione geometrica delle particelle e presenza di legami di cementazione (vedi ad esempio [Mitchell, 1976](#)).

In generale vale quanto segue:

1. I **terreni tipo A** possono avere:

- un comportamento di tipo fragile (riduzione delle caratteristiche di resistenza al taglio in termini di tensioni efficaci);
- la propensione a sviluppare deformazioni volumetriche irreversibili (visco-plastiche), positive (riduzione dell'indice dei vuoti) in condizioni drenate o a sviluppare sovrappressioni interstiziali positive in condizioni non drenate;

non appena vengono raggiunti determinati stati di sollecitazione di soglia critici.

2. I **terreni tipo B2**, se dotati di legami di cementazione, possono avere comportamenti simili a quelli dei terreni di tipo A; in assenza di legami di cementazione hanno invece:

- un comportamento duttile o moderatamente fragile (riduzione delle caratteristiche di resistenza al taglio in termini di tensioni efficaci connessa solo a fenomeni di riorientazione delle particelle);
- la propensione a sviluppare deformazioni volumetriche irreversibili (plastiche), positive (riduzione dell'indice dei vuoti) in condizioni drenate o a sviluppare sovrappressioni interstiziali positive in condizioni non drenate.

3. I **terreni di tipo B1** hanno:

- un comportamento di tipo fragile (riduzione delle caratteristiche di resistenza al taglio in termini di tensioni efficaci);
- la propensione a sviluppare deformazioni volumetriche irreversibili (plastiche o visco-plastiche) negative (aumento dell'indice dei vuoti) in condizioni drenate o a sviluppare sovrappressioni interstiziali negative in condizioni non drenate;

non appena vengono raggiunti determinati stati di sollecitazione di soglia critici; il comportamento fragile è accentuato se si è in presenza di legami di cementazione.

5.3.3 Stato tensionale iniziale

La valutazione dello stato tensionale iniziale verrà fatta sulla base:

- di quanto desumibile dagli studi di carattere geologico;
- dell'interpretazione delle prove di laboratorio (di classificazione ed edometriche).

In particolare, nel caso dei **materiali B1**, di cui al precedente **paragrafo 5.3.2**, lo stato tensionale in sito sarà stimato sulla base dei risultati in termini di grado di sovraconsolidazione meccanico ($GSC = \sigma_{vmax}' / \sigma_{vo}'$) desumibili dalle prove edometriche con la nota costruzione di Casagrande.

Il coefficiente di spinta del terreno a riposo k_o sarà pertanto stimato sulla base della seguente espressione:

$$k_o = (1 - \sin \varphi') \cdot \sqrt{GSC}$$

essendo:

σ_{vo}' = tensione verticale efficace geostatica

σ_{vmax}' = tensione verticale efficace massima subita dal deposito

φ' = angolo di attrito.

Nel caso dei **terreni tipo B2** e **tipo A** la pressione di preconsolidazione $\sigma_{vp}' > \sigma_{vo}'$, determinabile dalle prove edometriche con la nota costruzione di Casagrande, non rappresenta né la tensione verticale massima (σ_{vmax}') subita dal deposito né la tensione in corrispondenza della quale si innescano deformazioni irreversibili visco-plastiche (σ_{vy}'); inoltre il grado di sovraconsolidazione OCR (definito convenzionalmente come $\sigma_{vp}' / \sigma_{vo}'$) non deriva da fenomeni di precompressione meccanica.

In tali circostanze, in mancanza di rilievi sperimentali:

- il coefficiente di spinta del terreno a riposo verrà stimato sulla base della seguente equazione:

$$k_o = (1 - \sin \varphi')$$

- la pressione σ_{vy}' verrà stimata sulla base della seguente equazione (vedi [Bjerrum, 1967](#), [Rocchi et al., 2003](#)):

$$\sigma_{vy}' = \sigma_{vo}' + \frac{\sigma_{vp}' - \sigma_{vo}'}{3 \div 5}$$

- il grado di sovraconsolidazione equivalente OCR* verrà stimato sulla base della seguente espressione:

$$\text{OCR}^* = \frac{\sigma'_{vy}}{\sigma'_{vo}}$$

Per completezza, sia per materiali tipo B1 che per i materiali tipo **B2** e **A**, la pressione di preconsolidazione σ'_{vp} ed il grado di sovraconsolidazione $\text{OCR} = \sigma'_{vp} / \sigma'_{vo}$, determinabili con le prove edometriche, verranno messi a confronto anche con quelli ottenibili dall'interpretazione delle prove CPTe e CPTU in accordo all'espressione che deriva dalla tecnica SHANSEP (vedi [Ladd & Foot, 1974](#); [Ladd et al. 1977](#)) e/o all'espressione proposta da [Chen & Mayne, \(1996\)](#); tali espressioni sono di seguito riportate.

- Tecnica SHANSEP:

$$(\text{OCR})^{0.85} = \frac{\frac{c_u}{\sigma'_{vo}}}{\left(\frac{c_u}{\sigma'_{vo}}\right)_{\text{NC}}}$$

dove:

$$\left(\frac{c_u}{\sigma'_{vo}}\right)_{\text{NC}} \cong 0.30 \quad (\text{Chandler et al., 2004})$$

c_u = resistenza al taglio in condizioni non drenate in compressione e carico determinata dall'interpretazione delle prove CPTe e CPTU in accordo a quanto descritto nel **paragrafo 5.3.4.3**;

σ'_{vo} = tensione verticale efficace geostatica

- Correlazione di [Chen & Mayne, \(1996\)](#):

$$\frac{\sigma'_{vp}}{p_a} = 0,86 \cdot \left(\frac{q_c - \sigma'_{vo}}{p_a}\right)^{0,93} \cdot (IP)^{-0,28}$$

dove:

IP = indice di plasticità (%)

σ_{vo} = pressione verticale totale (kPa)

q_c = resistenza di punta (kPa)

p_a = pressione atmosferica = 100 kPa.

5.3.4 Resistenza al taglio non drenata

5.3.4.1 Premesse di carattere generale

La resistenza al taglio non drenata c_u dei terreni limoso-argillosi saturi verrà valutata facendo riferimento sia ai risultati delle prove di laboratorio sia all'interpretazione delle prove penetrometriche statiche CPTE/CPTU e dinamiche SPT.

Come noto la resistenza al taglio non drenata è funzione delle tensioni efficaci di consolidazione e del percorso di carico; in questa sede si farà riferimento a valori di c_u corrispondenti a tensioni efficaci di consolidazione pari a quelle geostatiche e a percorsi di carico caratteristici di prove triassiali di compressione e carico.

5.3.4.2 Prove di laboratorio

In questa sede si farà riferimento ai risultati di prove triassiali non consolidate non drenate di compressione e carico (TX-UU) effettuate su campioni indisturbati, saturi, con il presupposto che tali campioni abbiano preservato la gran parte delle tensioni di consolidazione geostatiche.

5.3.4.3 Valutazione di c_u da prove CPTE/CPTU

La resistenza al taglio non drenata c_u , associabile a quella caratteristica di prove triassiali di compressione e carico, consolidate alle tensioni efficaci geostatiche, verrà stimata sulla base delle seguenti espressioni (vedi ad esempio [Lunne et al., 1985](#), [Lunne et al., 1997](#)).

$$c_u \approx \frac{q_c - \sigma_{vo}}{N_k} \Rightarrow \text{prove CPTe}$$

$$c_u \approx \frac{q_t - u_2}{N_{KE}} \Rightarrow \text{prove CPTU}$$

essendo:

$$14 \leq N_k \leq 16$$

$$N_{KE} = 18 - 15.45 \cdot B_q \quad (\text{per } B_q < 1.15)$$

σ_{vo} = pressione verticale totale

q_c = resistenza di punta

$$B_q = \frac{u_2 - u_o}{q_t - \sigma_{vo}} \quad (-)$$

$$q_t = q_c + (1 - \alpha) \cdot u_2$$

$\alpha = 0.8$ = rapporto delle aree

u_2 = pressione interstiziale durante l'avanzamento del penetrometro misurata dietro il cono

u_o = pressione idrostatica

σ_{vo} = pressione verticale totale geostatica.

5.3.4.4 Valutazione di c_u da prove SPT

Nel caso dei terreni limoso-argillosi saturi presenti nell'ambito dei depositi alluvionali, la resistenza al taglio non drenata, associabile a quella di prove triassiali di compressione e carico, consolidate alle tensioni efficaci geostatiche, verrà stimata sulla base di correlazioni empiriche ([NAVFAC, 1971](#)); in alternativa si utilizzeranno le correlazioni empiriche descritte per le prove CPTe e CPTU, trasformando i valori N_{SPT} in valori q_c equivalenti.

Nel caso di terreni a grana fine compatti, costituenti i depositi pliocenici (P1), la resistenza al taglio non drenata c_u , associabile a quella di prove triassiali di compressione e carico, consolidate alle tensioni efficaci geostatiche, verrà stimata adottando la correlazione empirica proposta da [Stroud \(1974\)](#) (vedi anche [Clayton, 1995](#)). In base a tale correlazione risulta quanto segue:

$$c_U \cong (5,0 \div 5,5) \cdot N_{SPT} \quad (\text{kPa})$$

5.3.5 Parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci

I parametri di resistenza in termini di sforzi efficaci verranno determinati sulla base dei risultati delle prove di laboratorio di taglio diretto e triassiali consolidate non drenate (TX-CIU) e drenate (TX-CID).

5.3.6 Caratteristiche di deformabilità

5.3.6.1 Moduli elastici iniziali

5.3.6.1.1 Generalità

I moduli iniziali di taglio (G_{o1}) e di Young (E_{o1}) iniziali, corrispondenti alle pressioni efficaci geostatiche medie p_o' , possono essere ricavati dai valori delle velocità delle onde di taglio V_s utilizzando le seguenti equazioni:

$$G_{o1} = \frac{\gamma_t}{9,81} \cdot (V_s)^2 \quad (\text{kPa})$$

$$E_{o1} = G_{o1} \cdot 2 \cdot (1 + \nu')$$

essendo:

γ_t = peso di volume naturale del terreno in kN/m^3

ν' = rapporto di Poisson del terreno = $0,15 \div 0,20$

V_s = velocità di propagazione delle onde di taglio in m/sec .

La velocità di propagazione delle onde di taglio V_s può essere ricavata direttamente dalle prove geofisiche cross hole e down hole o indirettamente, interpretando i risultati delle prove CPTe/CPTU come descritto nei **paragrafo 5.3.6.1.2**.

I moduli iniziali di taglio (G_o) e di Young (E_o) iniziali, corrispondenti alle pressioni efficaci medie generiche p' , possono essere ricavati dalle seguenti espressioni:

$$G_o = G_{o1} \cdot \left(\frac{p'}{p_o} \right)^{0.5} \quad (\text{kPa})$$

$$E_o = G_o \cdot 2 \cdot (1 + \nu') \quad (\text{kPa})$$

5.3.6.1.2 G_{o1} da prove CPT/CPTU

Una stima dei moduli di elasticità iniziali G_{o1} da prove CPT può essere fatta utilizzando la correlazione empirica proposta da [Mayne & Rix \(1993\)](#) secondo la quale:

$$G_{o1} = \frac{99,5 \cdot (p_a)^{0,305} \cdot (q_c)^{0,685}}{e_o^{1,13}}$$

essendo:

p_a = pressione atmosferica nella stessa unità di misura di G_{o1} e di q_c

q_c = resistenza di punta del penetrometro statico

e_o = indice dei vuoti iniziale.

5.3.6.2 Moduli elastici “operativi” in condizioni drenate

Il comportamento dei terreni a grana fine risulta non lineare; i moduli elastici operativi equivalenti risultano infatti funzione sia della pressione efficace media corrente sia del livello di deformazione indotto o del grado di mobilitazione della resistenza al taglio.

Per tenere conto di tale aspetto in questa sede saranno seguite le seguenti regole:

1. Caso di opere di sostegno e di fondazione su terreni sovraconsolidati meccanicamente (terreni tipo B1) con percorsi di sollecitazione indotti dalla costruzione dell'opera collocati all'interno della superficie di plasticizzazione intrinseca del materiale.

In tali situazioni le deformazioni plastiche indotte da sforzi isotropi e deviatorici sono modeste e l'utilizzo di modelli costitutivi elastici o elastici non lineari può essere ritenuto accettabile.

Nel caso in cui la progettazione faccia ricorso a metodi di calcolo non lineari, i dati di ingresso per le analisi sono essenzialmente:

- I moduli elastici iniziali di cui al **paragrafo 5.3.6.1**.
- Le curve di degrado del modulo in funzione del livello di deformazione o di spostamento indotto.

Tipiche curve di degrado del modulo di taglio G in funzione del livello di deformazione di taglio γ indotto sono quelle proposte da [Vucetic & Dobry \(1991\)](#)

Nel caso in cui la progettazione faccia ricorso a metodi di calcolo lineari, i moduli di deformabilità "operativi" di Young saranno assunti pari a circa $1/3 \div 1/5$ di quello iniziale E_{01} .

2. Caso di opere di sostegno e di fondazioni su terreni tipo B2 ed A con percorsi di sollecitazione indotti dalla costruzione dell'opera collocati all'esterno della superficie di plasticizzazione del terreno naturale definita dalla pressione di plasticizzazione σ_{vv}' .

Nelle analisi geotecniche si farà necessariamente riferimento a modelli costitutivi elasto-plastici e/o elasto-visco-plastici ed ai risultati delle prove edometriche ad incremento di carico (ED-IL) in termini di coefficienti di compressione (C_c e C_r) e di coefficienti di consolidazione secondaria ($c_{\alpha\varepsilon}$).

5.3.6.3 Moduli di reazione orizzontale alla Matlock & Reese (1960)

Nel caso del progetto di pali di fondazione il modulo di reazione orizzontale "operativo", nel caso di ricorso a calcoli semplificati lineari, può essere assunto pari a (vedi ad esempio [Elson \(1984\)](#)):

$$E_s = 400 \cdot c_u \text{ (kPa)}$$

essendo:

c_u = resistenza al taglio non drenata determinata secondo i criteri di cui al paragrafo 5.3.4.

5.3.7 Coefficienti di permeabilità e di consolidazione primaria

Nella definizione delle caratteristiche di permeabilità si farà riferimento ai risultati delle prove di laboratorio (edometri), in corrispondenza di pressioni verticali efficaci pari a quella geostatica, ovvero in corrispondenza di indici dei vuoti pari a quelli iniziali e_0 .

Volendo ricorrere a teorie di consolidazione non lineari, ove il coefficiente di permeabilità varia con l'indice dei vuoti corrente, potrà essere adottata la seguente espressione:

$$\log k = \log k_0 - \frac{e - e_0}{C_k}$$

essendo:

k = coefficiente di permeabilità corrente

k_0 = coefficiente di permeabilità corrispondente all'indice dei vuoti iniziale e_0

e = indice dei vuoti corrente

e_0 = indice dei vuoti iniziale

$$C_k = 0.5 \cdot e_0$$

Si rileva che:

- i valori ricavabili dalle prove edometriche si riferiscono a direzioni di flusso verticali, ovvero i coefficienti di permeabilità k sono quelli verticali k_v ;
- i coefficienti di permeabilità riportati nei certificati delle prove edometriche sono ottenuti applicando la teoria di consolidazione di Terzaghi; nel caso dei terreni tipo A l'applicazione della teoria di consolidazione di Terzaghi può condurre a risultati non corretti; in tali casi i valori dei coefficienti di permeabilità ottenuti dall'applicazione della teoria di consolidazione di Terzaghi verranno confrontati con quelli ricavabili dalla seguente correlazione empirica ([Rocchi, 2003](#)):

$$\log \frac{e}{e_L} = 1.22 + 0.19 \cdot \log k_v$$

essendo:

e = indice dei vuoti corrente

e_L = indice dei vuoti corrispondente al limite liquido

k_v = coefficiente di permeabilità verticale corrente.

I coefficienti di consolidazione primaria c_v , applicabili a problemi di flusso in direzione verticale, utilizzabili, ove appropriato, nell'ambito di teorie di consolidazione convenzionali, saranno ricavati dalle prove di laboratorio (edometri).

6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

6.1 Generalità

Il presente capitolo riporta la caratterizzazione geotecnica delle principali formazioni individuate lungo il tratto autostradale in esame, basata sui risultati:

- degli studi geologici e geomorfologici (documento di riferimento n° 1);
- delle indagini geognostiche eseguite (documenti di riferimento n° 2, 3, 4, 5, 6);
- dell'interpretazione delle indagini in accordo ai criteri descritti nel capitolo 5.

I principali materiali incontrati, con caratteristiche geotecniche relativamente omogenee, sono (vedi i documenti di riferimento n° 1 e n° 9):

- **Depositi continentali e retro costieri; depositi alluvionali terrazzati: Sabbie medio fini alternate a ghiaie (P1)**, che raggruppano i depositi formati nel pleistocene superiore (*QSG, SPG, SPC*). Si tratta di sabbie alternate a ghiaie e livelli calcarenitici.
- **Depositi lagnari e marino costieri: limi e argille (P1a)**, che raggruppano i depositi descritti in precedenza nei tratti in cui si sono rinvenute frazioni fini (limi ed argille) in quantità non trascurabili;
- **Pleistocene medio superiore: limi e argille (P1b)**, Sono costituiti prevalentemente da limi e argille, a tratti organiche, di colore grigio o grigio scuro, intercalate a lenti di sabbie grigie (*alp*);
- **Depositi conglomeratici continentali: ghiaie (P2)**, che raggruppano i depositi formati nel pleistocene superiore (*QBG*). I depositi sono costituiti da ghiaie e ciottolati poligenici in matrice sabbiosa, localmente intercalati da livelli di sabbia e calcarenite;
- **Depositi di ambiente costiero e retroduna con intervalli regolari: sabbie (P3)**, costituiti da depositi sabbiosi di varia granulometria con intercalazioni di ghiaie arrotondate poligeniche (*QAS*);
- **Depositi di ambiente costiero e retroduna con intervalli regolari: limi e argille (P3a)**, che raggruppano i depositi descritti in precedenza nei tratti in cui si sono rinvenute frazioni fini (limi ed argille) in quantità non trascurabili;

- **Alluvioni in evoluzione e recenti: limi e argille (A1)**, formati in seguito a fenomeni di alluvioni fluviali recenti (*all*). Sono depositi costituiti da argille e limi a tratti organici o torbosi.
- **Alluvioni in evoluzione e recenti: sabbie e ghiaie (A2)**, che raggruppano i depositi descritti in precedenza nei tratti in cui si sono rinvenute frazioni grossolane (sabbie e ghiaie) in quantità non trascurabili;
- **Alluvioni antiche: limi e argille (Aa1)**, formati in seguito a fenomeni di alluvioni fluviali antiche (*abn*). Sono depositi costituiti da argille e limi a tratti di elevata consistenza intercalati talvolta da livelli ghiaiosi;
- **Alluvioni antiche: sabbie e ghiaie (Aa2)**, che raggruppano i depositi descritti in precedenza nei tratti in cui si sono rinvenute frazioni grossolane (sabbie e ghiaie) in quantità non trascurabili;

I depositi alluvionali attuali (A1 e A2) sono presenti tra le progressive:

- dal km 1+500 al km 2+900 circa;
- dal km 7+850 al km 15+100 circa;
- dal km 17+150 al km 19+050 circa;
- dal km 38+600 al km 46+500 circa;

I depositi alluvionali terrazzati antichi (Aa1 e Aa2) si rinvengono alle progressive:

- dal km 40+000 al km 46+600 circa,
- dal km 46+600 al km 51+600 circa,

I depositi pleistocenici medio superiori (P1b) si rinvengono tra le seguenti progressive:

- Km 35+870 ÷ km 39+100 circa;
- Km 45+800 ÷ km 47+600 circa.

I materiali **sabbioso ghiaiosi (P1)**, alternati a quelli **con intercalazioni limose ed argillose (P1a)**, interessano gran parte del tratto autostradale in esame, in particolare sono presenti:

- dal km 0+000 al km 1+450 circa;

- dal km 4+500 al km 40+500 circa;
- dal km 47+500 al km 52+600 circa.

I materiali **ghiaiosi (P2)**, interessano la parte iniziale del lotto a profondità variabili tra i 5 ed i 38 m dal piano di campagna. Essi si riscontrano alle seguenti progressive: Le ghiaie e ciottolami poligenici (QBG) sono presenti tra le progressive:

- dal km 0+300 al km 2+150 circa;
- dal km 2+900 al km 4+300 circa.

I materiali **sabbioso ghiaiosi (P3)** interessano anch'essi la parte iniziale del lotto a profondità variabili tra i 14 m dal piano di campagna e le massime profondità indagate, sempre a quote inferiori a quelle di rinvenimento dei materiali P2. Essi si riscontrano alle seguenti progressive:

- dal km 1+100 al km 2+300 circa;
- dal km 2+700 al km 4+500 circa.

Oltre a questi materiali verranno caratterizzati anche i materiali costituenti **i rilevati esistenti (R)**, costituiti da sabbie limose con ghiaia, ghiaie fini in matrice limosa sabbiosa ed **i materiali litoidi**.

6.2 Depositi continentali e retro costieri: depositi alluvionali terrazzati: sabbie medio fini alternate a ghiaie (P1)

6.2.1 Generalità

La caratterizzazione geotecnica dei materiali è stata sviluppata sulla base dell'interpretazione:

- Delle prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati nei sondaggi eseguiti;
- Delle prove penetrometriche dinamiche SPT di fase A e di fase B;
- Delle prove penetrometriche statiche CPTe e CPTU;
- Delle prove cross hole.

I terreni sabbioso ghiaiosi attraversati dal penetrometro statico sono caratterizzati da resistenze penetrometriche statiche $q_c \geq 5.0 \div 26.0$ MPa.

Le resistenze N_{SPT} negli strati sabbiosi ghiaioso risultano crescenti con la profondità e comprese nell'intervallo $3 \leq N_{SPT} \leq 73$ (**Figura 6-1**); esse possono essere descritte cautelativamente dalla seguente espressione:

$$N_{SPT} = 16 + 0.7 \times z$$

essendo z la profondità dal p.c. in metri.

In generale nella tratta in oggetto i materiali sabbioso-ghiaiosi prevalgono su quelli ghiaioso-sabbiosi.

6.2.2 Caratteristiche fisiche e densità relativa

Tipiche curve granulometriche dei materiali ghiaioso sabbiosi e sabbioso ghiaiosi in oggetto sono rappresentate nella **Figura 6-2**.

Il materiale ghiaioso sabbioso presenta la seguente composizione:

limo + argilla = 0% ÷ 100%

sabbia = 1% ÷ 99%

ghiaia = 0% ÷ 70%.

Il peso di volume naturale (γ_n) può essere assunto pari a **(Figura 6-3)**

$$\gamma_n = 17.2 \div 21.3 \text{ kN/m}^3$$

I limiti di Atterberg, determinati sulla frazione di limo argillosa, risultano compresi nei seguenti intervalli **(Figura 6-4 e Figura 6-5)**:

LL = limite liquido = 18% ÷ 70%

IP = 5% ÷ 43%

Il contenuto naturale d'acqua varia tra **(Figura 6-4)**:

W = 10% ÷ 45%

La densità relativa (D_r), determinata sulla base dell'interpretazione delle prove SPT, caratteristica dei materiali ghiaioso sabbiosi, risulta compresa nell'intervallo $D_r = 22\% \div 100\%$ **(Figura 6-6)**; quella determinata sulla base dell'interpretazione delle prove CPTE e CPTU, caratteristica dei materiali sabbioso-ghiaiosi, risulta compresa nell'intervallo $D_r = 8\% \div 100\%$ **(Figura 6-7)**.

6.2.3 Caratteristiche di resistenza al taglio

La resistenza al taglio in termini di angolo di attrito (φ'), determinata sulla base dei risultati delle prove SPT (vedi la **Figura 6-8**) e delle prove CPTE/CPTU (vedi quanto riportato nell' **Figura 6-9**) può essere assunta rispettivamente pari a $\varphi' = 36^\circ$ e $\varphi' = 34^\circ$.

6.2.4 Caratteristiche di deformabilità

I moduli di taglio iniziale (G_{o1}), determinati sulla base dei risultati delle prove penetrometriche SPT **(Figura 6-11)** e delle prove CPTE/CPTU **(Figura 6-14)**.

In questa sede i valori di G_{o1} dei materiali sabbioso-ghiaiosi verranno descritti dalla seguente equazione:

$$G_{o1} = 1300 \cdot p_a \cdot \left(\frac{\sigma'_{vo}}{p_a} \right)^{0.5}$$

essendo:

p_a = pressione atmosferica di riferimento;

σ'_{vo} = pressione verticale efficace geostatica.

In analogia, le velocità di propagazione delle onde di taglio V_s possono essere date cautelativamente dalla seguente equazione (**Figura 6-10**):

$$V_s = 110 \cdot z^{0.35}$$

essendo z la profondità dal p.c. in metri.

- Negli strati sabbioso ghiaiosi l'interpretazione delle prove CPTE/CPTU fornisce valori di G_{01} più bassi di quelli ottenuti dall'interpretazione delle prove SPT. I valori ottenuti dalle prove CPTE/CPTU sono tuttavia presumibilmente sottostimati per i seguenti motivi:
 - La correlazione utilizzata per le prove CPTE/CPTU si riferisce alle sabbie medie; non tiene conto della presenza di ghiaia;
 - La correlazione utilizzata per le prove CPTE/CPTU si riferisce a depositi recenti; quella utilizzata per le prove SPT tiene conto di un coefficiente $f_A = 1.3$ di invecchiamento del deposito (pleistocene).

Confrontando le prove sismiche disponibili con i risultati delle prove SPT è stato possibile tarare i profili delle velocità delle onde di taglio secondo quanto descritto nel **paragrafo 5.2.4.1.2**.

Il best fitting si è riscontrato impostando i seguenti parametri:

$$f_A = 1.3$$

$$f_G = 1.07$$

Con i presupposti indicati nel **paragrafo 5.2.4.2.1**, i moduli di Young operativi (E_{op1}), da utilizzare per analisi di spostamento di fondazioni e opere di sostegno con metodi elastici, sono dell'ordine di $(1/3 \div 1/5) \cdot E_0$.

I moduli di Young operativi, valutati in accordo a quanto descritto nel **paragrafo 5.2.4.2.2** e **5.2.4.2.3**, da utilizzare nel calcolo dei cedimenti dei rilevati, sono riportati nelle **Figura 6-13** e **Figura 6-15**; mediamente essi possono essere descritti dalla seguente equazione:

$$E_{op2} = 300 \cdot p_a \cdot \left(\frac{\sigma'_{vo}}{p_a} \right)^{0.5}$$

6.2.5 Coefficienti di permeabilità

Sulla base delle procedure indicate nel **paragrafo 5.2.5**, alle sabbie ghiaiose possono essere assegnati valori del coefficiente di permeabilità dell'ordine di $k = 1 \cdot 10^{-5} \div 1 \cdot 10^{-6}$ m/sec.

6.2.6 Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica

Sulla base di quanto presentato e discusso nei paragrafi precedenti nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici dei materiali ghiaioso sabbiosi prevalenti nella tratta in esame.

P1	
γ_t (kN/m ³)	19.6 ± 1.2
N_{SPT} (colpi/30 cm)	N_{SPT}=16+0.7×z
D_r (%)	54.6% ± 19%
φ' (°)	35.6° ± 2.3°
c' (kPa)	0.0
k_o (-)	0.418
k (m/sec)	1 x 10⁻⁵
V_s (m/sec)	$V_s = 110 \cdot z^{0.35}$
G_{o1} (kPa)	$G_{o1} = 1300 \cdot p_a \cdot \left(\frac{\sigma'_{vo}}{p_a} \right)^{0.5}$
E_{op1} (kPa)	$(2.3 \cdot G_{o1}) / (3 \div 5)$
E_{op2} (kPa)	$E_{op2} = 300 \cdot p_a \cdot \left(\frac{\sigma'_{vo}}{p_a} \right)^{0.5}$

Simbologia:

γ_t = peso di volume naturale;

N_{SPT} = resistenza penetrometrica dinamica in prova SPT;

φ' = angolo di attrito operativo;

k_o = coefficiente di spinta del terreno a riposo;

V_s = velocità di propagazione delle onde di taglio;

G_{o1} = modulo di taglio iniziale riferito a pressioni efficaci pari a quelle geostatiche;

E_{op1} = modulo di Young secante corrispondente a cedimenti delle fondazioni inferiori a $0.01 \cdot B$;

B = dimensione minore della fondazione (m);

E_{op2} = modulo di Young secante per l'analisi dei cedimenti dei rilevati;

$p_a = 100 \text{ kPa}$ = pressione atmosferica di riferimento;

z = profondità dal p.c. in metri.

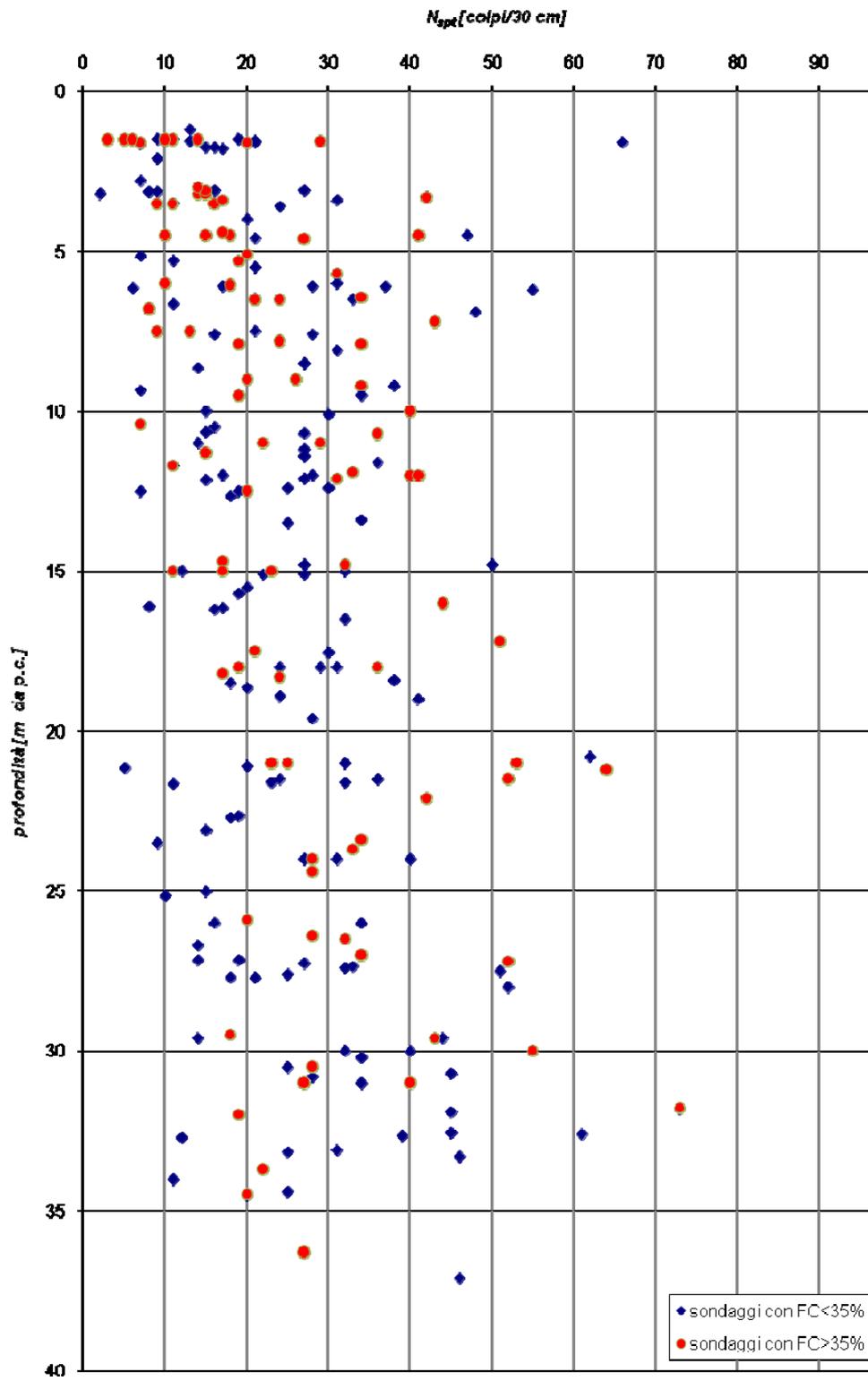


Figura 6-1

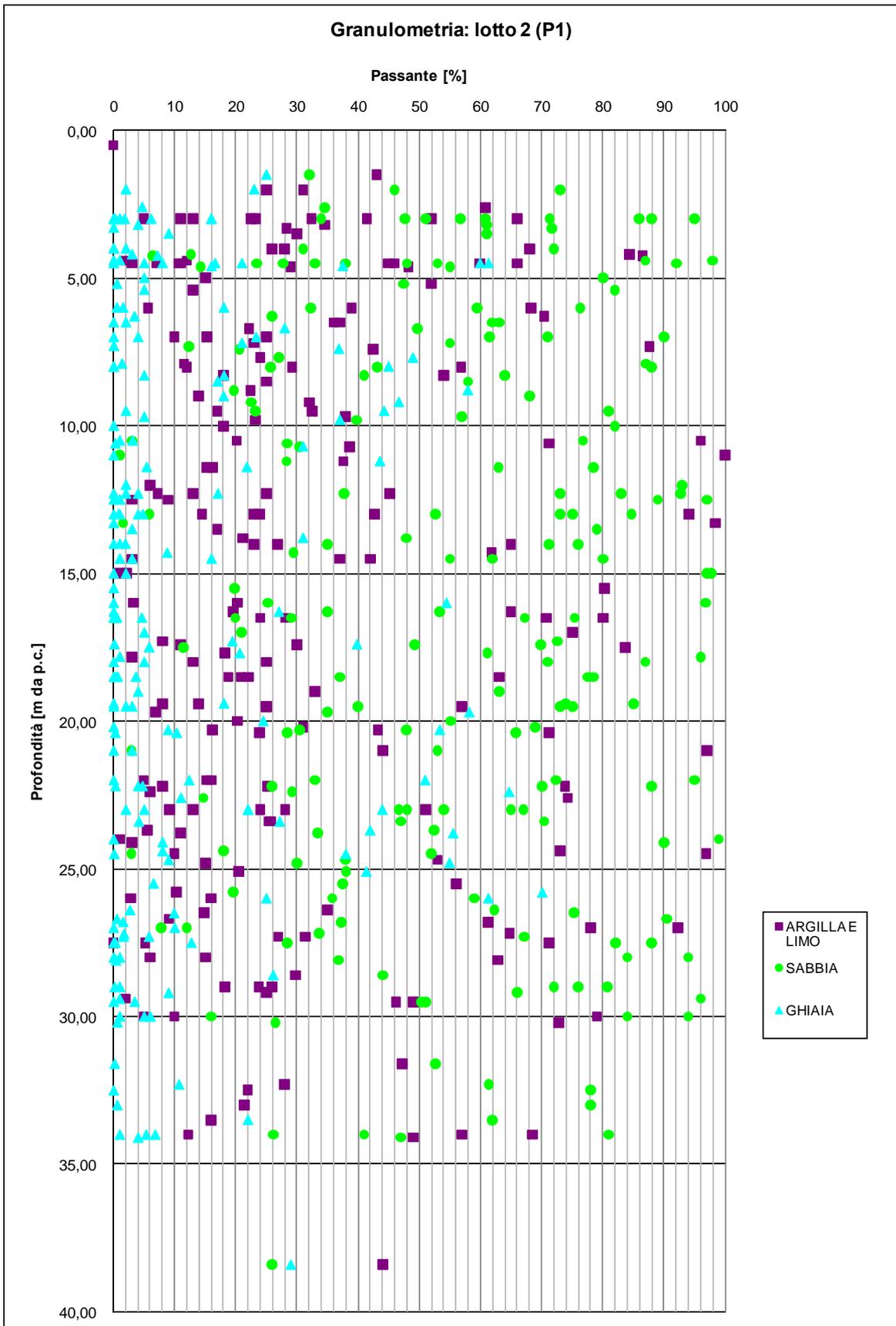


Figura 6-2

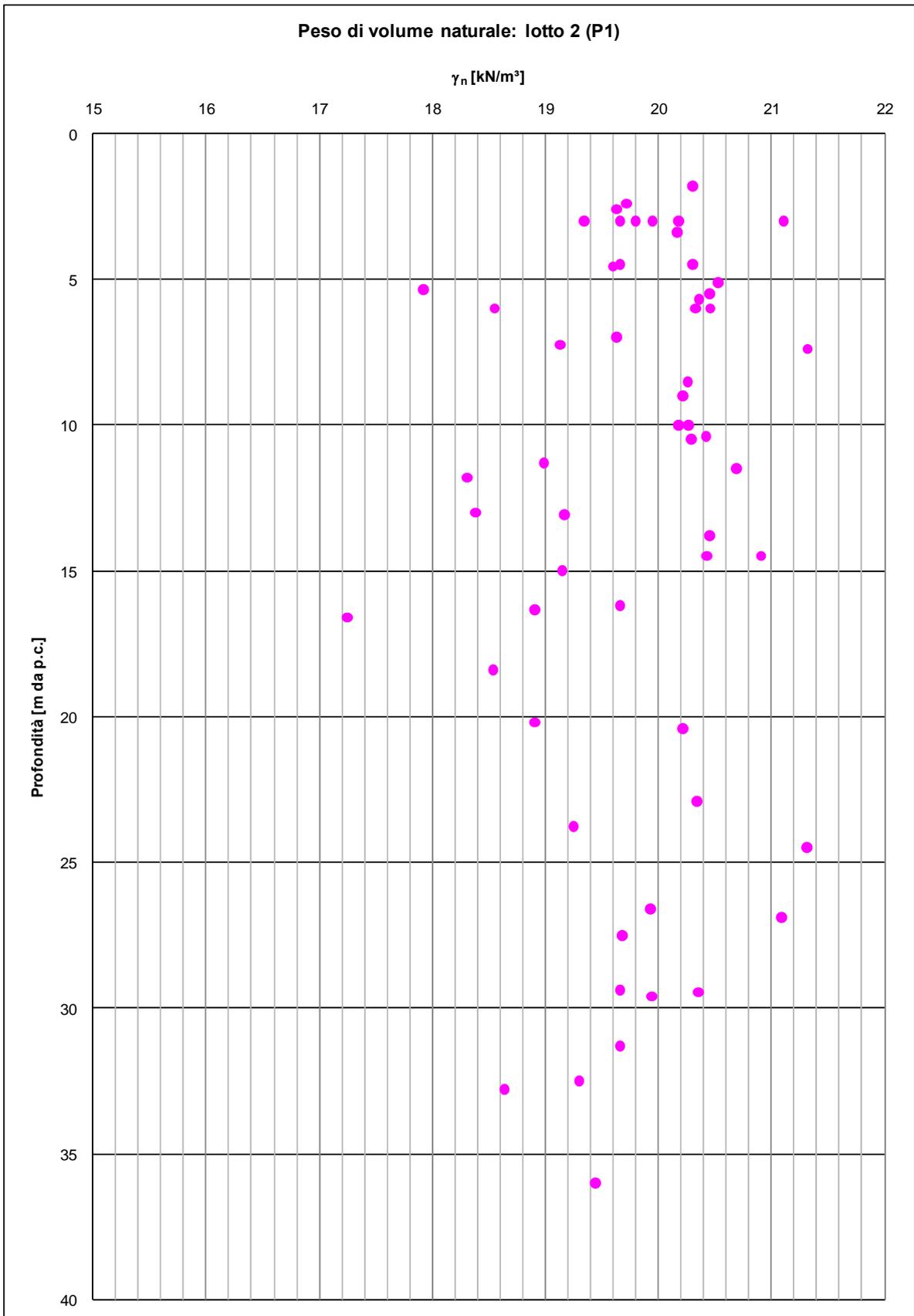


Figura 6-3

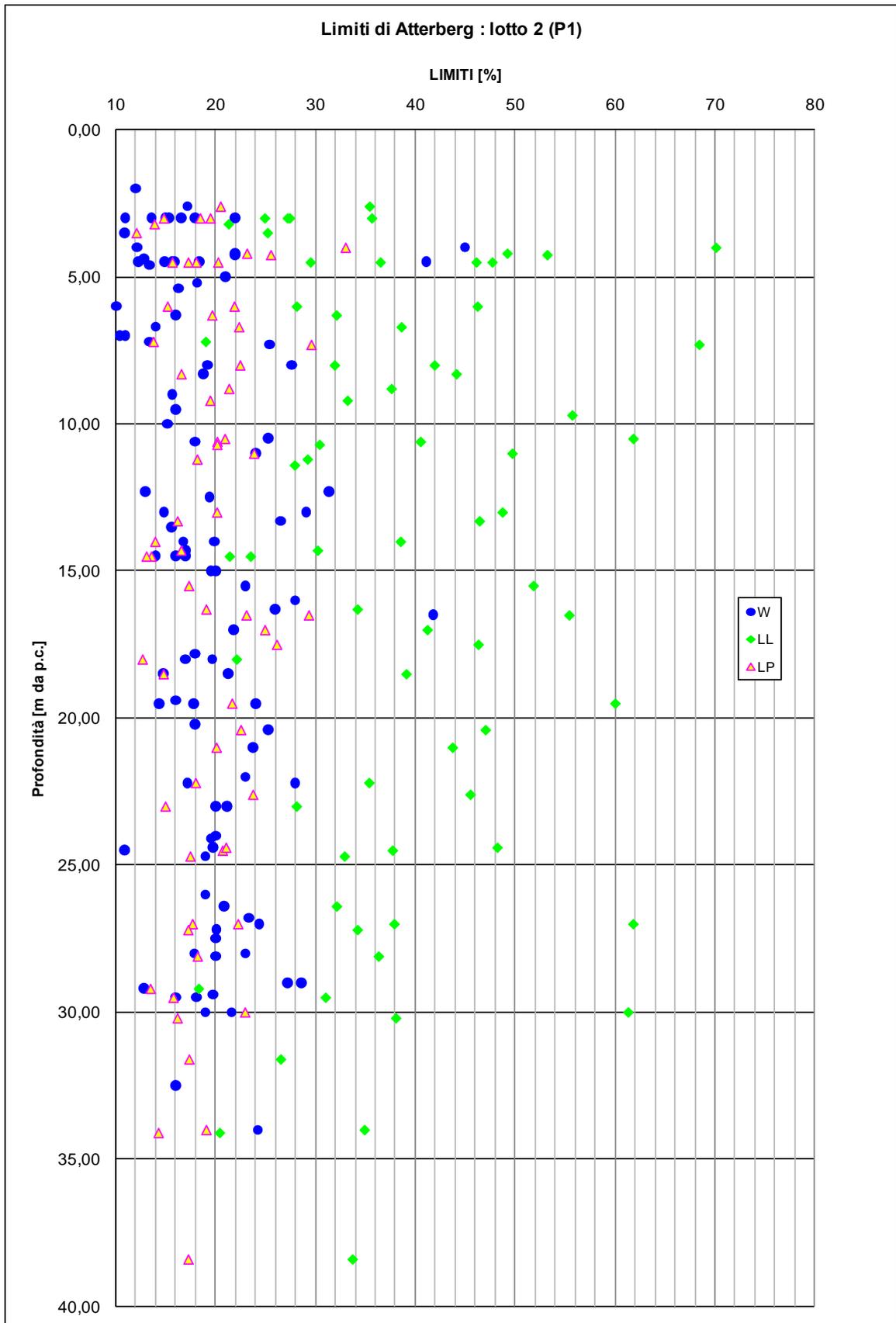


Figura 6-4

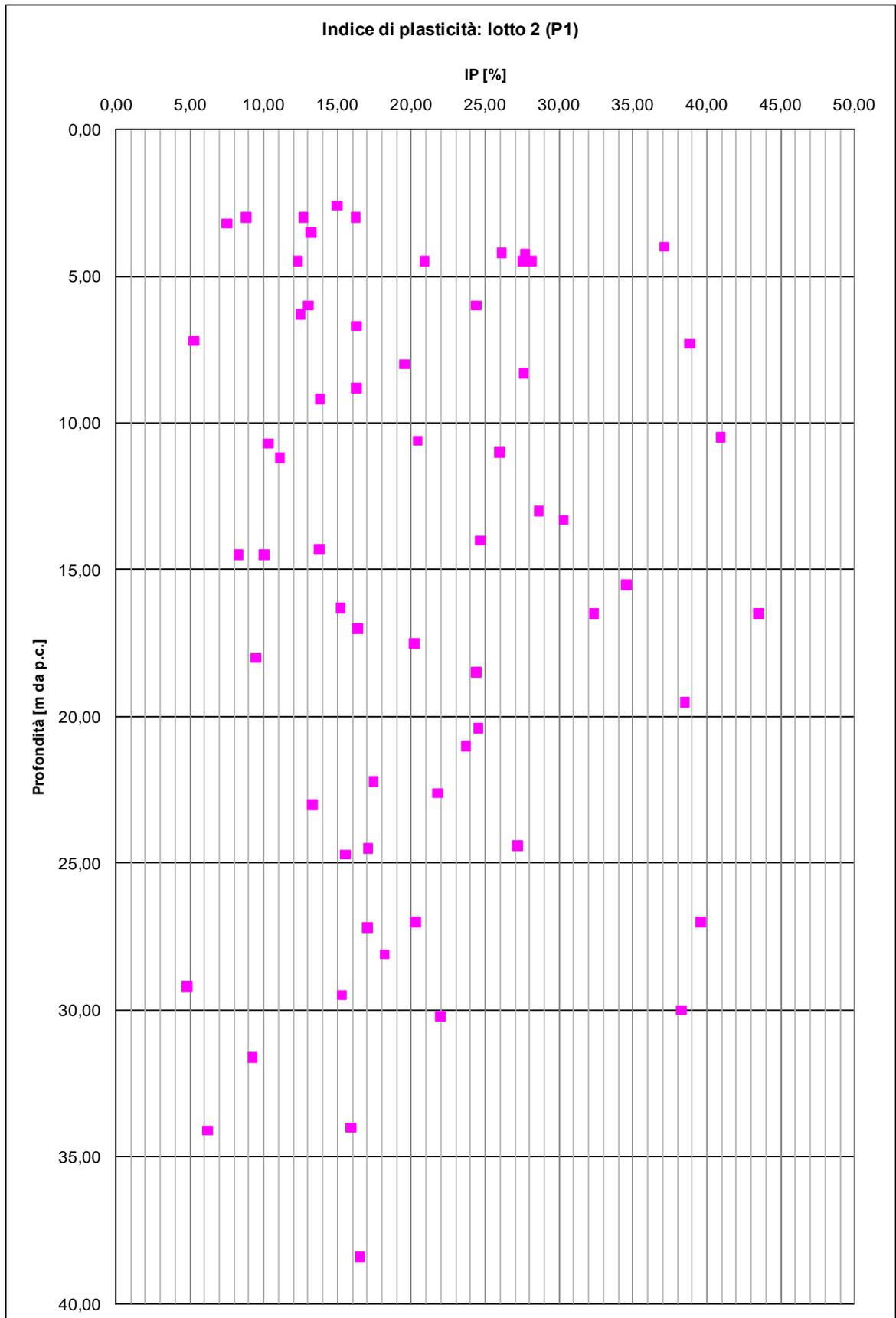


Figura 6-5

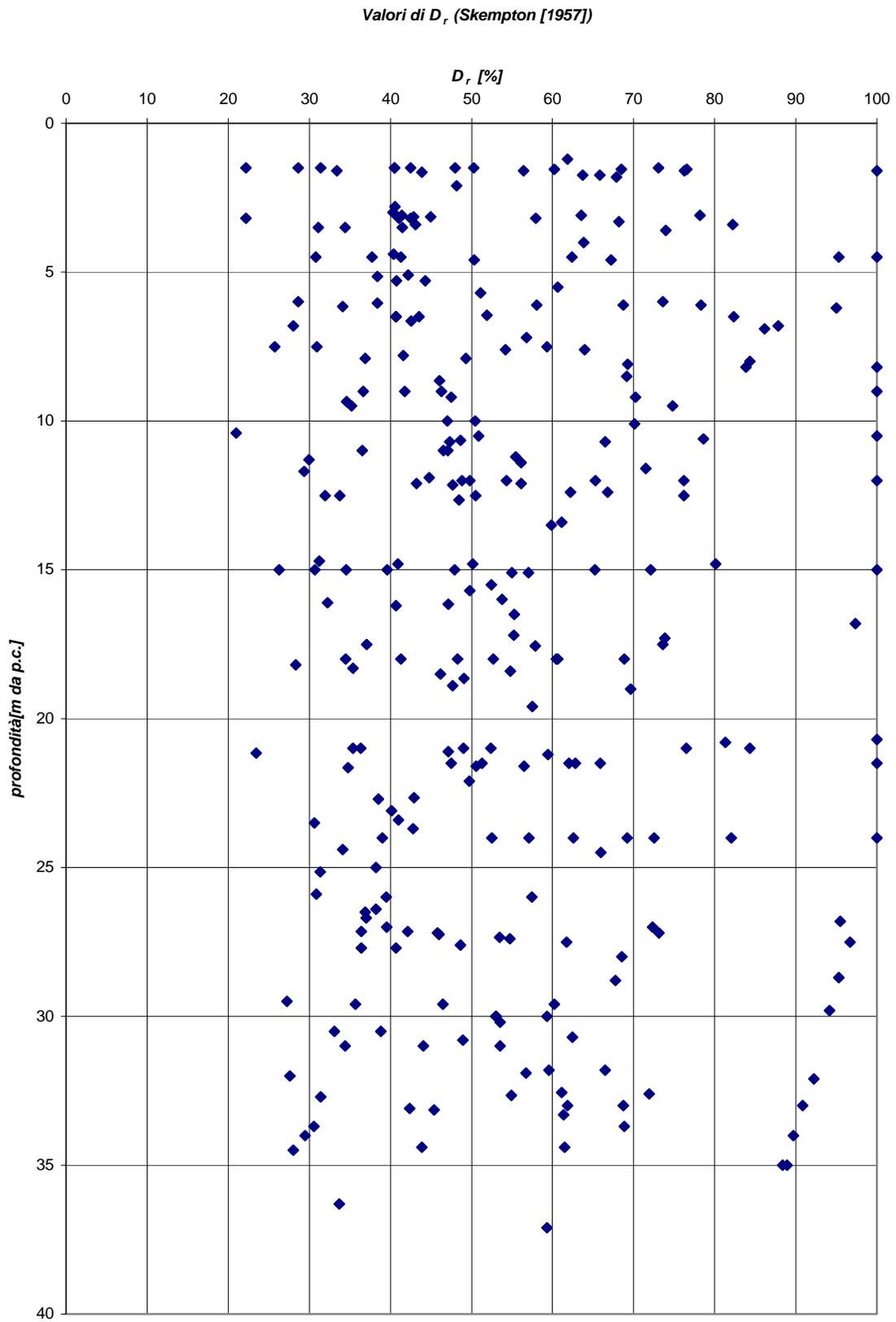


Figura 6-6

Densità relativa (Garizo, 1997; Jamiolkowski,2001)

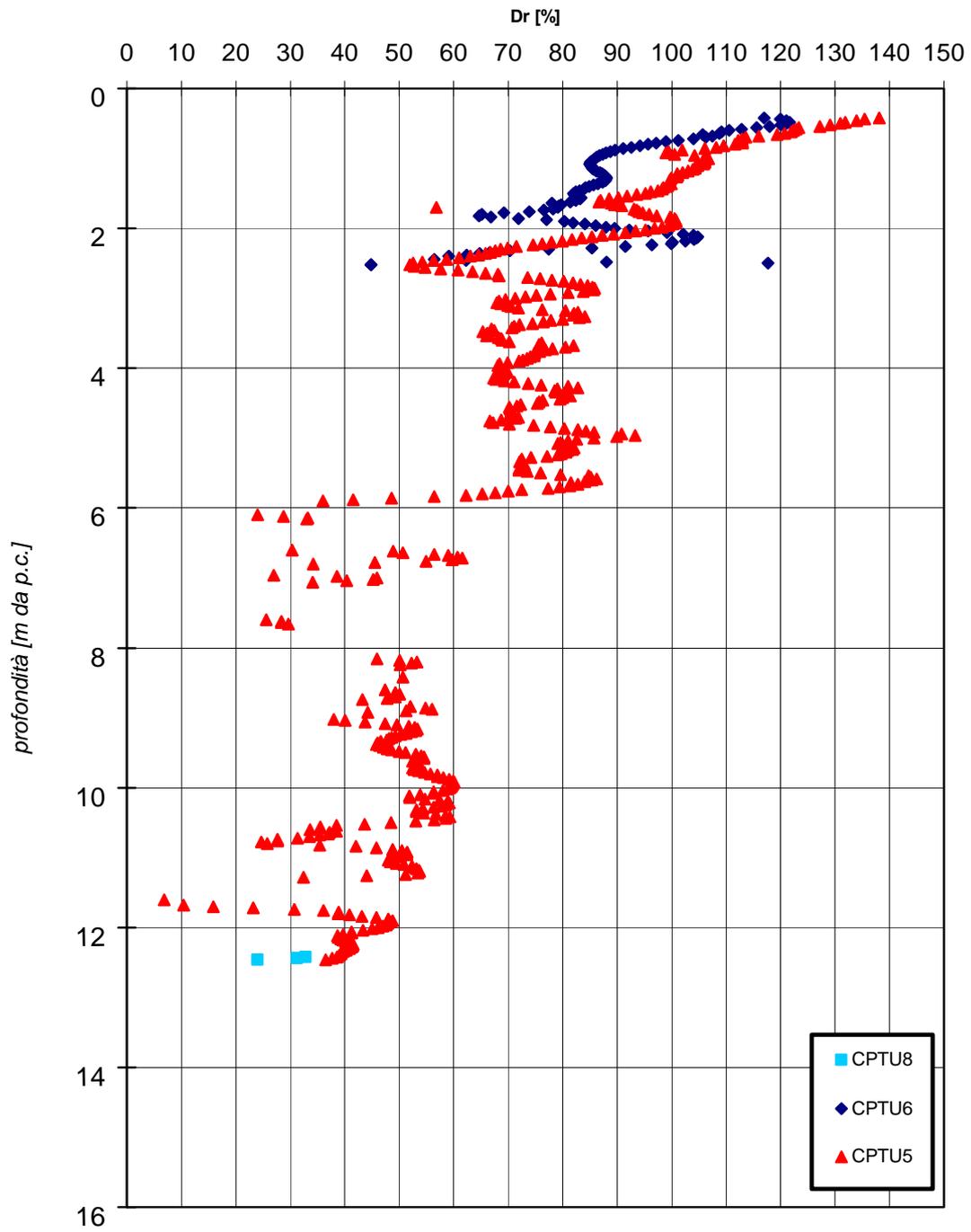


Figura 6-7

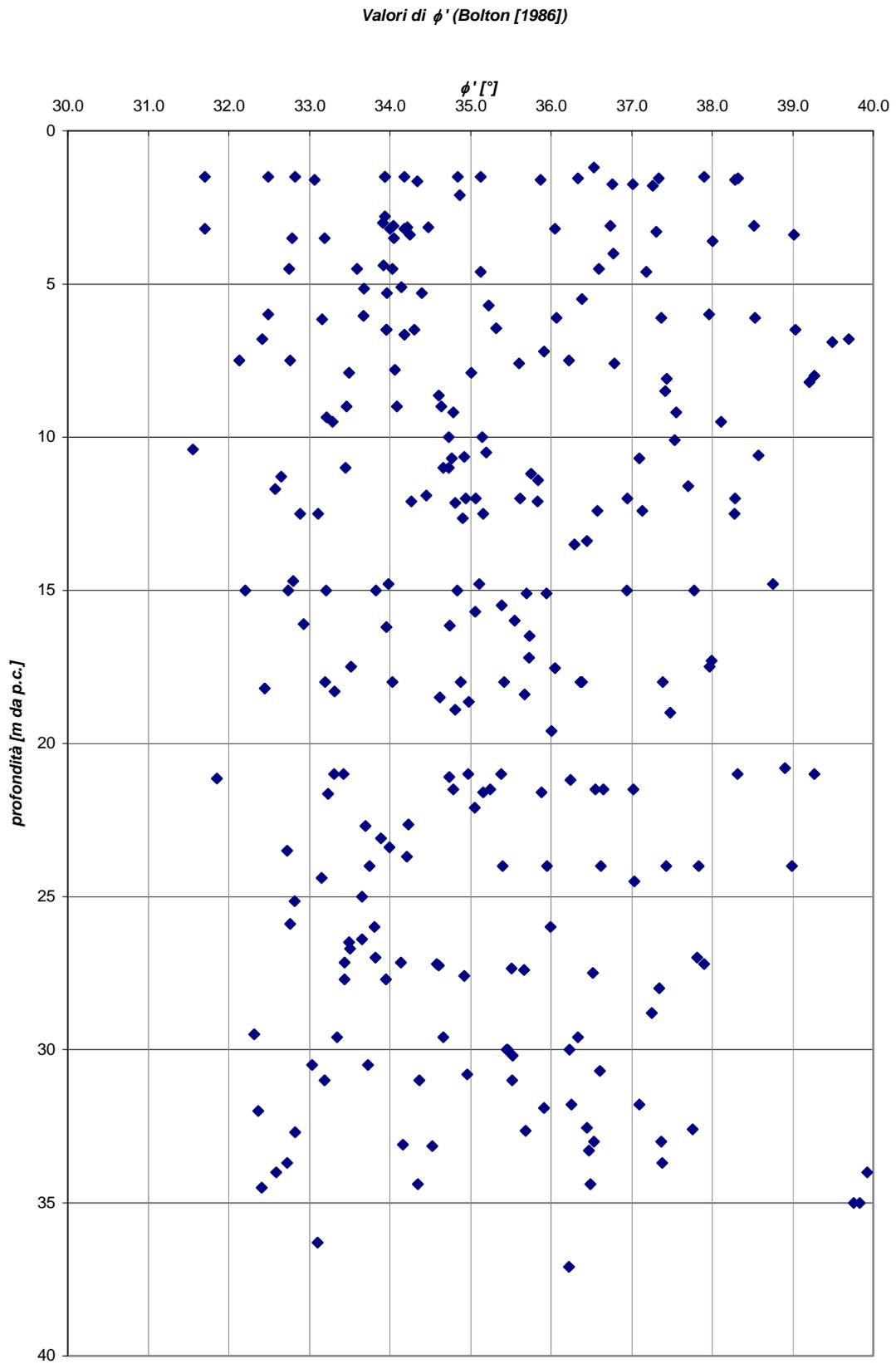


Figura 6-8

Angolo di resistenza al taglio di picco in condizioni drenate
(Dorgunoglu & Mitchell, 1975)

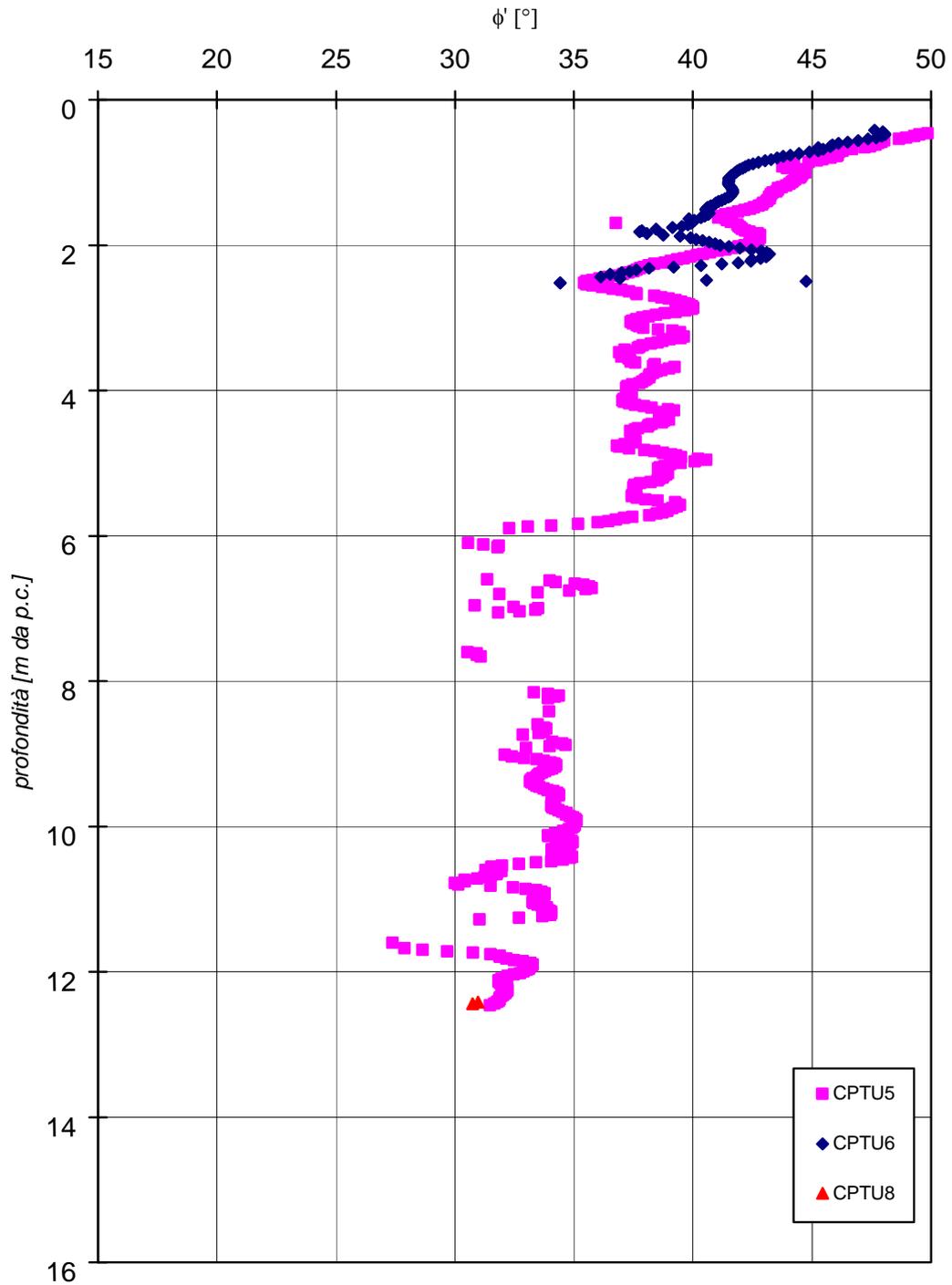


Figura 6-9

Valori di vs (Otha & Goto (1978))

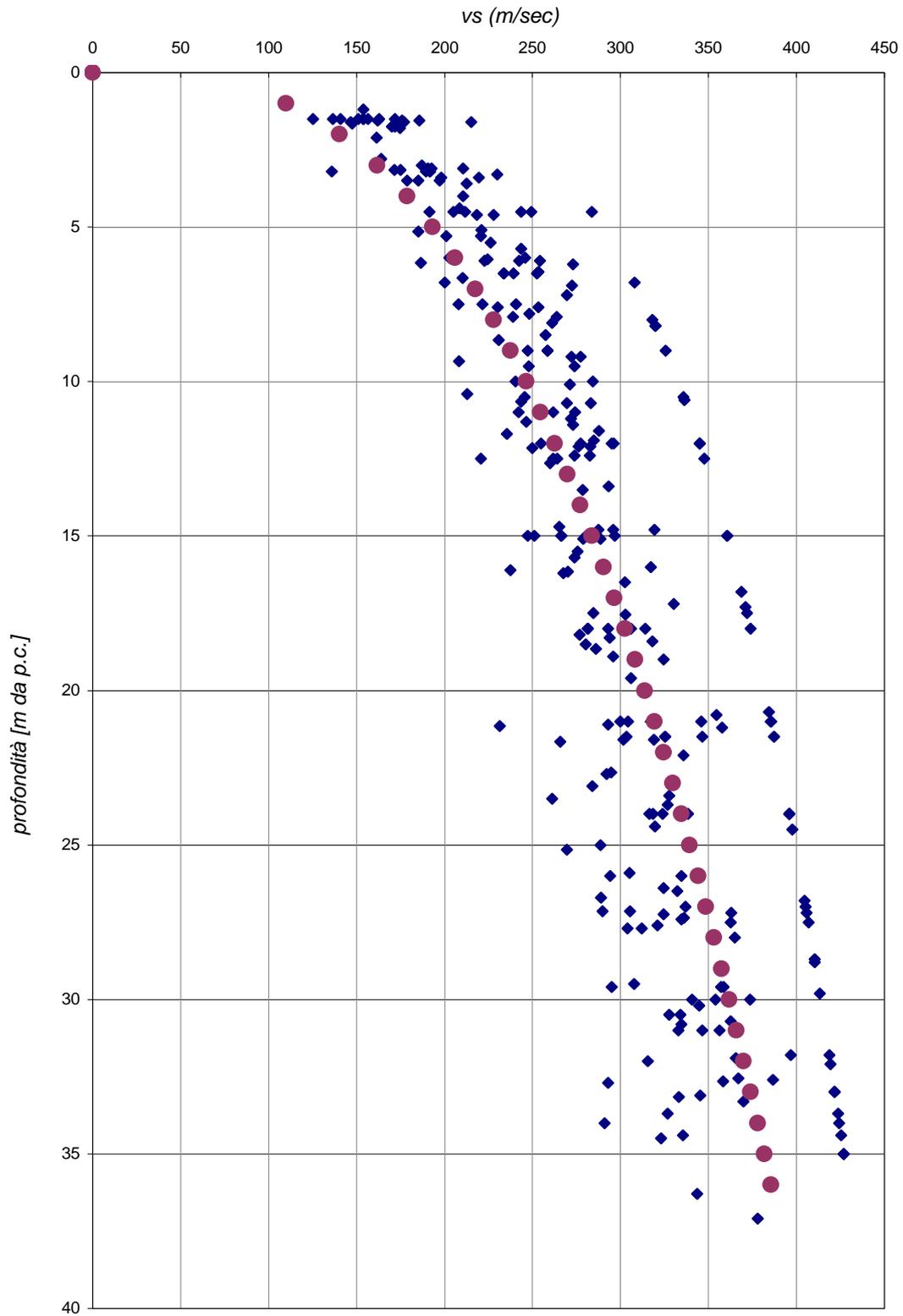


Figura 6-10

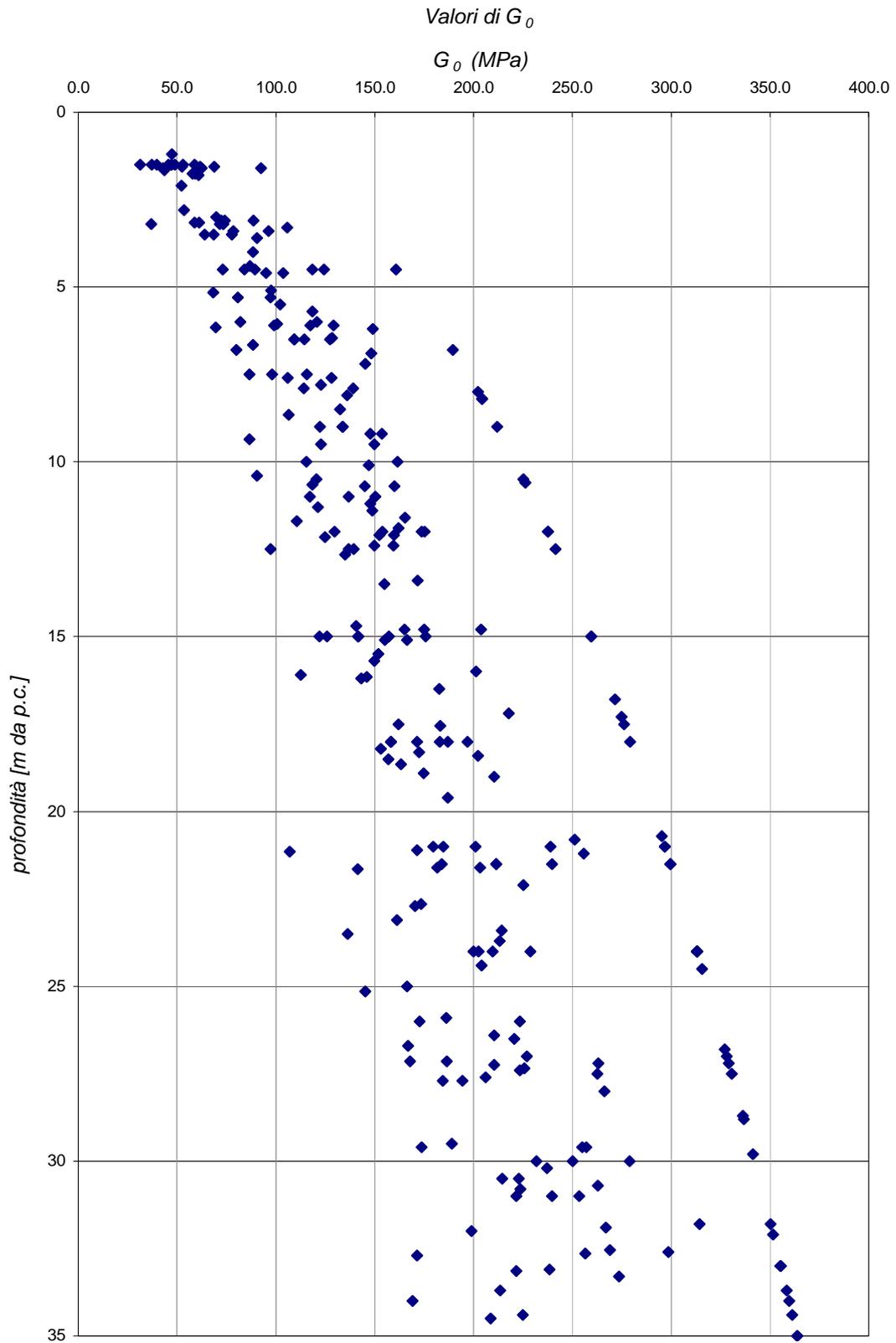


Figura 6-11

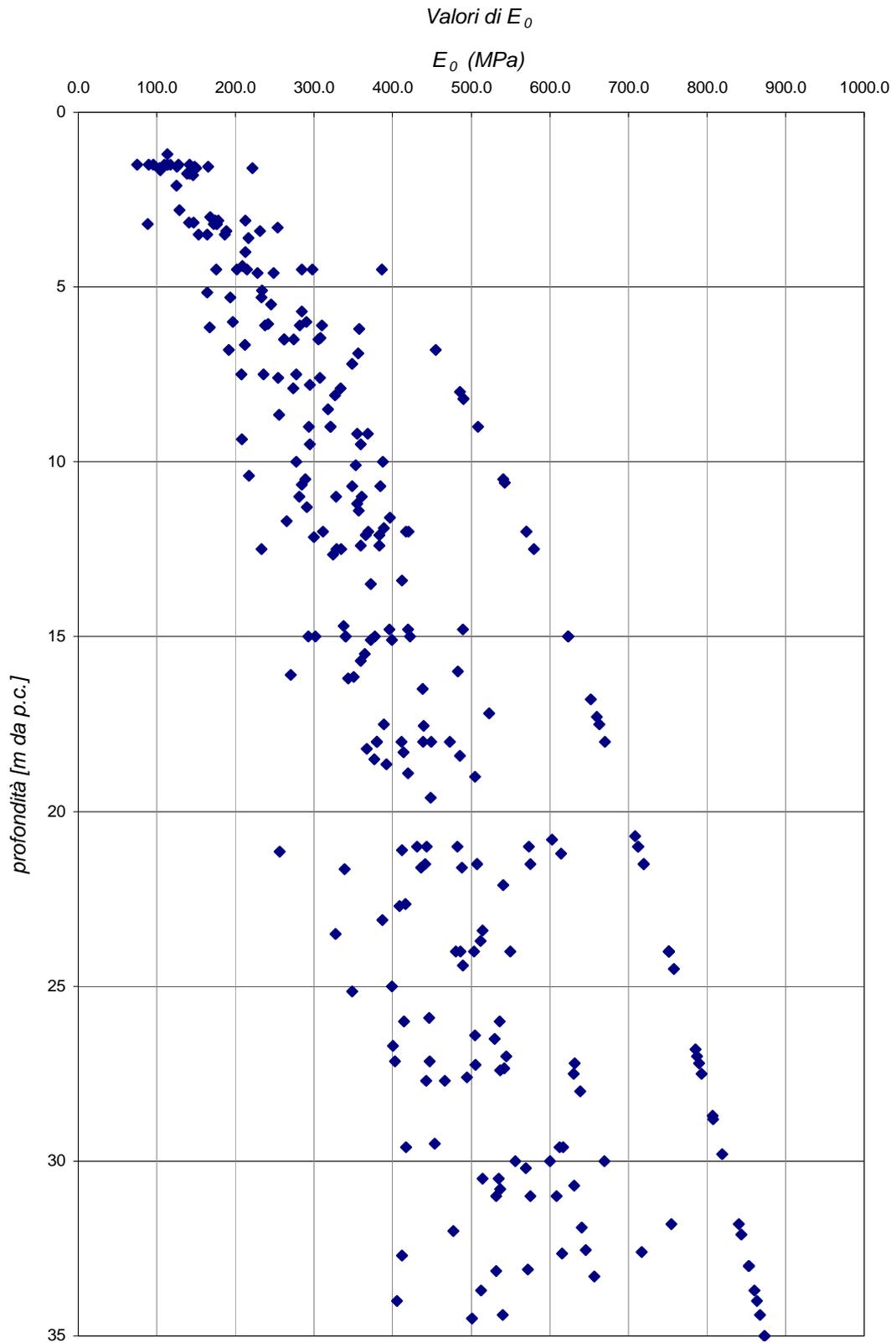


Figura 6-12

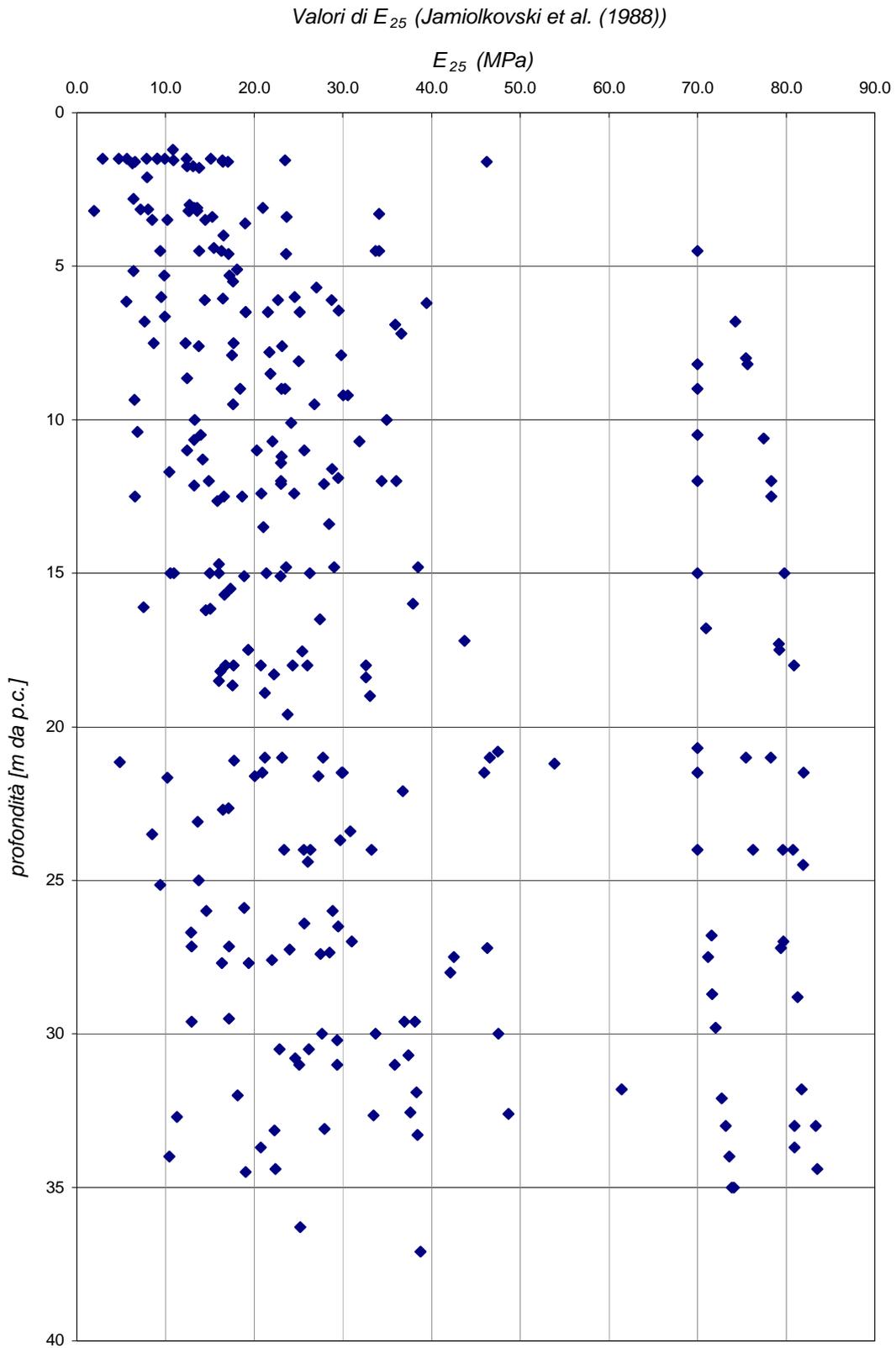


Figura 6-13

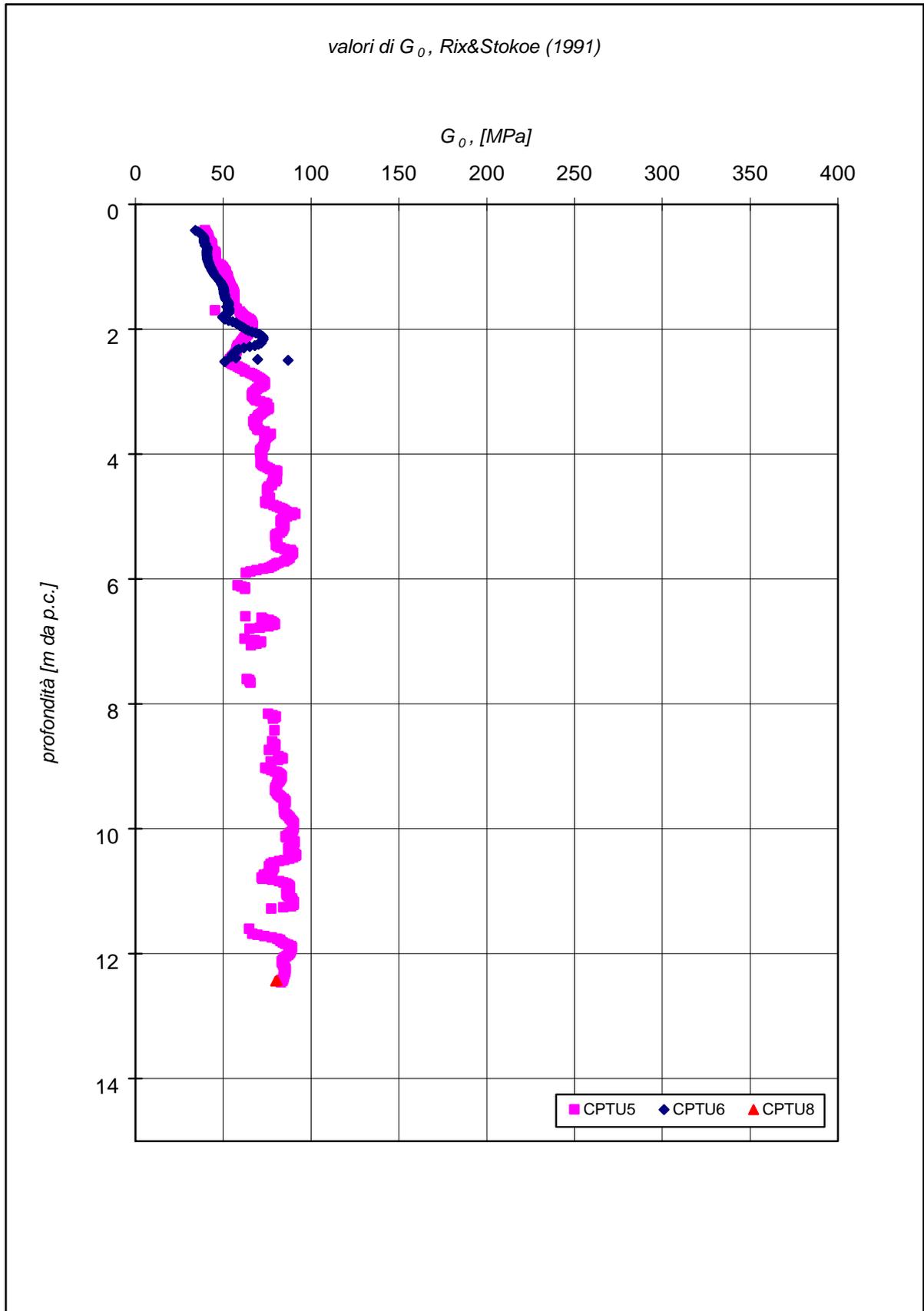


Figura 6-14

Modulo elastico operativo E_{25} (Jamiolkowski et al. [1988])

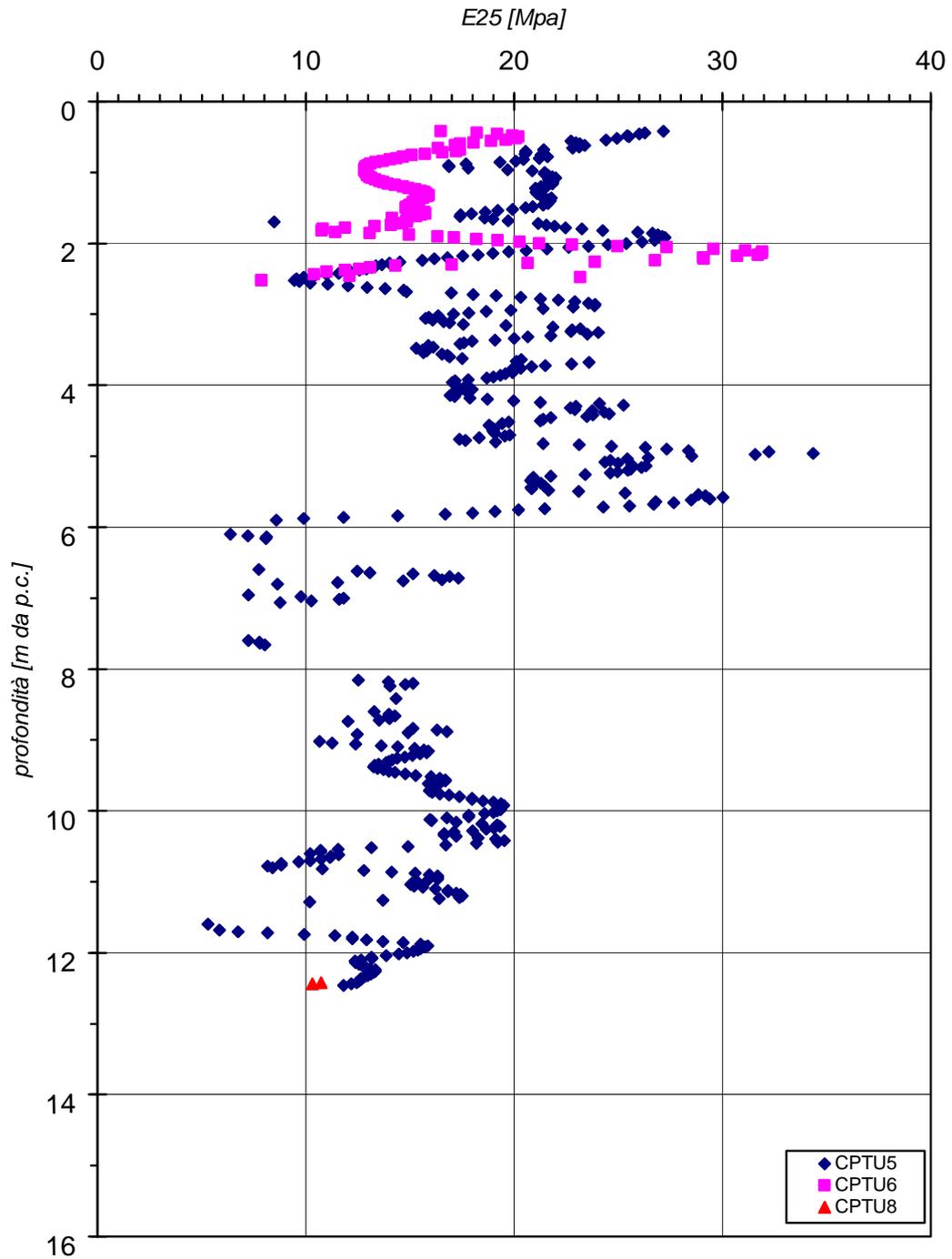


Figura 6-15

6.3 Depositi lagunari e marino costieri: limi e argille (P1a)

6.3.1 Generalità

La caratterizzazione geotecnica è sviluppata sulla base dell'interpretazione delle prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati nei sondaggi e sulle prove CPTU.

