



COMUNE DI PISA



REGIONE TOSCANA

---

**Realizzazione nuova rotatoria  
all'intersezione tra la S.S. n. 1 Aurelia e Via della Fossa Ducaria**

*TAVOLE e ALLEGATI relativi al testo della RELAZIONE GEOLOGICA e SISMICA  
con CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA del sottosuolo*

---



ottobre 2013

## **Tavole fuori testo**

***Tavola 1*** - Inquadramento topografico - Scala 1:10.000

***Tavola 2*** - Planimetria di dettaglio - Scala 1:2.000

***Tavola 3*** - Carta geologica e geomorfologica - Scala 1:10.000

***Tavola 4*** - Carta della profondità del tetto delle argille compressibili - Scala 1:10.000

***Tavola 5*** - Carta idrogeologica - Scala 1:10.000

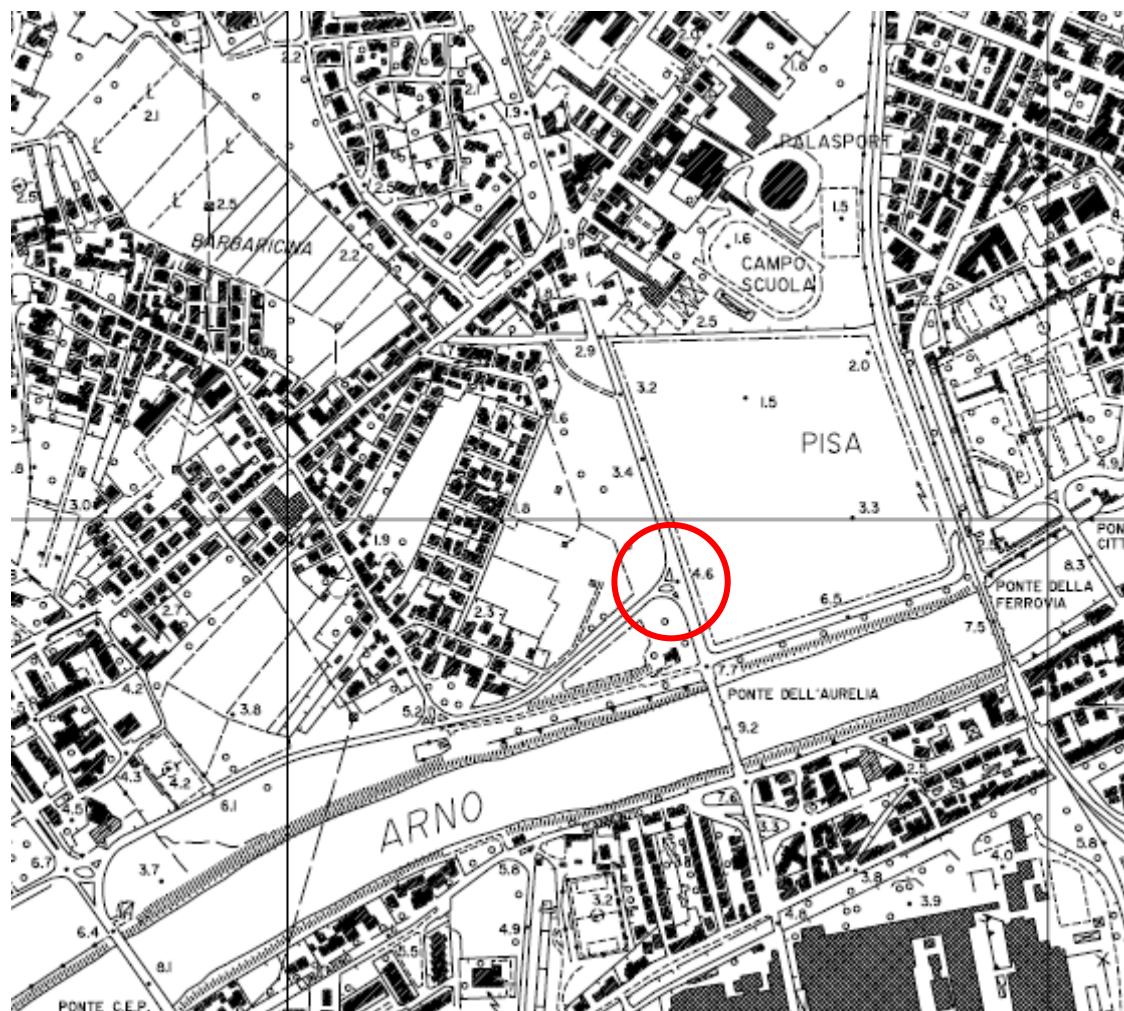
***Tavola 6*** - Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica (PAI AdB Arno) - Scala 1:10.000

***Tavola 7*** - Carta della pericolosità del territorio - Scala 1:10.000

***Tavola 8*** - Il modello geologico del sottosuolo

***Tavola 9*** - Il modello geotecnico del sottosuolo





Realizzazione nuova rotatoria

all'intersezione tra la S.S. n. 1 Aurelia e Via della Fossa Ducaria

PISAMO

Azienda per la Mobilità S.p.A.

COMUNE DI PISA - REGIONE TOSCANA

TAVOLA 1

INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

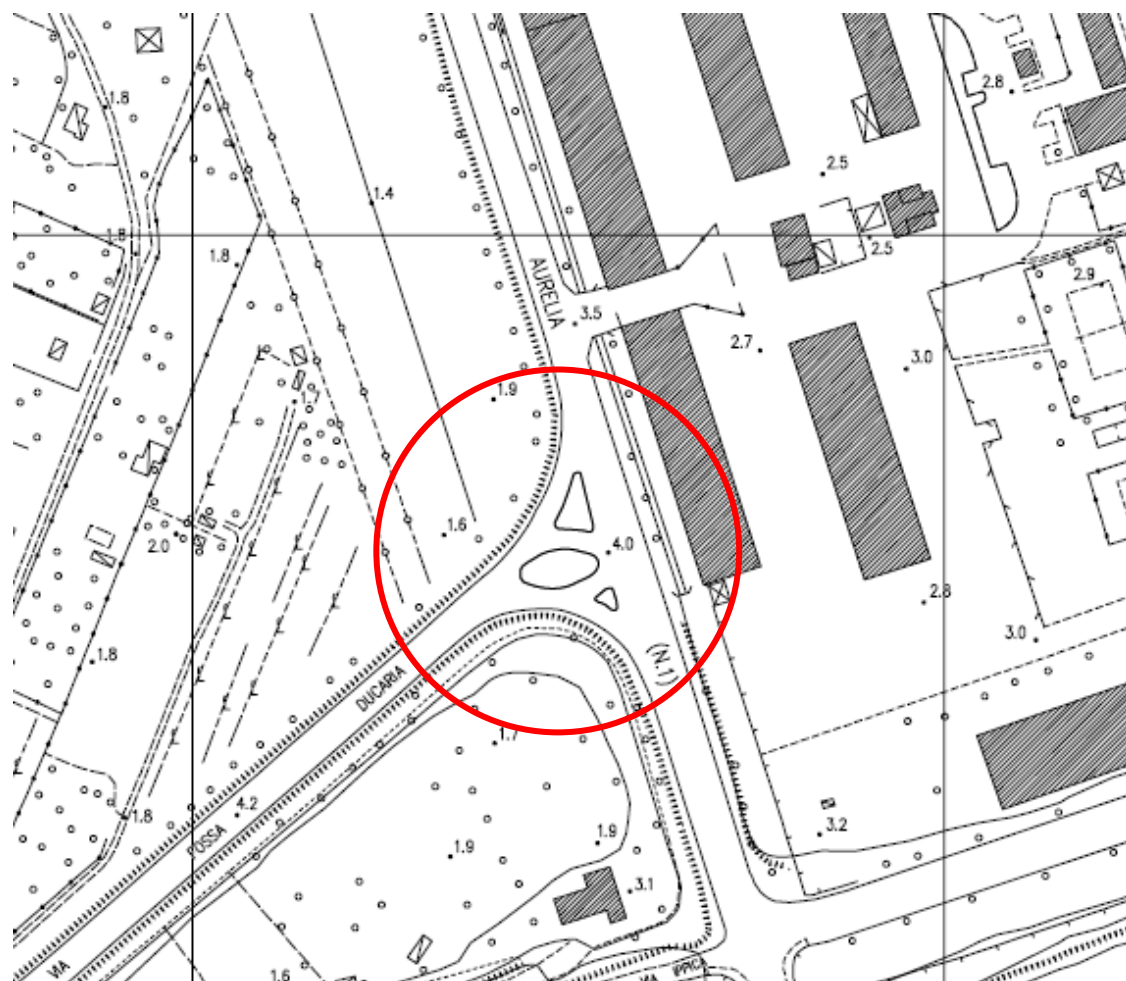
LEGENDA



Area d'indagine

SCALA 1:10.000

Geologo A. Ungari



Realizzazione nuova rotatoria  
all'intersezione tra la S.S. n. 1 Aurelia e Via della Fossa Ducaria

PISAMO

Azienda per la Mobilità S.p.A.

COMUNE DI PISA - REGIONE TOSCANA

TAVOLA 2

PLANIMETRIA DI DETTAGLIO

LEGENDA

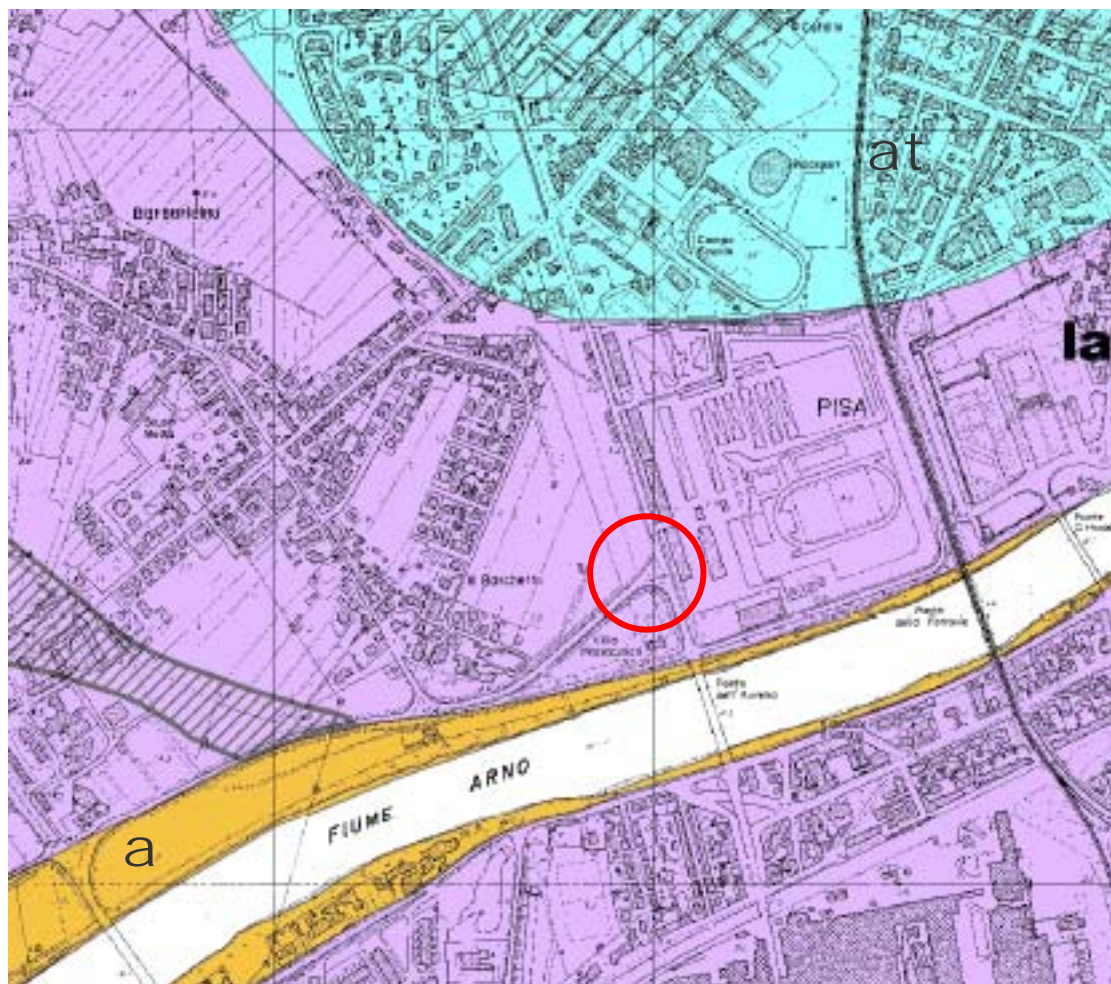


Area d'interesse specifico

SCALA 1:2.000

Geologo A. Ungari





Realizzazione nuova rotatoria  
all'intersezione tra la S.S. n. 1 Aurelia e Via della Fossa Ducaria

PISAMO

Azienda per la Mobilità S.p.A.

COMUNE DI PISA - REGIONE TOSCANA

TAVOLA 3

CARTA GEOLOGICA e GEOMORFOLOGICA

#### LEGENDA



Area d'indagine

**a**

Sedimenti limo-argillosi e sabbiosi delle aree  
golenali (Attuale)

**at**

Depositi alluvionali prevalentemente argillosi, torbe  
palustri e depositi di colmata (Olocene)

**la**

Depositi alluvionali prevalentemente limosi e  
sabbiosi con intercalazioni argillose (Olocene)



Alvei fluviali abbandonati

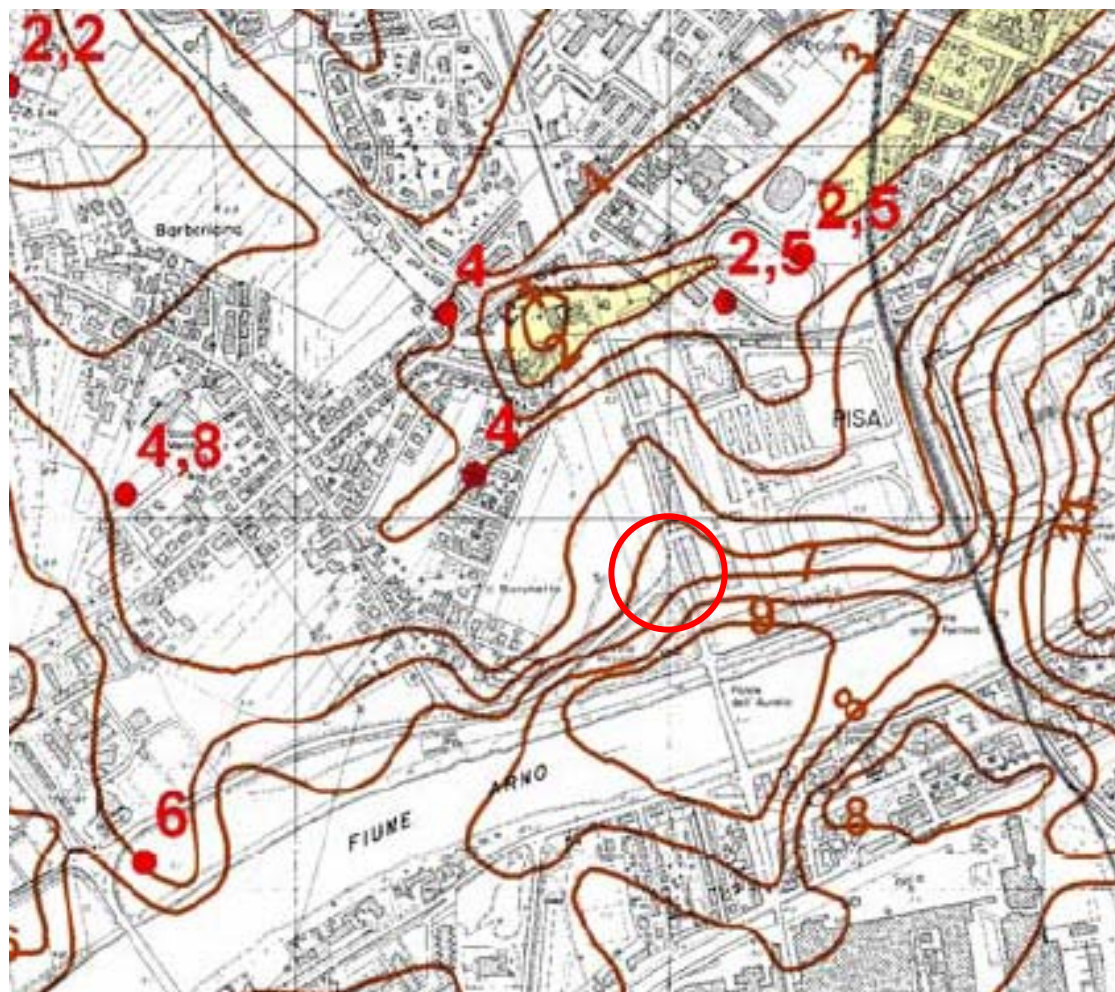


Aree palustri bonificate

Estratto della cartografia di PS del Comune di Pisa

SCALA 1:10.000

Geologo A. Ungari



Realizzazione nuova rotatoria  
all'intersezione tra la S.S. n. 1 Aurelia e Via della Fossa Ducaria

PISAMO

Azienda per la Mobilità S.p.A.

COMUNE DI PISA - REGIONE TOSCANA

TAVOLA 4

CARTA DELLA PROFONDITA' DEL TETTO DELLE  
ARGILLE COMPRESSIBILI

**LEGENDA**



Area d'indagine



Sondaggi con indicazione della profondità del tetto delle  
argille compressibili (in metri dal p.c.)



