



Società Autostrada Tirrenica p.A.  
GRUPPO AUTOSTRADALE PER L'ITALIA S.p.A.

**AUTOSTRADA (A12) : ROSIGNANO – CIVITAVECCHIA**  
**LOTTO 3**

**TRATTO: SCARLINO – GROSSETO SUD**

**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**

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

<b>RIFERIMENTO ELABORATO</b>					<b>DATA:</b> FEBBRAIO 2011		<b>REVISIONE</b>	
<b>DIRETTORIO</b>			<b>FILE</b>			n.	data	
codice	commessa	N.Prog.	unita'	n. progressivo				
12	12	1202	<b>APE001</b>	<b>--</b>				
					<b>SCALA:</b>			

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

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

## I N D I C E

1.	INTRODUZIONE.....	6
2.	DOCUMENTAZIONE, NORMATIVE E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO .....	8
2.1	Documentazione .....	8
2.2	Normative e raccomandazioni.....	12
2.3	Bibliografia .....	13
3.	QUADRO PROGETTUALE .....	19
3.1	Breve inquadramento geologico dell'area .....	19
3.1.1	Coperture senza attribuzione di età .....	19
3.1.2	Depositi quaternari.....	20
3.1.3	Depositi neogenici.....	22
3.1.4	Formazioni litoidi.....	23
3.2	Aspetti geomorfologici .....	25
3.3	Idrologia sotterranea .....	26
4.	SISMICITA' DELL'AREA .....	37
4.1	Categoria di sottosuolo .....	37
4.2	Categoria topografica.....	43
4.3	Pericolosità sismica del sito.....	44
4.4	Stabilità nei confronti della liquefazione dei terreni.....	47
4.5	Indagini geotecniche effettuate (campagne 1975, 1981, 1986, 1989, 2003 e 2010)	78
5.	CRITERI PER LA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA TERRENI.....	91
5.1	Generalità.....	91
5.2	Materiali a grana grossa (sabbie e ghiaie).....	94
5.2.1	Introduzione .....	94
5.2.2	Stato iniziale del deposito .....	94
5.2.3	Angolo di resistenza al taglio.....	100
5.2.4	Caratteristiche di deformabilità.....	102
5.2.5	Coefficienti di permeabilità.....	107
5.3	Materiali a grana fine (limi e argille) saturi.....	108
5.3.1	Introduzione .....	108

5.3.2	Classificazione .....	108
5.3.3	Stato tensionale iniziale .....	110
5.3.4	Resistenza al taglio non drenata .....	113
5.3.5	Parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci.....	115
5.3.6	Caratteristiche di deformabilità.....	115
5.3.7	Coefficienti di permeabilità e di consolidazione primaria.....	118
6.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....	120
6.1	Generalità.....	120
6.2	Depositi fluviali olocenici: sabbie (H1b).....	123
6.2.1	Generalità.....	123
6.2.2	Caratteristiche fisiche e densità relativa .....	123
6.2.3	Caratteristiche di resistenza al taglio .....	124
6.2.4	Caratteristiche di deformabilità.....	124
6.2.5	Coefficienti di permeabilità.....	125
6.2.6	Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica.....	125
6.3	Depositi fluviali olocenici: limi e argille (H1ba) .....	139
6.3.1	Generalità.....	139
6.3.2	Caratteristiche fisiche .....	139
6.3.3	Stato iniziale .....	140
6.3.4	Resistenza al taglio non drenata .....	140
6.3.5	Parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci.....	141
6.3.6	Caratteristiche di deformabilità.....	141
6.3.7	Coefficienti di permeabilità e di consolidazione primaria e secondaria..	141
6.3.8	Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica.....	142
6.4	Depositi lagunari olocenici: limi e argille (H1a) .....	161
6.4.1	Generalità.....	161
6.4.2	Caratteristiche fisiche .....	161
6.4.3	Stato iniziale .....	162
6.4.4	Resistenza al taglio non drenata .....	162
6.4.5	Parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci.....	162
6.4.6	Caratteristiche di deformabilità.....	163
6.4.7	Coefficienti di permeabilità e coefficienti di consolidazione primaria e secondaria.....	163

6.4.8	Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica.....	163
6.5	Depositi fluviali pleistocenici: sabbie con ghiaia (Qt1d) .....	182
6.5.1	Generalità.....	182
6.5.2	Caratteristiche fisiche e densità relativa .....	182
6.5.3	Caratteristiche di resistenza al taglio .....	183
6.5.4	Caratteristiche di deformabilità.....	183
6.5.5	Coefficienti di permeabilità.....	184
6.5.6	Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica.....	184
6.6	Depositi fluvio lacustri lagunari: limi sabbiosi (Qt1d1) .....	197
6.6.1	Generalità.....	197
6.6.2	Caratteristiche fisiche .....	197
6.6.3	Stato iniziale .....	198
6.6.4	Resistenza al taglio non drenata .....	199
6.6.5	Parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci.....	199
6.6.6	Parametri di deformabilità .....	199
6.6.7	Coefficienti di permeabilità e coefficienti di consolidazione primaria e secondaria.....	200
6.6.8	Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica.....	200
	Depositi lagunari pleistocenici: argille e limi (Qt1b) .....	224
6.6.9	Generalità.....	224
6.6.10	Caratteristiche fisiche .....	224
6.6.11	Stato iniziale .....	225
6.6.12	Resistenza al taglio non drenata .....	225
6.6.13	Parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci.....	225
6.6.14	Caratteristiche di deformabilità.....	226
6.6.15	Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica.....	226
6.7	Depositi neogenici pliocenici: argille grigio-azzurre (FAA) .....	237
6.7.1	Generalità.....	237
6.7.2	Caratteristiche fisiche .....	237
6.7.3	Stato iniziale .....	238
6.7.4	Resistenza al taglio non drenata .....	238
6.7.5	Parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci.....	238
6.7.6	Caratteristiche di deformabilità.....	239

6.7.7	Coefficienti di permeabilità e coefficienti di consolidazione primaria e secondaria .....	239
6.7.8	Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica .....	239
6.8	Depositi di versante: limi e sabbie (a3) .....	255
6.8.1	Caratteristiche di resistenza .....	255
6.9	Rilevati (R) .....	257
6.9.1	Generalità .....	257
6.9.2	Caratteristiche fisiche e densità relativa .....	257
6.9.3	Caratteristiche di resistenza al taglio .....	257
6.9.4	Caratteristiche di deformabilità .....	257
6.9.5	Coefficienti di permeabilità .....	258
6.9.6	Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica .....	259
7.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA ROCCE .....	267
7.1	Generalità .....	267
7.2	APA .....	272
7.2.1	Caratteristiche fisiche della roccia alterata .....	272
7.2.2	Caratteristiche fisiche della roccia integra .....	272
7.2.3	Indici di resistenza della roccia alterata .....	273
7.2.4	Indici di resistenza della roccia integra .....	274
7.2.5	Moduli di deformabilità della roccia integra .....	274
7.2.6	Tabelle riassuntive di caratterizzazione geotecnica .....	276
7.3	FPP .....	278
7.3.1	Caratteristiche fisiche .....	278
7.3.2	Indici di resistenza .....	278
7.3.3	Moduli di deformabilità della roccia integra .....	279
7.3.4	Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica .....	280
7.4	br .....	282
7.4.1	Caratteristiche fisiche .....	282
7.4.2	Indici di resistenza .....	282
7.4.3	Moduli di deformabilità .....	283
7.4.4	Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica .....	283

8.	CARATTERISTICHE DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI E DELLE FONDAZIONI STRADALI IN TRINCEA.....	285
8.1	Bonifiche.....	287
9.	Materiali da costruzione .....	289
10.	TRINCEE E RILEVATI .....	290
10.1	Rilevati .....	290
10.1.1	Caratterizzazione stratigrafico-geotecnica.....	290
10.1.2	Stabilità.....	291
10.1.3	Cedimenti .....	292
10.2	Trincee .....	293
10.2.1	Caratterizzazione stratigrafico-geotecnica.....	293
10.2.2	Stabilità.....	294
11.	APPENDICE A – VERIFICHE DI STABILITA' DI TAGLI E RILEVATI .....	295
11.1	Metodologia di calcolo .....	295
11.2	Tabulati rilevati .....	297
11.3	Tabulati tagli .....	337
12.	APPENDICE B – CEDIMENTI DEI RILEVATI.....	359
12.1	Metodologia di calcolo .....	359
12.2	Tabulati cedimenti.....	360

## **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 Sud - lotto 3, di circa 44 km di lunghezza, che si sviluppa ad est del Fiume Pecora (circa da loc. Pod. Marta nel Comune di Scarlino) e l'uscita di Grosseto sud nelle adiacenze dell'attuale tracciato della S.S. 1 Aurelia.

Il tracciato in oggetto ricade in un'area compresa tra i comuni di Massa Marittima, Scarlino, Gavorrano, Roccastrada e Grosseto.

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 Sud - lotto 3, di circa 44 km di lunghezza, che si sviluppa ad est del Fiume Pecora (circa da loc. Pod. Marta nel Comune di Scarlino) e l'uscita di Grosseto sud nelle adiacenze dell'attuale tracciato della S.S. 1 Aurelia;
  - 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. Geotechna S.r.l. Torri di Quartesolo (VI)  
Autostrada A12; Ampliamento alla terza corsia del tratto Follonica Cecina Nord; tratta Civitavecchia Rosignano; Lotto 3-1. Campagna di indagine 2010.
  - Prove di laboratorio sui campioni dei sondaggi SD0, SD1, SD1s, SD2, SD2s, SD3, SD3s, SD4, SD4s, SD5, SD6, SD7, SD7bis, SD8, SD9, SD10, SD11, SD13, SD14, SD15, SD16, SD17, SD18, SD18ter, SD18quater, SD19, SD20;
  - Prove di laboratorio sui campioni dei pozzetti PZD1, PZD2, PZD3, PZD4, PZD5, PZD6, PZD8, PZD9, PZD10, PZD11, PZD12, PZD13, PZD14, PZD15, PZD16, PZD17, PZD18, PZD19, PZD20, PZD21, PZD22, PZD23, PZD24, PZD25.
3. Altair s.a.s. Cinisello Balsamo (MI)  
Autostrada A12; Ampliamento alla terza corsia del tratto Follonica Cecina Nord; fase D, Livorno – Civitavecchia; tratto Grosseto Sud – San Pietro in Palazzi; Lotto 3-2. Campagna di indagine 2010.
  - Prove di laboratorio sui campioni dei sondaggi SD1, SD1s, SD2, SD2s, SD3, SD3bis, SD3s, SD4, SD4s, SD5, SD6, SD6r, SD7, SD8, SD8bis, SD9, SD10, SD11, SD12,

SD13, SD14, SD15, SD16, SD17bis, SD18, SD18r, SD19, SD20, SD21, SD22, SD23, SD24, SD25, SD25bis, SD26, SD26bis, SD27, SD28, SD29;

- Prove di laboratorio sui campioni dei pozzetti PZ3, PZ6, PZ20, PZD1, PZD2, PZD3, PZD4, PZD5, PZD6, PZD7, PZD8, PZD9, PZD10, PZD11, PZD16, PZD17, PZD18, PZD19, PZD21, PZD23, PZD24.

#### 4. Elletipi S.r.l Ferrara.

Autostrada A12; Grosseto Sud - Follonica. Progetto Definitivo. Lotto 3-3. Campagna di indagine 2010.

- Prove di laboratorio sui campioni dei sondaggi SD3s, SD4bis, SD5, SD6, SD7, SD8, SD9, SD10, SD11, SD12, SD13, SD14, SD15, SD16, SD17;
- Prove di laboratorio sui campioni dei pozzetti PZD1, PZD4, PZD5, PZD6, PZD7, PZD9, PZD10, PZD11, PZD12, PZD13, PZD15, PZD17, PZD18, PZD19, PZD20, PZD21, PZD29, PZDT2.

#### 5. Geoter S.r.l. Roma

Autostrada A12; Civitavecchia - Grosseto - Rosignano. Indagini geognostiche propedeutiche alla progettazione definitiva. Lotto 3-1. Campagna di indagine 2010.

- Stratigrafie dei sondaggi SD0, SD1, SD2, SD2s, SD3, SD3s, SD4, SD4s, SD5, SD6, SD7, SD7bis, SD7 ter, SD8, SD9, SD10, SD11, SD13, SD14, SD15, SD16, SD17, SD18, SD18ter, SD18quater, SD19, SD20;
- Stratigrafie dei pozzetti PZD1, PZD2, PZD3, PZD4bis, PZD5, PZD6, PZD8, PZD9, PZD10, PZD11, PZD12, PZD13, PZD13bis, PZD14, PZD15, PZD16, PZD17, PZD18, PZD19, PZD20, PZD21, PZD22, PZD23, PZD24, PZD25;
- Prove di permeabilità Lefranc SD0 (n° 1), SD3 (n° 1), SD7 (n° 1), SD7bis (n°1), SD9 (n°1), SD10 (n°1), SD11 (n°1), SD14 (n°1), SD15 (n°1), SD17 (n°1), SD18 (n°1), SD18ter (n°1), SD20 (n°1);
- Prove di permeabilità Lugeon SD5 (n° 1), SD19 (n° 1);
- Prove di densità in sito PZD1 (n°2), PZD2 (n°2), PZD3 (n°2), PZD4bis (n°2), PZD5 (n°2), PZD6 (n°2), PZD8 (n°2), PZD9 (n°2), PZD10 (n°2), PZD11 (n°2), PZD12 (n°2), PZD13 (n°2), PZD13bis (n°2), PZD14 (n°2), PZD15 (n°2), PZD16 (n°2), PZD17 (n°2), PZD18 (n°2), PZD19 (n°2), PZD20 (n°2), PZD21 (n°2), PZD22 (n°2), PZD23 (n°2), PZD24 (n°2), PZD25 (n°2);

- Prove di carico su piastra PZD1 (n°2), PZD2 (n°2), PZD3 (n°2), PZD4bis (n°2), PZD5 (n°2), PZD6 (n°2), PZD8 (n°2), PZD9 (n°2), PZD10 (n°2), PZD11 (n°2), PZD12 (n°2), PZD13 (n°2), PZD13bis (n°2), PZD14 (n°2), PZD15 (n°2), PZD16 (n°2), PZD17 (n°2), PZD18 (n°2), PZD19 (n°2), PZD20 (n°2), PZD21 (n°2), PZD22 (n°2), PZD23 (n°2), PZD24 (n°2), PZD25 (n°2);
- Prove pentrometriche statiche CPT 3, CPTU 1, CPTU2, CPTU4, CPTU5 ;
- Prove geofisiche in foro Cross Hole S18bis ;
- Tomografie elettriche: profili tomografici ws19-A3, ws20-A3, ws21-A3, profili tomografici concatenati wsc21-A3, wsc3456-A3, wsc78910-A3, wsc11121314-A3, wsc15161718-A3.

#### 6. GEOstudi s.r.l. Pomezia (RM)

Autostrada A12; Civitavecchia - Rosignano; tratto Grosseto Sud - San Pietro in Palazzi; Lotto 3-2. Fase D. Campagna di indagine 2010.

- Stratigrafie dei sondaggi SD1, SD2, SD3, SD3bis, SD4, SD5, SD6, SD6r1, SD7, SD8, SD8bis, SD9, SD10, SD11, SD12, SD13, SD14, SD15, SD16, SD17, SD17 bis, SD18r, SD19, SD20, SD21, SD22, SD23, SD24, SD25, SD25bis, SD26, SD26bis, SD27, SD28, SD29;
- Stratigrafie dei pozzetti PZ1, PZ2, PZ3, PZ4, PZ5, PZ6, PZ7, PZ8, PZ9, PZ10, PZ11, PZ12, PZ16, PZ17, PZ18, PZ19, PZ20, PZ21, PZ22, PZ23, PZ24;
- Prove di permeabilità Lefranc SD1 (n° 1), SD2 (n° 1), SD3 (n° 1), SD3bis (n°1), SD4 (n°1), SD6 (n°1), SD8 (n°1), SD9 (n°1), SD19 (n°1), SD21 (n°1), SD22 (n°1), SD23 (n°1), SD24 (n°1), SD25 (n°1), SD25bis (n°1), SD26 (n°1), SD27 (n°1), SD29 (n°1);
- Prove geofisiche in foro Cross Hole SD1, SD27 ;
- Prove di carico su piastra PZ1 (n°2), PZ2 (n°2), PZ3 (n°2), PZ4 (n°2), PZ5 (n°2), PZ6 (n°2), PZ7 (n°2), PZ8 (n°1), PZ9 (n°2), PZ10 (n°2), PZ11 (n°2), PZ16 (n°1), PZ17 (n°1), PZ18 (n°2), PZ19 (n°2), PZ20 (n°2), PZ21 (n°2), PZ22 (n°2), PZ23 (n°2), PZ24 (n°2).

#### 7. Servizi Geotecnici s.r.l. Pomezia (RM)

Autostrada A12; Livorno - Civitavecchia; tratto Grosseto Sud - San Pietro in Palazzi; Lotto 3-3. Campagna di indagine 2010.

- Stratigrafie dei sondaggi SD3s, SD4bis, SD5, SD6, SD7, SD8, SD9, SD10, SD11, SD12, SD13, SD14, SD15, SD16, SD17;

- Stratigrafie dei pozzetti PZD1, PZD3, PZD4, PZD5, PZD6, PZD7, PZD9, PZD10, PZD11, PZD12, PZD13, PZD14, PZD15, PZD17, PZD18, PZD19, PZD20, PZD21, PZD22, PZD23, PZD24, PZD25, PZD29;
  - Stratigrafie trincee esplorative PZT1, PZT2;
  - Prove di permeabilità Lefranc SD1 (n° 1), SD2 (n° 1), SD2ter (n° 1), SD3 (n°1), SD6 (n°1), SD15;
  - Prove di carico su piastra PZD4 (n°2), PZD5 (n°2), PZD6 (n°1), PZD7 (n°2), PZD9 (n°1), PZD10 (n°1), PZD11 (n°2), PZD12 (n°2), PZD13 (n°1), PZD15 (n°1), PZD17 (n°2), PZD18 (n°2), PZD19 (n°2), PZD20 (n°1), PZD21b (n°2), PZD22 (n°2), PZD23 (n°2), PZD24 (n°2), PZD25 (n°2), PZD29 (n°2).
8. ANAS - Sipac s.p.a. Roma
- S. S. n°1 "Aurelia". Lavori di adeguamento tra Grosseto e Follonica, variante esterna all'abitato di Grosseto tra le progressive 176+920 (Località Spadino) e 194+550 (Località Braccagni). Progetto esecutivo del 1° lotto. Campagna di indagine 1975.
- Stratigrafie dei sondaggi SA, SB, SC, SD, SE;
  - Prove prenetrometriche dinamiche continue (DPSH) PA, PB, PC, PD, PE, PF, PG ;
  - Prove pentrometriche statiche PH, PI, PL, PM, PN, PO.
9. Sondedile s.a.s. Teramo
- S. S. n°1 "Aurelia". Lavori di adeguamento tra Grosseto e Follonica, tra le località di Braccagni e fosso Beccarello. Campagna di indagine 1981.
- Stratigrafie dei sondaggi S1, S2, S3, S4, S5, S7, S8, S9, S10, S11, S12;
  - Prove prenetrometriche dinamiche (SPT) P1, P2, P3, P4, P5bis.
10. ANAS - S. G. A. I. s.r.l. Morciano di Romagna (FO)
- S. S. n°1 "Aurelia". Lavori di adeguamento tra Grosseto e Follonica, variante esterna all'abitato di Grosseto tra le progressive 176+920 (Località Spadino) e 194+550 (Località Braccagni). Progetto esecutivo del 1° e 2° lotto. Campagna di indagine 1986.
- Stratigrafie dei sondaggi S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19, S20, S21, S22, S23, S24, S25, S26, S28, S31, S33;

- Prove prenetrometriche dinamiche continue (SCPT) P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20, P22, P23, P24, P25, P26, P28, P29, P30, P31, P32, P33, P34, P35, P36, P37, P39, P40, P41, P42.

11. ANAS - Geolab s.r.l. Verona

S. S. n°1 "Aurelia". Lavori di adeguamento tra Grosseto e Follonica, variante esterna all'abitato di Grosseto, Lotto 2 tra la s.s. 223 di Paganello e la località Braccagni. Progetto esecutivo del 2° lotto. Campagna di indagine 1989.

- Stratigrafie dei sondaggi S1, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S13, S14, S15;

12. InterGeo Group s.r.l. Modena

Autostrada A12; tratto Grosseto Sud - Rio Torto. Campagna di indagine 2003.

- 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;
- Stratigrafie dei pozzetti esplorativi A2-pz1, A2-pz2, A2-pz3, A2-pz4, A2-pz5, A2-pz6, A2-pz7, A2-pz8, A2-pz9, A2-pz10.

## **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" 14<sup>th</sup> 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: 2<sup>nd</sup> part, Drained penetration of sands" 4<sup>th</sup> 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, 12<sup>th</sup> 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 75<sup>th</sup> 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, 14<sup>th</sup> 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, 11<sup>th</sup> 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. 7<sup>th</sup> 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 sono:

- Coperture senza attribuzione di età;
- Depositi quaternari;
- Depositi neogenici.

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

##### **3.1.1 Coperture senza attribuzione di età**

Tra esse si distinguono:

- I **depositi di versante (a3)**, limi e sabbie rossastre con clasti sub-angolari, eterometrici ed eterogenei.
- I **depositi eluvio-colluviali (a4)**, limi, limi argillosi talora debolmente sabbiosi e sabbie spesso limose, talora con ghiaie minute e clasti millimetrici eterogenei. Colori frequentemente rossastri.

I depositi di versante (a3) sono presenti tra le progressive:

- dal km 11+500 al km 11+700 circa;
- dal km 28+360 al km 28+520 circa;
- dal km 28+900 al km 29+060 circa.

Non si rinvencono lungo il tracciato i depositi di versante di tipo a4.

### 3.1.2 Depositi quaternari

Si distinguono:

- **Depositi fluviali - H1b e H1ba (Olocene)**
  - H1b: depositi eterogenei costituiti da limi-sabbiosi da debolmente ghiaiosi a con ghiaia, limi argillosi e sabbie con ghiaia debolmente limose. Nella piana alluvionale del Fiume Ombrone sono presenti intercalazioni metriche di ghiaie e ciottoli arrotondati. Colore variabile da nocciola a grigio. Possibile presenza di elementi millimetrici nerastri di manganese e livelli organici torbosi;
  - H1ba: limi e argille; raggruppano i depositi H1b nelle zone in cui si sono rinvenute significative frazioni di materiale fine.
- **Alluvioni depositate dai corsi d'acqua attuali - H1b1 (Olocene)**, terreni del tutto analoghi ai precedenti H1b, dai quali si differenziano unicamente su base geomorfologica, in quanto si trovano nell'ambito degli alvei attuali.
- **Depositi lagunari - H1a (Olocene)**, argille limose e limi-argillosi prevalenti con subordinate intercalazioni di sabbie - limose e sabbie -ghiaiose. Colore bruno e grigio. Presenza locale di malacofaune di ambiente salmastro.
- **Depositi fluviali - Qt1d (Pleistocene superiore)**, sabbie limose con ghiaia, ghiaie-limose, sabbie-limose, limi argilloso-sabbiosi, (clasti da subarrotondati a spigolosi eterometrici), sparsi ciottoli. Colore da bruno - rossiccio - nocciola a grigio. Possibili concrezioni carbonatiche, residui carboniosi e tracce di manganese.
- **Depositi fluvio lacustri lagunari, sabbie calcaree e travertini - Qt1d1 (Pleistocene medio - superiore)**, si rinvengono Intercalate ai depositi alluvionali, sono costituiti da limi, limi sabbiosi, sabbie limose con intercalazioni di gesso e limi biancastri carbonatici. Intercalati livelli nerastri torbosi. Orizzonti di decalcificazione, livelli arrossati e paleosuoli, sono indice di periodiche interruzioni della sedimentazione. Livelli più grossolani, ghiaiosi potrebbero essere riconducibili a migrazioni di barre fluviali all'interno di una zona palustre. Talora malacofauna salmastra e gasteropodi. I depositi travertinosi associati a Qt1d1 possono essere correlati alla risalita dal substrato di acque idrotermali.

- **Depositi lagunari - Qt1b (Pleistocene medio terminale tirreniano)**, argille e limi prevalenti con subordinate intercalazioni di sabbie-limose. Colore da marrone verdastro a grigio-nerastro. Presenza di malacofauna di ambiente salmastro.

I depositi fluviali (H1b e H1ba) sono presenti tra le progressive:

- dal km 0+000 al km 0+060 circa.
- dal km 1+200 al km 1+250 circa;
- dal km 2+050 al km 2+650 circa;
- dal km 3+490 al km 3+850 circa;
- dal km 9+480 al km 9+530 circa;
- dal km 10+080 al km 10+140 circa;
- dal km 10+370 al km 10+470 circa;
- dal km 11+100 al km 11+160 circa;
- dal km 12+100 al km 13+480 circa;
- dal km 14+720 al km 16+010 circa;
- dal km 16+140 al km 19+960 circa;
- dal km 20+200 al km 23+270 circa;
- dal km 25+100 al km 25+910 circa;
- dal km 38+350 al km 42+750 circa.

I depositi lagunari (H1a) sono presenti tra le progressive:

- dal km 17+590 al km 18+450 circa;
- dal km 26+480 al km 28+170 circa.

I depositi fluviali (Qt1d) sono presenti tra le progressive:

- dal km 0+580 al km 2+070 circa;
- dal km 4+120 al km 14+400 circa;
- dal km 16+790 al km 22+080 circa;
- dal km 22+980 al km 25+200 circa;
- dal km 26+120 al km 26+580 circa;
- dal km 27+050 al km 29+540 circa;
- dal km 43+440 al km 44+500 circa.

I depositi fluvio lacustri lagunari, sabbie calcaree e travertini (Qt1d1) sono presenti tra le progressive:

- dal km 4+350 al km 6+180 circa;
- dal km 28+870 al km 38+550 circa.

I depositi lagunari (Qt1b) sono presenti tra le progressive:

- dal km 8+790 al km 9+210 circa.

### 3.1.3 Depositi neogenici

Nella parte centrale del tracciato sono stati riconosciuti terreni che, in base alle caratteristiche granulometriche, ai colori e alla cementazione, sono stati attribuiti a depositi Neogenici. L'assenza di datazioni e per talune Unità anche l'assenza di affioramenti, rende complessa una precisa attribuzione formazionale. Pertanto, tra essi si distinguono:

- **Argille azzurre - FAA (Pliocene - quaternario)**, argille grigio - azzurre, argille marnose, talvolta sabbiose, localmente fossilifere grigie. Possono contenere cristalli di gesso, frustoli carboniosi e comuni macrofossili (in sondaggio sono state intercettate "concrezioni" dal colore bruno - scuro, nero dure e scagliose, dall'aspetto simile all'antracite).
- **Conglomerati e sabbie di Giuncarico - PCB (Pliocene - quaternario)**, conglomerati eterometrici costituiti essenzialmente da ciottoli appartenenti a litotipi delle Unità Liguri in matrice sabbioso-argillosa, possibili intercalazioni di limi argillosi. Questi conglomerati sono stati riconosciuti solo in sondaggio.
- **Conglomerati Miocenici (cfr. Conglomerati di Montebamboli, Conglomerati di Podere inferno) - COM (Messiniano superiore - Turoliano)**, conglomerati non classati di colore dal rosso al grigio-verde con ciottoli in genere arrotondati e di dimensioni variabili da cm a decametrici. Sono costituiti da litotipi derivanti dalle formazioni delle Unità Liguri (calcari silicei, arenarie, diaspri, arenarie quarzoso feldspatiche), immersi in matrice sabbioso-limosa in genere rossastra. Possibili lenti di argille e di sabbie molto addensate, talora debolmente cementate (arenarie debolmente cementate). I conglomerati si rinvengono spesso in sondaggio

sottoforma di ghiaie e ciottoli in matrice limoso-sabbiosa rossastra. Ambiente fluviale.

- **Conglomerati rossi di Collacchia - CRO (Messiniano superiore - Turoliano)**, conglomerati con intercalazioni di arenarie poco cementate ed argille. Si presentano in genere moderatamente classati e non organizzati, con ciottoli di dimensioni variabili da 1 a 40 cm. Ciottoli e matrice si presentano generalmente arrossati o verdi. I ciottoli derivano in genere dalla formazione delle argille a Palombini (Prevalenti calcari, subordinati arenarie, diaspri ecc.). Ambiente fluvio-lacustre.

Le argille azzurre (FAA) sono presenti tra le progressive:

- dal km 8+840 al km 9+690 circa;
- dal km 17+520 al km 19+820 circa;
- dal km 21+800 al km 23+960 circa.

I conglomerati e le sabbie di Giuncarico (PCB) sono presenti tra le progressive:

- dal km 8+880 al km 9+510 circa.

I conglomerati miocenici (COM) sono presenti tra le progressive:

- dal km 0+640 al km 1+190 circa;
- dal km 6+970 al km 9+010 circa.

### 3.1.4 Formazioni litoidi

#### Unità tettoniche liguri

Nella parte centrale del lotto, al di sotto dei depositi quaternari, sono stati riconosciuti in sondaggio terreni a prevalente composizione argillitica con trovanti calcarei, si tratta di rocce attribuibili alle Unità Tettoniche Liguri.

- **Argille a palombini - APA (Cretacico)**, argilliti e siltiti grigio scure a cui si intercalano subordinati calcari grigi. Localmente, intercalate alle argilliti e alle siltiti si rinvencono marne di colore grigio-avana. E' presente una facies "pelitico-

arenacea" costituita da argille e peliti grigio scure con intercalazioni di strati sottili di quarzoareniti. La formazione presenta quasi sempre aspetto caotico, con placche costituite da argilliti che inglobano massi calcarei senza apparente continuità laterale. In sondaggio sono frequenti i livelli di argilliti tenere e di argilliti alterate ad argilla. Colore da marrone (parte alterata) a grigi oscuro;

- **Breccia ofiolitica - br**

- Diaspri: Radiolariti, per lo più di colore rosso, intercalate a livelli sottili di argilliti e brecce di radiolari. Ambiente marino pelagico;
- Serpentinati: Peridotiti serpentinate, serpentiniti brecciate con vene di calcite (oficalciti). Colore variabile dal verde chiaro al verde molto scuro con tessitura massiccia o debolmente fogliata.

### Unità tettoniche Subliguri

- **Flysch di Poggio Pallone - FPP (Eocene inferiore e medio)**, calcari marnosi, calcari e marne grigio biancastre in strati da medi a molto spessi con basi arenitiche da fini a grossolane, subordinate intercalazioni di siltiti ed argilliti grigie. La parte basale è localmente marcata da una litofacies pelitico-arenacea.

### Unità tettoniche toscane

- **Macigno - MAC (Oligocene superiore - Miocene inferiore)**, si tratta di successioni torbiditiche costituite da litotipi silicoclastici, quali arenarie, siltiti e molto subordinatamente argilliti. Le successioni di tipo "arenitico" sono costituite da areniti quarzoso -feldspatico - micacee a granulometria medio grossolana, massive, in strati di spessore metrico e pluricentrico. Le successioni di tipo "arenitico - pelitiche" sono costituite da areniti quarzoso -feldspatiche a granulometria media o medio -f in strati spessi da 30 a 100 cm con subordinate peliti. Le arenarie assumono toni molto vicini al grigio-verde in frattura fresca, mentre sulla superficie d'alterazione presentano colori variabili dal grigio - arancio al marroncino - giallastro;
- **Calcere cavernoso - CV (Norico - Retico)**, calcari, calcari dolomitici da grigio chiaro a marrone rossiccio, breccia tettonica autoclastica ad elementi calcarei

o dolomitici a cemento calcareo, subordinate dolomie nere, rari gessi. La presenza di piccole cavità di forma poligonale vuote ("calcarei vacuolari o a cellette") o riempite da polvere dolomitica ("cenerone") è un elemento caratteristico di questa formazione, che si presenta frequentemente intensamente fratturata ed alterata dal carsismo. La cavernosità dei livelli dolomitici deriva da dissoluzione carsica ed è attribuita all'idratazione dei livelli anidritici, ed alla dissoluzione dei cristalli di gesso così formati.

### **Unità Tettoniche Toscaniche Metamorfiche (Verrucano Autoct.)**

- **Formazione delle Verruca - SRC (Trias, Ladinico superiore - Carnico)**, filladi quarzítico - muscovitiche grigio chiare e grigio verdi, talora violacee, alternate a metaconglomerati quarzosi, costituiti prevalentemente da clasti di quarzo rosato e quarziti bianche o rosate e filladi scure. I vari ciottolini appaiono frequentemente spalmati di laccature micacee (anageniti). In sondaggio passaggi alterati a sabbie e limi policromi (ocra, verde, vinaccia) con clasti di quarzite; limi biancastri spugnosi e untuosi al tatto.

### **3.2 Aspetti geomorfologici**

L'analisi della planimetria geologica e del profilo geologico longitudinale ha consentito di individuare, nell'area interessata dall'opera in progetto, ambiti di territorio a morfologia collinare e sub-collinare ai quali si interpongono le pianure alluvionali dei Fiumi Pecora, del torrente Sovata, del Fiume Bruna, del Torrente Fossa e del Fiume Ombrone.

Da un punto di vista geomorfologico gli elementi di maggior impatto, relativi alla realizzazione dell'opera in oggetto, riguardano sia gli aspetti idraulici legati all'attraversamento di numerosi fiumi e torrenti in aree con morfologie spesso sfavorevoli per il deflusso e soggette a fenomeni di allagamento, sia fenomeni gravitativi (frane).

Per quanto riguarda i fenomeni gravitativi, nell'area si individuano fenomeni attribuibili a movimenti di scorrimento che avvengono lungo una o più superfici e che possono essere sia di tipo traslazionale, sia di tipo rotazionale. Tali

fenomeni sono presenti nel tratto compreso tra Potassa e P. Belvedere nella parte alta del bacino del Torrente Sovata, ma non intercettano mai direttamente il tracciato; altrove sono praticamente assenti, non tanto per il diverso grado di stabilità dei terreni, ma a causa della morfologia che risulta pianeggiante e pertanto non soggetta a queste fenomenologie.

Si rilevano altresì, con una certa omogeneità, fenomeni di soliflusso o creep nel tratto intermedio collinare del lotto, immediatamente a monte del tracciato stradale.

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

### **3.3 Idrologia sotterranea**

Le informazioni sull'idrologia sotterranea derivano essenzialmente dal monitoraggio dei piezometri installati nei fori di sondaggio eseguiti durante le campagne d'indagine 1975, 1981, 1986, 2003, 2010 e dalle osservazioni in fase di esecuzione dei pozzetti stratigrafici durante la campagna 2010.

Nelle seguenti tabelle vengono riassunti i principali risultati del monitoraggio dei piezometri relativamente a ciascuna campagna di indagine, nonché i dati rilevati in fase di esecuzione dei pozzetti stratigrafici nella campagna di indagine 2010.

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 nelle seguenti tabelle.

**Tabella 3-1: misure piezometriche disponibili. Campagna di indagine 1975**

Sigla	Quota (m s.l.m.)	Tipo piezometro	Livello H <sub>2</sub> O m dal p.c.
SA	-	C.C. (8.0-12.0)	-
SB	-	C.C. (8.0-12.0)	-
SC	-	C.C. (12.0-16.0)	-
SD	-	C.C. (21.0-25.0)	-
SE	-	C.C. (23.5-27.5)	-

C.C.	Cella piezometrica Casagrande (quote cella da P.C.)
T.A.	Tubo aperto (quote tratto finestrato)

**Tabella 3-2: misure piezometriche disponibili. Campagna di indagine 1981**

Sigla	Quota (m s.l.m.)	Tipo piezometro	Livello H <sub>2</sub> O m dal p.c.
S1	-	T.A. (3.0-22.0)	19.0
S2	-	T.A. (3.0-20.0)	4.5
S3	-	T.A. (3.0-33.0)	5.0
S4	-	T.A. (3.0-30.0)	4.3
S5	-	-	-
S7	-	-	-
S8	-	-	-
S9	-	T.A. (3.0-34.5)	1.5
S10	-	T.A. (3.0-20.0)	3.0
S11	-	T.A. (3.0-28.5)	3.0
S12	-	T.A. (3.0-20.5)	17.0
C.C.	Cella piezometrica Casagrande (quote cella da P.C.)		
T.A.	Tubo aperto (quote tratto finestrato)		

Tabella 3-3: misure piezometriche disponibili. Campagna di indagine 1986

Sigla	Quota (m s.l.m.)	Tipo piezometro	Livello H <sub>2</sub> O m dal p.c.
S1	-	C.C.(19.0 - 23.0)	5.2
S2	-	C.C.(7.5 - 13.2)	5.8
S3	-	C.C.(10.0 - 15.0)	10.4
S4	-	C.C. 18.5 - 23.7)	9.5
S5	-	C.C. (17.5 - 23.5)	10.6
S6	-	C.C. (25.0 - 31.0)	10.8
S7	-	C.C. (24.0 - 30.0)	10.0
S8	-	-	-
S9	-	C.C. (28.0 - 34.0)	8.7
S10	-	C.C. (29.0 - 35.0)	9.0
S11	-	C.C. (27.0 - 33.0)	8.8
S12	-	C.C. (20.0 - 24.0)	8.3
S13	-	C.C. (23.0 - 28.3)	13.6
S14	-	C.C. (19.0 - 24.0)	14.0
S15	-	C.C. (32.0 - 37.0)	6.0
S16	-	C.C. (10.0 - 14.0)	4.8
S17	-	-	-
S18	-	C.C. (16.5 - 21.5)	16.6
S19	-	C.C. (29.0 - 33.0)	15.4
S20	-	C.C. (28.5 - 32.5)	3.2
S21	-	C.C. (22.0 - 26.0)	4.2
S22	-	C.C. (20.0 - 24.0)	3.8
S23	-	-	-
S24	-	C.C. (21.0 - 25.0)	3.5
S25	-	C.C. (15.0 - 19.0)	2.4
S26	-	C.C. (26.0 - 30.0)	2.4
S27	-	C.C. (17.0 - 21.0)	1.8
S28	-	C.C. (23.0 - 27.0)	3.0
S29	-	C.C. (20.0 - 24.0)	2.45
S30	-	C.C. (24.0 - 28.0)	1.65
S31	-	C.C. (15.0 - 17.0)	6.2
S32	-	-	-
S33	-	C.C. (7.0 - 11.0)	6.2
C.C.	Cella piezometrica Casagrande (quote cella da P.C.)		
T.A.	Tubo aperto(quote tratto finestrato)		

**Tabella 3-4: misure piezometriche disponibili. Campagna di indagine 2003**

Sigla	Quota (m s.l.m.)	Tipo piezometro	Livello H2O m dal p.c.
A2-S1	-	C.C. (12.0-20.0)	12.1
A2-S2	-	T.A. (5.0-20.0)	-
A2-S3	-	C.C. (16.0-22.0)	2.0
A2-S4	-	T.A. (3.0-20.0)	-
A2-S5	-	T.A. (6.0-20.0)	2.1
A2-S6	-	C.C. (15.5-24.0)	-
		T.A. (3.0-13.5)	-
A2-S7	-	T.A. (3.0-15.0)	1.2
A2-S8	-	T.A. (3.0-20.0)	-
A2-S9	-	T.A. (3.0-20.0)	-
A2-S10	-	C.C. (19.0-22.5)	-
		T.A. (4.0-16.0)	-
A2-S11	-	T.A. (6.0-20.0)	7.8
C.C.	Cella piezometrica Casagrande (quote cella da P.C.)		
T.A.	Tubo aperto(quote tratto finestrato)		

**Tabella 3-5: misure piezometriche disponibili. Campagna di indagine 2010**

Sigla e km	Quota (m s.l.m.)	Tipo piezometro	Livello H2O m dal p.c.	Periodo di esecuzione
3/3-Sd4 bis 0+000	26.75	T.A. (3.0- 25.0)	1.55	14/06/2010
3/3-Sd5 1+040	48.36	T.A. (3.0- 35.0)	8.90	14/06/2010
3/3-Sd6 1+500	37.30	T.A. (3.0- 25.0)	1.00	14/06/2010
3/3-Sd7 1+930	45.27	T.A. (3.0- 35.0)	8.55	14/06/2010
3/3-Sd8 2+348	33.20	T.A. (3.0- 19.0)	2.85	14/06/2010
3/3-Sd9 2+520	35.50	T.A. (3.0- 19.0)	2.76	14/06/2010
3/3-Sd10 2+895	56.72	T.A. (3.0- 25.0)	9.10	14/06/2010
3/3-Sd11	38.01	T.A. (3.0-	1.75	14/06/2010

3+158		25.0)		
3/3-Sd12 3+562	36.42	T.A. (3.0- 25.0)	1.60	14/06/2010
3/3-Sd13 3+995	40.23	T.A. (3.0- 35.0)	1.45	14/06/2010
3/3-Sd14	8.12	T.A. (3.0- 35.0)	1.90	14/06/2010
3/3-Sd15	8.30	T.A. (3.0- 35.0)	2.33	14/06/2010
3/3-Sd16	5.11	T.A. (3.0- 25.0)	1.25	14/06/2010
3/3-Sd17	22.71	T.A. (3.0- 25.0)	18.15	14/06/2010
3/3-SD3(s) 1+745	40.93	-	-	-
3/2-SD1(s) 4+920	42.17	-	-	-
3/2-SD2(s) 5+927	52.31	-	-	-
3/2-SD3(s) 15+300	27.60	-	-	-
3/2-SD4(s) 18+075	25.05	-	-	-
3/2-SD1 4+150	42.90	-	-	06-07/2010
3/2-SD1bis 4+150	42.76	-	-	06-07/2010
3/2-SD2 4+520	45.06	T.A. (7.0- 35.0)	21.45	06-07/2010
3/2-SD3 5+380	44.74	T.A. (3.0- 33.0)	21.75	06-07/2010
3/2-SD3bis 6+210	55.11	T.A. (3.0-7.0)	-	06-07/2010
		C.C. (17.0)	8.30	06-07/2010
3/2-SD4 6+765	62.61	T.A. (5.0- 35.0)	2.65	06-07/2010
3/2-SD5 7+490	91.51	T.A. (2.0- 20.0)	11.70	06-07/2010
3/2-SD6 7+930	75.02	T.A. (5.0- 27.0)	4.60	06-07/2010
3/2-SD7		T.A. (2.0-	3.73	06-07/2010

8+655	87.28	20.0)		
3/2-SD8 9+200	74.76	T.A. (3.0- 12.0)	9.87	06-07/2010
		C.C. (30.0)	9.70	06-07/2010
3/2-SD8bis 9+755	77.60	T.A. (3.0- 12.0)	1.54	06-07/2010
3/2-SD9 10+742	53.73	T.A. (4.0- 25.0)	3.05	06-07/2010
3/2-SD10 10+007	65.04	T.A. (3.0- 30.0)	2.60	06-07/2010
3/2-SD11 11+132	47.48	T.A. (3.0- 25.0)	0.30	06-07/2010
3/2-SD12 11+721	45.27	T.A. (3.0- 35.0)	2.24	06-07/2010
3/2-SD13 11+850	61.27	T.A. (3.0- 20.0)	6.16	06-07/2010
3/2-SD14 13+450	37.65	T.A. (3.0- 20.0)	4.30	06-07/2010
3/2-SD15 14+181	30.16	T.A. (4.0- 25.0)	2.60	06-07/2010
3/2-SD16 15+175	25.13	T.A. (3.0- 35.0)	-	06-07/2010
3/2-SD17bis 16+083	34.30	T.A. (3.0- 15.0)	1.70	06-07/2010
3/2-SD18 16+390	22.30	T.A. (3.0- 30.0)	1.40	06-07/2010
3/2-SD19 17+275	18.19	T.A. (3.0- 30.0)	1.20	06-07/2010
3/2-SD20 17+520	19.69	T.A. (8.5- 11.5)	2.90	06-07/2010
		C.C. (24.0)	6.95	06-07/2010
3/2-SD21 17+780	19.26	T.A. (5.0- 25.0)	6.45	06-07/2010
3/2-SD22 17+818	18.46	T.A. (3.0- 25.0)	5.82	06-07/2010
		C.C. (33.0)	5.85	06-07/2010
3/2-SD23 18+220	17.44	T.A. (9.0- 27.0)	2.89	06-07/2010
3/2-SD24 18+780	17.78	T.A. (3.0-6.0)	2.80	06-07/2010
		C.C. (13.0)	3.60	06-07/2010
3/2-SD25 19+316	17.42	T.A. (8.0- 27.0)	3.05	06-07/2010

3/2-SD25bis 19+518	17.35	T.A. (3.0- 21.0)	3.12	06-07/2010
3/2-SD26 20+278	17.17	T.A. (6.0- 35.0)	2.94	06-07/2010
3/2-SD26bis 21+281	15.27	T.A. (6.0- 25.0)	2.85	06-07/2010
3/2-SD27 22+480	17.89	-	-	06-07/2010
3/2-SD27bis 22+484	17.84	-	-	06-07/2010
3/2-SD28 22+630	17.72	T.A. (3.0- 35.0)	2.40	06-07/2010
3/2-SD29 22+925	18.18	T.A. (5.0-8.5)	4.49	06-07/2010
		C.C. (25.0)	6.90	06-07/2010
3/1-SD0 23+277	19.43	T.A. (3.0- 17.0)	6.15	04/08/2010
		C.C. (22.5)	6.31	04/08/2010
3/1-SD1 23+380	20.26	T.A. (3.0- 20.2)	7.68	04/08/2010
		C.C. (26.6)	7.94	04/08/2010
3/1-SD2 23+730	22.92	T.A. (3.0- 30.0)	2.10	04/08/2010
3/1-SD3 24+260	27.66	T.A. (3.0- 30.0)	23.60	04/08/2010
3/1-SD4 24+553	21.24	T.A. (5.5- 25.0)	17.28	04/08/2010
3/1-SD5 26+018	14.31	T.A. (3.0- 30.0)	10.32	03/08/2010
3/1-SD6 27+356	4.11	T.A. (6.0- 14.0)	2.25	03/08/2010
		C.C. (25.5)	1.48	03/08/2010
3/1-SD7 28+435	8.92	T.A. (8.6- 35.0)	4.10	03/08/2010
3/1-SD7ter 28+432	8.89	-	-	-
3/1-SD7bis 28+640	8.56	T.A. (10.5- 17.0)	4.70	03/08/2010
		C.C. (24.0)	4.53	03/08/2010
3/1-SD8 33+255	9.04	T.A. (3.0- 35.0)	1.91	03/08/2010
3/1-SD9 35+058	13.28	C.C. (27.5)	3.02	03/08/2010
		C.C. (27.5)	3.02	03/08/2010
3/1-SD10	13.21	T.A. (3.0-	1.97	03/08/2010

35+490		30.0)		
3/1-SD11 35+948	14.82	T.A. (3.0-9.6)	4.33	03/08/2010
		C.C. (19.0)	4.45	03/08/2010
3/1-SD13 36+484	12.74	T.A. (3.0- 11.0)	3.85	03/08/2010
		C.C. (25.0)	4.00	03/08/2010
3/1-SD14 36+982	14.01	T.A. (11.0- 23.0)	2.84	03/08/2010
3/1-SD15 38+142	11.93	T.A. (16.0- 22.0)	8.40	04/08/2010
		C.C. (22.0)	5.74	04/08/2010
3/1-SD16 38+617	16.28	T.A. (14.7.0- 21.0)	12.92	04/08/2010
3/1-SD17 38+805	16.65	T.A. (13.4- 30.0)	12.92	03/08/2010
3/1-SD18 40+600	12.63	T.A. (3.6- 35.0)	8.72	03/08/2010
3/1-SD18bis 41+319	12.26	-	-	-
3/1-SD18ter 41+316	11.02	-	-	-
3/1- Sd18quater 33+128	39.69	T.A. (3.0- 20.0)	4.43	03/08/2010
3/1-SD19 33+497	16.33	T.A. (7.5- 30.0)	3.10	03/08/2010
3/1-SD20	6.08	T.A. (3.6- 35.0)	4.07	03/08/2010
3/1-SD1s 23+572	28.42	-	-	-
3/1-SD2s 24+425	30.65	-	-	-
3/1-SD3s 30+022	7.25	-	-	-
3/1-SD4s 34+892	14.40	-	-	-
4/2-SD1 43+710	18.80	T.A. (3.0- 32.0)	6.30	-
4/2-SD2 44+270	14.90	T.A. (3.0- 20.0)	-	-
C.C. : Cella piezometrica Casagrande (quota cella da P.C.)				
T. A. : Tubo aperto (quote tratto finestrato)				

**Tabella 3-6: 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
PZD1	lotto 3 parte 3	18.93	4.00	1.10	15/06/2010
PZD3	lotto 3 parte 3	21.76	1.80	non rinvenuta	14/06/2010
PZD4	lotto 3 parte 3	21.12	3.80	non rinvenuta	14/06/2010
PZD5	lotto 3 parte 3	20.94	1.70	non rinvenuta	15/06/2010
PZD6	lotto 3 parte 3	21.29	3.80	1.60	10/06/2010
PZD7	lotto 3 parte 3	20.76	2.90	non rinvenuta	11/06/2010
PZD9	1+410 lotto 3 parte 3	38.10	3.40	non rinvenuta	16/06/2010
PZD10	1+790 lotto 3 parte 3	37.12	2.60	1,05	08/06/2010
PZD11	2+169 lotto 3 parte 3	34.64	3.80	non rinvenuta	08/06/2010
PZD12	2+474 lotto 3 parte 3	33.63	3.60	1.60	09/06/2010
PZD13	2+648 lotto 3 parte 3	40.69	3.40	non rinvenuta	09/06/2010
PZD14	3+205 lotto 3 parte 3	36.28	1.80	non rinvenuta	10/06/2010
PZD15	3+612 lotto 3 parte 3	33.14	3.70	1.00	10/06/2010
PZD17	lotto 3 parte 3	25.01	3.80	1.60	20/07/2010
PZD18	lotto 3 parte 3	20.69	3.80	non rinvenuta	20/07/2010
PZD19	lotto 3 parte 3	17.59	3.50	non rinvenuta	21/07/2010
PZD20	lotto 3 parte 3	9.86	4.00	1.00	17/06/2010
PZD21	lotto 3 parte 3	9.10	4.00	3.00	17/06/2010
PZD22	lotto 3 parte 3	8.13	4.00	non rinvenuta	21/07/2010
PZD23	lotto 3 parte 3	5.34	4.00	2.20	16/06/2010
PZD24	lotto 3 parte 3	4.06	4.00	non rinvenuta	22/07/2010
PZD25	lotto 3 parte 3	3.30	4.00	non rinvenuta	22/07/2010
PZD29	lotto 3 parte 3	14.29	3.50	non rinvenuta	22/07/2010
PZDT1	lotto 3 parte 3	32.80	3.50	non rinvenuta	11/06/2010

PZDT2	0+900 lotto 3 parte 3	41.18	3.80	non rinvenuta	16/06/2010
PZ1	4+865 lotto 3 parte 2	40.71	3.80	3.80	20/07/2010
PZ2	5+545 lotto 3 parte 2	46.03	4.00	4.00	20/07/2010
PZ3	6+560 lotto 3 parte 2	55.70	4.00	non rinvenuta	20/07/2010
PZ4	7+140 lotto 3 parte 2	63.05	3.40	non rinvenuta	20/07/2010
PZ5	7+607 lotto 3 parte 2	78.17	4.00	non rinvenuta	21/07/2010
PZ6	8+333 lotto 3 parte 2	73.57	4.00	non rinvenuta	21/07/2010
PZ7	8+960 lotto 3 parte 2	73.45	4.00	4.00	22/07/2010
PZ8	9+462 lotto 3 parte 2	66.69	4.00	3.80	22/07/2010
PZ9	10+064 lotto 3 parte 2	62.43	4.00	non rinvenuta	22/07/2010
PZ10	10+343 lotto 3 parte 2	59.67	4.00	non rinvenuta	27/07/2010
PZ11	11+005 lotto 3 parte 2	49.69	4.00	4.00	27/07/2010
PZ12	13+362 lotto 3 parte 2	37.32	1.50	non rinvenuta	27/07/2010
PZ16	16+420 lotto 3 parte 2	19.83	4.00	4.00	27/07/2010
PZ17	16+860 lotto 3 parte 2	19.34	3.20	non rinvenuta	28/07/2010
PZ18	17+555 lotto 3 parte 2	18.48	4.00	non rinvenuta	28/07/2010
PZ19	18+143 lotto 3 parte 2	17.87	3.80	3.80	28/07/2010
PZ20	19+128 lotto 3 parte 2	17.05	4.00	4.00	29/07/2010
PZ21	19+711 lotto 3 parte 2	16.37	4.00	4.00	29/07/2010
PZ22	20+392 lotto 3 parte 2	14.65	4.00	3.50	29/07/2010
PZ23	20+820 lotto 3 parte 2	15.66	4.00	3.50	29/07/2010
PZ24	22+310 lotto 3 parte 2	17.17	4.00	4.00	29/07/2010
PZD1	23+350 lotto 3 parte 1	20.05	4.00	non rinvenuta	12/07/2010
PZD2	24+024 lotto 3 parte 1	30.57	4.00	non rinvenuta	12/07/2010
PZD3	25+353 lotto 3 parte 1	25.00	4.00	non rinvenuta	13/07/2010
PZD4	24+770 lotto 3 parte 1	22.07	1.20	non rinvenuta	13/07/2010

PZD5	25+280 lotto 3 parte 1	16.95	4.00	non rinvenuta	13/07/2010
PZD6	25+565 lotto 3 parte 1	19.13	4.00	non rinvenuta	13/07/2010
PZD8	26+072 lotto 3 parte 1	12.35	4.00	non rinvenuta	14/07/2010
PZD9	26+540 lotto 3 parte 1	6.71	4.00	3.30	14/07/2010
PZD10	28+687 lotto 3 parte 1	6.03	4.00	2.50	14/07/2010
PZD11	31+463 lotto 3 parte 1	9.03	4.00	2.00	15/07/2010
PZD12	33+034 lotto 3 parte 1	8.56	4.00	2.00	15/07/2010
PZD13	35+120 lotto 3 parte 1	12.85	4.00	2.60	21/07/2010
PZD14	36+380 lotto 3 parte 1	12.74	4.40	non rinvenuta	20/07/2010
PZD15	36+565 lotto 3 parte 1	13.08	4.00	3.20	19/07/2010
PZD16	37+176 lotto 3 parte 1	13.95	4.00	non rinvenuta	19/07/2010
PZD17	38+196 lotto 3 parte 1	11.37	4.00	2.90	19/07/2010
PZD18	38+606 lotto 3 parte 1	16.40	4.00	non rinvenuta	20/07/2010
PZD19	39+110 lotto 3 parte 1	16.04	4.00	non rinvenuta	20/07/2010
PZD20	lotto 3 parte 1	6.67	4.20	3.30	22/07/2010
PZD21	lotto 3 parte 1	7.16	4.00	3.80	22/07/2010
PZD22	lotto 3 parte 1	6.06	4.00	non rinvenuta	22/07/2010
PZD23	lotto 3 parte 1	4.79	4.20	3.40	23/07/2010
PZD24	lotto 3 parte 1	3.74	4.30	3.50	21/07/2010
PZD25	lotto 3 parte 1	4.02	4.30	3.80	21/07/2010
PZD4bis	lotto 4 parte 2	-	4.20	1.90	03/08/2010
PZD13bis	lotto 4 parte 2	-	4.20	2.00	03/08/2010
PZD22	lotto 4 parte 2	-	4.00	non rinvenuta	03/08/2010
(1) = profondità indagata			(2) = profondità della falda da p.c.		

## **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  $N_{SPT,30}$  ottenuti 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 <sub>SPT,30</sub>	Categoria sottosuolo
3/3 SD4bis	57	B
3/3 SD5	31	C
A2 S9	70	B
3/3 SD6	57	B
3/3 SD3s	46	C
3/3 SD7	71	B
3/3 SD8	54	B
3/3 SD10	24	C
3/3 SD11	6	D
3/3 SD12	78	B
3/3 SD13	56	B
3/2 SD1	53	B
3/2 SD2	50	C
3/2 SD1s	31	C
3/2 SD3	16	C
3/2 SD2s	17	C
3/2 SD3bis	22	C
3/2 SD4	31	C
3/2 SD5	25	C
3/2 SD6	100	B
3/2 SD7	22	C
3/2 SD8	87	B
3/2 SD8bis	19	C
3/2 SD10	69	B
3/2 SD9	41	C
3/2 SD11	54	B
3/2 SD12	45	C
A2 S7	24	C
3/2 SD14	12	D
3/2 SD15	100	B
3/2 SD3s	52	B
3/2 SD17bis	13	D
3/2 SD18R	42	C
3/2 SD19	38	C
3/2 SD20	39	C
3/2 SD21	33	C
3/2 SD22	23	C
3/2 SD4s	22	C
3/2 SD23	17	C
3/2 SD24	21	C
3/2 SD25	26	C
A2 S6	17	C
3/2 SD25bis	9	D
3/2 SD26	24	C
3/2 SD26bis	28	C
3/2 SD27	16	C
3/2 SD28	42	C
S4	25	C
3/2 SD29	13	D

Sondaggio	N <sub>SPT,30</sub>	Categoria sottosuolo
A2 S5	12	D
3/1 SD0	22	C
3/1 SD1	14	D
3/1 SD1s	16	C
3/1 SD2	38	C
3/1 SD3	24	C
3/1 SD2s	19	C
3/1 SD4	30	C
S33	33	C
3/1 SD5	100	B
S31	94	B
3/1 SD6	40	C
S9	3	D
3/1 SD7ter	11	D
3/1 SD7	49	C
3/1 SD7bis	36	C
S28	19	C
S8	43	C
S7	24	C
3/1 SD3s	13	D
SD26	9	D
S6	21	C
S5	13	D
S4	17	C
S8	14	D
S14	20	C
S22	17	C
S21	41	C
S3	23	C
3/1 SD4s	20	C
3/1 SD9	10	D
3/1 SD10	29	C
3/1 SD11	25	C
S17	30	C
S16	25	C
3/1 SD13	37	C
S15	27	C
3/1 SD14	23	C
3/1 SD15	29	C
3/1 SD16	30	C
S14	35	C
3/1 SD17	49	C
S13	41	C
S12	46	C
S11	35	C
S10	31	C
S9	19	C
3/1 SD18	28	C
S8	19	C
S7	13	D
3/1 SD18ter	11	D
S6	25	C
S5	24	C
S3	100	B
3/1 SD18quater	87	B
S2	39	C
3/1 SD19	32	C
S1	40	C
1986 S4	40	C

Tabella 4-1: Valori di N<sub>SPT,30</sub> e relative categorie di sottosuolo

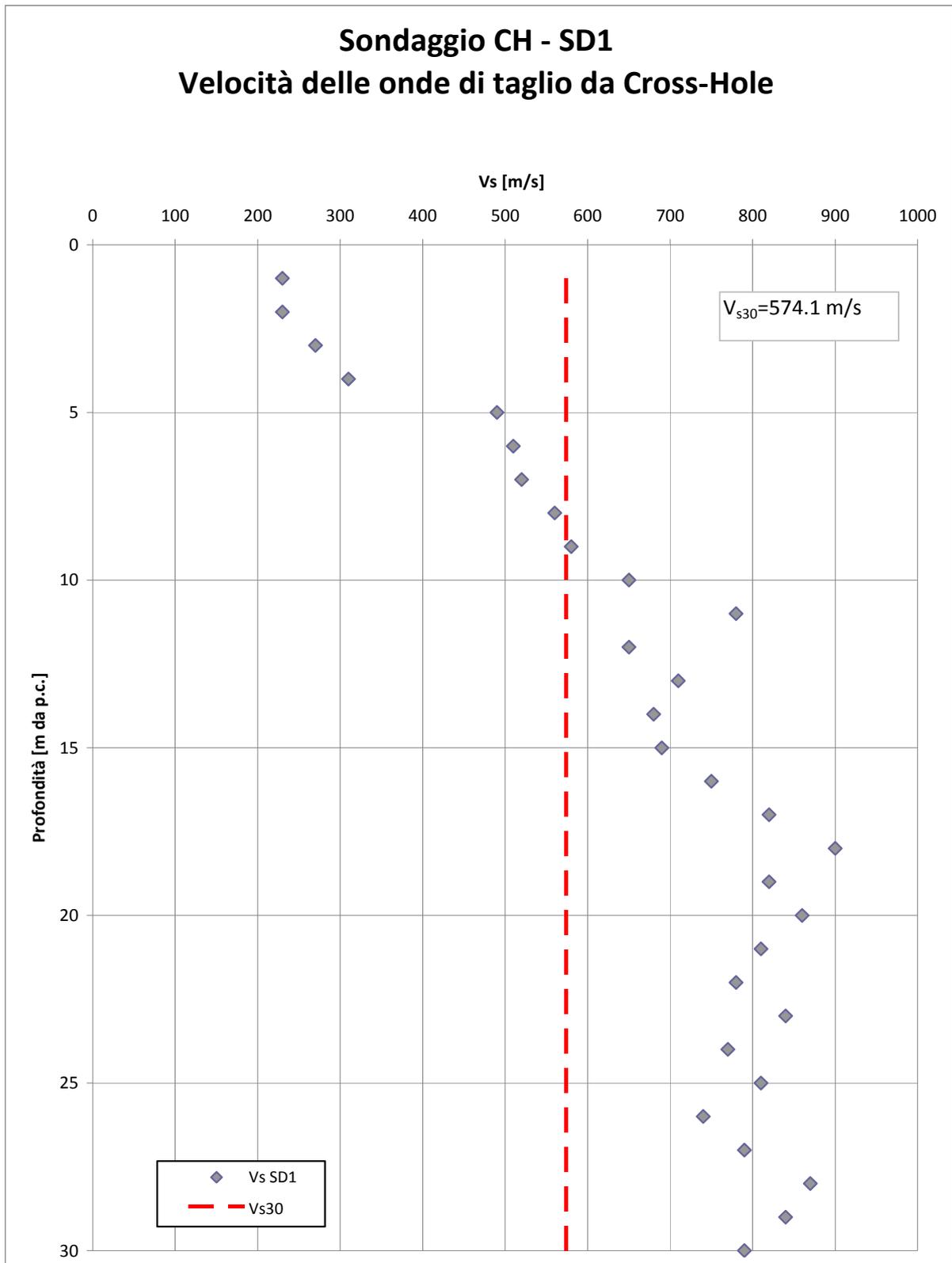
Si può ricavare il parametro  $V_{s,30}$  mediante la relazione:

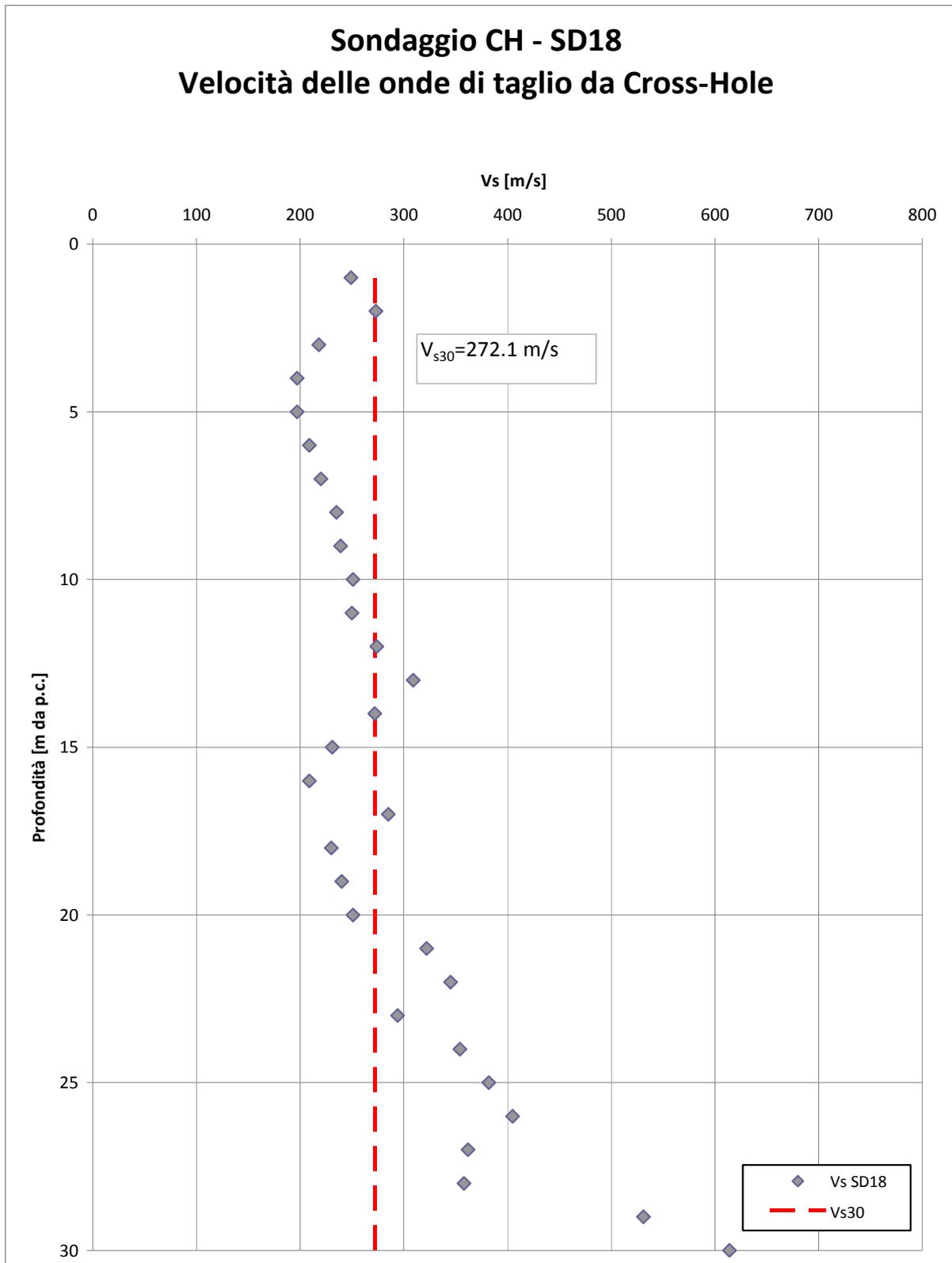
$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

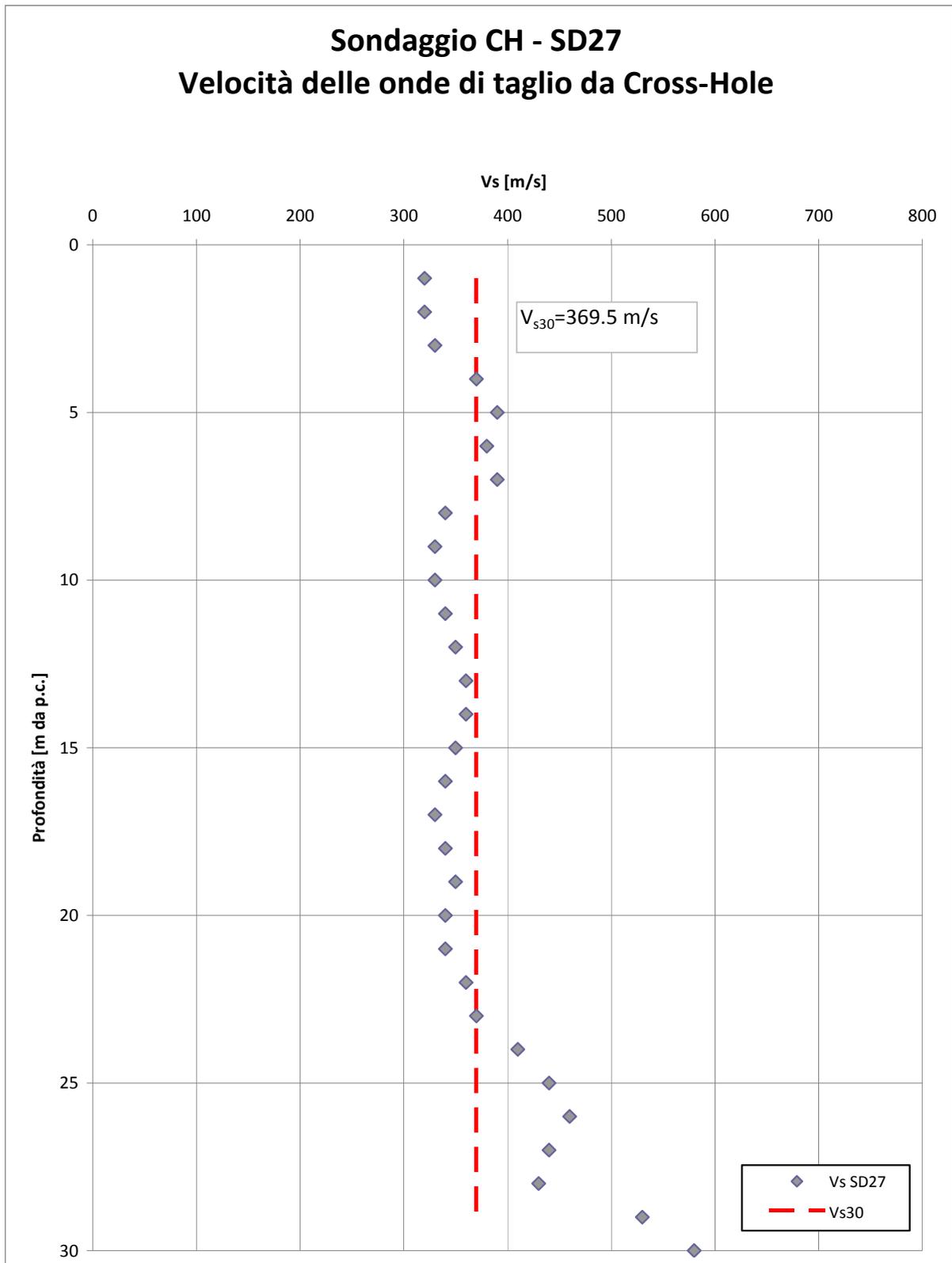
I parametri  $V_{s,30}$  ricavati da prove Cross Hole in foro sono riportati sinteticamente nella successiva tabella e illustrati nelle figure che seguono.

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

<b>Sondaggio</b>	<b><math>V_{s,30}</math></b>	<b>Categoria sottosuolo</b>
3/2-SD1	574	B
3/1-SD18	272	C
3/2-SD27	370	B







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)).*

Localmente, ed in particolare nella prima parte del tracciato, sono presenti rocce molto frantumate ed argille ben addensate appartenenti alla categoria B (*Rocce tenere e depositi a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto 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 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $N_{SPT,30} > 50$  nei terreni a grana grossa  $c_{u,30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina)).*

## 4.2 Categoria topografica

Trattandosi di zone pianeggianti e pendii con inclinazione inferiore a  $15^\circ$ , 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 (**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**

Classificazione dell'opera	Esempio	Vita nominale	Classe d'uso (Cu)	Periodo di riferimento per la costruzione ( $V_r$ )	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 alla provincia di Grosseto:

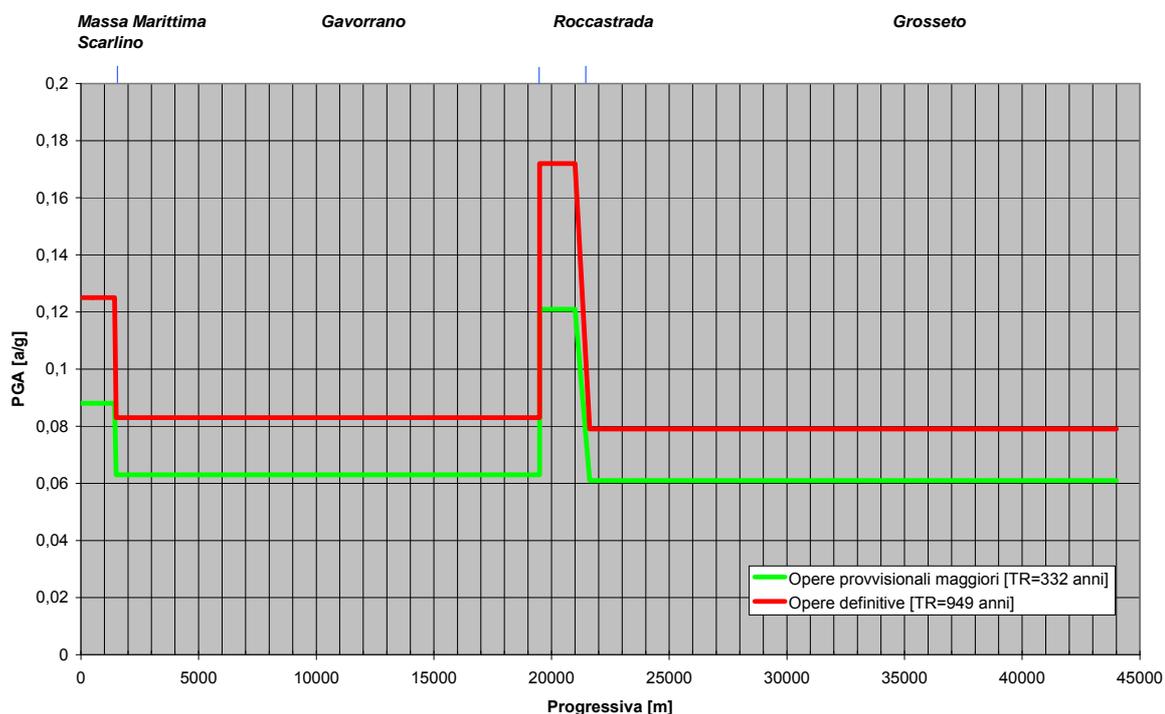
\* verifica sismica omessa ai sensi del D.M. 14.01.2008

- MASSA MARITTIMA;
- SCARLINO;
- GAVORRANO;
- ROCCASTRADA;
- GROSSETO.

I valori di accelerazione massima al suolo valide per il tratto autostradale in esame sono stati individuati utilizzando, in accordo con la zonazione definita nel D.M. 14.01.2008, la mappa di pericolosità sismica del territorio italiano tramite l'impiego del software Spettri-NTC ver1.0.3 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 viene condotta secondo il prospetto seguente riportato in **Tabella 4-3**.

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 Scarlino Scalo e Grosseto (lotto 3)**

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 pseudostatica 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.

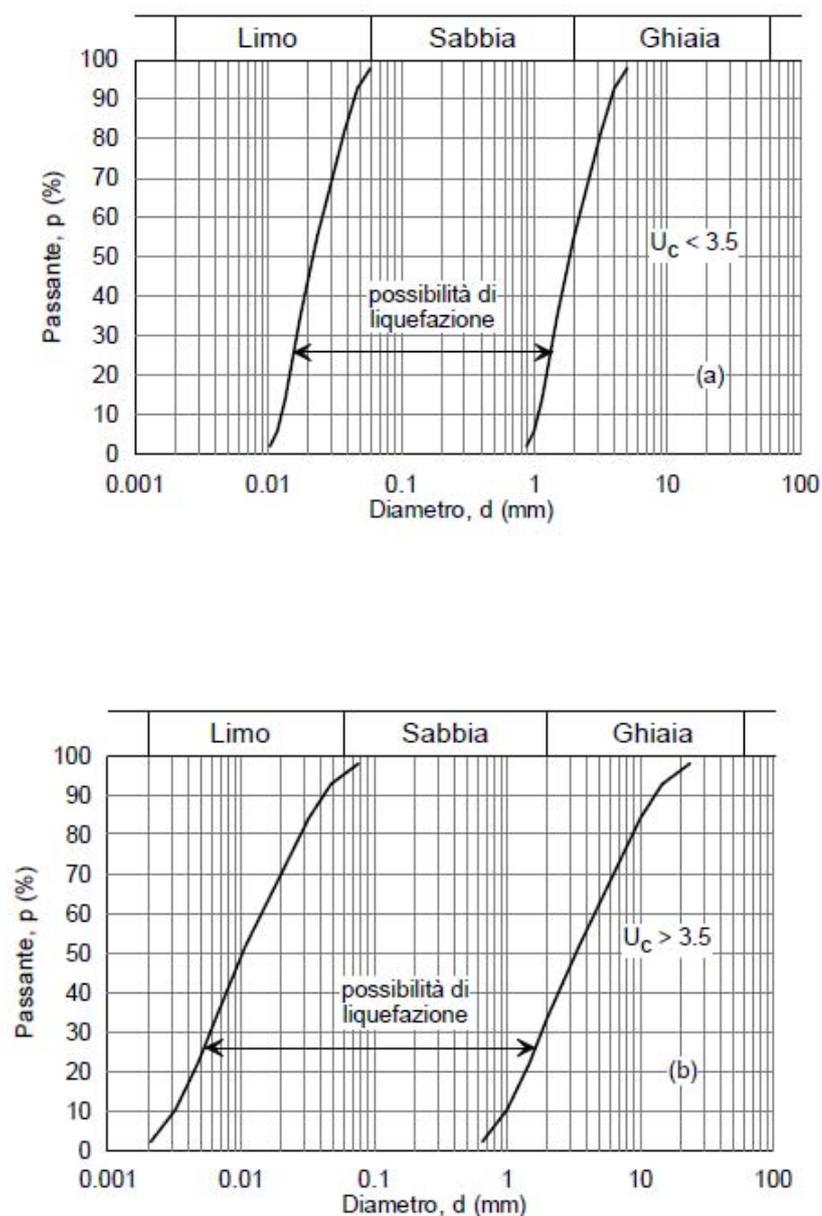
#### **4.4 Stabilità nei confronti della liquefazione dei terreni**

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

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

e  $\sigma'_{vo}$  pressione efficace litostatica (calcolata in  $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

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 fine FC (cioè percentuale granulometrica inferiore a  $0.075 \text{ mm}$ , 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 relative ai campioni sottoposti a prove SPT, si è considerata la percentuale di fine di ciascun campione e, nel caso in cui non si disponesse di granulometria, si è assunta la percentuale di fine relativa al campione più vicino all'interno dello stesso sondaggio. In assenza di informazioni si è ipotizzato, a favore di sicurezza, assenza della frazione fine.

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:

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

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

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 = 0.14 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 risultati dell'analisi semplificata. In assenza di misure piezometriche, si è posta, cautelativamente, la falda al piano di campagna. La percentuale di fine è stata valutata, ove possibile, dalle analisi granulometriche dei campioni prelevati durante i sondaggi.

Nel caso del sondaggio A2-S6 la percentuale di fine è stata posta pari al 25% alla luce della presenza di abbondante matrice limosa indicata nella descrizione stratigrafica delle cassette.

Si osserva che i coefficienti di sicurezza sono sempre superiori a 1.00, per cui è possibile affermare che i terreni in esame non sono potenzialmente liquefacibili.

Sondaggio	Profondità [m da p.c.]	Profondità falda [m da p.c.]	$\gamma$ [kN/m³]	N <sub>SPT</sub>	N <sub>SPT,30</sub>	Cat. Terreno	M	a <sub>g</sub> /g	S <sub>s</sub>	St	$\sigma'$ [kg/cm²]	$\sigma_{tot}$	rd	A	B	C <sub>N</sub>	(N1) <sub>60CS</sub>	CRR	MSF	CRR×MSF	a <sub>max</sub> /g	CSR	FS	
3/3 SD4bis	3	1,55	20	35		75	5	0,2	1,2	1	0,5	0,6	1	5	1,2	1,30	60	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD4bis	6	1,55	20	58		81	5	0,2	1,2	1	0,8	1,2	1	5	1,2	1,15	85	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD4bis	6,5	1,55	20	96		69	5	0,3	1,1	1	0,8	1,3	1	5	1,2	1,11	133	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,33	0,3	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD4bis	9	1,55	20	110		72	5	0,2	1,2	1	1,1	1,8	0,9	5	1,2	0,97	134	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD4bis	10,5	1,55	20	100		76	5	0,2	1,2	1	1,2	2,1	0,9	5	1,2	0,91	114	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD4bis	12	1,55	20	100		74	5	0,2	1,2	1	1,4	2,4	0,9	5	1,2	0,86	108	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD4bis	13,5	1,55	20	43		75	5	0,2	1,2	1	1,5	2,7	0,8	5	1,2	0,82	47	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD4bis	15	1,55	20	31	57	B	76	5	0,2	1,2	1	1,7	3	0,8	5	1,2	0,78	34	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/3 SD5	3	8,9	20	22		42	5	0,2	1,4	1	0,6	0,6	1	5	1,2	1,29	39	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD5	6	8,9	20	27		94	5	0,2	1,4	1	1,2	1,2	1	5	1,2	0,91	35	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD5	7,5	8,9	20	32		26	5	0,2	1,4	1	1,5	1,5	0,9	4,4	1	0,82	29	NON LIQUEFACIBILE 0,44	3,81	NON LIQUEFACIBILE 1,68	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE 11,06	
3/3 SD5	10,5	8,9	20	51		30	5	0,2	1,4	1	1,9	2,1	0,9	4,7	0,9	0,72	39	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD5	12	8,9	20	65		30	5	0,2	1,4	1	2,1	2,4	0,9	4,7	0,9	0,69	47	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD5	13,5	8,9	20	60		12	5	0,2	1,4	1	2,2	2,7	0,8	1,6	1	0,67	41	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD5	16,5	8,9	20	49		33	5	0,2	1,4	1	2,5	3,3	0,7	4,9	0,9	0,63	34	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD5	19,5	8,9	20	31		38	5	0,2	1,4	1	2,8	3,9	0,7	5	1,2	0,59	27	NON LIQUEFACIBILE 0,35	3,81	NON LIQUEFACIBILE 1,33	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE 9,20	
3/3 SD5	21	8,9	20	42		58	5	0,2	1,4	1	3,0	4,2	0,6	5	1,2	0,58	34	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD5	24	8,9	20	41		62	5	0,2	1,4	1	3,3	4,8	0,5	5	1,2	0,55	32	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD5	27	8,9	20	15		33	5	0,2	1,4	1	3,6	5,4	0,5	4,9	0,9	0,53	12	NON LIQUEFACIBILE 0,13	3,81	NON LIQUEFACIBILE 0,51	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE 4,68	
3/3 SD5	31,5	8,9	20	39	31	C	44	5	0,2	1,4	1	4,0	6,3	0,3	5	1,2	0,50	28	0,40	3,81	1,51	0,25	0,1	18,01

A2 S9	3	0	20	53		5	0,2	1,2	1	0,3	0,6	1	0	1	1,30	69	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,3	NON LIQUEFACIBILE		
A2 S9	4,8	0	20	100		5	0,2	1,2	1	0,5	0,96	1	0	1	1,30	130	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,3	NON LIQUEFACIBILE		
A2 S9	6	0	20	54		5	0,2	1,2	1	0,6	1,2	1	0	1	1,29	70	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,3	NON LIQUEFACIBILE		
A2 S9	7,5	0	20	100		5	0,2	1,2	1	0,8	1,5	0,9	0	1	1,15	115	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,3	NON LIQUEFACIBILE		
A2 S9	12	0	20	100	70	B	5	0,2	1,2	1	1,2	2,4	0,9	0	1	0,91	91	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD6	1,5	1	20	17	23	5	0,2	1,2	1	0,3	0,3	1	4,1	1,1	1,30	28	0,40	3,81	1,54	0,21	0,2	9,65		
3/3 SD6	4,5	1	20	26	74	5	0,2	1,2	1	0,6	0,9	1	5	1,2	1,30	46	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
3/3 SD6	6	1	20	100	59	5	0,2	1,2	1	0,7	1,2	1	5	1,2	1,20	148	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
3/3 SD6	7,5	1	20	62	24	5	0,2	1,2	1	0,9	1,5	0,9	4,2	1	1,08	68	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
3/3 SD6	9	1	20	73	75	5	0,2	1,2	1	1,0	1,8	0,9	5	1,2	1,00	93	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
3/3 SD6	10,5	1	20	100	28	5	0,2	1,2	1	1,2	2,1	0,9	4,6	0,9	0,93	93	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
3/3 SD6	15	1	20	76	74	5	0,2	1,2	1	1,6	3	0,8	5	1,2	0,79	77	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
3/3 SD6	18	1	20	100	15	5	0,2	1,2	1	1,9	3,6	0,7	2,5	1	0,73	73	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
3/3 SD6	22	1	20	100	57	B	75	5	0,2	1,2	1	2,3	4,4	0,6	5	1,2	0,66	84	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/3 SD3s	1,5	0	20	23	67	5	0,2	1,4	1	0,2	0,3	1	5	1,2	1,30	41	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE		
3/3 SD3s	7,5	0	20	22	69	5	0,2	1,4	1	0,8	1,5	0,9	5	1,2	1,15	35	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE		
3/3 SD3s	10,5	0	20	31	73	5	0,2	1,4	1	1,1	2,1	0,9	5	1,2	0,98	41	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE		
3/3 SD3s	12	0	20	100	67	5	0,2	1,4	1	1,2	2,4	0,9	5	1,2	0,91	115	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE		
3/3 SD3s	13,5	0	20	100	84	5	0,2	1,4	1	1,4	2,7	0,8	5	1,2	0,86	108	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE		
3/3 SD3s	21	0	20	100	65	5	0,2	1,4	1	2,1	4,2	0,6	5	1,2	0,69	88	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
3/3 SD3s	24	0	20	46	46	C	71	5	0,2	1,4	1	2,4	4,8	0,5	5	1,2	0,65	41	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/3 SD7	1,5	8,55	20	21	56	5	0,2	1,2	1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	38	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE		
3/3 SD7	7,5	8,55	20	41	56	5	0,2	1,2	1	1,5	1,5	0,9	5	1,2	0,82	45	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE		
3/3 SD7	9	8,55	20	63	62	5	0,2	1,2	1	1,8	1,8	0,9	5	1,2	0,75	62	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE		
3/3 SD7	11	8,55	20	100	61	5	0,2	1,2	1	2,0	2,2	0,9	5	1,2	0,72	91	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE		
3/3 SD7	13	8,55	20	100	63	5	0,2	1,2	1	2,2	2,6	0,8	5	1,2	0,68	87	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE		

3/3 SD7	15	8,55	20	90	62	5 0,2 1,2 1	2,4	3	0,8	5	1,2	0,65	75	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD7	18	8,55	20	100	61	5 0,2 1,2 1	2,7	3,6	0,7	5	1,2	0,61	79	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD7	21	8,55	20	100	84	5 0,2 1,2 1	3,0	4,2	0,6	5	1,2	0,58	75	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD7	25	8,55	20	76	75	5 0,2 1,2 1	3,4	5	0,5	5	1,2	0,55	55	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD7	29	8,55	20	79	65	5 0,2 1,2 1	3,8	5,8	0,4	5	1,2	0,52	54	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD7	32	8,55	20	100	71 B	65	5 0,2 1,2 1	4,1	6,4	0,3	5	1,2	0,50	65	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE
3/3 SD8	2,5	2,85	20	11	80	5 0,2 1,2 1	0,5	0,5	1	5	1,2	1,30	22	0,24	3,81	0,90	0,21	0,1	6,85	
3/3 SD8	6	2,85	20	100	86	5 0,2 1,2 1	0,9	1,2	1	5	1,2	1,06	133	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD8	7,5	2,85	20	100	68	5 0,2 1,2 1	1,0	1,5	0,9	5	1,2	0,98	123	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD8	9	2,85	20	100	74	5 0,2 1,2 1	1,2	1,8	0,9	5	1,2	0,92	115	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD8	10,5	2,85	20	100	74	5 0,2 1,2 1	1,3	2,1	0,9	5	1,2	0,87	109	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD8	13,5	2,85	20	100	70	5 0,2 1,2 1	1,6	2,7	0,8	5	1,2	0,78	99	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD8	15	2,85	20	100	75	5 0,2 1,2 1	1,8	3	0,8	5	1,2	0,75	95	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD8	18	2,85	20	100	73	5 0,2 1,2 1	2,1	3,6	0,7	5	1,2	0,69	88	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD8	21	2,85	20	90	74	5 0,2 1,2 1	2,4	4,2	0,6	5	1,2	0,65	75	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD8	24	2,85	20	100	54 B	72	5 0,2 1,2 1	2,7	4,8	0,5	5	1,2	0,61	78	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE
3/3 SD9	1,5	2,76	20	4	79	5 0,2 1,8 1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	11	0,13	3,81	0,48	0,3	0,2	2,50	
3/3 SD9	3	2,76	20	15	78	5 0,2 1,8 1	0,6	0,6	1	5	1,2	1,30	28	0,40	3,81	1,54	0,3	0,2	7,71	
3/3 SD9	4,5	2,76	20	100	78	5 0,2 1,8 1	0,7	0,9	1	5	1,2	1,17	146	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,3	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD9	6	2,76	20	100	78	5 0,2 1,8 1	0,9	1,2	1	5	1,2	1,07	133	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,3	0,3	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD9	21,5	2,76	20	47	D 39	5 0,2 1,8 1	2,4	4,3	0,6	5	1,2	0,64	41	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,3	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD10	1,5	9,1	20	8	73	5 0,2 1,8 1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	18	0,18	3,81	0,68	0,3	0,2	3,51	
3/3 SD10	3	9,1	20	10	58	5 0,2 1,8 1	0,6	0,6	1	5	1,2	1,29	20	0,21	3,81	0,81	0,3	0,2	4,21	
3/3 SD10	4,5	9,1	20	10	57	5 0,2 1,8 1	0,9	0,9	1	5	1,2	1,05	18	0,18	3,81	0,69	0,3	0,2	3,62	
3/3 SD10	6	9,1	20	100	56	5 0,2 1,8 1	1,2	1,2	1	5	1,2	0,91	115	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,3	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD10	7,5	9,1	20	100	26	5 0,2 1,8 1	1,5	1,5	0,9	4,4	1	0,82	82	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,3	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD10	9	9,1	20	100	6 D 51	5 0,2 1,8 1	1,8	1,8	0,9	5	1,2	0,75	94	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,3	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD11	1,5	1,75	20	73	41	5 0,2 1,2 1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	119	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE	

3/3 SD11	3,5	1,75	20	34	66	5 0,2 1,2 1	0,5	0,7	1	5	1,2	1,30	58	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD11	6	1,75	20	100	72	5 0,2 1,2 1	0,8	1,2	1	5	1,2	1,14	141	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD11	7,5	1,75	20	100	66	5 0,2 1,2 1	0,9	1,5	0,9	5	1,2	1,04	130	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD11	9	1,75	20	100	73	5 0,2 1,2 1	1,1	1,8	0,9	5	1,2	0,96	121	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD11	10,5	1,75	20	100	73	5 0,2 1,2 1	1,2	2,1	0,9	5	1,2	0,90	113	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD11	13	1,75	20	100	64	5 0,2 1,2 1	1,5	2,6	0,8	5	1,2	0,82	104	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD11	14,5	1,75	20	100	66	5 0,2 1,2 1	1,6	2,9	0,8	5	1,2	0,78	99	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD11	16	1,75	20	101	71	5 0,2 1,2 1	1,8	3,2	0,7	5	1,2	0,75	96	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD11	19	1,75	20	100	78 B	74	5 0,2 1,2 1	2,1	3,8	0,7	5	1,2	0,69	88	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/3 SD12	1,5	1,6	20	16	71	5 0,2 1,2 1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	30	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD12	3	1,6	20	100	68	5 0,2 1,2 1	0,5	0,6	1	5	1,2	1,30	161	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD12	4,5	1,6	20	60	68	5 0,2 1,2 1	0,6	0,9	1	5	1,2	1,28	97	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD12	6	1,6	20	80	71	5 0,2 1,2 1	0,8	1,2	1	5	1,2	1,15	115	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD12	7,5	1,6	20	100	71	5 0,2 1,2 1	0,9	1,5	0,9	5	1,2	1,05	131	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD12	10,5	1,6	20	100	32	5 0,2 1,2 1	1,2	2,1	0,9	4,8	0,9	0,91	90	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD12	12	1,6	20	100	56 B	74	5 0,2 1,2 1	1,4	2,4	0,9	5	1,2	0,86	108	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/3 SD13	3	1,45	20	27	63	5 0,2 1,2 1	0,4	0,6	1	5	1,2	1,30	47	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD13	4,5	1,45	20	100	74	5 0,2 1,2 1	0,6	0,9	1	5	1,2	1,30	161	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD13	6	1,45	20	100	67	5 0,2 1,2 1	0,7	1,2	1	5	1,2	1,16	144	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD13	7,5	1,45	20	100	46	5 0,2 1,2 1	0,9	1,5	0,9	5	1,2	1,06	132	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/3 SD13	9	1,45	20	100	53 B	46	5 0,2 1,2 1	1,0	1,8	0,9	5	1,2	0,98	122	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD1	1,5	6,45	20	20	55	5 0,2 1,4 1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	36	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD1	4	6,45	20	39	37	5 0,2 1,4 1	0,8	0,8	1	5	1,2	1,12	57	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD1	5,5	6,45	20	100	16	5 0,2 1,4 1	1,1	1,1	1	2,8	1	0,95	95	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD1	6,5	6,45	20	100	14	5 0,2 1,4 1	1,3	1,3	1	2,2	1	0,88	87	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD1	9	6,45	20	100	50 C	8	5 0,2 1,4 1	1,5	1,8	0,9	0,3	1	0,80	79	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD2	1,5	21,45	20	15	41	5 0,2 1,4 1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	28	0,40	3,81	1,54	0,25	0,2	9,66	
3/2 SD2	3	21,45	20	32	66	5 0,2 1,4 1	0,6	0,6	1	5	1,2	1,29	55	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	

3/2 SD2	7,5	21,45	20	96	53	5 0,2 1,4 1	1,5	1,5	0,9	5	1,2	0,82	99	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD2	18,5	21,45	20	22	84	5 0,2 1,4 1	3,7	3,7	0,7	5	1,2	0,52	19	0,19	3,81	0,73	0,25	0,1	6,65	
3/2 SD2	21	21,45	20	28	31 C	59	5 0,2 1,4 1	4,2	4,2	0,6	5	1,2	0,49	21	0,22	3,81	0,85	0,25	0,1	8,64
3/2 SD1s	1,5	0	20	16	26	5 0,2 1,4 1	0,2	0,3	1	4,4	1,1	1,30	28	0,38	3,81	1,43	0,25	0,3	4,50	
3/2 SD1s	3	0	20	22	26	5 0,2 1,4 1	0,3	0,6	1	4,4	1	1,30	32	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD1s	9	0	20	14	65	5 0,2 1,4 1	0,9	1,8	0,9	5	1,2	1,05	23	0,24	3,81	0,93	0,25	0,3	3,10	
3/2 SD1s	12	0	20	17	65	5 0,2 1,4 1	1,2	2,4	0,9	5	1,2	0,91	24	0,26	3,81	0,99	0,25	0,3	3,61	
3/2 SD1s	15	0	20	17	16 C	76	5 0,2 1,4 1	1,5	3	0,8	5	1,2	0,82	22	0,23	3,81	0,87	0,25	0,2	3,48
3/2 SD3	4,5	21,75	20	9	62	5 0,2 1,4 1	0,9	0,9	1	5	1,2	1,05	16	0,17	3,81	0,64	0,25	0,2	4,12	
3/2 SD3	7	21,75	20	17	53	5 0,2 1,4 1	1,4	1,4	0,9	5	1,2	0,85	22	0,24	3,81	0,90	0,25	0,2	5,91	
3/2 SD3	9	21,75	20	19	53	5 0,2 1,4 1	1,8	1,8	0,9	5	1,2	0,75	22	0,23	3,81	0,89	0,25	0,2	5,91	
3/2 SD3	12	21,75	20	22	56	5 0,2 1,4 1	2,4	2,4	0,9	5	1,2	0,65	22	0,23	3,81	0,89	0,25	0,1	6,47	
3/2 SD3	13,5	21,75	20	24	37	5 0,2 1,4 1	2,7	2,7	0,8	5	1,2	0,61	23	0,24	3,81	0,92	0,25	0,1	7,01	
3/2 SD3	15	21,75	20	20	50	5 0,2 1,4 1	3,0	3	0,8	5	1,2	0,58	19	0,19	3,81	0,73	0,25	0,1	5,89	
3/2 SD3	16,5	21,75	20	18	53	5 0,2 1,4 1	3,3	3,3	0,7	5	1,2	0,55	17	0,17	3,81	0,66	0,25	0,1	5,57	
3/2 SD3	19	21,75	20	100	17 C	30	5 0,2 1,4 1	3,8	3,8	0,7	4,7	0,9	0,51	53	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD2s	1,5	0	20	18	41	5 0,2 1,4 1	0,2	0,3	1	5	1,2	1,30	33	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD2s	3	0	20	31	49	5 0,2 1,4 1	0,3	0,6	1	5	1,2	1,30	54	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD2s	8,5	0	20	22	80	5 0,2 1,4 1	0,9	1,7	0,9	5	1,2	1,08	34	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD2s	9	0	20	18	91	5 0,2 1,4 1	0,9	1,8	0,9	5	1,2	1,05	28	0,37	3,81	1,43	0,25	0,3	4,75	
3/2 SD2s	10,5	0	20	22	98	5 0,2 1,4 1	1,1	2,1	0,9	5	1,2	0,98	31	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD2s	12	0	20	22	98	5 0,2 1,4 1	1,2	2,4	0,9	5	1,2	0,91	29	0,43	3,81	1,65	0,25	0,3	6,01	
3/2 SD2s	13,5	0	20	19	99	5 0,2 1,4 1	1,4	2,7	0,8	5	1,2	0,86	25	0,28	3,81	1,07	0,25	0,3	4,09	
3/2 SD2s	15	0	20	20	42	5 0,2 1,4 1	1,5	3	0,8	5	1,2	0,82	25	0,28	3,81	1,07	0,25	0,2	4,29	
3/2 SD2s	18	0	20	28	22 C	43	5 0,2 1,4 1	1,8	3,6	0,7	5	1,2	0,75	30	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD3bis	1,5	assente	20	8	45	5 0,2 1,4 1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	18	0,18	3,81	0,68	0,25	0,2	4,28	
3/2 SD3bis	4,5	assente	20	27	65	5 0,2 1,4 1	0,9	0,9	1	5	1,2	1,05	39	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD3bis	8,5	assente	20	27	25	5 0,2 1,4 1	1,7	1,7	0,9	4,3	1	0,77	24	0,27	3,81	1,02	0,25	0,2	6,79	

3/2 SD3bis	10,5	assente	20	64		53	5	0,2	1,4	1	2,1	2,1	0,9	5	1,2	0,69	58	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD3bis	12,5	assente	20	59		18	5	0,2	1,4	1	2,5	2,5	0,8	3,2	1	0,63	39	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD3bis	18	assente	20	100	31	C	27	5	0,2	1,4	1	3,6	3,6	0,7	4,5	0,9	0,53	55	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD4	1,5	2,65	20	7		54	5	0,2	1,4	1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	16	0,16	3,81	0,63	0,25	0,2	3,93	
3/2 SD4	3,5	2,65	20	22		80	5	0,2	1,4	1	0,6	0,7	1	5	1,2	1,28	39	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD4	7,5	2,65	20	31		96	5	0,2	1,4	1	1,0	1,5	0,9	5	1,2	0,99	42	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD4	11,5	2,65	20	100		52	5	0,2	1,4	1	1,4	2,3	0,9	5	1,2	0,84	106	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD4	13	2,65	20	100	25	C	78	5	0,2	1,4	1	1,6	2,6	0,8	5	1,2	0,80	101	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD5	1,5	11,7	20	100		52	5	0,2	1,2	1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	161	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD5	3	11,7	20	100	100	B	56	5	0,2	1,2	1	0,6	0,6	1	5	1,2	1,29	160	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD6	2,5	4,6	20	5		56	5	0,2	1,4	1	0,5	0,5	1	5	1,2	1,30	13	0,14	3,81	0,53	0,25	0,2	3,34	
3/2 SD6	4,5	4,6	20	14		63	5	0,2	1,4	1	0,9	0,9	1	5	1,2	1,05	23	0,24	3,81	0,93	0,25	0,2	5,98	
3/2 SD6	5,5	4,6	20	42		63	5	0,2	1,4	1	1,0	1,1	1	5	1,2	1,00	55	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD6	7,5	4,6	20	100		0	5	0,2	1,4	1	1,2	1,5	0,9	0	1	0,91	91	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD6	8,5	4,6	20	100		0	5	0,2	1,4	1	1,3	1,7	0,9	0	1	0,87	87	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD6	10	4,6	20	100		13	5	0,2	1,4	1	1,5	2	0,9	1,9	1	0,83	82	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD6	12	4,6	20	100		0	5	0,2	1,4	1	1,7	2,4	0,9	0	1	0,78	78	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD6	17	4,6	20	100	22	C	5	5	0,2	1,4	1	2,2	3,4	0,7	0	1	0,68	68	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD7	2	3,73	20	100		33	5	0,2	1,2	1	0,4	0,4	1	4,9	0,9	1,30	128	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD7	4	3,73	20	100		15	5	0,2	1,2	1	0,8	0,8	1	2,5	1	1,14	113	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD7	8,5	3,73	20	100	87	B	7	5	0,2	1,2	1	1,2	1,7	0,9	0,1	1	0,90	89	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD8	1,5	9,87	20	8		33	5	0,2	1,4	1	0,3	0,3	1	4,9	1,2	1,30	17	0,18	3,81	0,67	0,25	0,2	4,20	
3/2 SD8	3	9,87	20	18		52	5	0,2	1,4	1	0,6	0,6	1	5	1,2	1,29	33	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD8	6	9,87	20	9		54	5	0,2	1,4	1	1,2	1,2	1	5	1,2	0,91	15	0,15	3,81	0,59	0,25	0,2	3,84	
3/2 SD8	7,5	9,87	20	11		54	5	0,2	1,4	1	1,5	1,5	0,9	5	1,2	0,82	16	0,16	3,81	0,62	0,25	0,2	4,08	
3/2 SD8	9	9,87	20	9		82	5	0,2	1,4	1	1,8	1,8	0,9	5	1,2	0,75	13	0,14	3,81	0,54	0,25	0,2	3,56	
3/2 SD8	11	9,87	20	30		82	5	0,2	1,4	1	2,1	2,2	0,9	5	1,2	0,69	30	0,48	3,81	1,83	0,25	0,1	12,23	

3/2 SD8	17	9,87	20	100	97	5 0,2 1,4 1	2,7	3,4	0,7	5	1,2	0,61	78	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD8	19,5	9,87	20	69	84	5 0,2 1,4 1	2,9	3,9	0,7	5	1,2	0,58	53	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD8	22	9,87	20	100	19 C 84	5 0,2 1,4 1	3,2	4,4	0,6	5	1,2	0,56	72	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD8bis	2,5	1,54	20	64	29	5 0,2 1,2 1	0,4	0,5	1	4,6	0,9	1,30	84	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD8bis	4,5	1,54	20	49	34	5 0,2 1,2 1	0,6	0,9	1	4,9	0,9	1,29	64	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD8bis	6	1,54	20	100	28	5 0,2 1,2 1	0,8	1,2	1	4,6	0,9	1,15	114	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD8bis	13,5	1,54	20	100	69 B 34	5 0,2 1,2 1	1,5	2,7	0,8	4,9	0,9	0,82	81	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD10	1,5	2,6	20	41	32	5 0,2 1,4 1	0,3	0,3	1	4,8	1,2	1,30	67	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD10	3	2,6	20	41	41 C 48	5 0,2 1,4 1	0,6	0,6	1	5	1,2	1,30	69	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD9	3	3,05	20	22	41	5 0,2 1,2 1	0,6	0,6	1	5	1,2	1,29	39	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD9	4,5	3,05	20	100	53	5 0,2 1,2 1	0,8	0,9	1	5	1,2	1,15	143	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD9	6	3,05	20	100	31	5 0,2 1,2 1	0,9	1,2	1	4,8	0,9	1,05	104	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD9	7,5	3,05	20	100	53	5 0,2 1,2 1	1,1	1,5	0,9	5	1,2	0,97	122	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD9	9	3,05	20	100	39	5 0,2 1,2 1	1,2	1,8	0,9	5	1,2	0,91	114	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD9	10	3,05	20	100	44	5 0,2 1,2 1	1,3	2	0,9	5	1,2	0,88	110	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD9	11	3,05	20	100	44	5 0,2 1,2 1	1,4	2,2	0,9	5	1,2	0,84	106	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD9	12,5	3,05	20	100	54 B 23	5 0,2 1,2 1	1,6	2,5	0,8	4,1	1	0,80	81	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD11	1,5	0,3	20	10	32	5 0,2 1,4 1	0,2	0,3	1	4,8	1,2	1,30	20	0,21	3,81	0,79	0,25	0,3	2,97
3/2 SD11	4,5	0,3	20	42	46	5 0,2 1,4 1	0,5	0,9	1	5	1,2	1,30	71	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD11	7,5	0,3	20	31	66	5 0,2 1,4 1	0,8	1,5	0,9	5	1,2	1,13	47	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD11	10	0,3	20	100	35	5 0,2 1,4 1	1,0	2	0,9	5	1,2	0,99	123	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD11	12,5	0,3	20	100	34	5 0,2 1,4 1	1,3	2,5	0,8	4,9	0,9	0,88	88	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD11	15,5	0,3	20	100	32	5 0,2 1,4 1	1,6	3,1	0,8	4,8	0,9	0,80	80	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD11	20	0,3	20	100	45 C 45	5 0,2 1,4 1	2,0	4	0,6	5	1,2	0,70	89	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD12	1,5	2,24	20	24	24 C 85	5 0,2 1,4 1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	43	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
A2 S7	4,5	1,2	20	12	12 D	5 0,2 1,8 1	0,6	0,9	1	0	1	1,30	16	0,16	3,81	0,62	0,3	0,3	2,06
3/2 SD14	2	4,3	20	100	100 B 59	5 0,2 1,2 1	0,4	0,4	1	5	1,2	1,30	161	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE

3/2 SD15	1,5	2,6	20	8		53	5 0,2 1,2 1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	18	0,18	3,81	0,68	0,21	0,1	5,14	
3/2 SD15	2,5	2,6	20	16		59	5 0,2 1,2 1	0,5	0,5	1	5	1,2	1,30	30	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD15	3,5	2,6	20	100		48	5 0,2 1,2 1	0,6	0,7	1	5	1,2	1,28	159	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD15	4,5	2,6	20	100		40	5 0,2 1,2 1	0,7	0,9	1	5	1,2	1,19	147	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD15	5,5	2,6	20	100		0	5 0,2 1,2 1	0,8	1,1	1	0	1	1,11	111	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD15	23	2,6	20	100		48	5 0,2 1,2 1	2,6	4,6	0,6	5	1,2	0,63	80	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD15	24	2,6	20	100	52	B	48	5 0,2 1,2 1	2,7	4,8	0,5	5	1,2	0,61	79	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD3s	1,5	0	20	7		41	5 0,2 1,8 1	0,2	0,3	1	5	1,2	1,30	16	0,16	3,81	0,63	0,3	0,4	1,61	
3/2 SD3s	3	0	20	17		20	5 0,2 1,8 1	0,3	0,6	1	3,6	1	1,30	25	0,29	3,81	1,10	0,3	0,4	2,86	
3/2 SD3s	4,5	0	20	10		34	5 0,2 1,8 1	0,5	0,9	1	4,9	0,9	1,30	17	0,18	3,81	0,67	0,3	0,4	1,77	
3/2 SD3s	6	0	20	17		32	5 0,2 1,8 1	0,6	1,2	1	4,8	0,9	1,29	26	0,30	3,81	1,15	0,3	0,4	3,08	
3/2 SD3s	7,5	0	20	100	13	D	36	5 0,2 1,8 1	0,8	1,5	0,9	5	1,2	1,15	144	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,3	0,4	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD17bis	2	1,7	20	35		43	5 0,2 1,4 1	0,4	0,4	1	5	1,2	1,30	60	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD17bis	4,5	1,7	20	44		30	5 0,2 1,4 1	0,6	0,9	1	4,7	0,9	1,27	58	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD17bis	6	1,7	20	37	42	C	35	5 0,2 1,4 1	0,8	1,2	1	5	1,2	1,14	56	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD18R	2	0	20	10		40	5 0,2 1,4 1	0,2	0,4	1	5	1,2	1,30	21	0,21	3,81	0,82	0,25	0,3	2,57	
3/2 SD18R	4	0	20	33		55	5 0,2 1,4 1	0,4	0,8	1	5	1,2	1,30	57	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD18R	5,7	0	20	100		48	5 0,2 1,4 1	0,6	1,14	1	5	1,2	1,30	161	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD18R	7,5	0	20	100		62	5 0,2 1,4 1	0,8	1,5	0,9	5	1,2	1,15	144	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD18R	9	0	20	100		43	5 0,2 1,4 1	0,9	1,8	0,9	5	1,2	1,05	131	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD18R	12,25	0	20	31		67	5 0,2 1,4 1	1,2	2,45	0,8	5	1,2	0,90	39	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD18R	15,4	0	20	100		35	5 0,2 1,4 1	1,5	3,08	0,8	5	1,2	0,81	102	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD18R	18	0	20	100	38	C	27	5 0,2 1,4 1	1,8	3,6	0,7	4,5	0,9	0,75	75	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD19	3	18,193	20	20		41	5 0,2 1,4 1	0,6	0,6	1	5	1,2	1,29	36	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD19	6,5	18,193	20	21		47	5 0,2 1,4 1	1,3	1,3	1	5	1,2	0,88	27	0,35	3,81	1,33	0,25	0,2	8,71	
3/2 SD19	7,5	18,193	20	21		61	5 0,2 1,4 1	1,5	1,5	0,9	5	1,2	0,82	26	0,30	3,81	1,16	0,25	0,2	7,63	
3/2 SD19	9	18,193	20	48		24	5 0,2 1,4 1	1,8	1,8	0,9	4,2	1	0,75	38	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	