6.3.2 Caratteristiche fisiche

I limi argillosi e le argille limose in oggetto hanno curve granulometriche caratteristiche tipo quelle riportate nella **Figura 6-16**.

, sulla base di tali curve granulometriche le percentuali di argilla, limo, sabbia e ghiaia possono variare come segue:

limo e argilla = 18% ÷ 98%

sabbia = 1% ÷ 81%

ghiaia = 0% ÷ 61%

Le caratteristiche di plasticità (limite liquido LL e indice di plasticità IP) sono riportati nella **Figura 6-17 e Figura 6-18**; esse possono variare come segue:

LL = limite liquido = 18% ÷ 66%

IP = 6% ÷ 45%

Facendo riferimento alla "Carta di plasticità di Casagrande", riportata in **Figura 6-19**, i materiali in oggetto possono essere classificati come "argille inorganiche di media plasticità".

Il peso di volume naturale (γ_n) risulta compreso tra $\gamma_n = 16.2 \div 21.2$ kN/m³ (**Figura 6-20**).

Il grado di saturazione è normalmente superiore a 0.84 ÷ 1.00 (**Figura 6-21**).

Il contenuto d'acqua naturale (w_n), nell'ambito del materiale non alterato, risulta generalmente compreso tra 15% e 58% (**Figura 6-17**).

L'indice dei vuoti iniziale (e_0), nell'ambito del materiale non alterato, varia tra 0.53÷0.87 (**Figura 6-22**).

6.3.3 Stato iniziale

Nella **Figura 6-23** è riportato lo stato iniziale dei materiali nel piano di Burland (1990) $\ln\text{-log}\sigma_{vo}'$; nella stessa figura è tracciata anche la linea di compressibilità intrinseca ICL_{oed} .

Dalla figura si può rilevare che i materiali limoso-argillosi in oggetto si collocano per la maggior parte al di sotto della linea ICL_{oed} ; sotto tali presupposti essi sono da intendersi leggermente sovraconsolidati meccanicamente.

6.3.4 Resistenza al taglio non drenata

La resistenza al taglio non drenata (c_u) corrispondente a tensioni efficaci di consolidazione pari a quelle geostatiche e a condizioni di carico tipo quelle delle prove triassiali di compressione e carico, ottenute dalle prove TX-UU sono riportate nella **Figura 6-24**. La variabilità del parametro si è attestata tra 27 e 278 kPa.

La variazione del parametro con la profondità può essere valutata con la formula: $c_u = 80 + 3 \cdot z$, dove z rappresenta la profondità dal piano campagna.

6.3.5 Parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci

Le **Figura 6-25** e **Figura 6-26** riportano i risultati delle prove di laboratorio triassiali consolidate isotropicamente non drenate (TX-CIU), consolidate isotropicamente drenate (TX-CID) e di taglio diretto (TD) in termini di resistenze di picco.

Da tali figure possono essere dedotti i seguenti parametri di resistenza al taglio di picco in termini di sforzi efficaci:

$c_p' = 6\div 28$ kPa = intercetta di coesione;

$\varphi_p' = 13\div 38^\circ$ = angolo di attrito.

In relazione all'utilizzo dei parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci per analisi di stabilità con i metodi dell'equilibrio limite va rilevato quanto segue:

- Il materiale in esame ha un comportamento "strain softening" e può quindi essere interessato da fenomeni di rottura progressiva; le resistenze di picco sono determinate in parte a fenomeni di dilatanza indotti dalla sovraconsolidazione meccanica ed in parte da deboli legami di cementazione; la caduta di resistenza dovuta alla rottura dei legami di cementazione può avvenire in presenza di deformazioni indotte molto piccole; quella per dilatanza del materiale, unitamente a quella per riorientamento delle particelle, avviene invece più gradualmente.
- In relazione a quanto sopra l'esperienza acquisita su tali tipi di materiale raccomanda quanto segue:
 - Nei casi di terreni intatti, l'utilizzo di parametri operativi inferiori a quelli di picco pari a:
 - $c' = 6 \div 12 \text{ kPa}$ = intercetta di coesione;
 - $\varphi_p' = 24 \div 30^\circ$ = angolo di attrito.
 - Nei casi di terreni interessati da dissesti, l'utilizzo di parametri residui pari a:
 - $c_r' = 0 \text{ kPa}$ = intercetta di coesione;
 - $\varphi_r' = 20 \div 24^\circ$ = angolo di attrito.

6.3.5.1 Parametri di deformabilità operativi

I moduli di taglio iniziale (G_{01}), sono stati determinati sulla base dei risultati delle prove CPTU (**Figura 6-27**).

L'andamento può essere descritto dalla seguente espressione:

$$G_{01} = 1000 \cdot p_a \cdot \left(\frac{1 + \sqrt{3.5 \cdot z^{-0.95}}}{3} \right)^{0.5} \cdot \left(\frac{\sigma_v'}{p_a} \right)^{0.5}$$

Il modulo elastico iniziale (E_0) può essere calcolato con la seguente formula:

$$E_0 = (2.3 \cdot G_{01}) / (3 \div 5)$$

I moduli di Young operativi (E_0), da utilizzare per analisi di spostamento di fondazioni e opere di sostegno con metodi elastici, sono dell'ordine di $(1/3 \div 1/5) \cdot E_0$.

6.3.6 Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica

Sulla base di quanto presentato e discusso nei paragrafi precedenti nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici della formazione in esame:

P1a	
γ_t (kN/m³)	19.4 ± 1.1
e_o (-)	0.74
φ' (°)	24.2° ± 7.4°
c' (kPa)	26.0 ± 20.8
c_u (kPa)	$c_u = 80 + 3 \cdot z^{(1)}$
V_s (m/sec)	$\sqrt{\frac{G_{o1} \cdot 9.81}{\gamma_t}}$
G_{o1} (kPa)	$1000 \cdot p_a \cdot \left(\frac{1 + \sqrt{3.5 \cdot z^{-0.95}}}{3} \right)^{0.5} \cdot \left(\frac{\sigma'_v}{p_a} \right)^{0.5}$
E_o (kPa)	$(2.3 \cdot G_{o1}) / (3+5)$

Simbologia:

γ_t = peso di volume naturale;

φ' = angolo di attrito operativo;

c' = intercetta di coesione operativa;

c_u = resistenza al taglio non drenata riferita a tensioni di consolidazione pari a quelle geostatiche e a condizioni di carico tipo quelle delle prove triassiali di compressione e carico;

k_o = coefficiente di spinta del terreno a riposo;

V_s = velocità di propagazione delle onde di taglio;

G_{o1} = modulo di taglio iniziale riferito a pressioni efficaci pari a quelle geostatiche;

E_{op1} = modulo di Young secante corrispondente a cedimenti delle fondazioni inferiori a $0.01 \cdot B$;

B = dimensione minore della fondazione (m);

$p_a = 100 \text{ kPa}$ = pressione atmosferica di riferimento;

z = profondità dal p.c. in metri.

Note:

⁽¹⁾ = Per le analisi di stabilità è raccomandabile adottare un valore ridotto, pari a $(0.7 \div 0.8) \cdot c_u$

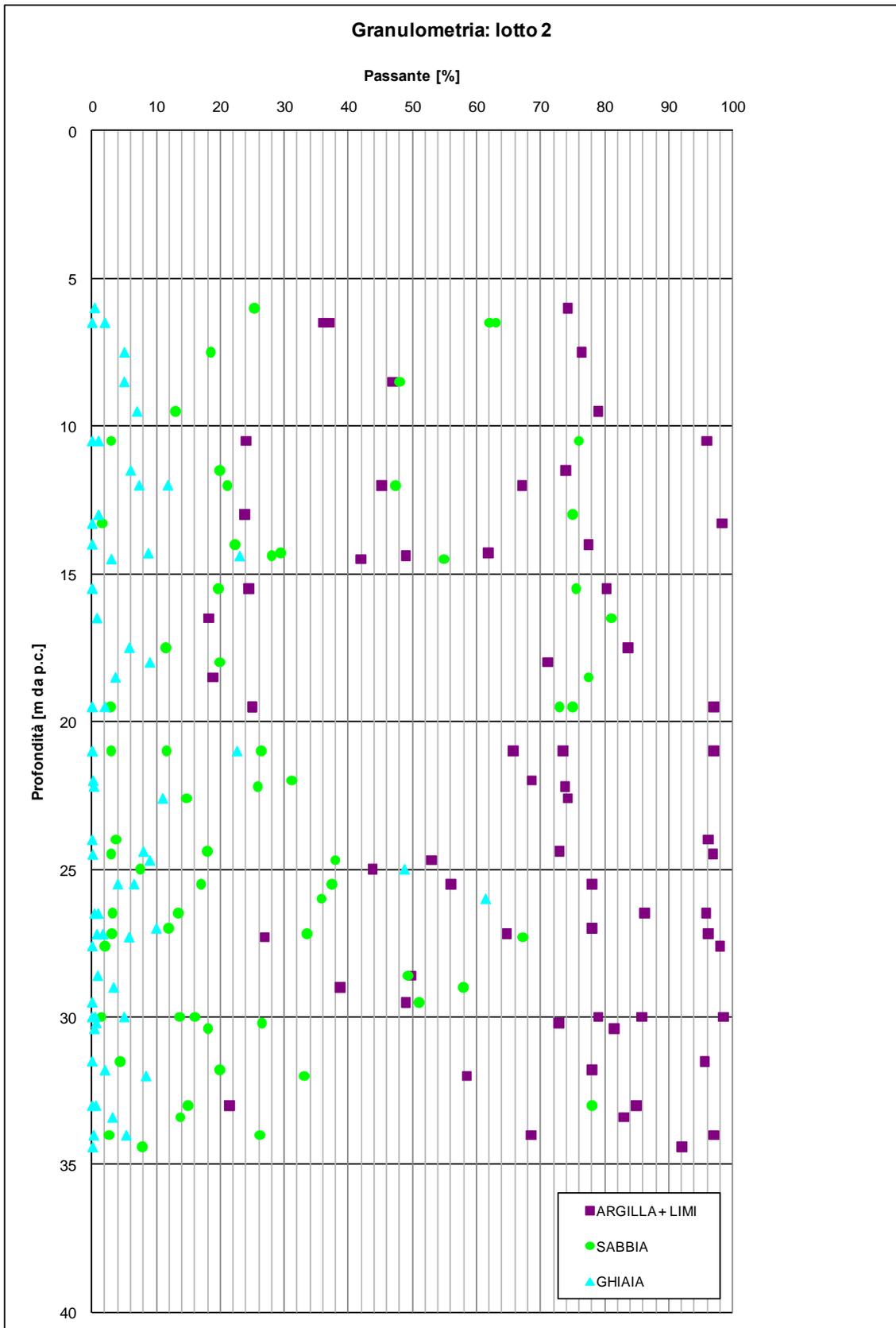


Figura 6-16

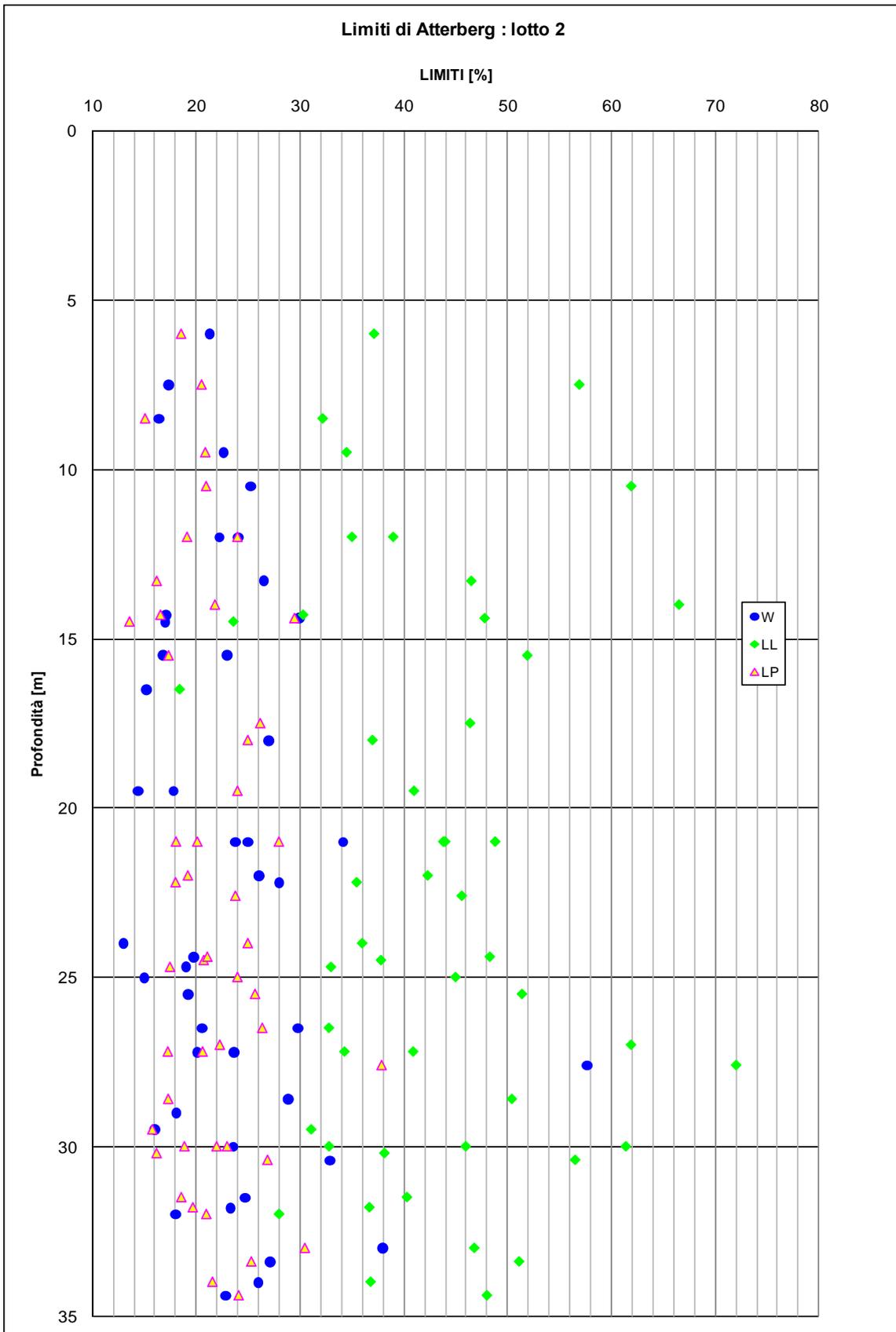


Figura 6-17

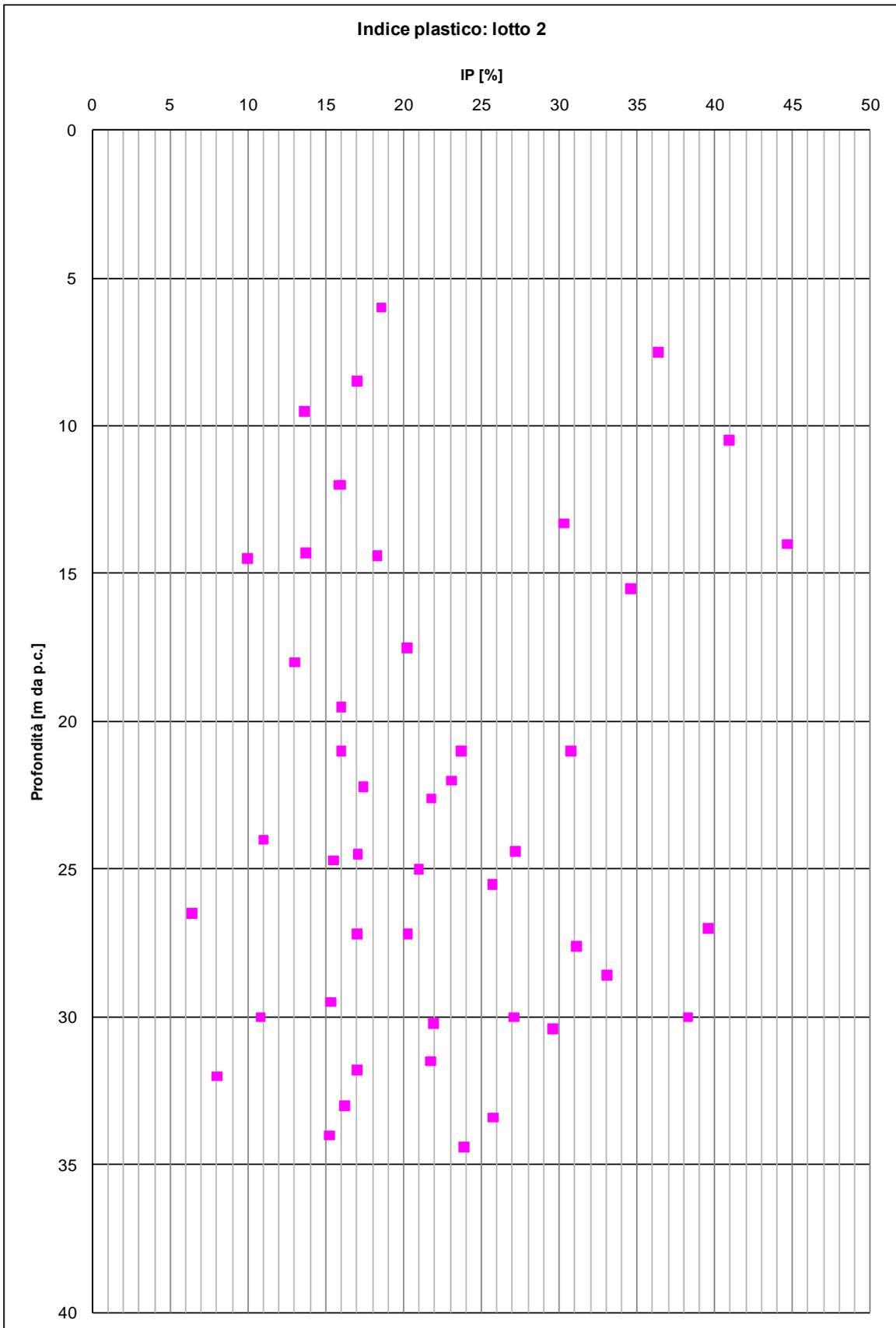


Figura 6-18

Carta di Casagrande: lotto 2

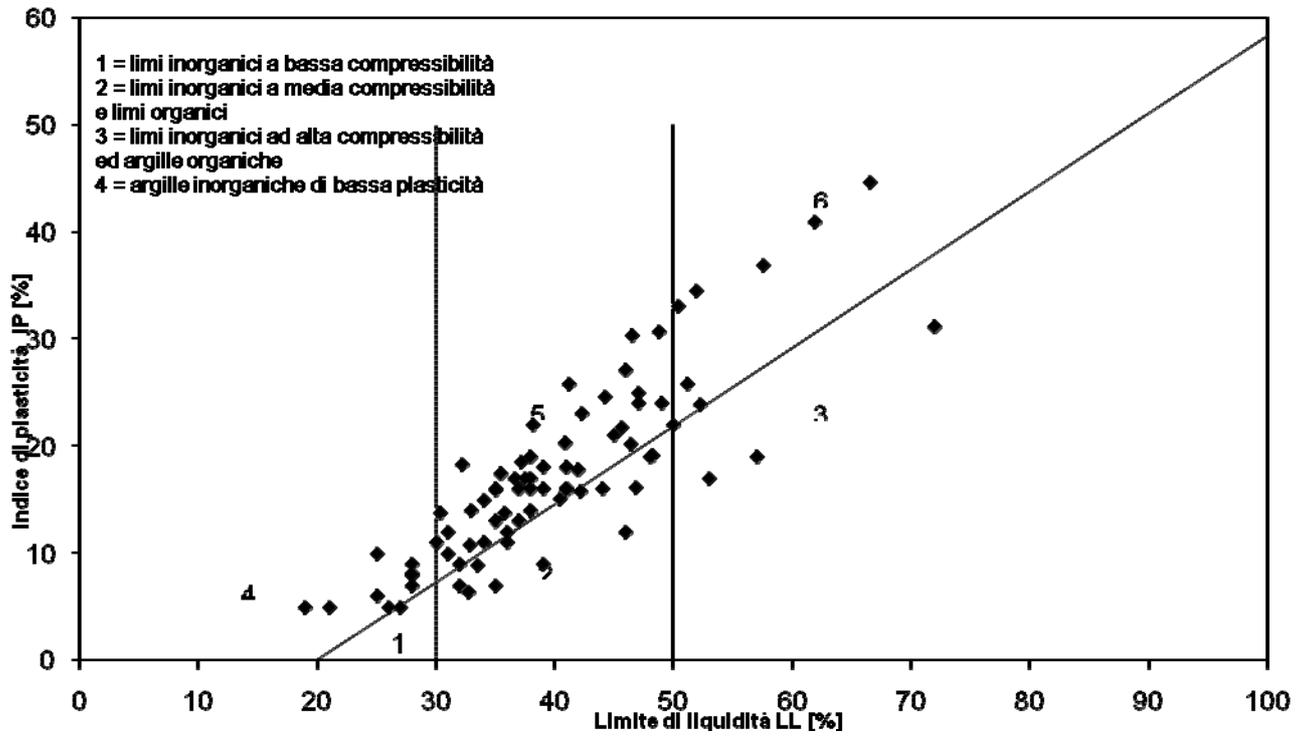


Figura 6-19

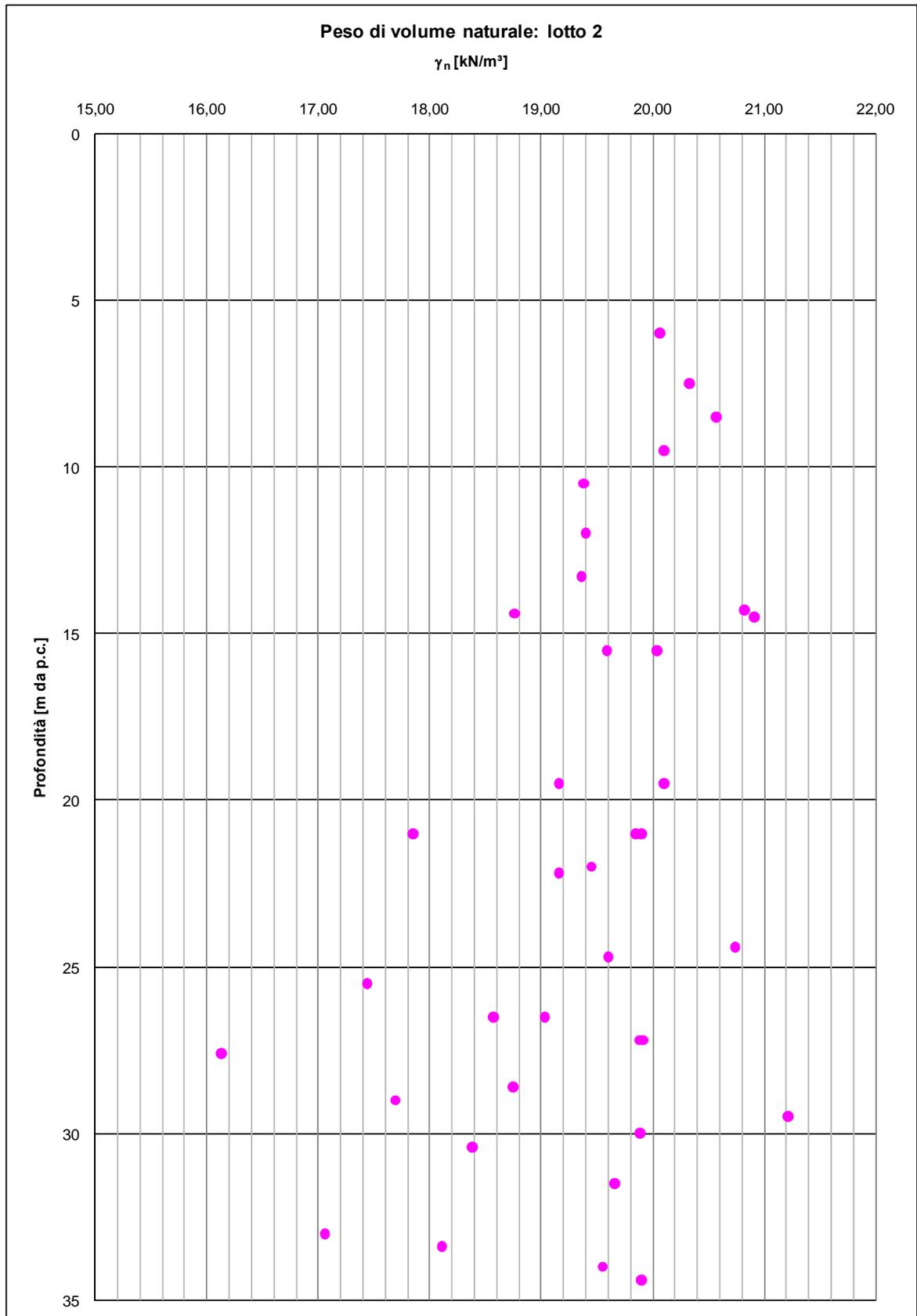


Figura 6-20

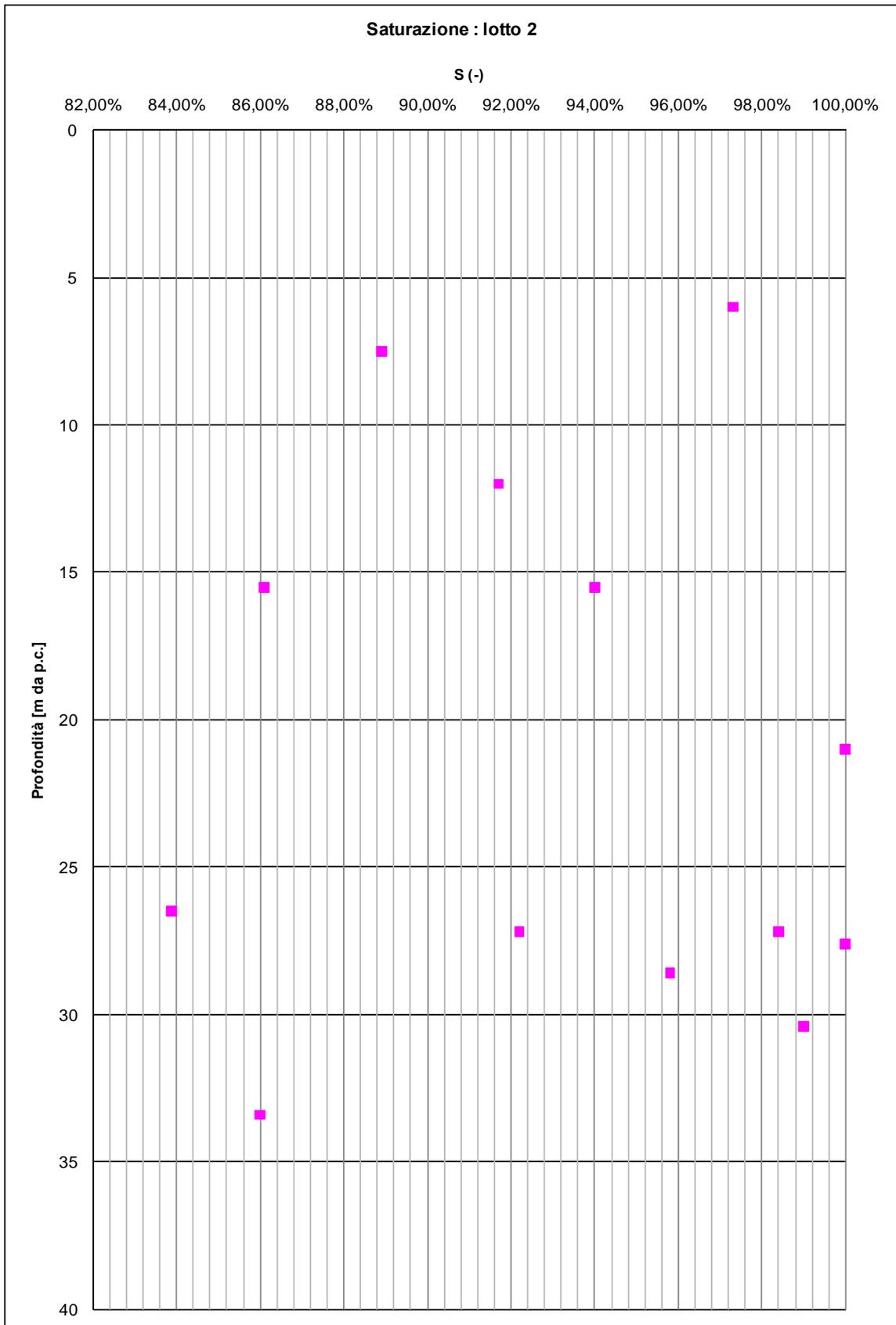


Figura 6-21

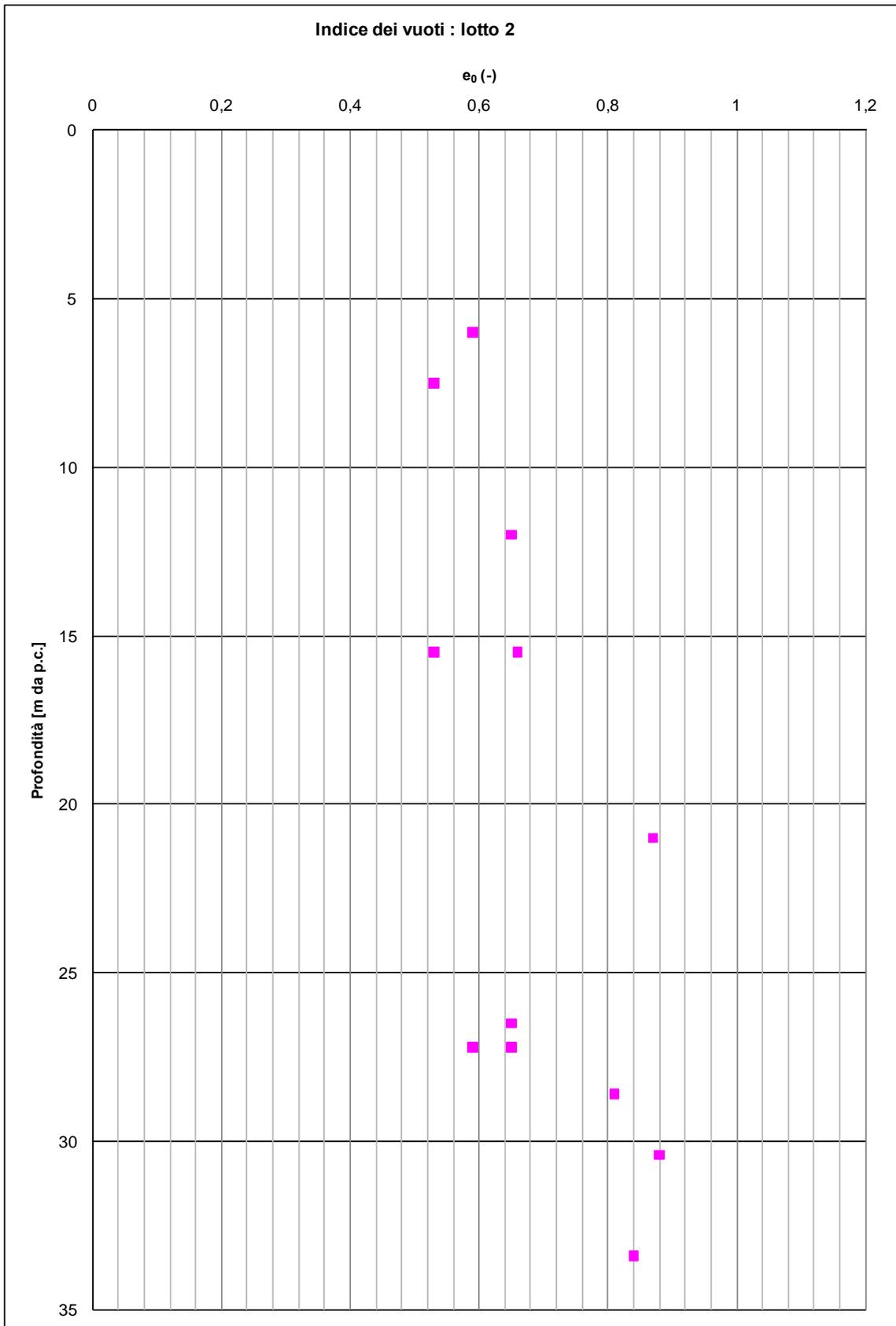


Figura 6-22

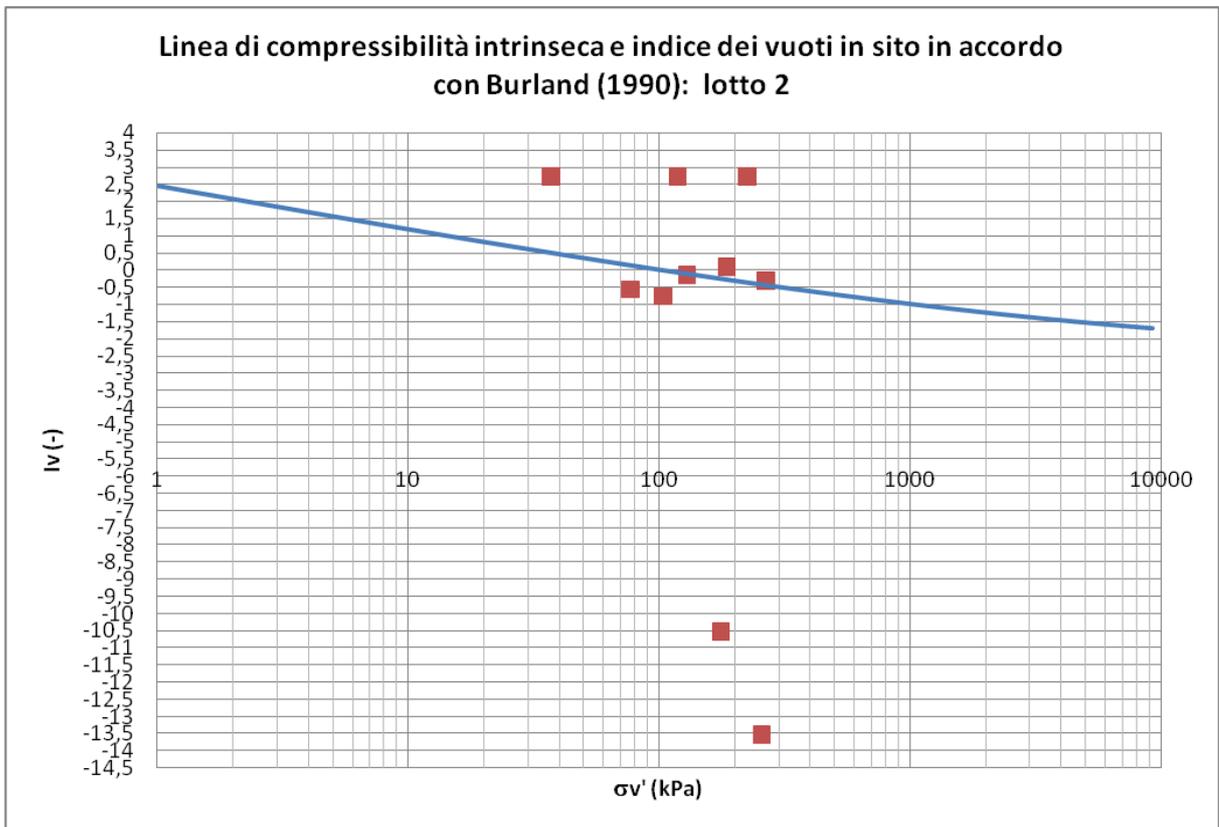


Figura 6-23

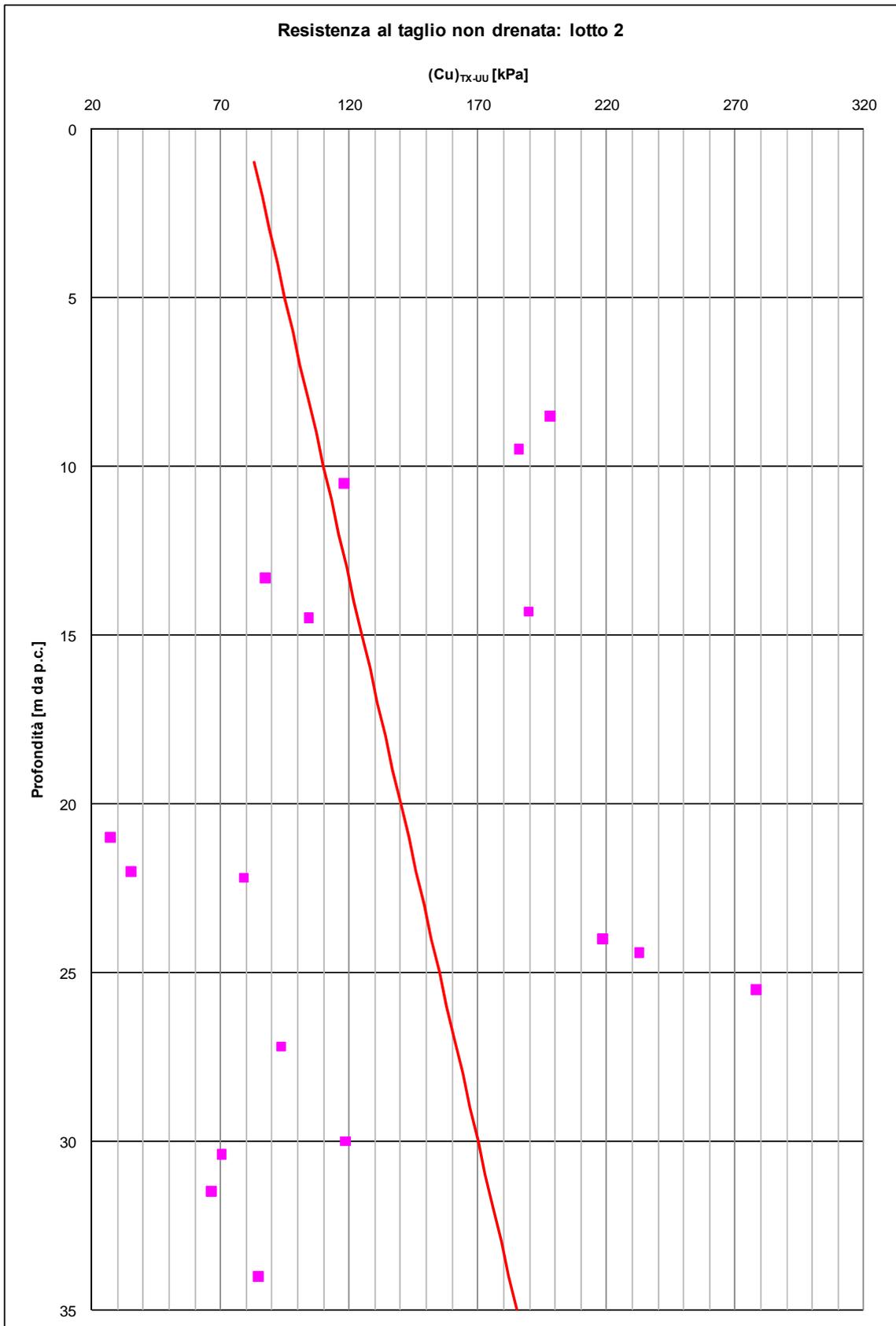
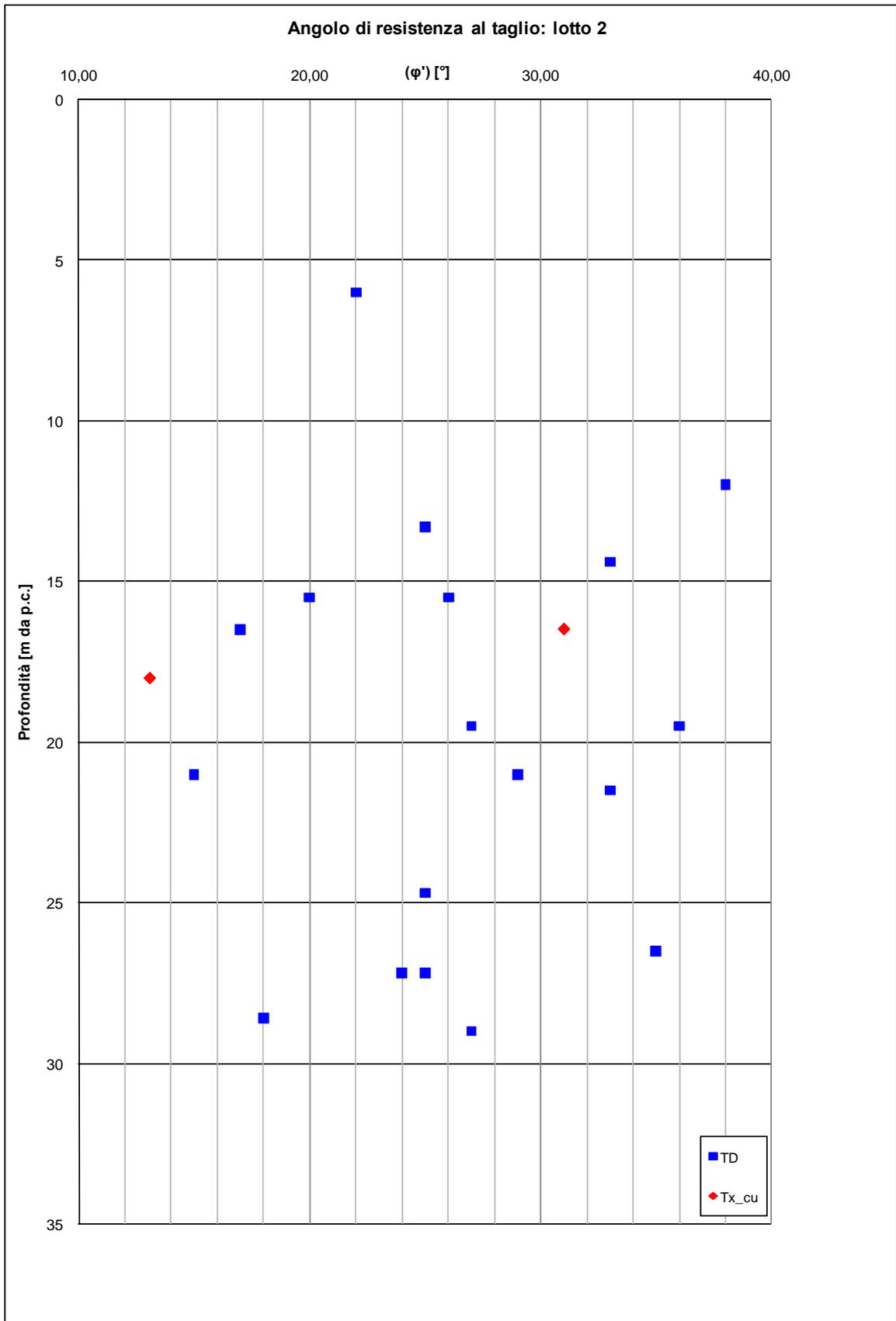


Figura 6-24



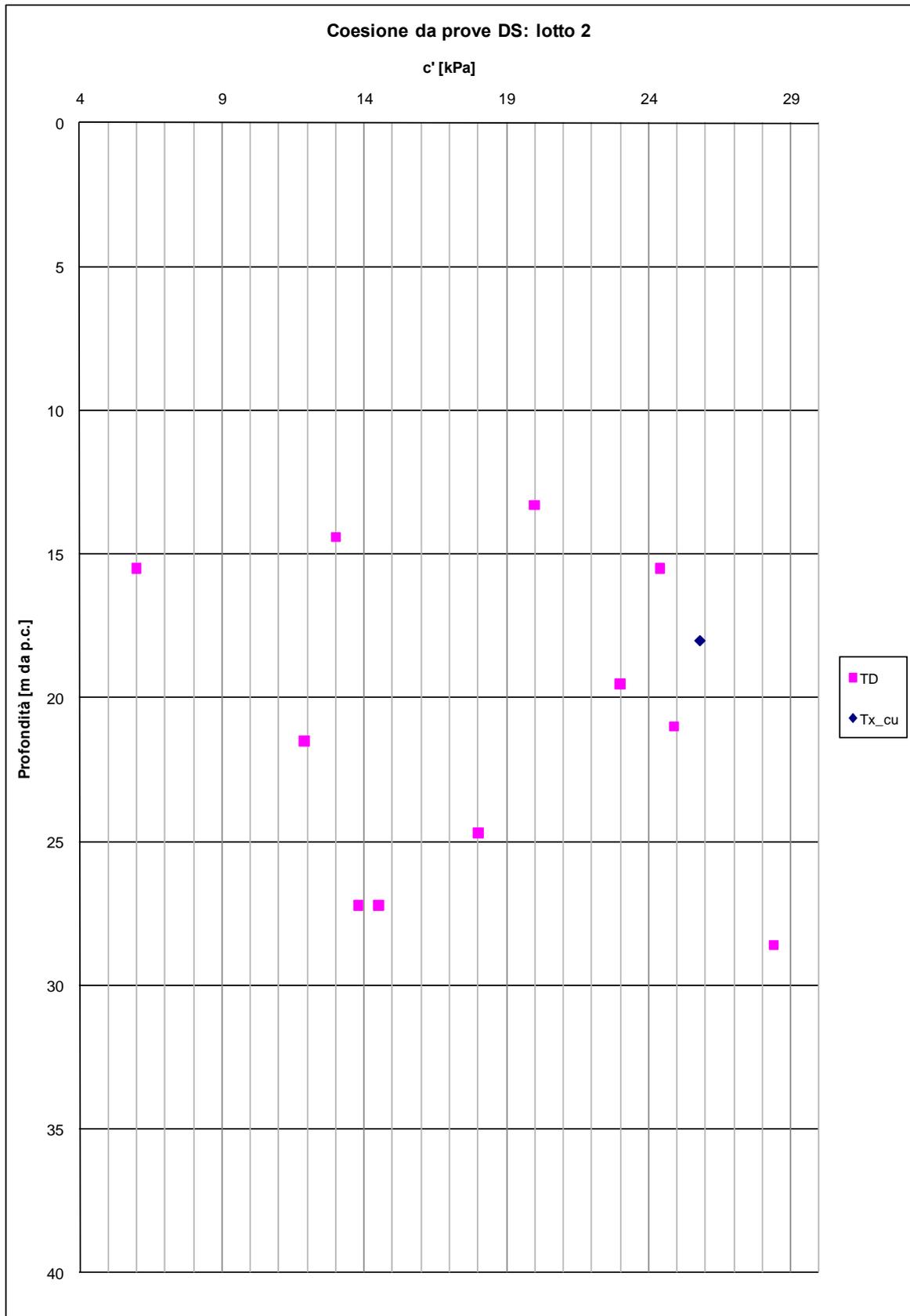


Figura 6-26

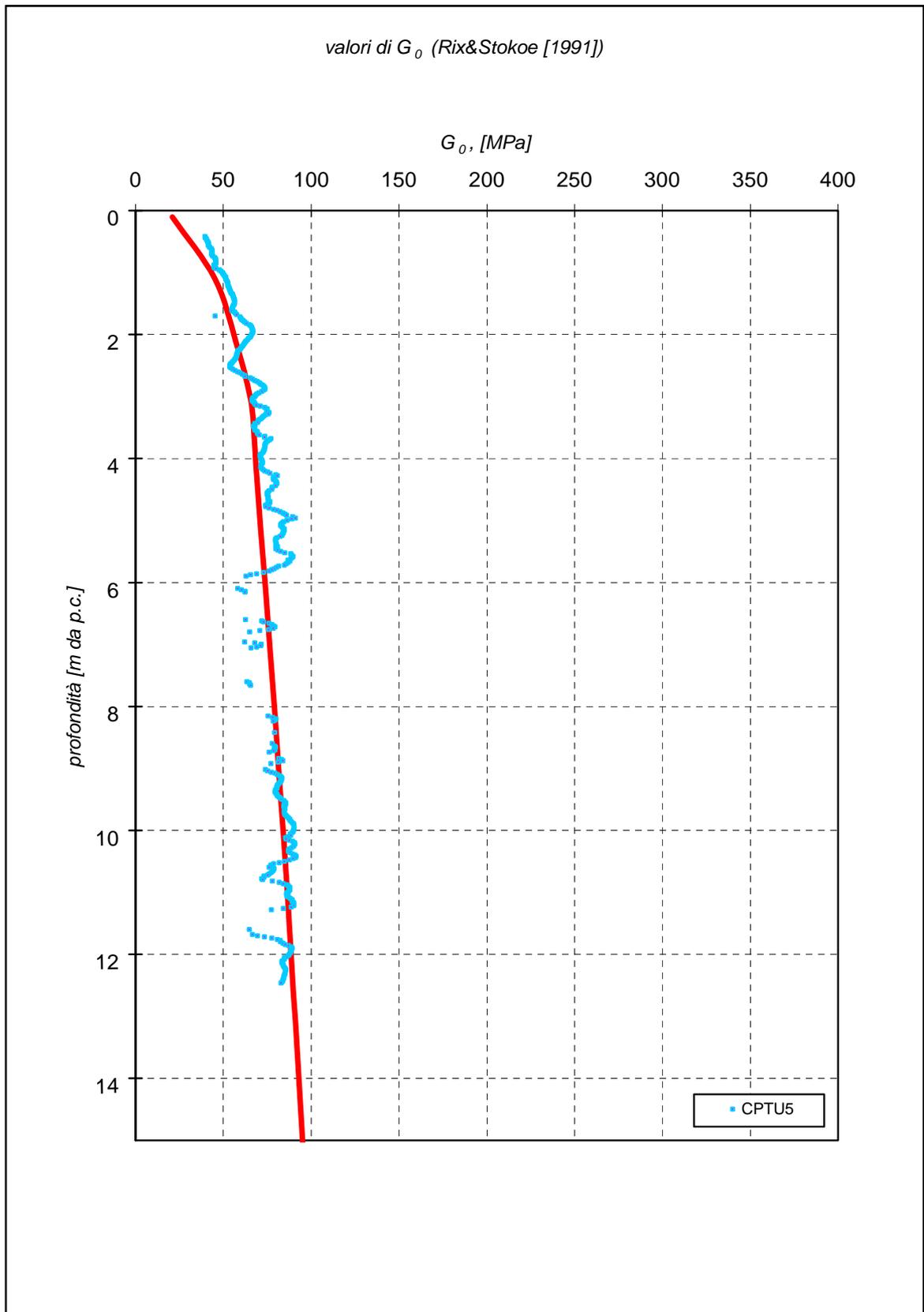


Figura 6-27

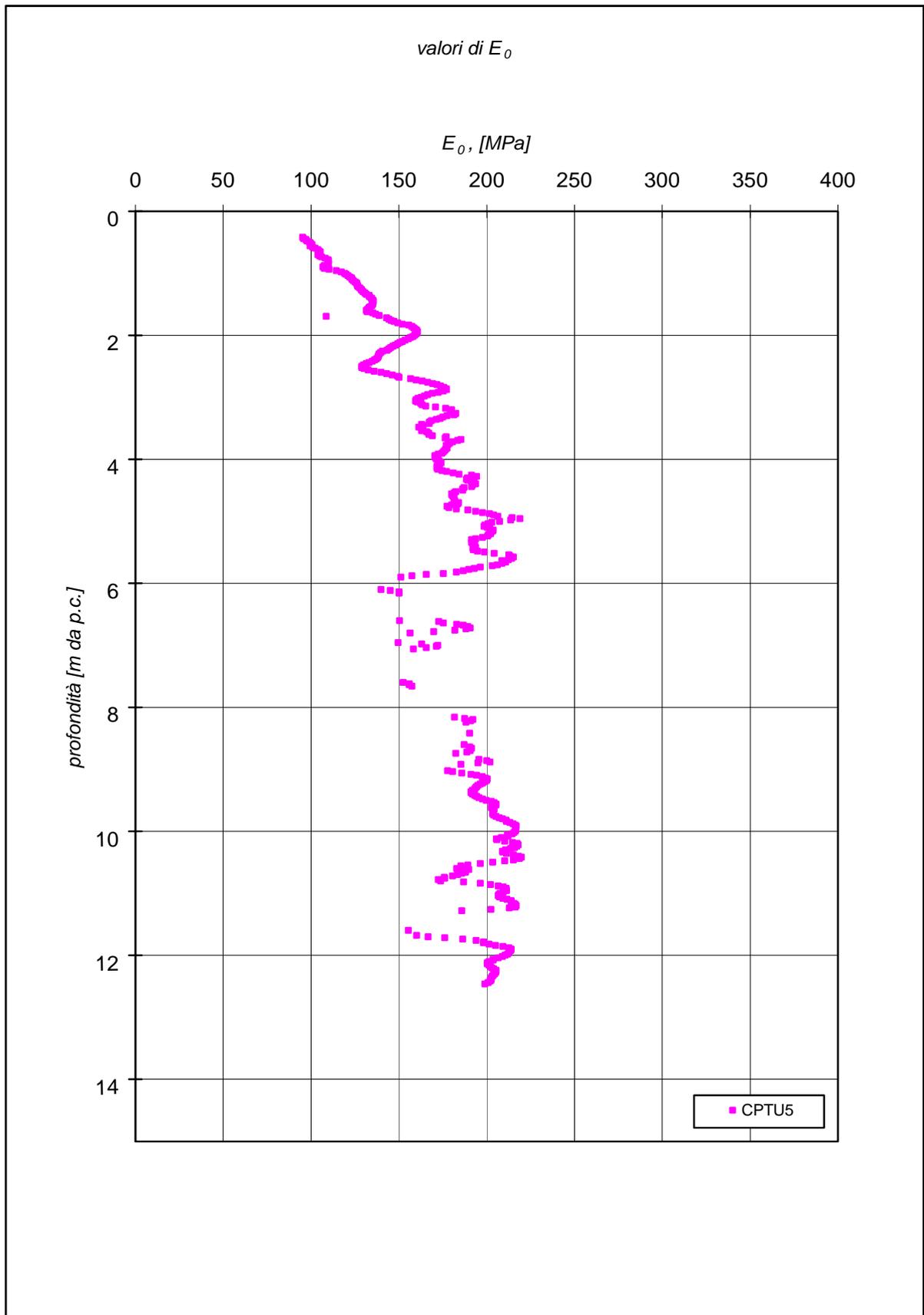


Figura 6-28

Modulo elastico operativo (Jamiolkowski et al. [1988])

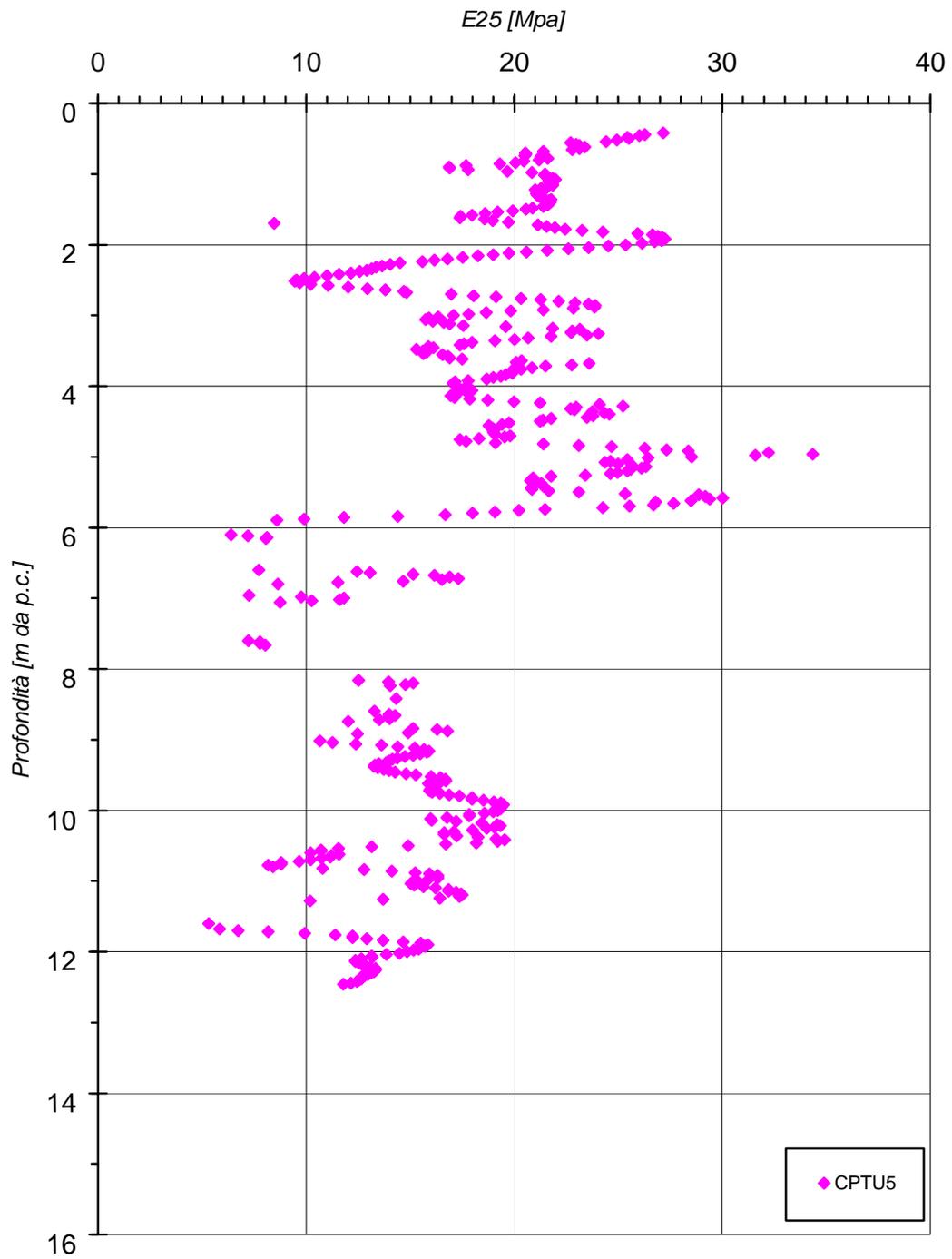


Figura 6-29

6.4 Depositi pleistocenici medio superiori: limi e argille (P1b)

6.4.1 Generalità

La caratterizzazione geotecnica è sviluppata sulla base dell'interpretazione delle prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati nei sondaggi.

6.4.2 Caratteristiche fisiche

I limi argillosi e le argille limose in oggetto hanno curve granulometriche caratteristiche tipo quelle riportate nella **Figura 6-30**.

Sulla base di tali curve granulometriche le percentuali di argilla, limo, sabbia e ghiaia possono variare come segue:

argilla + limo = 19% ÷ 96%

sabbia = 2% ÷ 77%

ghiaia = 0% ÷ 10%

Le caratteristiche di plasticità (limite liquido LL e indice di plasticità IP) sono riportati nella **Figura 6-31 e Figura 6-32** esse possono variare come segue:

LL = limite liquido = 30% ÷ 53%

IP = 8% ÷ 33%

Facendo riferimento alla “Carta di plasticità di Casagrande”, riportata in **Figura 6-33**, i materiali in oggetto possono essere classificati come “argille inorganiche di media plasticità”.

Il peso di volume naturale (γ_n) risulta compreso tra $\gamma_n = 18.6 \div 20.6$ kN/m³ (**Figura 6-34**).

Il contenuto d'acqua naturale (w_n), nell'ambito del materiale non alterato, risulta generalmente compreso tra 15% e 40% (**Figura 6-31**).

6.4.3 Stato iniziale

Nella **Figura 6-35** è riportato lo stato iniziale dei materiali nel piano di Burland (1990) I_v - $\log \sigma_{vo}'$; nella stessa figura è tracciata anche la linea di compressibilità intrinseca ICL_{oed} .

Dalla figura si può rilevare che i materiali limoso-argillosi in oggetto si collocano per la maggior parte al di sotto della linea ICL_{oed} ; sotto tali presupposti essi sono da intendersi leggermente sovraconsolidati meccanicamente.

6.4.4 Resistenza al taglio non drenata

La resistenza al taglio non drenata (c_u) corrispondente a tensioni efficaci di consolidazione pari a quelle geostatiche e a condizioni di carico tipo quelle delle prove triassiali di compressione e carico, ottenuta dalle prove TX-UU è riportata nella **Figura 6-36**. Risulta compresa entro un range 66÷264 kPa

La variazione del parametro con la profondità può essere valutata con la formula: $c_u = 50 + 3 \cdot z$, dove z rappresenta la profondità dal piano campagna.

6.4.5 Parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci

Le **Figura 6-37** e **Figura 6-38** riportano i risultati delle prove di laboratorio triassiali consolidate isotropicamente non drenate (TX-CIU) e di taglio diretto (TD) in termini di resistenze di picco.

Da tali figure possono essere dedotti i seguenti parametri di resistenza al taglio di picco in termini di sforzi efficaci:

$$c_p' = 9 \div 16 \text{ kPa} = \text{intercetta di coesione};$$

$$\varphi_p' = 20 \div 34^\circ = \text{angolo di attrito}.$$

Nei casi di terreni intatti, l'utilizzo di parametri operativi inferiori a quelli di picco pari a:

$$c' = 6 \div 12 \text{ kPa} = \text{intercetta di coesione};$$

$$\varphi_p' = 20 \div 26^\circ = \text{angolo di attrito}.$$

Nei casi di terreni interessati da dissesti, l'utilizzo di parametri residui pari a:
 $c_r' = 0$ kPa = intercetta di coesione;
 $\varphi_r' = 18\div 24^\circ$ = angolo di attrito.

6.4.5.1 Parametri di deformabilità operativi

Il coefficiente di consolidazione secondaria è pari a 0.0274 **Figura 6-39**.

6.4.6 Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica

Sulla base di quanto presentato e discusso nei paragrafi precedenti nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici della formazione in esame:

P1b	
γ_t (kN/m ³)	19.8 ± 0.5
φ' (°)	28.3° ± 6.3°
c' (kPa)	13 ± 10
c_u (kPa)	127⁽¹⁾
c_v (m ² /sec)	4.0 x 10⁻⁷⁸

Simbologia:

γ_t = peso di volume naturale;

φ' = angolo di attrito operativo;

c' = intercetta di coesione operativa;

c_u = resistenza al taglio non drenata riferita a tensioni di consolidazione pari a quelle geostatiche e a condizioni di carico tipo quelle delle prove triassiali di compressione e carico;

k_o = coefficiente di spinta del terreno a riposo;

Note:

⁽¹⁾ = Per le analisi di stabilità è raccomandabile adottare un valore ridotto, pari a $(0.7\div 0.8) \cdot c_u$