Isopache dei terreni argilloso-limosi superficiali pre-  
consolidati



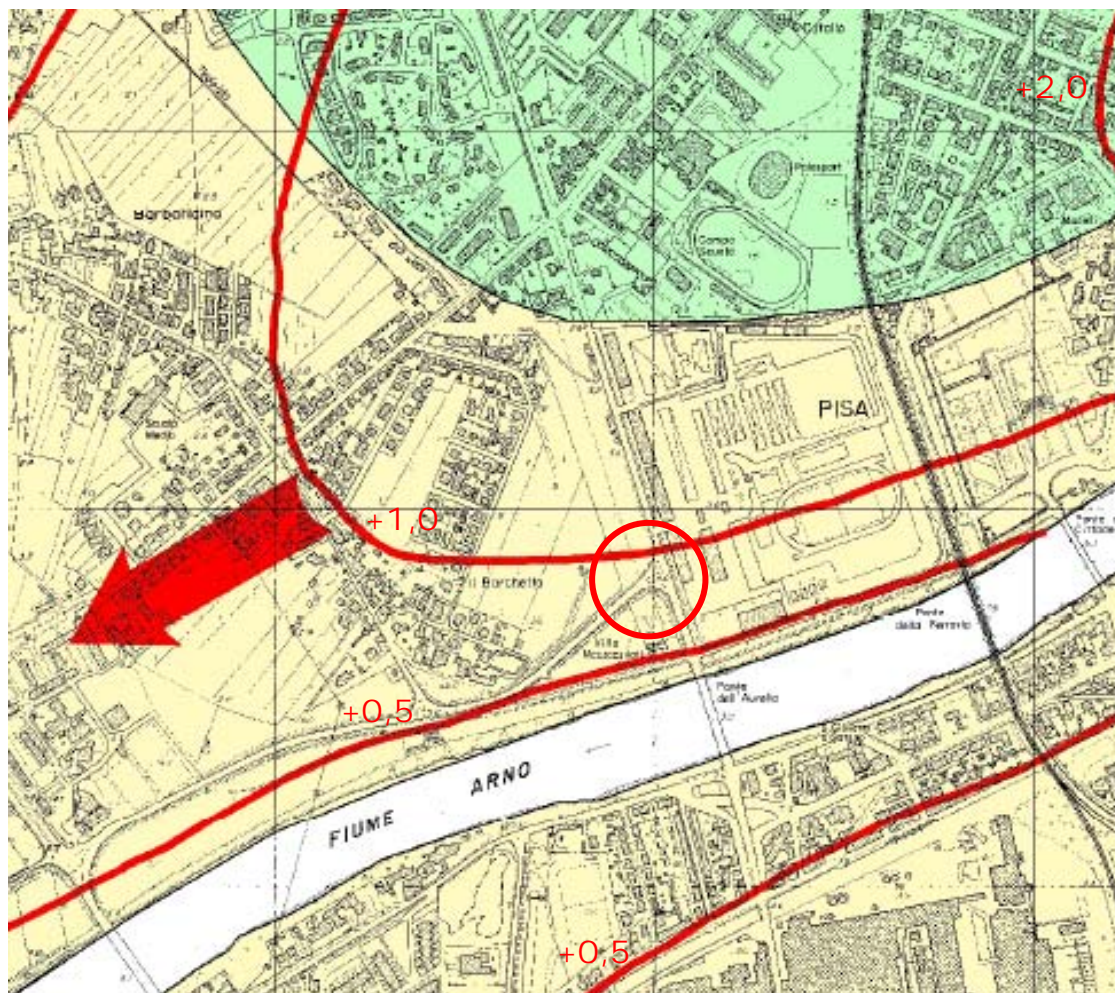
Aree di affioramento o subaffioramento delle argille  
plastiche compressibili

*Estratto della cartografia di PS del Comune di Pisa*

SCALA 1:10.000

Geologo A. Ungari





Realizzazione nuova rotatoria  
all'intersezione tra la S.S. n. 1 Aurelia e Via della Fossa Ducaria

PISAMO

Azienda per la Mobilità S.p.A.

COMUNE DI PISA - REGIONE TOSCANA

TAVOLA 5

CARTA IDROGEOLOGICA

**LEGENDA**



Area d'indagine



Sedimenti a permeabilità primaria medio bassa



Sedimenti a permeabilità primaria molto bassa

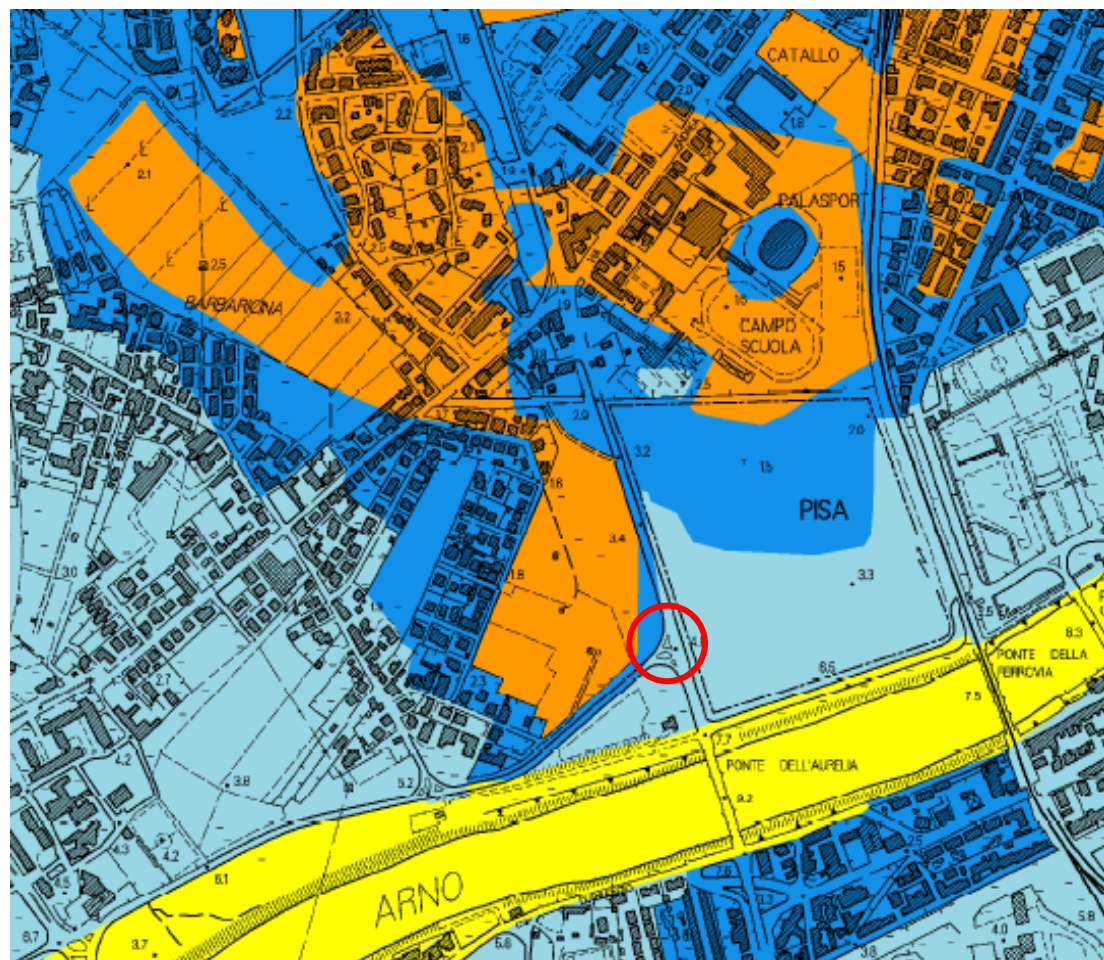


Isofreatiche estive con valori riferiti al l.m.

*Estratto della cartografia di P.S. del Comune di Pisa*

SCALA 1:10.000

Geologo A. Ungari



Realizzazione nuova rotatoria  
all'intersezione tra la S.S. n. 1 Aurelia e Via della Fossa Ducaria

PISAMO

Azienda per la Mobilità S.p.A.

COMUNE DI PISA - REGIONE TOSCANA

TAVOLA 6

AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO  
PIANO STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO

PERICOLOSITA' IDRAULICA

**LEGENDA**



Area d'indagine

*Classi di pericolosità del PAI*



P.I.1 - Aree a pericolosità moderata



P.I.2 - Aree a pericolosità media



P.I.3 - Aree a pericolosità elevata



P.I.4 - Aree a pericolosità molto elevata

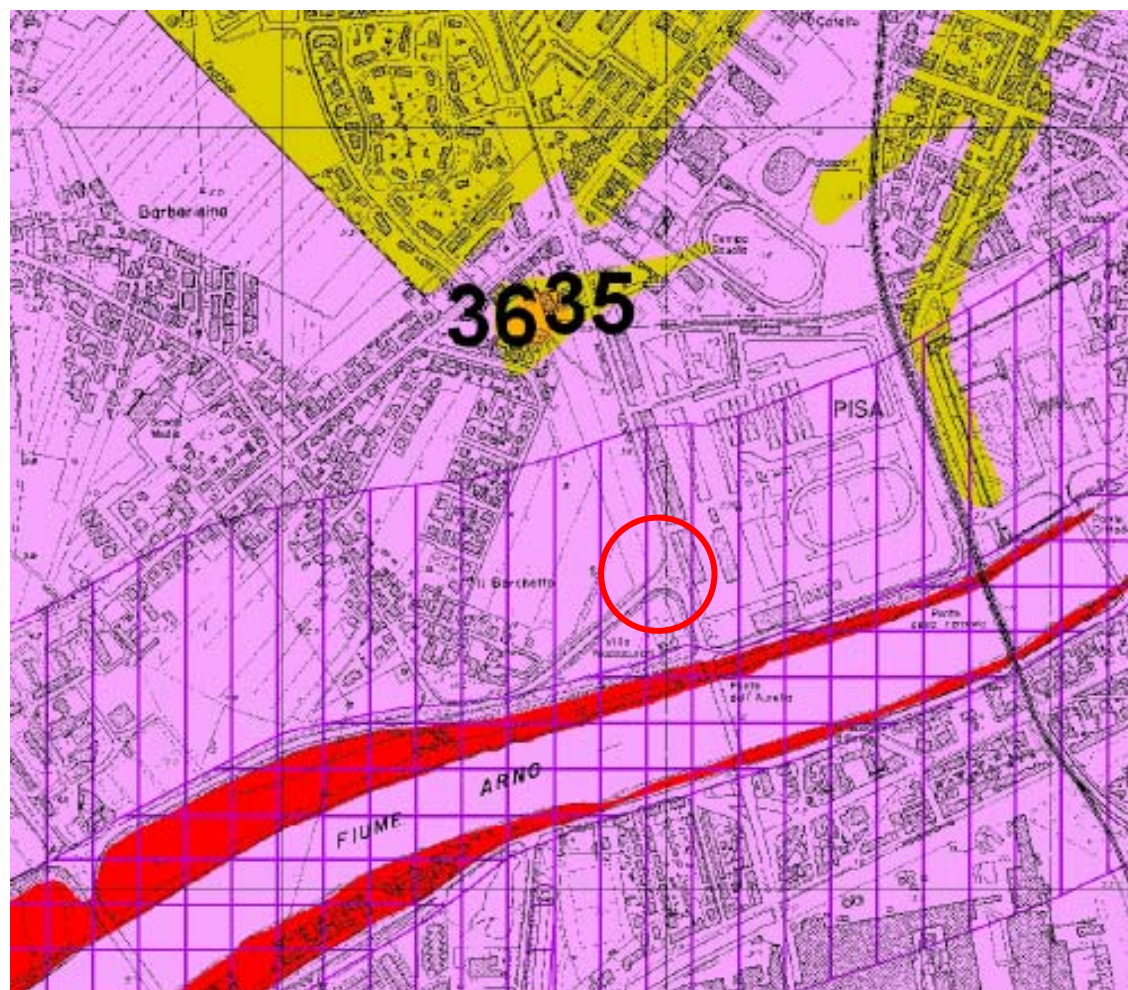
*Estratto dallo Stralcio n. 351 mod. con Dec. S.G. n. 15/2012*

*Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica - Livello di dettaglio -*

SCALA 1:10.000

Geologo A. Ungari





Realizzazione nuova rotatoria  
all'intersezione tra la S.S. n. 1 Aurelia e Via della Fossa Ducaria

PISAMO

Azienda per la Mobilità S.p.A.

COMUNE DI PISA - REGIONE TOSCANA

TAVOLA 7

CARTA DELLA PERICOLOSITA' DEL TERRITORIO

#### LEGENDA



Area d'indagine



Classe di pericolosità medio-bassa (Classe 3a)



Classe di pericolosità media (Classe 3b)



Classe di pericolosità medio-elevata (Classe 3c)

Ambito A1 relativo al Fiume Arno



Ambito B relativo al Fiume Arno

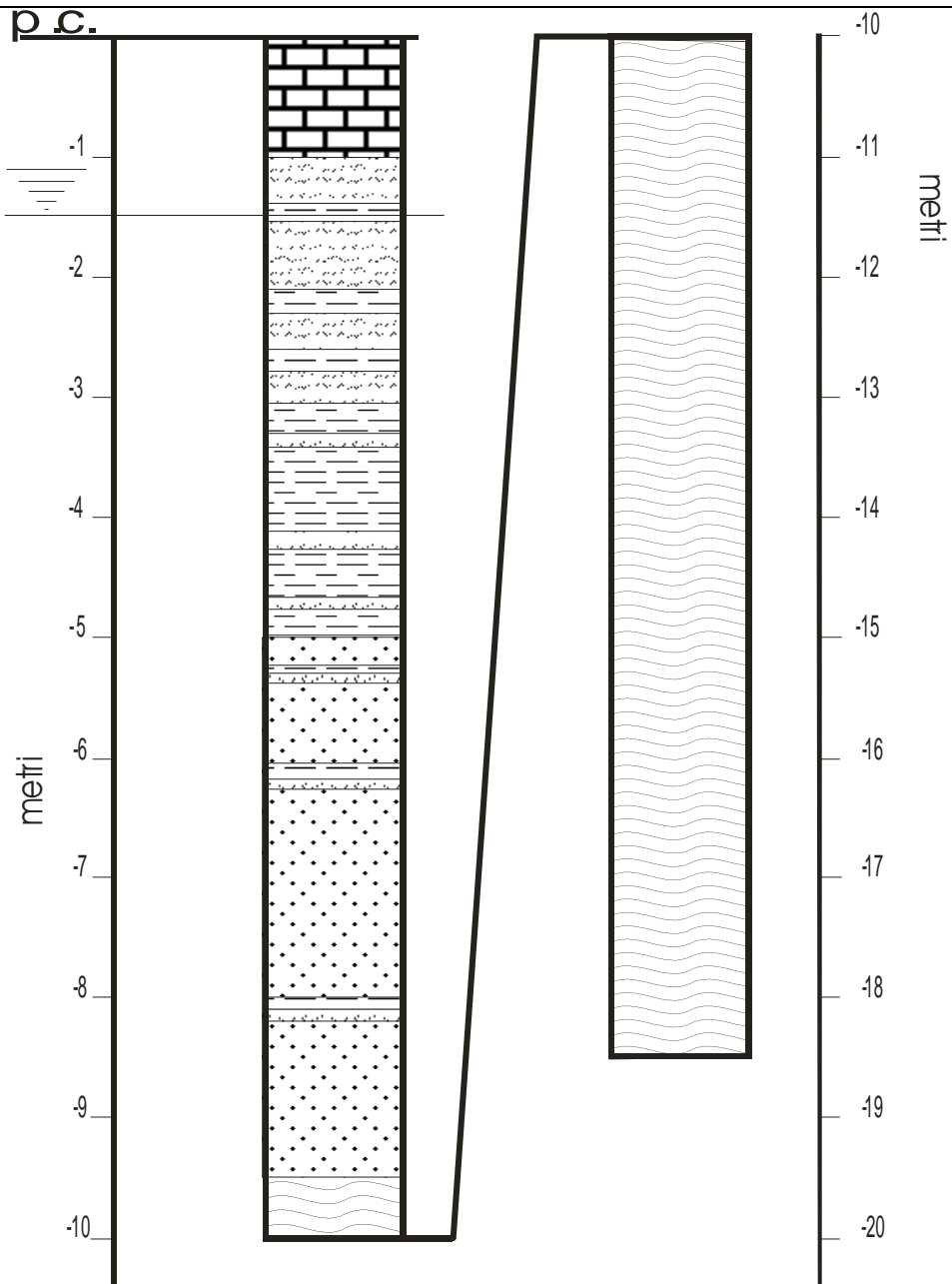


Estratto della cartografia di P.S. del Comune di Pisa

SCALA : 10.000

Geologo A. Ungari





Realizzazione nuova rotatoria  
all'intersezione tra la S.S. n. 1 Aurelia e Via della Fossa Ducaria

PISAMO

Azienda per la Mobilità S.p.A.