3/2 SD19	14	18,193	20	53		16	5	0,2	1,4	1	2,8	2,8	0,8	2,8	1	0,60	33	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD19	16,5	18,193	20	100		23	5	0,2	1,4	1	3,3	3,3	0,7	4,1	1	0,55	57	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD19	19,5	18,193	20	59		39	5	0,2	1,4	1	3,8	3,9	0,7	5	1,2	0,52	41	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD19	20,5	18,193	20	100	39	C	26	5	0,2	1,4	1	3,9	4,1	0,6	4,4	1	0,51	53	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD20	2,5	2,9	20	23		87	5	0,2	1,4	1	0,5	0,5	1	5	1,2	1,30	41	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD20	4	2,9	20	35		94	5	0,2	1,4	1	0,7	0,8	1	5	1,2	1,20	56	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD20	6	2,9	20	32		79	5	0,2	1,4	1	0,9	1,2	1	5	1,2	1,06	46	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD20	10	2,9	20	30		14	5	0,2	1,4	1	1,3	2	0,9	2,2	1	0,88	28	0,38	3,81	1,43	0,25	0,2	6,31	
3/2 SD20	14	2,9	20	28		48	5	0,2	1,4	1	1,7	2,8	0,8	5	1,2	0,77	31	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD20	16	2,9	20	27		37	5	0,2	1,4	1	1,9	3,2	0,7	5	1,2	0,73	29	0,41	3,81	1,56	0,25	0,2	7,63	
3/2 SD20	19	2,9	20	58		27	5	0,2	1,4	1	2,2	3,8	0,7	4,5	0,9	0,68	42	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD20	21,5	2,9	20	100	33	C	69	5	0,2	1,4	1	2,4	4,3	0,6	5	1,2	0,64	82	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD21	1,5	6,45	20	19		95	5	0,2	1,4	1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	35	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD21	4,5	6,45	20	12		26	5	0,2	1,4	1	0,9	0,9	1	4,4	1	1,05	16	0,17	3,81	0,64	0,25	0,2	4,13	
3/2 SD21	7,5	6,45	20	13		77	5	0,2	1,4	1	1,4	1,5	0,9	5	1,2	0,85	18	0,19	3,81	0,71	0,25	0,2	4,33	
3/2 SD21	10,5	6,45	20	20		25	5	0,2	1,4	1	1,7	2,1	0,9	4,3	1	0,77	19	0,19	3,81	0,74	0,25	0,2	4,13	
3/2 SD21	13,2	6,45	20	15		17	5	0,2	1,4	1	2,0	2,64	0,8	3	1	0,71	13	0,14	3,81	0,54	0,25	0,2	3,05	
3/2 SD21	17	6,45	20	22		52	5	0,2	1,4	1	2,3	3,4	0,7	5	1,2	0,65	22	0,24	3,81	0,90	0,25	0,2	5,36	
3/2 SD21	21,5	6,45	20	67		48	5	0,2	1,4	1	2,8	4,3	0,6	5	1,2	0,60	53	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD21	24,5	6,45	20	100		76	5	0,2	1,4	1	3,1	4,9	0,5	5	1,2	0,57	73	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD21	28,5	6,45	20	100	23	C	14	5	0,2	1,4	1	3,5	5,7	0,4	2,2	1	0,53	54	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD22	1,5	5,82	20	9		80	5	0,2	1,4	1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	19	0,20	3,81	0,74	0,25	0,2	4,67	
3/2 SD22	5	5,82	20	26		70	5	0,2	1,4	1	1,0	1	1	5	1,2	1,00	36	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD22	8,5	5,82	20	14		46	5	0,2	1,4	1	1,4	1,7	0,9	5	1,2	0,84	19	0,19	3,81	0,74	0,25	0,2	4,15	
3/2 SD22	12,5	5,82	20	39		12	5	0,2	1,4	1	1,8	2,5	0,8	1,6	1	0,74	30	0,46	3,81	1,75	0,25	0,2	9,46	
3/2 SD22	16	5,82	20	67		8	5	0,2	1,4	1	2,2	3,2	0,7	0,3	1	0,68	45	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD22	17	5,82	20	42		30	5	0,2	1,4	1	2,3	3,4	0,7	4,7	0,9	0,66	31	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD22	21,5	5,82	20	22	22	C	59	5	0,2	1,4	1	2,7	4,3	0,6	5	1,2	0,61	21	0,22	3,81	0,83	0,25	0,2	5,47

3/2 SD4s	1,5	0	20	8	23	5 0,2 1,4 1	0,2	0,3	1	4,1	1,1	1,30	16	0,16	3,81	0,61	0,25	0,3	1,92
3/2 SD4s	3	0	20	12	54	5 0,2 1,4 1	0,3	0,6	1	5	1,2	1,30	24	0,26	3,81	1,01	0,25	0,3	3,19
3/2 SD4s	7,5	0	20	53	13	5 0,2 1,4 1	0,8	1,5	0,9	1,9	1	1,15	61	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD4s	10,5	0	20	11	75	5 0,2 1,4 1	1,1	2,1	0,9	5	1,2	0,98	18	0,18	3,81	0,70	0,25	0,3	2,41
3/2 SD4s	12	0	20	15	63	5 0,2 1,4 1	1,2	2,4	0,9	5	1,2	0,91	21	0,22	3,81	0,86	0,25	0,3	3,11
3/2 SD4s	13,5	0	20	23	8	5 0,2 1,4 1	1,4	2,7	0,8	0,3	1	0,86	20	0,20	3,81	0,77	0,25	0,3	2,93
3/2 SD4s	15	0	20	31	4	5 0,2 1,4 1	1,5	3	0,8	0	1	0,82	25	0,30	3,81	1,13	0,25	0,2	4,55
3/2 SD4s	18	0	20	22	17 C 98	5 0,2 1,4 1	1,8	3,6	0,7	5	1,2	0,75	25	0,28	3,81	1,08	0,25	0,2	4,82
3/2 SD23	1,5	2,89	20	21	27	5 0,2 1,4 1	0,3	0,3	1	4,5	1,1	1,30	35	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD23	3	2,89	20	16	20	5 0,2 1,4 1	0,6	0,6	1	3,6	1	1,30	24	0,26	3,81	0,99	0,25	0,2	6,20
3/2 SD23	4,5	2,89	20	13	36	5 0,2 1,4 1	0,7	0,9	1	5	1,2	1,16	23	0,25	3,81	0,96	0,25	0,2	5,07
3/2 SD23	5,5	2,89	20	5	14	5 0,2 1,4 1	0,8	1,1	1	2,2	1	1,09	7	0,10	3,81	0,39	0,25	0,2	1,91
3/2 SD23	11	2,89	20	43	40	5 0,2 1,4 1	1,4	2,2	0,9	5	1,2	0,85	49	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD23	12,5	2,89	20	40	14	5 0,2 1,4 1	1,5	2,5	0,8	2,2	1	0,81	33	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD23	14	2,89	20	100	95	5 0,2 1,4 1	1,7	2,8	0,8	5	1,2	0,77	97	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD23	15,5	2,89	20	47	13	5 0,2 1,4 1	1,8	3,1	0,8	1,9	1	0,74	36	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD23	16,5	2,89	20	100	13	5 0,2 1,4 1	1,9	3,3	0,7	1,9	1	0,72	72	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD23	23	2,89	20	18	51	5 0,2 1,4 1	2,6	4,6	0,6	5	1,2	0,62	18	0,19	3,81	0,72	0,25	0,2	4,47
3/2 SD23	26	2,89	20	67	51	5 0,2 1,4 1	2,9	5,2	0,5	5	1,2	0,59	52	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD23	31,5	2,89	20	79	21 C 91	5 0,2 1,4 1	3,4	6,3	0,3	5	1,2	0,54	56	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD24	3	2,8	20	19	5	5 0,2 1,4 1	0,6	0,6	1	0	1	1,30	25	0,28	3,81	1,09	0,25	0,2	6,66
3/2 SD24	4,5	2,8	20	17	5	5 0,2 1,4 1	0,7	0,9	1	0	1	1,17	20	0,20	3,81	0,78	0,25	0,2	4,06
3/2 SD24	8,5	2,8	20	15	98	5 0,2 1,4 1	1,1	1,7	0,9	5	1,2	0,94	22	0,23	3,81	0,88	0,25	0,2	3,90
3/2 SD24	12	2,8	20	15	33	5 0,2 1,4 1	1,5	2,4	0,9	4,9	0,9	0,82	16	0,17	3,81	0,64	0,25	0,2	2,89
3/2 SD24	13,5	2,8	20	31	33	5 0,2 1,4 1	1,6	2,7	0,8	4,9	0,9	0,78	28	0,37	3,81	1,42	0,25	0,2	6,53
3/2 SD24	19,5	2,8	20	54	95	5 0,2 1,4 1	2,2	3,9	0,7	5	1,2	0,67	48	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD24	24,5	2,8	20	100	80	5 0,2 1,4 1	2,7	4,9	0,5	5	1,2	0,61	78	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD24	26,5	2,8	20	100	26 C 80	5 0,2 1,4 1	2,9	5,3	0,5	5	1,2	0,58	75	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE

3/2 SD25	1,5	3,05	20	11		91	5	0,2	1,4	1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	22	0,24	3,81	0,90	0,25	0,2	5,65	
3/2 SD25	7,8	3,05	20	27		37	5	0,2	1,4	1	1,1	1,56	0,9	5	1,2	0,96	36	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD25	10	3,05	20	22		6	5	0,2	1,4	1	1,3	2	0,9	0	1	0,88	19	0,19	3,81	0,74	0,25	0,2	3,29	
3/2 SD25	13	3,05	20	34		5	5	0,2	1,4	1	1,6	2,6	0,8	0	1	0,79	27	0,34	3,81	1,30	0,25	0,2	6,02	
3/2 SD25	15	3,05	20	25		59	5	0,2	1,4	1	1,8	3	0,8	5	1,2	0,74	27	0,36	3,81	1,36	0,25	0,2	6,58	
3/2 SD25	17	3,05	20	5		13	5	0,2	1,4	1	2,0	3,4	0,7	1,9	1	0,71	5	0,09	3,81	0,34	0,25	0,2	1,70	
3/2 SD25	19	3,05	20	7		12	5	0,2	1,4	1	2,2	3,8	0,7	1,6	1	0,67	6	0,09	3,81	0,35	0,25	0,2	1,91	
3/2 SD25	21	3,05	20	18	17	C	27	5	0,2	1,4	1	2,4	4,2	0,6	4,5	0,9	0,64	15	0,16	3,81	0,61	0,25	0,2	3,54
A2 S6	10,5	0	20	6		30	5	0,2	1,8	1	1,1	2,1	0,9	4,7	0,9	0,98	10	0,12	3,81	0,46	0,3	0,4	1,30	
A2 S6	13,5	0	20	29		30	5	0,2	1,8	1	1,4	2,7	0,8	4,7	0,9	0,86	28	0,40	3,81	1,51	0,3	0,3	4,73	
A2 S6	15	0	20	6		30	5	0,2	1,8	1	1,5	3	0,8	4,7	0,9	0,82	9	0,11	3,81	0,43	0,3	0,3	1,42	
A2 S6	18	0	20	29		30	5	0,2	1,8	1	1,8	3,6	0,7	4,7	0,9	0,75	25	0,29	3,81	1,12	0,3	0,3	4,11	
A2 S6	20	0	20	49	9	D	30	5	0,2	1,8	1	2,0	4	0,6	4,7	0,9	0,71	37	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,3	0,3	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD25bis	1,5	3,12	20	16		97	5	0,2	1,4	1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	30	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD25bis	6,5	3,12	20	16		89	5	0,2	1,4	1	1,0	1,3	1	5	1,2	1,02	25	0,28	3,81	1,07	0,25	0,2	5,16	
3/2 SD25bis	9	3,12	20	22		90	5	0,2	1,4	1	1,2	1,8	0,9	5	1,2	0,91	29	0,43	3,81	1,63	0,25	0,2	7,32	
3/2 SD25bis	11,5	3,12	20	18		19	5	0,2	1,4	1	1,5	2,3	0,9	3,4	1	0,83	18	0,18	3,81	0,69	0,25	0,2	3,14	
3/2 SD25bis	13,5	3,12	20	28		34	5	0,2	1,4	1	1,7	2,7	0,8	4,9	0,9	0,78	25	0,30	3,81	1,14	0,25	0,2	5,33	
3/2 SD25bis	15	3,12	20	23		2	5	0,2	1,4	1	1,8	3	0,8	0	1	0,74	17	0,17	3,81	0,67	0,25	0,2	3,23	
3/2 SD25bis	18,5	3,12	20	29		5	5	0,2	1,4	1	2,2	3,7	0,7	0	1	0,68	20	0,20	3,81	0,77	0,25	0,2	4,11	
3/2 SD25bis	20	3,12	20	24		97	5	0,2	1,4	1	2,3	4	0,6	5	1,2	0,66	24	0,27	3,81	1,02	0,25	0,2	5,70	
3/2 SD25bis	22	3,12	20	70	24	C	97	5	0,2	1,4	1	2,5	4,4	0,6	5	1,2	0,63	58	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD26	1,5	2,94	20	25		44	5	0,2	1,4	1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	44	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD26	3	2,94	20	31		30	5	0,2	1,4	1	0,6	0,6	1	4,7	0,9	1,30	43	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD26	4,5	2,94	20	26		36	5	0,2	1,4	1	0,7	0,9	1	5	1,2	1,16	41	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/2 SD26	7	2,94	20	23		17	5	0,2	1,4	1	1,0	1,4	0,9	3	1	1,00	25	0,30	3,81	1,13	0,25	0,2	5,26	
3/2 SD26	9	2,94	20	28		19	5	0,2	1,4	1	1,2	1,8	0,9	3,4	1	0,92	28	0,39	3,81	1,47	0,25	0,2	6,51	
3/2 SD26	10,5	2,94	20	12		19	5	0,2	1,4	1	1,3	2,1	0,9	3,4	1	0,86	13	0,14	3,81	0,55	0,25	0,2	2,42	

3/2 SD26	15	2,94	20	38	20	5	0,2	1,4	1	1,8	3	0,8	3,6	1	0,75	31	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
3/2 SD26	18	2,94	20	48	20	5	0,2	1,4	1	2,1	3,6	0,7	3,6	1	0,69	35	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
3/2 SD26	22	2,94	20	25	19	5	0,2	1,4	1	2,5	4,4	0,6	3,4	1	0,63	19	0,19	3,81	0,73	0,25	0,2	4,35		
3/2 SD26	25	2,94	20	29	32	5	0,2	1,4	1	2,8	5	0,5	4,8	0,9	0,60	21	0,22	3,81	0,84	0,25	0,1	5,76		
3/2 SD26	28	2,94	20	58	18	5	0,2	1,4	1	3,1	5,6	0,4	3,2	1	0,57	35	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE		
3/2 SD26	30,5	2,94	20	51	28	C	23	5	0,2	1,4	1	3,3	6,1	0,4	4,1	1	0,55	31	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD26bis	1,5	2,85	20	7	97	5	0,2	1,4	1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	16	0,16	3,81	0,63	0,25	0,2	3,93		
3/2 SD26bis	5,5	2,85	20	10	97	5	0,2	1,4	1	0,8	1,1	1	5	1,2	1,09	18	0,19	3,81	0,71	0,25	0,2	3,47		
3/2 SD26bis	8,2	2,85	20	9	87	5	0,2	1,4	1	1,1	1,64	0,9	5	1,2	0,95	15	0,16	3,81	0,60	0,25	0,2	2,69		
3/2 SD26bis	11,5	2,85	20	46	76	5	0,2	1,4	1	1,4	2,3	0,9	5	1,2	0,83	51	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
3/2 SD26bis	12,5	2,85	20	6	28	5	0,2	1,4	1	1,5	2,5	0,8	4,6	0,9	0,81	9	0,11	3,81	0,43	0,25	0,2	1,94		
3/2 SD26bis	14,5	2,85	20	38	45	5	0,2	1,4	1	1,7	2,9	0,8	5	1,2	0,76	40	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
3/2 SD26bis	17,2	2,85	20	50	32	5	0,2	1,4	1	2,0	3,44	0,7	4,8	0,9	0,71	38	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
3/2 SD26bis	19	2,85	20	31	20	5	0,2	1,4	1	2,2	3,8	0,7	3,6	1	0,68	24	0,26	3,81	1,00	0,25	0,2	5,37		
3/2 SD26bis	23	2,85	20	42	16	C	38	5	0,2	1,4	1	2,6	4,6	0,6	5	1,2	0,62	36	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD27	4,5	0	20	31	32	5	0,2	1,4	1	0,5	0,9	1	4,8	0,9	1,30	43	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE		
3/2 SD27	6	0	20	18	32	5	0,2	1,4	1	0,6	1,2	1	4,8	0,9	1,29	27	0,34	3,81	1,29	0,25	0,3	4,18		
3/2 SD27	10	0	20	41	98	5	0,2	1,4	1	1,0	2	0,9	5	1,2	1,00	54	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE		
3/2 SD27	14,5	0	20	41	51	5	0,2	1,4	1	1,5	2,9	0,8	5	1,2	0,83	46	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE		
3/2 SD27	22,5	0	20	100	95	5	0,2	1,4	1	2,3	4,5	0,6	5	1,2	0,67	85	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
3/2 SD27	25,5	0	20	100	98	5	0,2	1,4	1	2,6	5,1	0,5	5	1,2	0,63	80	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
3/2 SD27	28	0	20	89	42	C	94	5	0,2	1,4	1	2,8	5,6	0,4	5	1,2	0,60	69	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD28	1,5	2,9	20	19	46	5	0,2	1,4	1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	35	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
3/2 SD28	4,5	2,9	20	18	98	5	0,2	1,4	1	0,7	0,9	1	5	1,2	1,16	30	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
3/2 SD28	7,5	2,9	20	7	55	5	0,2	1,4	1	1,0	1,5	0,9	5	1,2	0,98	13	0,14	3,81	0,54	0,25	0,2	2,47		
3/2 SD28	9,5	2,9	20	12	68	5	0,2	1,4	1	1,2	1,9	0,9	5	1,2	0,90	18	0,18	3,81	0,70	0,25	0,2	3,07		
3/2 SD28	12,5	2,9	20	27	94	5	0,2	1,4	1	1,5	2,5	0,8	5	1,2	0,81	31	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
3/2 SD28	17	2,9	20	93	97	5	0,2	1,4	1	2,0	3,4	0,7	5	1,2	0,71	84	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		

3/2 SD28	20	2,9	20	81	94	5 0,2 1,4 1	2,3	4	0,6	5	1,2	0,66	69	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD28	23,5	2,9	20	77	95	5 0,2 1,4 1	2,6	4,7	0,5	5	1,2	0,62	62	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD28	28	2,9	20	89	25 C 96	5 0,2 1,4 1	3,1	5,6	0,4	5	1,2	0,57	66	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE
1981-S4	5	4,3	20	13		5 0,2 1,8 1	0,9	1	1	0	1	1,04	13	0,14	3,81	0,55	0,3	0,2	2,70
1981-S4	8	4,3	20	14	13 D	5 0,2 1,8 1	1,2	1,6	0,9	0	1	0,90	13	0,14	3,81	0,52	0,3	0,2	2,18
3/2 SD29	4	4,49	20	32	92	5 0,2 1,8 1	0,8	0,8	1	5	1,2	1,12	48	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,3	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/2 SD29	5,5	4,49	20	10	92	5 0,2 1,8 1	1,0	1,1	1	5	1,2	1,00	17	0,17	3,81	0,66	0,3	0,2	3,20
3/2 SD29	11	4,49	20	10	24	5 0,2 1,8 1	1,5	2,2	0,9	4,2	1	0,80	12	0,13	3,81	0,50	0,3	0,2	2,04
3/2 SD29	18	4,49	20	15	91	5 0,2 1,8 1	2,2	3,6	0,7	5	1,2	0,67	17	0,17	3,81	0,66	0,3	0,2	3,04
3/2 SD29	22	4,49	20	9	12 D 10	5 0,2 1,8 1	2,6	4,4	0,6	0,9	1	0,61	6	0,09	3,81	0,36	0,3	0,2	1,87
A2 S5	7	2,1	20	18		5 0,2 1,4 1	0,9	1,4	0,9	0	1	1,05	19	0,19	3,81	0,74	0,25	0,2	3,13
A2 S5	12	2,1	20	22		5 0,2 1,4 1	1,4	2,4	0,9	0	1	0,84	19	0,19	3,81	0,72	0,25	0,2	3,08
A2 S5	15	2,1	20	22		5 0,2 1,4 1	1,7	3	0,8	0	1	0,76	17	0,17	3,81	0,66	0,25	0,2	3,00
A2 S5	18	2,1	20	30	22 C	5 0,2 1,4 1	2,0	3,6	0,7	0	1	0,71	21	0,22	3,81	0,84	0,25	0,2	4,20
3/1 SD0	1,5	6,15	20	14	83	5 0,2 1,8 1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	27	0,34	3,81	1,31	0,3	0,2	6,75
3/1 SD0	3	6,15	20	13	43	5 0,2 1,8 1	0,6	0,6	1	5	1,2	1,29	25	0,29	3,81	1,12	0,3	0,2	5,83
3/1 SD0	4,5	6,15	20	11	61	5 0,2 1,8 1	0,9	0,9	1	5	1,2	1,05	19	0,19	3,81	0,74	0,3	0,2	3,89
3/1 SD0	7	6,15	20	25	76	5 0,2 1,8 1	1,3	1,4	0,9	5	1,2	0,87	31	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,3	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/1 SD0	10,5	6,15	20	26	94	5 0,2 1,8 1	1,7	2,1	0,9	5	1,2	0,77	29	0,44	3,81	1,67	0,3	0,2	7,55
3/1 SD0	12	6,15	20	7	94	5 0,2 1,8 1	1,8	2,4	0,9	5	1,2	0,74	11	0,13	3,81	0,48	0,3	0,2	2,18
3/1 SD0	15	6,15	20	14	67	5 0,2 1,8 1	2,1	3	0,8	5	1,2	0,69	17	0,17	3,81	0,65	0,3	0,2	3,00
3/1 SD0	18	6,15	20	10	38	5 0,2 1,8 1	2,4	3,6	0,7	5	1,2	0,64	13	0,14	3,81	0,53	0,3	0,2	2,59
3/1 SD0	23	6,15	20	48	14 D 27	5 0,2 1,8 1	2,9	4,6	0,6	4,5	0,9	0,59	31	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,3	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/1 SD1	1,5	6,31	20	15	62	5 0,2 1,4 1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	28	0,40	3,81	1,54	0,25	0,2	9,66
3/1 SD1	3	6,31	20	37	78	5 0,2 1,4 1	0,6	0,6	1	5	1,2	1,29	62	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/1 SD1	4,5	6,31	20	44	63	5 0,2 1,4 1	0,9	0,9	1	5	1,2	1,05	61	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/1 SD1	6	6,31	20	14	30	5 0,2 1,4 1	1,2	1,2	1	4,7	0,9	0,91	17	0,17	3,81	0,66	0,25	0,2	4,26

3/1 SD1	7,5	6,31	20	26	67	5 0,2 1,4 1	1,4	1,5	0,9	5	1,2	0,85	32	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD1	10,5	6,31	20	10	69	5 0,2 1,4 1	1,7	2,1	0,9	5	1,2	0,77	14	0,15	3,81	0,57	0,25	0,2	3,18	
3/1 SD1	12	6,31	20	26	25	5 0,2 1,4 1	1,8	2,4	0,9	4,3	1	0,74	23	0,24	3,81	0,92	0,25	0,2	5,12	
3/1 SD1	13,5	6,31	20	100	26	5 0,2 1,4 1	2,0	2,7	0,8	4,4	1	0,71	72	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD1	15	6,31	20	11	18	5 0,2 1,4 1	2,1	3	0,8	3,2	1	0,69	10	0,12	3,81	0,46	0,25	0,2	2,64	
3/1 SD1	16,5	6,31	20	6	16 C	23	5 0,2 1,4 1	2,3	3,3	0,7	4,1	1	0,66	8	0,10	3,81	0,40	0,25	0,2	2,31
3/1 SD1s	1,5	0	20	37	27	5 0,2 1,4 1	0,2	0,3	1	4,5	1,1	1,30	59	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD1s	3	0	20	19	31	5 0,2 1,4 1	0,3	0,6	1	4,8	0,9	1,30	28	0,39	3,81	1,49	0,25	0,3	4,71	
3/1 SD1s	4,5	0	20	36	35	5 0,2 1,4 1	0,5	0,9	1	5	1,2	1,30	61	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD1s	6	0	20	31	66	5 0,2 1,4 1	0,6	1,2	1	5	1,2	1,29	53	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD1s	7,5	0	20	35	50	5 0,2 1,4 1	0,8	1,5	0,9	5	1,2	1,15	53	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD1s	9	0	20	100	61	5 0,2 1,4 1	0,9	1,8	0,9	5	1,2	1,05	131	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD1s	10,5	0	20	42	49	5 0,2 1,4 1	1,1	2,1	0,9	5	1,2	0,98	54	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD1s	13	0	20	100	38 C	21	5 0,2 1,4 1	1,3	2,6	0,8	3,8	1	0,88	88	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE
3/1 SD2	1,5	2,1	20	41	43	5 0,2 1,4 1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	69	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD2	3,5	2,1	20	27	63	5 0,2 1,4 1	0,6	0,7	1	5	1,2	1,30	47	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD2	4,5	2,1	20	41	51	5 0,2 1,4 1	0,7	0,9	1	5	1,2	1,23	66	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD2	7,5	2,1	20	49	59	5 0,2 1,4 1	1,0	1,5	0,9	5	1,2	1,02	65	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD2	9	2,1	20	61	70	5 0,2 1,4 1	1,1	1,8	0,9	5	1,2	0,95	74	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD2	12	2,1	20	31	70	5 0,2 1,4 1	1,4	2,4	0,9	5	1,2	0,84	36	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD2	15	2,1	20	16	55	5 0,2 1,4 1	1,7	3	0,8	5	1,2	0,76	20	0,20	3,81	0,77	0,25	0,2	3,52	
3/1 SD2	18	2,1	20	29	55	5 0,2 1,4 1	2,0	3,6	0,7	5	1,2	0,71	30	0,46	3,81	1,75	0,25	0,2	8,72	
3/1 SD2	23,5	2,1	20	17	24 C	23	5 0,2 1,4 1	2,6	4,7	0,5	4,1	1	0,63	14	0,15	3,81	0,57	0,25	0,2	3,52
3/1 SD3	1,5	23,6	20	24	54	5 0,2 1,4 1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	43	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD3	3	23,6	20	100	45	5 0,2 1,4 1	0,6	0,6	1	5	1,2	1,29	160	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD3	4,5	23,6	20	53	52	5 0,2 1,4 1	0,9	0,9	1	5	1,2	1,05	72	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD3	8	23,6	20	100	67	5 0,2 1,4 1	1,6	1,6	0,9	5	1,2	0,79	100	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD3	9,5	23,6	20	23	67	5 0,2 1,4 1	1,9	1,9	0,9	5	1,2	0,73	25	0,29	3,81	1,11	0,25	0,1	7,46	

3/1 SD3	11	23,6	20	43	27	5 0,2 1,4 1	2,2	2,2	0,9	4,5	0,9	0,67	32	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD3	13,5	23,6	20	2		5 0,2 1,4 1	2,7	2,7	0,8	0	1	0,61	1	0,07	3,81	0,25	0,25	0,1	1,93	
3/1 SD3	14,5	23,6	20	100		5 0,2 1,4 1	2,9	2,9	0,8	0	1	0,59	59	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD3	18	23,6	20	100	14	5 0,2 1,4 1	3,6	3,6	0,7	2,2	1	0,53	53	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD3	21	23,6	20	100		5 0,2 1,4 1	4,2	4,2	0,6	0	1	0,49	49	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD3	23,5	23,6	20	100	19 C	5 0,2 1,4 1	4,7	4,7	0,5	0	1	0,46	46	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD2s	1,5	0	20	23	29	5 0,2 1,4 1	0,2	0,3	1	4,6	1,1	1,30	39	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD2s	3	0	20	100	0	5 0,2 1,4 1	0,3	0,6	1	0	1	1,30	130	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD2s	4	0	20	100	12	5 0,2 1,4 1	0,4	0,8	1	1,6	1	1,30	128	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD2s	5	0	20	52	22	5 0,2 1,4 1	0,5	1	1	3,9	1	1,30	69	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD2s	6	0	20	31	16	5 0,2 1,4 1	0,6	1,2	1	2,8	1	1,29	41	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD2s	7,5	0	20	20	22	5 0,2 1,4 1	0,8	1,5	0,9	3,9	1	1,15	26	0,32	3,81	1,21	0,25	0,3	3,97	
3/1 SD2s	11	0	20	33	80	5 0,2 1,4 1	1,1	2,2	0,9	5	1,2	0,95	43	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD2s	12,5	0	20	24	30 C	81	5 0,2 1,4 1	1,3	2,5	0,8	5	1,2	0,89	31	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE
3/1 SD4	1,5	17,28	20	28	85	5 0,2 1,4 1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	49	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD4	3,5	17,28	20	24	81	5 0,2 1,4 1	0,7	0,7	1	5	1,2	1,20	39	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD4	21	17,28	20	100	33 C	17	5 0,2 1,4 1	3,8	4,2	0,6	3	1	0,51	52	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE
1986-S33	3,5	6,2	20	100		5 0,2 1,2 1	0,7	0,7	1	0	1	1,20	120	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
1986-S33	4,5	6,2	20	100	100 B	5 0,2 1,2 1	0,9	0,9	1	0	1	1,05	105	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD5	1,5	10,32	20	100	30	5 0,2 1,2 1	0,3	0,3	1	4,7	1,2	1,30	155	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD5	3	10,32	20	100	30	5 0,2 1,2 1	0,6	0,6	1	4,7	0,9	1,29	127	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD5	6	10,32	20	100	19	5 0,2 1,2 1	1,2	1,2	1	3,4	1	0,91	91	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD5	8,5	10,32	20	100	94 B	19	5 0,2 1,2 1	1,7	1,7	0,9	3,4	1	0,77	77	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE
1986-S31	4	6,2	20	37		5 0,2 1,4 1	0,8	0,8	1	0	1	1,12	41	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
1986-S31	8	6,2	20	28		5 0,2 1,4 1	1,4	1,6	0,9	0	1	0,84	23	0,26	3,81	0,98	0,25	0,2	5,77	
1986-S31	14	6,2	20	100	40 C	5 0,2 1,4 1	2,0	2,8	0,8	0	1	0,70	70	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD6	1,5	2,25	20	12	75	5 0,2 1,8 1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	24	0,26	3,81	1,01	0,3	0,2	5,18	

3/1 SD6	3	2,25	20	2	88	5 0,2 1,8 1	0,5	0,6	1	5	1,2	1,30	8	0,11	3,81	0,40	0,3	0,2	1,83
3/1 SD6	5	2,25	20	2	89	5 0,2 1,8 1	0,7	1	1	5	1,2	1,17	8	0,10	3,81	0,39	0,3	0,3	1,51
3/1 SD6	7,5	2,25	20	11	66	5 0,2 1,8 1	1,0	1,5	0,9	5	1,2	1,01	18	0,19	3,81	0,71	0,3	0,3	2,51
3/1 SD6	9	2,25	20	3	72	5 0,2 1,8 1	1,1	1,8	0,9	5	1,2	0,94	8	0,11	3,81	0,41	0,3	0,3	1,40
3/1 SD6	11	2,25	20	3	75	5 0,2 1,8 1	1,3	2,2	0,9	5	1,2	0,87	8	0,11	3,81	0,40	0,3	0,3	1,40
3/1 SD6	12	2,25	20	2	75	5 0,2 1,8 1	1,4	2,4	0,9	5	1,2	0,84	7	0,10	3,81	0,37	0,3	0,3	1,33
3/1 SD6	16,5	2,25	20	2	92	5 0,2 1,8 1	1,9	3,3	0,7	5	1,2	0,73	7	0,10	3,81	0,37	0,3	0,3	1,45
3/1 SD6	19	2,25	20	3	86	5 0,2 1,8 1	2,1	3,8	0,7	5	1,2	0,69	7	0,10	3,81	0,39	0,3	0,2	1,65
3/1 SD6	21	2,25	20	7	74	5 0,2 1,8 1	2,3	4,2	0,6	5	1,2	0,66	11	0,12	3,81	0,46	0,3	0,2	2,13
3/1 SD6	22	2,25	20	25	76	5 0,2 1,8 1	2,4	4,4	0,6	5	1,2	0,64	24	0,27	3,81	1,04	0,3	0,2	4,99
3/1 SD6	24	2,25	20	100	3 D 14	5 0,2 1,8 1	2,6	4,8	0,5	2,2	1	0,62	62	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,3	0,2	NON LIQUEFACIBILE
1989-S9	6	0	20	9		5 0,2 1,8 1	0,6	1,2	1	0	1	1,29	12	0,13	3,81	0,49	0,3	0,4	1,32
1989-S9	10,5	0	20	14	11 D	5 0,2 1,8 1	1,1	2,1	0,9	0	1	0,98	14	0,15	3,81	0,55	0,3	0,4	1,58
3/1 SD7ter	26,5		20	48		5 0,2 1,4 1	2,7	5,3	0,5	0	1	0,61	29	0,45	3,81	1,73	0,25	0,2	11,52
3/1 SD7ter	29		20	67	49 C	5 0,2 1,4 1	2,9	5,8	0,4	0	1	0,59	39	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE
3/1 SD7	1,5	4,1	20	18	68	5 0,2 1,4 1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	33	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/1 SD7	3	4,1	20	28	71	5 0,2 1,4 1	0,6	0,6	1	5	1,2	1,29	48	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/1 SD7	6	4,1	20	31	84	5 0,2 1,4 1	1,0	1,2	1	5	1,2	1,00	42	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/1 SD7	8,5	4,1	20	21	18	5 0,2 1,4 1	1,3	1,7	0,9	3,2	1	0,89	21	0,22	3,81	0,85	0,25	0,2	4,16
3/1 SD7	10,5	4,1	20	26	84	5 0,2 1,4 1	1,5	2,1	0,9	5	1,2	0,83	31	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/1 SD7	12	4,1	20	54	48	5 0,2 1,4 1	1,6	2,4	0,9	5	1,2	0,79	56	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/1 SD7	13,5	4,1	20	100	51	5 0,2 1,4 1	1,8	2,7	0,8	5	1,2	0,75	95	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/1 SD7	15	4,1	20	43	51	5 0,2 1,4 1	1,9	3	0,8	5	1,2	0,72	42	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/1 SD7	18	4,1	20	38	62	5 0,2 1,4 1	2,2	3,6	0,7	5	1,2	0,67	36	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/1 SD7	19,5	4,1	20	100	62	5 0,2 1,4 1	2,4	3,9	0,7	5	1,2	0,65	83	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/1 SD7	23,5	4,1	20	45	28	5 0,2 1,4 1	2,8	4,7	0,5	4,6	0,9	0,60	30	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/1 SD7	29	4,1	20	28	55	5 0,2 1,4 1	3,3	5,8	0,4	5	1,2	0,55	23	0,26	3,81	0,98	0,25	0,1	8,70
3/1 SD7	33	4,1	20	100	36 C 55	5 0,2 1,4 1	3,7	6,6	0,3	5	1,2	0,52	67	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE

3/1 SD7bis	1,5	4,7	20	9	42	5 0,2 1,4 1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	19	0,20	3,81	0,74	0,25	0,2	4,67	
3/1 SD7bis	3	4,7	20	3	40	5 0,2 1,4 1	0,6	0,6	1	5	1,2	1,29	10	0,12	3,81	0,44	0,25	0,2	2,80	
3/1 SD7bis	6	4,7	20	53	20	5 0,2 1,4 1	1,1	1,2	1	3,6	1	0,97	53	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD7bis	7,5	4,7	20	37	35	5 0,2 1,4 1	1,2	1,5	0,9	5	1,2	0,91	45	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD7bis	11	4,7	20	72	54	5 0,2 1,4 1	1,6	2,2	0,9	5	1,2	0,80	74	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD7bis	13,5	4,7	20	100	42	5 0,2 1,4 1	1,8	2,7	0,8	5	1,2	0,74	94	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD7bis	15	4,7	20	100	18	5 0,2 1,4 1	2,0	3	0,8	3,2	1	0,71	72	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD7bis	17,5	4,7	20	100	71	5 0,2 1,4 1	2,2	3,5	0,7	5	1,2	0,67	86	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD7bis	19,5	4,7	20	69	88	5 0,2 1,4 1	2,4	3,9	0,7	5	1,2	0,64	58	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD7bis	22,5	4,7	20	100	19 C	73	5 0,2 1,4 1	2,7	4,5	0,6	5	1,2	0,61	78	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
1986-S28	1,5	3	20	17		5 0,2 1,4 1	0,3	0,3	1	0	1	1,30	22	0,24	3,81	0,90	0,25	0,2	5,64	
1986-S28	4,5	3	20	31		5 0,2 1,4 1	0,8	0,9	1	0	1	1,15	36	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
1986-S28	12	3	20	64		5 0,2 1,4 1	1,5	2,4	0,9	0	1	0,82	52	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
1986-S28	21	3	20	48		5 0,2 1,4 1	2,4	4,2	0,6	0	1	0,65	31	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
1986-S28	23,5	3	20	56	43 C		2,7	4,7	0,5	0	1	0,61	34	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
1989-S8	8	0	20	21		5 0,2 1,4 1	0,8	1,6	0,9	0	1	1,12	23	0,26	3,81	0,98	0,25	0,3	3,25	
1989-S8	17	0	20	28	24 C		1,7	3,4	0,7	0	1	0,77	21	0,23	3,81	0,86	0,25	0,2	3,70	
1989-S7	12	0	20	13	13 D		1,2	2,4	0,9	0	1	0,91	12	0,13	3,81	0,50	0,3	0,3	1,50	
3/1 SD3s	1,5	0	20	12	19	5 0,2 1,8 1	0,2	0,3	1	3,4	1,1	1,30	20	0,21	3,81	0,79	0,3	0,4	2,05	
3/1 SD3s	3	0	20	9	25	5 0,2 1,8 1	0,3	0,6	1	4,3	1	1,30	15	0,16	3,81	0,61	0,3	0,4	1,59	
3/1 SD3s	6	0	20	3	36	5 0,2 1,8 1	0,6	1,2	1	5	1,2	1,29	10	0,12	3,81	0,44	0,3	0,4	1,18	
3/1 SD3s	7,5	0	20	5	34	5 0,2 1,8 1	0,8	1,5	0,9	4,9	0,9	1,15	10	0,12	3,81	0,46	0,3	0,4	1,24	
3/1 SD3s	9	0	20	13	88	5 0,2 1,8 1	0,9	1,8	0,9	5	1,2	1,05	21	0,22	3,81	0,86	0,3	0,4	2,34	
3/1 SD3s	10,5	0	20	25	50	5 0,2 1,8 1	1,1	2,1	0,9	5	1,2	0,98	34	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,3	0,4	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD3s	12	0	20	19	74	5 0,2 1,8 1	1,2	2,4	0,9	5	1,2	0,91	26	0,31	3,81	1,18	0,3	0,3	3,53	
3/1 SD3s	16,5	0	20	28	9 D	73	5 0,2 1,8 1	1,7	3,3	0,7	5	1,2	0,78	31	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,3	0,3	NON LIQUEFACIBILE
1986-S26	5	2,35	20	12		5 0,2 1,4 1	0,7	1	1	0	1	1,17	14	0,15	3,81	0,56	0,25	0,2	2,67	
1986-S26	8	2,35	20	21		5 0,2 1,4 1	1,0	1,6	0,9	0	1	0,98	21	0,21	3,81	0,82	0,25	0,2	3,48	

1986-S26	16	2,35	20	27		5 0,2 1,4 1	1,8	3,2	0,7	0	1	0,74	20	0,21	3,81	0,78	0,25	0,2	3,72
1986-S26	25,5	2,35	20	50	21 C	5 0,2 1,4 1	2,8	5,1	0,5	0	1	0,60	30	0,48	3,81	1,84	0,25	0,1	12,63
1989-S6	5	0	20	16		5 0,2 1,8 1	0,5	1	1	0	1	1,30	21	0,22	3,81	0,83	0,3	0,4	2,19
1989-S6	8	0	20	10		5 0,2 1,8 1	0,8	1,6	0,9	0	1	1,12	11	0,13	3,81	0,48	0,3	0,4	1,31
1989-S6	13,5	0	20	10		5 0,2 1,8 1	1,4	2,7	0,8	0	1	0,86	9	0,11	3,81	0,41	0,3	0,3	1,30
1989-S6	16,5	0	20	14		5 0,2 1,8 1	1,7	3,3	0,7	0	1	0,78	11	0,12	3,81	0,47	0,3	0,3	1,65
1989-S6	23,5	0	20	14		5 0,2 1,8 1	2,4	4,7	0,5	0	1	0,65	9	0,11	3,81	0,43	0,3	0,2	1,99
1989-S6	26,5	0	20	15		5 0,2 1,8 1	2,7	5,3	0,5	0	1	0,61	9	0,11	3,81	0,43	0,3	0,2	2,35
1989-S6	29,5	0	20	20	13 D	5 0,2 1,8 1	3,0	5,9	0,4	0	1	0,58	12	0,13	3,81	0,49	0,3	0,2	3,26
1989-S5	10	0	20	18		5 0,2 1,4 1	1,0	2	0,9	0	1	1,00	18	0,18	3,81	0,70	0,25	0,3	2,39
1989-S5	21	0	20	17	17 C	5 0,2 1,4 1	2,1	4,2	0,6	0	1	0,69	12	0,13	3,81	0,50	0,25	0,2	2,51
1989-S4	10,5	0	20	25		5 0,2 1,8 1	1,1	2,1	0,9	0	1	0,98	24	0,28	3,81	1,05	0,3	0,4	3,00
1989-S4	12	0	20	10		5 0,2 1,8 1	1,2	2,4	0,9	0	1	0,91	9	0,11	3,81	0,43	0,3	0,3	1,28
1989-S4	15	0	20	13		5 0,2 1,8 1	1,5	3	0,8	0	1	0,82	11	0,12	3,81	0,47	0,3	0,3	1,54
1989-S4	20,3	0	20	20		5 0,2 1,8 1	2,0	4,06	0,6	0	1	0,70	14	0,15	3,81	0,56	0,3	0,2	2,28
1989-S4	26,5	0	20	10	14 D	5 0,2 1,8 1	2,7	5,3	0,5	0	1	0,61	6	0,09	3,81	0,35	0,3	0,2	1,93
1989-S14	12	0	20	11		5 0,2 1,4 1	1,2	2,4	0,9	0	1	0,91	10	0,12	3,81	0,45	0,25	0,3	1,64
1989-S14	19,5	0	20	26		5 0,2 1,4 1	2,0	3,9	0,7	0	1	0,72	19	0,19	3,81	0,72	0,25	0,2	3,44
1989-S14	29,5	0	20	29	17 C	5 0,2 1,4 1	3,0	5,9	0,4	0	1	0,58	17	0,17	3,81	0,66	0,25	0,1	5,29
1989-S22	3	2,85	20	30		5 0,2 1,4 1	0,6	0,6	1	0	1	1,30	39	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
1989-S22	11	2,85	20	37		5 0,2 1,4 1	1,4	2,2	0,9	0	1	0,85	31	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
1989-S22	17,5	2,85	20	31		5 0,2 1,4 1	2,0	3,5	0,7	0	1	0,70	22	0,23	3,81	0,87	0,25	0,2	4,45
1989-S22	20,5	2,85	20	41		5 0,2 1,4 1	2,3	4,1	0,6	0	1	0,65	27	0,34	3,81	1,30	0,25	0,2	7,32
1989-S22	23,5	2,85	20	38		5 0,2 1,4 1	2,6	4,7	0,5	0	1	0,62	23	0,26	3,81	0,98	0,25	0,2	6,23
1989-S22	28,5	2,85	20	47		5 0,2 1,4 1	3,1	5,7	0,4	0	1	0,56	27	0,33	3,81	1,26	0,25	0,1	10,45
1989-S22	34,5	2,85	20	61	41 C	5 0,2 1,4 1	3,7	6,9	0,3	0	1	0,52	32	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE
1986-S21	11	0	20	24		5 0,2 1,4 1	1,1	2,2	0,9	0	1	0,95	23	0,25	3,81	0,94	0,25	0,3	3,32

1986-S21	16,5	0	20	16		5	0,2	1,4	1	1,7	3,3	0,7	0	1	0,78	12	0,14	3,81	0,52	0,25	0,2	2,19		
1986-S21	21	0	20	22		5	0,2	1,4	1	2,1	4,2	0,6	0	1	0,69	15	0,16	3,81	0,60	0,25	0,2	3,04		
1986-S21	25,5	0	20	49		5	0,2	1,4	1	2,6	5,1	0,5	0	1	0,63	31	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
1986-S21	31,5	0	20	20	23	C	5	0,2	1,4	1	3,2	6,3	0,3	0	1	0,56	11	0,13	3,81	0,48	0,25	0,1	4,51	
1989-S3	2,5	4,2	20	19		5	0,2	1,4	1	0,5	0,5	1	0	1	1,30	25	0,28	3,81	1,09	0,25	0,2	6,86		
1989-S3	5,5	4,2	20	9		5	0,2	1,4	1	1,0	1,1	1	0	1	1,02	9	0,11	3,81	0,43	0,25	0,2	2,44		
1989-S3	12,5	4,2	20	18		5	0,2	1,4	1	1,7	2,5	0,8	0	1	0,77	14	0,15	3,81	0,56	0,25	0,2	2,77		
1989-S3	17,5	4,2	20	29		5	0,2	1,4	1	2,2	3,5	0,7	0	1	0,68	20	0,20	3,81	0,77	0,25	0,2	4,19		
1989-S3	26	4,2	20	44		5	0,2	1,4	1	3,0	5,2	0,5	0	1	0,58	25	0,30	3,81	1,13	0,25	0,1	8,52		
1989-S3	31,5	4,2	20	42	20	C	5	0,2	1,4	1	3,6	6,3	0,3	0	1	0,53	22	0,24	3,81	0,90	0,25	0,1	9,52	
3/1 SD4s	1,5	0	20	18	40	5	0,2	1,8	1	0,2	0,3	1	5	1,2	1,30	33	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,3	0,4	NON LIQUEFACIBILE		
3/1 SD4s	3	0	20	24	0	5	0,2	1,8	1	0,3	0,6	1	0	1	1,30	31	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,3	0,4	NON LIQUEFACIBILE		
3/1 SD4s	6	0	20	7	0	5	0,2	1,8	1	0,6	1,2	1	0	1	1,29	9	0,11	3,81	0,42	0,3	0,4	1,13		
3/1 SD4s	7,5	0	20	7	90	5	0,2	1,8	1	0,8	1,5	0,9	5	1,2	1,15	15	0,15	3,81	0,59	0,3	0,4	1,58		
3/1 SD4s	10,5	0	20	57	95	5	0,2	1,8	1	1,1	2,1	0,9	5	1,2	0,98	72	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,3	0,4	NON LIQUEFACIBILE		
3/1 SD4s	13,5	0	20	7	10	D	0	5	0,2	1,8	1	1,4	2,7	0,8	0	1	0,86	6	0,09	3,81	0,35	0,3	0,3	1,10
3/1 SD9	1,5	3,02	20	47	91	5	0,2	1,4	1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	79	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
3/1 SD9	3	3,02	20	100	57	5	0,2	1,4	1	0,6	0,6	1	5	1,2	1,29	160	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
3/1 SD9	5	3,02	20	28	84	5	0,2	1,4	1	0,8	1	1	5	1,2	1,12	43	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
3/1 SD9	6	3,02	20	9	84	5	0,2	1,4	1	0,9	1,2	1	5	1,2	1,05	16	0,17	3,81	0,64	0,25	0,2	3,13		
3/1 SD9	9	3,02	20	28	83	5	0,2	1,4	1	1,2	1,8	0,9	5	1,2	0,91	36	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
3/1 SD9	11	3,02	20	50	85	5	0,2	1,4	1	1,4	2,2	0,9	5	1,2	0,84	56	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
3/1 SD9	12	3,02	20	22	85	5	0,2	1,4	1	1,5	2,4	0,9	5	1,2	0,82	27	0,33	3,81	1,26	0,25	0,2	5,75		
3/1 SD9	13,5	3,02	20	23	76	5	0,2	1,4	1	1,7	2,7	0,8	5	1,2	0,78	26	0,33	3,81	1,26	0,25	0,2	5,86		
3/1 SD9	15	3,02	20	49	82	5	0,2	1,4	1	1,8	3	0,8	5	1,2	0,74	49	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
3/1 SD9	21	3,02	20	28	25	5	0,2	1,4	1	2,4	4,2	0,6	4,3	1	0,65	21	0,23	3,81	0,86	0,25	0,2	4,97		
3/1 SD9	27	3,02	20	25	63	5	0,2	1,4	1	3,0	5,4	0,5	5	1,2	0,58	22	0,24	3,81	0,91	0,25	0,1	6,90		
3/1 SD9	33	3,02	20	100	29	C	34	5	0,2	1,4	1	3,6	6,6	0,3	4,9	0,9	0,53	54	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE

3/1 SD10	1,5	1,97	20	11	89	5 0,2 1,4 1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	22	0,24	3,81	0,90	0,25	0,2	5,65	
3/1 SD10	3	1,97	20	100	77	5 0,2 1,4 1	0,5	0,6	1	5	1,2	1,30	161	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD10	4,5	1,97	20	100	66	5 0,2 1,4 1	0,6	0,9	1	5	1,2	1,24	154	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD10	7,5	1,97	20	14	58	5 0,2 1,4 1	0,9	1,5	0,9	5	1,2	1,03	22	0,24	3,81	0,90	0,25	0,2	3,75	
3/1 SD10	10,5	1,97	20	100	86	5 0,2 1,4 1	1,2	2,1	0,9	5	1,2	0,90	112	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD10	13,5	1,97	20	26	86	5 0,2 1,4 1	1,5	2,7	0,8	5	1,2	0,80	30	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD10	15	1,97	20	15	74	5 0,2 1,4 1	1,7	3	0,8	5	1,2	0,77	19	0,19	3,81	0,73	0,25	0,2	3,32	
3/1 SD10	23,5	1,97	20	27	95	5 0,2 1,4 1	2,5	4,7	0,5	5	1,2	0,63	25	0,30	3,81	1,13	0,25	0,2	6,97	
3/1 SD10	29,5	1,97	20	99	25 C 90	5 0,2 1,4 1	3,1	5,9	0,4	5	1,2	0,56	72	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD11	1,5	4,33	20	27	0	5 0,2 1,4 1	0,3	0,3	1	0	1	1,30	35	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD11	3	4,33	20	25	0	5 0,2 1,4 1	0,6	0,6	1	0	1	1,29	32	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD11	5	4,33	20	100	0	5 0,2 1,4 1	0,9	1	1	0	1	1,04	104	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD11	6,5	4,33	20	14	0	5 0,2 1,4 1	1,1	1,3	1	0	1	0,96	13	0,14	3,81	0,55	0,25	0,2	2,98	
3/1 SD11	8	4,33	20	12	0	5 0,2 1,4 1	1,2	1,6	0,9	0	1	0,90	11	0,12	3,81	0,47	0,25	0,2	2,40	
3/1 SD11	9	4,33	20	27	0	5 0,2 1,4 1	1,3	1,8	0,9	0	1	0,87	23	0,26	3,81	0,98	0,25	0,2	4,82	
3/1 SD11	12,5	4,33	20	31	0	5 0,2 1,4 1	1,7	2,5	0,8	0	1	0,77	24	0,27	3,81	1,01	0,25	0,2	5,04	
3/1 SD11	15	4,33	20	44	0	5 0,2 1,4 1	1,9	3	0,8	0	1	0,72	32	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD11	17	4,33	20	21	25	0	5 0,2 1,4 1	2,1	3,4	0,7	0	1	0,68	14	0,15	3,81	0,58	0,25	0,2	3,11
1986-S17	7,5	0	20	25		5 0,2 1,4 1	0,8	1,5	0,9	0	1	1,15	29	0,42	3,81	1,61	0,25	0,3	5,30	
1986-S17	9,5	0	20	63		5 0,2 1,4 1	1,0	1,9	0,9	0	1	1,03	65	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE	
1986-S17	15,5	0	20	28		5 0,2 1,4 1	1,6	3,1	0,8	0	1	0,80	22	0,24	3,81	0,92	0,25	0,2	3,74	
1986-S17	21	0	20	31		5 0,2 1,4 1	2,1	4,2	0,6	0	1	0,69	21	0,22	3,81	0,85	0,25	0,2	4,32	
1986-S17	26,5	0	20	44	30 C	5 0,2 1,4 1	2,7	5,3	0,5	0	1	0,61	27	0,35	3,81	1,32	0,25	0,2	8,81	
1986-S16	5	4,8	20	20		5 0,2 1,4 1	1,0	1	1	0	1	1,01	20	0,21	3,81	0,79	0,25	0,2	5,02	
1986-S16	10	4,8	20	27		5 0,2 1,4 1	1,5	2	0,9	0	1	0,82	22	0,24	3,81	0,90	0,25	0,2	4,55	
1986-S16	15	4,8	20	25		5 0,2 1,4 1	2,0	3	0,8	0	1	0,71	18	0,18	3,81	0,69	0,25	0,2	3,66	
1986-S16	18,5	4,8	20	34		5 0,2 1,4 1	2,3	3,7	0,7	0	1	0,66	22	0,24	3,81	0,90	0,25	0,2	5,20	
1986-S16	26	4,8	20	18	22		3,1	5,2	0,5	0	1	0,57	10	0,12	3,81	0,46	0,25	0,1	3,50	

3/1 SD13	1,5	3,85	20	21		57	5	0,2	1,4	1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	38	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD13	3	3,85	20	38		72	5	0,2	1,4	1	0,6	0,6	1	5	1,2	1,29	64	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD13	6	3,85	20	100		86	5	0,2	1,4	1	1,0	1,2	1	5	1,2	1,01	126	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD13	8,5	3,85	20	22		85	5	0,2	1,4	1	1,2	1,7	0,9	5	1,2	0,90	29	0,42	3,81	1,59	0,25	0,2	7,66	
3/1 SD13	10	3,85	20	9		70	5	0,2	1,4	1	1,4	2	0,9	5	1,2	0,85	14	0,15	3,81	0,57	0,25	0,2	2,70	
3/1 SD13	13	3,85	20	44		95	5	0,2	1,4	1	1,7	2,6	0,8	5	1,2	0,77	46	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD13	19	3,85	20	19		96	5	0,2	1,4	1	2,3	3,8	0,7	5	1,2	0,66	20	0,21	3,81	0,79	0,25	0,2	4,41	
3/1 SD13	22,5	3,85	20	100	25	C	90	5	0,2	1,4	1	2,6	4,5	0,6	5	1,2	0,62	79	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
1986-S15	2	6,05	20	34			5	0,2	1,4	1	0,4	0,4	1	0	1	1,30	44	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
1986-S15	5	6,05	20	38			5	0,2	1,4	1	1,0	1	1	0	1	1,00	38	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
1986-S15	11,5	6,05	20	30			5	0,2	1,4	1	1,8	2,3	0,9	0	1	0,75	23	0,24	3,81	0,93	0,25	0,2	5,06	
1986-S15	17	6,05	20	34			5	0,2	1,4	1	2,3	3,4	0,7	0	1	0,66	22	0,24	3,81	0,91	0,25	0,2	5,32	
1986-S15	24	6,05	20	94			5	0,2	1,4	1	3,0	4,8	0,5	0	1	0,58	54	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
1986-S15	31	6,05	20	36	37	C		5	0,2	1,4	1	3,7	6,2	0,3	0	1	0,52	19	0,19	3,81	0,73	0,25	0,1	7,79
3/1 SD14	1,5	2,84	20	12		0	5	0,2	1,4	1	0,3	0,3	1	0	1	1,30	16	0,16	3,81	0,62	0,25	0,2	3,87	
3/1 SD14	4,5	2,84	20	44		0	5	0,2	1,4	1	0,7	0,9	1	0	1	1,17	51	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD14	5,5	2,84	20	100		0	5	0,2	1,4	1	0,8	1,1	1	0	1	1,10	110	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD14	7	2,84	20	71		0	5	0,2	1,4	1	1,0	1,4	0,9	0	1	1,01	72	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD14	9	2,84	20	18		97	5	0,2	1,4	1	1,2	1,8	0,9	5	1,2	0,92	25	0,29	3,81	1,09	0,25	0,2	4,79	
3/1 SD14	10,5	2,84	20	17		100	5	0,2	1,4	1	1,3	2,1	0,9	5	1,2	0,87	23	0,24	3,81	0,93	0,25	0,2	4,09	
3/1 SD14	12	2,84	20	30		0	5	0,2	1,4	1	1,5	2,4	0,9	0	1	0,82	25	0,28	3,81	1,07	0,25	0,2	4,82	
3/1 SD14	13,5	2,84	20	23		0	5	0,2	1,4	1	1,6	2,7	0,8	0	1	0,78	18	0,18	3,81	0,70	0,25	0,2	3,23	
3/1 SD14	15	2,84	20	18		0	5	0,2	1,4	1	1,8	3	0,8	0	1	0,75	13	0,14	3,81	0,55	0,25	0,2	2,61	
3/1 SD14	21,5	2,84	20	100	27	C	0	5	0,2	1,4	1	2,4	4,3	0,6	0	1	0,64	64	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/1 SD15	1,5	8,4	20	100		0	5	0,2	1,4	1	0,3	0,3	1	0	1	1,30	130	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD15	2,5	8,4	20	7		0	5	0,2	1,4	1	0,5	0,5	1	0	1	1,30	9	0,11	3,81	0,43	0,25	0,2	2,70	
3/1 SD15	7	8,4	20	23		98	5	0,2	1,4	1	1,4	1,4	0,9	5	1,2	0,85	28	0,40	3,81	1,51	0,25	0,2	9,93	
3/1 SD15	8,5	8,4	20	17		99	5	0,2	1,4	1	1,7	1,7	0,9	5	1,2	0,77	21	0,21	3,81	0,82	0,25	0,2	5,39	

3/1 SD15	12	8,4	20	21	81	5 0,2 1,4 1	2,0	2,4	0,9	5	1,2	0,70	23	0,24	3,81	0,93	0,25	0,2	5,73	
3/1 SD15	13,5	8,4	20	35	87	5 0,2 1,4 1	2,2	2,7	0,8	5	1,2	0,68	33	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD15	15,5	8,4	20	19	75	5 0,2 1,4 1	2,4	3,1	0,8	5	1,2	0,65	20	0,20	3,81	0,77	0,25	0,2	4,86	
3/1 SD15	18	8,4	20	100	85	5 0,2 1,4 1	2,6	3,6	0,7	5	1,2	0,62	79	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD15	21	8,4	20	100	14	5 0,2 1,4 1	2,9	4,2	0,6	2,2	1	0,58	59	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD15	25	8,4	20	100	23 C	85	5 0,2 1,4 1	3,3	5	0,5	5	1,2	0,55	71	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE
3/1 SD16	1,5	12,92	20	18	59	5 0,2 1,4 1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	33	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD16	4,5	12,92	20	24	94	5 0,2 1,4 1	0,9	0,9	1	5	1,2	1,05	35	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD16	7,5	12,92	20	15	98	5 0,2 1,4 1	1,5	1,5	0,9	5	1,2	0,82	20	0,20	3,81	0,77	0,25	0,2	5,07	
3/1 SD16	9	12,92	20	21	95	5 0,2 1,4 1	1,8	1,8	0,9	5	1,2	0,75	24	0,26	3,81	1,01	0,25	0,2	6,70	
3/1 SD16	12	12,92	20	23	79	5 0,2 1,4 1	2,4	2,4	0,9	5	1,2	0,65	23	0,25	3,81	0,94	0,25	0,1	6,82	
3/1 SD16	13,5	12,92	20	24	81	5 0,2 1,4 1	2,6	2,7	0,8	5	1,2	0,62	23	0,24	3,81	0,93	0,25	0,1	6,95	
3/1 SD16	15	12,92	20	80	26	5 0,2 1,4 1	2,8	3	0,8	4,4	1	0,60	50	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD16	16,5	12,92	20	100	3	5 0,2 1,4 1	2,9	3,3	0,7	0	1	0,58	58	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD16	18	12,92	20	100	11	5 0,2 1,4 1	3,1	3,6	0,7	1,2	1	0,57	57	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD16	21	12,92	20	100	29 C	25	5 0,2 1,4 1	3,4	4,2	0,6	4,3	1	0,54	56	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE
1986-S14	3,5	13,9	20	34		5 0,2 1,4 1	0,7	0,7	1	0	1	1,20	41	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
1986-S14	6,5	13,9	20	21		5 0,2 1,4 1	1,3	1,3	1	0	1	0,88	18	0,19	3,81	0,72	0,25	0,2	4,68	
1986-S14	13,5	13,9	20	40		5 0,2 1,4 1	2,7	2,7	0,8	0	1	0,61	24	0,28	3,81	1,05	0,25	0,1	8,00	
1986-S14	16	13,9	20	65		5 0,2 1,4 1	3,0	3,2	0,7	0	1	0,58	38	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
1986-S14	23	13,9	20	31	30 C		3,7	4,6	0,6	0	1	0,52	16	0,17	3,81	0,63	0,25	0,1	5,62	
3/1 SD17	2,5	12,92	20	20	84	5 0,2 1,4 1	0,5	0,5	1	5	1,2	1,30	36	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD17	6	12,92	20	16	88	5 0,2 1,4 1	1,2	1,2	1	5	1,2	0,91	23	0,24	3,81	0,92	0,25	0,2	5,98	
3/1 SD17	7,5	12,92	20	29	97	5 0,2 1,4 1	1,5	1,5	0,9	5	1,2	0,82	33	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD17	8,5	12,92	20	36	78	5 0,2 1,4 1	1,7	1,7	0,9	5	1,2	0,77	38	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD17	10,5	12,92	20	51	82	5 0,2 1,4 1	2,1	2,1	0,9	5	1,2	0,69	47	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD17	12,5	12,92	20	39	91	5 0,2 1,4 1	2,5	2,5	0,8	5	1,2	0,63	35	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD17	13,5	12,92	20	66	14	5 0,2 1,4 1	2,6	2,7	0,8	2,2	1	0,62	42	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE	

3/1 SD17	14,5	12,92	20	100	16	5	0,2	1,4	1	2,7	2,9	0,8	2,8	1	0,60	61	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE		
3/1 SD17	18,5	12,92	20	30	29	5	0,2	1,4	1	3,1	3,7	0,7	4,6	0,9	0,56	21	0,21	3,81	0,82	0,25	0,1	6,32		
3/1 SD17	19,5	12,92	20	12	23	5	0,2	1,4	1	3,2	3,9	0,7	4,1	1	0,56	10	0,12	3,81	0,46	0,25	0,1	3,64		
3/1 SD17	24,5	12,92	20	100	77	5	0,2	1,4	1	3,7	4,9	0,5	5	1,2	0,52	67	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE		
3/1 SD17	25,5	12,92	20	100	35	C	77	5	0,2	1,4	1	3,8	5,1	0,5	5	1,2	0,51	66	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE
1986-S13	5,5	13,6	20	47		5	0,2	1,4	1	1,1	1,1	1	0	1	0,95	45	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
1986-S13	11	13,6	20	58		5	0,2	1,4	1	2,2	2,2	0,9	0	1	0,67	39	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE		
1986-S13	17	13,6	20	74		5	0,2	1,4	1	3,1	3,4	0,7	0	1	0,57	42	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE		
1986-S13	21,5	13,6	20	23		5	0,2	1,4	1	3,5	4,3	0,6	0	1	0,53	12	0,13	3,81	0,51	0,25	0,1	4,33		
1986-S13	24,5	13,6	20	63	49	C		5	0,2	1,4	1	3,8	4,9	0,5	0	1	0,51	32	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE
1986-S12	2	8,3	20	49		5	0,2	1,4	1	0,4	0,4	1	0	1	1,30	64	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
1986-S12	8,5	8,3	20	41		5	0,2	1,4	1	1,7	1,7	0,9	0	1	0,77	32	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
1986-S12	13	8,3	20	31		5	0,2	1,4	1	2,1	2,6	0,8	0	1	0,69	21	0,22	3,81	0,85	0,25	0,2	5,20		
1986-S12	17	8,3	20	33		5	0,2	1,4	1	2,5	3,4	0,7	0	1	0,63	21	0,22	3,81	0,82	0,25	0,2	5,26		
1986-S12	21	8,3	20	48	41	C		5	0,2	1,4	1	2,9	4,2	0,6	0	1	0,58	28	0,39	3,81	1,47	0,25	0,1	10,36
1986-S11	2	8,8	20	47		5	0,2	1,4	1	0,4	0,4	1	0	1	1,30	61	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
1986-S11	8	8,8	20	55		5	0,2	1,4	1	1,6	1,6	0,9	0	1	0,79	43	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
1986-S11	10	8,8	20	71		5	0,2	1,4	1	1,9	2	0,9	0	1	0,73	52	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
1986-S11	17	8,8	20	31		5	0,2	1,4	1	2,6	3,4	0,7	0	1	0,62	19	0,20	3,81	0,75	0,25	0,2	4,92		
1986-S11	20	8,8	20	46		5	0,2	1,4	1	2,9	4	0,6	0	1	0,59	27	0,35	3,81	1,33	0,25	0,1	9,31		
1986-S11	28,5	8,8	20	56	46	C		5	0,2	1,4	1	3,7	5,7	0,4	0	1	0,52	29	0,43	3,81	1,63	0,25	0,1	16,06
A2 S1	4,5	12,1	20	26		5	0,2	1,4	1	0,9	0,9	1	0	1	1,05	27	0,36	3,81	1,37	0,25	0,2	8,83		
A2 S1	6,5	12,1	20	100		5	0,2	1,4	1	1,3	1,3	1	0	1	0,88	88	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
A2 S1	9	12,1	20	82		5	0,2	1,4	1	1,8	1,8	0,9	0	1	0,75	61	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
A2 S1	13,5	12,1	20	61		5	0,2	1,4	1	2,6	2,7	0,8	0	1	0,63	38	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE		
A2 S1	16,5	12,1	20	46		5	0,2	1,4	1	2,9	3,3	0,7	0	1	0,59	27	0,35	3,81	1,35	0,25	0,1	9,87		
1986-S10	1,5	9	20	16		5	0,2	1,4	1	0,3	0,3	1	0	1	1,30	21	0,22	3,81	0,83	0,25	0,2	5,19		
1986-S10	5	9	20	15		5	0,2	1,4	1	1,0	1	1	0	1	1,00	15	0,16	3,81	0,60	0,25	0,2	3,84		

1986-S10	8	9	20	30		5	0,2	1,4	1	1,6	1,6	0,9	0	1	0,79	24	0,26	3,81	1,00	0,25	0,2	6,61		
1986-S10	13	9	20	69		5	0,2	1,4	1	2,2	2,6	0,8	0	1	0,67	47	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
1986-S10	17	9	20	23		5	0,2	1,4	1	2,6	3,4	0,7	0	1	0,62	14	0,15	3,81	0,57	0,25	0,2	3,77		
1986-S10	19	9	20	27		5	0,2	1,4	1	2,8	3,8	0,7	0	1	0,60	16	0,17	3,81	0,63	0,25	0,1	4,34		
1986-S10	22	9	20	34		5	0,2	1,4	1	3,1	4,4	0,6	0	1	0,57	19	0,20	3,81	0,75	0,25	0,1	5,62		
1986-S10	30	9	20	100		5	0,2	1,4	1	3,9	6	0,4	0	1	0,51	51	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE		
1986-S10	36,5	9	20	100	35	C	5	0,2	1,4	1	4,6	7,3	0,2	0	1	0,47	47	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
1986-S9	3,5	8,7	20	15		5	0,2	1,4	1	0,7	0,7	1	0	1	1,20	18	0,18	3,81	0,70	0,25	0,2	4,44		
1986-S9	7	8,7	20	25		5	0,2	1,4	1	1,4	1,4	0,9	0	1	0,85	21	0,22	3,81	0,84	0,25	0,2	5,51		
1986-S9	11,5	8,7	20	48		5	0,2	1,4	1	2,0	2,3	0,9	0	1	0,70	34	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
1986-S9	14,5	8,7	20	28		5	0,2	1,4	1	2,3	2,9	0,8	0	1	0,66	18	0,19	3,81	0,72	0,25	0,2	4,51		
1986-S9	29	8,7	20	49		5	0,2	1,4	1	3,8	5,8	0,4	0	1	0,52	25	0,30	3,81	1,13	0,25	0,1	11,37		
1986-S9	30	8,7	20	46	31	C	5	0,2	1,4	1	3,9	6	0,4	0	1	0,51	23	0,26	3,81	0,98	0,25	0,1	10,48	
3/1 SD18	1,5	8,72	20	7	85	5	0,2	1,4	1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	16	0,16	3,81	0,63	0,25	0,2	3,93		
3/1 SD18	3	8,72	20	17	77	5	0,2	1,4	1	0,6	0,6	1	5	1,2	1,29	31	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
3/1 SD18	4,5	8,72	20	14	19	5	0,2	1,4	1	0,9	0,9	1	3,4	1	1,05	18	0,18	3,81	0,69	0,25	0,2	4,41		
3/1 SD18	6	8,72	20	20	12	5	0,2	1,4	1	1,2	1,2	1	1,6	1	0,91	19	0,20	3,81	0,75	0,25	0,2	4,90		
3/1 SD18	7,5	8,72	20	16	12	5	0,2	1,4	1	1,5	1,5	0,9	1,6	1	0,82	14	0,15	3,81	0,57	0,25	0,2	3,76		
3/1 SD18	9	8,72	20	21	7	5	0,2	1,4	1	1,8	1,8	0,9	0,1	1	0,75	16	0,16	3,81	0,61	0,25	0,2	4,02		
3/1 SD18	10,5	8,72	20	10	4	5	0,2	1,4	1	1,9	2,1	0,9	0	1	0,72	7	0,10	3,81	0,38	0,25	0,2	2,41		
3/1 SD18	12	8,72	20	23	4	5	0,2	1,4	1	2,1	2,4	0,9	0	1	0,69	16	0,16	3,81	0,63	0,25	0,2	3,93		
3/1 SD18	13,5	8,72	20	11	6	5	0,2	1,4	1	2,2	2,7	0,8	0	1	0,67	7	0,10	3,81	0,38	0,25	0,2	2,39		
3/1 SD18	15,5	8,72	20	16	6	5	0,2	1,4	1	2,4	3,1	0,8	0	1	0,64	10	0,12	3,81	0,45	0,25	0,2	2,89		
3/1 SD18	18	8,72	20	11	5	5	0,2	1,4	1	2,7	3,6	0,7	0	1	0,61	7	0,10	3,81	0,37	0,25	0,2	2,44		
3/1 SD18	19,5	8,72	20	19	5	5	0,2	1,4	1	2,8	3,9	0,7	0	1	0,60	11	0,13	3,81	0,49	0,25	0,1	3,34		
3/1 SD18	22,5	8,72	20	20	14	5	0,2	1,4	1	3,1	4,5	0,6	2,2	1	0,57	13	0,14	3,81	0,54	0,25	0,1	4,04		
3/1 SD18	27,5	8,72	20	30	9	5	0,2	1,4	1	3,6	5,5	0,4	0,6	1	0,53	16	0,16	3,81	0,63	0,25	0,1	5,82		
3/1 SD18	31,5	8,72	20	100	19	C	9	5	0,2	1,4	1	4,0	6,3	0,3	0,6	1	0,50	49	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE

1986-S8	2,5	0	20	6		5	0,2	1,4	1	0,3	0,5	1	0	1	1,30	8	0,10	3,81	0,39	0,25	0,3	1,25		
1986-S8	7	0	20	40		5	0,2	1,4	1	0,7	1,4	0,9	0	1	1,20	48	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,3	NON LIQUEFACIBILE		
1986-S8	10	0	20	25		5	0,2	1,4	1	1,0	2	0,9	0	1	1,00	25	0,29	3,81	1,11	0,25	0,3	3,78		
1986-S8	17,5	0	20	47		5	0,2	1,4	1	1,8	3,5	0,7	0	1	0,76	36	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
1986-S8	26	0	20	54		5	0,2	1,4	1	2,6	5,2	0,5	0	1	0,62	33	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
1986-S8	29	0	20	53	28	C	5	0,2	1,4	1	2,9	5,8	0,4	0	1	0,59	31	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
1986-S7	5	10	20	14		5	0,2	1,4	1	1,0	1	1	0	1	1,00	14	0,15	3,81	0,56	0,25	0,2	3,64		
1986-S7	7	10	20	58		5	0,2	1,4	1	1,4	1,4	0,9	0	1	0,85	49	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
1986-S7	11,5	10	20	66		5	0,2	1,4	1	2,2	2,3	0,9	0	1	0,68	45	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE		
1986-S7	14,5	10	20	71		5	0,2	1,4	1	2,5	2,9	0,8	0	1	0,64	45	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE		
1986-S7	19,5	10	20	8		5	0,2	1,4	1	3,0	3,9	0,7	0	1	0,58	5	0,08	3,81	0,32	0,25	0,1	2,30		
1986-S7	26,5	10	20	59	19	C	5	0,2	1,4	1	3,7	5,3	0,5	0	1	0,52	31	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE	
3/1 SD18ter	1,5	0	20	6	77	5	0,2	1,8	1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	14	0,15	3,81	0,58	0,3	0,2	2,97		
3/1 SD18ter	3	0	20	11	20	5	0,2	1,8	1	0,3	0,6	1	3,6	1	1,30	17	0,18	3,81	0,68	0,3	0,4	1,77		
3/1 SD18ter	4,5	0	20	10	31	5	0,2	1,8	1	0,5	0,9	1	4,8	0,9	1,30	17	0,17	3,81	0,67	0,3	0,4	1,76		
3/1 SD18ter	6	0	20	30	27	5	0,2	1,8	1	0,6	1,2	1	4,5	0,9	1,29	41	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,3	0,4	NON LIQUEFACIBILE		
3/1 SD18ter	7,5	0	20	23	4	5	0,2	1,8	1	0,8	1,5	0,9	0	1	1,15	27	0,33	3,81	1,27	0,3	0,4	3,42		
3/1 SD18ter	8,5	0	20	29	4	5	0,2	1,8	1	0,9	1,7	0,9	0	1	1,08	31	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,3	0,4	NON LIQUEFACIBILE		
3/1 SD18ter	10	0	20	45	4	5	0,2	1,8	1	1,0	2	0,9	0	1	1,00	45	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,3	0,4	NON LIQUEFACIBILE		
3/1 SD18ter	11	0	20	31	4	5	0,2	1,8	1	1,1	2,2	0,9	0	1	0,95	30	0,46	3,81	1,75	0,3	0,3	5,06		
3/1 SD18ter	12,5	0	20	46	6	5	0,2	1,8	1	1,3	2,5	0,8	0	1	0,89	40	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,3	0,3	NON LIQUEFACIBILE		
3/1 SD18ter	13,5	0	20	35	6	5	0,2	1,8	1	1,4	2,7	0,8	0	1	0,86	30	0,46	3,81	1,75	0,3	0,3	5,49		
3/1 SD18ter	15	0	20	16	90	5	0,2	1,8	1	1,5	3	0,8	5	1,2	0,82	21	0,21	3,81	0,82	0,3	0,3	2,69		
3/1 SD18ter	17,5	0	20	6	65	5	0,2	1,8	1	1,8	3,5	0,7	5	1,2	0,76	10	0,12	3,81	0,46	0,3	0,3	1,66		
3/1 SD18ter	26	0	20	20	49	5	0,2	1,8	1	2,6	5,2	0,5	5	1,2	0,62	20	0,20	3,81	0,78	0,3	0,2	4,14		
3/1 SD18ter	29	0	20	33	13	D	20	5	0,2	1,8	1	2,9	5,8	0,4	3,6	1	0,59	22	0,24	3,81	0,90	0,3	0,2	5,74
1986-S6	3	10,8	20	11		5	0,2	1,8	1	0,6	0,6	1	0	1	1,29	14	0,15	3,81	0,57	0,3	0,2	2,97		
1986-S6	7	10,8	20	3		5	0,2	1,8	1	1,4	1,4	0,9	0	1	0,85	3	0,07	3,81	0,28	0,3	0,2	1,49		

1986-S6	10	10,8	20	6		5 0,2 1,8 1	2,0	2	0,9	0	1	0,71	4	0,08	3,81	0,31	0,3	0,2	1,75
1986-S6	13	10,8	20	43		5 0,2 1,8 1	2,4	2,6	0,8	0	1	0,65	28	0,38	3,81	1,44	0,3	0,2	8,14
1986-S6	18,5	10,8	20	45		5 0,2 1,8 1	2,9	3,7	0,7	0	1	0,58	26	0,32	3,81	1,24	0,3	0,2	7,33
1986-S6	23,5	10,8	20	39		5 0,2 1,8 1	3,4	4,7	0,5	0	1	0,54	21	0,22	3,81	0,84	0,3	0,1	5,69
1986-S6	26,5	10,8	20	63	11 D	5 0,2 1,8 1	3,7	5,3	0,5	0	1	0,52	33	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,3	0,1	NON LIQUEFACIBILE
1986-S5	4,5	10,65	20	11		5 0,2 1,4 1	0,9	0,9	1	0	1	1,05	12	0,13	3,81	0,49	0,25	0,2	3,17
1986-S5	9	10,65	20	22		5 0,2 1,4 1	1,8	1,8	0,9	0	1	0,75	16	0,17	3,81	0,64	0,25	0,2	4,27
1986-S5	12	10,65	20	100		5 0,2 1,4 1	2,3	2,4	0,9	0	1	0,66	66	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE
1986-S5	15	10,65	20	60		5 0,2 1,4 1	2,6	3	0,8	0	1	0,62	37	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE
1986-S5	17,5	10,65	20	75	25 C	5 0,2 1,4 1	2,8	3,5	0,7	0	1	0,60	45	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE
1986-S3	2	10,4	20	11		5 0,2 1,4 1	0,4	0,4	1	0	1	1,30	14	0,15	3,81	0,57	0,25	0,2	3,62
1986-S3	3	10,4	20	32		5 0,2 1,4 1	0,6	0,6	1	0	1	1,29	41	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
1986-S3	5	10,4	20	46		5 0,2 1,4 1	1,0	1	1	0	1	1,00	46	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
1986-S3	7	10,4	20	100	24 C	5 0,2 1,4 1	1,4	1,4	0,9	0	1	0,85	85	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/1 SD18quater	1,5	4,43	20	100	23	5 0,2 1,2 1	0,3	0,3	1	4,1	1,1	1,30	148	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE
3/1 SD18quater	3,5	4,43	20	100	100 B 23	5 0,2 1,2 1	0,7	0,7	1	4,1	1	1,20	118	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE
1986-S2	1	5,8	20	63		5 0,2 1,2 1	0,2	0,2	1	0	1	1,30	82	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE
1986-S2	4	5,8	20	100	87 B	5 0,2 1,2 1	0,8	0,8	1	0	1	1,12	112	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,21	0,1	NON LIQUEFACIBILE
3/1 SD19	1,5	3,1	20	6	62	5 0,2 1,4 1	0,3	0,3	1	5	1,2	1,30	14	0,15	3,81	0,58	0,25	0,2	3,61
3/1 SD19	4,5	3,1	20	13	52	5 0,2 1,4 1	0,8	0,9	1	5	1,2	1,15	23	0,25	3,81	0,94	0,25	0,2	5,12
3/1 SD19	7,5	3,1	20	100	33	5 0,2 1,4 1	1,1	1,5	0,9	4,9	0,9	0,97	96	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/1 SD19	9	3,1	20	100	23	5 0,2 1,4 1	1,2	1,8	0,9	4,1	1	0,91	91	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/1 SD19	10,5	3,1	20	100	35	5 0,2 1,4 1	1,4	2,1	0,9	5	1,2	0,86	108	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/1 SD19	20	3,1	20	100	29	5 0,2 1,4 1	2,3	4	0,6	4,6	0,9	0,66	67	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/1 SD19	21,5	3,1	20	100	37	5 0,2 1,4 1	2,5	4,3	0,6	5	1,2	0,64	82	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
3/1 SD19	29	3,1	20	100	39 C 15	5 0,2 1,4 1	3,2	5,8	0,4	2,5	1	0,56	56	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE
1986-S1	2	5,25	20	21		5 0,2 1,4 1	0,4	0,4	1	0	1	1,30	27	0,36	3,81	1,37	0,25	0,2	8,64

1986-S1	5	5,25	20	25		5	0,2	1,4	1	1,0	1	1	0	1	1,00	25	0,29	3,81	1,11	0,25	0,2	7,13
1986-S1	8,5	5,25	20	32		5	0,2	1,4	1	1,4	1,7	0,9	0	1	0,85	27	0,36	3,81	1,36	0,25	0,2	7,29
1986-S1	15	5,25	20	37		5	0,2	1,4	1	2,0	3	0,8	0	1	0,70	26	0,32	3,81	1,20	0,25	0,2	6,52
1986-S1	17	5,25	20	58	32 C	5	0,2	1,4	1	2,2	3,4	0,7	0	1	0,67	39	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
1986-S4	3	9,55	20	16		5	0,2	1,4	1	0,6	0,6	1	0	1	1,29	21	0,21	3,81	0,82	0,25	0,2	5,18
1986-S4	6,5	9,55	20	40		5	0,2	1,4	1	1,3	1,3	1	0	1	0,88	35	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
1986-S4	9,5	9,55	20	85		5	0,2	1,4	1	1,9	1,9	0,9	0	1	0,73	62	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,1	NON LIQUEFACIBILE
1986-S4	12	9,55	20	59		5	0,2	1,4	1	2,2	2,4	0,9	0	1	0,68	40	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE
1986-S4	15	9,55	20	100	40 C	5	0,2	1,4	1	2,5	3	0,8	0	1	0,64	64	NON LIQUEFACIBILE	3,81	NON LIQUEFACIBILE	0,25	0,2	NON LIQUEFACIBILE

#### **4.5 Indagini geotecniche effettuate (campagne 1975, 1981, 1986, 1989, 2003 e 2010)**

I dati stratigrafici e geotecnici riportati nella presente relazione e nei profili stratigrafico-geotecnici sono stati desunti dai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio condotte nell'area durante le campagne di indagine effettuate nell'anno 1975, nei mesi di Settembre – Ottobre del 1981, Ottobre 1986, Luglio 1989, Luglio 2003 e da Maggio ad Agosto del 2010.

La **campagna di indagini 1975** è consistita nell'esecuzione di:

- n. 5 sondaggi geotecnici a carotaggio continuo (SA→SE), all'interno dei quali sono state eseguite e prelevati:
  - 7 prove penetrometriche dinamiche continue di tipo DPSH (PA→PG);
  - 6 prove penetrometriche statiche CPT (PH→PO);
  - campioni indisturbati;
  - campioni rimaneggiati.

Per questa campagna di indagine non sono disponibili i certificati delle prove di laboratorio effettuate, nonché i tabulati numerici associati alle prove penetrometriche DPSH e CPT. Per cui, da tale campagna di indagine si sono utilizzate solo le informazioni di natura stratigrafica e di idrologia sotterranea, reperibili dalle stratigrafie di ciascun sondaggio.

La **campagna di indagini 1981** è consistita nell'esecuzione di:

- n. 11 sondaggi geotecnici a carotaggio continuo (S1→S12), all'interno dei quali sono state eseguite e prelevati:
  - 5 prove penetrometriche dinamiche SPT (P1→P5bis);
  - campioni indisturbati;
  - campioni rimaneggiati.

Per questa campagna di indagine non sono disponibili i certificati delle prove di laboratorio effettuate, nonché i tabulati numerici associati alle prove penetrometriche SPT. Per cui, da tale campagna di indagine si sono utilizzate solo le

informazioni di natura stratigrafica e di idrologia sotterranea, reperibili dalle stratigrafie di ciascun sondaggio.

La **campagna di indagini 1986** è consistita nell'esecuzione di:

- n. 29 sondaggi geotecnici a carotaggio continuo (S1→S33), all'interno dei quali sono state eseguite e prelevati:
  - 38 prove penetrometriche dinamiche SPT (P1→P42);
  - campioni indisturbati;
  - campioni rimaneggiati.

Per questa campagna di indagine non sono disponibili i certificati delle prove di laboratorio effettuate, nonché i tabulati numerici associati alle prove penetrometriche SPT. Per cui, da tale campagna di indagine si sono utilizzate solo le informazioni di natura stratigrafica e di idrologia sotterranea, reperibili dalle stratigrafie di ciascun sondaggio.

La **campagna di indagini 1989** è consistita nell'esecuzione di:

- n. 13 sondaggi geotecnici a carotaggio continuo (S1→S10), all'interno dei quali sono stati prelevati:
  - campioni indisturbati;
  - campioni rimaneggiati.

Per questa campagna di indagine non sono disponibili i certificati delle prove di laboratorio effettuate. Per cui, da tale campagna di indagine si sono utilizzate solo le informazioni di natura stratigrafica, reperibili dalle stratigrafie di ciascun sondaggio.

La **campagna di indagini 2003** è consistita nell'esecuzione di:

- n. 23 sondaggi geotecnici a carotaggio continuo (S1→S33), all'interno dei quali sono state eseguite e prelevati:
  - 10 prove penetrometriche statiche CPT;
  - 20 pozzetti esplorativi superficiali;
  - campioni indisturbati;
  - campioni rimaneggiati.

Della documentazione disponibile solo 11 sondaggi e 10 pozzetti ricadono in prossimità dell'attuale fascia di studio.

Per questa campagna di indagine non sono disponibili i certificati delle prove di laboratorio effettuate, nonché i tabulati numerici associati alle prove penetrometriche CPT. Per cui, da tale campagna di indagine si sono utilizzate solo le informazioni di natura stratigrafica e di idrologia sotterranea, reperibili dalle stratigrafie di ciascun sondaggio.

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

- n. 89 sondaggi geotecnici (dei quali 85 a carotaggio continuo e 4 a distruzione di nucleo) all'interno dei quali sono state eseguite e prelevati:
  - 1 prova penetrometrica statica CPT;
  - 3 prove penetrometriche statiche con misura delle pressioni interstiziali CPTU;
  - Prove penetrometriche dinamiche SPT;
  - prove di permeabilità tipo Lefranc;
  - prove di permeabilità tipo Lugeon;
  - campioni indisturbati;
  - campioni rimaneggiati.
- n. 3 prove cross hole (CH-SD18; CH-SD1; CH-SD27).
- n. 66 pozzetti esplorativi , all'interno dei quali sono state eseguite e prelevati:
  - prove di carico su piastra;
  - prove di densità in situ;
  - campioni rimaneggiati.
- Prospezioni geoelettriche (tomografia elettrica).

Sono state infine effettuate analisi chimico ambientali del terreno e dell'acqua di falda, in accordo alla normativa ambientale (DL 152/2006 e succ.) e analisi diffrattometriche finalizzate alla caratterizzazione mineralogica dei terreni, localmente interessati da diffusi fenomeni idrotermali.

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 e CPT.

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, 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 ed espansione laterale libera (ELL);
- prove triassiali non consolidate non drenate (TX-UU);
- prove triassiali consolidate isotropicamente non drenate (TX-CIU);
- prove triassiali consolidate isotropicamente drenate (TX-CID);
- prove di taglio diretto (TD);
- prove edometriche ad incrementi di carico (ED-IL).
- prove in colonna risonante (RC) sui campioni indisturbati prelevati dal sondaggio SD 28 (lotto 3-2);
- Prove "pocket penetrometer" effettuate su campioni di laboratorio.

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 2010)

Sigla e km	Quota (m s.l.m.)	Tipo	D (m)	C.I.	C.R.	S.P.T.	Strumentazione
3/3-Sd4 bis 0+000	26.75	C.C.	25	3	9	8	T.A. (3.0-25.0)
3/3-Sd5 1+040	48.36	C.C.	35	3	13	12	T.A. (3.0-35.0)
3/3-Sd6 1+500	37.30	C.C.	25	2	10	9	T.A. (3.0-25.0)
3/3-Sd7 1+930	45.27	C.C.	35	2	12	11	T.A. (3.0-35.0)
3/3-Sd8 2+348	33.20	C.C.	25	0	13	11	T.A. (3.0-19.0)
3/3-Sd9 2+520	35.50	C.C.	27	0	8	5	T.A. (3.0-19.0)
3/3-Sd10 2+895	56.72	C.C.	25	0	7	6	T.A. (3.0-25.0)
3/3-Sd11 3+158	38.01	C.C.	20	1	6	10	T.A. (3.0-25.0)
3/3-Sd12 3+562	36.42	C.C.	25	0	9	7	T.A. (3.0-25.0)
3/3-Sd13 3+995	40.23	C.C.	35	1	10	5	T.A. (3.0-35.0)
3/3-Sd14 -	8.12	C.C.	35	6	10	10	T.A. (3.0-35.0)
3/3-Sd15 -	8.30	C.C.	35	6	11	10	T.A. (3.0-35.0)
3/3-Sd16 -	5.11	C.C.	25	1	7	6	T.A. (3.0-25.0)
3/3-Sd17 -	22.71	C.C.	25	1	12	8	T.A. (3.0-25.0)
3/3-SD3(s) 1+745	40.93	C.C.	25	5	8	7	-
3/2-SD1(s) 4+920	42.17	C.C.	20	5	5	5	-
3/2-SD2(s) 5+927	52.31	C.C.	20	2	10	9	-
3/2-SD3(s) 15+300	27.60	C.C.	13	0	4	5	-
3/2-SD4(s)	25.05	C.C.	20	3	9	8	-

18+075							
3/2-SD1 4+150	42.90	C.C.	35	1	9	5	-
3/2-SD1bis 4+150	42.76	D.N.	35	-	-	-	-
3/2-SD2 4+520	45.06	C.C.	35	4	3	5	T.A. (7.0-35.0)
3/2-SD3 5+380	44.74	C.C.	35	1	5	8	T.A. (3.0-33.0)
3/2-SD3bis 6+210	55.11	C.C.	20	3	7	6	T.A. (3.0-7.0)
							c.c. (17.0)
3/2-SD4 6+765	62.61	C.C.	35	3	3	5	T.A. (5.0-35.0)
3/2-SD5 7+490	91.51	C.C.	20	0	2	2	T.A. (2.0-20.0)
3/2-SD6 7+930	75.02	C.C.	35	1	0	8	T.A. (5.0-27.0)
3/2-SD7 8+655	87.28	C.C.	25	0	1	3	T.A. (2.0-20.0)
3/2-SD8 9+200	74.76	C.C.	20	1	4	9	T.A. (3.0-12.0)
							c.c. (30.0)
3/2-SD8bis 9+755	77.60	C.C.	15	0	3	4	T.A. (3.0-12.0)
3/2-SD9 10+742	53.73	C.C.	25	1	3	8	T.A. (4.0-25.0)
3/2-SD10 10+007	65.04	C.C.	30	0	9	2	T.A. (3.0-30.0)
3/2-SD11 11+132	47.48	C.C.	25	1	3	7	T.A. (3.0-25.0)
3/2-SD12 11+721	45.27	C.C.	35	0	5	1	T.A. (3.0-35.0)
3/2-SD13 11+850	61.27	C.C.	20	0	0	2	T.A. (3.0-20.0)
3/2-SD14 13+450	37.65	C.C.	20	0	1	1	T.A. (3.0-20.0)
3/2-SD15 14+181	30.16	C.C.	25	0	0	7	T.A. (4.0-25.0)
3/2-SD16 15+175	25.13	C.C.	35	0	0	2	T.A. (3.0-35.0)
3/2-SD17bis	34.30	C.C.	15	0	11	3	T.A. (3.0-15.0)

16+083							
3/2-SD18 16+390	22.30	C.C.	30	1	2	8	T.A. (3.0-30.0)
3/2-SD19 17+275	18.19	C.C.	30	2	2	8	T.A. (3.0-30.0)
3/2-SD20 17+520	19.69	C.C.	25	1	2	8	T.A. (8.5-11.5) c.c. (24.0)
3/2-SD21 17+780	19.26	C.C.	40	8	12	9	T.A. (5.0-25.0)
3/2-SD22 17+818	18.46	C.C.	40	8	4	7	T.A. (3.0-25.0) c.c. (33.0)
3/2-SD23 18+220	17.44	C.C.	32	4	2	12	T.A. (9.0-27.0)
3/2-SD24 18+780	17.78	C.C.	35	4	3	8	T.A. (3.0-6.0) c.c. (13.0)
3/2-SD25 19+316	17.42	C.C.	35	2	4	8	T.A. (8.0-27.0)
3/2-SD25bis 19+518	17.35	C.C.	25	3	6	9	T.A. (3.0-21.0)
3/2-SD26 20+278	17.17	C.C.	35	5	10	12	T.A. (6.0-35.0)
3/2-SD26bis 21+281	15.27	C.C.	25	3	7	9	T.A. (6.0-25.0)
3/2-SD27 22+480	17.89	C.C.	35	5	2	7	-
3/2-SD27bis 22+484	17.84	D.N.	35	-	-	-	-
3/2-SD28 22+630	17.72	C.C.	35	4	1	9	T.A. (3.0-35.0)
3/2-SD29 22+925	18.18	C.C.	25	3	3	5	T.A. (5.0-8.5) c.c. (25.0)
3/1-SD0 23+277	19.43	C.C.	25	4	2	9	T.A. (3.0-17.0) c.c. (22.5)
3/1-SD1 23+380	20.26	C.C.	30	4	5	10	T.A. (3.0-20.2) c.c. (26.6)
3/1-SD2 23+730	22.92	C.C.	30	4	5	9	T.A. (3.0-30.0)
3/1-SD3 24+260	27.66	C.C.	25	0	10	12	T.A. (3.0-30.0)
3/1-SD4	21.24	C.C.	25	1	7	3	T.A. (5.5-25.0)

24+553							
3/1-SD5 26+018	14.31	C.C.	30	0	11	4	T.A. (3.0-30.0)
3/1-SD6 27+356	4.11	C.C.	30	6	6	12	T.A. (6.0-14.0)
							c.c. (25.5)
3/1-SD7 28+435	8.92	C.C.	35	3	7	13	T.A. (8.6-35.0)
3/1-SD7ter 28+432	8.89	D.N.	35	-	-	-	-
3/1-SD7bis 28+640	8.56	C.C.	25	2	8	10	T.A. (10.5-17.0)
							c.c. (24.0)
3/1-SD8 33+255	9.04	C.C.	35	7	5	8	T.A. (3.0-35.0)
3/1-SD9 35+058	13.28	C.C.	35	6	5	12	c.c. (27.5)
							c.c. (27.5)
3/1-SD10 35+490	13.21	C.C.	30	6	4	9	T.A. (3.0-30.0)
3/1-SD11 35+948	14.82	C.C.	25	4	3	9	T.A. (3.0-9.6)
							c.c. (19.0)
3/1-SD13 36+484	12.74	C.C.	25	4	6	9	T.A. (3.0-11.0)
							c.c. (25.0)
3/1-SD14 36+982	14.01	C.C.	25	4	7	10	T.A. (11.0-23.0)
3/1-SD15 38+142	11.93	C.C.	25	4	6	10	T.A. (16.0-22.0)
							c.c. (22.0)
3/1-SD16 38+617	16.28	C.C.	25	4	5	10	T.A. (14.7.0-21.0)
3/1-SD17 38+805	16.65	C.C.	30	3	7	12	T.A. (13.4-30.0)
3/1-SD18 40+600	12.63	C.C.	35	1	7	15	T.A. (3.6-35.0)
3/1-SD18bis 41+319	12.26	D.N.	35	-	-	-	-
3/1-SD18ter 41+316	11.02	C.C.	40	2	8	14	-
3/1- Sd18quater 33+128	39.69	C.C.	20	0	4	2	T.A. (3.0-20.0)
3/1-SD19 33+497	16.33	C.C.	30	2	11	8	T.A. (7.5-30.0)

3/1-SD20	6.08	C.C.	35	7	3	10	T.A. (3.6-35.0)
3/1-SD1s 23+572	28.42	C.C.	16.5	0	4	8	-
3/1-SD2s 24+425	30.65	C.C.	20	2	5	8	-
3/1-SD3s 30+022	7.25	C.C.	20	2	3	8	-
3/1-SD4s 34+892	14.40	C.C.	15	3	2	6	-
4/2-SD1 43+710	18.80	C.C.	32	-	-	-	T.A. (3.0-32.0)
4/2-SD2 44+270	14.90	C.C.	20	-	-	-	T.A. (3.0-20.0)
C.C. : Perforazione a carotaggio continuo D.N. : Perforazione a distruzione di nucleo D : Profondità in metri dal piano campagna C.I. : Numero di campioni indisturbati prelevati C.R. : Numero di campioni rimaneggiati prelevati S.P.T. : Numero di prove penetrometriche dinamiche in foro di sondaggio T.A. : Piezometro a tubo aperto (tratto finestrato) c.c. : Cella di casagrande (profondità cella dal piano campagna)							

**Tabella 4-5: Riepilogo prove penetrometriche statiche CPT e CPTU (campagna di indagine 2010)**

Sigla	Progressiva (km)	Quota (m s.l.m.)	D (m)
CPTU1	31+865 sx	7.86	19.4
CPTU2	23+000 dx	8.17	13.5
CPT3	35+135 dx	12.57	*
CPTU4	35+700 sx	13.54	23.1
D (m) : profondità massima da p.c. raggiunta dalle prove CPTU e CPT * : Riperforato			

Tabella 4-6: Riepilogo pozzetti stratigrafici (campagna di indagine 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
PZD1	lotto 3 parte 3	18.93	4.00	1.10	0.50/1.00	2	1	-
PZD3	lotto 3 parte 3	21.76	1.80	non rinvenuta	-	-	-	-
PZD4	lotto 3 parte 3	21.12	3.80	non rinvenuta	0.50/1.00	3	2	-
PZD5	lotto 3 parte 3	20.94	1.70	non rinvenuta	0.50/1.00	3	1	-
PZD6	lotto 3 parte 3	21.29	3.80	1.60	1.00	2	-	-
PZD7	lotto 3 parte 3	20.76	2.90	non rinvenuta	0.50/1.00	2	2	-
PZD9	1+410 lotto 3 parte 3	38.10	3.40	non rinvenuta	0.60	1	-	-
PZD10	1+790 lotto 3 parte 3	37.12	2.60	1,05	0.60	1	1	-
PZD11	2+169 lotto 3 parte 3	34.64	3.80	non rinvenuta	0.50/1.00	2	3	-
PZD12	2+474 lotto 3 parte 3	33.63	3.60	1.60	0.60/1.10	3	2	-
PZD13	2+648 lotto 3 parte 3	40.69	3.40	non rinveuta	0.90	-	3	-
PZD14	3+205 lotto 3 parte 3	36.28	1.80	non rinveuta	-	-	-	-
PZD15	3+612 lotto 3 parte 3	33.14	3.70	1.00	0.60	2	-	-
PZD17	lotto 3 parte 3	25.01	3.80	1.60	0.50/1.00	2	2	-
PZD18	lotto 3 parte 3	20.69	3.80	non rinvenuta	0.50/1.00	2	2	-
PZD19	lotto 3 parte 3	17.59	3.50	non rinvenuta	0.50/1.00	2	2	-
PZD20	lotto 3 parte 3	9.86	4.00	1.00	-	-	-	-
PZD21	lotto 3 parte 3	9.10	4.00	3.00	0.50/1.00	2	2	-
PZD22	lotto 3 parte 3	8.13	4.00	non rinvenuta	0.50/1.00	2	2	-

PZD23	lotto 3 parte 3	5.34	4.00	2.20	0.50/1.00	2	3	-
PZD24	lotto 3 parte 3	4.06	4.00	non rinvenuta	0.50/1.00	2	2	-
PZD25	lotto 3 parte 3	3.30	4.00	non rinvenuta	0.50/1.00	2	3	-
PZD29	lotto 3 parte 3	14.29	3.50	non rinvenuta	0.50/1.00	2	3	-
PZDT1	lotto 3 parte 3	32.80	3.50	non rinvenuta	-	-	-	-
PZDT2	0+900 lotto 3 parte 3	41.18	3.80	non rinvenuta	-	1	-	-
PZ1	4+865 lotto 3 parte 2	40.71	3.80	3.80	0.50/1.00	1	1	-
PZ2	5+545 lotto 3 parte 2	46.03	4.00	4.00	0.50/1.00	1	1	-
PZ3	6+560 lotto 3 parte 2	55.70	4.00	non rinvenuta	0.50/1.00	1	1	-
PZ4	7+140 lotto 3 parte 2	63.05	3.40	non rinvenuta	0.50/1.00	1	1	-
PZ5	7+607 lotto 3 parte 2	78.17	4.00	non rinvenuta	0.50/1.00	1	1	-
PZ6	8+333 lotto 3 parte 2	73.57	4.00	non rinvenuta	0.50/1.00	1	1	-
PZ7	8+960 lotto 3 parte 2	73.45	4.00	4.00	0.50/1.00	1	1	-
PZ8	9+462 lotto 3 parte 2	66.69	4.00	3.80	1.00	-	1	-
PZ9	10+064 lotto 3 parte 2	62.43	4.00	non rinvenuta	0.50/1.00	1	1	-
PZ10	10+343 lotto 3 parte 2	59.67	4.00	non rinvenuta	0.50/1.00	1	1	-
PZ11	11+005 lotto 3 parte 2	49.69	4.00	4.00	0.50/1.00	1	1	-
PZ12	13+362 lotto 3 parte 2	37.32	1.50	non rinvenuta	-	-	-	-
PZ16	16+420 lotto 3 parte 2	19.83	4.00	4.00	0.50	1	-	-

PZ17	16+860 lotto 3 parte 2	19.34	3.20	non rinvenuta	0.50	1	-	-
PZ18	17+555 lotto 3 parte 2	18.48	4.00	non rinvenuta	0.50/1.00	1	-	-
PZ19	18+143 lotto 3 parte 2	17.87	3.80	3.80	0.50/1.00	1	-	-
PZ20	19+128 lotto 3 parte 2	17.05	4.00	4.00	0.50/1.00	1	-	-
PZ21	19+711 lotto 3 parte 2	16.37	4.00	4.00	0.50/1.00	1	1	-
PZ22	20+392 lotto 3 parte 2	14.65	4.00	3.50	0.50/1.00	1	1	-
PZ23	20+820 lotto 3 parte 2	15.66	4.00	3.50	0.50/1.00	1	-	-
PZ24	22+310 lotto 3 parte 2	17.17	4.00	4.00	0.50/1.00	1	-	-
PZD1	23+350 lotto 3 parte 1	20.05	4.00	non rinvenuta	0.50/1.00	1	1	2
PZD2	24+024 lotto 3 parte 1	30.57	4.00	non rinvenuta	0.70/1.20	1	1	2
PZD3	25+353 lotto 3 parte 1	25.00	4.00	non rinvenuta	0.50/1.00	1	1	2
PZD4	24+770 lotto 3 parte 1	22.07	1.20	non rinvenuta	-	-	1	-
PZD5	25+280 lotto 3 parte 1	16.95	4.00	non rinvenuta	0.50/1.00	1	1	2
PZD6	25+565 lotto 3 parte 1	19.13	4.00	non rinvenuta	0.50/1.00	1	1	2
PZD8	26+072 lotto 3 parte 1	12.35	4.00	non rinvenuta	0.50/1.00	1	1	1
PZD9	26+540 lotto 3 parte 1	6.71	4.00	3.30	0.50/1.00	1	1	2
PZD10	28+687 lotto 3 parte 1	6.03	4.00	2.50	0.50/1.00	1	1	2
PZD11	31+463 lotto 3 parte 1	9.03	4.00	2.00	0.60/1.10	1	1	2

PZD12	33+034 lotto 3 parte 1	8.56	4.00	2.00	0.50/1.00	1	1	2
PZD13	35+120 lotto 3 parte 1	12.85	4.00	2.60	0.50/1.00	1	1	2
PZD14	36+380 lotto 3 parte 1	12.74	4.40	non rinvenuta	0.50/1.00	1	1	2
PZD15	36+565 lotto 3 parte 1	13.08	4.00	3.20	0.50/1.00	1	1	2
PZD16	37+176 lotto 3 parte 1	13.95	4.00	non rinvenuta	0.50/1.00	1	2	2
PZD17	38+196 lotto 3 parte 1	11.37	4.00	2.90	0.50/1.00	1	1	2
PZD18	38+606 lotto 3 parte 1	16.40	4.00	non rinvenuta	0.50/1.00	1	2	2
PZD19	39+110 lotto 3 parte 1	16.04	4.00	non rinvenuta	0.50/1.00	1	1	2
PZD20	lotto 3 parte 1	6.67	4.20	3.30	0.50/1.00	1	1	2
PZD21	lotto 3 parte 1	7.16	4.00	3.80	0.50/1.00	1	1	2
PZD22	lotto 3 parte 1	6.06	4.00	non rinvenuta	0.50/1.00	1	1	3
PZD23	lotto 3 parte 1	4.79	4.20	3.40	0.50/1.00	1	1	2
PZD24	lotto 3 parte 1	3.74	4.30	3.50	0.50/1.00	1	2	2
PZD25	lotto 3 parte 1	4.02	4.30	3.80	0.50/1.00	1	1	2
PZD4bis	lotto 4 parte 2	-	4.20	1.90	0.50/1.00	1	1	2
PZD13bis	lotto 4 parte 2	-	4.20	2.00	0.50/1.00	1	1	2
PZD22	lotto 4 parte 2	-	4.00	non rinvenuta	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 olocenici di origine alluvionale (H1b, H1ba), argille limose e limi argillosi olocenici di origine lagunare (H1a) e depositi limosi-argillosi, limoso sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi pleistocenici di origine lagunare e fluviale (Qt1d, Qt1d1, Qt1b), 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 di permeabilità Lugeon;
- 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 quaternari e dei depositi neogenici 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 curva riportata nella **Figura 5-1** ([Robertson, 1990](#); [Lunne et al., 1997](#)), basata su una correlazione empirica 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;

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

$\sigma_{vo}$  = pressione verticale totale geostatica;

$\sigma_{vo}'$  = pressione verticale efficace geostatica.

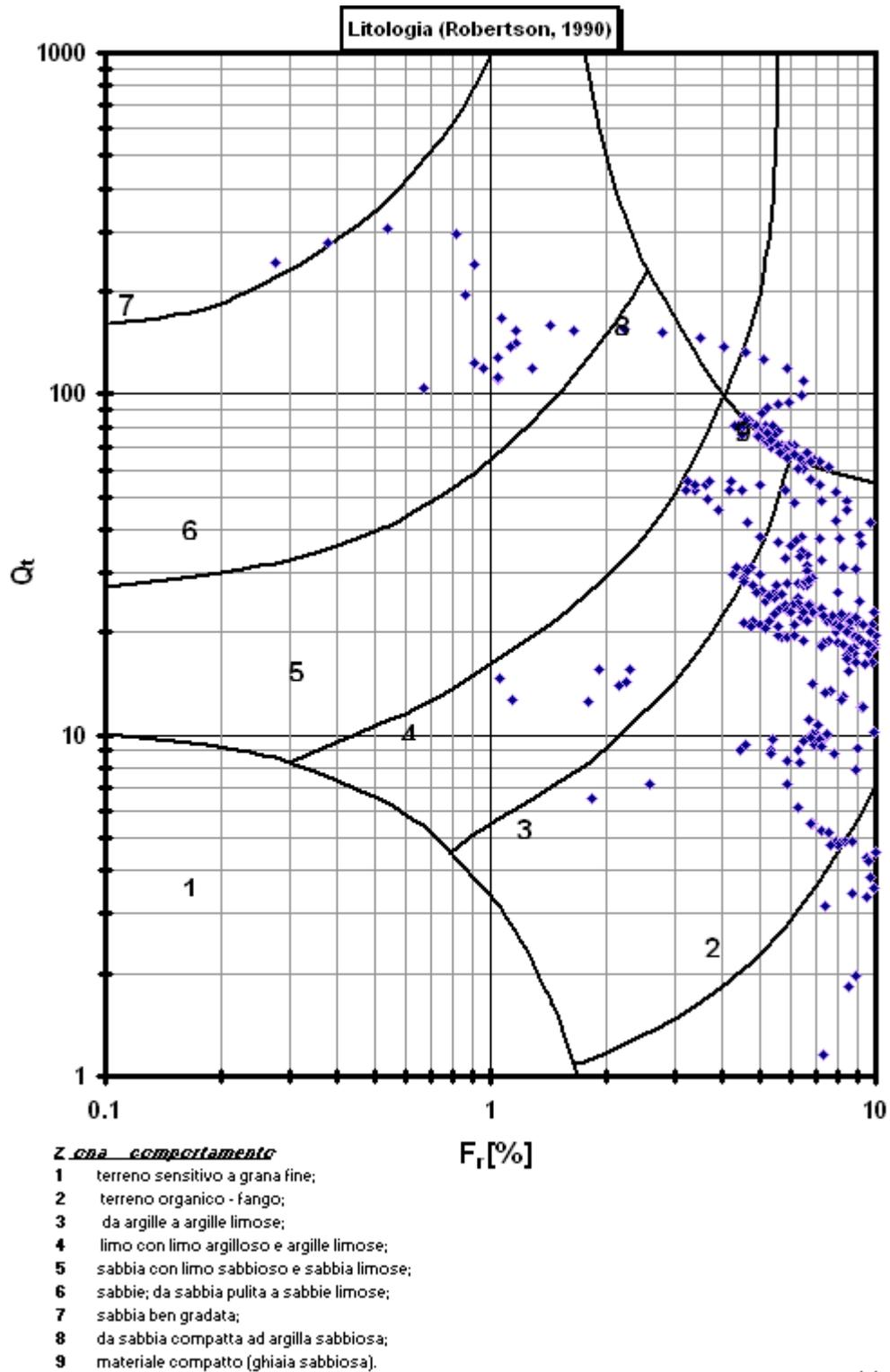


Figura 5-1

## **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 \(1989\)](#).

### **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 nelle **Tabella 3-1 - Tabella 3-6**.

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](#)):

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

essendo:

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

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

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

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

$$\text{GSC} = \text{grado di sovraconsolidazione} \quad (-)$$

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

$$D_r = \text{densità relativa} \quad (-)$$

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

**Tabella 5-1: Coefficienti empirici  $C_0$ ,  $C_1$  e  $C_2$  (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  $C_0$ ,  $C_1$  e  $C_2$  corrispondenti alle sabbie medie.