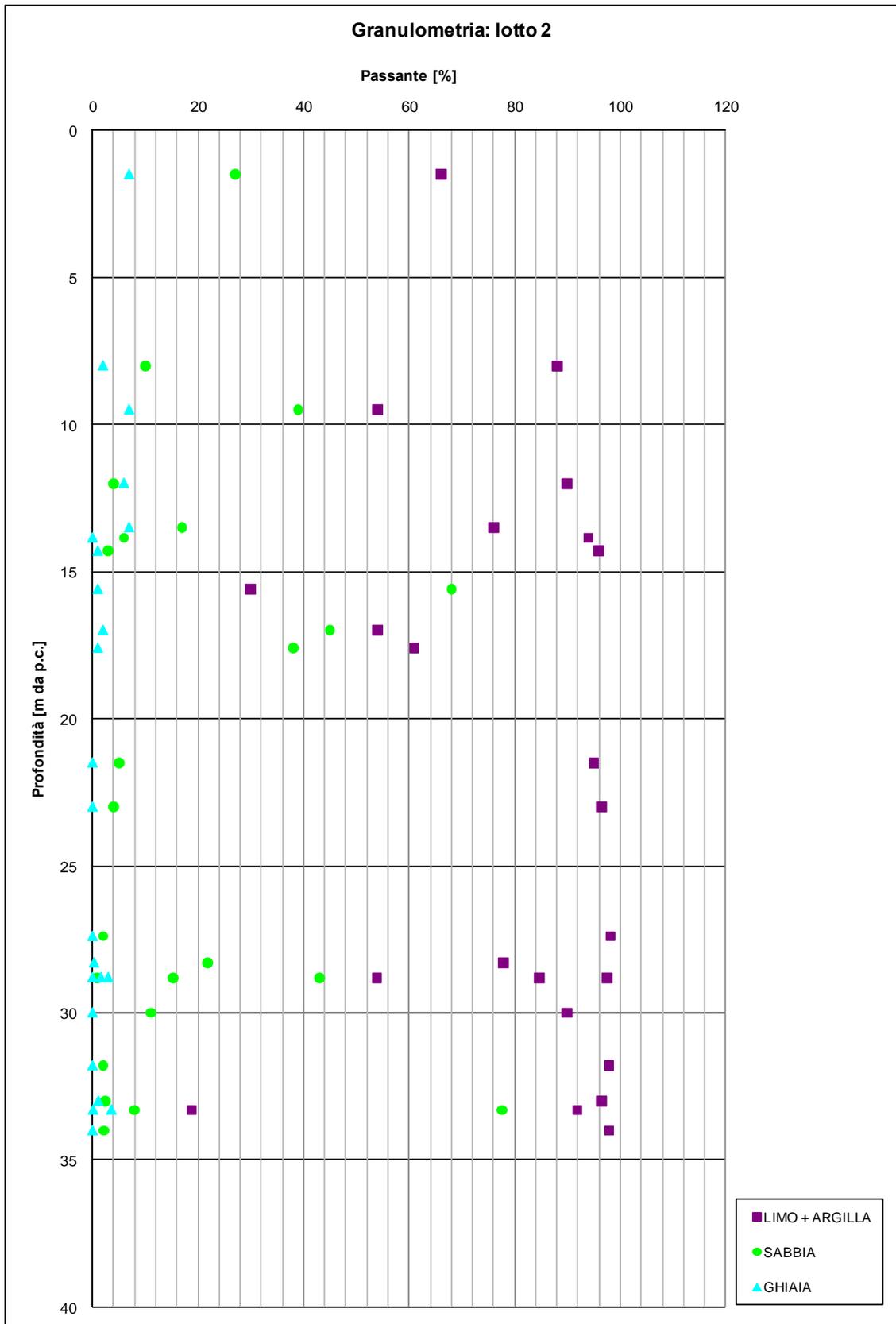


Figura 6-30

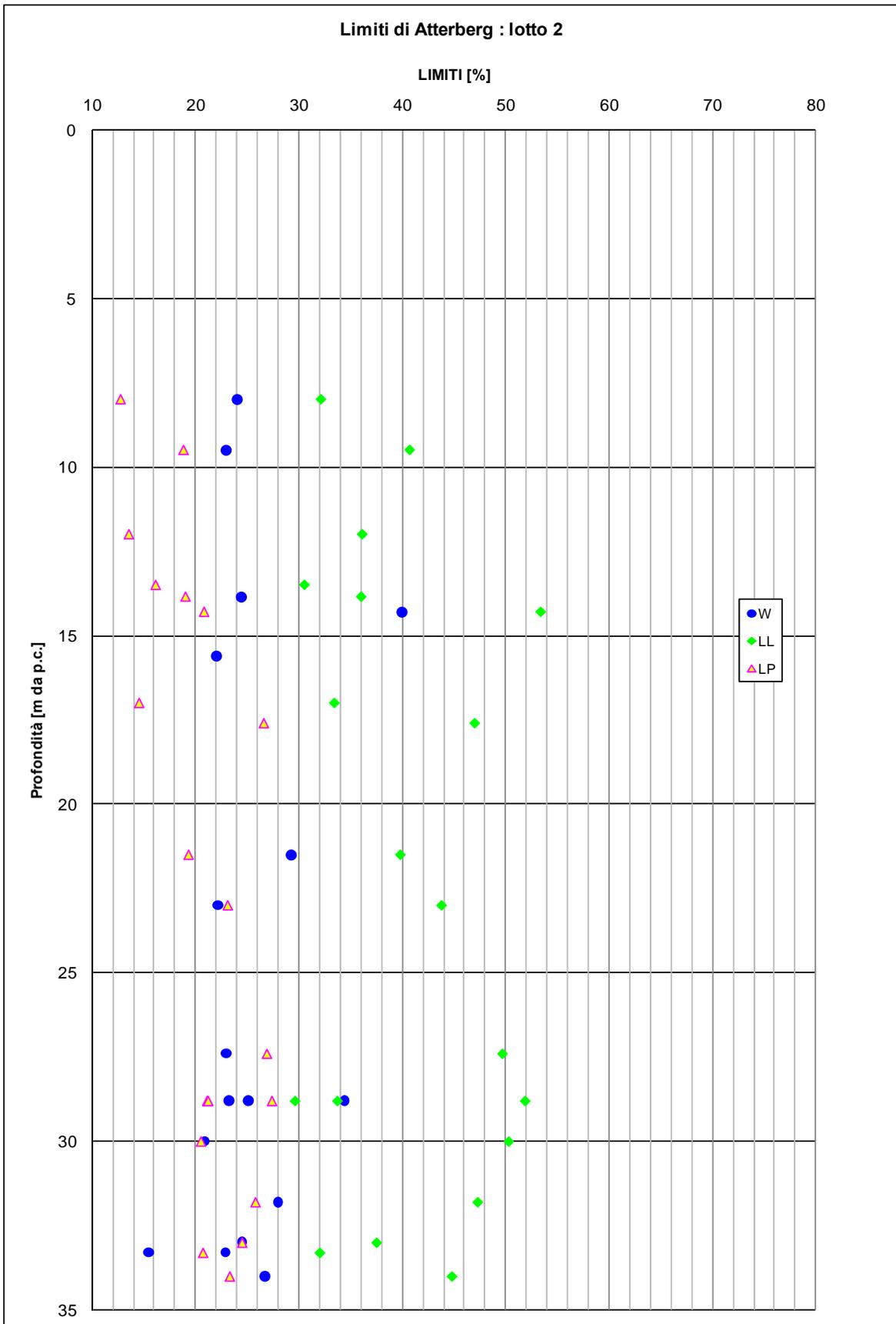


Figura 6-31

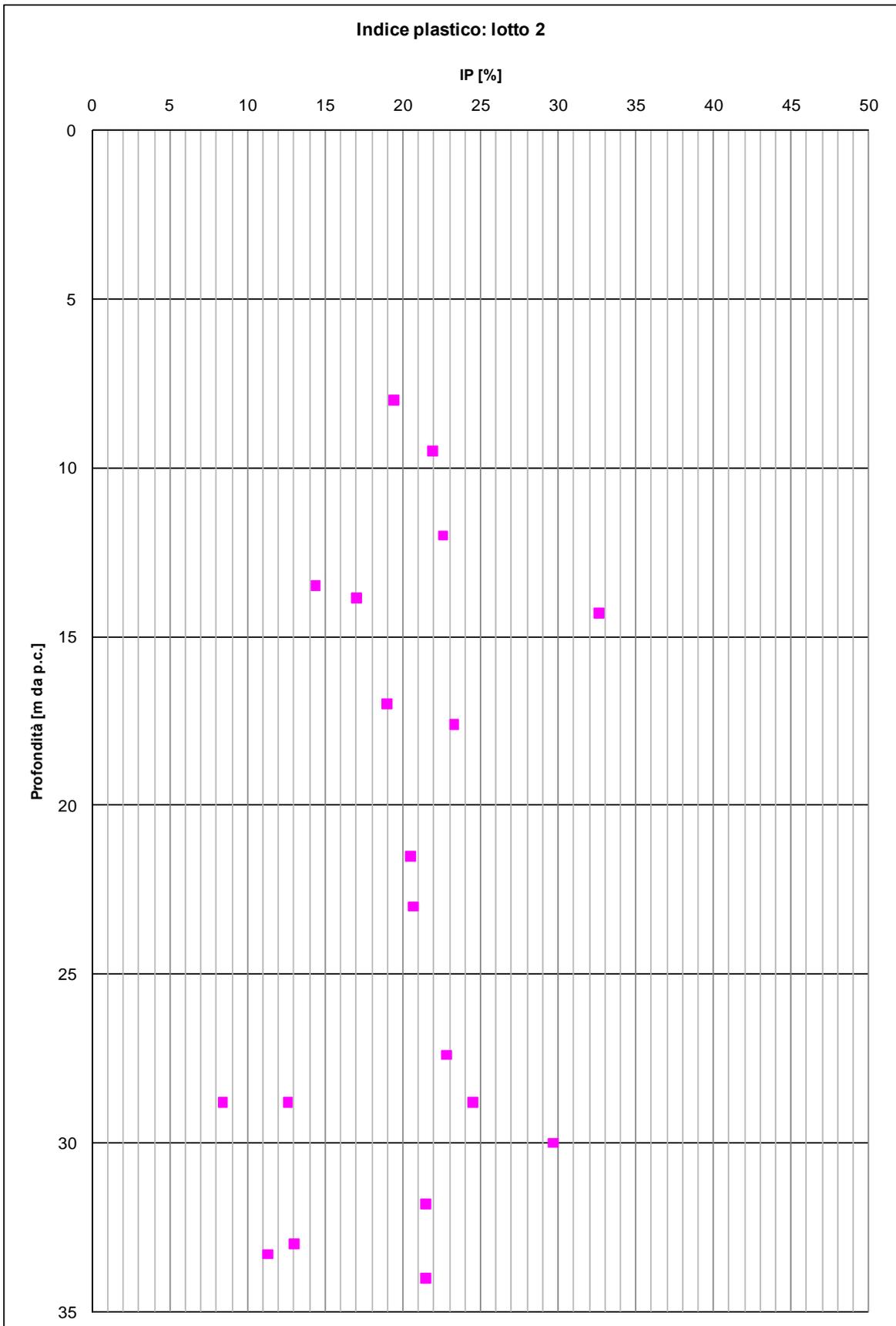


Figura 6-32

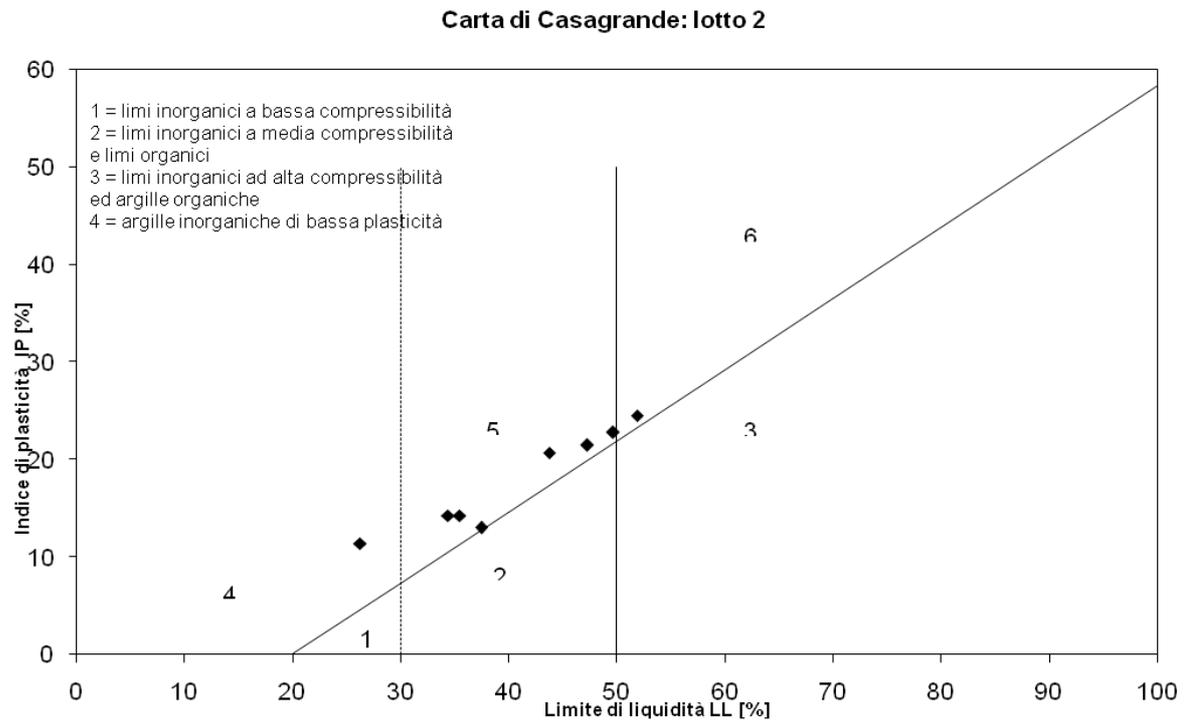


Figura 6-33

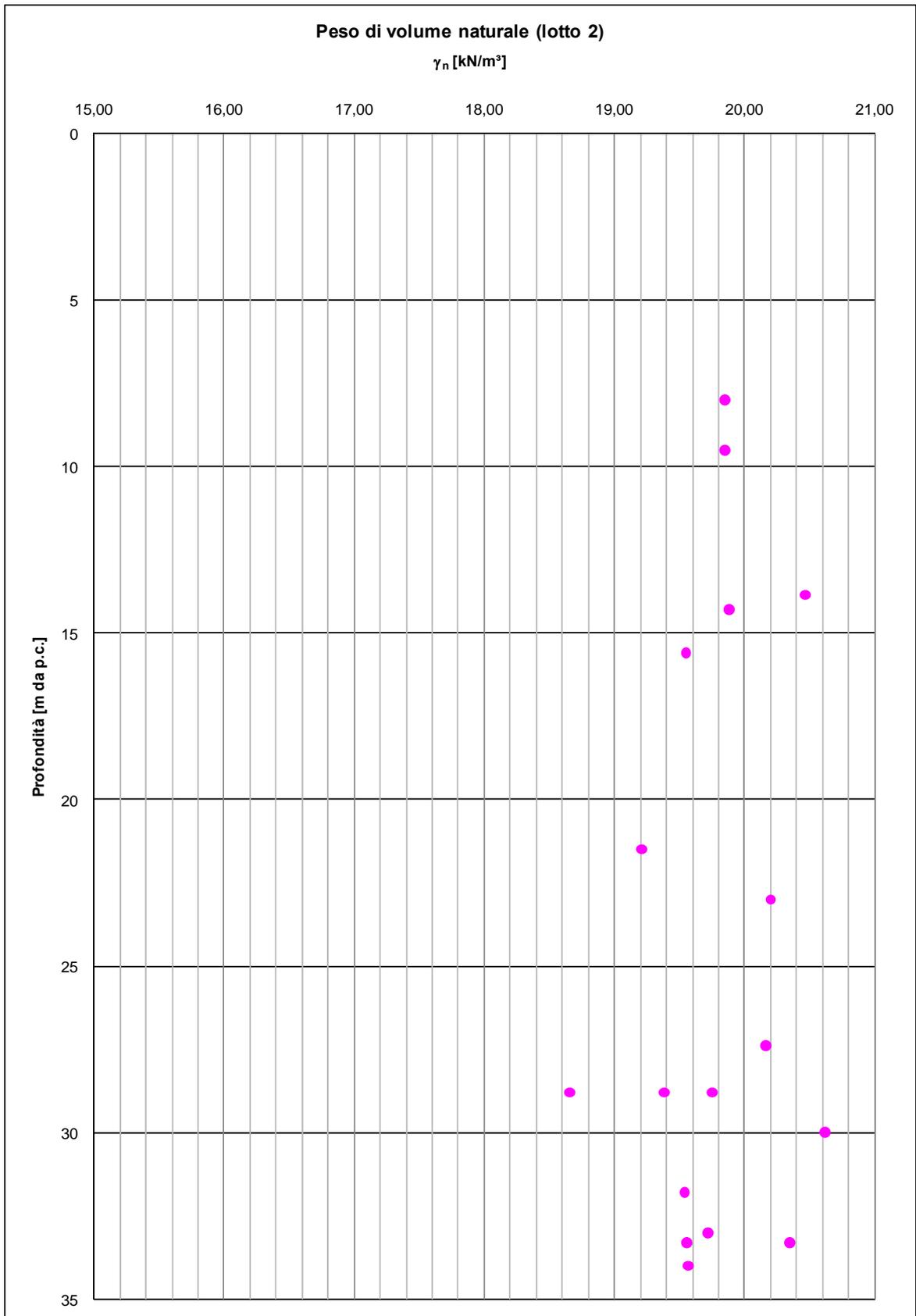


Figura 6-34

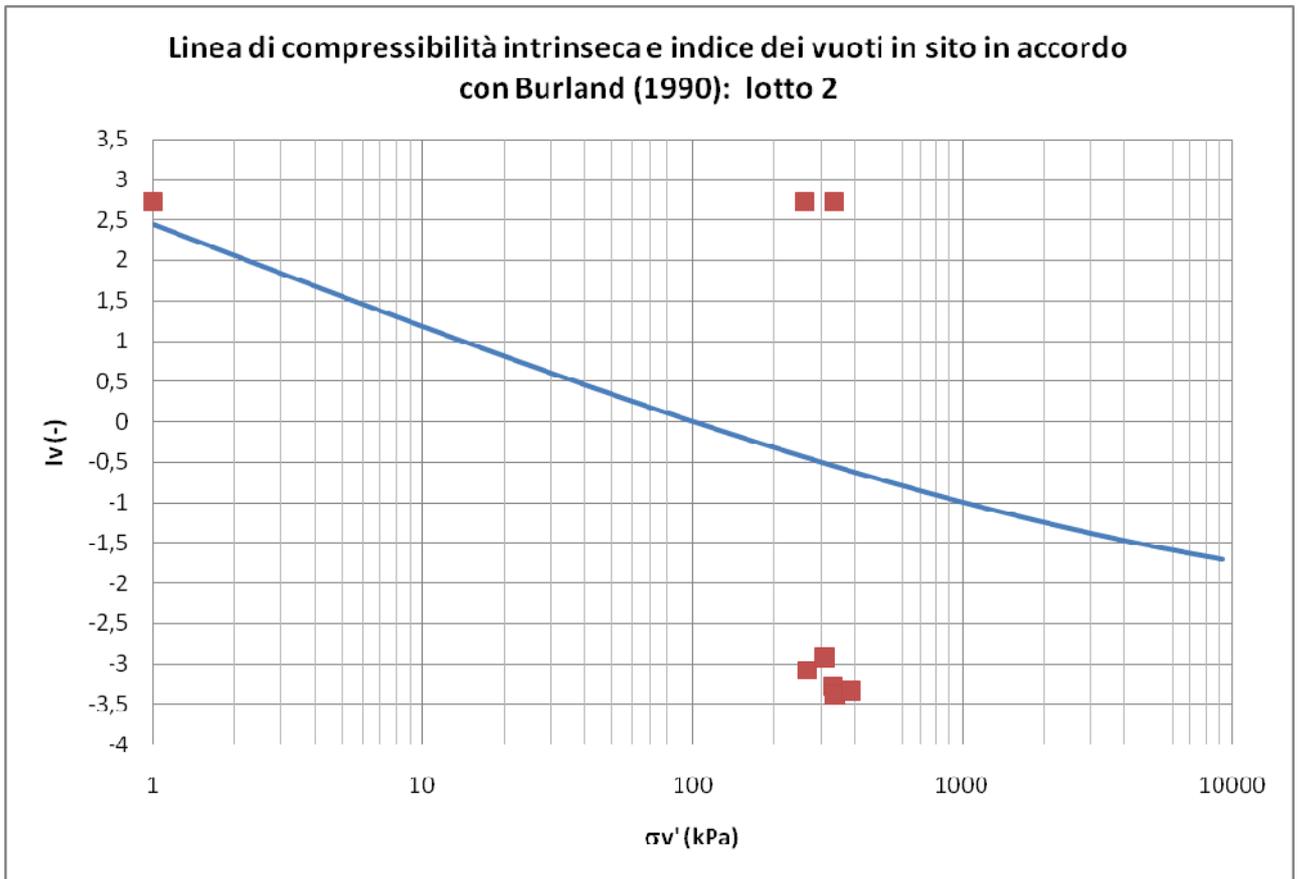


Figura 6-35

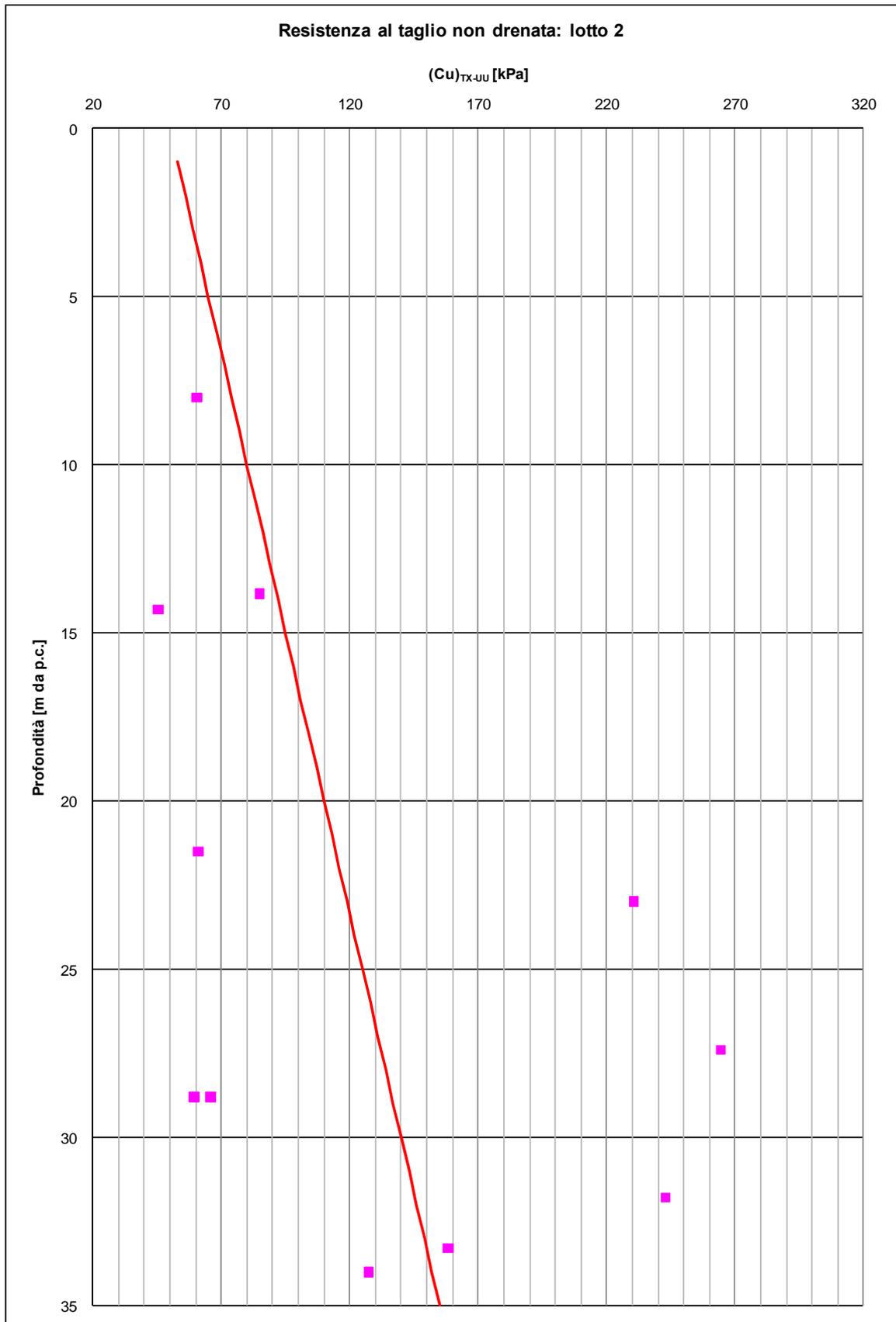


Figura 6-36

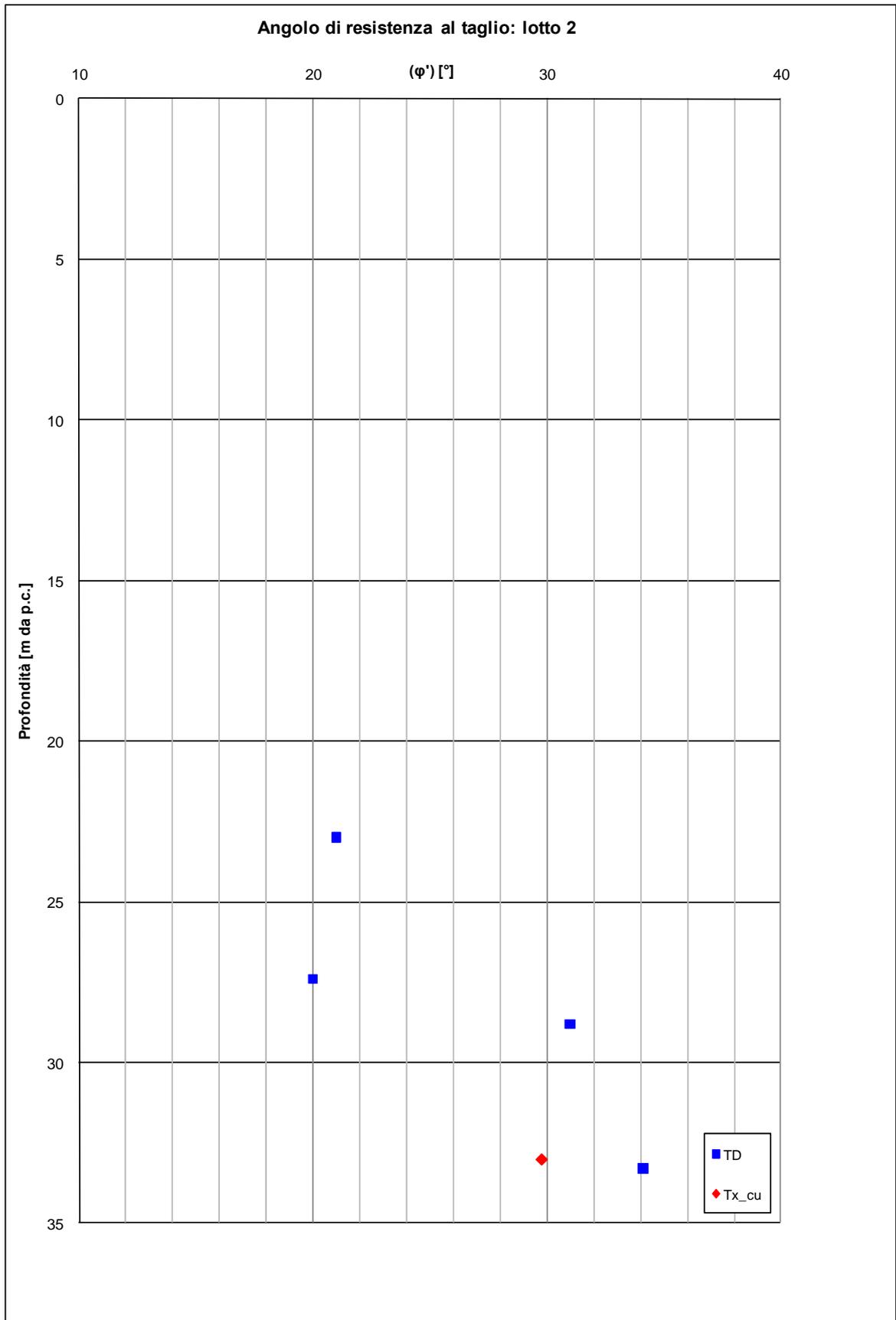


Figura 6-37

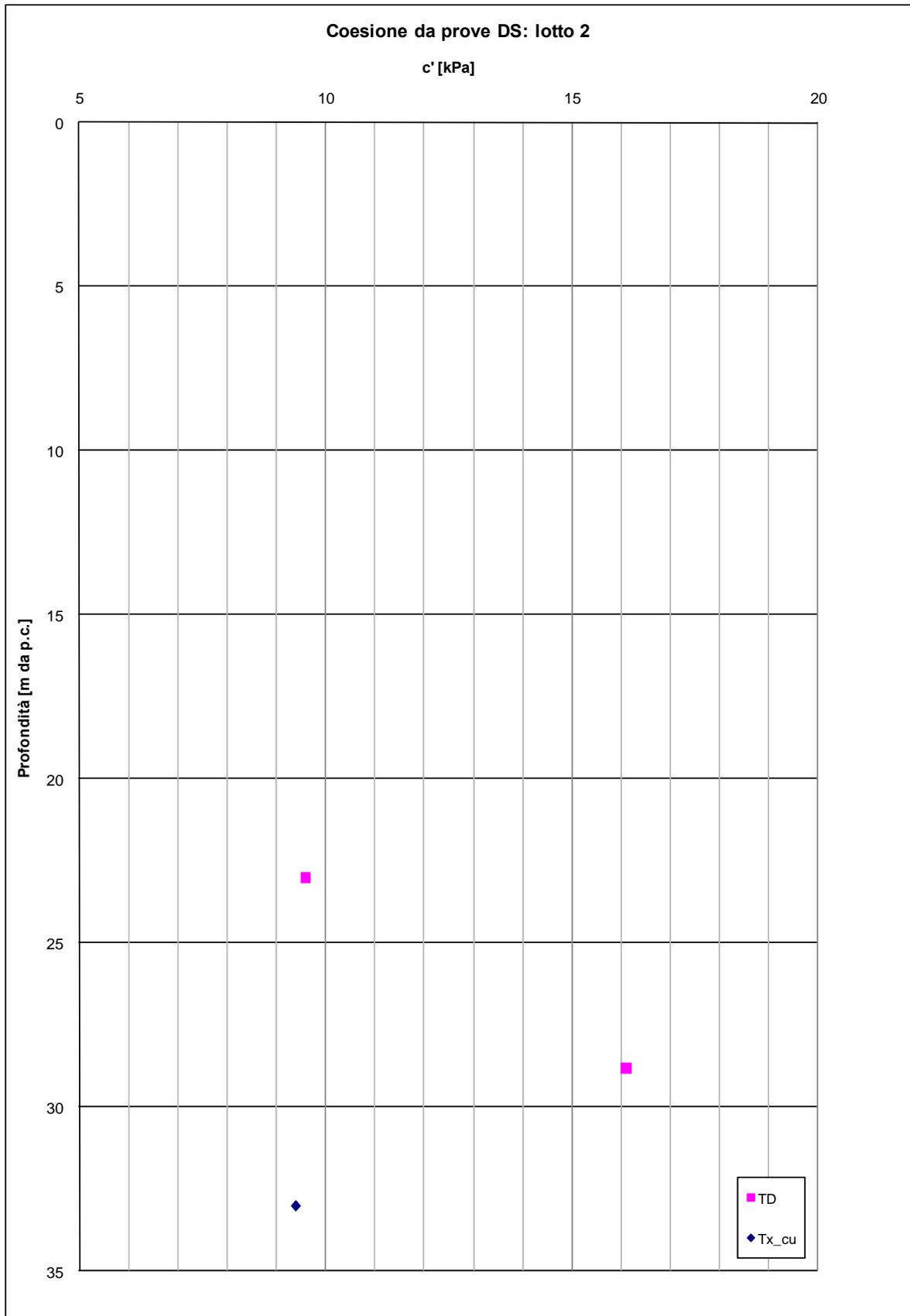


Figura 6-38

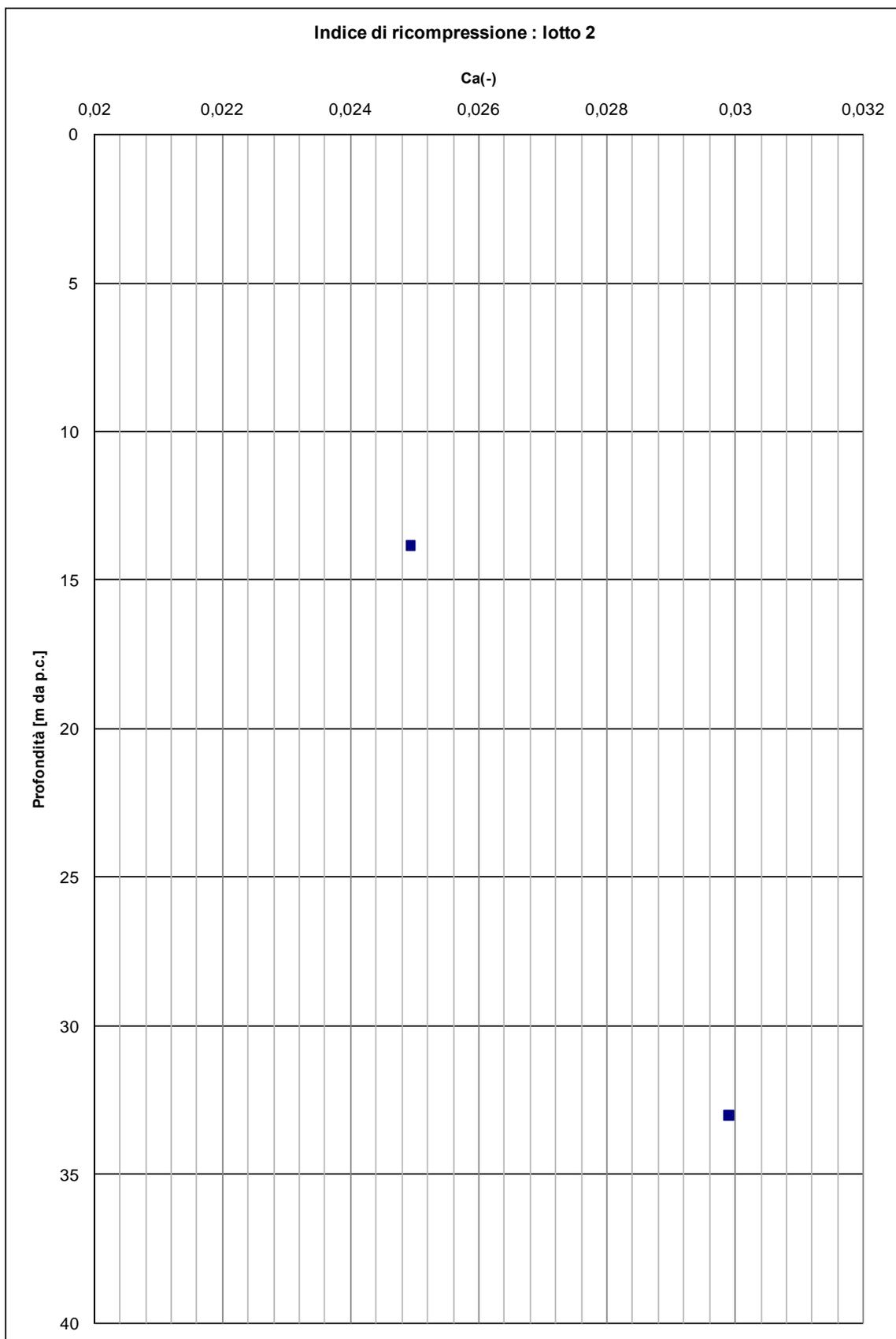


Figura 6-39

6.5 Depositi conglomeratici continentali: ghiaie (P2)

6.5.1 Generalità

La caratterizzazione geotecnica dei materiali è stata sviluppata sulla base dell'interpretazione:

- Delle prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati nei sondaggi eseguiti;
- Delle prove penetrometriche dinamiche SPT di fase A e di fase B;

Le resistenze N_{SPT} negli strati sabbiosi ghiaioso risultano crescenti con la profondità e comprese nell'intervallo $9 \leq N_{SPT} \leq 78$ (**Figura 6-40**).

); esse possono essere descritte cautelativamente dalla seguente espressione:

$$N_{SPT} = 12 + 2.5 \times z$$

essendo z la profondità dal p.c. in metri.

6.5.2 Caratteristiche fisiche e densità relativa

Tipiche curve granulometriche dei materiali ghiaioso sabbiosi e sabbioso ghiaiosi in oggetto sono rappresentate nella **Figura 6-41**.

Il materiale ghiaioso sabbioso presenta la seguente composizione:

limo + argilla = 7.5% ÷ 34.5%

sabbia = 10.5% ÷ 79%

ghiaia = 1% ÷ 67%.

Il peso di volume naturale (γ_n) può essere assunto pari a (**Figura 6-42**):

$$\gamma_n = 15.9 \div 19.3 \text{ kN/m}^3$$

La densità relativa (D_r), determinata sulla base dell'interpretazione delle prove SPT, caratteristica dei materiali ghiaioso sabbiosi, risulta compresa nell'intervallo $D_r = 25\% \div 97\%$ (**Figura 6-43**).

6.5.3 Caratteristiche di resistenza al taglio

La resistenza al taglio in termini di angolo di attrito (φ'), determinata sulla base dei risultati delle prove SPT nei materiali ghiaioso sabbiosi (vedi la **Figura 6-44**). Risulta un angolo di attrito medio pari a $\varphi' = 35.9^\circ$

6.5.4 Caratteristiche di deformabilità

I moduli di taglio iniziale (G_{o1}), determinati sulla base dei risultati delle prove penetrometriche SPT (**Figura 6-46 e** Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.).

In questa sede a titolo cautelativo i valori di G_{o1} dei materiali ghiaioso sabbiosi verranno descritti dalla seguente equazione:

$$G_{o1} = 1500 \cdot p_a \cdot \left(\frac{\sigma'_{vo}}{p_a} \right)^{0.6}$$

essendo:

p_a = pressione atmosferica di riferimento;

σ'_{vo} = pressione verticale efficace geostatica.

In analogia, le velocità di propagazione delle onde di taglio V_s possono essere date cautelativamente dalla seguente equazione:

$$V_s = 120 \cdot z^{0.4} \quad (\text{Figura 6-45})$$

essendo z la profondità dal p.c. in metri.

Con i presupposti indicati nel **paragrafo 5.2.4.2.1**, i moduli di Young operativi (E_{op1}), da utilizzare per analisi di spostamento di fondazioni e opere di sostegno con metodi elastici, sono dell'ordine di $(1/3 \div 1/5) \cdot E_o$.

I moduli di Young operativi, valutati in accordo a quanto descritto nel **paragrafo 5.2.4.2.2 e 5.2.4.2.3**, da utilizzare nel calcolo dei cedimenti dei rilevati, sono riportati nella **Figura 6-48 e** Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.; mediamente essi possono essere descritti dalla seguente equazione:

$$E_{op2} = 300 \cdot p_a \cdot \left(\frac{\sigma'_{vo}}{p_a} \right)^{0.6}$$

6.5.5 Coefficienti di permeabilità

Sulla base delle procedure indicate nel **paragrafo 5.2.5**, alle sabbie ghiaiose possono essere assegnati valori del coefficiente di permeabilità dell'ordine di $k = 1 \cdot 10^{-3} \div 1 \cdot 10^{-4}$ m/sec.

6.5.6 Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica

Sulla base di quanto presentato e discusso nei paragrafi precedenti nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici dei materiali ghiaioso sabbiosi prevalenti nella tratta in esame.

P2	
γ_t (kN/m³)	17.9 ± 1.8
N_{SPT} (colpi/30 cm)	N_{SPT}=12+2.5×z
D_r (%)	57% ± 15%
ϕ' (°)	36° ± 2°
c' (kPa)	0
k_o (-)	0.412
k (m/sec)	1 x 10⁻³
V_s (m/sec)	V_s = 120 · z^{0.4}
G_{o1} (kPa)	G_{o1} = 1500 · p_a · $\left(\frac{\sigma'_{vo}}{p_a}\right)^{0.6}$
E_{op1} (kPa)	(2.3·G_{o1})/(3÷5)
E_{op2} (kPa)	E_{op2} = 300 · p_a · $\left(\frac{\sigma'_{vo}}{p_a}\right)^{0.6}$

Simbologia:

γ_t = peso di volume naturale;

N_{SPT} = resistenza penetrometrica dinamica in prova SPT;

ϕ' = angolo di attrito operativo;

k_o = coefficiente di spinta del terreno a riposo;

V_s = velocità di propagazione delle onde di taglio;

G_{o1} = modulo di taglio iniziale riferito a pressioni efficaci pari a quelle geostatiche;

E_{op1} = modulo di Young secante corrispondente a cedimenti delle fondazioni inferiori a $0.01 \cdot B$;

B = dimensione minore della fondazione (m);

E_{op2} = modulo di Young secante per l'analisi dei cedimenti dei rilevati;

p_a = 100 kPa = pressione atmosferica di riferimento;

z = profondità dal p.c. in metri.

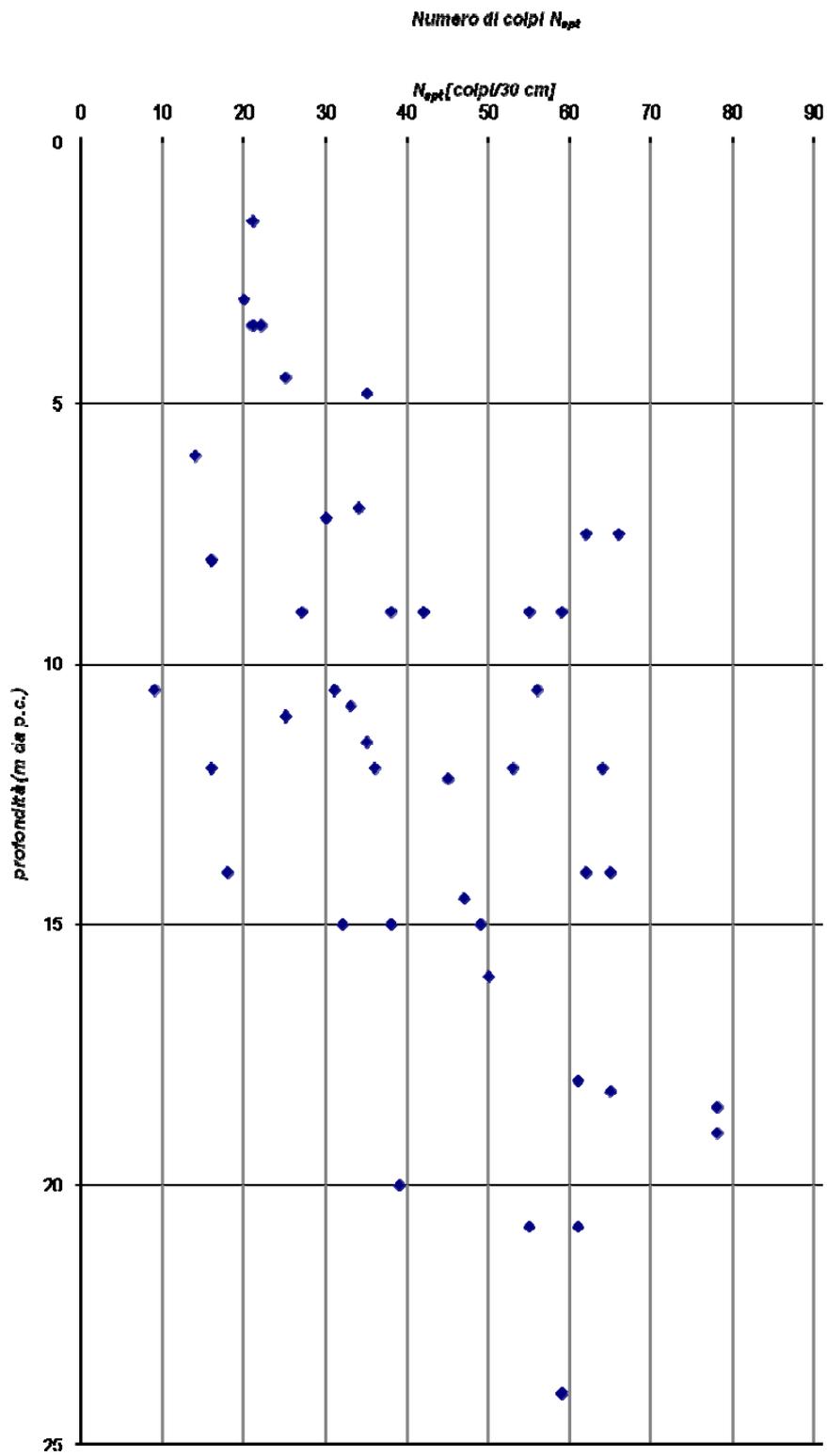


Figura 6-40

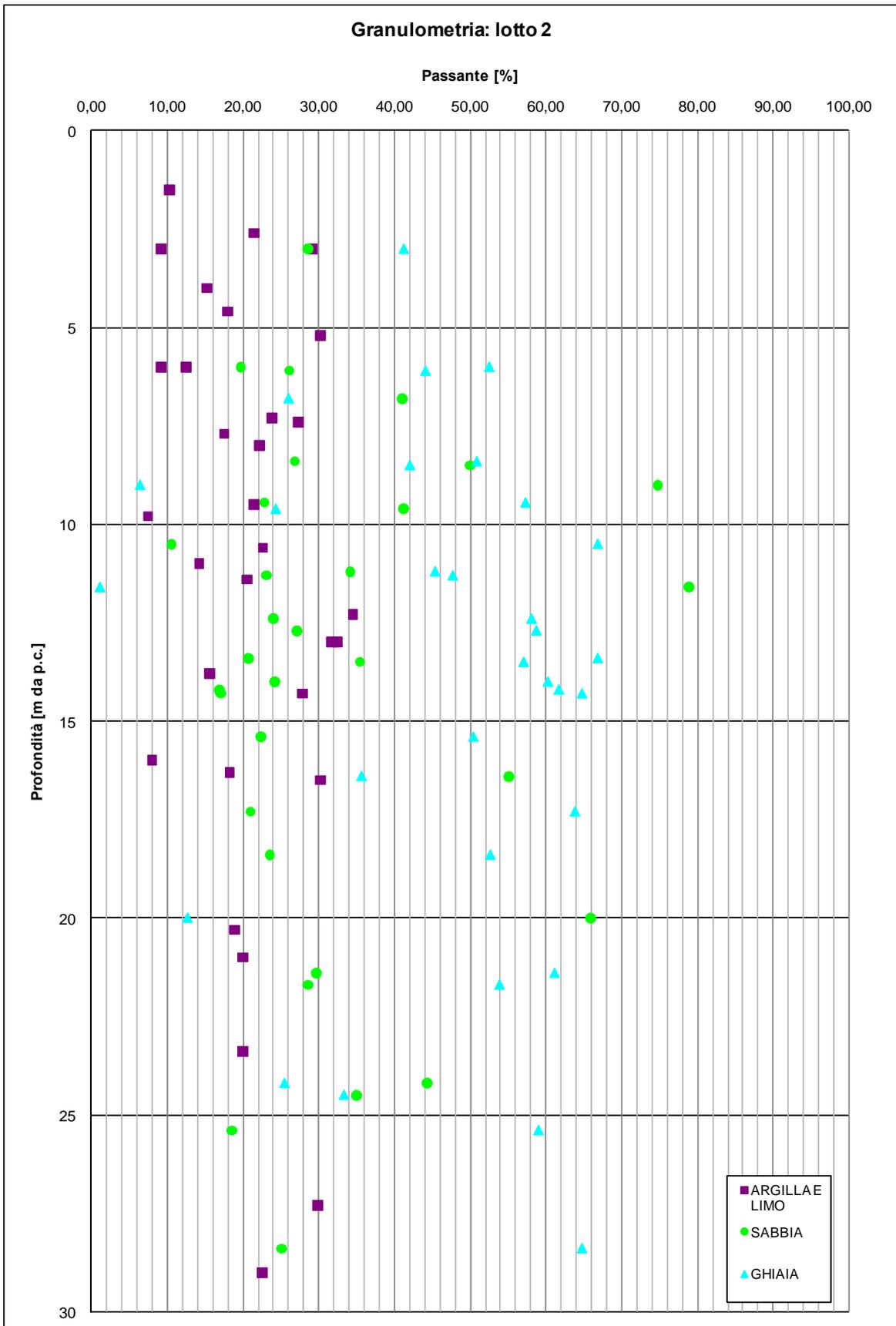


Figura 6-41

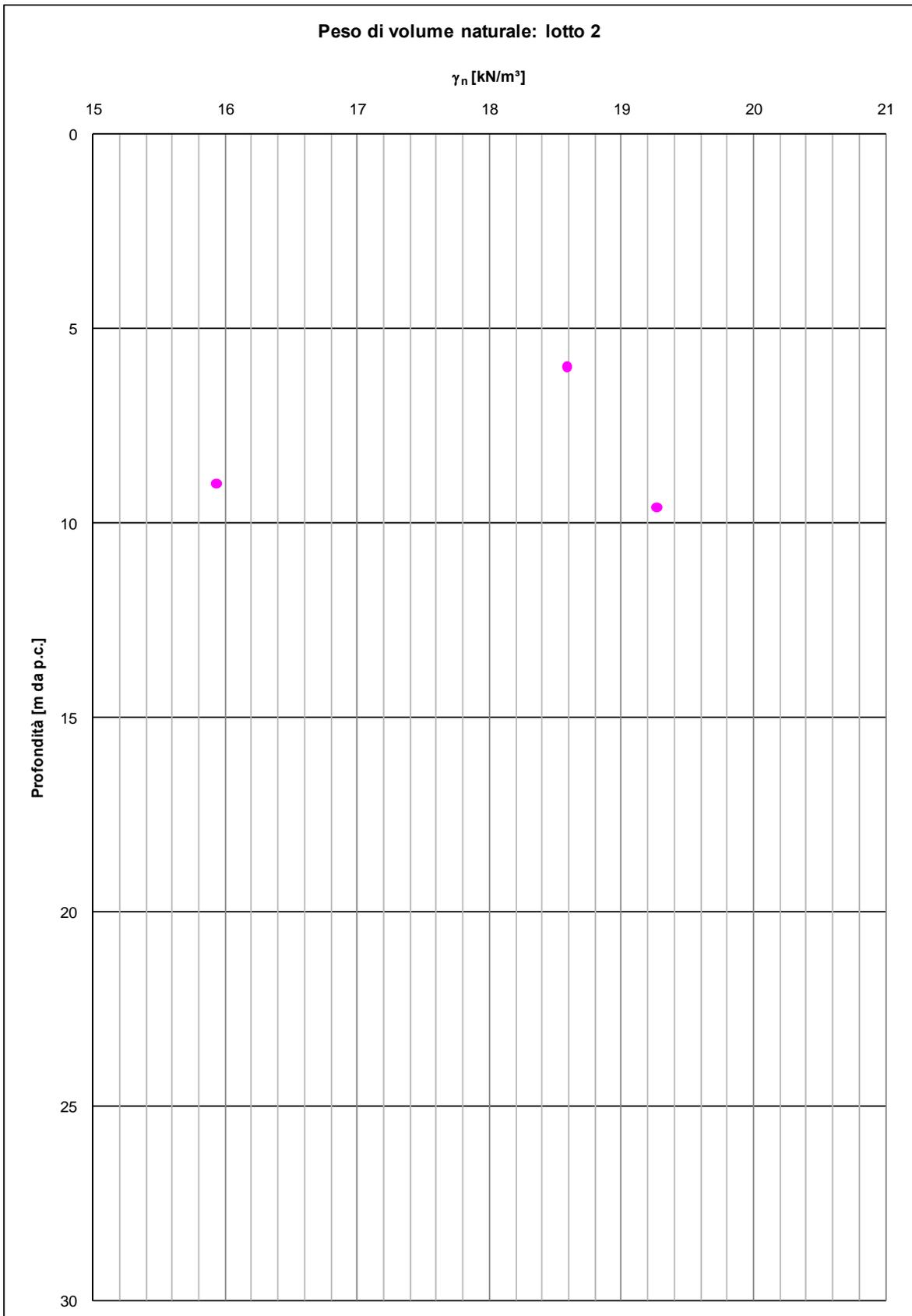


Figura 6-42

Valori di D_r (Cubrinowski & Ishihara [1998])

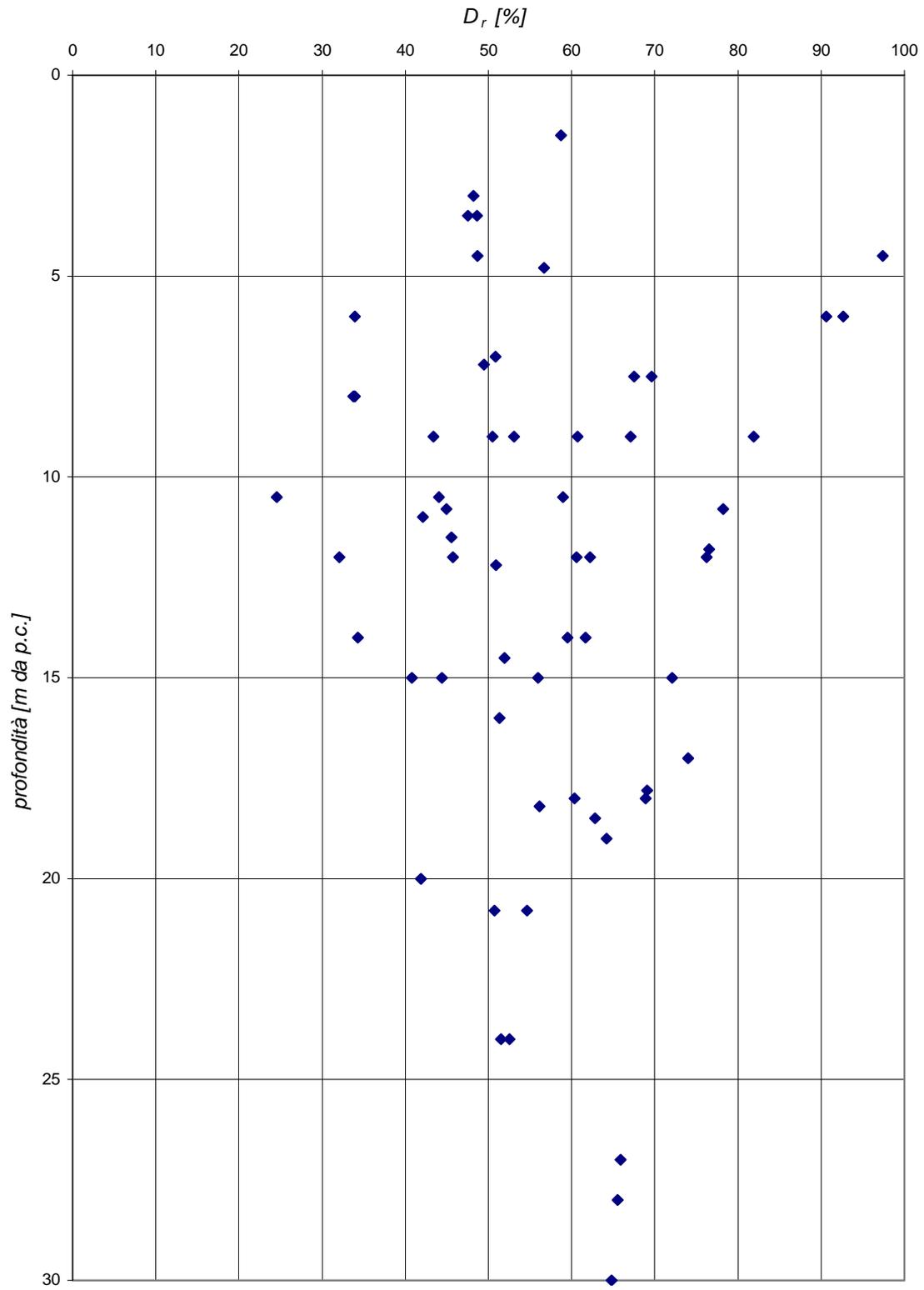


Figura 6-43

Valori di ϕ' (Bolton [1986])

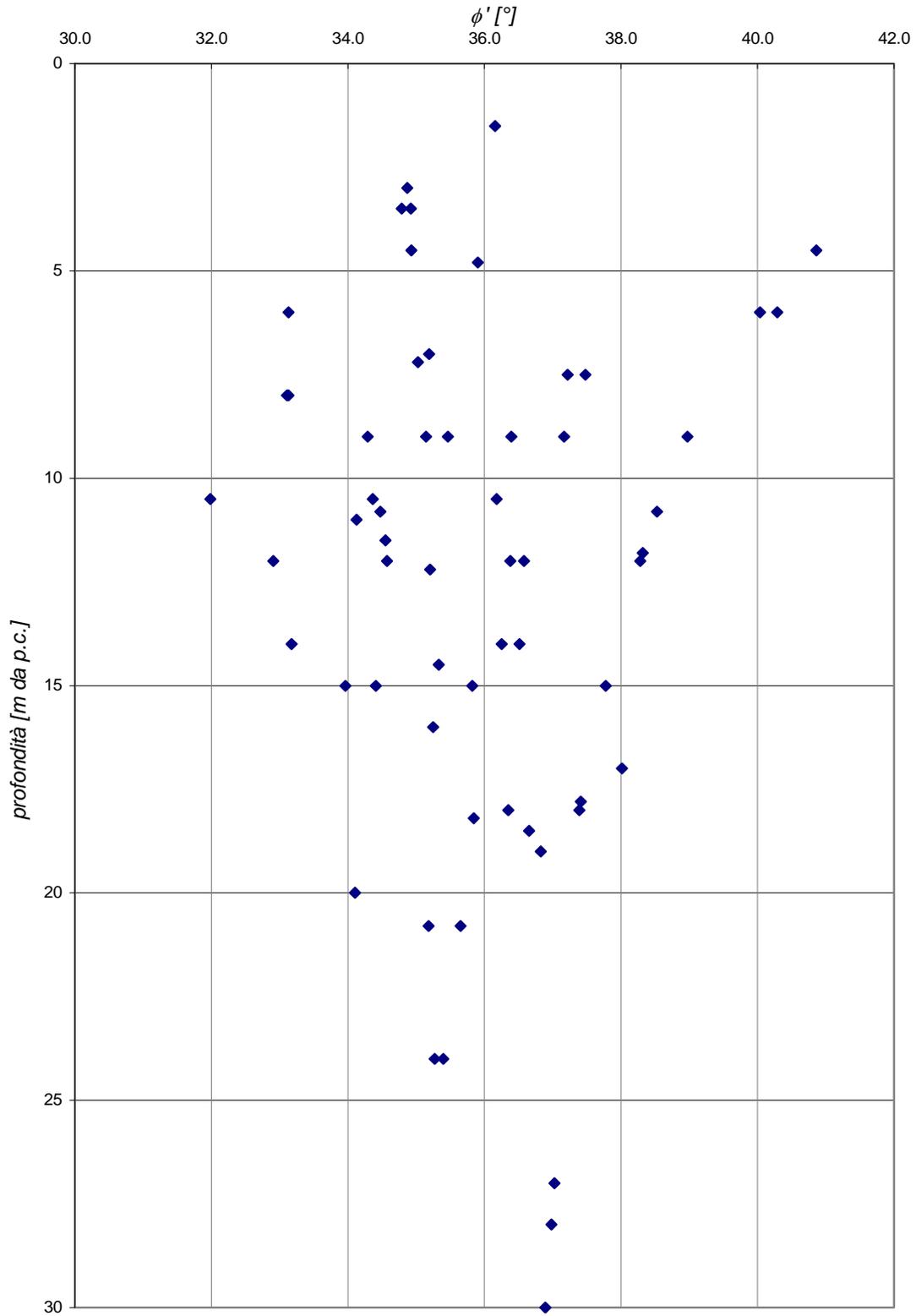


Figura 6-44

Valori di vs (Otha & Goto (1978))

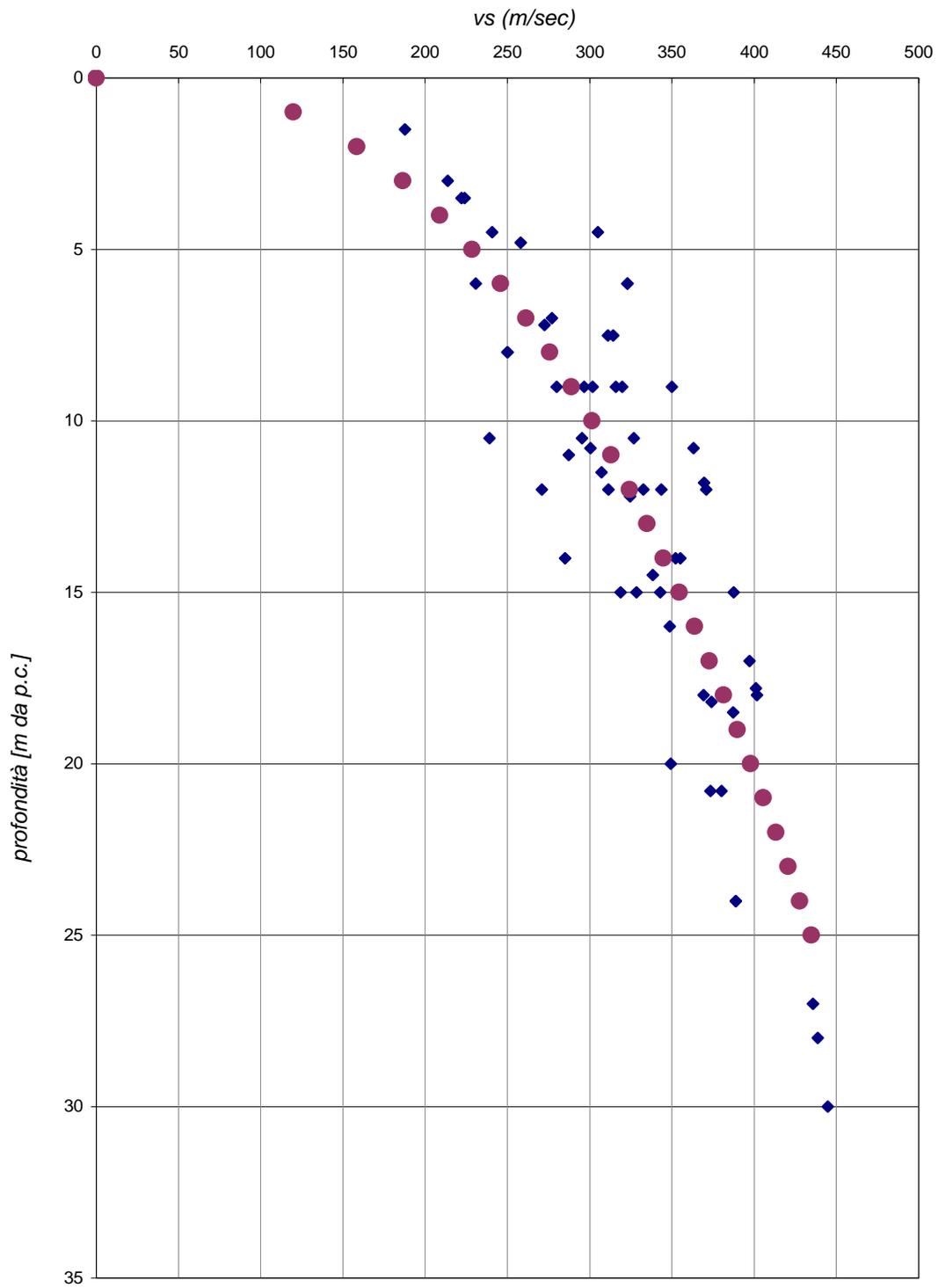


Figura 6-45

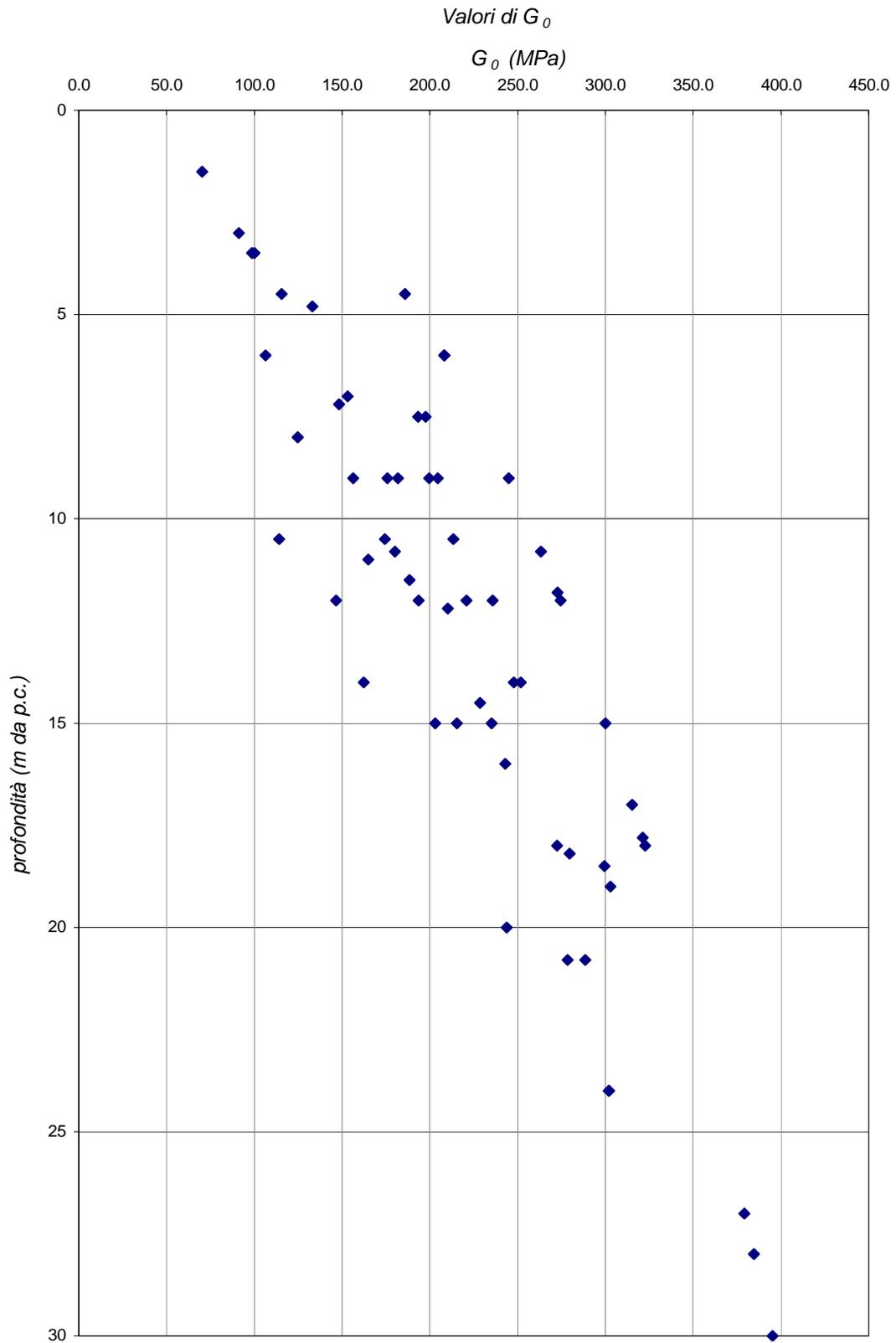


Figura 6-46

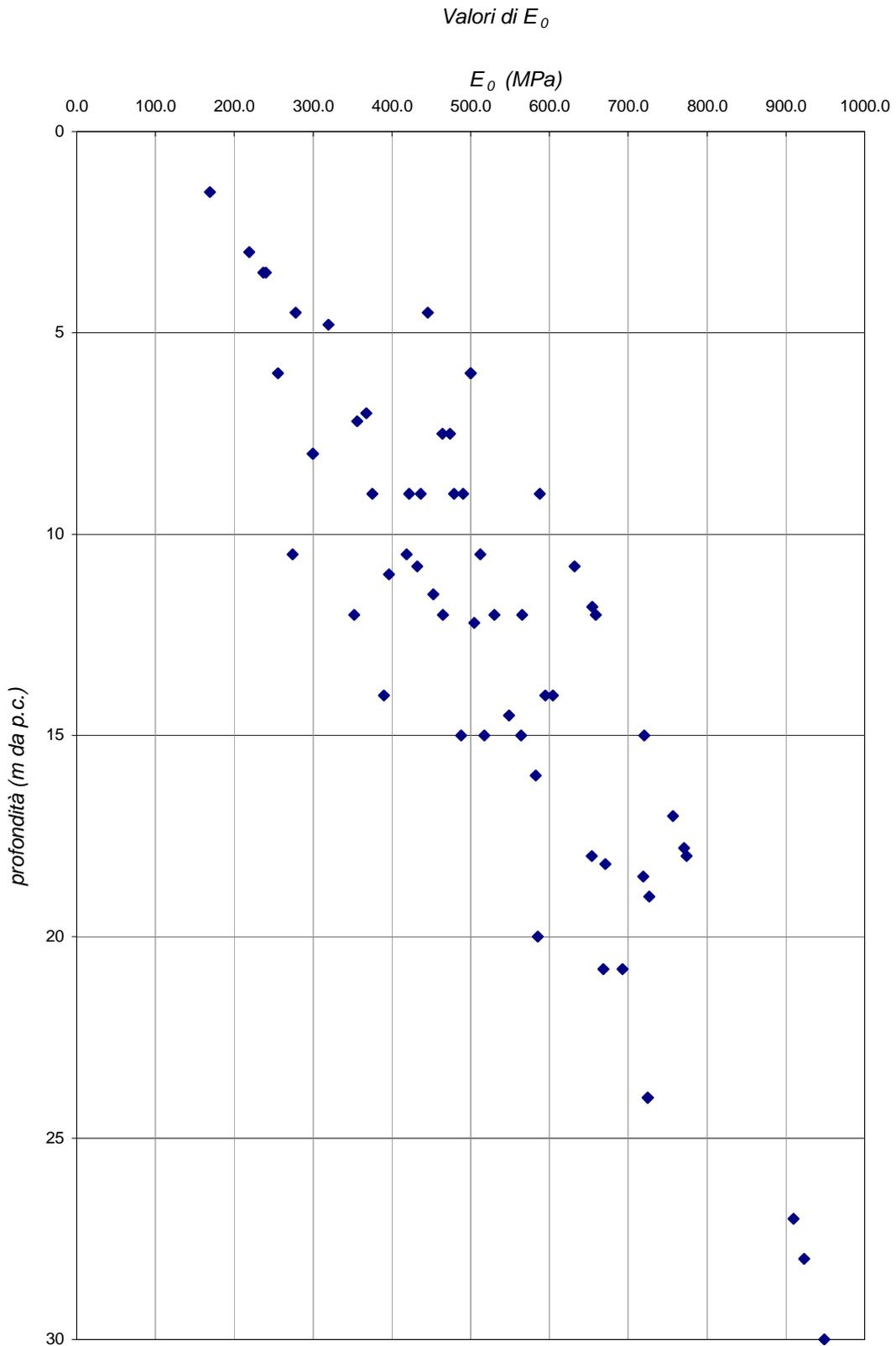


Figura 6-47

Valori di E_{25} (Jamiolkovski et al. (1988))

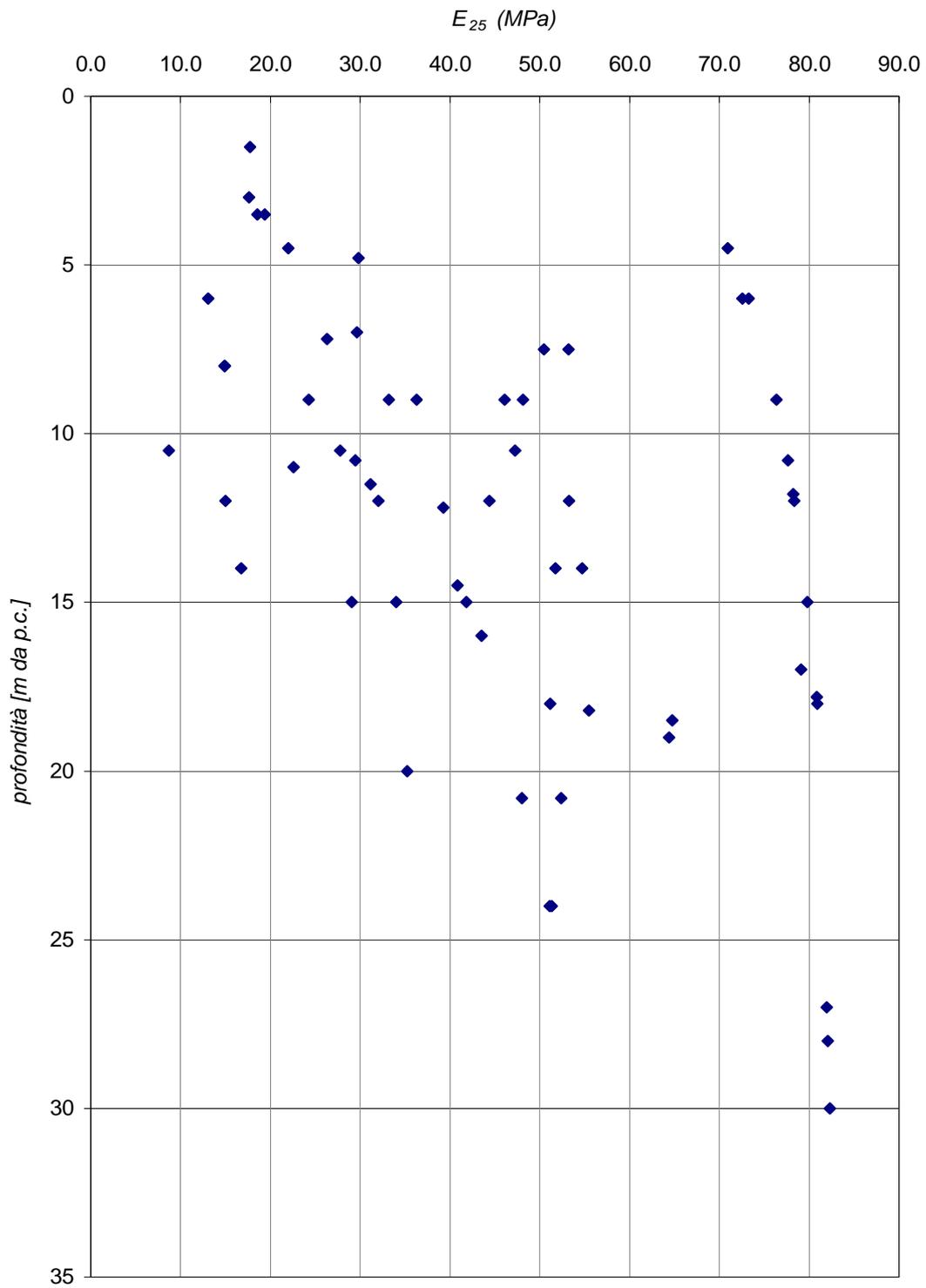


Figura 6-48

6.6 Depositi in ambiente costiero e retroduna: sabbie (P3)

6.6.1 Generalità

La caratterizzazione geotecnica dei materiali è stata sviluppata sulla base dell'interpretazione:

- Delle prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati nei sondaggi eseguiti;
- Delle prove penetrometriche dinamiche SPT;

Le resistenze N_{SPT} negli strati sabbiosi ghiaioso risultano crescenti con la profondità e comprese nell'intervallo $10 \leq N_{SPT} \leq 59$ (**Figura 6-49**); esse possono essere descritte cautelativamente dalla seguente espressione:

$$N_{SPT} = 10 + 1.0 \times z$$

essendo z la profondità dal p.c. in metri.

6.6.2 Caratteristiche fisiche e densità relativa

Tipiche curve granulometriche dei materiali ghiaioso sabbiosi e sabbioso ghiaiosi in oggetto sono rappresentate nella **Figura 6-50**.

Il materiale ghiaioso sabbioso presenta la seguente composizione:

limo + argilla	= 7% ÷ 96%
sabbia	= 4% ÷ 80%
ghiaia	= 0% ÷ 78%.

Il peso di volume naturale (γ_n) può essere assunto pari a (**Figura 6-51**)

$$\gamma_n = 18.9 \div 20.1 \text{ kN/m}^3$$

La densità relativa (D_r), determinata sulla base dell'interpretazione delle prove SPT, caratteristica dei materiali ghiaioso sabbiosi, risulta compresa nell'intervallo $D_r = 24\% \div 84\%$ (**Figura 6-52**).

6.6.3 Caratteristiche di resistenza al taglio

La resistenza al taglio in termini di angolo di attrito (φ'), determinata sulla base dei risultati delle prove SPT nei materiali ghiaioso sabbiosi (vedi la **Figura 6-53**). Risulta un angolo di attrito medio pari a $\varphi' = 37.4^\circ$

6.6.4 Caratteristiche di deformabilità

I moduli di taglio iniziale (G_{o1}), determinati sulla base dei risultati delle prove penetrometriche SPT (**Figura 6-55 e** Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.).

In questa sede a titolo cautelativo i valori di G_{o1} dei materiali ghiaioso sabbiosi verranno descritti dalla seguente equazione:

$$G_{o1} = 1600 \cdot p_a \cdot \left(\frac{\sigma'_{vo}}{p_a} \right)^{0.8}$$

essendo:

p_a = pressione atmosferica di riferimento;

σ'_{vo} = pressione verticale efficace geostatica.

In analogia, le velocità di propagazione delle onde di taglio V_s possono essere date cautelativamente dalla seguente equazione:

$$V_s = 90 \cdot z^{0.50} \text{ (Figura 6-54)}$$

essendo z la profondità dal p.c. in metri.

Con i presupposti indicati nel **paragrafo 5.2.4.2.1**, i moduli di Young operativi (E_{op1}), da utilizzare per analisi di spostamento di fondazioni e opere di sostegno con metodi elastici, sono dell'ordine di $(1/3 \div 1/5) \cdot E_o$.

I moduli di Young operativi, valutati in accordo a quanto descritto nel **paragrafo 5.2.4.2.2 e 5.2.4.2.3**, da utilizzare nel calcolo dei cedimenti dei rilevati, sono riportati nella **Figura 6-57 e** Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.; mediamente essi possono essere descritti dalla seguente equazione:

$$E_{op2} = 150 \cdot p_a \cdot \left(\frac{\sigma'_{vo}}{p_a} \right)^{0.6}$$

6.6.5 Coefficienti di permeabilità

Sulla base delle procedure indicate nel **paragrafo 5.2.5**, alle sabbie ghiaiose possono essere assegnati valori del coefficiente di permeabilità dell'ordine di $k = 1 \cdot 10^{-3} \div 1 \cdot 10^{-4}$ m/sec.

6.6.6 Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica

Sulla base di quanto presentato e discusso nei paragrafi precedenti nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici dei materiali ghiaioso sabbiosi prevalenti nella tratta in esame.

P3	
γ_t (kN/m³)	19.3 ± 0.3
N_{SPT} (colpi/30 cm)	N_{SPT}=10+1.0×z
D_r (%)	52.9% ± 16.2%
ϕ' (°)	37.0° ± 2.0°
c' (kPa)	0
k_o (-)	0.40
k (m/sec)	1 x 10⁻⁴
V_s (m/sec)	V_s = 90 · z^{0.50}
G_{o1} (kPa)	G_{o1} = 1600 · p_a · $\left(\frac{\sigma'_{vo}}{p_a}\right)^{0.8}$
E_{op1} (kPa)	(2.3·G_{o1})/(3÷5)
E_{op2} (kPa)	E_{op2} = 150 · p_a · $\left(\frac{\sigma'_{vo}}{p_a}\right)^{0.6}$

Simbologia:

γ_t = peso di volume naturale;

N_{SPT} = resistenza penetrometrica dinamica in prova SPT;

ϕ' = angolo di attrito operativo;

k_o = coefficiente di spinta del terreno a riposo;

V_s = velocità di propagazione delle onde di taglio;

G_{o1} = modulo di taglio iniziale riferito a pressioni efficaci pari a quelle geostatiche;

E_{op1} = modulo di Young secante corrispondente a cedimenti delle fondazioni inferiori a $0.01 \cdot B$;

B = dimensione minore della fondazione (m);

E_{op2} = modulo di Young secante per l'analisi dei cedimenti dei rilevati;

p_a = 100 kPa = pressione atmosferica di riferimento;

z = profondità dal p.c. in metri.

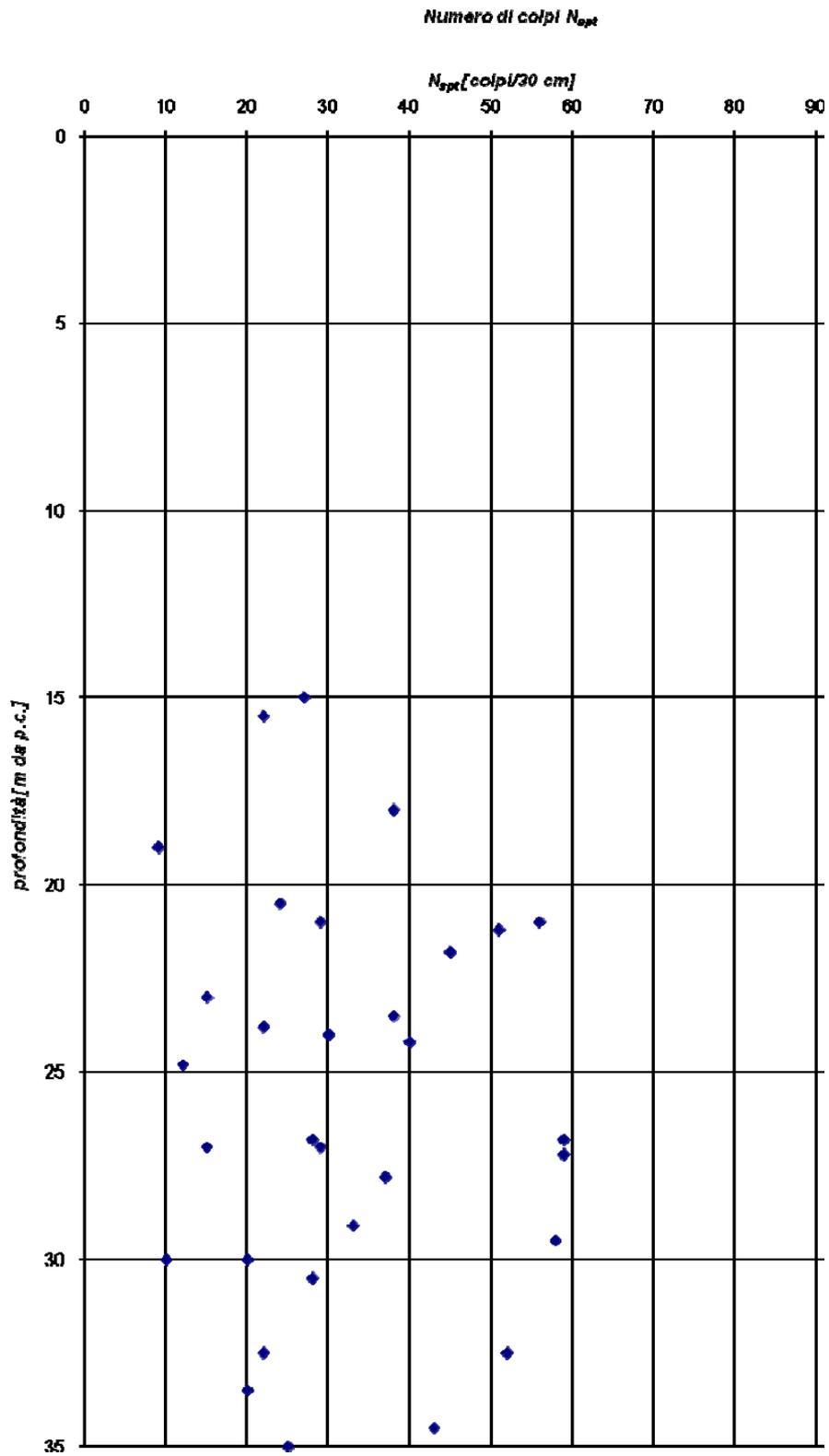


Figura 6-49

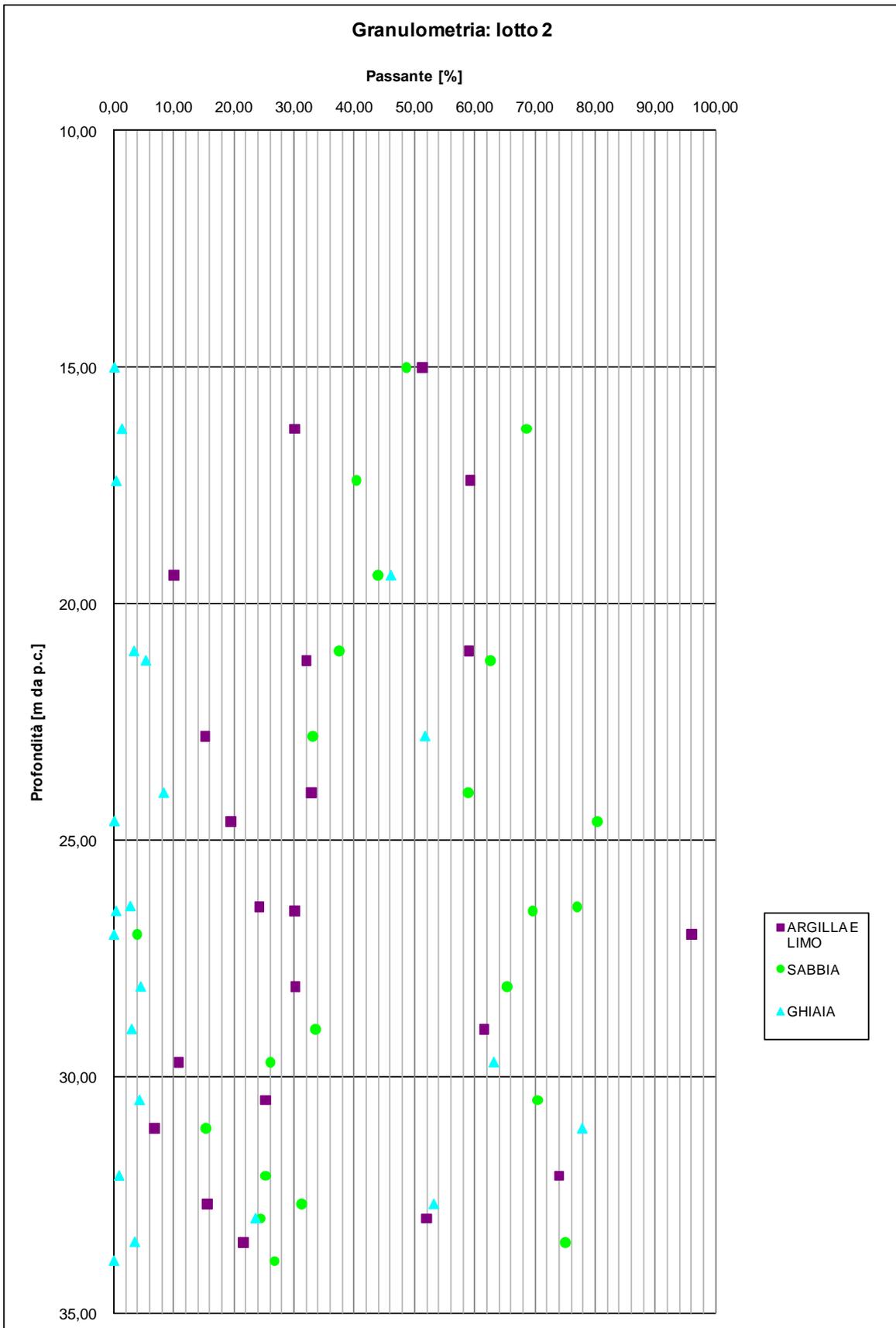


Figura 6-50

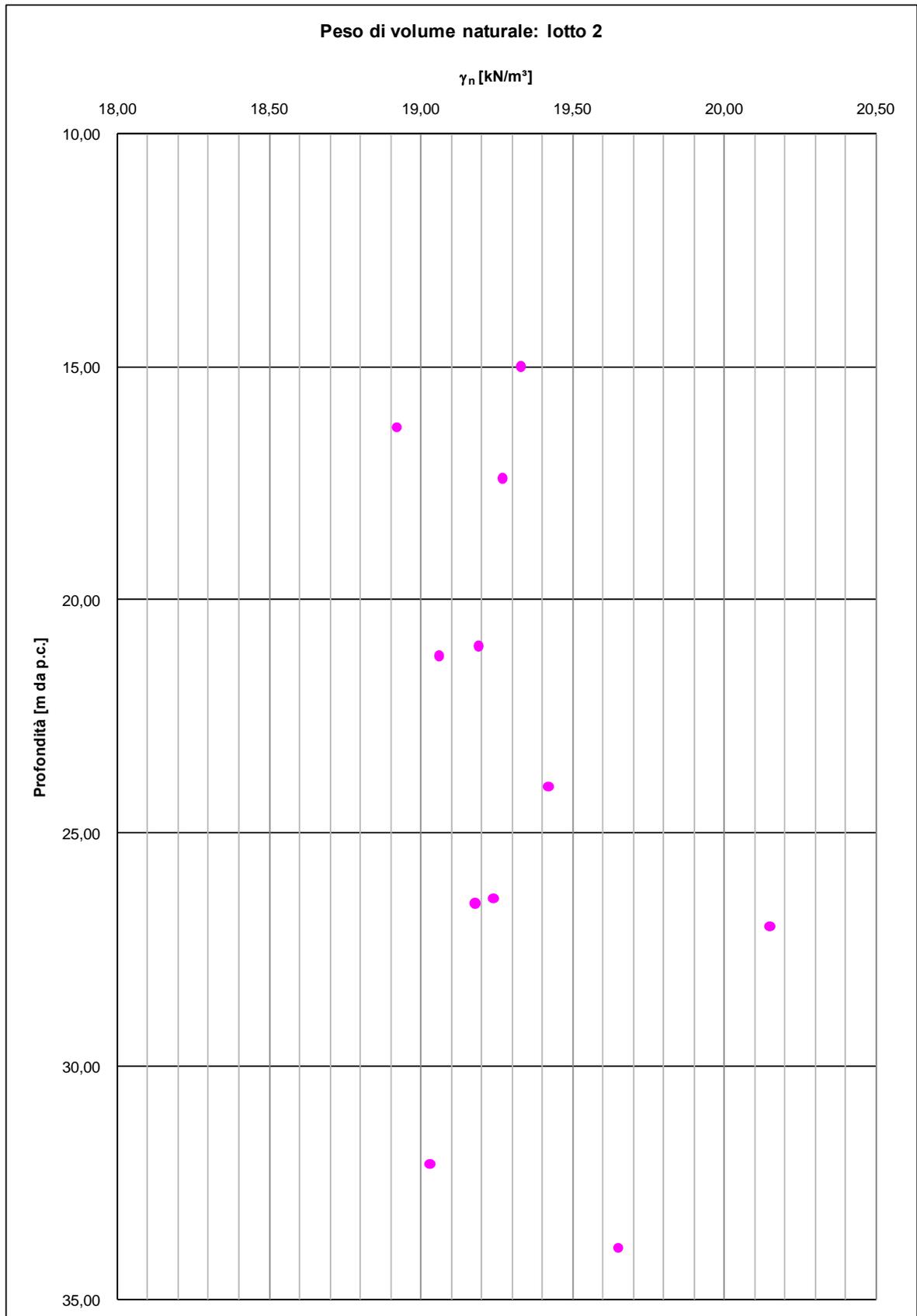


Figura 6-51

Valori di D_r (Skempton [1957])

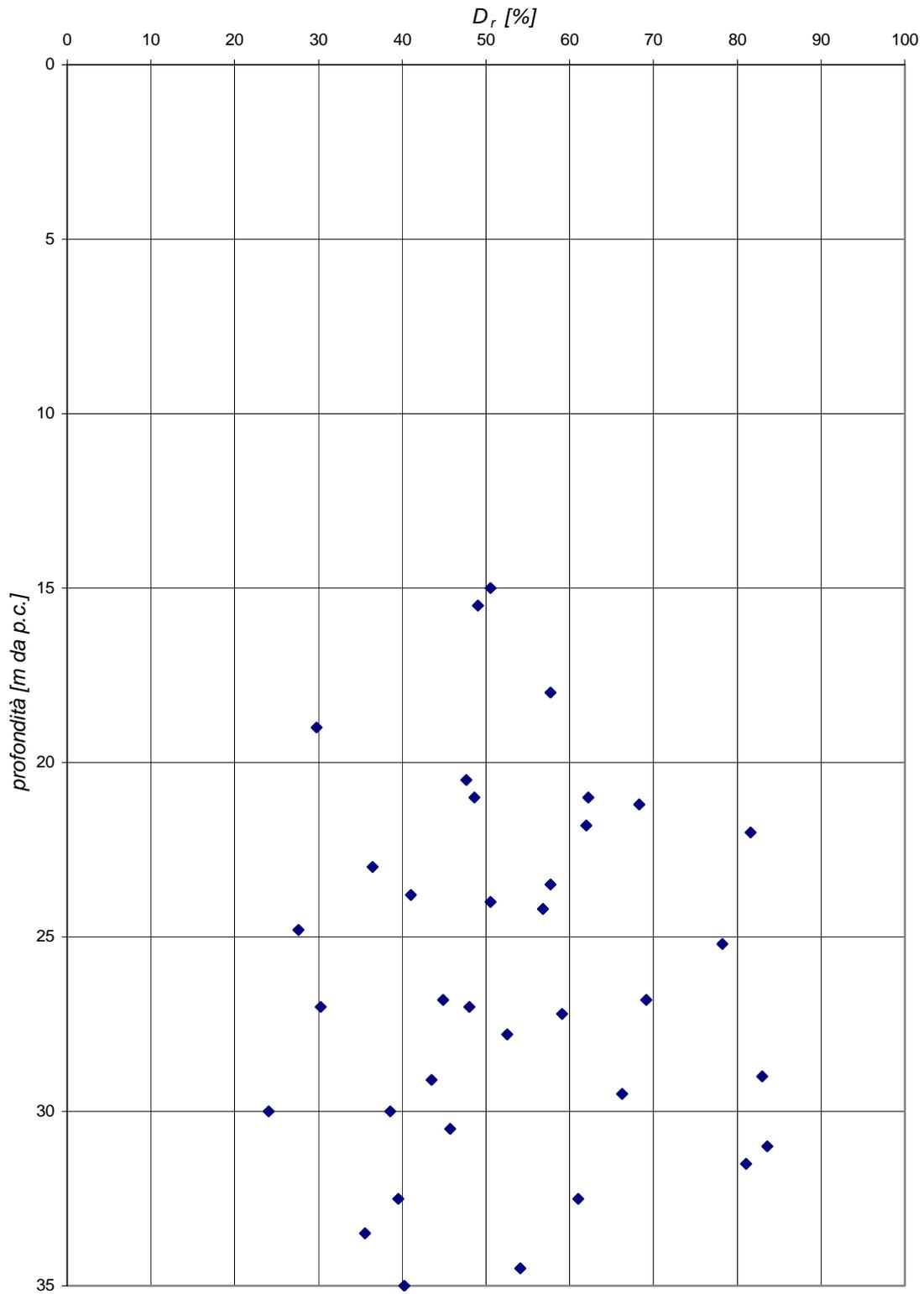


Figura 6-52

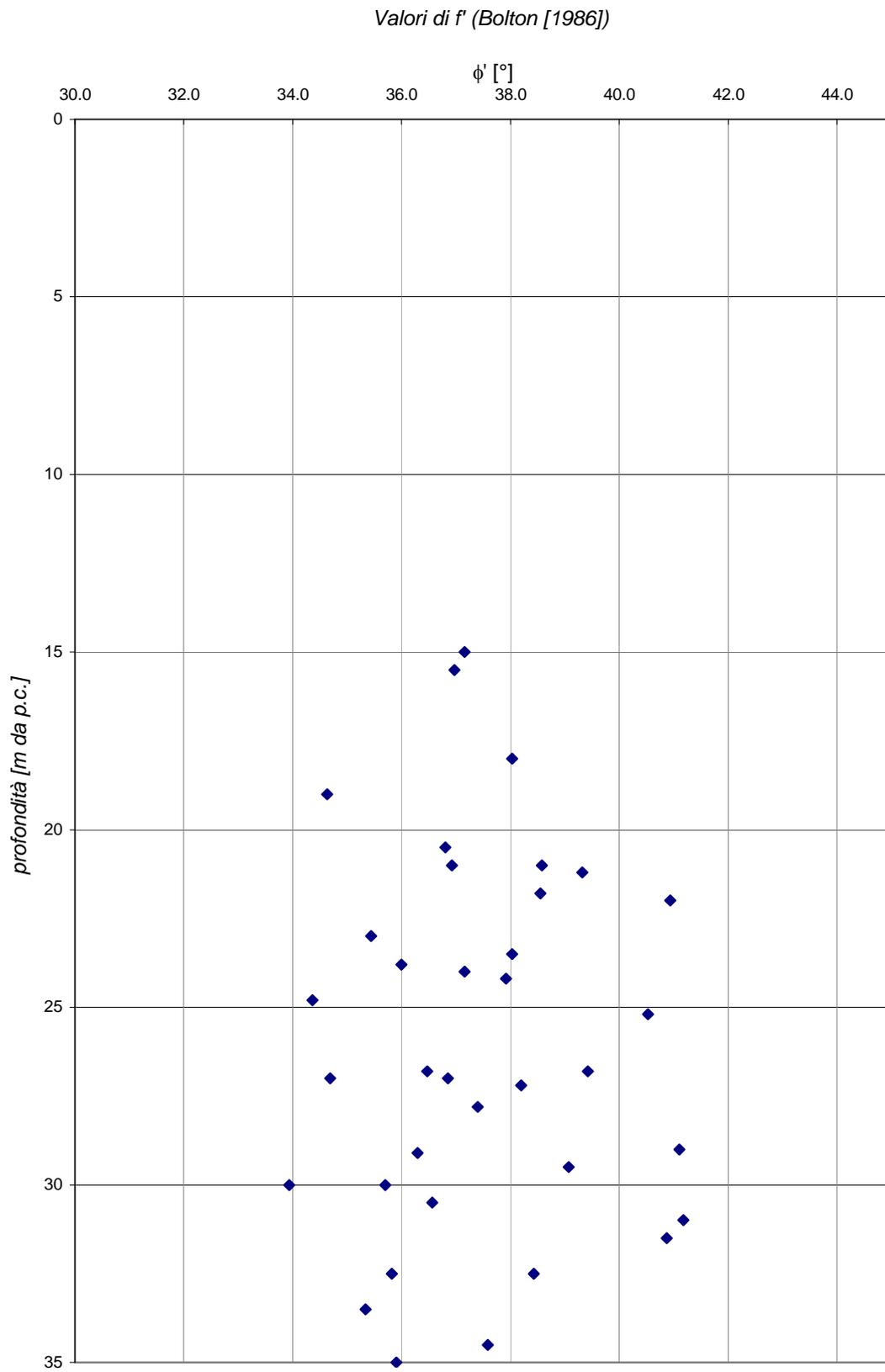


Figura 6-53

Valori di vs (Otha & Goto (1978))