COMUNE DI PISA - REGIONE TOSCANA

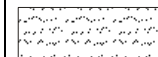
### TAVOLA 8

### IL MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

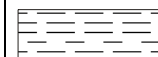
#### LEGENDA



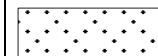
Terreno naturale alterato



Limo argillo-sabbioso



Argilla limosa e limo argilloso



Sabbia limosa e sabbia da grossolana a fine



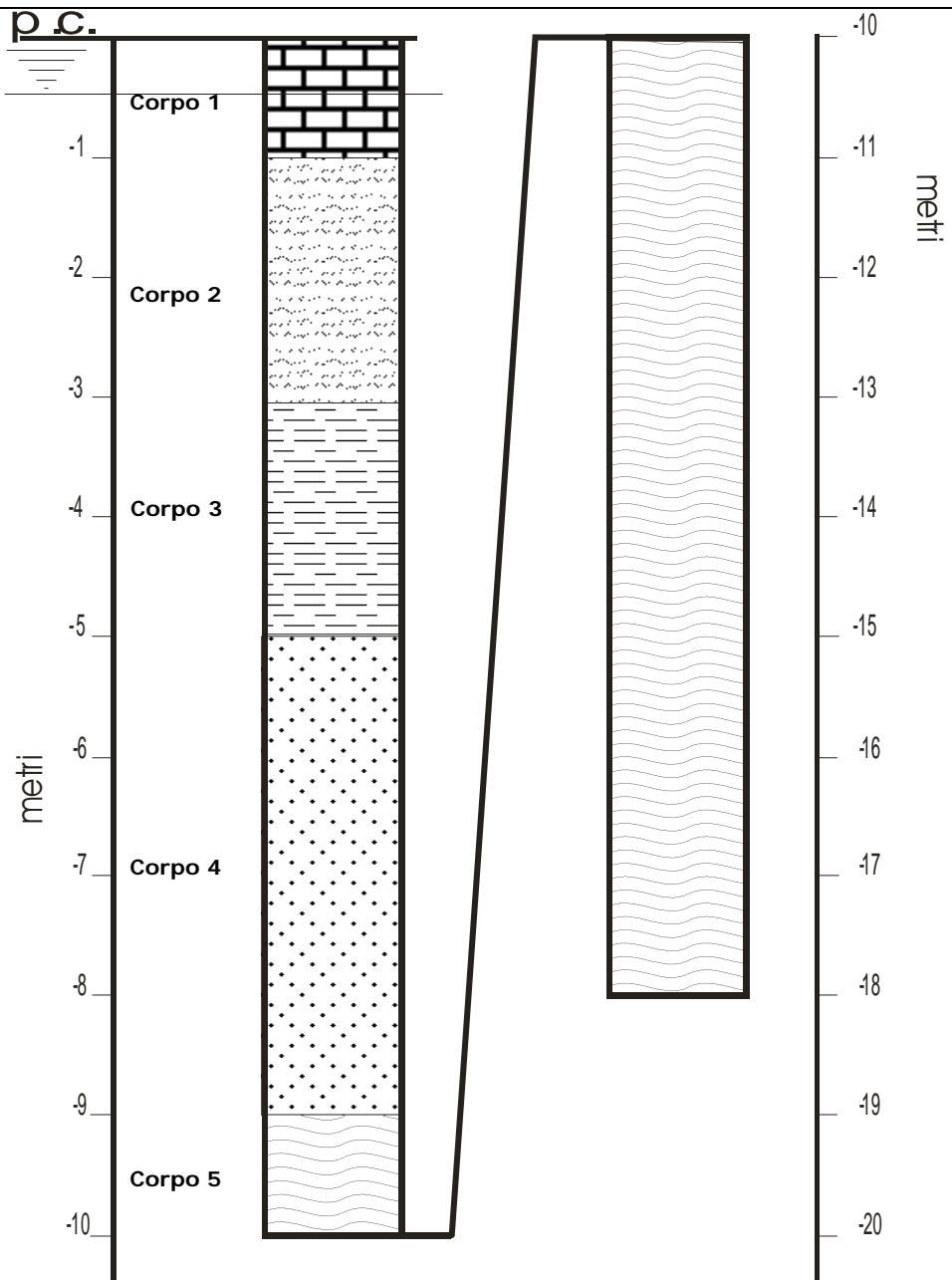
Argilla e argilla limosa (Pancone)



Livello di falda

Geologo A. Ungari

p.c.



Realizzazione nuova rotatoria

all'intersezione tra la S.S. n. 1 Aurelia e Via della Fossa Ducaria

PISAMO

Azienda per la Mobilità S.p.A.

COMUNE DI PISA - REGIONE TOSCANA

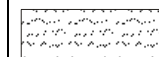
TAVOLA 9

IL MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

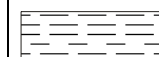
**LEGENDA**



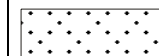
Corpo 1



Corpo 2



Corpo 3



Corpo 4



Corpo 5



Livello di falda

Geologo A. Ungari

## **Allegati fuori testo**

**Allegato A** - Relazione tecnica relativa alla campagna geofisica effettuata in situ

**Allegato B1** - Certificato n. 0802/13 del 5 luglio 2013 della Ichnogeo S.a.s. relativo alla penetrometria statica CPTU1

**Allegato B2** - Documentazione fotografica della penetrometria statica CPTU1

**Allegato C1** - Certificato n. 0803/13 del 5 settembre 2013 della Ichnogeo S.a.s. relativo alla perforazione

**Allegato C2** - Ricostruzione litostratigrafia relativa alla perforazione

**Allegato C3** - Documentazione fotografica del sondaggio e delle carote di terreno prelevato

**Allegato D** - Certificati delle analisi di laboratorio

**Allegato E** - Parametri sismici del sito

**Allegato F** - Elaborazione numerica dei dati penetrometrici con valori geotecnici derivati



**Allegato A**



56028 SAN MINIATO BASSO (Pisa)  
Via Ilaria Alpi, 18/20 - Tel. 0571 43213 - Fax 0571 403063  
<http://www.ichnogeo.it> - [info@ichnogeo.it](mailto:info@ichnogeo.it)

S. Miniato, .....

Laboratorio:

- GEOTECNICO
- CHIMICO
- BIOLOGICO

OGGETTO:	<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>	
TIPOLOGIA:	<b>INDAGINE MASW</b> <b>INDAGINI IN SISMICA PASSIVA HVSR</b> <b>INDAGINE IN TOMOGRAFIA ELETTRICA DI SUPERFICIE</b>	DATA INDAGINE:
		<b>Luglio 2013</b>
LOCALITA':	<b>COMUNE DI PISA (PI) - VIA AURELIA</b>	
COMMITTENTE:	<b>PISAMO spa</b>	






## SOMMARIO

1	PREMESSA.....	3
2	TIPO D'INDAGINE.....	3
2.1	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	3
2.2	INDAGINE MASW: METODOLOGIA E ACQUISIZIONE.....	4
2.3	INDAGINE IN SISMICA PASSIVA: METODOLOGIA E ACQUISIZIONE .....	5
2.4	INDAGINE GEOELETTRICA TOMOGRAFICA: METODOLOGIA E ACQUISIZIONE.....	6
3	RISULTATI .....	7
3.1	INDAGINE MASW .....	7
3.2	INDAGINE IN SISMICA PASSIVA HVSR.....	8
3.3	INDAGINE GEOELETTRICA TOMOGRAFICA .....	8



## 1 PREMESSA

Su incarico di PISAMO spa è stata eseguita una campagna di indagini geofisiche nel Comune di Pisa (PI), lungo Via Fossa Ducaria, in prossimità dell'incrocio con la via Aurelia.

Le indagini, finalizzate alla caratterizzazione dell'assetto stratigrafico dei livelli più superficiali del sottosuolo, al calcolo della profondità del bedrock sismico e alla valutazione dello spessore del rilevato stradale di Via Fossa Ducaria, sono state eseguite in data 04 Luglio 2013.

L'ubicazione delle prove effettuate è riportata nelle tavole allegate.

## 2 TIPO D'INDAGINE

La caratterizzazione geofisica del sottosuolo è stata effettuata mediante n.1 indagine MASW, n. 3 indagini in sismica passiva a stazione singola (TR1, TR2 e TR3) e n.1 prospezione geoelettrica tomografica (Electrical Resistivity Tomography) denominate ERT.

In particolare, l'indagine MASW, è stata eseguita parallelamente a Via Fossa Ducaria, nel terreno immediatamente sottostante al rilevato stradale mentre la linea elettrica ERT è stata effettuata attraversando il rilevato stesso; le prove TR1 e TR3 sono state eseguite su terreno naturale mentre la prova TR2 è stata effettuata in prossimità dell'incrocio con la S.S. n.1 Via Aurelia.

Il calcolo del profilo delle Vs, e conseguentemente del parametro Vs30, è stata eseguita attraverso la prospezione sismica superficiale mediante la tecnica MASW ("Multichannel Analysis of Surface Waves").

I tre sondaggi in sismica passiva a stazione singola (TR1, TR2 e TR3) elaborati attraverso la metodologia basata sulla tecnica di Nakamura e sul rapporto spettrale H/V (HVSr) sono stati utilizzati per verificare i risultati ottenuti dalle altre indagini e per valutare eventuali fenomeni di amplificazione sismica.

Tale metodologia è totalmente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non necessita di nessun tipo di perforazione, né di stendimenti di cavi, né di energizzazioni esterne diverse dal microtremore ambientale che in natura esiste ovunque.

L'indagine di tipo elettrico è stata impostata trasversalmente a via Ducaria allo scopo di caratterizzare il sottosuolo in termini di variazioni elettrostratigrafiche con il fine di valutare lo spessore del rilevato della sede stradale e la presenza di eventuali disomogeneità nel tratto indagato.

### 2.1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

L'attrezzatura e la strumentazione utilizzata per l'indagine MASW è costituita da:

- un sistema di acquisizione dati: costituito da un sismografo P.A.S.I. modello 16S24U; due cavi sismici telemetrici di 55 m ciascuno; un notebook PC Windows XP con software di acquisizione P.A.S.I. a 24 canali;
- un sistema di energizzazione ad impatto verticale: la sorgente è costituita da una mazza del peso di 10 kg battente verticalmente su piastra quadrata in alluminio di dimensioni di 20 x 20 x 5 cm posta direttamente sul piano di campagna per la generazione di onde sismiche, in grado di produrre onde elastiche ricche di energia, con forme d'onda ripetibili e direzionali;
- un sistema di trigger: consistente in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui il grave colpisce la base di battuta.
- un sistema di ricezione costituito da geofoni verticali monocomponente con frequenza propria di 4.5 Hz.
- due cavi sismici telemetrici di 130 m ciascuno;



La strumentazione utilizzata per le misure dei microtremori ambientali, elaborati attraverso la tecnica HVSR, è costituita da un tromografo digitale (Tromino di Micromed S.p.A.) dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e UP-DOWN.

L'attrezzatura e la strumentazione utilizzata per le indagini di tipo elettrico è costituita da:

- un sistema di acquisizione dati costituito da un georesistivimetro digitale multielettrodo M.A.E. srl modello "X611EM".
- due cavi multielettrodo connessi a 48 picchetti in acciaio infissi nel terreno con passo regolare di 2 metri per uno stendimento con lunghezza totale pari a 96 m.

## 2.2 INDAGINE MASW: METODOLOGIA E ACQUISIZIONE

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio  $V_s$ , sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o, detto in maniera equivalente, la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione.

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo; onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Il metodo di indagine MASW utilizzato è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo (tramite energizzazione con mazza battente allineata all'array geofonico) e misurate da uno stendimento lineare di sensori. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5-10 Hz e 70-100 Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del suolo, generalmente compresa nei primi 30m-50m, in funzione della rigidità del suolo e delle caratteristiche della sorgente.

I fondamenti teorici del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio stratificato con strati paralleli e orizzontali, quindi una limitazione alla sua applicabilità potrebbe essere rappresentata dalla presenza di pendenze significative superiori a 20°, sia della topografia sia delle diverse discontinuità elastiche.

La metodologia utilizzata consiste in quattro fasi:

- acquisizione dei dati di campagna energizzando a più riprese e alternativamente ai due estremi dello stendimento geofonico;
- determinazione dello spettro di velocità sperimentale dal campo di moto acquisito nel dominio spazio-tempo lungo lo stendimento;
- calcolo della curva di dispersione attraverso il picking o la modellazione diretta;
- inversione della curva di dispersione per l'individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$  e il parametro  $V_{s30}$ .

L'elaborazione è stata eseguita tramite il software winMASW 5.2 Academy (eliosoft.it).





Le acquisizioni sono state eseguite secondo le seguenti configurazioni spaziali e temporali:

PARAMETRI CONFIGURAZIONALI INDAGINE SISMICA MASW	
Coordinate GB centro stendimento	1611449; 4840856
Orientazione	SW-NE (N 42)
Lunghezza stendimento	46 m
Numero Geofoni	24
Distanza intergeofonica	2 m
Numero punti di energizzazione per estremo	3
Off-sets sorgenti (da ciascun estremo)	2 m, 3 m, 5 m
Durata acquisizione	1024 ms
Intervallo di campionamento	250 $\mu$ s

Per valutare la validità delle ipotesi di monodimensionalità (strati piani e paralleli) sono state eseguite acquisizioni coniugate: 3 acquisizioni con sorgenti a distanze crescenti (2 m, 3 m e 5 m) dal primo geofono (G1) dello stendimento e 3 acquisizioni, con medesimi offsets minimi dall'ultimo geofono dello stendimento (G24).

Durante il processo di elaborazione dell'indagine MASW, al fine di minimizzare le possibili soluzioni e cercare la più sensata coerenza tra lo spettro di velocità sperimentale e le curve di dispersione teoriche che possono generare tale spettro, ci si è avvalsi dei dati acquisiti con il sondaggio in sismica passiva eseguito in prossimità dello stendimento stesso (TR1).

### 2.3 INDAGINE IN SISMICA PASSIVA: METODOLOGIA E ACQUISIZIONE

Il rumore sismico, generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica, è presente ovunque sulla superficie terrestre. Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti.

I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva.

I microtremori sono in parte costituiti da onde di volume, P o S, ma un ruolo fondamentale nella produzione dei microtremori è rivestito dalle onde superficiali, che hanno velocità prossima a quella delle onde S.

Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo dal rumore sismico registrato in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o H/V), proposta da Nogoshi e Igarashi (1970). La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo.

I risultati che si possono ottenere da una registrazione di questo tipo sono:

- la frequenza caratteristica di risonanza del sito che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale in quanto si dovranno adottare adeguate precauzioni nell'edificare edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericolosi per la stabilità degli stessi;
- la velocità media delle onde di taglio  $V_s$  calcolata tramite un apposito codice di calcolo. È necessario, per l'affidabilità del risultato, conoscere la profondità di un riflettore noto dalla stratigrafia (prova penetrometrica, sondaggio, ecc.) e riconoscibile nella curva H/V. E' possibile calcolare la  $V_{s30}$  e la relativa



categoria del suolo di fondazione;

- la stratigrafia del sottosuolo con un range di indagine compreso tra 0.5 e 700 m di profondità anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 metri. Il principio su cui si basa la presente tecnica, in termini di stratigrafia del sottosuolo, è rappresentato dalla definizione di strato inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto d'impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

Durante questa campagna geofisica sono state eseguite tre misure di microtremore ambientale (sondaggi in sismica passiva a stazione singola) secondo la configurazione spaziale e temporale indicata nella tabella seguente:

PARAMETRI CONFIGURAZIONALI INDAGINI HVSR				
Denominazione	Coordinate Gauss Boaga		Durata acquisizione	Frequenza di campionamento
<b>TR1</b>	1611475	4840884	16 min	128 Hz
<b>TR2</b>	1611493	4840907	16 min	128 Hz
<b>TR3</b>	1611479	4840928	16 min	128 Hz

Le misure dei microtremori ambientali, orientate secondo il Nord e della durata di 16 minuti ciascuna, tempo di registrazione più che adeguato per la finalità delle indagini stesse, sono state effettuate con il tromografo digitale Tromino.

I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 Hz.

I risultati ottenuti dall'esecuzione dall'indagine tromografica sono stati elaborati attraverso il software Grilla 6.2 (*Micromed Spa*).

## 2.4 INDAGINE GEOELETTRICA TOMOGRAFICA: METODOLOGIA E ACQUISIZIONE

Il metodo geoelettrico si basa sullo studio delle alterazioni di un campo elettrico, creato artificialmente nel terreno, indotte dalle caratteristiche fisiche del terreno stesso.

In pratica tramite una coppia di elettrodi in acciaio (AB = elettrodi di corrente) collegati ad una batteria, si genera un campo elettrico nel terreno la cui intensità e geometria dipendono dalle caratteristiche elettriche degli orizzonti litologici costituenti il sottosuolo.

Tramite una seconda coppia di elettrodi MN si misura il valore della differenza di potenziale generata nel terreno al passaggio della corrente.

Generalmente i dispositivi quadripolari utilizzati sono simmetrici rispetto ad un punto centrale O al quale si riferisce il valore misurato.

La relazione che lega la differenza di potenziale misurata tra gli elettrodi M e N espressa in volt, all'intensità di corrente I, espressa in ampere, che fluisce tra A e B è in funzione delle caratteristiche geoelettriche dei materiali indagati. La resistività elettrica è quindi il parametro utilizzato per la caratterizzazione dei materiali indagati.

Nella realtà, essendo le situazioni naturali eterogenee sia in senso orizzontale che verticale, il valore di resistività misurato della superficie è definito resistività apparente.

L'interpretazione della variazione della resistività apparente con la profondità o in senso laterale permette di discriminare le diverse unità geofisiche in termini di resistività reale (calcolata) e spessori, e quindi consente la ricostruzione della distribuzione della resistività elettrica nel sottosuolo, rilevata in modo bidimensionale lungo allineamenti intersecanti l'area da indagare.





Il metodo tomografico, utilizzato in questa campagna, basandosi sulla stessa teoria, costituisce un recente sviluppo della metodologia geoelettrica. Utilizzando strumentazioni multielettrodo è infatti possibile l'acquisizione automatica, e in tempi brevi, di una grande serie di valori di resistività apparente, in modo da coprire in continuità una determinata sezione.

Operativamente, quindi e' stato utilizzato, per la linea eseguita (ERT) un cavo multicanale che è stato steso lungo il profilo da indagare connesso a 48 picchetti in acciaio infissi nel terreno con passo regolare di 2 metri. Le misure sono state quindi realizzate utilizzando un georesistivimetro digitale multielettrodo con configurazione Wenner - Schlumberger.