### 5.2.2.2 Determinazione 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
- $\sigma_{vo}'$  = pressione verticale efficace esistente in sito alla quota della prova SPT (kg/cm<sup>2</sup>)
- $N_{SPT}$  = numero di colpi per 30 cm di infissione
- $(K_0)_{nc}$  = 0,5 = coefficiente di spinta a riposo per terreni normalmente consolidati (-)
- $(K_0)_{sc}$  =  $0,5 \cdot (GSC)^{0.5}$  = 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)

$\sigma'_{vo}$  = 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  $\phi'$  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

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

$\sigma_{ff}'$  = 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
$\sigma_2'$ = tensione principale efficace intermedia $\sigma_3'$ = tensione principale efficace minore	

I valori dell'angolo di attrito  $\varphi_{cv}'$  possono essere ricavati da prove di laboratorio (triassiali o di taglio diretto) su provini ricostituiti a basse densità relative 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  $\varphi_{cv}$  per sabbie silicee secondo quanto riportato in Stroud (1988) e Youd (1972)**

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

Nel caso delle ghiaie 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:

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

$\varphi_{cv}' = 35^\circ$  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:

$\gamma_t$  = peso di volume naturale del terreno in  $\text{kN/m}^3$

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

$V_s$  = velocità di propagazione delle onde di taglio in  $\text{m/sec}$ .

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 CPT/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 CPT/CPTU

La velocità delle onde di taglio da prove CPT/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  $\gamma$  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](#)) ( $\text{kN/m}^3$ )

$z$  = 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 <sup>3</sup> )
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  $lv_o$ , e dalla pressione verticale efficace geostatica ( $\sigma'_{vo}$ ), rispetto alla curva di compressibilità intrinseca edometrica ( $IC_{Loed}$ ) definita in [Burland \(1990\)](#). Quest'ultima è data dalla seguente equazione:

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

dove:

$\sigma'_{v}$  = 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  $I_{vo}$  è dato dalla seguente equazione:

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

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

- Terreni caratterizzati da stati iniziali  $(I_{vo})-(\sigma'_{vo})$  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  $(I_{vo})-(\sigma'_{vo})$  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  $(I_{vo})-(\sigma'_{vo})$  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:

$\sigma_{vo}'$  = tensione verticale efficace geostatica

$\sigma_{vmax}'$  = tensione verticale efficace massima subita dal deposito

$\varphi'$  = 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 ( $\sigma_{vmax}'$ ) subita dal deposito né la tensione in corrispondenza della quale si innescano deformazioni irreversibili visco-plastiche ( $\sigma_{vy}'$ ); 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  $\sigma_{vy}'$  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:

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

Per completezza, sia per materiali tipo B1 che per i materiali tipo **B2** e **A**, la pressione di preconsolidazione  $\sigma'_{vp}$  ed il grado di sovraconsolidazione  $OCR = \sigma'_{vp} / \sigma'_{vo}$ , determinabili con le prove edometriche, verranno messi a confronto anche con quelli ottenibili dall'interpretazione delle prove CPT 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:

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

dove:

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

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

$\sigma'_{vo}$  = 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 (%)

$\sigma_{vo}$  = 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 CPT/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 le gran parte delle tensioni di consolidazione geostatiche.

#### **5.3.4.3 Valutazione di $c_u$ da prove CPT/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](#)).

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

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

essendo:

$$14 \leq N_k \leq 16$$

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

$\sigma_{vo}$  = 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

$\sigma_{vo}$  = pressione verticale totale geostatica.

#### 5.3.4 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:

$\gamma_t$  = peso di volume naturale del terreno in  $\text{kN/m}^3$

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

$V_s$  = velocità di propagazione delle onde di taglio in  $\text{m/sec}$ .

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  $\gamma$  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  $\sigma_{vv}'$ .

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;
- delle indagini geognostiche eseguite;
- dell'interpretazione delle indagini in accordo ai criteri descritti nel capitolo 5.

I principali materiali incontrati, con caratteristiche geotecniche relativamente omogenee, sono:

- **Depositi fluviali olocenici (H1b e H1ba)**. Si tratta di sabbie, sabbie fini limose, limi, limi sabbiosi e limi argillosi. Presenti intercalazioni di lenti argillo-limose;
- **Depositi lagunari olocenici (H1a)**. Sono costituiti da argille limose e limi argillosi debolmente sabbiosi;
- **Depositi fluviali pleistocenici (Qt1d)**. Si tratta di sabbie limose con ghiaia, ghiaie limose, sabbie limose, limi sabbiosi, sabbie con ghiaia e ciottoli;
- **Depositi fluvio lacustri lagunari, sabbie calcaree e travertini pleistocenici (Qt1d1)**. Sono costituiti da limi, limi sabbiosi, sabbie limose con intercalazioni di gesso e limi biancastri carbonatici. Intercalati livelli torbosi;
- **Depositi lagunari pleistocenici (Qt1b)**. Si tratta di argille limose, limi e limi argillosi.
- **Depositi neogenici pliocenici (FAA)**. Si tratta in particolare di argille grigio-azzurre, argille marnose, talvolta sabbiose, localmente fossilifere grigie.

I depositi fluviali (H1b e H1ba) sono presenti tra le progressive:

- dal km 0+000 al km 0+060 circa.
- dal km 1+200 al km 1+250 circa;
- dal km 2+050 al km 2+650 circa;
- dal km 3+490 al km 3+850 circa;
- dal km 9+480 al km 9+530 circa;

- dal km 10+080 al km 10+140 circa;
- dal km 10+370 al km 10+470 circa;
- dal km 11+100 al km 11+160 circa;
- dal km 12+100 al km 13+480 circa;
- dal km 14+720 al km 16+010 circa;
- dal km 16+140 al km 19+960 circa;
- dal km 20+200 al km 23+270 circa;
- dal km 25+100 al km 25+910 circa;
- dal km 38+350 al km 42+750 circa.

I depositi lagunari (H1a) sono presenti tra le progressive:

- dal km 17+590 al km 18+450 circa;
- dal km 26+480 al km 28+170 circa.

I depositi fluviali (Qt1d) sono presenti tra le progressive:

- dal km 0+580 al km 2+070 circa;
- dal km 4+120 al km 14+400 circa;
- dal km 16+790 al km 22+080 circa;
- dal km 22+980 al km 25+200 circa;
- dal km 26+120 al km 26+580 circa;
- dal km 27+050 al km 29+540 circa;
- dal km 43+440 al km 44+500 circa.

I depositi fluvio lacustri lagunari, sabbie calcaree e travertini (Qt1d1) sono presenti tra le progressive:

- dal km 4+350 al km 6+180 circa;
- dal km 28+870 al km 38+550 circa.

I depositi lagunari (Qt1b) sono presenti tra le progressive:

- dal km 8+790 al km 9+210 circa.

Le argille azzurre (FAA) sono presenti tra le progressive:

- dal km 8+840 al km 9+690 circa;

- dal km 17+520 al km 19+820 circa;
- dal km 21+800 al km 23+960 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 sabiosa, ed i **materiali litoidi**.

## 6.2 Depositi fluviali olocenici: sabbie (H1b)

### 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;
- Delle prove cross hole.

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

$$N_{SPT} = 5 + 1.8 \times z$$

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

### 6.2.2 Caratteristiche fisiche e densità relativa

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

Il materiale presenta la seguente composizione:

limo + argilla = 4% ÷ 99%

sabbia = 0% ÷ 90%

ghiaia = 0% ÷ 87%.

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

$$\gamma_n = 19.5 \div 21.4 \text{ kN/m}^3$$

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

LL = limite liquido = 20% ÷ 66%

IP = 5% ÷ 42%

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

$$W = 14\% \div 30\%$$

La densità relativa ( $D_r$ ), determinata sulla base dell'interpretazione delle prove SPT, caratteristica dei materiali sabbiosi, risulta compresa nell'intervallo  $D_r = 25\% \div 100\%$  **(Figura 6-6)**.

### 6.2.3 Caratteristiche di resistenza al taglio

La resistenza al taglio in termini di angolo di attrito ( $\varphi'$ ), determinata sulla base dei risultati delle prove SPT (vedi la **Figura 6-7**) può essere assunta pari a  $\varphi' = 34^\circ$ .

### 6.2.4 Caratteristiche di deformabilità

Il modulo di taglio iniziale ( $G_{o1}$ ), è stato determinato sulla base dei risultati delle prove penetrometriche SPT **(Figura 6-10)**.

In questa sede i valori di  $G_{o1}$  dei materiali sabbiosi verranno descritti dalla seguente equazione:

$$G_{o1} = 1000 \cdot p_a \cdot \left( \frac{\sigma'_{vo}}{p_a} \right)^{0.6}$$

essendo:

$p_a$  = pressione atmosferica di riferimento;

$\sigma'_{vo}$  = pressione verticale efficace geostatica.

In analogia, le velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  possono essere date cautelativamente dalla seguente equazione **(Figura 6-9)**:

$$V_s = 120 \cdot z^{0.33}$$

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

Confrontando le prove sismiche disponibili, in particolare la prova Cross Hole denominata CH-SD18, 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. (Figura 6-8)**.

Il *best fitting* si è riscontrato impostando i seguenti parametri:

$$f_A = 1.15$$

$$f_G = 1.17$$

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 nella **Figura 6-12**; mediamente essi possono essere descritti dalla seguente equazione:

$$E_{op2} = 120 \cdot p_a \cdot \left( \frac{\sigma'_{vo}}{p_a} \right)^{0.8}$$

### 6.2.5 Coefficienti di permeabilità

Sulla base dei risultati delle prove di permeabilità Lefranc effettuate, alle sabbie può essere assegnato un valore del coefficiente di permeabilità mediamente pari a  $k = 2.6 \cdot 10^{-5}$  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 sabbiosi.

H1b	
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	20.5 ± 0.48
N <sub>SPT</sub> (colpi/30 cm)	N <sub>SPT</sub> = 5 + 1.8 · z
D <sub>r</sub> (%)	59.8 ± 20.5
$\phi'$ (°)	34.3 ± 2.5

c' (kPa)	0.0
k <sub>o</sub> (-)	0.45
k (m/sec)	2.6 x 10 <sup>-5</sup>
V <sub>s</sub> (m/sec)	$V_s = 120 \cdot z^{0.33}$
G <sub>o1</sub> (kPa)	$G_{o1} = 1000 \cdot p_a \cdot \left( \frac{\sigma'_{vo}}{p_a} \right)^{0.6}$
E <sub>op1</sub> (kPa)	$(2.3 \cdot G_{o1}) / (3+5)$
E <sub>op2</sub> (kPa)	$E_{op2} = 120 \cdot p_a \cdot \left( \frac{\sigma'_{vo}}{p_a} \right)^{0.8}$

**Simbologia:**

$\gamma_t$  = peso di volume naturale;

N<sub>SPT</sub> = resistenza penetrometrica dinamica in prova SPT;

$\varphi'$  = angolo di attrito operativo;

k<sub>o</sub> = coefficiente di spinta del terreno a riposo;

V<sub>s</sub> = velocità di propagazione delle onde di taglio;

G<sub>o1</sub> = modulo di taglio iniziale riferito a pressioni efficaci pari a quelle geostatiche;

E<sub>op1</sub> = modulo di Young secante corrispondente a cedimenti delle fondazioni inferiori a 0.01·B;

B = dimensione minore della fondazione (m);

E<sub>op2</sub> = modulo di Young secante per l'analisi dei cedimenti dei rilevati;

p<sub>a</sub> = 100 kPa = pressione atmosferica di riferimento;

z = profondità dal p.c. in metri.

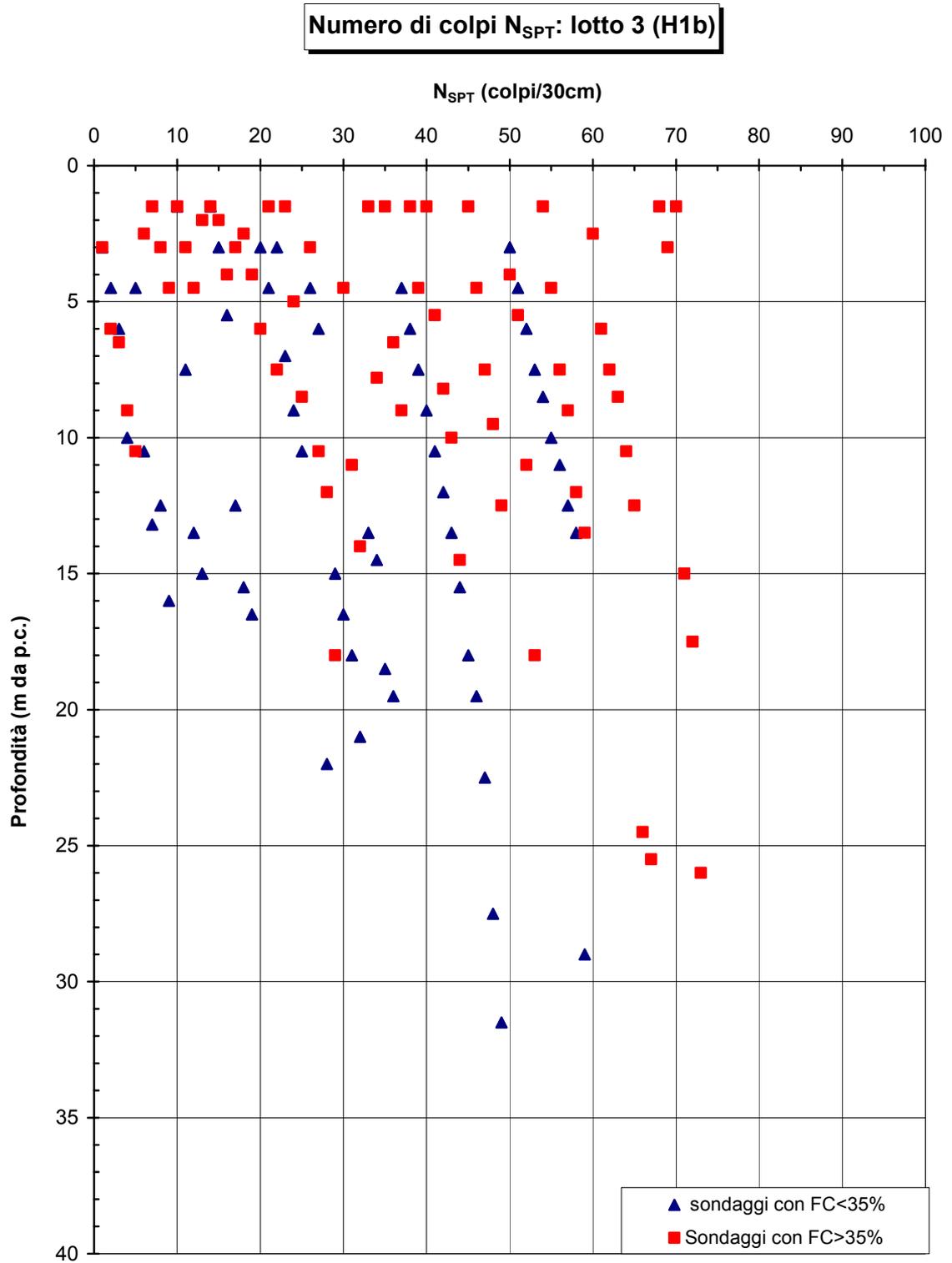


Figura 6-1

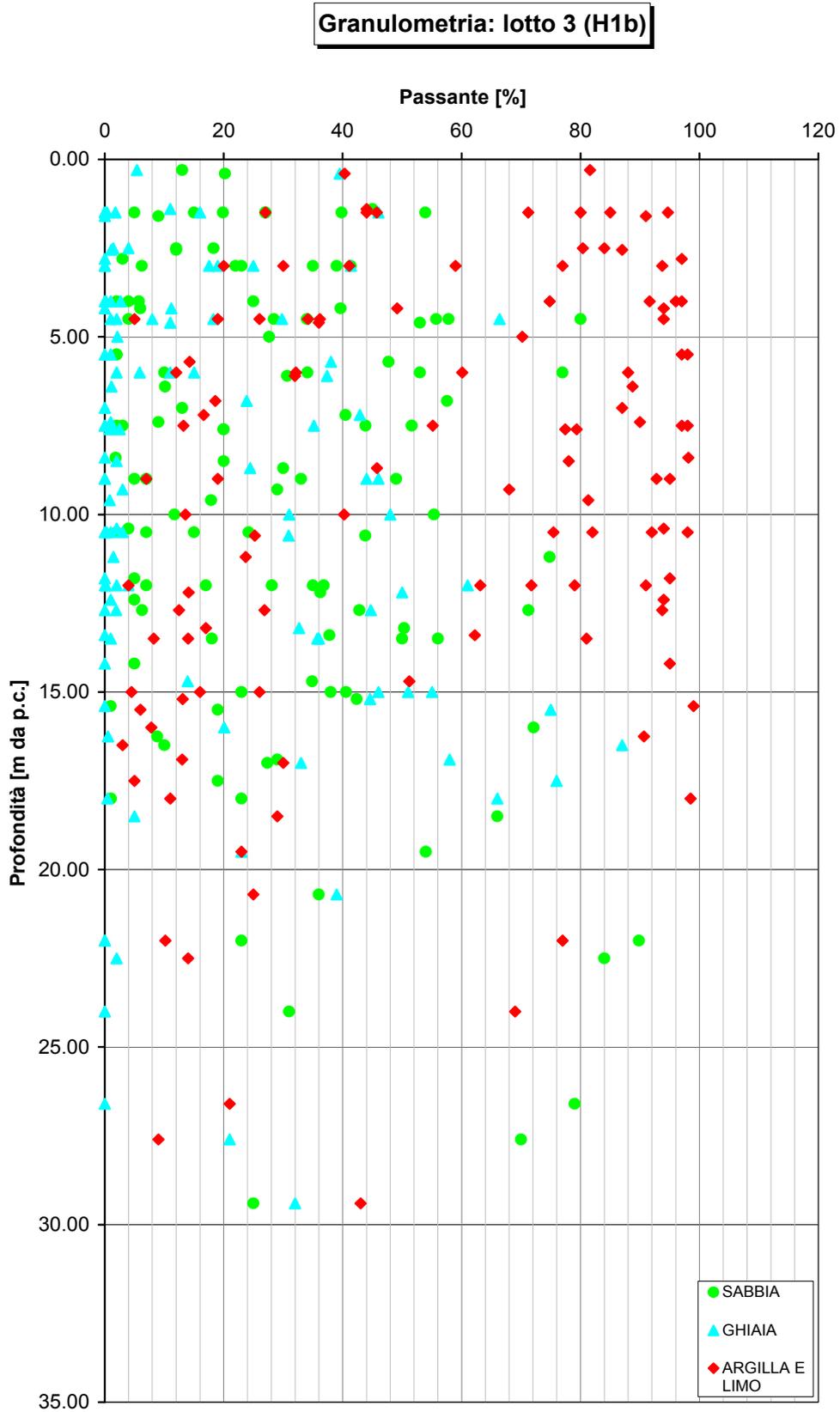


Figura 6-2

**Peso di volume naturale: lotto 3 (H1b)**

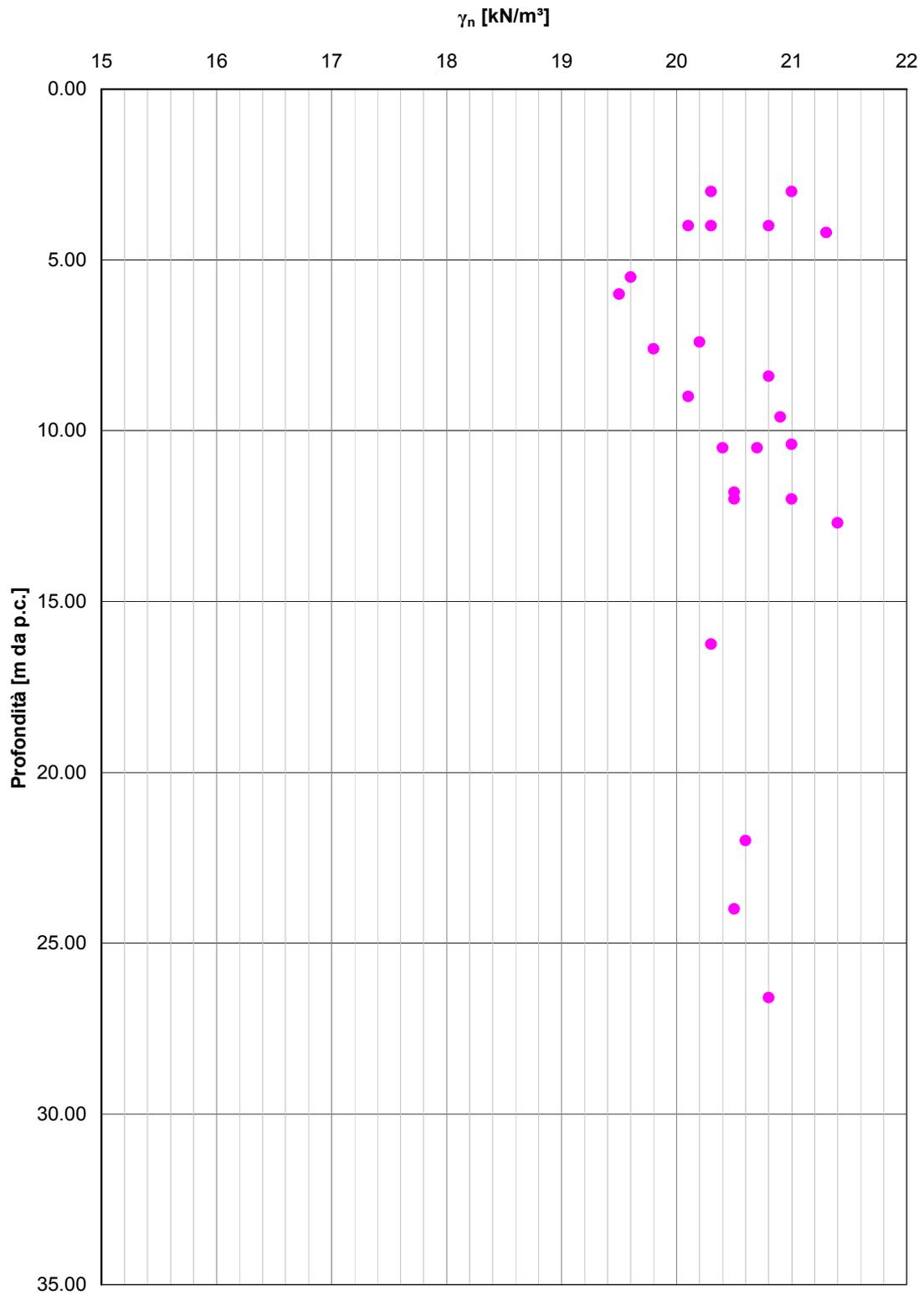


Figura 6-3

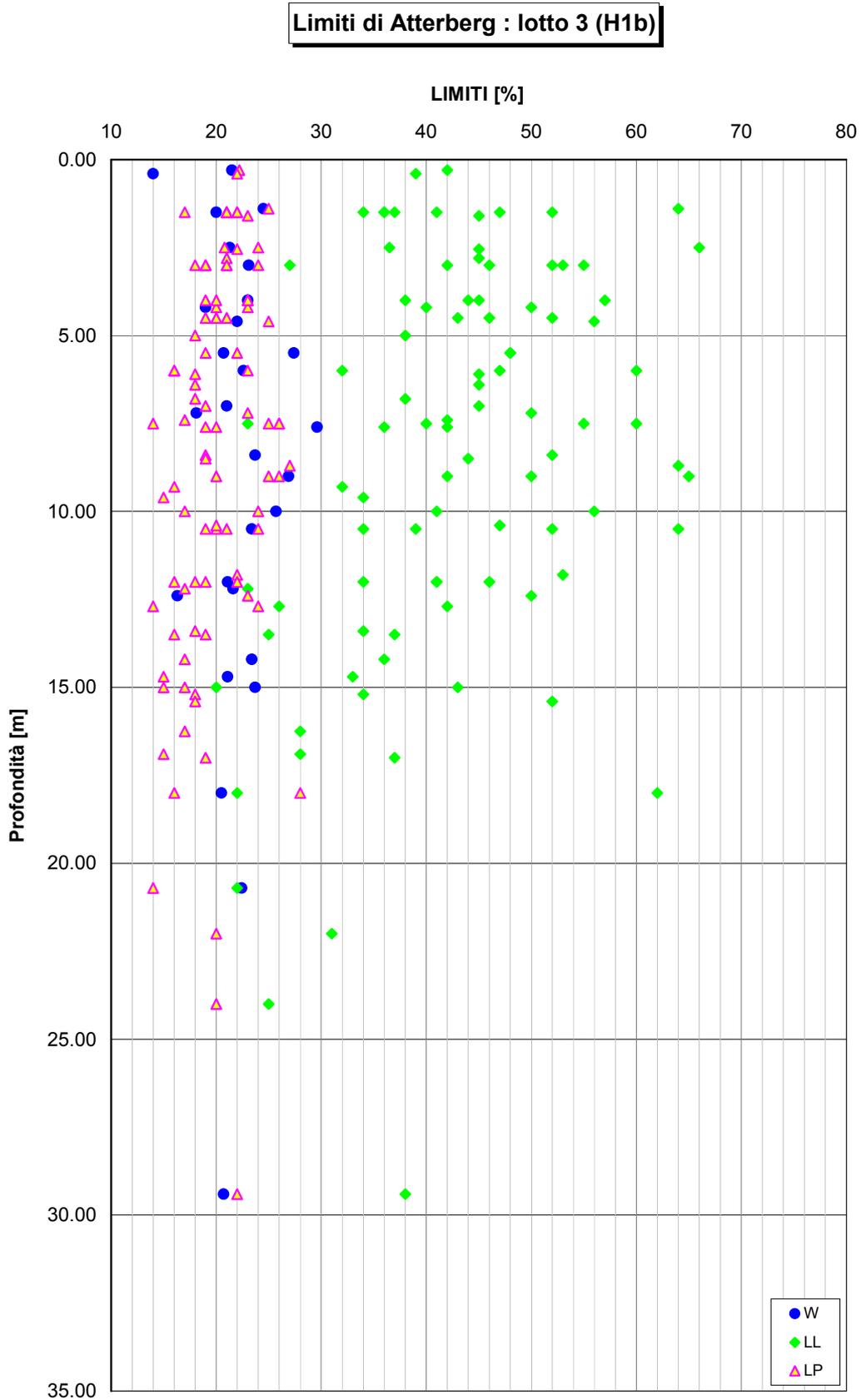


Figura 6-4

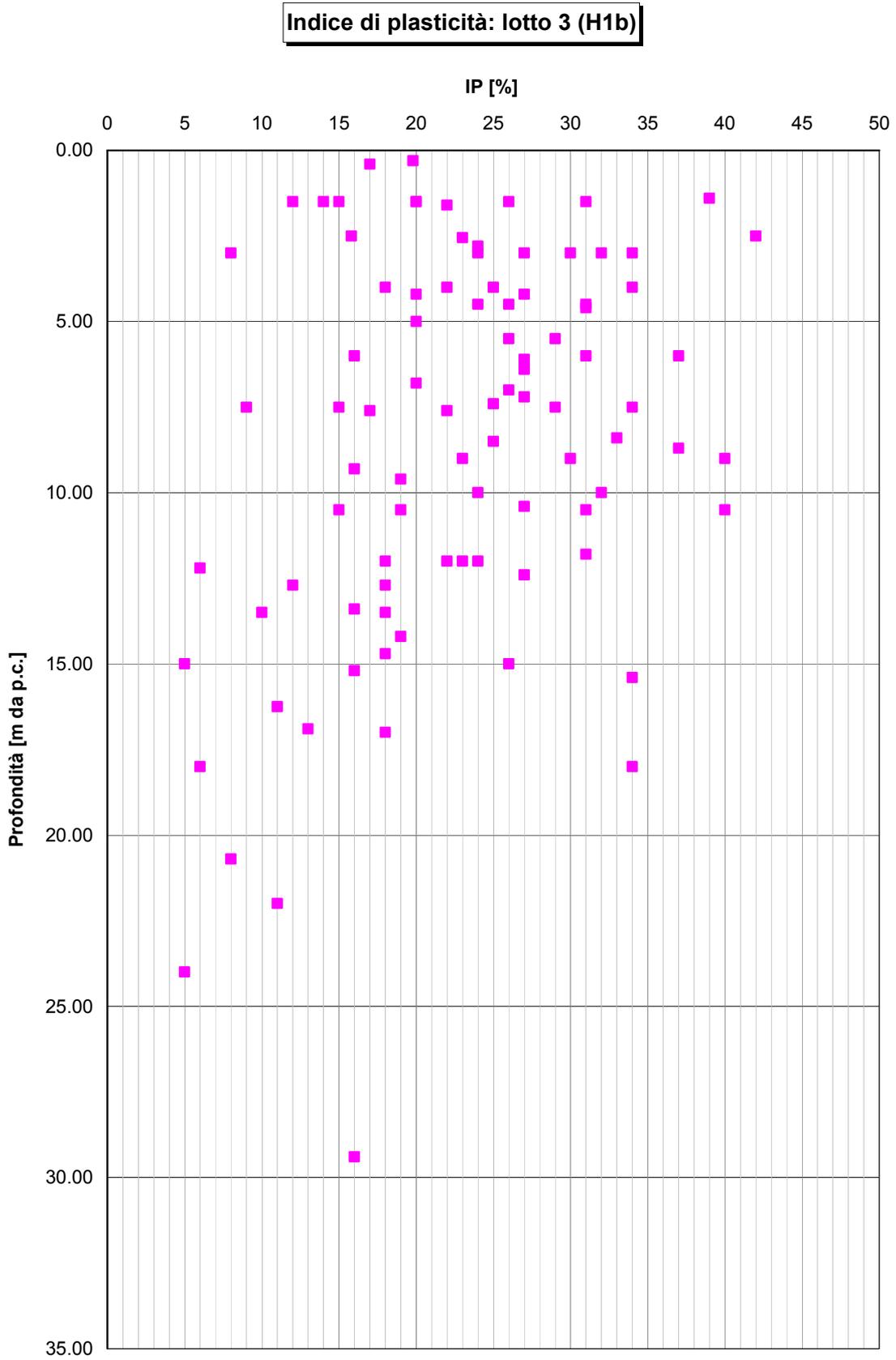


Figura 6-5

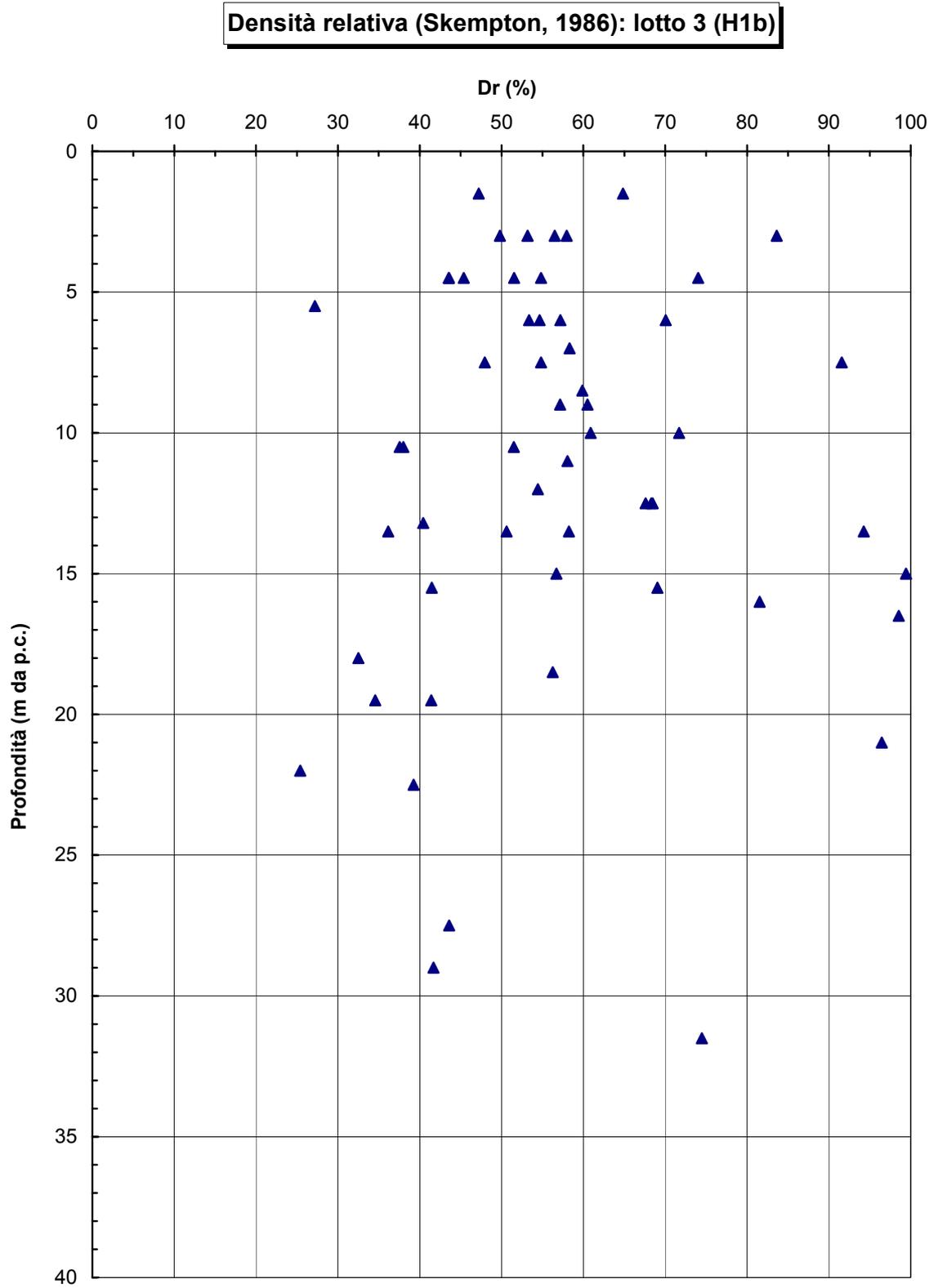


Figura 6-6

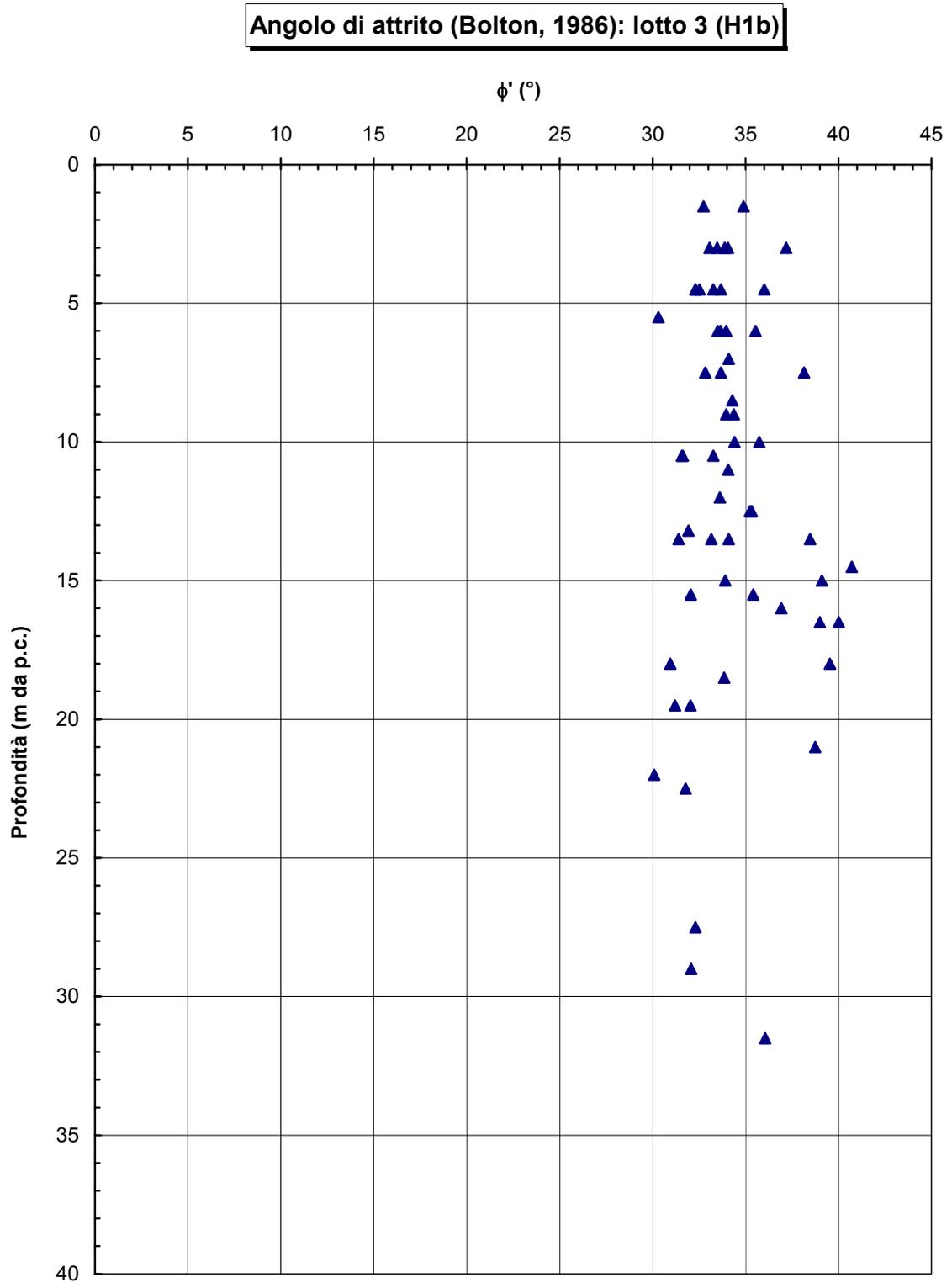


Figura 6-7

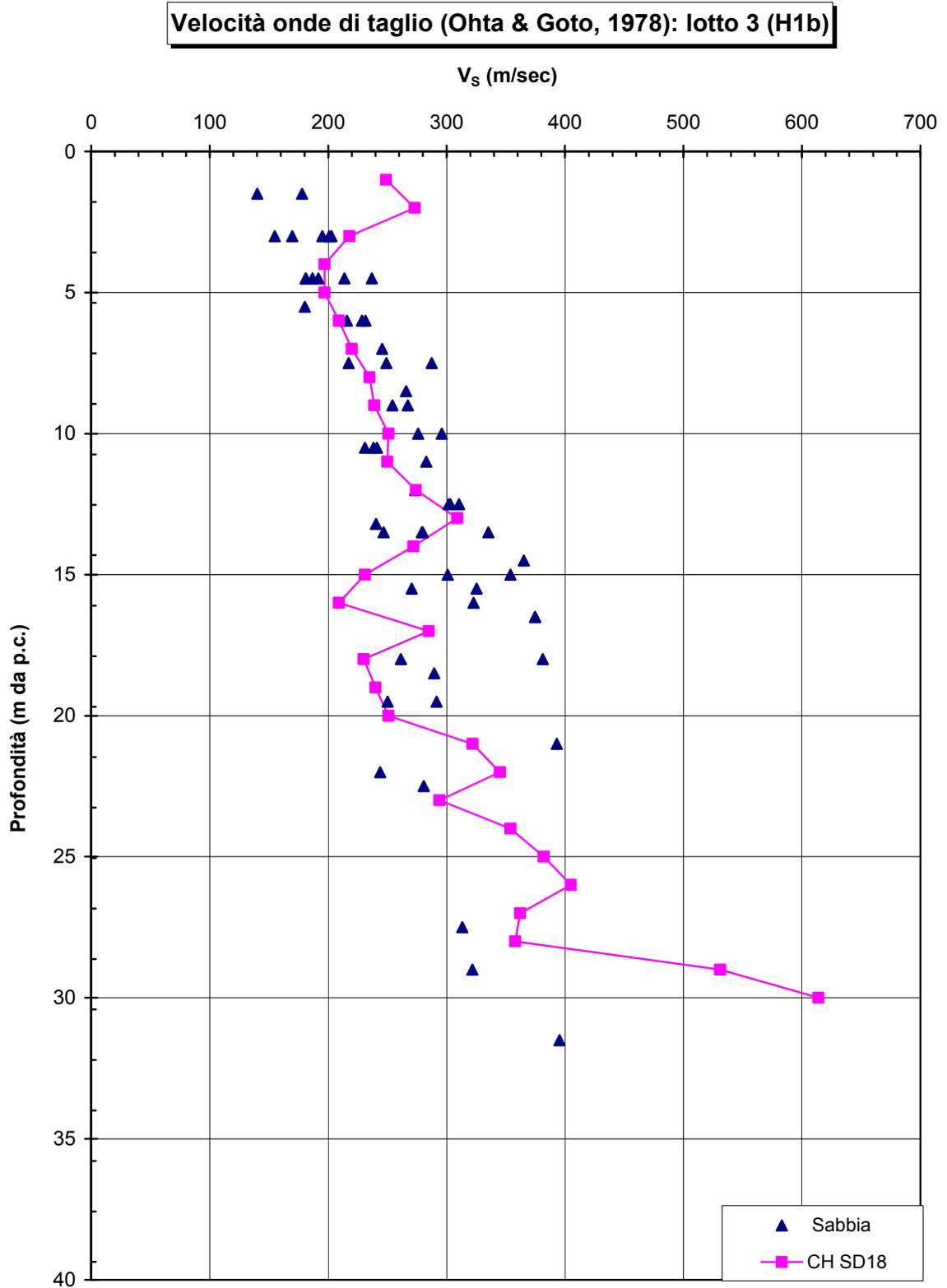


Figura 6-8

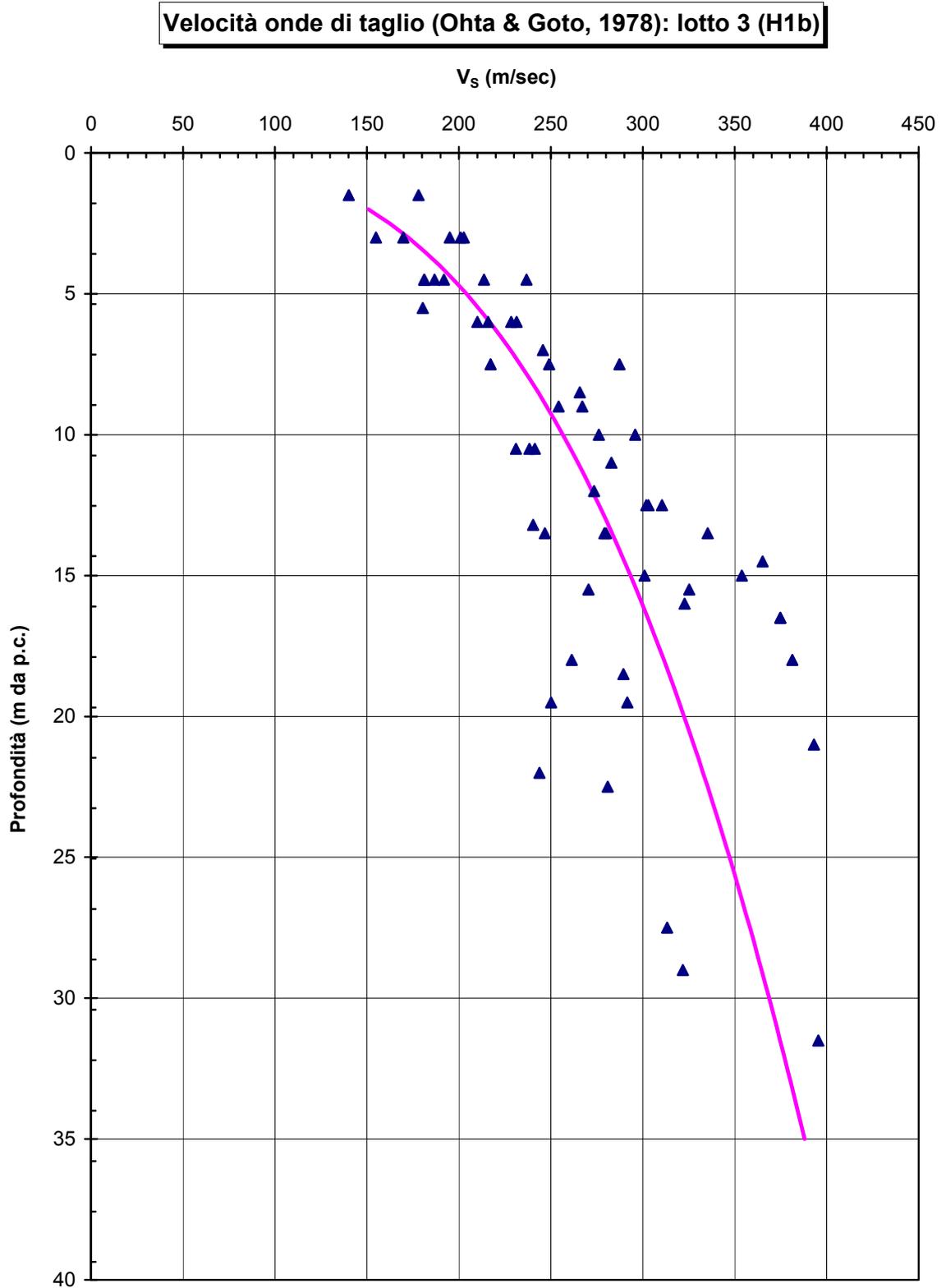


Figura 6-9

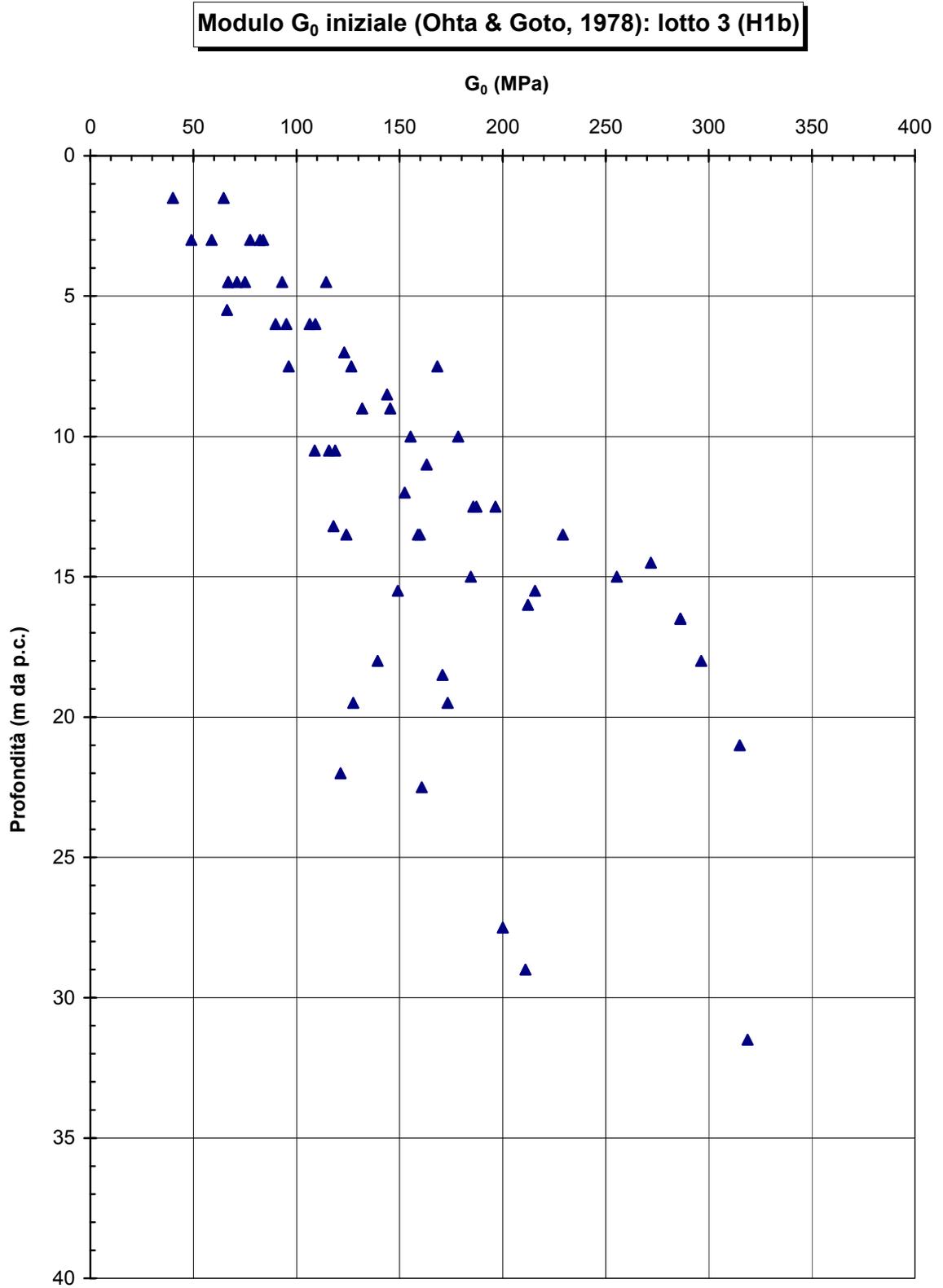


Figura 6-10

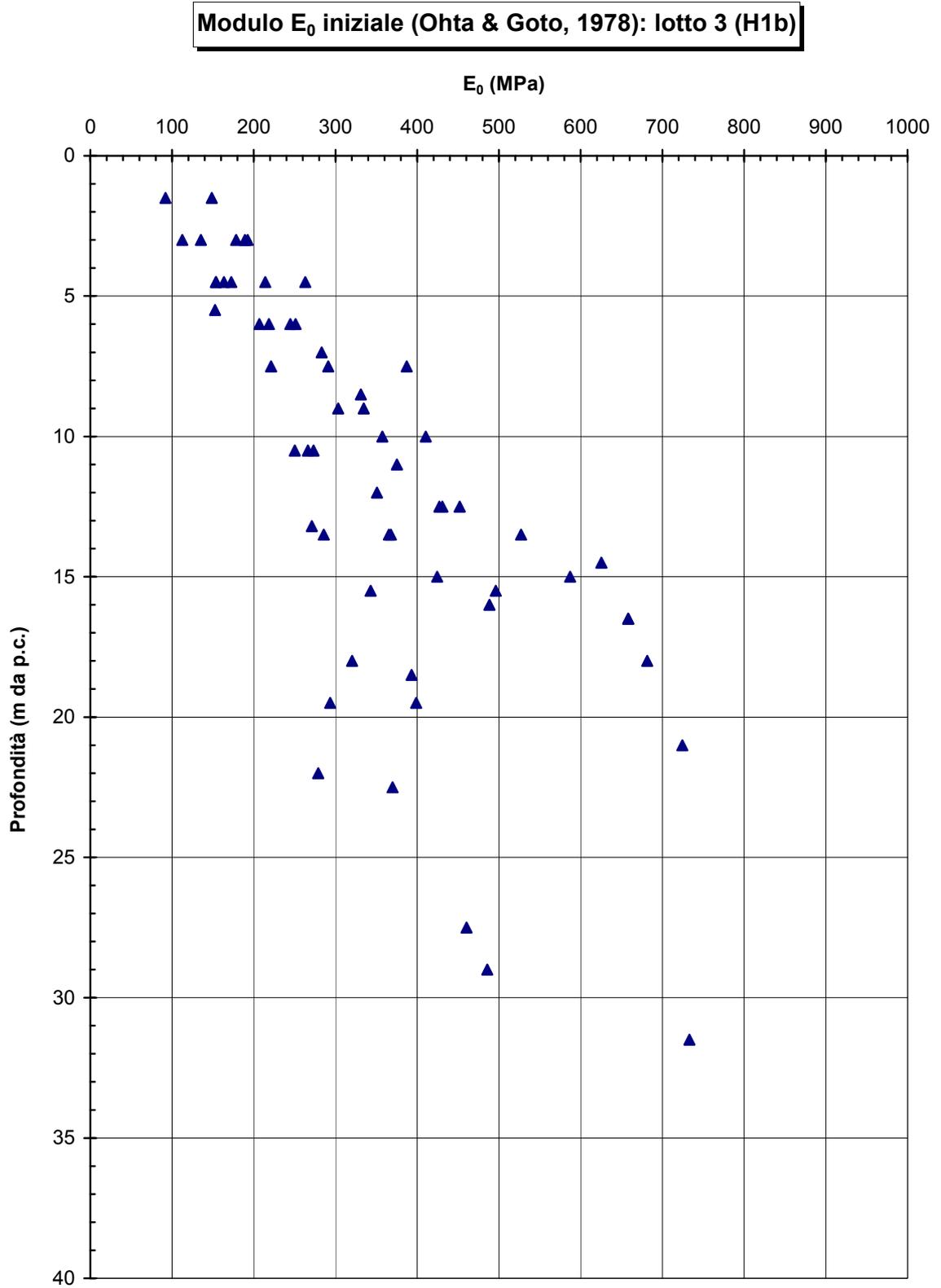


Figura 6-11

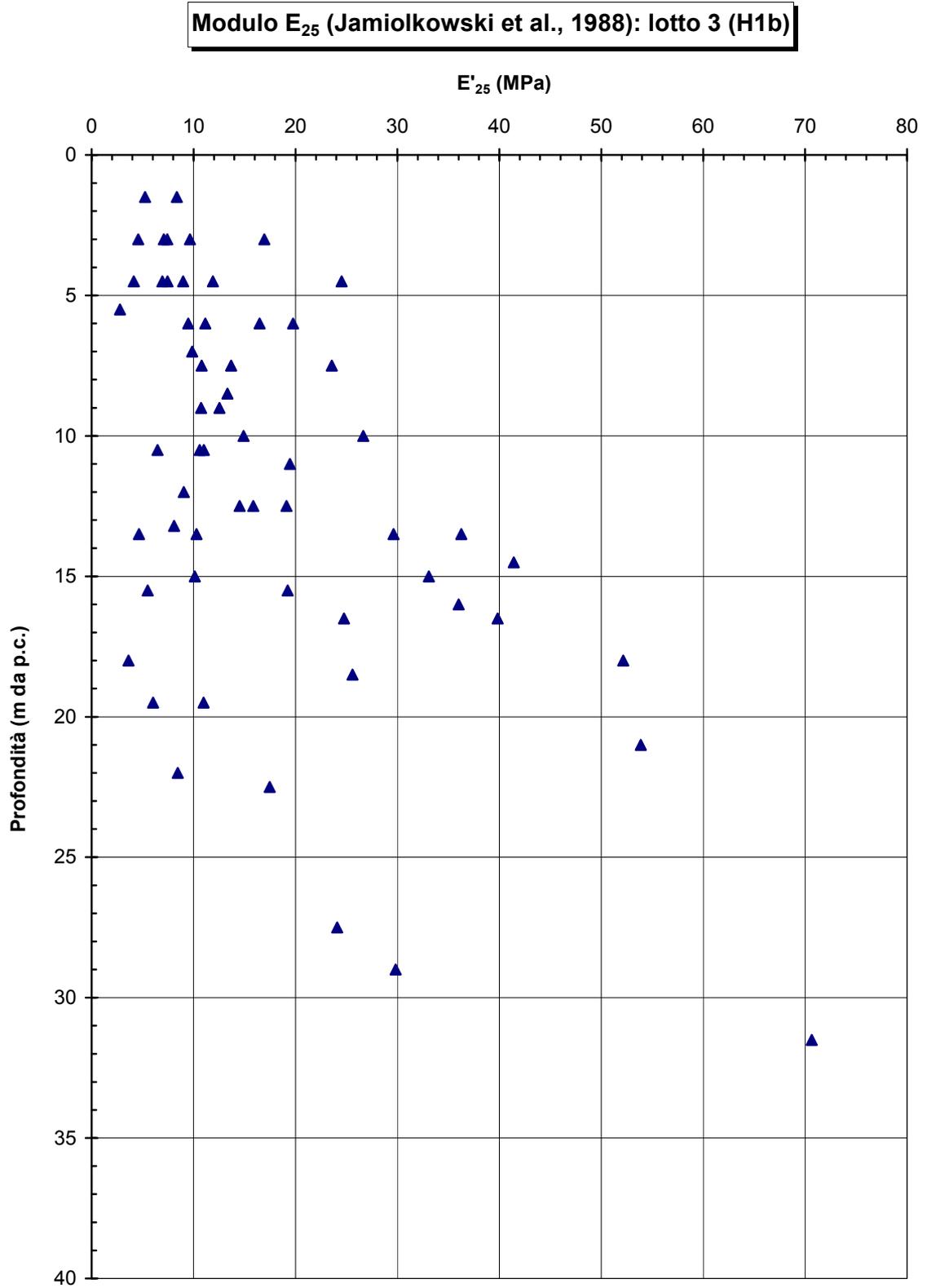


Figura 6-12

## **6.3 Depositi fluviali olocenici: limi e argille (H1ba)**

### **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.

### **6.3.2 Caratteristiche fisiche**

I limi argillosi e le argille limose in oggetto hanno curve granulometriche caratteristiche tipo quelle riportate nella **Figura 6-13**.

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

argilla	= 11% ÷ 77%
limo	= 11% ÷ 55%
sabbia	= 2% ÷ 75%
ghiaia	= 0% ÷ 24%

Le caratteristiche di plasticità (limite liquido LL e indice di plasticità IP) sono riportate nella **Figura 6-14** e **Figura 6-15**; esse possono variare come segue:

LL = limite liquido = 34% ÷ 66%

IP = 15% ÷ 42%

Facendo riferimento alla "Carta di plasticità di Casagrande", riportata in **Figura 6-16**, i materiali in oggetto possono essere classificati come "argille inorganiche di media ed alta plasticità".

Il peso di volume naturale ( $\gamma_n$ ) risulta compreso tra  $\gamma_n = 20.1 \div 21.0$  kN/m<sup>3</sup> (**Figura 6-17**).

Il contenuto d'acqua naturale ( $w_n$ ) risulta generalmente compreso tra 16% e 28% (**Figura 6-14**).

Il grado di saturazione (S) risulta compreso tra 81% e 99% (**Figura 6-18**).

L'indice dei vuoti iniziale ( $e_0$ ) varia tra 0.55÷0.70 (**Figura 6-19**).

### 6.3.3 Stato iniziale

Nella **Figura 6-20** è riportato lo stato iniziale dei materiali nel piano di Burland (1990)  $l_v$ - $\log \sigma_{vo}'$ ; nella stessa figura è tracciata anche la linea di compressibilità intrinseca  $IC_{Loed}$ .

Data la notevole dispersione dei dati, dall'analisi della curva di compressibilità intrinseca si possono ricavare scarse informazioni sullo stato del materiale in sito.

Nella **Figura 6-21** sono riportati i valori della pressione di preconsolidazione  $\sigma_{vp}'$  determinata dalle prove edometriche con la nota costruzione di Casagrande; quest'ultima risulta generalmente compresa entro i 600 kPa.

Alle pressioni  $\sigma_{vp}'$  riportate nella **Figura 6-21** corrispondono valori del grado di sovraconsolidazione OCR (definito convenzionalmente come  $\sigma_{vp}'/\sigma_{vo}'$ ) pari a quelli indicati nella **Figura 6-22**, ovvero generalmente compreso tra 6 e 0.8 al crescere della profondità dal piano di campagna.

### 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 6-23**. La variabilità del parametro si è attestata tra 50 e 210 kPa.

La variazione del parametro con la profondità può essere valutata con la formula:  $c_u = 20 + 13 \cdot z$ , dove  $z$  rappresenta la profondità dal piano campagna.

### 6.3.5 Parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci

Le **Figura 6-24** e **Figura 6-25** riportano i risultati delle prove di laboratorio triassiali consolidate isotropicamente non drenate (TX-CIU) e di taglio diretto (DS) 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:

$c_p' = 17.6 \text{ kPa}$  = intercetta di coesione;

$\varphi_p' = 25^\circ$  = 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 che tali parametri sono stati ottenuti a partire da un limitato numero di prove effettuate su un altrettanto esiguo numero di campioni.

### 6.3.6 Caratteristiche di deformabilità

I valori del modulo edometrico  $M$  calcolato sulla scorta delle prove edometriche è riportato in **Figura 6-26**. Le misurazioni sono comprese nel range  $3 \div 13 \text{ MPa}$ .

### 6.3.7 Coefficienti di permeabilità e di consolidazione primaria e secondaria

Il coefficiente di permeabilità nella direzione verticale è stato ricavato dalle prove edometriche eseguite su campioni indisturbati e varia tra  $8 \times 10^{-11} \div 8 \times 10^{-10} \text{ m/s}$ .

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 6-28** e sono compresi tra  $c_v = 2.6 \times 10^{-8} \div 2.5 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ .

Si è altresì ricavato un coefficiente di consolidazione secondaria che varia tra  $c_d = 2 \times 10^{-5} \div 1 \times 10^{-3}$  (**Figura 6-29**).

### 6.3.8 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:

H1ba	
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	$20.5 \pm 0.36$
$e_o$ (-)	$0.54 + 0.02 \cdot z$
$\varphi'$ (°)	$25.1 \pm 4.6^{(2)}$
$c'$ (kPa)	$17.6 \pm 4.2^{(2)}$
$c_u$ (kPa)	$20 + 13 \cdot z^{(1)}$
$OCR^* = \sigma_{vy}' / \sigma_{vo}'$ (-)	$OCR^* = 18 \cdot z^{-1.3}$
$k_o$ (-)	<b>0.96</b>
$C_c$ (-)	$0.10 \pm 0.05$
$C_r$ (-)	<b>Cc/5</b>
$c_{\alpha\beta}$ (-)	$4.9 \times 10^{-4} \pm 5.0 \times 10^{-4}$
$k_v$ (m/sec)	$4.4 \times 10^{-10} \pm 3.1 \times 10^{-10}$
$c_v$ (m <sup>2</sup> /sec)	$5.8 \times 10^{-7} \pm 9.5 \times 10^{-7}$
$M$ (MPa)	$7.05 \pm 3.9$

#### **Simbologia:**

$\gamma_t$  = peso di volume naturale;

$\varphi'$  = 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;

$z$  = profondità dal p.c. in metri.

**Note:**

- <sup>(1)</sup> = Per le analisi di stabilità è raccomandabile adottare un valore ridotto, pari a  $(0.7 \div 0.8) \cdot c_u$  ;
- <sup>(2)</sup> = Parametri ricavati a partire da un numero limitato di prove di laboratorio.

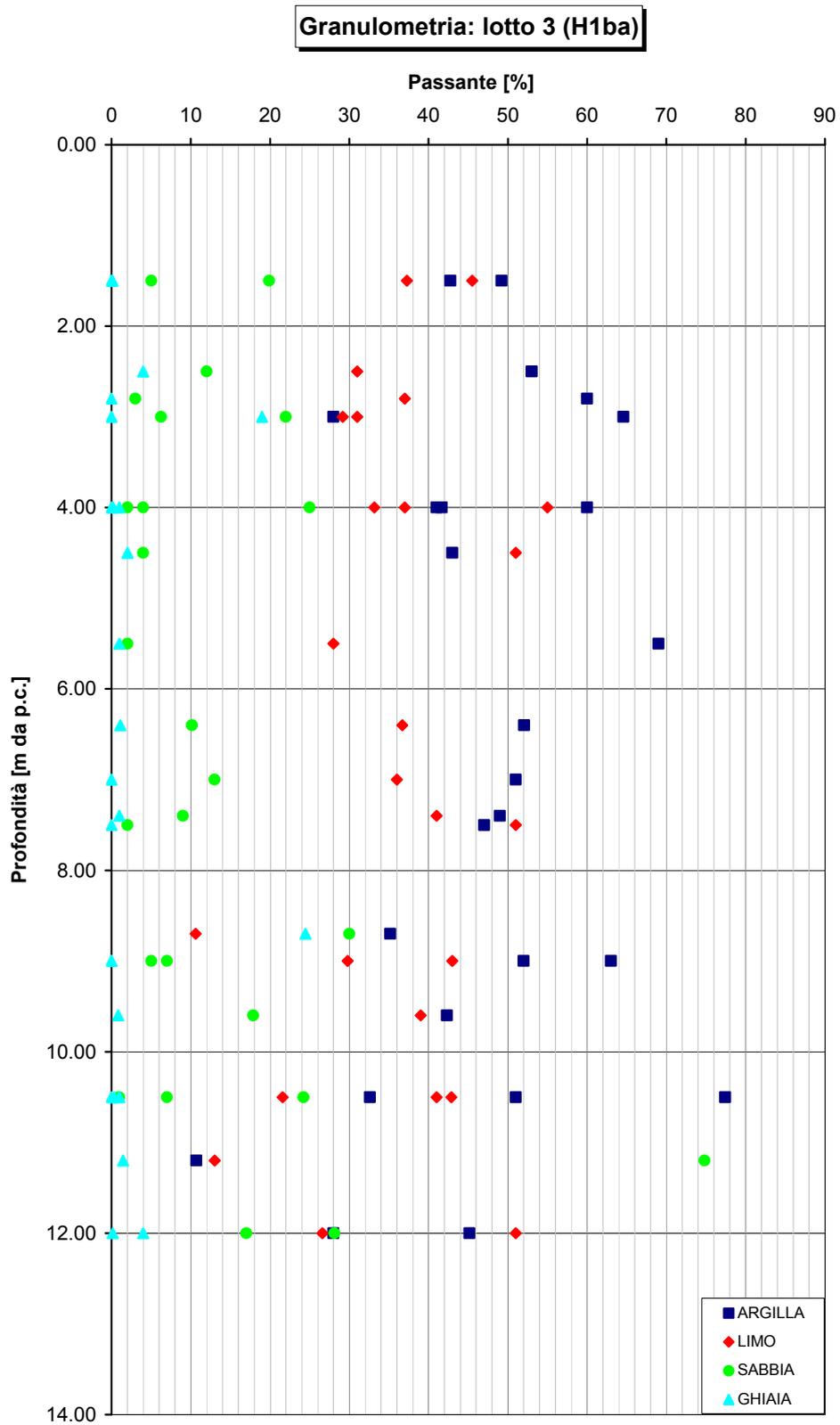


Figura 6-13

**Limiti di Atterberg : lotto 3 (H1ba)**

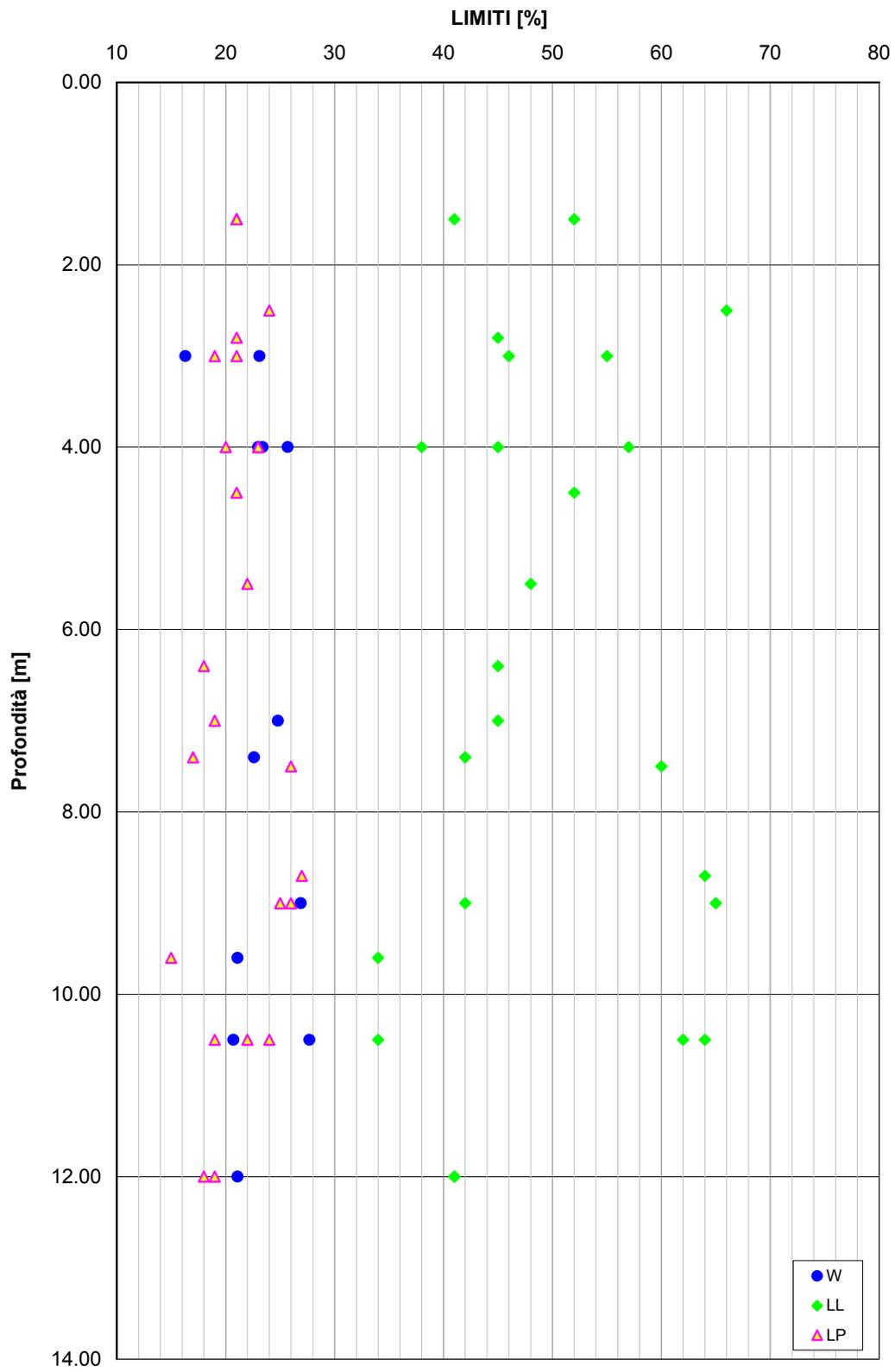


Figura 6-14

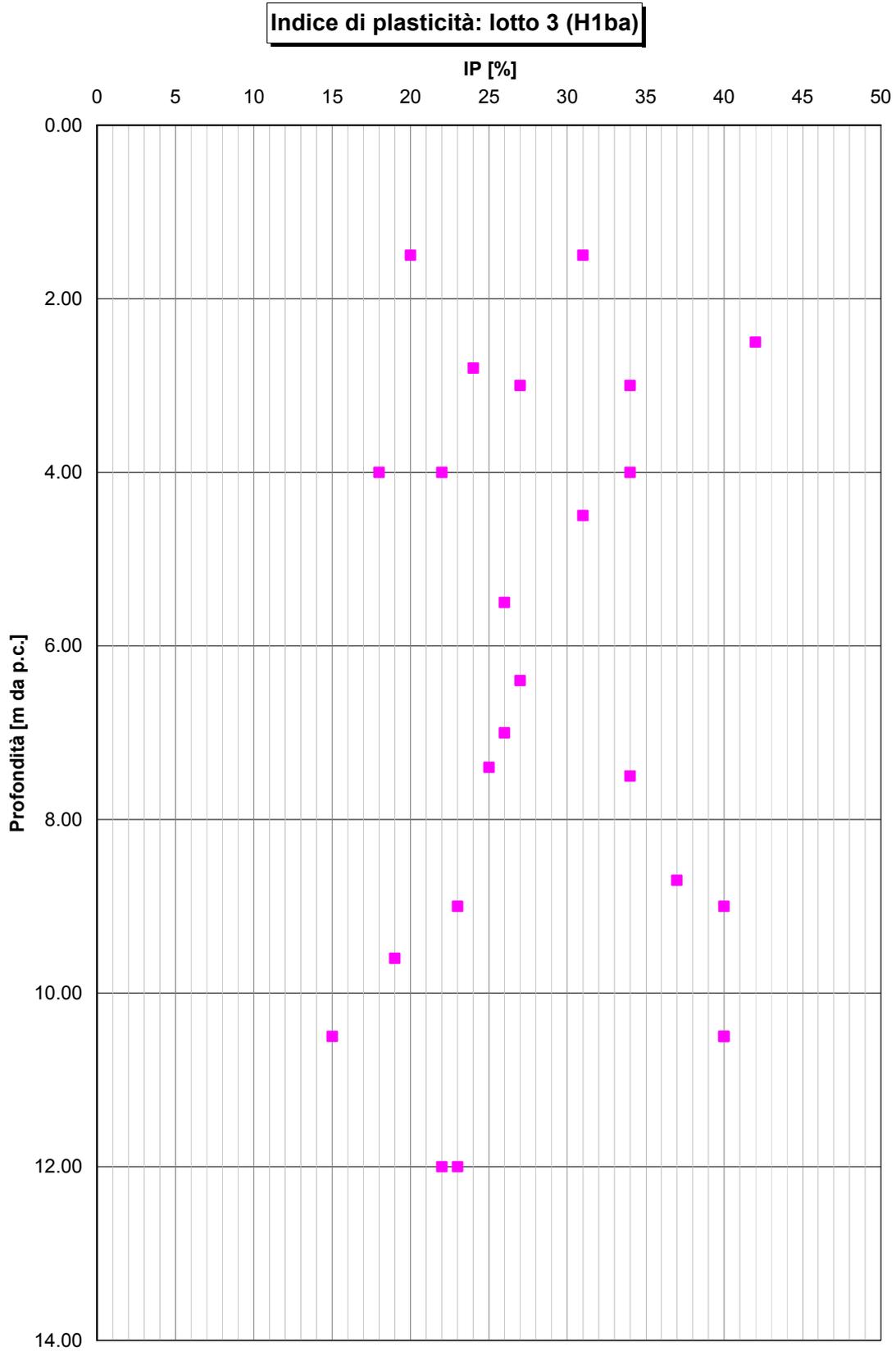


Figura 6-15

Carta di Casagrande: lotto 3 (H1ba)

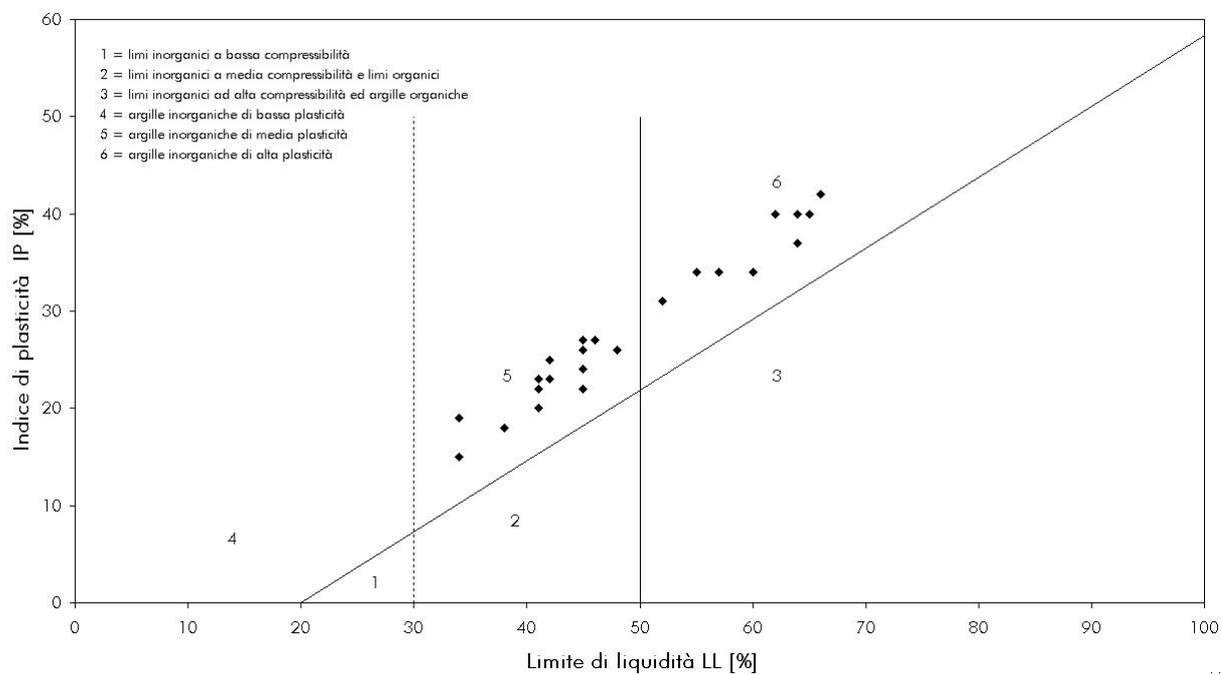


Figura 6-16

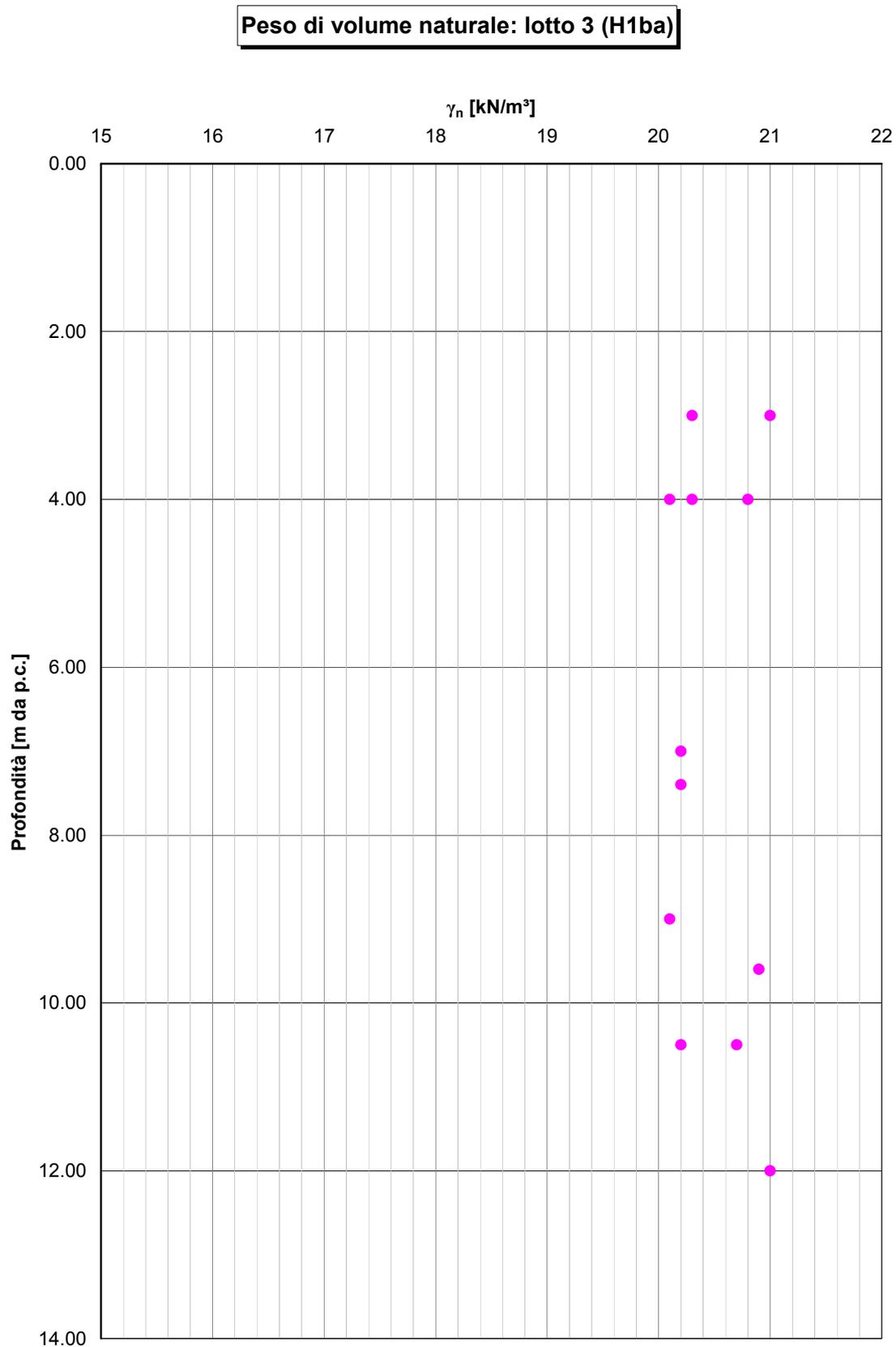


Figura 6-17

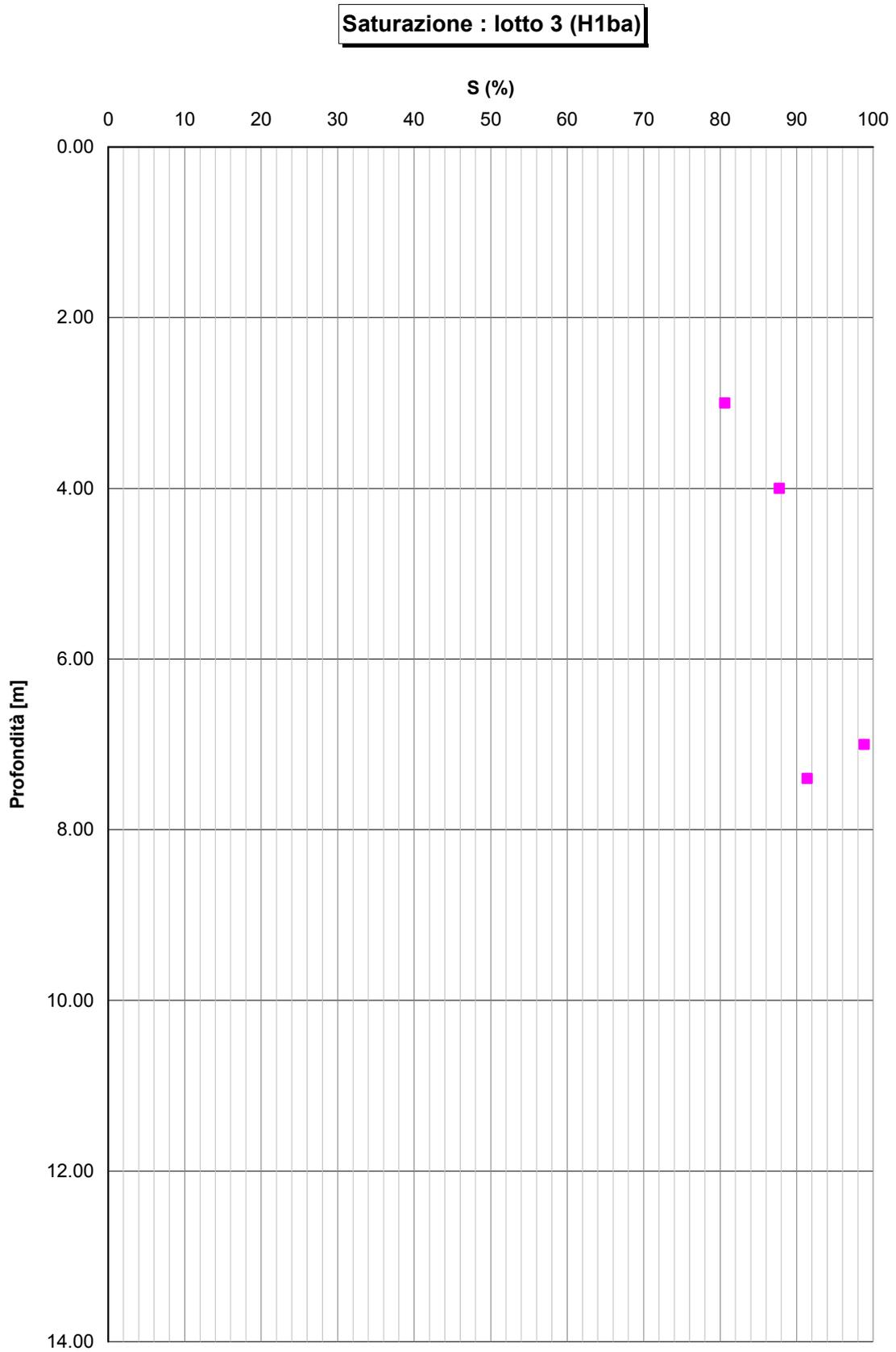


Figura 6-18

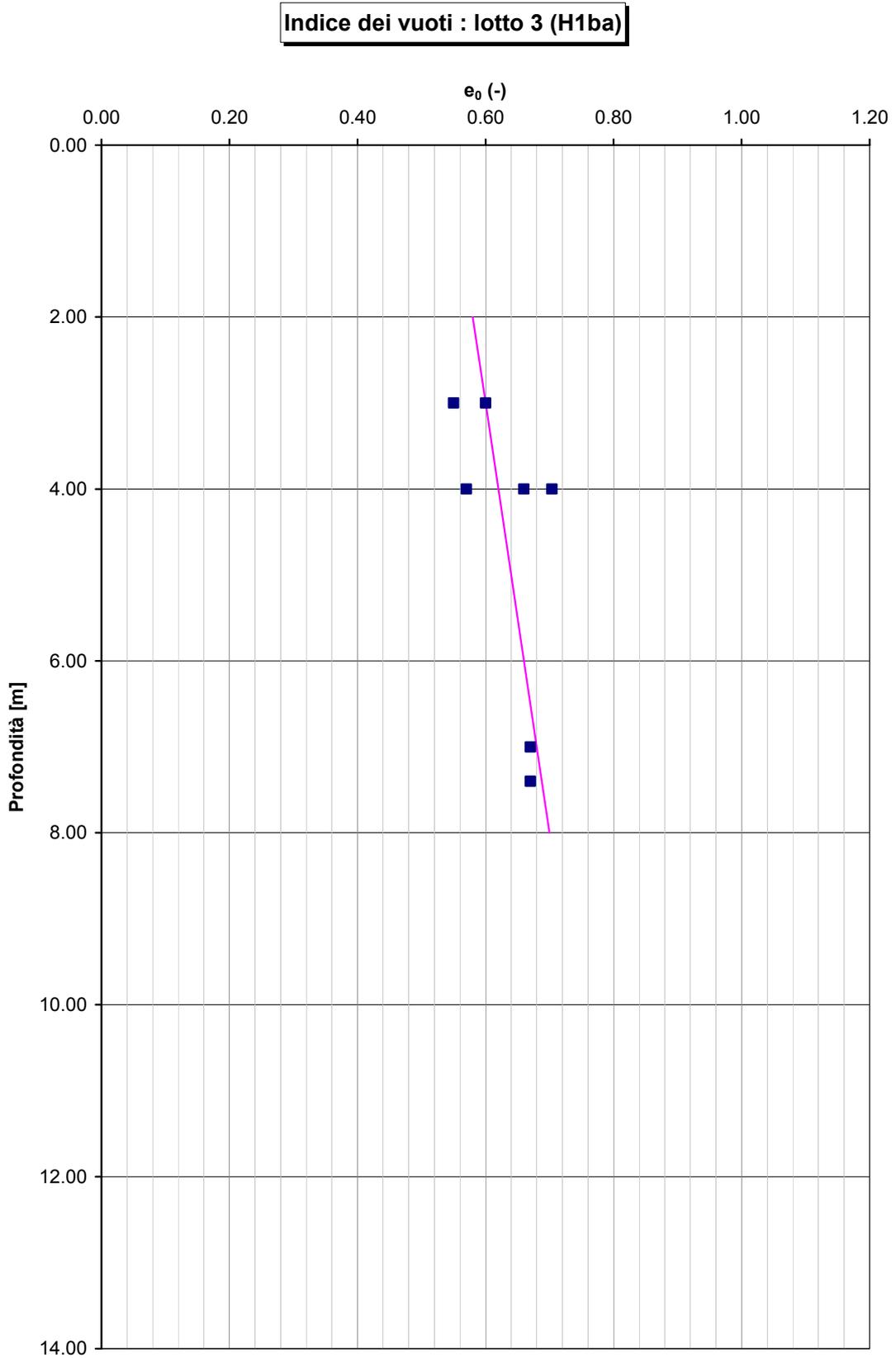
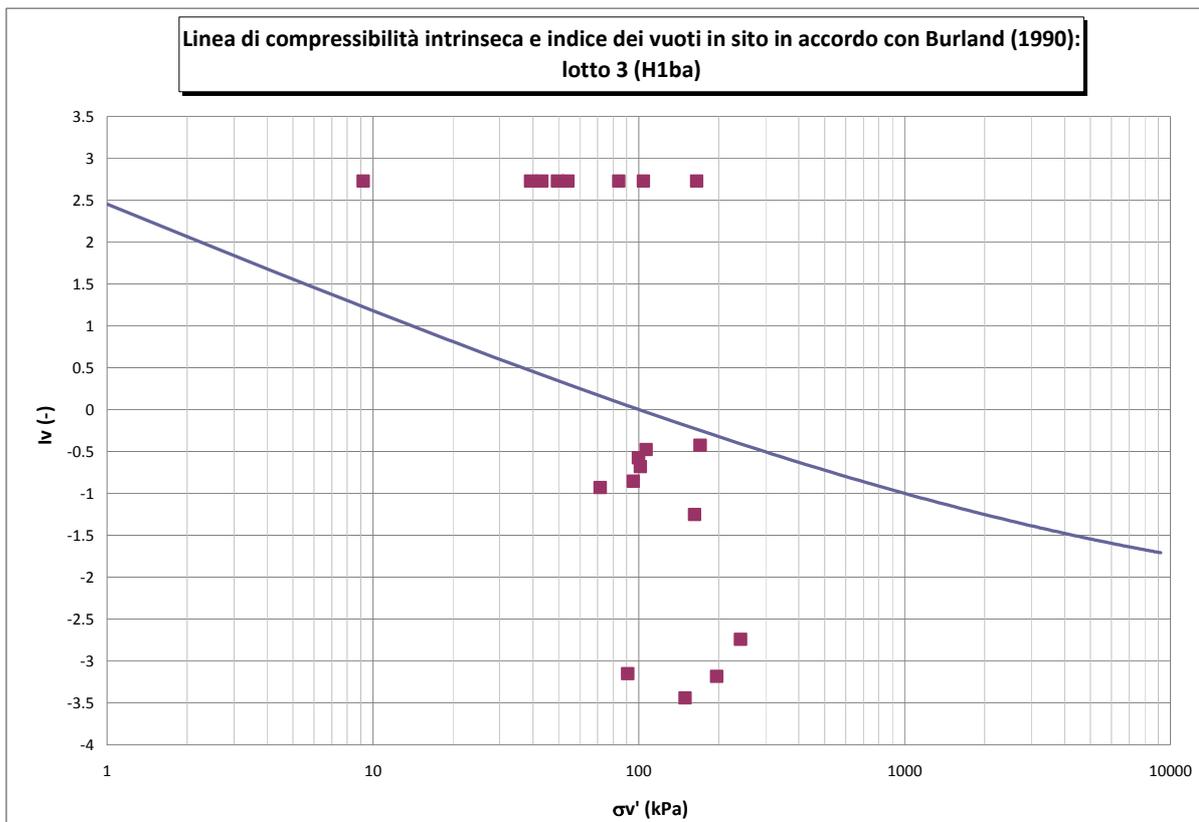