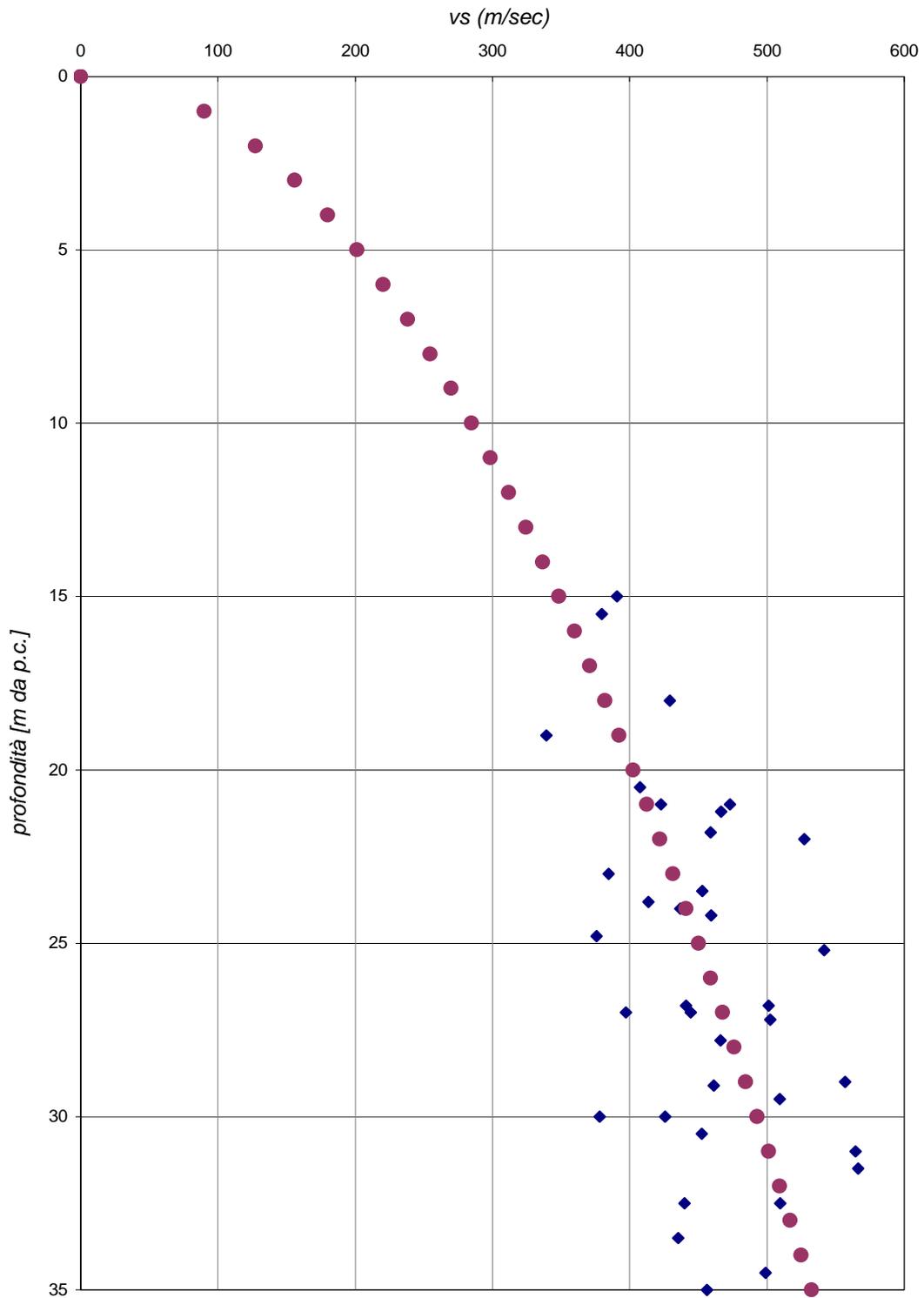


Figura 6-54

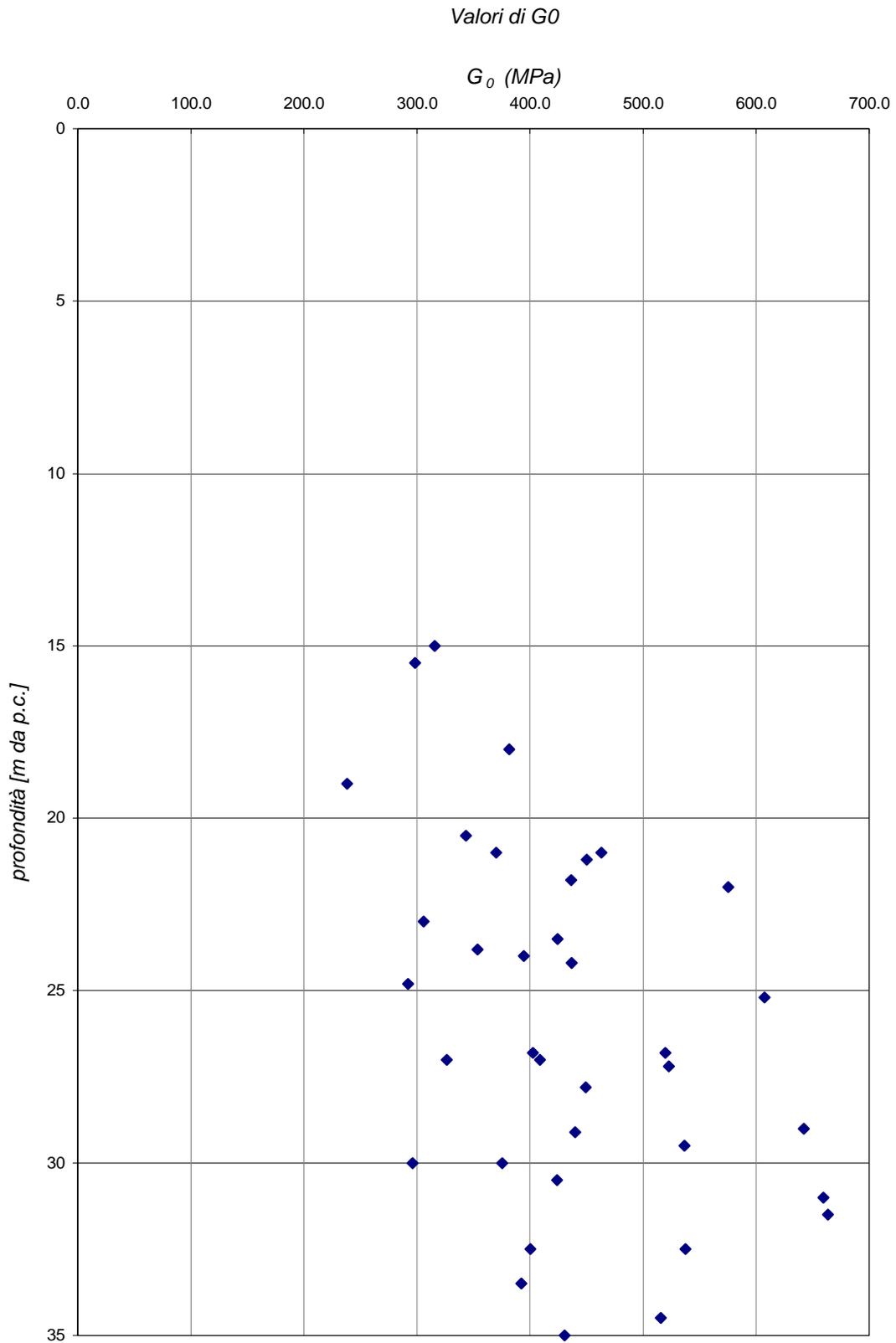


Figura 6-55

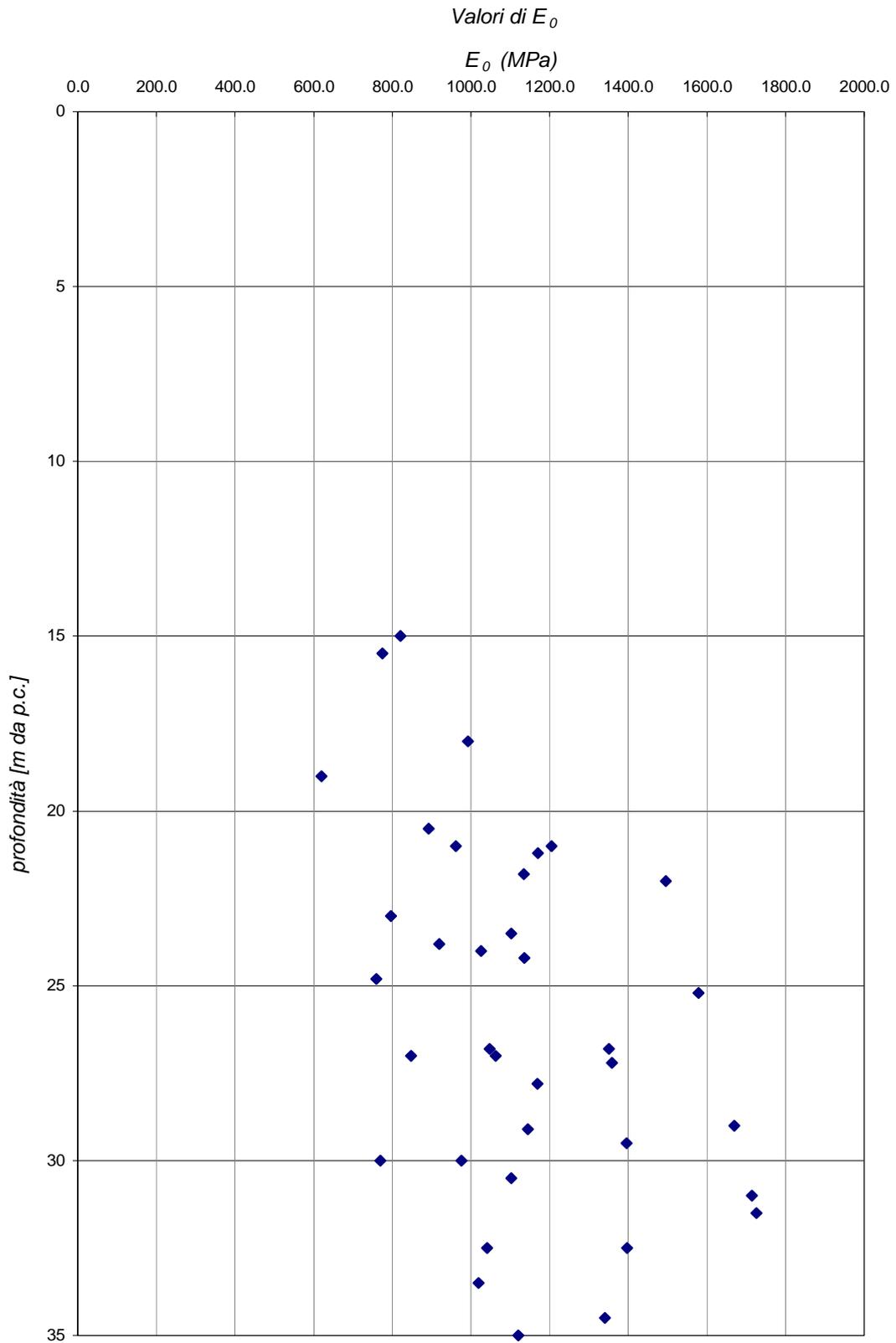


Figura 6-56

Valori di E_{25} (Jamiolkovski et al. (1988))

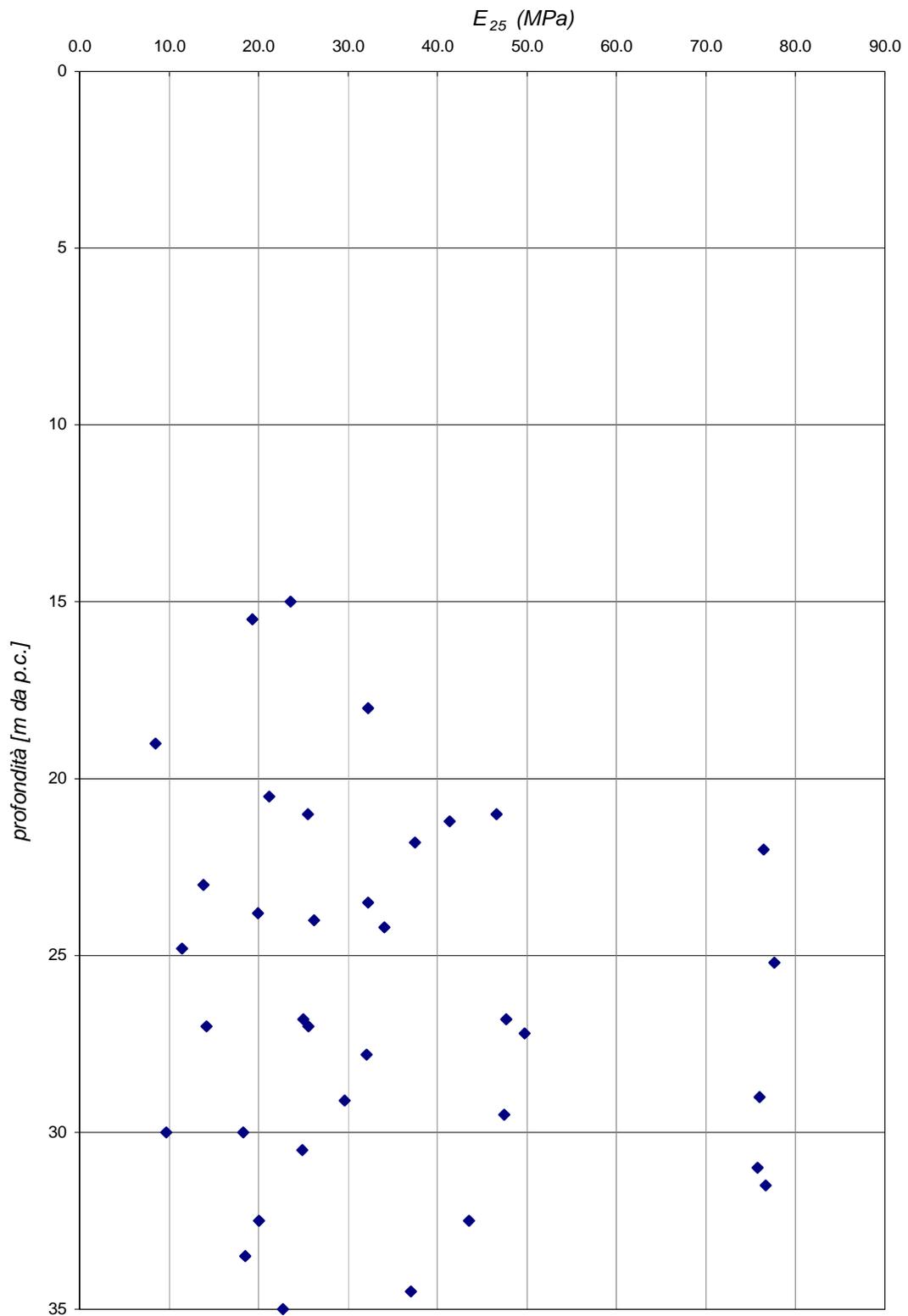


Figura 6-57

6.1 Depositi in ambiente costiero e retroduna con intervalli lagunari: limi e argille (P3a)

6.1.1 Generalità

La caratterizzazione geotecnica è sviluppata sulla base dell'interpretazione delle prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati nei sondaggi.

6.1.2 Caratteristiche fisiche

I limi argillosi e le argille limose in oggetto hanno curve granulometriche caratteristiche tipo quelle riportate nella **Figura 6-58**

Sulla base di tali curve granulometriche le percentuali di argilla, limo, sabbia e ghiaia possono variare come segue:

argilla + limo = 85% ÷ 96%

sabbia = 4% ÷ 14%

ghiaia = 0% ÷ 1%

Le caratteristiche di plasticità (limite liquido LL e indice di plasticità IP) sono riportate nella **Figura 6-59 e Figura 6-60** esse possono variare come segue:

LL = limite liquido = 34% ÷ 45%

IP = 11% ÷ 23%

Facendo riferimento alla “Carta di plasticità di Casagrande”, riportata in **Figura 6-61**, i materiali in oggetto possono essere classificati come “argille inorganiche di media plasticità”.

Il peso di volume naturale (γ_n) risulta compreso tra $\gamma_n = 19.7 \div 20.2$ kN/m³ (**Figura 6-62**).

Il contenuto d'acqua naturale (w_n), nell'ambito del materiale non alterato, risulta generalmente compreso tra 20% e 25% (**Figura 6-59**).

6.1.3 Stato iniziale

Nella **Figura 6-63** è riportato lo stato iniziale dei materiali nel piano di Burland (1990) $lv\text{-log}\sigma_{vo}'$; nella stessa figura è tracciata anche la linea di compressibilità intrinseca IC_{Loed} .

Dalla figura si può rilevare che i materiali limoso-argillosi in oggetto si collocano per la maggior parte al di sopra della linea IC_{Loed} ; sotto tali presupposti essi sono da intendersi leggermente sottoconsolidati meccanicamente.

6.1.4 Resistenza al taglio non drenata

La resistenza al taglio non drenata (c_u) corrispondente a tensioni efficaci di consolidazione pari a quelle geostatiche e a condizioni di carico tipo quelle delle prove triassiali di compressione e carico, ottenuta dalle prove TX-UU è riportata nella **Figura 6-64**. Risulta compresa entro un range 74÷173 kPa.

6.1.5 Parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci

Nella **Figura 6-65** e **Figura 6-66** si riportano i risultati delle prove di laboratorio triassiali consolidate isotropicamente non drenate (TX-CIU) e di taglio diretto (TD) in termini di resistenze di picco.

Da tali figure possono essere dedotti i seguenti parametri di resistenza al taglio di picco in termini di sforzi efficaci:

$c_p' = 0\div 15$ kPa = intercetta di coesione;

$\varphi_p' = 27\div 30^\circ$ = angolo di attrito.

Nei casi di terreni intatti, l'utilizzo di parametri operativi inferiori a quelli di picco pari a:

$c' = 0\div 10$ kPa = intercetta di coesione;

$\varphi_p' = 24\div 28^\circ$ = angolo di attrito.

Nei casi di terreni interessati da dissesti, l'utilizzo di parametri residui pari a:

$c_r' = 0$ kPa = intercetta di coesione;

$\varphi_r' = 22\div 24^\circ$ = angolo di attrito.

6.1.6 Coefficienti di permeabilità e coefficienti di consolidazione primaria

Sulla base delle procedure indicate nel **paragrafo 5.2.5**, ai limi e argille possono essere assegnati valori del coefficiente di permeabilità dell'ordine di $k = 1 \cdot 10^{-7} \div 1 \cdot 10^{-11}$ m/sec.

In presenza di depositi caratterizzati da una spiccata macrostruttura quali quelli in esame (ovvero alternanza di strati costituiti da materiali con differenti caratteristiche granulometriche) e di ricorso a trattamenti dei terreni con dreni verticali i flussi hanno direzione orizzontale ed i fenomeni di consolidazione sono governati dai coefficienti di permeabilità orizzontale k_h . In accordo a [Holtz et al. \(1991\)](#), [Tavenas et al. \(1983a, b\)](#), il coefficiente di permeabilità orizzontale k_h e quello di consolidazione primaria orizzontale c_h possono essere stimati sulla base di quanto riportato nella **tab.6-1**.

**Tabella 6-1 Campo di possibili variazioni del rapporto k_h/k_v
(modificata da Holtz et al, 1991)**

Macrostruttura del deposito	k_h/k_v
Macrostruttura poco sviluppata, depositi omogenei	1,0 ÷ 1,5
Macrostruttura ben sviluppata, depositi costituiti da alternanze fitte di argilla e di materiali più permeabili (esempio: "varved clays")	2,0 ÷ 4,0

Nel caso specifico si ritiene ragionevole adottare valori di k_h/k_v pari a 3.

6.1.7 Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica

Sulla base di quanto presentato e discusso nei paragrafi precedenti nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici della formazione in esame:

P3a	
γ_t (kN/m ³)	19.9 ± 0.2
φ' (°)	28.5° ± 2.1°
c' (kPa)	7.7° ± 7.7°
c_u (kPa)	127⁽¹⁾
k_o (-)	0.53
k_v (m/sec)	1 x 10⁻¹⁰
K_h (m/sec)	3 x 10⁻¹⁰

Simbologia:

γ_t = peso di volume naturale;

φ' = angolo di attrito operativo;

c' = intercetta di coesione operativa;

c_u = resistenza al taglio non drenata riferita a tensioni di consolidazione pari a quelle geostatiche e a condizioni di carico tipo quelle delle prove triassiali di compressione e carico;

k_o = coefficiente di spinta del terreno a riposo;

Note:

⁽¹⁾ = Per le analisi di stabilità è raccomandabile adottare un valore ridotto, pari a $(0.7 \div 0.8) \cdot c_u$

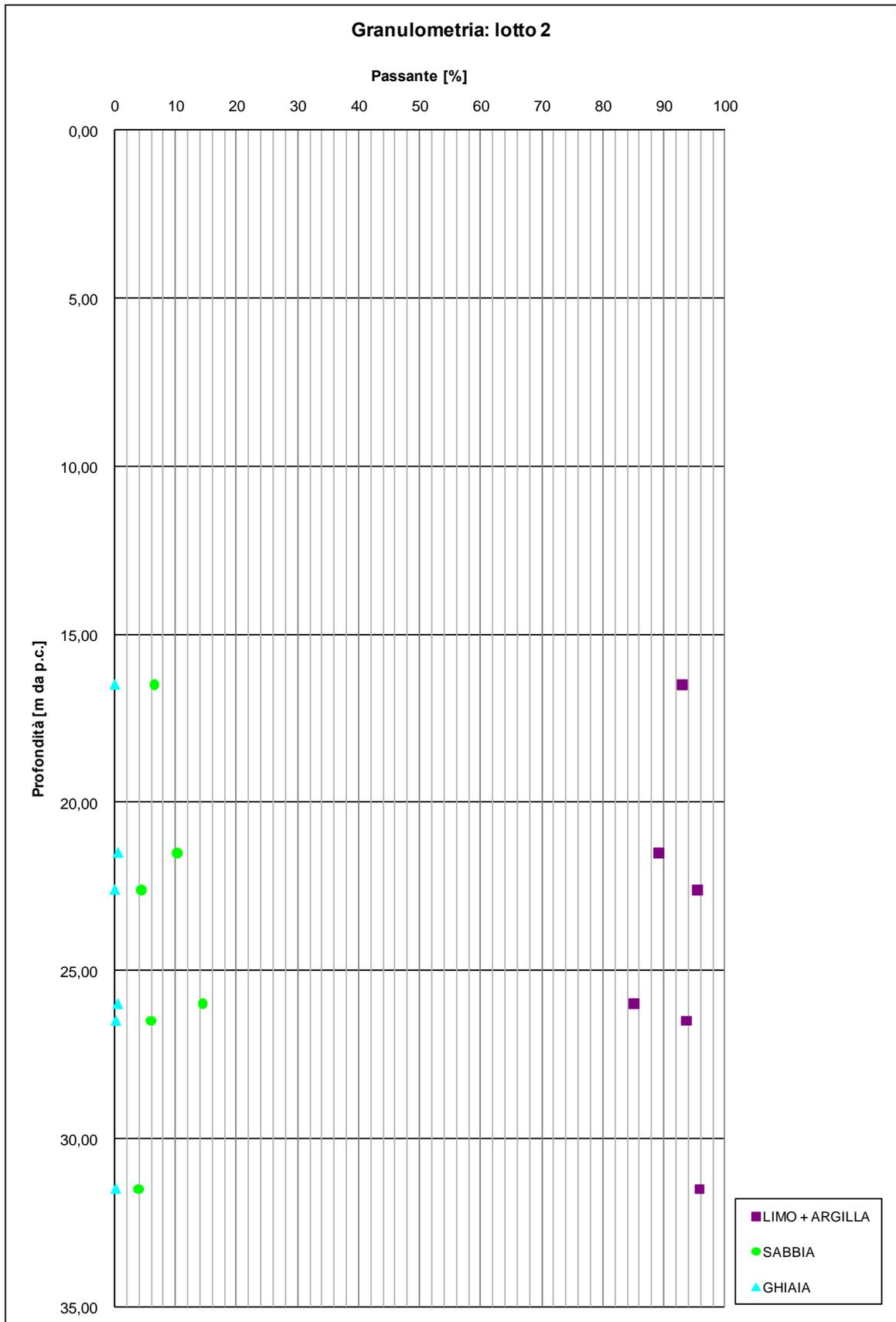


Figura 6-58

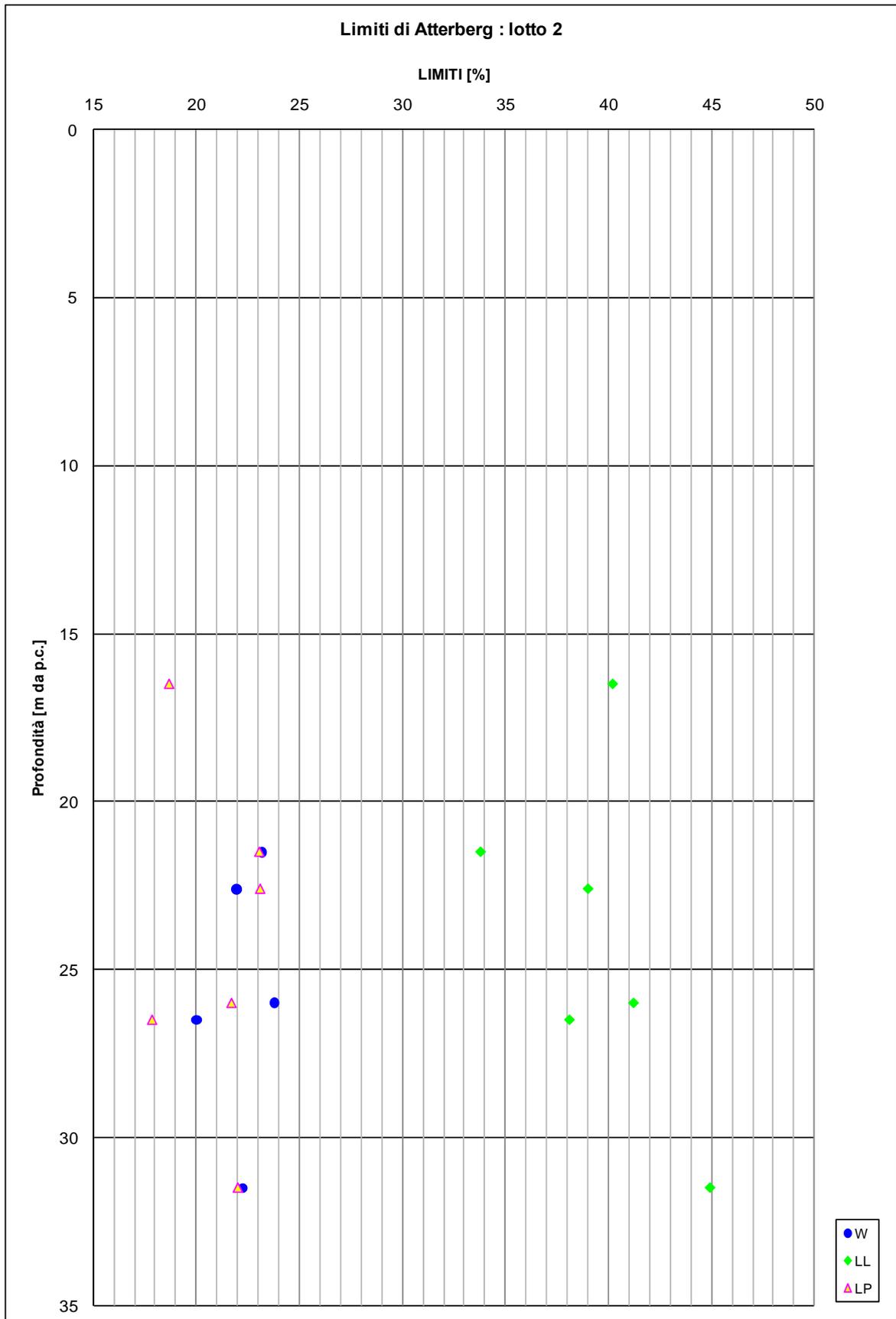
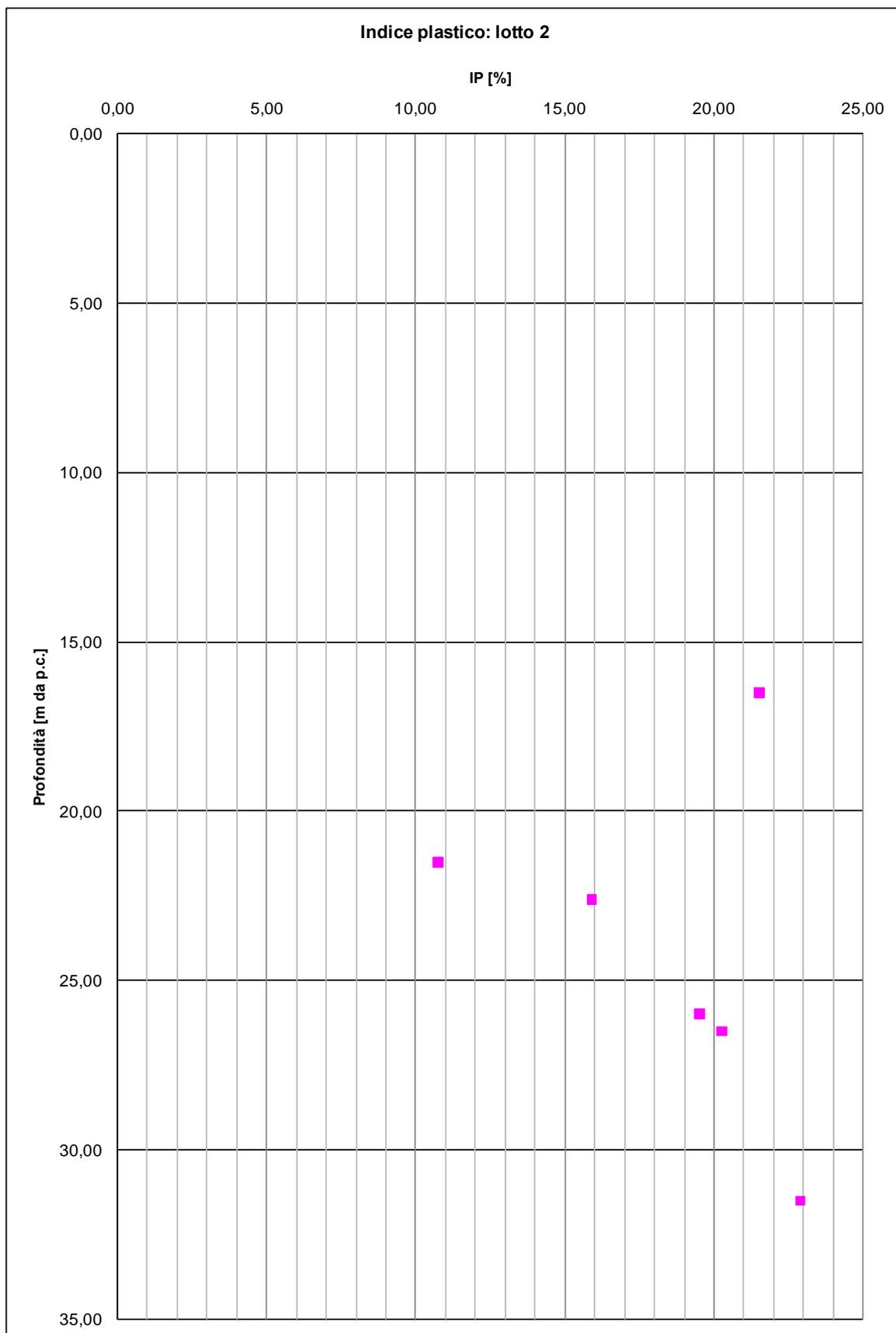


Figura 6-59



Carta di Casagrande: lotto 2

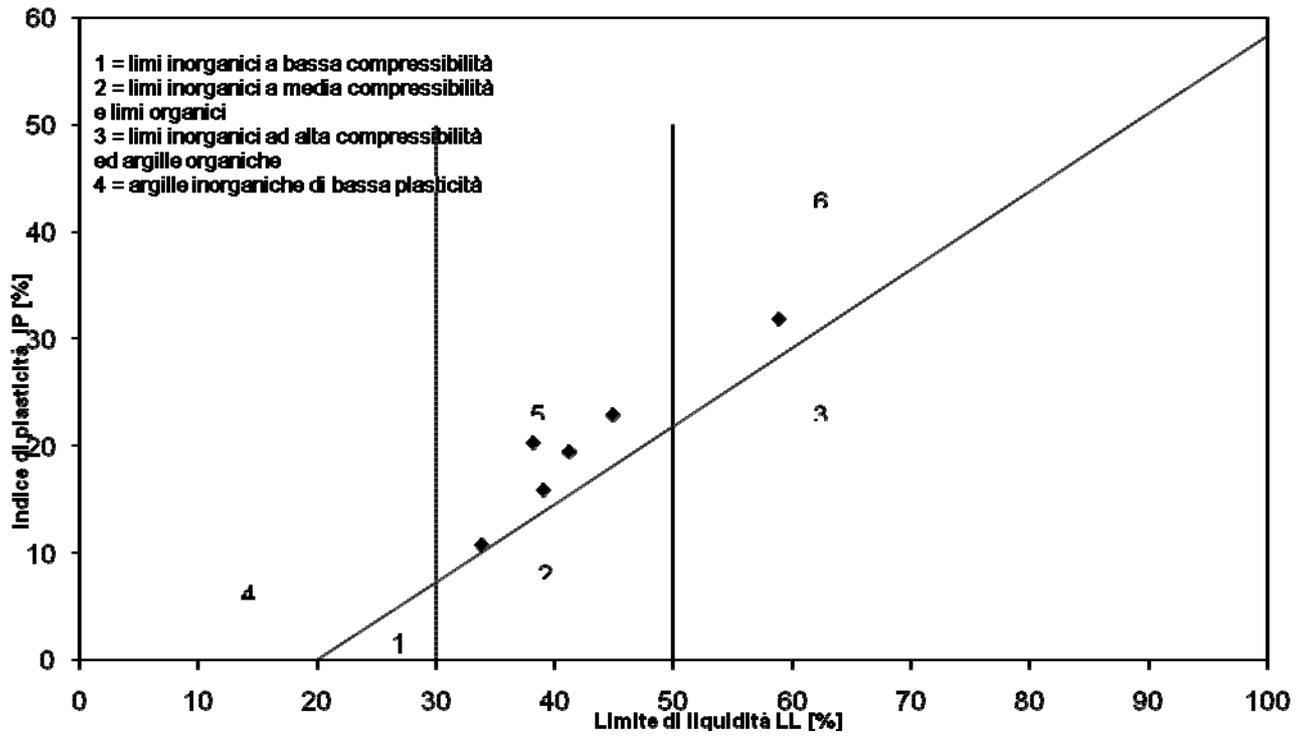


Figura 6-61

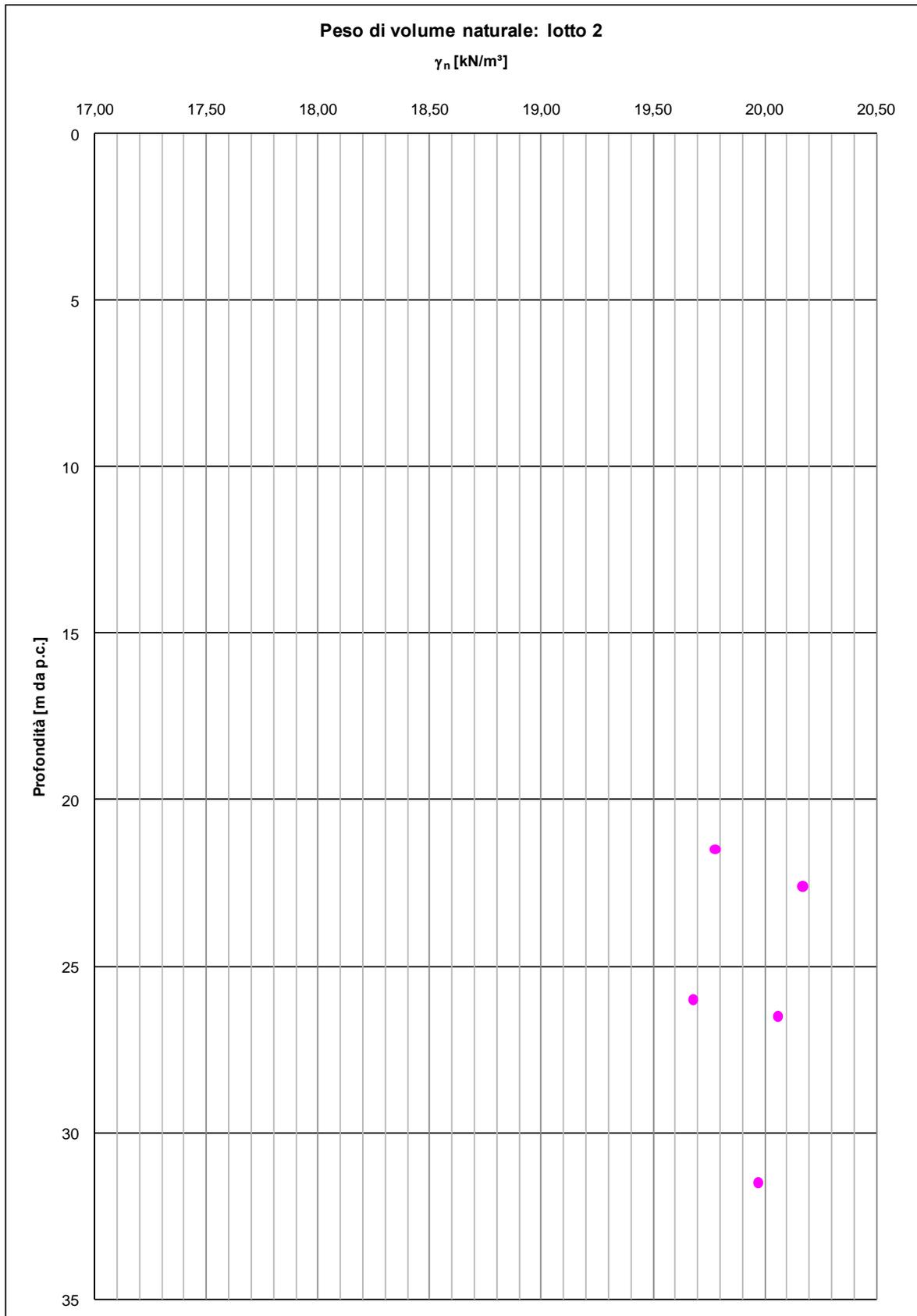


Figura 6-62

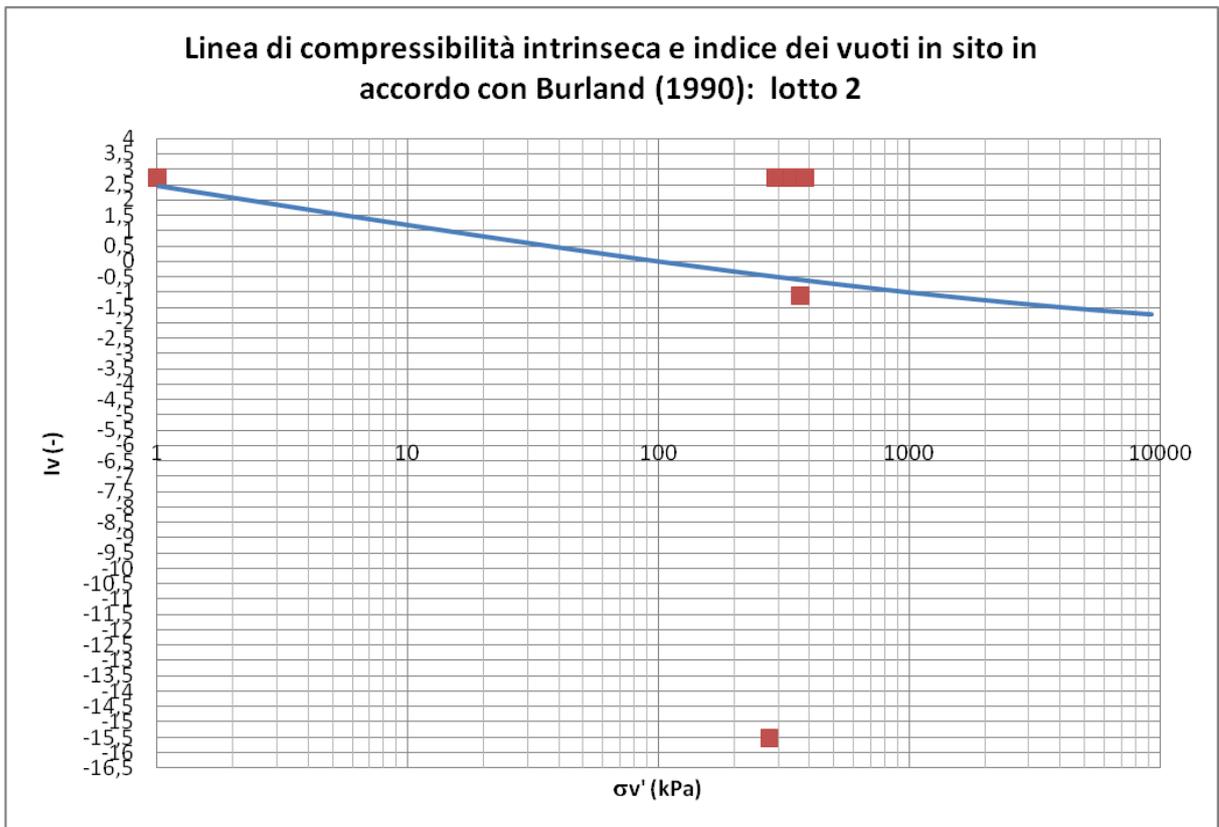


Figura 6-63

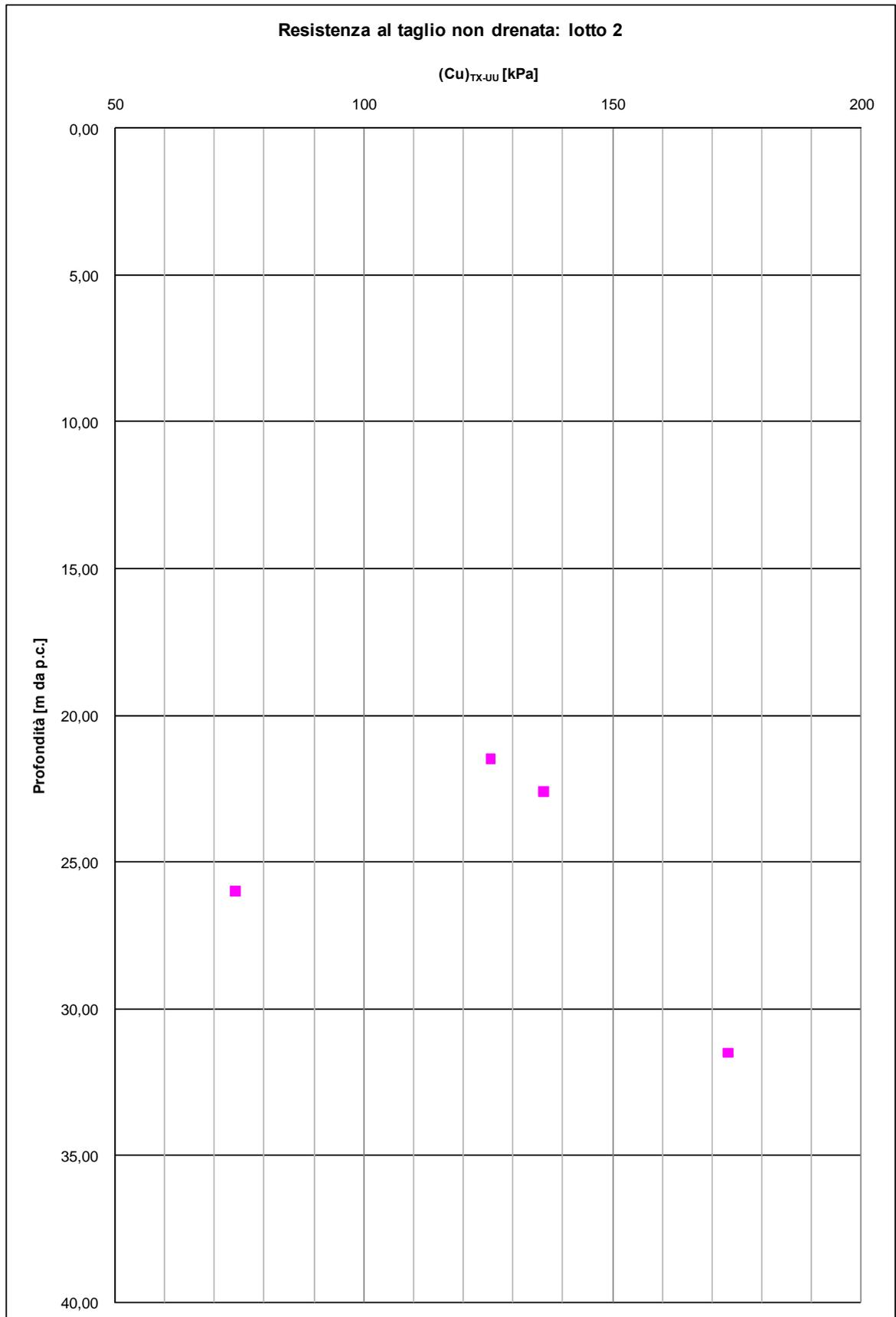


Figura 6-64

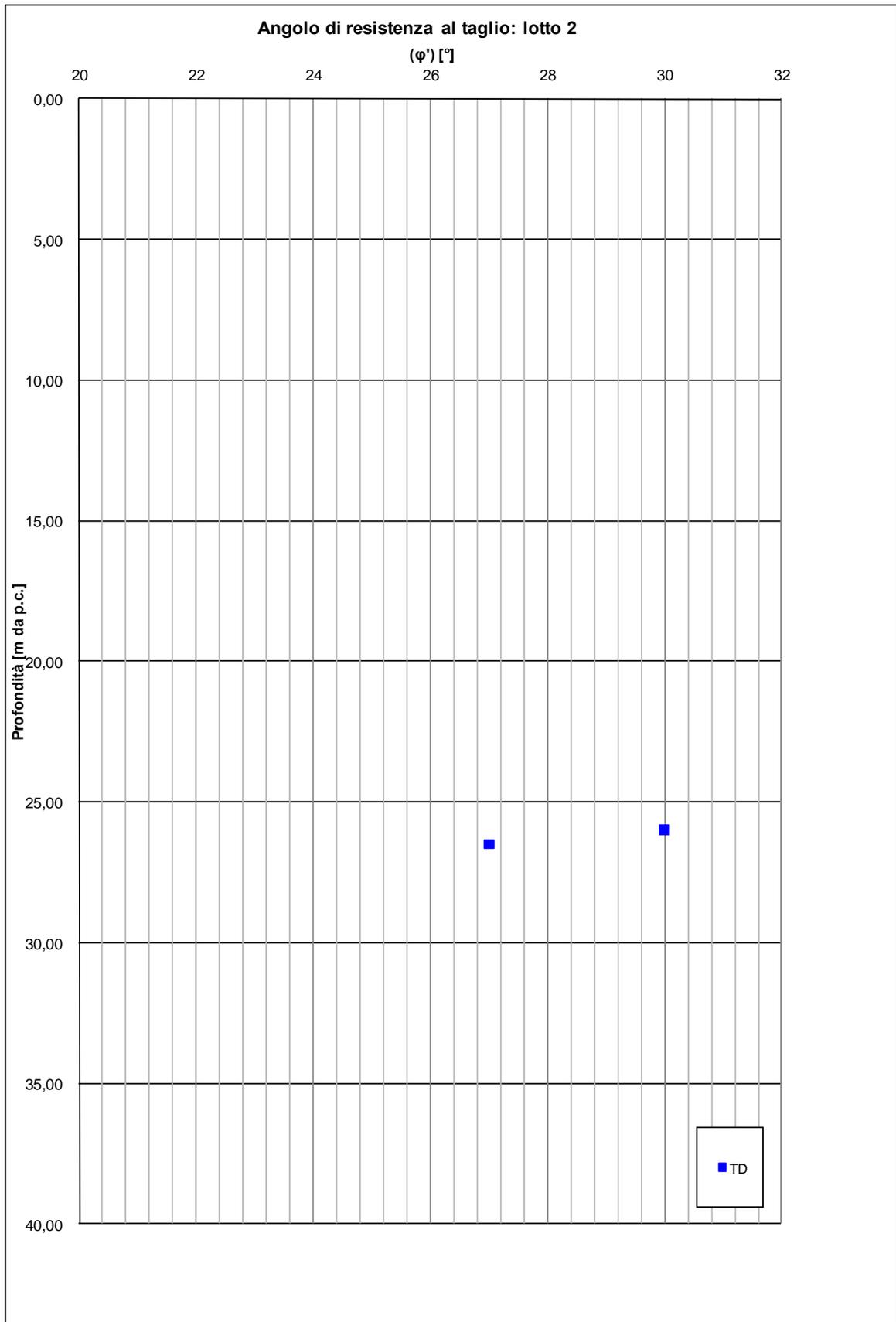


Figura 6-65

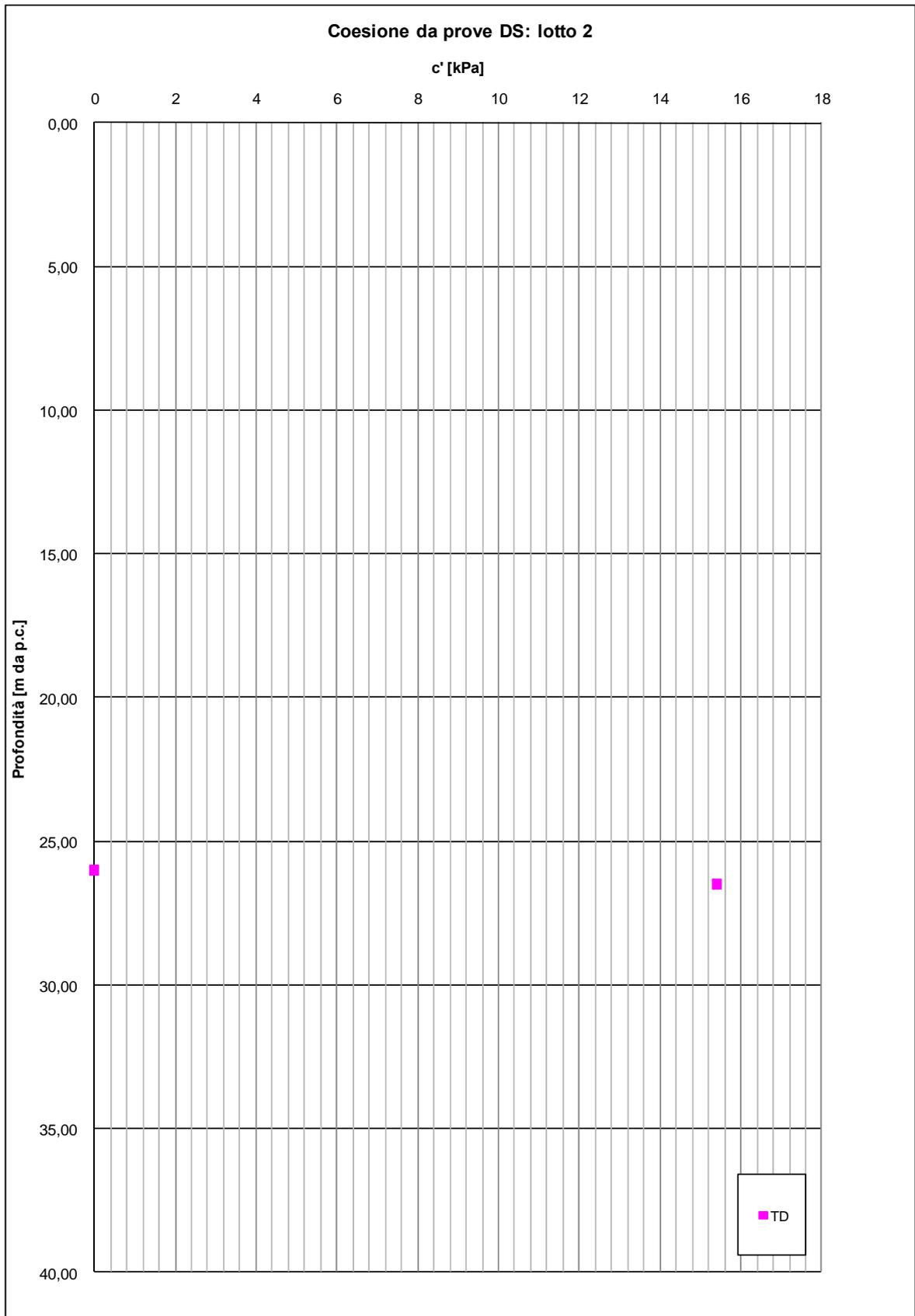


Figura 6-66

6.2 Alluvioni recenti: argille e limi (A1)

6.2.1 Generalità

La caratterizzazione geotecnica è sviluppata sulla base dell'interpretazione delle prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati nei sondaggi.

6.2.2 Caratteristiche fisiche

I limi argillosi e le argille limose in oggetto hanno curve granulometriche caratteristiche tipo quelle riportate nella **Figura 6-67**.

Sulla base di tali curve granulometriche le percentuali di argilla, limo, sabbia e ghiaia possono variare come segue:

argilla + limo = 0% ÷ 95%

sabbia = 0% ÷ 80%

ghiaia = 0% ÷ 69%

Le caratteristiche di plasticità (limite liquido LL e indice di plasticità IP) sono riportate nella **Figura 6-68 e Figura 6-69** esse possono variare come segue:

LL = limite liquido = 24% ÷ 63%

IP = 5% ÷ 39%

Facendo riferimento alla "Carta di plasticità di Casagrande", riportata in **Figura 6-70**, i materiali in oggetto possono essere classificati come "argille inorganiche di media plasticità".

Il peso di volume naturale (γ_n) risulta compreso tra $\gamma_n = 17.2 \div 21.4$ kN/m³ (**Figura 6-71**).

Il grado di saturazione è normalmente superiore a 0.80 (**Figura 6-72**).

Il contenuto d'acqua naturale (w_n), nell'ambito del materiale non alterato, risulta generalmente compreso tra 15% e 58% (**Figura 6-68**).

L'indice dei vuoti iniziale (e_0), nell'ambito del materiale non alterato, varia tra 0.50÷0.84 (**Figura 6-73**).

6.2.3 Stato iniziale

Nella **Figura 6-74** è riportato lo stato iniziale dei materiali nel piano di Burland (1990) $lv\text{-log}\sigma_{vo}'$; nella stessa figura è tracciata anche la linea di compressibilità intrinseca IC_{Loed} .

Dalla figura si può rilevare che i materiali limoso-argillosi in oggetto si collocano per la maggior parte al di sotto della linea IC_{Loed} ; sotto tali presupposti essi sono da intendersi leggermente sovraconsolidati meccanicamente.

Nella **Figura 6-75** sono riportati i valori della pressione di preconsolidazione σ_{vp}' determinata dalle prove edometriche con la nota costruzione di Casagrande; quest'ultima risulta generalmente compresa entro gli 800 kPa.

Alle pressioni σ_{vp}' riportate nella **Figura 6-75** corrispondono valori del grado di sovraconsolidazione OCR (definito convenzionalmente come $\sigma_{vp}'/\sigma_{vo}'$) pari a quelli indicati nella **Figura 6-76**, ovvero generalmente superiori a 3.5÷4.0.

Conseguentemente i coefficienti di spinta del terreno a riposo k_0 risultano non inferiori a 1.1÷1.2.

6.2.4 Resistenza al taglio non drenata

La resistenza al taglio non drenata (c_u) corrispondente a tensioni efficaci di consolidazione pari a quelle geostatiche e a condizioni di carico tipo quelle delle prove triassiali di compressione e carico, ottenute dalle prove TX-UU sono riportate nella **Figura 6-77**. La variabilità del parametro si è attestata tra 40 e 240 kPa

La variazione del parametro con la profondità può essere valutata con la formula: $c_u = 80 + 2 \cdot z$, dove z rappresenta la profondità dal piano campagna.

6.2.5 Parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci

Nelle **Figura 6-78** e **Figura 6-79** si riportano i risultati delle prove di laboratorio triassiali consolidate isotropicamente non drenate (TX-CIU) e di taglio diretto (TD) in termini di resistenze di picco.

Da tali figure possono essere dedotti i seguenti parametri di resistenza al taglio di picco in termini di sforzi efficaci:

$c_p' = 5 \div 26 \text{ kPa}$ = intercetta di coesione;

$\varphi_p' = 12 \div 40^\circ$ = angolo di attrito.

In relazione all'utilizzo dei parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci per analisi di stabilità con i metodi dell'equilibrio limite va rilevato quanto segue:

- Il materiale in esame ha un comportamento “strain softening” e può quindi essere interessato da fenomeni di rottura progressiva; le resistenze di picco sono determinate in parte a fenomeni di dilatanza indotti dalla sovraconsolidazione meccanica ed in parte da deboli legami di cementazione; la caduta di resistenza dovuta alla rottura dei legami di cementazione può avvenire in presenza di deformazioni indotte molto piccole; quella per dilatanza del materiale, unitamente a quella per riorientamento delle particelle, avviene invece più gradualmente.
- In relazione a quanto sopra l'esperienza acquisita su tali tipi di materiale raccomanda quanto segue:
 - Nei casi di terreni intatti, l'utilizzo di parametri operativi inferiori a quelli di picco pari a:
 $c' = 8 \div 16 \text{ kPa}$ = intercetta di coesione;
 $\varphi_p' = 22 \div 24^\circ$ = angolo di attrito.
 - Nei casi di terreni interessati da dissesti, l'utilizzo di parametri residui pari a:
 $c_r' = 0 \text{ kPa}$ = intercetta di coesione;
 $\varphi_r' = 18 \div 22^\circ$ = angolo di attrito.

6.2.6 Caratteristiche di deformabilità

I valori del modulo edometrico M calcolato sulla scorta delle prove edometriche sono riportati in **Figura 6-80**. Le misurazioni sono comprese nel range 2.5÷22.0 MPa.

6.2.6.1 Parametri di deformabilità operativi

I parametri di deformabilità operativi, da utilizzare per analisi di cedimenti di fondazioni e rilevati autostradali con modelli costitutivi elasto-plastici convenzionali,

possono essere desunti dai risultati delle prove edometriche in termini di coefficienti di compressione (C_c e C_r) e di coefficienti di consolidazione secondaria ($c_{\alpha\varepsilon}$).

I coefficienti di compressione vergine $C_c = \Delta e / \Delta \log \sigma_v'$ sono riportati nella **Figura 6-81**; ad essi può essere assegnato un valore medio caratteristico compreso tra 0.09÷0.25.

I coefficienti di consolidazione secondaria variano in un range compreso tra 0.001 e 0.0065 (**Figura 6-83**)

I moduli di taglio iniziale (G_{01}), sono stati determinati sulla base dei risultati delle prove CPTU (**Figura 6-84**).

L'andamento può essere descritto dalla seguente espressione:

$$G_{01} = 1000 \cdot p_a \cdot \left(\frac{1 + \sqrt{14.5 \cdot z^{-0.8}}}{3} \right)^{0.5} \cdot \left(\frac{\sigma_v'}{p_a} \right)^{0.5}$$

Il modulo elastico iniziale (E_0) può essere calcolato con la seguente formula:

$$E_0 = (2.3 \cdot G_{01}) / (3 \div 5)$$

i moduli di Young operativi (E_{op1}), da utilizzare per analisi di spostamento di fondazioni e opere di sostegno con metodi elastici, sono dell'ordine di $(1/3 \div 1/5) \cdot E_0$.

6.2.7 Coefficienti di permeabilità e coefficienti di consolidazione primaria

I valori dei coefficienti di permeabilità ottenuti dalle prove edometriche risultano mediamente pari a 1.1×10^{-10} m/sec.

In presenza di depositi caratterizzati da una spiccata macrostruttura quali quelli in esame (ovvero alternanza di strati costituiti da materiali con differenti caratteristiche granulometriche) e di ricorso a trattamenti dei terreni con dreni verticali i flussi hanno direzione orizzontale ed i fenomeni di consolidazione sono governati dai coefficienti di permeabilità orizzontale k_h . In accordo a [Holtz et al. \(1991\)](#), [Tavenas et al. \(1983a, b\)](#), il coefficiente di permeabilità orizzontale k_h e quello di consolidazione primaria orizzontale c_h possono essere stimati sulla base di quanto riportato nella **Tabella 6-2**.

Tabella 6-2: Campo di possibili variazioni del rapporto k_h/k_v (modificata da Holtz et al, 1991)

Macrostruttura del deposito	k_h/k_v
Macrostruttura poco sviluppata, depositi omogenei	1,0 ÷ 1,5
Macrostruttura ben sviluppata, depositi costituiti da alternanze fitte di argilla e di materiali più permeabili (esempio: "varved clays")	2,0 ÷ 4,0

Nel caso specifico si ritiene ragionevole adottare valori di k_h/k_v pari a 3.

I coefficienti di consolidazione primaria c_v , ricavati dalle prove edometriche in corrispondenza di pressioni verticali efficaci comparabili a quelle geostatiche, utilizzabili nell'ambito di teorie di consolidazione convenzionali e di problemi di flusso in direzione verticale, sono riportati nella **Figura 6-82**. Si potrà assumere mediamente $c_v = 2.2 \times 10^{-8} \div 3.2 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{sec}$.

6.2.8 Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica

Sulla base di quanto presentato e discusso nei paragrafi precedenti nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici della formazione in esame:

A1	
γ_t (kN/m ³)	19.85 ± 0.83
e_o (-)	0.75 – 0.01·z
φ' (°)	24.7° ± 7.0°
c' (kPa)	16.3 ± 11
c_u (kPa)	$c_u = 80 + 2 \cdot z$ ⁽¹⁾
$OCR^* = \sigma_{vy}' / \sigma_{vo}'$ (-)	$OCR^* = 18 \cdot z^{-0.7}$
k_o (-)	1.1
C_c (-)	0.15 ± 0.07
C_r (-)	Cc/5
$c_{\alpha\epsilon}$ (-)	2.15 x 10⁻³ ± 1.94 x 10⁻³
k_v (m/sec)	1.1 x 10⁻¹⁰
K_h (m/sec)	2.75 x 10⁻¹¹
c_v (m ² /sec)	1.05 x 10⁻⁷ ± 9.90 x 10⁻⁸
V_s (m/sec)	$\sqrt{\frac{G_{o1} \cdot 9.81}{\gamma_t}}$
G_{o1} (kPa)	$1000 \cdot p_a \cdot \left(\frac{1 + \sqrt{14.5 \cdot z^{-0.8}}}{3} \right)^{0.5} \cdot \left(\frac{\sigma'_v}{p_a} \right)^{0.5}$
E_{op1} (kPa)	$(2.3 \cdot G_{o1}) / (3+5)$
M (MPa)	10.01 ± 6.47

Simbologia:

γ_t = peso di volume naturale;

φ' = angolo di attrito operativo;

c' = intercetta di coesione operativa;

c_u = resistenza al taglio non drenata riferita a tensioni di consolidazione pari a quelle geostatiche e a condizioni di carico tipo quelle delle prove triassiali di compressione e carico;

k_o = coefficiente di spinta del terreno a riposo;

V_s = velocità di propagazione delle onde di taglio;

G_{o1} = modulo di taglio iniziale riferito a pressioni efficaci pari a quelle geostatiche;

E_{op1} = modulo di Young secante corrispondente a cedimenti delle fondazioni inferiori a $0.01 \cdot B$;

B = dimensione minore della fondazione (m);

$p_a = 100 \text{ kPa}$ = pressione atmosferica di riferimento;

z = profondità dal p.c. in metri.

Note:

⁽¹⁾ = Per le analisi di stabilità è raccomandabile adottare un valore ridotto, pari a $(0.7 \div 0.8) \cdot c_u$