Tale strumentazione gestisce via software tutte le operazioni relative al controllo di qualità dei dati acquisiti attraverso le seguenti fasi:

- Controllo del dispositivo di misura tramite verifica della resistenza di contatto degli elettrodi;
- Azzeramento dei potenziali spontanei
- Iniezione di corrente, periodo e sequenza opportune
- Misura della differenza di potenziale
- Memorizzazione di tutti i dati relativi all'acquisizione

Le acquisizioni sono state eseguite secondo le seguenti configurazioni spaziali e temporali:

PARAMETRI CONFIGURAZIONALI ERT	
Coordinate GB centro stendimento	1611467; 4840888
Orientazione	NE-SW (N14)
Lunghezza stendimento	96 m
Numero elettrodi	48
Passo (interdistanza elettroica)	2 m

### 3 RISULTATI

#### 3.1 INDAGINE MASW

La prospezione geofisica eseguita, per mezzo dell'analisi della prova MASW ha permesso di ricavare sia il modello medio di distribuzione della velocità delle onde "S" nel sottosuolo del sito indagato sia il parametro Vs30: il modello di sottosuolo in termini di Vs è stato ottenuto dal fit congiunto delle curve H/V relative all'indagine HVSR denominata TR1 e delle curve di dispersione ricavate dall'indagine MASW.

Il profilo verticale delle Onde S, in corrispondenza della prova MASW, è risultato il seguente:

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
0.70	0.70	95
1.30	0.60	170
2.60	1.30	110
14.60	12.00	135
40.60	26.00	230
inf.	inf.	340

$$Vs(0.0-30.0)=168\text{m/s}$$

La velocità equivalente di propagazione delle Onde di taglio entro i 30 metri di profondità (Vs30) è calcolata con la seguente espressione:



$$Vs30 = 30/(\sum h_i/V_i)$$

Il profilo MASW indica una **Vs30, riferita al piano di campagna, pari a 168 m/s.**

### 3.2 INDAGINE IN SISMICA PASSIVA HVSR

Le 3 registrazioni HVSR a stazione singola effettuate durante questa campagna geofisica, le cui ubicazioni ed elaborazioni sono riportate nelle tavole fuori testo, mostrano un andamento dello spettro H/V molto simile: in termini di amplificazione sismica è possibile affermare che le frequenze di risonanza di sito hanno valori compresi tra 0.6 Hz e 1.5 Hz, con massimi relativi intorno a 1 Hz.

Dalle registrazioni HVSR a stazione singola, è stata ricostruita una sismostratigrafia in termini di Vs relativamente a ogni verticale d'indagine, dalla quale si evince che, a dispetto di una ben visibile inversione iniziale di Vs, a partire da 2.5 / 5 m di profondità, si determina un costante aumento di velocità delle onde sismiche con la profondità.

Di seguito sono schematizzati, relativamente ad ogni singola indagine HVSR, i valori rilevati dello spessore della copertura "lenta" soprastante terreni più compatti (copertura "lenta" intesa come il pacco di strati responsabile del più ampio picco di risonanza nel rapporto H/V):

Indagine	Spessore copertura "lenta" (m)
TR1	40.60 m
TR2	40.70 m
TR3	40.50 m

I valori di Vs e gli spessori dei sismostrati di seguito dettagliatamente riportati, ricavati attraverso l'analisi congiunta delle indagini in sismica passiva con le acquisizioni in sismica attiva in onde superficiali, rappresentano una delle possibili letture delle misure di rumore ed hanno pertanto carattere indicativo.

### 3.3 INDAGINE GEOELETTRICA TOMOGRAFICA

La sezione tomografica è stata elaborata matematicamente con programma di inversione 2D denominato RES2DINV e successivamente interpretata in chiave geolitologica.

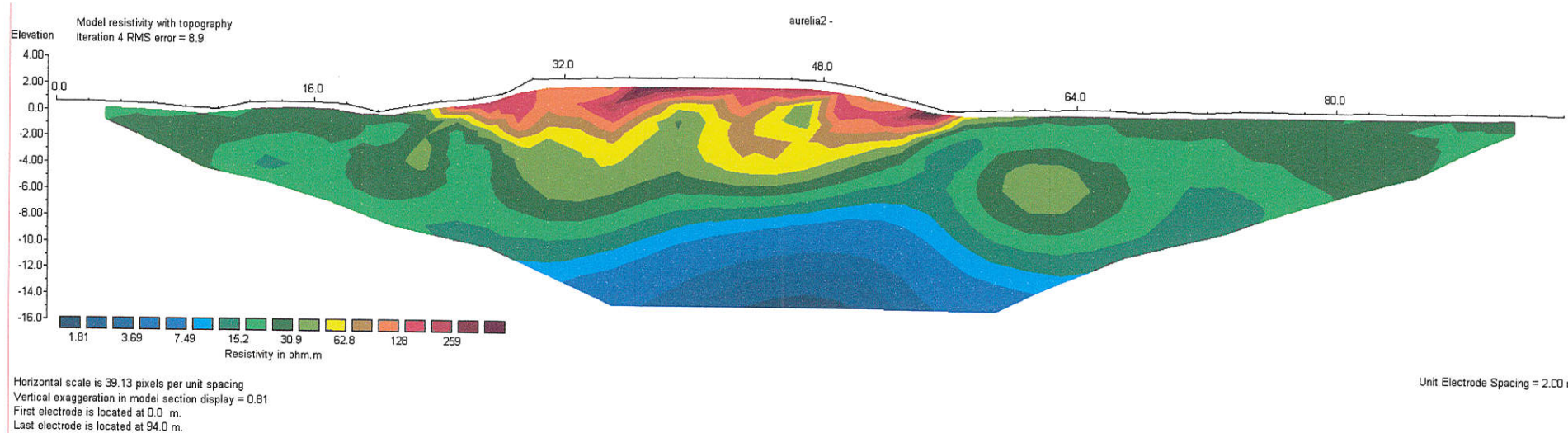
Dall'osservazione degli elaborati grafici si evince che il sottosuolo dell'area è costituito fondamentalmente da 3 differenti unità.

- **Unità più resistiva**, più superficiale, caratterizzata da valori di resistività comunque piuttosto bassi, compresi tra 60 e 260 ohm x m (colore giallo - marrone - rosso), riconducibile al rilevato stradale, che sembra mantenere spessori di 4 / 5 m e oltre.
- **Unità mediamente conduttiva**, intermedia, con valori di resistività bassi, compresi tra 10 e 60 ohm x m (colori verdi), costituita da materiale limo - sabbioso, verosimilmente con contenuto di acqua; tale unità raggiunge, al disotto del profilo indagato, la profondità di circa 10 m.
- **Unità conduttiva**, più profonda, con valori di resistività estremamente bassi, inferiori ai 10 ohm x m (colori azzurro - blu), costituita da materiale molto fine, argilloso.

Lì 4 settembre 2013

*Alessandro Ungari*

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA TOSCANA  
DOTT. GEOL.  
ALESSANDRO  
UNGARI  
N° 1423  
SEZ. A



**Indagine ERT – Sezione tomografica**

**Indagine geoelettrica tomografica ERT: 48 elettrodi (1-48) – Configurazione Wenner – Schlumberger**



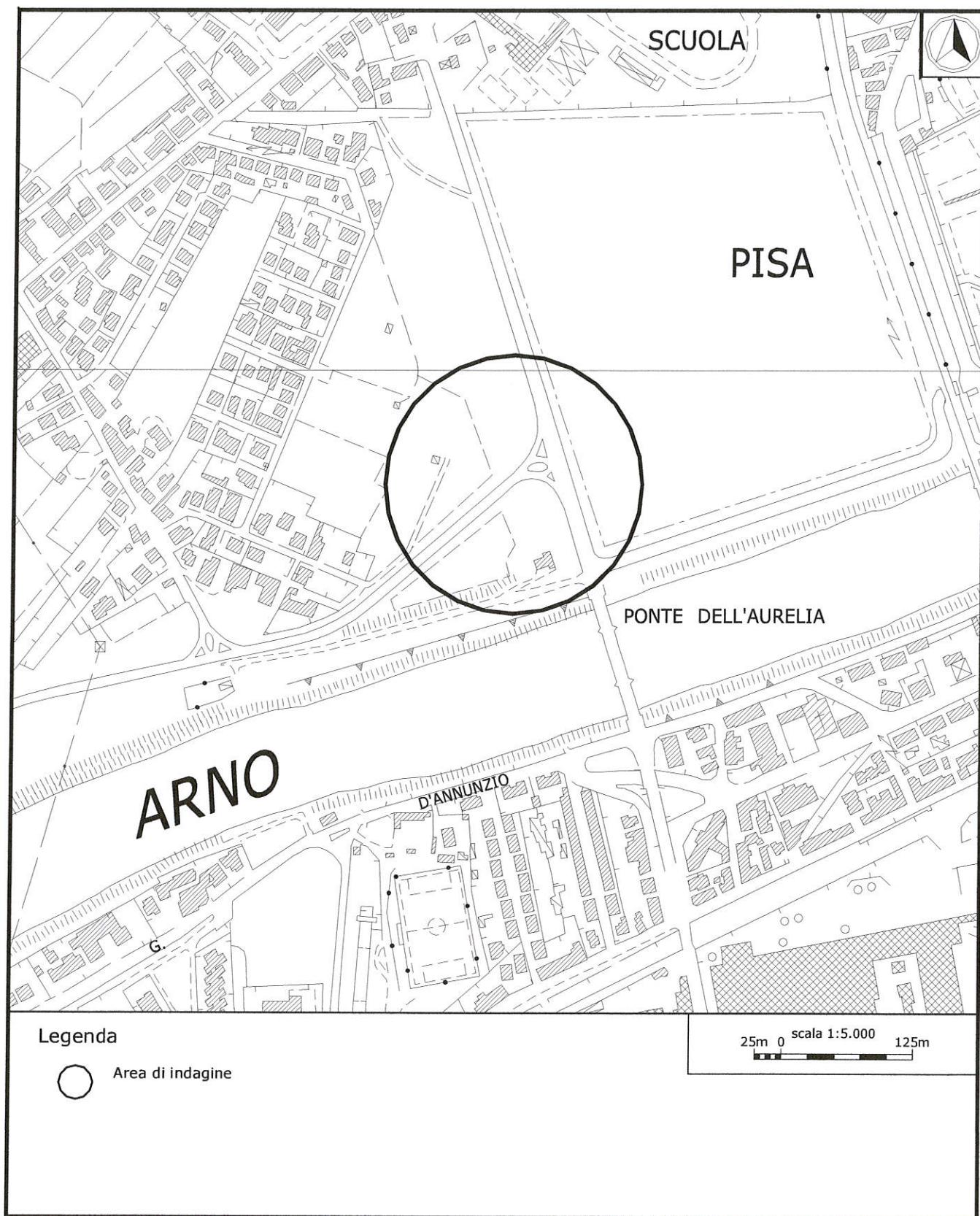


Figura 1. Ubicazione indagini – Inquadramento.

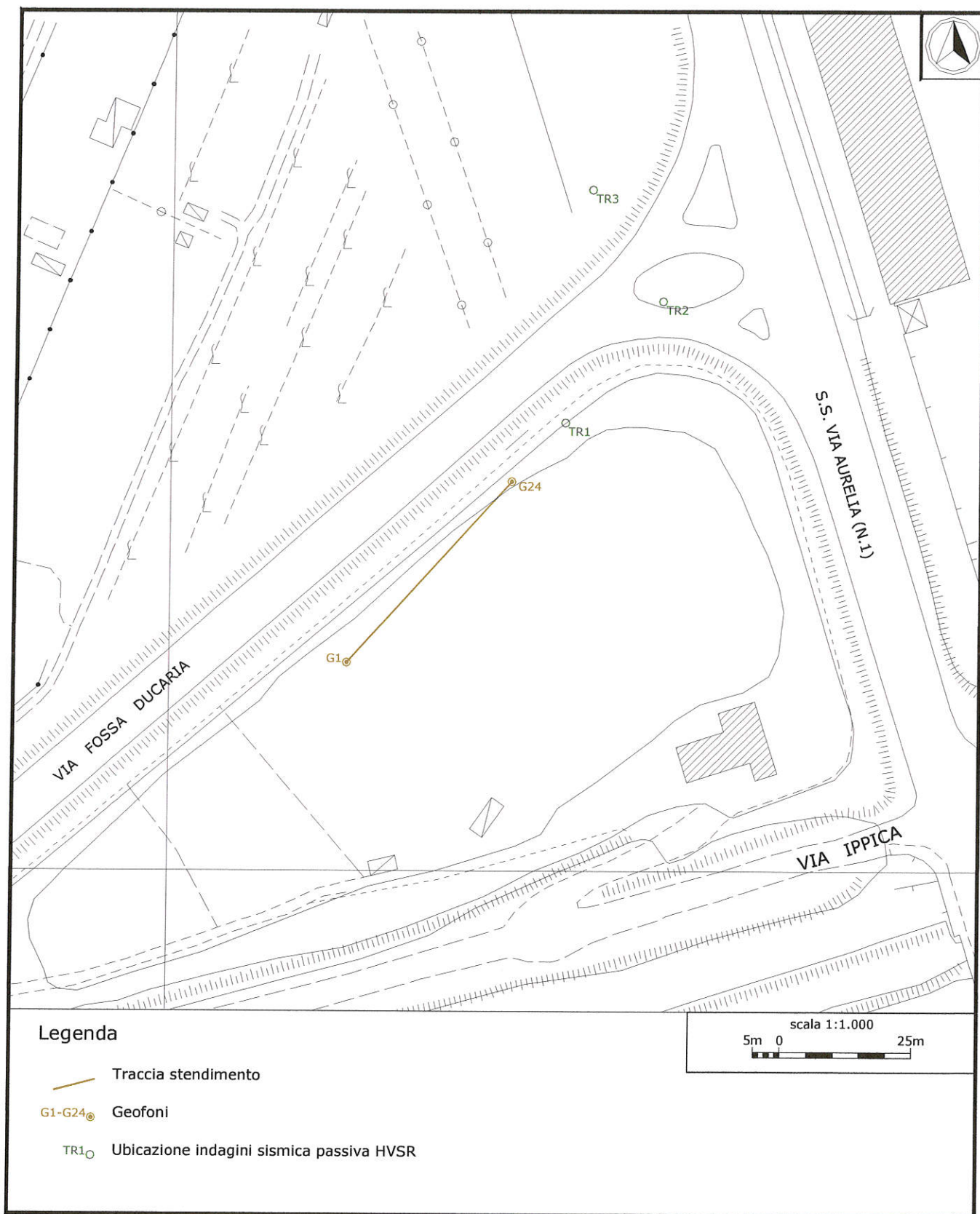


Figura 2. Ubicazione stendimento in sismica a rifrazione in onde P/MASW e indagini in sismica passiva HVSR – Dettaglio.