Figura 6-19



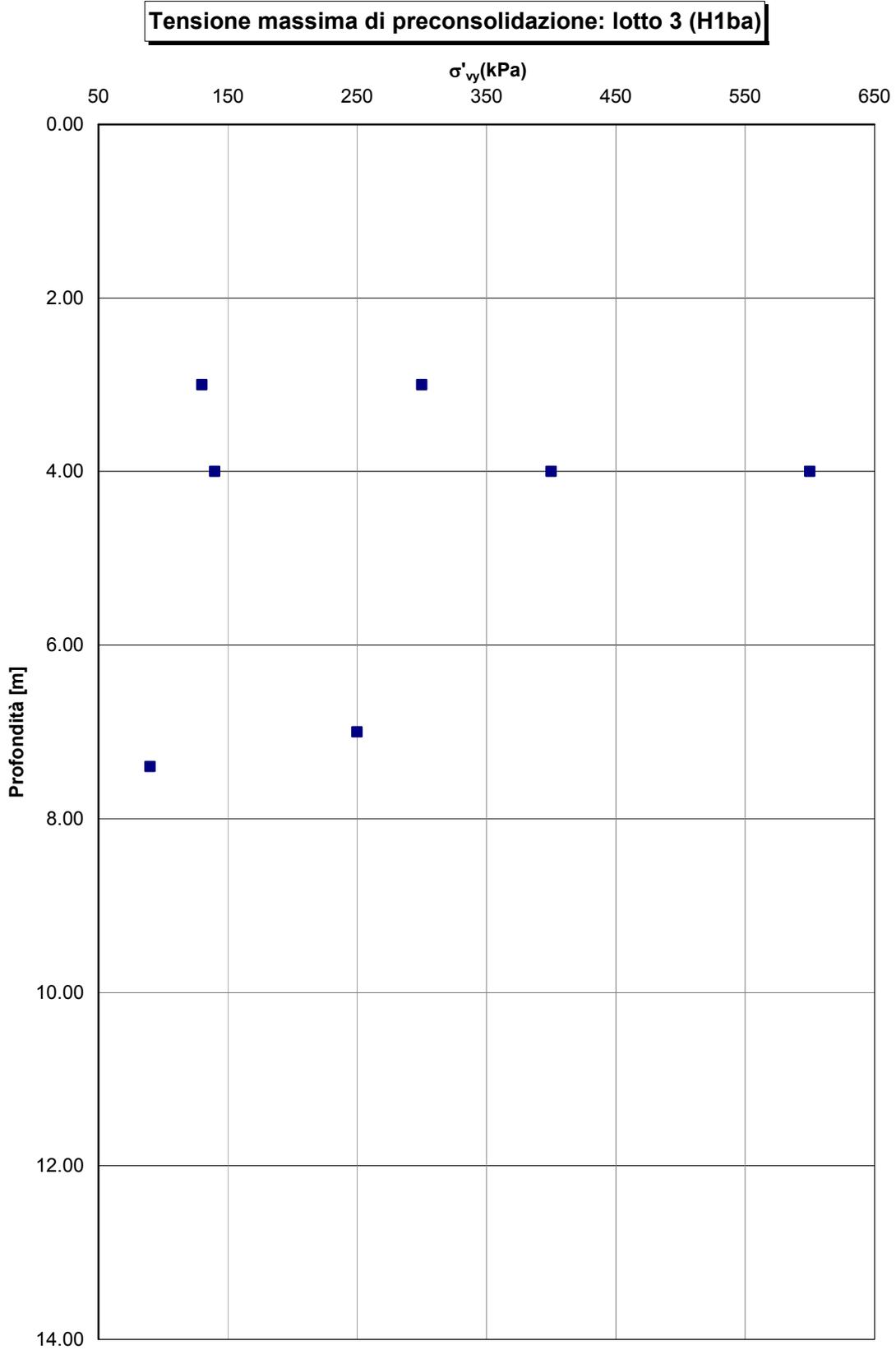


Figura 6-21

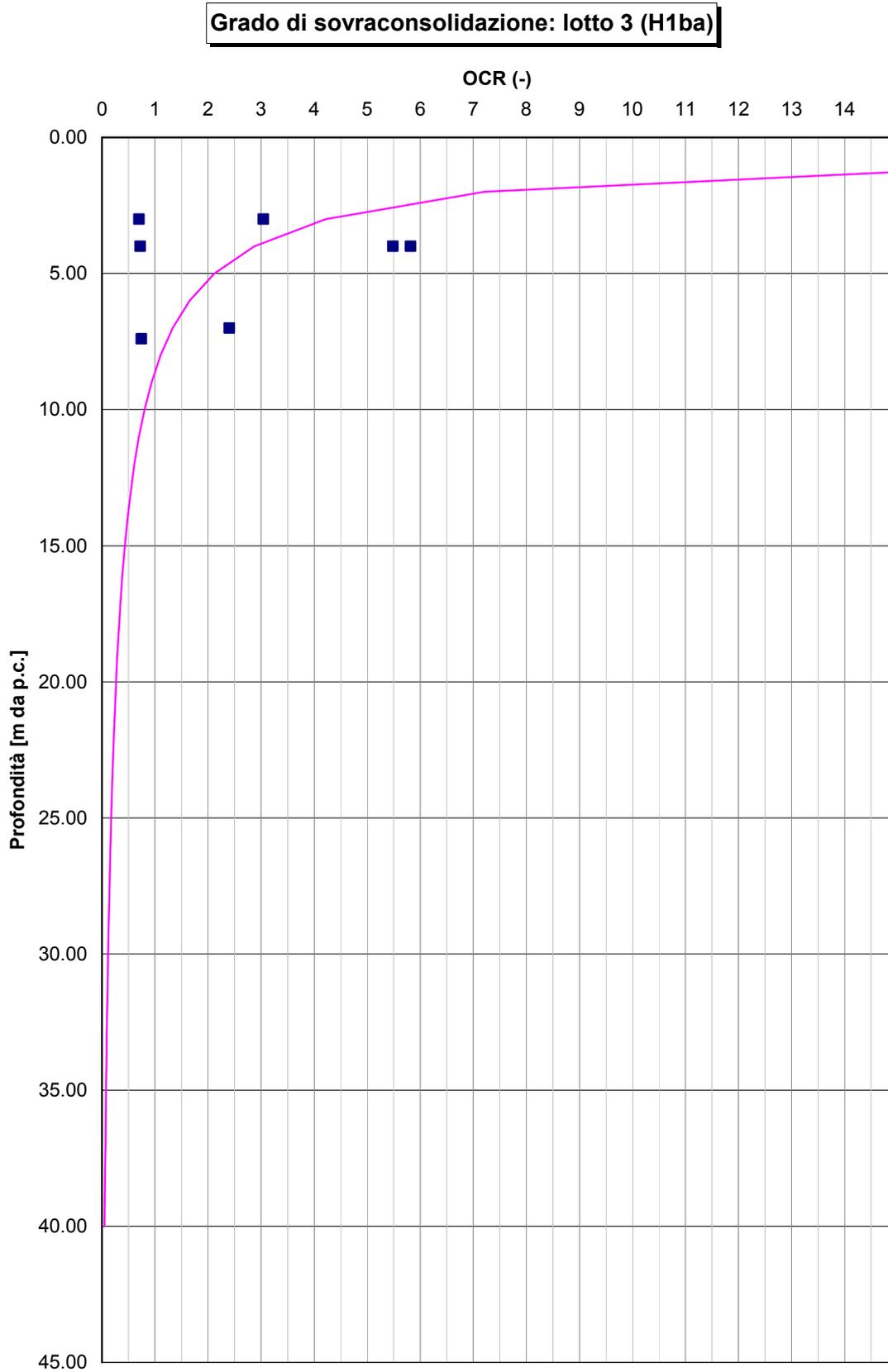


Figura 6-22

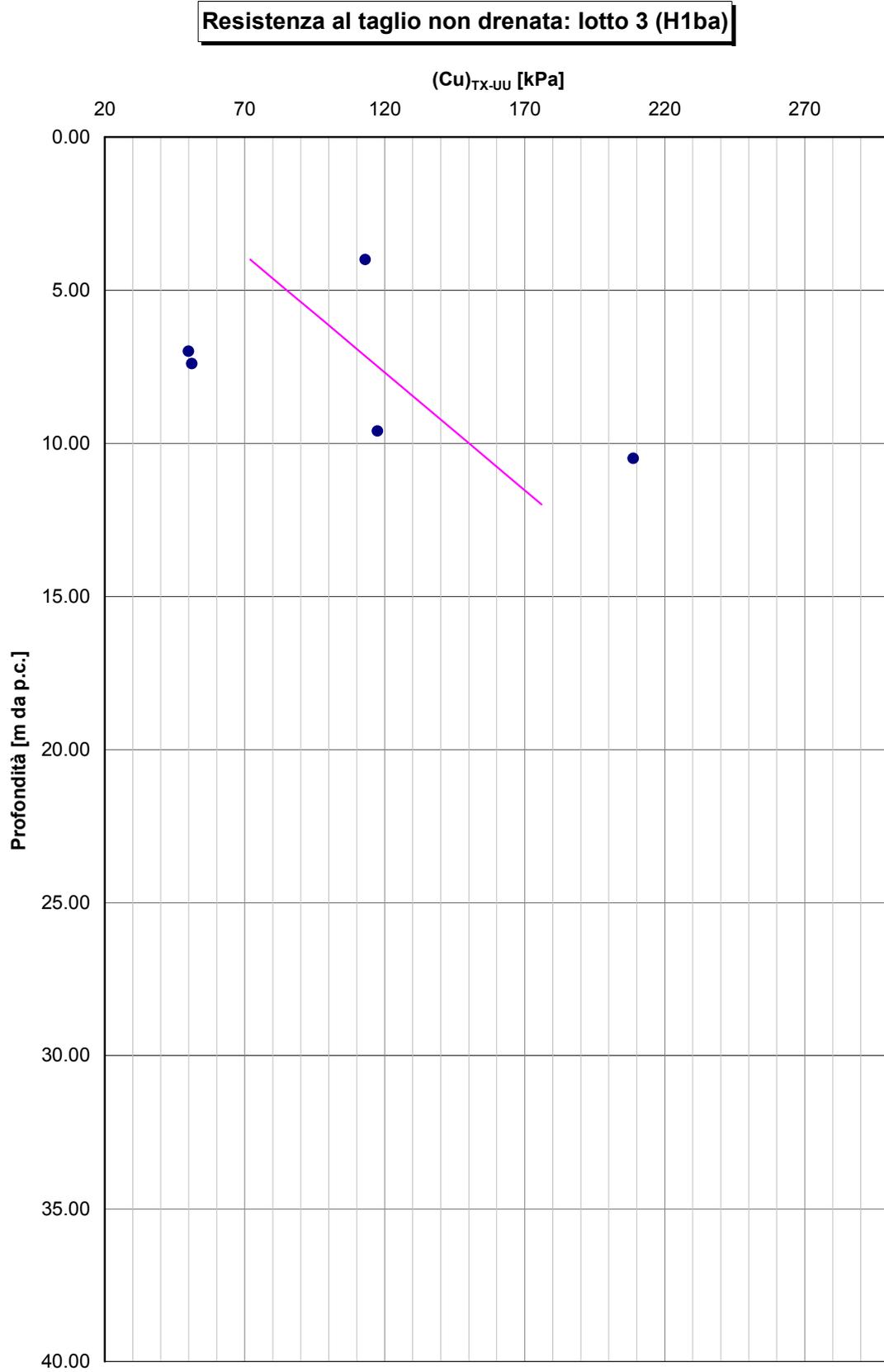


Figura 6-23

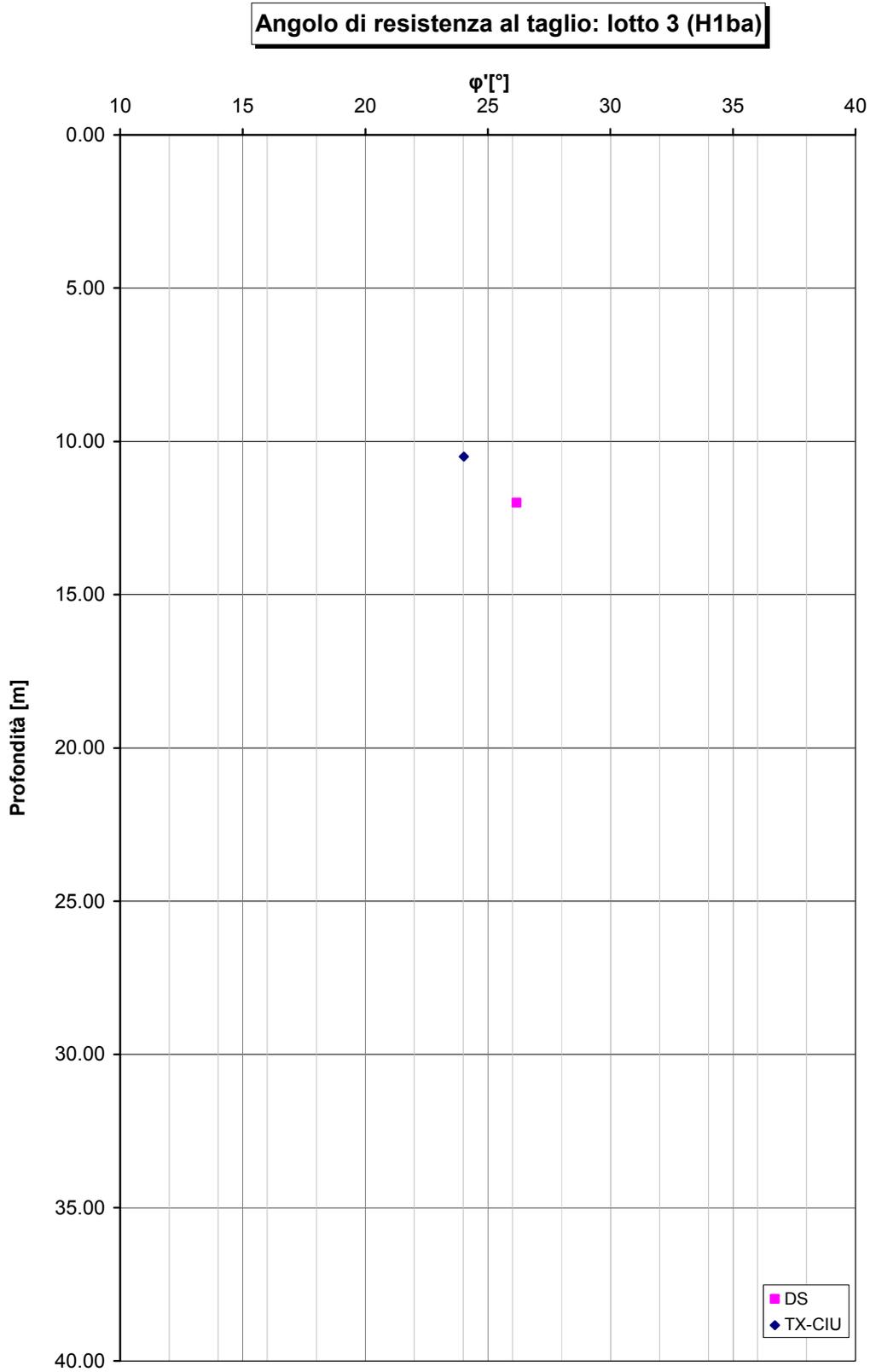


Figura 6-24

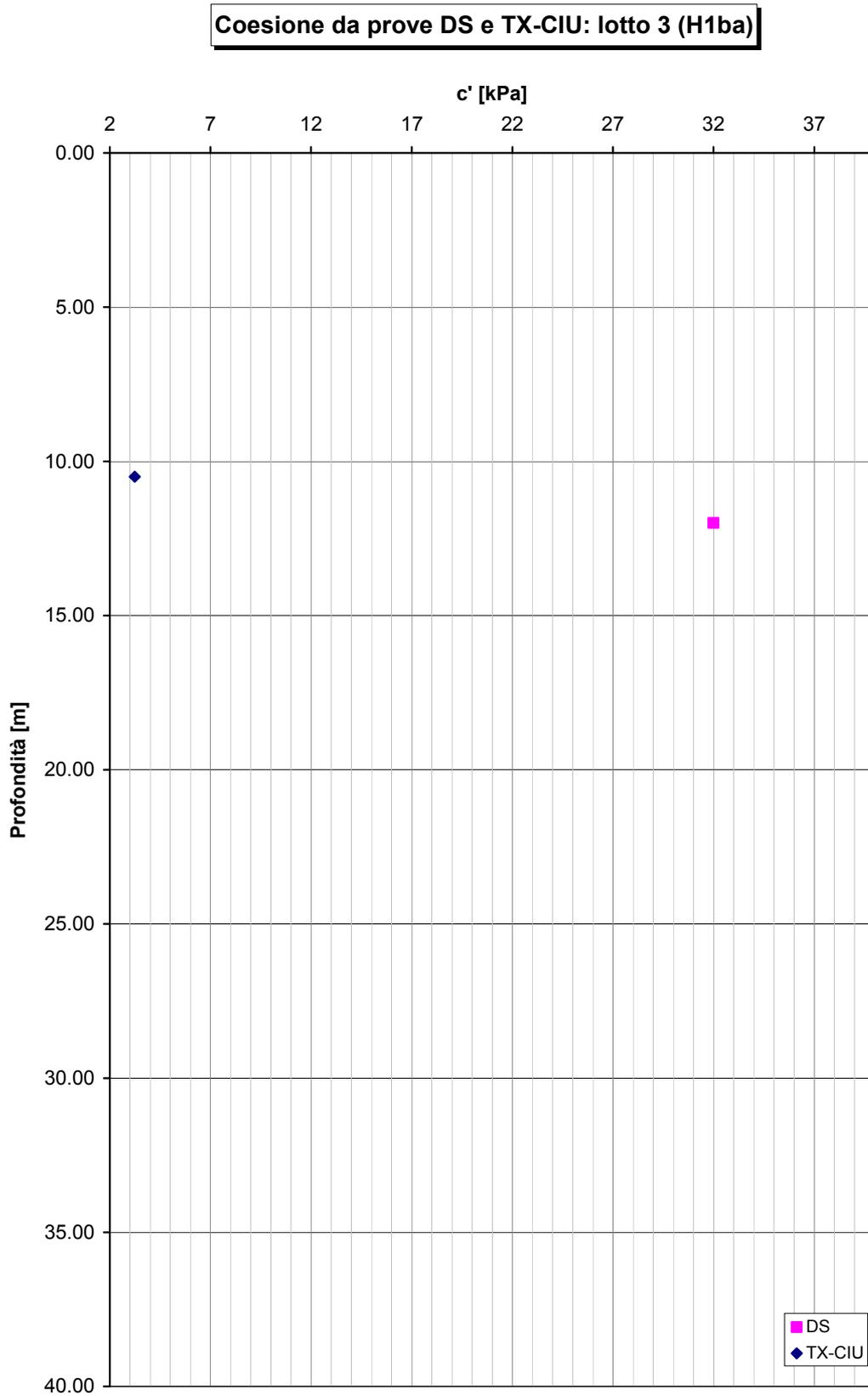


Figura 6-25

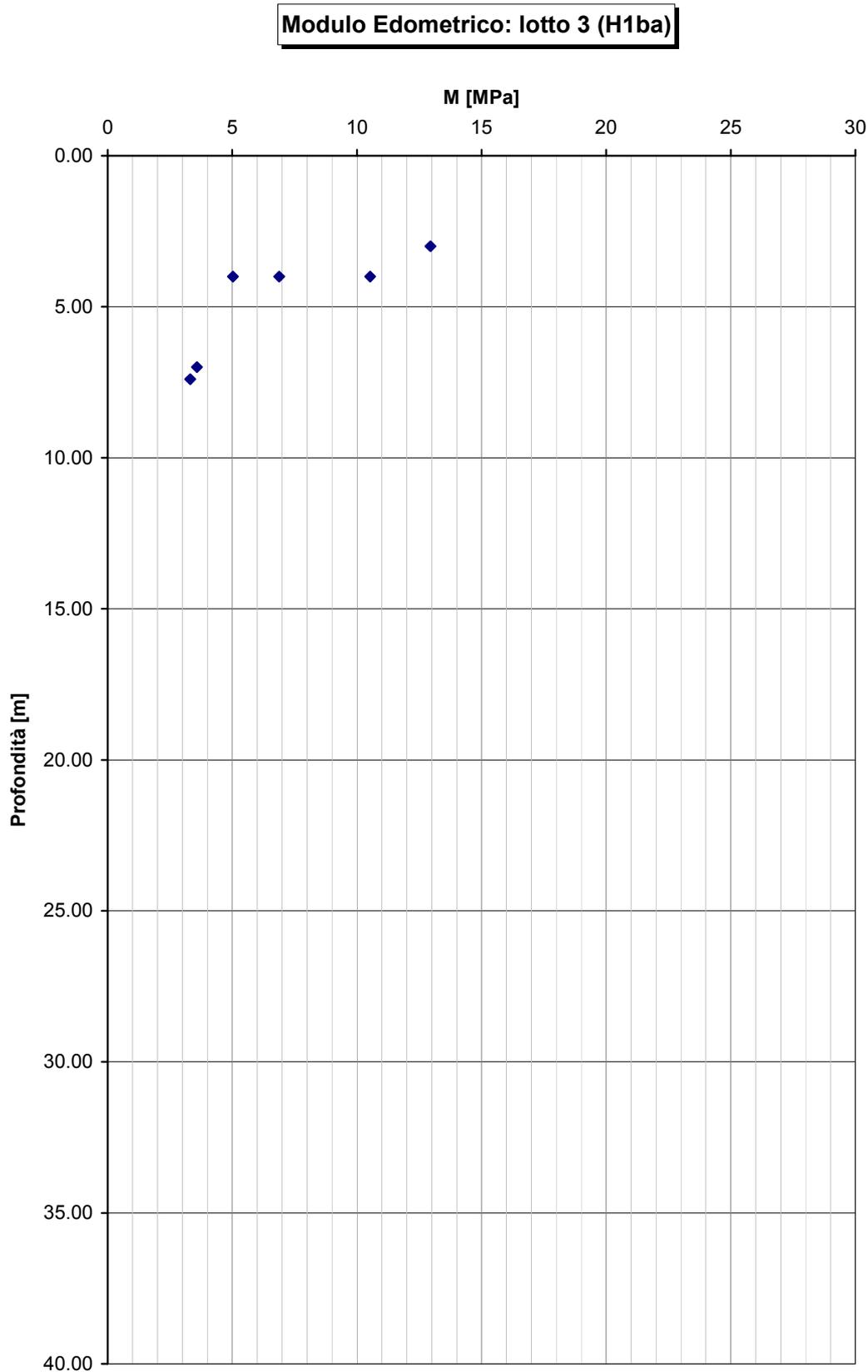


Figura 6-26

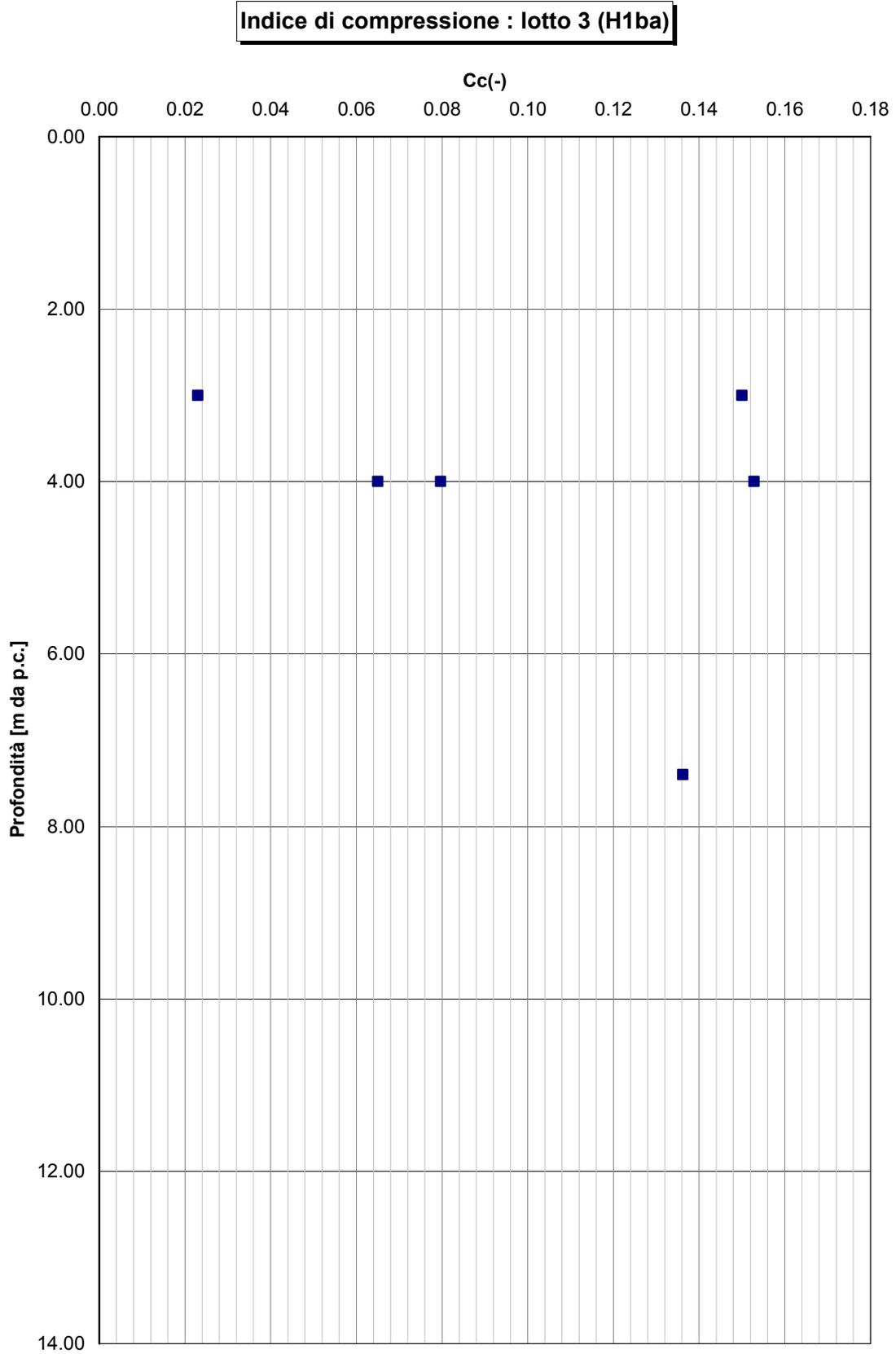


Figura 6-27

**Coefficiente di consolidazione primaria: lotto 3 (H1ba)**

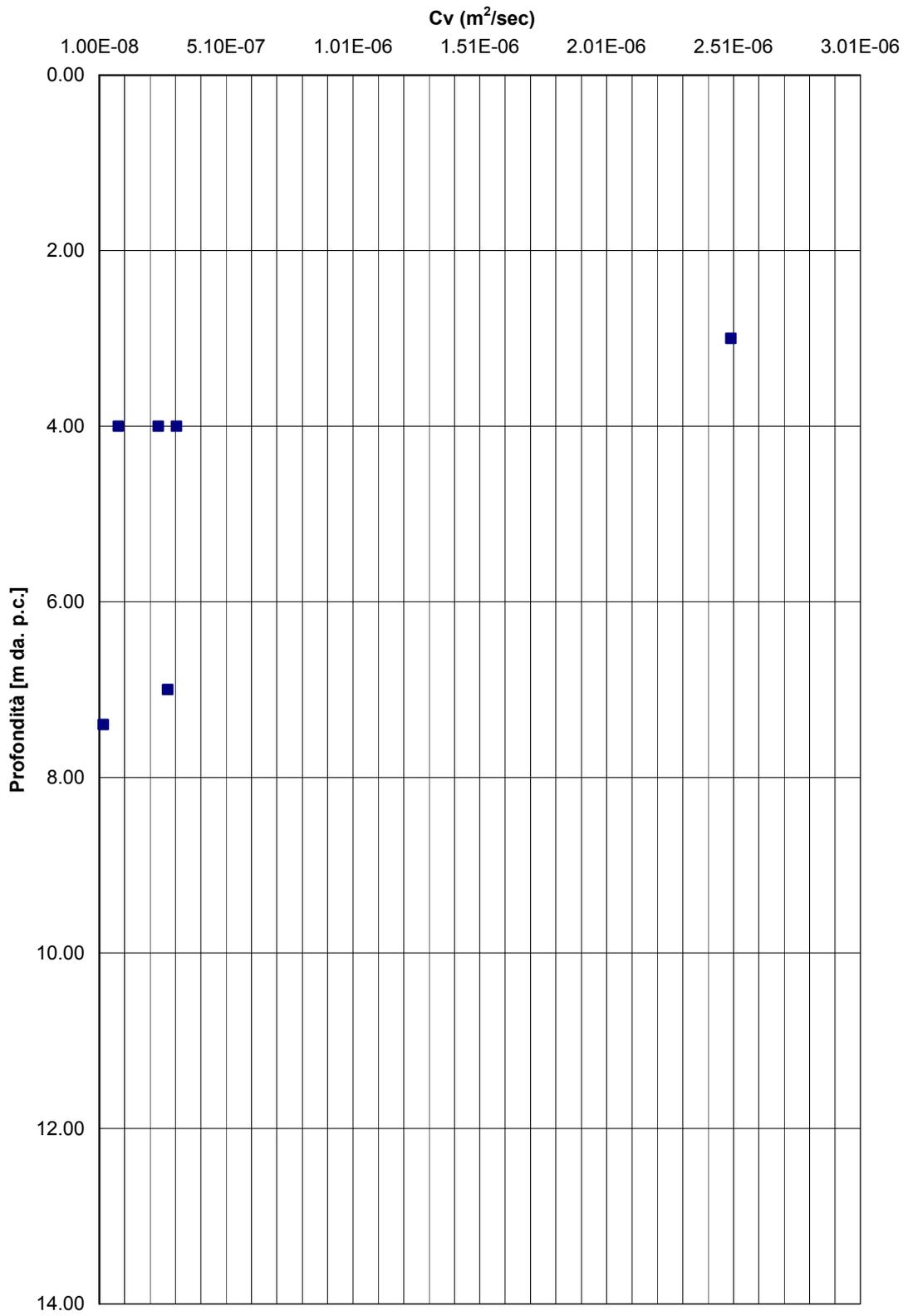


Figura 6-28

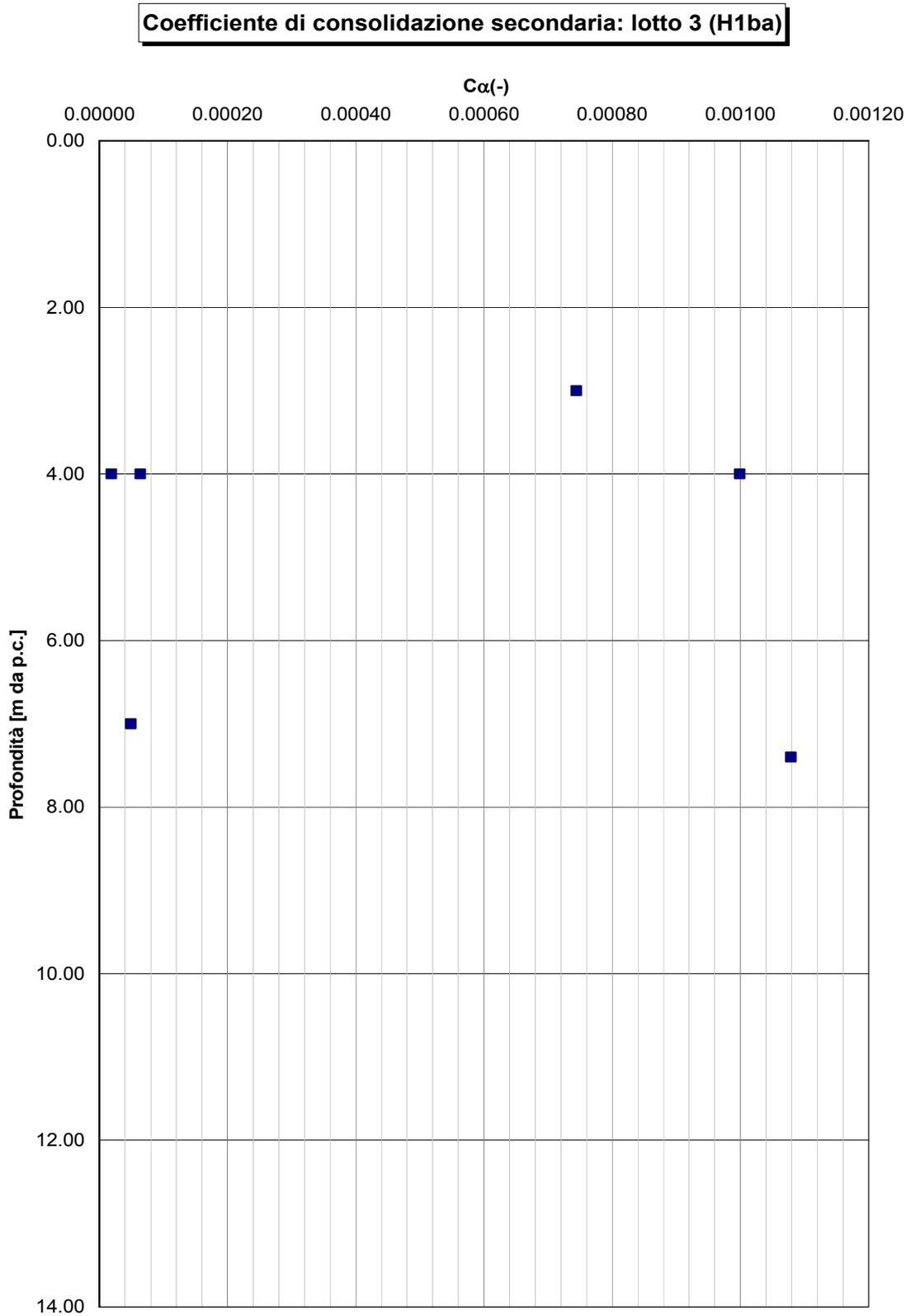


Figura 6-29

## **6.4 Depositi lagunari olocenici: limi e argille (H1a)**

### **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 = 10% ÷ 58%

limo = 7% ÷ 64%

sabbia = 2% ÷ 58%

ghiaia = 0% ÷ 28%

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

LL = limite liquido = 34% ÷ 72%

IP = 15% ÷ 45%

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 ed alta plasticità".

Il peso di volume naturale ( $\gamma_n$ ) risulta compreso tra  $\gamma_n = 18.2 \div 20.5$  kN/m<sup>3</sup> (**Figura 6-34**).

Il grado di saturazione risulta compreso tra  $S_r = 0.93 \div 0.98$  (**Figura 6-35**).

L'indice dei vuoti risulta pari a  $e_0 = 0.80$  (**Figura 6-36**).

Il contenuto d'acqua naturale ( $w_n$ ), nell'ambito del materiale non alterato, risulta generalmente compreso tra 25% e 39% (**Figura 6-31**).

### 6.4.3 Stato iniziale

Nella **Figura 6-37** è riportato lo stato iniziale dei materiali nel piano di Burland (1990)  $l_v$ - $\log \sigma_{vo}'$ ; nella stessa figura è tracciata anche la linea di compressibilità intrinseca  $IC_{Loed}$ .

Data la notevole dispersione dei dati, dall'analisi della curva di compressibilità intrinseca si possono ricavare scarse informazioni sullo stato del materiale in sito.

Nella **Figura 6-38** sono riportati i valori della pressione di preconsolidazione  $\sigma_{vp}'$  determinata dalle prove edometriche con la nota costruzione di Casagrande; quest'ultima risulta generalmente compresa entro i 450 kPa.

Alle pressioni  $\sigma_{vp}'$  riportate nella **Figura 6-38** corrispondono valori del grado di sovraconsolidazione OCR (definito convenzionalmente come  $\sigma_{vp}'/\sigma_{vo}'$ ) pari a quelli indicati nella **Figura 6-39**, ovvero generalmente compreso tra 3 e 1.8 al crescere della profondità dal piano campagna.

### 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 6-40**. Risulta compresa entro un range 30÷135 kPa

La variazione del parametro con la profondità può essere valutata con la formula:  $c_u = 12 + 4 \cdot z$ , dove  $z$  rappresenta la profondità dal piano campagna.

### 6.4.5 Parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci

Le **Figura 6-41** e **Figura 6-42** riportano i risultati delle prove di laboratorio triassiali consolidate isotropicamente non drenate (TX-CIU) e di taglio diretto (DS) 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:

$c_p' = 3 \div 38$  kPa = intercetta di coesione;

$\varphi_p' = 15 \div 39^\circ$  = 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 6-43**. Le misurazioni sono comprese nel range  $2 \div 23$  MPa.

#### 6.4.7 Coefficienti di permeabilità e coefficienti di consolidazione primaria e secondaria

Il coefficiente di permeabilità nella direzione verticale è stato ricavato a partire dai risultati di una prova di permeabilità Lefranc, ed è pari a  $7.6 \times 10^{-6}$  m/s.

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 6-45** e sono compresi tra  $c_v = 7.9 \times 10^{-8} \div 1.2 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/sec.

Si è altresì ricavato un coefficiente di consolidazione secondaria che varia tra  $c_\alpha = 4 \times 10^{-4} \div 4.5 \times 10^{-3}$  (**Figura 6-46**).

#### 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:

H1a	
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	$19.2 \pm 0.84$

$e_o$ (-)	0.80
$\varphi'$ (°)	$26.1 \pm 7.9$
$c'$ (kPa)	$23.3 \pm 7.6$
$c_u$ (kPa)	$12 + 4 \cdot z^{(1)}$
$OCR^* = \sigma_{vy}' / \sigma_{vo}'$ (-)	$2.7 - 0.04 \cdot z$
$k_o$ (-)	0.82
$C_c$ (-)	$0.12 \pm 0.06$
$C_r$ (-)	$C_c/5$
$c_{\alpha\beta}$ (-)	$1.8 \times 10^{-3} \pm 2.2 \times 10^{-3}$
$k_v$ (m/sec)	$7.6 \times 10^{-6}$
$c_v$ (m <sup>2</sup> /sec)	$5.0 \times 10^{-7} \pm 6.0 \times 10^{-7}$
$M$ (MPa)	$12.9 \pm 10.5$

**Simbologia:**

$\gamma_t$  = peso di volume naturale;

$\varphi'$  = 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:**

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

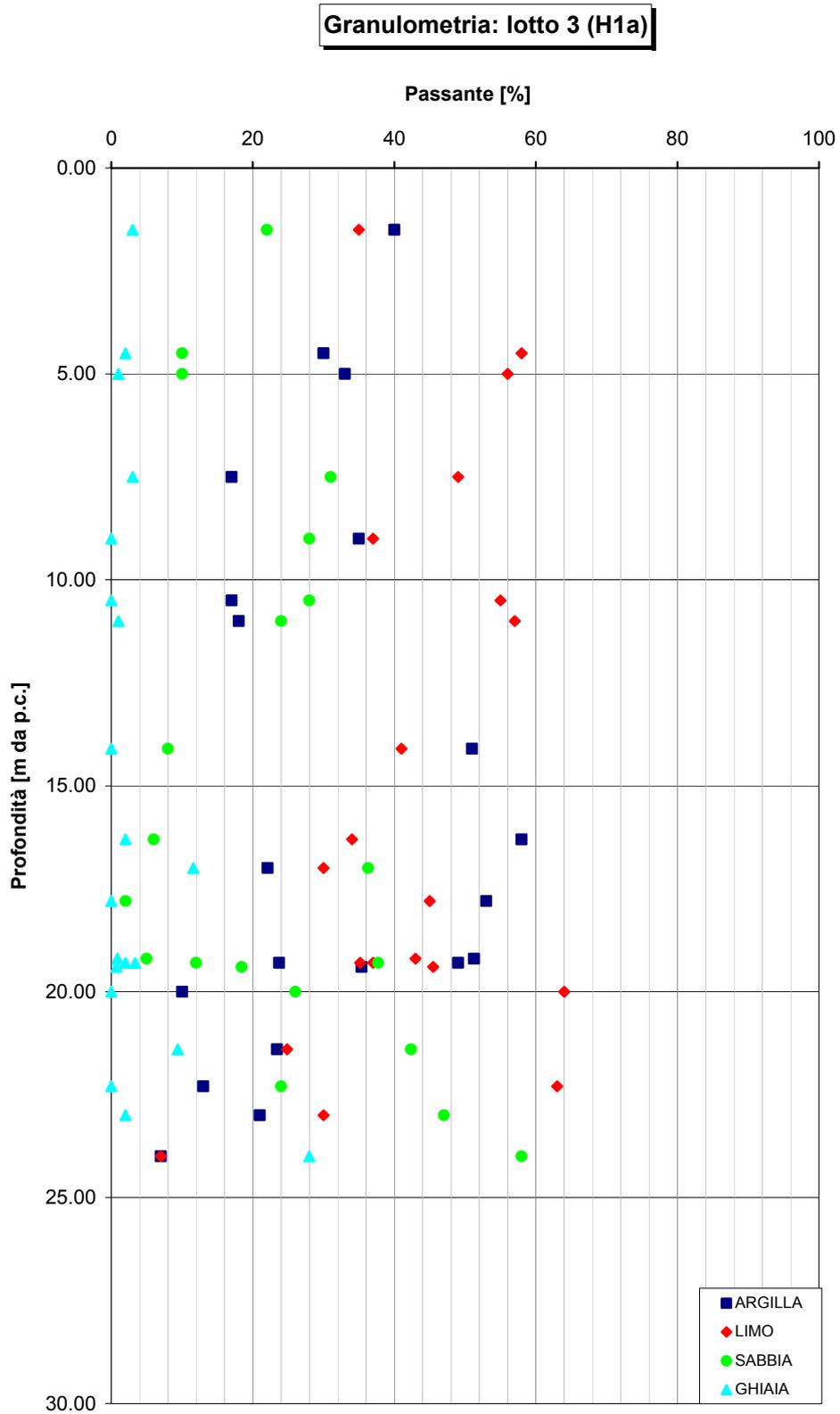


Figura 6-30

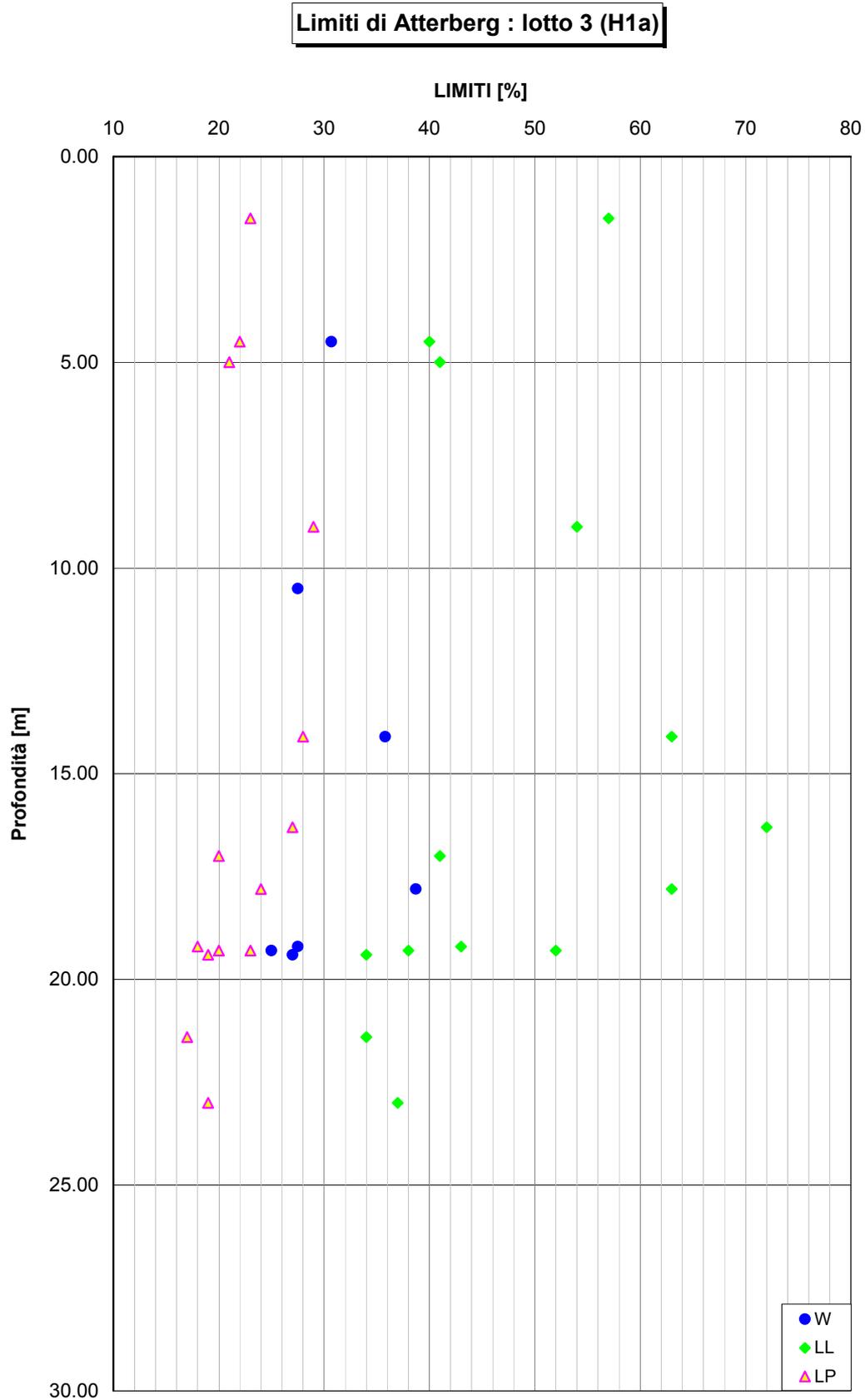


Figura 6-31

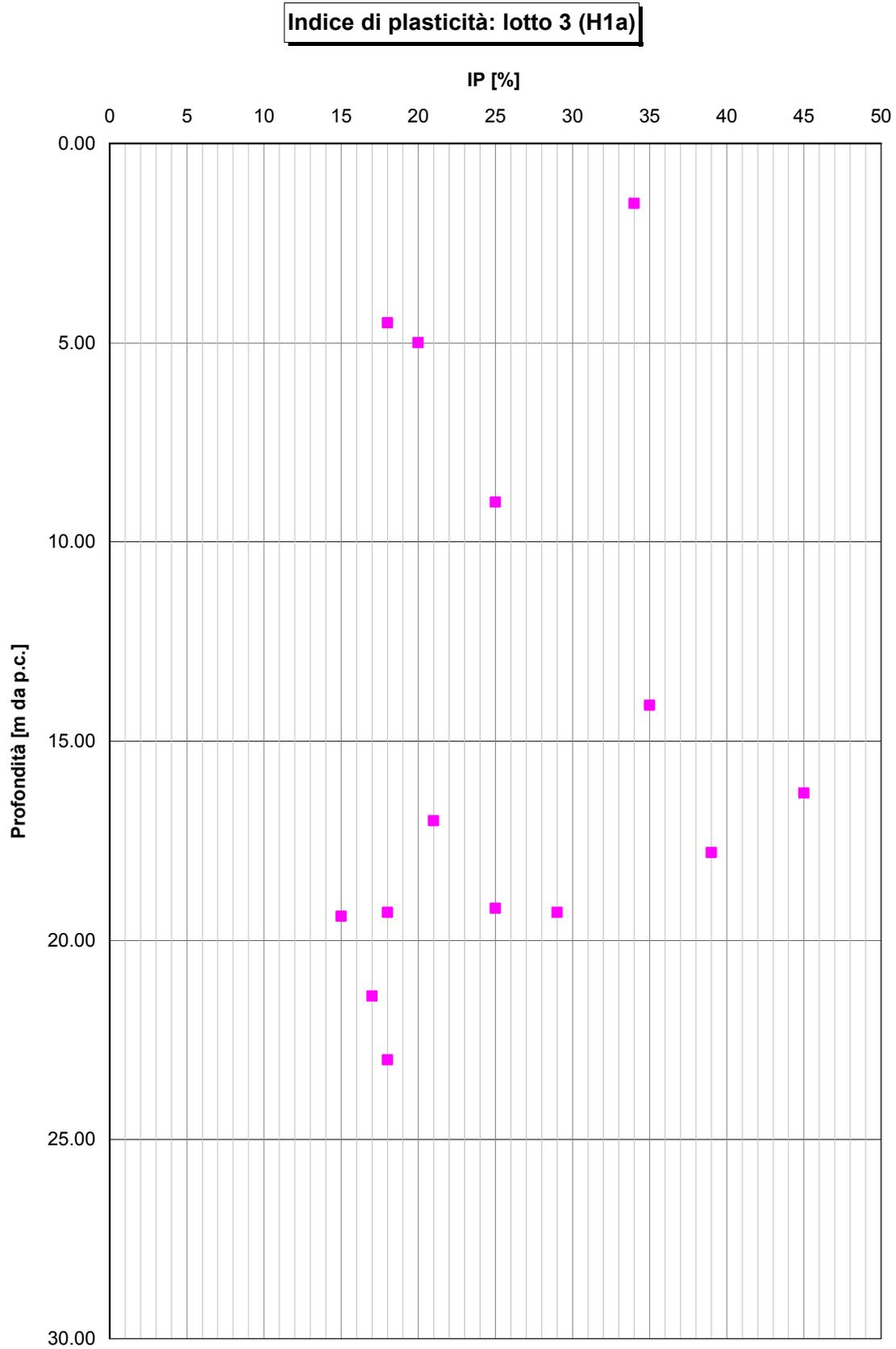


Figura 6-32

Carta di Casagrande: lotto 3 (H1a)

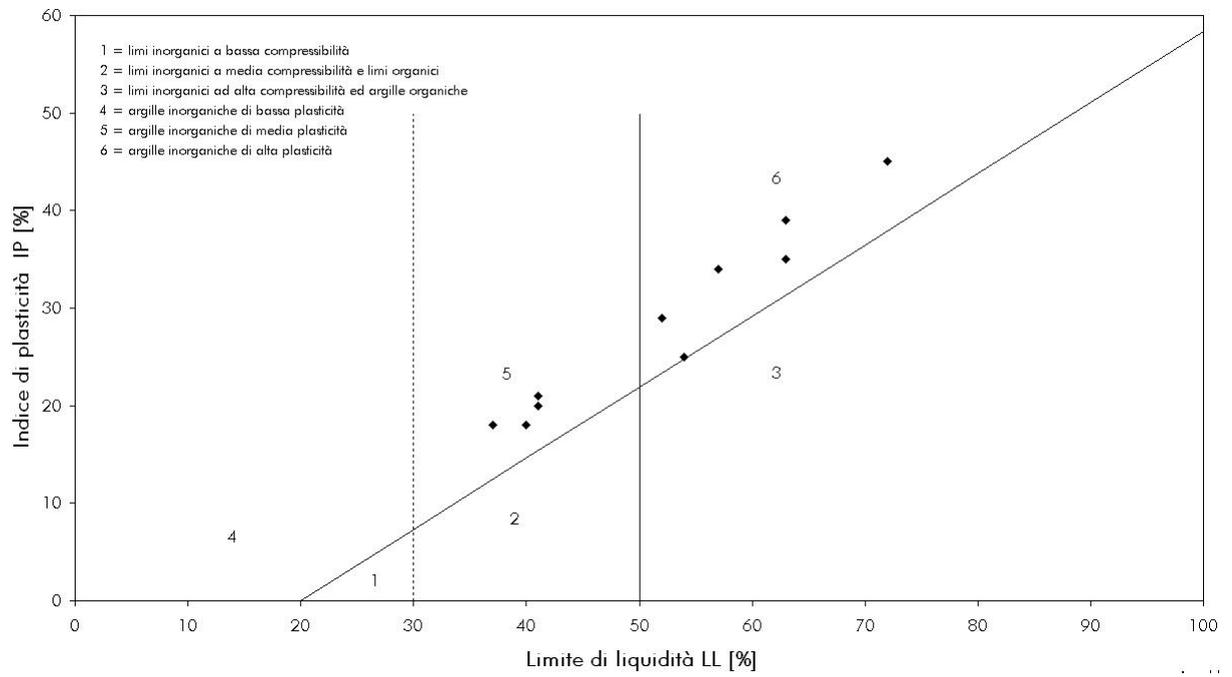


Figura 6-33

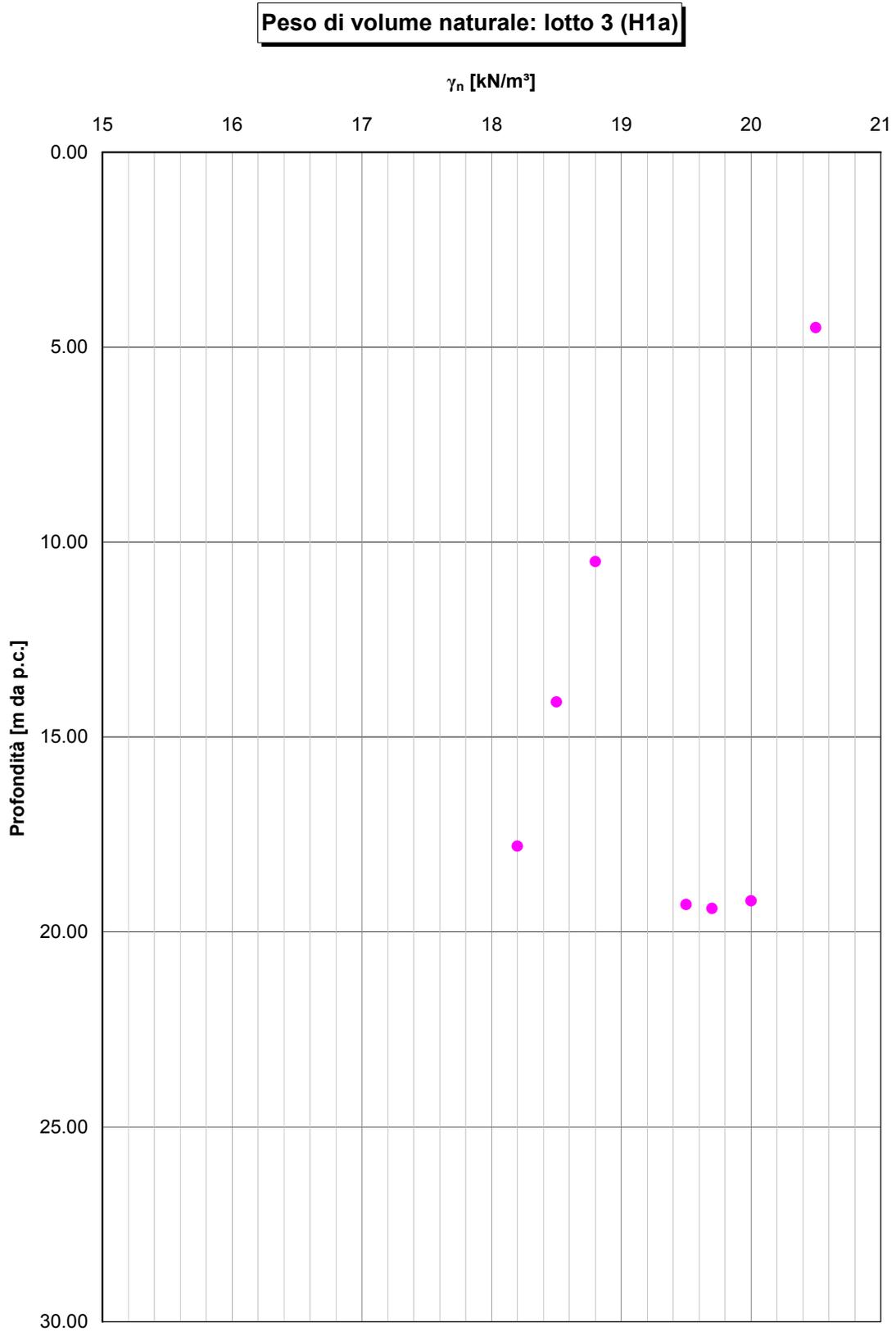


Figura 6-34

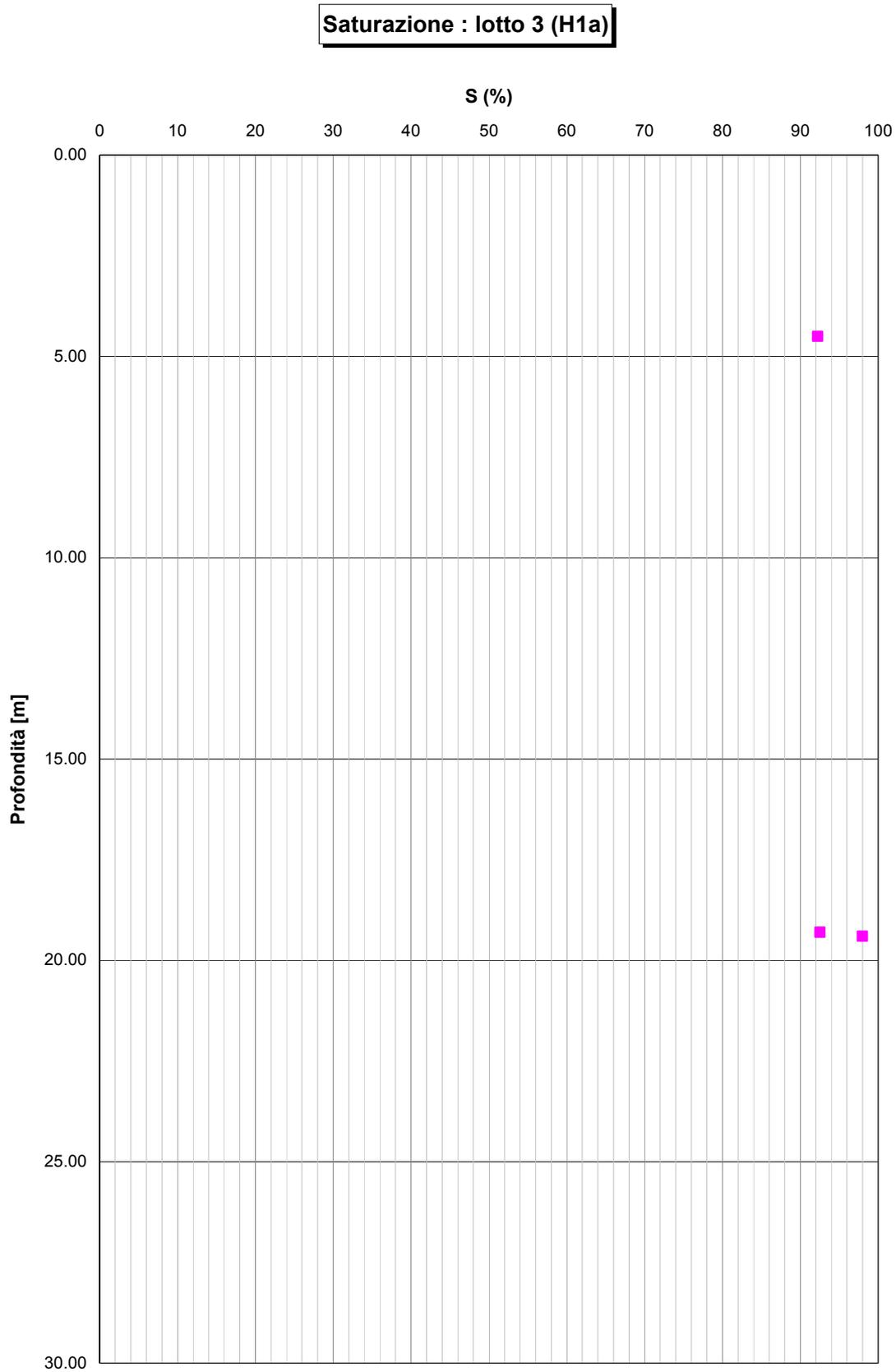


Figura 6-35

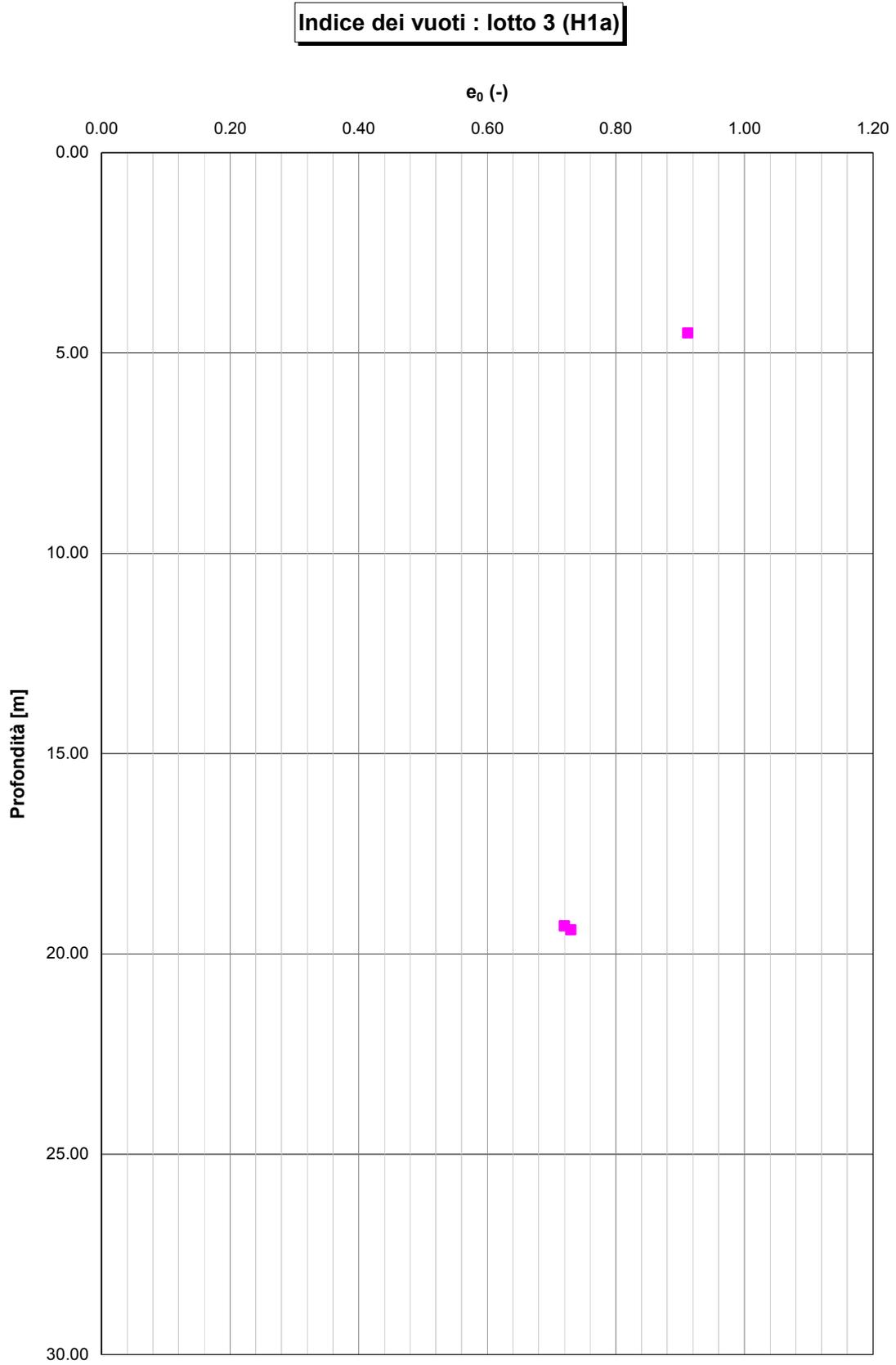


Figura 6-36

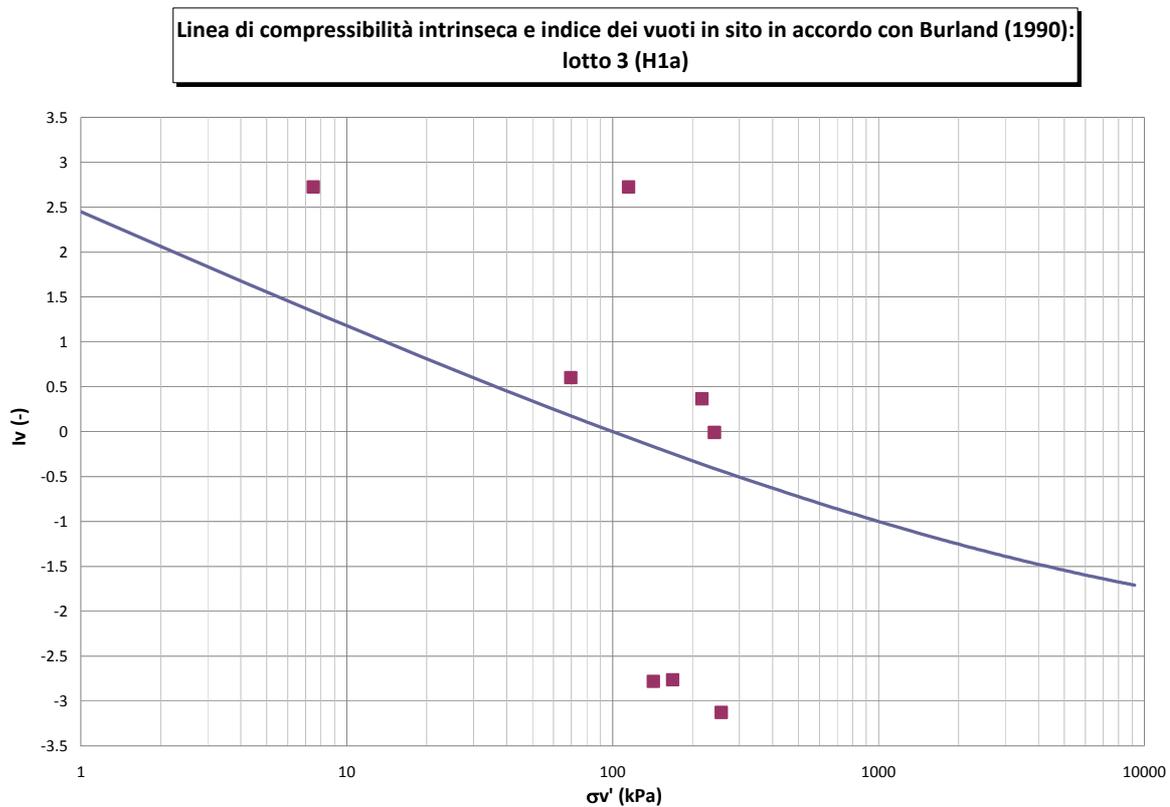


Figura 6-37

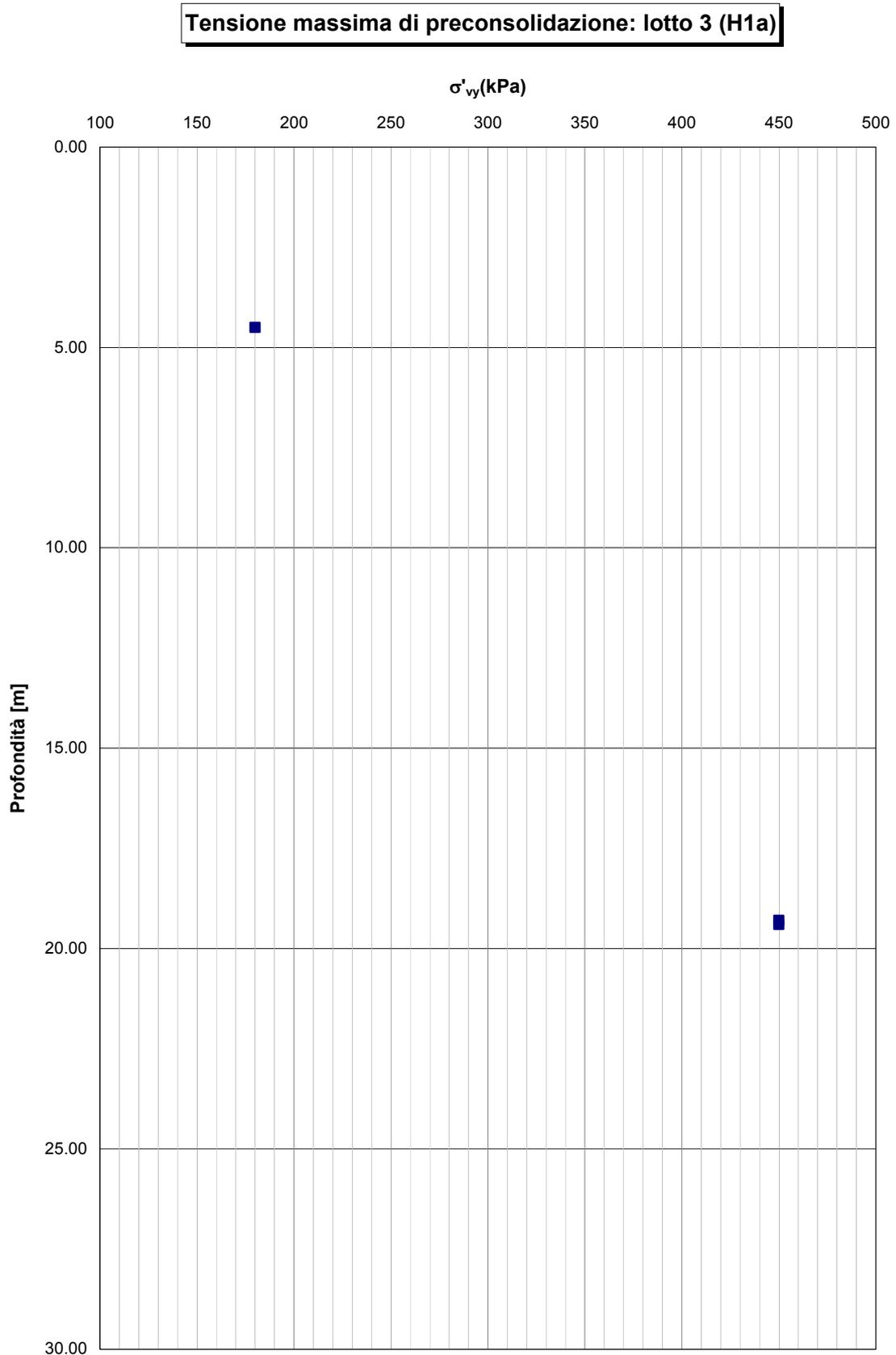


Figura 6-38

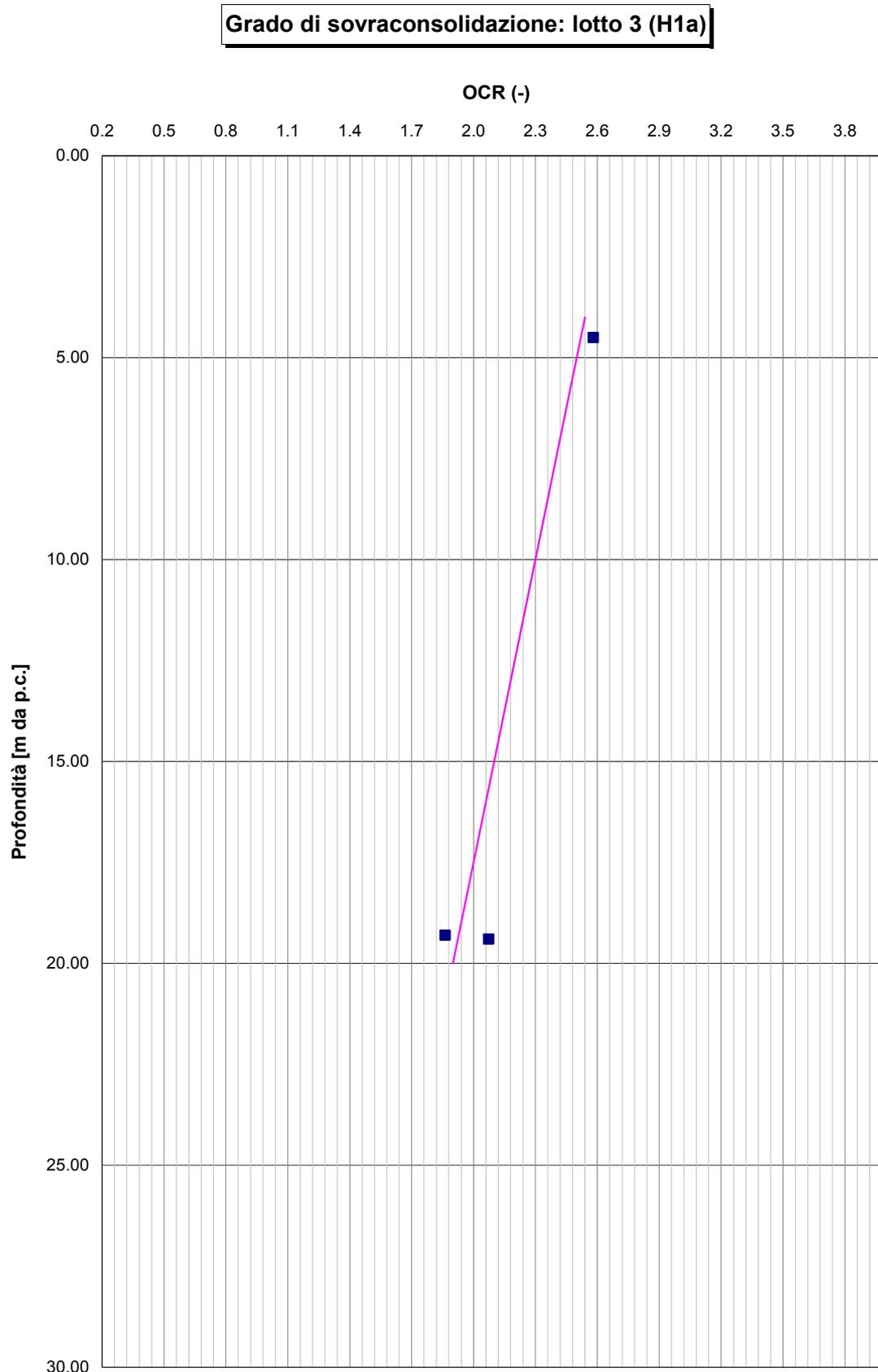


Figura 6-39

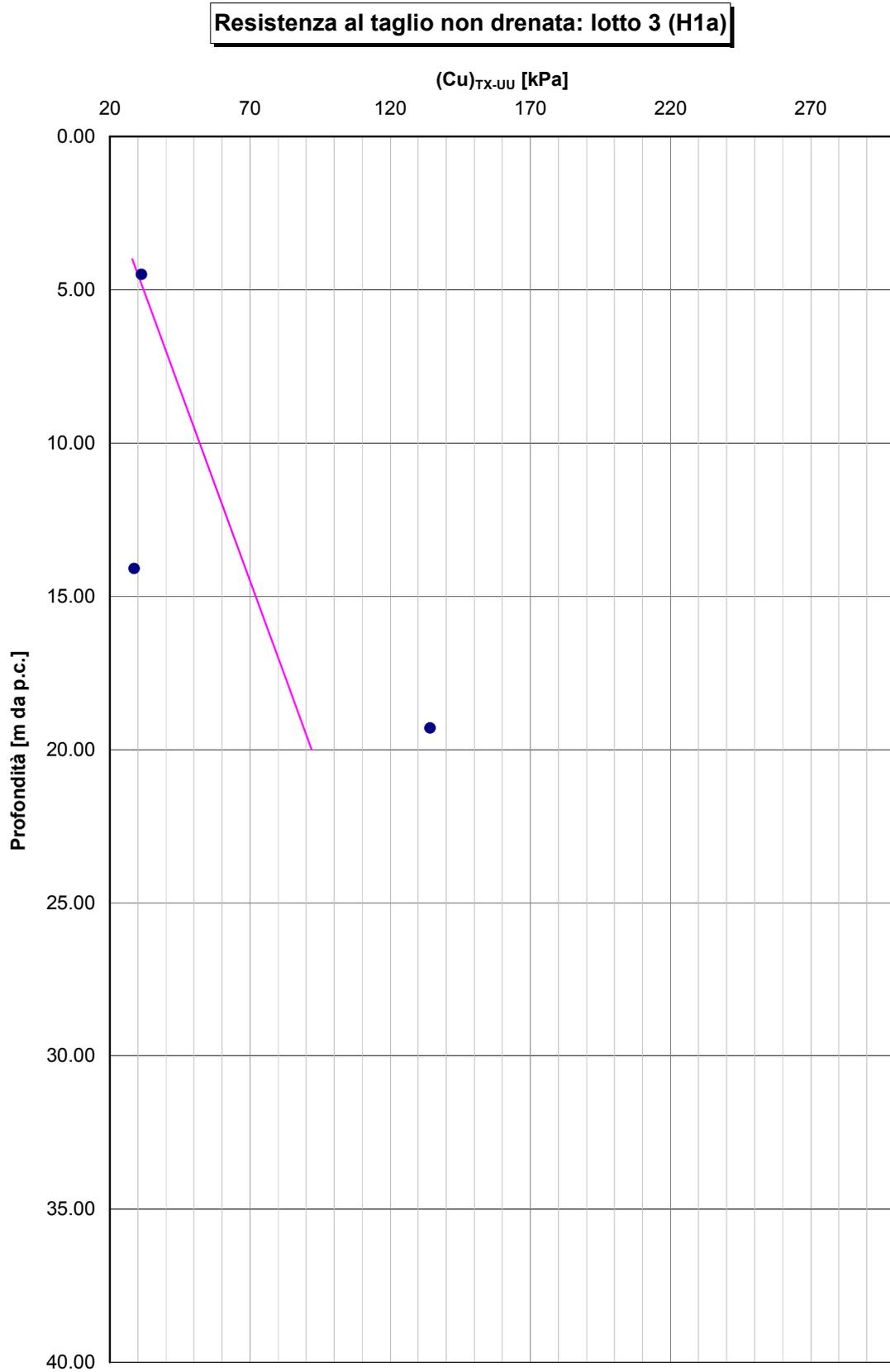


Figura 6-40

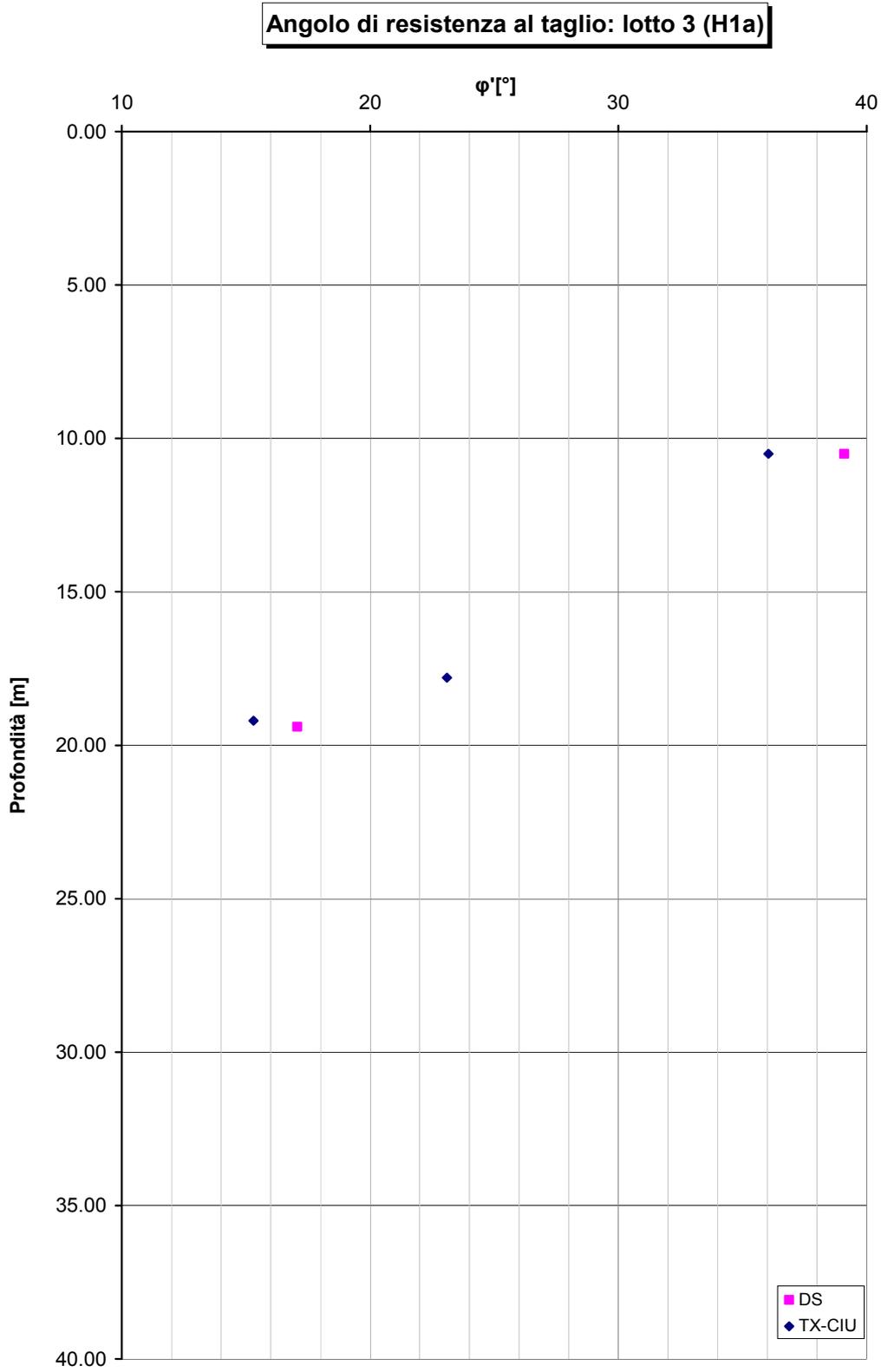


Figura 6-41

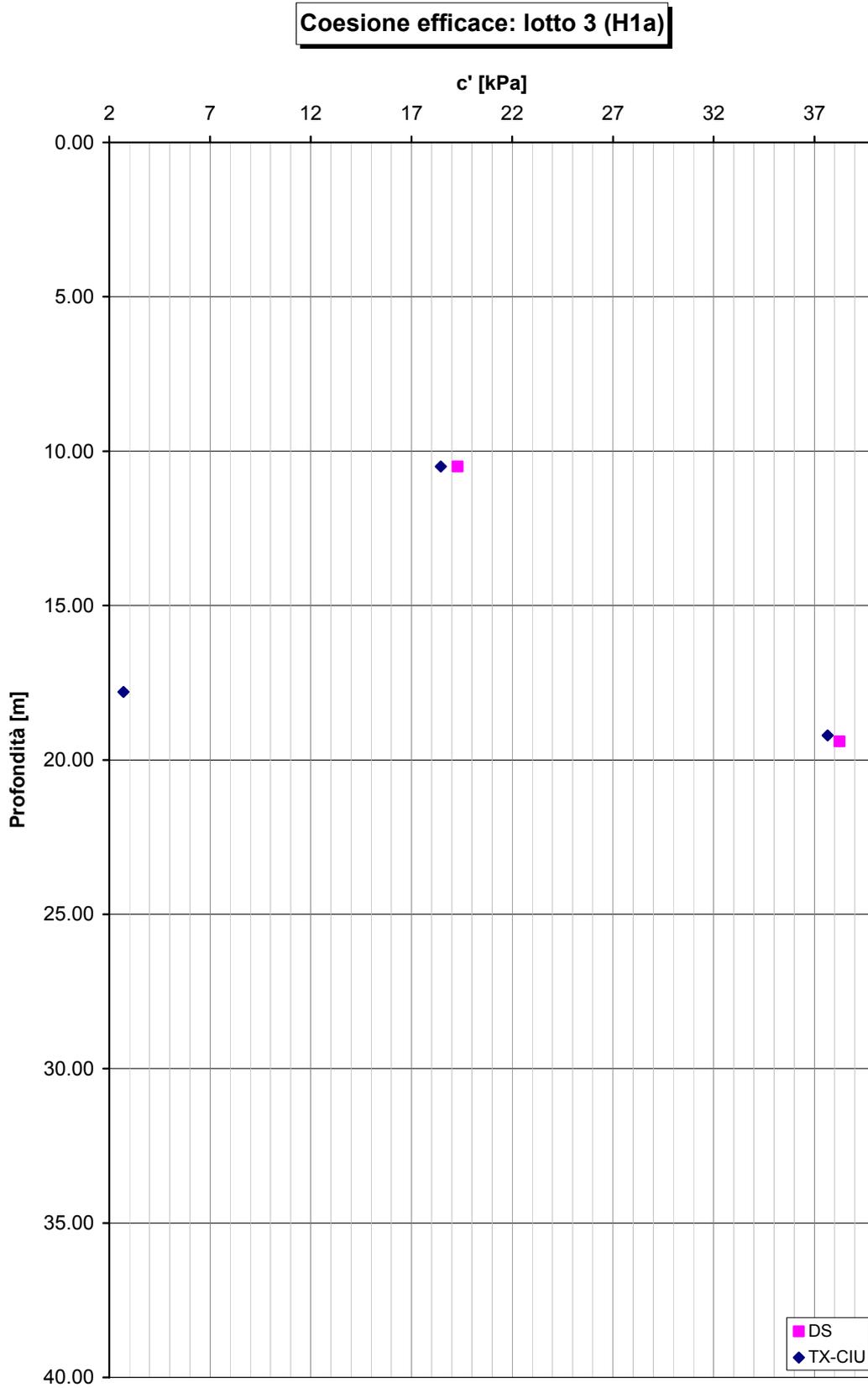


Figura 6-42

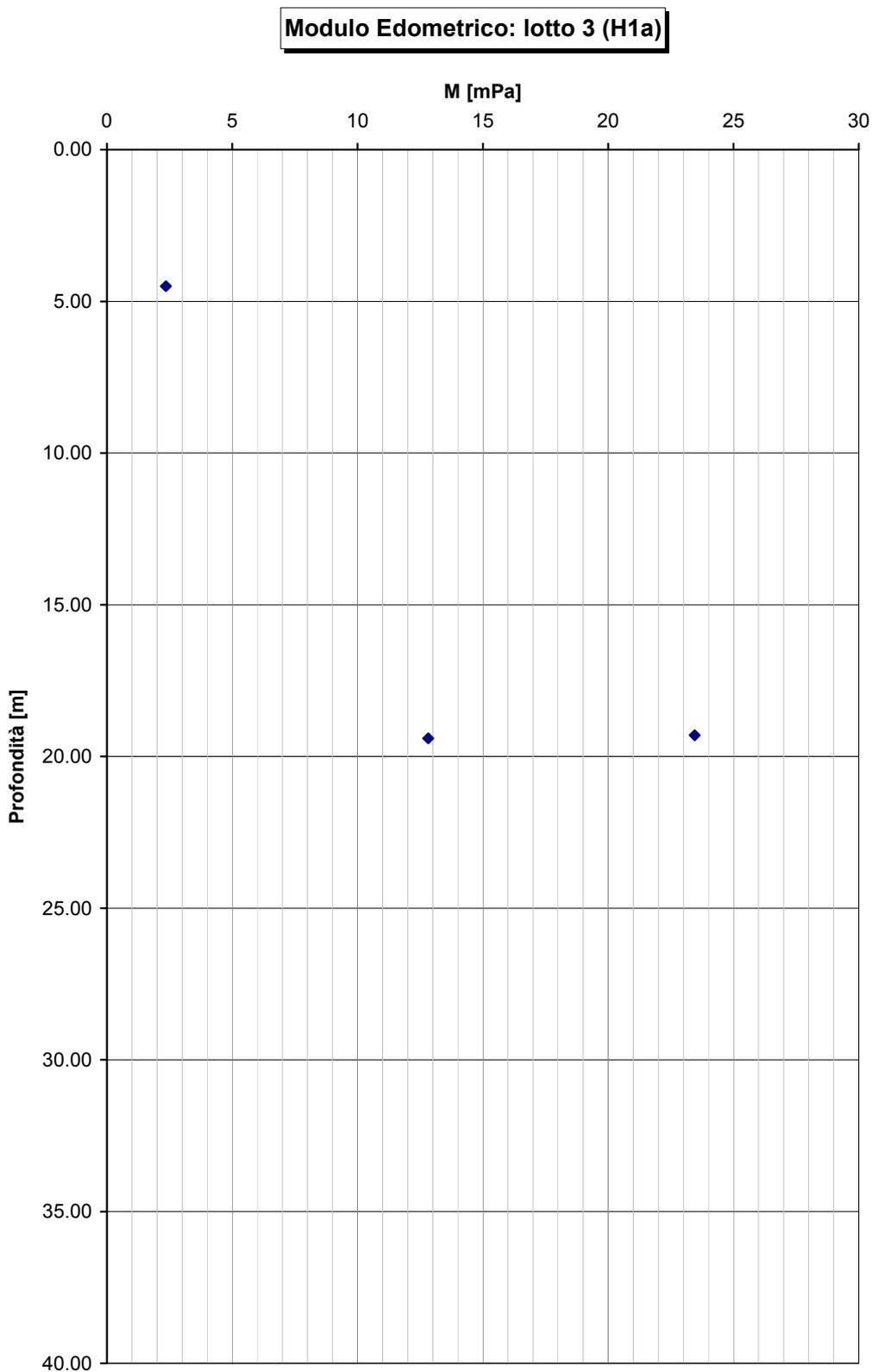


Figura 6-43

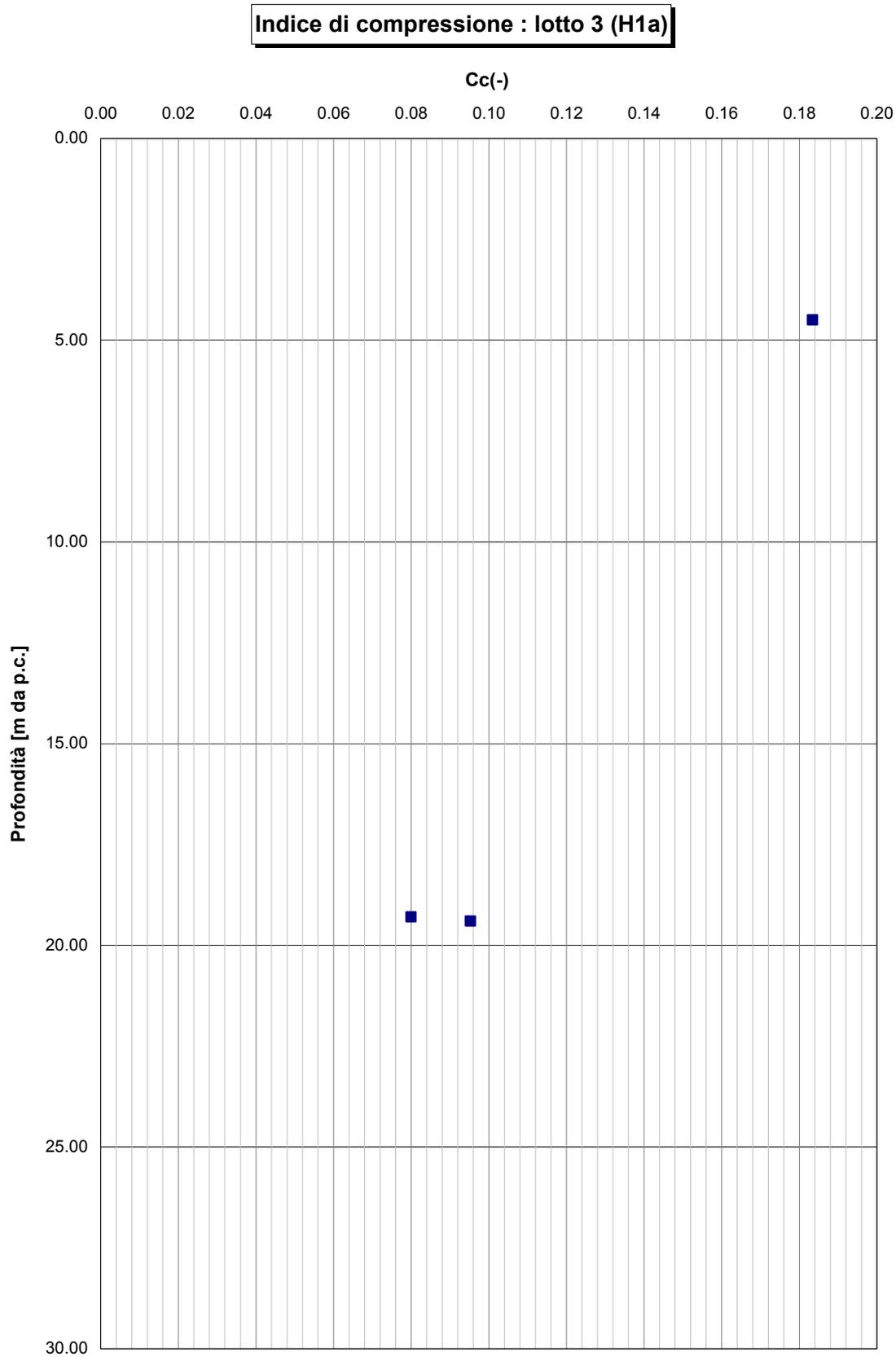


Figura 6-44

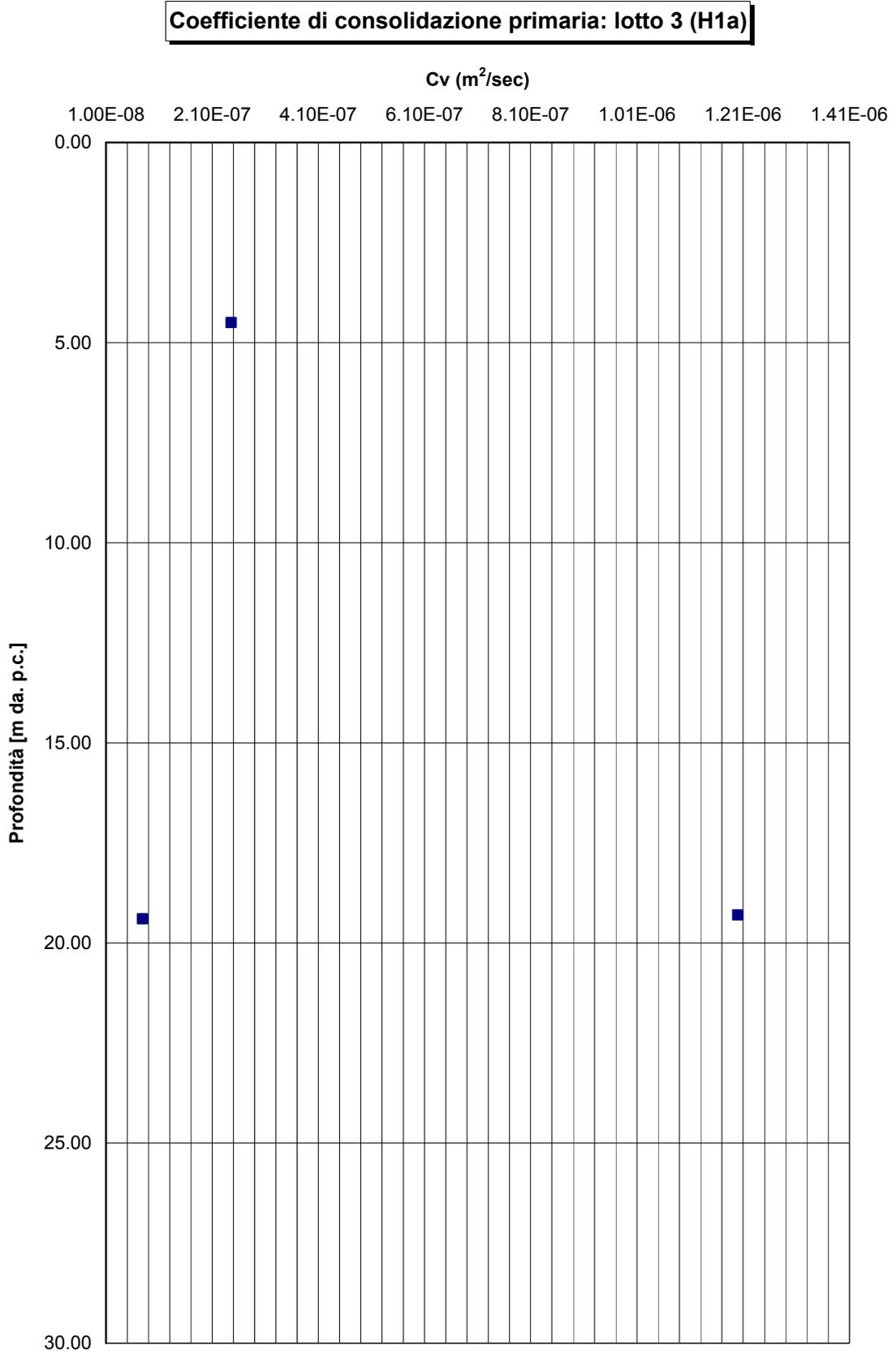


Figura 6-45

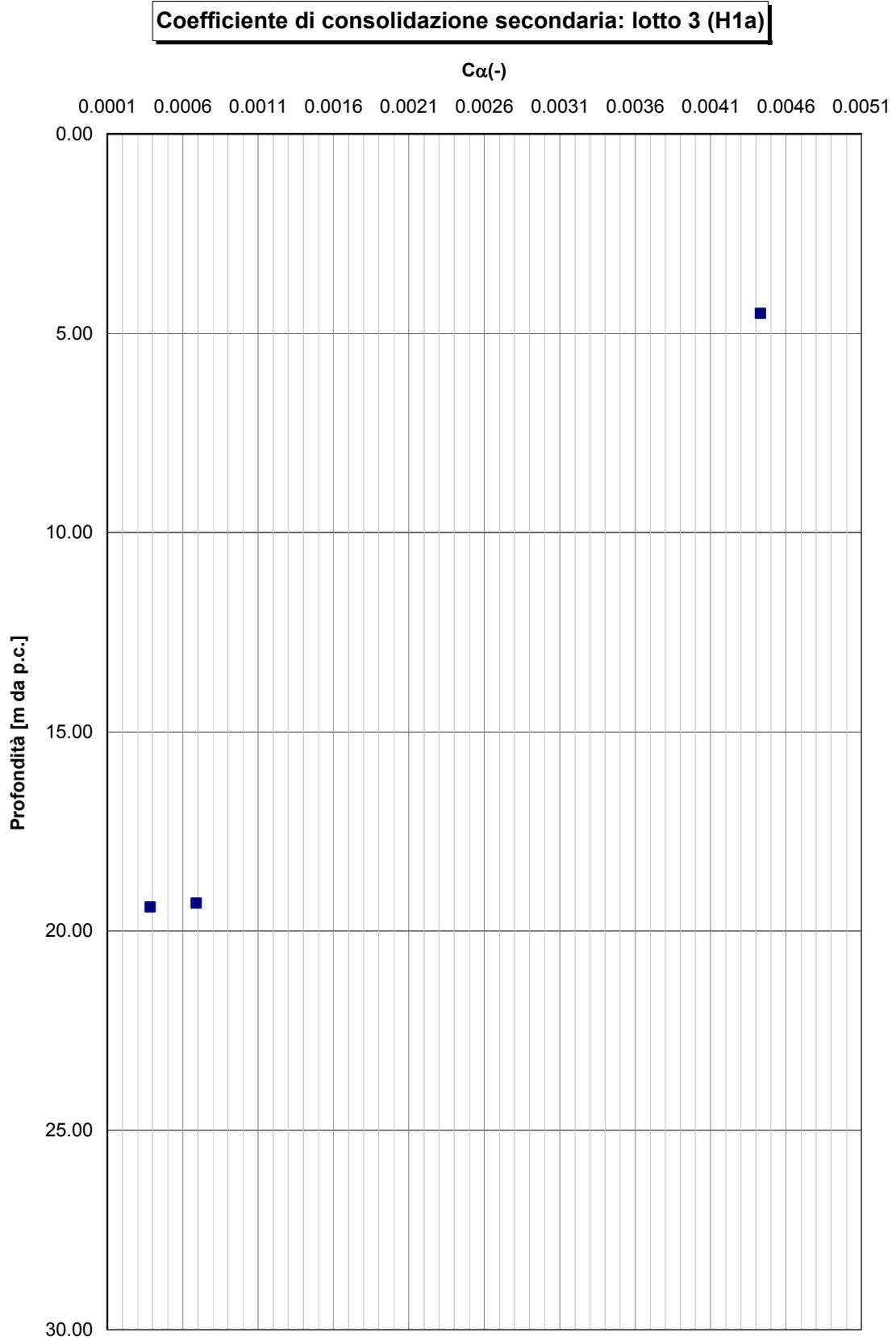


Figura 6-46

## 6.5 Depositi fluviali pleistocenici: sabbie con ghiaia (Qt1d)

### 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 (campagna di indagine 2010);

Le resistenze  $N_{SPT}$  negli strati sabbiosi ghiaioso risultano crescenti con la profondità e comprese nell'intervallo  $1 \leq N_{SPT} \leq 89$  (**Figura 6-47**); esse possono essere descritte cautelativamente dalla seguente espressione:

$$N_{SPT} = 6 + 1.7 \times z$$

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 6-48**:

argilla + limo	= 2% ÷ 97%
sabbia	= 6% ÷ 86%
ghiaia	= 0% ÷ 64%

Il peso di volume naturale ( $\gamma_n$ ) risulta compreso tra  $\gamma_n = 18.3 \div 23.1$  kN/m<sup>3</sup> (**Figura 6-49**).

I limiti di Atterberg, determinati sulla frazione di materiale fine, risultano compresi nei seguenti intervalli (**Figura 6-50** e **Figura 6-51**):

LL = limite liquido = 19% ÷ 68%

IP = 3% ÷ 43%

La densità relativa ( $D_r$ ), determinata sulla base dell'interpretazione delle prove SPT, caratteristica dei materiali sabbiosi, risulta compresa nell'intervallo  $D_r=21\%÷94\%$  (**Figura 6-52**).

### 6.5.3 Caratteristiche di resistenza al taglio

La resistenza al taglio in termini di angolo di attrito ( $\varphi'$ ), determinata sulla base dei risultati delle prove SPT nei materiali sabbiosi (vedi la **Figura 6-53**) può essere assunta 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 6-55**).

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

$$G_{o1} = 1500 \cdot p_a \cdot \left( \frac{\sigma'_{vo}}{p_a} \right)^{0.45}$$

essendo:

$p_a$  = pressione atmosferica di riferimento;

$\sigma'_{vo}$  = pressione verticale efficace geostatica.

In analogia, le velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  possono essere date cautelativamente dalla seguente equazione (**Figura 6-54**):

$$V_s = 160 \cdot z^{0.30}$$

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 6-57**; mediamente essi possono essere descritti dalla seguente equazione:

$$E_{op2} = 200 \cdot p_a \cdot \left( \frac{\sigma'_{vo}}{p_a} \right)^{0.3}$$

### 6.5.5 Coefficienti di permeabilità

Sulla base dei risultati delle prove di permeabilità Lefranc eseguite, alle sabbie con ghiaie può essere assegnato un valore del coefficiente di permeabilità pari a  $k = 2.4 \times 10^{-5}$  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.

Qt1d	
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	<b>20.9 ± 0.93</b>
N <sub>SPT</sub> (colpi/30 cm)	<b>N<sub>SPT</sub> = 6 + 1.7 · z</b>
D <sub>r</sub> (%)	<b>68.9 ± 29.8</b>
$\phi'$ (°)	<b>35.4 ± 3.6</b>
c' (kPa)	<b>0.0</b>
k <sub>o</sub> (-)	<b>0.43</b>
k (m/sec)	<b>2.4 x 10<sup>-5</sup></b>
V <sub>s</sub> (m/sec)	<b>V<sub>s</sub> = 160 · z<sup>0.30</sup></b>
G <sub>o1</sub> (kPa)	<b>G<sub>o1</sub> = 1500 · p<sub>a</sub> · <math>\left( \frac{\sigma'_{vo}}{p_a} \right)^{0.45}</math></b>
E <sub>op1</sub> (kPa)	<b>(2.3 · G<sub>o1</sub>) / (3 ÷ 5)</b>
E <sub>op2</sub> (kPa)	<b>E<sub>op2</sub> = 200 · p<sub>a</sub> · <math>\left( \frac{\sigma'_{vo}}{p_a} \right)^{0.3}</math></b>

**Simbologia:**

$\gamma_t$  = peso di volume naturale;

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

$\varphi'$  = 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.