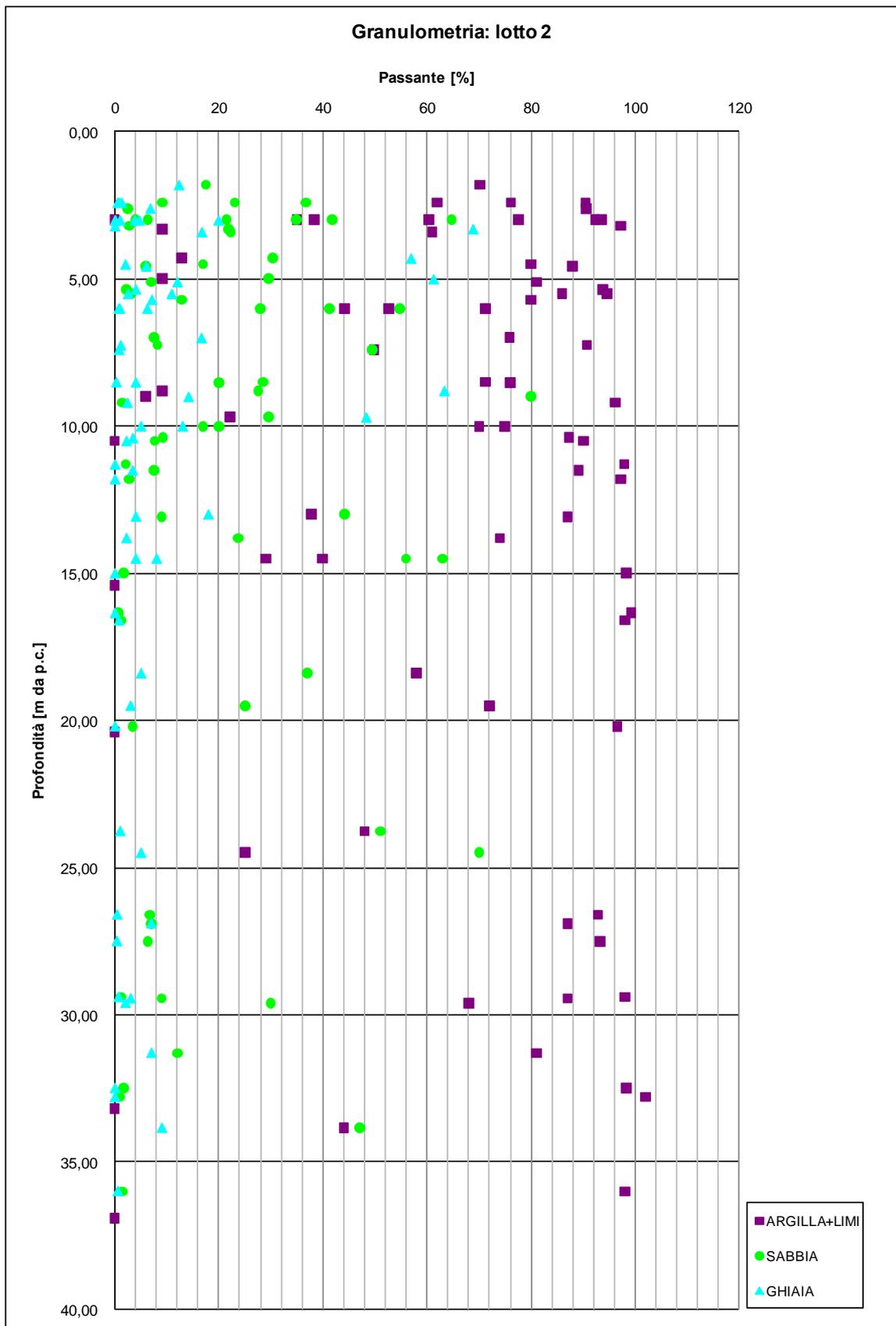


Figura 6-67

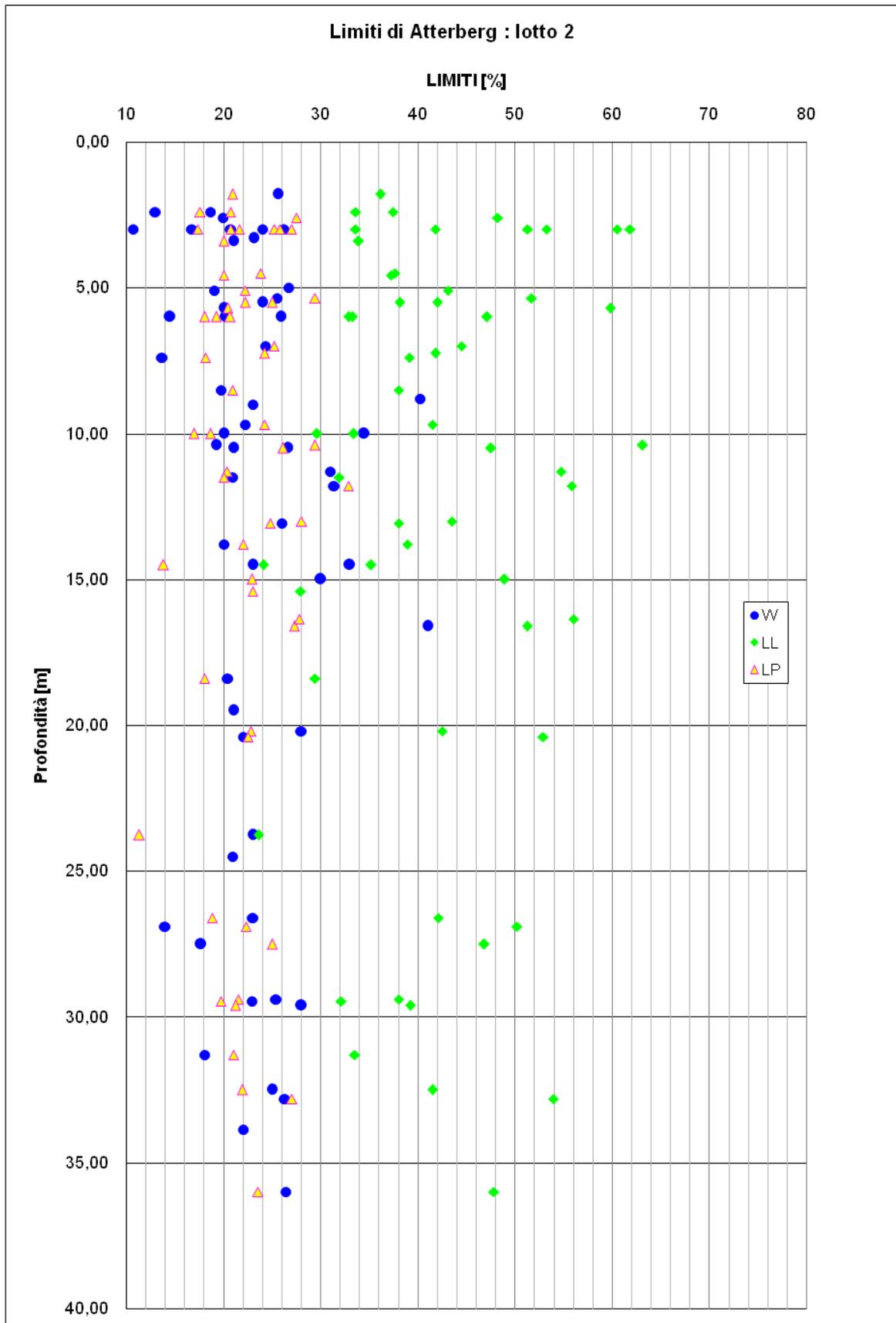


Figura 6-68

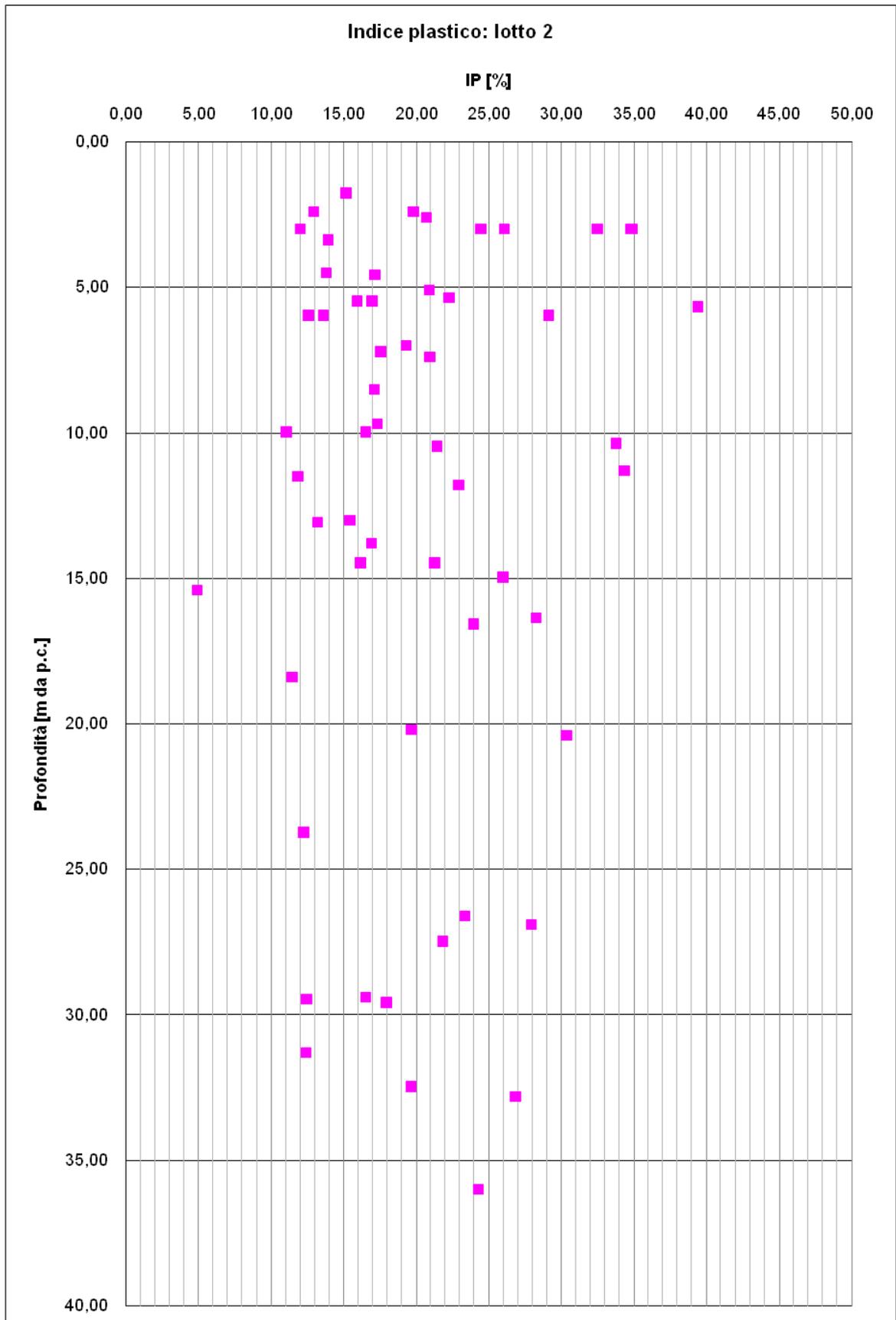


Figura 6-69

Carta di Casagrande: lotto 2

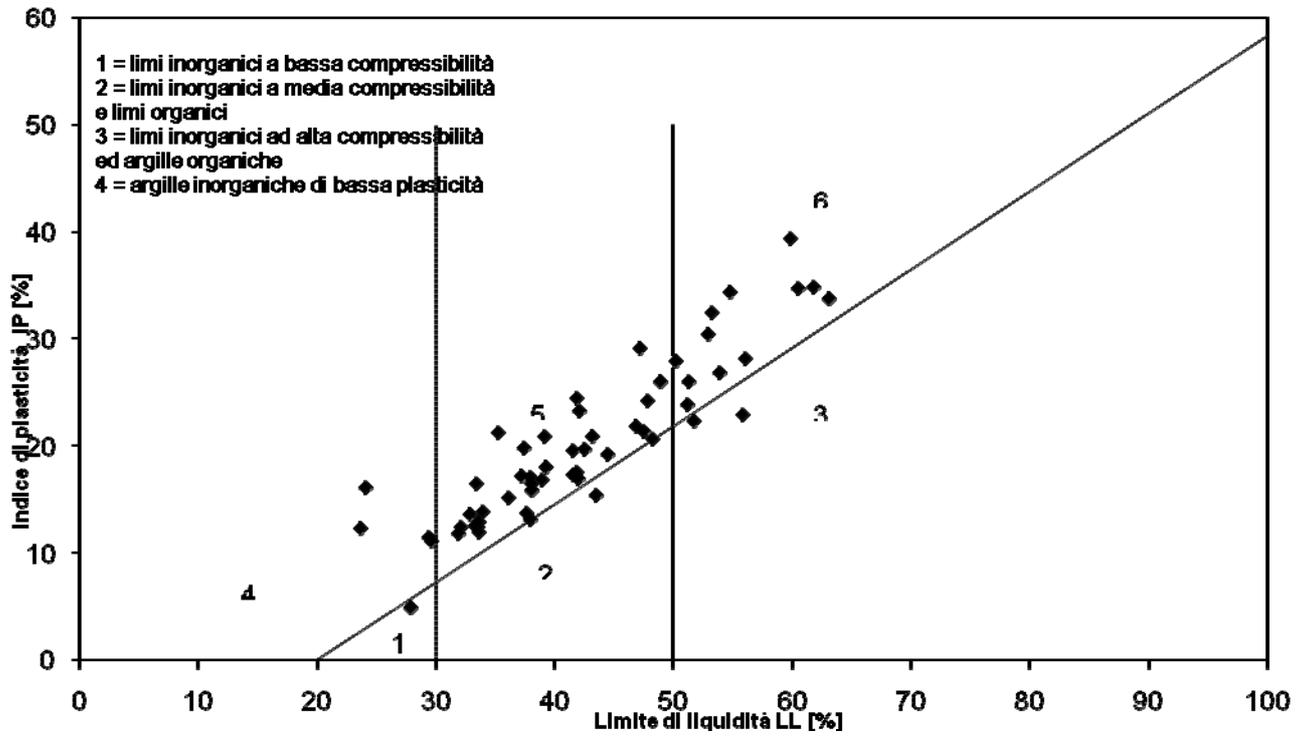


Figura 6-70

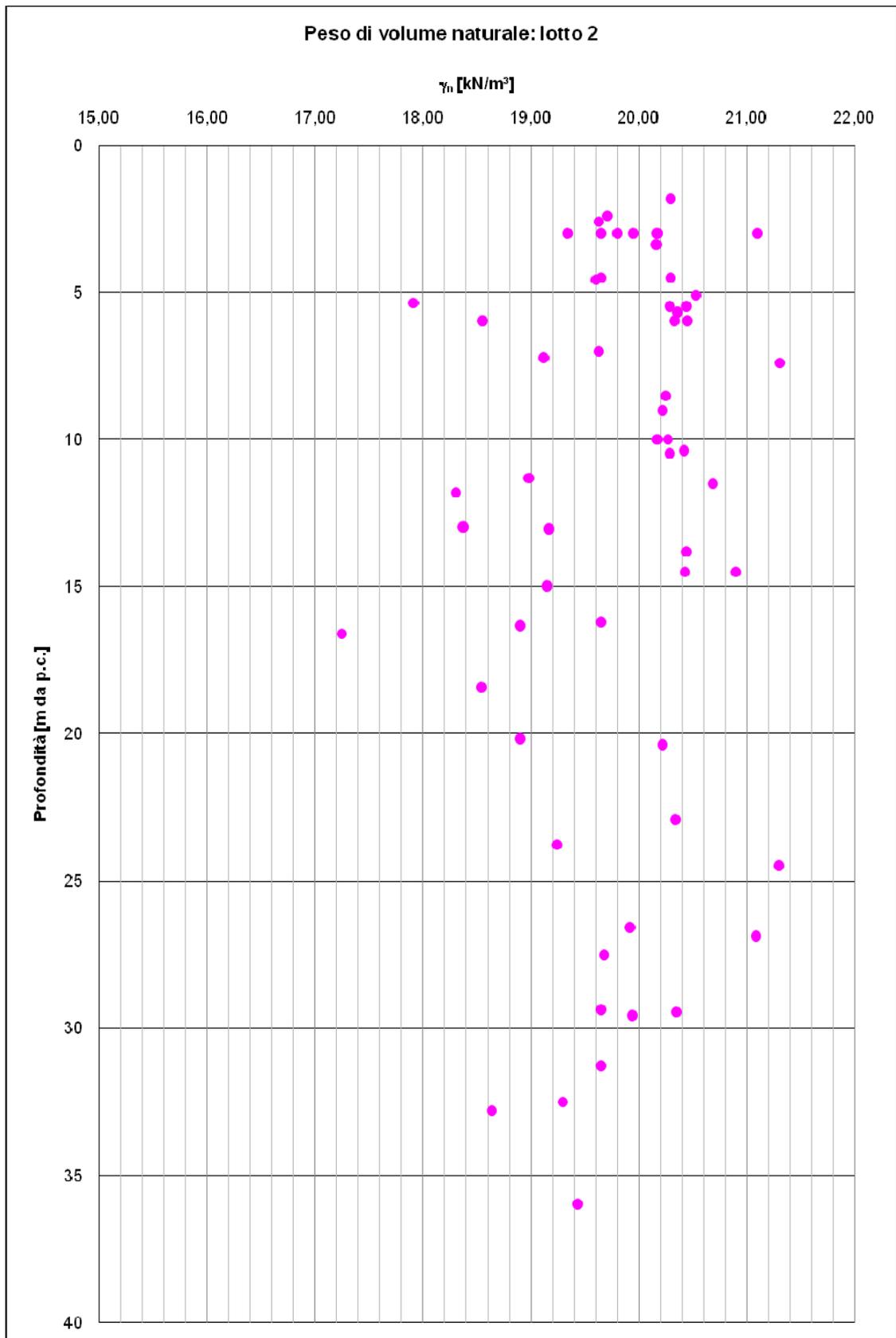


Figura 6-71

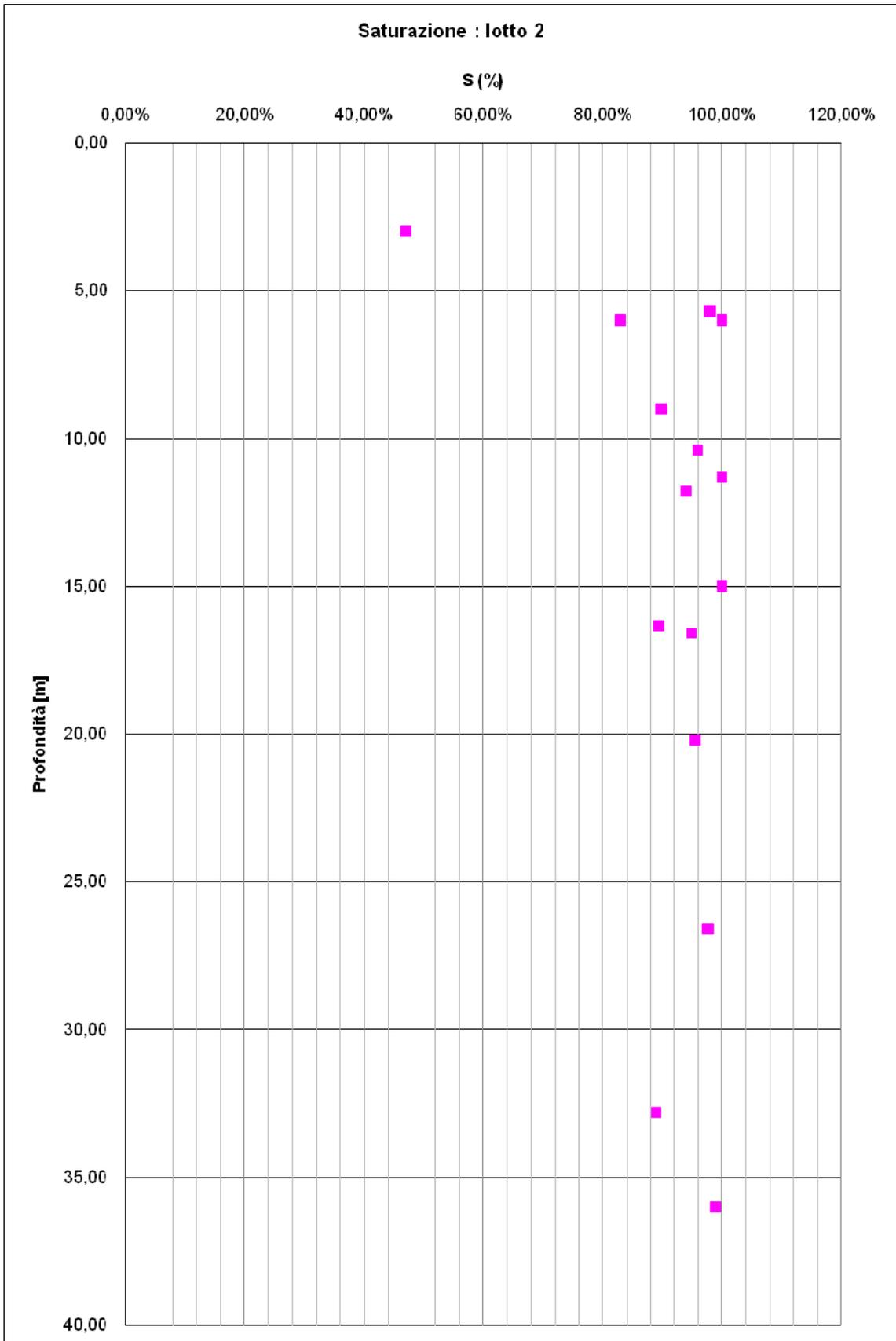


Figura 6-72

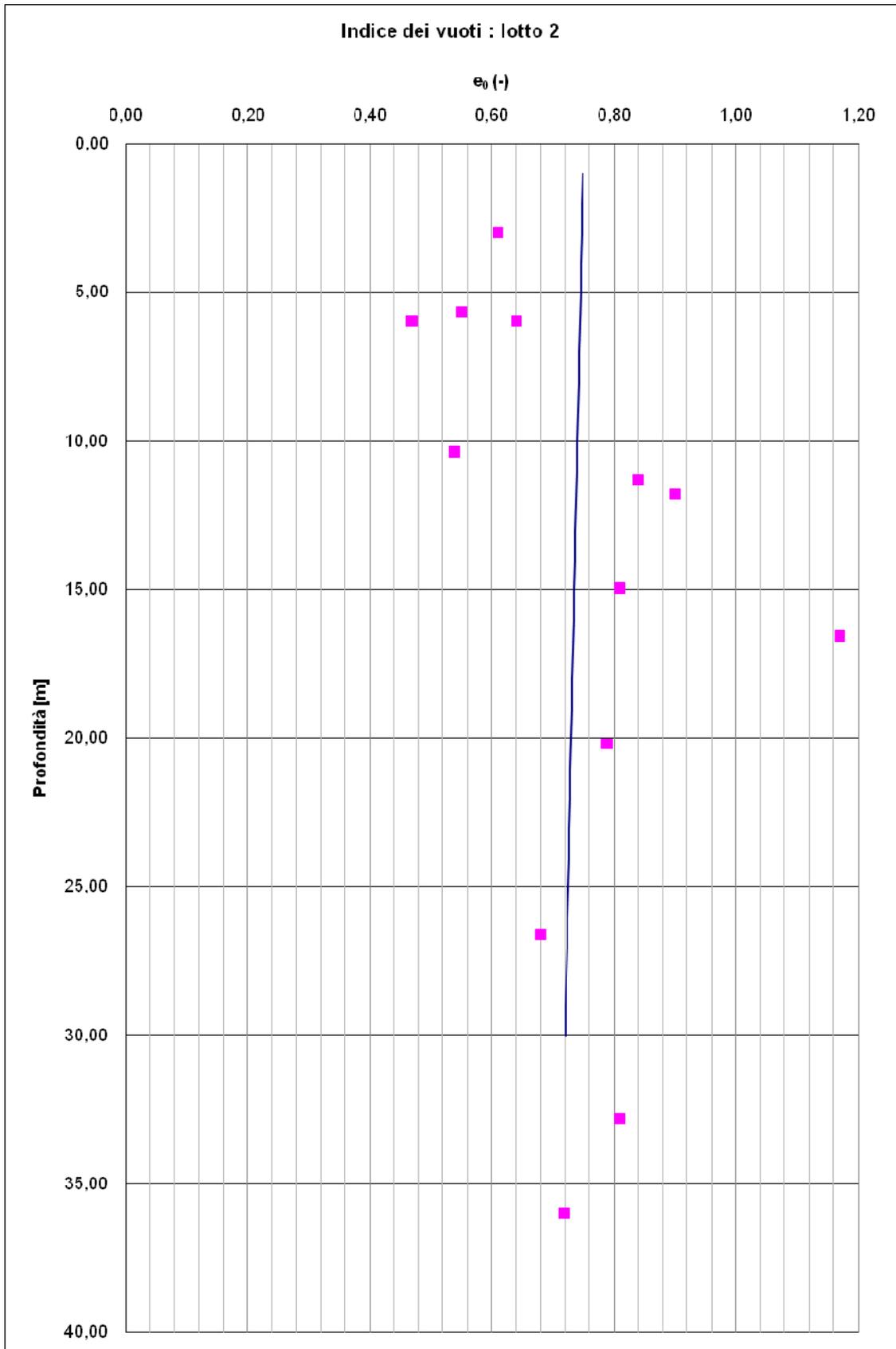


Figura 6-73

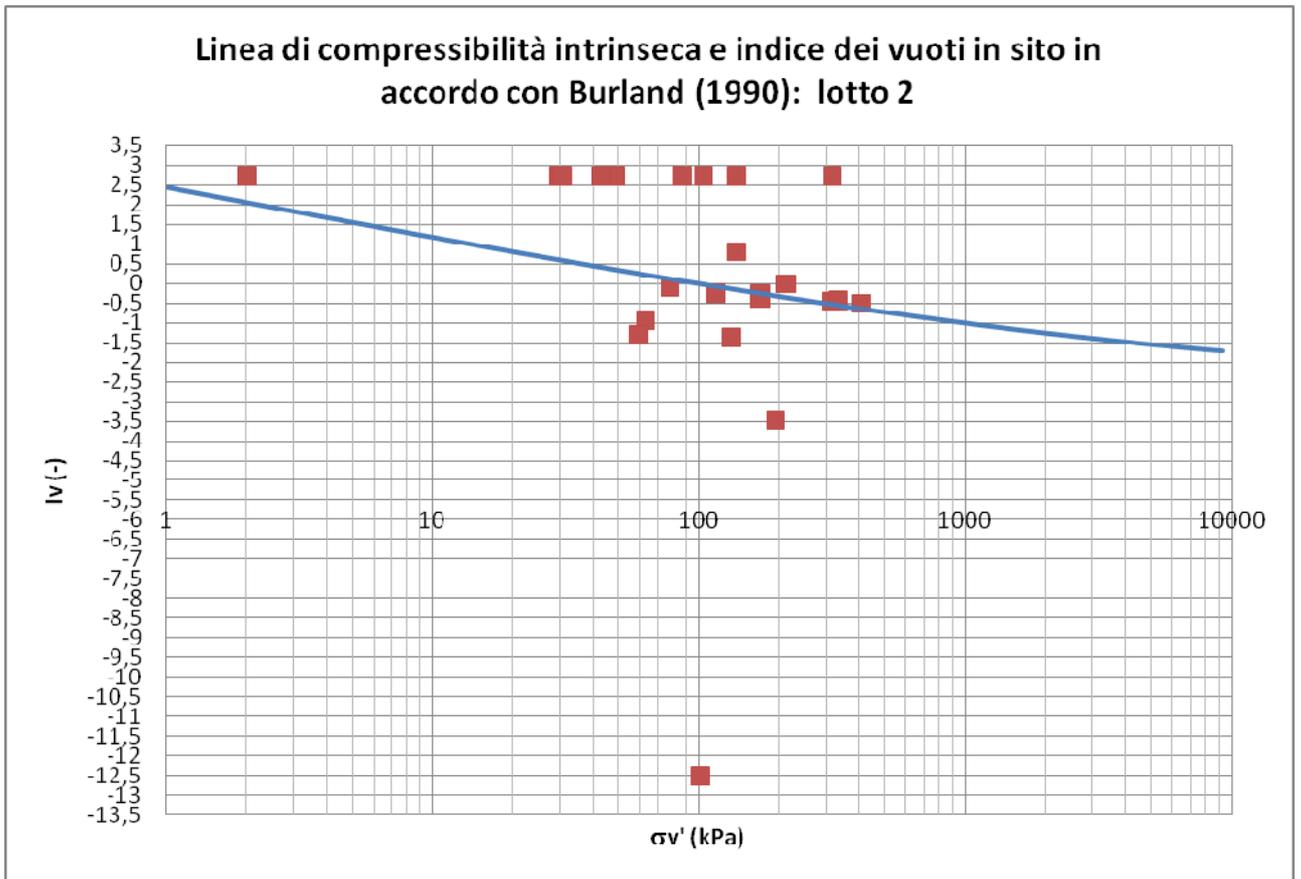


Figura 6-74

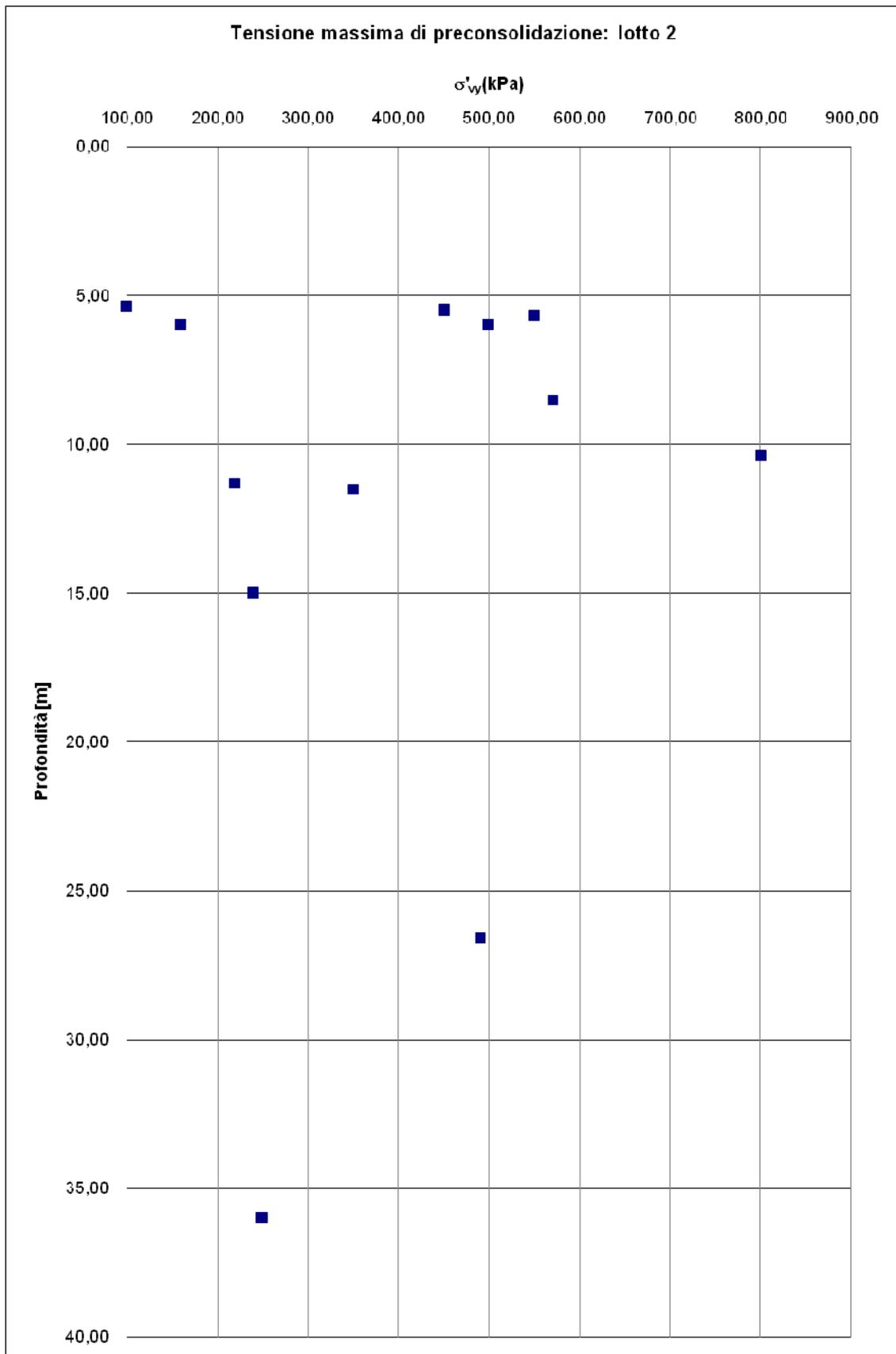


Figura 6-75

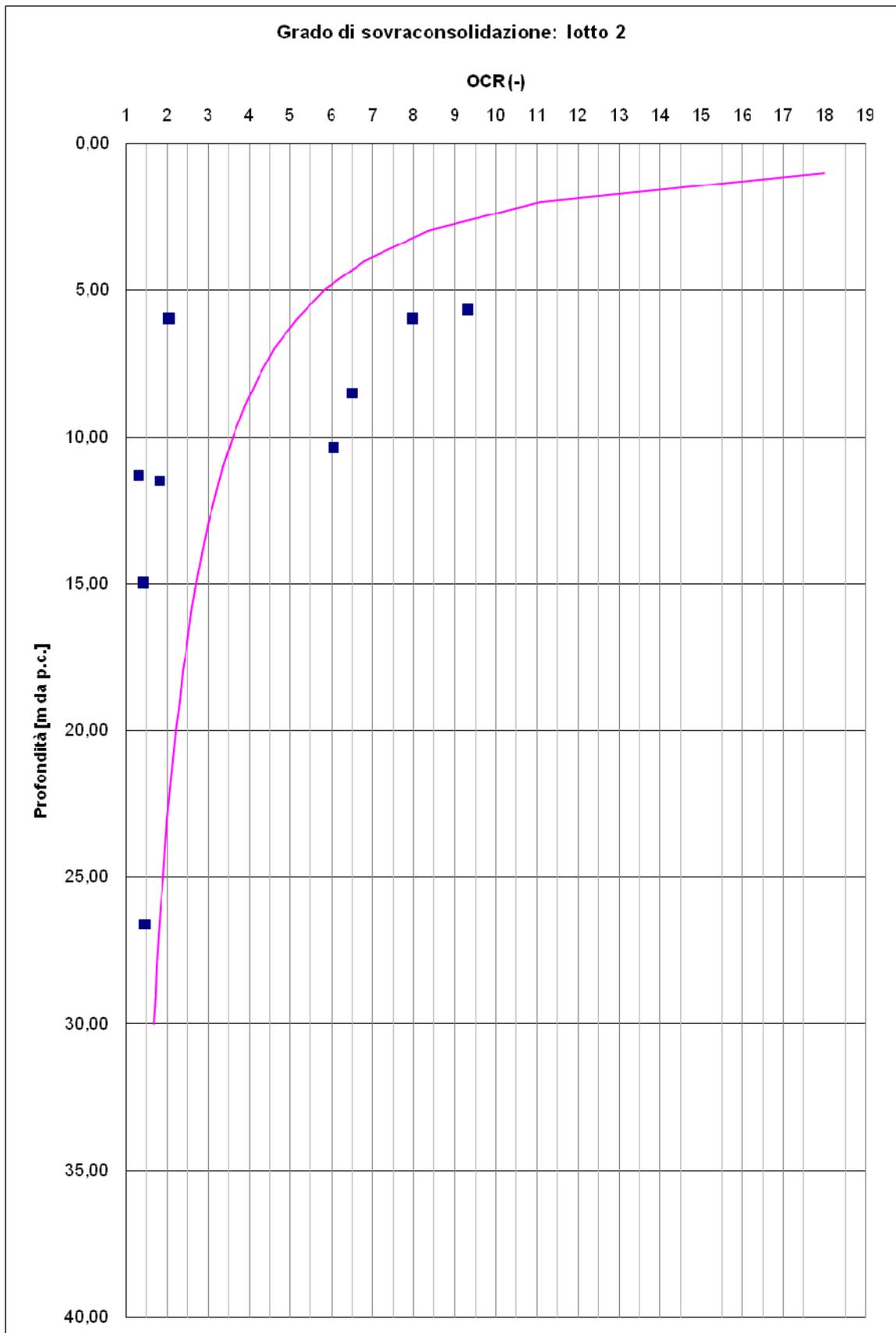


Figura 6-76

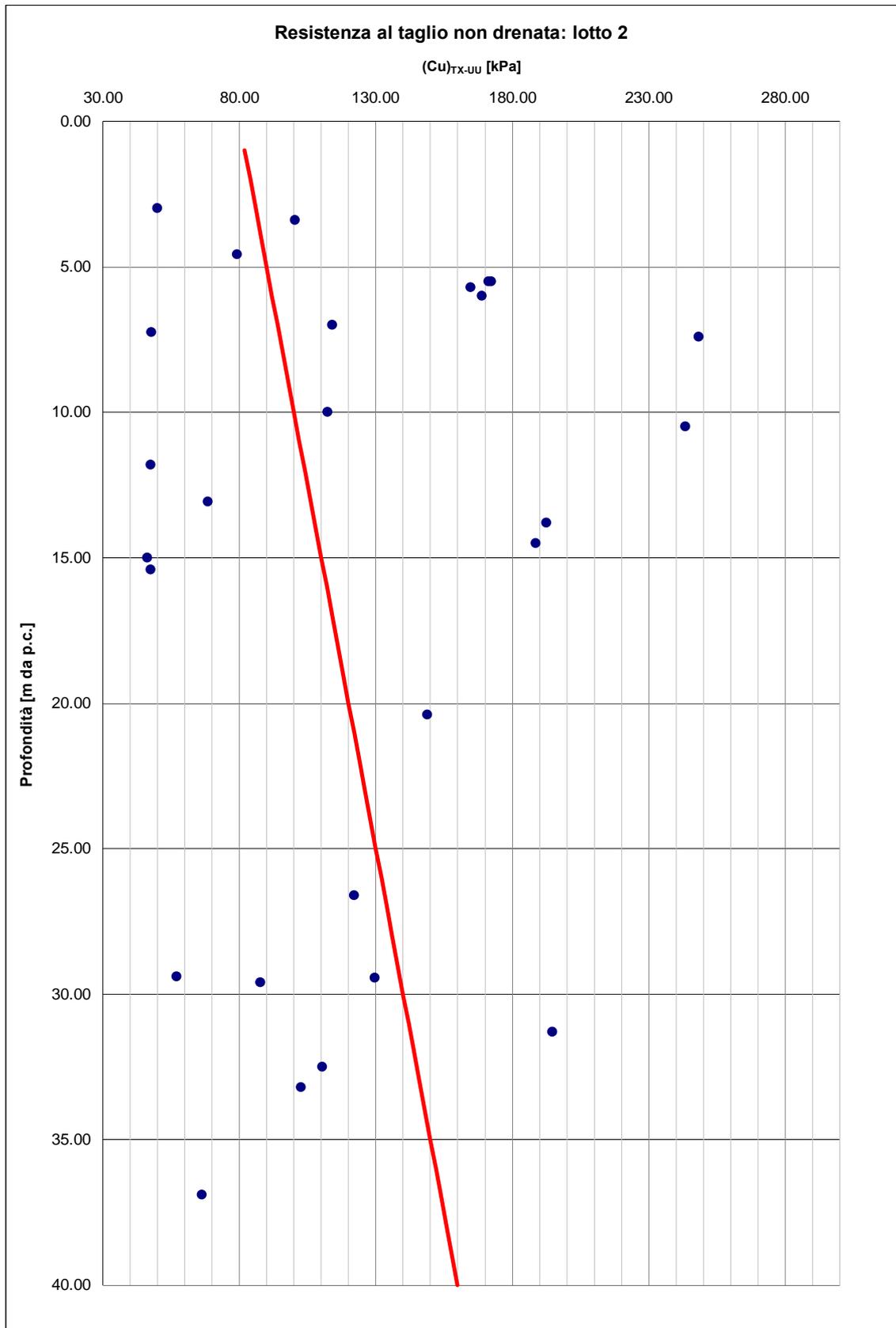


Figura 6-77

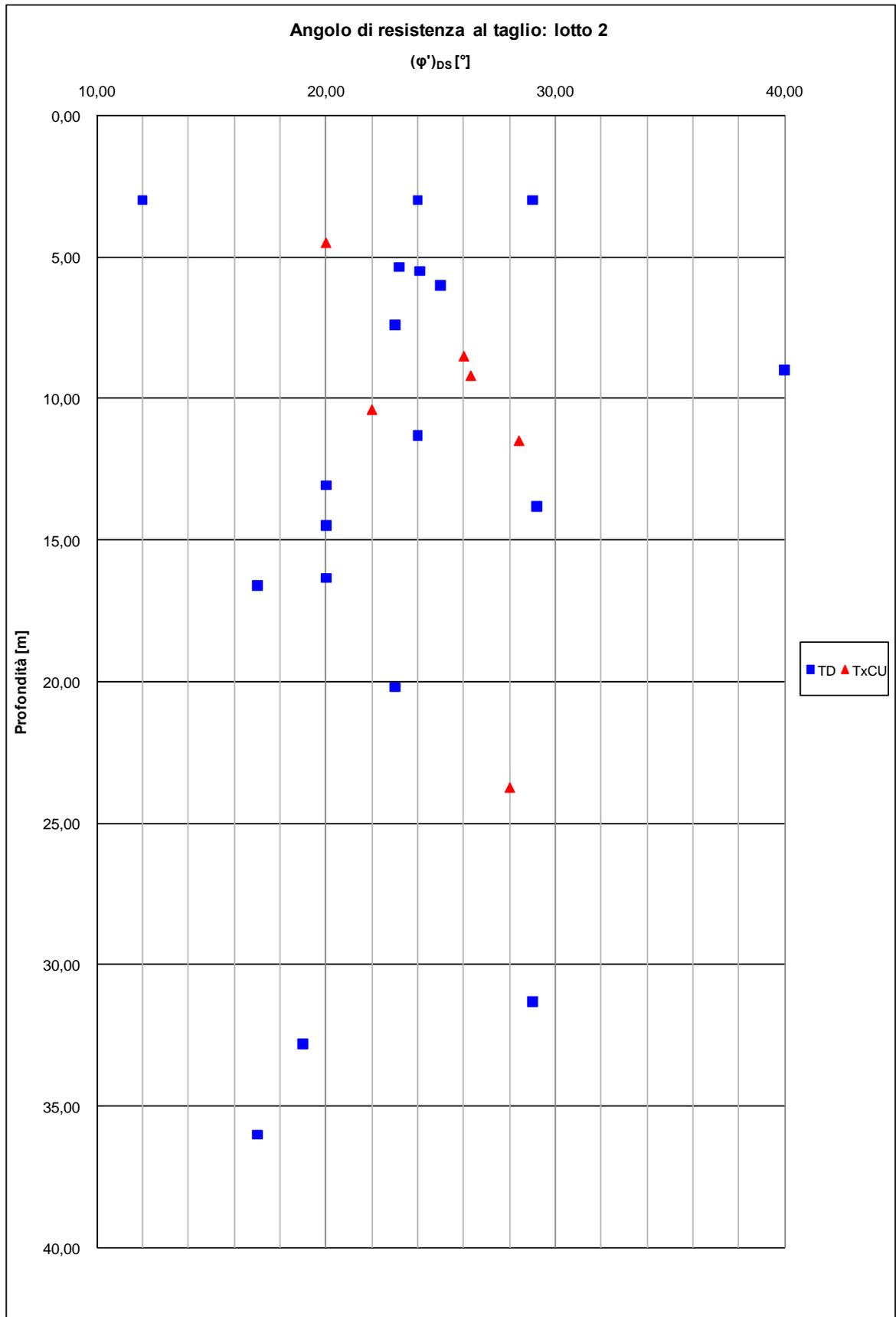


Figura 6-78

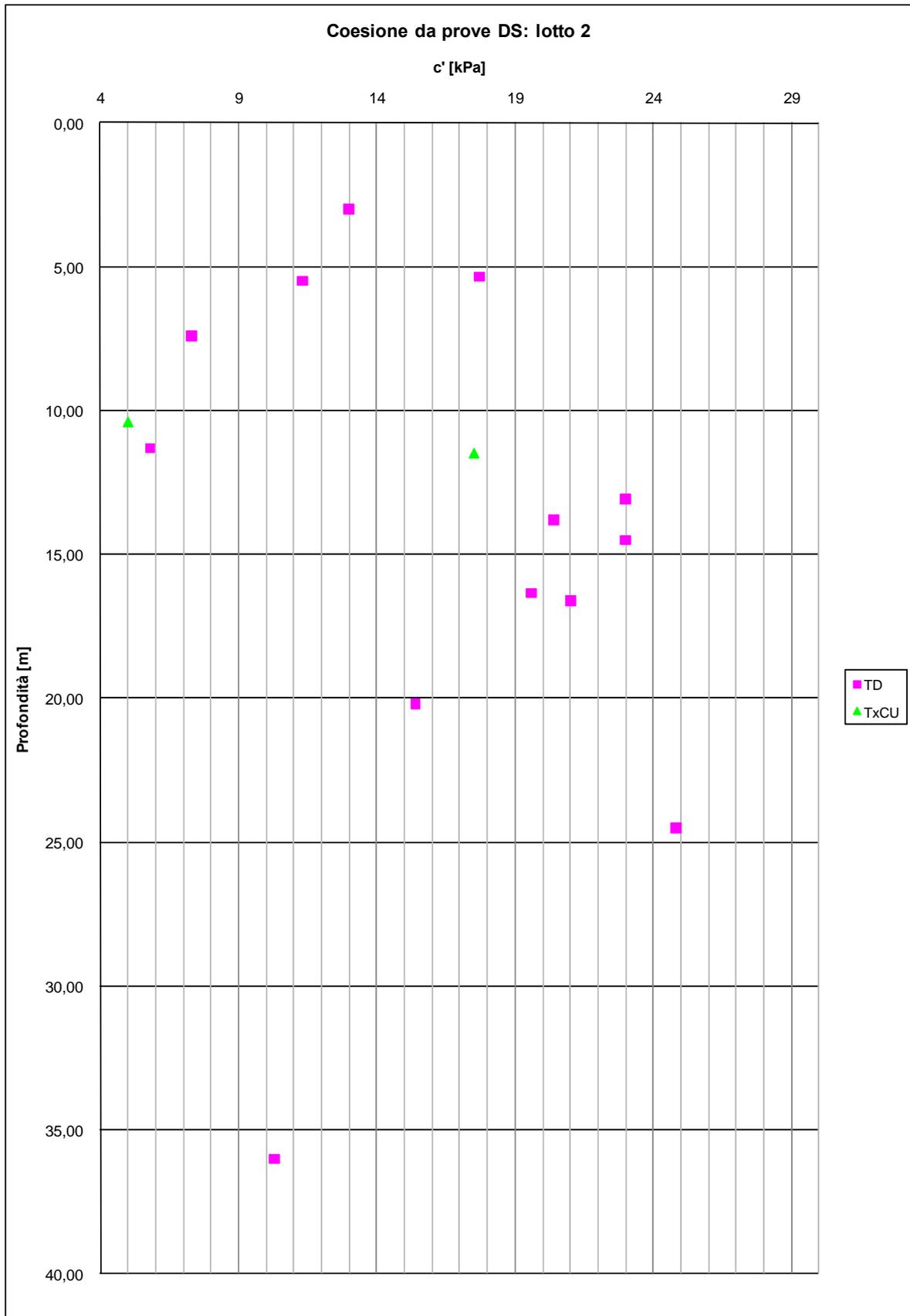


Figura 6-79

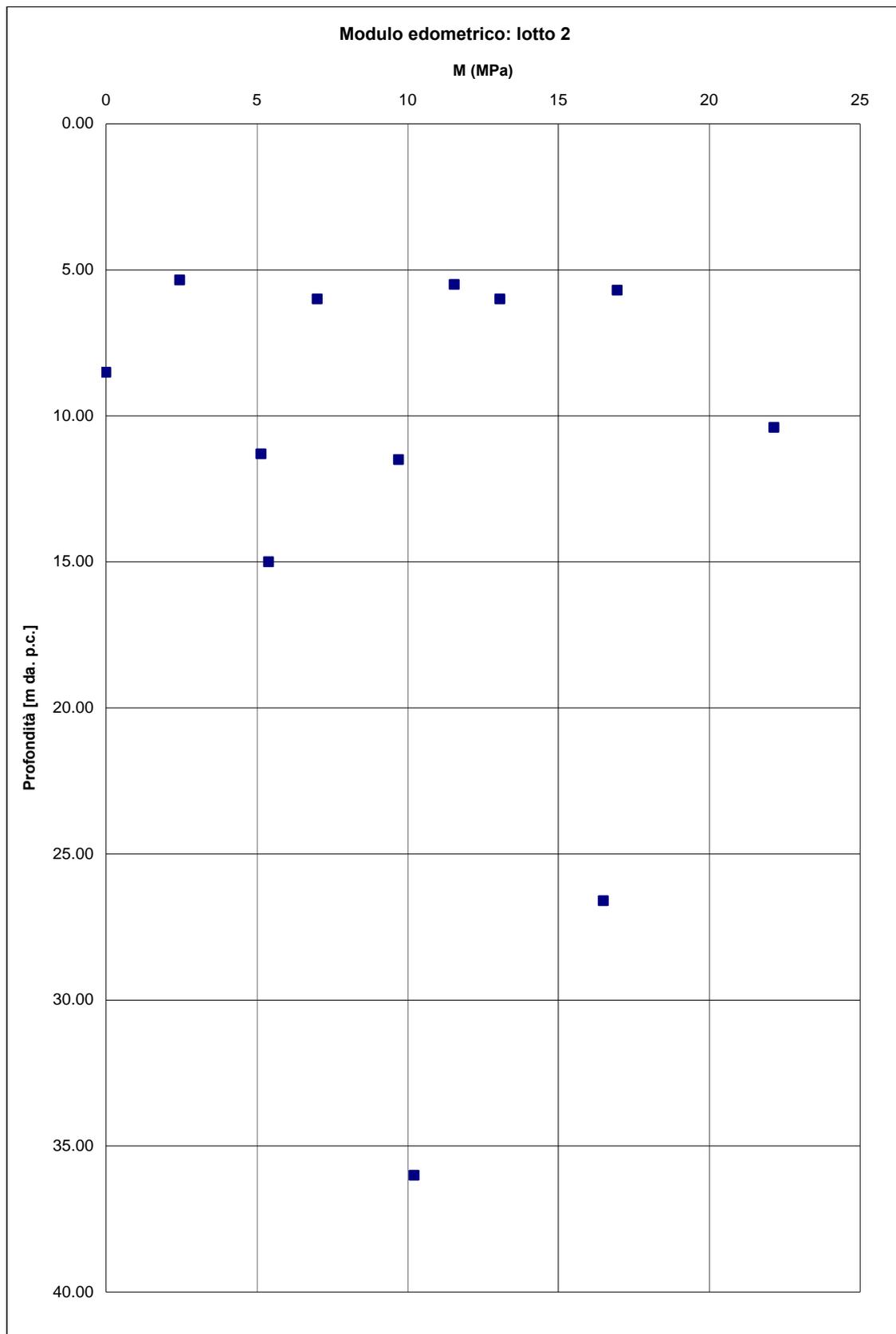


Figura 6-80

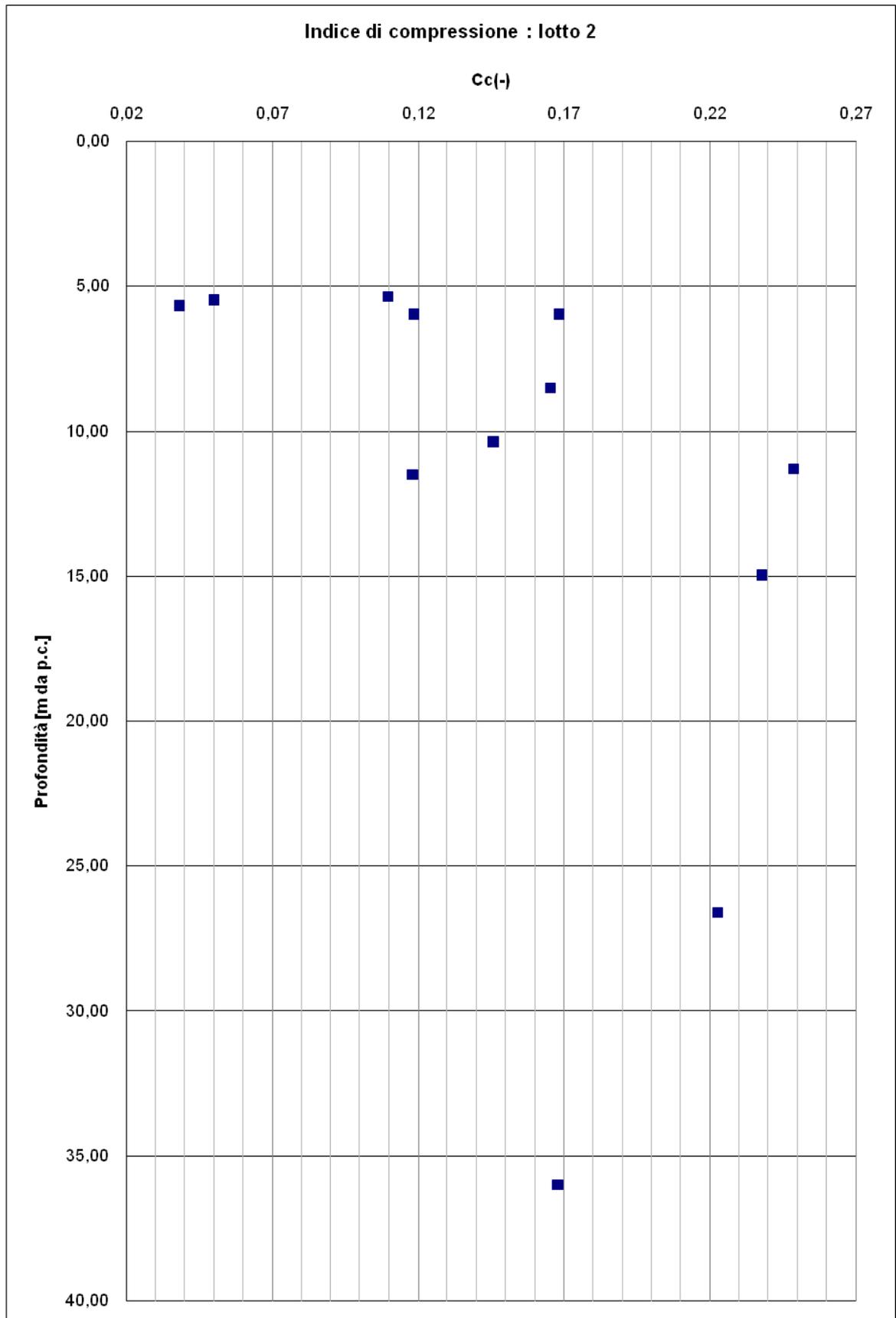


Figura 6-81

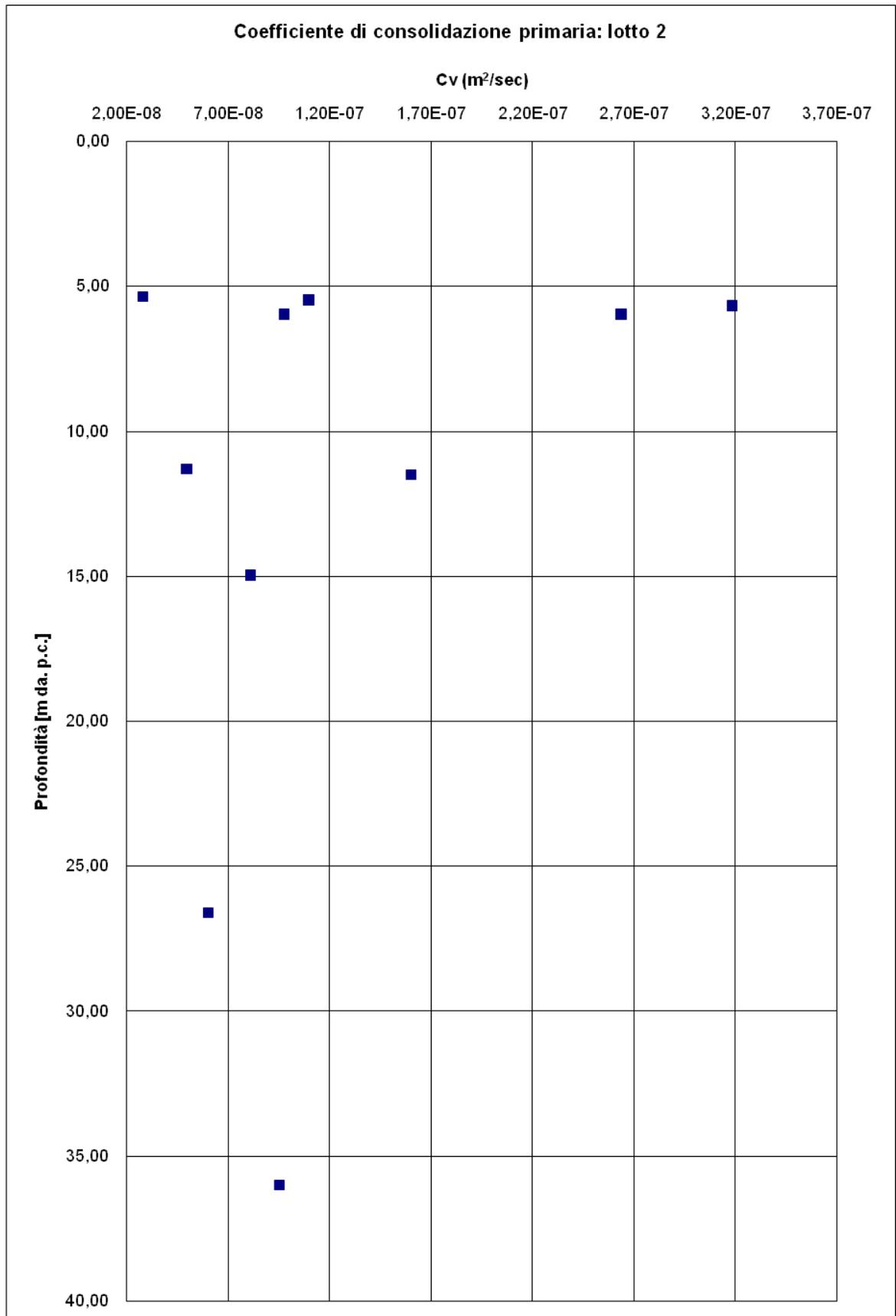


Figura 6-82

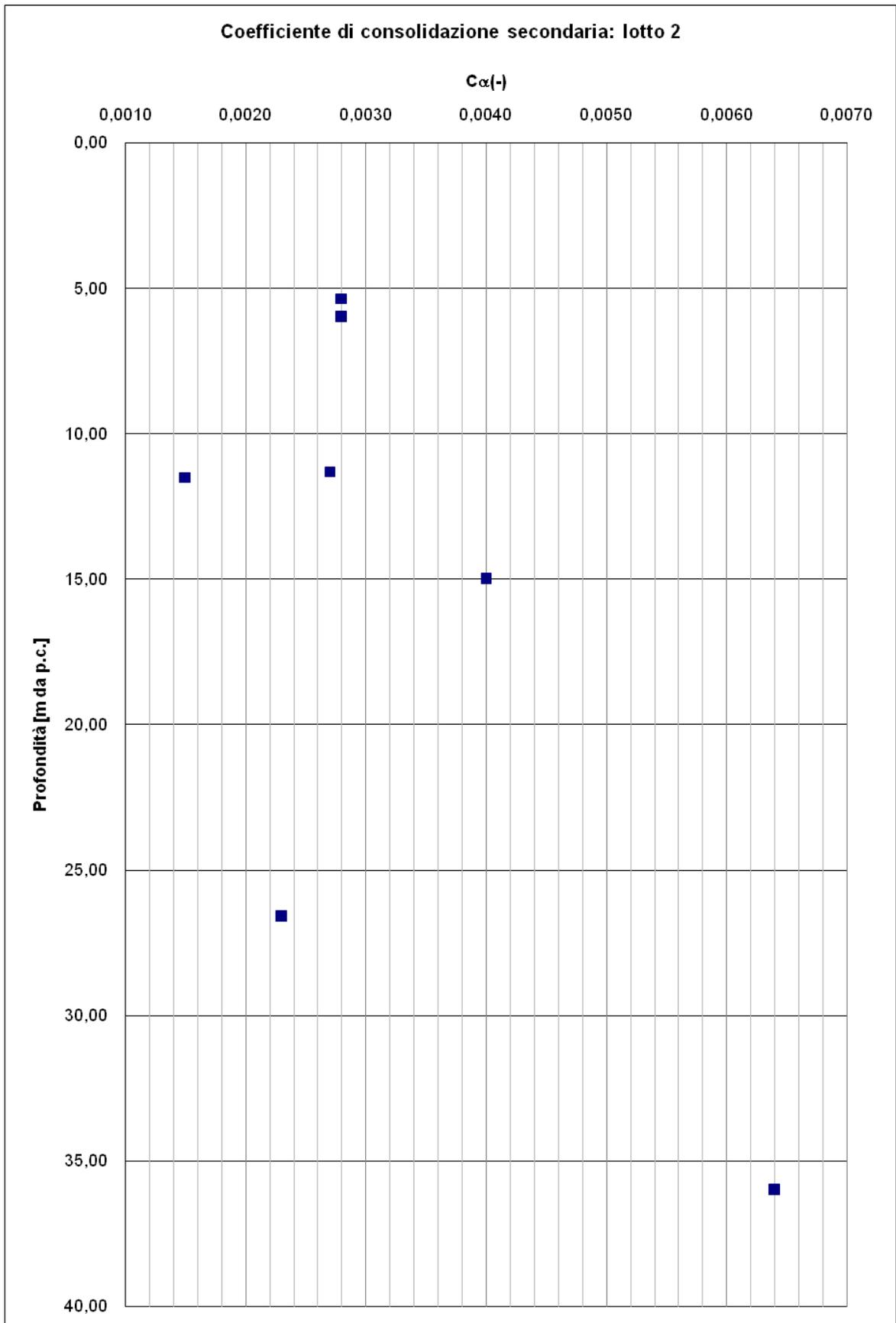


Figura 6-83

Modulo di taglio per deformazioni < 10-3% (Mayne&Rix [1993])

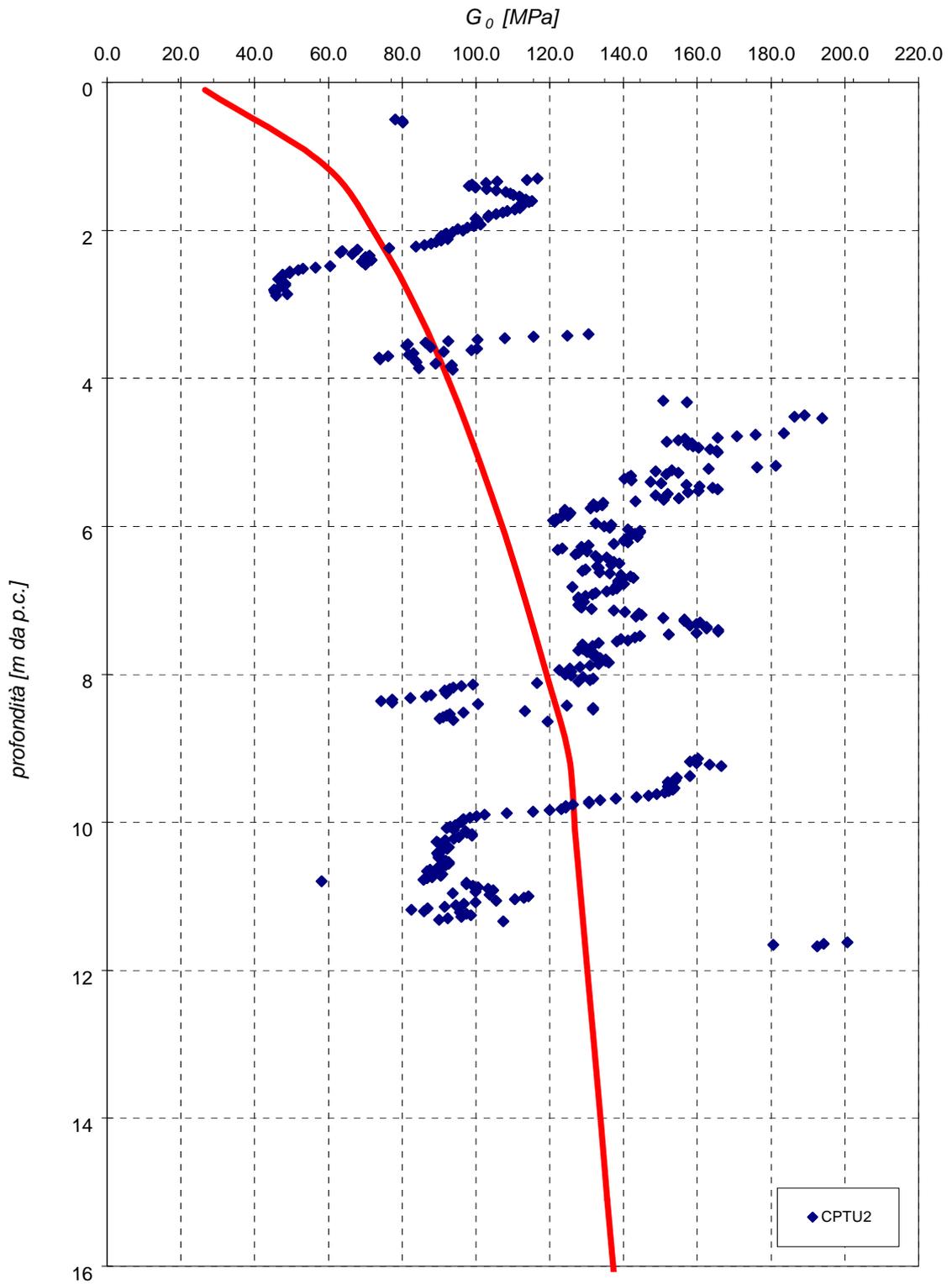


Figura 6-84

Coesione in condizioni non drenate (Lunne et al. [1985], Lunne et al. [1997])

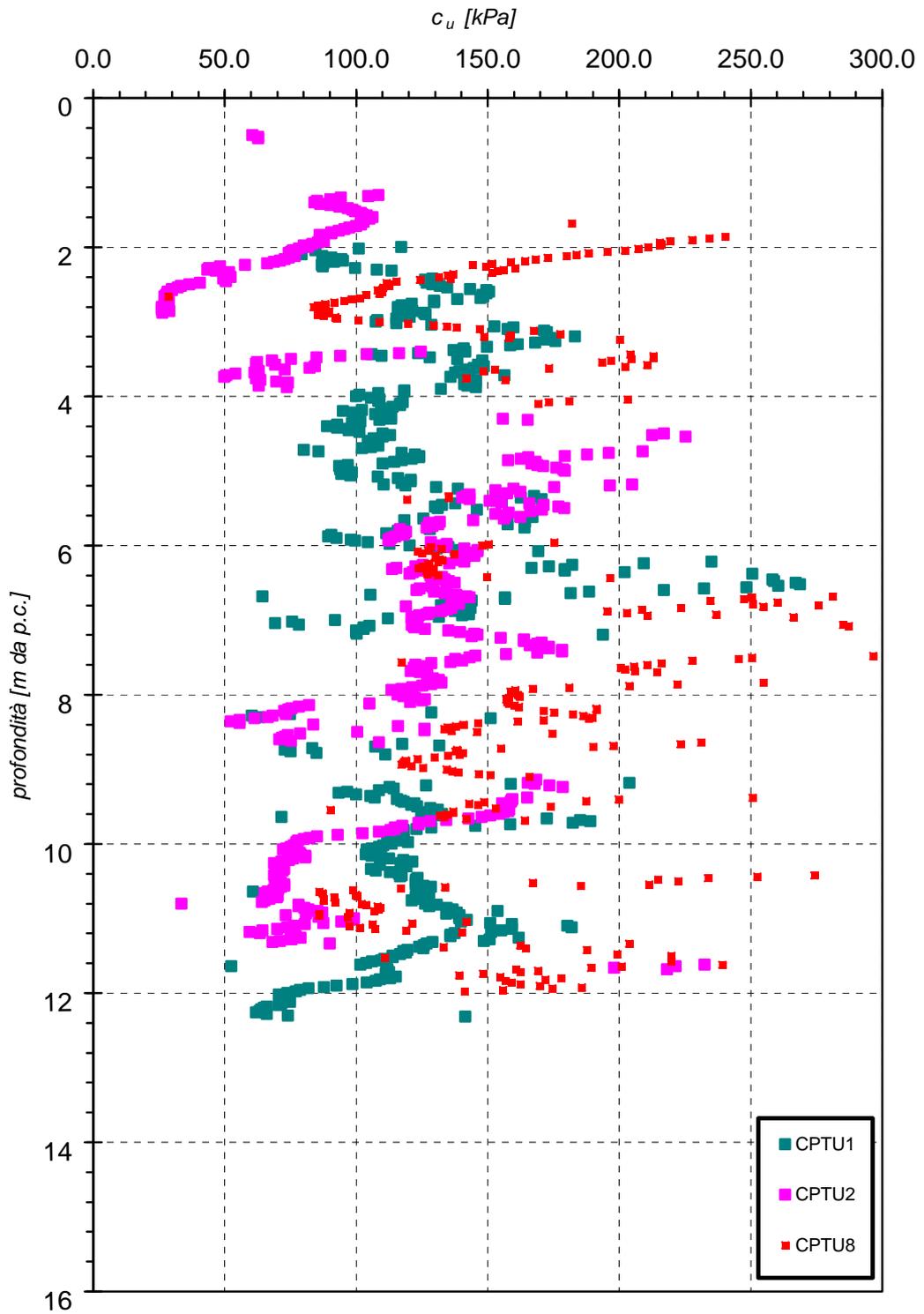


Figura 6-85

Grado di Sovraconsolidazione (Lunne et al. [1985], Lunne et al. [1997])

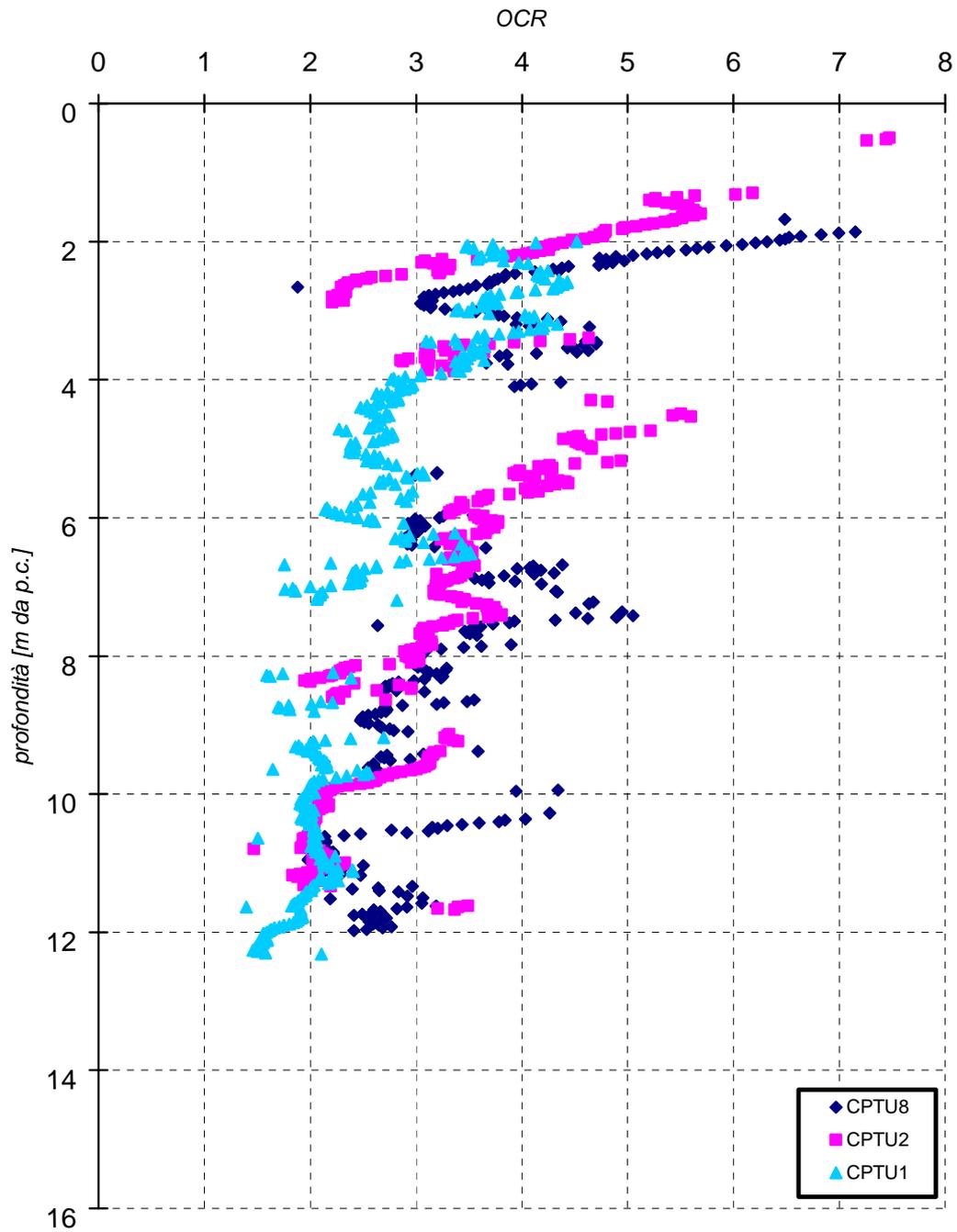


Figura 6-86

6.3 Alluvioni recenti: sabbie (A2)

6.3.1 Generalità

La caratterizzazione geotecnica dei materiali è stata sviluppata sulla base dell'interpretazione:

- Delle prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati nei sondaggi eseguiti;
- Delle prove penetrometriche dinamiche SPT di (campagna di indagine 2003 e campagna di indagine 2010);
- Delle prove penetrometriche statiche CPTe e CPTU;

I terreni sabbioso ghiaiosi attraversati dal penetrometro statico sono caratterizzati da resistenze penetrometriche statiche $q_c \geq 5.0 \div 26.0$ MPa.

Le resistenze N_{SPT} negli strati sabbiosi ghiaioso risultano crescenti con la profondità e comprese nell'intervallo $4 \leq N_{SPT} \leq 100$; esse possono essere descritte cautelativamente dalla seguente espressione:

$$N_{SPT} = 8.34 + 1.227 \times z$$

essendo z la profondità dal p.c. in metri.

6.3.2 Caratteristiche fisiche e densità relativa

Tipiche curve granulometriche dei materiali in oggetto sono rappresentate nella: **(Figura 6-88)**:

argilla + limo = 8% ÷ 99%

sabbia = 5% ÷ 92%

ghiaia = 0% ÷ 55%

Il peso di volume naturale (γ_n) risulta compreso tra $\gamma_n = 18.2 \div 21.0$ kN/m³ **(Figura 6-89)**.

La densità relativa (D_r), determinata sulla base dell'interpretazione delle prove SPT, caratteristica dei materiali sabbiosi, risulta compresa nell'intervallo $D_r=30\%÷100\%$ (**Figura 6-91**).

6.3.3 Caratteristiche di resistenza al taglio

La resistenza al taglio in termini di angolo di attrito (φ'), determinata sulla base dei risultati delle prove SPT nei materiali ghiaioso sabbiosi (vedi la **Figura 6-92**) può essere assunta rispettivamente pari a $\varphi' = 33^\circ$.

6.3.4 Caratteristiche di deformabilità

I moduli di taglio iniziale (G_{o1}), determinati sulla base dei risultati delle prove penetrometriche SPT (**Figura 6-93**).

In questa sede a titolo cautelativo i valori di G_{o1} dei materiali ghiaioso sabbiosi verranno descritti dalla seguente equazione:

$$G_{o1} = 1100 \cdot p_a \cdot \left(\frac{\sigma'_{vo}}{p_a} \right)^{0.5}$$

essendo:

p_a = pressione atmosferica di riferimento;

σ'_{vo} = pressione verticale efficace geostatica.

In analogia, le velocità di propagazione delle onde di taglio V_s possono essere date cautelativamente dalla seguente equazione:

$$V_s = 126.5 \cdot z^{0.290}$$

essendo z la profondità dal p.c. in metri.

Con i presupposti indicati nel **paragrafo 5.2.4.2.1**, i moduli di Young operativi (E_{op1}), da utilizzare per analisi di spostamento di fondazioni e opere di sostegno con metodi elastici, sono dell'ordine di $(1/3÷1/5) \cdot E_o$.

I moduli di Young operativi, valutati in accordo a quanto descritto nel **paragrafo 5.2.4.2.2** e **5.2.4.2.3**, da utilizzare nel calcolo dei cedimenti dei rilevati, sono riportati nella **Figura 6-95**; mediamente essi possono essere descritti dalla seguente equazione:

$$E_{op2} = 253 \cdot p_a \cdot \left(\frac{\sigma'_{vo}}{p_a} \right)^{0.5}$$

6.3.5 Coefficienti di permeabilità

Sulla base delle procedure indicate nel **paragrafo 5.2.5**, alle sabbie ghiaiose possono essere assegnati valori del coefficiente di permeabilità dell'ordine di $k = 1 \cdot 10^{-7} \div 1 \cdot 10^{-9}$ m/sec.

6.3.6 Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica

Sulla base di quanto presentato e discusso nei paragrafi precedenti nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici dei materiali ghiaioso sabbiosi prevalenti nella tratta in esame.

A2	
γ_t (kN/m ³)	19.5 ± 1
N_{SPT} (colpi/30 cm)	N_{SPT}=8.3+1.2×z
D_r (%)	54% ± 17%
ϕ' (°)	33° ± 2°
c' (kPa)	0.0
k_o (-)	0.446 ± 0.028
k (m/sec)	1 x 10⁻⁷
V_s (m/sec)	$V_s = 126.5 \cdot z^{0.29}$
G_{o1} (kPa)	$G_{o1} = 1100 \cdot p_a \cdot \left(\frac{\sigma'_{vo}}{p_a} \right)^{0.5}$
E_{op1} (kPa)	$(2.3 \cdot G_{o1}) / (3 \div 5)$
E_{op2} (kPa)	$E_{op2} = 250 \cdot p_a \cdot \left(\frac{\sigma'_{vo}}{p_a} \right)^{0.5}$

Simbologia:

γ_t = peso di volume naturale;

N_{SPT} = resistenza penetrometrica dinamica in prova SPT;

φ' = angolo di attrito operativo;

k_o = coefficiente di spinta del terreno a riposo;

V_s = velocità di propagazione delle onde di taglio;

G_{o1} = modulo di taglio iniziale riferito a pressioni efficaci pari a quelle geostatiche;

E_{op1} = modulo di Young secante corrispondente a cedimenti delle fondazioni inferiori a $0.01 \cdot B$;

B = dimensione minore della fondazione (m);

E_{op2} = modulo di Young secante per l'analisi dei cedimenti dei rilevati;

p_a = 100 kPa = pressione atmosferica di riferimento;

z = profondità dal p.c. in metri.

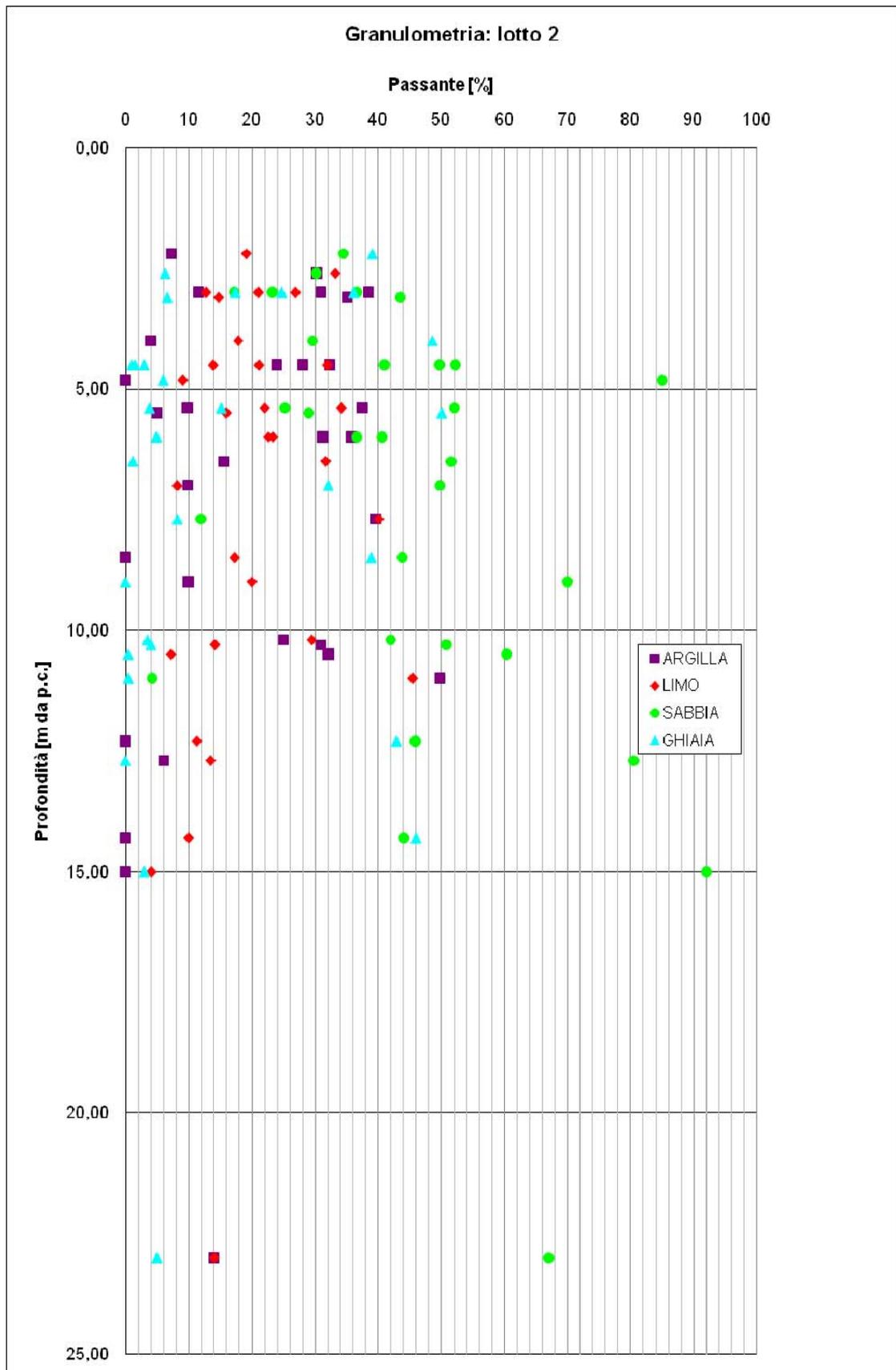


Figura 6-87

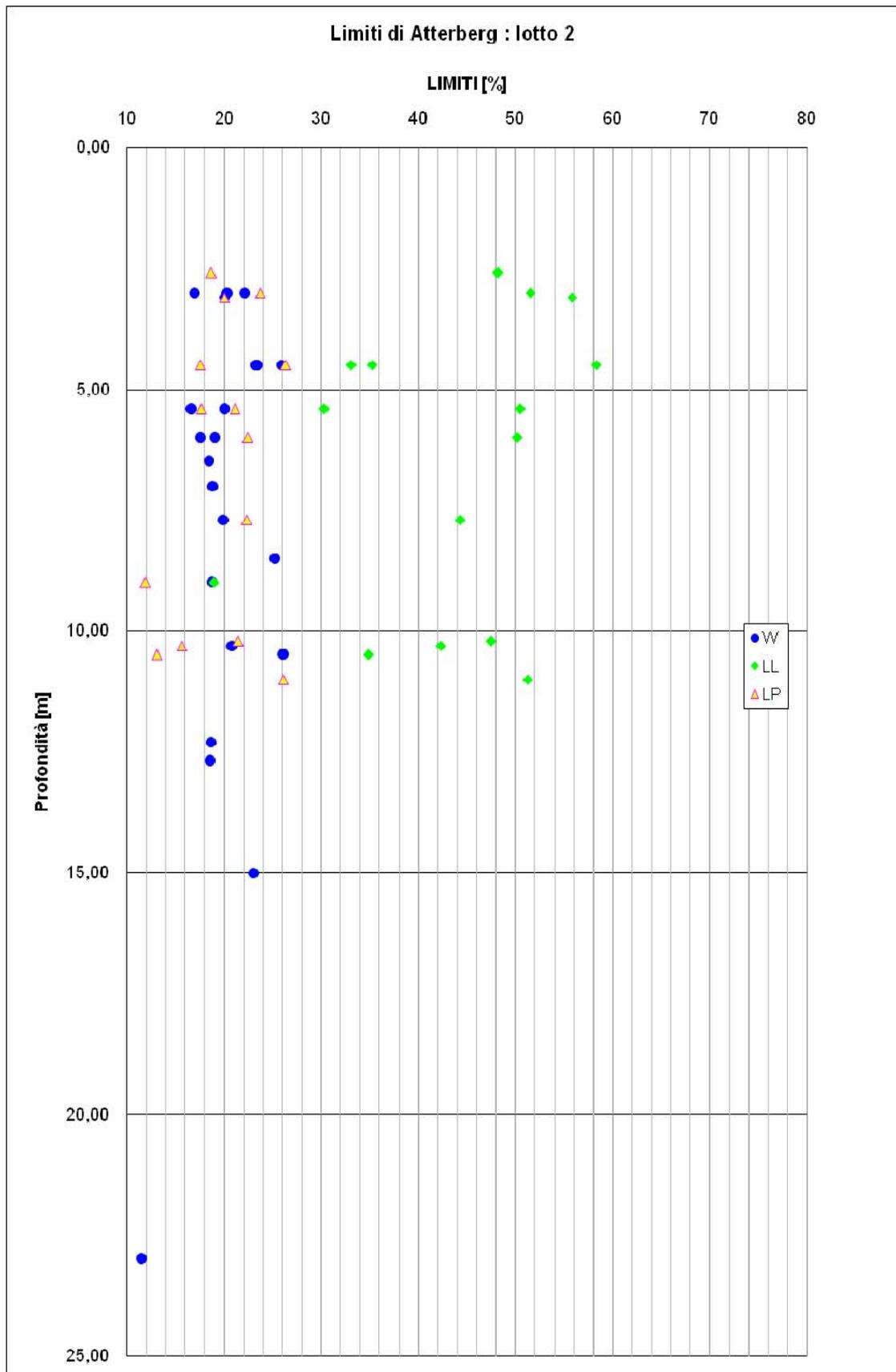


Figura 6-88

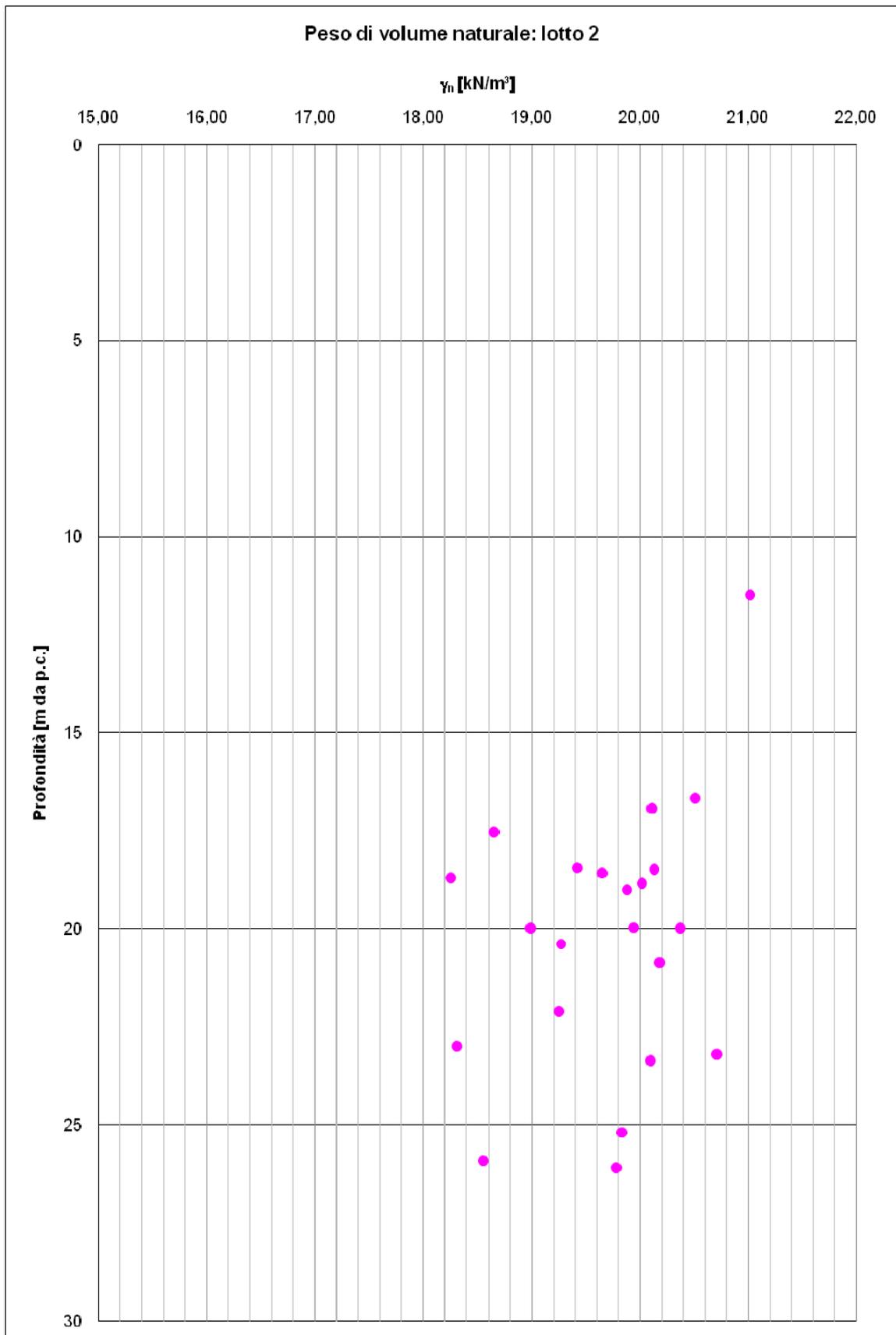
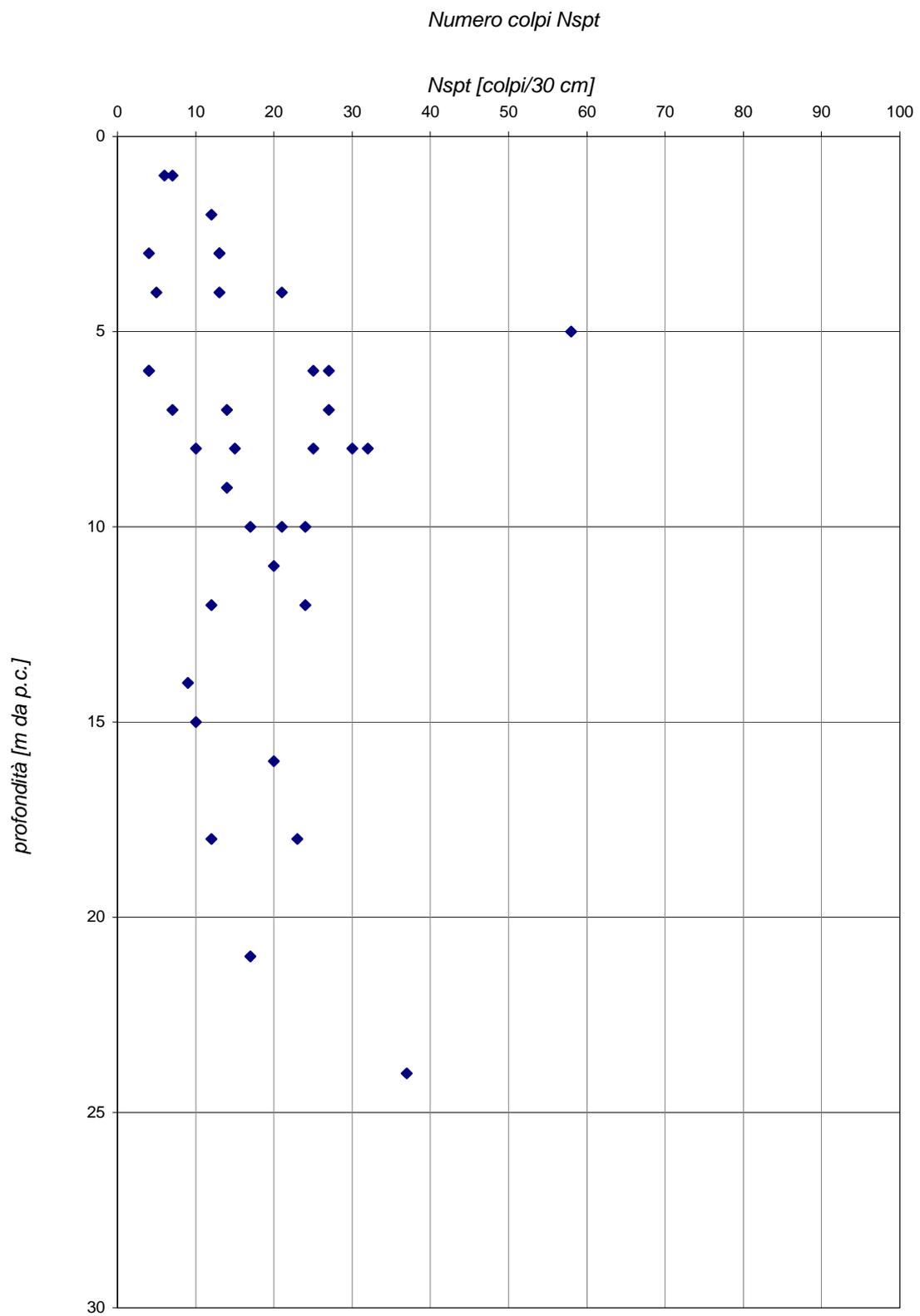


Figura 6-89



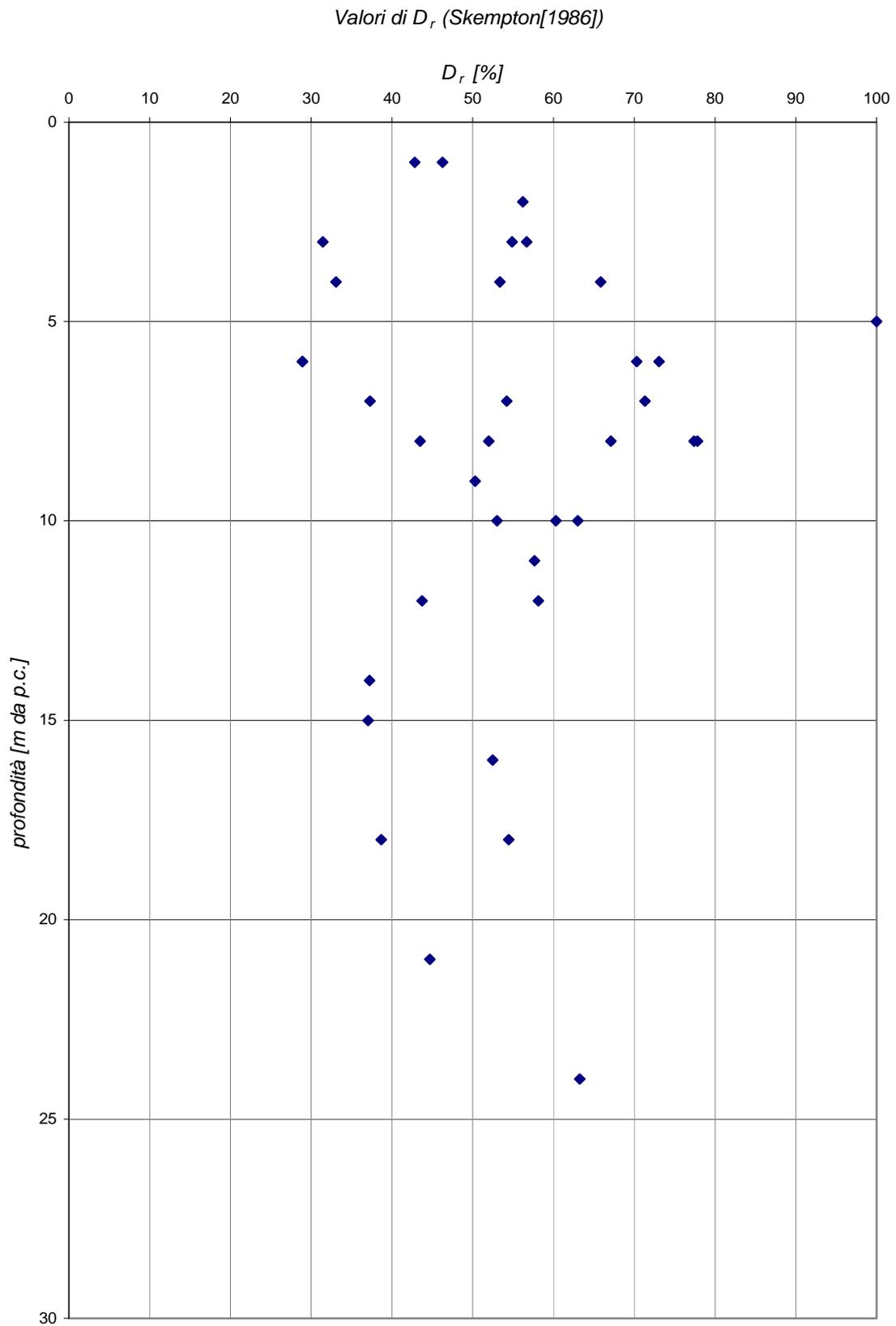


Figura 6-91

Valori di ϕ' (Bolton [1986])

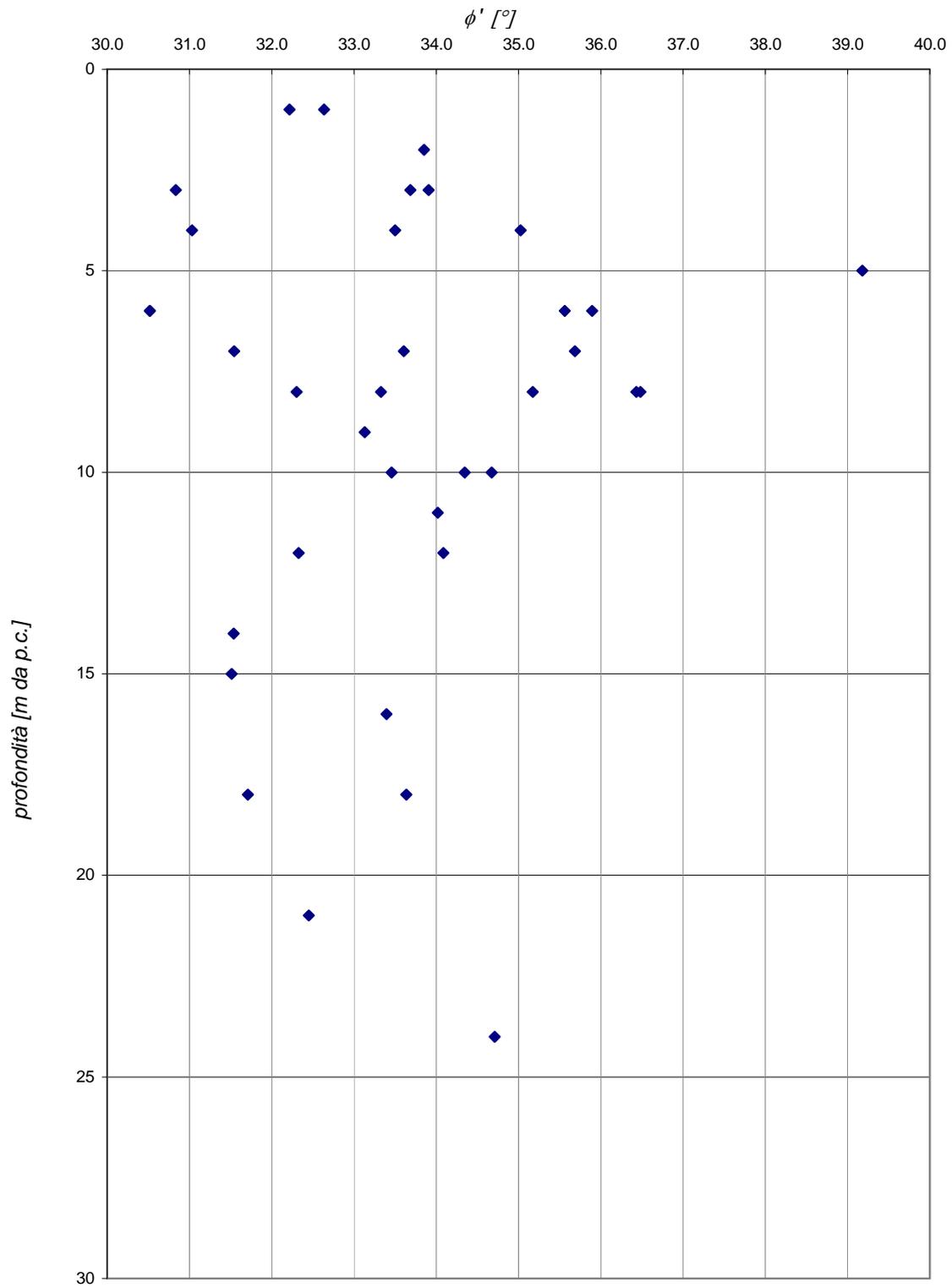


Figura 6-92

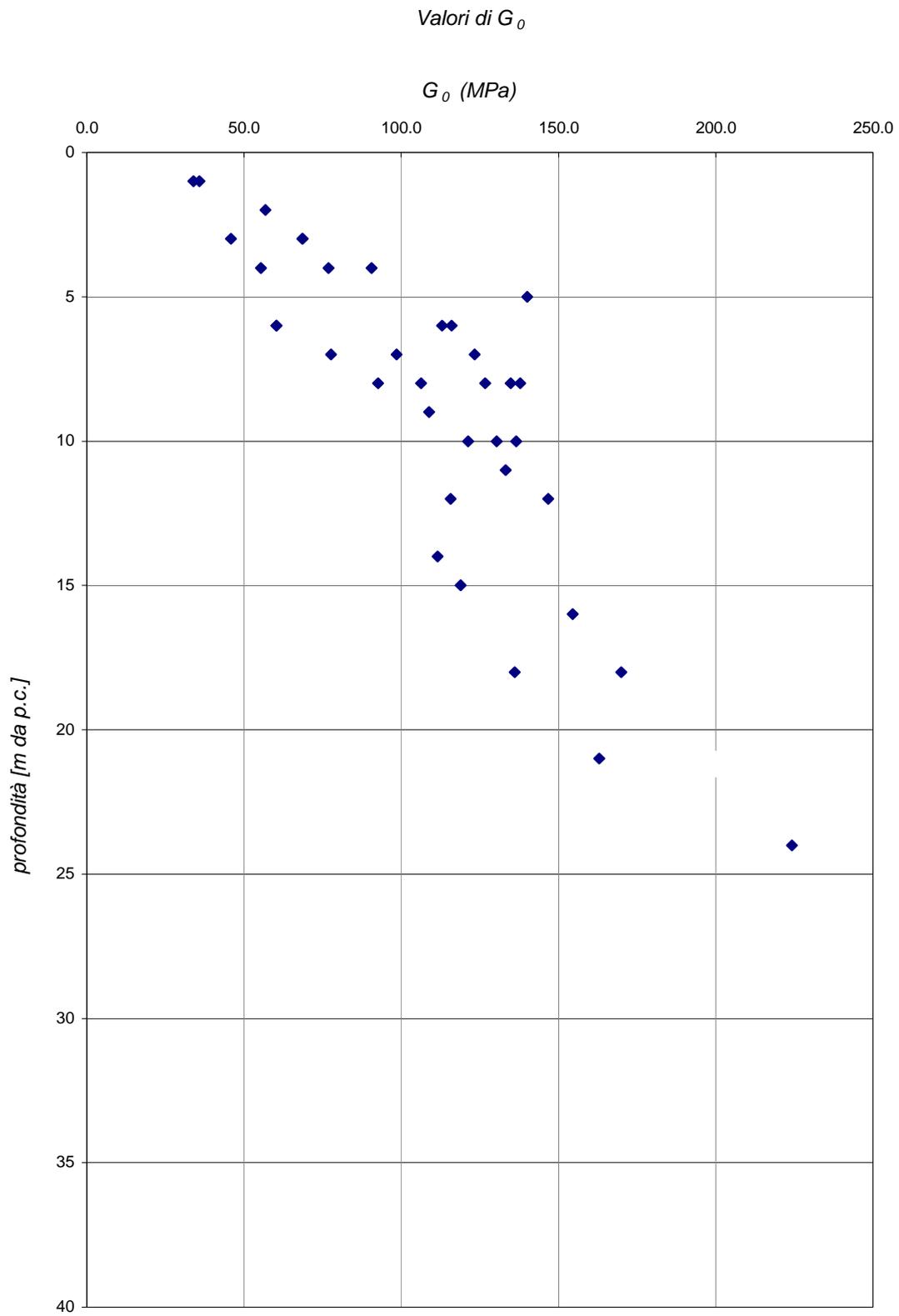


Figura 6-93

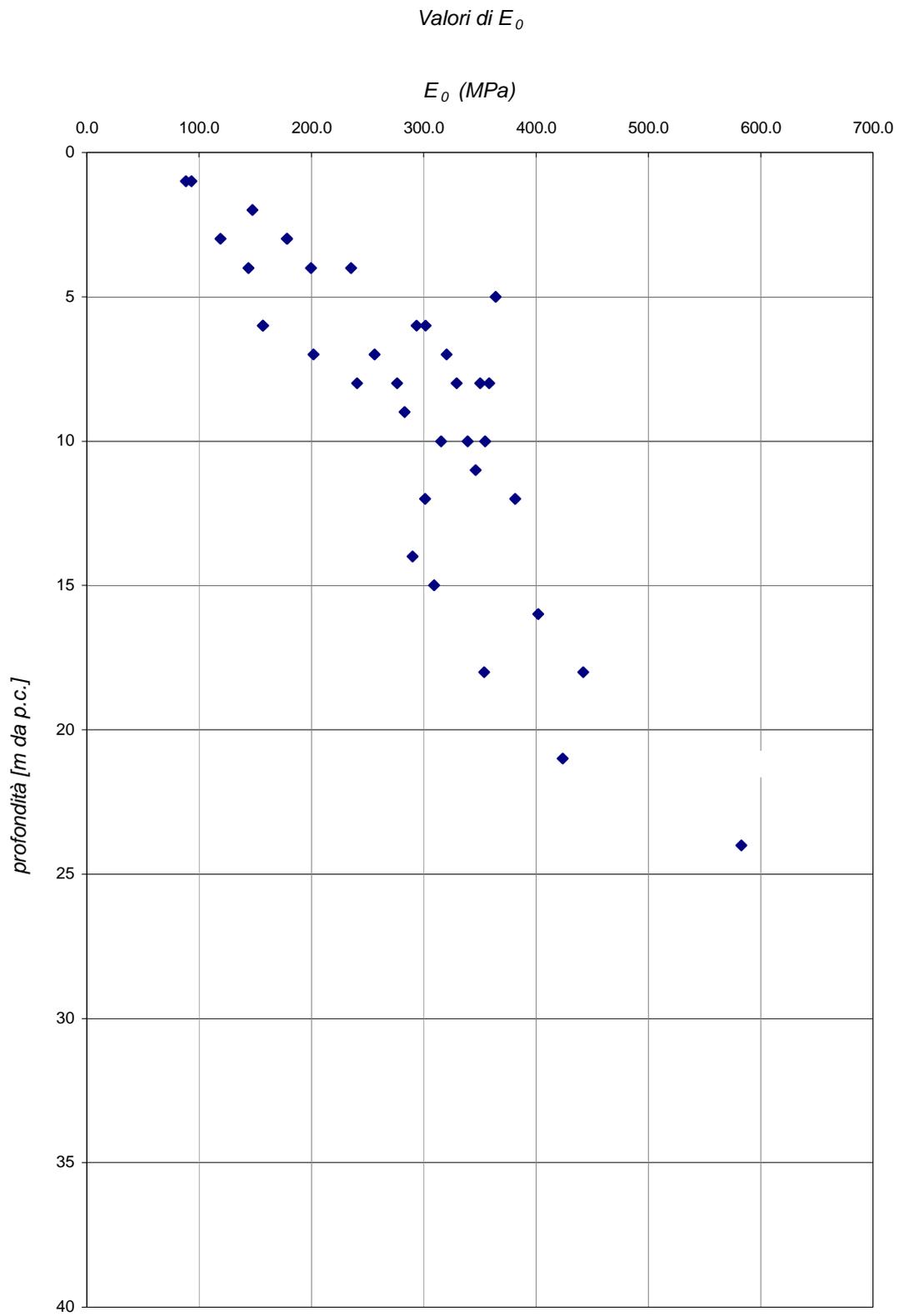


Figura 6-94

Valori di E_{25} (Jamiolkowski et al. [1988])

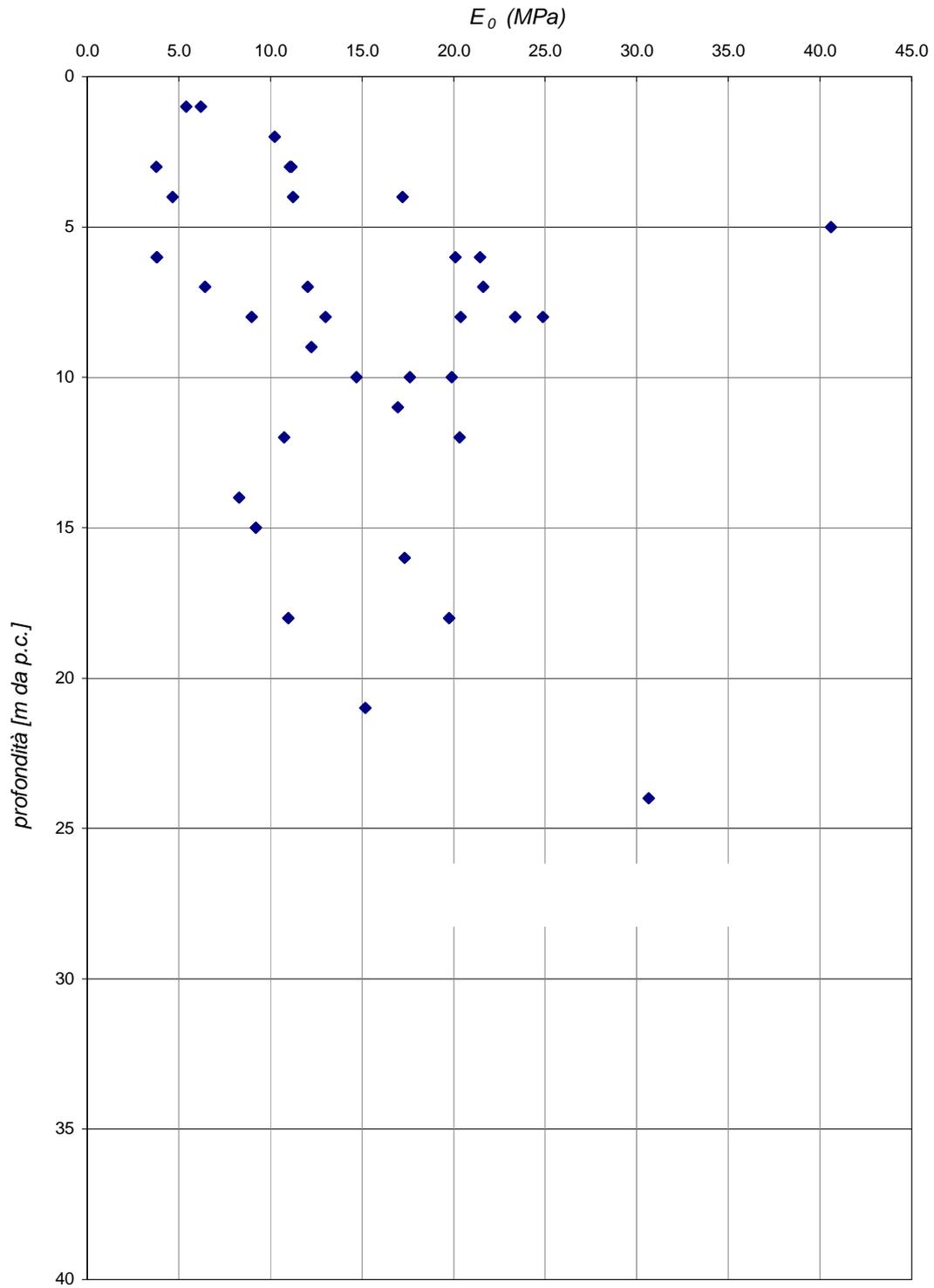


Figura 6-95

6.4 Alluvioni antiche: limi e argille (Aa1)

6.4.1 Generalità

La caratterizzazione geotecnica è sviluppata sulla base dell'interpretazione delle prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati nei sondaggi.