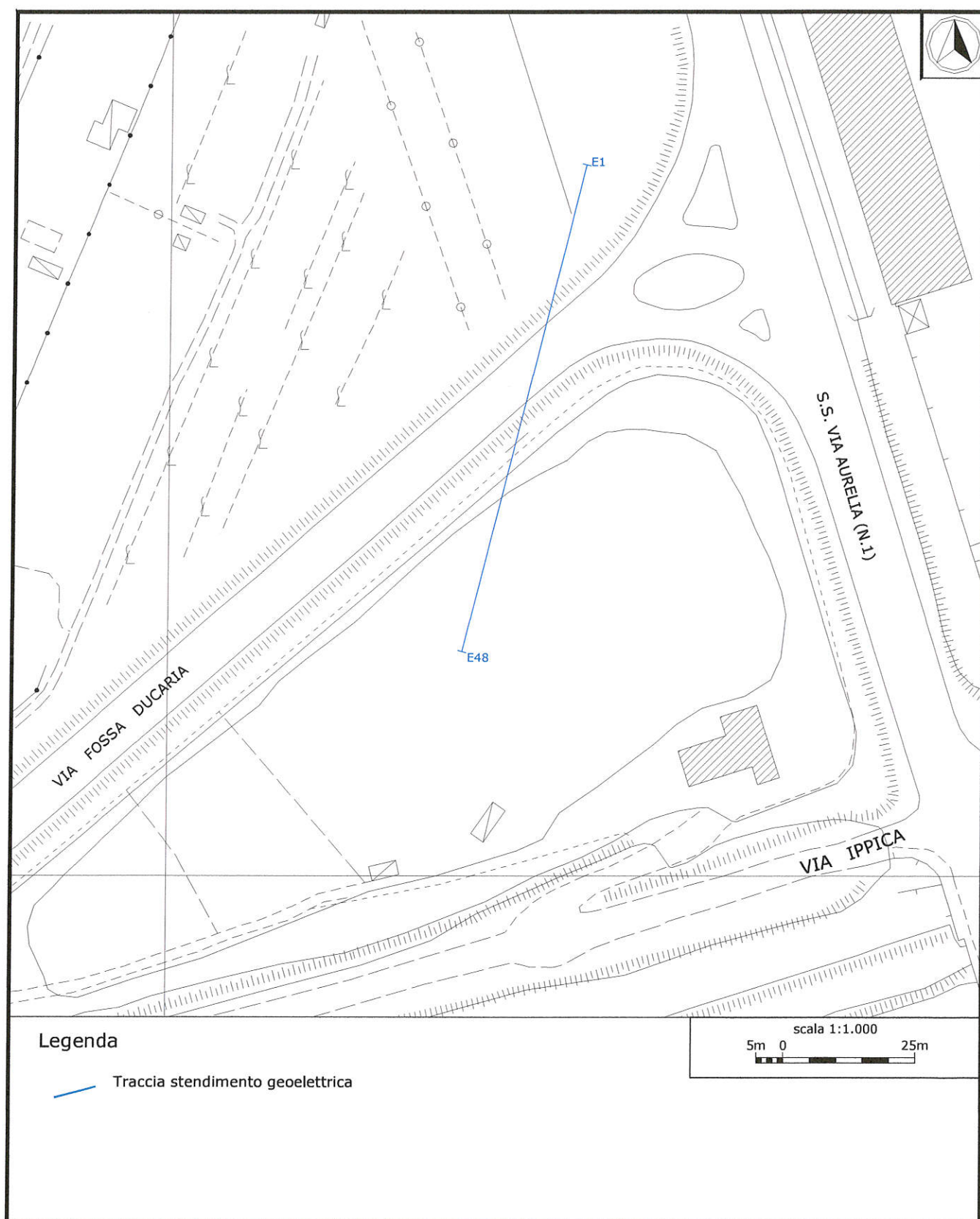
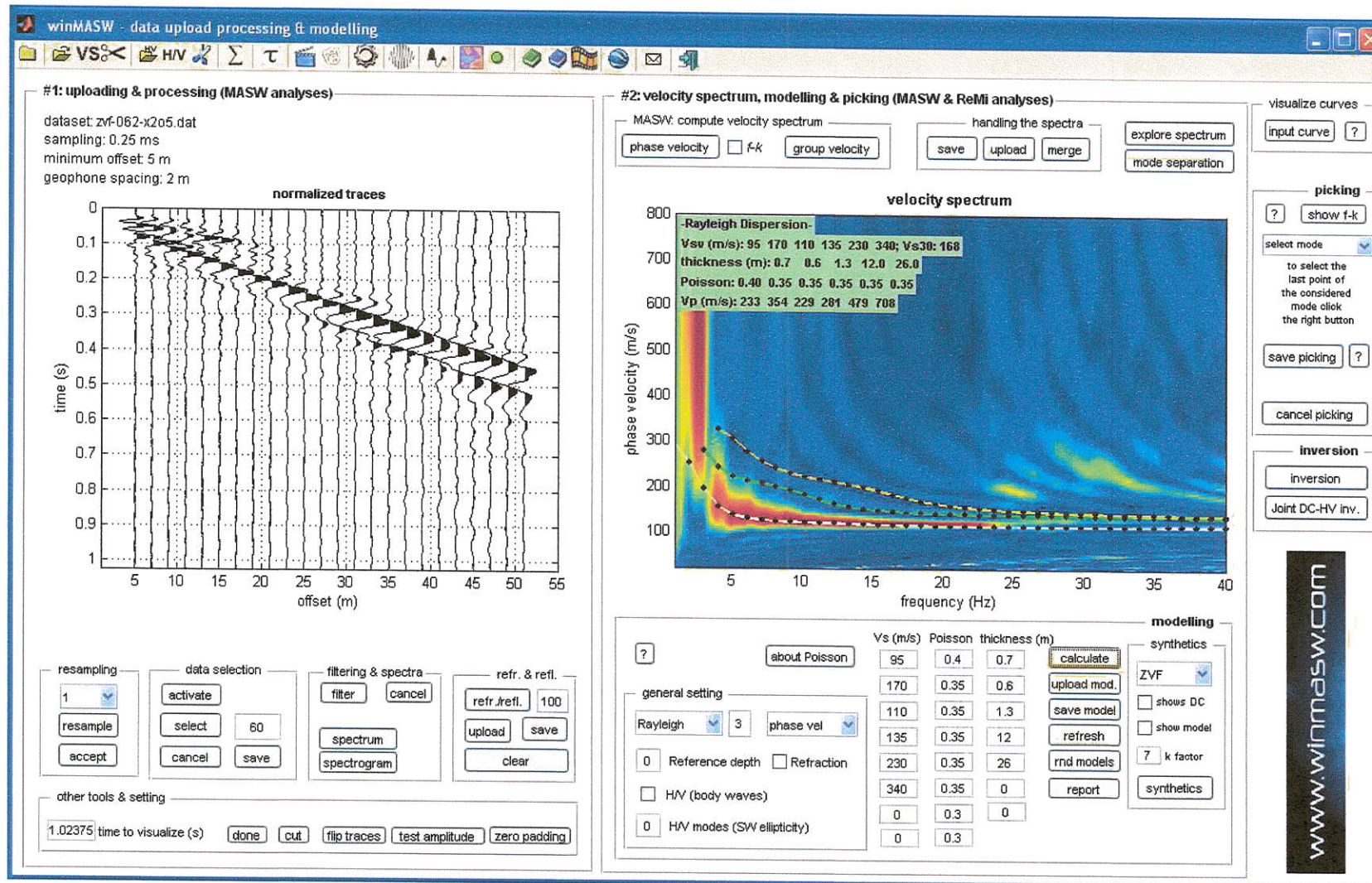
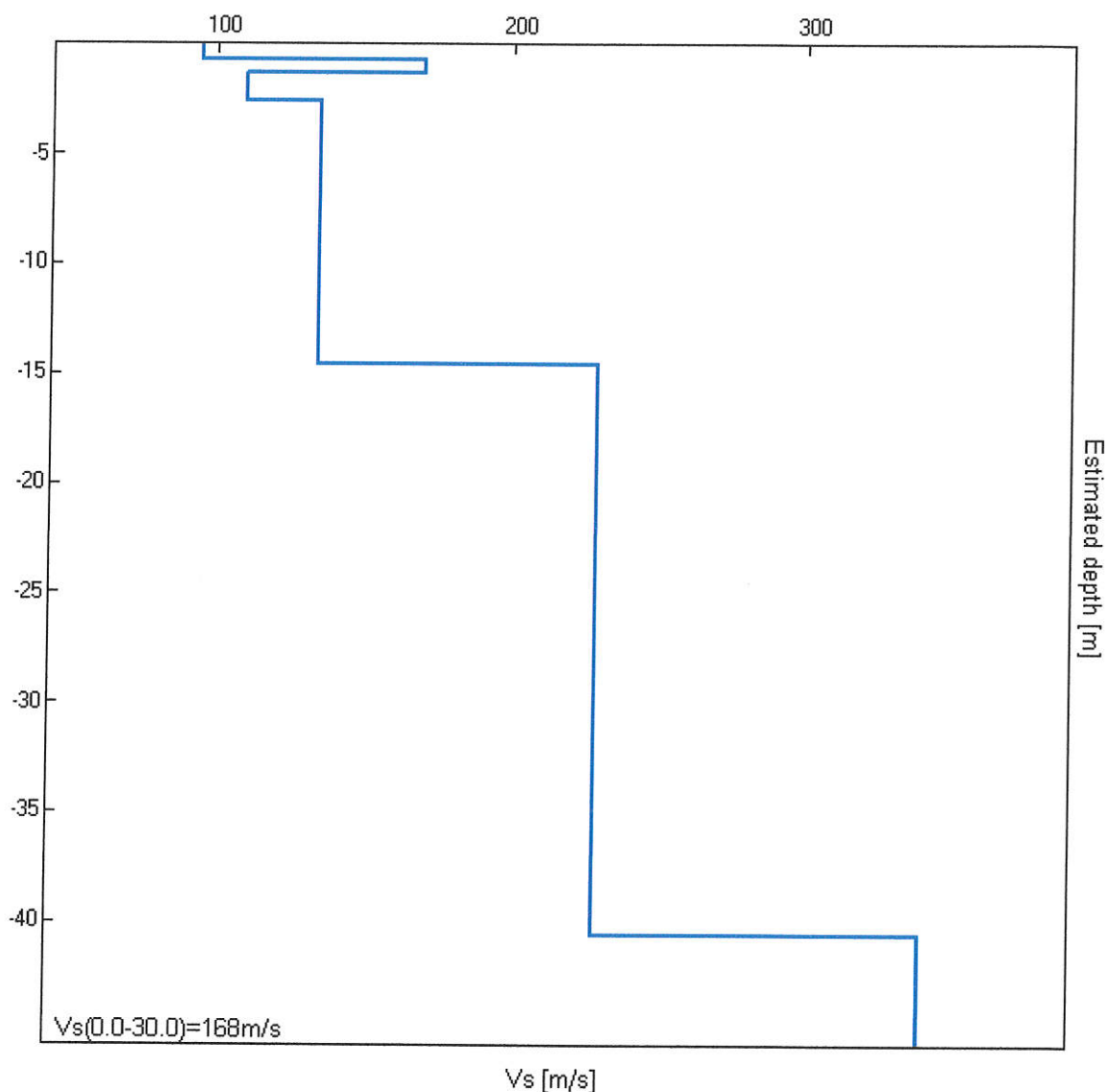


Figura 3. Ubicazione indagine geoelettrica – Dettaglio.



Indagine MASW. Sismogramma, spettro di velocità e modello di dispersione.



**Indagine MASW. Profilo verticale delle Vs**

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
0.70	0.70	95
1.30	0.60	170
2.60	1.30	110
14.60	12.00	135
40.60	26.00	230
inf.	inf.	340

Vs(0.0-30.0)=168m/s

**Seguono: schede indagine HVSr** – Oltre al grafico della curva sperimentale H/V e agli spettri delle tre componenti del moto in velocità, si riportano, per ogni verticale di misura, a titolo esplicativo, il confronto fra curva sperimentale H/V e curva teorica relative al modello di sottosuolo proposto (e, conseguentemente, il profilo delle Vs calcolato su ciascuna verticale). I valori di Vs e gli spessori dei sismostrati di seguito riportati, ricavati attraverso l'analisi congiunta delle indagini effettuate, hanno carattere meramente indicativo.





# J13\_062\_07\_03\_PISA\_TR, AURELIA TR1

Strumento: TEP-0085/01-10

Inizio registrazione: 03/07/13 15:25:14 Fine registrazione: 03/07/13 15:41:15

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".

Analisi effettuata sull'intera traccia.

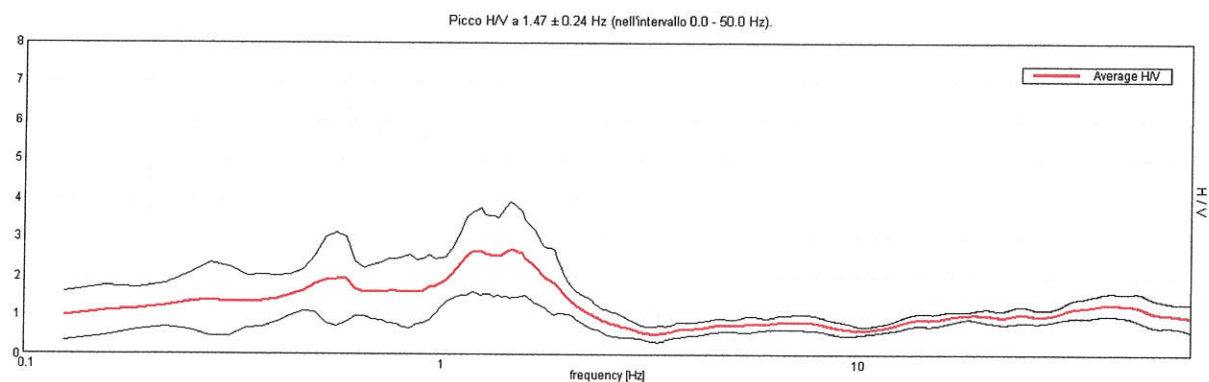
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

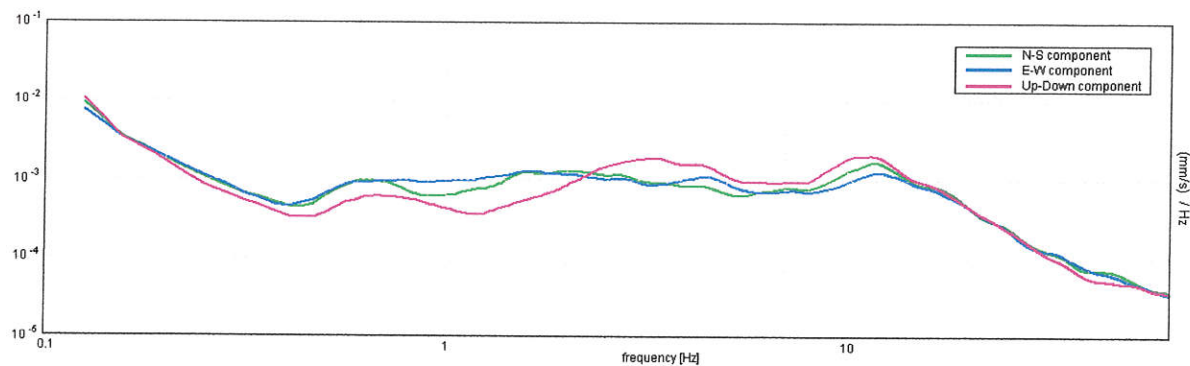
Tipo di lisciamo: Triangular window

Lisciamo: 10%

## RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

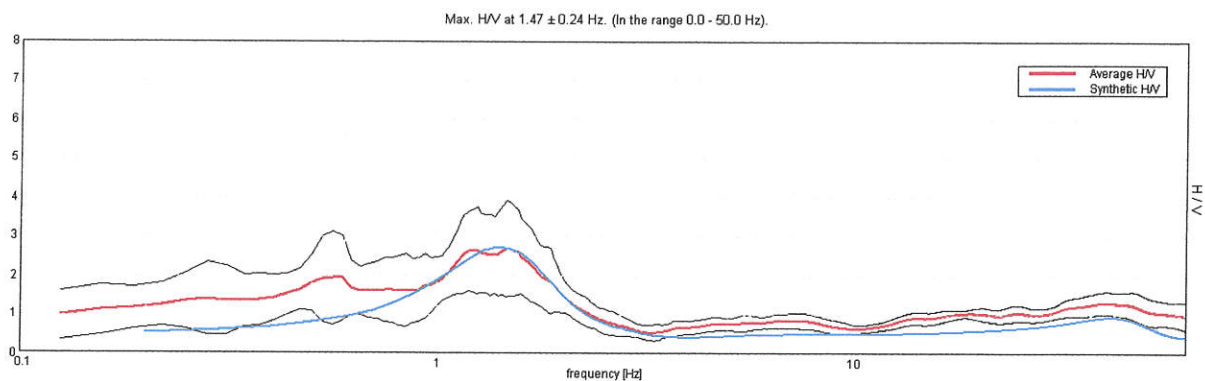


## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



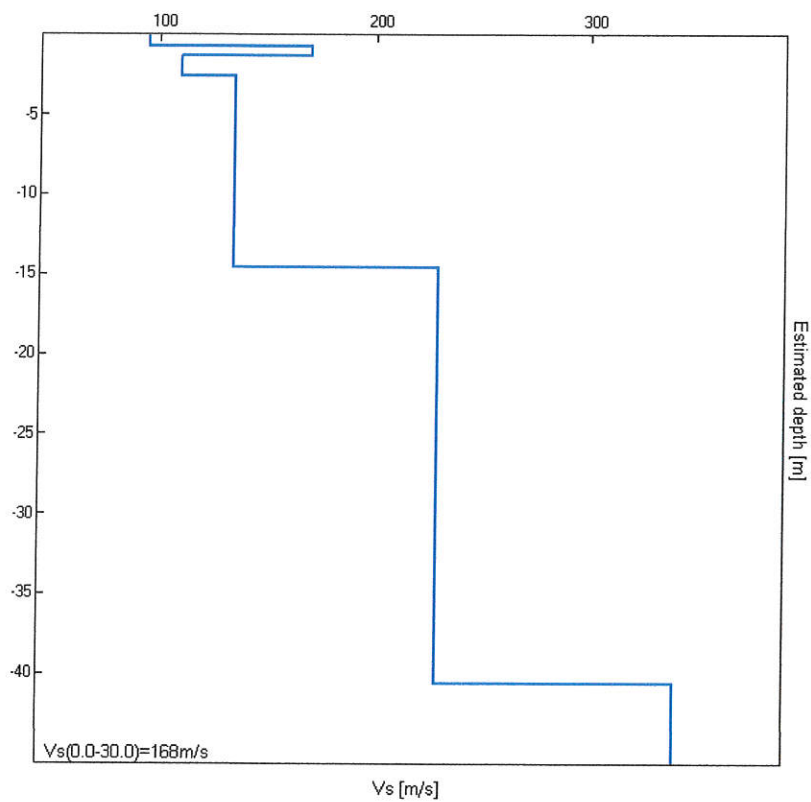


## H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
0.70	0.70	95
1.30	0.60	170
2.60	1.30	110
14.60	12.00	135
40.60	26.00	230
inf.	inf.	340

$V_s(0.0-30.0)=168\text{m/s}$





# J13\_062\_07\_05\_PISA\_TR, VIA AURELIA TR2

Strumento: TEP-0085/01-10

Inizio registrazione: 05/07/13 07:59:42 Fine registrazione: 05/07/13 08:15:43

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".

Analisi effettuata sull'intera traccia.