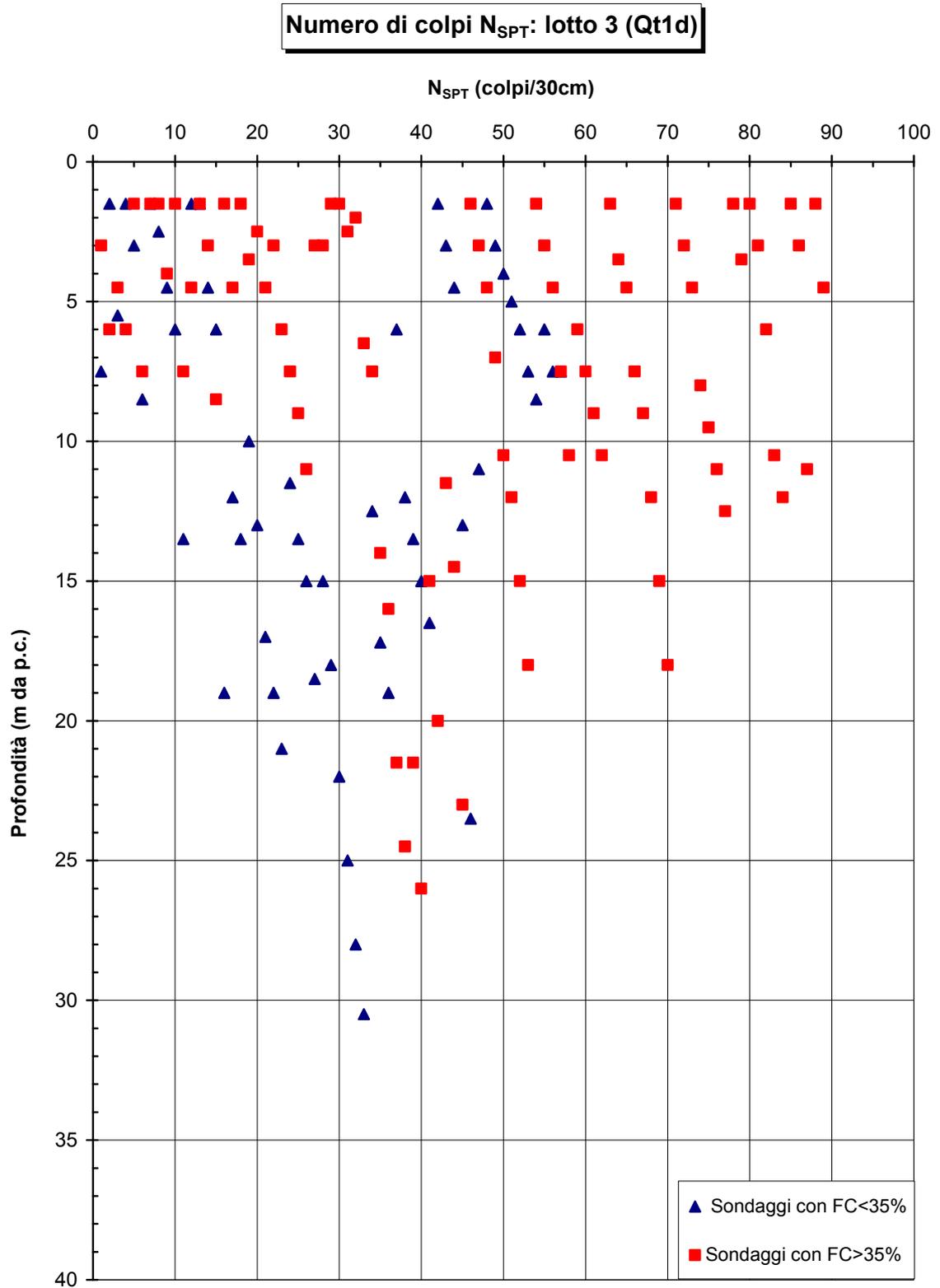


Figura 6-47

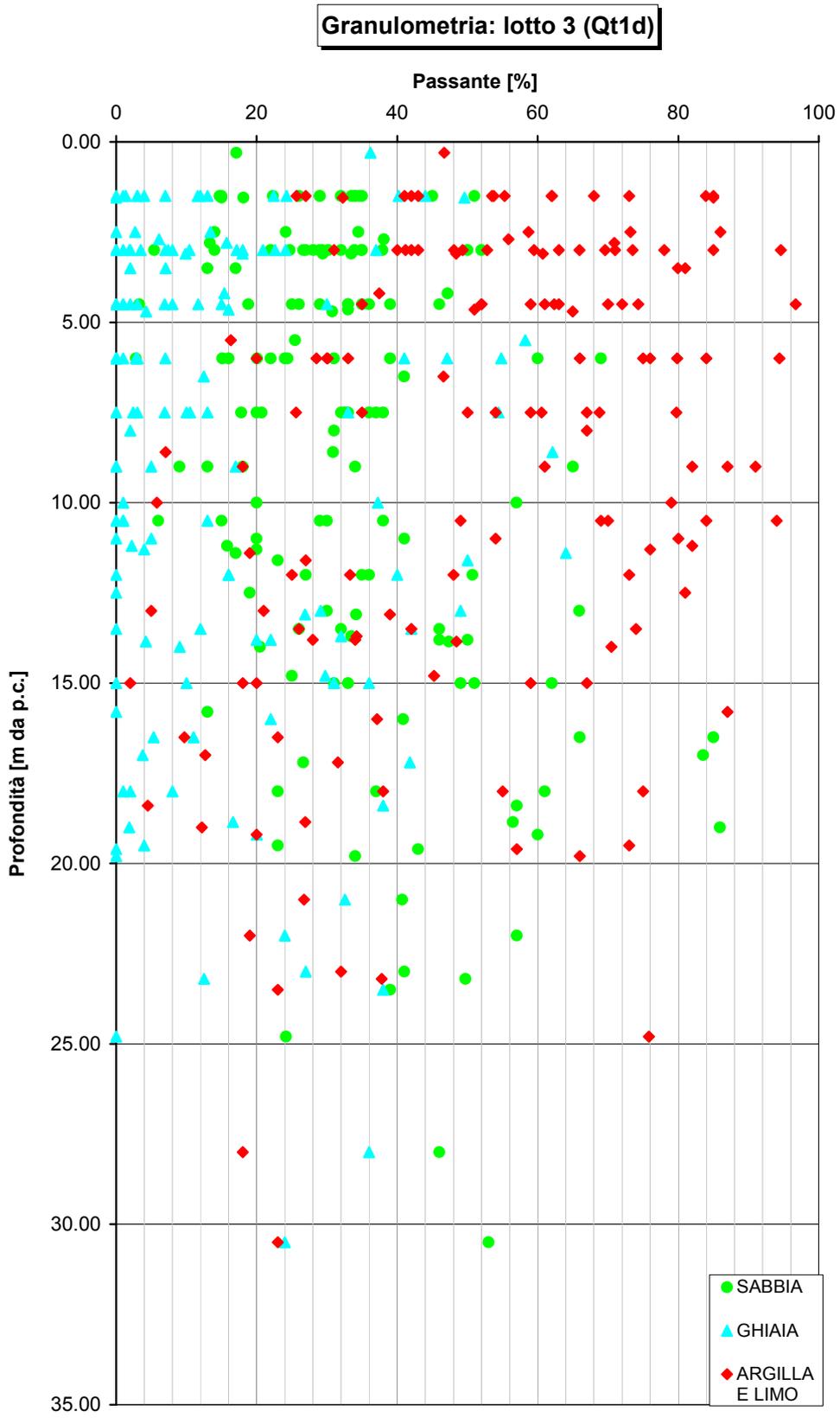


Figura 6-48

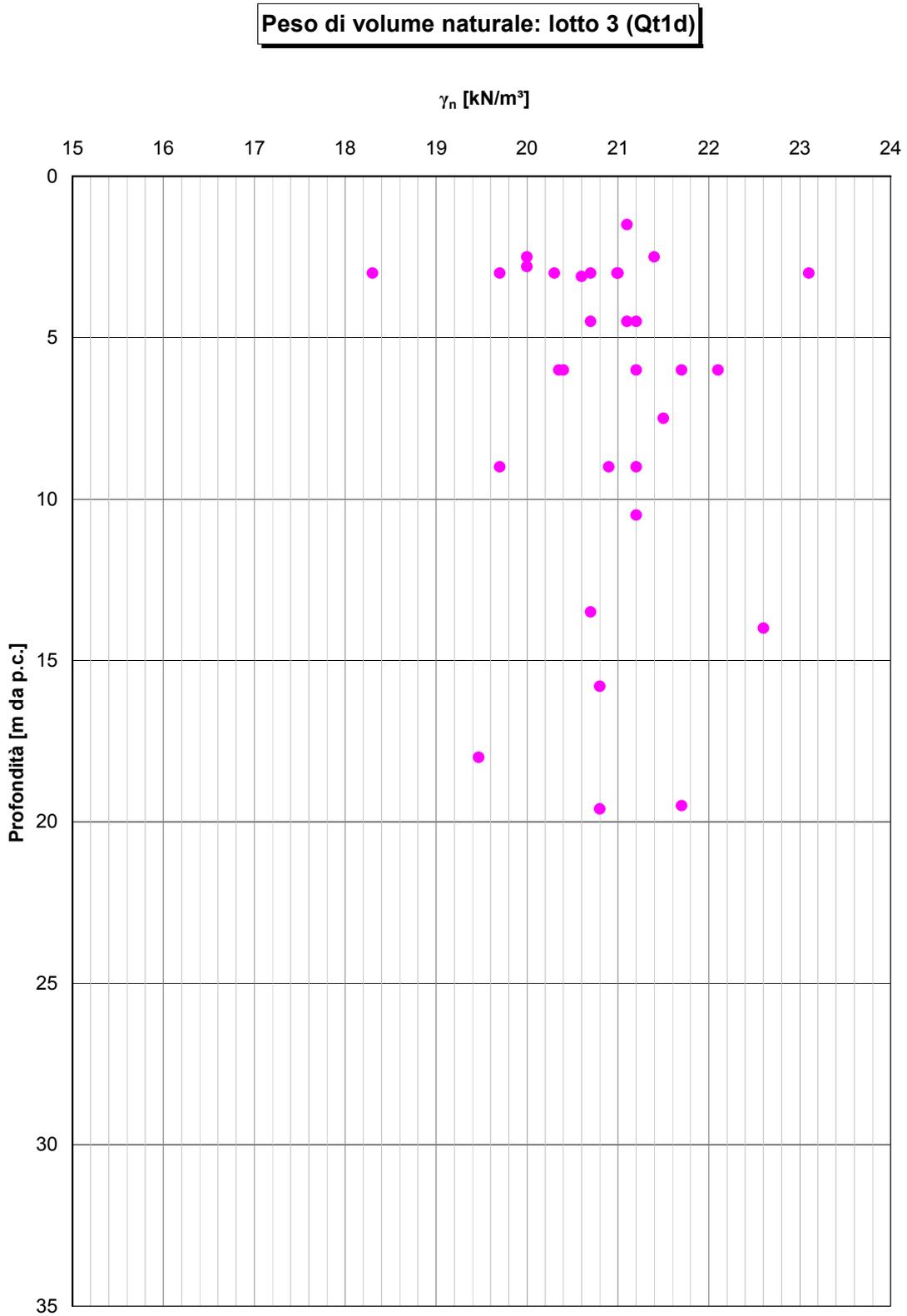


Figura 6-49

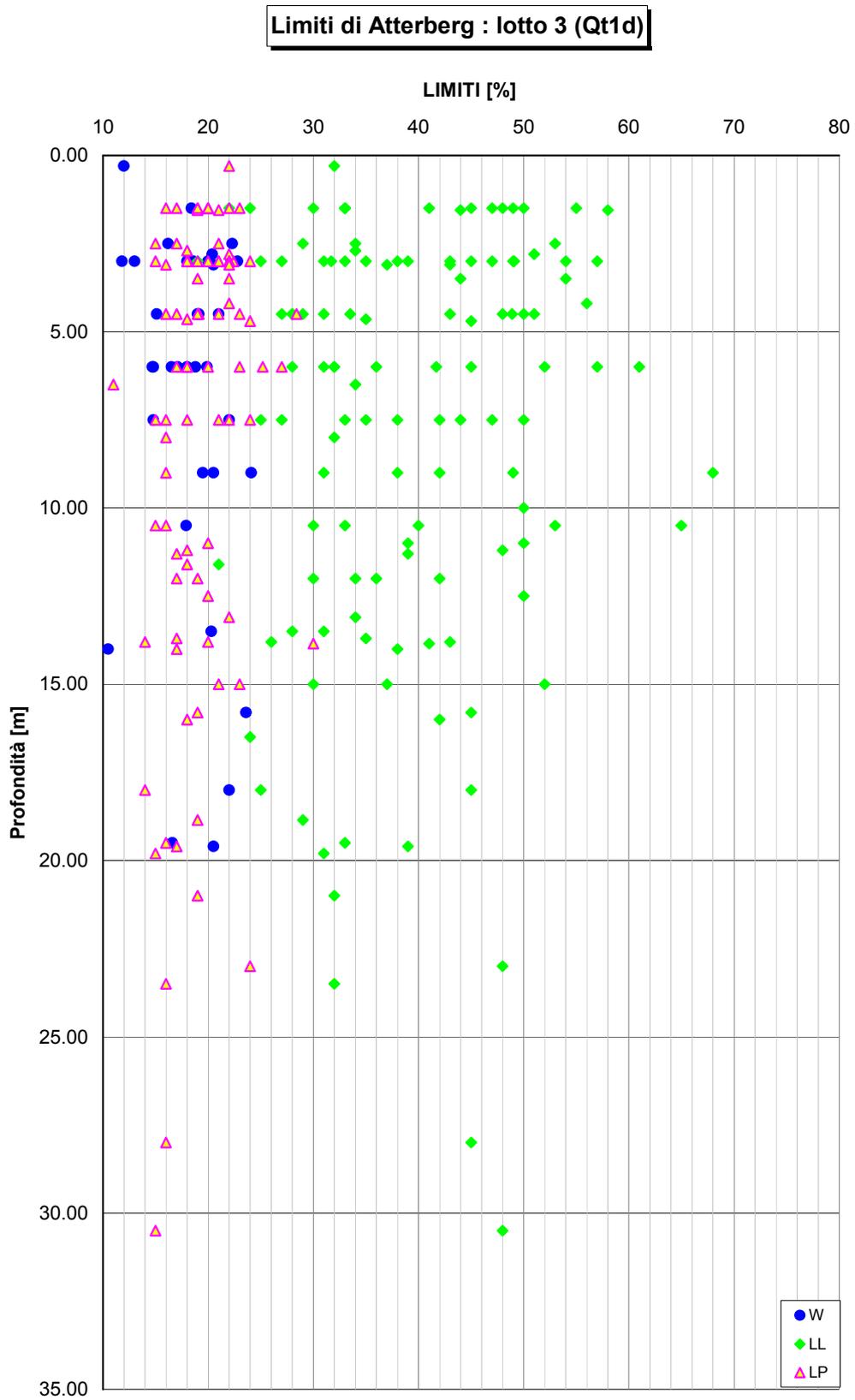


Figura 6-50

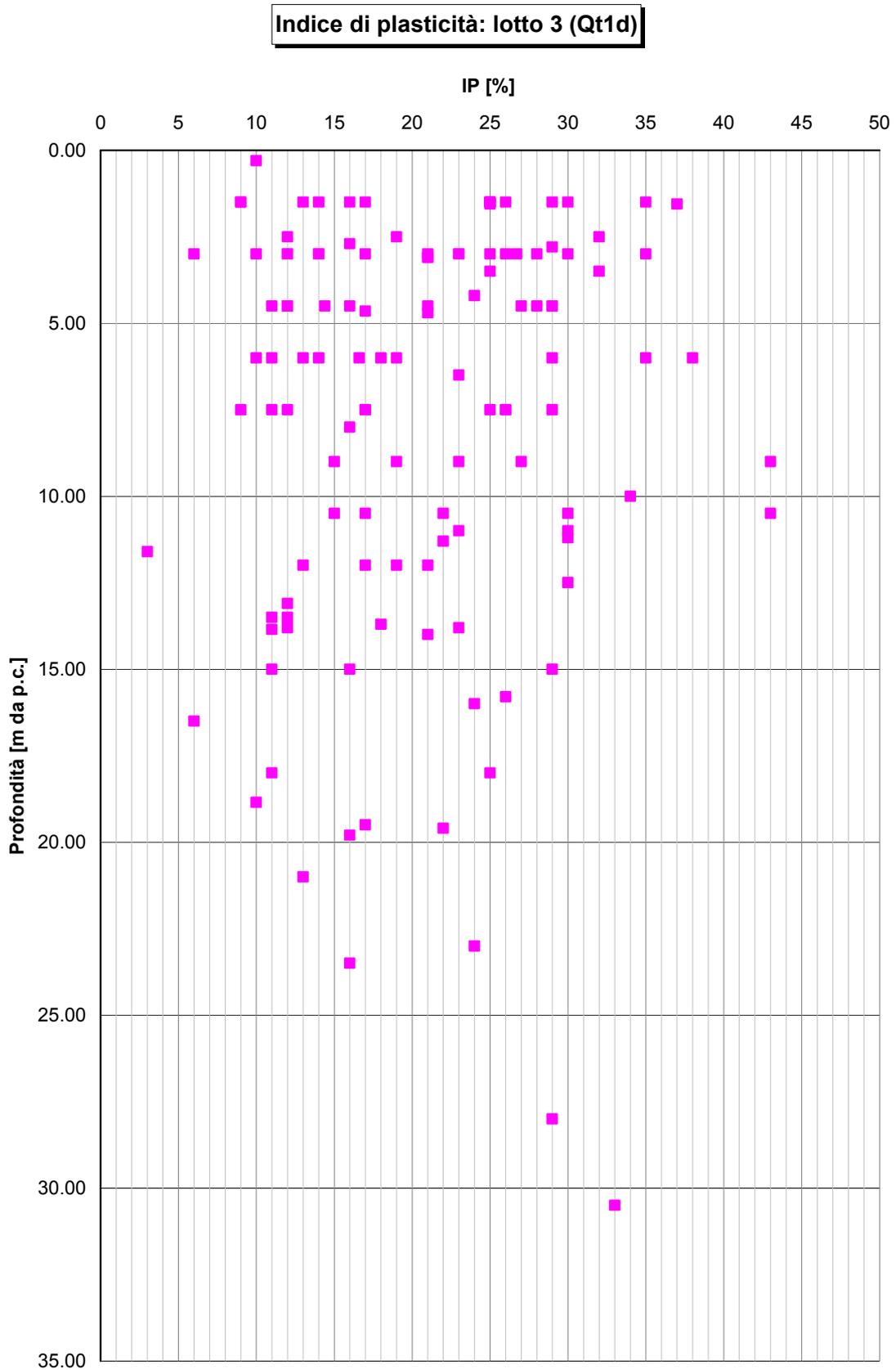


Figura 6-51

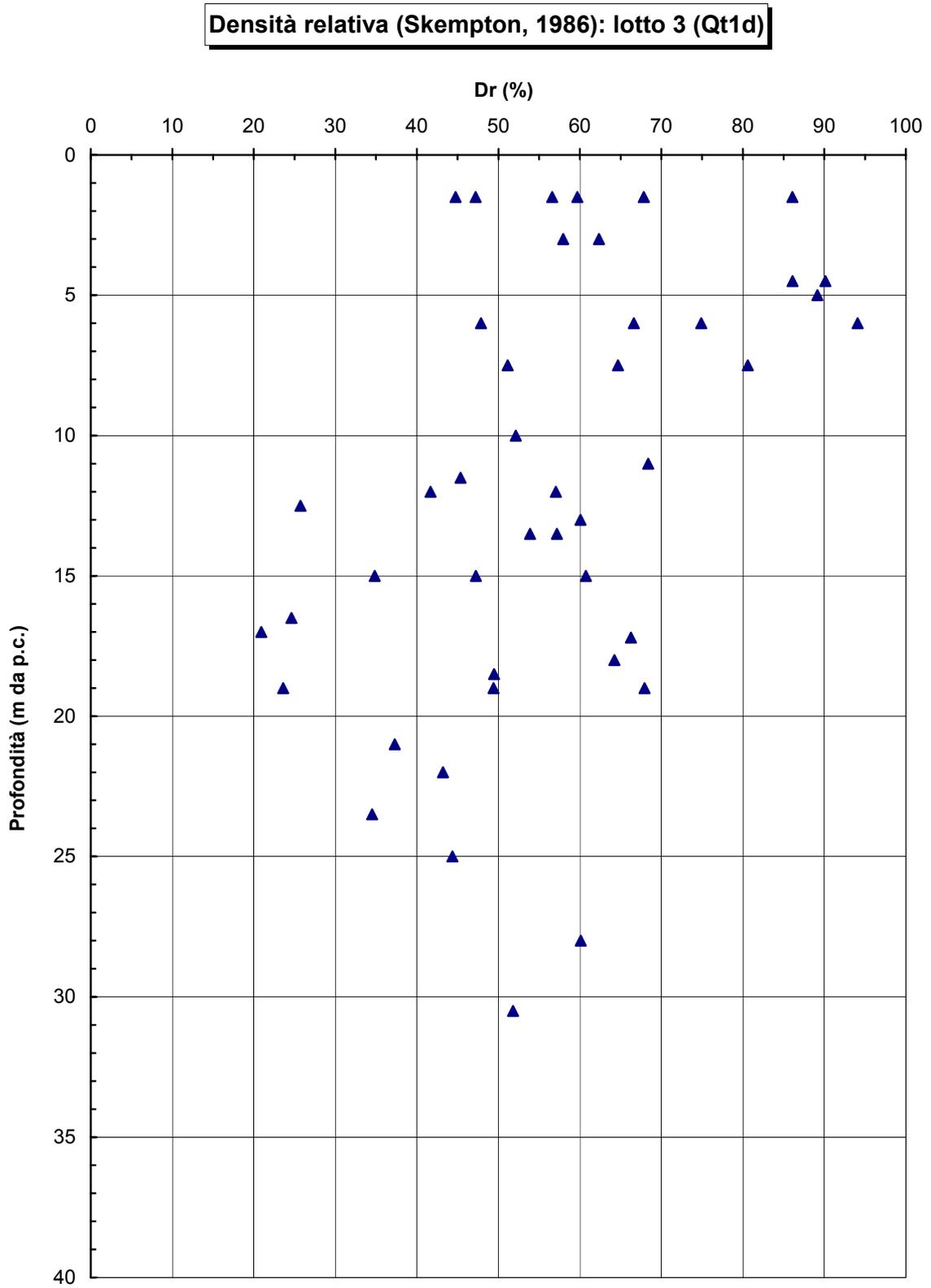


Figura 6-52

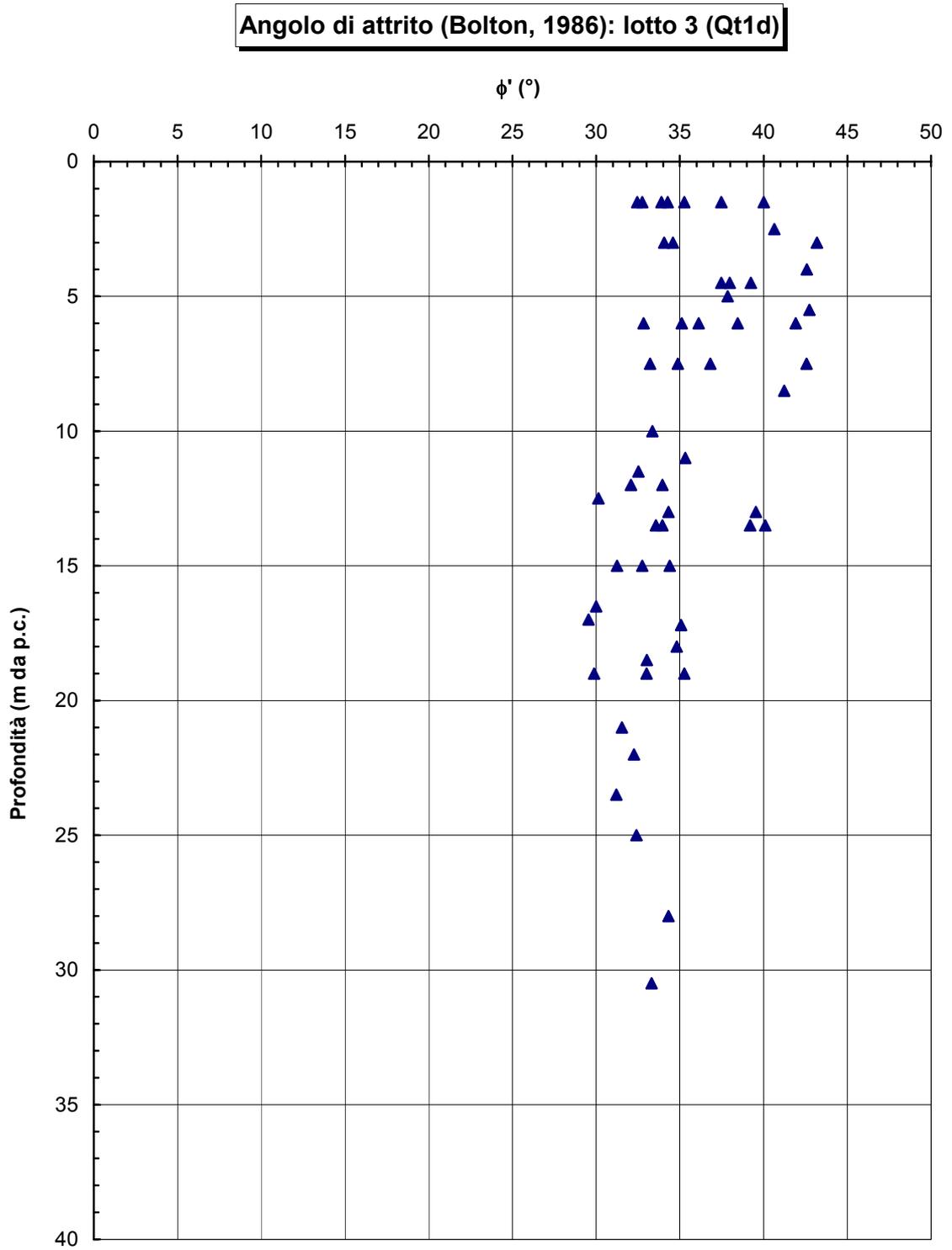


Figura 6-53

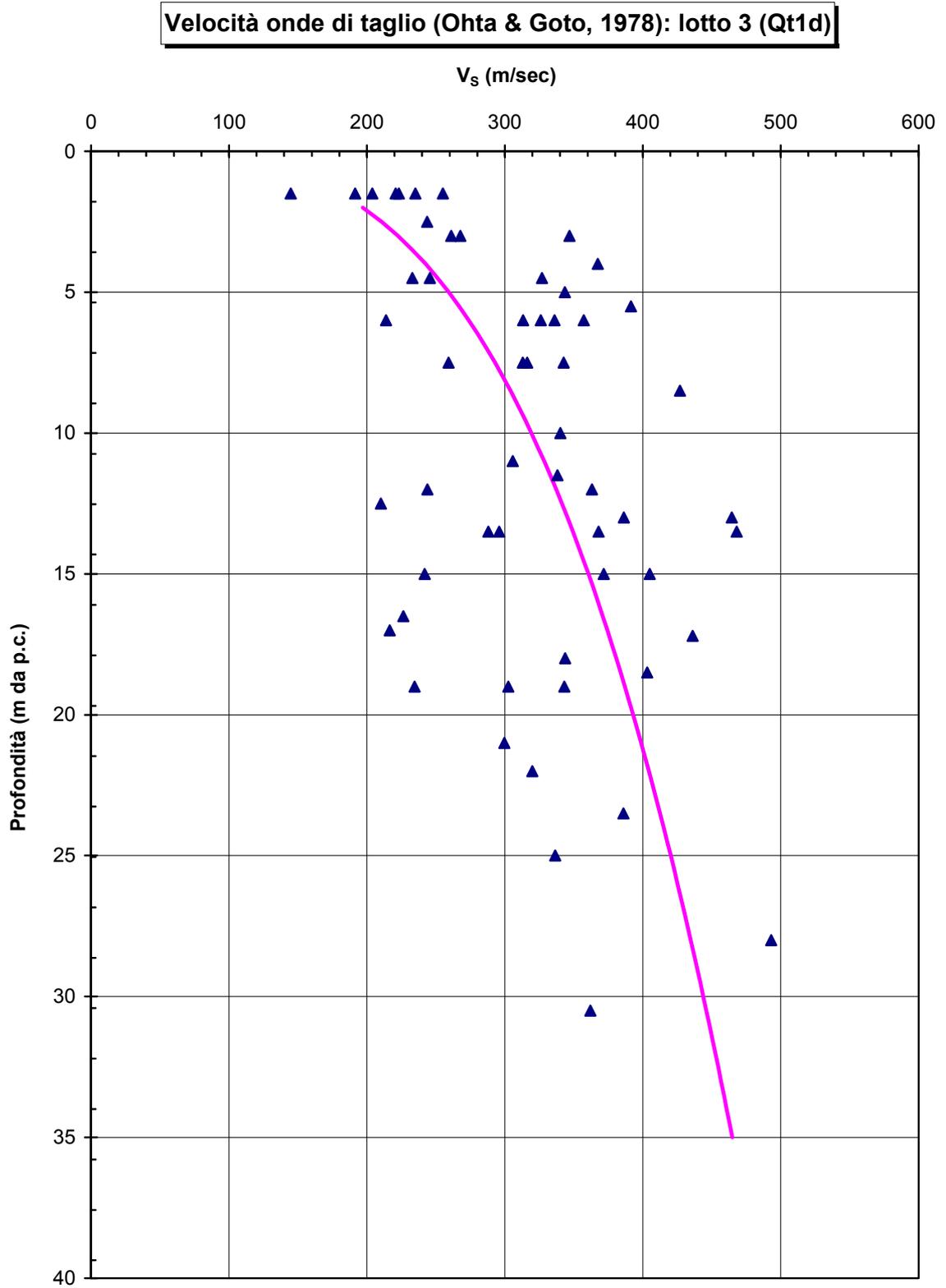


Figura 6-54

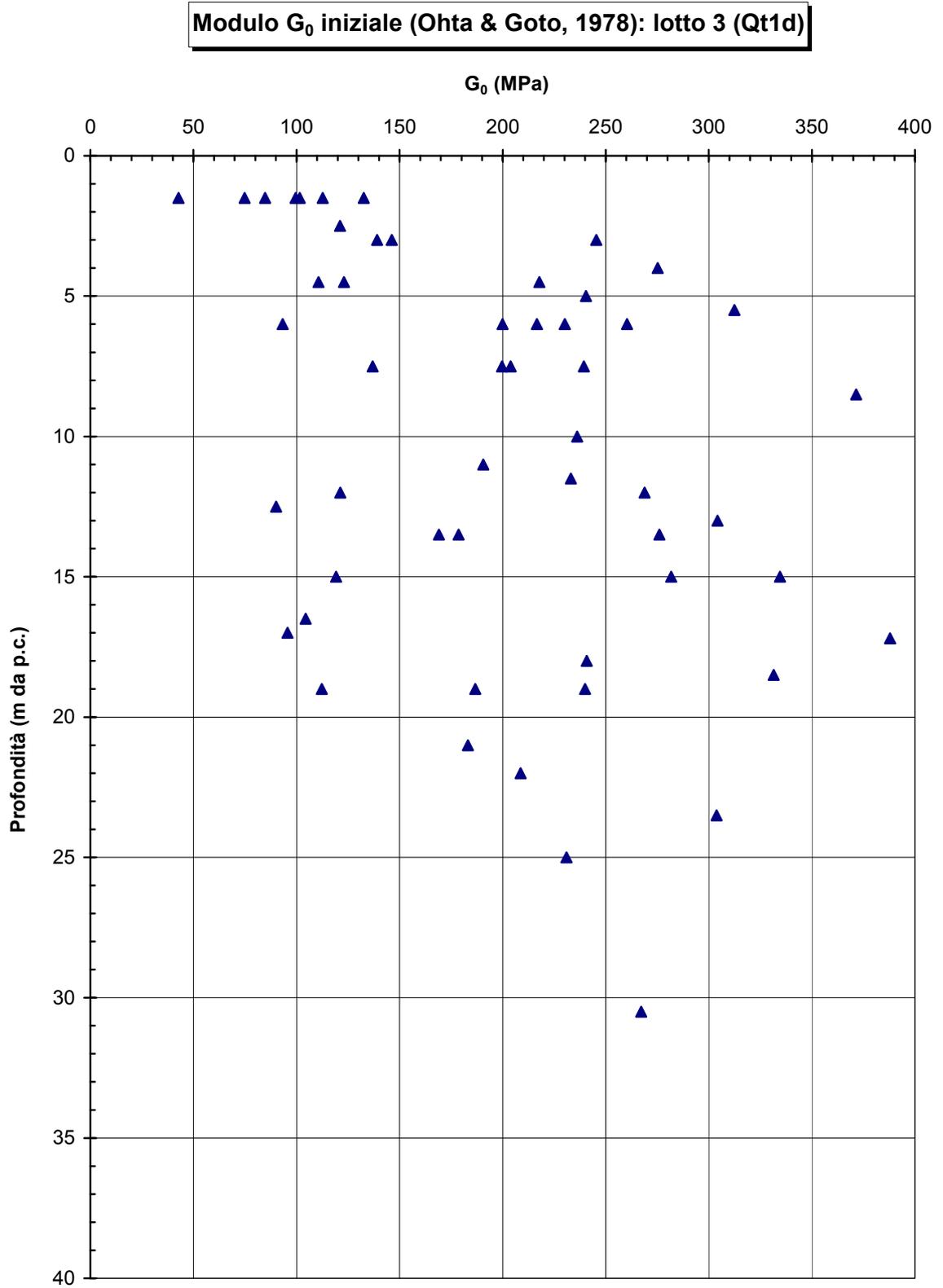


Figura 6-55

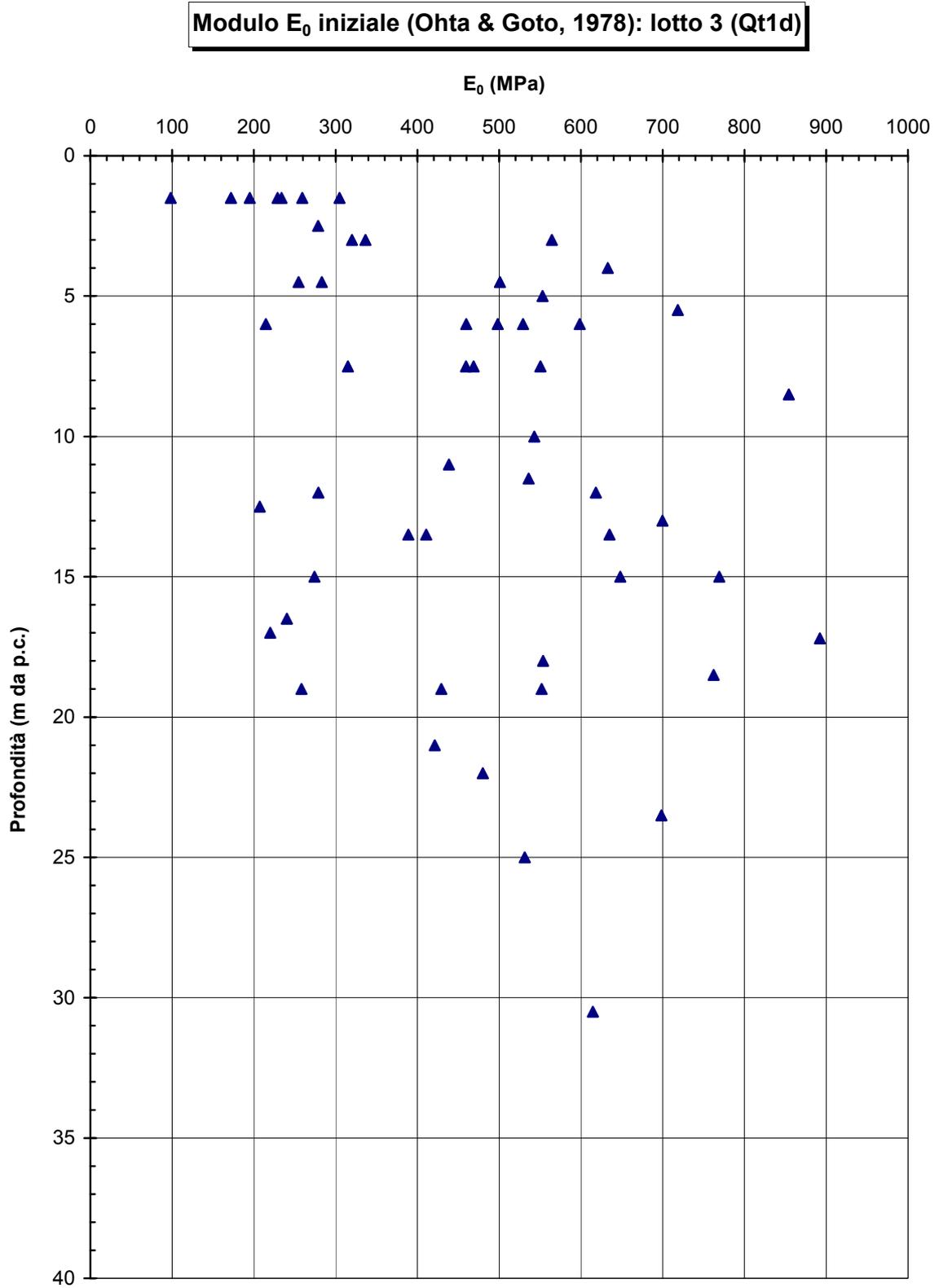


Figura 6-56

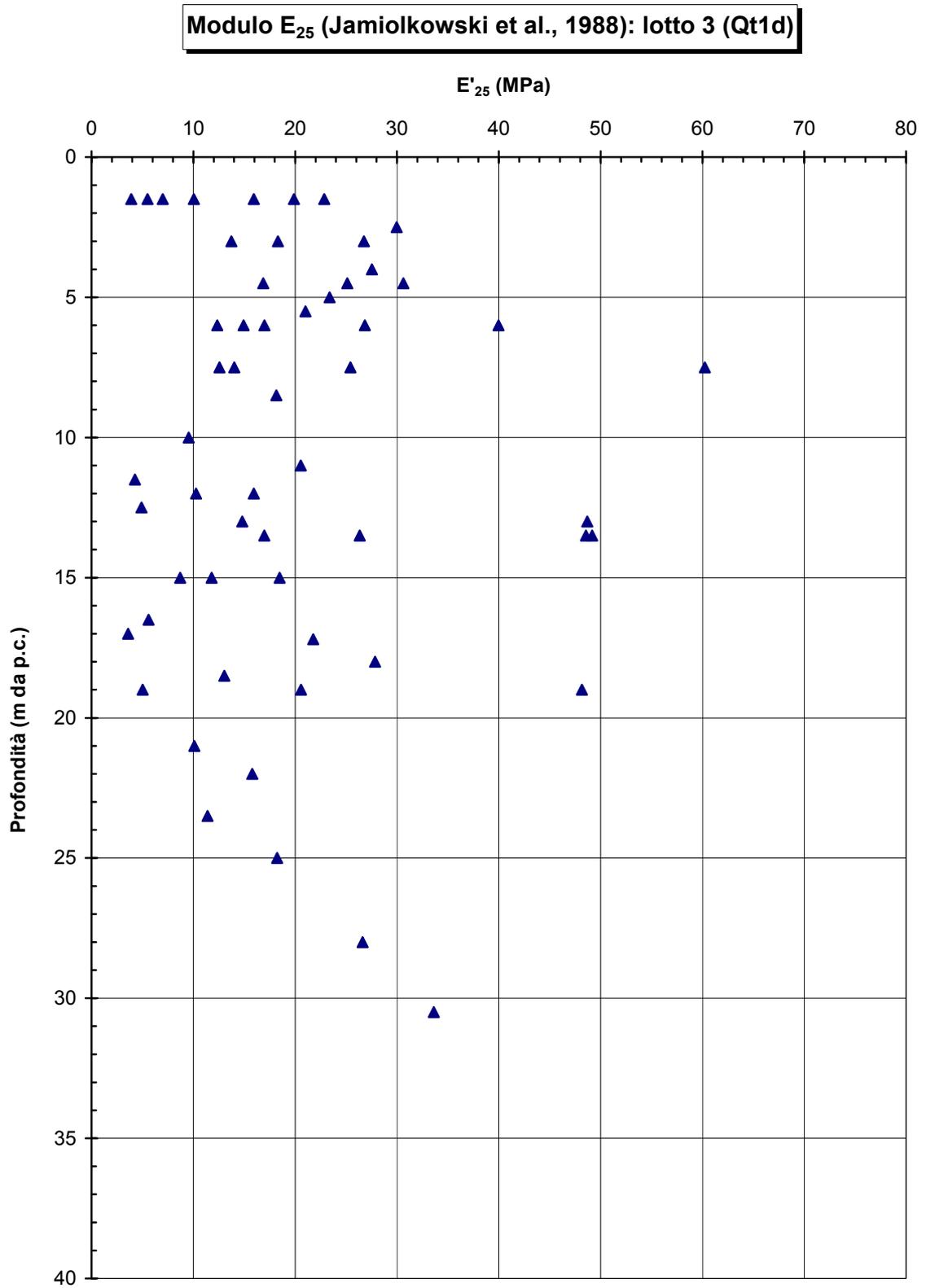


Figura 6-57

## **6.6 Depositi fluvio lacustri lagunari: limi sabbiosi (Qt1d1)**

### **6.6.1 Generalità**

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

Le prove SPT disponibili sono state utilizzate solo per identificare come prevalentemente "coesiva" la formazione in esame.

Con riferimento alle prove CPTU, si sono utilizzati i risultati ottenuti dalle prove CPTU1, CPTU2 e CPTU4, escludendo la prova CPT3 perché affetta da problematiche di esecuzione. Inoltre, data la grande variabilità granulometrica, si è utilizzata la Carta di Robertson sulle CPTU per la classificazione dei terreni costituenti la formazione (**Figura 5-1**). Ciò ha consentito l'utilizzo, per la determinazione delle caratteristiche di resistenza e deformabilità dei terreni, di formulazioni più indicate per ciascuna tipologia, sempre all'interno della stessa formazione.

### **6.6.2 Caratteristiche fisiche**

I limi sabbiosi e le sabbie limose in oggetto hanno curve granulometriche caratteristiche tipo quelle riportate nella **Figura 6-59**, sulla base di tali curve granulometriche le percentuali di argilla, limo, sabbia e ghiaia possono variare come segue:

argilla = 4% ÷ 76%

limo = 9% ÷ 83%

sabbia = 1% ÷ 75%

ghiaia = 0% ÷ 65%

Le caratteristiche di plasticità (limite liquido LL e indice di plasticità IP) sono riportati nella **Figura 6-60** e **Figura 6-61**; esse possono variare come segue:

LL = limite liquido = 24% ÷ 94%

IP = 1% ÷ 66%

Facendo riferimento alla “Carta di plasticità di Casagrande”, riportata in **Figura 6-62**, i materiali in oggetto possono essere classificati, prevalentemente, come “argille inorganiche di media ed alta plasticità”.

Il peso di volume naturale ( $\gamma_n$ ) risulta compreso tra  $\gamma_n = 16.5 \div 21.9 \text{ kN/m}^3$  (**Figura 6-63**).

Il grado di saturazione è compreso tra  $S_r = 68 \div 89 \%$  (**Figura 6-64**).

Il contenuto d'acqua naturale ( $w_n$ ), risulta generalmente compreso tra  $W = 14 \div 60 \%$  (**Figura 6-60**).

L'indice dei vuoti iniziale ( $e_o$ ), risulta compreso tra  $e_o = 0.45 \div 0.86$  (**Figura 6-65**).

### 6.6.3 Stato iniziale

Nella **Figura 6-66** 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  $IC_{Loed}$ .

Data la notevole dispersione dei dati, dall'analisi della curva di compressibilità intrinseca si possono ricavare scarse informazioni sullo stato del materiale in sito.

Dall'analisi della curva di compressibilità **Figura 6-67** sono riportati i valori della pressione di preconsolidazione  $\sigma_{vp}'$  determinata dalle prove edometriche con la nota costruzione di Casagrande; quest'ultima risulta generalmente compresa entro i 550 kPa.

Alle pressioni  $\sigma_{vp}'$  riportate nella **Figura 6-67** corrispondono valori del grado di sovraconsolidazione OCR (definito convenzionalmente come  $\sigma_{vp}' / \sigma_{vo}'$ ) pari a quelli indicati nella **Figura 6-68**, ovvero generalmente compreso tra 9 e 0.6 al crescere della profondità dal piano di campagna.

#### 6.6.4 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 6-69**. La variabilità del parametro si è attestata tra 80 e 280 kPa.

La variazione del parametro con la profondità può essere valutata con la formula:  $c_u = 20 + 12 \cdot z$ , dove  $z$  rappresenta la profondità dal piano campagna.

In linea di massima, tale andamento risulta in buon accordo con quello ottenuto dalle prove CPTU disponibili mediante la formulazione di Lunne et. Al (**Figura 6-70**).

#### 6.6.5 Parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci

Nelle **Figura 6-72** e **Figura 6-73** si riportano i risultati delle prove di taglio diretto (DS) in termini di resistenze di picco e prove triassiali (CIU).

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

$$c_p' = 3 \div 50 \text{ kPa} = \text{intercetta di coesione};$$

$$\varphi_p' = 16 \div 30^\circ = \text{angolo di attrito}.$$

#### 6.6.6 Parametri di deformabilità

I valori del modulo edometrico  $M$ , calcolati sulla scorta delle prove edometriche, sono riportati in **Figura 6-74**. Le misurazioni sono comprese nel range 3.2÷14.0 MPa.

### 6.6.6.1 Parametri di deformabilità operativi

I moduli di taglio iniziale ( $G_{01}$ ), sono stati determinati sulla base dei risultati delle prove CPTU (**Figura 6-78**).

L'andamento può essere descritto dalla seguente espressione:

$$G_{01} = 1000 \cdot p_a \cdot \left( \frac{1 + \sqrt{1.5 \cdot z^{-1.7}}}{3} \right)^{0.5} \cdot \left( \frac{\sigma'_v}{p_a} \right)^{0.5}$$

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

$$E_0 = (2.3 \cdot G_{01})$$

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  $(1/3 \div 1/5) \cdot E_0$ .

### 6.6.7 Coefficienti di permeabilità e coefficienti di consolidazione primaria e secondaria

I valori dei coefficienti di permeabilità ottenuti dalle prove di permeabilità Lefranc risultano mediamente pari a  $2.4 \times 10^{-6}$  m/sec.

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 6-76** e sono compresi tra  $c_v = 8 \times 10^{-9} \div 2 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/sec. Si sono altresì ricavati i valori del coefficiente di consolidazione secondaria, che risulta compreso tra  $c_\alpha = 1 \times 10^{-3} \div 4 \times 10^{-3}$  (**Figura 6-77**).

### 6.6.8 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:

Qt1d1
-------

$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	$19.6 \pm 1.45$
$e_o$ (-)	$0.4 + 0.06 \cdot z$
$\varphi'$ (°)	$25.3 \pm 8.2$
$c'$ (kPa)	$23.7 \pm 8.7$
$c_u$ (kPa)	$20 + 12 \cdot z^{(1)}$
$OCR^* = \sigma_{vy}' / \sigma_{vo}'$ (-)	$OCR^* = 20 \cdot z^{-0.9}$
$k_o$ (-)	$1.0$
$C_c$ (-)	$0.14 \pm 0.13$
$C_r$ (-)	$C_c/5$
$c_{\alpha s}$ (-)	$2.1 \times 10^{-3} \pm 1.3 \times 10^{-3}$
$k_v$ (m/sec)	$2.4 \times 10^{-6}$
$c_v$ (m <sup>2</sup> /sec)	$7.2 \times 10^{-7} \pm 8.7 \times 10^{-7}$
$V_s$ (m/sec)	$\sqrt{\frac{G_{o1} \cdot 9.81}{\gamma_t}}$
$G_{o1}$ (kPa)	$1000 \cdot p_a \cdot \left( \frac{1 + \sqrt{1.5 \cdot z^{-1.7}}}{3} \right)^{0.5} \cdot \left( \frac{\sigma'_v}{p_a} \right)^{0.5}$
$E_o$ (kPa)	$(2.3 \cdot G_{o1}) / (3 \pm 5)$
$M$ (MPa)	$7.0 \pm 3.8$

**Simbologia:**

$\gamma_t$  = peso di volume naturale;

$\varphi'$  = 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 kPa = pressione atmosferica di riferimento;

$z$  = profondità dal p.c. in metri.

**Note:**

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

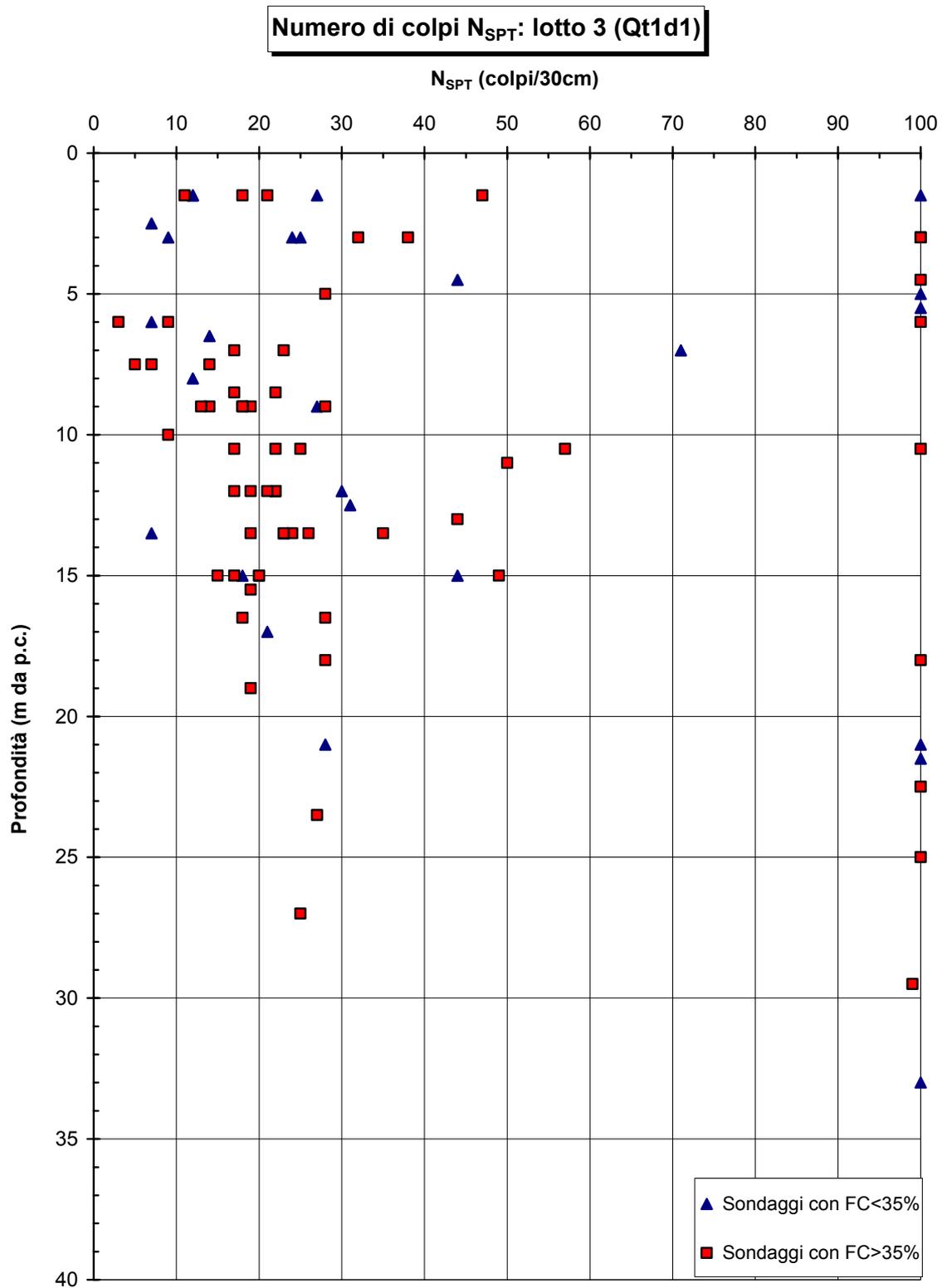


Figura 6-58

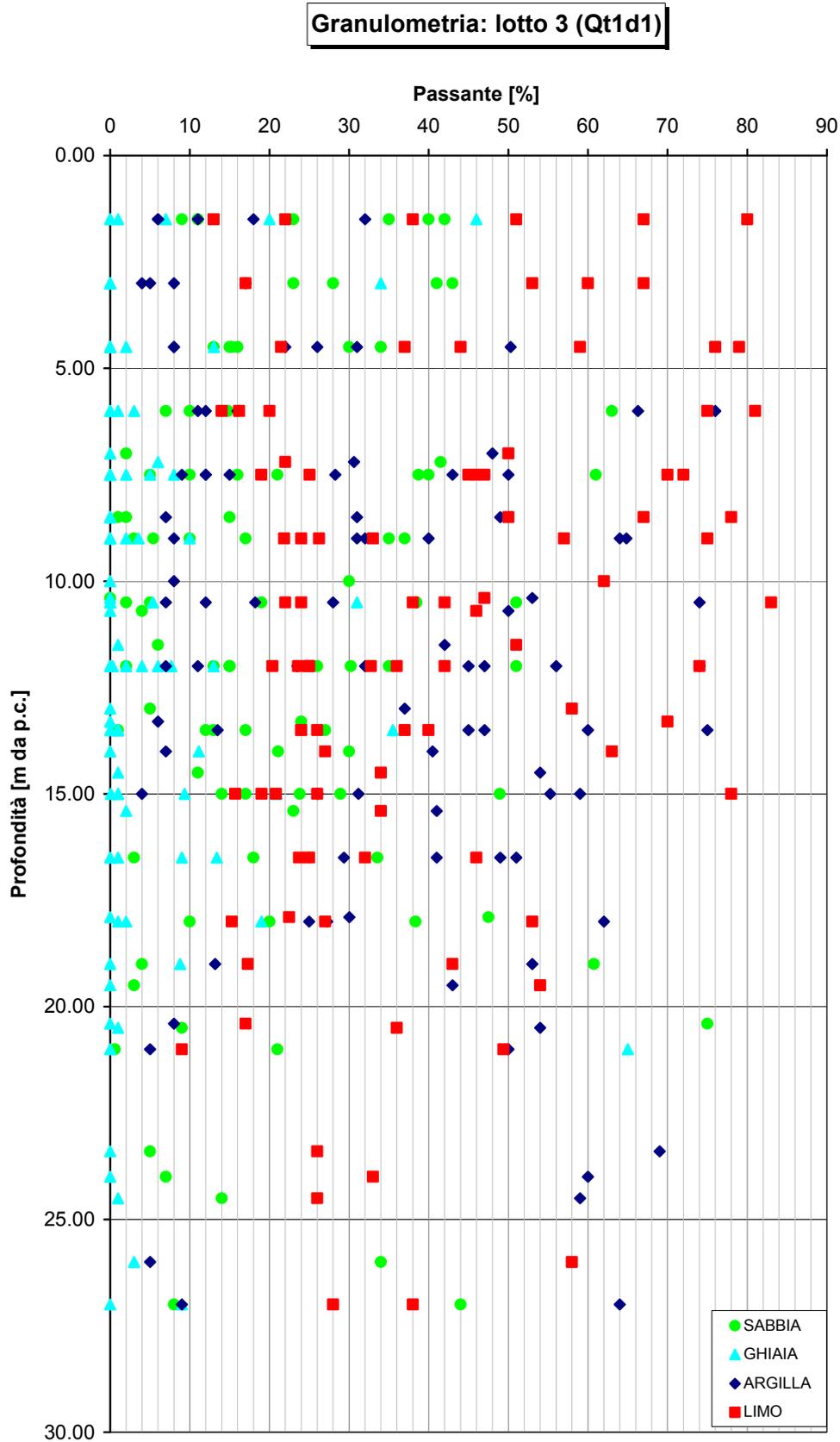


Figura 6-59

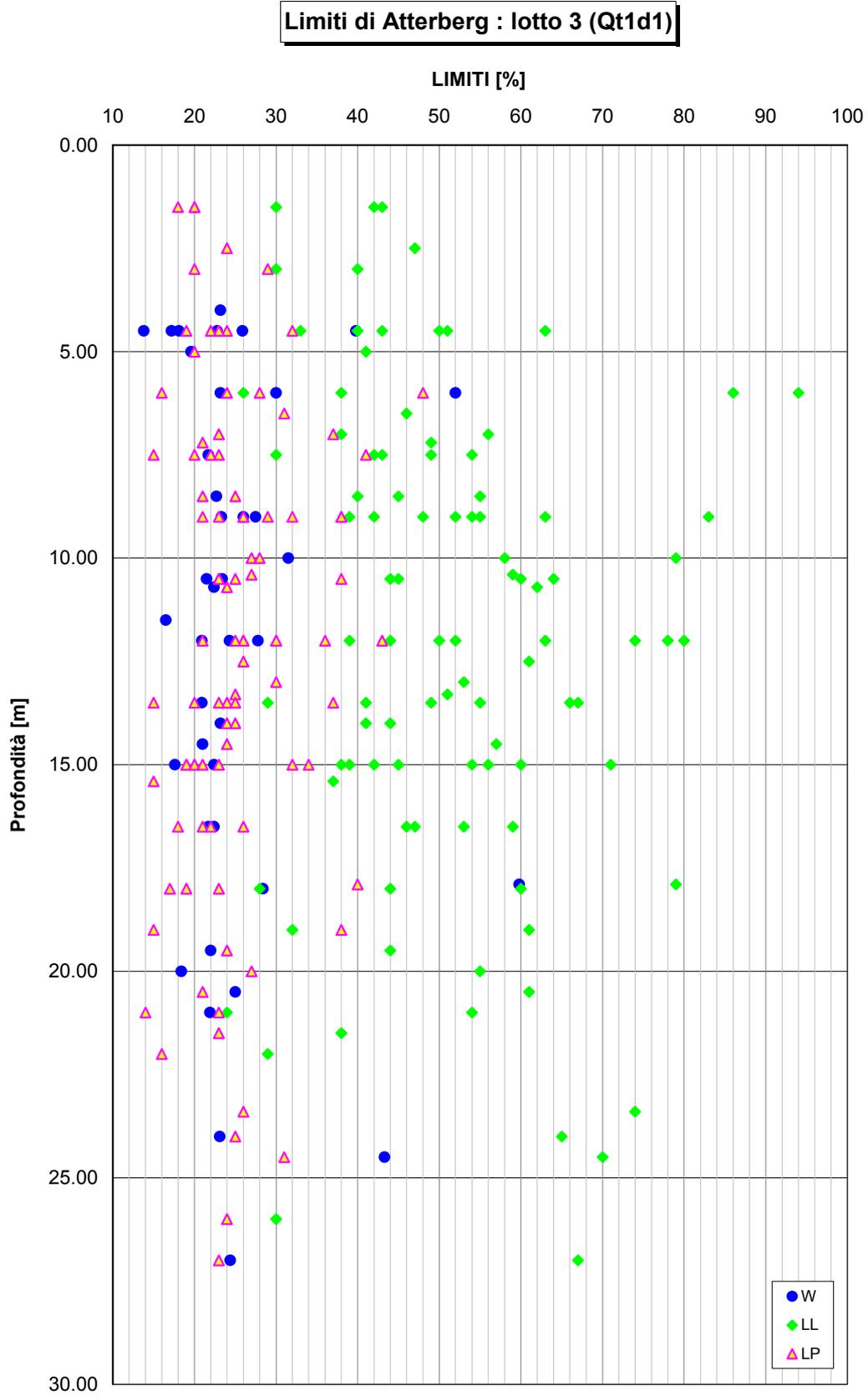


Figura 6-60

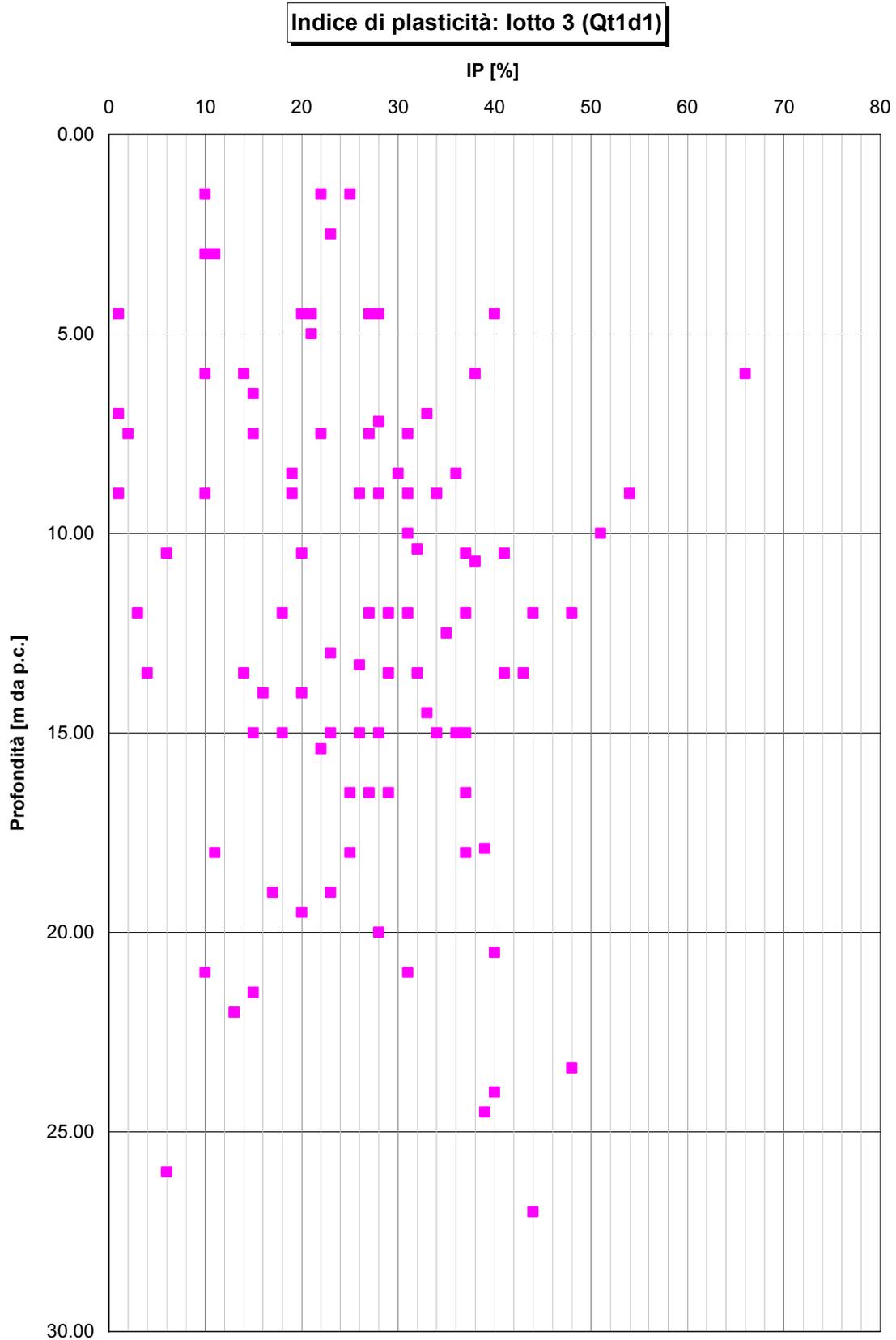


Figura 6-61

Carta di Casagrande: lotto 3 (Qt1d1)

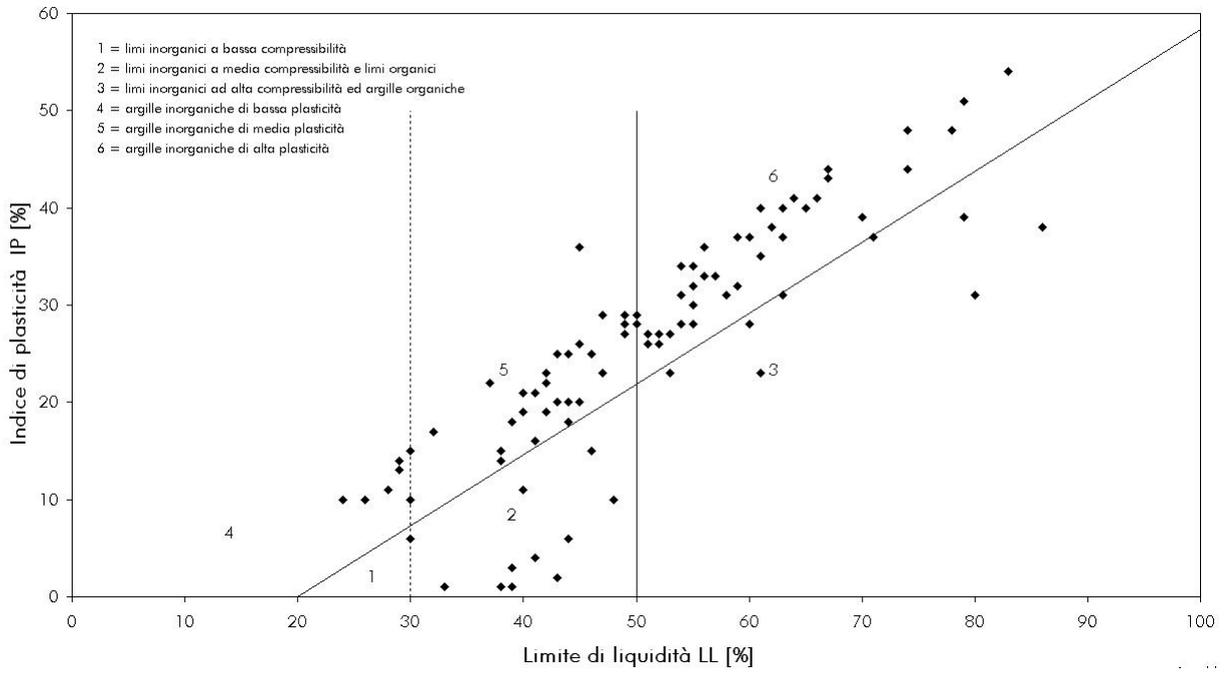


Figura 6-62

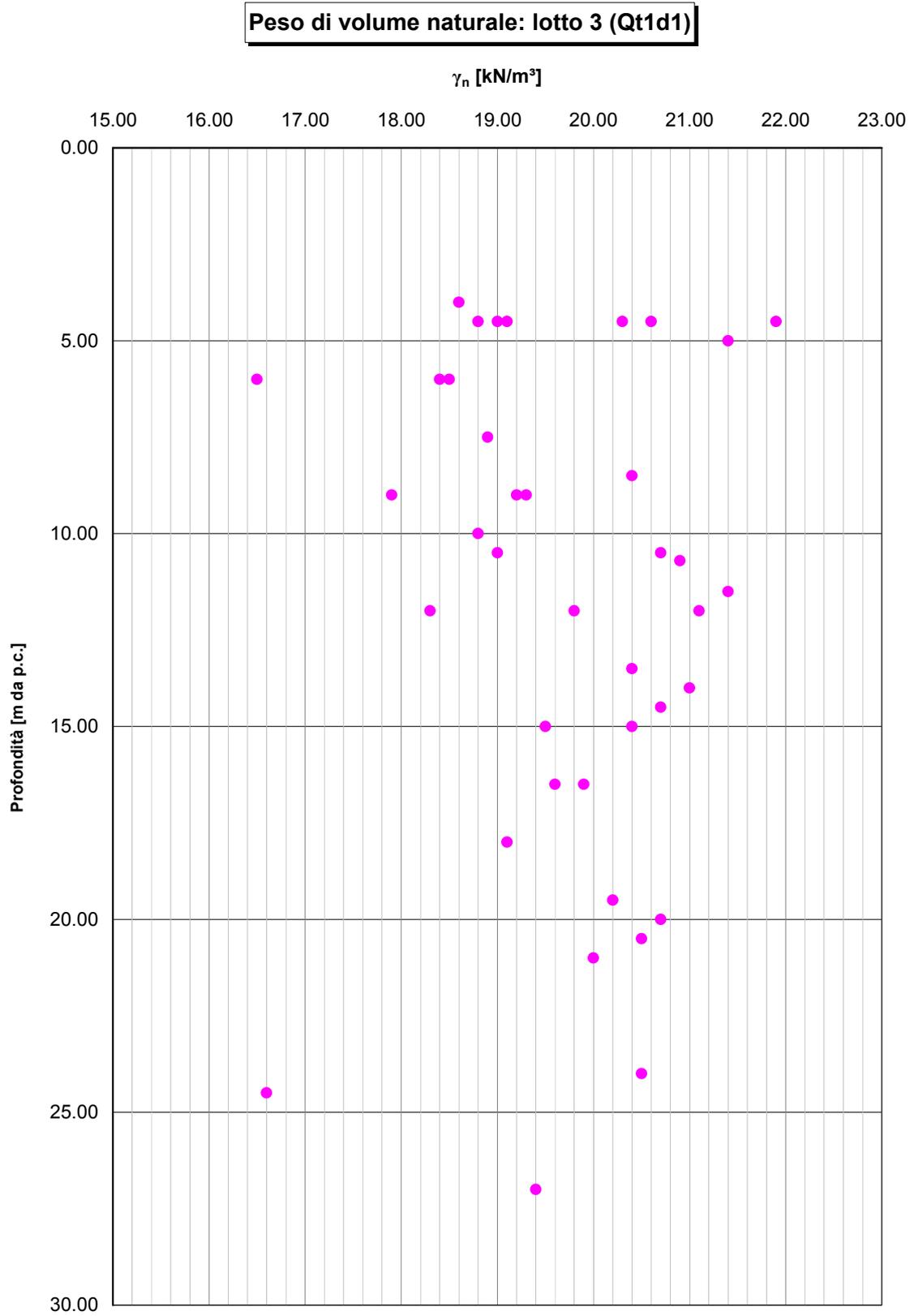


Figura 6-63

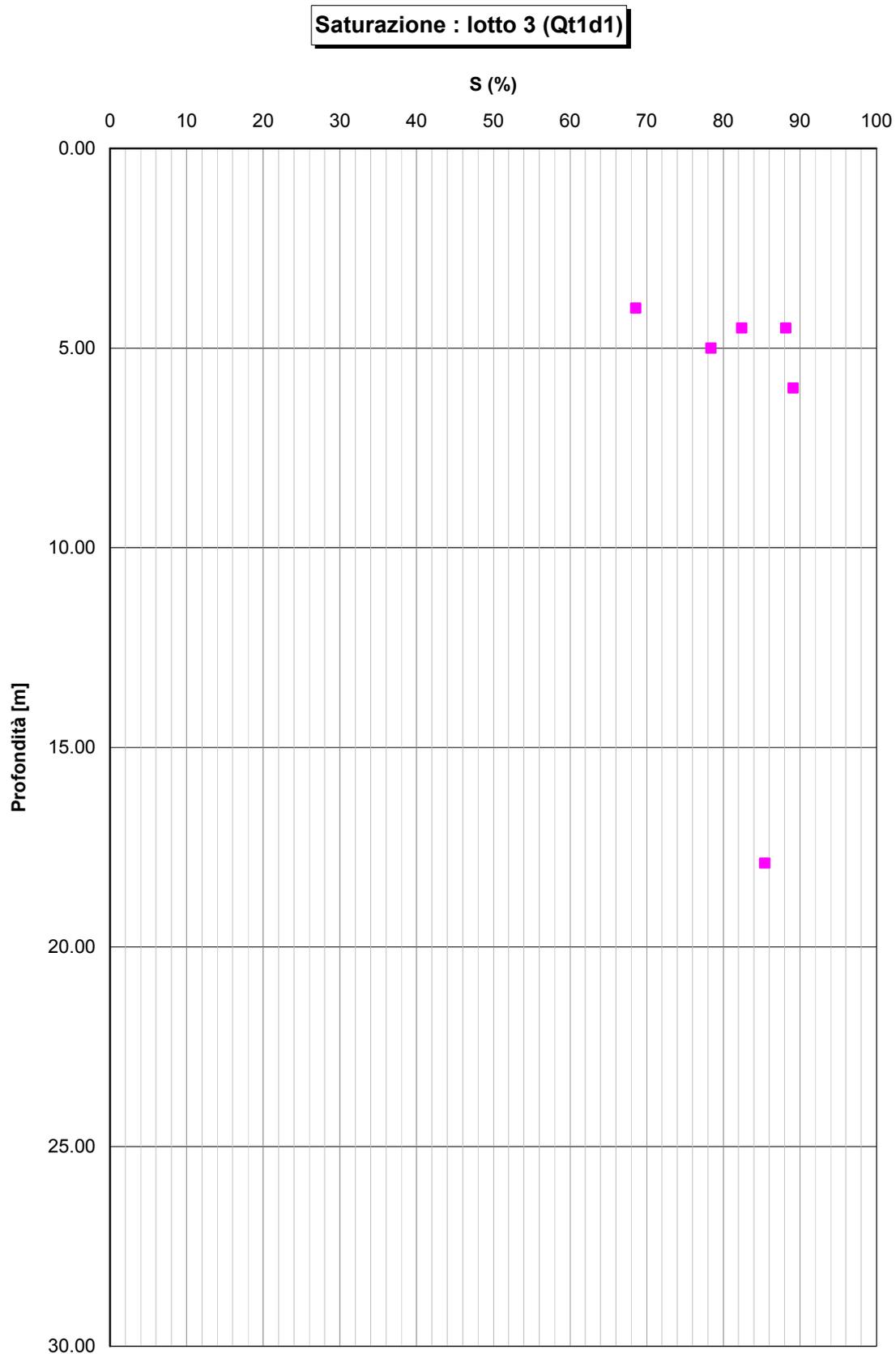


Figura 6-64

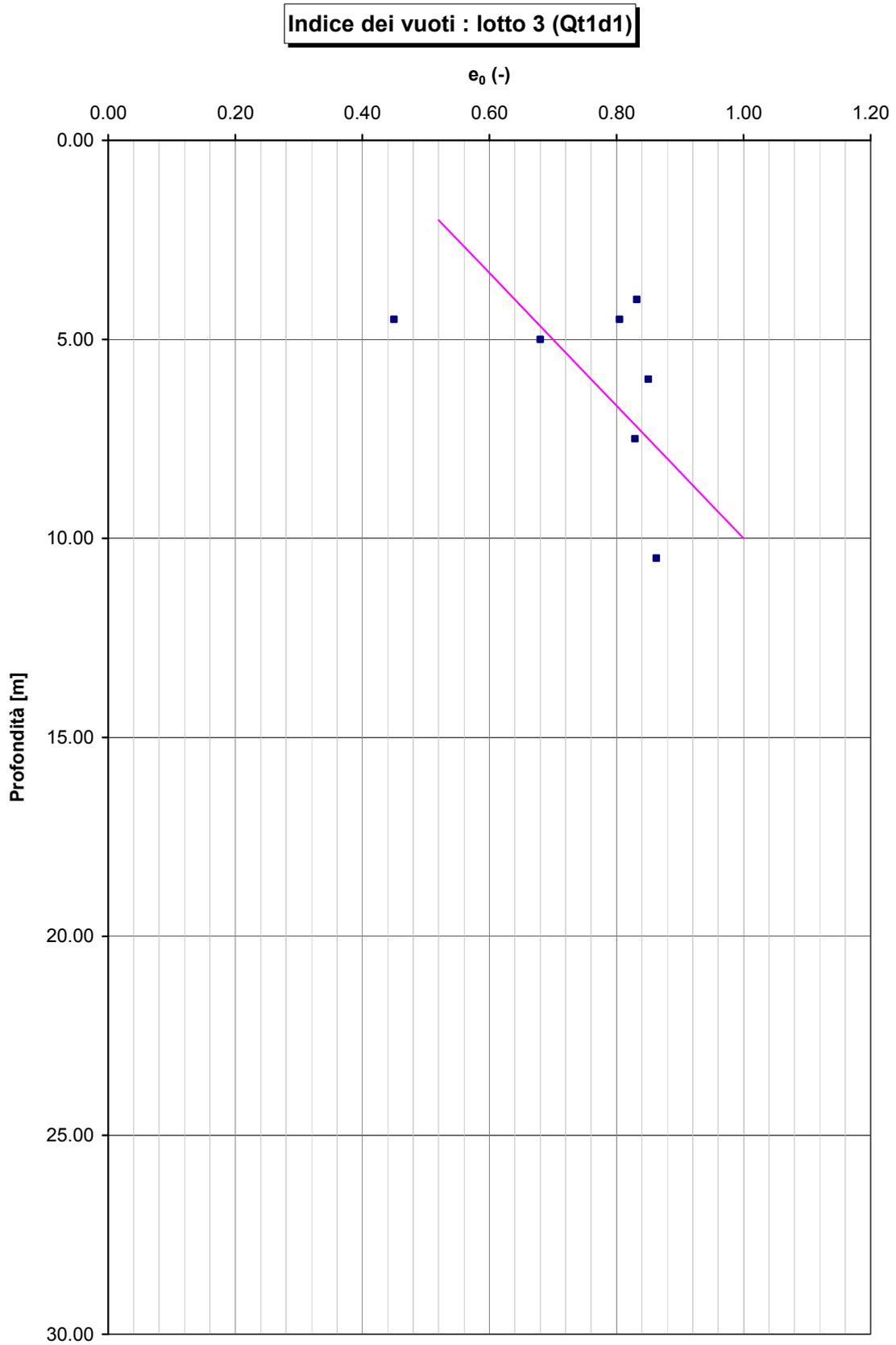


Figura 6-65

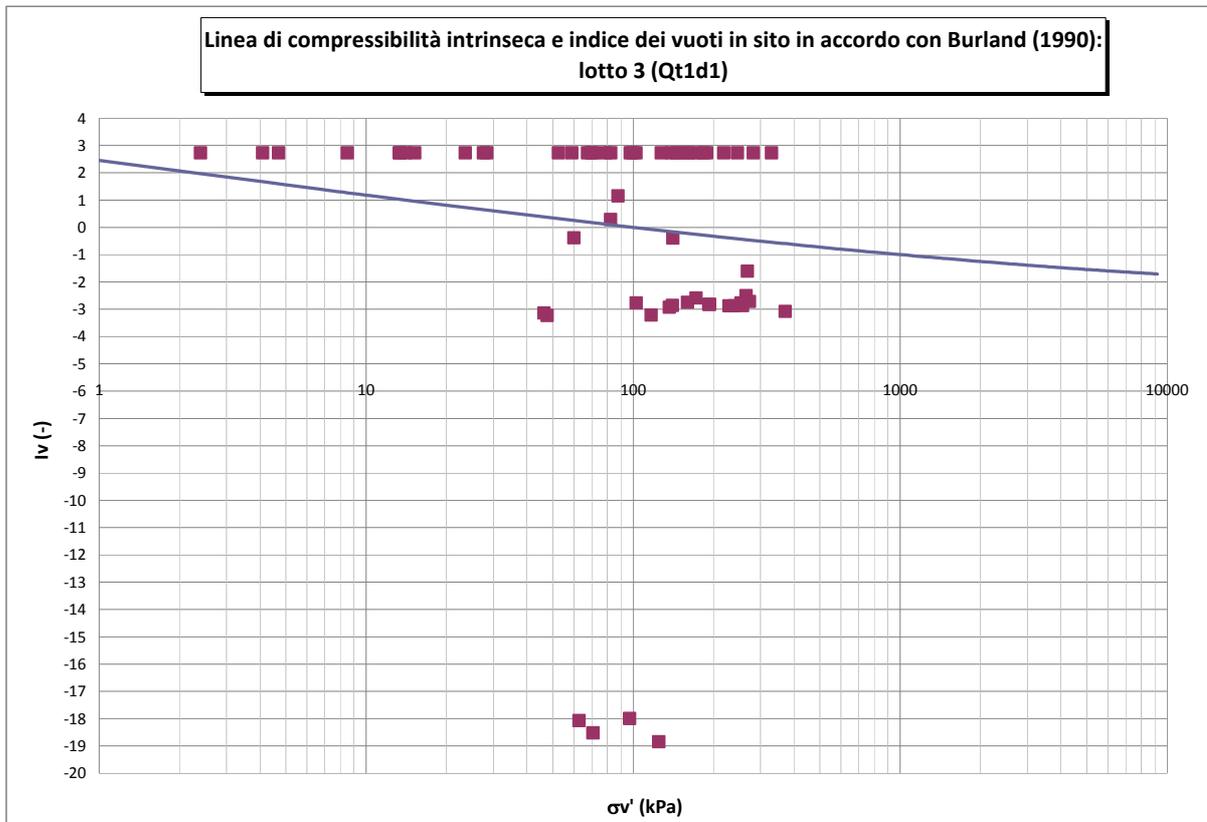


Figura 6-66

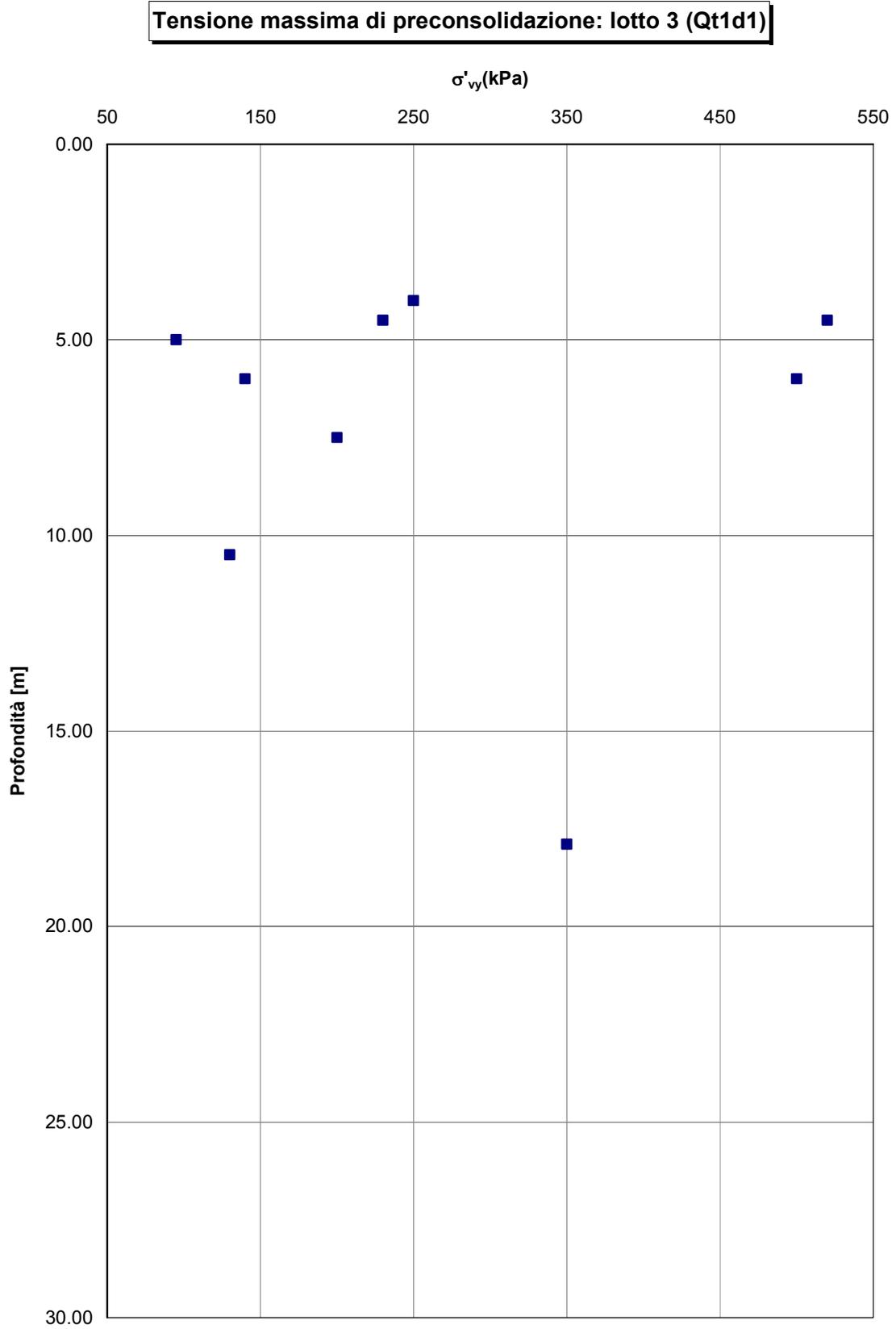


Figura 6-67

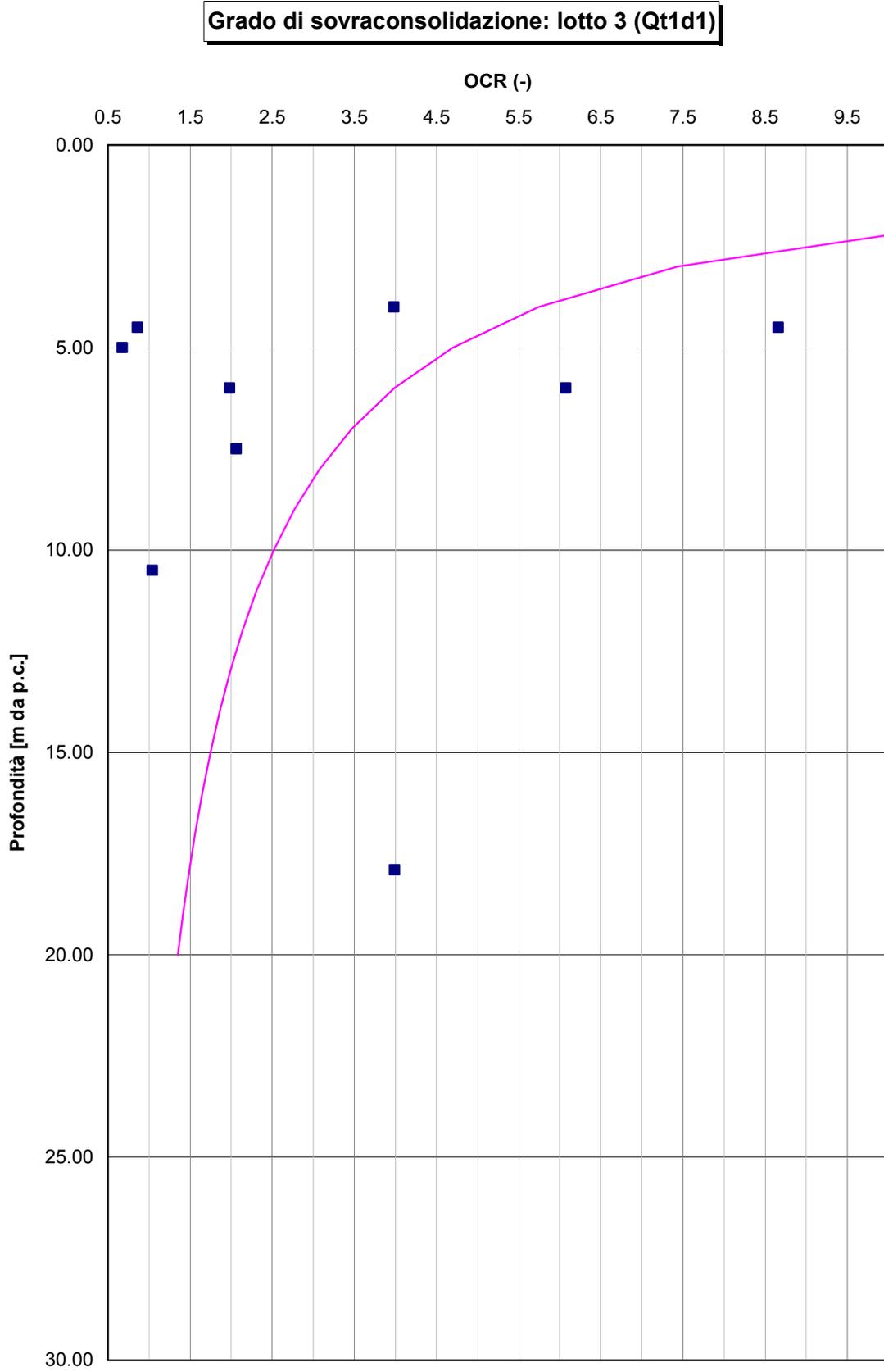


Figura 6-68



Figura 6-69

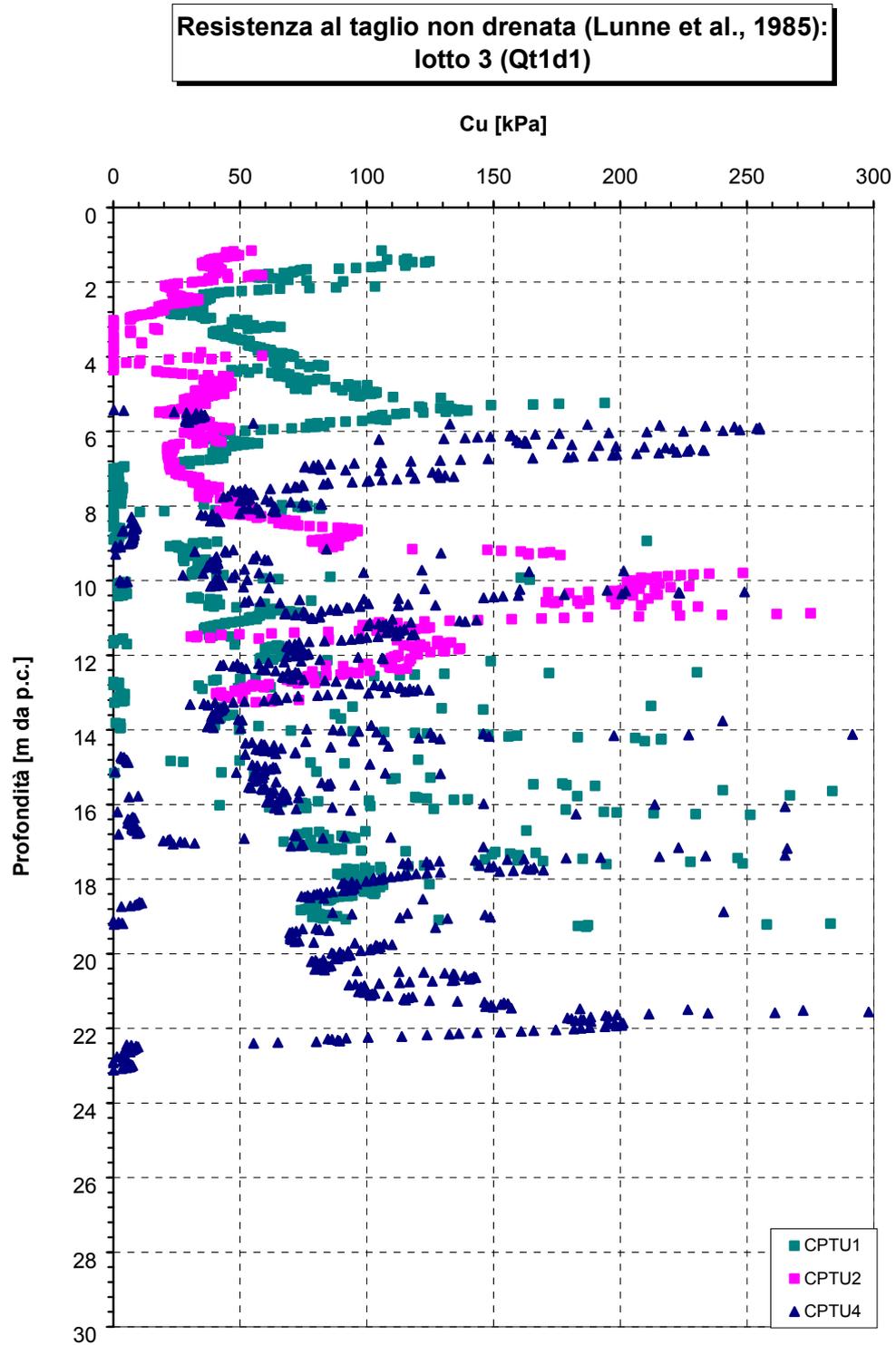


Figura 6-70

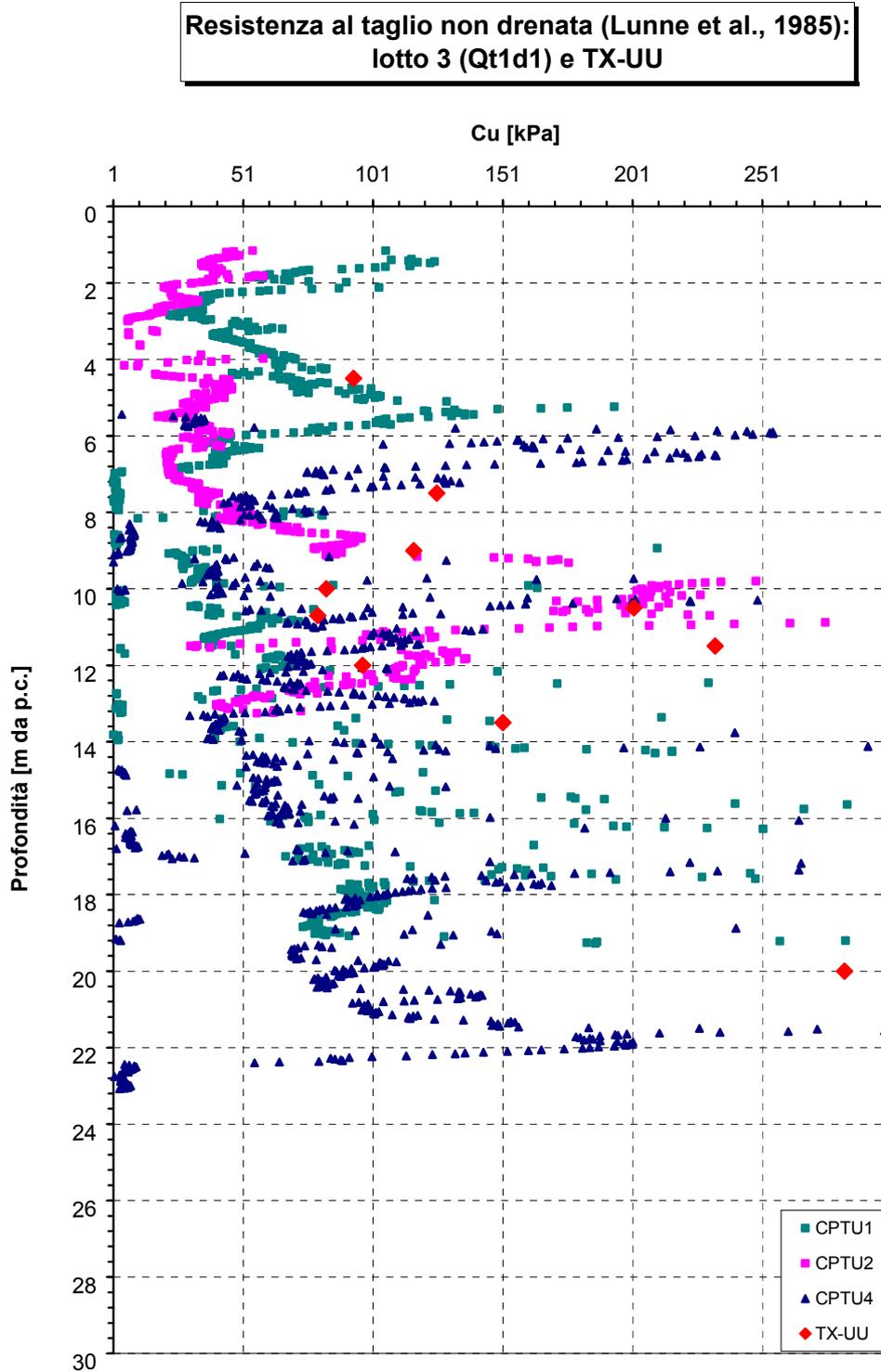


Figura 6-71

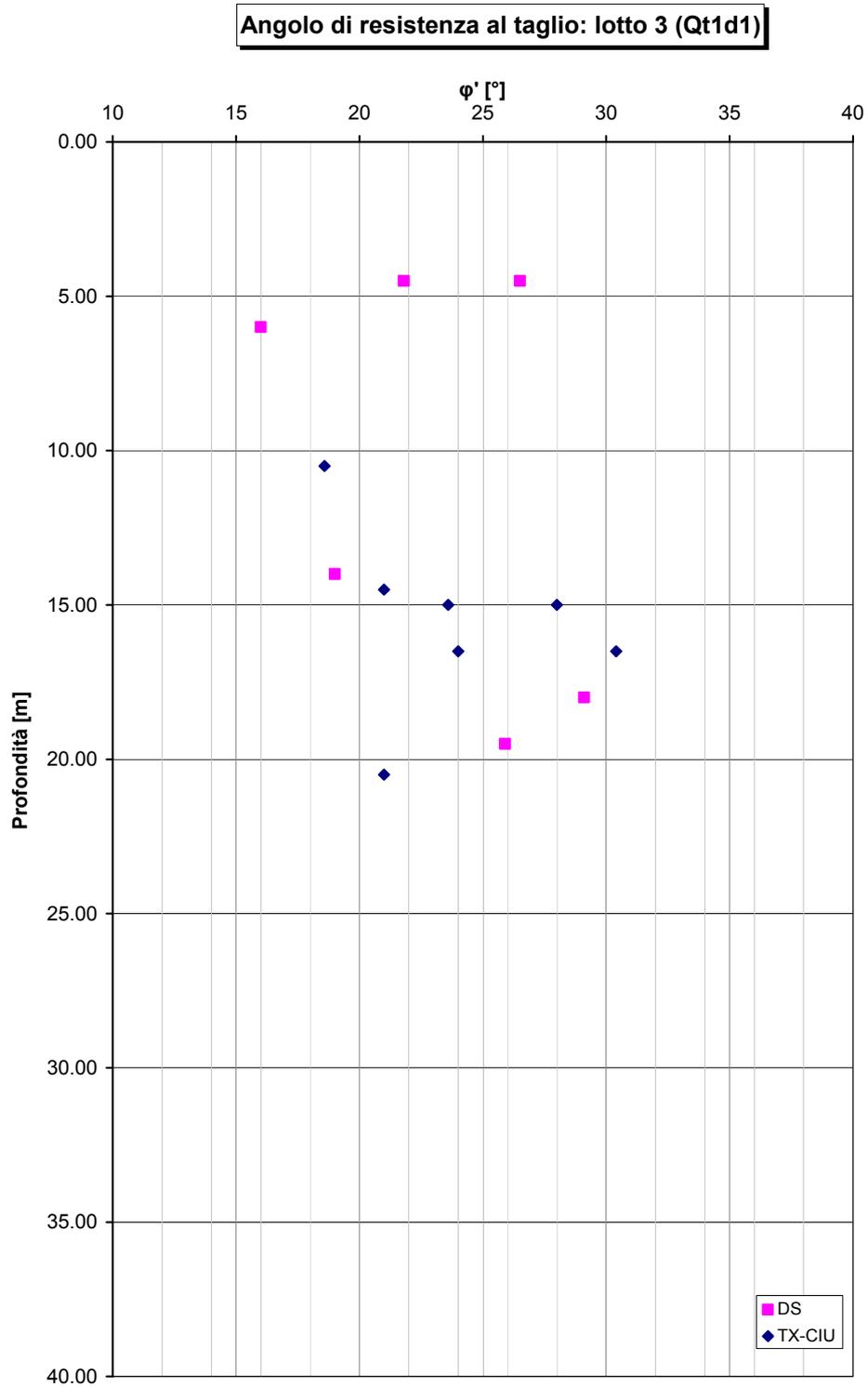


Figura 6-72

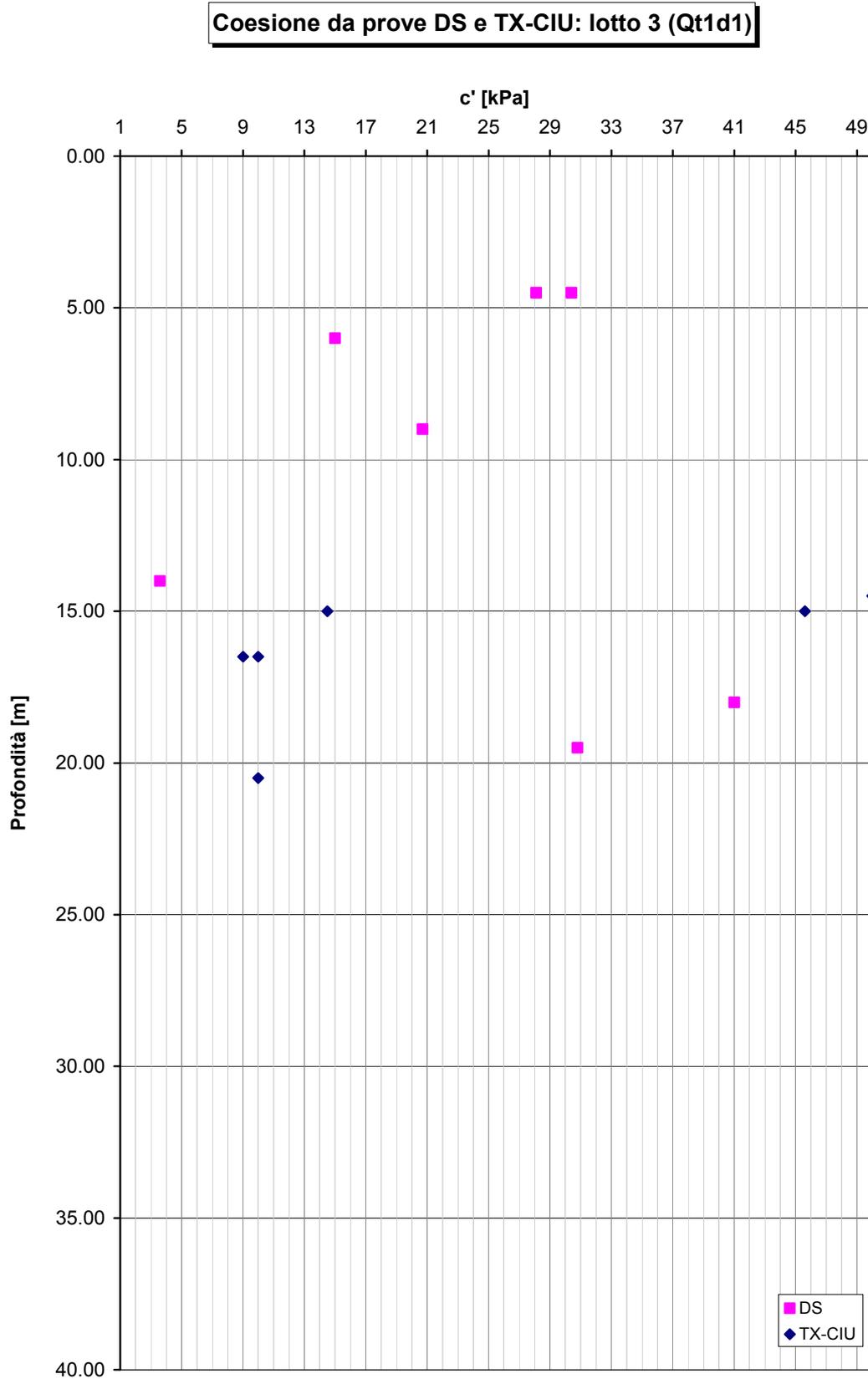


Figura 6-73

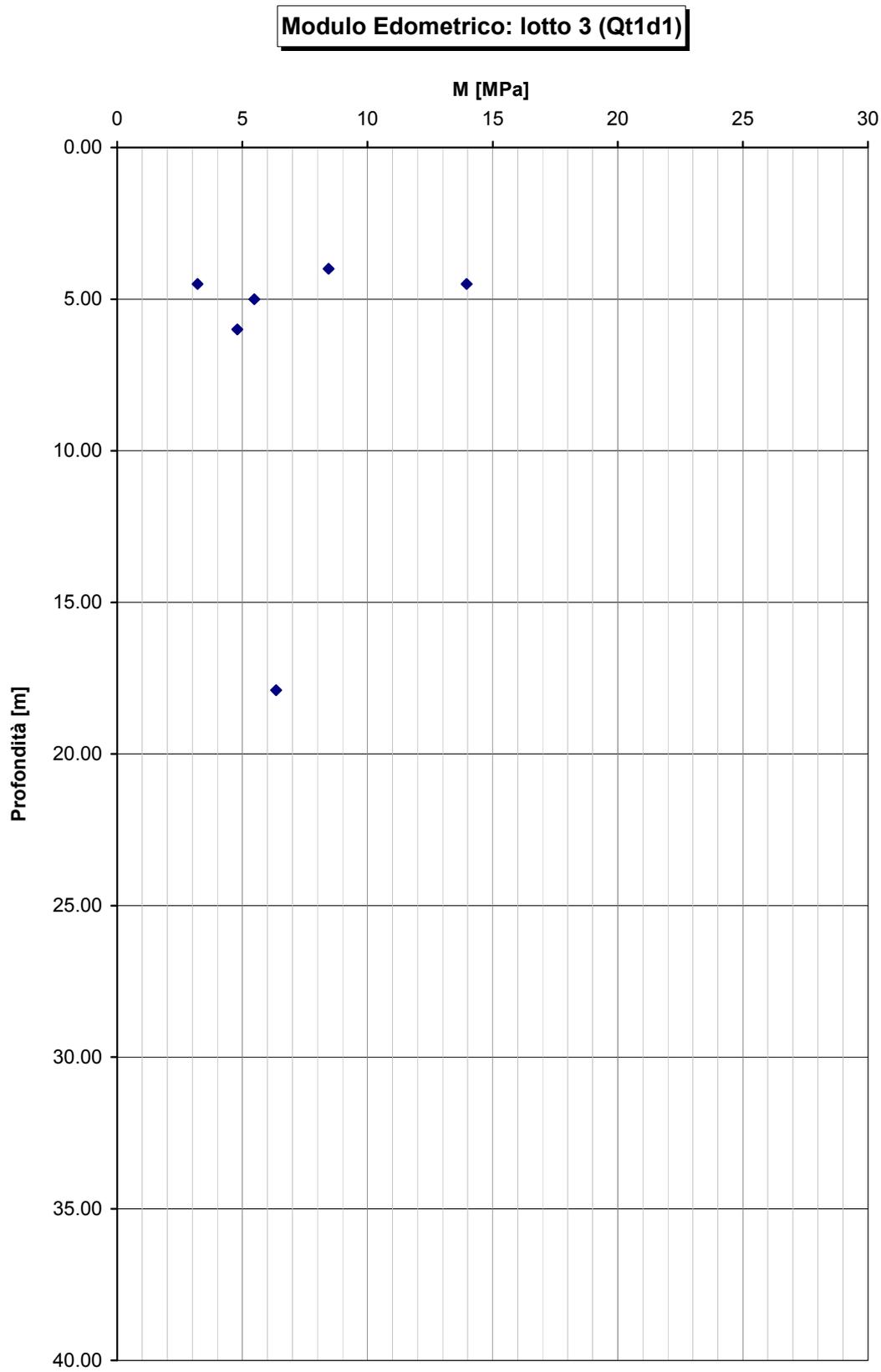


Figura 6-74

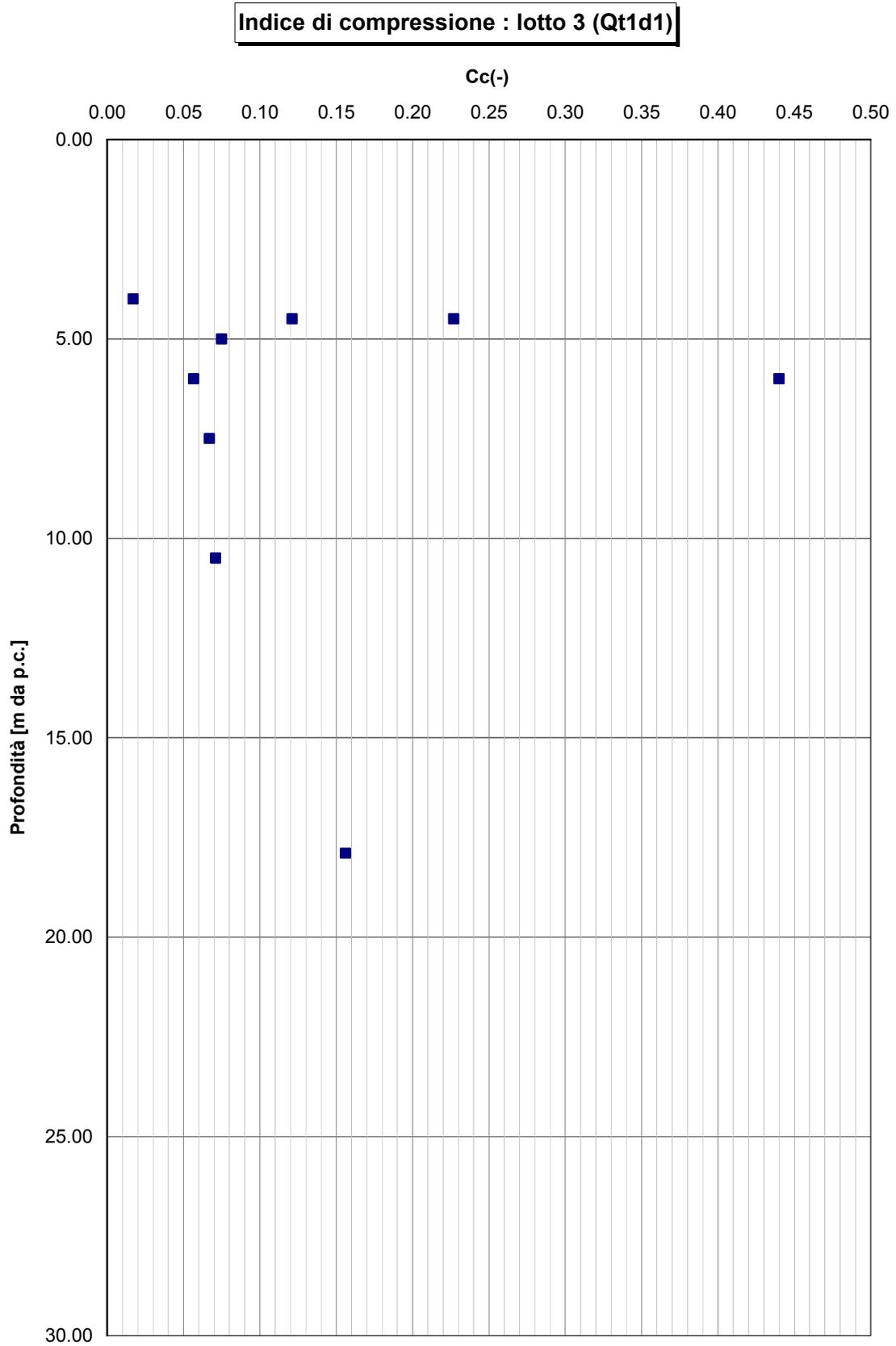


Figura 6-75

**Coefficiente di consolidazione primaria: lotto 3 (Qt1d1)**

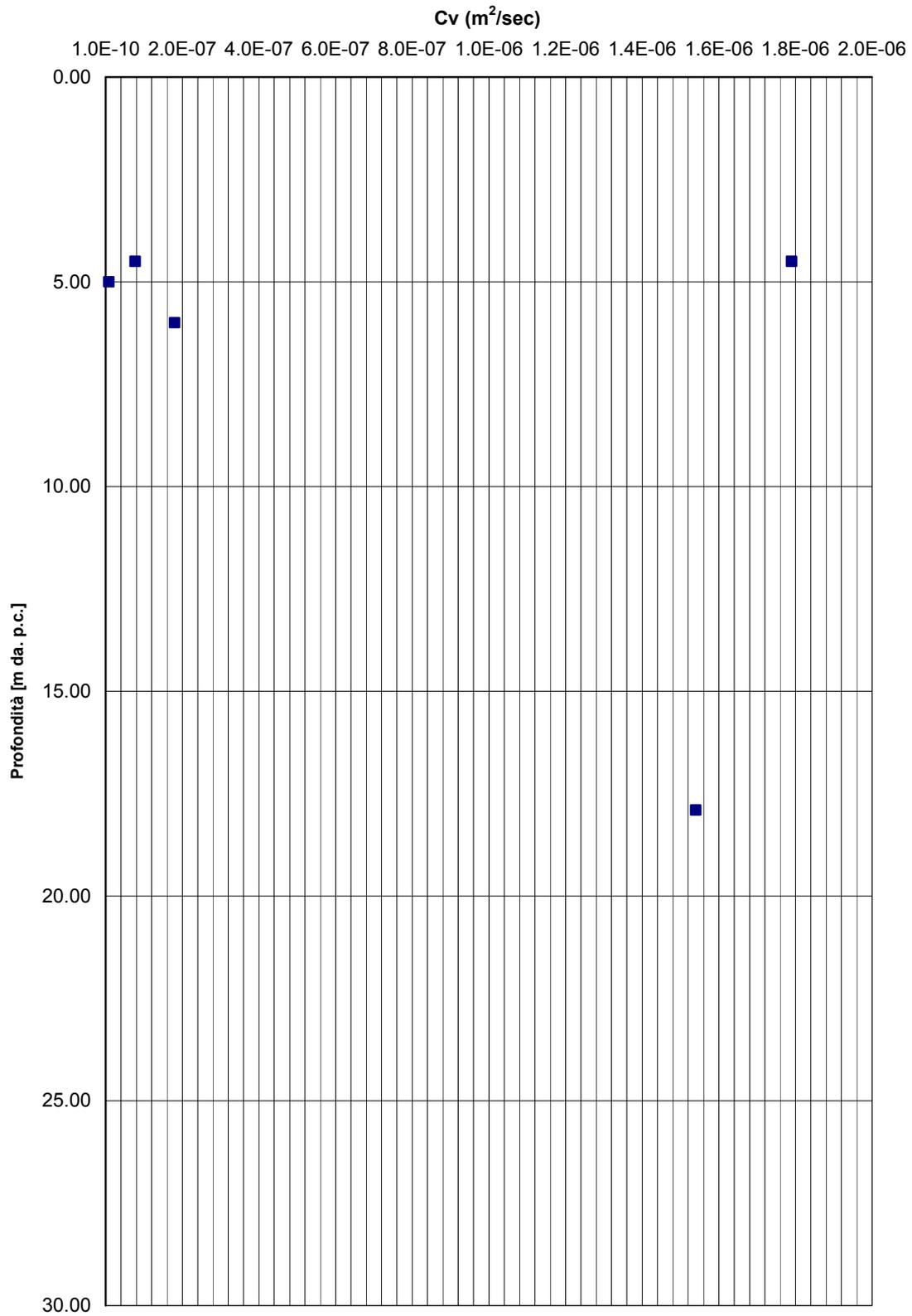


Figura 6-76

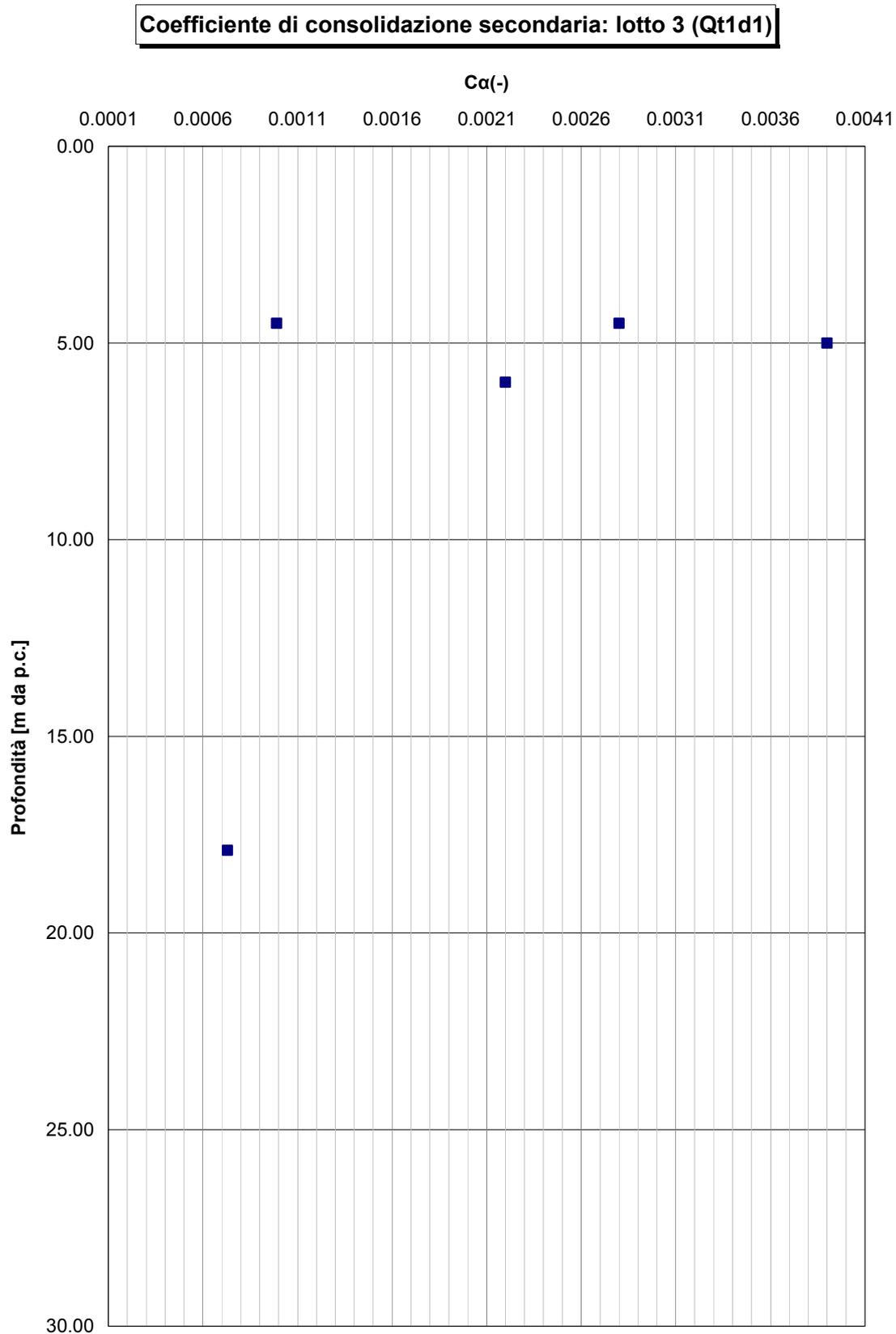


Figura 6-77

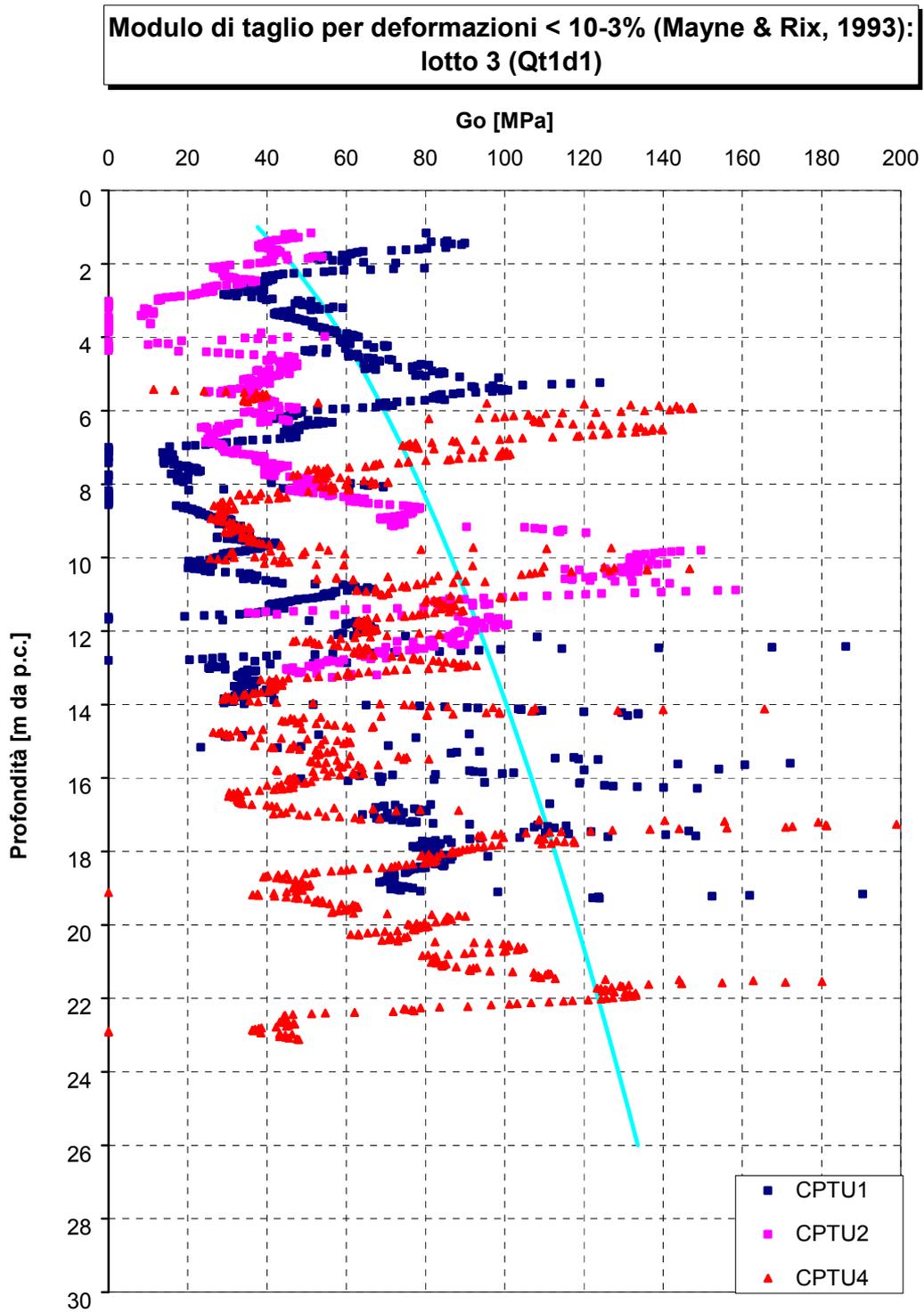


Figura 6-78

## **Depositi lagunari pleistocenici: argille e limi (Qt1b)**

### **6.6.9 Generalità**

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

E' necessario osservare che, data la limitata estensione della zona interessata dalla formazione in oggetto, si dispone di un numero esiguo di prove di laboratorio; inoltre, non si dispone di prove in situ e prove geofisiche.

I parametri di resistenza sono stati stimati a partire da un numero limitato di prove, mentre i parametri di deformabilità sono stati estrapolati dai primi (che, come detto, sono affetti da un certo grado di incertezza) utilizzando correlazioni empiriche.

### **6.6.10 Caratteristiche fisiche**

I limi argillosi e le argille limose in oggetto hanno curve granulometriche caratteristiche tipo quelle riportate nella **Figura 6-79**.

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

argilla = 15% ÷ 25%

limo = 32% ÷ 34%

sabbia = 41% ÷ 49%

ghiaia = 0% ÷ 4%

Le caratteristiche di plasticità (limite liquido LL e indice di plasticità IP) sono riportati nella **Figura 6-80** e **Figura 6-81** esse possono variare come segue:

LL = limite liquido = 22% ÷ 28%

IP = 8% ÷ 9%

Facendo riferimento alla "Carta di plasticità di Casagrande", riportata in **Figura 6-82**, i materiali in oggetto possono essere classificati come "argille inorganiche di bassa plasticità".

Il peso di volume naturale ( $\gamma_n$ ) risulta mediamente pari a  $\gamma_n = 20.6 \text{ kN/m}^3$  (**Figura 6-83**).

Il contenuto d'acqua naturale ( $w_n$ ), risulta generalmente compreso tra 17% e 20% (Figura 6-80).

### 6.6.11 Stato iniziale

Nella Figura 6-84 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 circa in corrispondenza della linea  $ICL_{oed}$ ; sotto tali presupposti essi sono da intendersi normalconsolidati.

Attraverso la tecnica SHANSEP presentata nel paragrafo 5.3.3, si è determinato un valore di OCR pari a 0.79 (non si dispone di prove edometriche per un raffronto di valori).

### 6.6.12 Resistenza al taglio non drenata

La resistenza al taglio non drenata ( $c_u$ ) è stata stimata a partire da prove TX-UU e da prove pocket PP effettuate su provini in laboratorio (Figura 6-85) e risulta compresa entro un range 30÷175 kPa.

### 6.6.13 Parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci

Le Figura 6-86 e Figura 6-87 riportano i risultati di una prova triassiale consolidata isotropicamente non drenata (TX-CIU) 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:

$c_p' = 5.9 \text{ kPa}$  = intercetta di coesione;

$\varphi_p' = 34.6^\circ$  = angolo di attrito.

Tali valori si riferiscono ad un'unica prova di laboratorio e pertanto sono da ritenersi puramente indicativi.

### 6.6.14 Caratteristiche di deformabilità

Non avendo a disposizione prove edometriche né prove in sito, il valore del modulo edometrico è stato ricavato attraverso la seguente correlazione empirica:

$$M=100 \times C_u$$

Assumendo per la  $C_u$  mediamente un valore pari a  $C_u=77.0$  kPa, il modulo edometrico risulta quindi pari a circa 7.7 MPa.

Come già osservato in precedenza, i parametri di resistenza ( $C_u$ ) sono stati stimati a partire da un numero limitato di prove, per cui la stima dei parametri di deformabilità ( $M$ ) risulta già affetta da un grado di incertezza che si incrementa ulteriormente utilizzando una correlazione approssimata.

### 6.6.15 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:

Qt1b	
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	20.6
$e_o$ (-)	-
$\varphi'$ (°)	34.6 <sup>(1)</sup>
$c'$ (kPa)	5.9 <sup>(1)</sup>
$C_u$ (kPa)	77.0 <sup>(1)</sup>
$OCR^* = \sigma_{vy}' / \sigma_{vo}'$ (-)	0.79
$k_o$ (-)	-
$C_c$ (-)	-
$C_r$ (-)	-
$C_{\alpha\epsilon}$ (-)	-

$k_v$ (m/sec)	-
$c_v$ (m <sup>2</sup> /sec)	-
M (MPa)	7.7 <sup>(2)</sup>

**Simbologia:**

$\gamma_t$  = peso di volume naturale;

$\varphi'$  = 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:**

<sup>(1)</sup> = Dato il numero limitato di prove di laboratorio, il valore è da ritenersi indicativo;

<sup>(2)</sup> = Valore ottenuto da una correlazione approssimata a partire da parametri di resistenza stimati sulla base di un limitato numero di prove di laboratorio e pertanto da ritenersi indicativo.