6.4.2 Caratteristiche fisiche

I limi argillosi e le argille limose in oggetto hanno curve granulometriche caratteristiche tipo quelle riportate nella **Figura 6-96**, sulla base di tali curve granulometriche le percentuali di argilla, limo, sabbia e ghiaia possono variare come segue:

argilla + limo = 16% ÷ 98%

sabbia = 1% ÷ 78%

ghiaia = 0% ÷ 55%

Le caratteristiche di plasticità (limite liquido LL e indice di plasticità IP) sono riportati nella **Figura 6-97 e Figura 6-98** esse possono variare come segue:

LL = limite liquido = 25% ÷ 52%

IP = 7% ÷ 22%

Facendo riferimento alla "Carta di plasticità di Casagrande", riportata in **Figura 6-99**, i materiali in oggetto possono essere classificati come "argille inorganiche di media plasticità".

Il peso di volume naturale (γ_n) risulta compreso tra $\gamma_n = 18.7 \div 22.8$ kN/m³ (**Figura 6-100**).

Il grado di saturazione è superiore a 0.90 (**Figura 6-101**).

Il contenuto d'acqua naturale (w_n), nell'ambito del materiale non alterato, risulta generalmente compreso tra 14% e 35% (**Figura 6-97**).

L'indice dei vuoti iniziale (e_0), nell'ambito del materiale non alterato, risulta pari a 0.46 (**Figura 6-102**).

6.4.3 Stato iniziale

Nella **Figura 6-103** è riportato lo stato iniziale dei materiali nel piano di Burland (1990) I_v - $\log \sigma_{vo}'$; nella stessa figura è tracciata anche la linea di compressibilità intrinseca ICL_{oed} .

Dalla figura si può rilevare che i materiali limoso-argillosi in oggetto si collocano per la maggior parte al di sotto della linea ICL_{oed} ; sotto tali presupposti essi sono da intendersi mediamente leggermente sovraconsolidati meccanicamente.

Nella **Figura 6-104** sono riportati i valori della pressione di preconsolidazione σ_{vp}' determinata dalle prove edometriche con la nota costruzione di Casagrande; quest'ultima risulta generalmente compresa entro gli 400 kPa.

Alle pressioni σ_{vp}' riportate nella **Figura 6-104** corrispondono valori del grado di sovraconsolidazione OCR (definito convenzionalmente come $\sigma_{vp}'/\sigma_{vo}'$) pari a quelli indicati nella **Figura 6-105**, ovvero generalmente compreso tra 2.0 e 3.0.

Conseguentemente i coefficienti di spinta del terreno a riposo k_0 risultano non inferiori a 0.81÷1.00.

6.4.4 Resistenza al taglio non drenata

La resistenza al taglio non drenata (c_u) corrispondente a tensioni efficaci di consolidazione pari a quelle geostatiche e a condizioni di carico tipo quelle delle prove triassiali di compressione e carico, ottenute dalle prove TX-UU sono riportate nella **Figura 6-106**. La variabilità del parametro si è attestata tra 60 e 250 kPa.

La variazione del parametro con la profondità può essere valutata con la formula: $c_u = 110 + 2 \cdot z$, dove z rappresenta la profondità dal piano campagna.

6.4.5 Parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci

Nelle **Figura 6-107** e **Figura 6-108** si riportano i risultati delle prove di taglio diretto (TD) in termini di resistenze di picco.

Da tali figure possono essere dedotti i seguenti parametri di resistenza al taglio di picco in termini di sforzi efficaci:

$$c_p' = 6 \div 18 \text{ kPa} = \text{intercetta di coesione};$$

$$\varphi_p' = 20 \div 31^\circ = \text{angolo di attrito}.$$

In relazione all'utilizzo dei parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci per analisi di stabilità con i metodi dell'equilibrio limite va rilevato quanto segue:

- Il materiale in esame ha un comportamento "strain softening" e può quindi essere interessato da fenomeni di rottura progressiva; le resistenze di picco sono determinate in parte a fenomeni di dilatanza indotti dalla sovraconsolidazione meccanica ed in parte da deboli legami di cementazione; la caduta di resistenza dovuta alla rottura dei legami di cementazione può avvenire in presenza di deformazioni indotte molto piccole; quella per dilatanza del materiale, unitamente a quella per riorientamento delle particelle, avviene invece più gradualmente.
- In relazione a quanto sopra l'esperienza acquisita su tali tipi di materiale raccomanda quanto segue:
 - Nei casi di terreni intatti, l'utilizzo di parametri operativi inferiori a quelli di picco pari a:
 $c' = 8 \div 16 \text{ kPa} = \text{intercetta di coesione};$
 $\varphi_p' = 22 \div 26^\circ = \text{angolo di attrito}.$
 - Nei casi di terreni interessati da dissesti, l'utilizzo di parametri residui pari a:
 $c_r' = 0 \text{ kPa} = \text{intercetta di coesione};$
 $\varphi_r' = 18 \div 22^\circ = \text{angolo di attrito}.$

6.4.6 Caratteristiche di deformabilità

I valori del modulo edometrico M calcolato sulla scorta delle prove edometriche è riportato in **Figura 6-109**. Le misurazioni sono comprese nel range 4.6÷32.5 MPa

6.4.6.1 Parametri di deformabilità operativi

I parametri di deformabilità operativi, da utilizzare per analisi di cedimenti di fondazioni e rilevati autostradali con modelli costitutivi elasto-plastici convenzionali, possono essere desunti dai risultati delle prove edometriche in termini di coefficienti di compressione (C_c e C_r) e di coefficienti di consolidazione secondaria ($c_{\alpha e}$).

I coefficienti di compressione vergine $C_c = \Delta e / \Delta \log \sigma_v'$ sono riportati nella **Figura 6-110**; ad essi può essere assegnato un valore medio caratteristico compreso tra 0.035÷0.08.

I coefficienti di consolidazione secondaria variano in un range compreso tra 5.5×10^{-4} e 1.7×10^{-3} (**Figura 6-111**)

6.4.7 Coefficienti di permeabilità e coefficienti di consolidazione primaria

I valori dei coefficienti di permeabilità ottenuti dalle prove edometriche risultano mediamente pari a 1.0×10^{-10} m/sec;

In presenza di depositi caratterizzati da una spiccata macrostruttura quali quelli in esame (ovvero alternanza di strati costituiti da materiali con differenti caratteristiche granulometriche) e di ricorso a trattamenti dei terreni con dreni verticali i flussi hanno direzione orizzontale ed i fenomeni di consolidazione sono governati dai coefficienti di permeabilità orizzontale k_h . In accordo a [Holtz et al. \(1991\)](#), [Tavenas et al. \(1983a, b\)](#), il coefficiente di permeabilità orizzontale k_h e quello di consolidazione primaria orizzontale c_h possono essere stimati sulla base di quanto riportato nella **Tabella 6-3**.

**Tabella 6-3: Campo di possibili variazioni del rapporto k_h/k_v
(modificata da Holtz et al, 1991)**

Macrostruttura del deposito	k_h/k_v
Macrostruttura poco sviluppata, depositi omogenei	1,0 ÷ 1,5
Macrostruttura ben sviluppata, depositi costituiti da alternanze fitte di argilla e di materiali più permeabili (esempio: "varved clays")	2,0 ÷ 4,0

Nel caso specifico si ritiene ragionevole adottare valori di k_h/k_v pari a 3.

I coefficienti di consolidazione primaria c_v , ricavati dalle prove edometriche in corrispondenza di pressioni verticali efficaci comparabili a quelle geostatiche, utilizzabili nell'ambito di teorie di consolidazione convenzionali e di problemi di flusso in direzione verticale, sono riportati nella **Figura 6-112**. Si potrà assumere mediamente $c_v = 1.1 \times 10^{-7} \div 6.4 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{sec}$.

6.4.8 Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica

Sulla base di quanto presentato e discusso nei paragrafi precedenti nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici della formazione in esame:

Aa1	
γ_t (kN/m ³)	20.5 ± 0.5
e_o (-)	0.85 – 0.003·z
φ' (°)	26° ± 4°
c' (kPa)	15 ± 12.0
c_u (kPa)	$c_u = 110 + 2 \cdot z$ ⁽¹⁾
$OCR^* = \sigma_{vy}' / \sigma_{vo}'$ (-)	$OCR^* = 20 \cdot z^{-0.9}$
k_o (-)	0.9
C_c (-)	0.05 ± 0.02
C_r (-)	Cc/5
$c_{\alpha\epsilon}$ (-)	6.8 x 10⁻⁵ ± 3.2 x 10⁻⁴
k_v (m/sec)	1.0 x 10⁻¹⁰
K_h (m/sec)	6.67 x 10⁻¹¹
c_v (m ² /sec)	1.98 x 10⁻⁸ ± 9.20 x 10⁻⁹
M (MPa)	20.2 ± 9.9

Simbologia:

γ_t = peso di volume naturale;

φ' = angolo di attrito operativo;

c' = intercetta di coesione operativa;

c_u = resistenza al taglio non drenata riferita a tensioni di consolidazione pari a quelle geostatiche e a condizioni di carico tipo quelle delle prove triassiali di compressione e carico;

k_o = coefficiente di spinta del terreno a riposo;

V_s = velocità di propagazione delle onde di taglio;

G_{o1} = modulo di taglio iniziale riferito a pressioni efficaci pari a quelle geostatiche;

E_{op1} = modulo di Young secante corrispondente a cedimenti delle fondazioni inferiori a $0.01 \cdot B$;

B = dimensione minore della fondazione (m);

$p_a = 100 \text{ kPa}$ = pressione atmosferica di riferimento;

z = profondità dal p.c. in metri.

Note:

⁽¹⁾ = Per le analisi di stabilità è raccomandabile adottare un valore ridotto, pari a $(0.7 \div 0.8) \cdot c_u$

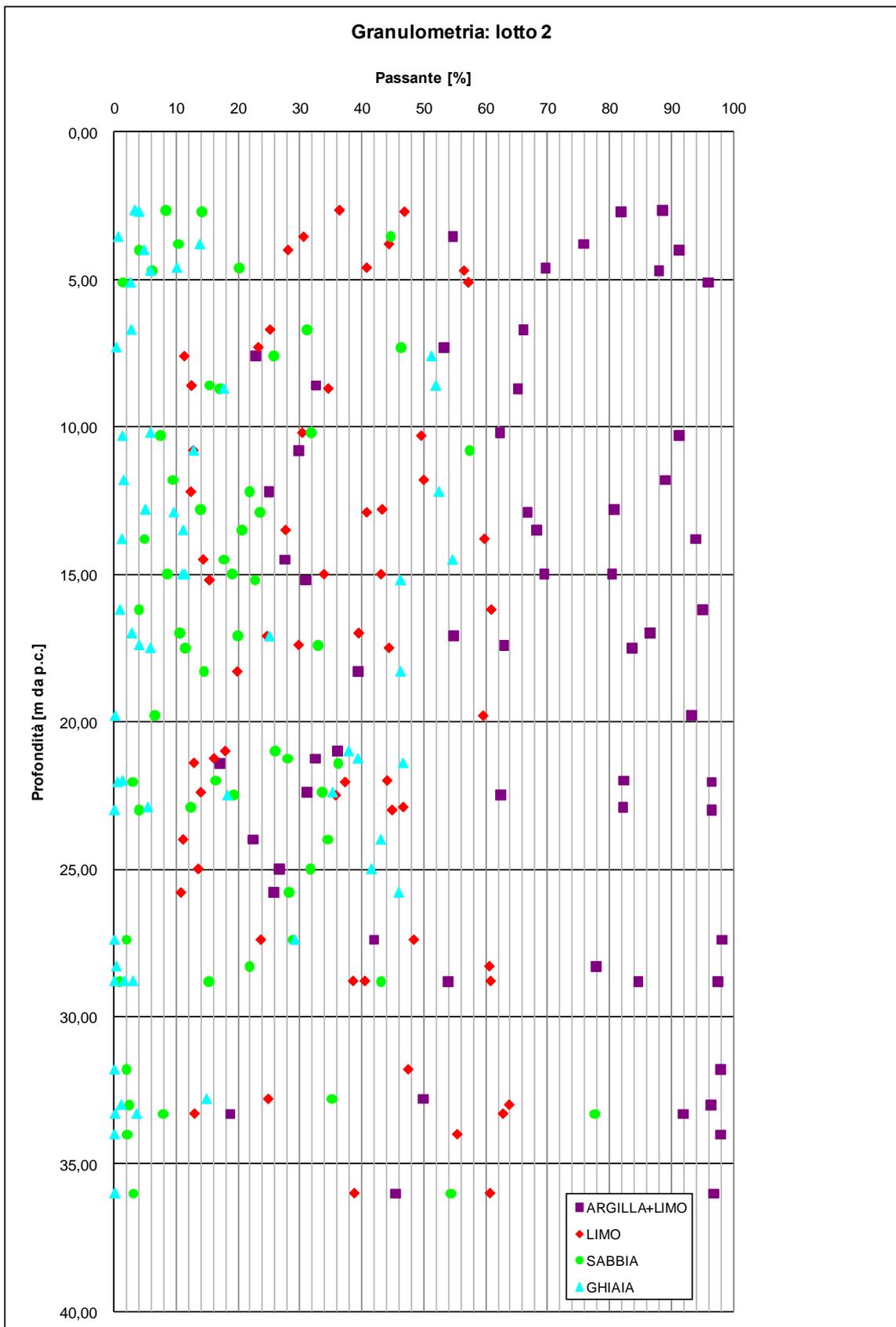


Figura 6-96

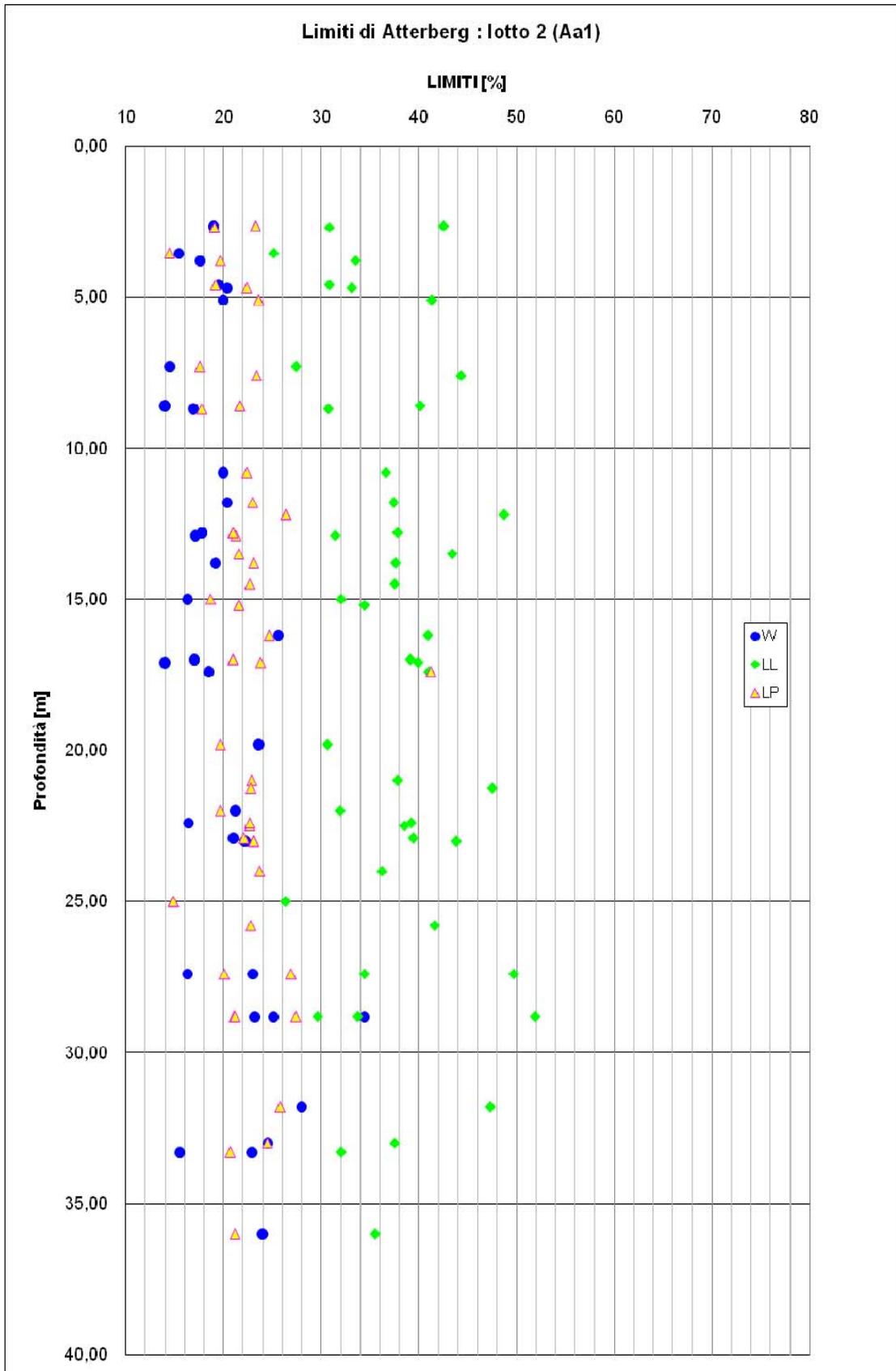


Figura 6-97

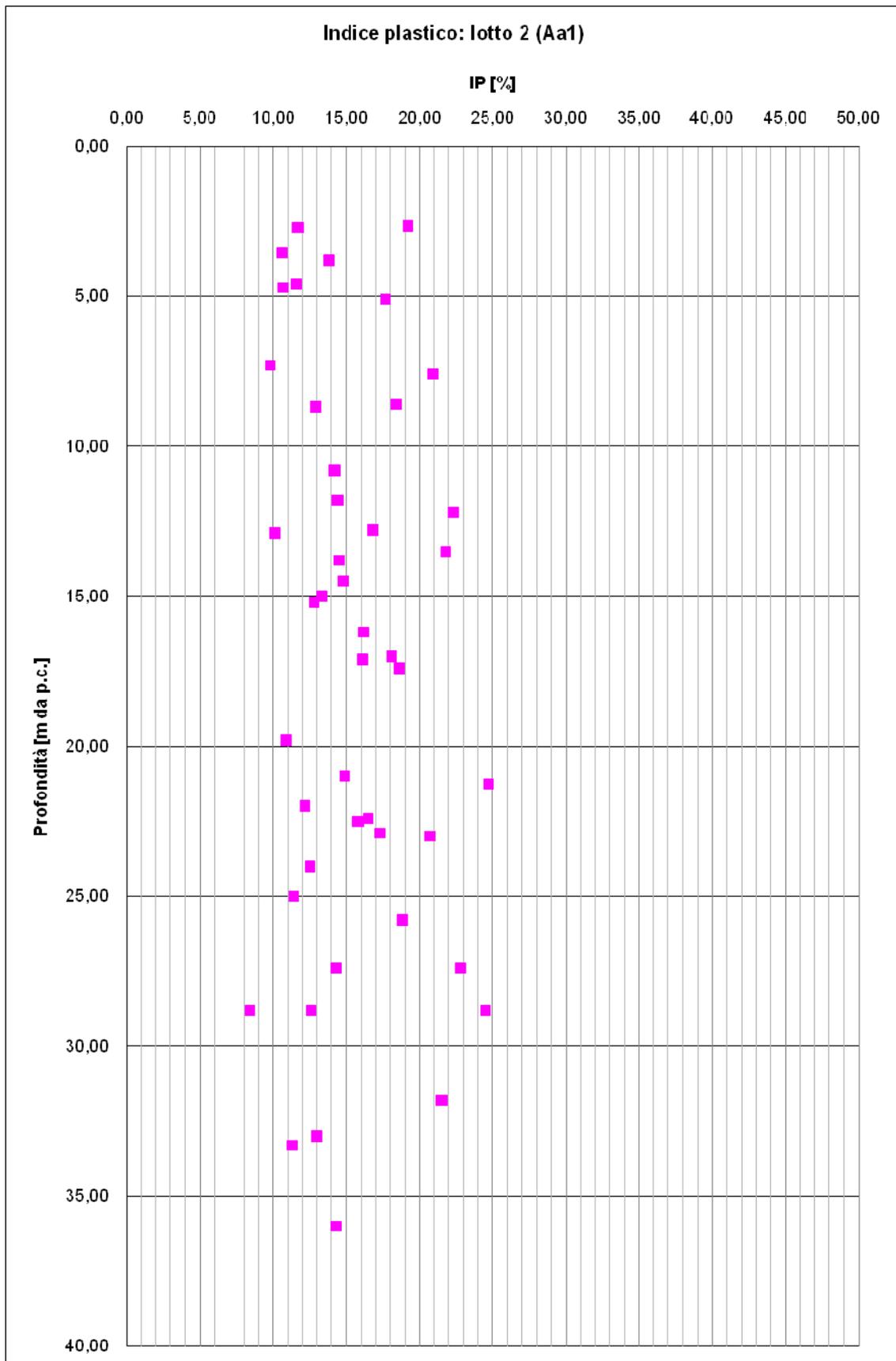


Figura 6-98

Carta di Casagrande: lotto 2 (aA1)

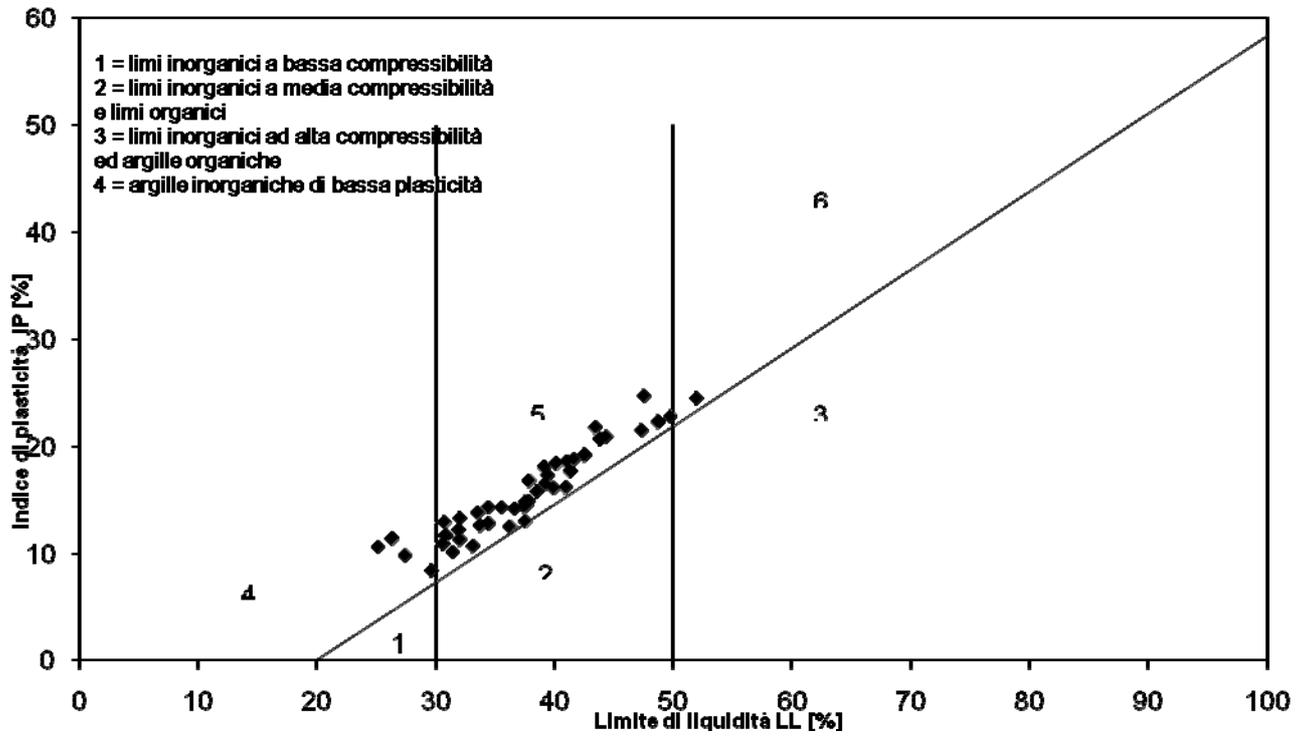


Figura 6-99

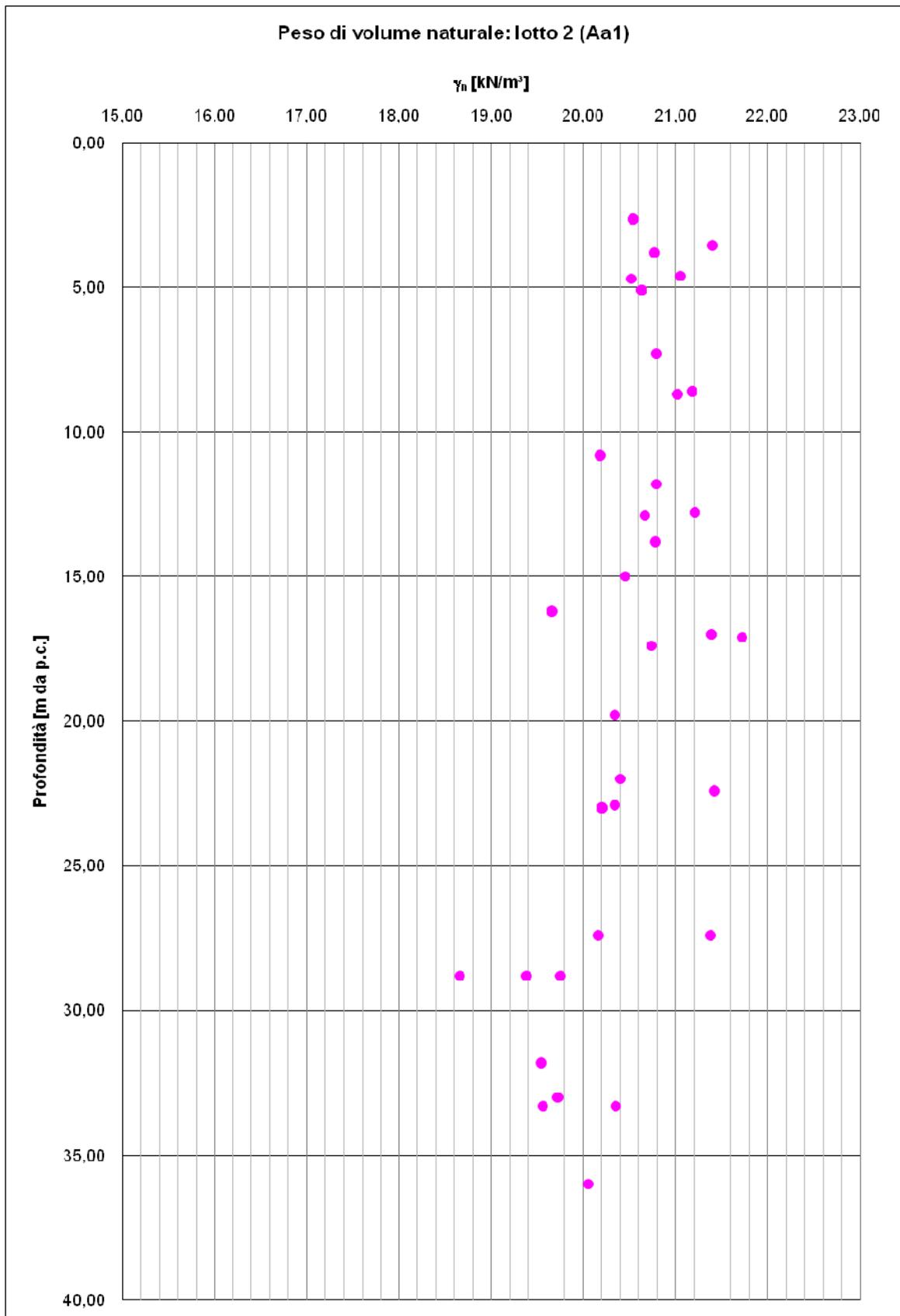


Figura 6-100

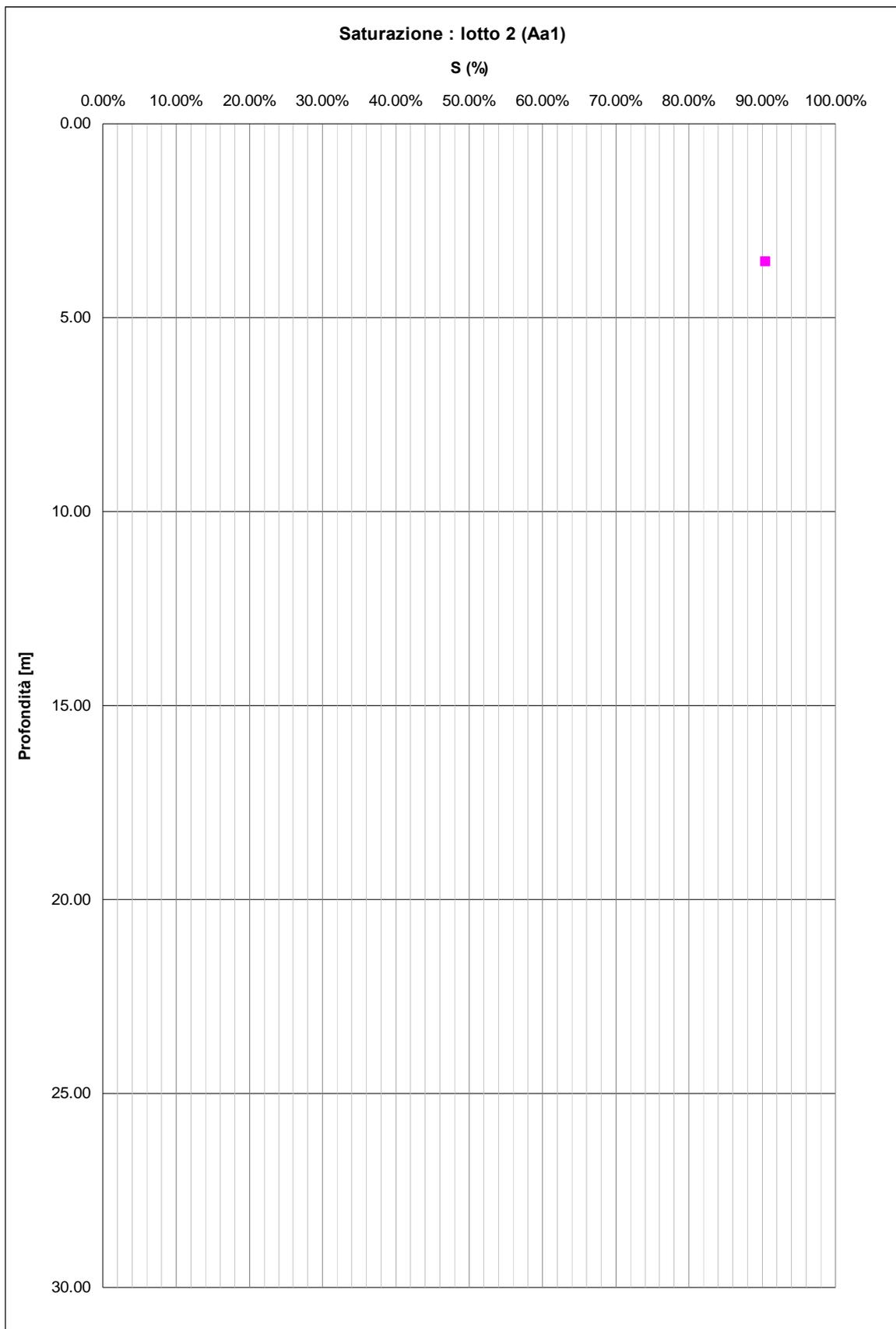


Figura 6-101

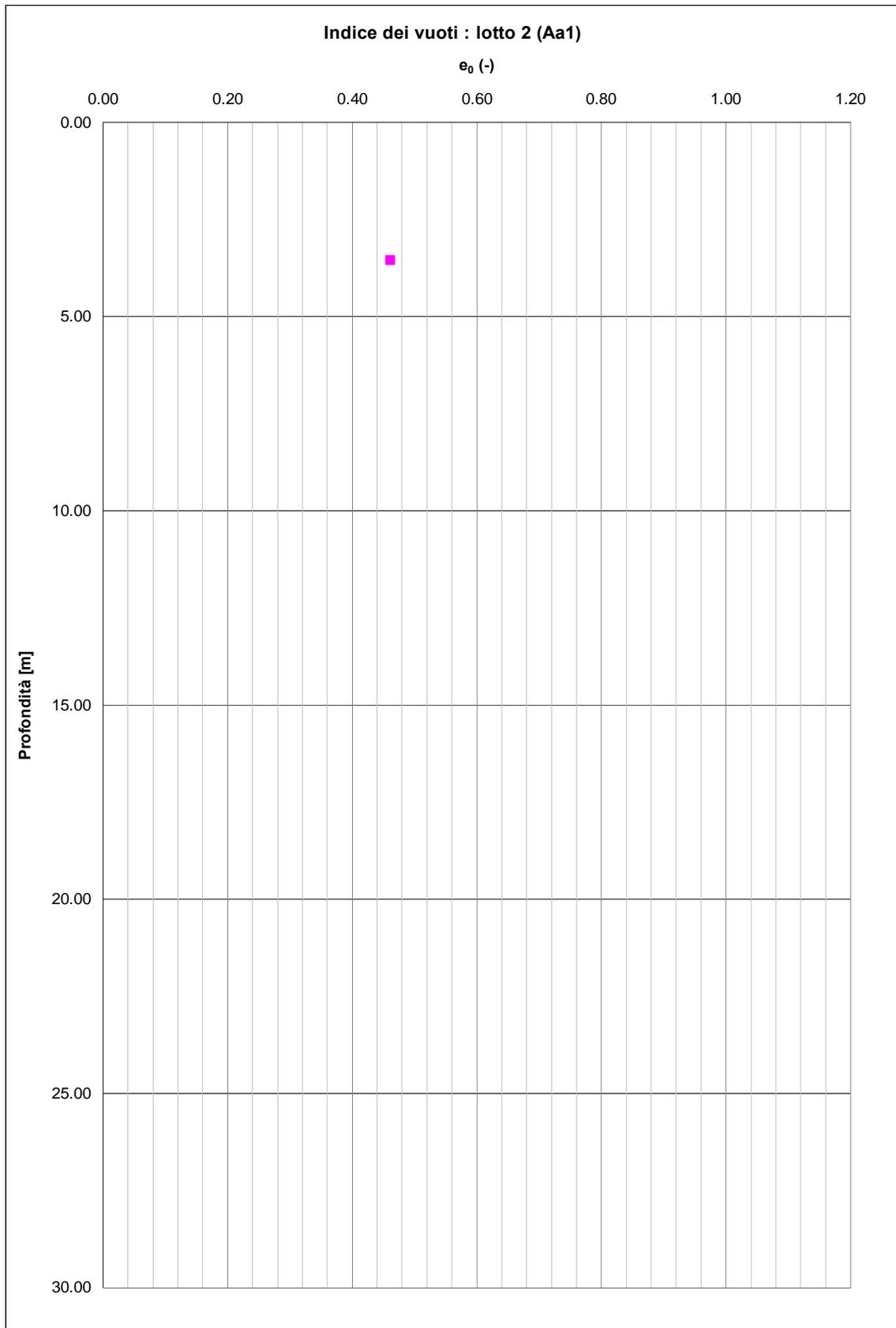


Figura 6-102

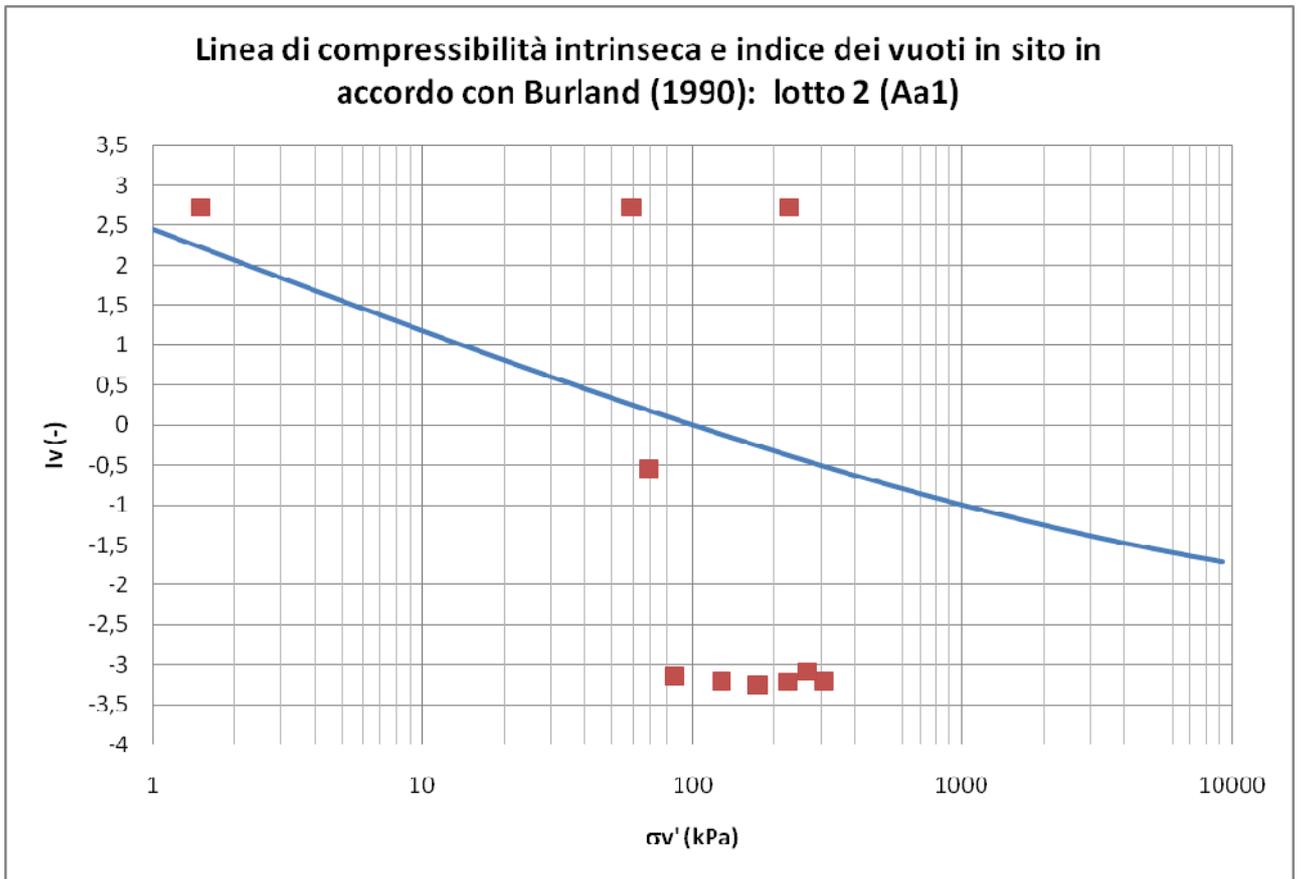


Figura 6-103

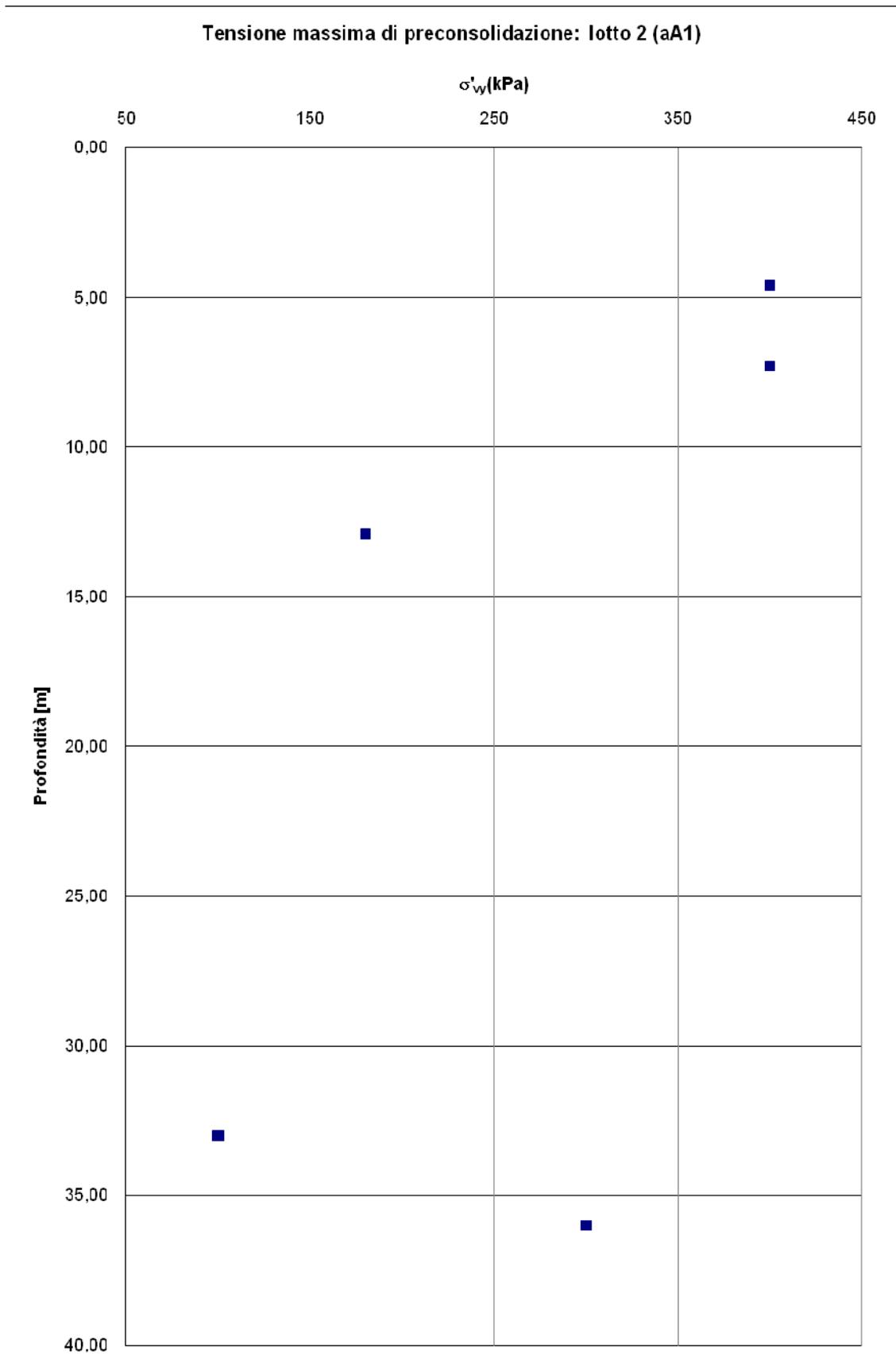


Figura 6-104

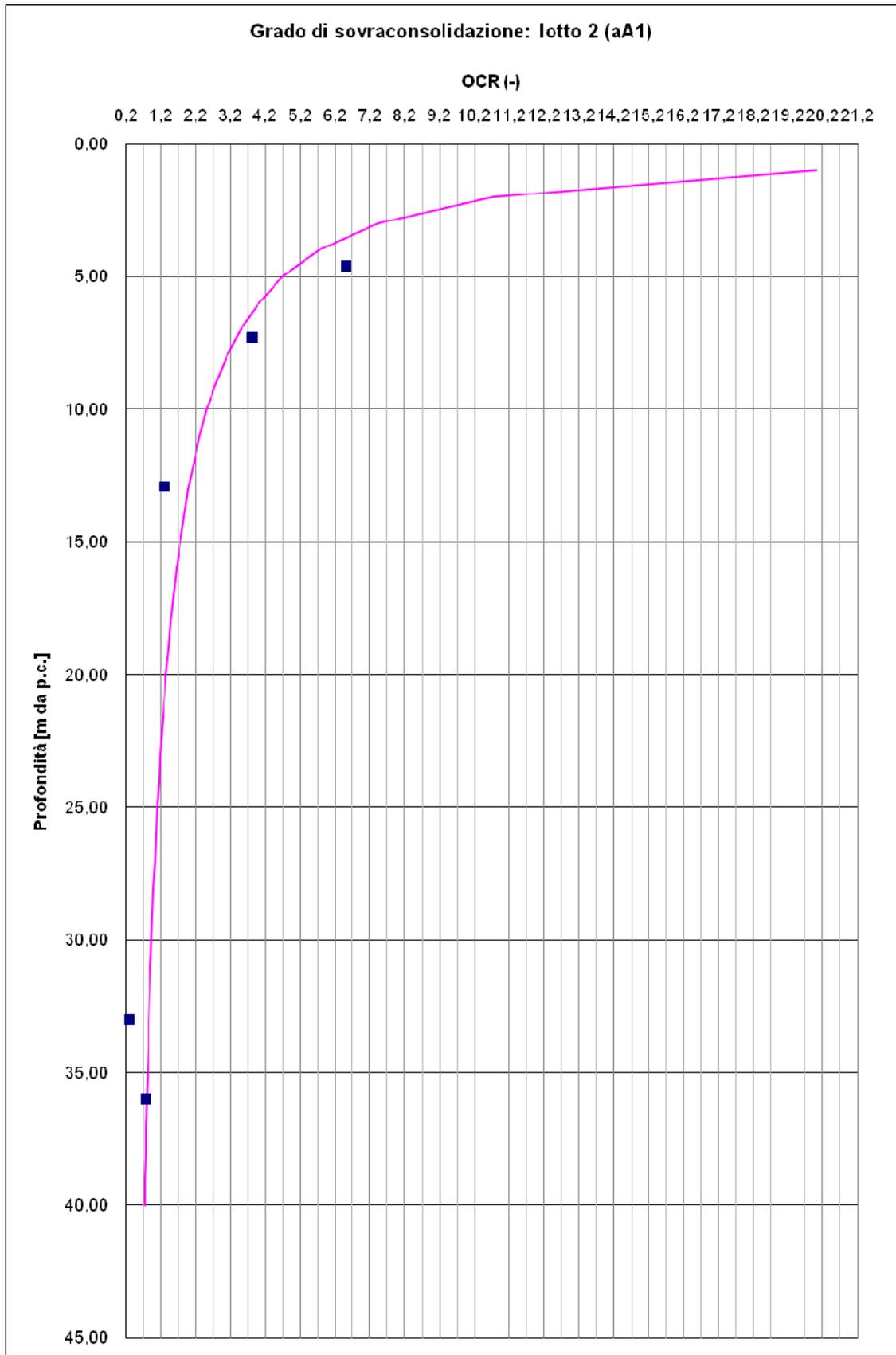


Figura 6-105

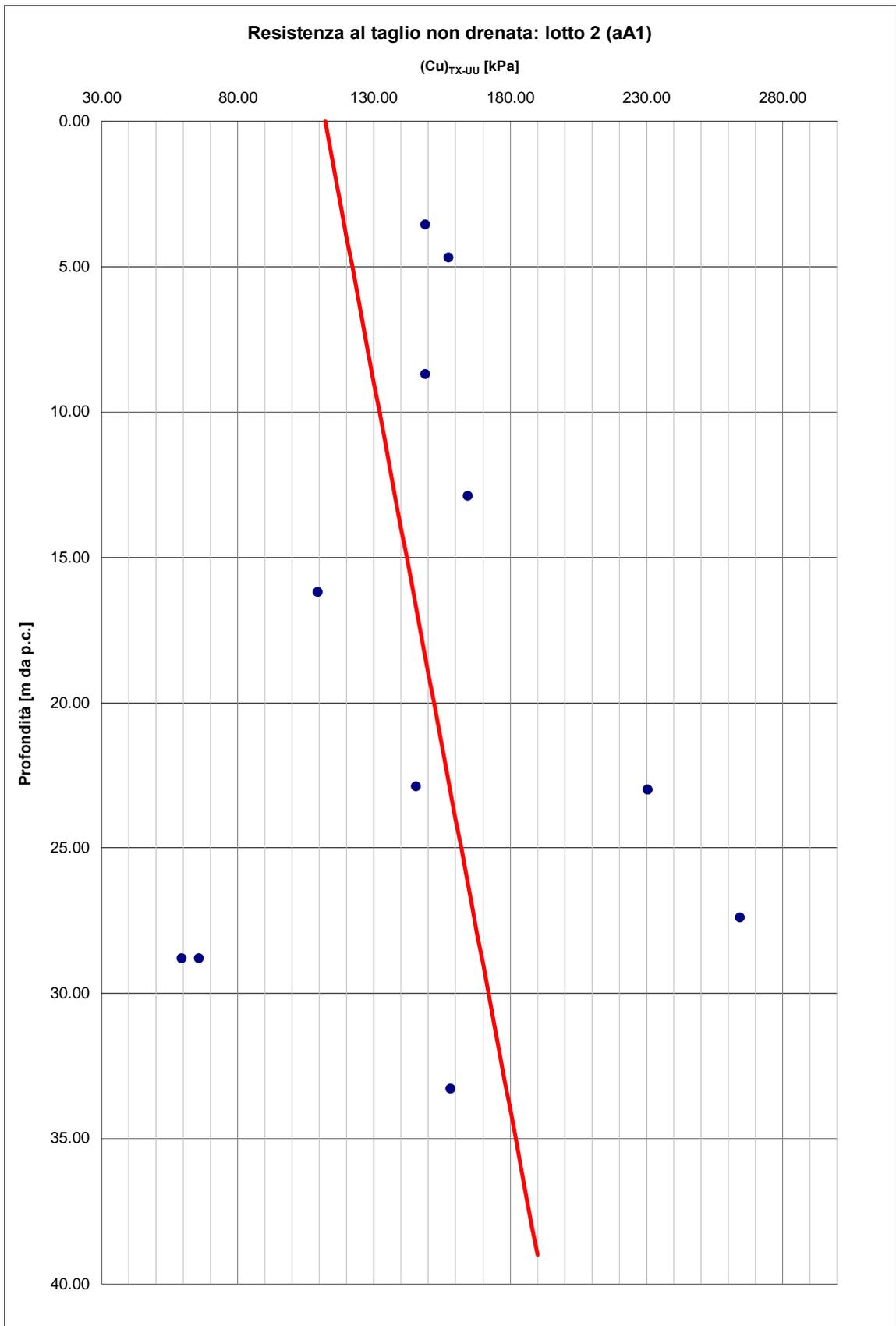


Figura 6-106

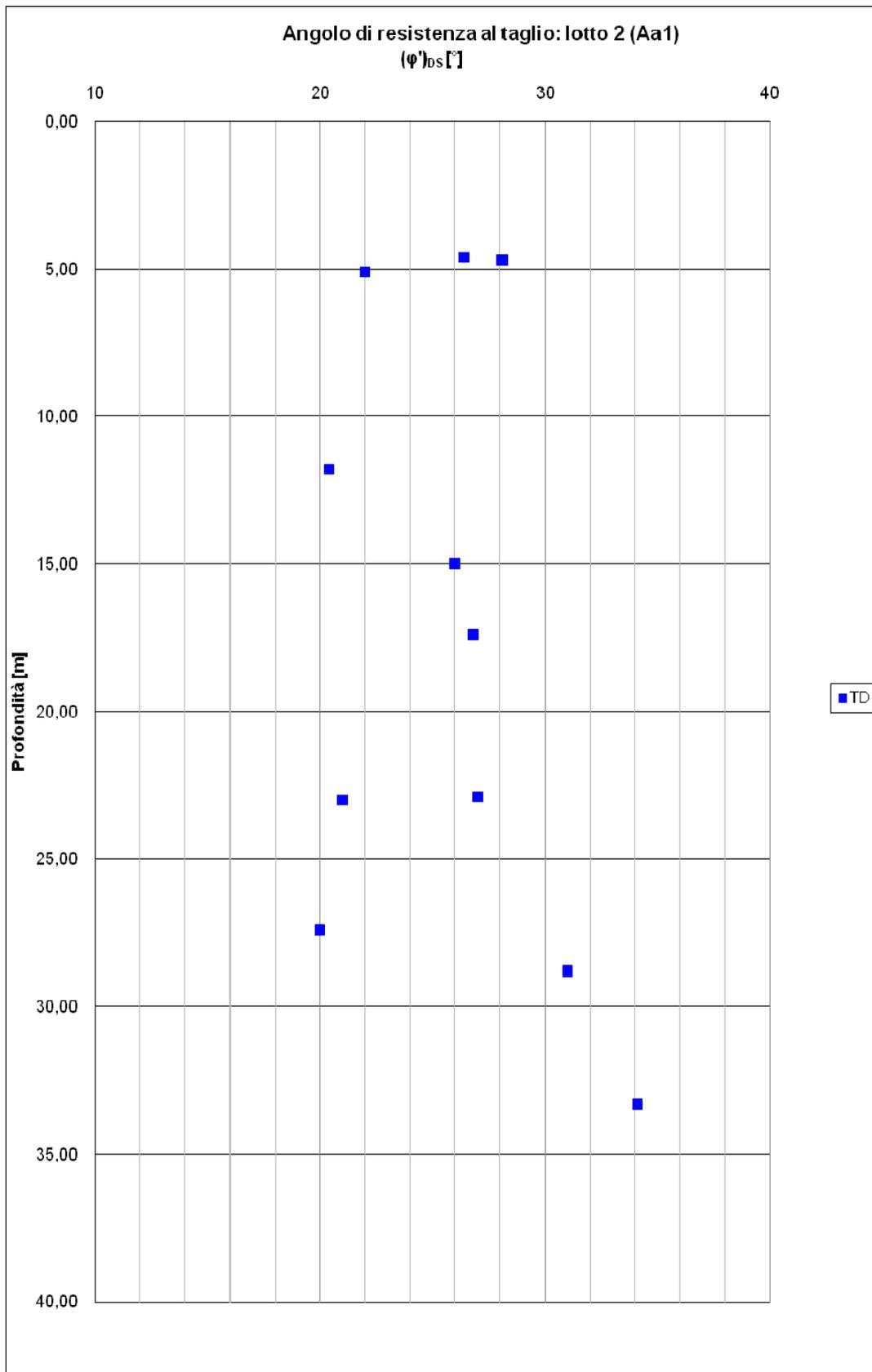


Figura 6-107

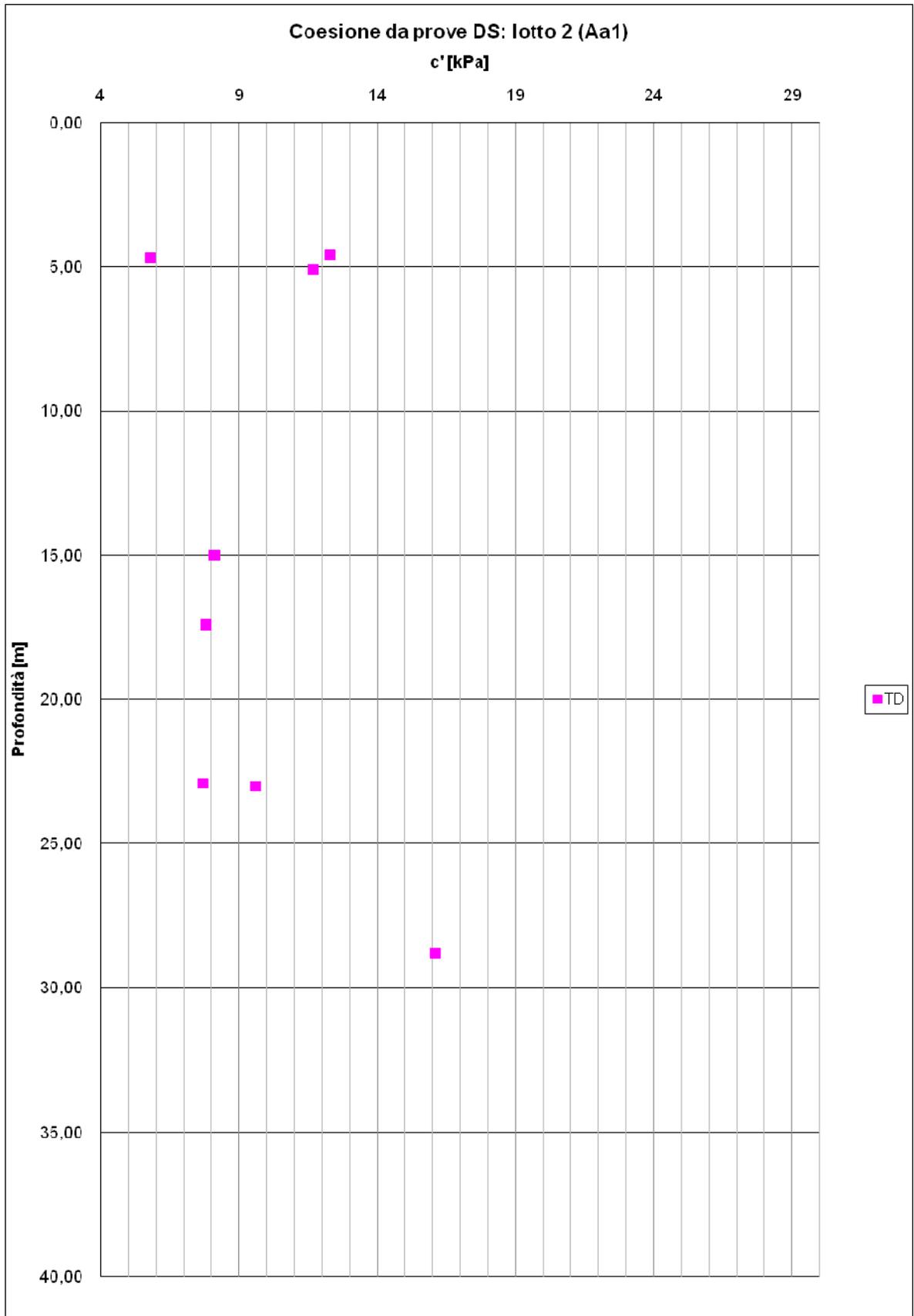


Figura 6-108

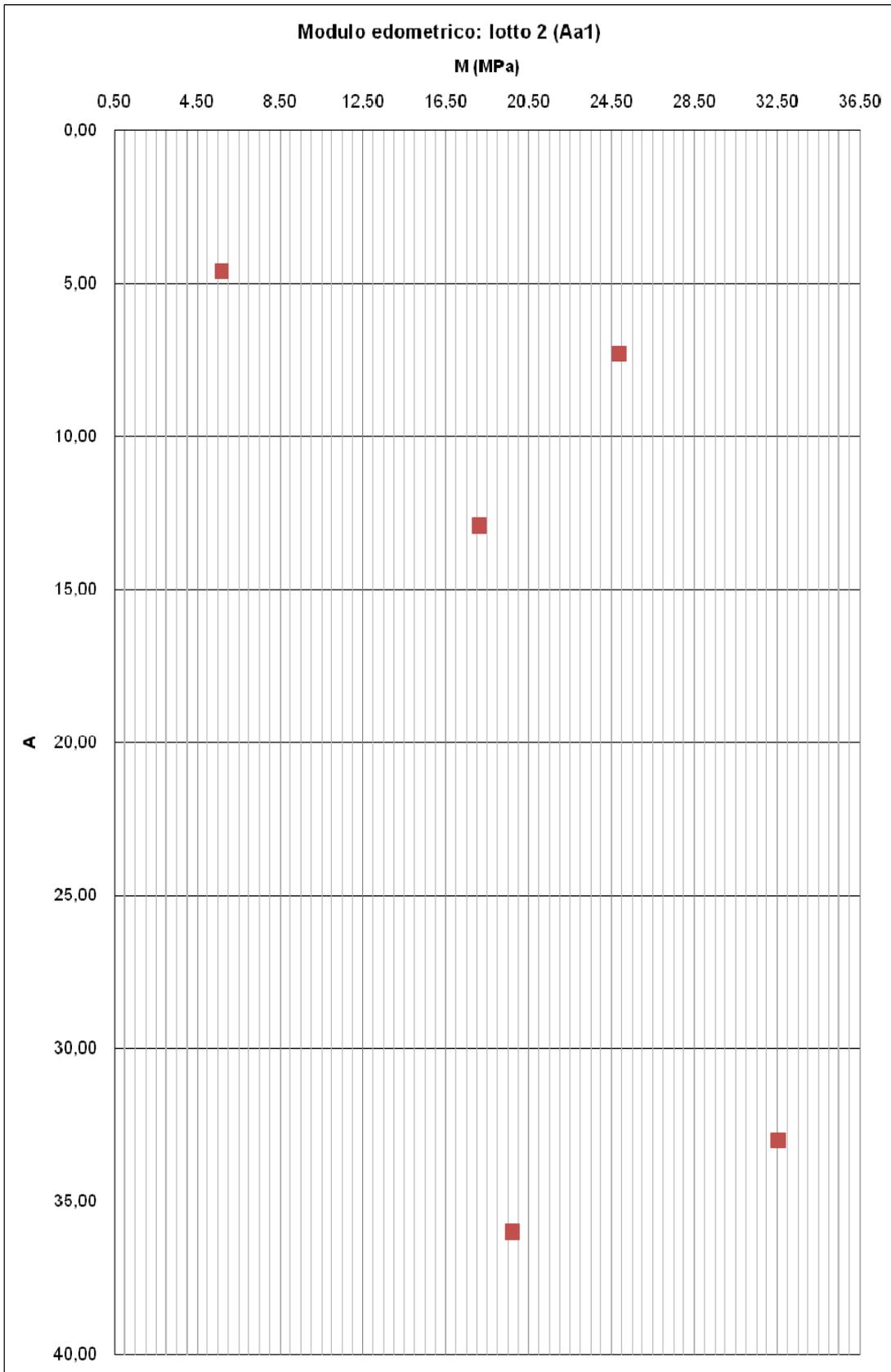


Figura 6-109

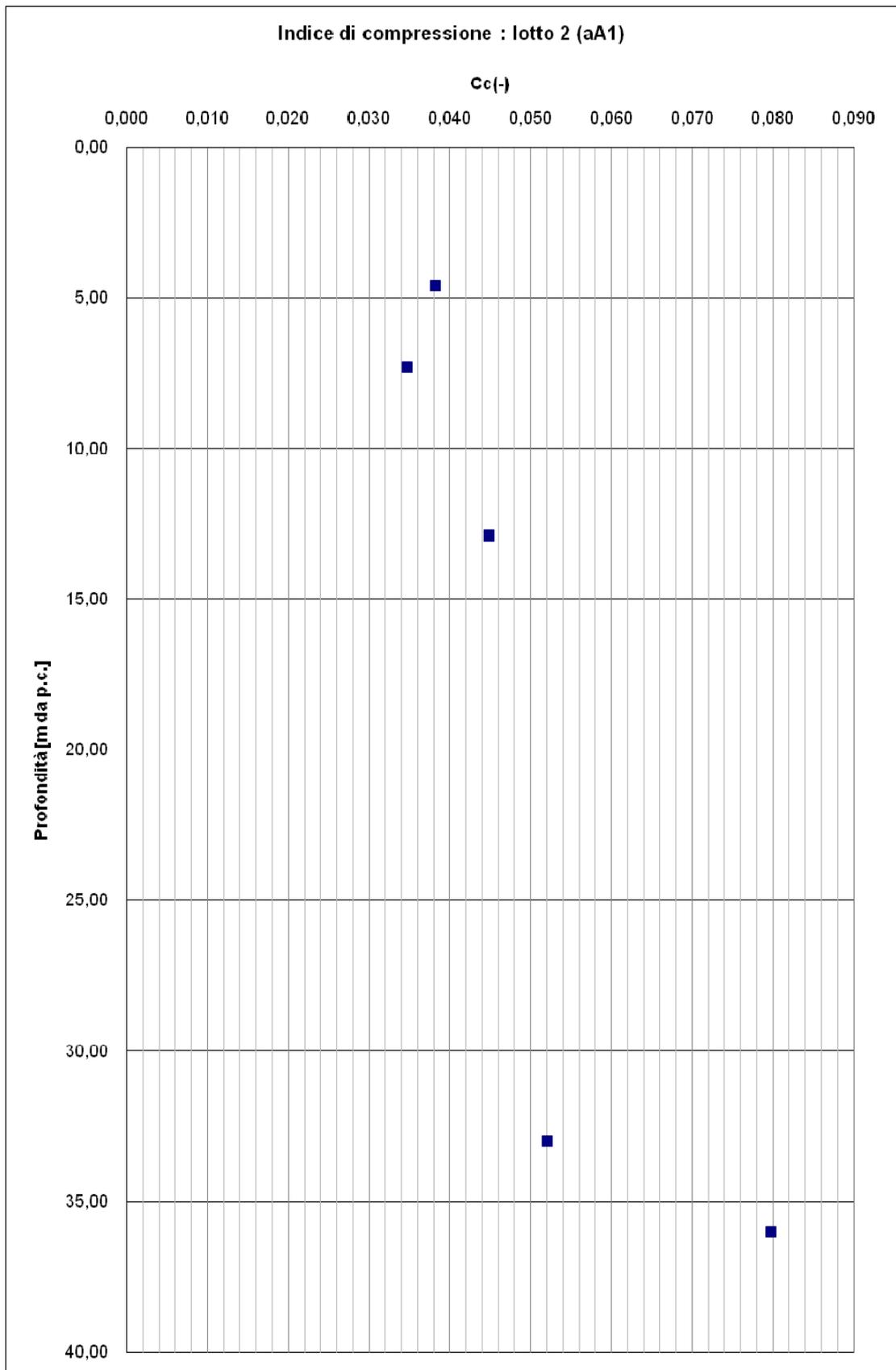


Figura 6-110

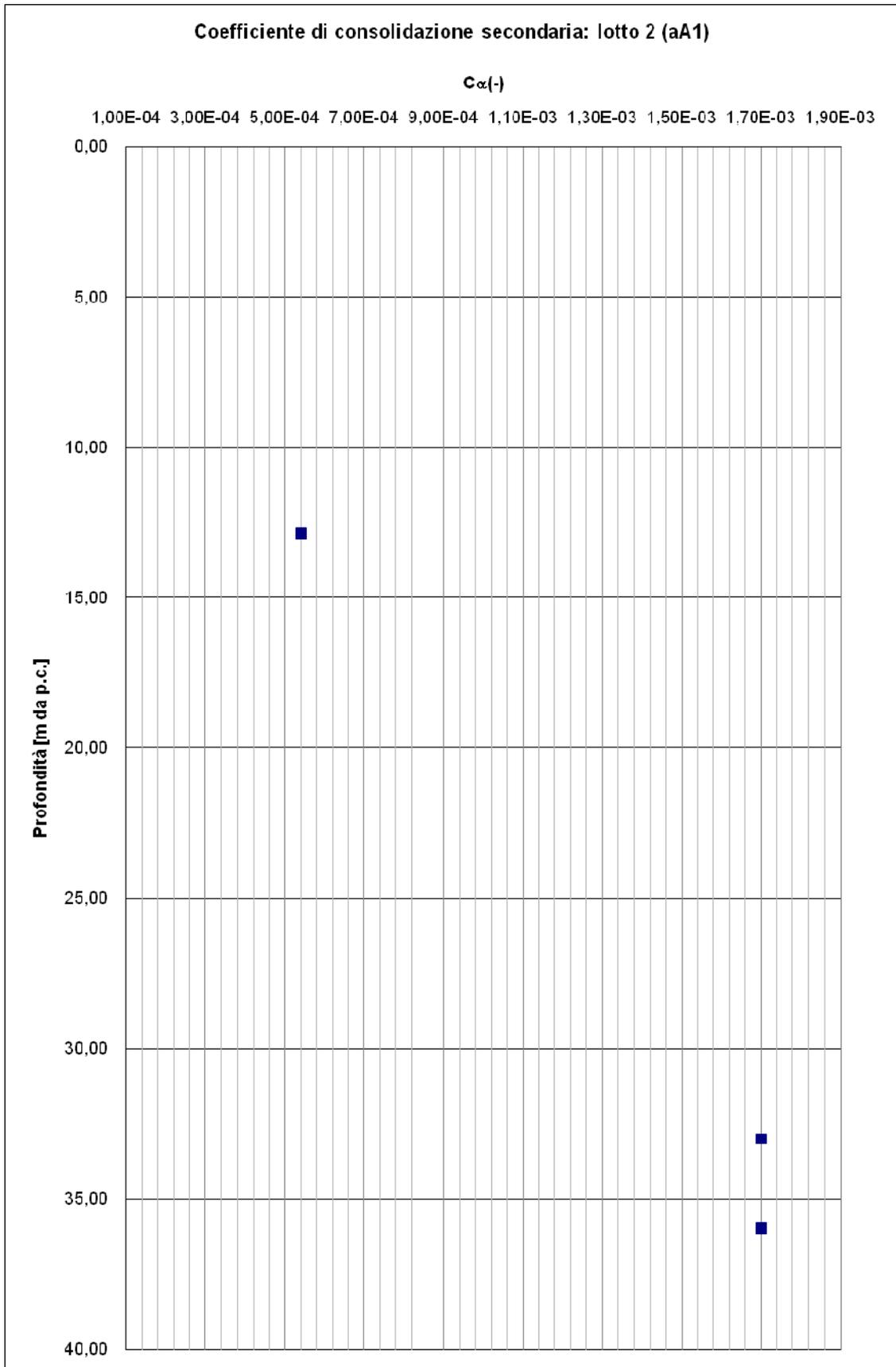


Figura 6-111

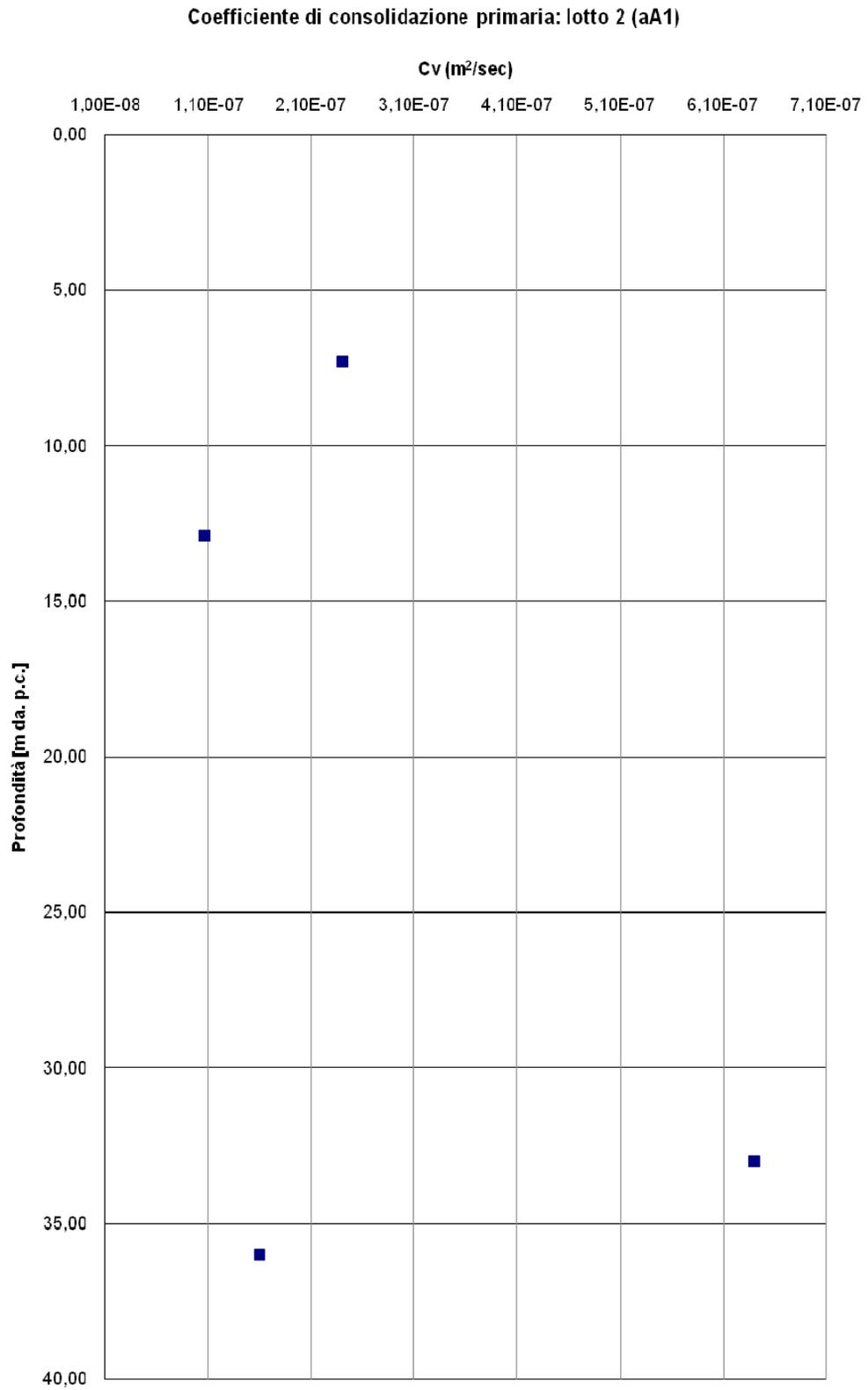


Figura 6-112

6.5 Alluvioni antiche: sabbie (Aa2)

6.5.1 Generalità

La caratterizzazione geotecnica dei materiali è stata sviluppata sulla base dell'interpretazione:

- Delle prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati nei sondaggi eseguiti;
- Delle prove penetrometriche dinamiche SPT di fase A e di fase B;

Le resistenze N_{SPT} negli strati sabbiosi ghiaiosi risultano crescenti con la profondità e comprese nell'intervallo $19 \leq N_{SPT} \leq 100$; esse possono essere descritte cautelativamente dalla seguente espressione:

$$N_{SPT} = 7.47 + 2.073 \times z$$

essendo z la profondità dal p.c. in metri.