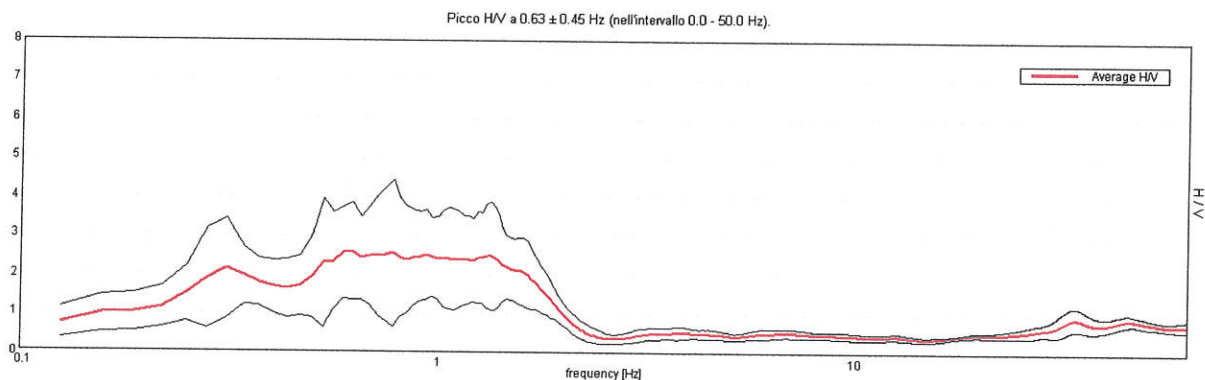
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

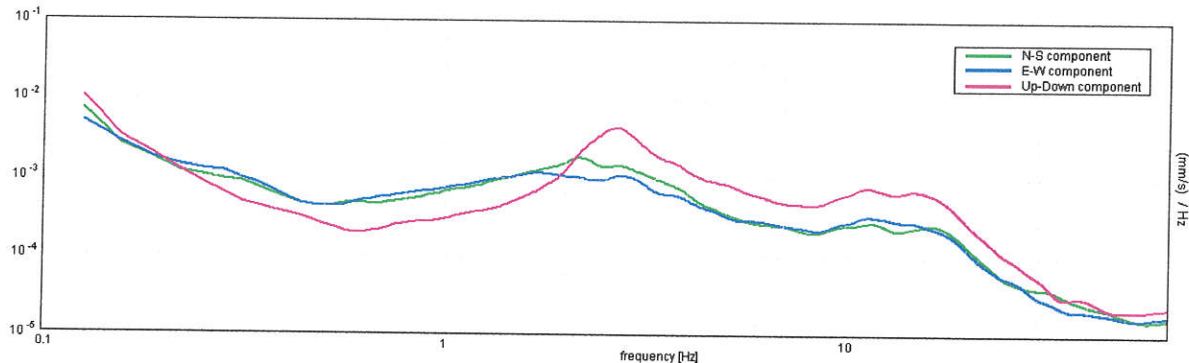
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

## RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

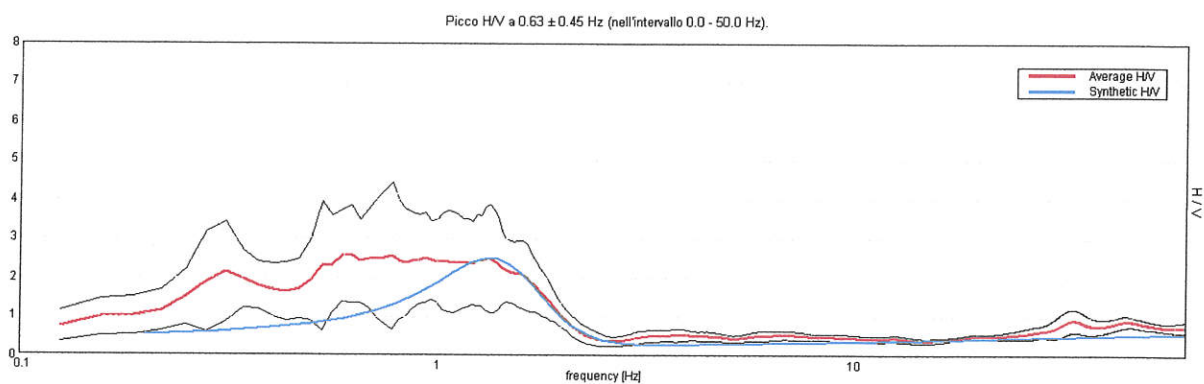


## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



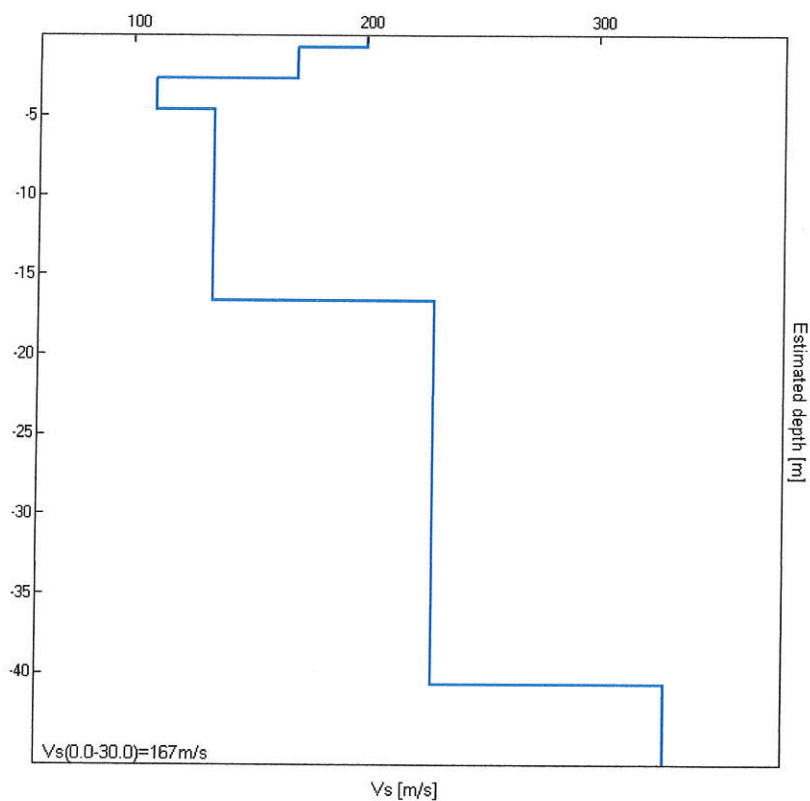


## H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
0.70	0.70	200
2.70	2.00	170
4.70	2.00	110
16.70	12.00	135
40.70	24.00	230
inf.	inf.	330

$V_s(0.0-30.0)=167\text{m/s}$







### J13\_062\_07\_05\_PISA\_TR, VIA AURELIA TR3

Strumento: TEP-0085/01-10

Inizio registrazione: 05/07/13 09:21:39 Fine registrazione: 05/07/13 09:37:39

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".

Analizzato 85% tracciato (selezione manuale)

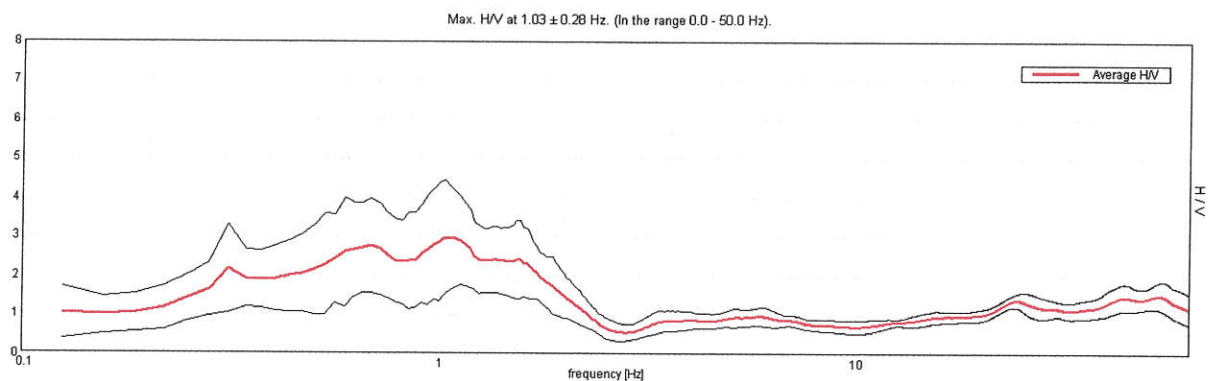
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

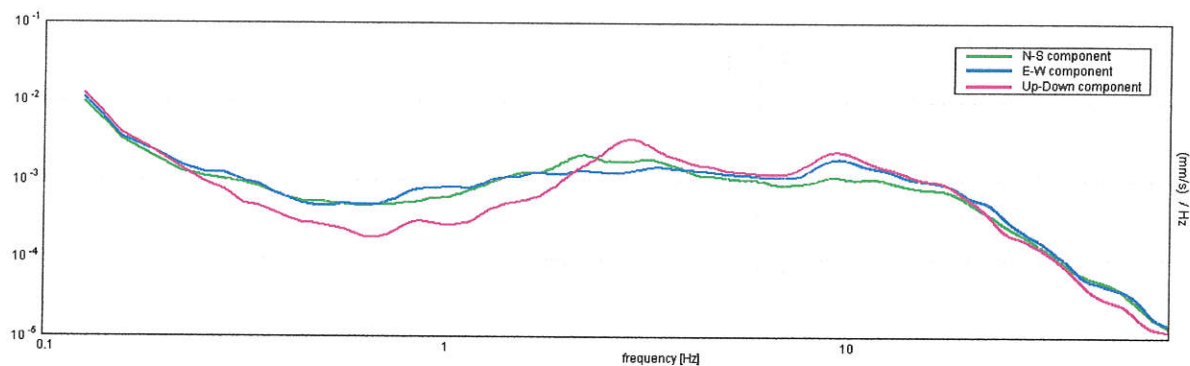
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

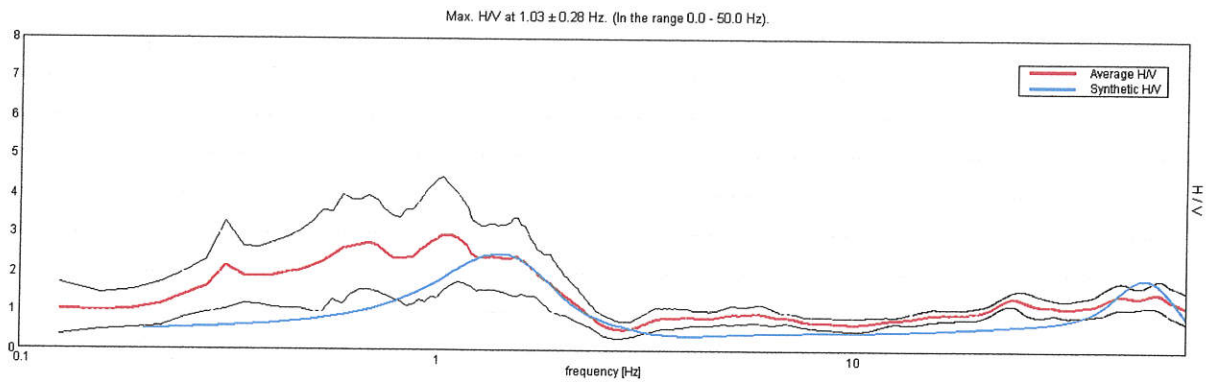


### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



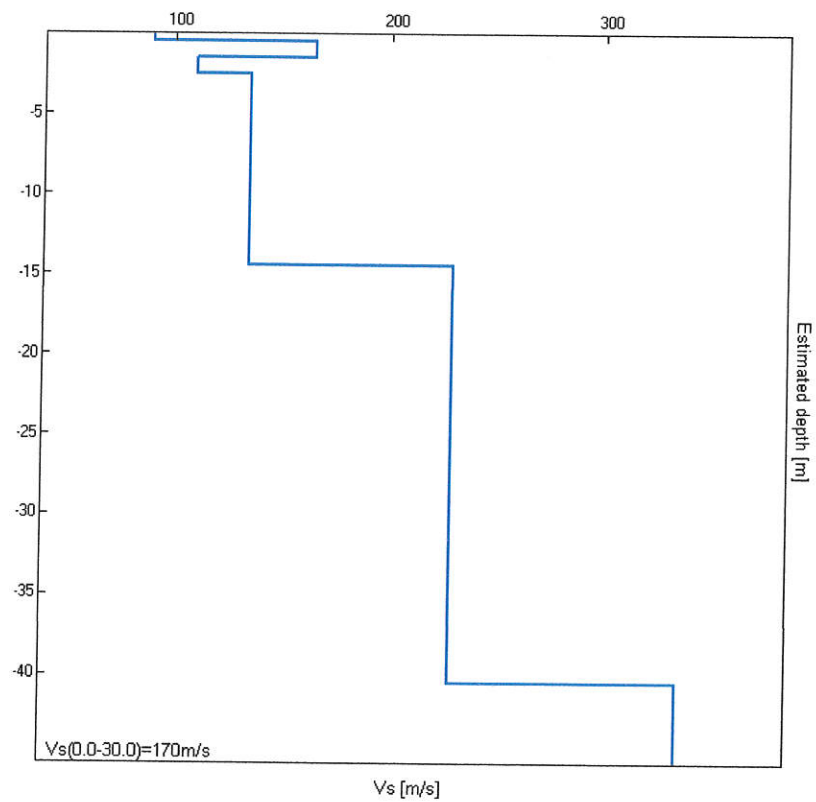


## H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
0.50	0.50	90
1.50	1.00	165
2.50	1.00	110
14.50	12.00	135
40.50	26.00	230
inf.	inf.	335

$V_s(0.0-30.0)=170\text{m/s}$





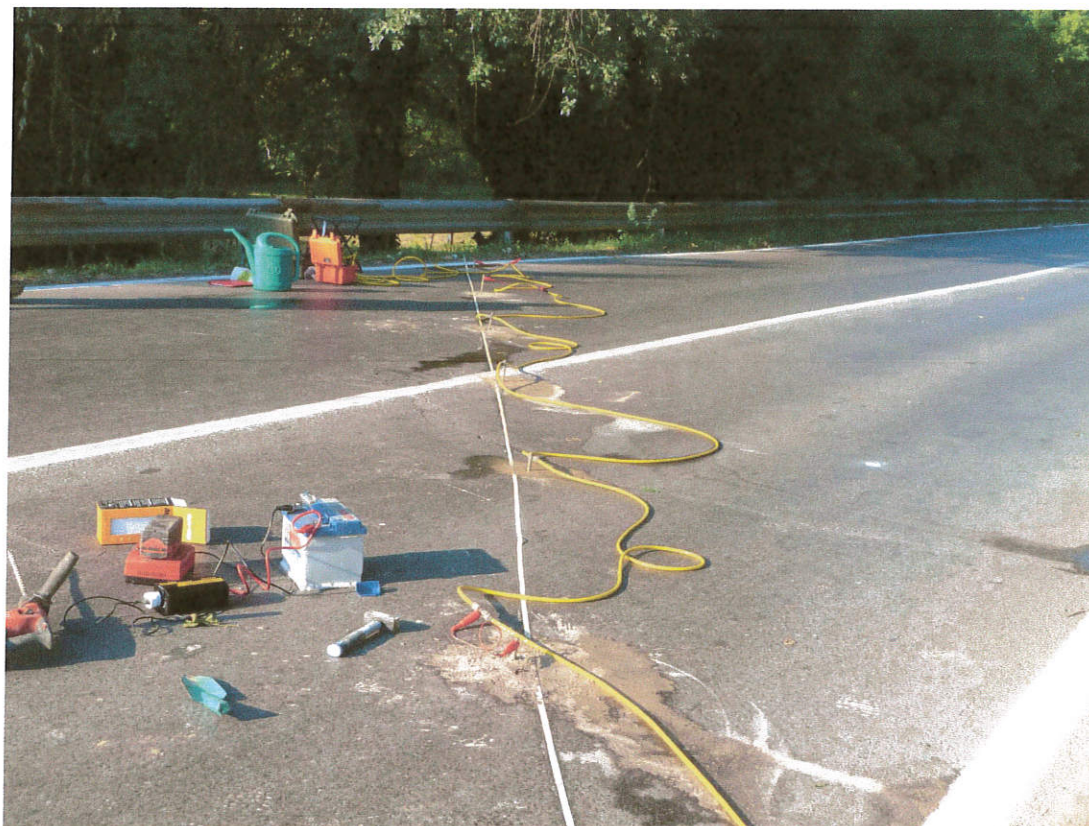


Indagine MASW – Documentazione fotografica













Indagine geoelettrica ERT – Documentazione fotografica



**Allegato B1**

## PROVA PENETROMETRICA STATICA CPTU con punta elettrica e piezocono

*norma di riferimento:* Nuove raccomandazioni AGI 1999  
*deviazioni dalla norma:* nessuna

verbale di accettazione n° **103/13** del **04/07/2013**  
certificato di prova n° **0802/13** del **05/09/2013**

Committente: **PISAMO S.p.A.**

Località: **Quartiere CEP Barbaricina (PI) - via della Fossa Ducaria/s.s. Aurelia**  
prova n° **CPTU 1**

### CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

*penetrometro:* TG 73-200, autoancorante  
*sistema di ancoraggio:* elicoidi diam. 220 mm - prof. circa 1,70 m da p.c.  
*sistema di misura:* integrato nella punta - acquisizione dati automatica  
*punta:* elettrica con celle di carico separate per  $R_p$  e  $R_l$ , piezocono, due inclinometri

*diametro* 3.75 cm  
*area punta* 10 cm<sup>2</sup>  
*angolo di apertura* 60 °  
*area manicotto* 150 cm<sup>2</sup>

*passo di lettura (m):* 0,01 m *velocità di penetrazione media (cm/s):* 1.97

### DATI DI PROVA

*prof. inizio prova (m):* 0.62 da p.c. *deviazione max. dalla*  
*prof. fine prova (m):* 15.49 da p.c. *verticale (m):* 0.63 a fondo foro  
*totale metri prova:* 14.87 *livello di falda (m)* 1.6 da p.c.