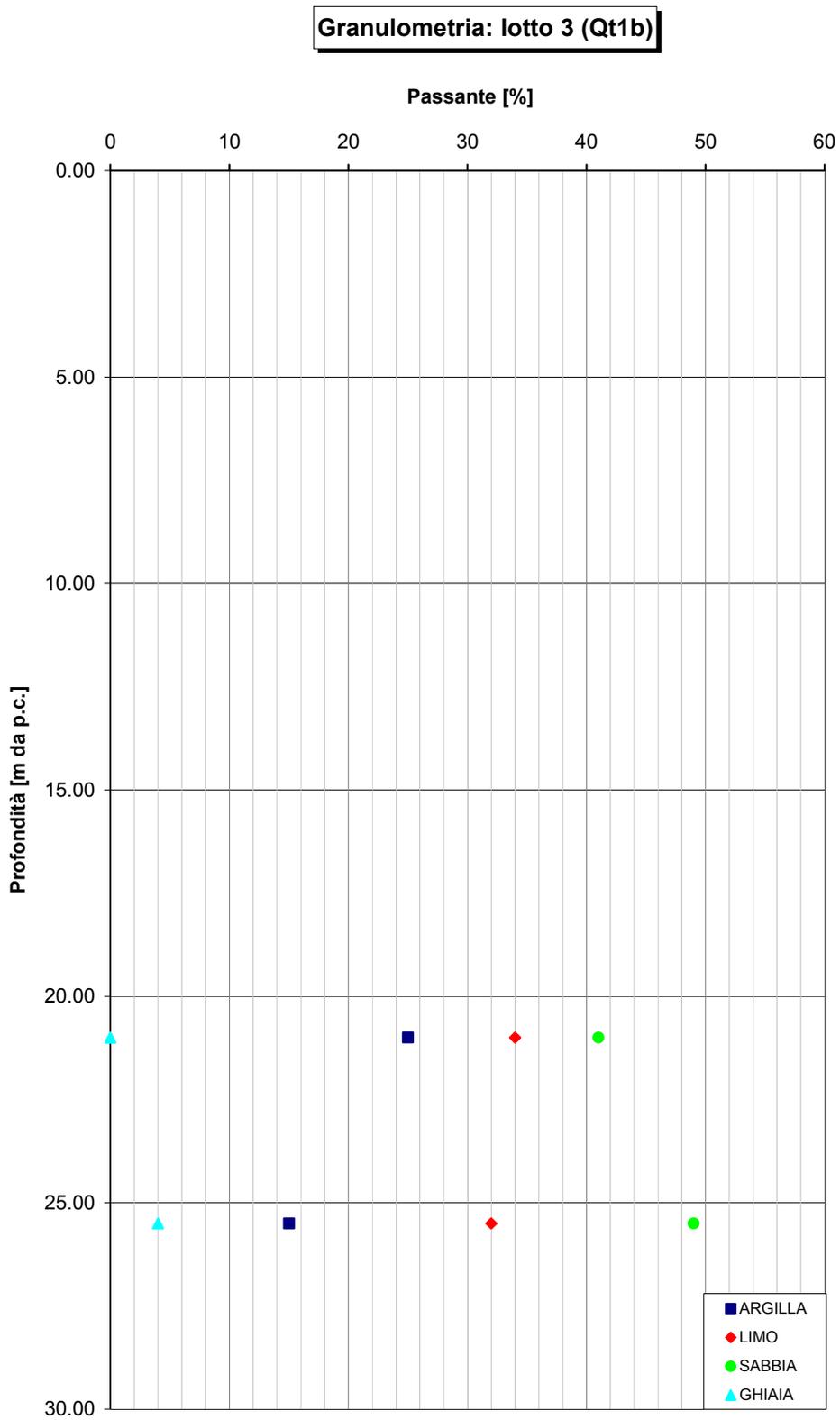


Figura 6-79

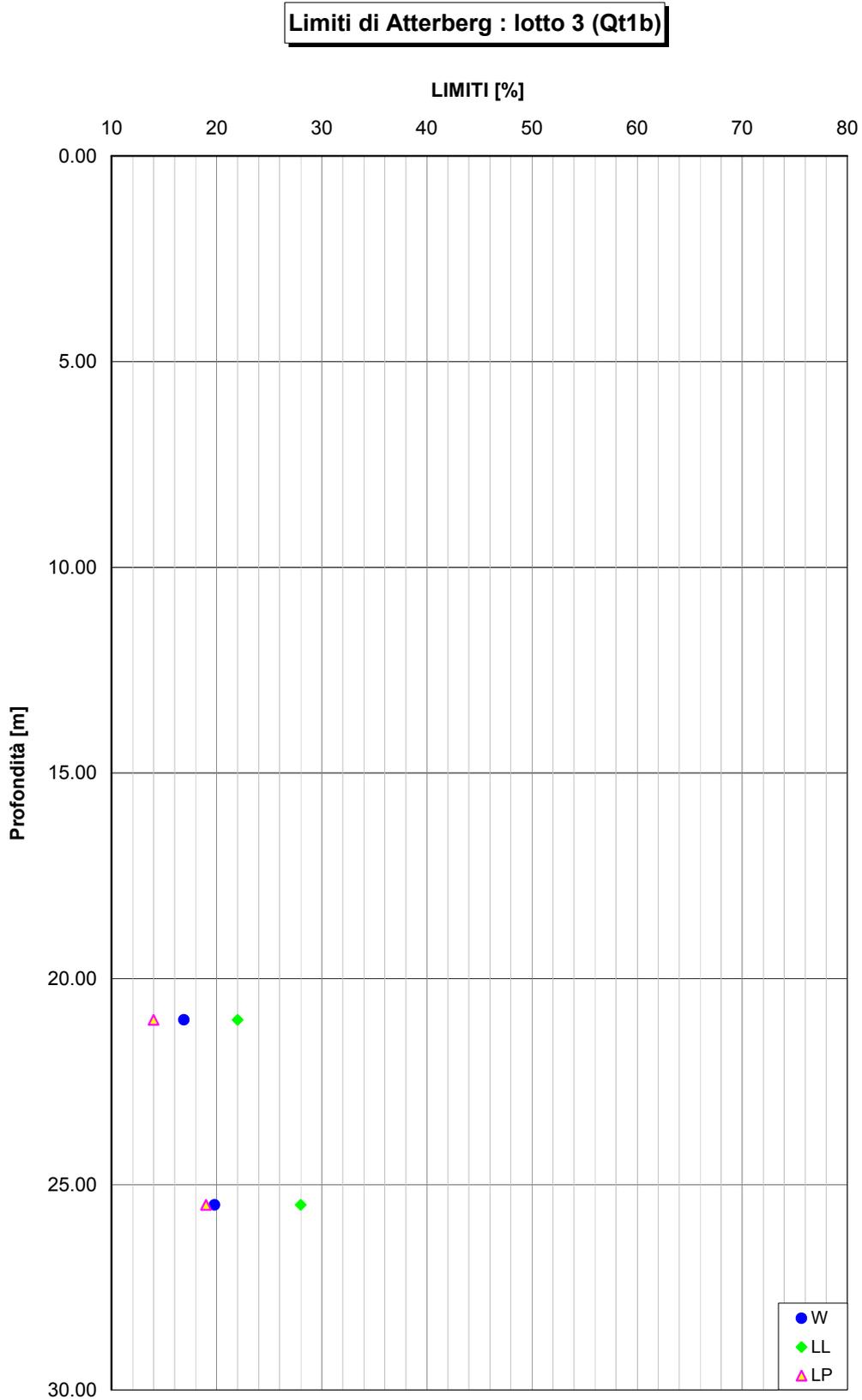


Figura 6-80

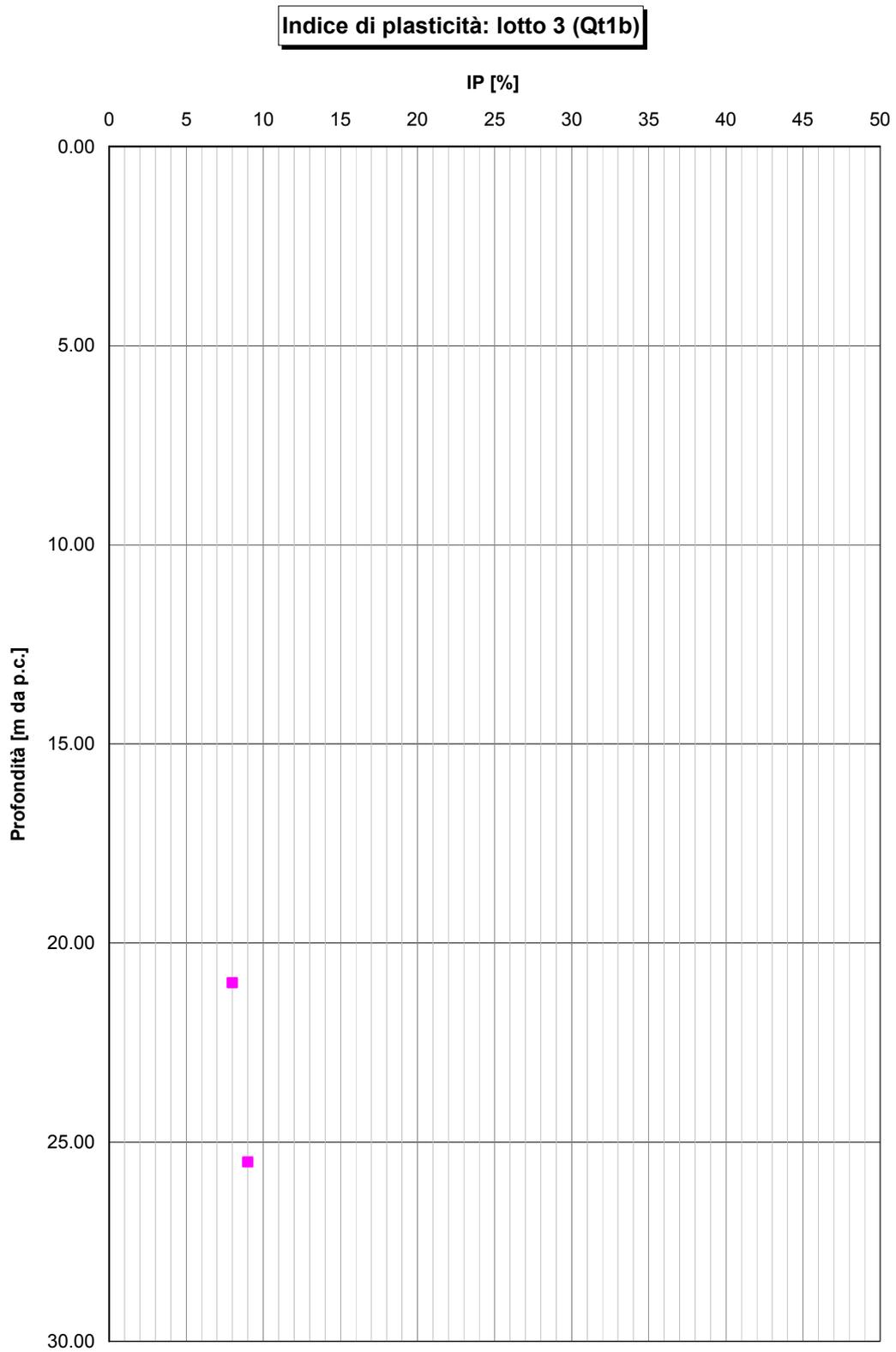


Figura 6-81

Carta di Casagrande: lotto 3 (Qt1b)

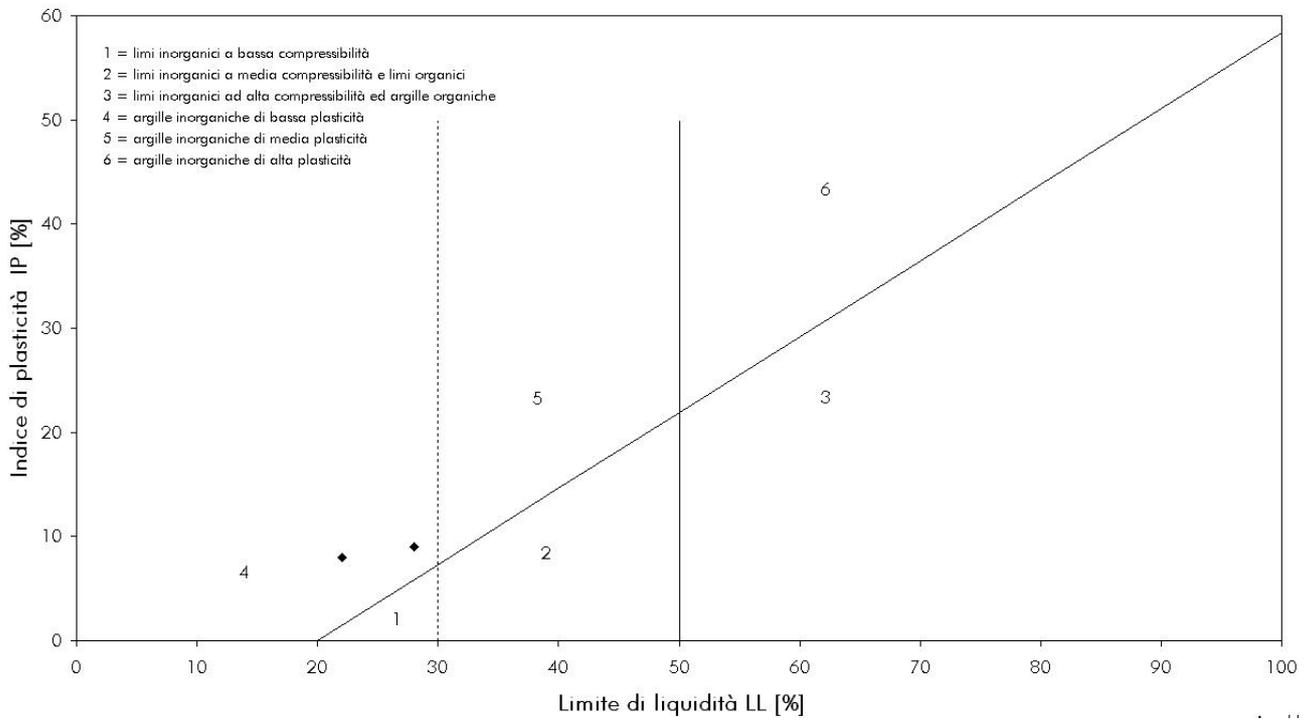


Figura 6-82

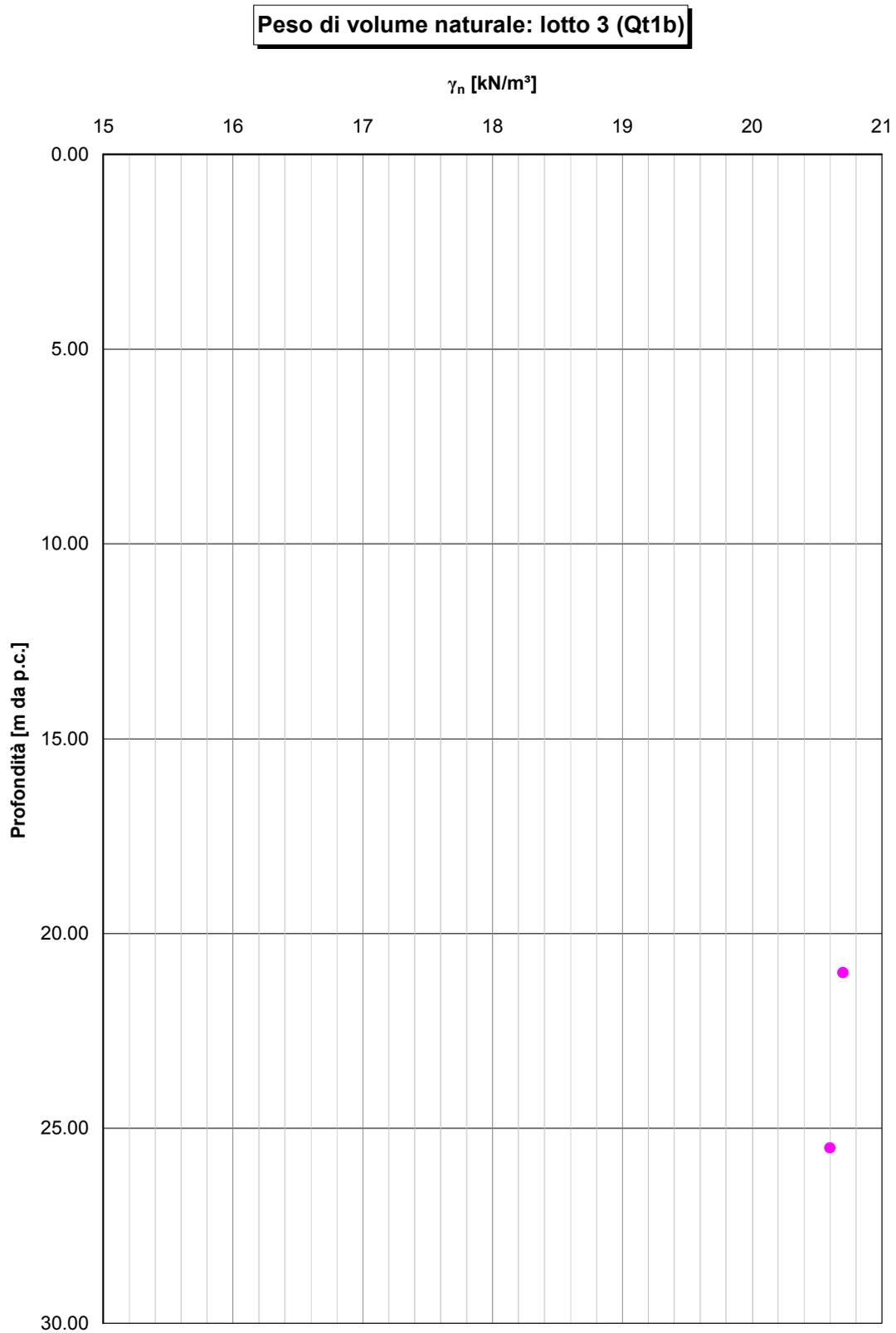


Figura 6-83

**Linea di compressibilità intrinseca e indice dei vuoti in sito in accordo con Burland (1990):  
lotto 3 (Qt1b)**

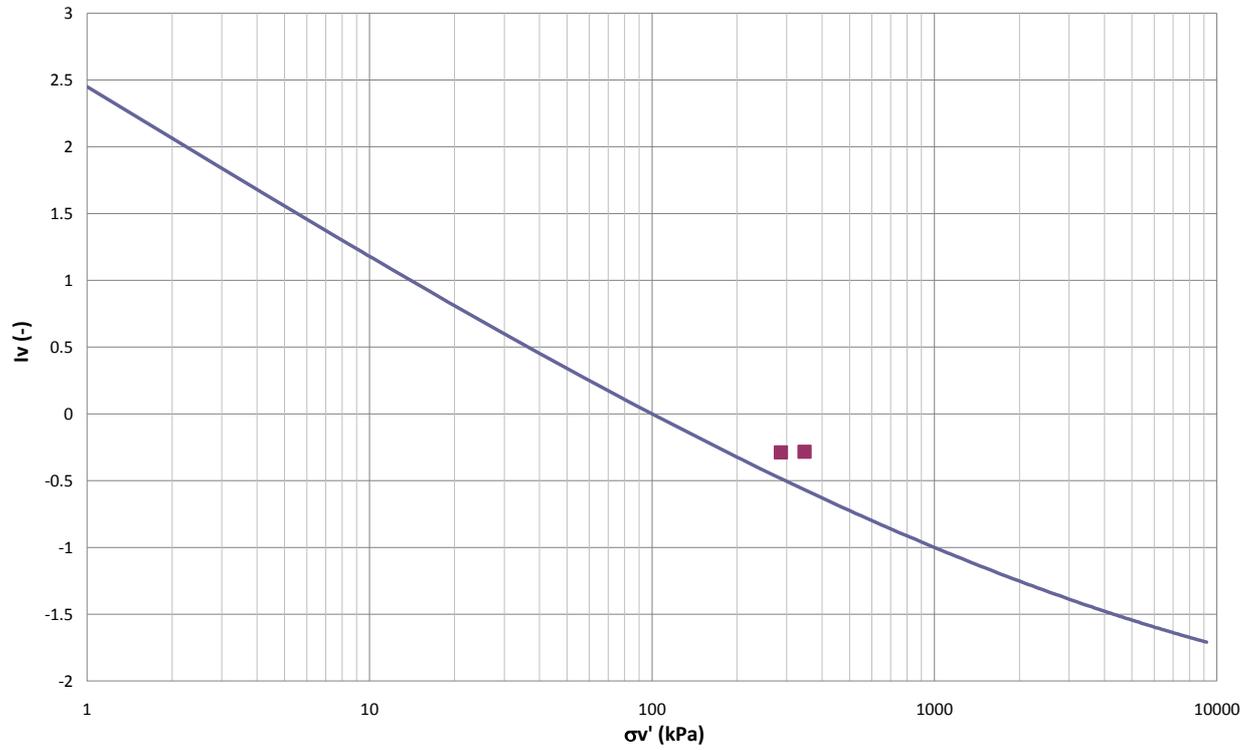


Figura 6-84

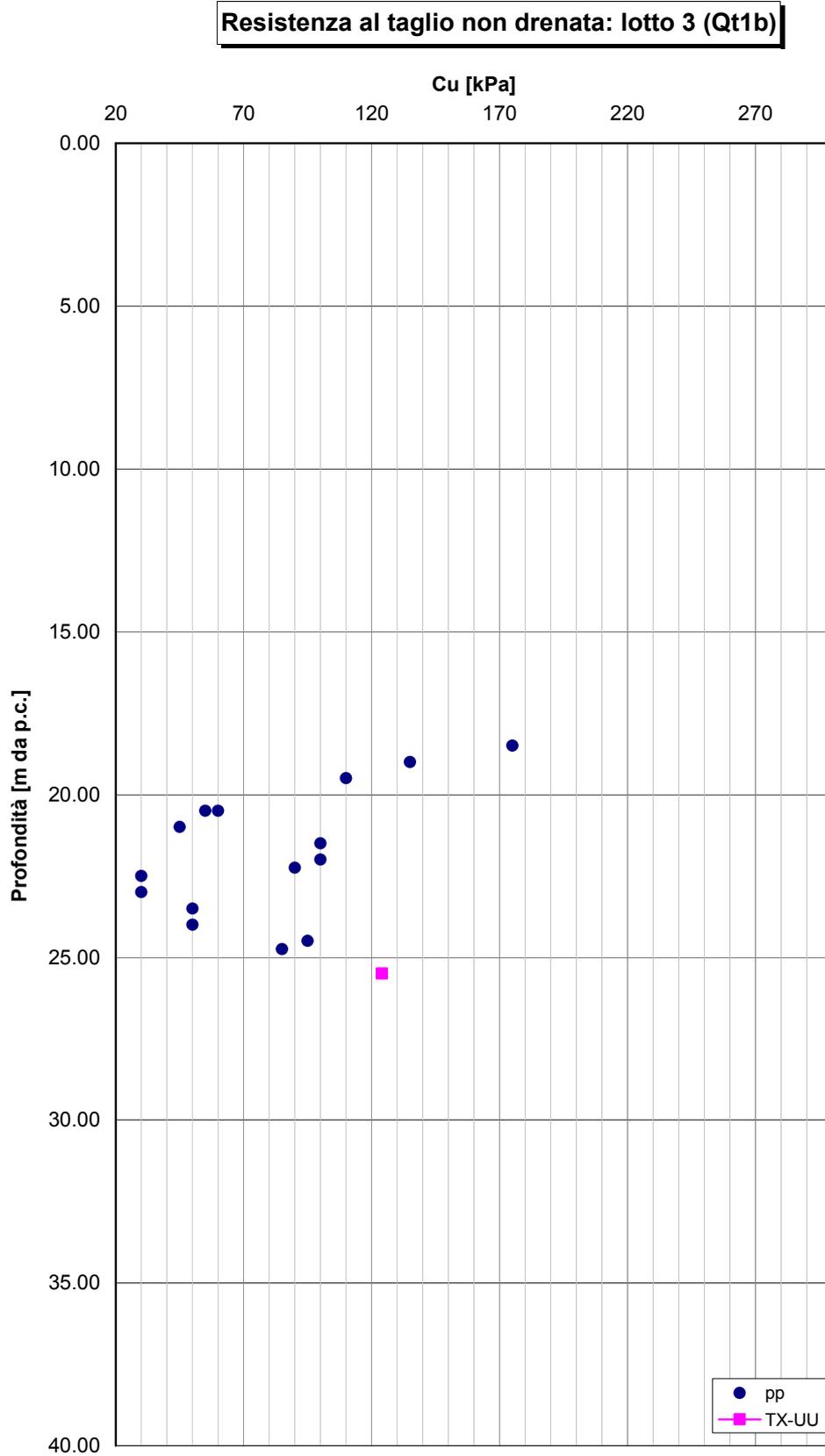


Figura 6-85

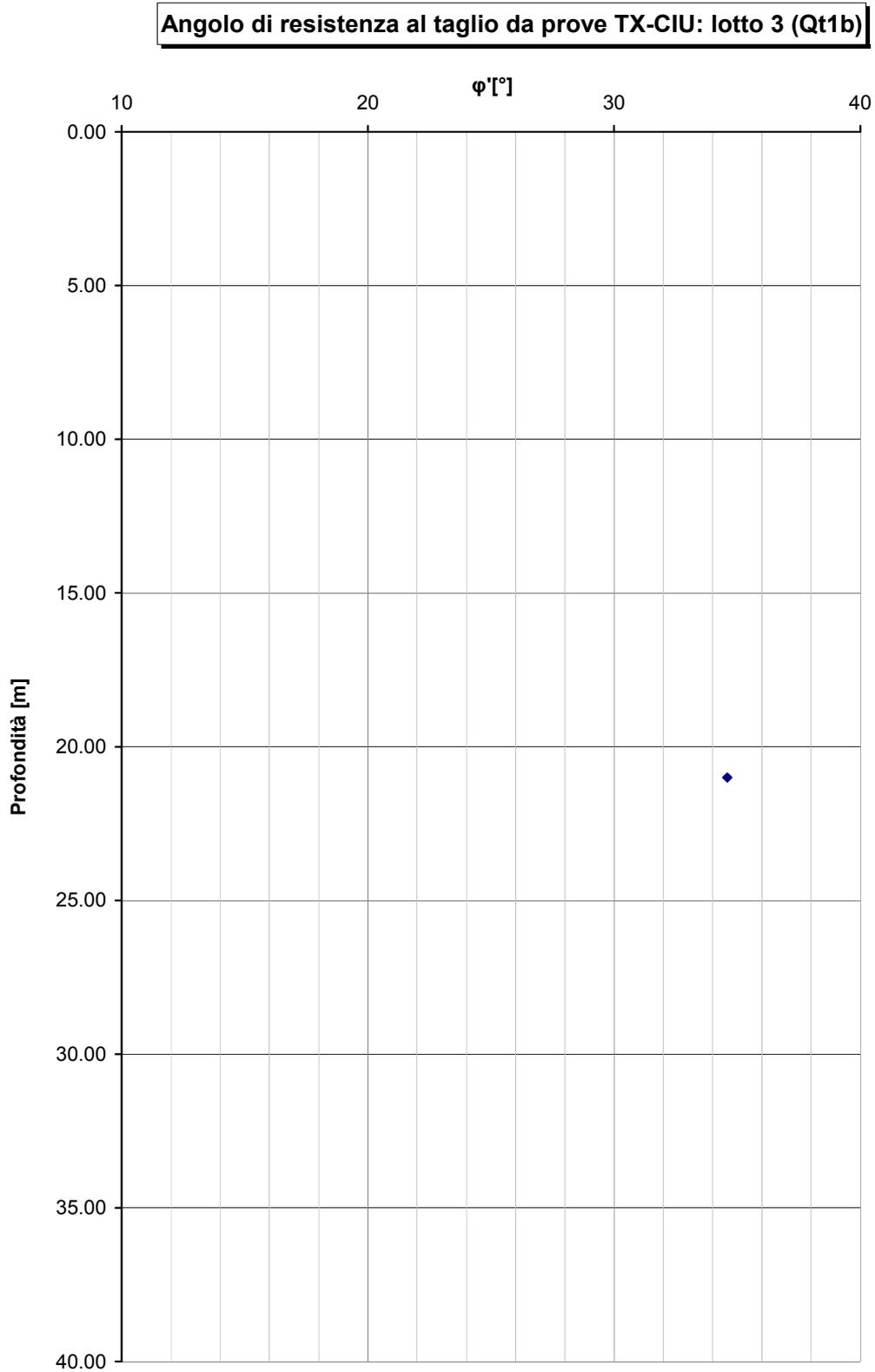


Figura 6-86

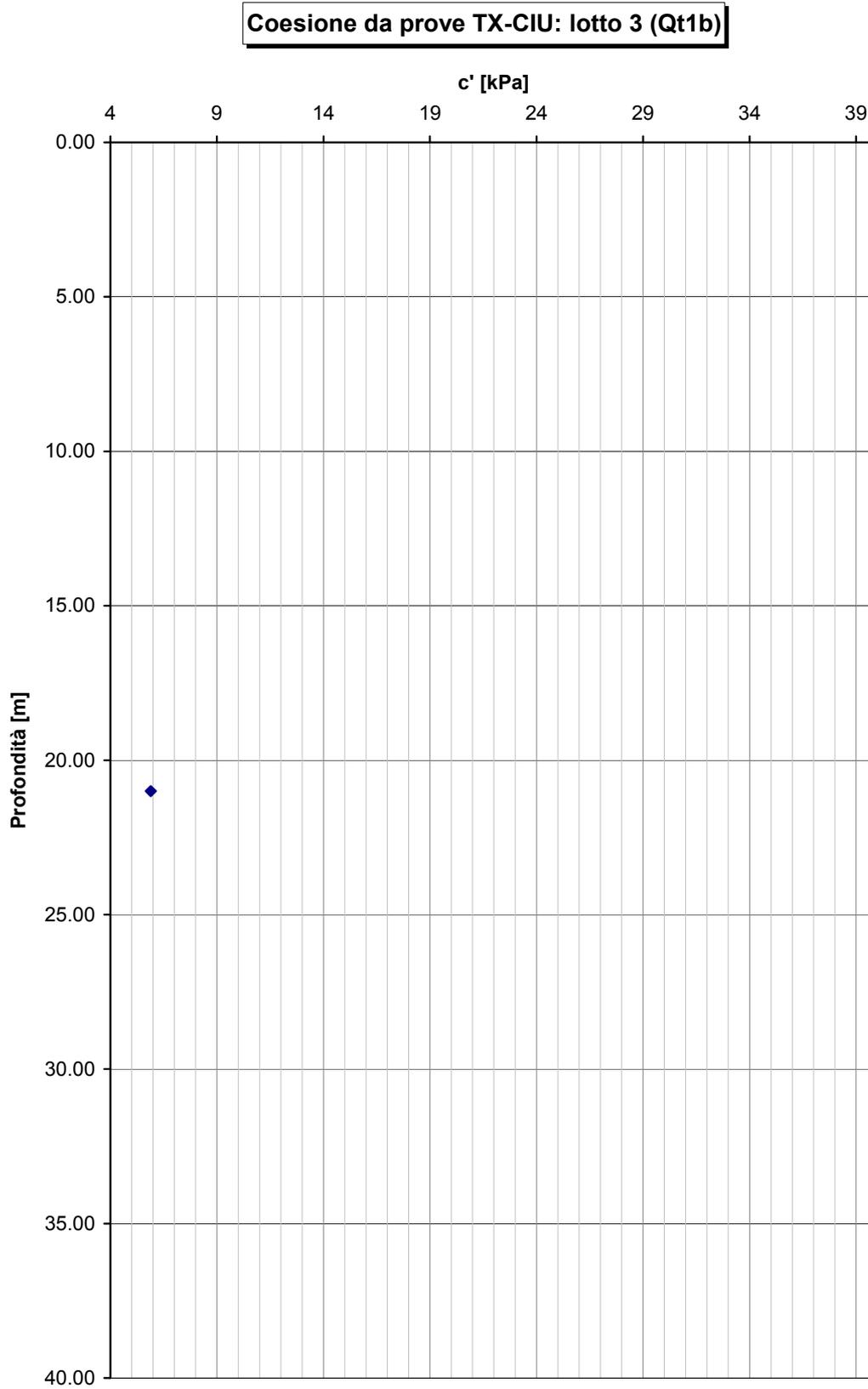


Figura 6-87

## **6.7 Depositi neogenici pliocenici: argille grigio-azzurre (FAA)**

### **6.7.1 Generalità**

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

### **6.7.2 Caratteristiche fisiche**

I limi argillosi e le argille limose in oggetto hanno curve granulometriche caratteristiche tipo quelle riportate nella **Figura 6-88**.

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

argilla = 3% ÷ 73%

limo = 11% ÷ 72%

sabbia = 0% ÷ 70%

ghiaia = 0% ÷ 68%

Le caratteristiche di plasticità (limite liquido LL e indice di plasticità IP) sono riportate nella **Figura 6-89** e **Figura 6-90** esse possono variare come segue:

LL = limite liquido = 29% ÷ 73%

IP = 10% ÷ 48%

Facendo riferimento alla "Carta di plasticità di Casagrande", riportata in **Figura 6-91**, i materiali in oggetto possono essere classificati come "argille inorganiche di media ed alta plasticità".

Il peso di volume naturale ( $\gamma_n$ ) risulta compreso tra  $\gamma_n = 16.8 \div 23.1$  kN/m<sup>3</sup> (**Figura 6-92**).

Il contenuto d'acqua naturale ( $w_n$ ), risulta generalmente compreso tra 10% e 30% (**Figura 6-89**).

### 6.7.3 Stato iniziale

Nella **Figura 6-94** è riportato lo stato iniziale dei materiali nel piano di Burland (1990)  $l_v$ - $\log \sigma_{vo}'$ ; 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 sovraconsolidati meccanicamente.

Avendo a disposizione un'unica prova edometrica, dalla quale non è possibile ottenere un valore affidabile di OCR, esso è stato calcolato attraverso la tecnica SHANSEP presentata nel **paragrafo 5.3.3**, ottenendo un valore mediamente pari a 6.2.

### 6.7.4 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 6-95**. Risulta compresa entro un range 330÷717 kPa.

### 6.7.5 Parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci

Le **Figura 6-96** e **Figura 6-97** riportano i risultati delle prove di laboratorio triassiali consolidate isotropicamente non drenate (TX-CIU) e di taglio diretto (DS) 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:

$c_p' = 6 \div 135$  kPa = intercetta di coesione;

$\varphi_p' = 19 \div 33^\circ$  = angolo di attrito.

### 6.7.6 Caratteristiche di deformabilità

Il valore del modulo edometrico  $M$  calcolato sulla scorta delle prove edometriche è riportato in **Figura 6-98** ed è pari a 19.74. Dato che tale valore è stato calcolato sulla base di un'unica prova edometrica, è da ritenersi indicativo.

### 6.7.7 Coefficienti di permeabilità e coefficienti di consolidazione primaria e secondaria

Il coefficiente di permeabilità nella direzione verticale è stato ricavato a partire dai risultati di una prova di permeabilità Lefranc, ed è pari a  $2.1 \times 10^{-8}$  m/s.

Il coefficiente di consolidazione primaria  $c_v$ , ricavato 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, è riportato nella **Figura 6-100** ed è pari a  $c_v = 1.3 \times 10^{-7}$  m<sup>2</sup>/sec (valore indicativo).

Si è altresì ricavato un coefficiente di consolidazione secondaria pari a  $6.1 \times 10^{-4}$  (**Figura 6-101**). Anche in questo caso, tale valore è da ritenersi indicativo.

### 6.7.8 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:

FAA	
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	21.0 ± 1.39
$e_o$ (-)	0.50
$\varphi'$ (°)	25.5 ± 6.8
$c'$ (kPa)	47.2 ± 14.6

$c_u$ (kPa)	425.0 <sup>(1)</sup>
$OCR^* = \sigma_{vy}' / \sigma_{vo}'$ (-)	6.2 ± 1.96
$k_o$ (-)	1.42
$C_c$ (-)	0.11 <sup>(2)</sup>
$C_r$ (-)	$C_c/5$
$c_{\alpha\epsilon}$ (-)	$6.1 \times 10^{-4}$ <sup>(2)</sup>
$k_v$ (m/sec)	$2.1 \times 10^{-8}$ <sup>(2)</sup>
$c_v$ (m <sup>2</sup> /sec)	$1.3 \times 10^{-7}$ <sup>(2)</sup>
$M$ (MPa)	19.74 <sup>(2)</sup>

**Simbologia:**

$\gamma_t$  = peso di volume naturale;

$\varphi'$  = 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:**

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

<sup>(2)</sup> = Valori ottenuti da un'unica prova di laboratorio, e pertanto da ritenersi indicativi.

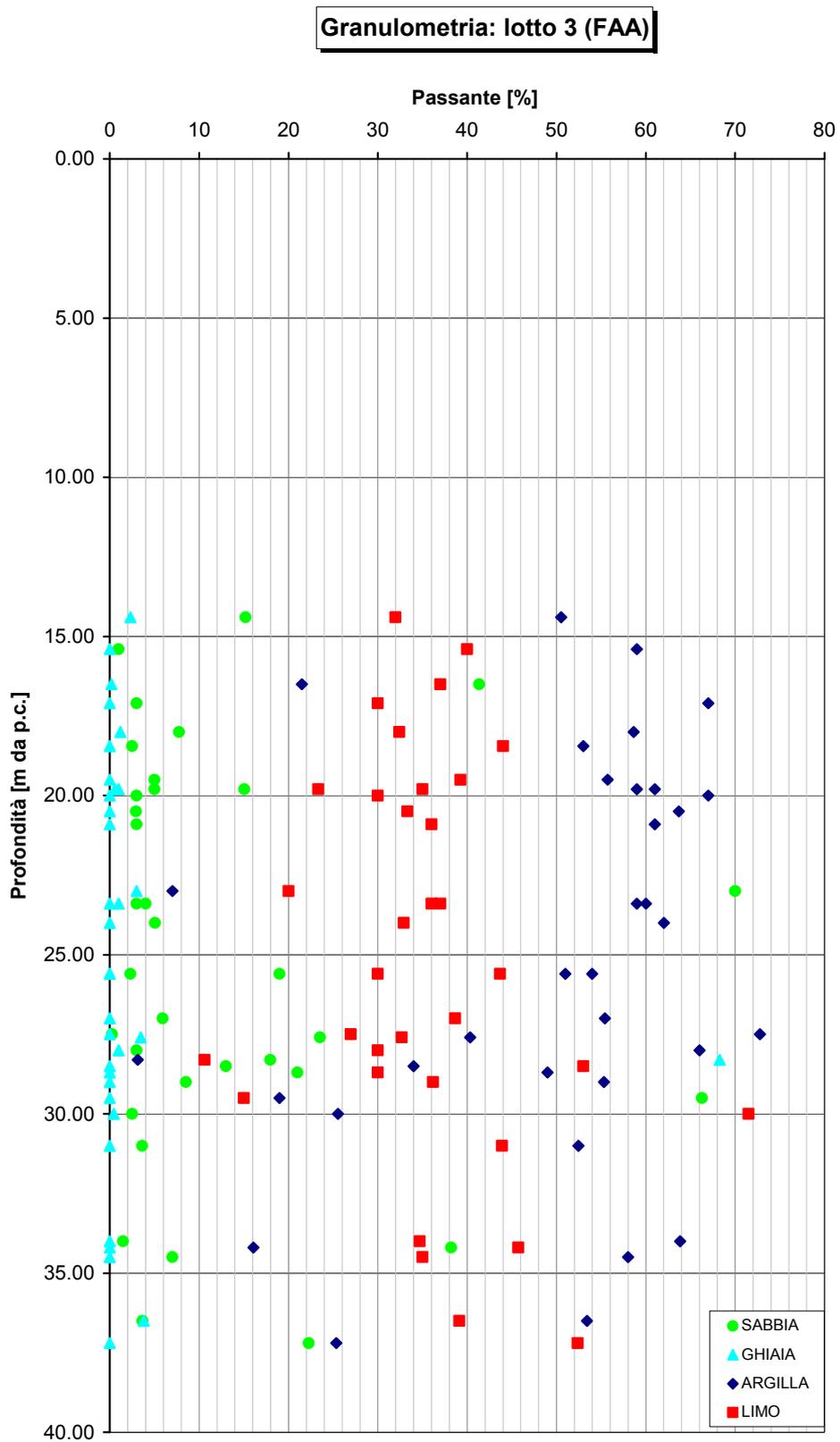


Figura 6-88

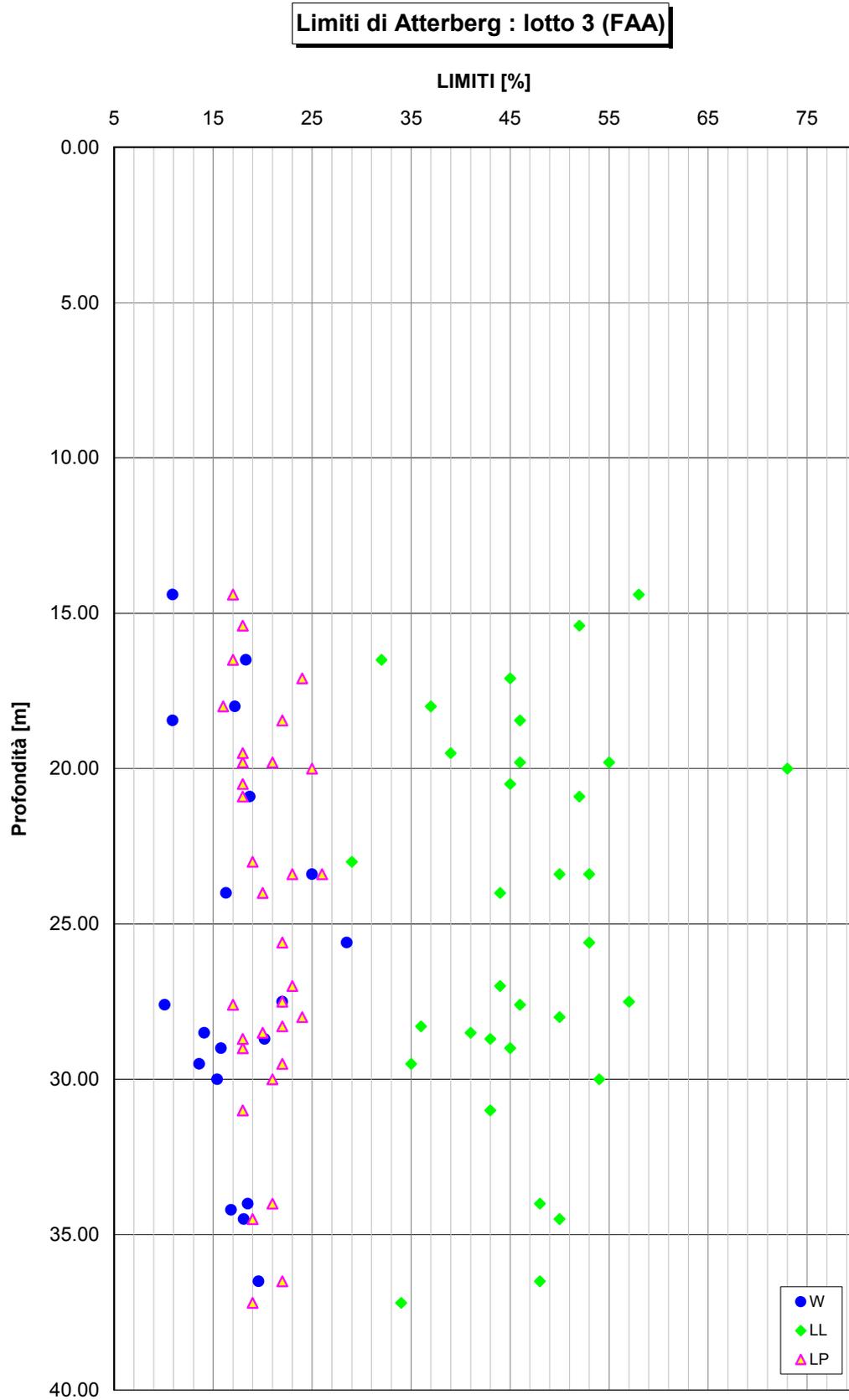


Figura 6-89

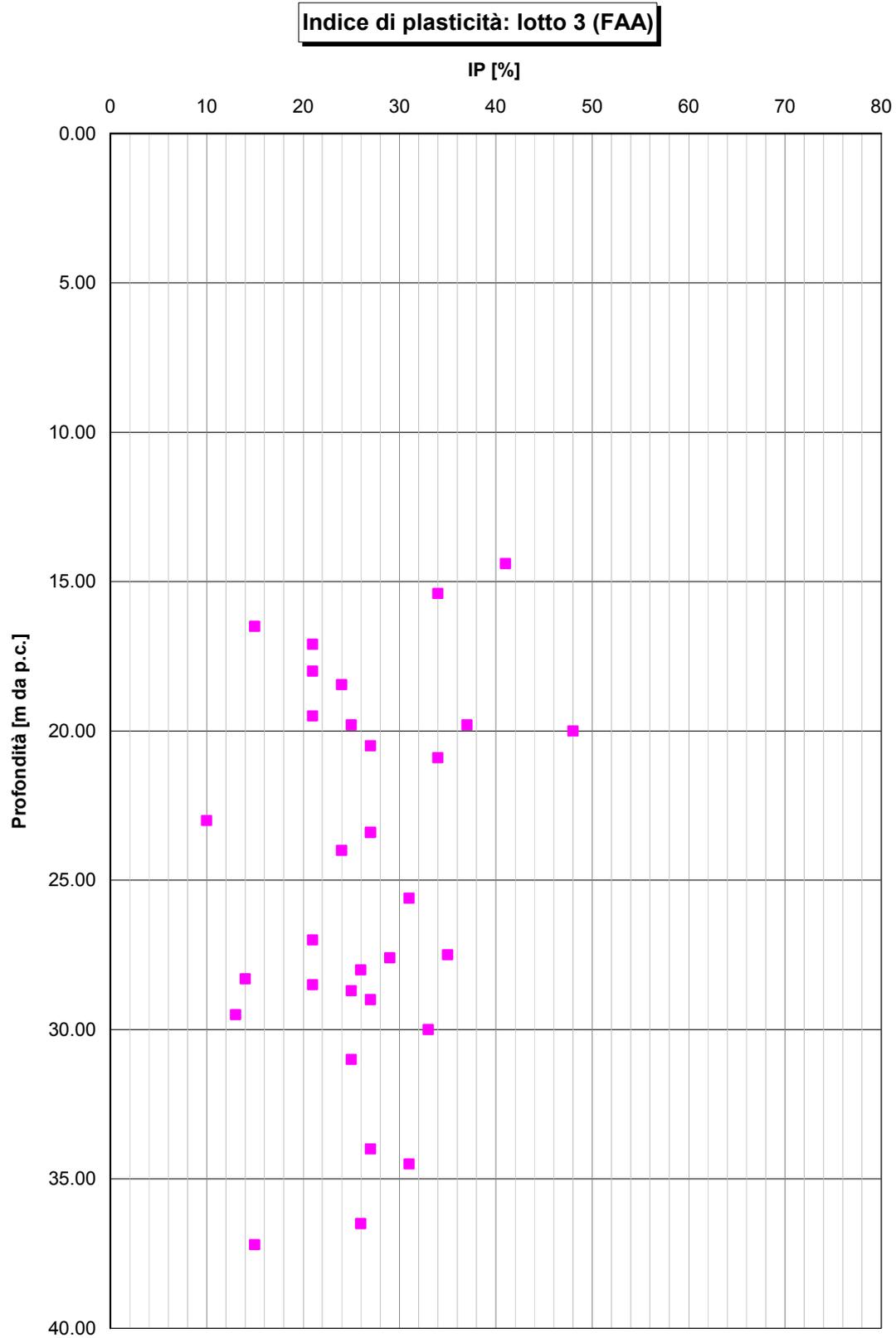


Figura 6-90

Carta di Casagrande: lotto 3 (FAA)

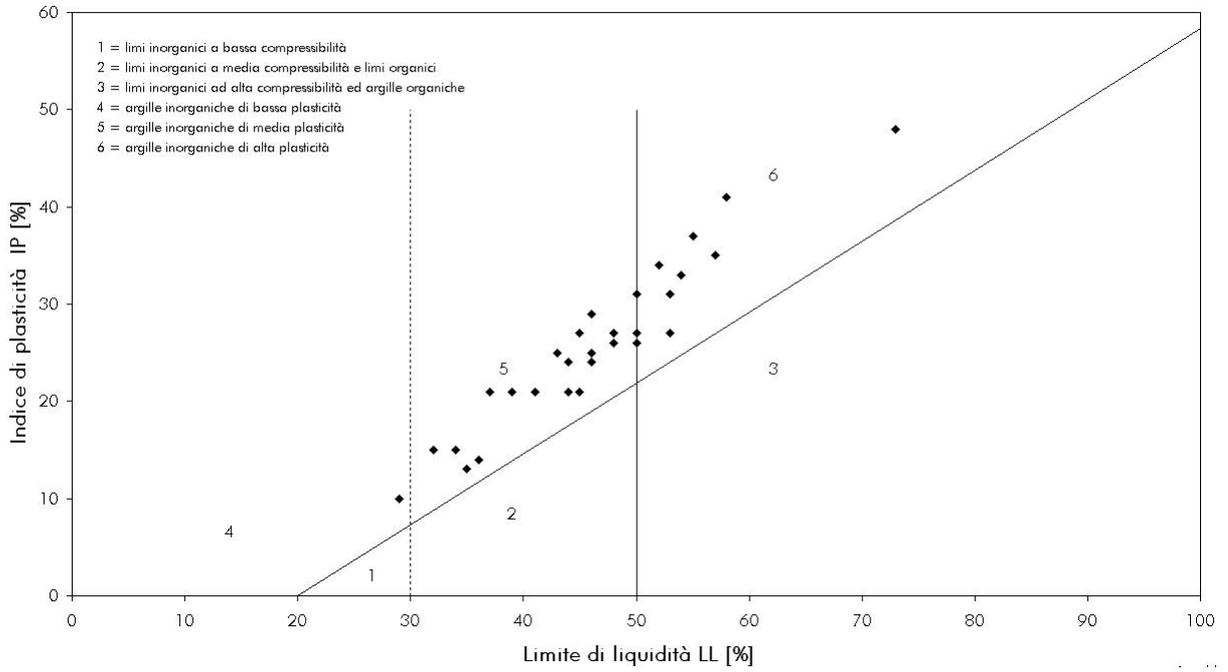


Figura 6-91

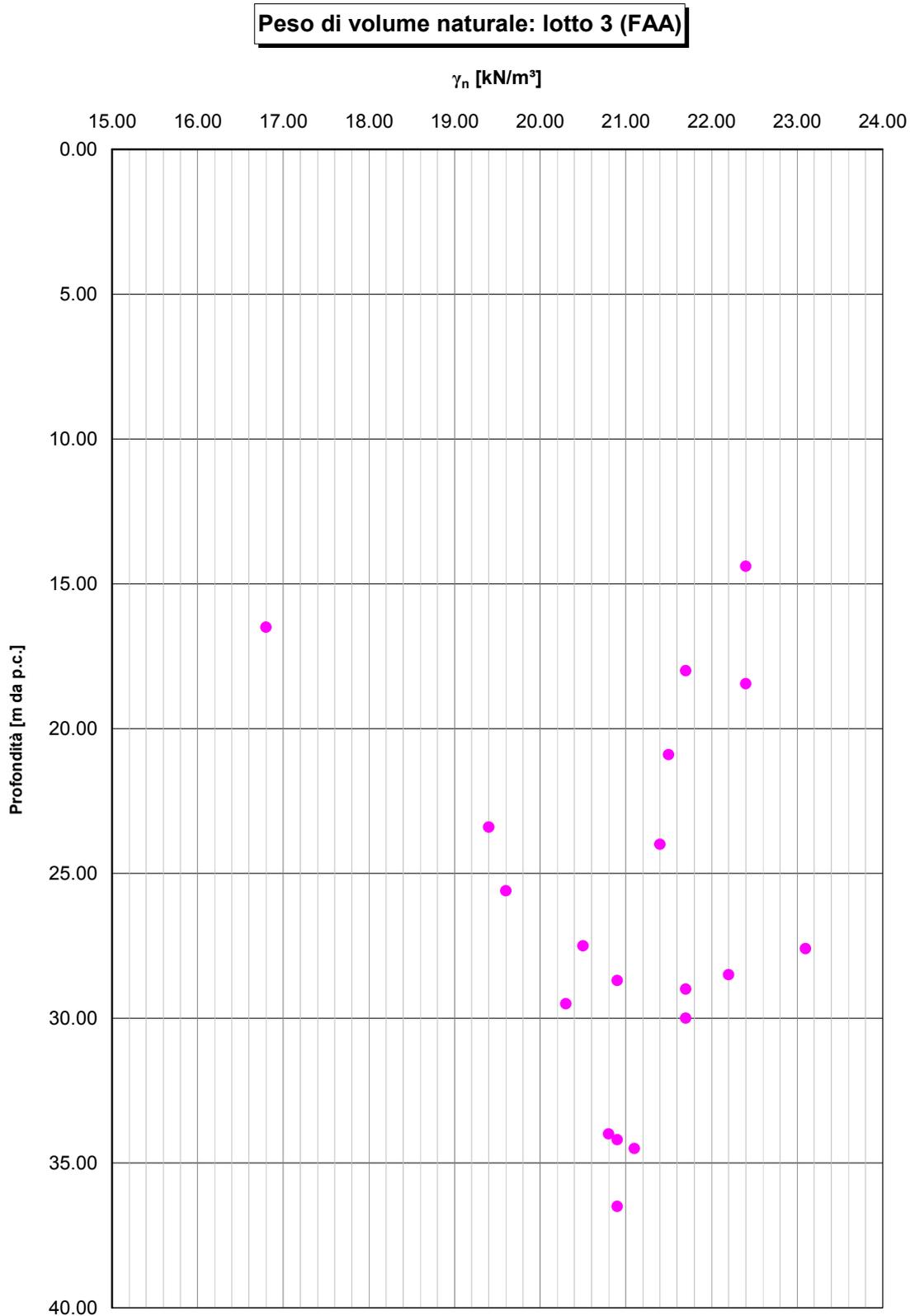


Figura 6-92

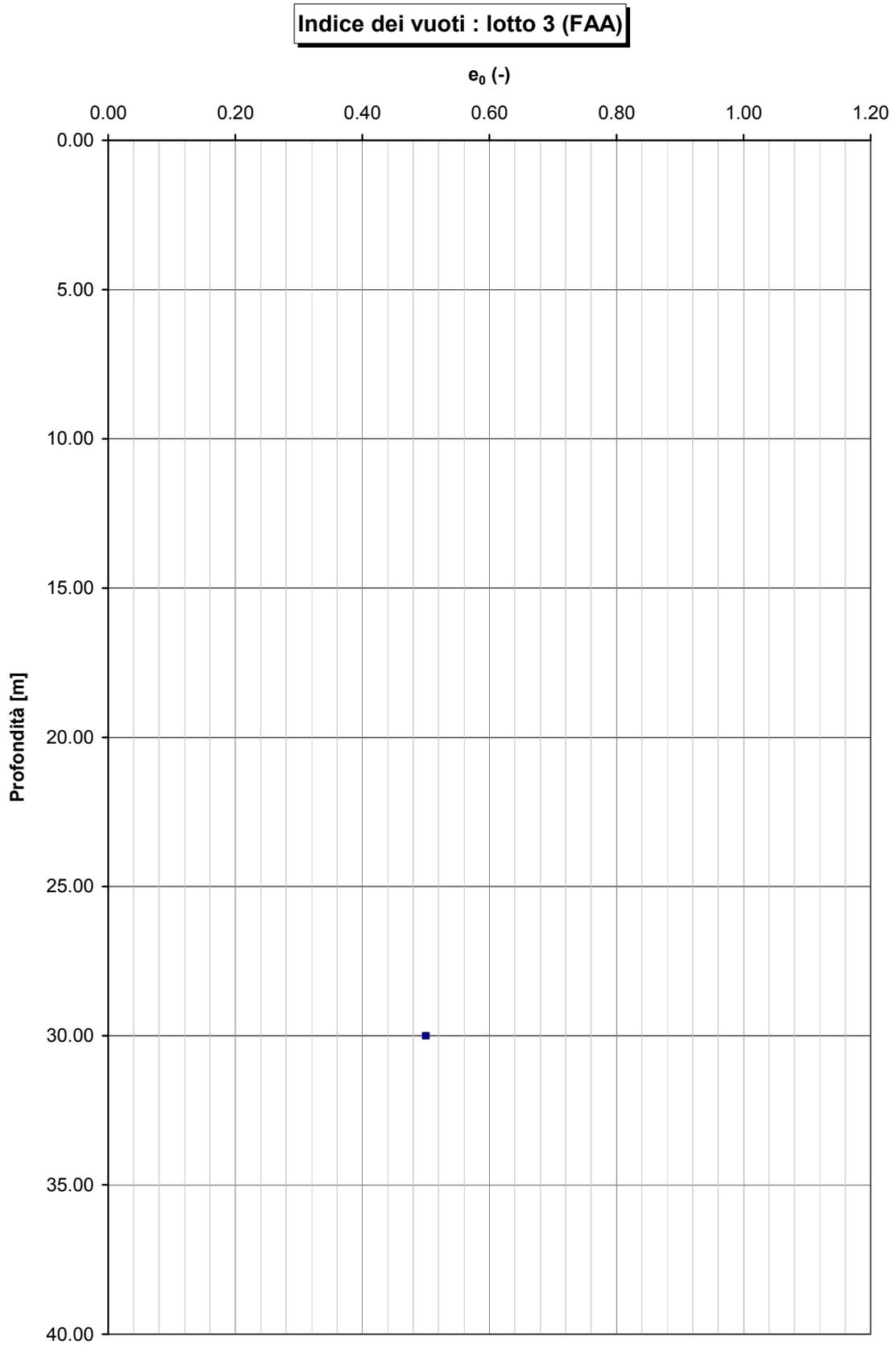


Figura 6-93

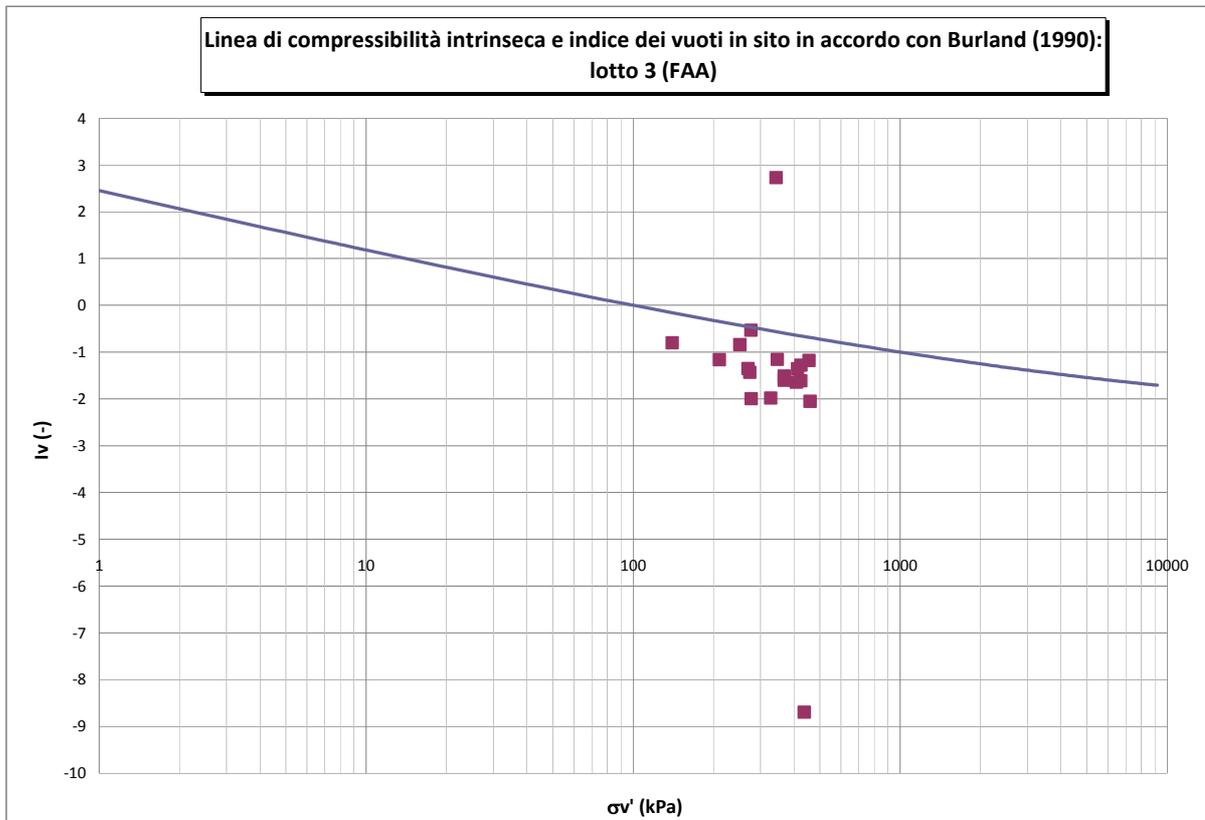


Figura 6-94

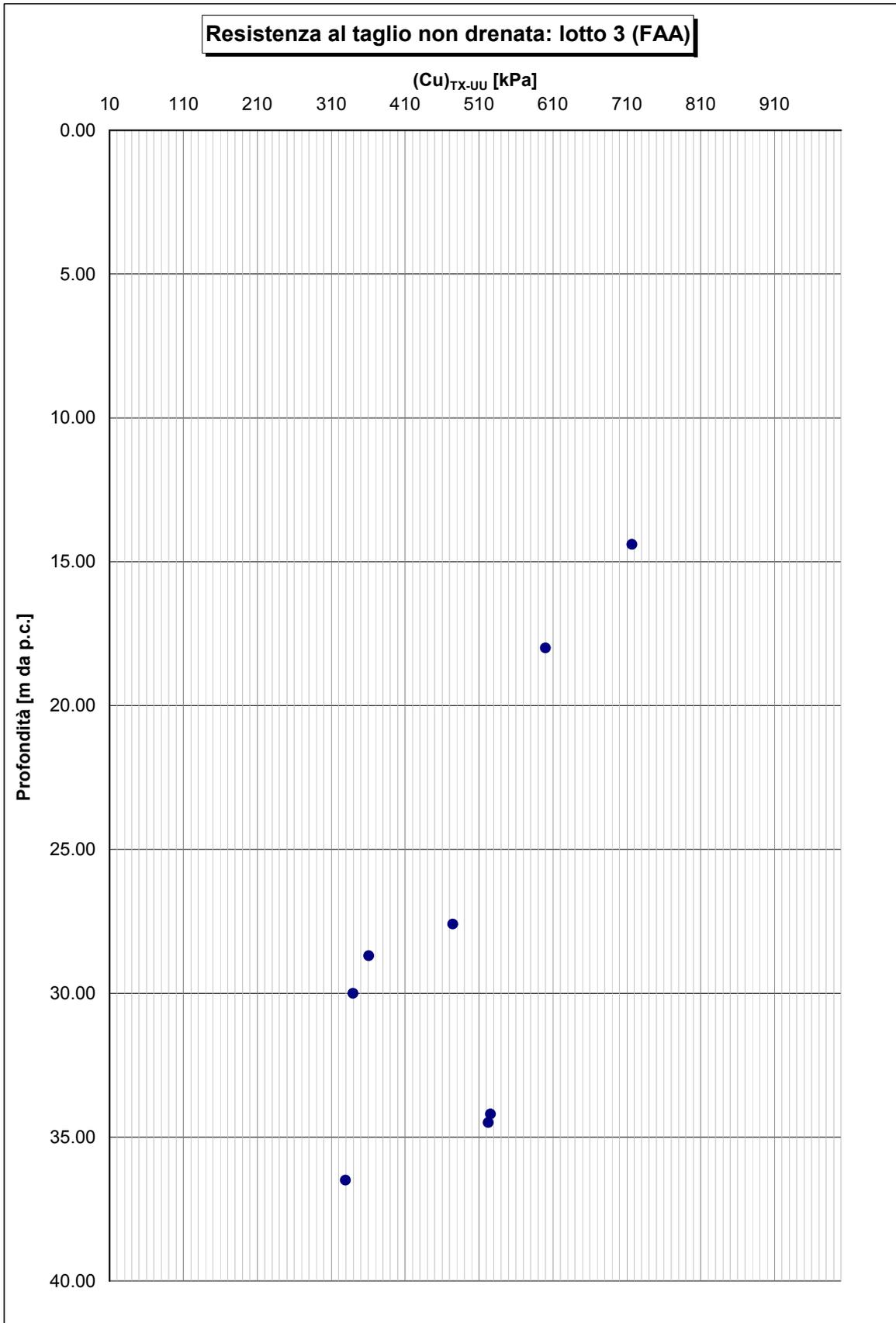


Figura 6-95

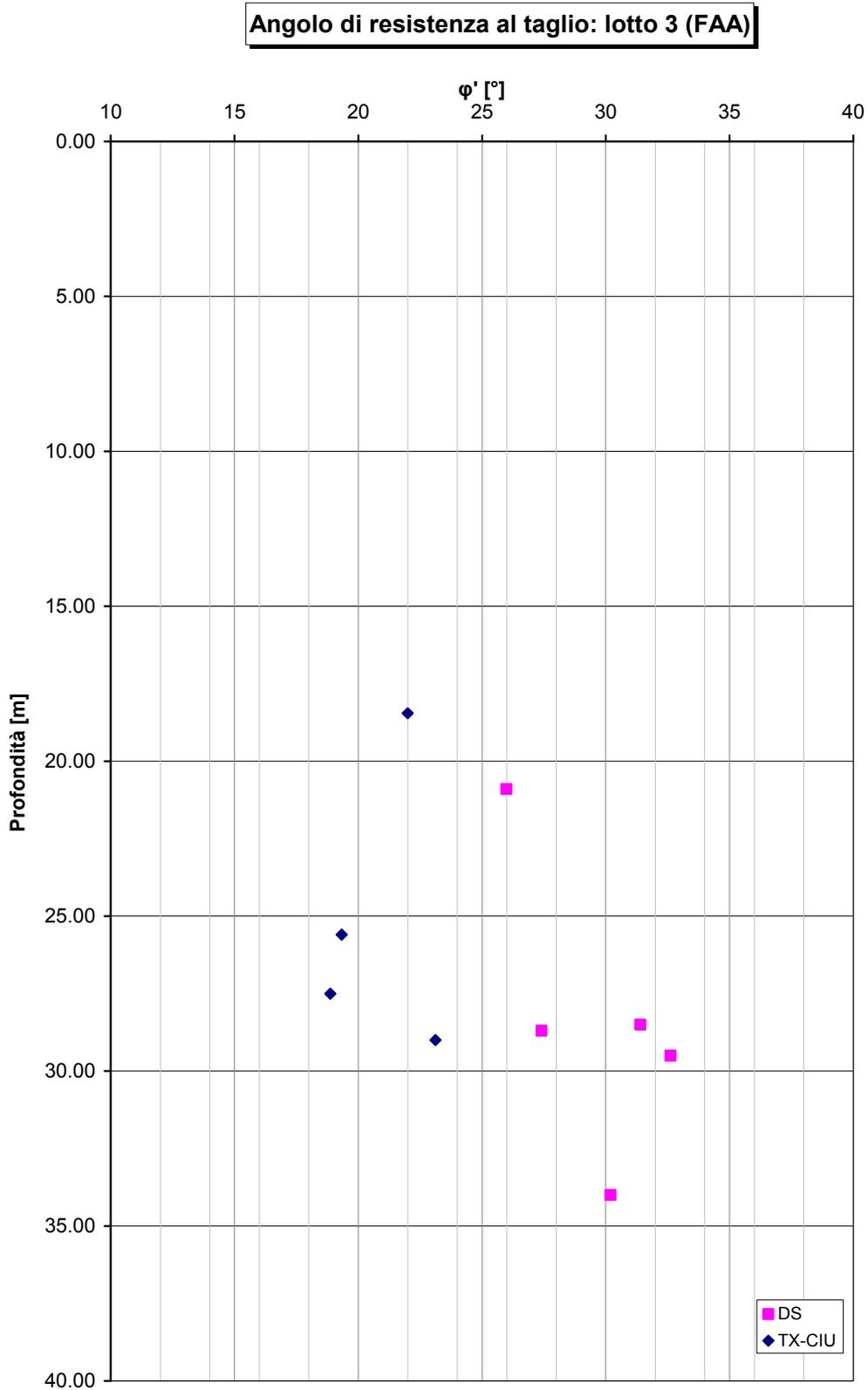


Figura 6-96

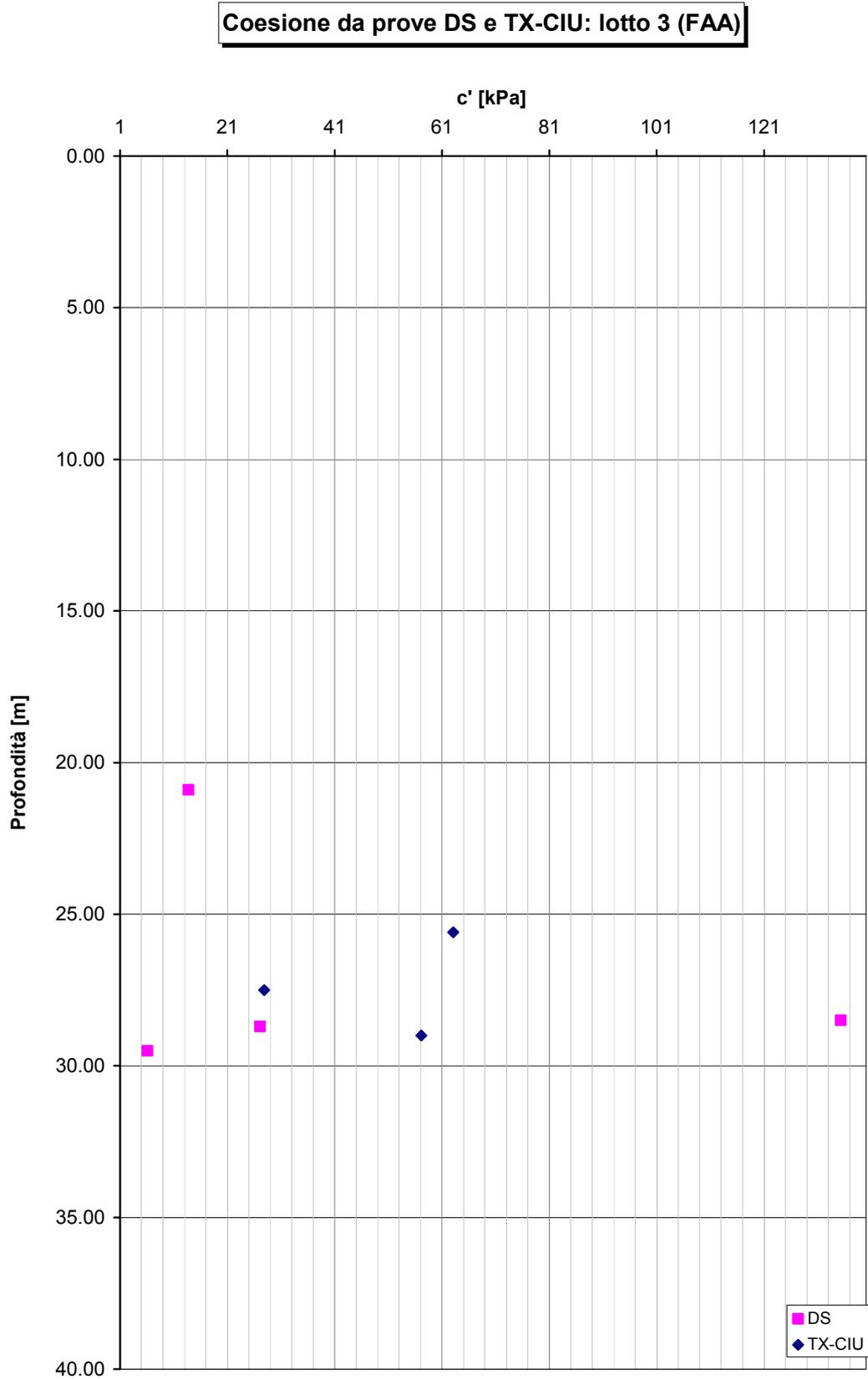


Figura 6-97

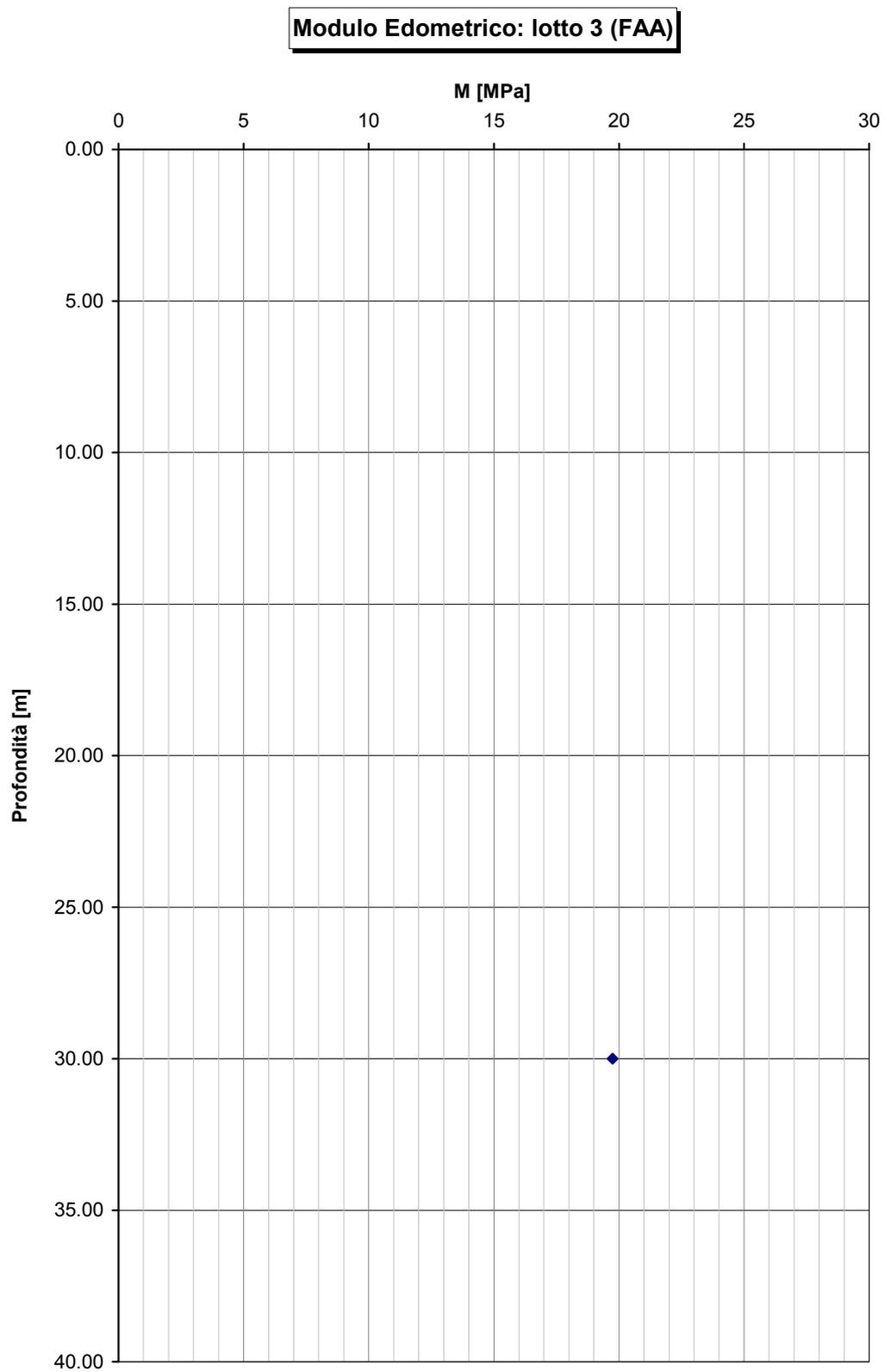


Figura 6-98

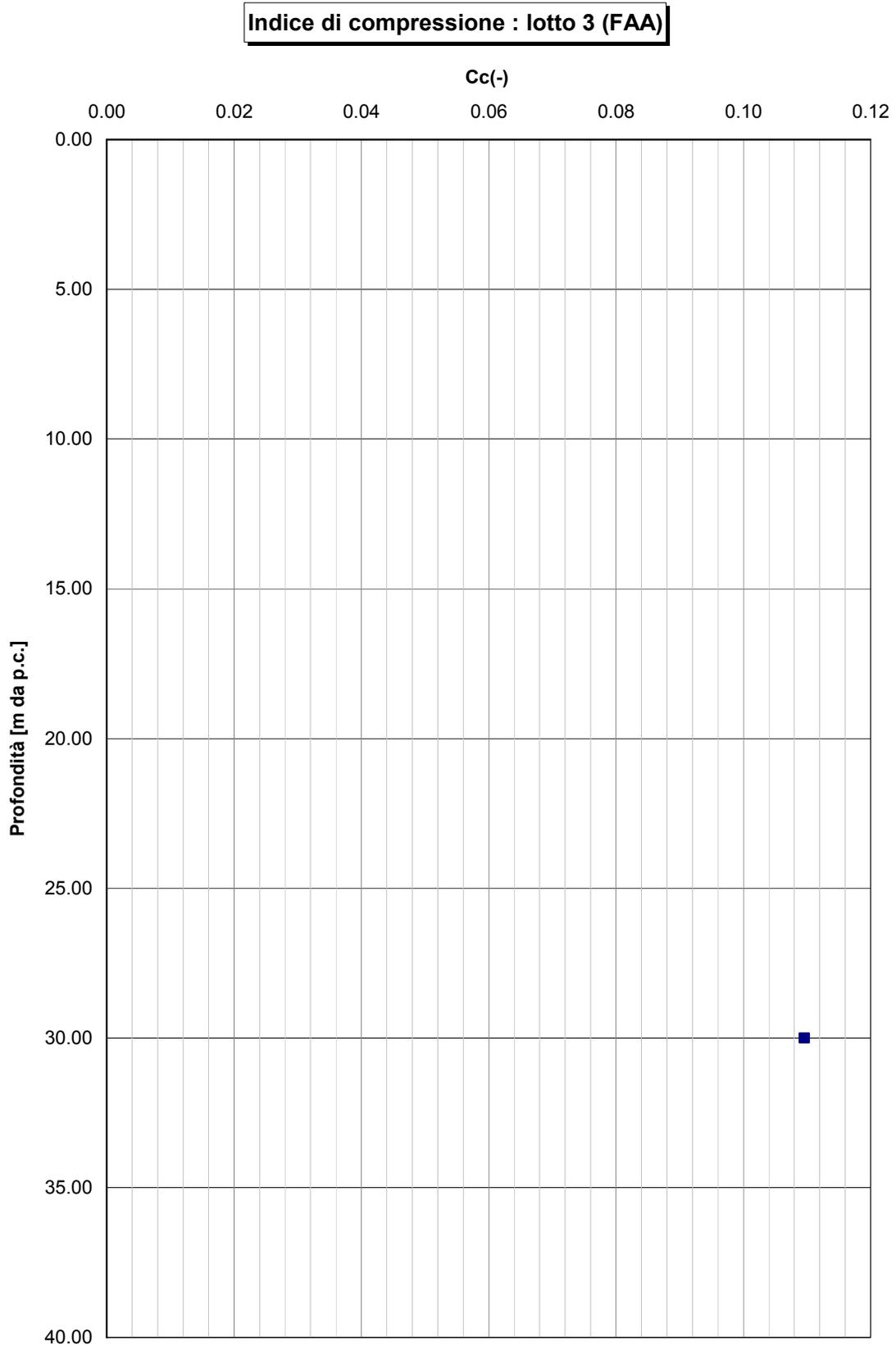


Figura 6-99

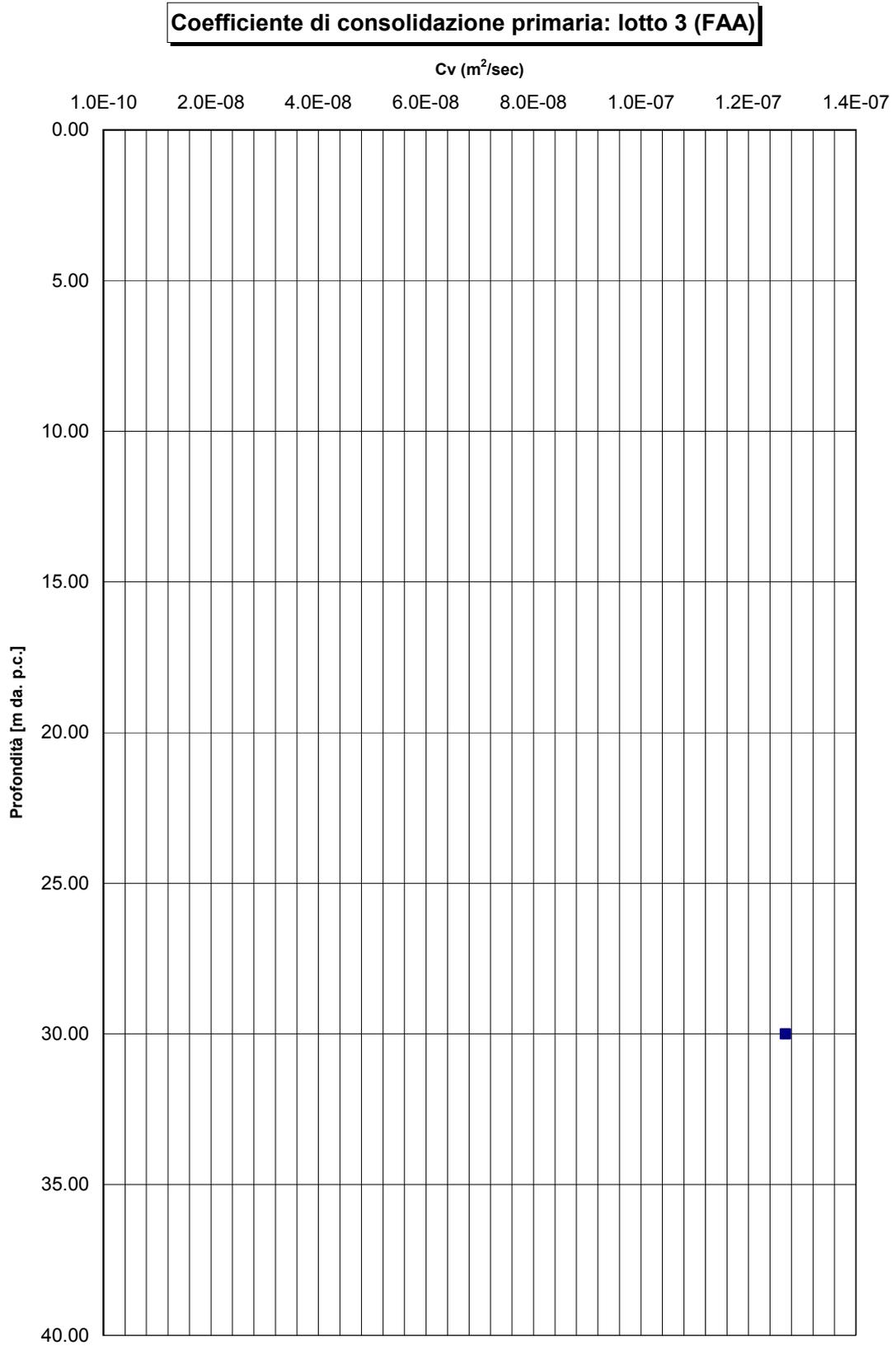


Figura 6-100

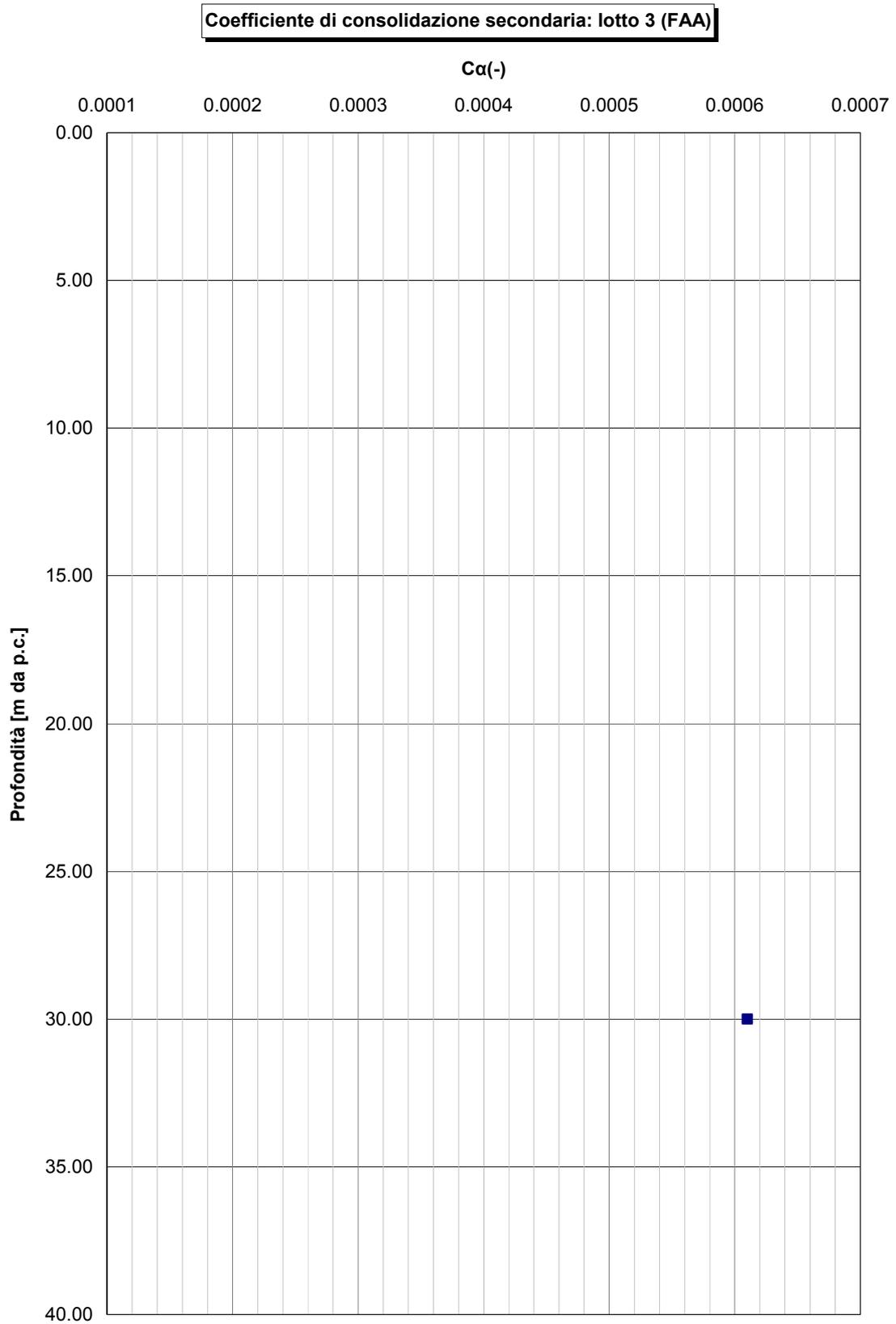


Figura 6-101

## **6.8 Depositi di versante: limi e sabbie (a3)**

### **6.8.1 Caratteristiche di resistenza**

Tali materiali costituiscono i depositi di copertura dei versanti e sono stati rinvenuti in zone piuttosto localizzate del tracciato.

In assenza di prove di laboratorio e indagini in sito, i parametri di resistenza sono stati estrapolati da una "Back analysis" effettuata sulla sezione più alta.

Tale analisi è stata condotta con il codice di calcolo all'equilibrio limite "Slide" release 5.0 del 26 ottobre 2004, attraverso cui si è modellata la sezione in corrispondenza della progressiva lotto 3 parte 2 km 28+520, sezione n° 1483.

Si sono ottenuti valori della coesione compresi tra  $c' = 6 \div 20$  kPa, e valori di angolo di attrito compresi tra  $\phi' = 22 \div 27^\circ$  (**Figura 6-102**).

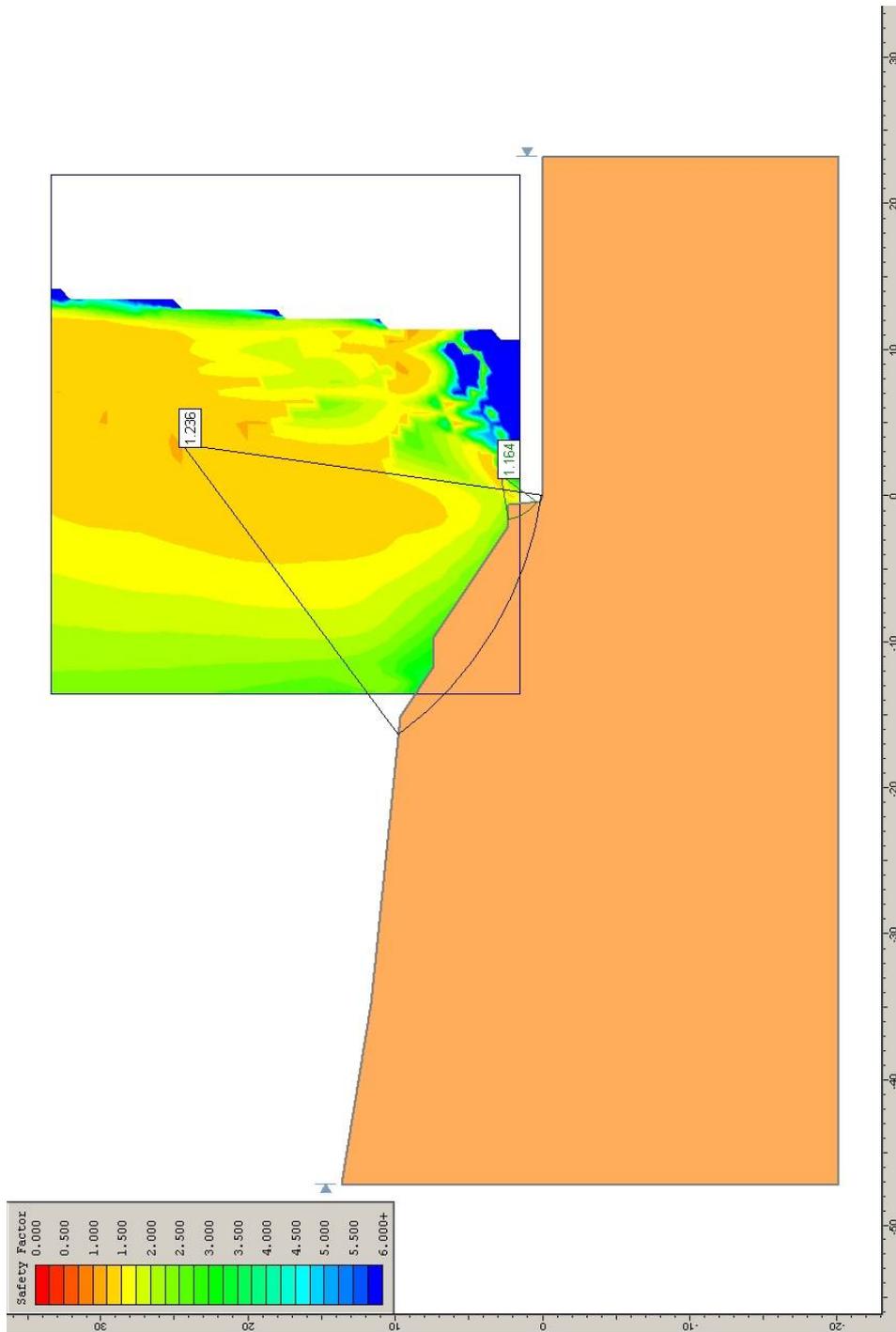


Figura 6-102

## 6.9 Rilevati (R)

### 6.9.1 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  $N_{SPT}$  risultano comprese nell'intervallo  $N_{SPT}=5\div 41$  (**Figura 6-103**);

### 6.9.2 Caratteristiche fisiche e densità relativa

Il peso di volume naturale ( $\gamma_n$ ) 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  $D_r=21\%\div 99\%$  (**Figura 6-104**).

### 6.9.3 Caratteristiche di resistenza al taglio

La resistenza al taglio in termini di angolo di attrito ( $\varphi'$ ), determinata sulla base dei risultati delle prove SPT risulta compresa nell'intervallo  $30\div 39^\circ$  (**Figura 6-105**).

### 6.9.4 Caratteristiche di deformabilità

I moduli di taglio iniziale ( $G_{01}$ ), determinati sulla base dei risultati delle prove penetrometriche SPT (**Figura 6-106**). Tali valori risultano compresi nell'intervallo  $G_0=24\div 86$  MPa.

In analogia, le velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  sono comprese nell'intervallo  $v_s=110\div 205$  m/sec (**Figura 6-107**).

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 nella **Figura 6-108**; essi sono compresi nell'intervallo :  $E_{op2} = 3 \div 24$  MPa.

#### **6.9.5 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.

### 6.9.6 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	
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	20
N <sub>SPT</sub> (colpi/30 cm)	N <sub>SPT</sub> =19
D <sub>r</sub> (%)	54%
$\phi'$ (°)	34
c' (kPa)	0
k <sub>o</sub> (-)	0.44
k (m/sec)	1 x 10 <sup>-5</sup>
V <sub>s</sub> (m/sec)	171
G <sub>o1</sub> (MPa)	61
E <sub>op1</sub> (MPa)	(2.3·G <sub>o1</sub> )/(3+5)
E <sub>op2</sub> (MPa)	12

#### **Simbologia:**

$\gamma_t$  = peso di volume naturale;

N<sub>SPT</sub> = resistenza penetrometrica dinamica in prova SPT;

$\phi'$  = angolo di attrito operativo;

k<sub>o</sub> = coefficiente di spinta del terreno a riposo;

V<sub>s</sub> = velocità di propagazione delle onde di taglio;

G<sub>o1</sub> = modulo di taglio iniziale riferito a pressioni efficaci pari a quelle geostatiche;

E<sub>op1</sub> = 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;

$z$  = profondità dal p.c. in metri.

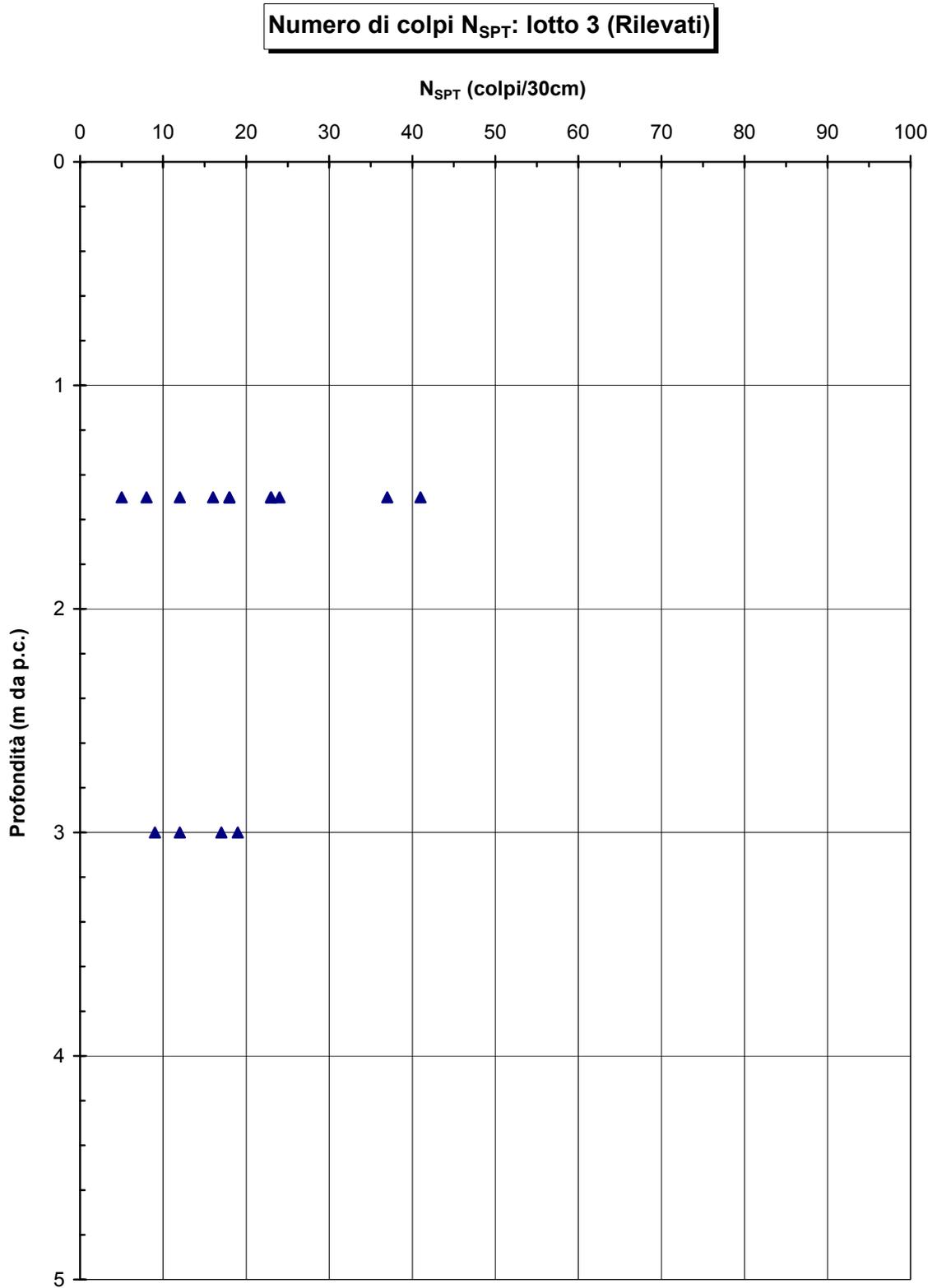


Figura 6-103

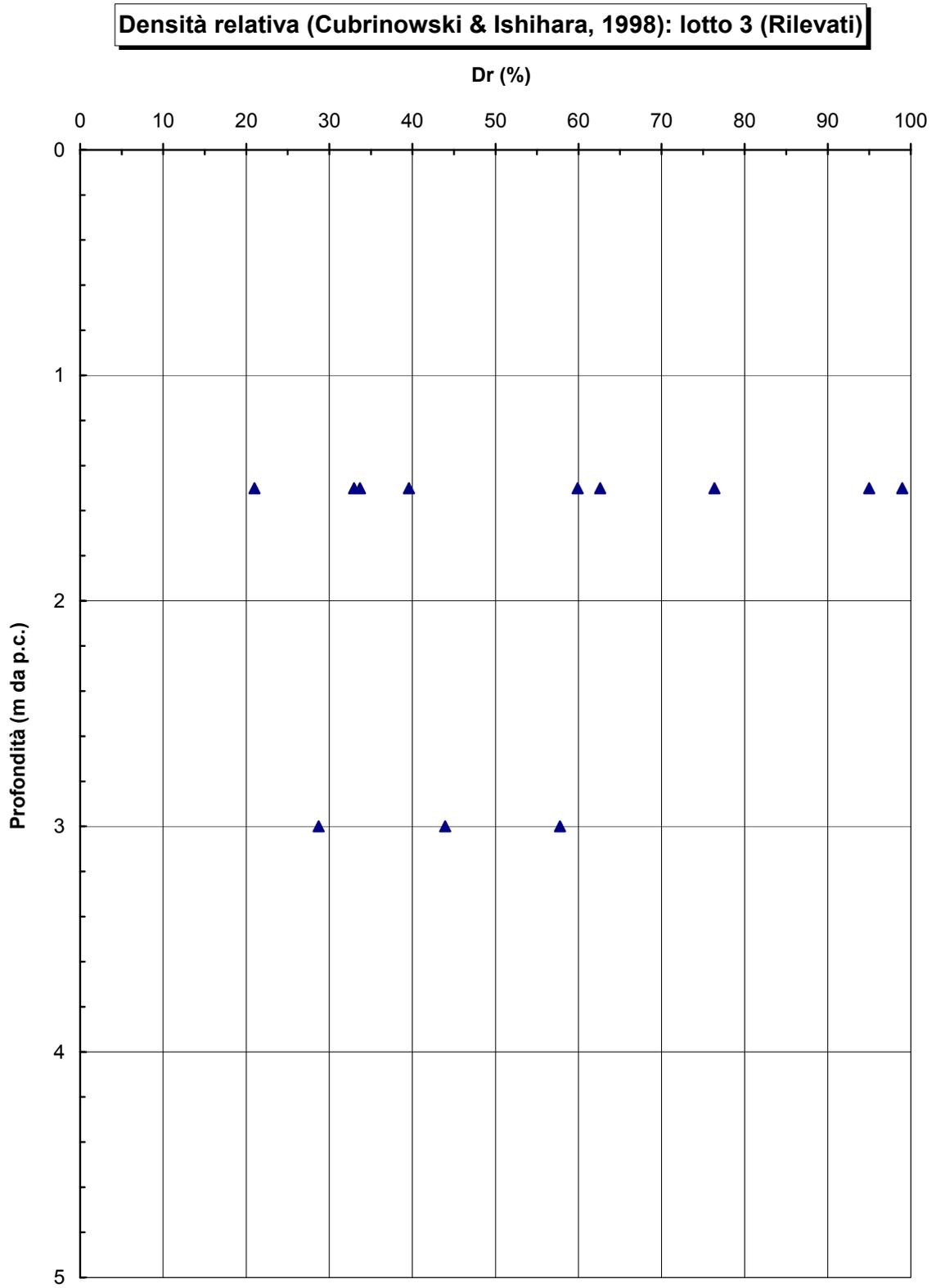


Figura 6-104

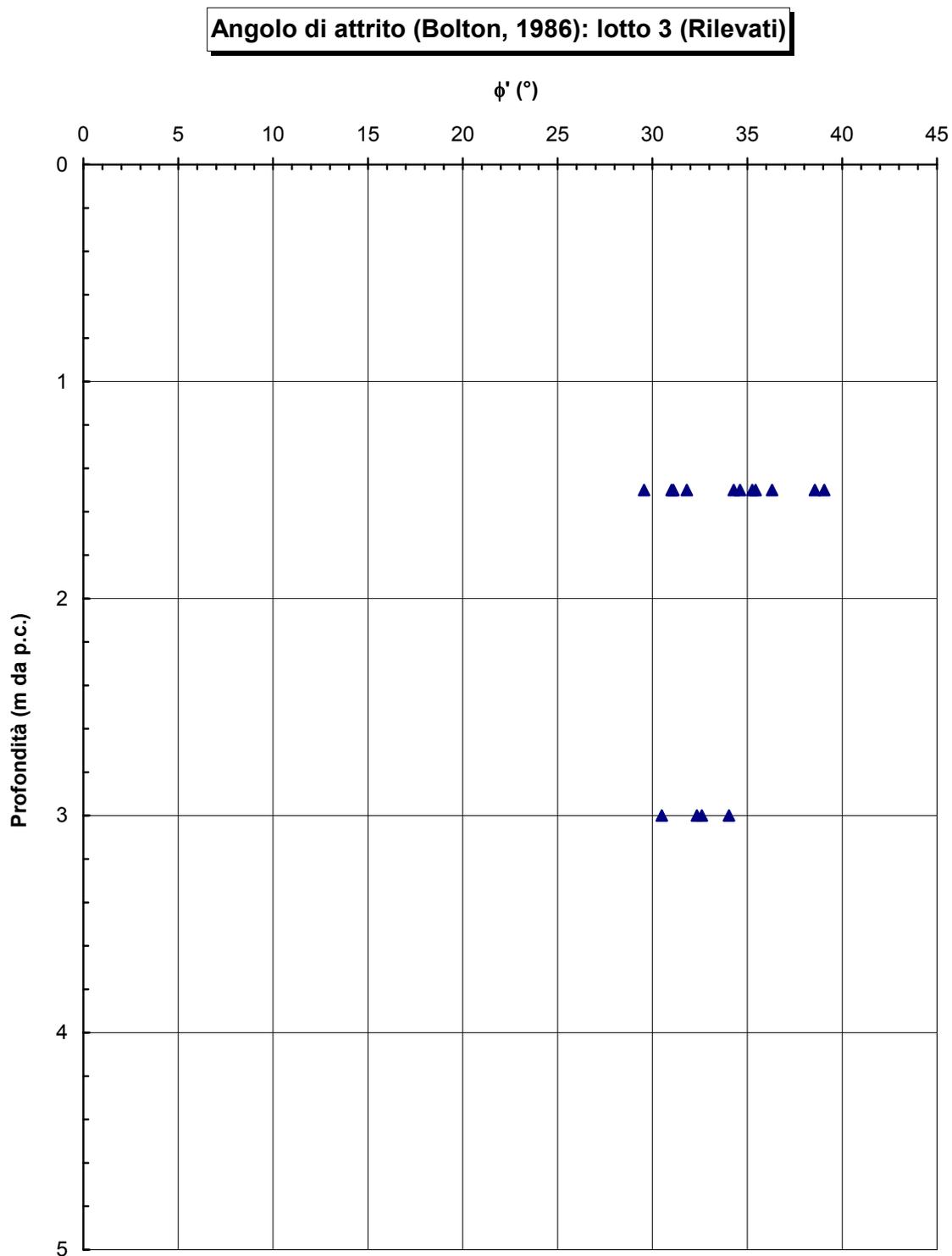


Figura 6-105

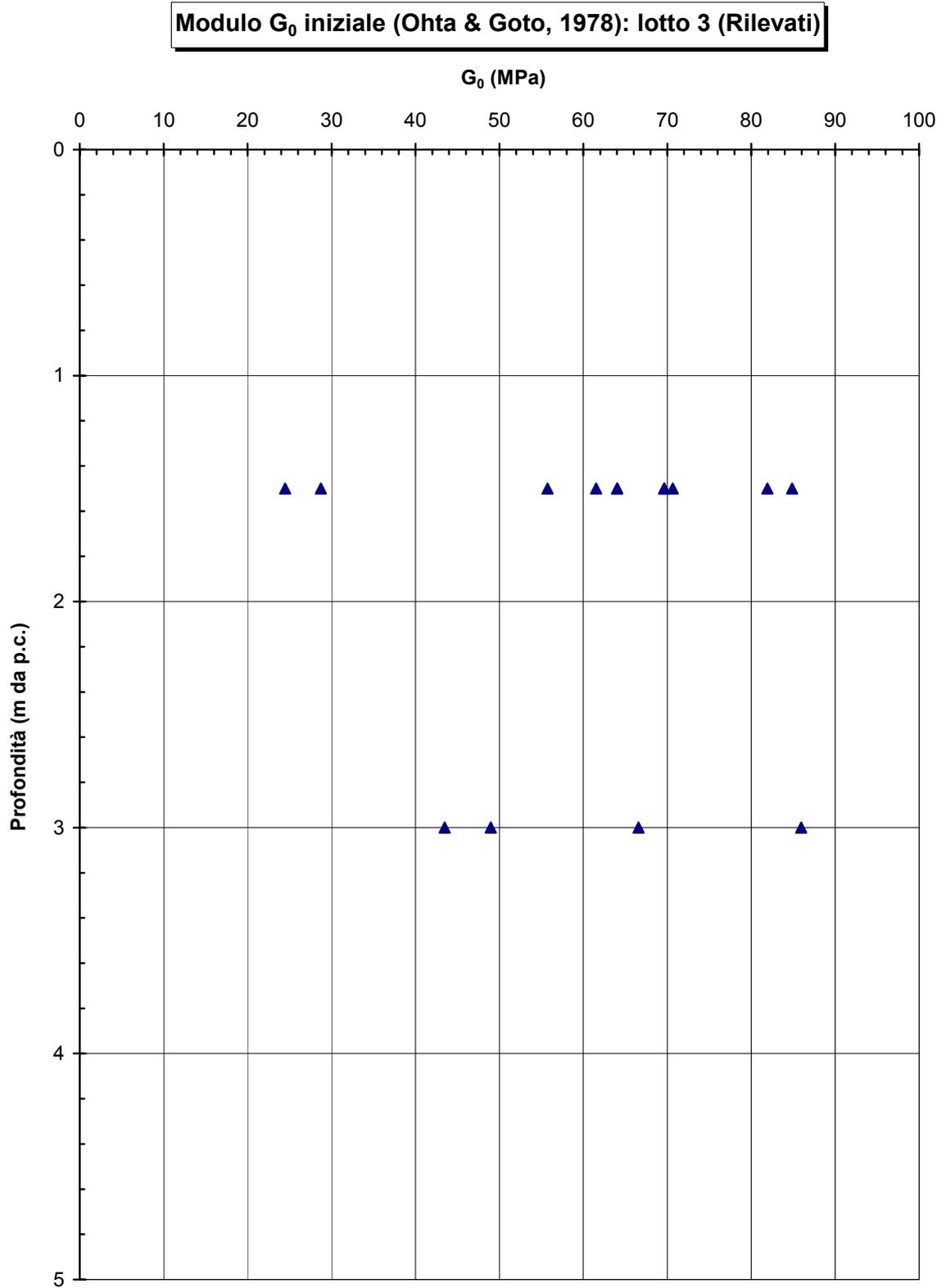


Figura 6-106

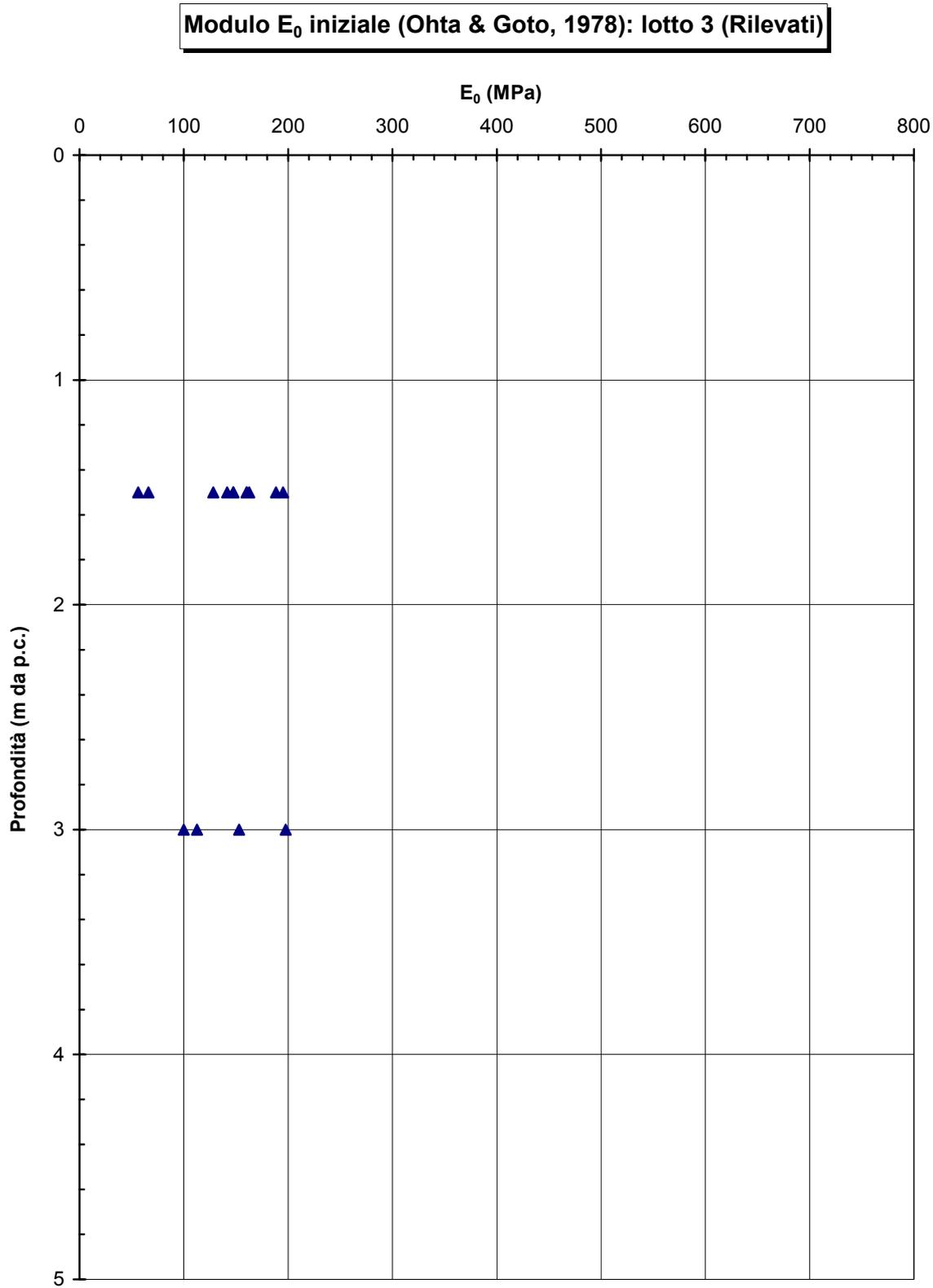


Figura 6-107

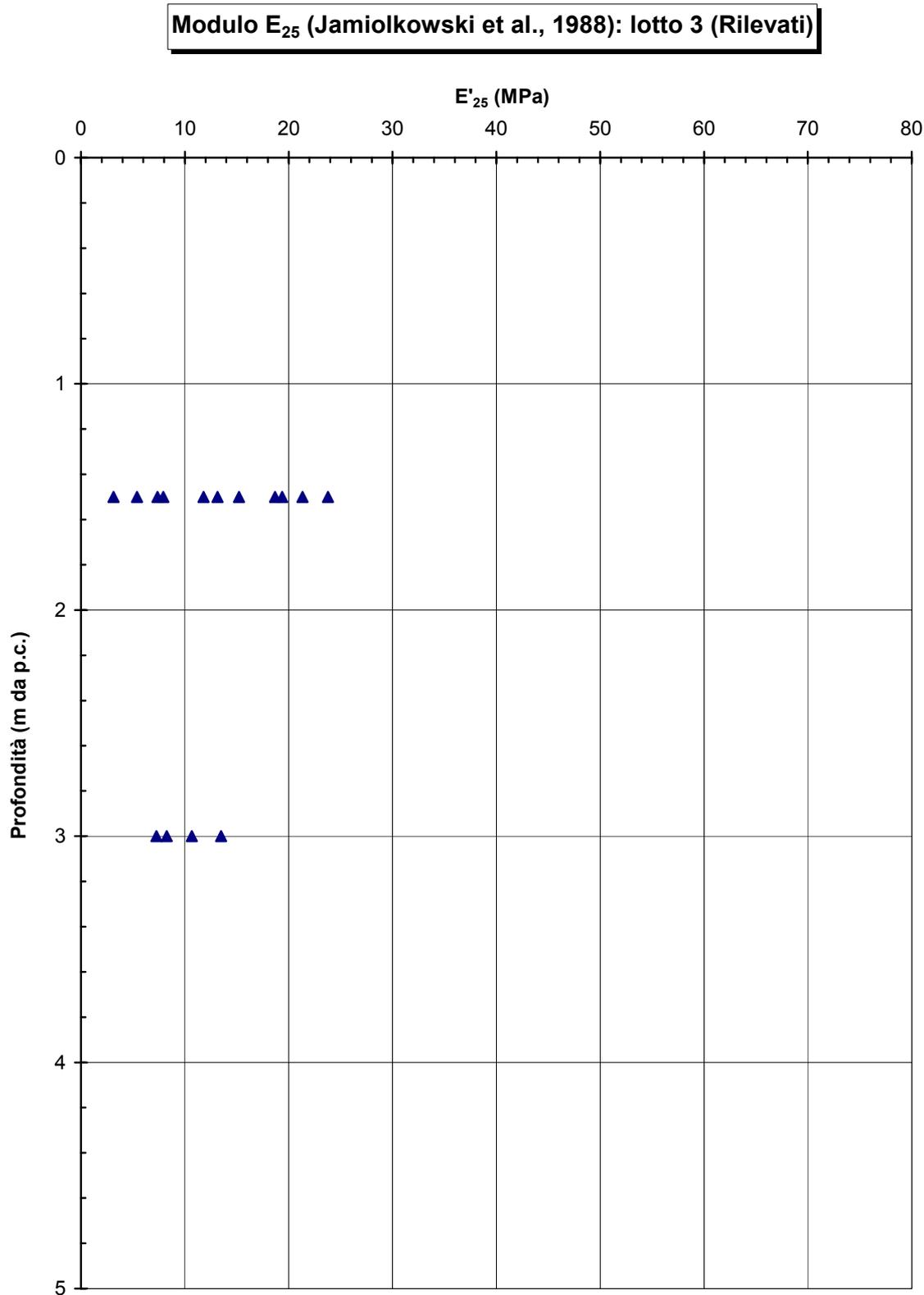


Figura 6-108

## **7.CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA ROCCE**

### **7.1 Generalità**

Lungo il tracciato in esame sono presenti le seguenti formazioni litoidi:

- **Unità tettoniche liguri**, all'interno delle quali si differenziano:
  - Argille a palombini - APA (Cretacico): argilliti e siltiti grigio scure a cui si intercalano subordinati calcari grigi. Localmente, intercalate alle argilliti e alle siltiti si rinvengono marne di colore grigio-avana;
  - Breccia ofiolitica – br: diaspri e serpentini.
- **Unità tettoniche sub liguri**, all'interno delle quali si differenziano:
  - Flysch di Poggio Pallone - FPP (Eocene inferiore e medio): calcari marnosi, calcari e marne grigio biancastre in strati da medi a molto spessi con basi arenitiche da fini a grossolane, subordinate intercalazioni di siltiti ed argilliti grigie;
- **Unità tettoniche toscane**, all'interno delle quali si differenziano:
  - Macigno - MAC (Oligocene superiore - Miocene inferiore): successioni torbiditiche costituite da litotipi silicoclastici, quali arenarie, siltiti e molto subordinatamente argilliti;
  - Calcarea cavernoso - CV (Norico - Retico): calcari, calcari dolomitici da grigio chiaro a marrone rossiccio, breccia tettonica autoclastica ad elementi calcarei o dolomitici a cemento calcareo, subordinate dolomie nere, rari gessi;
- **Unità Tettoniche Toscane Metamorfiche (Verrucano Autoctt.)**, all'interno delle quali si differenziano:
  - Formazione delle Verrucca - SRC (Trias, Ladinico superiore - Carnico): filladi quarzítico - muscovitiche grigio chiare e grigio verdi, talora violacee, alternate a metaconglomerati quarzosi, costituiti prevalentemente da clasti di quarzo rosato e quarziti bianche o rosate e filladi scure.