6.5.2 Caratteristiche fisiche e densità relativa

Tipiche curve granulometriche dei materiali in oggetto sono rappresentate nella: **(Figura 6-114)**:

argilla + limo = 11% ÷ 84%

sabbia = 4% ÷ 71%

ghiaia = 0% ÷ 72%

Il peso di volume naturale (γ_n) risulta compreso tra $\gamma_n = 19.2 \div 22.0$ kN/m³ **(Figura 6-115)**.

La densità relativa (D_r), determinata sulla base dell'interpretazione delle prove SPT, caratteristica dei materiali sabbiosi, risulta compresa nell'intervallo $D_r = 47\% \div 100\%$ **(Figura 6-116)**.

6.5.3 Caratteristiche di resistenza al taglio

La resistenza al taglio in termini di angolo di attrito (φ'), determinata sulla base dei risultati delle prove SPT nei materiali ghiaioso sabbiosi (vedi la **Figura 6-117**) può essere assunta rispettivamente pari a $\varphi' = 35^\circ$.

6.5.4 Caratteristiche di deformabilità

I moduli di taglio iniziale (G_{o1}), determinati sulla base dei risultati delle prove penetrometriche SPT (**Figura 6-118**).

In questa sede a titolo cautelativo i valori di G_{o1} dei materiali ghiaioso sabbiosi verranno descritti dalla seguente equazione:

$$G_{o1} = 1500 \cdot p_a \cdot \left(\frac{\sigma'_{vo}}{p_a} \right)^{0.5}$$

essendo:

p_a = pressione atmosferica di riferimento;

σ'_{vo} = pressione verticale efficace geostatica.

Confrontando le prove sismiche disponibili con i risultati delle prove SPT è stato possibile tarare i profili delle velocità delle onde di taglio secondo quanto descritto nel **paragrafo 5.2.4.1.2**.

$$f_A = 1.0$$

$$f_G = 1.07$$

Con i presupposti indicati nel **paragrafo 5.2.4.2.1**, i moduli di Young operativi (E_{op1}), da utilizzare per analisi di spostamento di fondazioni e opere di sostegno con metodi elastici, sono dell'ordine di $(1/3 \div 1/5) \cdot E_o$.

I moduli di Young operativi, valutati in accordo a quanto descritto nel **paragrafo 5.2.4.2.2** e **5.2.4.2.3**, da utilizzare nel calcolo dei cedimenti dei rilevati, sono riportati nella **Figura 6-120**; mediamente essi possono essere descritti dalla seguente equazione:

$$E_{op2} = 345 \cdot p_a \cdot \left(\frac{\sigma'_{vo}}{p_a} \right)^{0.5}$$

6.5.5 Coefficienti di permeabilità

Sulla base delle procedure indicate nel **paragrafo 5.2.5**, alle sabbie ghiaiose possono essere assegnati valori del coefficiente di permeabilità dell'ordine di $k = 1 \cdot 10^{-5} \div 1 \cdot 10^{-7}$ m/sec.

6.5.6 Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica

Sulla base di quanto presentato e discusso nei paragrafi precedenti nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici dei materiali ghiaioso sabbiosi prevalenti nella tratta in esame.

Aa2	
γ_t (kN/m ³)	20.5 ± 1
N_{SPT} (colpi/30 cm)	N_{SPT}=8.3+1.2×z
D_r (%)	71% ± 13%
ϕ' (°)	35° ± 1.5°
c' (kPa)	0.0
k_o (-)	0.426 ± 0.022
k (m/sec)	1 x 10⁻⁶
V_s (m/sec)	$V_s = 131.6 \cdot z^{0.309}$
G_{o1} (kPa)	$G_{o1} = 1500 \cdot p_a \cdot \left(\frac{\sigma'_{vo}}{p_a} \right)^{0.5}$
E_{op1} (kPa)	$(2.3 \cdot G_{o1}) / (3 \div 5)$
E_{op2} (kPa)	$E_{op2} = 345 \cdot p_a \cdot \left(\frac{\sigma'_{vo}}{p_a} \right)^{0.5}$

Simbologia:

γ_t = peso di volume naturale;

N_{SPT} = resistenza penetrometrica dinamica in prova SPT;

φ' = angolo di attrito operativo;

k_o = coefficiente di spinta del terreno a riposo;

V_s = velocità di propagazione delle onde di taglio;

G_{o1} = modulo di taglio iniziale riferito a pressioni efficaci pari a quelle geostatiche;

E_{op1} = modulo di Young secante corrispondente a cedimenti delle fondazioni inferiori a $0.01 \cdot B$;

B = dimensione minore della fondazione (m);

E_{op2} = modulo di Young secante per l'analisi dei cedimenti dei rilevati;

p_a = 100 kPa = pressione atmosferica di riferimento;

z = profondità dal p.c. in metri.

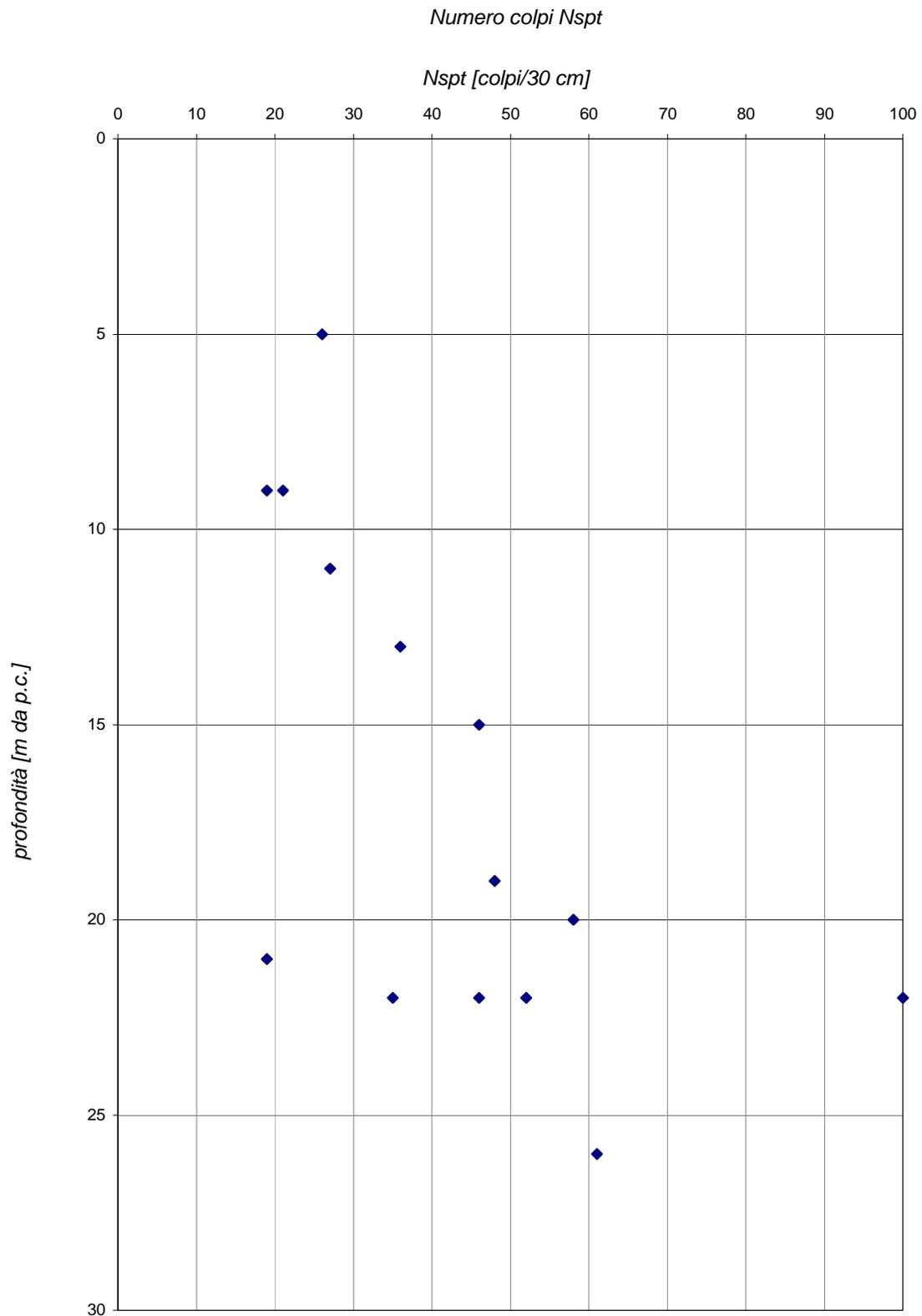


Figura 6-113

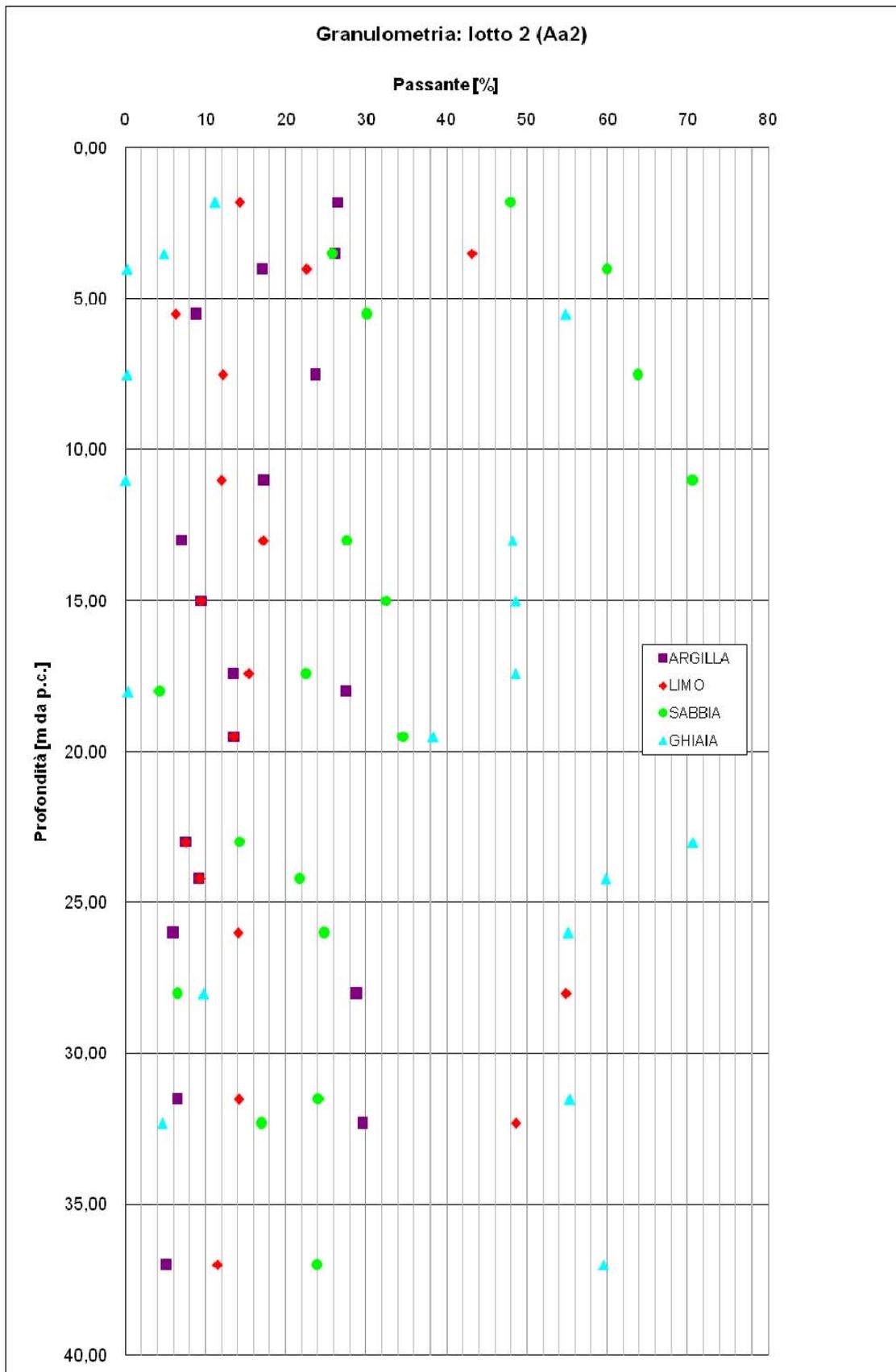


Figura 6-114

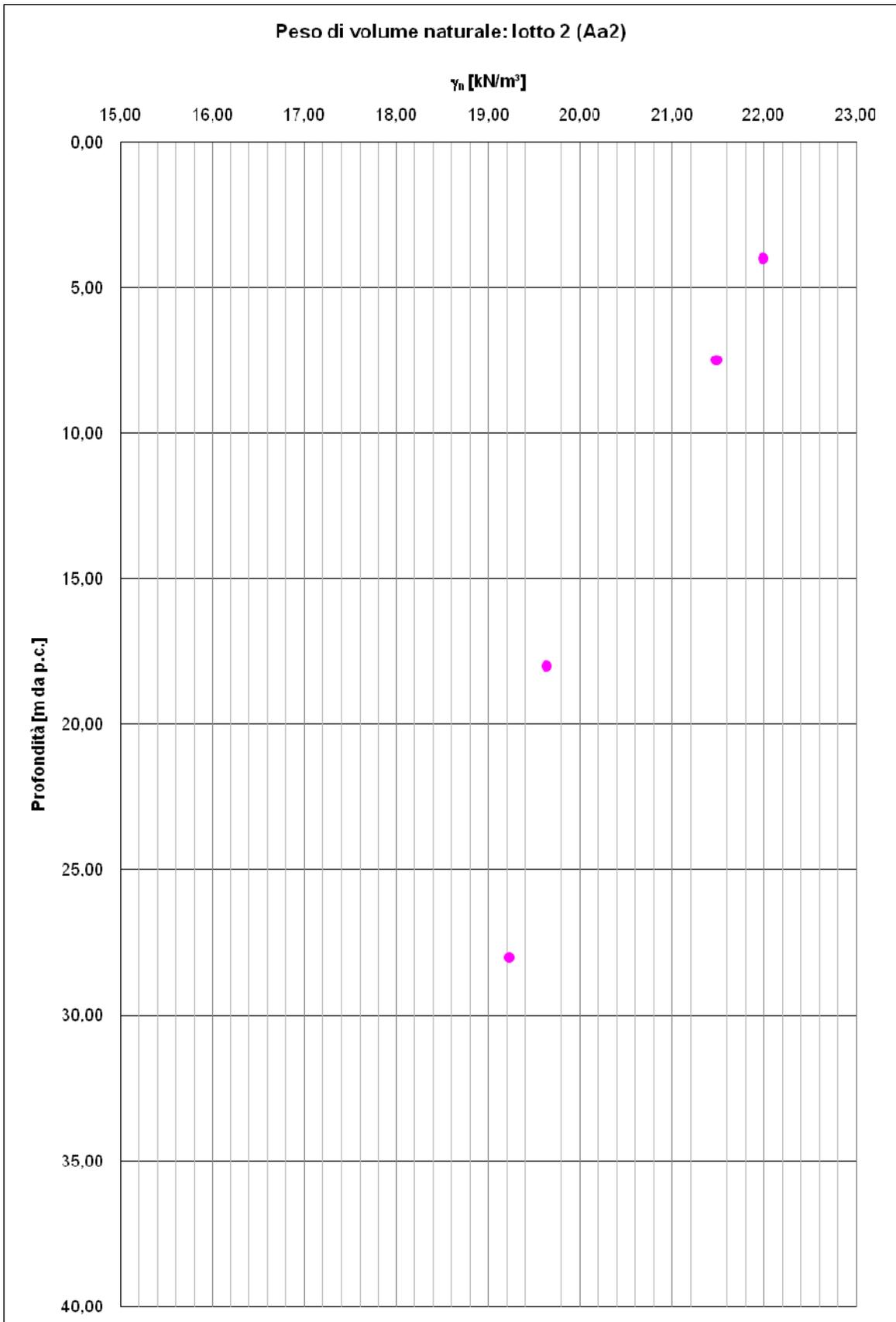


Figura 6-115

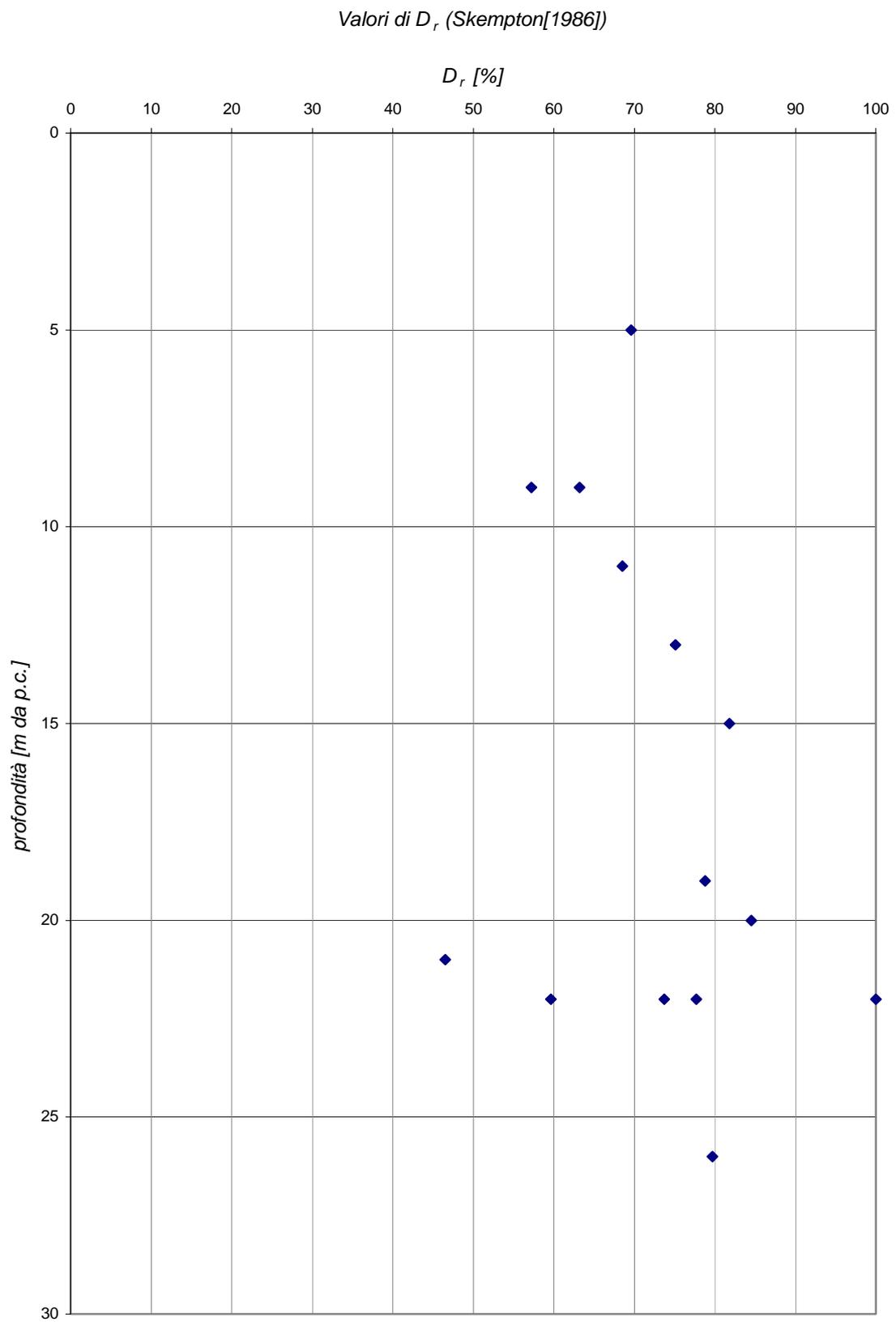


Figura 6-116

Valori di ϕ' (Bolton [1986])

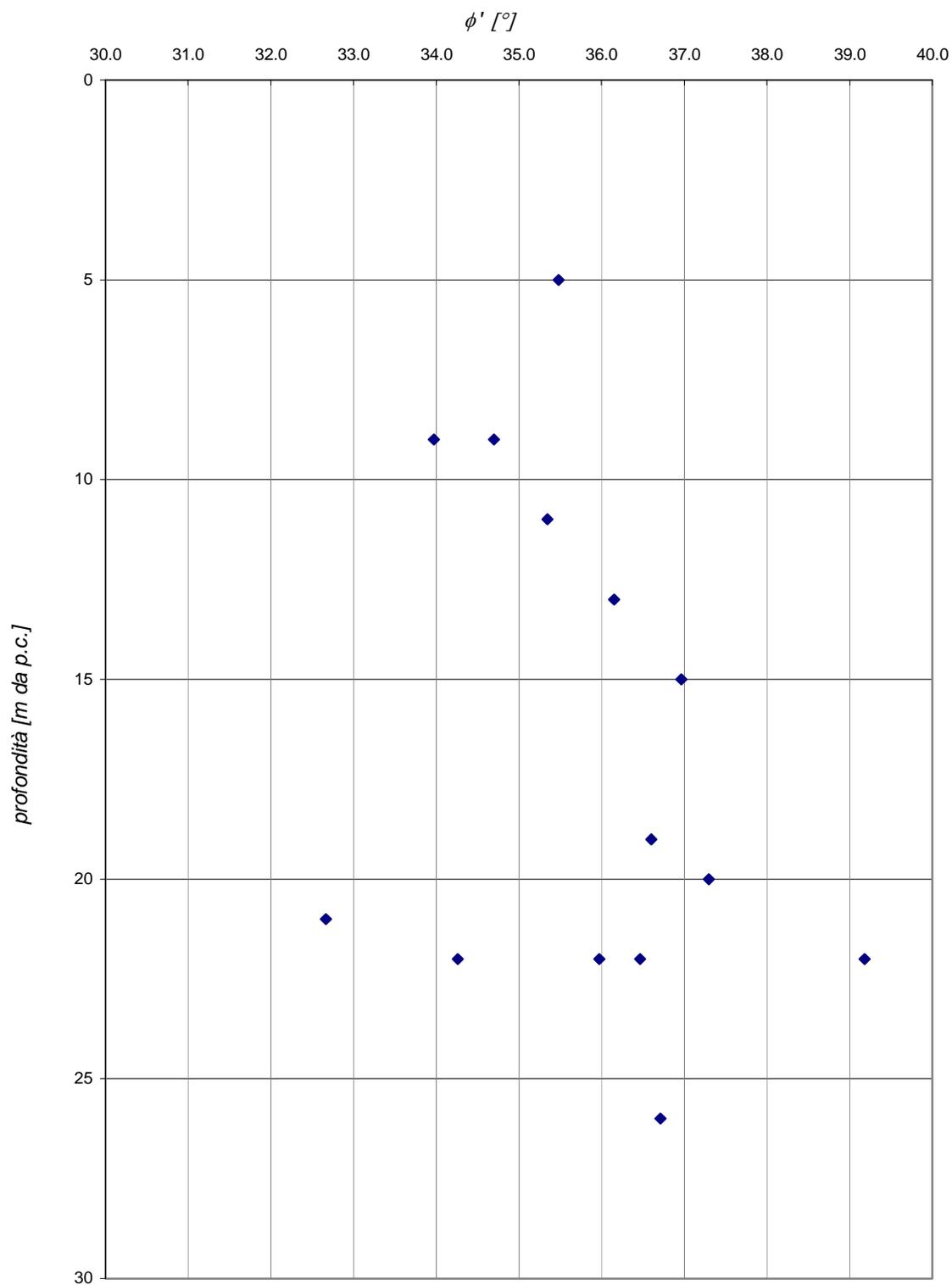


Figura 6-117

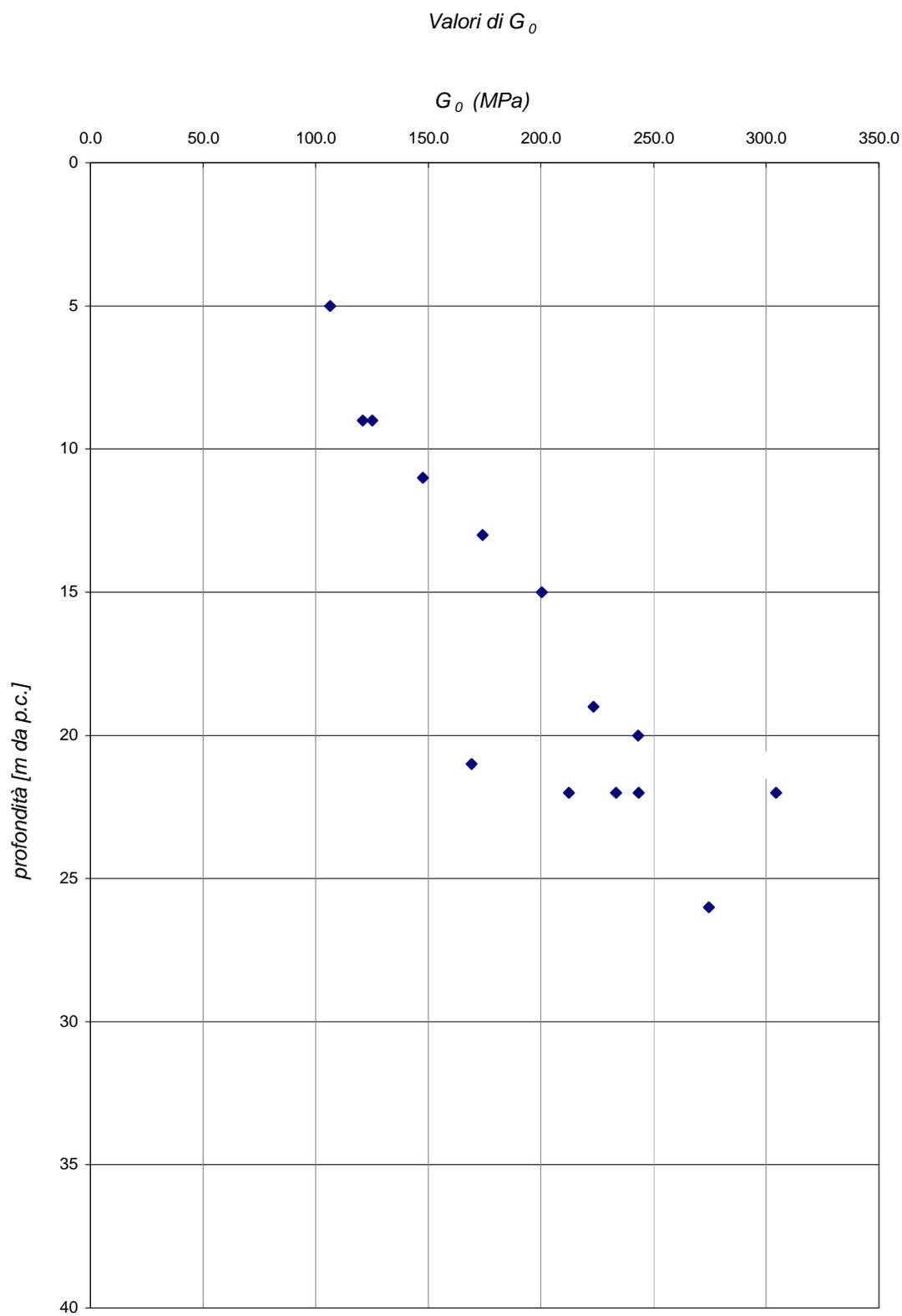


Figura 6-118

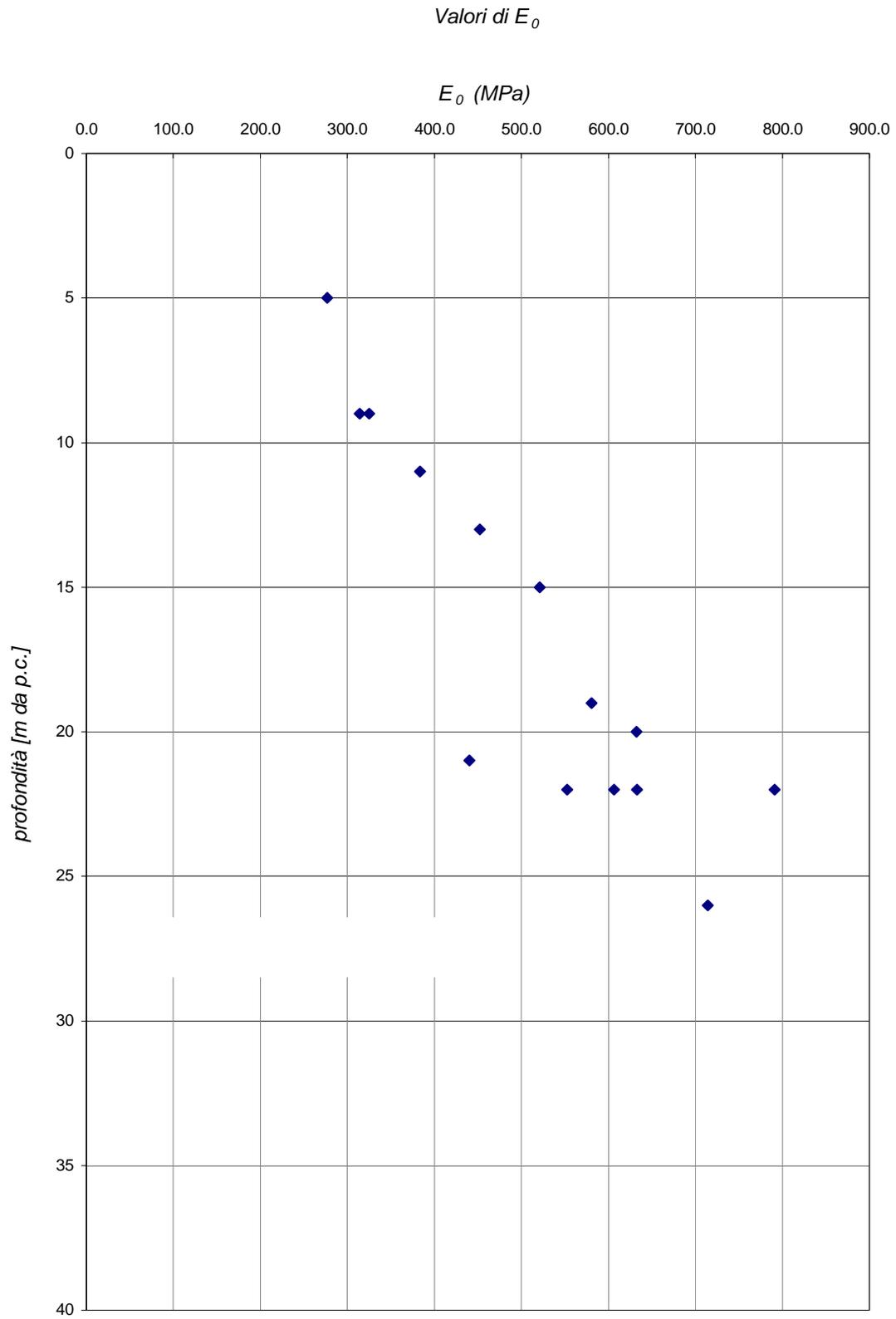


Figura 6-119

Valori di E_{25} (Jamiolkowski et al. (1988))

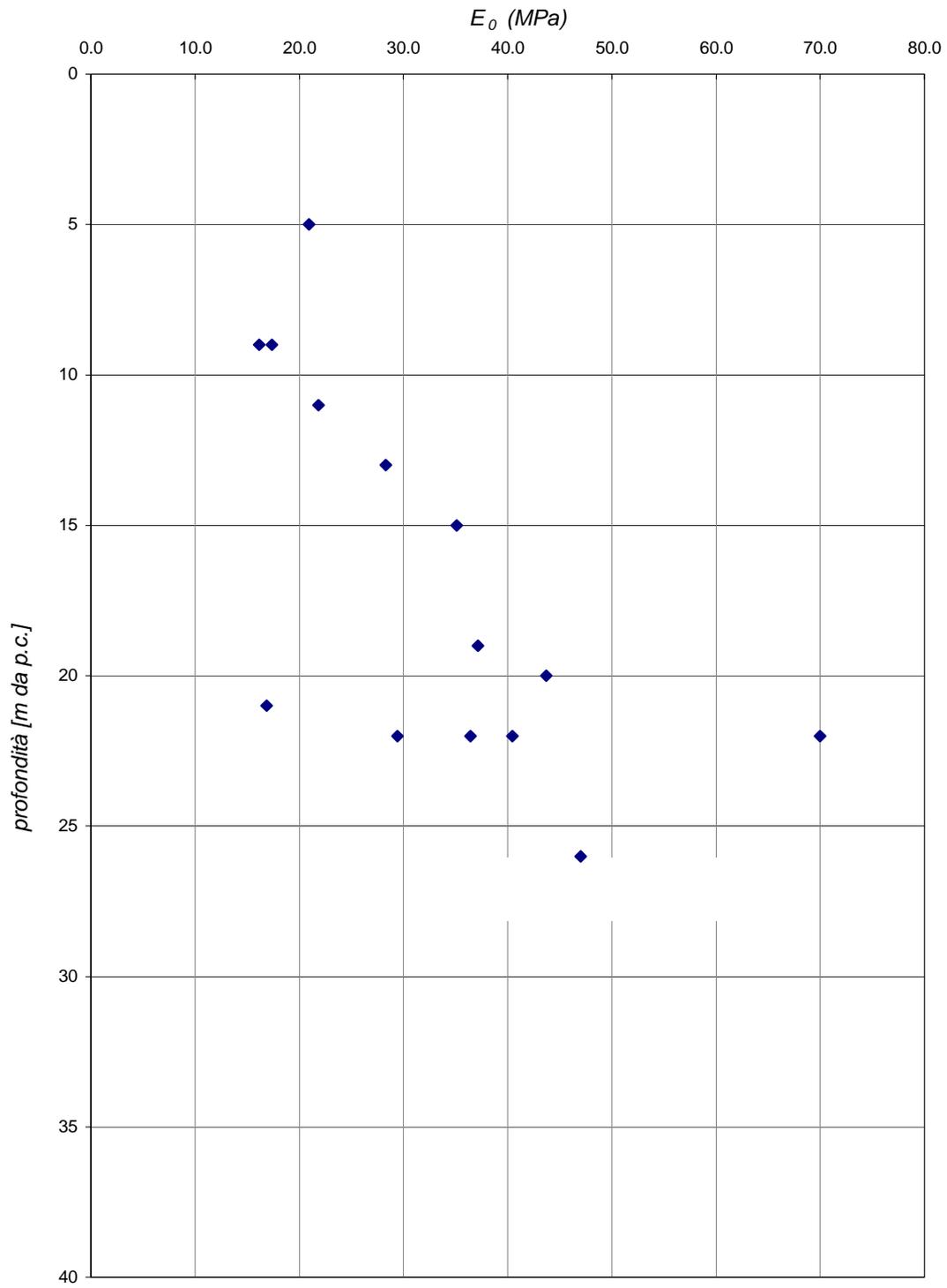


Figura 6-120

6.6 Rilevati esistenti (R)

6.6.1 Generalità

La caratterizzazione geotecnica dei materiali è stata sviluppata sulla base dell'interpretazione:

- Delle prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati nei sondaggi eseguiti;
- Delle prove penetrometriche dinamiche SPT.

La resistenza N_{SPT} in tale strato presenta, risulta compresa nell'intervallo $N_{SPT}=10\div37$ (**Figura 6-121**);

6.6.2 Caratteristiche fisiche e densità relativa

Il peso di volume naturale (γ_n) può essere assunto pari a:

$$\gamma_n = 20 \text{ kN/m}^3$$

La densità relativa (D_r), determinata sulla base dell'interpretazione delle prove SPT, caratteristica dei materiali, risulta compresa nell'intervallo $D_r=32\%\div61\%$ (**Figura 6-122**).

6.6.3 Caratteristiche di resistenza al taglio

La resistenza al taglio in termini di angolo di attrito (φ'), determinata sulla base dei risultati delle prove SPT risulta nell'intervallo $30.9\div34.5$ (**Figura 6-123**).

6.6.4 Caratteristiche di deformabilità

I moduli di taglio iniziale (G_{o1}), determinati sulla base dei risultati delle prove penetrometriche SPT (**Figura 6-124**). Tali valori risultano compresi nell'intervallo $G_0=43\div 83$ MPa.

In analogia, le velocità di propagazione delle onde di taglio V_s sono comprese nell'intervallo $v_s=125\div 188$ m/sec (**Figura 6-125**).

Con i presupposti indicati nel **paragrafo 5.2.4.2.1**, i moduli di Young operativi (E_{op1}), da utilizzare per analisi di spostamento di fondazioni e opere di sostegno con metodi elastici, sono dell'ordine di $(1/3\div 1/5)\cdot E_o$.

I moduli di Young operativi, valutati in accordo a quanto descritto nel **paragrafo 5.2.4.2.2** e **5.2.4.2.3**, da utilizzare nel calcolo dei cedimenti dei rilevati, sono riportati nella **Figura 6-126**; essi sono compresi nell'intervallo : $E_{op2}=9.4\div 30.8$ MPa.

6.6.5 Coefficienti di permeabilità

Sulla base delle procedure indicate nel **paragrafo 5.2.5**, alle sabbie ghiaiose possono essere assegnati valori del coefficiente di permeabilità dell'ordine di $k = 1\cdot 10^{-3}\div 1\cdot 10^{-4}$ m/sec.

6.6.6 Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica

Sulla base di quanto presentato e discusso nei paragrafi precedenti nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici dei materiali ghiaioso sabbiosi prevalenti nella tratta in esame.

R	
γ_t (kN/m³)	20
N_{SPT} (colpi/30 cm)	N_{SPT}=22
D_r (%)	48%
ϕ' (°)	32
c' (kPa)	0
k_o (-)	0.47
k (m/sec)	1 x 10⁻⁵
V_s (m/sec)	163
G_{o1} (kPa)	55
E_{op1} (kPa)	(2.3·G_{o1})/(3+5)
E_{op2} (kPa)	19

Simbologia:

γ_t = peso di volume naturale;

N_{SPT} = resistenza penetrometrica dinamica in prova SPT;

ϕ' = angolo di attrito operativo;

k_o = coefficiente di spinta del terreno a riposo;

V_s = velocità di propagazione delle onde di taglio;

G_{o1} = modulo di taglio iniziale riferito a pressioni efficaci pari a quelle geostatiche;

E_{op1} = modulo di Young secante corrispondente a cedimenti delle fondazioni inferiori a 0.01·B;

B = dimensione minore della fondazione (m);

E_{op2} = modulo di Young secante per l'analisi dei cedimenti dei rilevati;

p_a = 100 kPa = pressione atmosferica di riferimento;

z = profondità dal p.c. in metri.

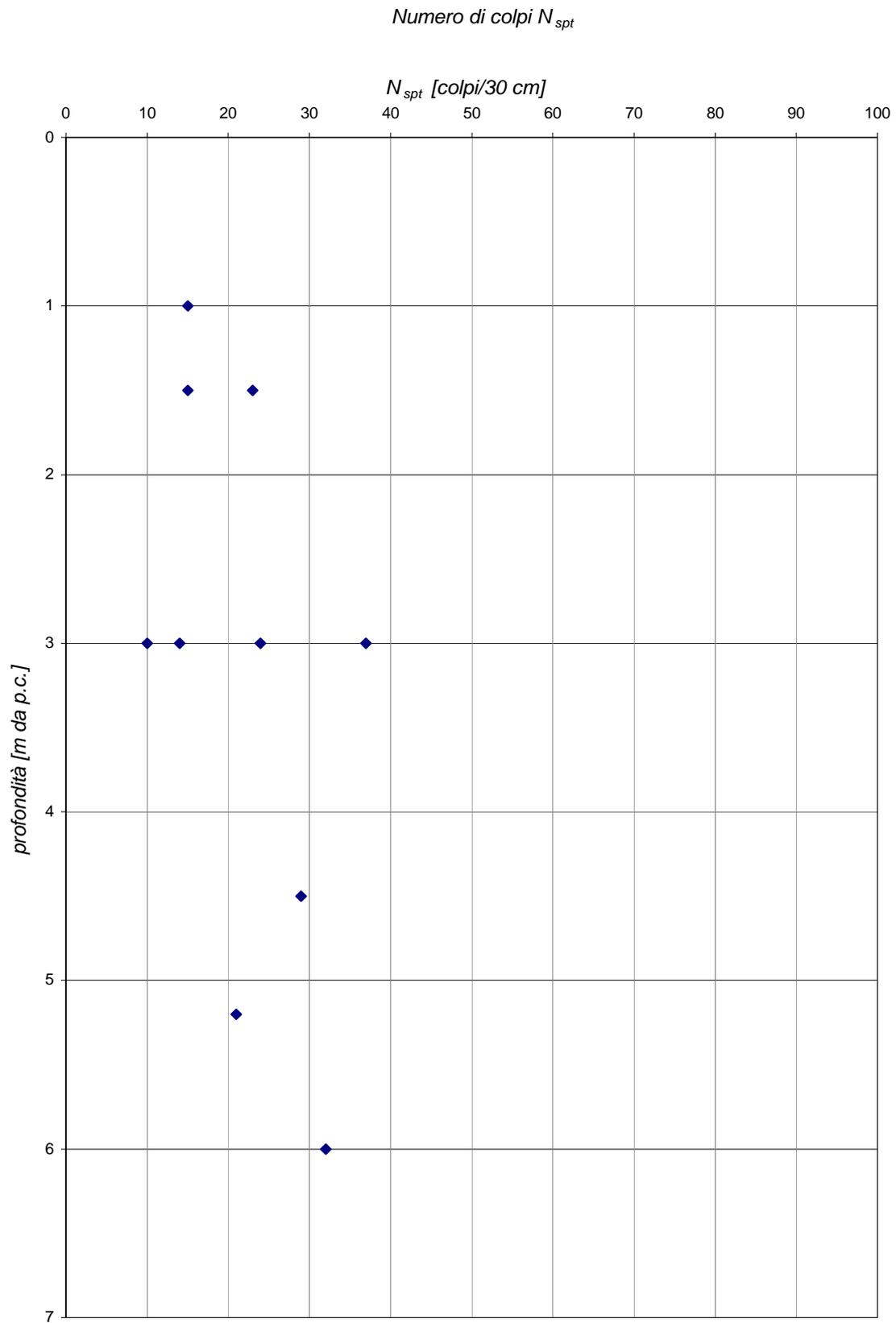


Figura 6-121

Valori di D_r (Cubrinowski & Ishihara [1998])

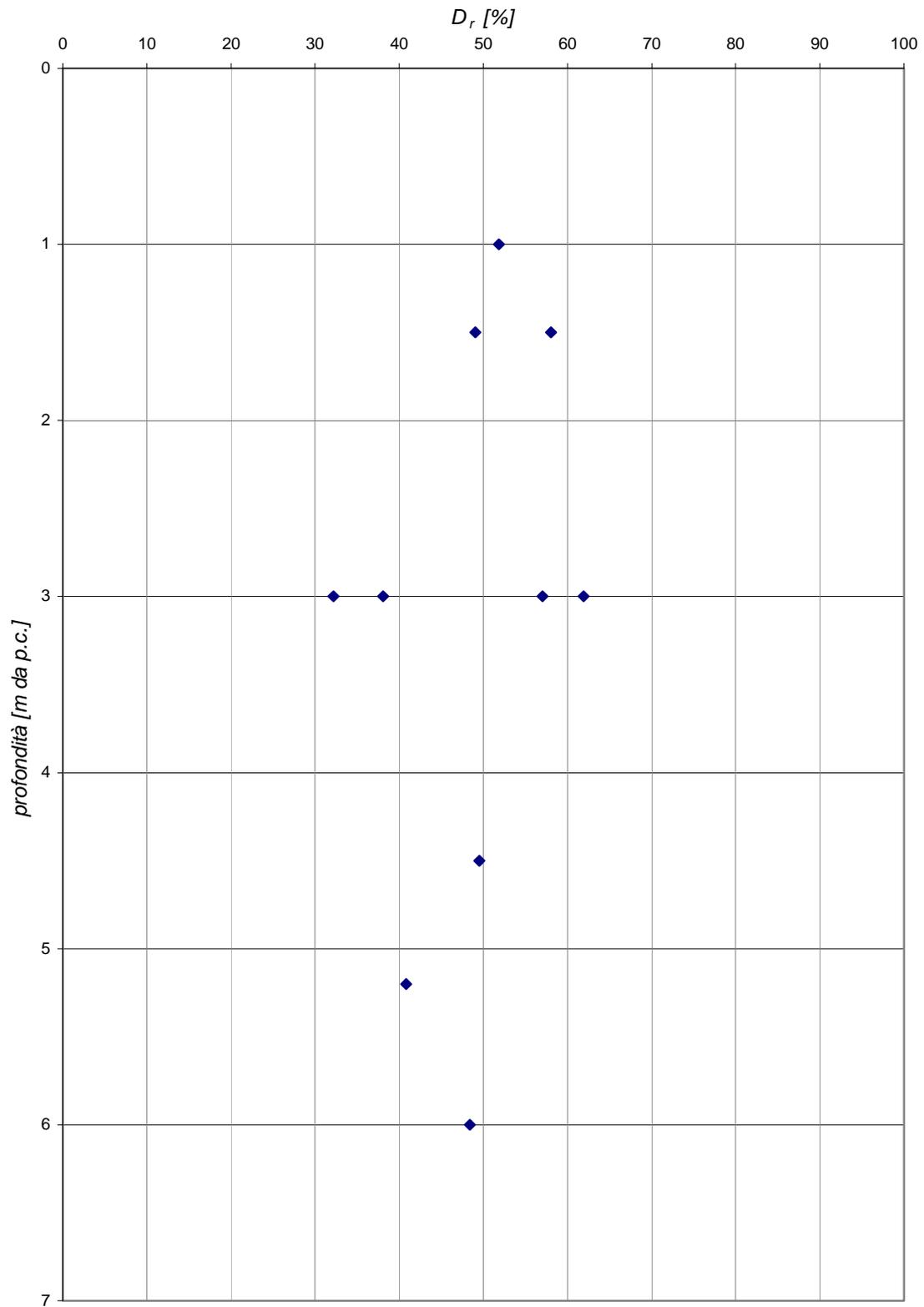


Figura 6-122

Valori di f' (Bolton [1986])

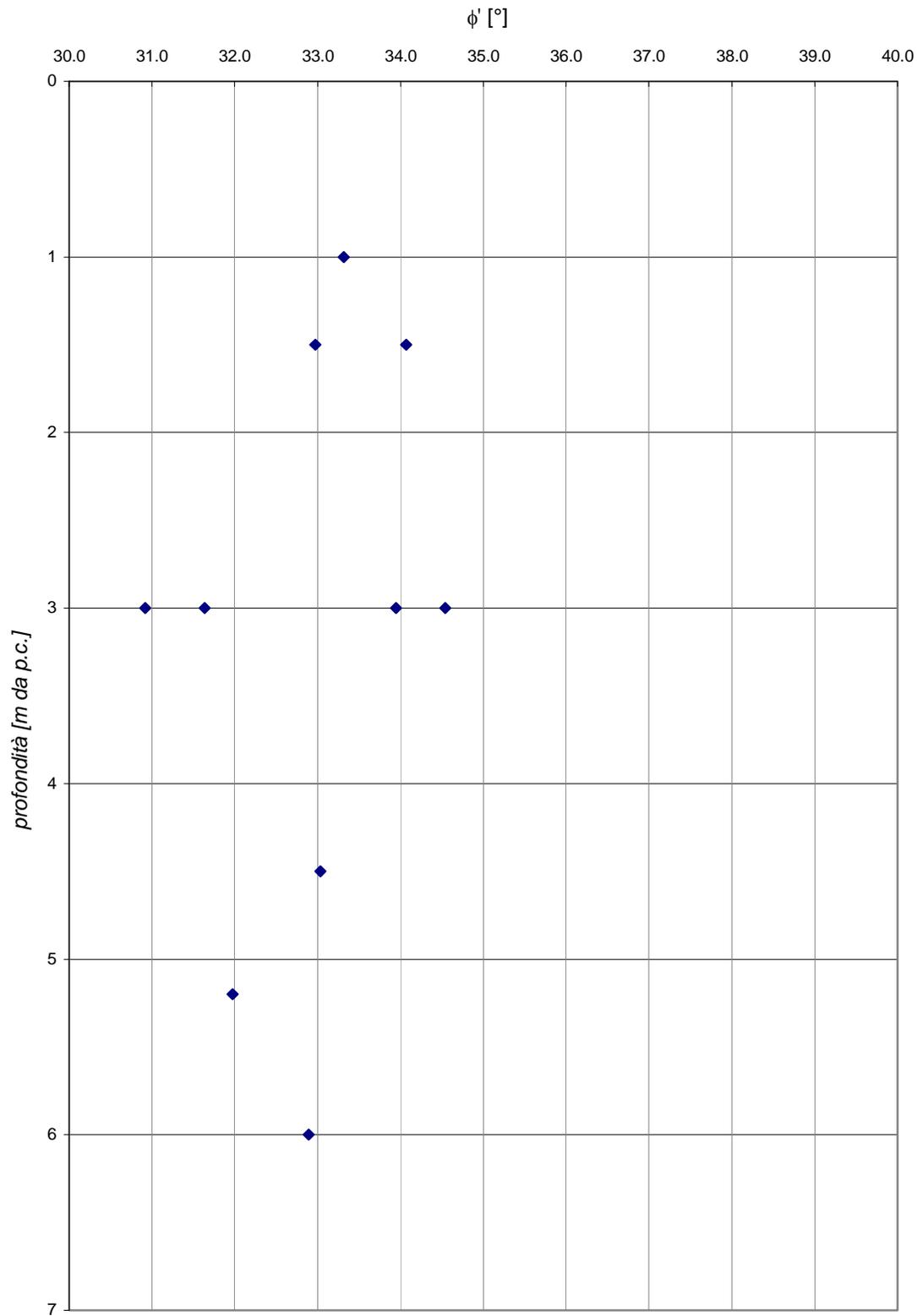


Figura 6-123

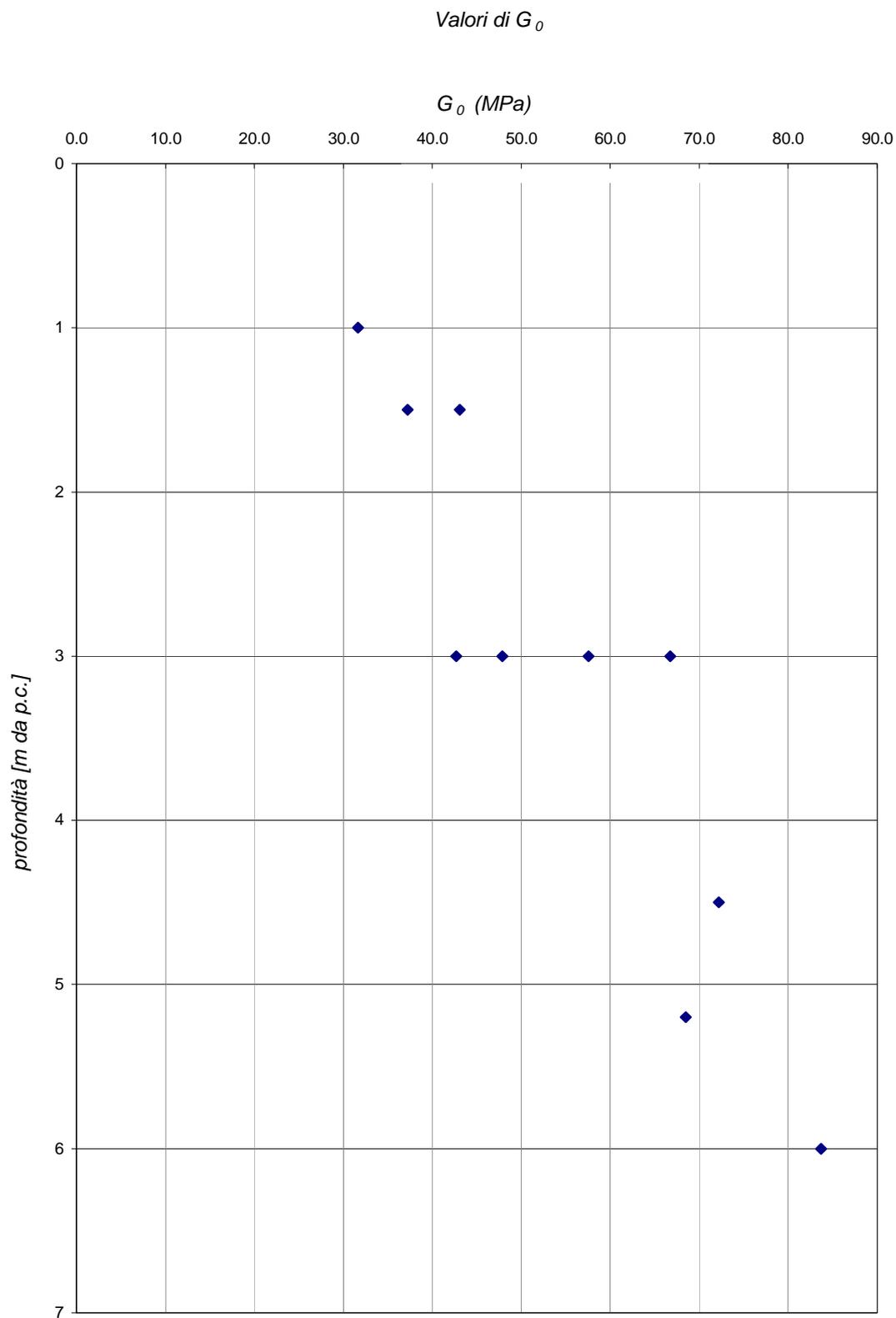


Figura 6-124

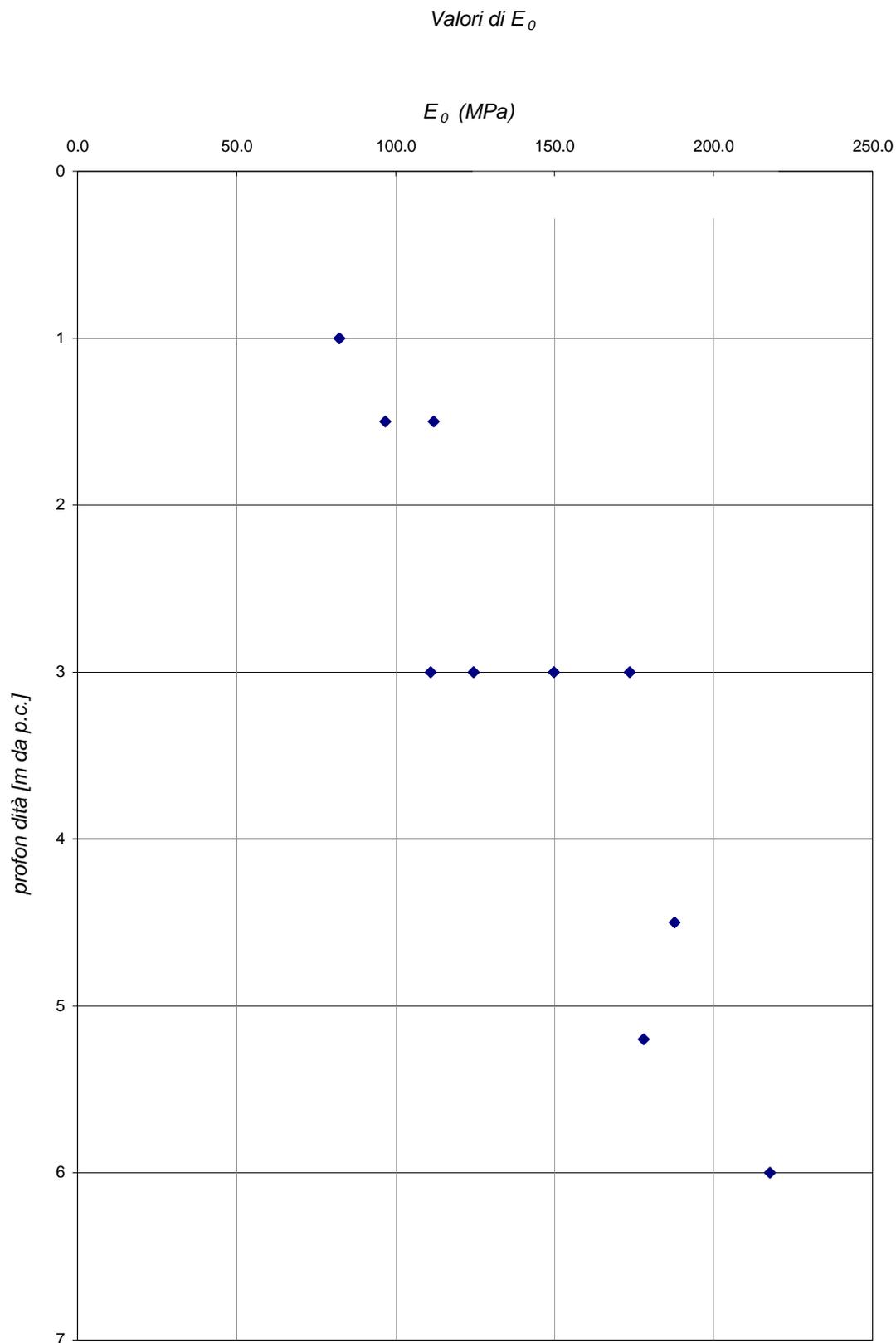


Figura 6-125

Valori di E_{25} (Jamiolkovski et al. (1988))

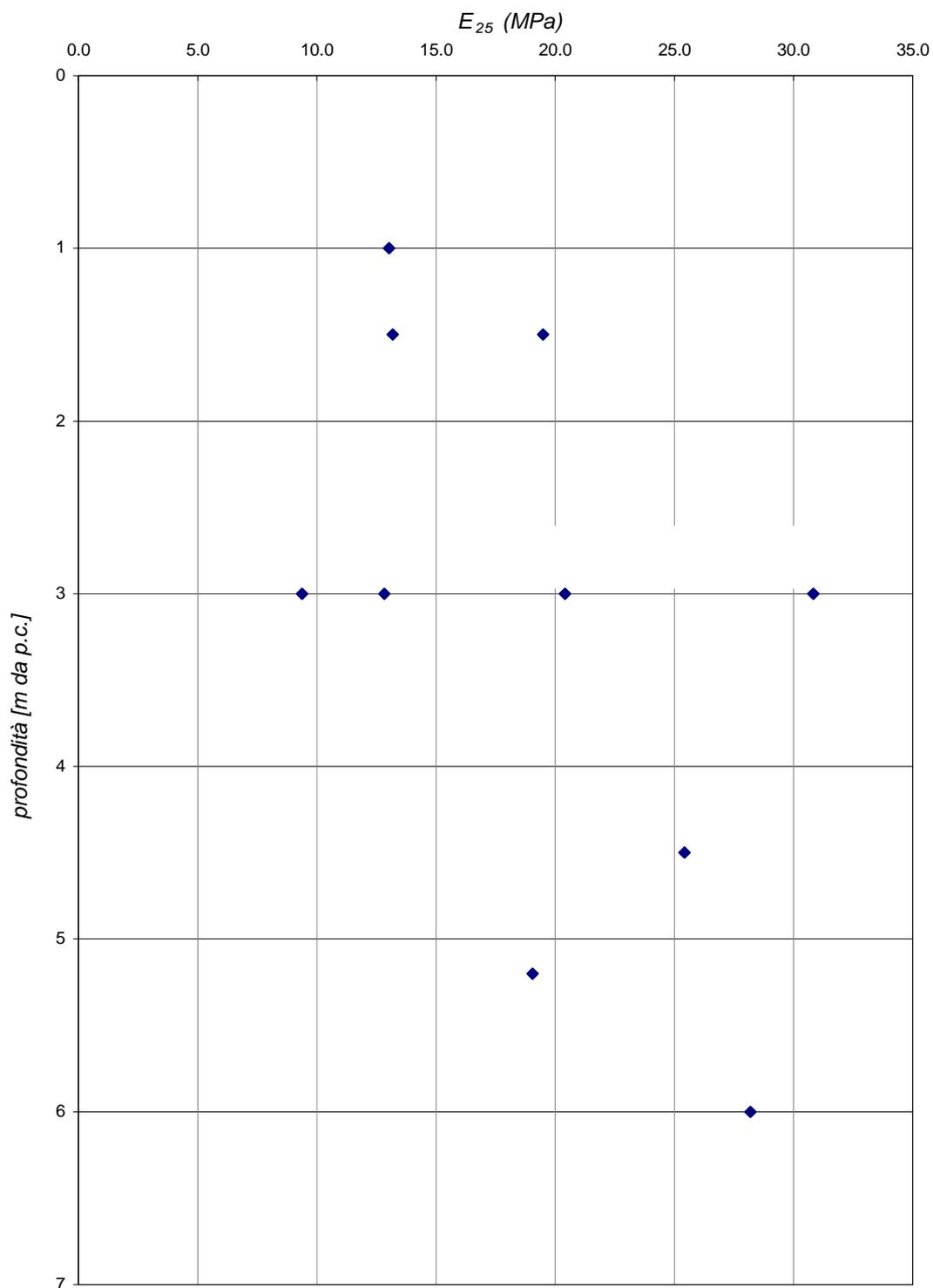


Figura 6-126

7.CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA ROCCE

7.1 Unità Argilloso-Calcareo (APA, MTV, RCH, STO, POD, AR-CAR, BAM, ACC, MA)

Le formazioni in oggetto sono costituite essenzialmente da argilliti e marne, inglobanti rari relitti lapidei di varia natura (prevalentemente calcari e arenarie).

Il comportamento meccanico ed idraulico di tali formazioni è fortemente condizionato dalla sua storia deposizionale e post-deposizionale. Tale storia è essenzialmente contraddistinta da:

- Una fase di sedimentazione (Cretaceo superiore) in bacini relativamente profondi. In questa fase, a causa delle alte pressioni e della permanenza del carico, hanno avuto modo di svilupparsi fenomeni di "diagenesi", ovvero processi per effetto dei quali nelle zone di contatto tra le particelle si genera un'adesione per legami molecolari e/o per precipitazione di agenti cementanti Bjerrum [1967], Cicoletta & Picarelli [1990];
- Una fase di erosione;
- Una fase di intensa attività tettonica che ha comportato la traslazione della formazione dall'originario luogo di sedimentazione a quello attuale.

Il comportamento della formazione in esame si pone al confine tra quello dei terreni e quello delle rocce tenere; per caratterizzarla si sono adottati criteri di valutazione delle caratteristiche meccaniche e metodologie di analisi tipiche dei terreni, tenendo tuttavia presenti quelle caratteristiche macrostrutturali che, per alcuni aspetti, dominano il comportamento dei materiali in sito.

Adottando quindi un approccio tipico dei terreni, si può in primo luogo affermare che i rilevanti fenomeni di erosione hanno fatto sì che i materiali argilloso-limosi componenti la formazione siano definibili dal punto di vista geotecnico come materiali fortemente sovraconsolidati. A tale sovraconsolidazione, di tipo meccanico, si deve aggiungere, da un punto di vista qualitativo, quella preesistente di tipo "apparente", causata dai processi diagenetici avvenuti in fase di deposizione e consolidazione sotto gli elevati carichi litostatici. La complessa storia tensionale dovuta all'attività tettonica e i processi di alterazione, susseguenti alla fase di

scarico, hanno quindi modificato in modo non quantificabile il comportamento meccanico dei materiali.

Le deformazioni di natura tettonica hanno fatto sì che la struttura originaria, costituita da un'alternanza di strati, sia stata completamente sconvolta, dando origine ad una formazione con le seguenti caratteristiche peculiari:

- Nella scala di pochi decimetri, presenza di un fitto reticolo di fratturazione che individua una tessitura a piccole scaglie;

Fra le particelle limose e argillose costituenti la singola scaglia sono presenti legami diagenetici; deboli legami diagenetici possono sussistere anche tra scaglia e scaglia. Le superfici di separazione delle scaglie possono essere più o meno aperte in relazione alla decompressione subita dal terreno e all'entità degli eventuali deboli legami diagenetici presenti tra le scaglie stesse. Le scaglie possono essere più o meno integre in funzione dei processi di disgregazione in atto, che determinano una graduale distruzione degli eventuali legami diagenetici presenti fra le particelle limose e argillose.

- Nella scala di qualche metro, presenza di una struttura caotica.

Nelle condizioni sopra descritte si può dedurre che il comportamento di tale formazione è associabile a quello di un sistema fittamente giuntato nel quale le scaglie costituiscono la "matrice" solida mentre le superfici delle scaglie rappresentano le discontinuità. Poiché le caratteristiche di resistenza del materiale costituente le scaglie sono in termini assoluti relativamente modeste, il comportamento globale del sistema è condizionato sia dalla "matrice" che dalle superfici di discontinuità. In termini generali le caratteristiche di resistenza della formazione potranno variare all'incirca da quelle proprie della "matrice" a quelle delle discontinuità, ciò in funzione dell'entità e percorso delle sollecitazioni e delle condizioni al contorno.

A grandi linee possono essere tracciati i seguenti concetti generali:

1. In condizioni di carico, caratterizzate da un aumento delle tensioni efficaci medie di confinamento (esempio problemi di fondazione), le fessure tendono ad essere serrate; in relazione anche alle relativamente elevate caratteristiche meccaniche delle scaglie, il materiale risponde in maniera soddisfacente. Sulla base dei risultati di prove TX-CIU su campioni della formazione in esame e di dati di letteratura sempre relativi a provini di laboratorio (Cicoella e Picarelli, [1990]), si può

osservare come la superficie di rottura tenda a seguire comunque piani preferenziali di debolezza, quali quelli costituiti dalle discontinuità. Il problema della determinazione della resistenza al taglio media disponibile lungo una generica superficie di rottura dipende quindi, per tale materiale, dai rapporti di scala tra volume di terreno interessato, e macrostruttura e presenta carattere di forte anisotropia.

2. In condizioni di scarico, caratterizzate da una diminuzione della tensione efficace di confinamento (esempio problemi di scavo, etc.), il comportamento della formazione risulta meno soddisfacente, in virtù principalmente di un aumento del contenuto d'acqua dell'ammasso. Tale aumento viene indotto dai seguenti processi:

- “Loosening”, ovvero apertura delle fessure; in conseguenza di tale fenomeno il materiale tende a rispondere principalmente in funzione delle caratteristiche delle discontinuità;
- “Swelling”, ovvero aumento di volume (che in presenza d'acqua si traduce in un aumento del contenuto d'acqua naturale) e disgregazione delle scaglie. Il rigonfiamento (“swelling”) può risultare più o meno intenso in relazione:
 - ◇ All'entità del rilascio tensionale;
 - ◇ Alle caratteristiche dei legami diagenetici tra le particelle componenti le scaglie e tra le scaglie stesse;
 - ◇ Alla presenza di minerali argillosi rigonfianti, ovvero in grado di assorbire molecole di acqua nel reticolo cristallino, con conseguente aumento di volume dello stesso.

Sulla base di osservazioni in sito sui meccanismi di disgregazione di alcune argilliti fessurate, Botts [1986] delinea i seguenti tre stadi (vedi anche Cicoletta & Picarelli [1990]):

- ◇ stadio 1 : la disgregazione ha inizio lungo le superfici delle fessure e dei giunti, aperti per effetto del rilascio tensionale;
- ◇ stadio 2 : il fenomeno di disgregazione procede ed il materiale viene ad essere costituito da nuclei ancora integri, circondati da una matrice argillosa rammollita;
- ◇ stadio 3 : il materiale è trasformato in una massa omogenea di argilla completamente rammollita.

- Raggiungimento di stati di sollecitazione che si collocano sulla superficie di plasticizzazione. I percorsi di sollecitazione sulla superficie di plasticizzazione sono in tal caso associati a deformazioni volumetriche plastiche e a conseguente perdita di memoria delle pressioni litostatiche massime subite in passato (vedi ad esempio Calabresi & Scarpelli [1985]).

Processi del genere, di natura irreversibile, hanno modo di svilupparsi più diffusamente nella parte più superficiale della formazione (fascia di alterazione). Essi hanno comunque interessato anche la formazione delle argille scagliose di base, così come viene qui definita, almeno per le profondità di interesse. Anche tale formazione deve pertanto considerarsi alterata ad uno stadio pari a 1.

3. L'irreversibilità dei fenomeni descritti al punto 2 fa sì che il comportamento della formazione dipenda anche dalla storia di carico; ad esempio una fase di carico dopo una fase di scarico può avere una risposta diversa da quella di una fase di solo carico a partire dalle condizioni tensionali naturali.

Nella tabella seguente si riportano i risultati delle prove di laboratorio sui campioni prelevati nei sondaggi interagenti con le rocce.

7.2 APA

7.2.1 Caratteristiche fisiche

La percentuale di frazione fine varia tra 35÷56%.

Il limite liquido è mediamente compreso fra il 28% ed il 35%, mentre il limite plastico è compreso fra il 14% ed il 23%. L'indice di plasticità risulta compreso tra il 16% ed il 19.5%. I materiali sono pertanto classificabili come argille inorganiche da media ad alta plasticità. Il contenuto d'acqua naturale è compreso fra il 5 ed il 9%.

Relativamente al peso di volume naturale (γ_t), i dati disponibili forniscono un valore medio pari a 22.3 kN/m³.

7.2.2 Indici di resistenza

Resistenza al taglio in termini di sforzi totali

Sono disponibili due prove di espansione laterale libera, i cui risultati sono riportati nella tabella seguente:

	SD17	SD18
profondità (m)	22.7	8.5
σ_{max} (kPa)	498	486.7
C_u (kPa)	249	243.35

Non sono disponibili i valori dei pocket.

A favore di sicurezza, si suggerisce di adottare, in sede di progetto, il seguente valore di 245 kPa per la resistenza al taglio non drenata.

Resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci

Sono disponibili due prove di taglio diretto, i cui risultati sono riportati nella tabella seguente:

	SD17	SD17
profondità (m)	9.8	13
ϕ' (°)	20	14
c' (kPa)	21	7

Si suggerisce di adottare, in sede di progetto, i seguenti valori:

$$c' = 7 \div 21 \text{ kPa}$$

$$\phi' = 14^\circ \div 20^\circ$$

7.2.3 Moduli di deformabilità

Nella definizione delle caratteristiche di deformabilità si deve tener presente che la presenza della struttura scagliosa gioca essenzialmente il seguente ruolo:

- 1) In problemi di carico, ove si può ritenere che le tensioni efficaci di confinamento crescano rispetto alla condizione geostatica iniziale, le fessure tendono a serrarsi e la risposta del materiale è soddisfacente.
- 2) In problemi di scarico, ove si può ritenere che le tensioni efficaci di confinamento diminuiscano rispetto alla condizione geostatica iniziale, le fessure tendono ad aprirsi ed i valori dei moduli possono risultare decisamente inferiori rispetto a quelli dei problemi di carico.
- 3) In problemi di ricarico, susseguenti a fasi di scarico, i valori dei moduli risultano inizialmente comparabili con quelli dei problemi di scarico, per poi tendere gradualmente verso quelli dei problemi di carico.

Come già anticipato, l'alterazione delle argille scagliose e il loro rammollimento va nella direzione di uniformare il comportamento del materiale nelle condizioni di carico-scarico.

Per la caratterizzazione del comportamento deformativo del materiale sono stati esaminati i risultati delle misure della velocità delle onde di taglio da prove "cross-

hole”.

Nell'ambito delle profondità di interesse 20 ÷ 30 m i valori del modulo di Young iniziale sono i seguenti:

$$E_0 = 2000 \text{ (MPa)}$$

Con riferimento alle opere autostradali in oggetto possono essere fatte le seguenti assunzioni:

- nel calcolo di opere di sostegno tipo paratie (tirantate e non) il modulo di Young “operativo” E_{op} è pari a 1/3 ÷ 1/5 di quello iniziale;
- nel calcolo dei cedimenti delle fondazioni il modulo di Young “operativo” E_{op} è pari a 1/5 di quello iniziale; i valori di modulo suddetti sono associabili a fondazioni caratterizzate da coefficienti di sicurezza nei confronti della rottura $\gg 3$ e da cedimenti inferiori a $0.01 \cdot B$, essendo B la dimensione minore della fondazione;
- nel calcolo dei cedimenti dei rilevati il modulo di Young “operativo” E_{op} è pari a 1/10 di quello iniziale.

7.2.4 Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica

Sulla base di quanto presentato e discusso nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici del materiale APA prevalenti nella tratta in esame.

APA	
γ_t (kN/m ³)	22
φ' (°)	14° ÷ 20°
c' (kPa)	7 ÷ 21
c_u (kPa)	245
k_o (-)	0.657
V_s (m/sec)	580
E₀ (MPa)	2000

Simbologia:

γ_t = peso di volume naturale;

φ' = angolo di attrito operativo;

c' = coesione efficace;

c_u = resistenza al taglio non drenata;

k_o = coefficiente di spinta del terreno a riposo;

V_s = velocità di propagazione delle onde di taglio;

E_o = modulo elastico iniziale.

7.3RT1 e RT2

7.3.1 Caratteristiche fisiche

La percentuale di frazione fine varia tra 34÷86%.

Il limite liquido è mediamente compreso fra il 35% ed il 50%, mentre il limite plastico è compreso fra il 19% ed il 27%. L'indice di plasticità risulta compreso tra il 13% ed il 24%. I materiali sono pertanto classificabili come argille inorganiche di media plasticità. Il contenuto d'acqua naturale è compreso fra il 13% ed il 16%.

Relativamente al peso di volume naturale (γ_t), i dati disponibili forniscono un valore medio pari a 21.26 kN/m³.

7.3.2 Indici di resistenza

Resistenza al taglio in termini di sforzi totali

Sono disponibili cinque prove di espansione laterale libera, i cui risultati sono riportati nella tabella seguente:

	SD23	SD22	SD22	SD21	SD21
profondità (m)	25.6	19.0	24.6	11.8	18.8
σ_{max} (kPa)	477	1028.2	500.2	514	129
C_u (kPa)	238.5	514.1	250.1	257	64.5

Non sono disponibili i valori dei pocket.

La resistenza al taglio in termini di sforzi totali è variabile fra 64 ÷ 510 kPa.

Resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci

Sono disponibili due prove di taglio diretto, i cui risultati sono riportati nella tabella seguente:

	SD23	SD21
profondità (m)	18.6	26.0
ϕ' (°)	25	23
c' (kPa)	11	20

Si suggerisce di adottare, in sede di progetto, i seguenti valori:

$$c' = 11 \div 20 \text{ kPa}$$

$$\phi' = 23^\circ \div 25^\circ$$

7.3.3 Moduli di deformabilità

Il modulo di Young corrispondente al 50% della tensione a rottura estrapolato dalle prove ad espansione laterale libera operato in corrispondenza del provino al sondaggio alla profondità di 26 m è pari a 19.7 MPa.

7.3.4 Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica

Sulla base di quanto presentato e discusso nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici dei materiali RT1 e RT2 prevalenti nella tratta in esame.

RT1 e RT2	
γ_t (kN/m ³)	21
ϕ' (°)	23 ÷ 25
c' (kPa)	11 ÷ 20
c_u (kPa)	265±160
k_o (-)	0.33±0.6
$E_{tang(50\%)}$ (MPa)	19.7

Simbologia:

γ_t = peso di volume naturale;

φ' = angolo di attrito operativo;

c' = coesione efficace;

c_u = resistenza al taglio non drenata;

k_o = coefficiente di spinta del terreno a riposo;

V_s = velocità di propagazione delle onde di taglio;

$E_{\text{tang}(50\%)}$ = modulo elastico da prove ad espansione laterale libera.

7.4ACC

7.4.1 Caratteristiche fisiche

Relativamente al peso di volume naturale (γ_t), i dati disponibili forniscono un valore medio pari a 24.26 kN/m³.

7.4.2 Indici di resistenza

Resistenza al taglio in termini di sforzi totali

Sono disponibili tre prove di espansione laterale libera, i cui risultati sono riportati nella tabella seguente:

	SD18	SD19	SD19
profondità (m)	28.4	17.6	25.6
σ_{max} (kPa)	380	210	310
C_u (kPa)	190	105	155

Non sono disponibili i valori dei pocket.

La resistenza al taglio in termini di sforzi totali è variabile fra 105 ÷ 190 kPa.

Resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci

È disponibile una prova di taglio diretto, i cui risultati sono riportati nella tabella seguente:

	SD18
profondità (m)	26.6
ϕ' (°)	25
c' (kPa)	7

7.4.3 Moduli di deformabilità

Il modulo di Young corrispondente al 50% della tensione a rottura estrapolato dalle prove ad espansione laterale libera è riportato nella seguente tabella:

	SD18	SD19	SD19
profondità (m)	28.4	17.6	25.6
$E_{tang(50\%)}$ (MPa)	330	30	130

7.4.4 Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica

Sulla base di quanto presentato e discusso nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici del materiale ACC prevalenti nella tratta in esame.

ACC	
γ_t (kN/m ³)	24
ϕ' (°)	25
c' (kPa)	7
c_u (kPa)	150±40
$E_{tang(50\%)}$ (MPa)	160±130

Simbologia:

γ_t = peso di volume naturale;

φ' = angolo di attrito operativo;

c' = coesione efficace;

c_u = resistenza al taglio non drenata;

$E_{\text{tang}(50\%)}$ = modulo elastico da prove ad espansione laterale libera.

7.5BAM

7.5.1 Caratteristiche fisiche

La percentuale di frazione fine varia tra 69÷78%.

Il limite plastico è compreso fra il 25% ed il 26%. L'indice di plasticità risulta compreso tra 13.9% ed il 14%.

Relativamente al peso di volume naturale (γ_t), i dati disponibili forniscono un valore medio pari a 22.36 kN/m³.

7.5.2 Indici di resistenza

Resistenza al taglio in termini di sforzi totali

Sono disponibili due prove di espansione laterale libera, i cui risultati sono riportati nella tabella seguente:

	SD23bis	SD24
profondità (m)	32.3	22
σ_{max} (kPa)	374	937
C_u (kPa)	187	468.5

Non sono disponibili i valori dei pocket.

7.5.3 Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica

Sulla base di quanto presentato e discusso nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici del materiale BAM prevalenti nella tratta in esame.

BAM	
γ_t (kN/m ³)	22
c_u (kPa)	300±150

Simbologia:

γ_t = peso di volume naturale;

c_u = resistenza al taglio non drenata.

7.6 RCH

7.6.1 Caratteristiche fisiche

La percentuale di frazione fine varia tra 60÷76%.

Il limite liquido è mediamente compreso fra il 33% ed il 39%, mentre il limite plastico è compreso fra il 20% ed il 24%. L'indice di plasticità risulta compreso tra 14% ed il 16%.

Relativamente al peso di volume naturale (γ_t), l'unico dato disponibile (sondaggio SD24ter prof. 22.75 m) fornisce un valore pari a 21.37 kN/m³.

7.6.2 Indici di resistenza

Resistenza al taglio in termini di sforzi totali

È disponibile una prova di espansione laterale libera, i cui risultati sono riportati nella tabella seguente:

	SD24ter
profondità (m)	22.75
σ_{max} (kPa)	194.9
C_u (kPa)	97.45

Non sono disponibili i valori dei pocket.

7.6.3 Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica

Sulla base di quanto presentato e discusso nella tabella seguente vengono riassunti i parametri medi caratteristici del materiale RCH prevalenti nella tratta in esame.

RCH	
γ_t (kN/m ³)	21
c_u (kPa)	97

Simbologia:

γ_t = peso di volume naturale;

c_u = resistenza al taglio non drenata.

8.CARATTERISTICHE DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI E DELLE FONDAZIONI STRADALI IN TRINCEA

Nella campagna di indagini sono stati realizzati i pozzetti esplorativi lungo il tracciato in esame riportati in **Tabella 3-3** e **Tabella 3-4**.

All'interno dei pozzetti geognostici esplorativi sono state eseguite prove di carico su piastra, al fine di determinare le caratteristiche di deformabilità dei terreni nei primi metri di profondità ed eseguite prove di densità in sito.

Le Norme Tecniche del Capitolato Speciale d'Appalto Autostrade relative alla formazione dei piani di posa dei rilevati e della pavimentazione autostradale in trincea prescrivono quanto segue:

«Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione M_d al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà risultare non inferiore a:

60 MPa: nell'intervallo compreso tra 1,5÷2,5 daN/cm² sul piano di posa della fondazione della pavimentazione autostradale in rilevato, in trincea e nel riempimento dell'arco rovescio in galleria;

20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,5÷1,5 daN/cm² sul piano di posa del rilevato quando posto a 1,00 m da quello della fondazione della pavimentazione autostradale;

15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,5÷1,5 daN/cm² sul piano di posa del rilevato quando posto a 2,00 m da quello della fondazione della pavimentazione autostradale.

La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare.

Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti sia totali che differenziali e del loro decorso nel tempo.

Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno ritenersi rappresentative, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli; si fa esplicito riferimento a quei materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) per i

quali la determinazione del modulo di deformazione sarà affidata a prove speciali (edometriche, di carico su piastra in condizioni sature, ecc.).

Il conseguimento dei valori minimi di deformabilità sopra indicati sarà ottenuto compattando il fondo dello scavo mediante rullatura eseguita con mezzi consoni alla natura dei terreni in posto.

Laddove le peculiari caratteristiche dei terreni in posto (materiali coesivi o semicoesivi, saturi o parzialmente saturi) rendessero inefficace la rullatura, la Direzione Lavori, sentito il Progettista, procederà ad un intervento di bonifica con l'impiego di materiali idonei adeguatamente miscelati e compattati.

A rullatura eseguita la densità in sito dovrà risultare come segue:

- almeno pari al 90% della densità massima AASHTO mod.T/180-57, sul piano di posa dei rilevati;
- almeno pari al 95% della densità massima AASHTO mod.T/180-57 sul piano di posa della fondazione della pavimentazione autostradale in trincea.»

Il limite minimo di M_d pari a 60 MPa è richiesto sul piano di posa della fondazione della pavimentazione autostradale in rilevato, in trincea e nel riempimento dell'arco rovescio in galleria, determinata sul piano di posa in opera della stessa, riferito al campo di pressioni tra 150 e 250 kN/m² (1,5÷2,5 daN/cm²).

Sulla base dei dati disponibili, si può osservare che generalmente i valori dei moduli di deformazione al primo ciclo di carico e in un intervallo di carico compreso tra 50 e 150 kN/m² (0,5÷1,5 daN/cm²), risultano inferiori a 20 MPa (solo in pochi casi $M_d > 20$ MPa), cioè inferiori ai requisiti richiesti dalle Norme Tecniche nel caso in cui la fondazione della pavimentazione stradale sia su rilevato di altezza inferiore ad un metro.

Nel caso in esame, i terreni che presentano, in un intervallo di carico compreso tra 50 e 150 kN/m², valori del modulo di deformazione modesti (inferiori a 15 MPa), risultano accettabili solamente per rilevati di altezza superiore a 2 m (sempre che siano rispettate anche le verifiche per stabilità e cedimenti). In linea di massima, per rilevati alti, la compattazione del fondo scavo dovrebbe consentire di rispettare i requisiti delle Norme Tecniche. Per quanto riguarda invece i terreni che hanno presentato valori del modulo di deformazione M_d , nell'intervallo di carico

compreso tra 50 e 150 KN/m², maggiori di 15 MPa, previo scotico superficiale, rispetteranno i requisiti richiesti dalle Norme Tecniche.

Per rilevati di altezze inferiori a 2 m sarà necessaria, qualora non si raggiungessero per compattazione i moduli richiesti dalle Norme Tecniche, l'adozione di un trattamento di stabilizzazione a calce di fondazione (vedi capitolo 9).