<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>	<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>
0.62	0.329	72.2	0.0	0.68	0.423	84.2	151.8
0.63	0.407	74.4	1.2	0.69	0.673	79.6	28.7
0.64	0.407	74.4	1.2	0.70	0.673	79.6	28.7
0.65	0.470	77.7	14.9	0.71	1.753	76.1	31.0
0.66	0.485	77.8	48.3	0.72	1.737	78.4	-2.3
0.67	0.485	77.8	48.3	0.73	1.737	78.4	-2.3



<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>	<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>
0.74	1.706	86.2	24.1	1.18	1.080	66.7	9.2
0.75	1.612	91.7	39.1	1.19	1.080	66.7	9.2
0.76	1.612	91.7	39.1	1.20	1.080	68.1	1.2
0.77	1.565	95.5	40.2	1.21	1.064	68.4	-3.5
0.78	1.503	96.9	6.9	1.22	1.064	68.4	-3.5
0.79	1.503	96.9	6.9	1.23	1.049	67.5	-11.5
0.80	1.487	96.7	-2.3	1.24	1.049	67.5	-11.5
0.81	1.440	95.5	-5.7	1.25	1.049	67.4	-4.6
0.82	1.440	95.5	-5.7	1.26	1.002	67.0	13.8
0.83	1.393	93.8	-5.7	1.27	1.002	67.0	13.8
0.84	1.346	91.9	0.0	1.28	0.986	65.8	5.7
0.85	1.346	91.9	0.0	1.29	0.970	64.3	8.0
0.86	1.299	89.2	-5.7	1.30	0.970	64.3	8.0
0.87	1.268	88.0	-12.6	1.31	0.939	63.1	6.9
0.88	1.268	88.0	-12.6	1.32	0.908	62.2	4.6
0.89	1.252	86.8	-12.6	1.33	0.908	62.2	4.6
0.90	1.252	85.4	-14.9	1.34	0.861	61.7	-13.8
0.91	1.252	85.4	-14.9	1.35	0.861	59.7	-5.7
0.92	1.236	84.2	-6.9	1.36	0.861	59.7	-5.7
0.93	1.236	84.5	-11.5	1.37	0.830	59.1	-4.6
0.94	1.236	84.5	-11.5	1.38	0.830	59.5	-5.7
0.95	1.236	82.8	-12.6	1.39	0.830	59.5	-5.7
0.96	1.252	82.8	-3.5	1.40	0.830	58.8	-34.5
0.97	1.252	82.8	-3.5	1.41	0.892	58.6	-44.8
0.98	1.252	83.3	-9.2	1.42	0.892	58.6	-44.8
0.99	1.299	82.8	-1.2	1.43	0.908	55.0	19.5
1.00	1.299	82.8	-1.2	1.44	1.033	52.8	46.0
1.01	1.362	78.7	-1.2	1.45	1.033	52.8	46.0
1.02	1.409	73.9	-1.2	1.46	1.127	53.0	52.9
1.03	1.409	73.9	-1.2	1.47	1.158	53.7	17.2
1.04	1.424	69.1	-1.2	1.48	1.158	53.7	17.2
1.05	1.393	66.0	-2.3	1.49	1.143	53.3	-14.9
1.06	1.393	66.0	-2.3	1.50	1.158	53.3	-20.7
1.07	1.315	61.4	-1.2	1.51	0.157	55.0	111.5
1.08	1.221	58.6	-1.2	1.52	0.157	55.0	111.5
1.09	1.143	58.5	11.5	1.53	1.158	49.9	-19.5
1.10	1.143	58.5	11.5	1.54	1.127	47.8	-1.2
1.11	1.096	59.8	3.5	1.55	1.127	47.8	-1.2
1.12	1.064	61.5	6.9	1.56	1.111	45.6	-6.9
1.13	1.064	61.5	6.9	1.57	1.080	46.6	11.5
1.14	1.064	62.4	18.4	1.58	1.080	46.6	11.5
1.15	1.064	64.5	14.9	1.59	1.049	46.3	16.1
1.16	1.064	64.5	14.9	1.60	1.049	45.9	17.2
1.17	1.080	66.0	3.5	1.61	1.049	45.9	17.2





<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>	<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>
1.62	1.033	45.9	27.6	2.06	3.553	98.1	-41.4
1.63	1.033	46.3	43.7	2.07	3.475	90.5	-44.8
1.64	1.033	46.3	43.7	2.08	3.475	90.5	-44.8
1.65	1.033	47.3	89.7	2.09	3.271	86.6	-18.4
1.66	1.033	46.8	154.1	2.10	3.271	86.6	-18.4
1.67	1.033	46.8	154.1	2.11	2.958	82.8	-20.7
1.68	1.096	44.7	136.8	2.12	2.535	82.5	-24.1
1.69	1.143	43.7	148.3	2.13	2.535	82.5	-24.1
1.70	1.143	43.7	148.3	2.14	2.160	80.1	-33.3
1.71	1.205	42.9	157.5	2.15	1.847	78.0	-25.3
1.72	1.252	42.3	142.6	2.16	1.847	78.0	-25.3
1.73	1.252	42.3	142.6	2.17	1.612	73.6	-8.0
1.74	1.299	41.7	89.7	2.18	1.456	65.8	72.4
1.75	1.346	41.3	50.6	2.19	1.456	65.8	72.4
1.76	1.346	41.3	50.6	2.20	1.565	54.3	319.7
1.77	1.456	40.8	70.1	2.21	1.988	50.9	116.1
1.78	1.659	41.5	64.4	2.22	1.988	50.9	116.1
1.79	1.659	41.5	64.4	2.23	2.269	41.7	-18.4
1.80	1.925	45.1	1.2	2.24	2.285	39.6	-37.9
1.81	1.925	45.1	1.2	2.25	2.285	39.6	-37.9
1.82	2.160	48.3	-52.9	2.26	2.066	40.3	-35.6
1.83	2.129	49.9	-50.6	2.27	1.722	43.0	-29.9
1.84	2.129	49.9	-50.6	2.28	1.722	43.0	-29.9
1.85	1.972	56.6	-40.2	2.29	1.409	42.7	-21.8
1.86	1.831	63.6	-14.9	2.30	1.221	40.3	-18.4
1.87	1.831	63.6	-14.9	2.31	1.221	40.3	-18.4
1.88	1.784	68.7	138.0	2.32	1.049	37.7	-3.5
1.89	1.862	66.9	217.3	2.33	0.861	41.0	34.5
1.90	1.862	66.9	217.3	2.34	0.861	41.0	34.5
1.91	2.160	64.5	129.9	2.35	0.908	46.3	159.8
1.92	2.520	68.2	-6.9	2.36	1.252	37.7	204.7
1.93	2.520	68.2	-6.9	2.37	1.252	37.7	204.7
1.94	2.786	70.8	-47.1	2.38	1.722	36.3	190.9
1.95	2.895	70.8	-49.4	2.39	1.972	31.9	79.3
1.96	2.895	70.8	-49.4	2.40	1.972	31.9	79.3
1.97	2.880	74.1	-37.9	2.41	1.894	30.3	25.3
1.98	2.755	77.2	-32.2	2.42	1.659	27.3	-18.4
1.99	2.755	77.2	-32.2	2.43	1.659	27.3	-18.4
2.00	2.614	80.1	-26.4	2.44	1.409	26.6	-40.2
2.01	2.708	85.2	-6.9	2.45	1.409	26.6	-40.2
2.02	2.708	85.2	-6.9	2.46	1.174	30.7	-44.8
2.03	3.021	88.8	9.2	2.47	0.939	35.5	-34.5
2.04	3.443	94.6	-25.3	2.48	0.939	35.5	-34.5
2.05	3.443	94.6	-25.3	2.49	0.767	37.2	20.7



<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>	<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>
2.50	0.751	38.2	161.0	2.94	2.535	20.4	3.5
2.51	0.250	46.1	74.7	2.95	2.442	23.0	-42.5
2.52	0.751	43.5	8.0	2.96	2.442	23.0	-42.5
2.53	0.751	43.5	8.0	2.97	2.050	27.8	-50.6
2.54	0.673	43.9	0.0	2.98	1.612	28.3	-40.2
2.55	0.563	43.5	5.7	2.99	1.612	28.3	-40.2
2.56	0.563	43.5	5.7	3.00	1.315	24.7	-26.4
2.57	0.485	38.6	-2.3	3.01	1.127	24.7	-16.1
2.58	0.438	37.2	13.8	3.02	1.127	24.7	-16.1
2.59	0.438	37.2	13.8	3.03	0.955	29.1	2.3
2.60	0.407	36.9	42.5	3.04	0.908	31.4	147.2
2.61	0.360	33.8	54.0	3.05	0.908	31.4	147.2
2.62	0.360	33.8	54.0	3.06	0.830	27.4	98.9
2.63	0.344	30.7	63.2	3.07	0.736	24.7	80.5
2.64	0.360	28.1	79.3	3.08	0.736	24.7	80.5
2.65	0.360	28.1	79.3	3.09	0.595	26.4	75.9
2.66	0.438	26.4	92.0	3.10	0.501	25.5	79.3
2.67	0.470	24.3	85.1	3.11	0.501	25.5	79.3
2.68	0.470	24.3	85.1	3.12	0.438	24.9	101.2
2.69	0.470	23.0	75.9	3.13	0.391	23.3	111.5
2.70	0.454	22.1	77.0	3.14	0.391	23.3	111.5
2.71	0.454	22.1	77.0	3.15	0.344	20.6	128.8
2.72	0.407	20.1	71.3	3.16	0.344	16.3	148.3
2.73	0.407	20.1	71.3	3.17	0.344	16.3	148.3
2.74	0.376	17.8	64.4	3.18	0.329	15.9	167.9
2.75	0.329	16.1	59.8	3.19	0.704	14.9	198.9
2.76	0.329	16.1	59.8	3.20	0.704	14.9	198.9
2.77	0.266	14.4	60.9	3.21	1.064	12.5	67.8
2.78	0.235	13.7	59.8	3.22	1.064	12.5	67.8
2.79	0.235	13.7	59.8	3.23	1.033	12.0	31.0
2.80	0.219	13.7	60.9	3.24	0.939	13.0	31.0
2.81	0.203	13.5	64.4	3.25	0.939	13.0	31.0
2.82	0.203	13.5	64.4	3.26	0.783	14.2	35.6
2.83	0.203	12.3	66.7	3.27	0.673	17.3	40.2
2.84	0.203	11.1	72.4	3.28	0.673	17.3	40.2
2.85	0.203	11.1	72.4	3.29	0.610	23.5	43.7
2.86	0.297	10.8	103.5	3.30	0.548	27.1	66.7
2.87	0.673	9.8	192.0	3.31	0.548	27.1	66.7
2.88	0.673	9.8	192.0	3.32	0.563	30.9	203.5
2.89	1.346	11.1	110.4	3.33	0.579	30.0	174.8
2.90	1.831	11.1	94.3	3.34	0.579	30.0	174.8
2.91	1.831	11.1	94.3	3.35	0.563	29.8	123.0
2.92	2.316	16.1	58.6	3.36	0.516	29.0	146.0
2.93	2.535	20.4	3.5	3.37	0.516	29.0	146.0



<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>	<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>
3.38	0.485	27.9	129.9	3.82	0.454	13.0	170.2
3.39	0.454	26.1	124.2	3.83	0.438	13.2	143.7
3.40	0.454	26.1	124.2	3.84	0.391	14.4	133.4
3.41	0.438	23.0	125.3	3.85	0.391	14.4	133.4
3.42	0.407	19.4	128.8	3.86	0.391	15.3	138.0
3.43	0.407	19.4	128.8	3.87	0.376	13.9	133.4
3.44	0.376	17.1	134.5	3.88	0.376	13.9	133.4
3.45	0.376	17.1	134.5	3.89	0.360	13.9	129.9
3.46	0.376	15.9	132.2	3.90	0.360	13.7	133.4
3.47	0.376	15.4	139.1	3.91	0.360	13.7	133.4
3.48	0.376	15.4	139.1	3.92	0.423	13.7	139.1
3.49	0.391	14.2	157.5	3.93	0.423	13.7	139.1
3.50	0.423	13.4	169.0	3.94	0.470	13.2	151.8
3.51	0.423	13.4	169.0	3.95	0.454	12.9	165.6
3.52	0.454	5.5	86.2	3.96	0.454	12.9	165.6
3.53	0.454	5.5	86.2	3.97	0.423	12.7	112.7
3.54	0.423	12.9	50.6	3.98	0.344	13.9	102.3
3.55	0.391	14.6	110.4	3.99	0.344	13.9	102.3
3.56	0.391	14.6	110.4	4.00	0.313	14.4	126.5
3.57	0.391	14.4	132.2	4.01	0.313	13.7	140.3
3.58	0.407	13.9	135.7	4.02	0.313	13.7	140.3
3.59	0.407	13.9	135.7	4.03	0.313	12.9	147.2
3.60	0.407	14.2	140.3	4.04	0.329	12.9	148.3
3.61	0.376	15.6	136.8	4.05	0.329	12.9	148.3
3.62	0.376	15.6	136.8	4.06	0.313	13.0	147.2
3.63	0.344	15.4	128.8	4.07	0.313	13.5	146.0
3.64	0.360	16.5	123.0	4.08	0.313	13.5	146.0
3.65	0.360	16.5	123.0	4.09	0.297	13.9	143.7
3.66	0.454	16.6	143.7	4.10	0.297	13.9	142.6
3.67	0.485	15.4	171.3	4.11	0.297	13.9	142.6
3.68	0.485	15.4	171.3	4.12	0.297	11.8	143.7
3.69	0.485	14.2	131.1	4.13	0.297	10.5	143.7
3.70	0.391	13.4	90.8	4.14	0.297	10.5	143.7
3.71	0.391	13.4	90.8	4.15	0.313	10.5	147.2
3.72	0.329	15.4	118.4	4.16	0.313	10.5	147.2
3.73	0.329	15.4	118.4	4.17	0.329	10.5	148.3
3.74	0.329	14.9	151.8	4.18	0.329	10.8	148.3
3.75	0.329	13.7	154.1	4.19	0.329	10.8	148.3
3.76	0.329	13.7	154.1	4.20	0.329	11.3	151.8
3.77	0.344	12.9	150.6	4.21	0.344	11.8	155.2
3.78	0.391	12.5	150.6	4.22	0.344	11.8	155.2
3.79	0.391	12.5	150.6	4.23	0.376	12.0	156.4
3.80	0.438	12.7	158.7	4.24	0.563	12.0	171.3
3.81	0.454	13.0	170.2	4.25	0.563	12.0	171.3





<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>	<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>
4.26	0.908	12.9	266.8	4.70	0.454	22.3	207.0
4.27	1.002	12.2	189.7	4.71	0.454	22.5	270.2
4.28	1.002	12.2	189.7	4.72	0.454	22.5	270.2
4.29	0.923	13.2	50.6	4.73	0.391	22.1	135.7
4.30	0.814	15.8	44.8	4.74	0.344	20.1	131.1
4.31	0.814	15.8	44.8	4.75	0.344	20.1	131.1
4.32	0.704	19.4	63.2	4.76	0.344	17.8	211.6
4.33	0.673	20.2	88.5	4.77	0.344	14.7	240.3
4.34	0.673	20.2	88.5	4.78	0.344	14.7	240.3
4.35	0.642	23.0	70.1	4.79	0.360	13.4	244.9
4.36	0.595	24.2	69.0	4.80	0.454	12.5	261.0
4.37	0.595	24.2	69.0	4.81	0.454	12.5	261.0
4.38	0.516	24.7	56.3	4.82	0.579	12.0	288.6
4.39	0.516	24.7	56.3	4.83	0.626	11.3	280.6
4.40	0.407	24.2	50.6	4.84	0.626	11.3	280.6
4.41	0.391	22.8	115.0	4.85	0.548	11.8	87.4
4.42	0.391	22.8	115.0	4.86	0.423	12.9	81.6
4.43	0.783	22.5	207.0	4.87	0.423	12.9	81.6
4.44	1.143	23.7	327.7	4.88	0.360	14.1	120.7
4.45	1.143	23.7	327.7	4.89	0.376	12.9	212.7
4.46	1.002	21.6	174.8	4.90	0.376	12.9	212.7
4.47	0.830	15.6	70.1	4.91	0.391	12.9	235.7
4.48	0.830	15.6	70.1	4.92	0.391	13.5	212.7
4.49	0.751	15.8	50.6	4.93	0.391	13.5	212.7
4.50	0.876	26.6	41.4	4.94	0.376	13.9	201.2
4.51	0.876	26.6	41.4	4.95	0.344	14.7	172.5
4.52	0.736	3.8	78.2	4.96	0.344	14.7	172.5
4.53	1.643	27.8	131.1	4.97	0.329	15.8	216.2
4.54	1.424	24.5	58.6	4.98	0.329	15.8	216.2
4.55	1.424	24.5	58.6	4.99	0.689	16.1	266.8
4.56	1.049	20.4	49.4	5.00	1.800	15.1	356.5
4.57	0.861	25.0	47.1	5.01	1.800	15.1	356.5
4.58	0.861	25.0	47.1	5.02	2.770	14.9	334.6
4.59	0.704	28.1	34.5	5.03	2.614	10.6	94.3
4.60	0.595	30.3	31.0	5.04	2.614	10.6	94.3
4.61	0.595	30.3	31.0	5.05	2.066	11.7	50.6
4.62	0.470	33.1	35.6	5.06	1.487	13.2	29.9
4.63	0.391	33.3	54.0	5.07	1.487	13.2	29.9
4.64	0.391	33.3	54.0	5.08	1.080	12.0	24.1
4.65	0.360	29.3	125.3	5.09	0.830	12.2	24.1
4.66	0.360	24.9	182.8	5.10	0.830	12.2	24.1
4.67	0.360	24.9	182.8	5.11	0.673	14.4	27.6
4.68	0.391	23.0	195.5	5.12	0.595	19.4	31.0
4.69	0.454	22.3	207.0	5.13	0.595	19.4	31.0