La caratterizzazione geotecnica di tali formazioni è stata effettuata sulla base di prove di laboratorio effettuate sui campioni dei sondaggi realizzati nella campagna di indagine 2010 (**Tabella 4-4**), e sulla base della prova Cross Hole eseguita in corrispondenza del sondaggio 3/2 SD1.

Non è possibile effettuare la caratterizzazione geotecnica delle formazioni MAC, CV e SRC in quanto non si hanno a disposizione né prove di laboratorio né indagini in sito.

Nelle tabelle seguenti si riportano i risultati delle prove di laboratorio sui campioni prelevati nei sondaggi interagenti con le rocce.







## **7.2 APA**

Sulla base dei sondaggi geognostici e del modello geologico si distinguono due sotto-unità della argilla a Palombini (APA).

Nella zona più superficiale la formazione si presenta molto alterata e degradata in terreno sciolto. Al di sotto del limite di alterazione la roccia è integra, o da poco a mediamente fratturata.

### **7.2.1 Caratteristiche fisiche della roccia alterata**

Le caratteristiche fisiche della roccia degradata sono state determinate dall'analisi di 112 provini prelevati nel lotto 3/2 e 3/3.

Sulla base delle analisi granulometriche risulta che la percentuale di frazione fine varia tra il 10 e il 40 %.

Il limite liquido medio è pari al 41% e varia per lo più nell'intervallo compreso tra il 30% e il 50%. Il limite plastico medio è del 23%  $\pm$ 10%. La media delle misure dell'indice di plasticità corrisponde al 17%. Pertanto la frazione fine presente è classificabile come "argille inorganiche di media plasticità" dalla Carta di plasticità di Casagrande.

Si nota nel sondaggio 3/2 SD2 (tra 14 e 25 m di profondità) la presenza di argille espansive con limite liquido superiore a 80% e indice di plasticità elevato (maggiore del 40%).

Il contenuto d'acqua naturale è compreso fra 1 ed il 40 %.

Relativamente al peso di volume naturale ( $\gamma_t$ ), i dati disponibili forniscono un valore medio pari a 21.6 kN/m<sup>3</sup>.

### **7.2.2 Caratteristiche fisiche della roccia integra**

Il peso di volume naturale ( $\gamma_t$ ) medio per la roccia integra è pari a 26.6 kN/m<sup>3</sup>.

### 7.2.3 Indici di resistenza della roccia alterata

#### Resistenza al taglio in termini di sforzi totali

È disponibile una sola prova di espansione laterale libera, i cui risultati sono riportati nella tabella seguente:

<i>sondaggio</i>	<i>profondità (m)</i>	<i>fine (%)</i>	$\sigma_{max}$ (kPa)	$C_u$ (kPa)
3/2 SD1	21.1	60	99	50

#### Resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci

La resistenza a taglio è stata investigata mediante 5 prove delle quali 3 prove di taglio diretto e 2 prove triassiali consolidate non drenate con misura della pressione interstiziale.

La tabella seguente riporta i risultati delle prove eseguite sui campioni di classe Q4 interpretati in termini di resistenza di picco:

Prova	sondaggio	profondità (m)	fine (%)	Livello tensionale di prova (kPa)	$\phi^{\text{picco}}$ (°)	$C^{\text{picco}}$ (kPa)
Taglio diretto	3/2 SD2	14.3	76	200÷400	22	0
	3/2 SD11	8.1	60	150÷450	30	10
	3/2 SD18r	6.5	49	100÷200	35	34
Triassiale CIU	3/2 SD1	8.8	61	150÷250	19	0
	3/2 SD20	22.2	90	300÷400	26	6

Si osserva che i campioni di roccia sottoposti a prova hanno grado di alterazione differente, come indicato dalla percentuale di frazione fine presente. In aggiunta le prove sono effettuate a diversi livelli tensionali per cui i parametri di resistenza risultano affetti dalla non linearità dell'involuppo di rottura. In alcuni casi le prove sono state interpretate imponendo la coesione nulla.

Ne risulta un ampio intervallo di variabilità dei parametri di resistenza di Mohr-Coulomb con:

$\phi'$  compreso tra  $19^\circ$   $35^\circ$

$c'$  compreso tra 0 e 34 kPa

#### 7.2.4 Indici di resistenza della roccia integra

Sono disponibili 8 prove di compressione monoassiale e 2 prove di espansione laterale libera, i cui risultati sono riportati nella tabella seguente:

prova	sondaggio	profondità (m)	litologia	$\sigma_{max}$ (MPa)
Compressione monoassiale	3/2 SD1	14.80	marnosa	82.9
	3/2 SD1	17.50	calcarenitica	76.7
	3/2 SD1	29.20	calcarenitica	52.9
	3/2 SD15	5.1	marnosa	60.6
	3/2 SD15	7.5	marnosa	122.4
	3/2 SD15	11.3	marnosa	58.0
	3/2 SD15	16.5	marnosa	87.9
ELL	3/2 SD16	23.2	argillitica	6.7
	3/2 SD16	10.5	argillitica	2.6
	3/2 SD16	15.5	argillitica	0.4

Si osserva che la roccia argillitica ha valori di resistenza a compressione di un ordine di grandezza minori rispetto a quelli di provini di roccia marnosa e calcarenitica. In sede di progetto si deve considerare che la resistenza della roccia integra può variare da 3 a 80 MPa.

#### 7.2.5 Moduli di deformabilità della roccia integra

Per la valutazione del comportamento deformativo del materiale sono stati esaminati i risultati delle misure della velocità delle onde di taglio da prove in sito "cross-hole" e da prove di propagazione di onde soniche eseguite in laboratorio su

campioni di roccia presumibilmente intatta.

Con riferimento al sondaggio 3/2 SD1 è disponibile sia l'andamento della velocità di taglio con la profondità da prova cross-hole che prove di laboratorio. Si osserva che in sito è stata misurata una velocità  $V_s$  inferiore a 900 m/s a fronte di velocità di 2000-3000 m/s misurata in laboratorio.

Tali differenze sono dovute al fatto che le prove di propagazione delle onde soniche dovrebbero essere effettuate su campioni di roccia pressoché intatta, mentre la prova in sito interagisce con l'ammasso roccioso interessato da discontinuità.

La tabella seguente riporta i valori del modulo di Young  $E_0$  e del modulo di taglio a piccole deformazioni  $G_0$  misurati in laboratorio su 10 campioni di roccia intatta e i valori a medie deformazioni degli stessi moduli E e G secanti, ottenuti da prove di compressione monoassiale ed espansione libera.

Dai dati a disposizione si ottiene un valore del modulo a basse deformazioni per la matrice rocciosa compreso tra  $E_0 = 34000 \div 60000$  MPa. Per l'ammasso si è fatto riferimento alla prova Cross Hole disponibile dalla quale si stima un valore compreso tra  $E_0 = 2000 \div 5000$  MPa.

Campioni			Propagazione onde soniche		Compressione monoassiale o ELL (*)
sondaggio	profondità (m)	litologia	$E_0$ (GPa)	$G_0$ (GPa)	$E_{s\ 50\%}$ (GPa)
3/2 SD1	14.8	marnosa	33.8	13.2	17.9
3/2 SD1	17.5	calcarenitica	61.5	24.0	44.6
3/2 SD1	29.2	calcarenitica	59.3	23.1	51.7
3/2 SD15	5.1	marnosa	57.3	22.3	64.2
3/2 SD15	7.5	marnosa	66.1	24.6	48.1
3/2 SD15	11.3	marnosa	48.6	19.0	30.2
3/2 SD15	16.5	marnosa	56.1	21.9	66.6
3/2 SD16	10.5	argillitica	25.0	9.8	0.6 (*)
3/2 SD16	15.5	argillitica	27.3	10.7	0.1 (*)
3/2 SD16	23.2	argillitica	24.9	9.7	8.2

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  $1/3 \div 1/5$  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.

## 7.2.6 Tabelle riassuntive di caratterizzazione geotecnica

Sulla base di quanto presentato e discusso, nelle tabelle seguenti vengono riassunti i parametri medi caratteristici del materiale APA-alterata e APA-integra prevalenti nella tratta in esame.

APA-alterata	
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	21.6
$\varphi'$ (°)	19° ÷ 35°
$c'$ (kPa)	0 ÷ 34
$c_u$ (kPa)	50

### **Simbologia:**

$\gamma_t$  = peso di volume naturale;

$\varphi'$  = angolo di attrito operativo;

$c'$  = coesione efficace;

$c_u$  = resistenza al taglio non drenata;

APA-integra	
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	26.6
$\sigma_c$ (MPa)	10 ÷ 120
$E_0$ (MPa)	2000 ÷ 5000

**Simbologia:**

$\gamma_t$  = peso di volume naturale;

$E_0$  = modulo elastico iniziale ammasso roccioso;

$\sigma_c$  = resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta.

## 7.3 FPP

### 7.3.1 Caratteristiche fisiche

La percentuale di frazione fine varia tra 39÷66%.

Il limite liquido è mediamente compreso fra il 45 ed il 53%, mentre il limite plastico è compreso fra il 17 ed il 26%. L'indice di plasticità risulta compreso tra 35 ed il 19%. I materiali sono pertanto classificabili come argille inorganiche di bassa plasticità. Il contenuto d'acqua naturale è compreso fra il 13 ed il 16%.

Relativamente al peso di volume naturale ( $\gamma_t$ ), i dati disponibili forniscono un valore medio pari a 25.4 kN/m<sup>3</sup>.

### 7.3.2 Indici di resistenza

Sono disponibili 3 prove di espansione laterale libera su campioni di marna molto alterata e 13 prove di compressione monoassiale su campioni di roccia i cui risultati sono riportati nella tabella seguente:

prova	sondaggio	Profondità (m)	litologia	$\sigma_{max}$ (MPa)
<i>Compressione monoassiale</i>	3/2 SD12	3.2	calcarenitica	28.5
	3/2 SD12	7.2	calcarenitica	77.9
				133.7
				128.3
	3/2 SD14	9.7	calcarea	82.5
	3/2 SD14	14.8	calcarea	20.7
	3/2 SD14	16.6	Marna calcarea	93.1
				50.3
				67.5
	3/2 SD17bis	9.3	calcarenitica	50.8
	3/2 SD17bis	14.8	calcarenitica	100.6
	3/2 SD18r	16.7	calcarea	150

	3/2 SD18r	22.6	calcarea	40.4
ELL	3/2 SD18r	15.7	marna molto alterata	0.17
	3/2 SD18r	19.6	marna molto alterata	0.042
	3/2 SD18r	18.4	marna molto alterata	0.076

La resistenza al taglio in termini di sforzi totali è compresa tra  $C_u = 21 \div 85$  kPa, per la parte più alterata. Per la roccia più integra si ha una resistenza che varia tra  $\sigma_c = 20.7 \div 150$  MPa.

### 7.3.3 Moduli di deformabilità della roccia integra

La tabella seguente riporta i valori del modulo di Young  $E_o$  e del modulo di taglio a piccole deformazioni  $G_o$  misurati in laboratorio su campioni di roccia presumibilmente intatta ed i valori a medie deformazioni degli stessi moduli  $E$  e  $G$  secanti.

Dai dati a disposizione si ottiene un valore del modulo elastico a basse deformazioni per la matrice rocciosa compreso tra  $E_o = 10000 \div 70000$  MPa. Per l'ammasso si può stimare un valore compreso tra  $E_o = 1000 \div 5000$  MPa.

Campioni			Propagazione onde soniche		Compressione monoassiale o ELL (*)
sondaggio	profondità (m)	litologia	$E_o$ (GPa)	$G_o$ (GPa)	$E_{s50\%}$ (GPa)
3/2 SD12	3.2	calcarenitica	52	20.3	30.8
3/2 SD12	7.2	calcarenitica	43.3	16.9	44.2
					31.1
					30.8
3/2 SD14	9.7	calcarea	14.6	5.7	78.1

<i>3/2 SD14</i>	14.8	calcarea	13.4	5.2	8
<i>3/2 SD14</i>	16.6	marna calcarea	23.2	9.1	18.9
					37.3
					16.7
<i>3/2 SD17bis</i>	9.3	calcarenitica	68.6	26.7	32.4
<i>3/2 SD17bis</i>	14.8	calcarenitica	67.9	26.5	43.1
<i>3/2 SD18r</i>	16.7	calcarea	66.2	20.8	72.6
<i>3/2 SD18r</i>	22.6	calcarea	53.8	21	156.5

#### 7.3.4 Tabella riassuntiva di caratterizzazione geotecnica

Sulla base di quanto presentato e discusso, nella tabelle seguenti vengono riassunti i parametri medi caratteristici del materiale FPP prevalenti nella tratta in esame.

FPP-alterata	
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	22.0
$c_u$ (kPa)	21±85

#### **Simbologia:**

$\gamma_t$  = peso di volume naturale;

$c_u$  = resistenza al taglio non drenata;

FPP-integra	
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	25.4
$\sigma_c$ (MPa)	20÷150
$E_0$ (MPa)	1000÷5000

**Simbologia:**

$\gamma_t$  = peso di volume naturale;

$\sigma_c$  = resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta;

$E_0$  = modulo elastico iniziale ammasso roccioso.

## 7.4br

### 7.4.1 Caratteristiche fisiche

Il limite liquido è compreso nell'intervallo di valori da 25 a 36 %, mentre il limite plastico varia da 15 a 23%. L'indice di plasticità passa da un minimo di 6 a 13%.

Relativamente al peso di volume naturale ( $\gamma_t$ ), i dati disponibili forniscono un valore medio pari a 27.03 kN/m<sup>3</sup>. La percentuale di frazione fine varia tra 33÷63%.

### 7.4.2 Indici di resistenza

Sono disponibili 2 prove di compressione monoassiale eseguite su campioni di roccia compatta, i cui risultati sono riportati nella tabella seguente:

sondaggio	profondità (m)	litologia	$\sigma_{max}$ (MPa)
3/2 SD9	16.4	arenaria	120.4
3/2 SD9	21.2	arenaria	132.4

### 7.4.3 Moduli di deformabilità

La tabella seguente riporta i valori del modulo di Young  $E_0$  e del modulo di taglio a piccole deformazioni  $G_0$  misurati in laboratorio su campioni di roccia intatta ed i valori a medie deformazioni degli stessi moduli  $E$  e  $G$  secanti.

Dai pochi dati a disposizione si ottiene un valor medio di circa  $E_0 = 74000$  MPa per la matrice rocciosa. Per l'ammasso si può assumere un valore medio circa pari a  $E_0 = 30000$  MPa.

Campioni			Propagazione onde soniche		Compressione monoassiale
sondaggio	profondità (m)	litologia	$E_0$ (GPa)	$G_0$ (GPa)	$E_{s50\%}$ (GPa)
<i>3/3 SD9</i>	16.4	arenaria	67.7	30.3	39.5
<i>3/3 SD9</i>	21.2	arenaria	80.8	36.6	48.1

### 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 br prevalenti nella tratta in esame.

br	
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	27.03
$E_0$ (MPa)	30000
$\sigma_c$ (MPa)	120.4÷132.4

#### **Simbologia:**

$\gamma_t$  = peso di volume naturale;

$E_0$  = modulo elastico iniziale ammasso roccioso;

$\sigma_c$  = resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta.

## **8.CARATTERISTICHE DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI E DELLE FONDAZIONI STRADALI IN TRINCEA**

Nella campagna di indagine 2010 sono stati realizzati i pozzetti esplorativi lungo il tracciato in esame riportati in **Tabella 3-6**.

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/cm<sup>2</sup> 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/cm<sup>2</sup> 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/cm<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup> (1,5÷2,5 daN/cm<sup>2</sup>).

La **Figura 8-1** riporta il valore del modulo di deformazione  $M_d$  ricavato da prove di carico su piastra effettuate in pozzetti esplorativi disposti lungo tutto il tracciato autostradale. I valori di  $M_d$  si riferiscono al primo ciclo di carico nell'intervallo di pressione tra 50 e 150 kN/m<sup>2</sup> avendo distinto i risultati a seconda della profondità del piano di prova rispetto al piano di campagna.

Si osserva che, per oltre il 60 % del tracciato, i terreni indagati presentano moduli di deformazione superiori a 20 MPa, ossia ai requisiti richiesti dalle Norme Tecniche nel caso in cui la fondazione della pavimentazione stradale sia su rilevato di altezza inferiore ad un metro.

Valori del modulo di deformazione inferiori a 15 MPa sono stati misurati in terreni rappresentativi del 20% del tracciato. Questi valori modesti di  $M_d$  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/m<sup>2</sup>, 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 o a cemento del terreno di fondazione (vedi **capitolo 9**).

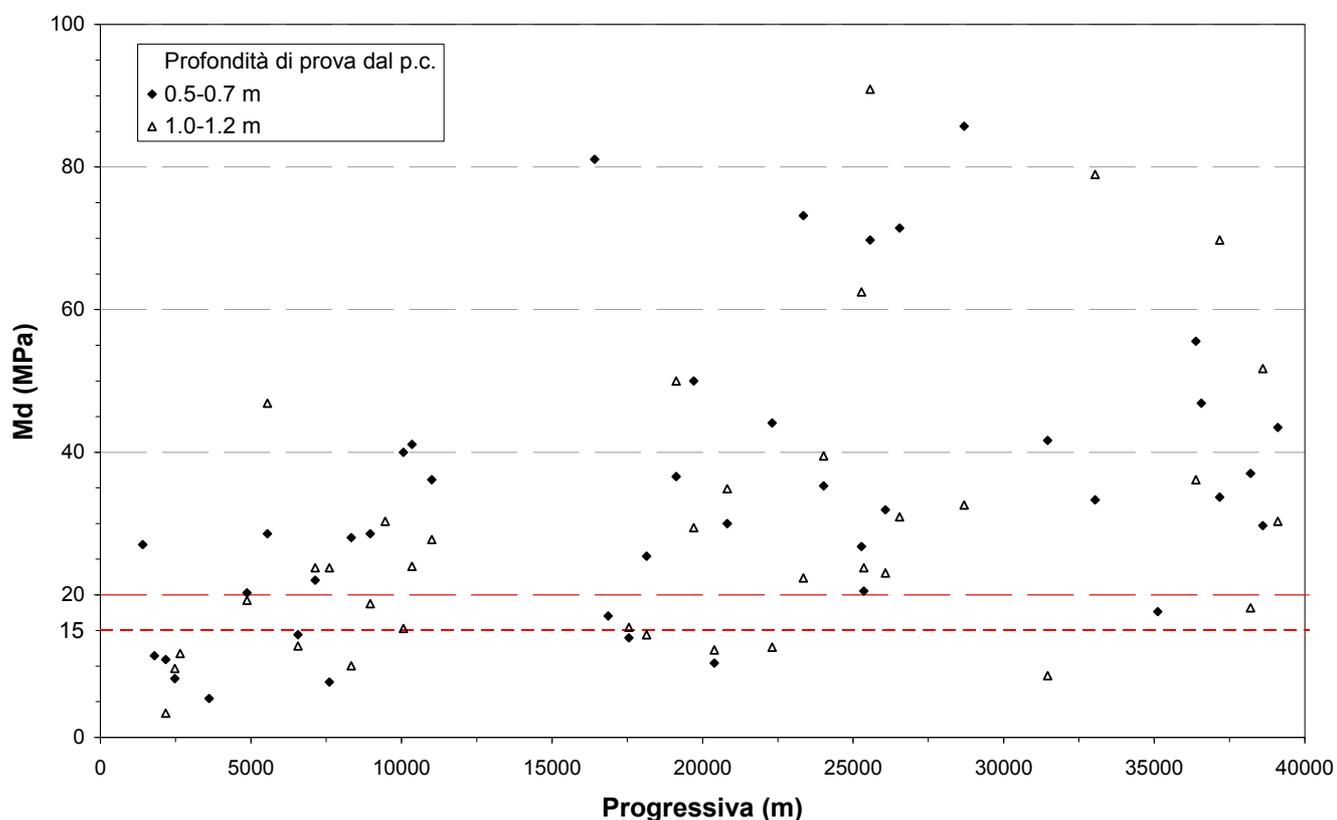


Figura 8-1: Andamento del modulo di deformazione lungo il tracciato autostradale

### 8.1 Bonifiche

Si prevede ovunque, lo scotico dei primi 20 cm di materiale vegetale.

Laddove 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. Gli scavi previsti per l'ampliamento dei tratti in trincea interesseranno prevalentemente terreni costituiti da sabbie argillose e limi argillosi.

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 o a cemento, a seconda delle locali caratteristiche geotecniche. Sulla base dei dati ad oggi disponibili, si può stimare che il trattamento di stabilizzazione interesserà una percentuale pari a circa il 50% dei materiali risultanti dagli scavi.

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  $b/h = 7/4$ .

Come riportato al paragrafo 6.9 per i materiali dei rilevati esistenti si possono assumere i seguenti parametri geotecnici caratteristici:

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi' = 34^\circ$$

$$c' = 0$$

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 i parametri di resistenza valutati 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 3 parte 2 km 21+960, sezione 1143 è previsto l'ampliamento da entrambi i lati del rilevato esistente, con una altezza massima pari a 11.0 m, su depositi fluvio-lacustri-lagunari pleistocenici: limi, limi sabbiosi e sabbie limose (Qt1d1); la criticità è rappresentata dal fatto di avere un rilevato di notevole altezza su un terreno particolarmente compressibile;

- In corrispondenza della progressiva lotto 3 parte 2 km 3+280, sezione 169 è previsto l'ampliamento da entrambi i lati del rilevato esistente, con una altezza massima di 10.0 m, su depositi fluviali olocenici (H1ba e H1b); la criticità è rappresentata dal fatto di avere un rilevato di notevole altezza su lenti di argilla e limo (H1ba) e su terreni granulari non dotati di particolare resistenza (H1b);
- In corrispondenza della progressiva lotto 3 parte 1 km 3+580, sezione 185 è previsto l'ampliamento del rilevato esistente, con una altezza massima di 10.0 m, su depositi fluviali olocenici (H1b); la criticità è rappresentata dal fatto di avere un rilevato di notevole altezza su terreni granulari non dotati di particolare resistenza (H1b);
- In corrispondenza della progressiva lotto 3 parte 2 km 5+120, sezione 267 è previsto l'ampliamento da entrambi i lati del rilevato esistente, con una altezza massima di 7.5 m, su strati di terreno molto variegati, composti da depositi fluviali olocenici (H1ba e H1b) e depositi fluviali pleistocenici (Qt1d); la criticità è rappresentata sia dal fatto di avere un terreno di fondazione multistrato, che dal fatto di trovarsi ad una progressiva del tracciato ricadente nel comune di Roccastrada, per il quale si attendono sollecitazioni sismiche di una certa entità (vedi paragrafo 4.3);

In assenza di misurazioni in prossimità delle sezioni considerate, 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 3 parte 2 km 21+960, sezione 1143, la stabilità è garantita con coefficienti di sicurezza minimi pari rispettivamente a  $F_s = 1.196$  (statica) e  $F_s = 1.134$  (sismica).

Per il rilevato alla progr lotto 3 parte 2 km 3+280, sezione 169, la stabilità è garantita con coefficienti di sicurezza minimi pari rispettivamente a  $F_s = 1.142$  (statica) e  $F_s = 1.105$  (sismica).

Per il rilevato alla progr lotto 3 parte 1 km 3+580, sezione 185, la stabilità è garantita con coefficienti di sicurezza minimi pari rispettivamente a  $F_s = 1.243$  (statica) e  $F_s = 1.189$  (sismica).

Per il rilevato alla progr lotto 3 parte 2 km 5+120, sezione 267, la stabilità è garantita con coefficienti di sicurezza minimi pari rispettivamente a  $F_s = 1.299$  (statica) e  $F_s = 1.117$  (sismica).

### 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.

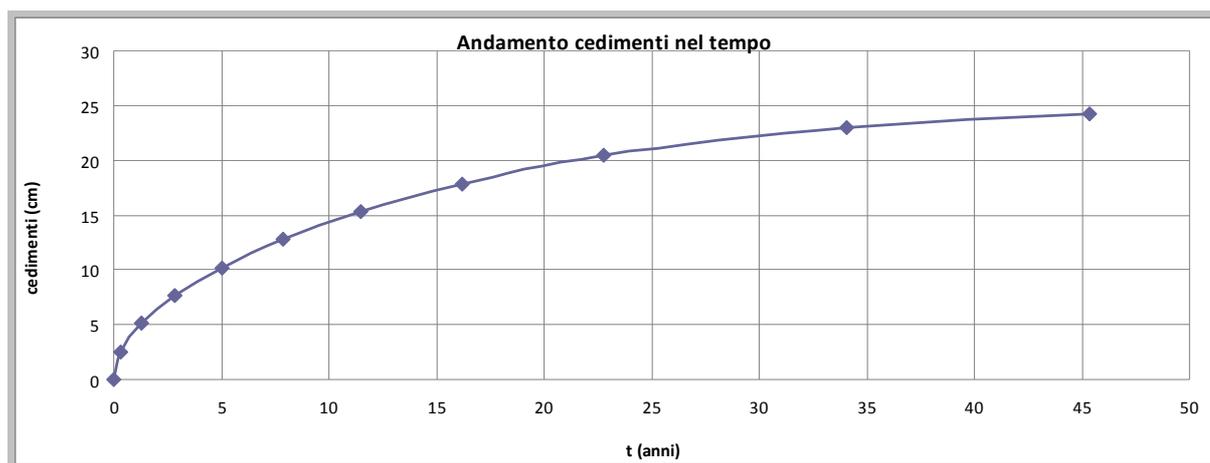
I cedimenti, calcolati con la metodologia descritta in appendice, hanno fornito valori dell'ordine massimo di circa 25.5 cm (intesi come differenza fra il cedimento del nuovo rilevato ed il cedimento già scontato dal rilevato esistente).

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 3 parte 2 km 21+960, sezione 1143 fondato su materiale coesivo (cedimento di circa 25.5 cm), facendo riferimento ai risultati delle prove di laboratorio sui campioni indisturbati prelevati, assumendo un valore medio del coefficiente di consolidazione pari a  $c_v = 7.2 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{sec}$  e percorsi di consolidazione pari allo spessore massimo dello strato coesivo, si stima che i cedimenti si esauriranno in circa 50 anni. Inoltre si stima che nei primi 12 mesi verrà scontato un cedimento di circa il 16% e cioè di circa 4.0 cm.

Poiché la quota del cedimento totale che si esaurirà in un anno, stimata cautelativamente in relazione al primo anno, risulta abbastanza 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.



Inoltre, assumendo per la formazione coesiva di base un valore medio del coefficiente di consolidazione secondaria pari a  $c_a = 2.1 \times 10^{-3}$ , si sono calcolati i cedimenti secondari che, dopo circa 50 anni dall'esaurimento del processo di consolidazione primaria, assumeranno valori dell'ordine di 3.0 cm e pertanto pressoché trascurabili.

## 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 3 parte 1 km 8+760, sezione n° 465, dove è previsto un taglio di altezza massima di 10.0 m, realizzato entro depositi fluviali pleistocenici (Qt1d): sabbie limose con ghiaie,

con pendenza delle scarpate  $b/h = 3/2$  con banche intermedie di larghezza pari a 2 m ogni 5 m di altezza. Nella verifica si è tenuto conto del verosimile andamento della superficie piezometrica;

- In corrispondenza della progressiva lotto 3 parte 1 km 4+560, sezione n° 242, dove è previsto un taglio di altezza massima di 7.5 m, realizzato entro depositi fluviali pleistocenici (Qt1d): sabbie limose con ghiaie, con pendenza delle scarpate  $b/h = 3/2$  con banche intermedie di larghezza pari a 2 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 progressiva lotto 3 parte 1 km 8+760, sezione n° 465, la stabilità è garantita con coefficienti di sicurezza minimi pari rispettivamente a  $F_s = 1.183$  (statica) e  $F_s = 1.117$  (sismica).

Per il taglio alla progressiva lotto 3 parte 1 km 4+560, sezione n° 242, la stabilità è garantita con coefficienti di sicurezza minimi pari rispettivamente a  $F_s = 1.298$  (statica) e  $F_s = 1.219$  (sismica).

## **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 $\gamma_M$	M2
$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,25
$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,25
$\gamma$	$\gamma_{\gamma}$	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 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Angolo di attrito caratteristico $\varphi'_k$ (°)	Angolo di attrito parzializzato $\varphi'$ (°)	Coesione drenata caratteristica $c'_k$ (kPa)	Coesione drenata parzializzata $c'$ (kPa)
H1ba	20.5	25.1	20.5	17.6	14.1
H1b	20.5	34.3	28.6	0	0
Qt1d1	19.6	25.3	20.7	23.7	19.0
Qt1d	20.9	35.4	29.6	0	0
Rilevato esistente	20	34	28.3	0	0
Rilevato di ampliamento	20	38	32	0	0

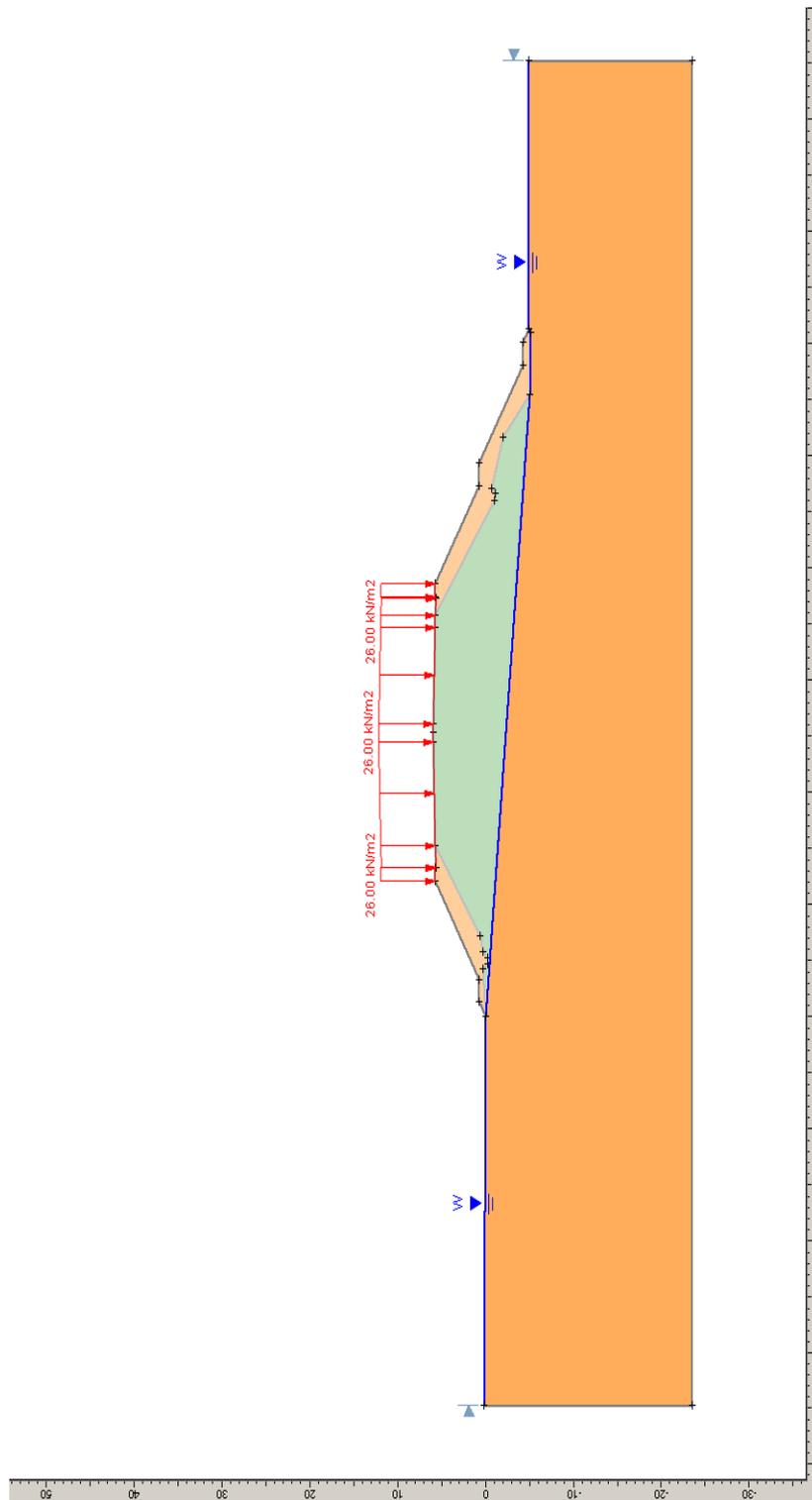
Le analisi di stabilità globale sono state eseguite utilizzando un metodo all'equilibrio limite (Bishop,1955), considerando superfici di scorrimento a direttrice circolare.

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 rilevati

### Sezione 1143-statico



## ***Slide Analysis Information***

### **Document Name**

File Name: lotto 3 parte 2 sezione 1143 statico.sli

### **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/m<sup>3</sup>  
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  
Search Method: Grid Search  
Radius increment: 10  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension Crack  
Minimum Elevation: Not Defined

### **Loading**

1 Distributed Load present:  
Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 26 kN/m<sup>2</sup>

### **Material Properties**

Material: Qt1d1  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 19.6 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 19 kPa  
Friction Angle: 20.7 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

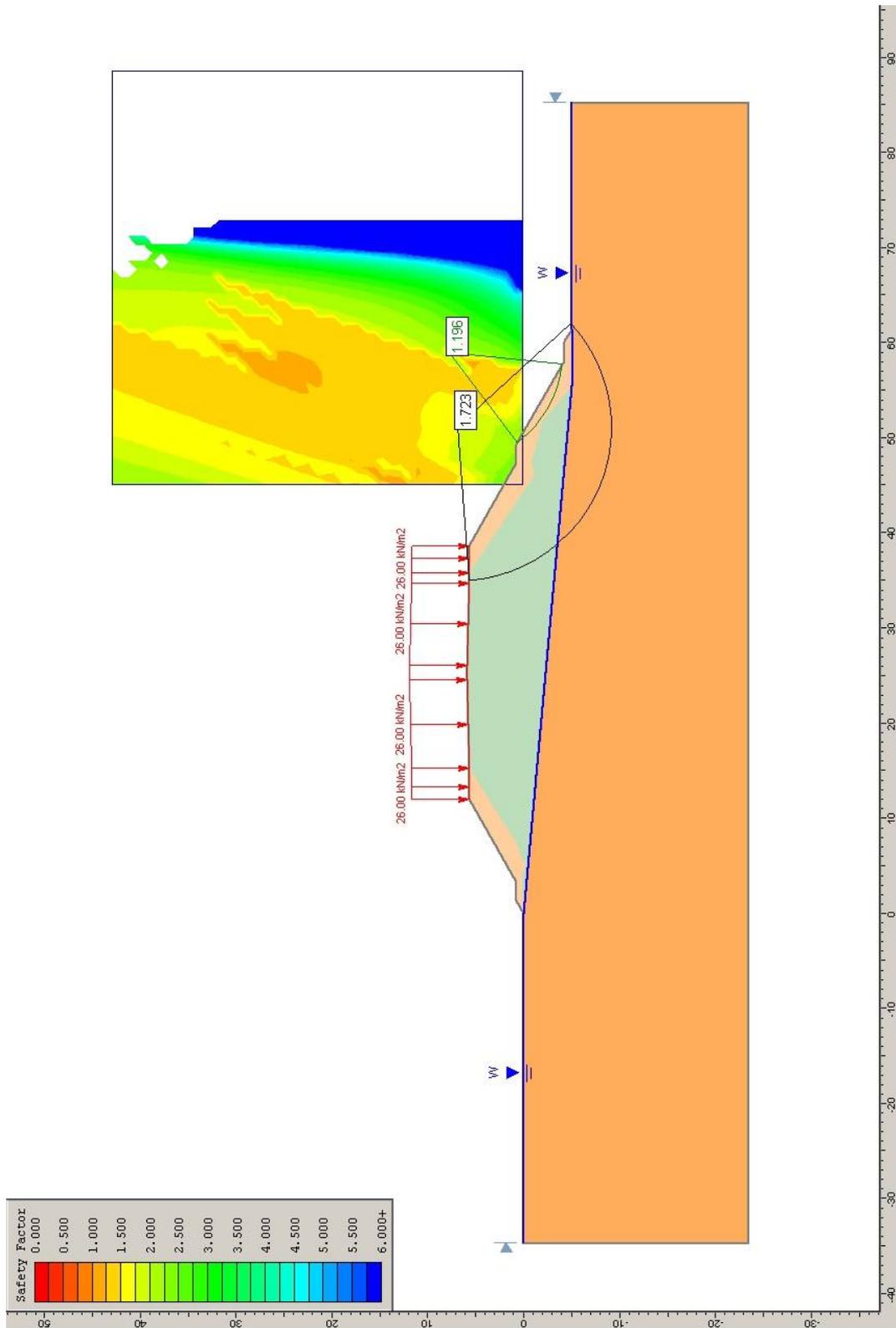
Material: Rilevato esistente  
Strength Type: Mohr-Coulomb

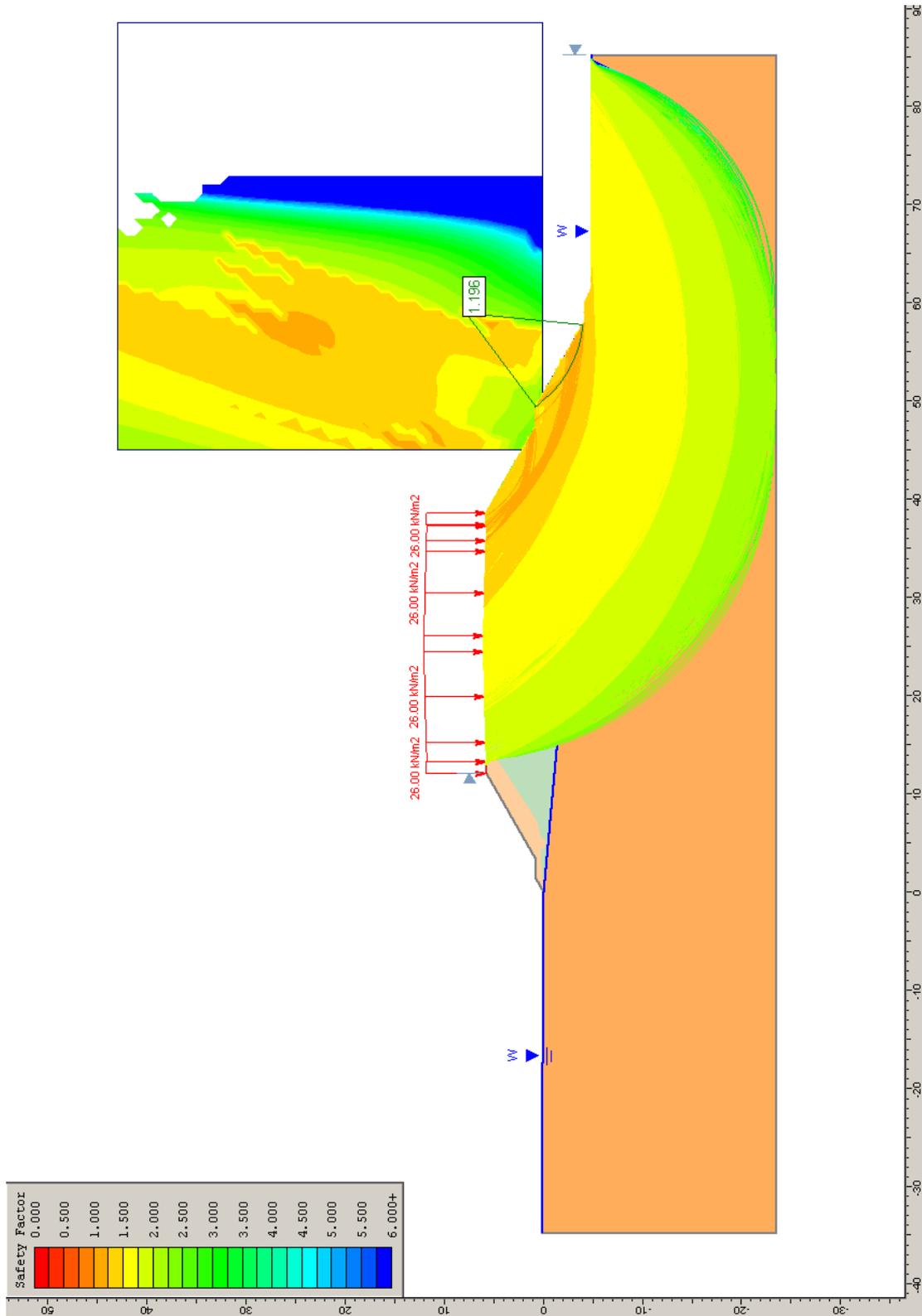
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 28.3 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

Material: Rilevato nuovo  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 32 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

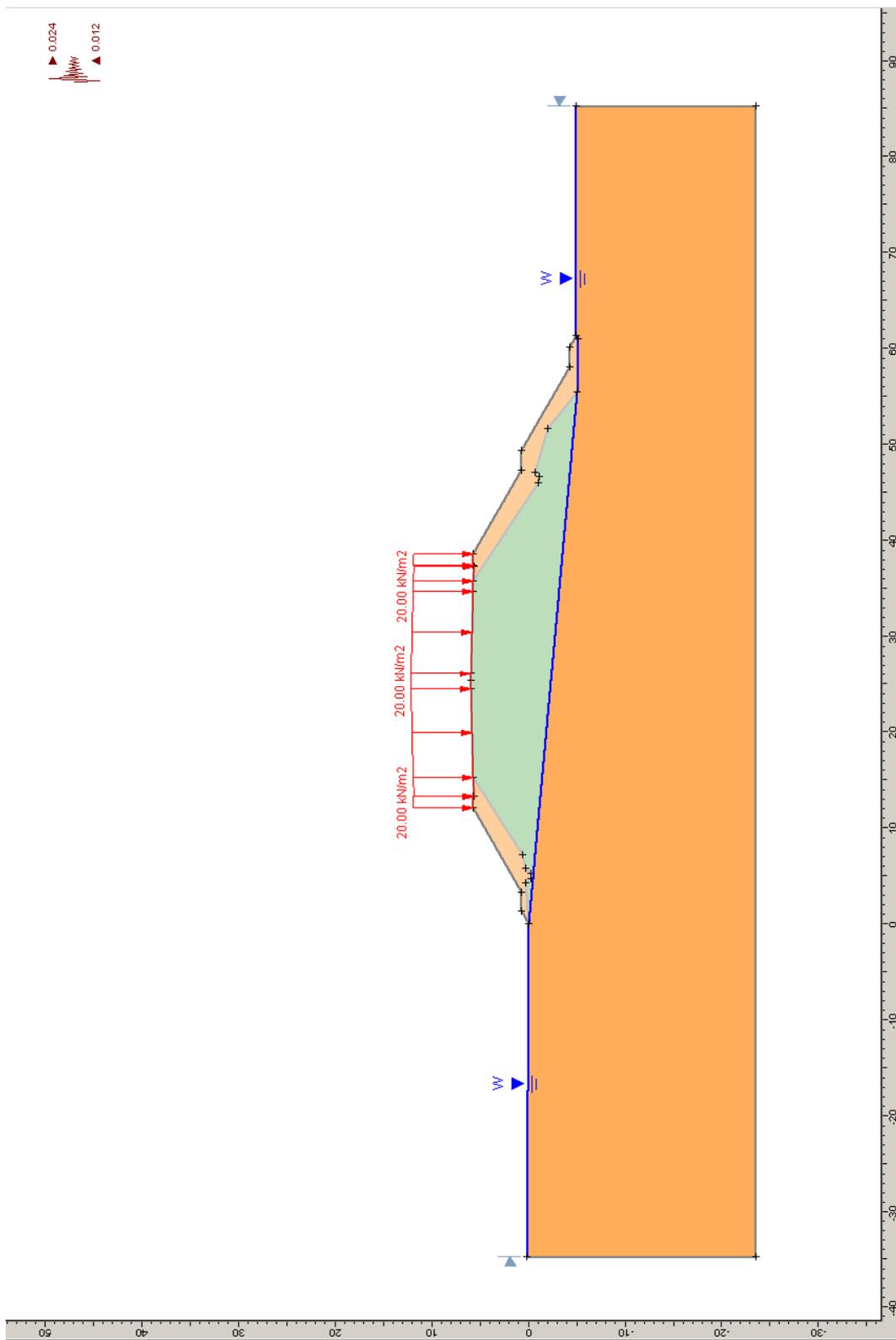
### **Global Minimums**

Method: bishop simplified  
FS: 1.196250  
Center: 58.964, 7.775  
Radius: 11.896  
Left Slip Surface Endpoint: 49.415, 0.680  
Right Slip Surface Endpoint: 57.707, -4.054  
Resisting Moment=858.878 kN-m  
Driving Moment=717.976 kN-m





### Sezione 1143-sismico



## ***Slide Analysis Information***

### **Document Name**

File Name: lotto 3 parte 2 sezione 1143 sismico.sli

### **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/m<sup>3</sup>  
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  
Search Method: Grid Search  
Radius increment: 10  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension Crack  
Minimum Elevation: Not Defined

### **Loading**

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.024  
Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.012  
1 Distributed Load present:  
Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 20 kN/m<sup>2</sup>

### **Material Properties**

Material: Qt1d1  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 19.6 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 19 kPa  
Friction Angle: 20.7 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

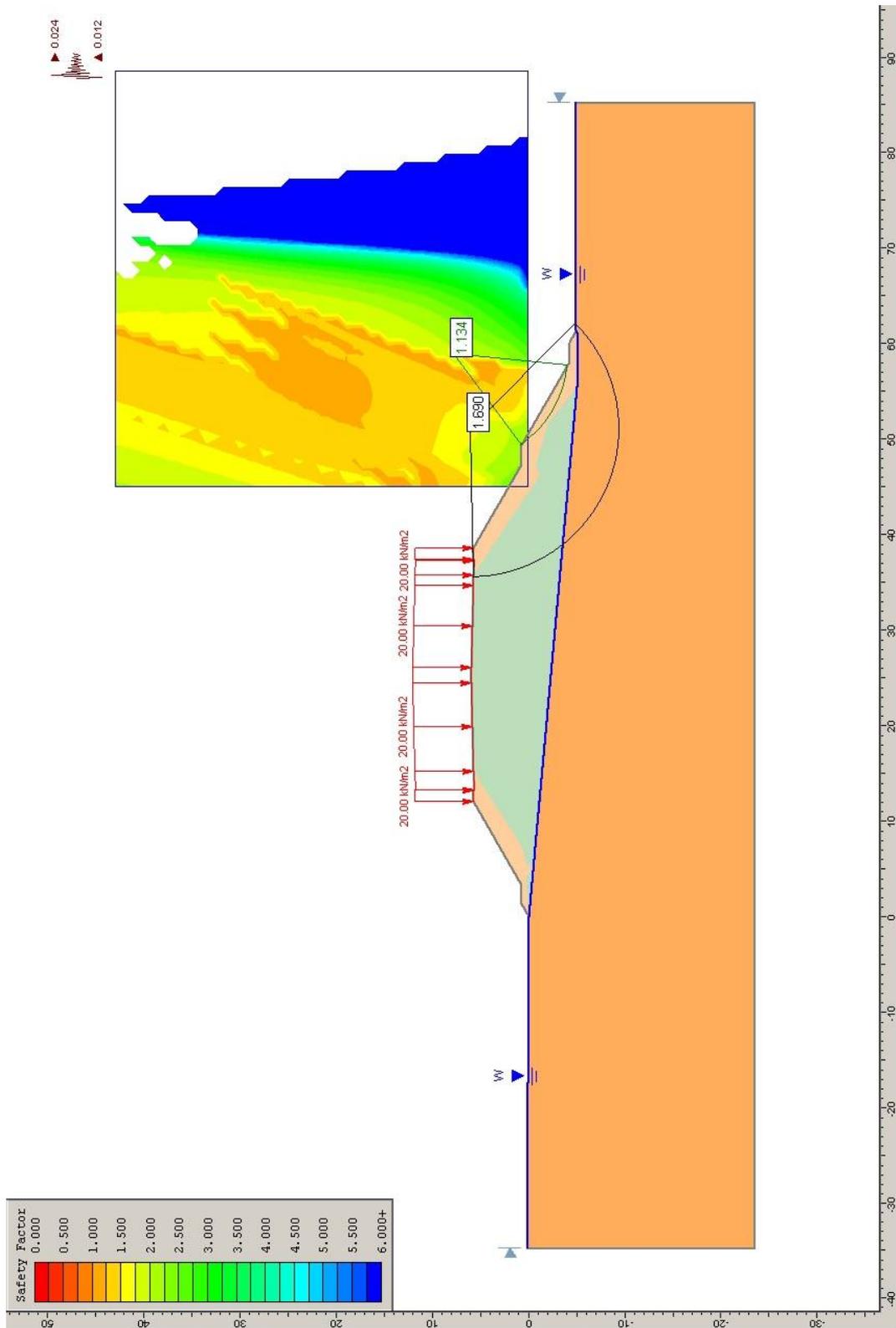
Material: Rilevato esistente

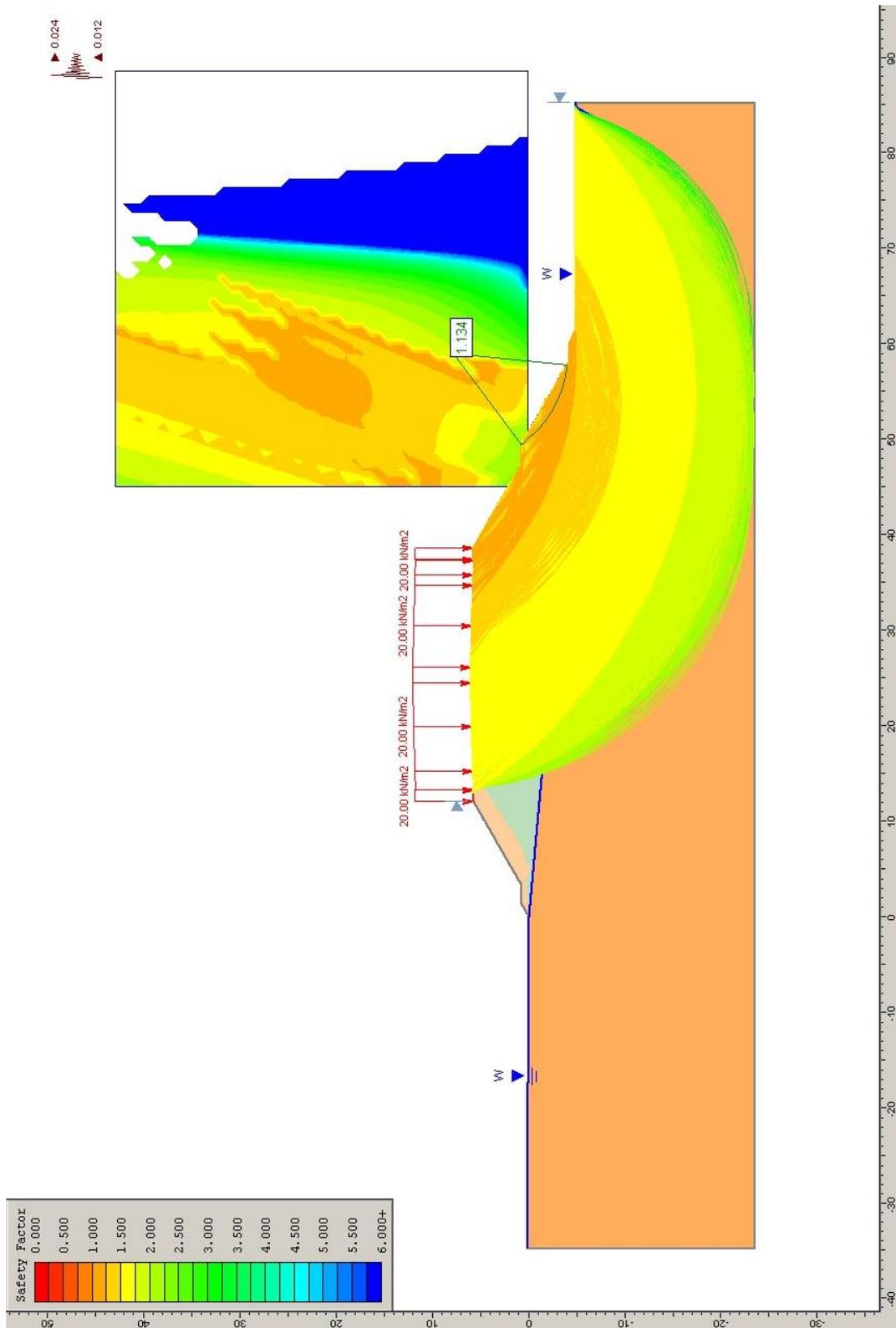
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 28.3 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

Material: Rilevato nuovo  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 32 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

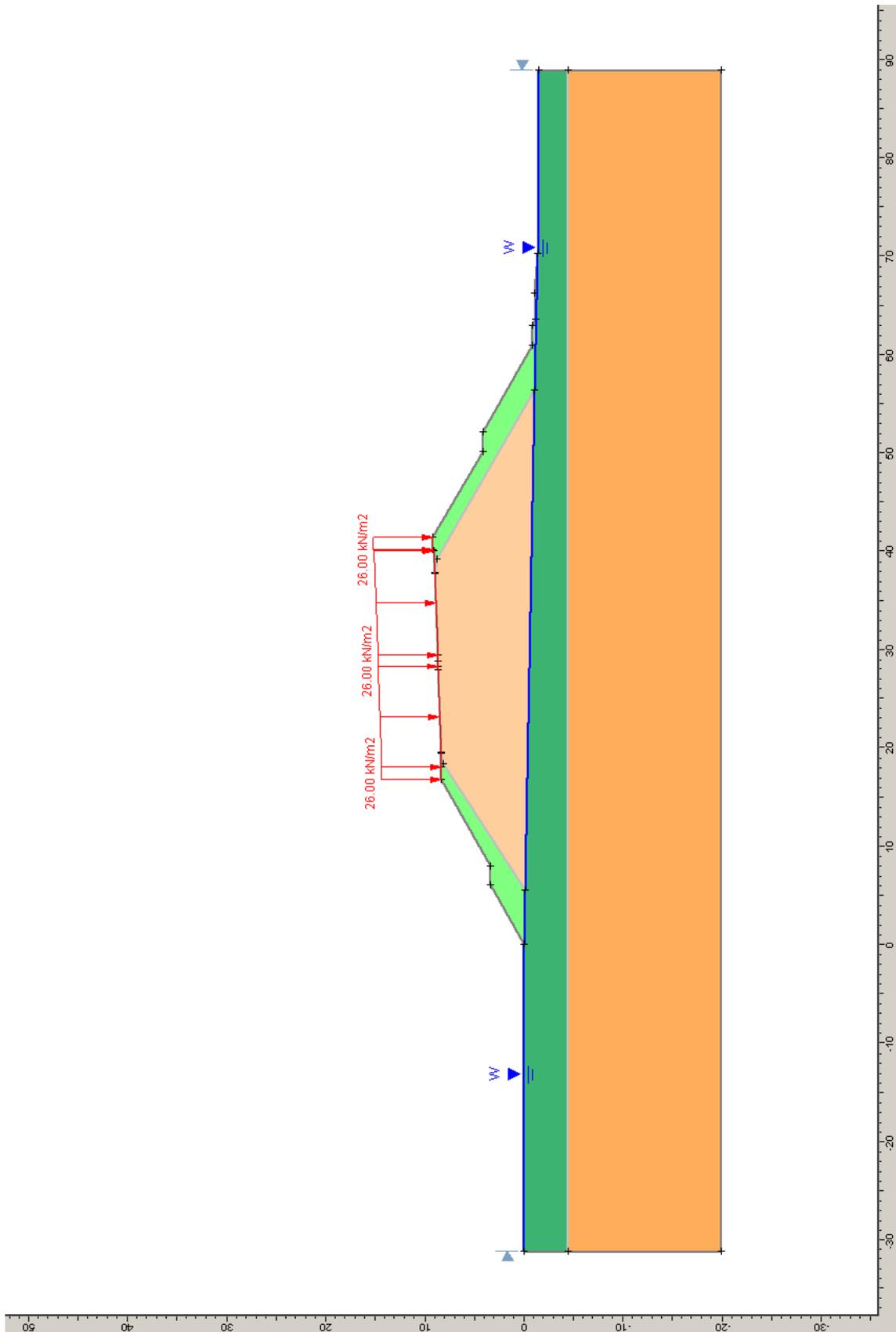
### **Global Minimums**

Method: bishop simplified  
FS: 1.133590  
Center: 58.964, 7.775  
Radius: 11.896  
Left Slip Surface Endpoint: 49.415, 0.680  
Right Slip Surface Endpoint: 57.707, -4.054  
Resisting Moment=838.347 kN-m  
Driving Moment=739.547 kN-m





**Sezione 169-statico**



## ***Slide Analysis Information***

### **Document Name**

File Name: lotto 3 parte 2 sezione 169 statico.sli

### **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/m<sup>3</sup>  
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  
Search Method: Grid Search  
Radius increment: 10  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension Crack  
Minimum Elevation: Not Defined

### **Loading**

1 Distributed Load present:  
Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 26 kN/m<sup>2</sup>

### **Material Properties**

Material: H1b  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20.5 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 28.6 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

Material: H1ba(lente di argilla)  
Strength Type: Mohr-Coulomb

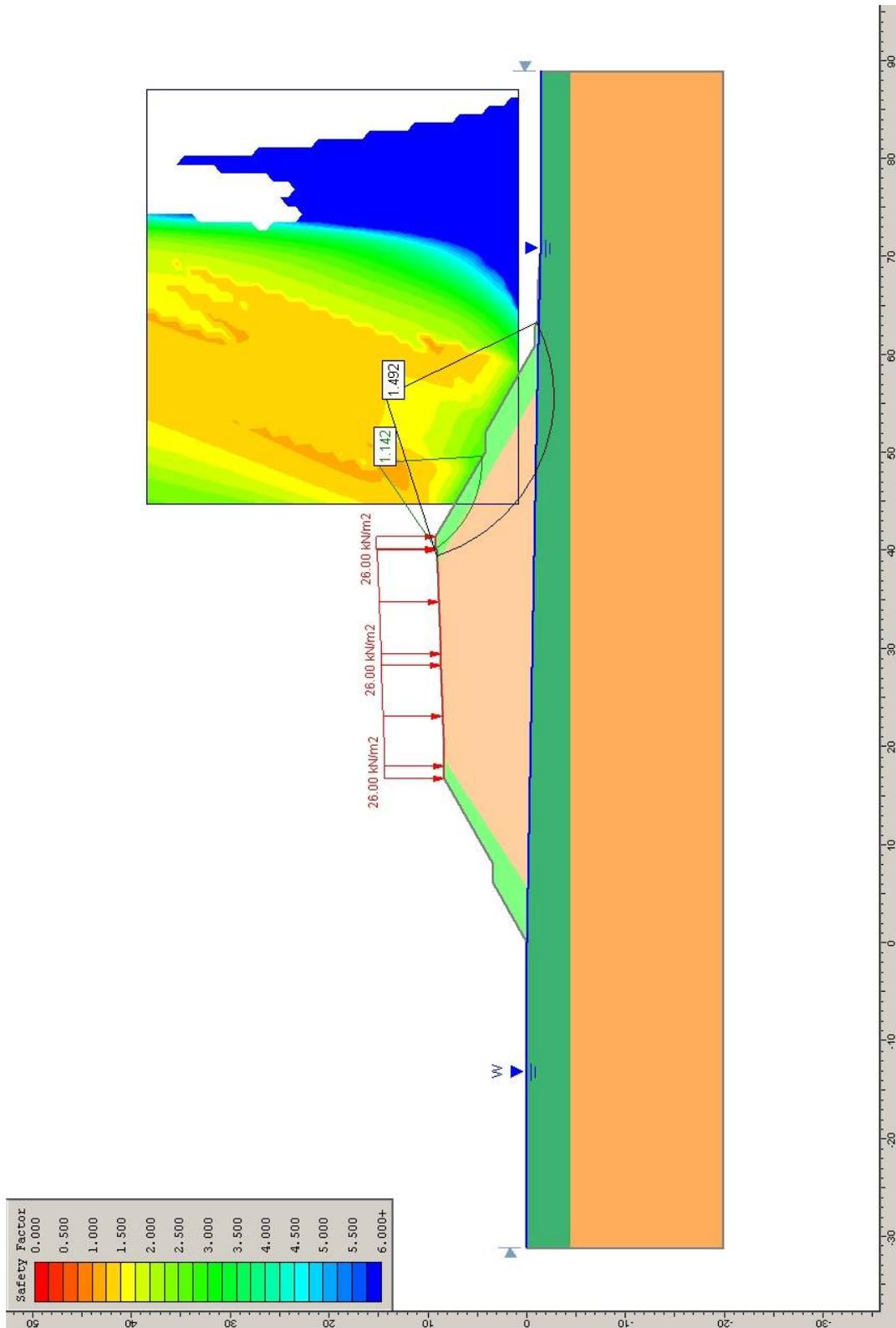
Unit Weight: 20.5 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 14 kPa  
Friction Angle: 20.5 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

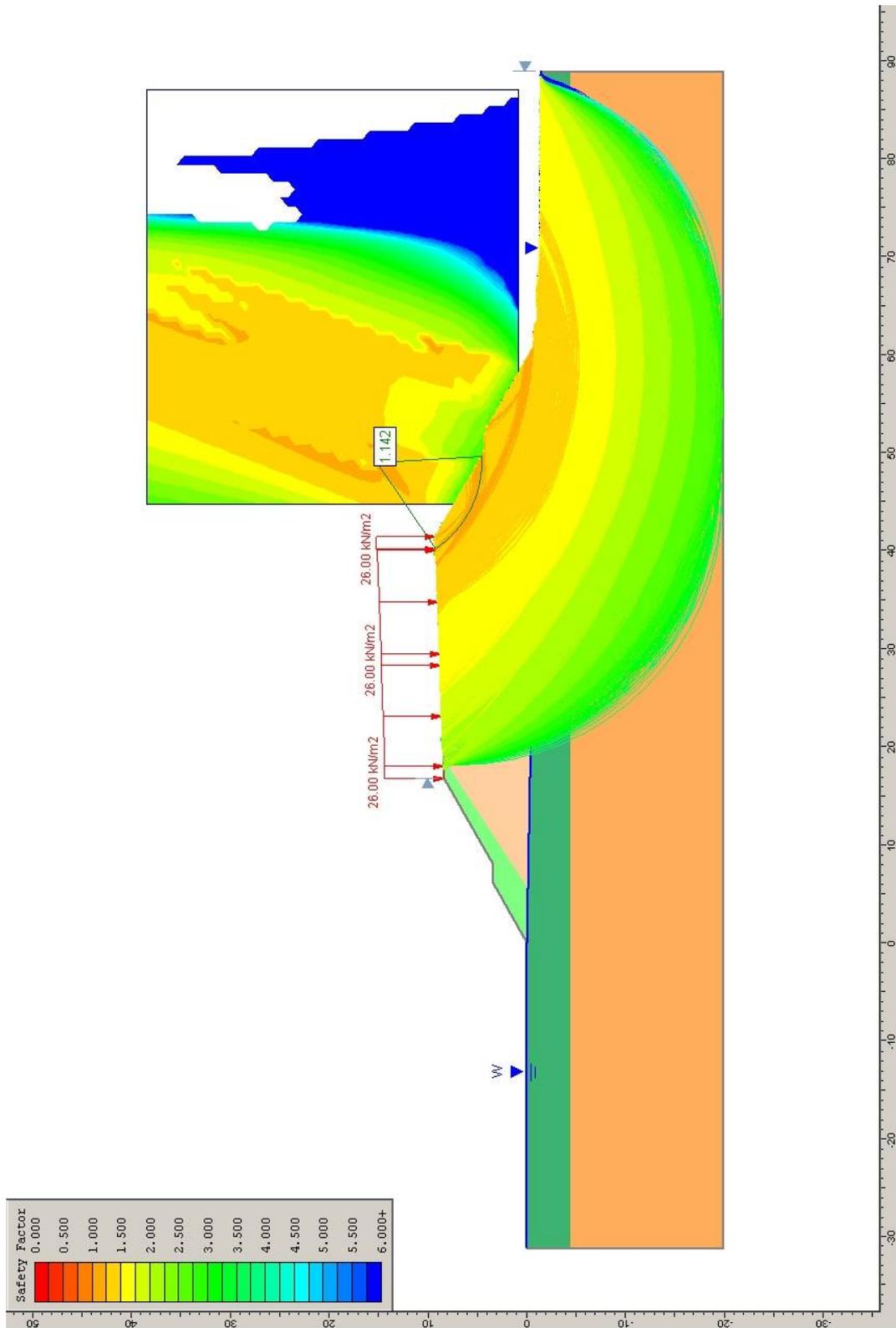
Material: Rilevato esistente  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 28.3 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

Material: Rilevato nuovo  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 32 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

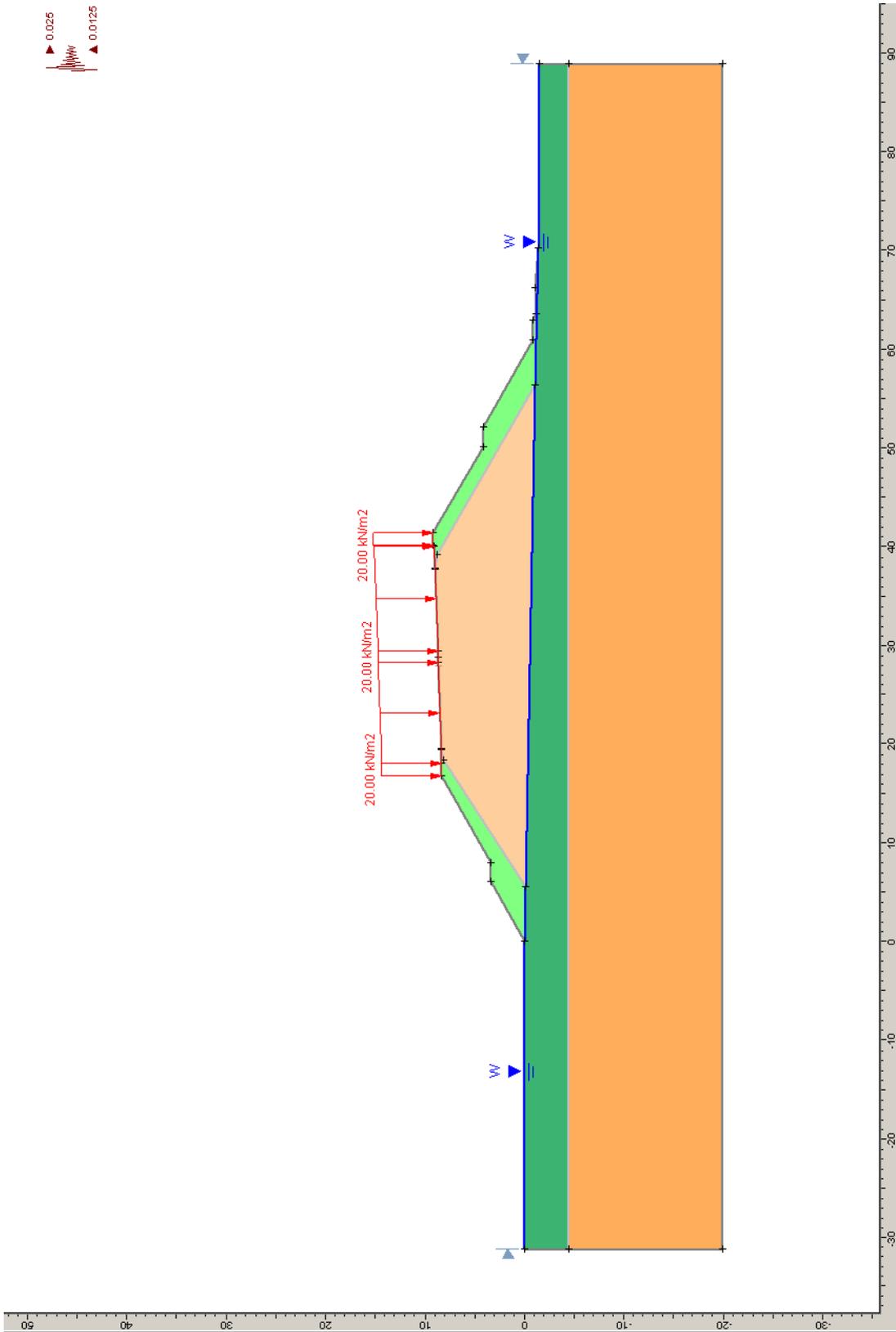
### **Global Minimums**

Method: bishop simplified  
FS: 1.141910  
Center: 48.969, 15.095  
Radius: 10.635  
Left Slip Surface Endpoint: 40.143, 9.162  
Right Slip Surface Endpoint: 49.582, 4.478  
Resisting Moment=1636.56 kN-m  
Driving Moment=1433.18 kN-m





### Sezione 169-sismico



## ***Slide Analysis Information***

### **Document Name**

File Name: lotto 3 parte 2 sezione 169 sismico.sli

### **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/m<sup>3</sup>  
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  
Search Method: Grid Search  
Radius increment: 10  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension Crack  
Minimum Elevation: Not Defined

### **Loading**

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.025  
Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.0125  
1 Distributed Load present:  
Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 20 kN/m<sup>2</sup>

### **Material Properties**

Material: H1b  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20.5 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 28.6 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

Material: H1ba(lente di argilla)

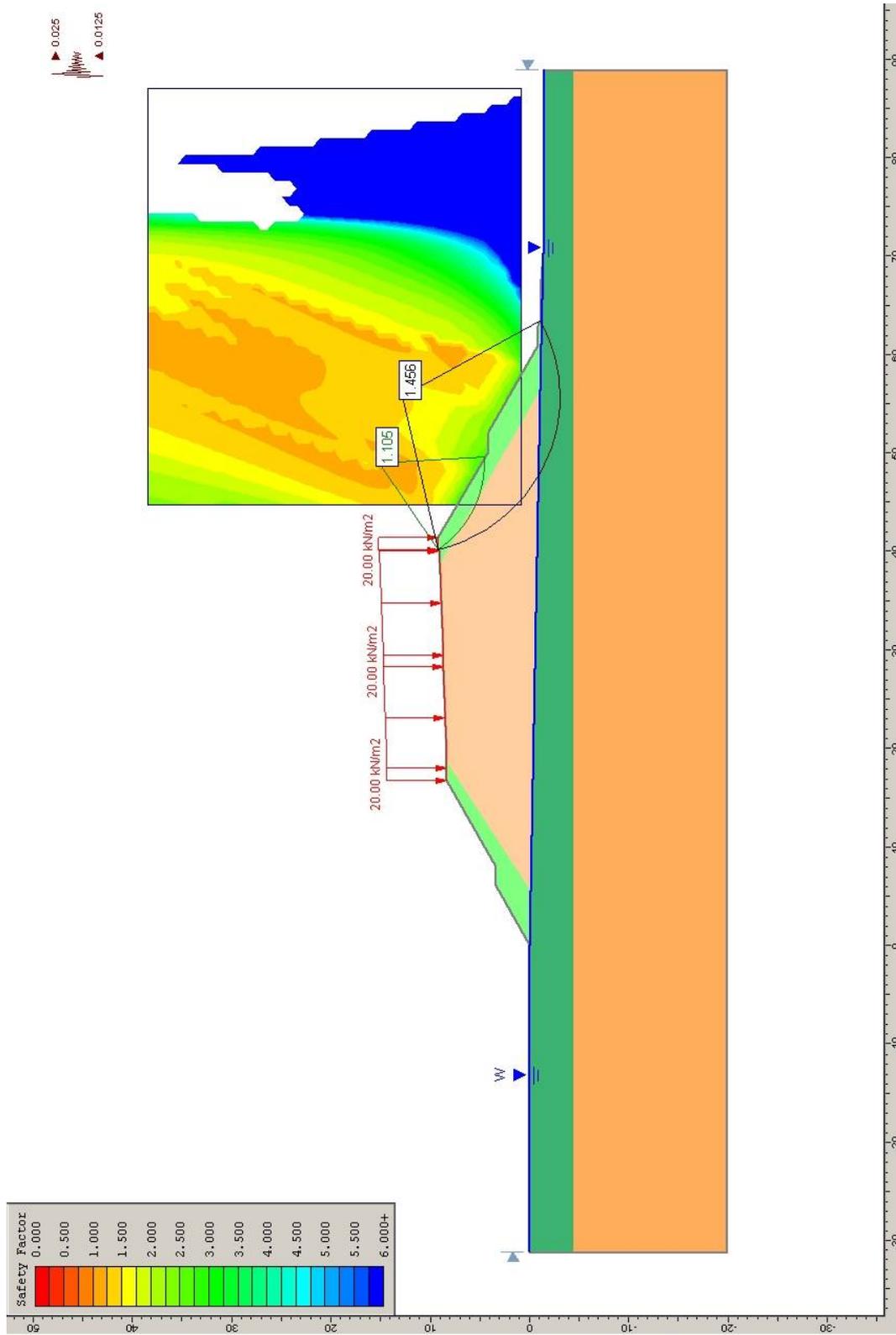
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20.5 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 14 kPa  
Friction Angle: 20.5 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

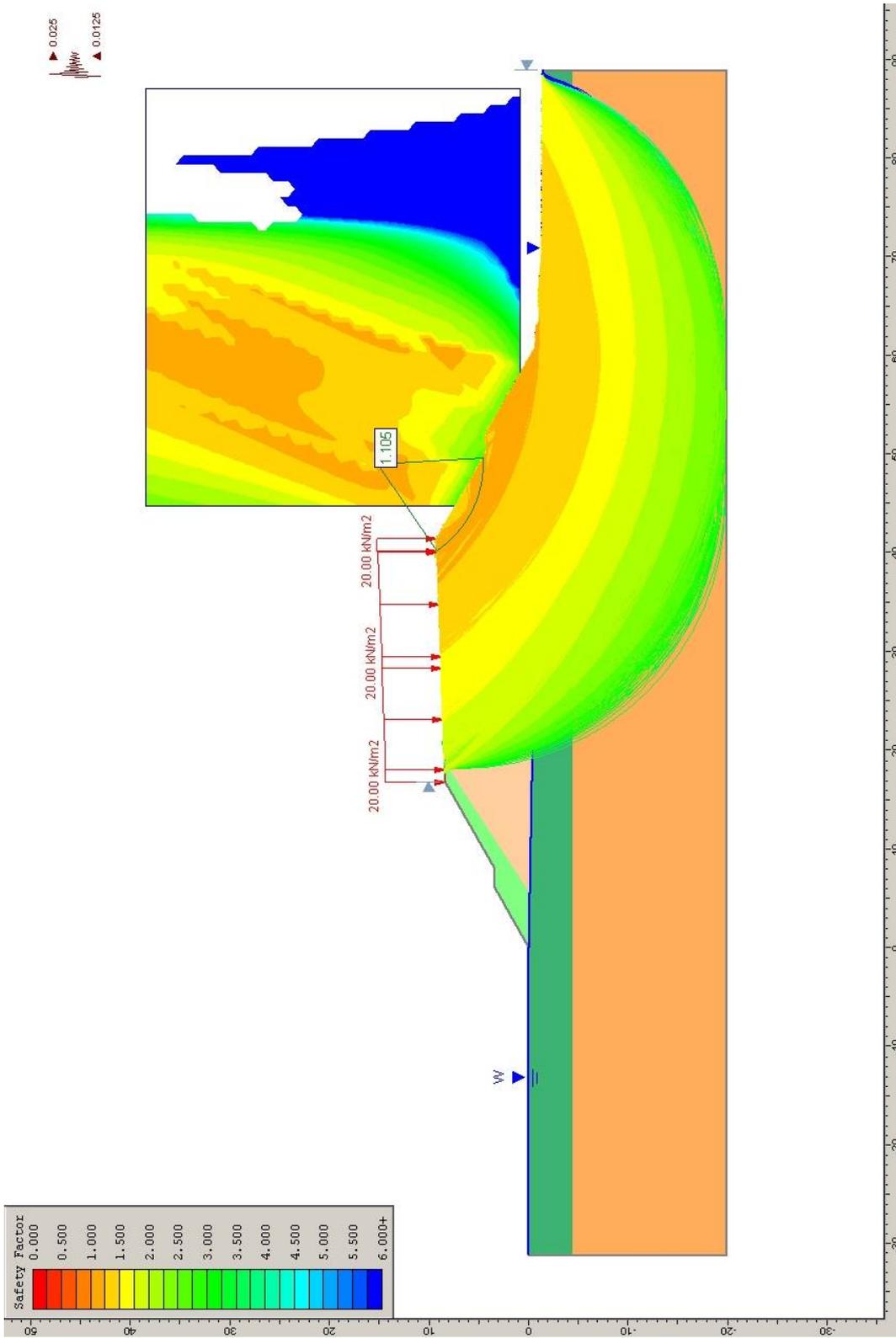
Material: Rilevato esistente  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 28.3 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

Material: Rilevato nuovo  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 32 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

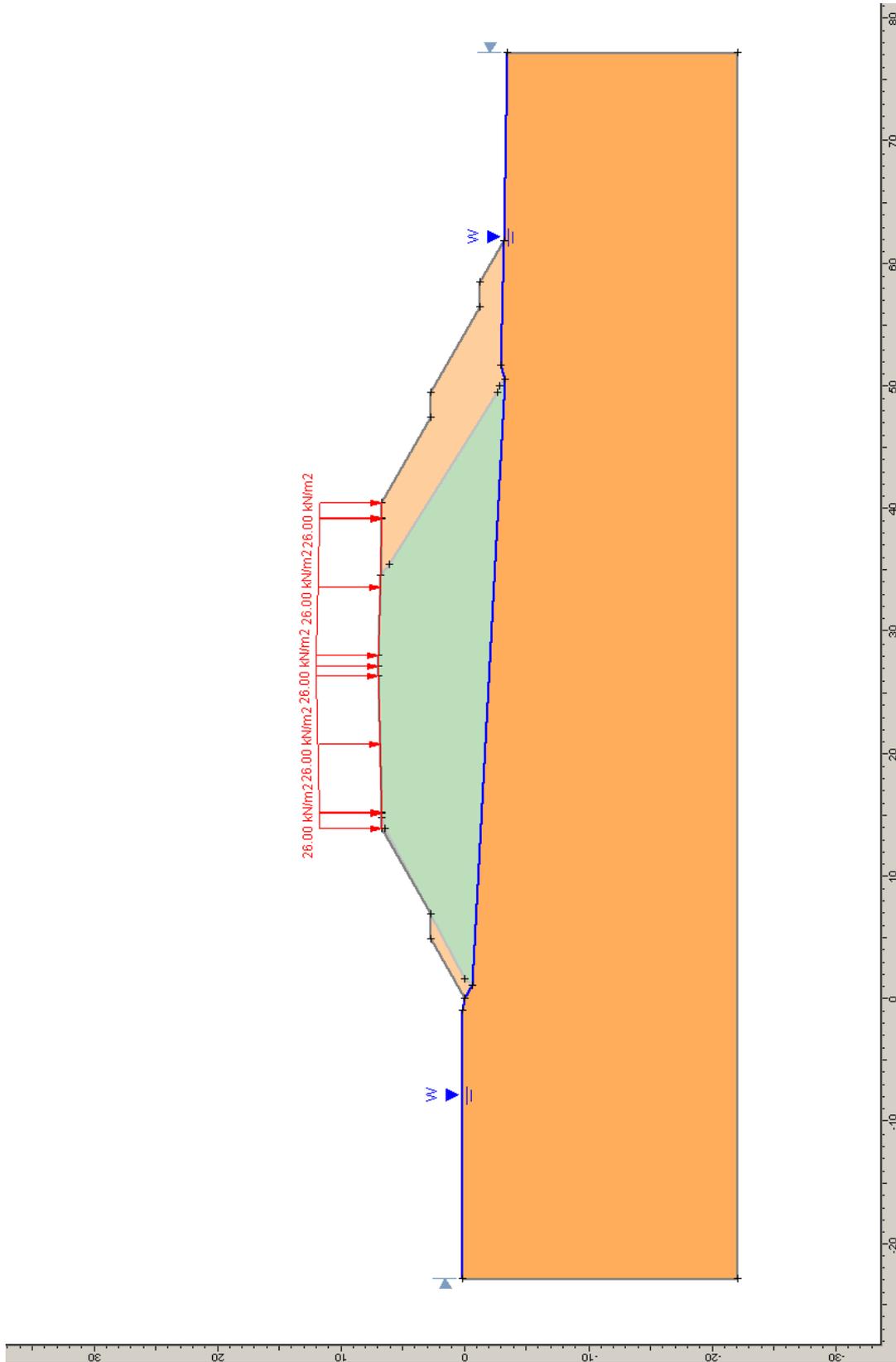
### **Global Minimums**

Method: bishop simplified  
FS: 1.104560  
Center: 48.969, 15.095  
Radius: 10.635  
Left Slip Surface Endpoint: 40.143, 9.162  
Right Slip Surface Endpoint: 49.582, 4.478  
Resisting Moment=1559.84 kN-m  
Driving Moment=1412.18 kN-m





Sezione 185 -statico



## ***Slide Analysis Information***

### **Document Name**

File Name: lotto 3 parte 1 sezione 185 statico.sli

### **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/m<sup>3</sup>  
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  
Search Method: Grid Search  
Radius increment: 10  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension Crack  
Minimum Elevation: Not Defined

### **Loading**

1 Distributed Load present:  
Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 26 kN/m<sup>2</sup>

### **Material Properties**

Material: H1b  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20.5 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 28.6 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

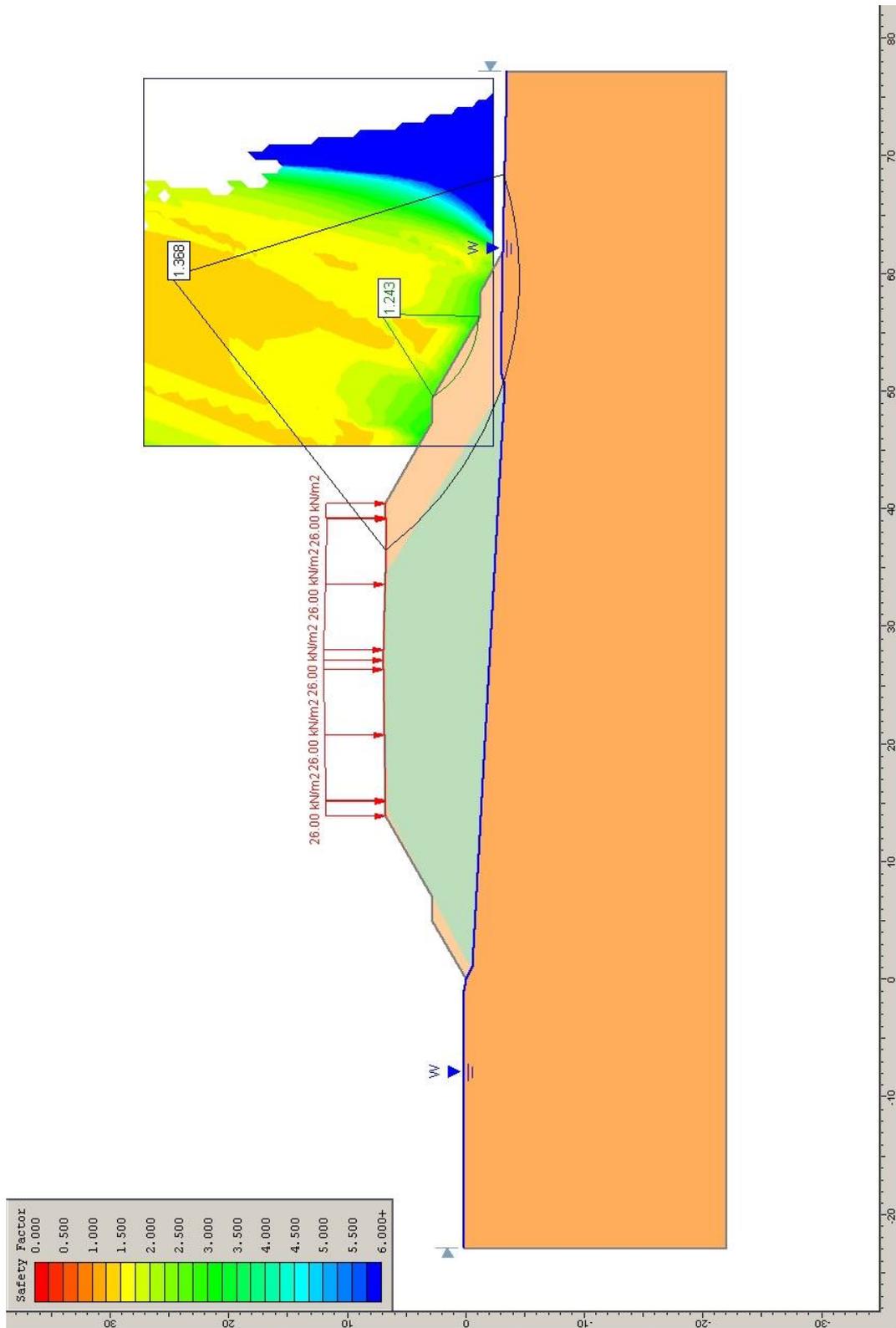
Material: Rilevato esistente  
Strength Type: Mohr-Coulomb

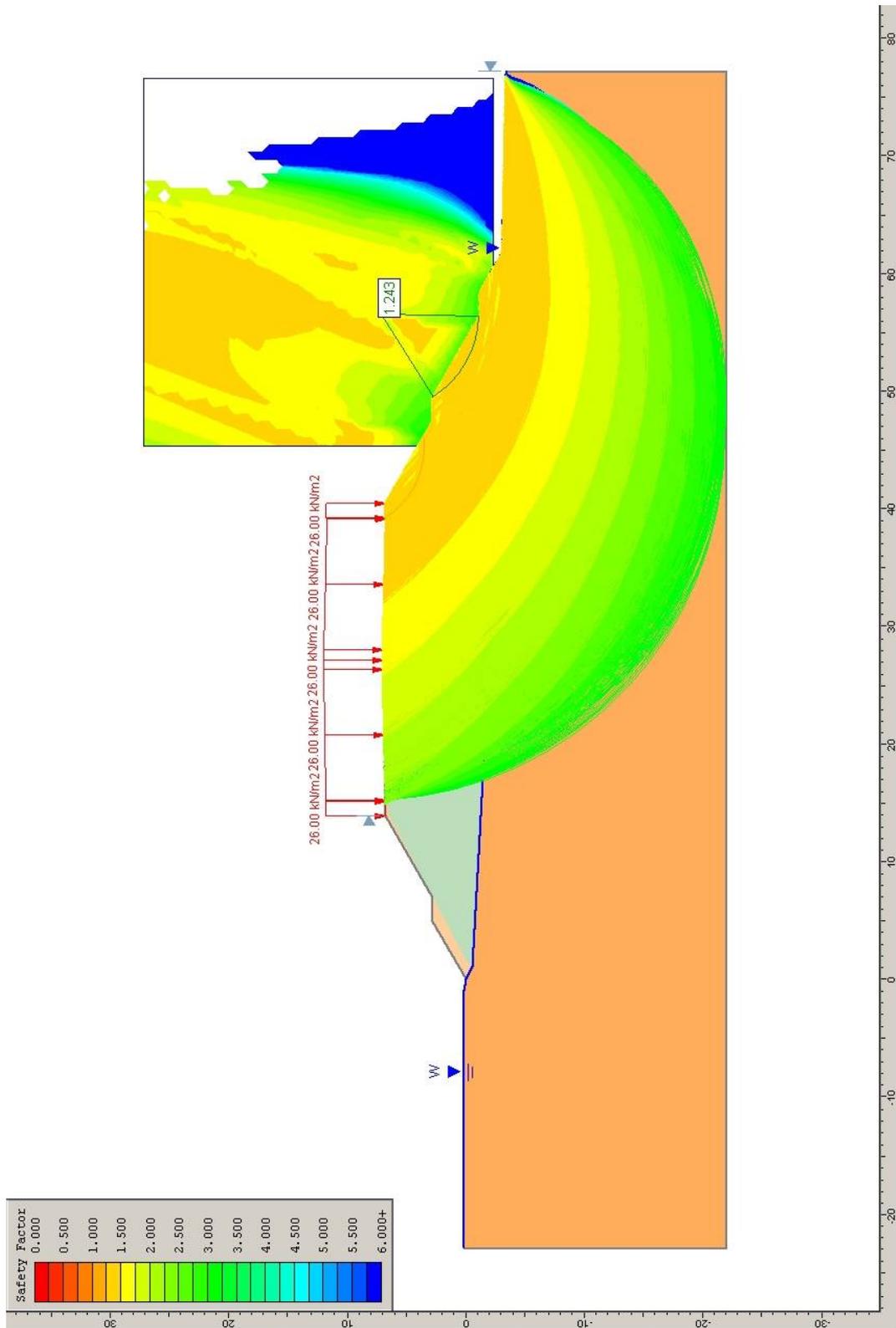
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 28.3 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

Material: Rilevato nuovo  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 32 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

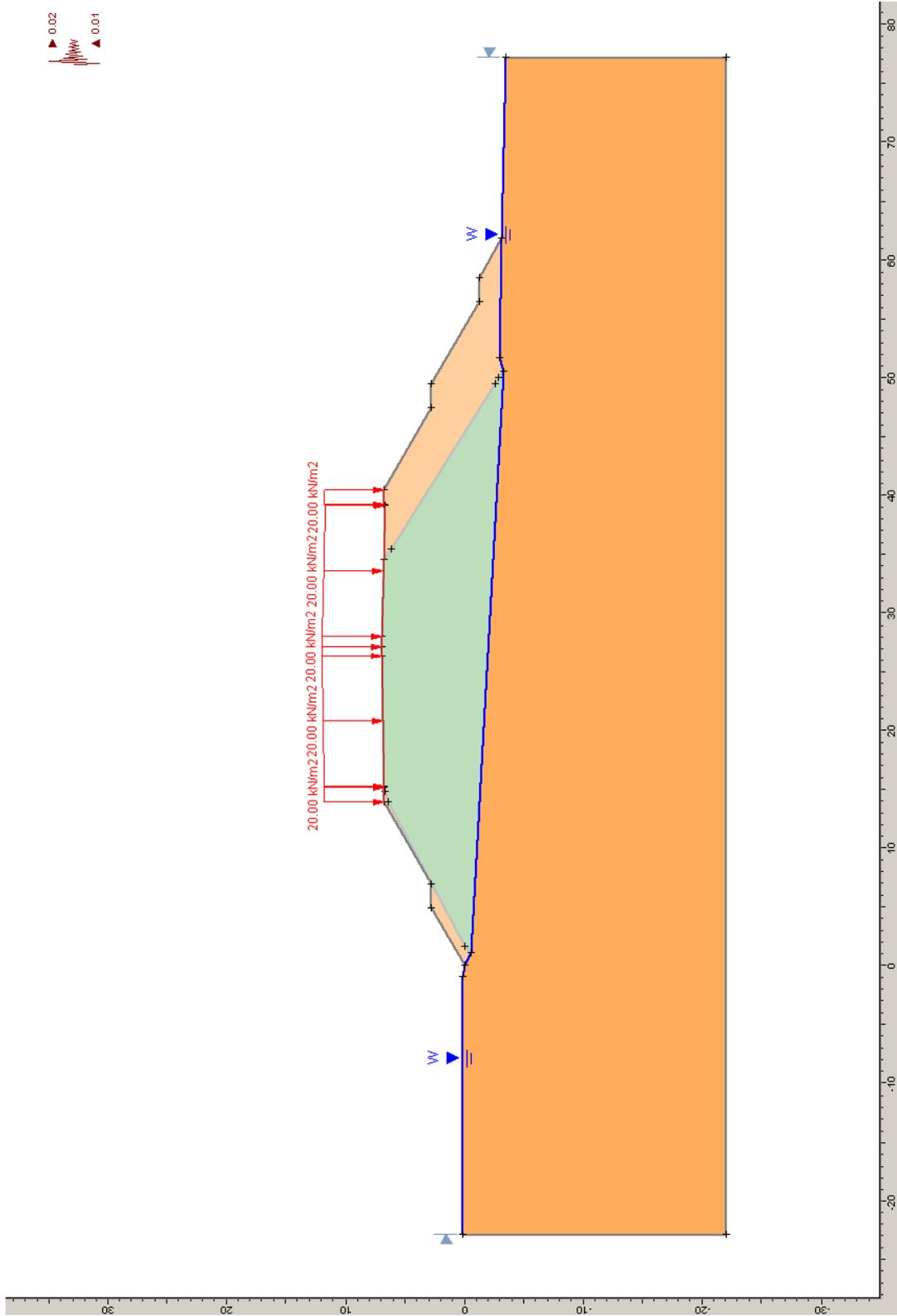
### **Global Minimums**

Method: bishop simplified  
FS: 1.243180  
Center: 56.563, 7.162  
Radius: 8.325  
Left Slip Surface Endpoint: 49.495, 2.762  
Right Slip Surface Endpoint: 56.366, -1.161  
Resisting Moment=507.725 kN-m  
Driving Moment=408.407 kN-m





Sezione 185 –sismico



## ***Slide Analysis Information***

### **Document Name**

File Name: lotto 3 parte 1 sezione 185 sismico.sli

### **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/m<sup>3</sup>  
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  
Search Method: Grid Search  
Radius increment: 10  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension Crack  
Minimum Elevation: Not Defined

### **Loading**

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.02  
Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.01  
1 Distributed Load present:  
Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 20 kN/m<sup>2</sup>

### **Material Properties**

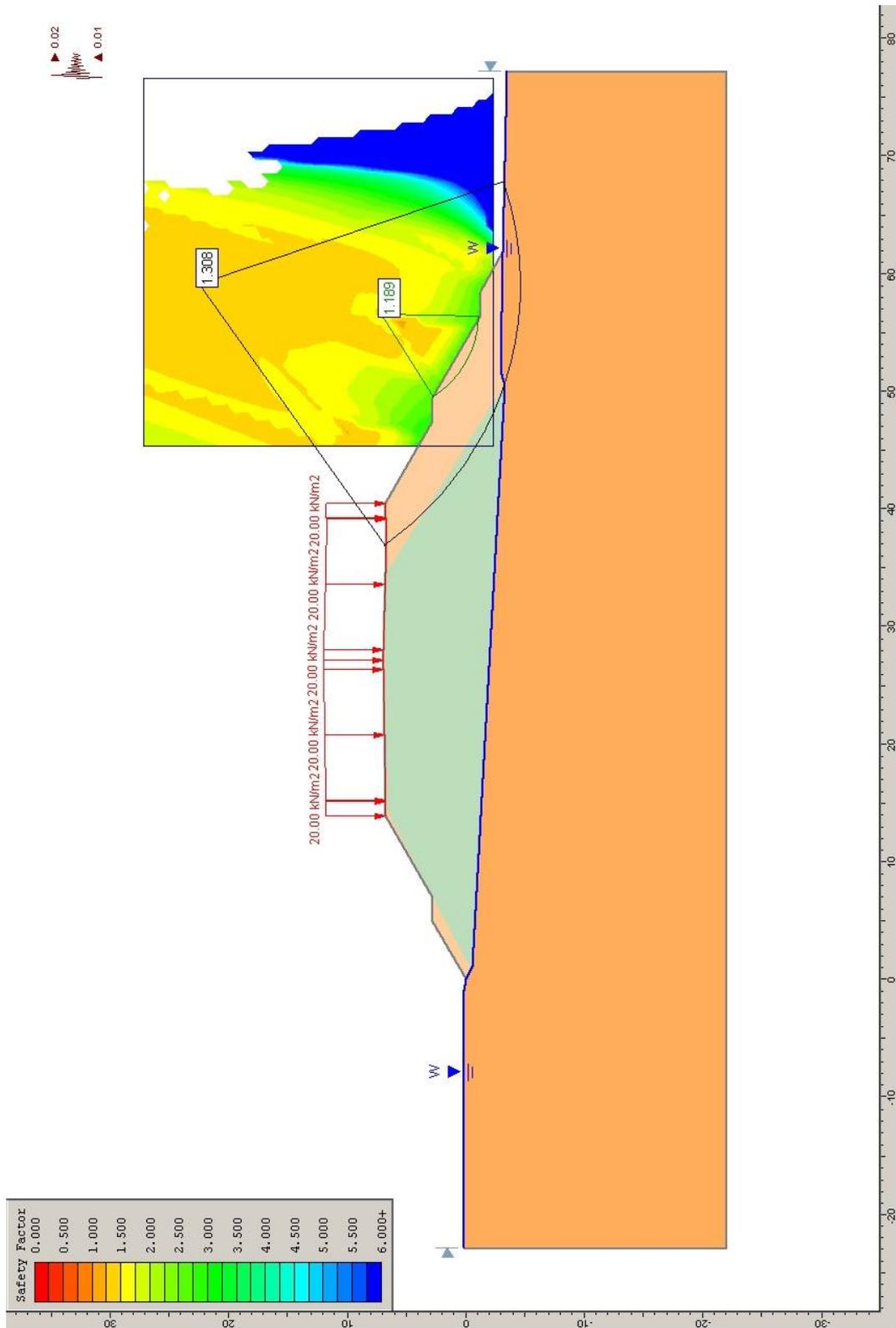
Material: H1b  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20.5 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 28.6 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

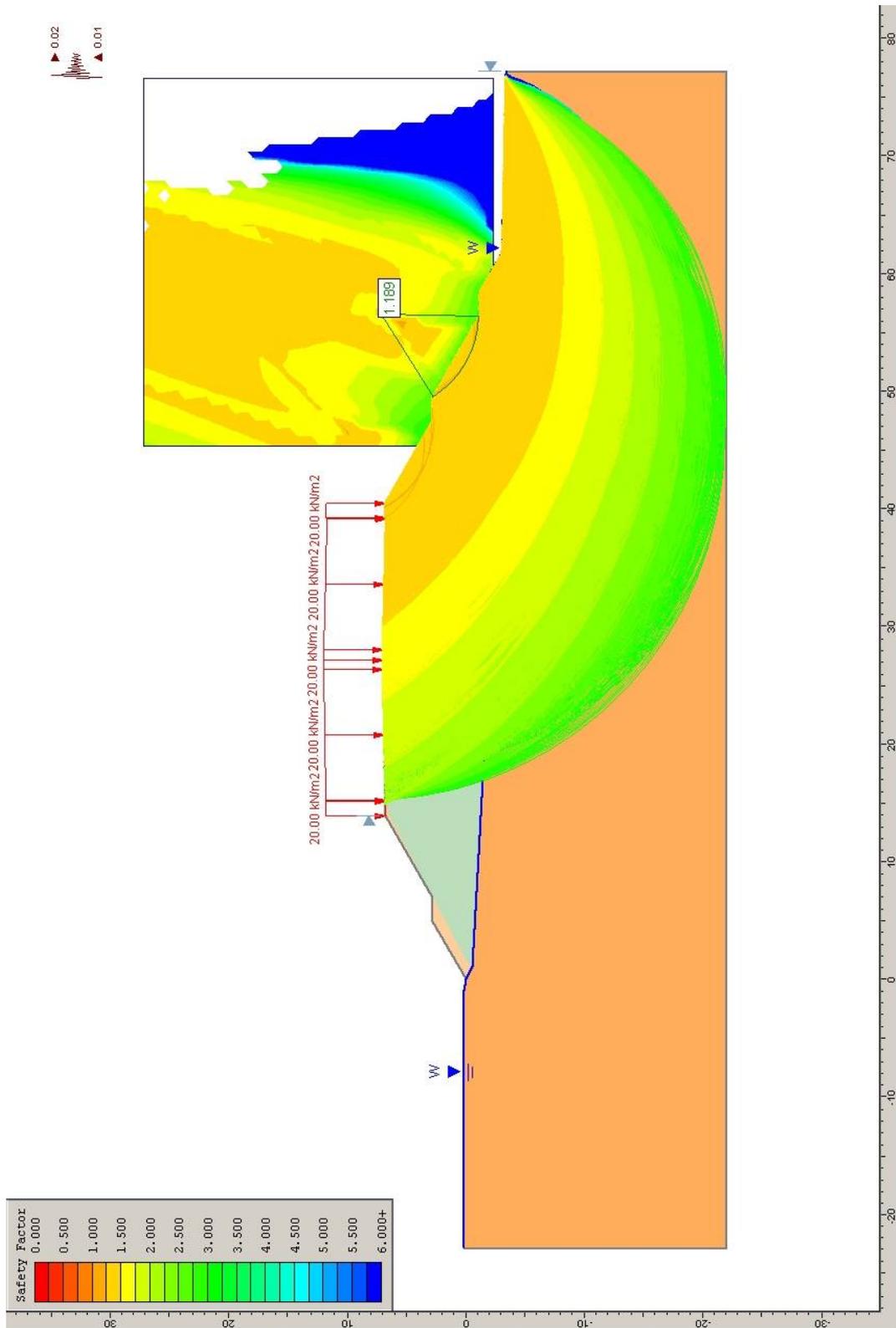
Material: Rilevato esistente  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 28.3 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

Material: Rilevato nuovo  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 32 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

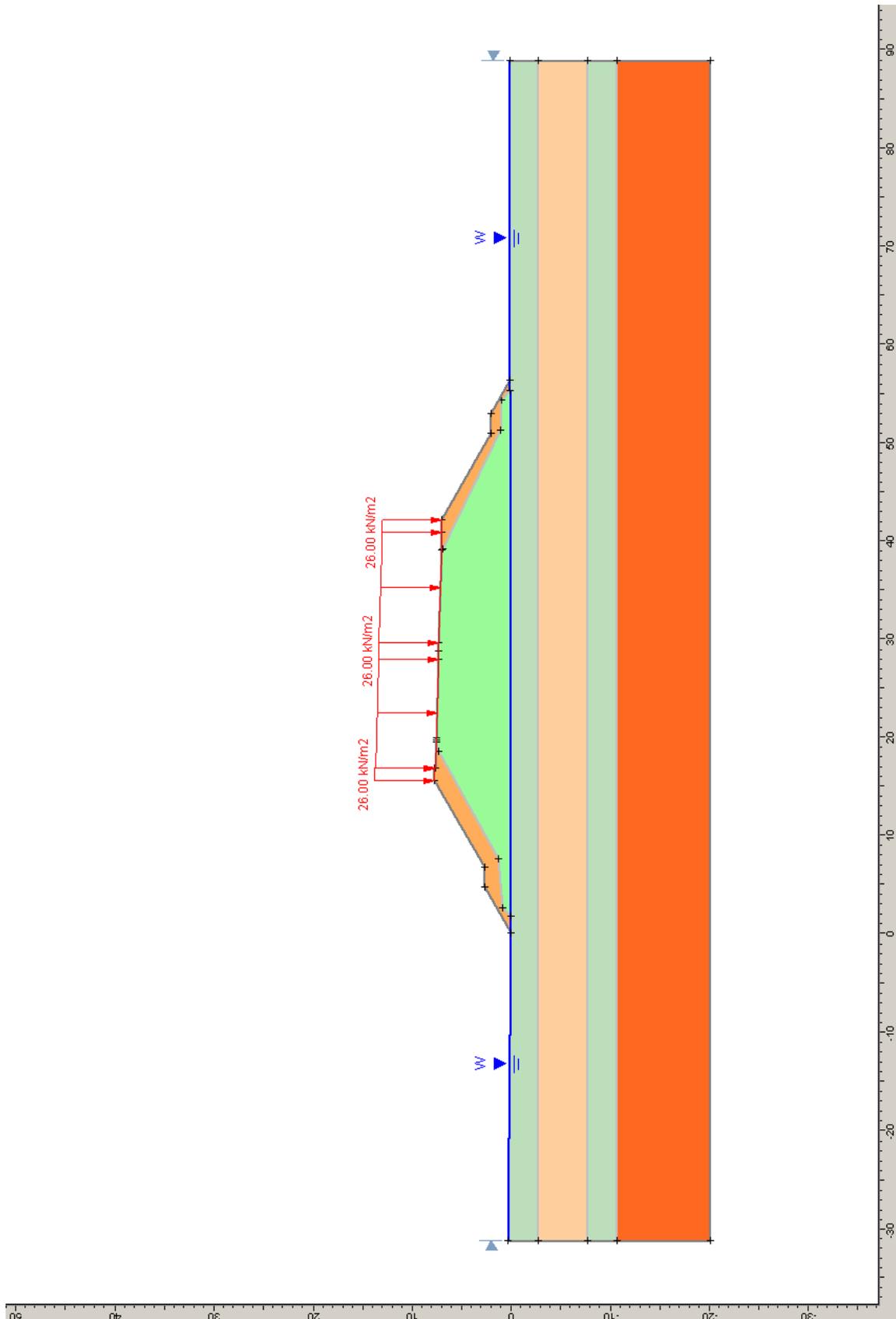
### **Global Minimums**

Method: bishop simplified  
FS: 1.189270  
Center: 56.563, 7.162  
Radius: 8.325  
Left Slip Surface Endpoint: 49.495, 2.762  
Right Slip Surface Endpoint: 56.366, -1.161  
Resisting Moment=497.87 kN-m  
Driving Moment=418.635 kN-m