Si riportano nella tabella seguente i risultati delle prove di carico su piastra eseguite nei pozzetti presenti lungo il tracciato e riferiti al primo ciclo di carico.

**Tabella 8.1: Riepilogo prove di carico su piastra eseguite nei pozzetti stratigrafici
(campagna d'indagine 2010)**

Sigla	Progr. (km)		Profondità (m)	Modulo di deformazione Md1 (MPa) tra 50 e 150 kPa
PZD7	5+580	lotto 2 parte 5	0,50	17,60
			1,00	6,10
PZD6	5+200	lotto 2 parte 5	0,50	18,60
PZD5	4+750	lotto 2 parte 5	0,50	24,20
			1,00	5,10
PZD4	4+230	lotto 2 parte 5	0,50	23,80
			1,00	40,30
PZD3	1+523	lotto 2 parte 5	0,50	40,00
			1,00	34,10
PZD4	1+240	lotto 2 parte 5	0,50	36,10
			1,00	24,60
PZD5	23+074	lotto 2 parte 3	0,50	21,10
			1,00	24,40
PZD5bis	22+350	lotto 2 parte 3	0,50	56,60
			1,00	45,50
PZD8	21+700	lotto 2 parte 3	0,50	15,20
			1,00	13,20
PZD9	20+570	lotto 2 parte 3	0,50	47,60
			1,00	22,10
PZD10	19+900	lotto 2 parte 3	0,50	46,20
			1,00	41,70
PZD10bis	18+756	lotto 2 parte 3	0,50	71,40
			1,00	57,70
PZD11	18+280	lotto 2 parte 3	0,50	38,50
			1,00	26,30
PZD12	18+000	lotto 2 parte 3	0,50	38,00
			1,00	32,60

PZD13	17+950	lotto 2 parte 3	0,50	39,50
			1,00	30,90
PZD15	17+660	lotto 2 parte 3	0,50	19,00
			1,00	22,70
PZD17	17+335	lotto 2 parte 3	0,50	33,70
			1,00	35,30
PZD18	16+635	lotto 2 parte 3	0,50	26,50
			1,00	39,50
PZD19	16+030	lotto 2 parte 3	0,50	18,00
			1,00	7,30
PZD20	15+255	lotto 2 parte 3	0,50	20,70
			1,00	26,30
PZD20bis	14+350	lotto 2 parte 3	0,50	18,60
			1,00	25,20
PZD21	13+725	lotto 2 parte 3	0,50	25,20
			1,00	26,50
A2-T1	13+100	lotto 2 parte 3	0,50	9,00
PZD22	12+850	lotto 2 parte 3	0,50	28,80
			1,00	10,70
PZD51	12+218	lotto 2 parte 3	0,50	15,23
			1,00	17,14
PZD52	11+442	lotto 2 parte 3	0,50	10,53
			1,00	17,65
PZD53	11+120	lotto 2 parte 3	0,50	7,28
			1,00	16,95
PZD54	10+833	lotto 2 parte 3	0,50	8,93
			1,00	16,22
PZD55	10+050	lotto 2 parte 3	0,50	10,07
			1,00	10,71
PZD56	9+018	lotto 2 parte 3	0,50	16,67
A2-T2	8+161	lotto 2 parte 3	0,50	65,00
PZD57	7+850	lotto 2 parte 3	0,50	17,14
			1,00	15,79
PZD58	6+670	lotto 2 parte 3	0,50	39,47
			1,00	31,25
PZD59	6+382	lotto 2 parte 3	0,50	31,58
			1,00	27,27
PZD60	5+550	lotto 2 parte 3	0,50	53,57
PZD61	5+233	lotto 2 parte 3	0,50	42,00
PZD62	3+750	lotto 2 parte 3	0,50	19,23
			1,00	1,67
PZD63	3+072	lotto 2 parte 3	0,50	21,90
			1,00	17,54

PZD64	2+180	lotto 2 parte 3	0,50	/
PZD65	1+410	lotto 2 parte 3	0,50	40,00
			1,00	30,00
PZD66	26+920	lotto 2 parte 3	0,50	26,34
			1,00	23,44
A2-T4	0+550	lotto 2 parte 3	0,50	48,00
PZD67	0+250	lotto 2 parte 3	0,50	/
PZD68	26+054	lotto 2 parte 11	0,50	35,29
			1,00	18,18
PZD69	25+297	lotto 2 parte 11	0,50	38,26
			1,00	15,38
A2-T5	22+580	lotto 2 parte 1	0,50	39,00
PZD73	22+220	lotto 2 parte 11	0,50	15,79
			1,00	28,30
PZD75	21+070	lotto 2 parte 11	0,50	27,27
			1,00	30,00
PZD76	20+210	lotto 2 parte 11	0,50	35,29
			1,00	46,88
A2-T6	18+900	lotto 2 parte 1	0,50	136,00
PZD78	18+774	lotto 2 parte 11	0,50	27,27
			1,00	35,29
PZD79	17+800	lotto 2 parte 11	0,50	21,43
			1,00	26,09
PZD101	17+590	lotto 2 parte 11	0,50	10,90
			1,00	13,62
PZD102	15+580	lotto 2 parte 11	0,50	22,29
			1,00	28,84
PZD103	15+988	lotto 2 parte 11	0,50	84,06
			1,00	46,70
PZD104	15+440	lotto 2 parte 11	0,50	12,52
			1,00	10,25
A2-T7	14+688	lotto 2 parte 1	0,50	21,00
PZD105	14+200	lotto 2 parte 11	0,50	62,60
			1,00	15,65
PZD106	13+740	lotto 2 parte 11	0,50	21,63
			1,00	13,56
PZD107	13+250	lotto 2 parte 11	0,50	16,25
			1,00	13,75
PZD108	12+888	lotto 2 parte 11	0,50	28,29
			1,00	17,62
PZD109	12+466	lotto 2 parte 11	0,50	21,95
			1,00	18,86

PZD109 bis	12+040	lotto 2 parte 11	0,50	19,83
PZD110 bis	11+830	lotto 2 parte 11	0,50	38,71
			1,00	13,68
PZD110 ter	11+635	lotto 2 parte 11	0,50	19,88
			1,00	19,23
PZD110 quater	11+188	lotto 2 parte 11	0,50	32,69
			1,00	7,95
PZD111	10+750	lotto 2 parte 11	0,50	16,25
			1,00	7,99
PZD112	10+286	lotto 2 parte 11	0,50	6,49
A2-T8	10+110	lotto 2 parte 1	0,50	16,00
PZD113	9+720	lotto 2 parte 11	0,50	12,06
			1,00	11,72
PZD114	9+165	lotto 2 parte 11	0,50	30,02
			1,00	13,94
PZD115	8+995	lotto 2 parte 11	0,50	15,32
			1,00	16,62
PZD116	8+625	lotto 2 parte 11	0,50	45,97
			1,00	11,77
PZD117	8+270	lotto 2 parte 11	0,50	17,31
			1,00	16,16
PZD118	8+145	lotto 2 parte 1	0,50	7,95
PZD119	7+939	lotto 2 parte 11	0,50	27,24
			1,00	14,93
PZD120	7+780	lotto 2 parte 11	0,50	26,27
			1,00	14,21
PZD121	7+350	lotto 2 parte 11	0,50	32,69
			1,00	21,47
PZD122	6+760	lotto 2 parte 11	0,50	21,16
			1,00	17,72
PZD123	6+610	lotto 2 parte 11	0,50	28,02
			1,00	34,21
PZD124	6+155	lotto 2 parte 11	0,50	20,72
			1,00	49,03
PZD125	5+349	lotto 2 parte 1	0,50	56,58
PZD126	5+012	lotto 2 parte 11	0,50	84,06
			1,00	36,32
PZD127	4+060	lotto 2 parte 11	0,50	22,63
			1,00	11,81
PZD128	3+409	lotto 2 parte 1	0,50	33,06
			1,00	47,45
PZD130	3+140	lotto 2 parte 1	0,50	18,05

PZD129	3+062	lotto 2 parte 1	0,50	28,29
			1,00	9,34
PZD131	2+720	lotto 2 parte 1	0,50	13,02
			1,00	10,94
PZD132	2+050	lotto 2 parte 1	0,50	61,29
			1,00	20,86
PZD133	1+960	lotto 2 parte 1	0,50	39,76
			1,00	24,31
PZD134	1+460	lotto 2 parte 1	0,50	26,74
			1,00	21,01
A2T10	1+230	lotto 2 parte 1	0,50	27,00

8.1 Bonifiche

Si prevede, ovunque, lo scotico dei primi 20 cm di materiale vegetale.

La dove i valori di carico su piastra e le altezze di rilevato non rispettino i limiti riportati al capitolo precedente, sarà necessario bonificare il terreno.

In linea generale la bonifica sarà così strutturata: 60 cm di bonifica (di cui i primi 30 cm a calce in sito ed i restanti 30 cm di sostituzione), oltre ai soliti 20 cm di scotico.

Localmente, sulla base delle migliori caratteristiche dei terreni, tali spessori di bonifica potrebbero risultare eccessivi e quindi essere ricondotti al solo scotico.

Invece, nei tratti dove il tracciato è previsto in rilevato sui terreni appartenenti ai depositi alluvionali, i suddetti spessori di bonifica dovranno essere comunque rispettati e, se necessario, incrementati.

Sulla base dei dati ad oggi disponibili, si può stimare che il trattamento di stabilizzazione interesserà una percentuale pari a circa il **40% del tracciato totale** analizzato.

9. MATERIALI DA COSTRUZIONE

Come desumibile dagli elaborati geotecnici e geologici allegati al progetto e dai rilievi di superficie, l'opera si svilupperà su terreni costituiti prevalentemente da sabbie limose, sabbie argillose e limi argillosi. I modesti scavi previsti per l'ampliamento dei tratti in trincea interesseranno prevalentemente terreni costituiti da sabbie argillose e limi argillosi, localmente debolmente ghiaiosi.

Poiché i volumi di scavo risultano inferiori a quelli di rilevato, sarà necessario prevedere il riutilizzo completo dei terreni scavati.

Sulla base dei dati disponibili sulle caratteristiche dei terreni prelevati nei primi metri di profondità con i sondaggi e con i pozzetti (in particolare quelli realizzati in zona di scavo), i terreni scavati non risultano sempre idonei per il riutilizzo diretto come materiale da rilevato.

Per essi si dovrà prevedere in molti casi un intervento di stabilizzazione che potrà essere eseguito con trattamento a calce, a seconda delle locali caratteristiche geotecniche.

La coltre vegetale pedogenizzata, che verrà asportata ovunque, potrà essere comunque riutilizzabile per il rinverdimento delle scarpate.

Per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche dei materiali costituenti i rilevati, l'accettazione è subordinata, oltre alle prove prescritte dai Capitolati, all'esecuzione di specifiche e preliminari prove di taglio diretto eseguite su detti materiali (realizzate su provini ricostituiti in laboratorio e portati allo stato di addensamento pari a quello stabilito dai Capitolati).

Il materiale potrà essere impiegato qualora le ipotesi, in termini di resistenza al taglio, avanzate in fase di progettazione siano confermate oppure se le successive analisi di stabilità globale conservino i margini di sicurezza prescritti dalla Vigente Normativa (NTC 2008). La frequenza delle sopraccitate prove è prevista in 1 prova ogni 5000 mc di rilevato, fatte salve l'omogeneità e l'uniformità dei materiali impiegati.

10. TRINCEE E RILEVATI

10.1 Rilevati

Sono state esaminate le condizioni di stabilità ed i cedimenti dei rilevati nelle condizioni più critiche presenti lungo il tracciato.

I tabulati di calcolo sono riportati in Appendice A.

10.1.1 Caratterizzazione stratigrafico-geotecnica

I rilevati saranno realizzati con pendenza delle scarpate $b/h = 7/4$ e con interposizione di una banca di larghezza 2 m ogni 5 m di altezza.

Come riportato al paragrafo 6.6 per i materiali dei rilevati esistenti si possono assumere i seguenti parametri geotecnici caratteristici:

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi' = 32^\circ$$

$$c' = 0$$

Per i materiali dei rilevati di nuova realizzazione sono stati assunti i seguenti parametri geotecnici caratteristici:

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi' = 38^\circ$$

$$c' = 0$$

Per i terreni di fondazione dei rilevati sono stati assunti parametri di resistenza, desunti dai risultati dell'insieme delle indagini eseguite, con particolare riferimento alle indagini presenti in corrispondenza delle sezioni esaminate.

Le situazioni più significative si hanno alle seguenti progressive:

- In corrispondenza della progressiva lotto 2 parte 1 km 22+520, sezione 1251 è previsto l'ampliamento da entrambi i lati del rilevato esistente, con una altezza massima di poco superiore ai 11.1 m, su depositi alluvionali terrazzati: sabbie medio fini alternate a ghiaie (P1);

- In corrispondenza della progressiva lotto 2 parte 3 km 10+772, sezione 575 è previsto l'ampliamento del rilevato esistente, con un'altezza massima di 8.6 m, sui depositi alluvionali recenti (A).

Nelle verifiche si è tenuto conto della presenza di una superficie piezometrica a quote prossime a quelle del piano di campagna.

10.1.2 Stabilità

Sono state esaminate le condizioni di stabilità sia in fase di esercizio, sia in fase sismica. In corrispondenza del piano viabile è stata considerata la presenza di un sovraccarico accidentale pari a 26 kPa in condizioni di esercizio (azioni A2) ed a 20 kPa in condizioni sismiche (azioni unitarie). In tutti i casi esaminati i coefficienti di sicurezza minimi ottenuti risultano superiori a quanto richiesto dalla normativa di riferimento (vedi Appendice A).

Per il rilevato alla progr lotto 2 parte 1 km 22+520, sezione 1251, la stabilità è garantita con coefficienti di sicurezza minimi pari, rispettivamente, a $F_s = 1.285$ (statica) e $F_s = 1.210$ (sisma).

Per il rilevato alla progr lotto 2 parte 3 km 10+772, sezione 575, la stabilità è garantita con coefficienti di sicurezza minimi pari, rispettivamente, a $F_s = 1.353$ (statica) e $F_s = 1.293$ (sisma).

10.1.3 Cedimenti

Sono stati valutati i cedimenti dei rilevati in corrispondenza delle sezioni più significative, nei confronti dell'altezza del rilevato e dello spessore dei materiali compressibili.

In Appendice B sono riportati i tabulati di calcolo.

I cedimenti, calcolati con la metodologia descritta in appendice, hanno fornito valori dell'ordine massimo di circa 9.0 cm (intesi come differenza fra il cedimento del nuovo rilevato ed il cedimento già scontato dal rilevato esistente).

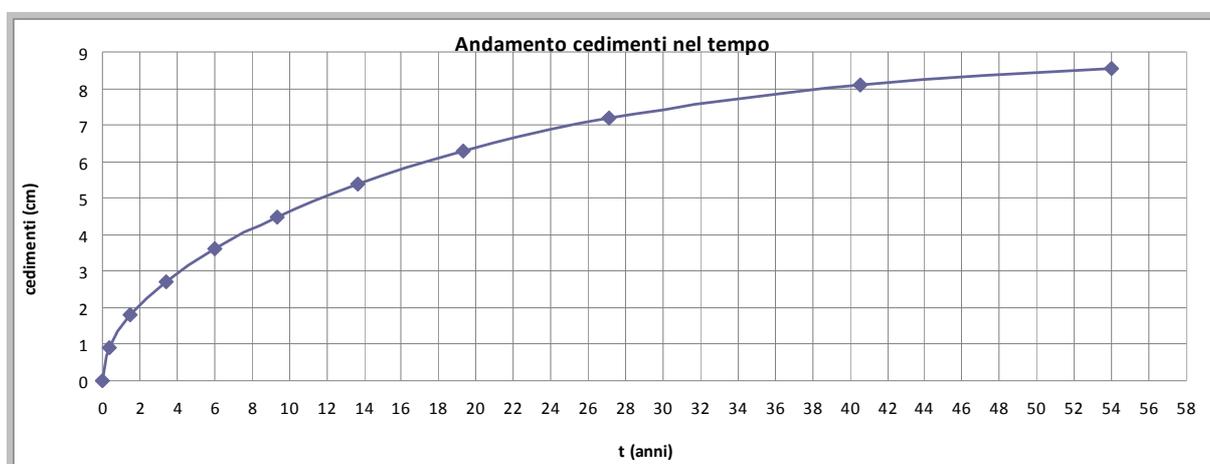
Trattandosi di materiali poco permeabili, i cedimenti così stimati sono da considerarsi "di consolidazione". Dati i modesti valori di permeabilità e, nelle

situazioni più critiche, gli elevati spessori, tali cedimenti si esauriranno in tempi lunghi, dell'ordine dei 50 – 100 anni.

Considerando il rilevato in allargamento progressiva lotto 2 parte 3 km 10+772, sezione 575 fondato su materiale coesivo (cedimento di circa 9.0 cm), facendo riferimento ai risultati delle prove di laboratorio sui campioni indisturbati prelevati, assumendo un valore medio del coefficiente di consolidazione primaria pari a $c_v = 1.05 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{sec}$ e percorsi di consolidazione pari a metà dello spessore massimo dello strato coesivo (lo strato sottostante è di natura granulare), si stima che i cedimenti si esauriranno in circa 60 anni. Inoltre si stima che nei primi 12 mesi verrà scontato un cedimento di circa il 16% e cioè di circa 1.5 cm.

Poiché la quota del cedimento totale che si esaurirà in un anno, stimata cautelativamente in relazione al primo anno, risulta molto contenuta, essa potrà essere recuperata attraverso le normali operazioni di manutenzione ordinaria dell'infrastruttura stradale.

Di seguito si riporta l'andamento dei cedimenti nel tempo.



Con riferimento ai cedimenti secondari, che si manifesteranno al termine del processo di consolidazione primaria, si sottolinea che dati i bassi valori del coefficiente di consolidazione secondaria (pari mediamente a $c_{\alpha} = 2.15 \times 10^{-3}$) si avranno valori praticamente trascurabili di tale aliquota del cedimento nel tempo (dell'ordine del centimetro a 100 anni).

10.2 Trincee

Sono state esaminate le condizioni di stabilità dei tagli stradali con scarpate libere più alte previsti lungo il tracciato.

I tabulati di calcolo sono riportati in Appendice A.

10.2.1 Caratterizzazione stratigrafico-geotecnica

Sono state esaminate le situazioni più critiche nei diversi terreni presenti lungo il tracciato ed in particolare:

- In corrispondenza della progressiva lotto 2 parte 5 km 0+880, sezione n° 48, dove è previsto un taglio di altezza massima di 11.5 m, realizzato entro depositi continentali e retro costieri, depositi alluvionali terrazzati: sabbie medio fini alternate a ghiaie (P1), con pendenza delle scarpate $b/h = 2.5/1$ con banche intermedie di larghezza pari a 2,5 m ogni 5 m di altezza. Nella verifica si è tenuto conto del verosimile andamento della superficie piezometrica;
- In corrispondenza della progressiva lotto 2 parte 5 km 2+320, sezione n° 123, dove è previsto un taglio di altezza massima di 6.6 m, realizzato entro le alluvioni antiche, limi e argille (Aa), con pendenza delle scarpate $b/h = 2.5/1$ con banche intermedie di larghezza pari a 2,5 m ogni 5 m di altezza. Nella verifica si è tenuto conto del verosimile andamento della superficie piezometrica.

10.2.2 Stabilità

Sono state esaminate le condizioni di stabilità sia in fase di esercizio, sia in fase sismica. In tutti i casi esaminati i coefficienti di sicurezza minimi ottenuti risultano superiori a quanto richiesto dalla normativa di riferimento (vedi Appendice A).

Per il taglio alla progr lotto 2 parte 5 km 0+880, sezione n° 48, la stabilità è garantita con coefficienti di sicurezza minimi pari, rispettivamente, a $F_s = 1.156$ (statica) e $F_s = 1.105$ (sisma).

Per il taglio alla progr lotto 2 parte 5 km 2+320, sezione n° 123, la stabilità è garantita con coefficienti di sicurezza minimi pari, rispettivamente, a $F_s = 1.692$ (statica) e $F_s = 1.587$ (sisma).

11. APPENDICE A – VERIFICHE DI STABILITA' DI TAGLI E RILEVATI

11.1 Metodologia di calcolo

Per le verifiche è stato fatto riferimento al testo delle "Norme Tecniche per le Costruzioni 2008", assumendo, nell'analisi sismica pseudo-statica, i coefficienti sismici orizzontale e verticale della categoria di sottosuolo (vedi paragrafo 4.3) relativa ad ognuno dei casi esaminati.

Per le verifiche di stabilità è stata rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove:

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

R_d = valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Le verifiche sono state effettuate secondo l'Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2) in cui:

- A2: I coefficienti parziali per i carichi permanenti sono da considerarsi pari a $\gamma_{G1}=1$ mentre quelli per i carichi variabili sono da considerarsi pari a $\gamma_{Q1}=1.3$ in condizioni statiche e $\gamma_{Q1}=1.0$ in condizioni sismiche;
- M2: I coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno sono pari rispettivamente a:

Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	M2
$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,25
c'_k	$\gamma_{c'}$	1,25
γ	γ_{γ}	1

- R2: Il coefficiente parziale per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo è da considerarsi pari a $\gamma_R= 1.1$.

Pertanto nelle verifiche di stabilità, per i terreni interessati dallo scavo, sono stati considerati i seguenti parametri geotecnici parzializzati:

Terreno	Peso di volume naturale γ (kN/m³)	Angolo di attrito caratteristico φ'_k (°)	Angolo di attrito parzializzato φ' (°)	Coesione drenata caratteristica c'_k (kPa)	Coesione drenata parzializzata c' (kPa)
Aa1	20.5	25÷27	20.45÷22.17	12÷18	9.6÷14.4
P1	20	34÷36	28.35÷30.16	0	0
A1	20	24÷26	19.60÷21.31	11÷17	8.8÷13.6
Rilevato esistente	20	32	26.56	0	0
Rilevato di ampliamento	20	38	32	0	0

Le analisi di stabilità globale sono state eseguite utilizzando un metodo all'equilibrio limite (Bishop,1955), considerando superfici di scorrimento a direttrice circolare.

Nei tabulati di calcolo di verifica della stabilità si riportano le caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dalla verifica, le caratteristiche geometriche degli stessi, la superficie piezometrica, i parametri di definizione delle superfici di scorrimento esaminate, i coefficienti sismici adottati ed i fattori di sicurezza minimi risultanti dai calcoli.

In ogni verifica viene evidenziata la superficie caratterizzata dal coefficiente di sicurezza minimo.

11.2 Tabulati tagli

Sezione 123 - Sisma***Slide Analysis Information*****Document Name**

File Name: lotto 2 parte 5 sezione 123 sisma

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10
Minimum Elevation: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.0204
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.0102

Material Properties

Material: Aa1
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20.5 kN/m³
Cohesion: 9.6 kPa
Friction Angle: 20.45 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.587210

Center: 5.659, 14.919

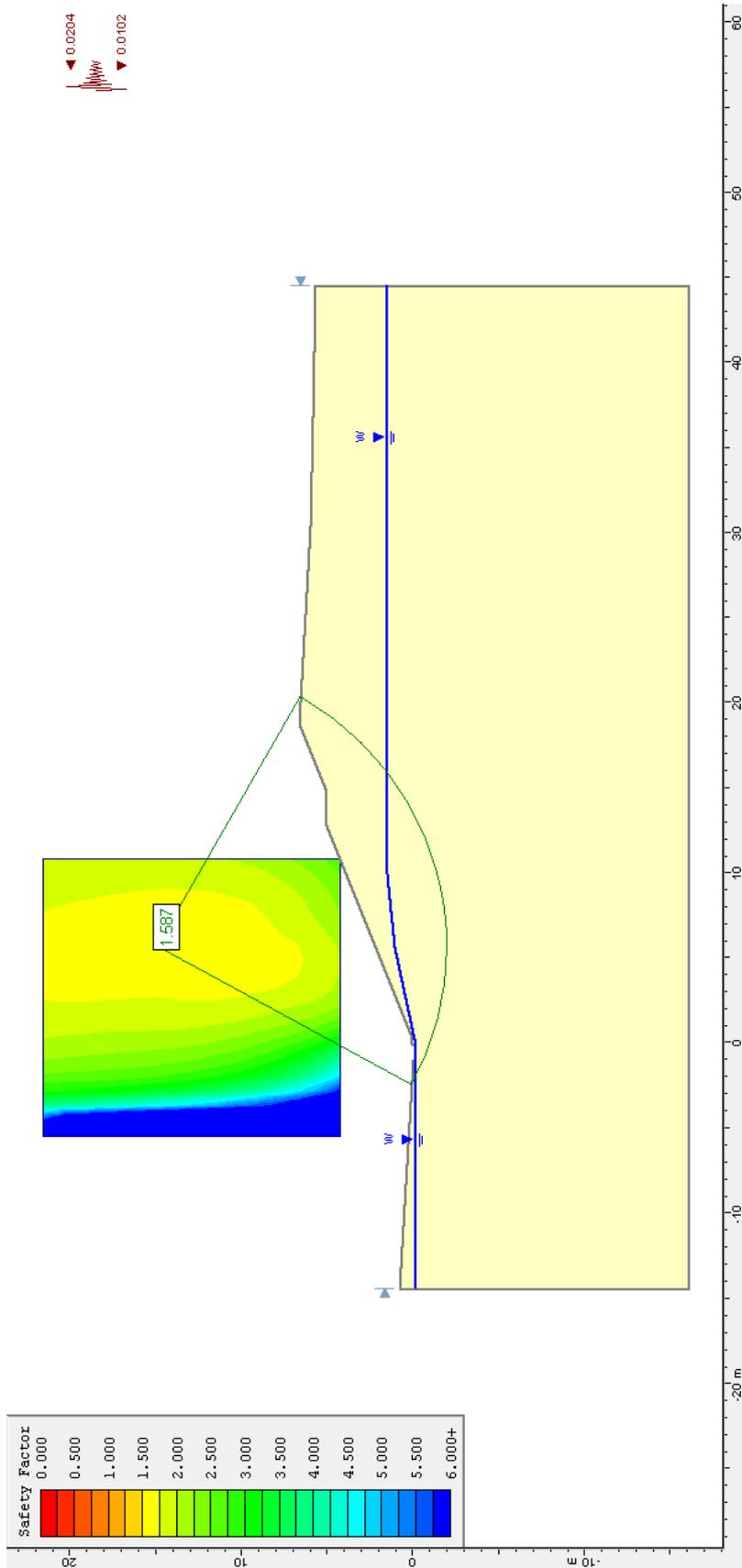
Radius: 16.979

Left Slip Surface Endpoint: -2.507, 0.033

Right Slip Surface Endpoint: 20.393, 6.481

Resisting Moment=12470.5 kN-m

Driving Moment=7856.9 kN-m



Sezione 123 - Statica***Slide Analysis Information*****Document Name**

File Name: lotto 2 parte 5 sezione 123 statica

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10
Minimum Elevation: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack

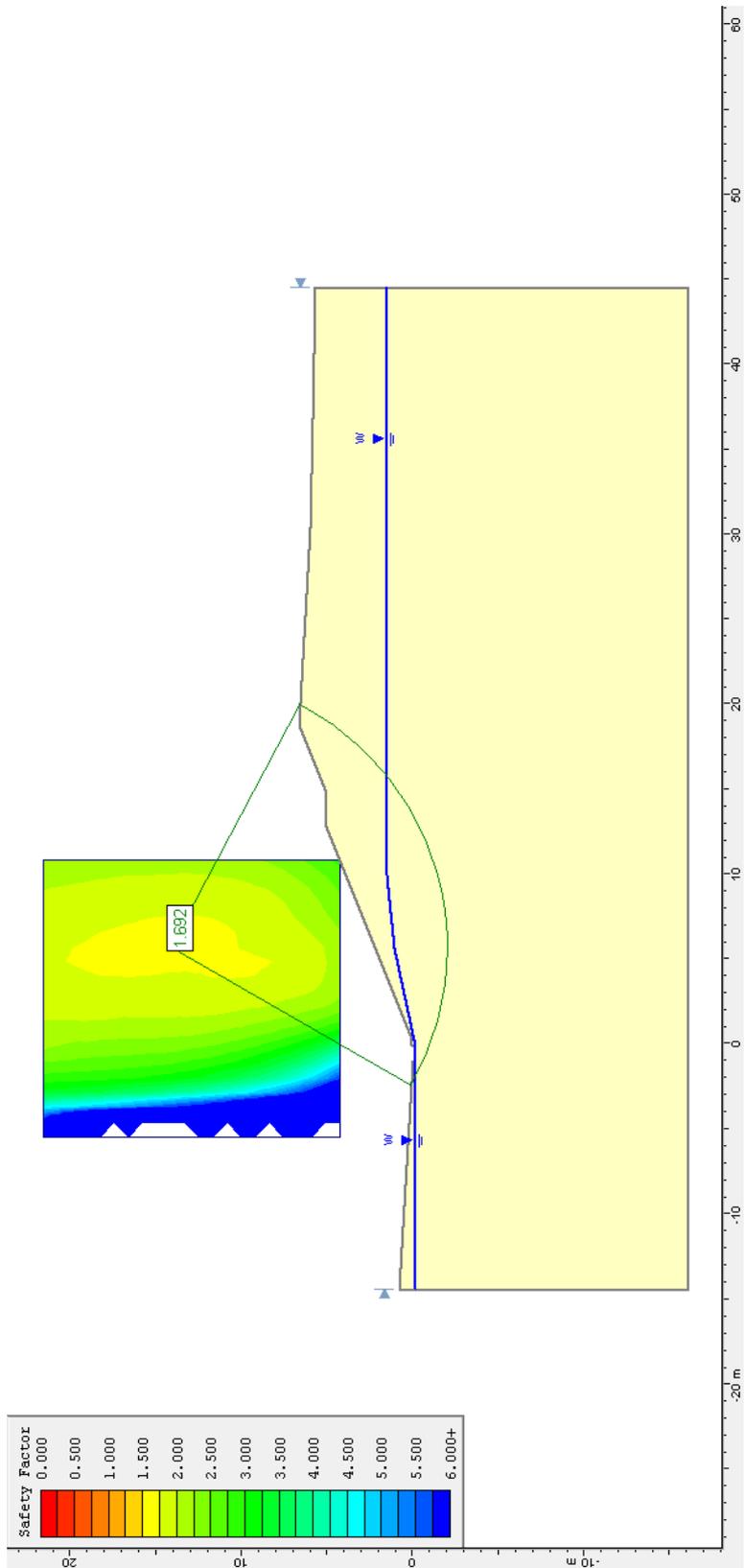
Material Properties

Material: Aa1
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20.5 kN/m³
Cohesion: 9.6 kPa
Friction Angle: 20.45 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Global Minimums

Method: bishop simplified
FS: 1.691800
Center: 5.659, 14.096
Radius: 16.243

Left Slip Surface Endpoint: -2.464, 0.030
Right Slip Surface Endpoint: 20.017, 6.501
Resisting Moment=11743.8 kN-m
Driving Moment=6941.57 kN-m



Sezione 48 - Sisma***Slide Analysis Information*****Document Name**

File Name: lotto 2 parte 5 sezione 48 sisma

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Left to Right
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10
Minimum Elevation: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.0204
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.0102

Material Properties

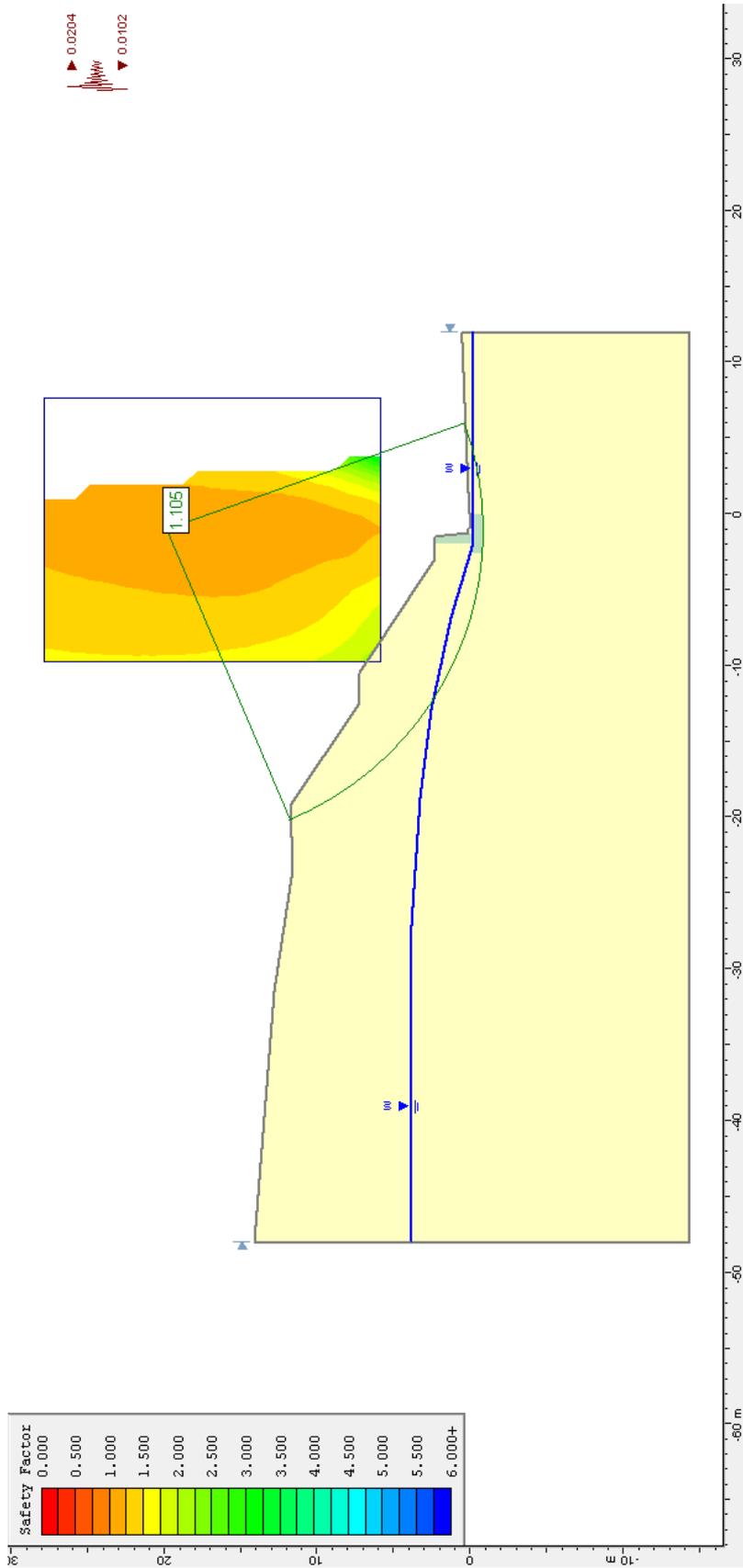
Material: P1
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 28.35 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: muro
Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 25 kN/m³
Cohesion: 500 kPa
Friction Angle: 35 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Global Minimums

Method: bishop simplified
FS: 1.104890
Center: -1.068, 19.820
Radius: 20.776
Left Slip Surface Endpoint: -20.193, 11.703
Right Slip Surface Endpoint: 5.958, 0.269
Resisting Moment=16758.7 kN-m
Driving Moment=15167.8 kN-m



Sezione 48 - Statica***Slide Analysis Information*****Document Name**

File Name: lotto 2 parte 5 sezione 48 statica

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Left to Right
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10
Minimum Elevation: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack

Material Properties

Material: P1
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 28.35 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: muro
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 25 kN/m³
Cohesion: 500 kPa
Friction Angle: 35 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.155920

Center: -1.068, 19.820

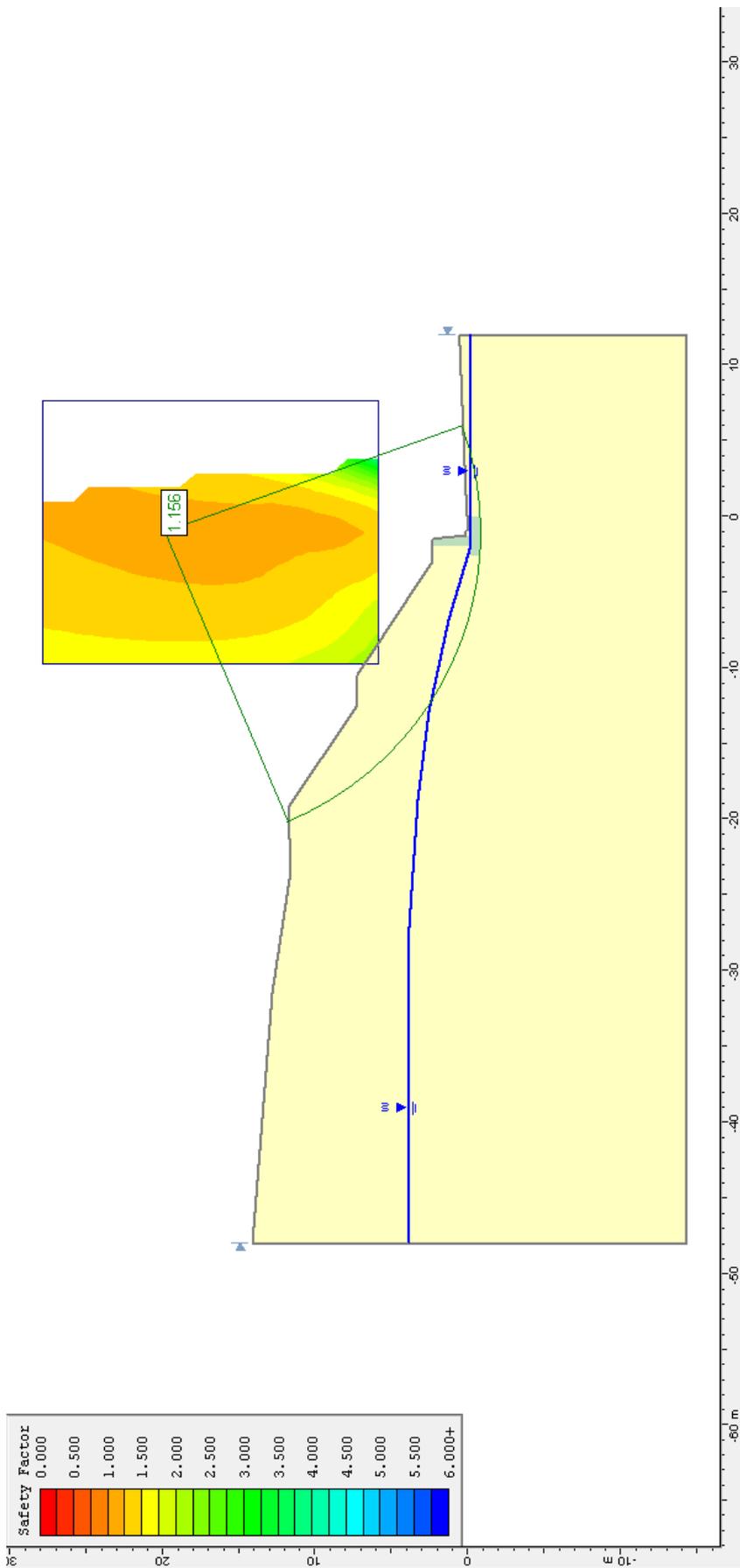
Radius: 20.776

Left Slip Surface Endpoint: -20.193, 11.703

Right Slip Surface Endpoint: 5.958, 0.269

Resisting Moment=16729.4 kN-m

Driving Moment=14472.8 kN-m



11.3 Tabulati rilevati

Sezione 575 – Sisma***Slide Analysis Information*****Document Name**

File Name: lotto 2 parte 3 sezione 575 sisma

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Left to Right
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10
Minimum Elevation: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.0216
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.0108
1 Distributed Load present:
Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 20 kN/m

Material Properties

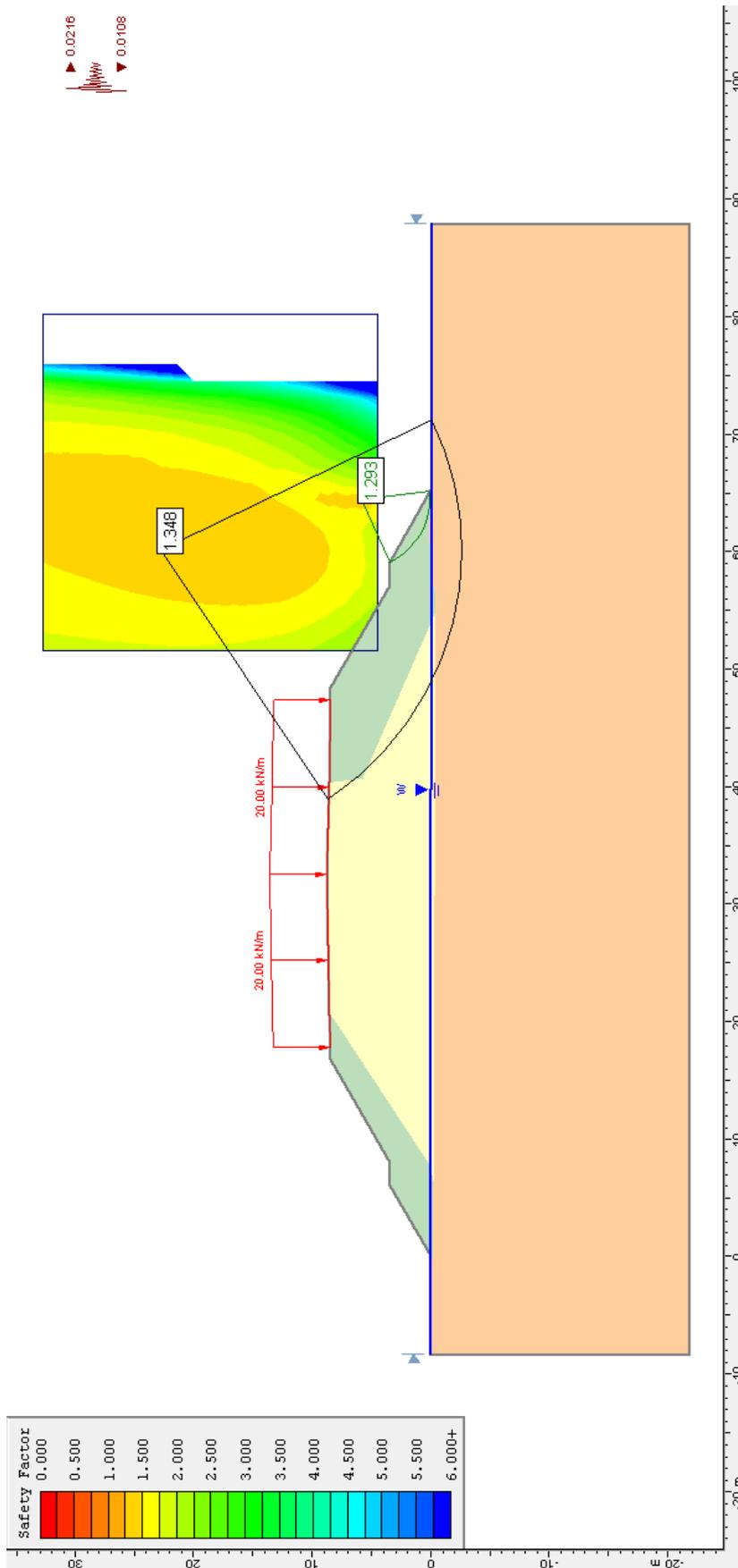
Material: rilevato esist
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 26.56 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: rilevato ampl
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 32 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: A1
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 8.8 kPa
Friction Angle: 19.6 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Global Minimums

Method: bishop simplified
FS: 1.292580
Center: 64.415, 5.820
Radius: 5.845
Left Slip Surface Endpoint: 59.078, 3.435
Right Slip Surface Endpoint: 65.123, 0.017
Resisting Moment=378.836 kN-m
Driving Moment=293.085 kN-m



Sezione 575 – Statica

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: lotto 2 parte 3 sezzone 575 statica

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Left to Right
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10
Minimum Elevation: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack

Loading

1 Distributed Load present:
Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 26 kN/m

Material Properties

Material: rilevato esist
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 26.56 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

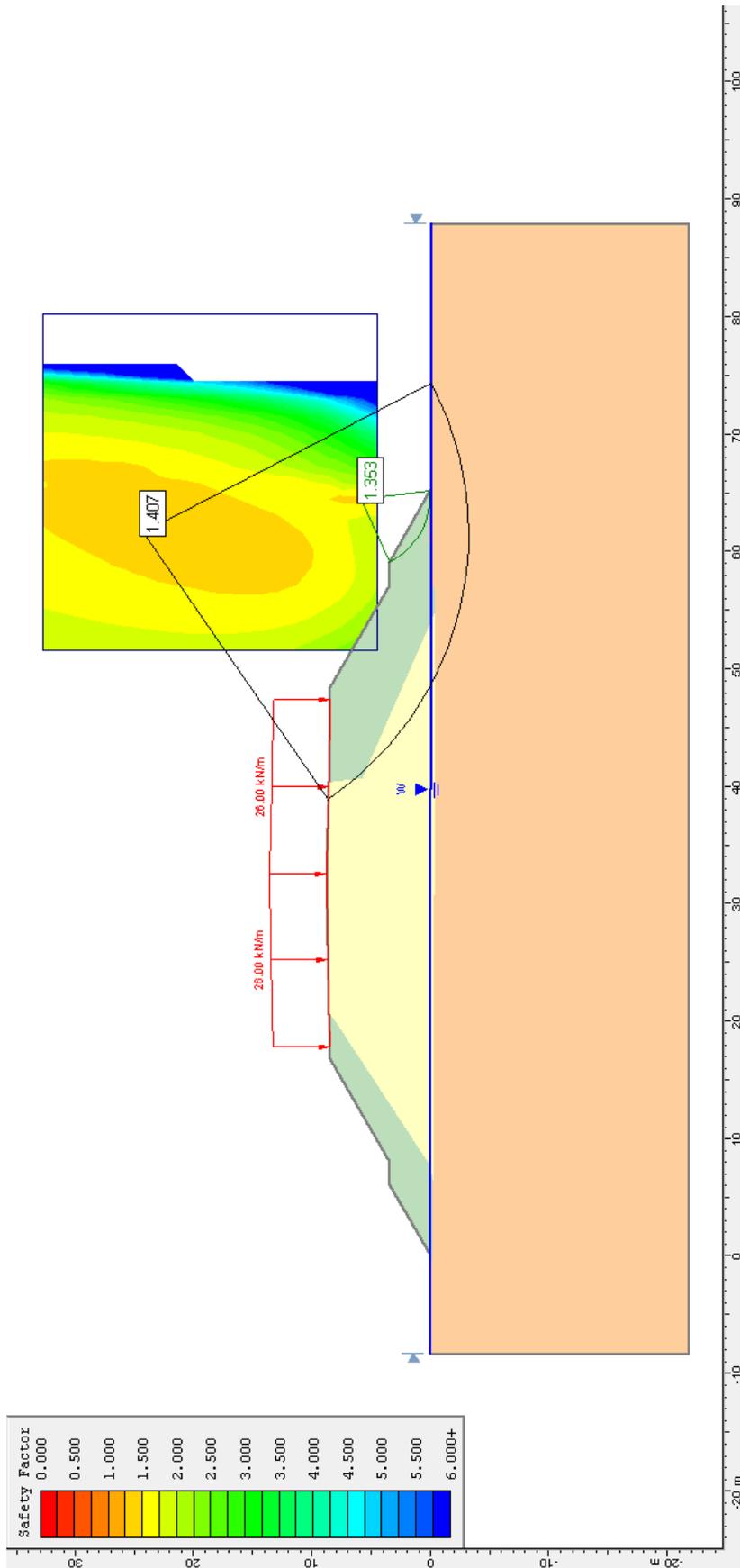
Material: rilevato ampl

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 32 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: A1
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 8.8 kPa
Friction Angle: 19.6 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Global Minimums

Method: bishop simplified
FS: 1.353230
Center: 64.415, 5.820
Radius: 5.845
Left Slip Surface Endpoint: 59.078, 3.435
Right Slip Surface Endpoint: 65.123, 0.017
Resisting Moment=378.181 kN-m
Driving Moment=279.465 kN-m



Sezione 1251 – Sisma***Slide Analysis Information*****Document Name**

File Name: lotto 2 parte 1 sezona 1251 sisma

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Left to Right
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10
Minimum Elevation: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.0285
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.01425
1 Distributed Load present:
Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 20 kN/m

Material Properties

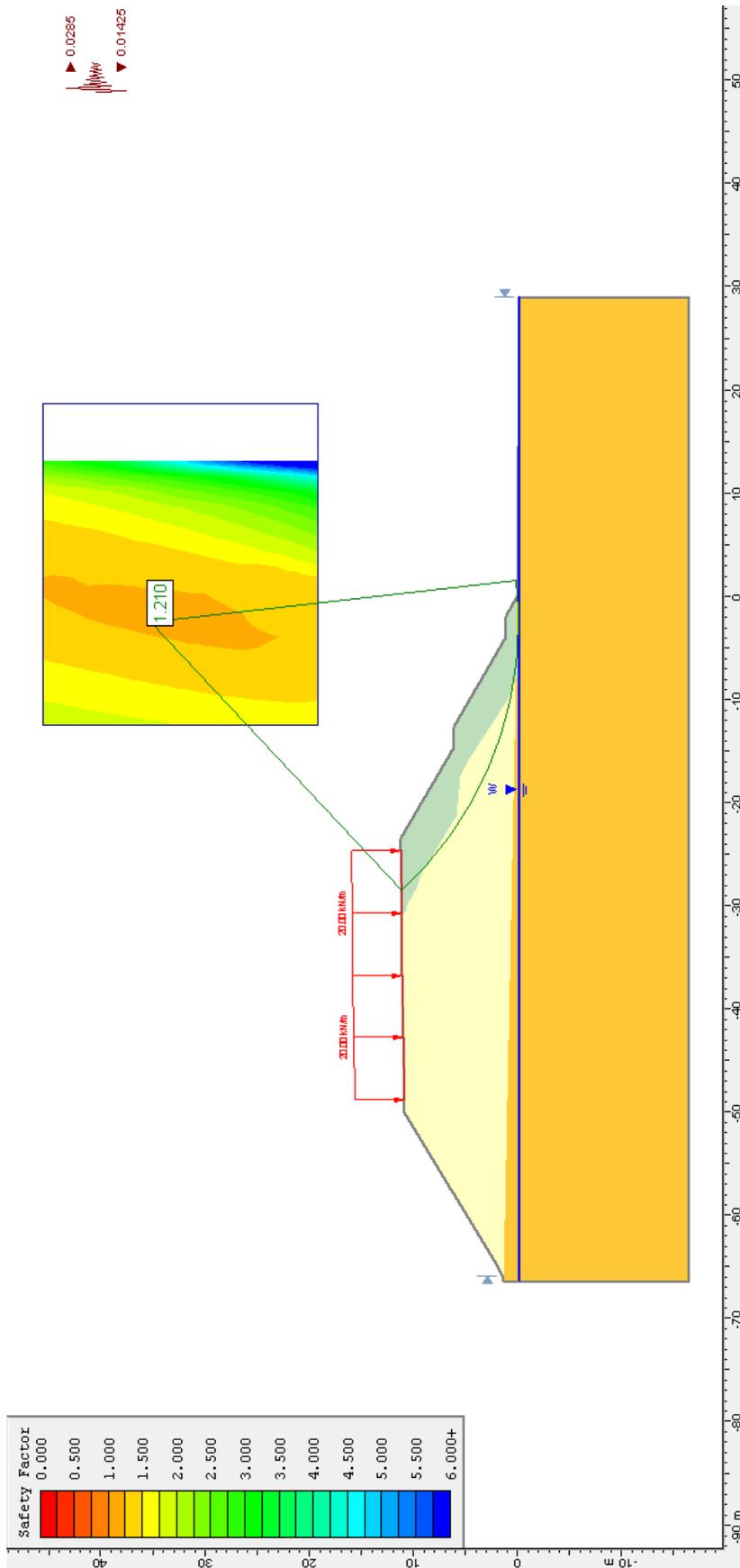
Material: rilevato esist
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 26.56 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: rilevato ampl
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 32 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: P1
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 28.35 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Global Minimums

Method: bishop simplified
FS: 1.209580
Center: -2.561, 35.220
Radius: 35.466
Left Slip Surface Endpoint: -28.543, 11.078
Right Slip Surface Endpoint: 1.485, -0.015
Resisting Moment=34620.5 kN-m
Driving Moment=28621.9 kN-m



Sezione 1251 – Statica***Slide Analysis Information*****Document Name**

File Name: lotto 2 parte 1 sezone 1251 statica

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Left to Right
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10
Minimum Elevation: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack

Loading

1 Distributed Load present:
Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 26 kN/m

Material Properties

Material: rilevato esist
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 26.56 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

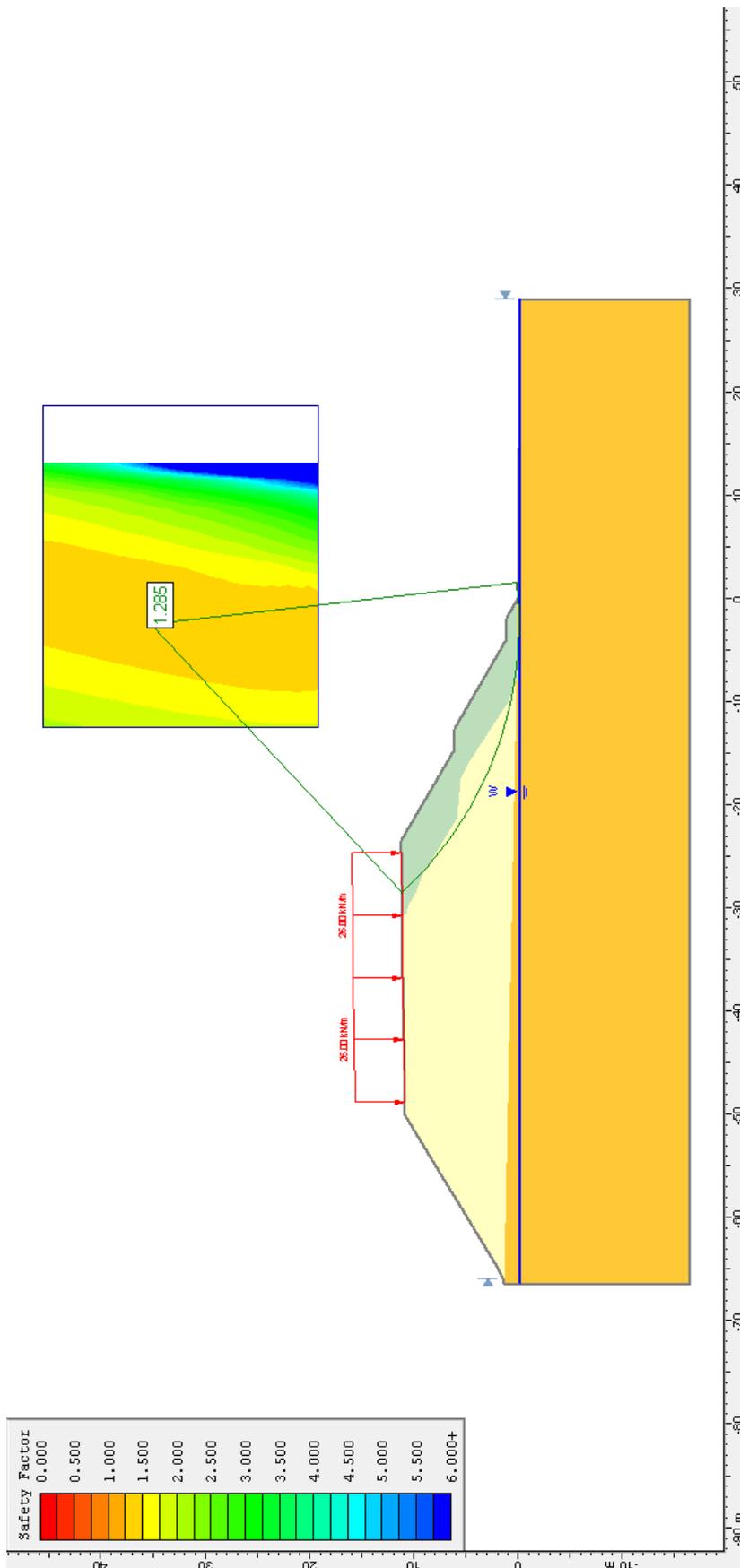
Material: rilevato ampl
Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 32 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: P1
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 28.35 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Global Minimums

Method: bishop simplified
FS: 1.284680
Center: -2.561, 35.220
Radius: 35.466
Left Slip Surface Endpoint: -28.543, 11.078
Right Slip Surface Endpoint: 1.485, -0.015
Resisting Moment=34930.8 kN-m
Driving Moment=27190.2 kN-m



12. APPENDICE B – CEDIMENTI DEI RILEVATI

12.1 Metodologia di calcolo

Per la valutazione dei cedimenti dei rilevati si è fatto riferimento agli stessi schemi geotecnici adottati nelle verifiche di stabilità. Ad ogni terreno sono stati attribuiti i moduli di deformabilità “operativi” desunti dal complesso delle indagini disponibili (vedi capitoli di caratterizzazione geotecnica) tenendo conto dei dati geotecnici puntuali desunti dalle indagini in corrispondenza delle singole situazioni esaminate.

La valutazione dei cedimenti è stata condotta con la teoria dell'elasticità, secondo le seguenti ipotesi:

- il calcolo del cedimento viene di norma esteso fino ad una profondità tale per cui l'incremento di tensione verticale indotto dal carico in corrispondenza della verticale di calcolo risulta inferiore o uguale al 15% della tensione efficace verticale litostatica (considerata a partire da p.c. originario, assumendo il peso di volume totale per la parte sopra falda e quello immerso al di sotto di tale livello).
- il cedimento è stato calcolato in funzione dell'incremento di pressione nel terreno prodotto da un carico indefinito a sezione trapezia; a tal fine si sono adottate le espressioni proposte da Gray (1936).

Nel caso dei rilevati in ampliamento sono stati dapprima valutati i cedimenti già scontati dal rilevato esistente, in corrispondenza dell'asse e del ciglio del nuovo rilevato: per valutare il cedimento effettivo dovuto all'ampliamento, tale valore è stato poi sottratto, in corrispondenza della verticale di calcolo, a quello relativo al rilevato finale.

12.2 Tabulati cedimenti

Sezione 575 - Esistente centro

E.1. CEDIMENTI - MODULI ELASTICI
E.1.7.1. STRISCIA TRAPEZIA SIMMETRICA - CENTRO

$$\sigma_z = \frac{p}{\pi} \cdot \left[\beta + \frac{x \cdot \alpha}{a} - \frac{z}{R_2^2} (x - b) \right]$$

DATI DI INGRESSO

p carico applicato	182	(kPa)	Δh altezza conico di calcolo	2,50	(m)
a	15,0	(m)	z_w profondità falda da p.c.	0,0	(m)
b	24,0	(m)	α Δσ _z < α Δσ' _{vs}	0,15	(-)

Strato (-)	ΔH (m)	H (m)	γ _n (kN/m ³)	γ _{sat} (kN/m ³)	E (MPa)
1	5,0	5,0	20,0	20,0	6,0
2	5,0	10,0	20,0	20,0	6,0
3	15,0	25,0	20,0	20,0	6,0
4	6,0	31,0	20,0	20,0	46,0
5	6,0	37,0	20,0	20,0	46,0
6	30,0	67,0	20,0	20,0	60,0

ΔH spessore strato i-esimo
 γ_n peso di volume naturale
 γ_{sat} peso di volume saturo
 E modulo elastico

RISULTATI

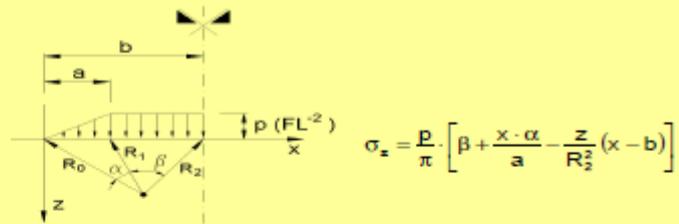
CENTRO						
z (m)	σ _{vs} (kPa)	Δσ _z (kPa)	σ _{vs} +Δσ _z (kPa)	Δw (cm)	w (cm)	ε (%)
0,0	0	182	182	7,6	69,0	3,0
2,5	25	182	207	7,5	61,5	3,0
5,0	51	179	230	7,4	53,9	2,9
7,5	76	174	251	7,1	46,6	2,8
10,0	102	167	269	6,8	39,5	2,7
12,5	127	159	286	6,4	32,7	2,6
15,0	153	150	303	6,1	26,2	2,4
17,5	178	141	320	5,7	20,2	2,3
20,0	204	133	337	5,4	14,5	2,2
22,5	229	125	354	5,1	9,1	2,0
25,0	255	118	373	0,7	4,0	0,3
27,5	280	111	391	0,7	3,3	0,3
30,0	306	105	411	0,3	2,6	0,3
31,0	316	102	418	0,9	2,4	0,2
35,0	357	94	451	0,4	1,5	0,2
37,0	377	90	467	0,4	1,1	0,1
40,0	408	85	493	0,3	0,7	0,1
42,5	433	81	514	0,3	0,6	0,1
45,0	459	77	536	0,3	0,6	0,1
47,5	484	74	558	0,3	0,3	0,1
50,0	510	71	580	-	-	-

— sigma_v
 - - - sigma_v+delta sigma_z

scegli l'altezza del conico di calcolo (ΔH) in modo tale che almeno in questa cella compaia "-";
 ciò assicura che sia soddisfatta la condizione Δσ_z < α Δσ'_{vs}

Sezione 575 - Ampliamento centro

E.1. CEDIMENTI - MODULI ELASTICI
E.1.7.1. STRISCIA TRAPEZIA SIMMETRICA - CENTRO



DATI DI INGRESSO

p	carico applicato	182	(kPa)	Δh	altezza conico di calcolo	3,00	(m)
a		17,5	(m)	z_w	profondità falda da p.c.	0,0	(m)
b		33,5	(m)	α	Δσ _z < α Δσ' _{vo}	0,15	(-)

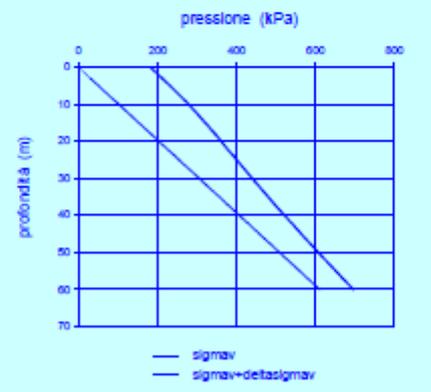
strato (-)	ΔH (m)	H (m)	γ _n (kN/m ³)	γ _{sat} (kN/m ³)	E (MPa)
1	5,0	5,0	20,0	20,0	12,0
2	5,0	10,0	20,0	20,0	18,0
3	15,0	25,0	20,0	20,0	25,0
4	6,0	31,0	20,0	20,0	40,0
5	6,0	37,0	20,0	20,0	46,0
6	30,0	67,0	20,0	20,0	60,0

ΔH spessore strato i-esimo
γ_n peso di volume naturale
γ_{sat} peso di volume saturo
E modulo elastico

RISULTATI

CENTRO

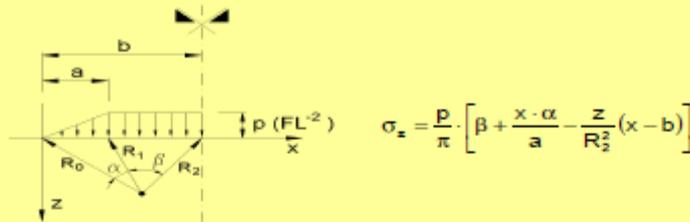
Z (m)	σ' _{vo} (kPa)	Δσ _z (kPa)	σ' _{vo} +Δσ _z (kPa)	Δw (cm)	w (cm)	ε (%)
0,0	0	182	182	4,5	29,0	1,5
3,0	31	182	212	3,0	24,5	1,5
5,0	51	181	232	4,0	21,4	1,0
9,0	92	178	270	1,0	17,5	1,0
10,0	102	177	279	3,5	16,5	0,7
15,0	153	168	321	2,0	13,0	0,7
18,0	183	162	345	1,9	11,0	0,6
21,0	214	155	369	1,8	9,1	0,6
24,0	245	148	393	0,6	7,3	0,6
25,0	255	146	401	1,8	6,7	0,4
30,0	306	135	440	0,3	5,0	0,3
31,0	316	132	448	1,4	4,6	0,3
36,0	367	122	489	0,3	3,3	0,3
37,0	377	120	497	1,0	3,0	0,2
42,0	428	111	539	0,5	2,0	0,2
45,0	459	106	564	0,5	1,5	0,2
48,0	489	101	590	0,5	1,0	0,2
51,0	520	97	617	0,5	0,9	0,2
54,0	550	93	643	0,5	0,9	0,2
57,0	581	89	670	0,4	0,4	0,1
60,0	612	85	697	-	-	-



soegl l'altezza del conico di calcolo (Δh) in modo tale che almeno in questa cella compaia "-";
 ciò assicura che sia soddisfatta la condizione Δσ_z < α Δσ'_{vo}

Sezione 575 - Esistente ciglio

E.1. CEDIMENTI - MODULI ELASTICI
E.1.7.2 STRISCIA TRAPEZIA SIMMETRICA - BORDO SUPERIORE



DATI DI INGRESSO

p	carico applicato	182	(kPa)	Δh	altezza conico di calcolo	2,50	(m)
a		15,0	(m)	Z_w	profondità falda da p.c.	0,0	(m)
b		24,0	(m)	α	Δσ _z < α · σ' _{vo}	0,15	(-)

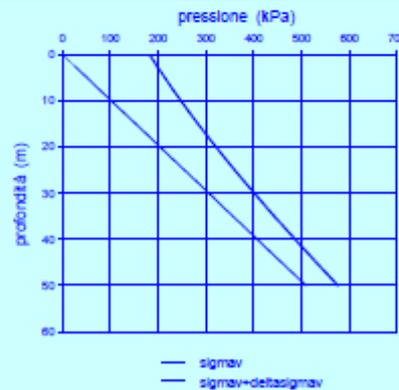
strato (-)	ΔH (m)	H (m)	γ _n (kN/m ³)	γ _{sat} (kN/m ³)	E (MPa)
1	5,0	5,0	20,0	20,0	12,0
2	5,0	10,0	20,0	20,0	18,0
3	15,0	25,0	20,0	20,0	25,0
4	6,0	31,0	20,0	20,0	40,0
5	6,0	37,0	20,0	20,0	46,0
6	30,0	67,0	20,0	20,0	60,0

ΔH spessore strato l'esimo
γ_n peso di volume naturale
γ_{sat} peso di volume saturo
E modulo elastico

RISULTATI

BORDO SUPERIORE

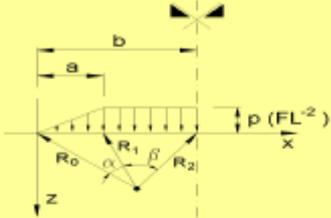
Z (m)	σ' _{vo} (kPa)	Δσ _z (kPa)	σ' _{vo} +Δσ _z (kPa)	ΔW (cm)	W (cm)	ε (%)
0,0	0	182	182	3,7	22,6	1,5
2,5	25	172	198	3,5	19,9	1,4
5,0	51	163	214	2,2	15,4	0,9
7,5	76	154	231	2,1	13,2	0,8
10,0	102	146	248	1,4	11,1	0,6
12,5	127	138	265	1,3	9,7	0,5
15,0	153	130	283	1,3	8,4	0,5
17,5	178	124	302	1,2	7,1	0,5
20,0	204	117	321	1,1	5,9	0,5
22,5	229	111	340	1,1	4,8	0,4
25,0	255	105	360	0,6	3,7	0,3
27,5	280	100	381	0,6	3,0	0,2
30,0	306	95	401	0,2	2,4	0,2
31,0	316	94	410	0,8	2,2	0,2
35,0	357	87	444	0,4	1,4	0,2
37,0	377	84	461	0,4	1,0	0,1
40,0	408	79	487	0,3	0,6	0,1
42,5	433	76	509	0,3	0,6	0,1
45,0	459	73	532	0,3	0,3	0,1
47,5	484	70	554	-	-	-
50,0	510	67	577	-	-	-



solegli l'altezza del cono di calcolo (Δh) in modo tale che almeno in questa cella compaia "-"; ciò assicura che sia soddisfatta la condizione Δσ_z < α · σ'_{vo}.

Sezione 575 - Ampliamento ciglio

E.1. CEDIMENTI - MODULI ELASTICI
E.1.7.2 STRISCIA TRAPEZIA SIMMETRICA - BORDO SUPERIORE



$$\sigma_z = \frac{p}{\pi} \cdot \left[\beta + \frac{x - \alpha}{a} - \frac{z}{R_2^2} (x - b) \right]$$

DATI DI INGRESSO

p	carico applicato	182	(kPa)	Δh	altezza conico di calcolo	3,00	(m)
a		17,5	(m)	z_{co}	profondità falda da p.c.	0,0	(m)
b		33,5	(m)	α	Δα ₂ < α Δσ' _{vo}	0,15	(°)

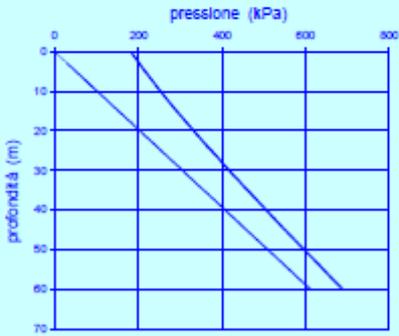
strato	ΔH	H	γ _n	γ _{sat}	E
(-)	(m)	(m)	(kN/m ³)	(kN/m ³)	(MPa)
1	5,0	5,0	20,0	20,0	12,0
2	5,0	10,0	20,0	20,0	18,0
3	15,0	25,0	20,0	20,0	25,0
4	6,0	31,0	20,0	20,0	40,0
6	6,0	37,0	20,0	20,0	46,0
8	30,0	67,0	20,0	20,0	60,0

ΔH spessore strato i-esimo
γ_n peso di volume naturale
γ_{sat} peso di volume saturo
E modulo elastico

RISULTATI

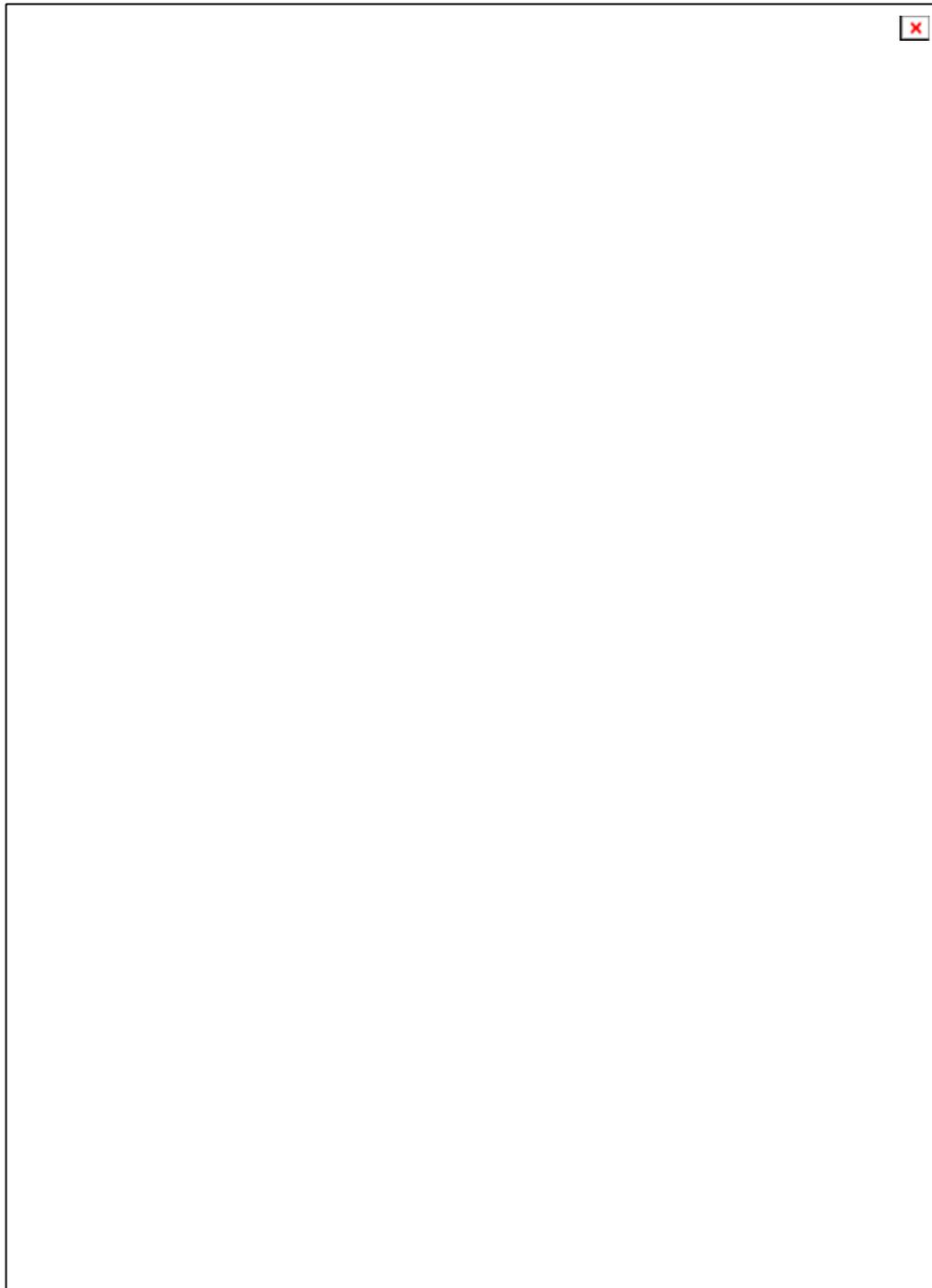
BORDO SUPERIORE

z	σ' _{vo}	Δσ ₂	σ' _{vo} +Δσ ₂	Δw	w	ε
(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(mm)	(mm)	(%)
0,0	0	182	182	4,4	25,4	1,5
3,0	31	172	203	2,8	21,0	1,4
5,0	51	166	217	3,6	18,2	0,9
9,0	92	154	246	0,8	14,6	0,8
10,0	102	151	253	2,9	13,8	0,6
15,0	153	139	292	1,6	10,9	0,5
18,0	183	133	316	1,6	9,3	0,5
21,0	214	127	341	1,5	7,7	0,5
24,0	245	122	366	0,5	6,2	0,5
25,0	255	120	375	1,5	5,7	0,3
30,0	306	112	418	0,3	4,3	0,3
31,0	316	111	427	1,2	4,0	0,2
35,0	367	104	471	0,2	2,8	0,2
37,0	377	102	479	0,8	2,6	0,2
42,0	428	96	524	0,5	1,8	0,2
45,0	459	93	551	0,5	1,3	0,2
48,0	489	89	578	0,4	0,9	0,1
51,0	520	86	606	0,4	0,8	0,1
54,0	550	83	633	0,4	0,4	0,1
57,0	581	80	661	-	-	-
60,0	612	78	689	-	-	-

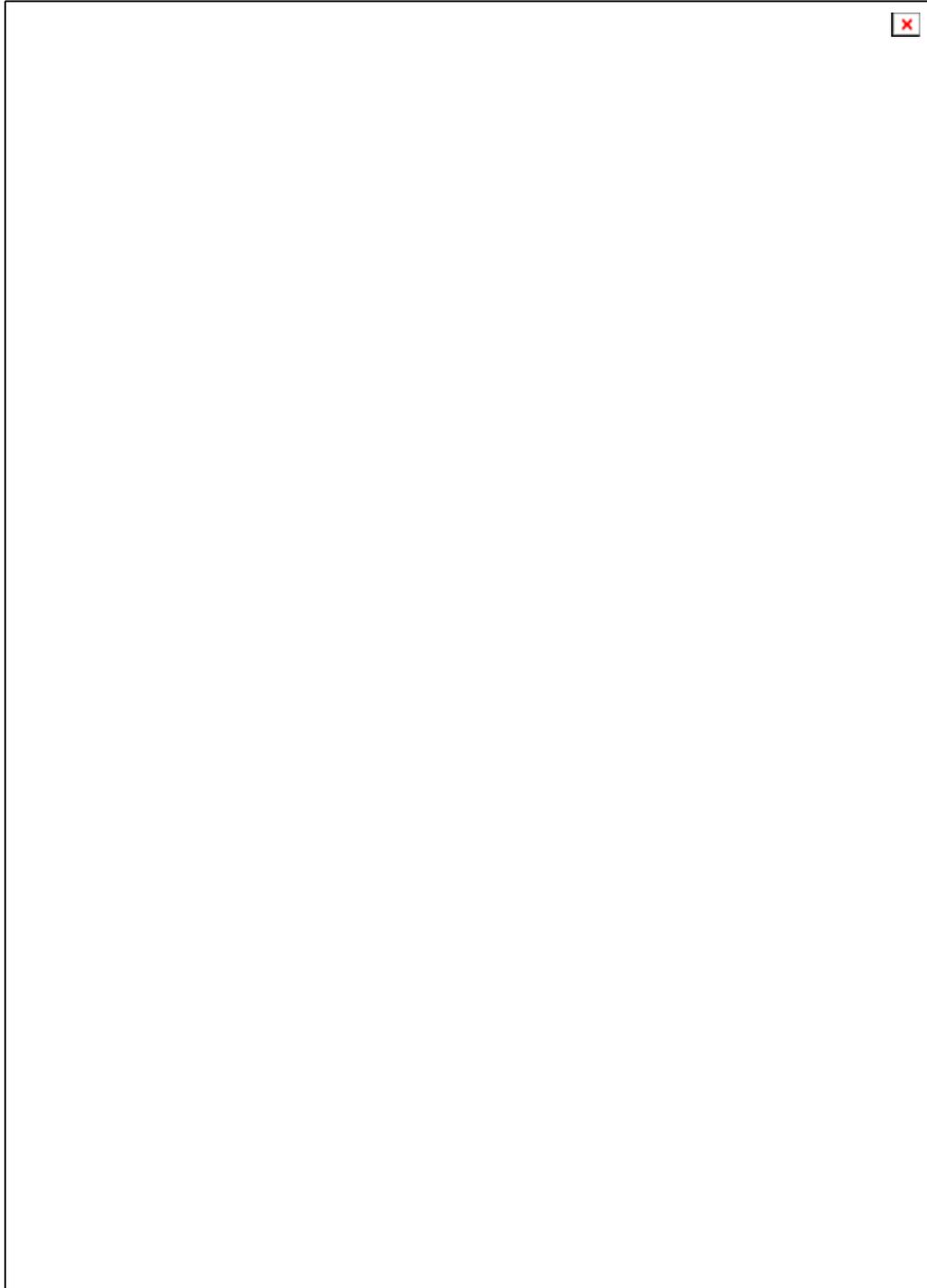


scegli l'altezza del conico di calcolo (Δh) in modo tale che almeno in questa cella compaia "-";
 ciò assicura che sia soddisfatta la condizione Δα₂ < α Δσ'_{vo}

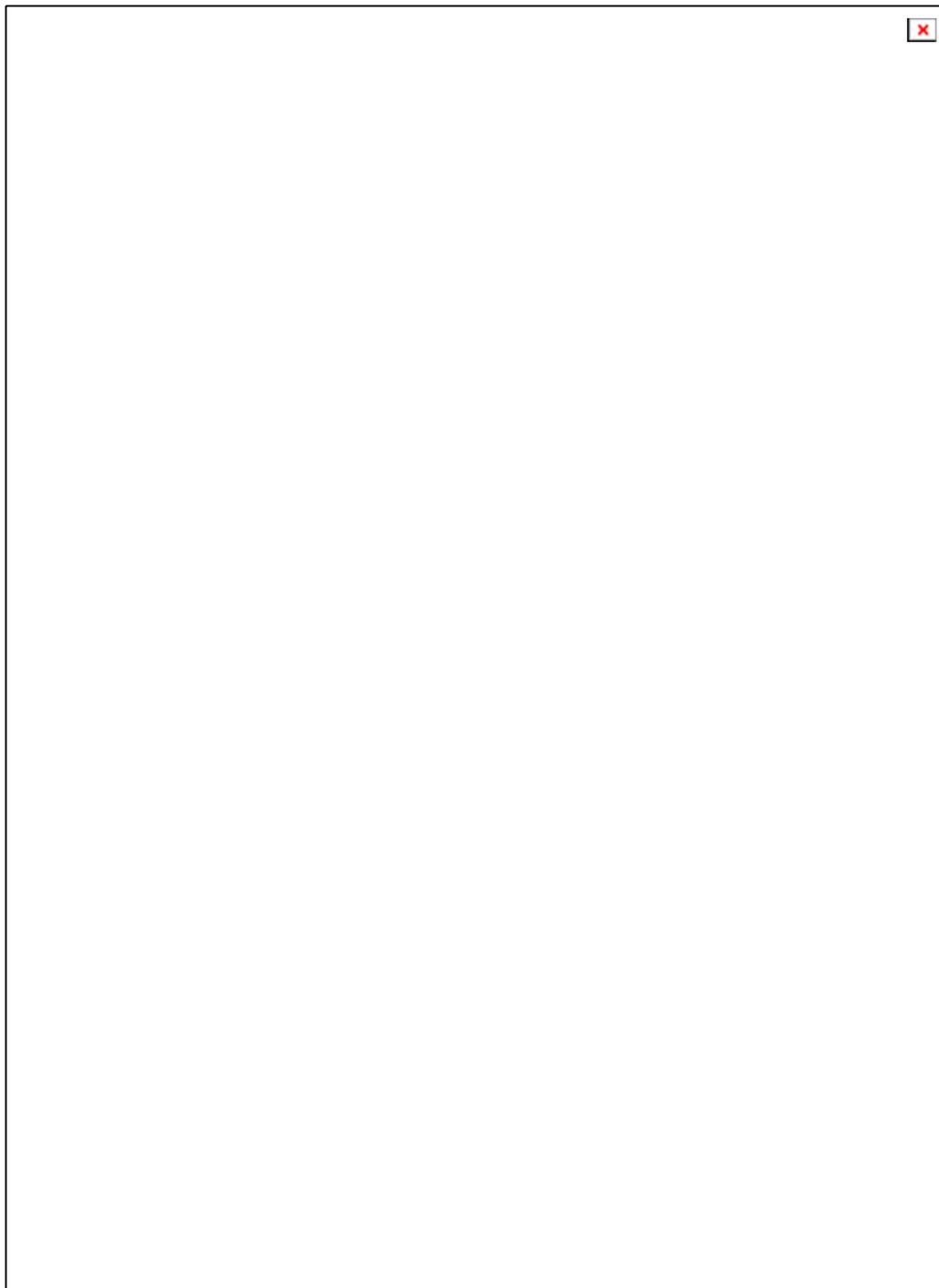
Sezione 1251 - Esistente centro



Sezione 1251 - Ampliamento centro



Sezione 1251 - Esistente ciglio



Sezione 1251 - Ampliamento ciglio