**Sezione 267-statico**



## ***Slide Analysis Information***

### **Document Name**

File Name: lotto 3 parte 2 sezione 267 statico.sli

### **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/m<sup>3</sup>  
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  
Search Method: Grid Search  
Radius increment: 10  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension Crack  
Minimum Elevation: Not Defined

### **Loading**

1 Distributed Load present:  
Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 26 kN/m<sup>2</sup>

### **Material Properties**

Material: Qt1d  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20.9 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 29.6 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

Material: H1b  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20.5 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 28.6 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

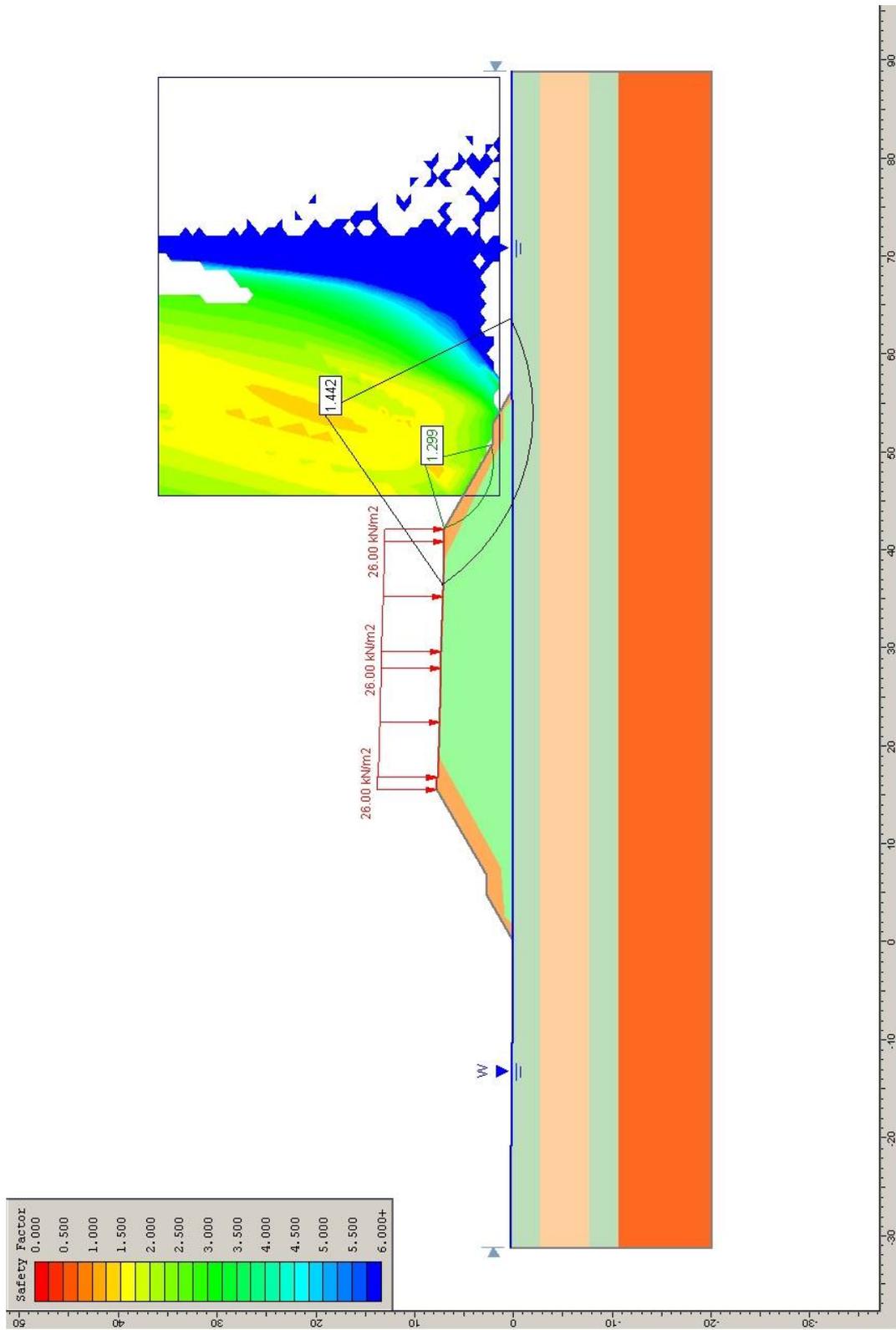
Material: H1ba  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20.5 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 14 kPa  
Friction Angle: 20.5 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

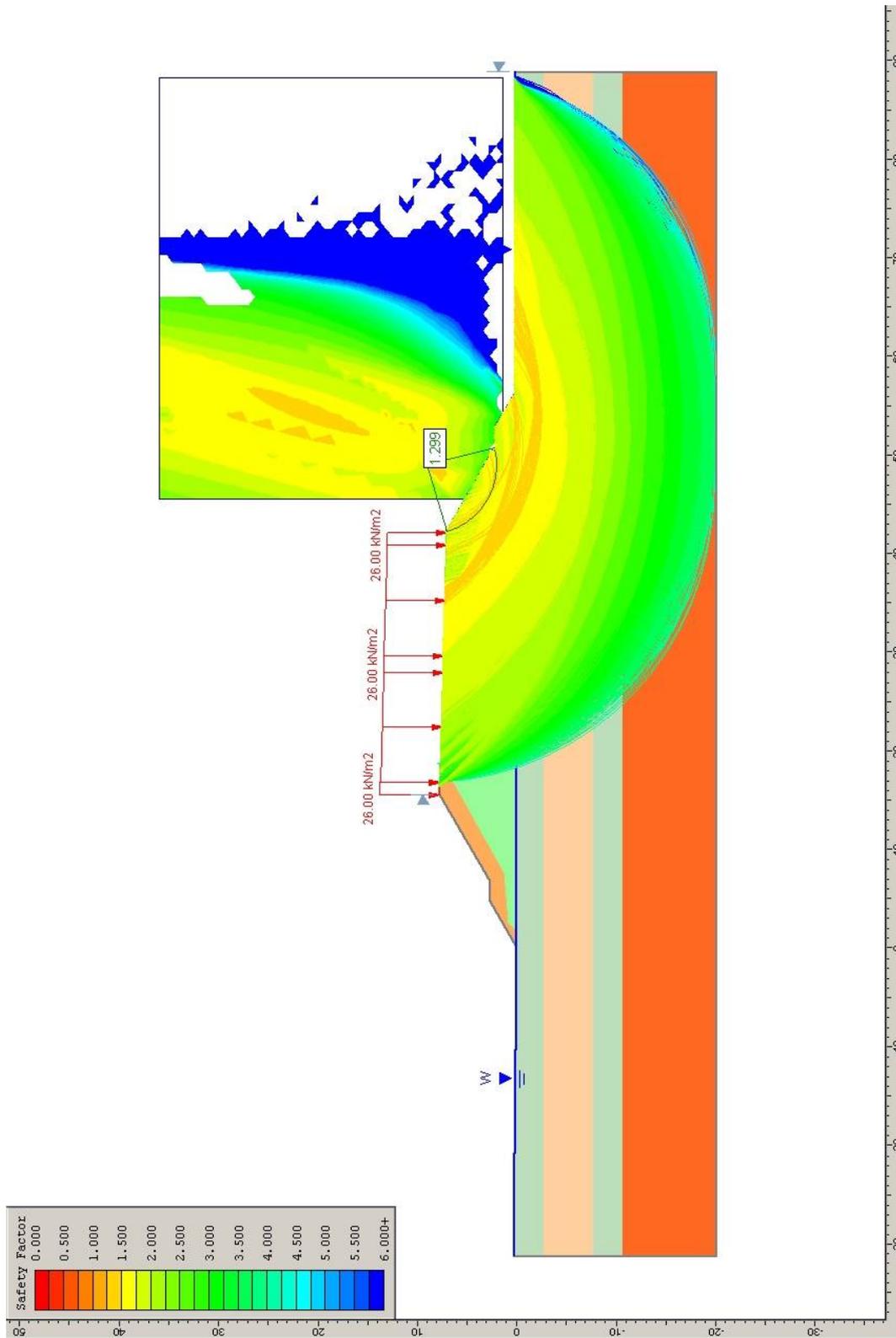
Material: Rilevato esistente  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 28.3 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

Material: Rilevato nuovo  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 32 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

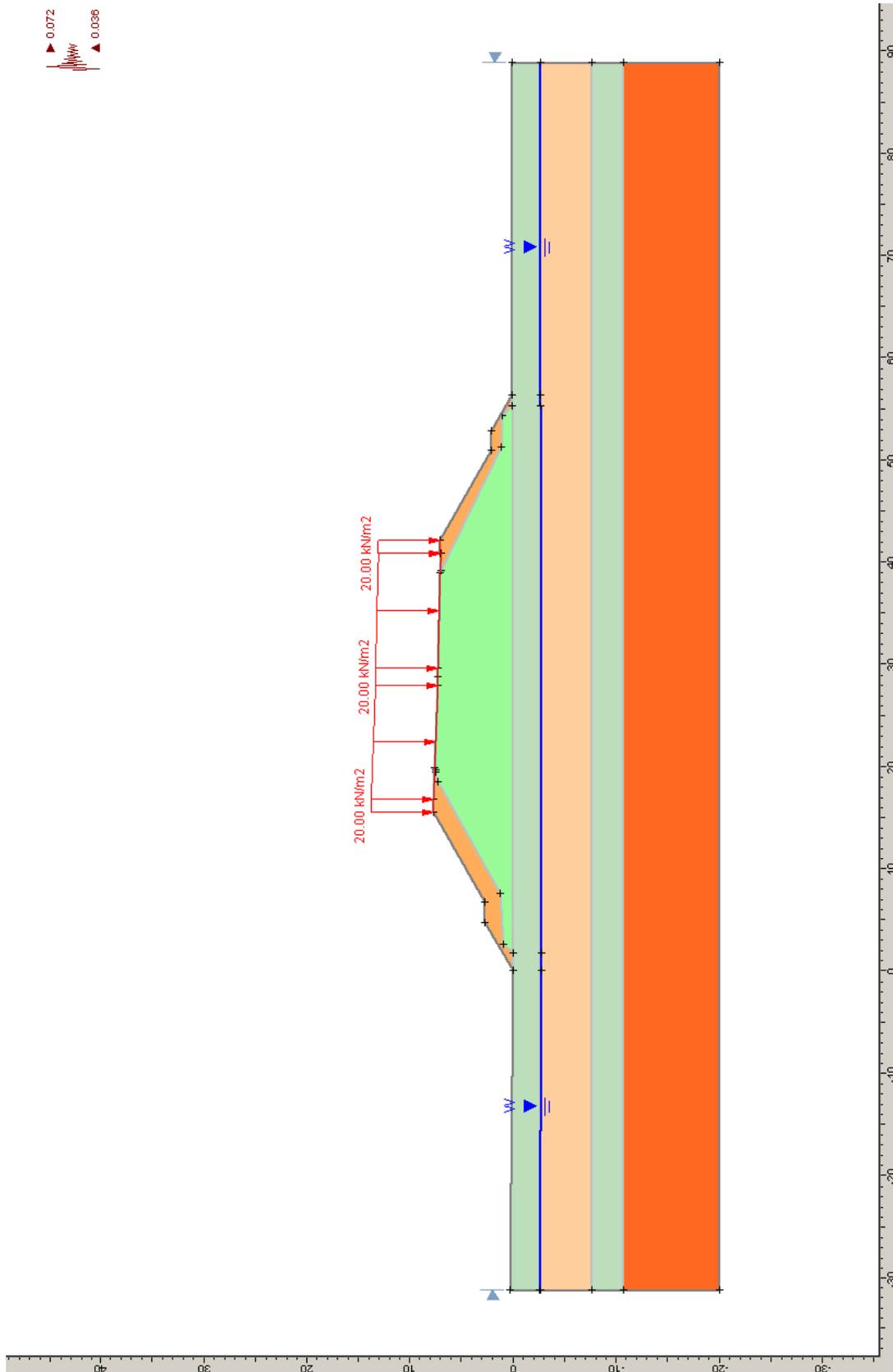
### **Global Minimums**

Method: bishop simplified  
FS: 1.299470  
Center: 48.954, 8.993  
Radius: 7.055  
Left Slip Surface Endpoint: 42.174, 7.044  
Right Slip Surface Endpoint: 50.722, 2.163  
Resisting Moment=1020.11 kN-m  
Driving Moment=785.015 kN-m





### Sezione 267-sismico



## ***Slide Analysis Information***

### **Document Name**

File Name: lotto 3 parte 2 sezione 267 sismico.sli

### **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/m<sup>3</sup>  
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  
Search Method: Grid Search  
Radius increment: 10  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension Crack  
Minimum Elevation: Not Defined

### **Loading**

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.072  
Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.036  
1 Distributed Load present:  
Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Vertical, Magnitude: 20 kN/m<sup>2</sup>

### **Material Properties**

Material: Qt1d  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20.9 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 29.6 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

**Material: H1b**

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20.5 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 28.6 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

**Material: H1ba**

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20.5 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 14 kPa  
Friction Angle: 20.5 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

**Material: Rilevato esistente**

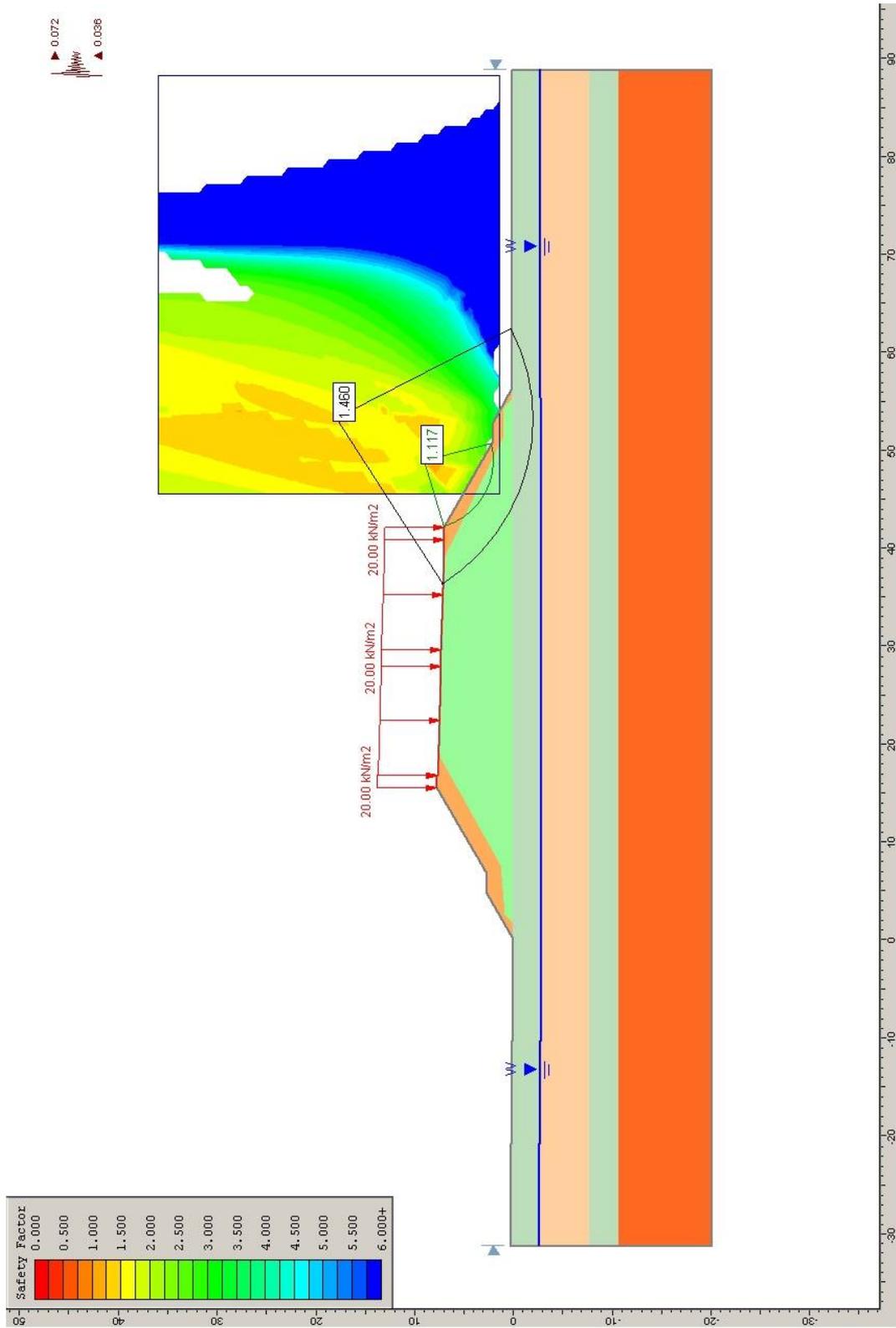
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 28.3 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

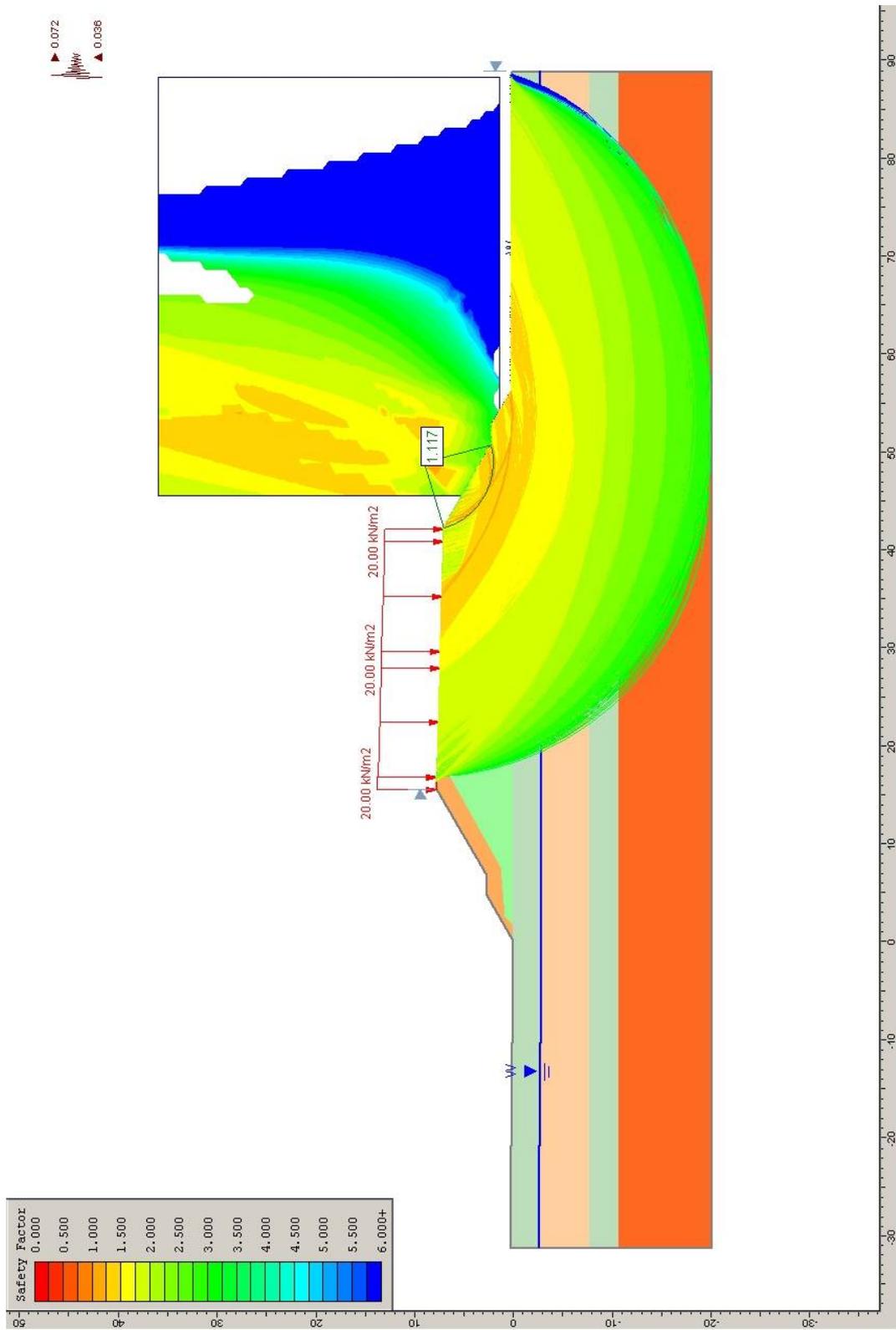
**Material: Rilevato nuovo**

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 32 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

**Global Minimums****Method: bishop simplified**

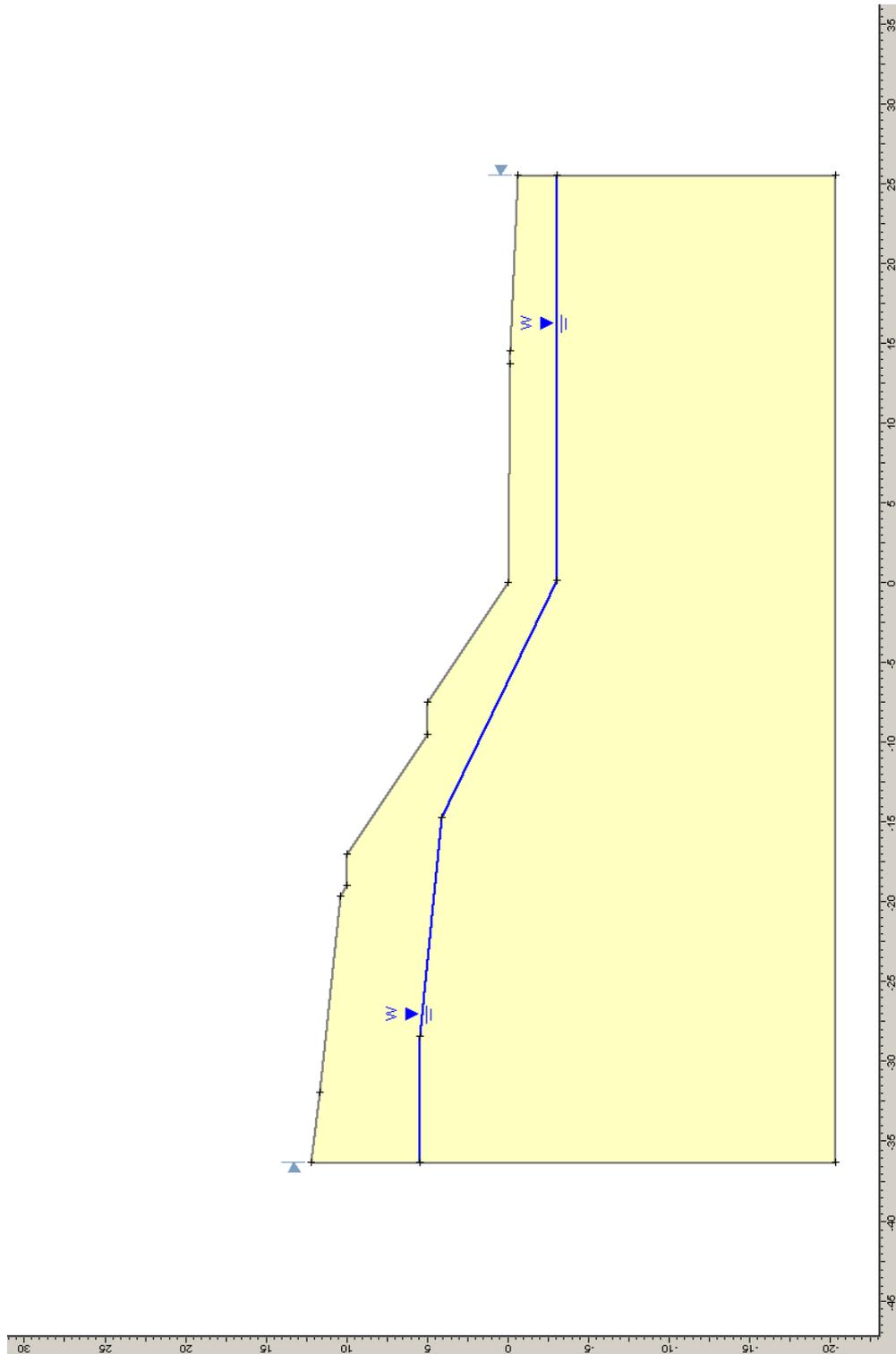
FS: 1.116730  
Center: 48.954, 8.993  
Radius: 7.055  
Left Slip Surface Endpoint: 42.174, 7.044  
Right Slip Surface Endpoint: 50.722, 2.163  
Resisting Moment=955.837 kN-m  
Driving Moment=855.922 kN-m





### 11.3 Tabulati tagli

#### Sezione 465-statico



## ***Slide Analysis Information***

### **Document Name**

File Name: lotto 3 parte 1 sezione 465 statico.sli

### **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/m<sup>3</sup>  
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  
Search Method: Grid Search  
Radius increment: 10  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension Crack  
Minimum Elevation: Not Defined

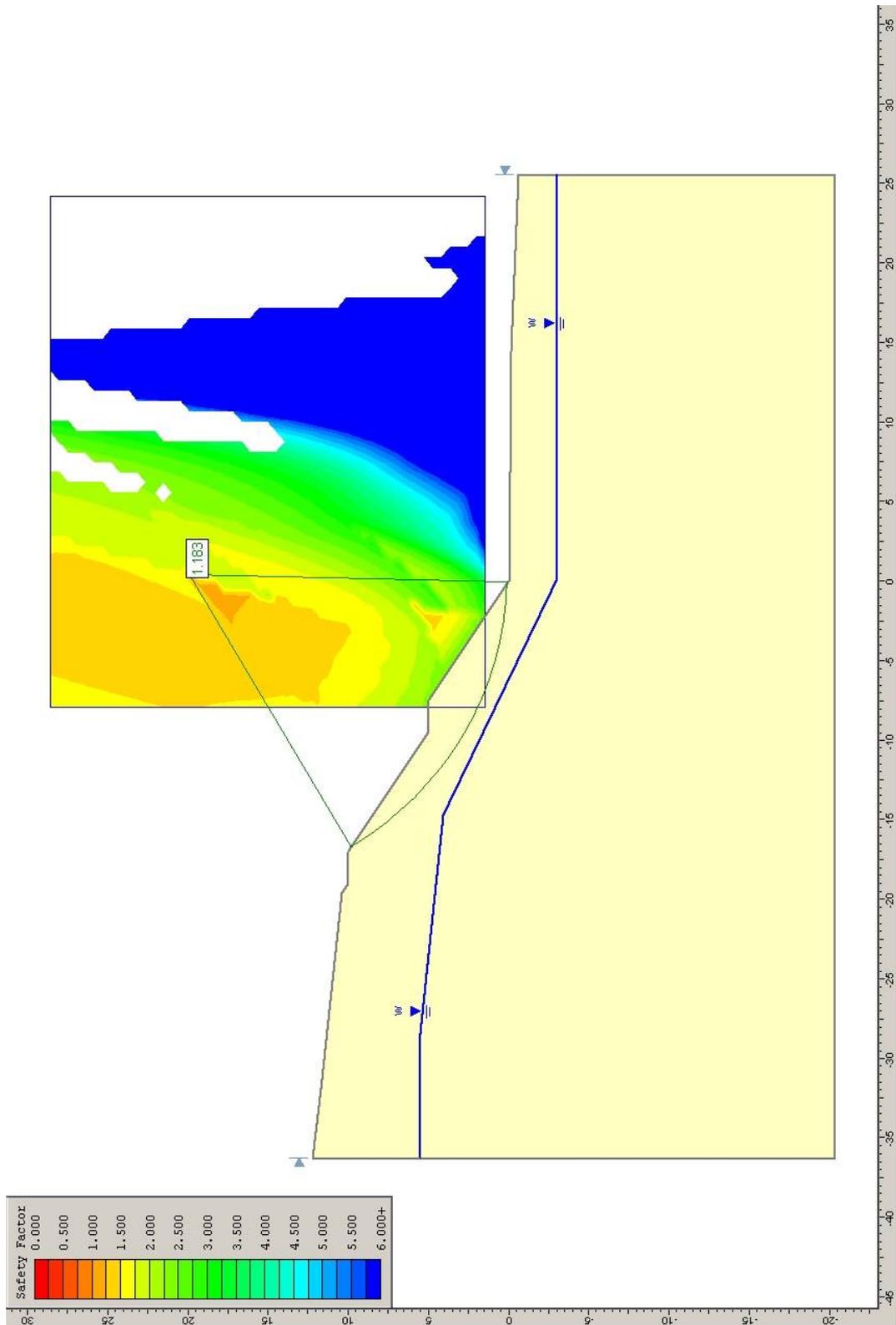
### **Material Properties**

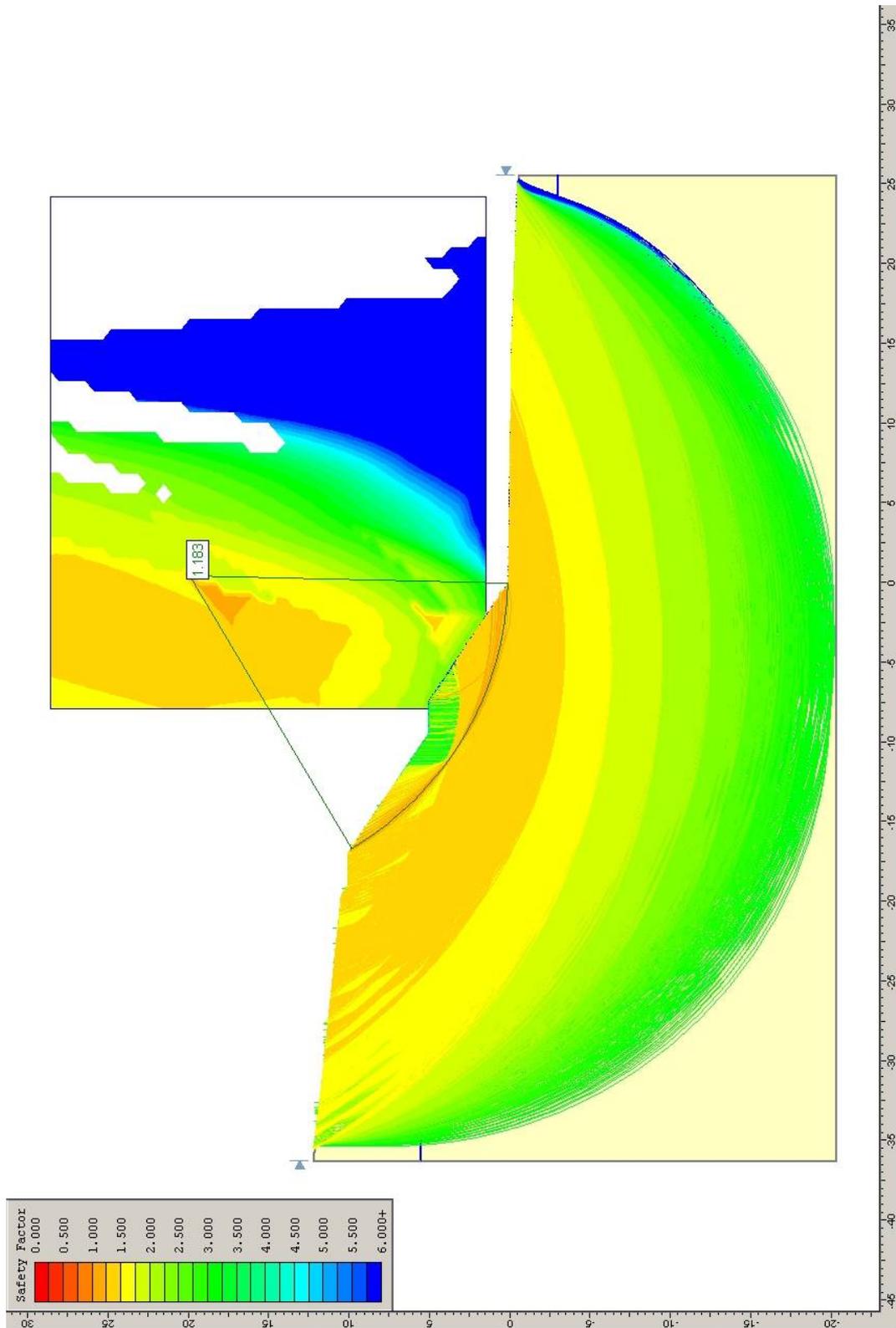
Material: Qt1d  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20.9 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 29.6 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

### **Global Minimums**

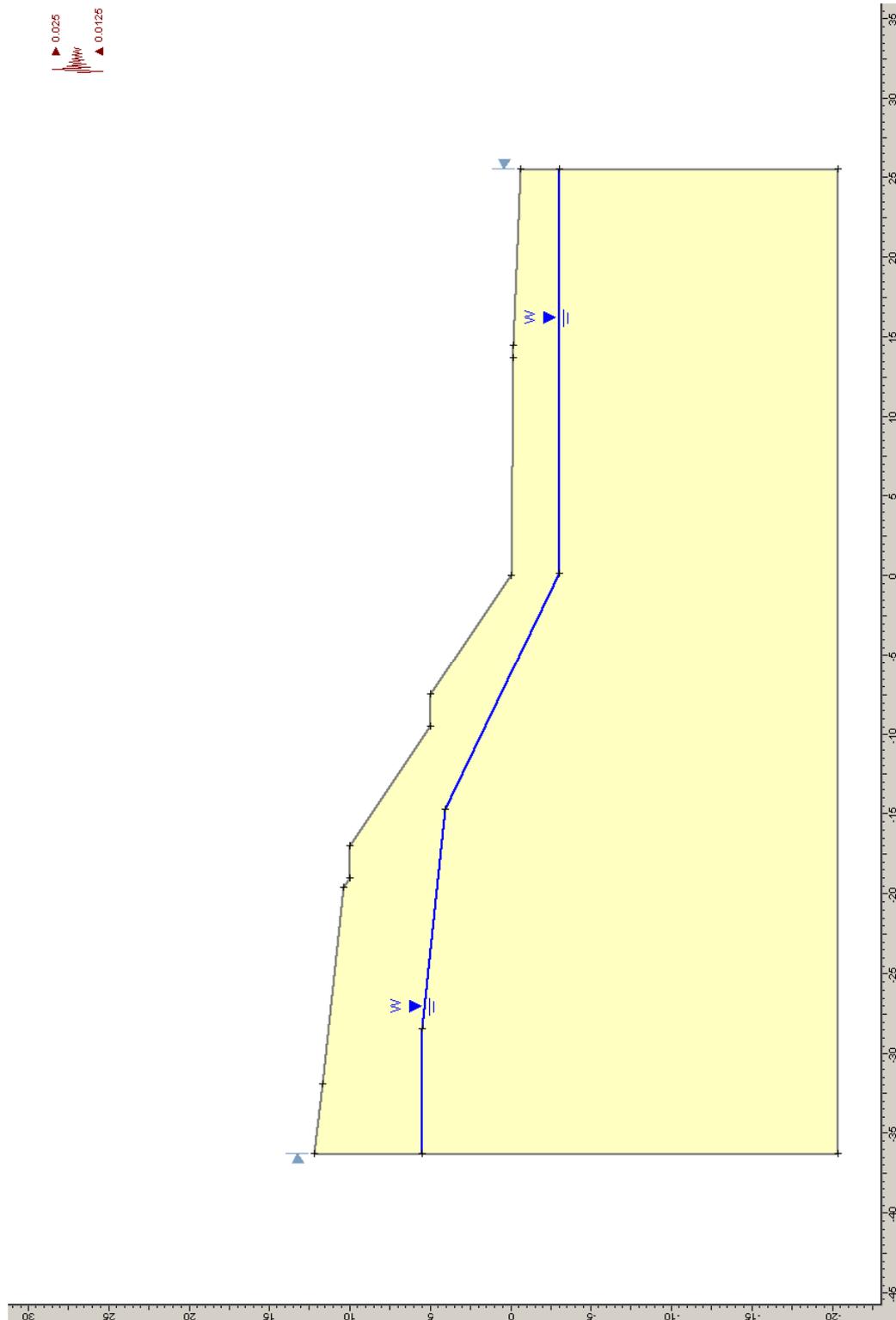
Method: bishop simplified  
FS: 1.182500  
Center: 0.399, 19.899  
Radius: 19.886

Left Slip Surface Endpoint: -16.756, 9.842  
Right Slip Surface Endpoint: -0.027, 0.018  
Resisting Moment=7249.65 kN-m  
Driving Moment=6130.77 kN-m





### Sezione 465-sismico



## ***Slide Analysis Information***

### **Document Name**

File Name: lotto 3 parte 1 sezione 465 sismico.sli

### **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/m<sup>3</sup>  
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  
Search Method: Grid Search  
Radius increment: 10  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension Crack  
Minimum Elevation: Not Defined

### **Loading**

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.025  
Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.0125

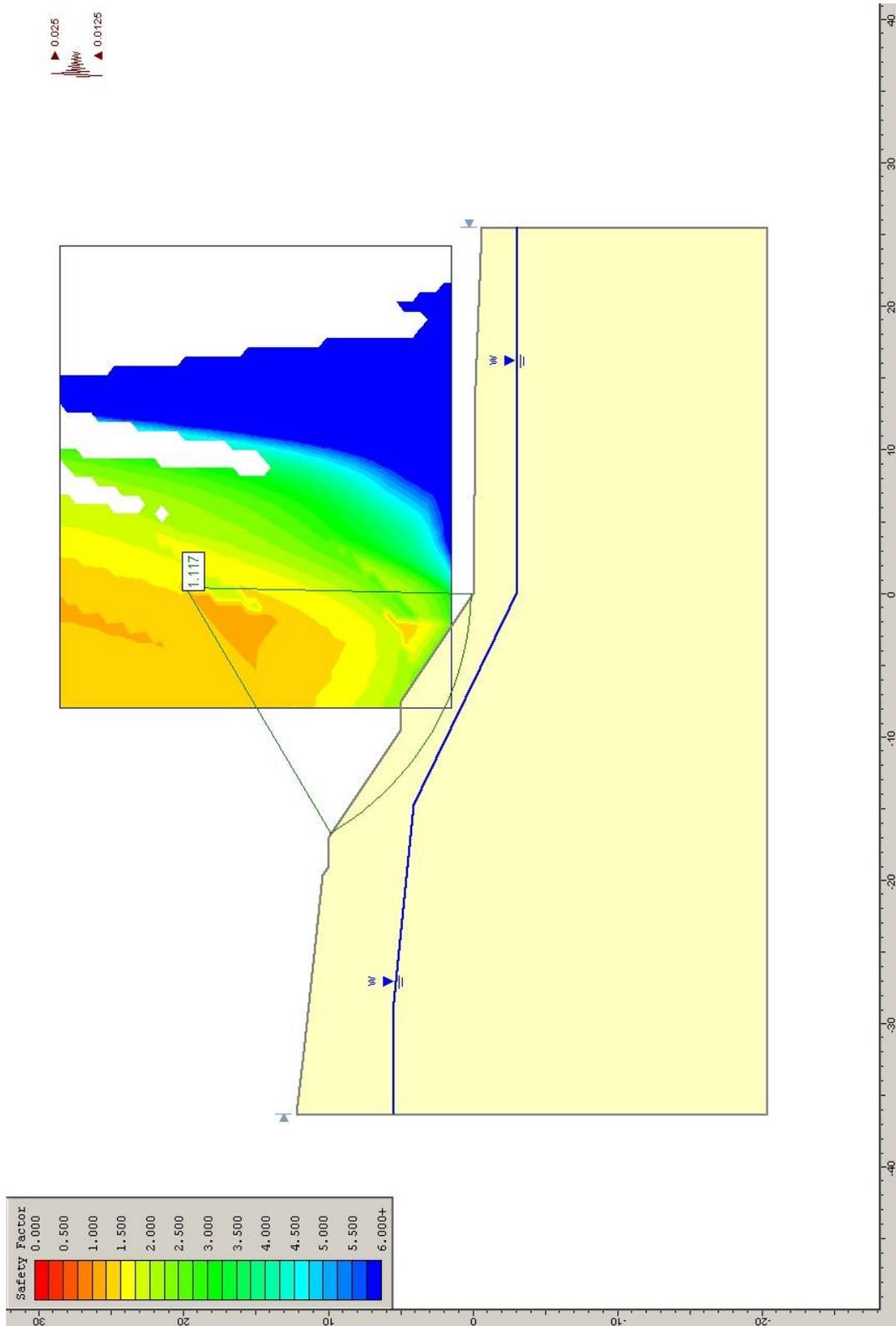
### **Material Properties**

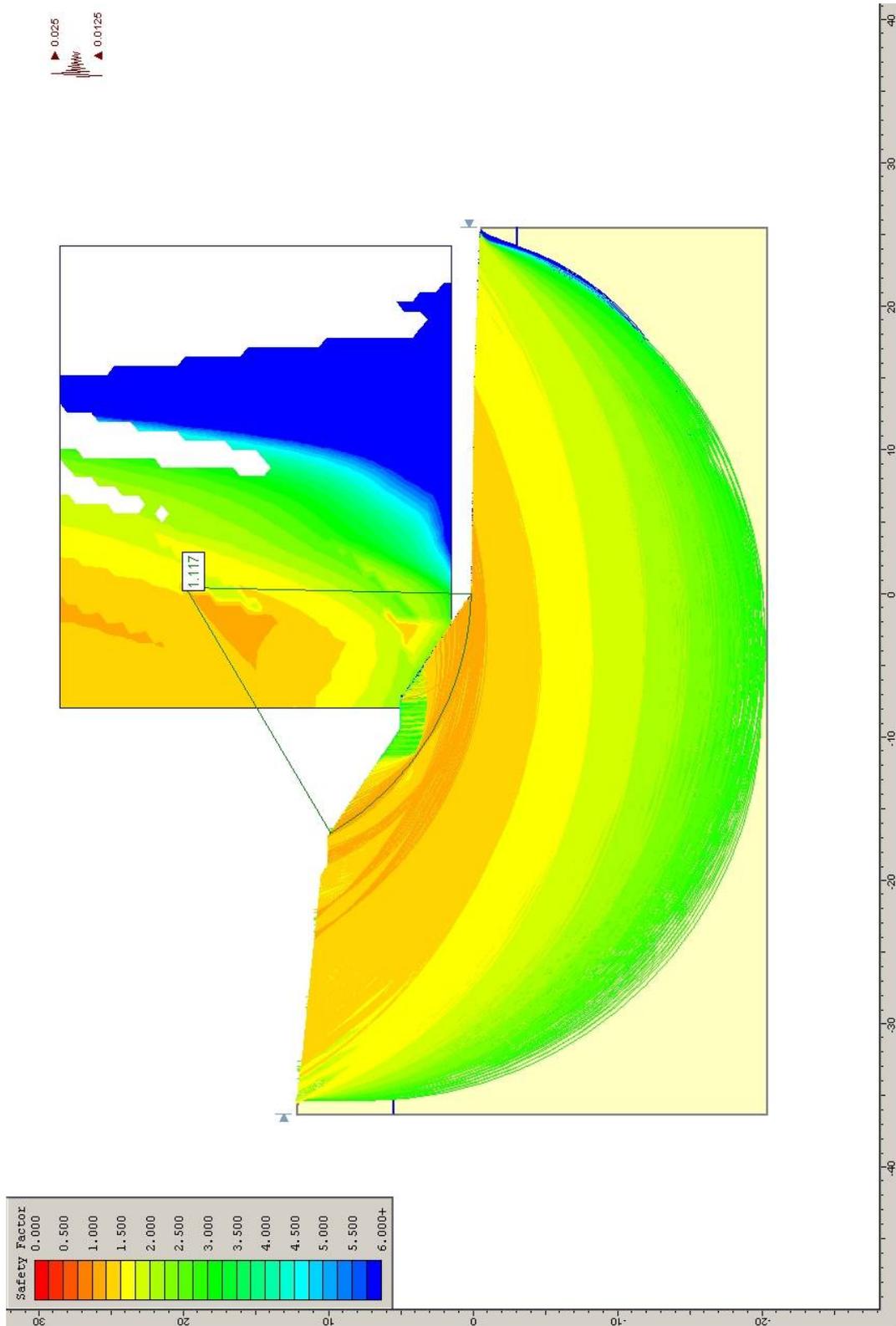
Material: Qt1d  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20.9 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 29.6 degrees  
Water Surface: Water Table  
Custom Hu value: 1

### **Global Minimums**

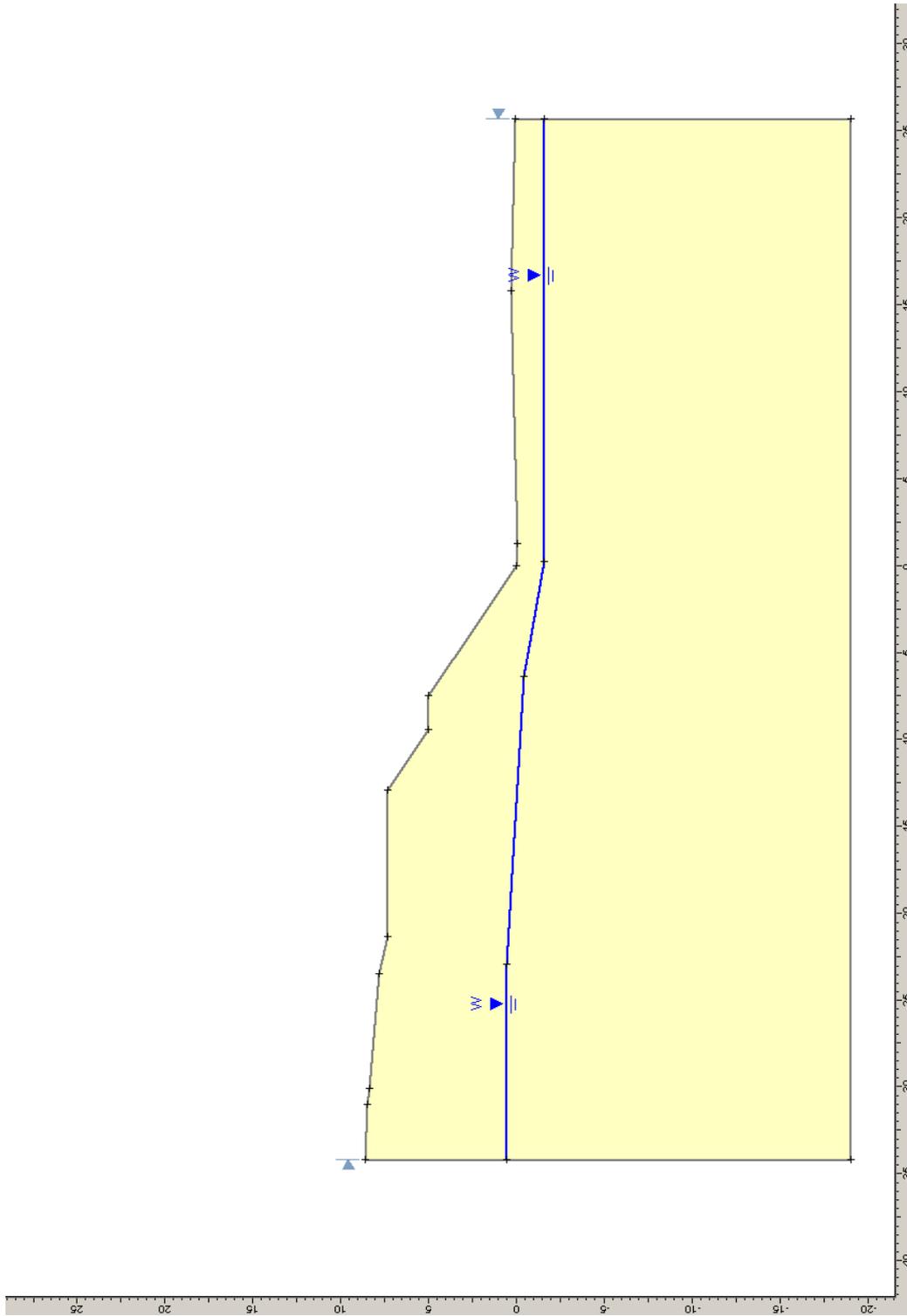
Method: bishop simplified

FS: 1.116590  
Center: 0.399, 19.899  
Radius: 19.886  
Left Slip Surface Endpoint: -16.756, 9.842  
Right Slip Surface Endpoint: -0.027, 0.018  
Resisting Moment=7071.46 kN-m  
Driving Moment=6333.11 kN-m





Sezione 242-statico



## ***Slide Analysis Information***

### **Document Name**

File Name: lotto 3 parte 1 sezione 242 statico.sli

### **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/m<sup>3</sup>

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

Search Method: Grid Search

Radius increment: 10

Composite Surfaces: Disabled

Reverse Curvature: Create Tension Crack

Minimum Elevation: Not Defined

## **Material Properties**

Material: Qt1d

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20.9 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion: 0 kPa

Friction Angle: 29.6 degrees

Water Surface: Water Table

Custom Hu value: 1

## **Global Minimums**

Method: bishop simplified

FS: 1.297730

Center: 2.053, 25.778

Radius: 25.801

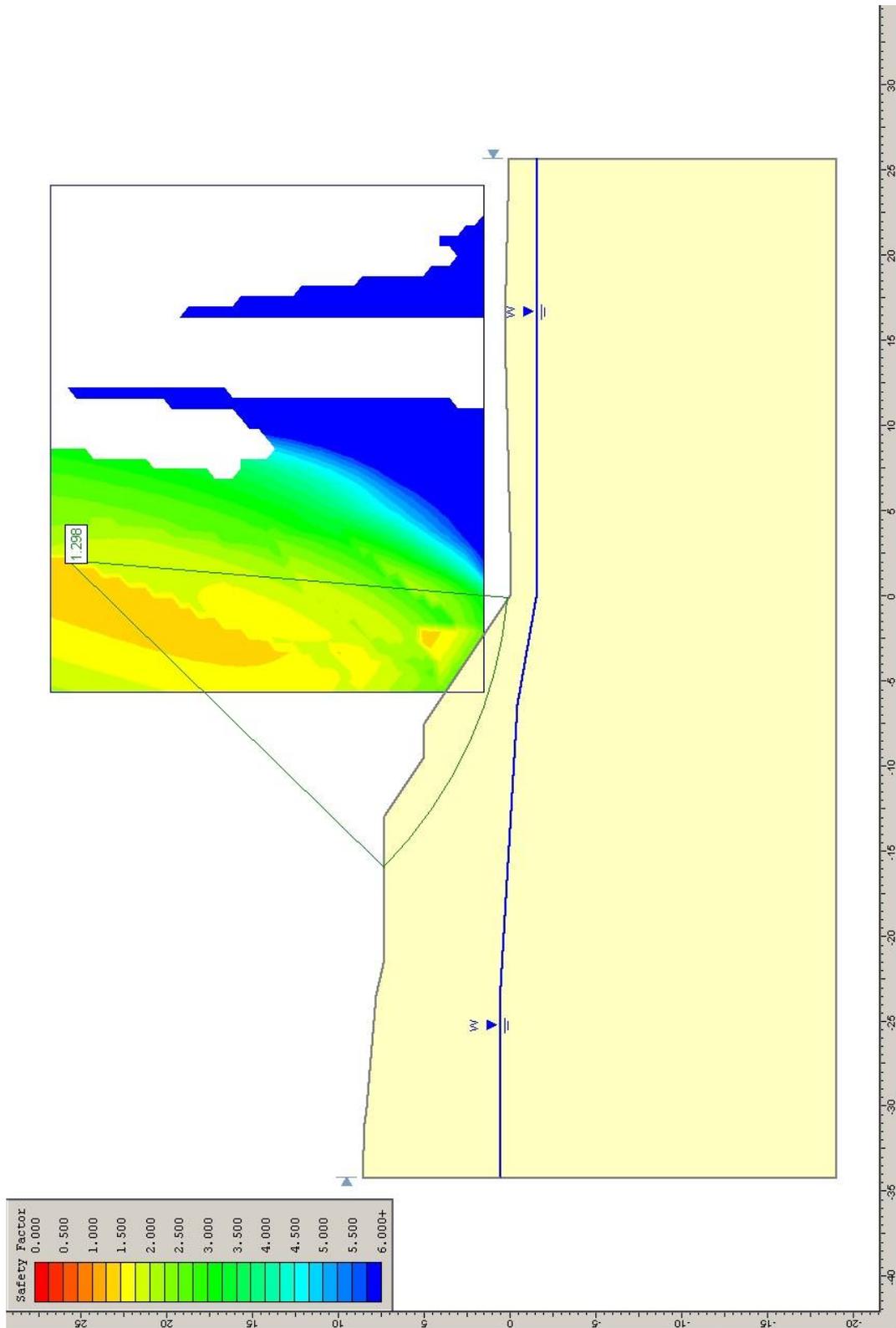
Left Slip Surface Endpoint: -15.973, 7.319

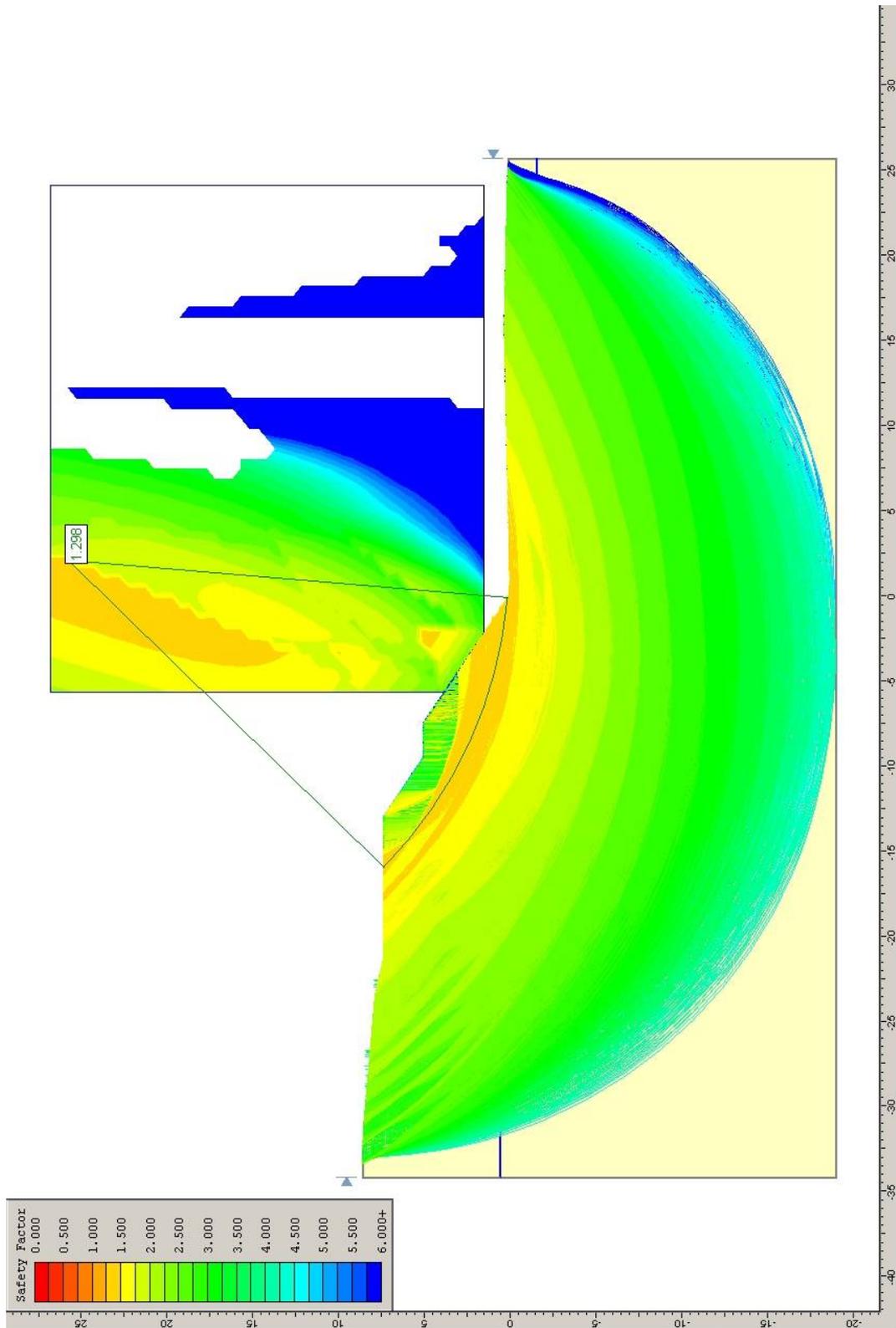
Right Slip Surface Endpoint: -0.101, 0.067

Resisting Moment=8875.09 kN-m

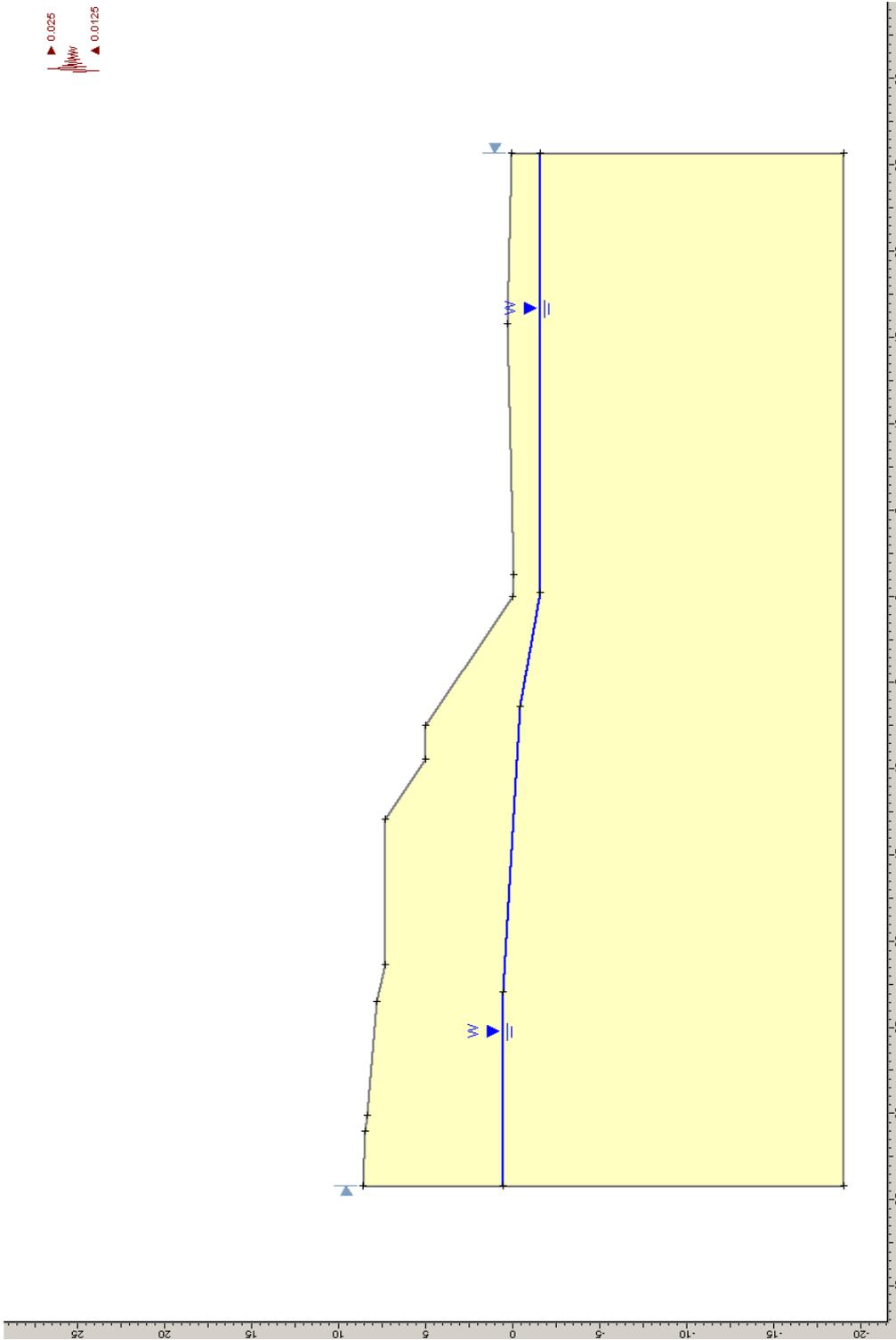
Driving Moment=6838.92 kN-m







Sezione 242-sismico



## ***Slide Analysis Information***

### **Document Name**

File Name: lotto 3 parte 1 sezione 242 sismico.sli

### **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/m<sup>3</sup>

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

Search Method: Grid Search

Radius increment: 10

Composite Surfaces: Disabled

Reverse Curvature: Create Tension Crack

Minimum Elevation: Not Defined

### **Loading**

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.025

Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.0125

### **Material Properties**

Material: Qt1d

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20.9 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion: 0 kPa

Friction Angle: 29.6 degrees

Water Surface: Water Table

Custom Hu value: 1

### **Global Minimums**

Method: bishop simplified

FS: 1.219070

Center: 2.053, 25.778

Radius: 25.801

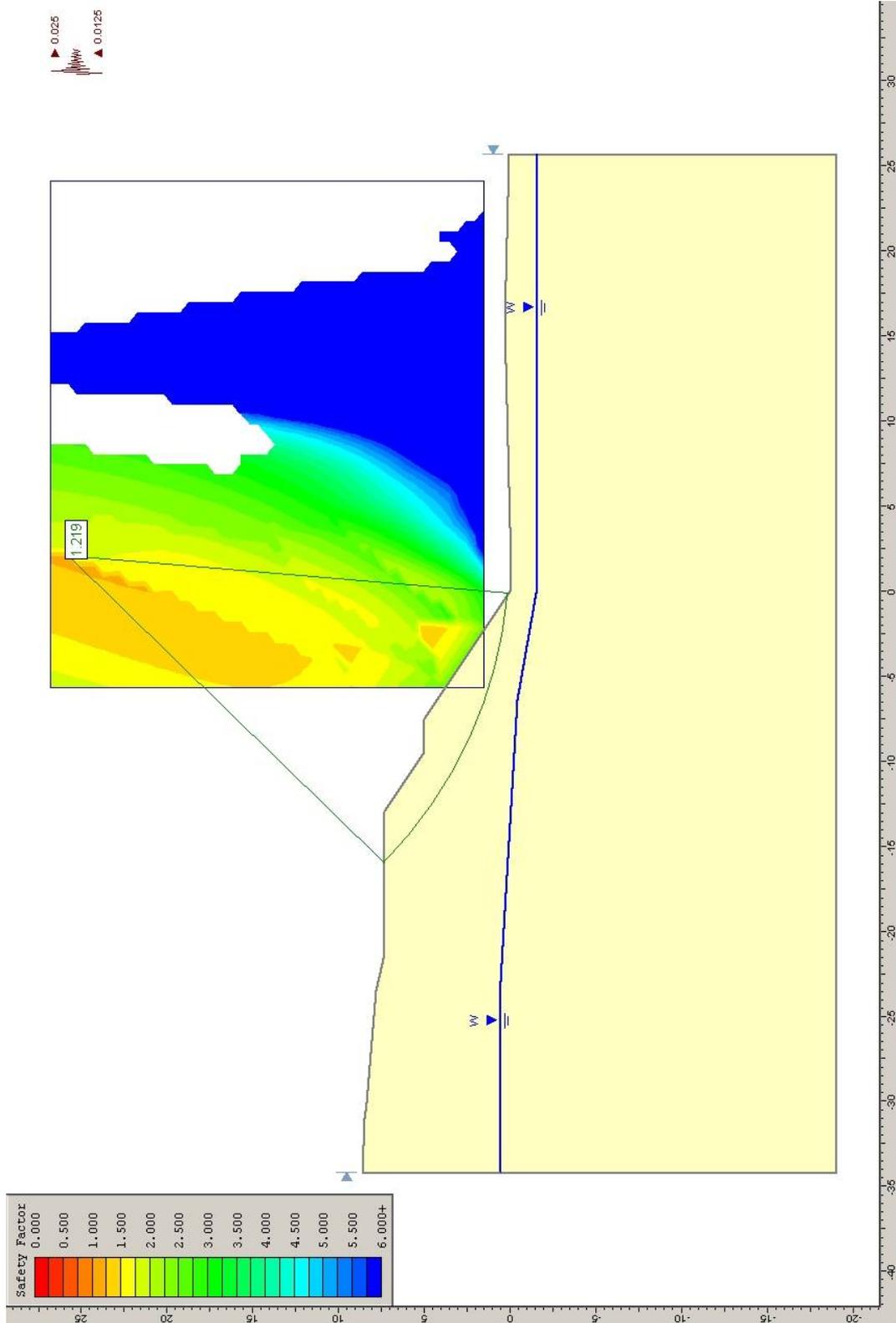
Left Slip Surface Endpoint: -15.973, 7.319

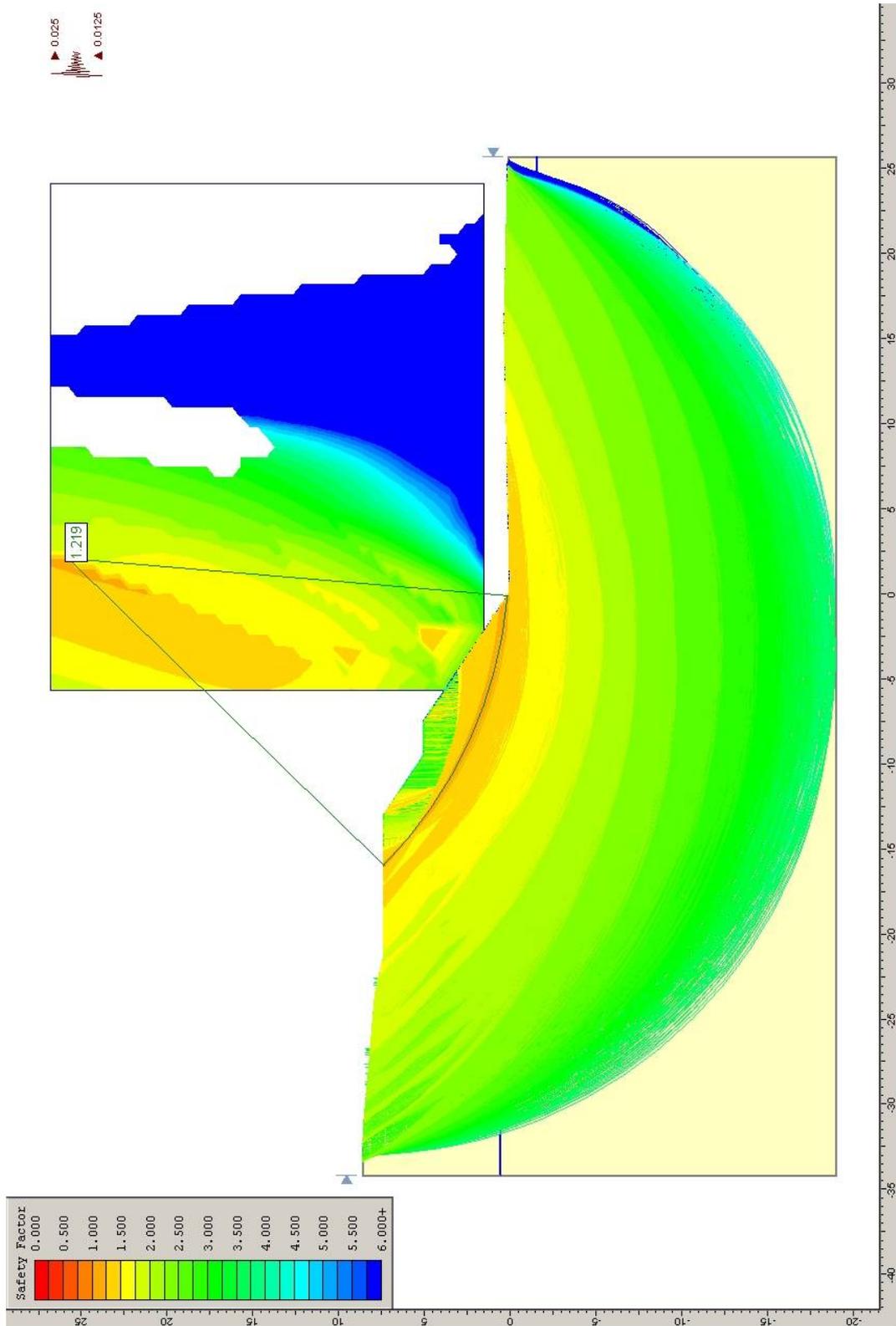
Right Slip Surface Endpoint: -0.101, 0.067

Resisting Moment=8672.07 kN-m

Driving Moment=7113.66 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.

Per la sezione lotto 3 parte 2 progressiva 5+120 n°267 non si è proceduto al calcolo dei cedimenti in quanto tale sezione si ritiene critica solo nei confronti della stabilità.

12.2 Tabulati cedimenti

1143 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**

<b>p</b>	carico applicato	220	(kPa)	<b>Δh</b>	altezza conico di calcolo	3,00	(m)
<b>a</b>		19,5	(m)	<b>z<sub>w</sub></b>	profondità falda da p.c.	0,0	(m)
<b>b</b>		30,0	(m)	<b>α</b>	Δσ <sub>z</sub> < α Δσ <sub>vo</sub>	0,15	(-)

Strato (-)	ΔH (m)	H (m)	γ <sub>n</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	γ <sub>sat</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	E (MPa)	
1	2,0	2,0	20,0	20,0	3,0	<b>ΔH</b> spessore strato i-esimo <b>γ<sub>n</sub></b> peso di volume naturale <b>γ<sub>sat</sub></b> peso di volume saturo <b>E</b> modulo elastico
2	4,0	6,0	20,0	20,0	3,5	
3	6,0	12,0	20,0	20,0	4,0	
4	8,0	20,0	20,0	20,0	4,5	
5	12,0	32,0	20,0	20,0	5,0	
6	20,0	52,0	20,0	20,0	5,5	

**RISULTATI**

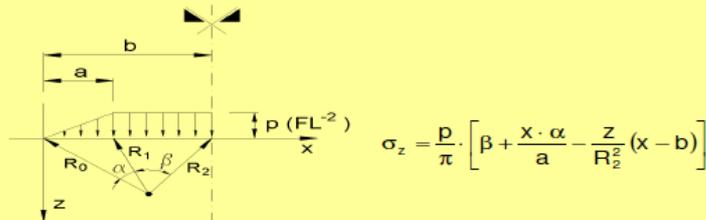
CENTRO						
Z (m)	σ <sub>vo</sub> (kPa)	Δσ <sub>z</sub> (kPa)	σ <sub>vo</sub> +Δσ <sub>z</sub> (kPa)	ΔW (cm)	W (cm)	ε (%)
0,0	0	220	220	14,7	184,4	7,3
2,0	20	220	240	24,9	169,8	6,2
6,0	61	217	278	16,0	144,8	5,3
9,0	92	211	302	15,5	128,8	5,2
12,0	122	202	325	13,2	113,3	4,4
15,0	153	193	345	12,5	100,1	4,2
18,0	183	182	366	7,9	87,7	4,0
20,0	204	175	379	13,5	79,7	3,4
24,0	245	162	407	9,4	66,2	3,1
27,0	275	153	428	8,9	56,8	3,0
30,0	306	144	450	5,6	47,9	2,8
32,0	326	138	465	9,7	42,2	2,4
36,0	367	128	495	6,8	32,6	2,3
39,0	398	121	519	6,5	25,7	2,2
42,0	428	115	543	6,1	19,3	2,0
45,0	459	109	568	5,8	13,2	1,9
48,0	489	104	593	5,5	7,3	1,8
51,0	520	99	619	1,8	10,4	1,8
52,0	530	98	628	8,6	13,4	1,7
57,0	581	91	672	4,8	4,8	1,6
60,0	612	87	698	-	-	-

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<sub>z</sub> < α Δσ<sub>vo</sub>

### 1143 ampliamento centro

#### E.1. CEDIMENTI - MODULI ELASTICI

##### E.1.7.1. STRISCIA TRAPEZIA SIMMETRICA - CENTRO



**DATI DI INGRESSO**

<b>p</b>	carico applicato	220	(kPa)	<b>Δh</b>	altezza concio di calcolo	3,25	(m)
<b>a</b>		22,5	(m)	<b>z<sub>w</sub></b>	profondità falda da p.c.	0,0	(m)
<b>b</b>		36,0	(m)	<b>α</b>	Δσ <sub>z</sub> < α Δσ <sub>vo</sub>	0,15	(-)

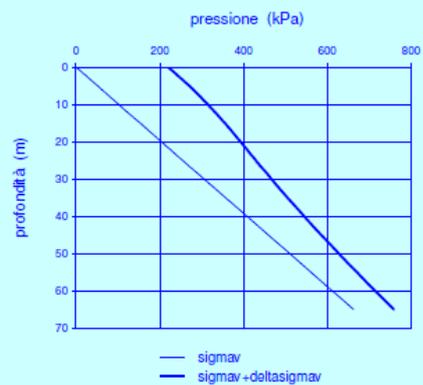
Strato (-)	ΔH (m)	H (m)	γ <sub>n</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	γ <sub>sat</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	E (MPa)
1	2,0	2,0	20,0	20,0	3,0
2	4,0	6,0	20,0	20,0	3,5
3	6,0	12,0	20,0	20,0	4,0
4	8,0	20,0	20,0	20,0	4,5
5	12,0	32,0	20,0	20,0	5,0
6	20,0	52,0	20,0	20,0	5,5

**ΔH** spessore strato i-esimo  
**γ<sub>n</sub>** peso di volume naturale  
**γ<sub>sat</sub>** peso di volume saturo  
**E** modulo elastico

**RISULTATI**

**CENTRO**

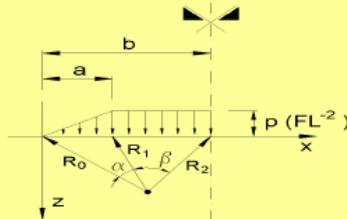
Z (m)	σ <sub>vo</sub> (kPa)	Δσ <sub>z</sub> (kPa)	σ <sub>vo+Δσz</sub> (kPa)	Δw (cm)	w (cm)	ε (%)
0,0	0	220	220	14,7	209,9	7,3
2,0	20	220	240	25,0	195,2	6,3
5,0	61	218	279	20,2	170,2	5,4
9,8	99	213	313	11,9	150,0	5,3
12,0	122	209	331	19,3	138,1	4,5
16,3	166	199	364	14,0	118,8	4,3
19,5	199	190	389	2,1	104,8	4,2
20,0	204	188	392	21,6	102,7	3,6
26,0	265	172	437	10,9	81,1	3,3
29,3	298	163	461	8,8	70,2	3,2
32,0	326	156	482	10,3	61,5	2,7
35,8	364	146	511	8,4	51,2	2,6
39,0	398	139	537	8,0	42,7	2,5
42,3	431	132	563	7,6	34,7	2,3
45,5	464	126	590	7,3	27,1	2,2
48,8	497	120	617	6,9	19,8	2,1
52,0	530	114	644	6,6	12,9	2,0
55,3	563	109	672	6,3	12,4	1,9
58,5	596	105	701	6,0	11,9	1,9
61,8	629	100	730	5,8	5,8	1,8
65,0	663	96	759	-	-	-



scegli l'altezza del concio di calcolo (Δh) in modo tale che almeno in questa cella compaia "-";  
 ciò assicura che sia soddisfatta la condizione Δσ<sub>z</sub> < α Δσ<sub>vo</sub>

**1143 esistente ciglio**

**E.1. CEDIMENTI - MODULI ELASTICI**  
**E.1.7.2 STRISCIA TRAPEZIA SIMMETRICA - BORDO SUPERIORE**



$$\sigma_z = \frac{P}{\pi} \left[ \beta + \frac{x \cdot \alpha}{a} - \frac{z}{R_2} (x - b) \right]$$

**DATI DI INGRESSO**

<b>p</b>	carico applicato	220	(kPa)	<b>Δh</b>	altezza concio di calcolo	3,00	(m)
<b>a</b>		19,5	(m)	<b>z<sub>w</sub></b>	profondità falda da p.c.	0,0	(m)
<b>b</b>		30,0	(m)	<b>α</b>	Δσ <sub>z</sub> < α Δσ <sub>vo</sub>	0,15	(-)

Strato (-)	ΔH (m)	H (m)	γ <sub>n</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	γ <sub>sat</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	E (MPa)
1	2,0	2,0	20,0	20,0	3,0
2	4,0	6,0	20,0	20,0	3,5
3	6,0	12,0	20,0	20,0	4,0
4	8,0	20,0	20,0	20,0	4,5
5	12,0	32,0	20,0	20,0	5,0
6	20,0	52,0	20,0	20,0	5,5

**ΔH** spessore strato i-esimo  
**γ<sub>n</sub>** peso di volume naturale  
**γ<sub>sat</sub>** peso di volume saturo  
**E** modulo elastico

**RISULTATI**

**BORDO SUPERIORE**

Z (m)	σ <sub>vo</sub> (kPa)	Δσ <sub>z</sub> (kPa)	σ <sub>vo</sub> +Δσ <sub>z</sub> (kPa)	ΔW (cm)	W (cm)	ε (%)
0,0	0	220	220	14,4	168,5	7,2
2,0	20	213	233	23,5	154,1	5,9
6,0	61	199	260	14,5	130,6	4,8
9,0	92	188	280	13,8	115,1	4,6
12,0	122	179	301	11,6	102,3	3,9
15,0	153	169	322	11,0	90,7	3,7
18,0	183	160	344	7,0	79,7	3,5
20,0	204	155	359	12,0	72,7	3,0
24,0	245	144	389	8,4	60,7	2,8
27,0	275	137	412	8,0	52,3	2,7
30,0	306	130	436	5,1	44,3	2,6
32,0	326	126	452	8,9	39,2	2,2
36,0	367	118	485	6,3	30,3	2,1
39,0	398	112	510	6,0	24,1	2,0
42,0	428	107	535	5,7	18,1	1,9
45,0	459	102	561	5,5	12,4	1,8
48,0	489	98	587	5,2	6,9	1,7
51,0	520	94	614	1,7	9,8	1,7
52,0	530	92	622	8,1	8,1	1,6
57,0	581	86	667	-	-	-
60,0	612	83	695	-	-	-

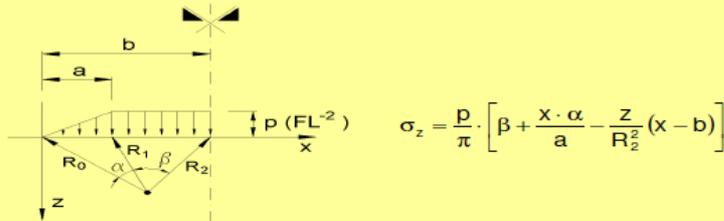


scegli l'altezza del concio di calcolo (Δh) in modo tale che almeno in questa cella compaia "-";  
 ciò assicura che sia soddisfatta la condizione Δσ<sub>z</sub> < α Δσ<sub>vo</sub>

### 1143 ampliamento ciglio

#### E.1. CEDIMENTI - MODULI ELASTICI

##### E.1.7.2 STRISCIA TRAPEZIA SIMMETRICA - BORDO SUPERIORE



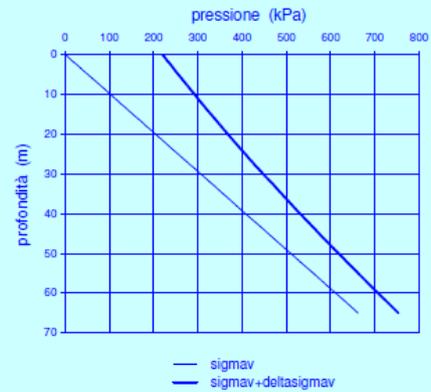
**DATI DI INGRESSO**

<b>p</b>	carico applicato	220	(kPa)	<b>Δh</b>	altezza conico di calcolo	3,25	(m)
<b>a</b>		22,5	(m)	<b>z<sub>w</sub></b>	profondità falda da p.c.	0,0	(m)
<b>b</b>		36,0	(m)	<b>α</b>	Δσ <sub>z</sub> < α σ'v <sub>0</sub>	0,15	(-)

Strato (-)	ΔH (m)	H (m)	γ <sub>n</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	γ <sub>sat</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	E (MPa)	
1	2,0	2,0	20,0	20,0	3,0	<b>ΔH</b> spessore strato i-esimo <b>γ<sub>n</sub></b> peso di volume naturale <b>γ<sub>sat</sub></b> peso di volume saturo <b>E</b> modulo elastico
2	4,0	6,0	20,0	20,0	3,5	
3	6,0	12,0	20,0	20,0	4,0	
4	8,0	20,0	20,0	20,0	4,5	
5	12,0	32,0	20,0	20,0	5,0	
6	20,0	52,0	20,0	20,0	5,5	

**RISULTATI**

BORDO SUPERIORE						
Z (m)	σ <sub>v0</sub> (kPa)	Δσ <sub>z</sub> (kPa)	σ <sub>v0+Δσz</sub> (kPa)	ΔW (cm)	W (cm)	ε (%)
0,0	0	220	220	14,5	189,9	7,2
2,0	20	214	234	23,7	175,4	5,9
6,0	61	202	263	18,4	151,7	4,9
9,8	99	191	290	10,5	133,3	4,7
12,0	122	184	307	16,9	122,8	4,0
16,3	166	173	338	12,2	105,9	3,8
19,5	199	165	364	1,8	93,7	3,6
20,0	204	164	367	18,8	91,9	3,1
26,0	265	150	415	9,5	73,1	2,9
29,3	298	143	441	7,7	63,6	2,8
32,0	326	138	464	9,1	55,8	2,4
35,8	364	131	495	7,6	46,7	2,3
39,0	398	125	522	7,2	39,1	2,2
42,3	431	120	550	6,9	31,9	2,1
45,5	464	115	578	6,6	25,0	2,0
48,8	497	110	607	6,4	18,4	2,0
52,0	530	106	636	6,1	12,0	1,9
55,3	563	101	665	5,9	11,5	1,8
58,5	596	98	694	5,7	5,7	1,7
61,8	629	94	723	-	-	-
65,0	663	91	753	-	-	-

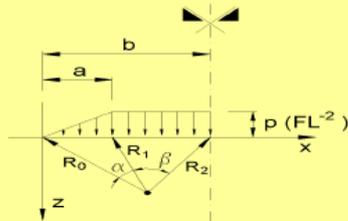


scegli l'altezza del conico di calcolo (Δh) in modo tale che almeno in questa cella compaia "-";  
 ciò assicura che sia soddisfatta la condizione Δσ<sub>z</sub> < α Δσ'v<sub>0</sub>

**169 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**

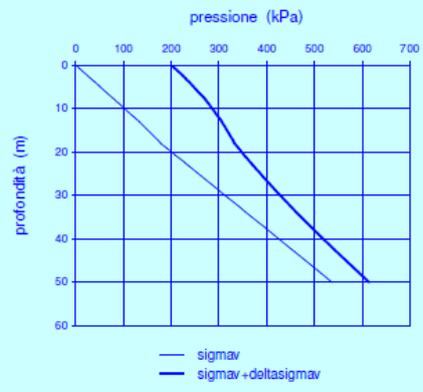
<b>p</b>	carico applicato	200	(kPa)	<b>Δh</b>	altezza cono di calcolo	2,50	(m)
<b>a</b>		14,0	(m)	<b>z<sub>w</sub></b>	profondità falda da p.c.	0,0	(m)
<b>b</b>		23,5	(m)	<b>α</b>	Δσ <sub>z</sub> < α σ'vo	0,15	(-)

Strato (-)	ΔH (m)	H (m)	γ <sub>n</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	γ <sub>sat</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	E (MPa)	
1	3,0	3,0	20,0	20,0	7,0	<b>ΔH</b> spessore strato i-esimo <b>γ<sub>n</sub></b> peso di volume naturale <b>γ<sub>sat</sub></b> peso di volume saturo <b>E</b> modulo elastico
2	5,0	8,0	20,0	20,0	13,0	
3	5,0	13,0	20,0	20,0	20,0	
4	5,0	18,0	19,0	19,0	10,0	
5	5,0	23,0	21,0	21,0	30,0	
6	30,0	53,0	21,0	21,0	20,0	

**RISULTATI**

**CENTRO**

Z (m)	σ'vo (kPa)	Δσ <sub>z</sub> (kPa)	σ'vo+Δσ <sub>z</sub> (kPa)	Δw (cm)	w (cm)	ε (%)
0,0	0	200	200	7,1	43,0	2,9
2,5	25	200	225	1,4	35,9	2,8
3,0	31	199	230	6,8	34,5	1,5
7,5	76	192	268	0,7	27,7	1,5
8,0	82	190	272	4,1	27,0	0,9
12,5	127	175	302	0,4	22,9	0,9
13,0	133	173	306	7,4	22,4	1,6
17,5	174	156	330	0,8	15,0	1,6
18,0	178	154	333	2,2	14,2	0,5
22,5	229	138	367	0,2	12,0	0,5
23,0	234	136	371	2,9	11,8	0,6
27,5	285	122	407	1,5	8,9	0,6
30,0	313	116	428	1,4	7,4	0,6
32,5	341	109	450	1,3	6,0	0,5
35,0	369	103	472	1,3	4,7	0,5
37,5	397	98	495	1,2	3,4	0,5
40,0	425	93	518	1,1	2,2	0,5
42,5	453	89	542	1,1	2,1	0,4
45,0	481	85	566	1,0	2,0	0,4
47,5	509	81	590	1,0	1,0	0,4
50,0	537	78	614	-	-	-

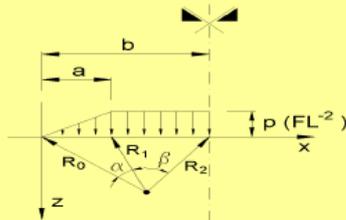


scegli l'altezza del cono di calcolo (Δh) in modo tale che almeno in questa cella compaia "-";  
 ciò assicura che sia soddisfatta la condizione Δσ<sub>z</sub> < α Δσ'vo

### 169 ampliamento 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

<b>p</b>	carico applicato	200	(kPa)	<b>Δh</b>	altezza conio di calcolo	3,00	(m)
<b>a</b>		16,5	(m)	<b>z<sub>w</sub></b>	profondità falda da p.c.	0,0	(m)
<b>b</b>		29,0	(m)	<b>α</b>	Δσ <sub>z</sub> < α σ'_{v0}	0,15	(-)

Strato (-)	ΔH (m)	H (m)	γ <sub>n</sub> (kN/m³)	γ <sub>sat</sub> (kN/m³)	E (MPa)
1	3,0	3,0	20,0	20,0	7,0
2	5,0	8,0	20,0	20,0	13,0
3	5,0	13,0	20,0	20,0	20,0
4	5,0	18,0	19,0	19,0	10,0
5	5,0	23,0	21,0	21,0	30,0
6	30,0	53,0	21,0	21,0	20,0

**ΔH** spessore strato i-esimo  
**γ<sub>n</sub>** peso di volume naturale  
**γ<sub>sat</sub>** peso di volume saturo  
**E** modulo elastico

#### RISULTATI

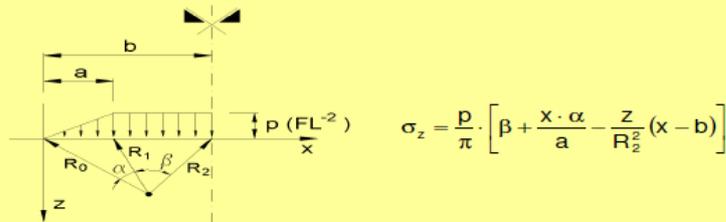
CENTRO						
Z (m)	σ'_{v0} (kPa)	Δσ <sub>z</sub> (kPa)	σ'_{v0}+Δσ <sub>z</sub> (kPa)	Δw (cm)	w (cm)	ε (%)
0,0	0	200	200	8,6	50,0	2,9
3,0	31	200	230	4,6	41,4	1,5
6,0	61	198	259	3,0	36,8	1,5
8,0	82	195	276	3,8	33,8	1,0
12,0	122	186	308	0,9	30,0	0,9
13,0	133	183	316	8,8	29,1	1,8
18,0	178	169	347	1,6	20,3	0,5
21,0	212	159	372	1,0	18,7	0,5
23,0	234	153	388	3,0	17,6	0,7
27,0	279	142	421	2,1	14,7	0,7
30,0	313	134	447	2,0	12,6	0,7
33,0	346	126	473	1,8	10,6	0,6
36,0	380	120	499	1,7	8,8	0,6
39,0	414	113	527	1,7	7,0	0,6
42,0	447	107	554	1,6	5,4	0,5
45,0	481	102	583	1,5	3,8	0,5
48,0	514	97	611	1,4	2,3	0,5
51,0	548	93	640	0,9	2,7	0,5
53,0	570	90	660	1,7	1,7	0,4
57,0	615	84	699	-	-	-
60,0	649	81	730	-	-	-

scegli l'altezza del conio di calcolo (Δh) in modo tale che almeno in questa cella compaia "-";  
 ciò assicura che sia soddisfatta la condizione Δσ<sub>z</sub> < α Δσ'\_{v0}

**169 esistente ciglio**

**E.1. CEDIMENTI - MODULI ELASTICI**  
**E.1.7.2 STRISCIA TRAPEZIA SIMMETRICA - BORDO SUPERIORE**



**DATI DI INGRESSO**

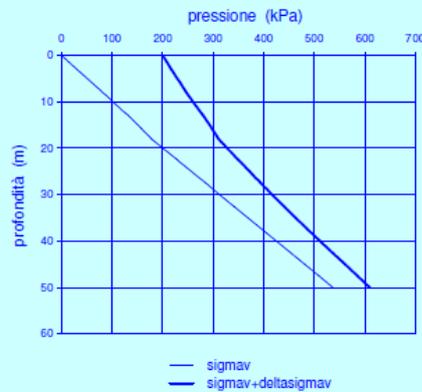
<b>p</b>	carico applicato	200	(kPa)	<b>Δh</b>	altezza cono di calcolo	2,50	(m)
<b>a</b>		14,0	(m)	<b>z<sub>w</sub></b>	profondità falda da p.c.	0,0	(m)
<b>b</b>		23,5	(m)	<b>α</b>	Δσ <sub>z</sub> < α σ'vo	0,15	(-)

Strato (-)	ΔH (m)	H (m)	γ <sub>n</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	γ <sub>sat</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	E (MPa)	
1	3,0	3,0	20,0	20,0	7,0	<b>ΔH</b> spessore strato i-esimo <b>γ<sub>n</sub></b> peso di volume naturale <b>γ<sub>sat</sub></b> peso di volume saturo <b>E</b> modulo elastico
2	5,0	8,0	20,0	20,0	13,0	
3	5,0	13,0	20,0	20,0	20,0	
4	5,0	18,0	19,0	19,0	10,0	
5	5,0	23,0	21,0	21,0	30,0	
6	30,0	53,0	21,0	21,0	20,0	

**RISULTATI**

**BORDO SUPERIORE**

z (m)	σ'vo (kPa)	Δσ <sub>z</sub> (kPa)	σ'vo+Δσ <sub>z</sub> (kPa)	Δw (cm)	w (cm)	ε (%)
0,0	0	200	200	6,9	38,8	2,8
2,5	25	189	214	1,3	31,9	2,7
3,0	31	186	217	6,1	30,5	1,4
7,5	76	168	244	0,6	24,4	1,3
8,0	82	166	247	3,5	23,8	0,8
12,5	127	150	277	0,4	20,2	0,7
13,0	133	148	280	6,3	19,8	1,4
17,5	174	134	308	0,7	13,5	1,3
18,0	178	133	311	1,9	12,8	0,4
22,5	229	121	350	0,2	10,9	0,4
23,0	234	120	354	2,6	10,7	0,6
27,5	285	109	394	1,3	8,2	0,5
30,0	313	104	417	1,3	6,8	0,5
32,5	341	99	440	1,2	5,6	0,5
35,0	369	95	463	1,2	4,3	0,5
37,5	397	91	487	1,1	3,2	0,4
40,0	425	87	511	1,1	2,1	0,4
42,5	453	83	536	1,0	2,0	0,4
45,0	481	80	560	1,0	1,9	0,4
47,5	509	76	585	0,9	0,9	0,4
50,0	537	74	610	-	-	-

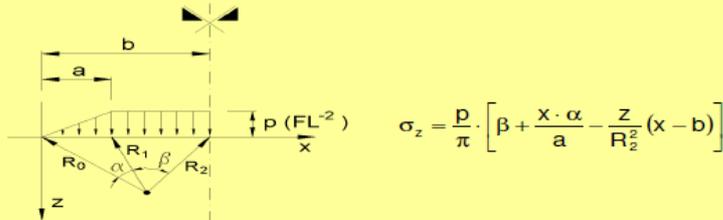


scegli l'altezza del cono di calcolo (Δh) in modo tale che almeno in questa cella compaia "-";  
 ciò assicura che sia soddisfatta la condizione Δσ<sub>z</sub> < α Δσ'vo

### 169 ampliamento ciglio

## E.1. CEDIMENTI - MODULI ELASTICI

### E.1.7.2 STRISCIA TRAPEZIA SIMMETRICA - BORDO SUPERIORE



**DATI DI INGRESSO**

<b>p</b>	carico applicato	200	(kPa)	<b>Δh</b>	altezza conco di calcolo	2,75	(m)
<b>a</b>		16,5	(m)	<b>z<sub>w</sub></b>	profondità falda da p.c.	0,0	(m)
<b>b</b>		29,0	(m)	<b>α</b>	Δσ <sub>z</sub> < α σ'_{v0}	0,15	(-)

Strato (-)	ΔH (m)	H (m)	γ <sub>n</sub> (kN/m³)	γ <sub>sat</sub> (kN/m³)	E (MPa)	
1	3,0	3,0	20,0	20,0	7,0	<b>ΔH</b> spessore strato i-esimo <b>γ<sub>n</sub></b> peso di volume naturale <b>γ<sub>sat</sub></b> peso di volume saturo <b>E</b> modulo elastico
2	5,0	8,0	20,0	20,0	13,0	
3	5,0	13,0	20,0	20,0	20,0	
4	5,0	18,0	19,0	19,0	10,0	
5	5,0	23,0	21,0	21,0	30,0	
6	30,0	53,0	21,0	21,0	20,0	

**RISULTATI**

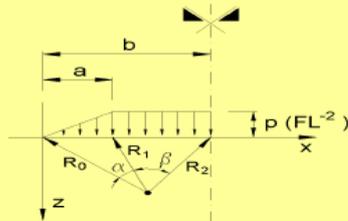
BORDO SUPERIORE						
z (m)	σ'_{v0} (kPa)	Δσ <sub>z</sub> (kPa)	σ'_{v0}+Δσ <sub>z</sub> (kPa)	Δw (cm)	w (cm)	ε (%)
0,0	0	200	200	7,6	43,1	2,8
2,5	28	189	217	0,7	35,5	2,7
3,0	31	189	219	6,9	34,8	1,4
8,0	82	171	252	2,5	27,9	0,8
11,0	112	161	273	1,6	25,4	0,8
13,0	133	155	288	5,3	23,8	1,5
16,5	165	146	310	2,2	18,5	1,4
18,0	178	142	320	1,8	16,4	0,5
22,0	223	133	356	0,4	14,6	0,4
23,0	234	130	365	2,8	14,1	0,6
27,5	285	121	406	1,6	11,3	0,6
30,3	316	116	431	1,6	9,7	0,6
33,0	346	111	457	1,5	8,1	0,5
35,8	377	106	483	1,4	6,6	0,5
38,5	408	102	510	1,4	5,2	0,5
41,3	439	98	537	1,3	3,8	0,5
44,0	469	94	564	1,3	2,5	0,5
46,8	500	90	591	1,2	2,4	0,4
49,5	531	87	618	1,2	1,2	0,4
52,3	562	84	646	-	-	-
53,0	570	83	653	-	-	-

scegli l'altezza del conco di calcolo (Δh) in modo tale che almeno in questa cella compaia "-";  
 ciò assicura che sia soddisfatta la condizione Δσ<sub>z</sub> < α Δσ'\_{v0}

**185 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**

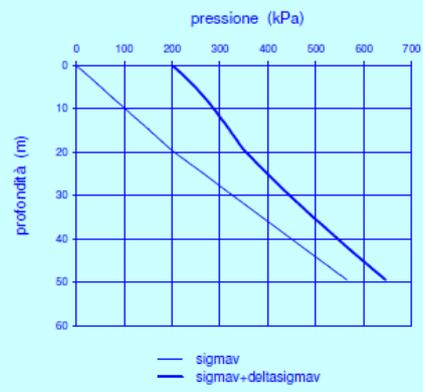
<b>p</b>	carico applicato	200	(kPa)	<b>Δh</b>	altezza conico di calcolo	2,50	(m)
<b>a</b>		15,5	(m)	<b>z<sub>w</sub></b>	profondità falda da p.c.	0,0	(m)
<b>b</b>		25,0	(m)	<b>α</b>	Δσ <sub>z</sub> < α Δσ' <sub>vo</sub>	0,15	(-)

Strato (-)	ΔH (m)	H (m)	γ <sub>n</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	γ <sub>sat</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	E (MPa)	
1	1,5	1,5	20,0	20,0	3,0	<b>ΔH</b> spessore strato i-esimo <b>γ<sub>n</sub></b> peso di volume naturale <b>γ<sub>sat</sub></b> peso di volume saturo <b>E</b> modulo elastico
2	3,0	4,5	20,0	20,0	8,0	
3	4,0	8,5	20,0	20,0	15,0	
4	5,0	13,5	20,0	20,0	22,0	
5	6,0	19,5	20,0	20,0	31,0	
6	30,0	49,5	22,0	22,0	500,0	

**RISULTATI**

**CENTRO**

z (m)	σ' <sub>vo</sub> (kPa)	Δσ <sub>z</sub> (kPa)	σ' <sub>vo</sub> +Δσ <sub>z</sub> (kPa)	Δw (cm)	w (cm)	ε (%)
0,0	0	200	200	10,0	30,5	6,7
1,5	15	200	215	7,5	20,5	2,5
4,5	46	198	244	3,9	13,0	1,3
7,5	76	192	269	1,3	9,1	1,3
8,5	87	190	276	3,3	7,8	0,8
12,5	127	177	304	0,8	4,5	0,8
13,5	138	173	311	2,1	3,7	0,5
17,5	178	158	337	1,0	1,6	0,5
19,5	199	151	350	0,1	0,6	0,0
22,5	235	141	376	0,1	0,5	0,0
25,0	266	133	399	0,1	0,4	0,0
27,5	296	126	422	0,1	0,4	0,0
30,0	327	119	446	0,1	0,3	0,0
32,5	357	112	470	0,1	0,2	0,0
35,0	388	107	494	0,1	0,2	0,0
37,5	418	101	520	0,0	0,1	0,0
40,0	449	97	545	0,0	0,1	0,0
42,5	479	92	571	0,0	0,1	0,0
45,0	510	88	598	0,0	0,1	0,0
47,5	540	84	624	0,0	0,0	0,0
49,5	565	81	646	-	-	-

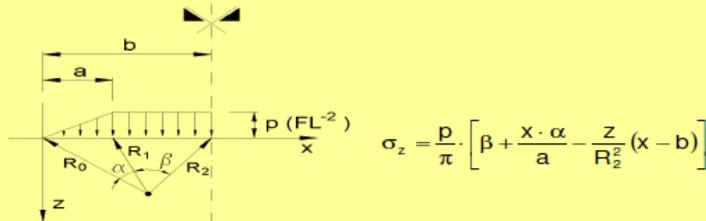


scegli l'altezza del conico di calcolo (Δh) in modo tale che almeno in questa cella compaia "-";  
 ciò assicura che sia soddisfatta la condizione Δσ<sub>z</sub> < α Δσ'<sub>vo</sub>

### 185 ampliamento centro

#### E.1. CEDIMENTI - MODULI ELASTICI

##### E.1.7.1. STRISCIA TRAPEZIA SIMMETRICA - CENTRO



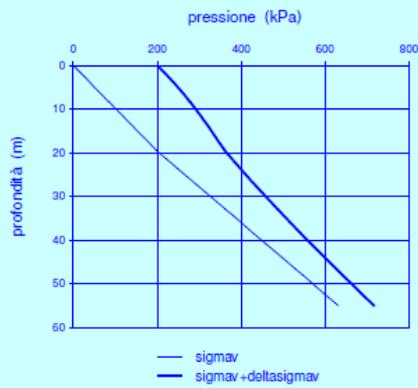
#### DATI DI INGRESSO

<b>p</b>	carico applicato	200	(kPa)	<b>Δh</b>	altezza cono di calcolo	2,75	(m)
<b>a</b>		16,5	(m)	<b>Z<sub>w</sub></b>	profondità falda da p.c.	0,0	(m)
<b>b</b>		28,5	(m)	<b>α</b>	Δσ <sub>z</sub> < α σ'vo	0,15	(-)

Strato (-)	ΔH (m)	H (m)	γ <sub>n</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	γ <sub>sat</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	E (MPa)	
1	1,5	1,5	20,0	20,0	3,0	<b>ΔH</b> spessore strato i-esimo <b>γ<sub>n</sub></b> peso di volume naturale <b>γ<sub>sat</sub></b> peso di volume saturo <b>E</b> modulo elastico
2	3,0	4,5	20,0	20,0	8,0	
3	4,0	8,5	20,0	20,0	15,0	
4	5,0	13,5	20,0	20,0	22,0	
5	6,0	19,5	20,0	20,0	31,0	
6	30,0	49,5	22,0	22,0	500,0	

#### RISULTATI

CENTRO						
Z (m)	σ'vo (kPa)	Δσ <sub>z</sub> (kPa)	σ'vo+Δσ <sub>z</sub> (kPa)	ΔW (cm)	W (cm)	ε (%)
0,0	0	200	200	10,0	31,0	6,7
1,5	15	200	215	7,5	21,0	2,5
4,5	46	199	245	4,9	13,5	1,3
8,3	84	194	278	0,3	8,6	1,3
8,5	87	193	280	4,3	8,3	0,9
13,5	138	181	318	1,7	4,1	0,6
16,5	168	172	340	1,5	2,4	0,5
19,3	196	163	359	0,1	0,9	0,5
19,5	199	162	361	0,2	0,7	0,0
24,8	263	146	409	0,1	0,6	0,0
27,5	296	139	435	0,1	0,5	0,0
30,3	330	131	461	0,1	0,4	0,0
33,0	363	124	488	0,1	0,4	0,0
35,8	397	118	515	0,1	0,3	0,0
38,5	430	112	543	0,1	0,2	0,0
41,3	464	107	571	0,1	0,2	0,0
44,0	497	102	599	0,1	0,1	0,0
46,8	531	97	628	0,1	0,1	0,0
49,5	565	93	657	0,0	0,0	0,0
52,3	598	89	687	-	-	-
55,0	632	85	717	-	-	-

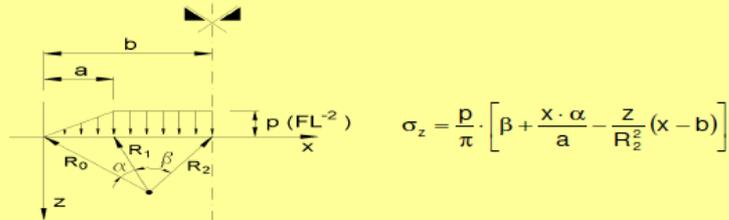


scegli l'altezza del cono di calcolo (Δh) in modo tale che almeno in questa cella compaia "-";  
 ciò assicura che sia soddisfatta la condizione Δσ<sub>z</sub> < α Δσ'vo

**185 esistente ciglio**

**E.1. CEDIMENTI - MODULI ELASTICI**

**E.1.7.2 STRISCIA TRAPEZIA SIMMETRICA - BORDO SUPERIORE**



**DATI DI INGRESSO**

<b>p</b>	carico applicato	200	(kPa)	<b>Δh</b>	altezza conio di calcolo	2,50	(m)
<b>a</b>		15,5	(m)	<b>z<sub>w</sub></b>	profondità falda da p.c.	0,0	(m)
<b>b</b>		25,0	(m)	<b>α</b>	Δσ <sub>z</sub> < α Δσ' <sub>vo</sub>	0,15	(-)

Strato (-)	ΔH (m)	H (m)	γ <sub>n</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	γ <sub>sat</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	E (MPa)	
1	1,5	1,5	20,0	20,0	3,0	<b>ΔH</b> spessore strato i-esimo <b>γ<sub>n</sub></b> peso di volume naturale <b>γ<sub>sat</sub></b> peso di volume saturo <b>E</b> modulo elastico
2	3,0	4,5	20,0	20,0	8,0	
3	4,0	8,5	20,0	20,0	15,0	
4	5,0	13,5	20,0	20,0	22,0	
5	6,0	19,5	20,0	20,0	31,0	
6	30,0	49,5	22,0	22,0	500,0	

**RISULTATI**

**BORDO SUPERIORE**

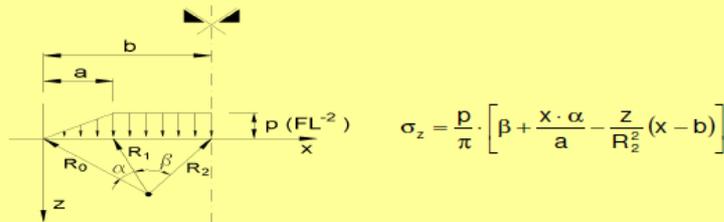
z (m)	σ' <sub>vo</sub> (kPa)	Δσ <sub>z</sub> (kPa)	σ' <sub>vo</sub> +Δσ <sub>z</sub> (kPa)	Δw (cm)	w (cm)	ε (%)	
0,0	0	200	200	9,8	28,4	6,6	
1,5	15	194	209	7,0	18,5	2,3	
4,5	46	182	228	3,5	11,5	1,2	
7,5	76	170	247	1,1	8,0	1,1	
8,5	87	167	253	2,9	6,9	0,7	
12,5	127	153	280	0,7	3,9	0,7	
13,5	138	150	287	1,9	3,3	0,5	
17,5	178	138	316	0,9	1,4	0,4	
19,5	199	132	331	0,1	0,5	0,0	
22,5	235	124	360	0,1	0,5	0,0	
25,0	266	118	384	0,1	0,4	0,0	
27,5	296	113	409	0,1	0,3	0,0	
30,0	327	107	434	0,1	0,3	0,0	
32,5	357	103	460	0,1	0,2	0,0	
35,0	388	98	486	0,0	0,2	0,0	
37,5	418	94	512	0,0	0,1	0,0	
40,0	449	90	538	0,0	0,1	0,0	
42,5	479	86	565	0,0	0,1	0,0	
45,0	510	83	592	0,0	0,0	0,0	
47,5	540	79	620	-	-	-	
49,5	565	77	642	-	-	-	

scegli l'altezza del conio di calcolo (Δh) in modo tale che almeno in questa cella compaia "-";  
 ciò assicura che sia soddisfatta la condizione Δσ<sub>z</sub> < α Δσ'<sub>vo</sub>

### 185 ampliamento ciglio

## E.1. CEDIMENTI - MODULI ELASTICI

### E.1.7.2 STRISCIA TRAPEZIA SIMMETRICA - BORDO SUPERIORE



**DATI DI INGRESSO**

<b>p</b>	carico applicato	200	(kPa)	<b>Δh</b>	altezza conico di calcolo	2,75	(m)
<b>a</b>		16,5	(m)	<b>z<sub>w</sub></b>	profondità falda da p.c.	0,0	(m)
<b>b</b>		28,5	(m)	<b>α</b>	Δσ <sub>z</sub> < α σ'vo	0,15	(-)

Strato (-)	ΔH (m)	H (m)	γ <sub>n</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	γ <sub>sat</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	E (MPa)	
1	1,5	1,5	20,0	20,0	3,0	<b>ΔH</b> spessore strato i-esimo <b>γ<sub>n</sub></b> peso di volume naturale <b>γ<sub>sat</sub></b> peso di volume saturo <b>E</b> modulo elastico
2	3,0	4,5	20,0	20,0	8,0	
3	4,0	8,5	20,0	20,0	15,0	
4	5,0	13,5	20,0	20,0	22,0	
5	6,0	19,5	20,0	20,0	31,0	
6	30,0	49,5	22,0	22,0	500,0	

**RISULTATI**

**BORDO SUPERIORE**

Z (m)	σ'vo (kPa)	Δσ <sub>z</sub> (kPa)	σ'vo+Δσ <sub>z</sub> (kPa)	Δw (cm)	w (cm)	ε (%)	
0,0	0	200	200	9,9	28,7	6,6	
1,5	15	194	210	7,1	18,9	2,4	
4,5	46	183	229	4,4	11,8	1,2	
8,3	84	170	254	0,3	7,4	1,1	
8,5	87	169	256	3,7	7,1	0,7	
13,5	138	154	291	1,4	3,5	0,5	
16,5	168	145	314	1,3	2,0	0,5	
19,3	196	138	335	0,1	0,8	0,4	
19,5	199	138	337	0,1	0,7	0,0	
24,8	263	126	389	0,1	0,5	0,0	
27,5	296	120	417	0,1	0,4	0,0	
30,3	330	115	445	0,1	0,4	0,0	
33,0	363	110	473	0,1	0,3	0,0	
35,8	397	105	502	0,1	0,3	0,0	
38,5	430	101	531	0,1	0,2	0,0	
41,3	464	97	561	0,1	0,2	0,0	
44,0	497	93	590	0,1	0,1	0,0	
46,8	531	89	620	0,0	0,1	0,0	
49,5	565	86	650	0,0	0,0	0,0	
52,3	598	83	681	-	-	-	
55,0	632	80	711	-	-	-	

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<sub>z</sub> < α Δσ'vo