<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>	<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>
5.14	0.595	21.4	36.8	5.58	5.118	11.3	77.0
5.15	0.751	25.4	97.7	5.59	4.993	11.7	73.6
5.16	0.751	25.4	97.7	5.60	4.993	11.7	73.6
5.17	1.362	26.1	216.2	5.61	4.836	13.4	66.7
5.18	1.941	26.1	215.0	5.62	4.727	14.1	63.2
5.19	1.941	26.1	215.0	5.63	4.727	14.1	63.2
5.20	1.925	20.4	136.8	5.64	4.695	16.3	60.9
5.21	1.487	14.7	64.4	5.65	4.727	23.3	62.1
5.22	1.487	14.7	64.4	5.66	4.727	23.3	62.1
5.23	1.080	13.0	39.1	5.67	4.852	29.3	66.7
5.24	0.876	12.7	33.3	5.68	5.102	30.3	77.0
5.25	0.876	12.7	33.3	5.69	5.102	30.3	77.0
5.26	0.767	13.9	32.2	5.70	5.353	28.1	85.1
5.27	0.626	22.5	29.9	5.71	5.462	24.9	87.4
5.28	0.626	22.5	29.9	5.72	5.462	24.9	87.4
5.29	0.579	36.0	65.5	5.73	5.478	23.7	83.9
5.30	0.579	36.0	65.5	5.74	5.431	24.0	81.6
5.31	0.470	35.1	140.3	5.75	5.431	24.0	81.6
5.32	0.407	32.9	149.5	5.76	5.494	24.7	81.6
5.33	0.407	32.9	149.5	5.77	5.587	24.2	85.1
5.34	0.329	36.9	110.4	5.78	5.587	24.2	85.1
5.35	0.313	36.5	215.0	5.79	5.509	25.2	86.2
5.36	0.313	36.5	215.0	5.80	5.290	24.3	80.5
5.37	0.313	35.0	254.1	5.81	5.290	24.3	80.5
5.38	0.329	32.9	277.1	5.82	5.024	24.0	72.4
5.39	0.329	32.9	277.1	5.83	4.805	23.3	67.8
5.40	0.344	29.8	274.8	5.84	4.805	23.3	67.8
5.41	0.344	25.7	274.8	5.85	4.554	24.2	64.4
5.42	0.344	25.7	274.8	5.86	4.273	28.5	58.6
5.43	0.329	20.7	255.3	5.87	4.273	28.5	58.6
5.44	0.344	17.0	224.2	5.88	4.273	30.7	58.6
5.45	0.344	17.0	224.2	5.89	4.586	28.5	71.3
5.46	0.360	15.4	258.7	5.90	4.586	28.5	71.3
5.47	0.360	14.4	243.8	5.91	4.930	26.7	88.5
5.48	0.360	14.4	243.8	5.92	4.727	25.9	89.7
5.49	0.798	14.1	207.0	5.93	4.727	25.9	89.7
5.50	2.316	13.4	357.6	5.94	3.537	33.8	56.3
5.51	3.944	1.5	117.3	5.95	2.786	30.7	44.8
5.52	3.944	1.5	117.3	5.96	2.786	30.7	44.8
5.53	4.633	9.1	65.5	5.97	2.457	29.0	44.8
5.54	4.633	9.1	65.5	5.98	2.097	26.4	41.4
5.55	4.946	11.1	71.3	5.99	2.097	26.4	41.4
5.56	5.134	11.5	77.0	6.00	1.894	24.3	41.4
5.57	5.134	11.5	77.0	6.01	1.753	22.8	41.4



<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>	<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>
6.02	1.753	22.8	41.4	6.46	7.716	37.4	57.5
6.03	1.612	23.3	42.5	6.47	7.716	37.4	57.5
6.04	1.549	24.9	41.4	6.48	7.168	36.7	52.9
6.05	1.549	24.9	41.4	6.49	6.667	36.5	49.4
6.06	1.205	30.7	40.2	6.50	6.667	36.5	49.4
6.07	1.205	30.7	40.2	6.51	5.196	10.6	46.0
6.08	0.751	38.7	36.8	6.52	5.196	10.6	46.0
6.09	1.174	34.3	60.9	6.53	5.384	53.3	73.6
6.10	1.174	34.3	60.9	6.54	5.525	57.3	73.6
6.11	2.755	30.2	142.6	6.55	5.525	57.3	73.6
6.12	4.695	31.9	119.6	6.56	6.088	60.5	86.2
6.13	4.695	31.9	119.6	6.57	6.871	57.4	97.7
6.14	6.292	31.5	115.0	6.58	6.871	57.4	97.7
6.15	7.356	26.9	97.7	6.59	7.340	54.0	94.3
6.16	8.154	27.9	96.6	6.60	7.278	48.5	87.4
6.17	8.154	27.9	96.6	6.61	7.278	48.5	87.4
6.18	8.608	24.9	92.0	6.62	6.918	45.4	74.7
6.19	8.843	23.3	85.1	6.63	6.495	53.5	62.1
6.20	8.843	23.3	85.1	6.64	6.495	53.5	62.1
6.21	8.874	24.7	80.5	6.65	6.151	48.2	54.0
6.22	8.921	24.3	77.0	6.66	5.885	32.7	51.7
6.23	8.921	24.3	77.0	6.67	5.885	32.7	51.7
6.24	8.921	26.4	74.7	6.68	5.400	34.1	49.4
6.25	8.921	28.6	72.4	6.69	5.024	30.0	47.1
6.26	8.921	28.6	72.4	6.70	5.024	30.0	47.1
6.27	8.937	29.0	72.4	6.71	4.805	28.1	49.4
6.28	8.999	33.1	74.7	6.72	4.664	27.3	51.7
6.29	8.999	33.1	74.7	6.73	4.664	27.3	51.7
6.30	9.109	35.1	78.2	6.74	4.586	25.7	52.9
6.31	9.187	38.1	79.3	6.75	4.539	25.4	55.2
6.32	9.187	38.1	79.3	6.76	4.539	25.4	55.2
6.33	9.265	37.2	79.3	6.77	4.539	24.9	56.3
6.34	9.375	33.6	80.5	6.78	4.601	29.3	59.8
6.35	9.375	33.6	80.5	6.79	4.601	29.3	59.8
6.36	9.578	31.4	83.9	6.80	4.727	29.5	63.2
6.37	9.782	31.4	87.4	6.81	4.930	30.7	65.5
6.38	9.782	31.4	87.4	6.82	4.930	30.7	65.5
6.39	9.829	31.7	87.4	6.83	5.181	27.9	69.0
6.40	9.610	32.9	83.9	6.84	5.447	27.9	72.4
6.41	9.610	32.9	83.9	6.85	5.447	27.9	72.4
6.42	9.172	34.3	75.9	6.86	5.650	28.1	74.7
6.43	8.718	35.8	67.8	6.87	5.462	25.5	73.6
6.44	8.718	35.8	67.8	6.88	5.462	25.5	73.6
6.45	8.217	36.2	62.1	6.89	5.040	36.3	73.6





<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>	<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>
6.90	5.040	36.3	73.6	7.34	3.224	25.5	62.1
6.91	5.040	36.3	73.6	7.35	3.083	25.5	58.6
6.92	5.040	36.3	73.6	7.36	3.083	25.5	58.6
6.93	5.055	35.7	79.3	7.37	2.864	28.6	52.9
6.94	5.462	33.4	113.8	7.38	2.520	35.0	54.0
6.95	5.462	33.4	113.8	7.39	2.520	35.0	54.0
6.96	5.540	24.2	77.0	7.40	2.222	44.9	58.6
6.97	5.353	28.1	64.4	7.41	2.129	57.8	71.3
6.98	5.353	28.1	64.4	7.42	2.129	57.8	71.3
6.99	4.993	32.7	57.5	7.43	2.551	54.5	117.3
7.00	4.664	35.0	55.2	7.44	2.551	54.5	117.3
7.01	4.664	35.0	55.2	7.45	2.551	54.5	117.3
7.02	4.414	35.5	54.0	7.46	4.742	44.1	120.7
7.03	4.179	30.7	54.0	7.47	5.321	37.7	98.9
7.04	4.179	30.7	54.0	7.48	5.321	37.7	98.9
7.05	4.022	27.4	55.2	7.49	5.572	34.6	98.9
7.06	3.881	24.5	57.5	7.50	5.697	31.9	94.3
7.07	3.881	24.5	57.5	7.51	2.802	5.7	58.6
7.08	3.788	22.6	58.6	7.52	5.603	29.0	100.0
7.09	3.741	21.1	59.8	7.53	5.634	27.3	85.1
7.10	3.741	21.1	59.8	7.54	5.634	27.3	85.1
7.11	3.694	19.9	60.9	7.55	5.666	26.1	79.3
7.12	3.678	19.2	60.9	7.56	5.713	25.0	77.0
7.13	3.678	19.2	60.9	7.57	5.713	25.0	77.0
7.14	3.647	18.5	62.1	7.58	5.775	23.7	77.0
7.15	3.600	18.9	62.1	7.59	5.775	23.7	77.0
7.16	3.600	18.9	62.1	7.60	5.869	23.7	78.2
7.17	3.521	21.3	59.8	7.61	5.994	23.7	80.5
7.18	3.412	24.7	69.0	7.62	6.151	24.2	82.8
7.19	3.412	24.7	69.0	7.63	6.151	24.2	82.8
7.20	3.412	24.7	69.0	7.64	6.213	25.9	83.9
7.21	3.412	24.7	69.0	7.65	6.213	25.9	83.9
7.22	3.412	24.7	69.0	7.66	6.182	27.6	82.8
7.23	3.365	27.1	72.4	7.67	5.822	29.8	75.9
7.24	3.365	27.1	72.4	7.68	5.822	29.8	75.9
7.25	3.490	20.6	71.3	7.69	5.368	33.3	70.1
7.26	3.521	19.5	67.8	7.70	4.539	35.8	57.5
7.27	3.521	19.5	67.8	7.71	4.539	35.8	57.5
7.28	3.459	23.3	64.4	7.72	3.944	44.2	56.3
7.29	3.381	28.3	62.1	7.73	3.631	48.2	60.9
7.30	3.381	28.3	62.1	7.74	3.631	48.2	60.9
7.31	3.287	28.6	60.9	7.75	3.850	56.4	288.6
7.32	3.255	27.8	65.5	7.76	4.101	63.9	339.2
7.33	3.255	27.8	65.5	7.77	4.101	63.9	339.2



<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>	<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>
7.78	4.664	57.4	225.4	8.22	5.650	44.4	57.5
7.79	5.024	50.6	77.0	8.23	4.852	46.8	55.2
7.80	5.024	50.6	77.0	8.24	4.852	46.8	55.2
7.81	5.181	51.4	70.1	8.25	4.288	49.0	58.6
7.82	5.165	52.3	70.1	8.26	4.085	51.1	63.2
7.83	5.165	52.3	70.1	8.27	4.085	51.1	63.2
7.84	5.149	50.4	72.4	8.28	4.210	52.5	79.3
7.85	5.134	46.8	70.1	8.29	4.148	51.4	80.5
7.86	5.134	46.8	70.1	8.30	4.148	51.4	80.5
7.87	5.165	41.0	70.1	8.31	4.101	53.7	81.6
7.88	5.227	36.7	71.3	8.32	4.304	58.8	83.9
7.89	5.227	36.7	71.3	8.33	4.304	58.8	83.9
7.90	5.353	29.7	72.4	8.34	4.617	60.2	63.2
7.91	5.462	23.3	71.3	8.35	4.523	61.2	56.3
7.92	5.462	23.3	71.3	8.36	4.523	61.2	56.3
7.93	5.525	25.5	71.3	8.37	4.398	60.5	72.4
7.94	5.603	26.1	73.6	8.38	4.414	54.2	73.6
7.95	5.603	26.1	73.6	8.39	4.414	54.2	73.6
7.96	5.697	27.6	73.6	8.40	4.633	54.5	71.3
7.97	5.791	27.8	72.4	8.41	5.040	51.8	63.2
7.98	5.791	27.8	72.4	8.42	5.040	51.8	63.2
7.99	5.900	27.9	73.6	8.43	4.961	47.0	71.3
8.00	5.994	28.5	73.6	8.44	4.695	36.9	77.0
8.01	5.994	28.5	73.6	8.45	4.695	36.9	77.0
8.02	6.151	29.0	74.7	8.46	4.445	30.7	77.0
8.03	6.354	29.5	74.7	8.47	4.367	25.4	78.2
8.04	6.354	29.5	74.7	8.48	4.367	25.4	78.2
8.05	6.620	30.0	75.9	8.49	4.570	24.9	80.5
8.06	6.965	30.3	77.0	8.50	4.570	24.9	80.5
8.07	6.965	30.3	77.0	8.51	2.348	20.6	69.0
8.08	7.450	31.0	81.6	8.52	4.226	19.7	74.7
8.09	7.998	32.1	80.5	8.53	4.226	19.7	74.7
8.10	7.998	32.1	80.5	8.54	3.975	21.8	75.9
8.11	8.467	32.4	78.2	8.55	3.975	21.8	75.9
8.12	8.796	32.4	77.0	8.56	3.803	22.5	74.7
8.13	8.796	32.4	77.0	8.57	3.725	28.5	73.6
8.14	8.858	33.1	74.7	8.58	3.725	28.5	73.6
8.15	8.671	34.8	73.6	8.59	3.819	29.1	74.7
8.16	8.671	34.8	73.6	8.60	3.881	29.8	75.9
8.17	8.248	35.8	71.3	8.61	3.881	29.8	75.9
8.18	7.575	37.0	67.8	8.62	3.803	27.1	72.4
8.19	7.575	37.0	67.8	8.63	3.647	27.3	65.5
8.20	6.589	39.6	63.2	8.64	3.647	27.3	65.5
8.21	6.589	39.6	63.2	8.65	3.162	29.3	44.8



<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>	<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>
8.66	2.504	33.9	57.5	9.10	14.884	71.0	94.3
8.67	2.504	33.9	57.5	9.11	14.524	73.6	95.4
8.68	1.847	34.1	62.1	9.12	14.524	73.6	95.4
8.69	1.471	39.1	72.4	9.13	13.992	75.3	90.8
8.70	1.471	39.1	72.4	9.14	13.303	75.4	85.1
8.71	1.174	53.0	92.0	9.15	13.303	75.4	85.1
8.72	0.830	59.8	181.7	9.16	12.521	75.1	80.5
8.73	0.830	59.8	181.7	9.17	11.707	74.9	79.3
8.74	0.642	58.5	276.0	9.18	11.707	74.9	79.3
8.75	0.595	54.9	377.2	9.19	10.846	74.9	75.9
8.76	0.595	54.9	377.2	9.20	9.829	72.9	72.4
8.77	0.689	51.3	484.1	9.21	9.829	72.9	72.4
8.78	1.862	51.3	413.9	9.22	8.890	72.0	72.4
8.79	1.862	51.3	413.9	9.23	8.201	71.5	77.0
8.80	3.662	45.6	286.3	9.24	8.201	71.5	77.0
8.81	4.930	40.8	97.7	9.25	7.857	69.6	86.2
8.82	4.930	40.8	97.7	9.26	7.779	68.2	96.6
8.83	5.353	38.2	82.8	9.27	7.779	68.2	96.6
8.84	5.603	31.4	83.9	9.28	7.919	67.0	95.4
8.85	5.603	31.4	83.9	9.29	8.232	65.0	86.2
8.86	5.760	23.1	85.1	9.30	8.232	65.0	86.2
8.87	5.963	21.1	90.8	9.31	8.655	64.5	55.2
8.88	5.963	21.1	90.8	9.32	9.015	60.7	21.8
8.89	6.260	21.6	96.6	9.33	9.015	60.7	21.8
8.90	6.260	21.6	96.6	9.34	9.140	55.7	-16.1
8.91	6.699	24.2	103.5	9.35	8.921	49.0	-39.1
8.92	7.419	26.6	110.4	9.36	8.921	49.0	-39.1
8.93	8.483	28.8	123.0	9.37	8.279	44.7	-48.3
8.94	8.483	28.8	123.0	9.38	7.137	40.3	-44.8
8.95	9.798	29.8	109.2	9.39	7.137	40.3	-44.8
8.96	11.050	32.7	104.6	9.40	5.697	36.3	40.2
8.97	11.050	32.7	104.6	9.41	4.320	27.8	48.3
8.98	12.036	35.7	106.9	9.42	4.320	27.8	48.3
8.99	12.928	38.6	104.6	9.43	3.349	27.6	42.5
9.00	12.928	38.6	104.6	9.44	2.410	34.1	40.2
9.01	13.554	42.9	101.2	9.45	2.410	34.1	40.2
9.02	14.102	47.3	101.2	9.46	1.753	40.5	47.1
9.03	14.102	47.3	101.2	9.47	1.362	47.5	59.8
9.04	14.602	51.9	100.0	9.48	1.362	47.5	59.8
9.05	14.962	56.9	98.9	9.49	1.221	54.5	77.0
9.06	14.962	56.9	98.9	9.50	1.221	54.5	77.0
9.07	15.103	62.4	98.9	9.51	0.548	61.9	131.1
9.08	15.056	67.2	96.6	9.52	0.548	61.9	131.1
9.09	15.056	67.2	96.6	9.53	0.673	60.7	287.5





<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>	<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>
9.54	0.579	60.0	299.0	9.98	0.454	14.6	384.1
9.55	0.579	60.0	299.0	9.99	0.454	14.6	382.9
9.56	0.532	59.1	348.4	10.00	0.454	14.4	380.6
9.57	0.501	57.1	340.4	10.01	0.454	14.4	380.6
9.58	0.501	57.1	340.4	10.02	0.454	14.4	379.5
9.59	0.485	51.8	331.2	10.03	0.454	14.4	378.3
9.60	0.485	44.4	341.5	10.04	0.454	14.4	378.3
9.61	0.485	44.4	341.5	10.05	0.454	14.4	372.6
9.62	0.485	36.7	348.4	10.06	0.454	14.2	366.8
9.63	0.516	30.9	346.1	10.07	0.454	14.2	366.8
9.64	0.516	30.9	346.1	10.08	0.454	14.1	363.4
9.65	0.501	22.6	346.1	10.09	0.454	14.1	361.1
9.66	0.501	18.0	348.4	10.10	0.454	14.1	361.1
9.67	0.501	18.0	348.4	10.11	0.454	13.9	372.6
9.68	0.501	15.9	351.9	10.12	0.454	13.5	373.7
9.69	0.485	14.7	380.6	10.13	0.454	13.5	373.7
9.70	0.485	14.7	380.6	10.14	0.454	13.4	381.8
9.71	0.485	14.1	389.8	10.15	0.470	13.2	377.2
9.72	0.485	13.4	397.9	10.16	0.470	13.2	377.2
9.73	0.485	13.4	397.9	10.17	0.454	12.5	396.7
9.74	0.485	12.9	411.6	10.18	0.454	11.8	434.6
9.75	0.485	12.9	411.6	10.19	0.454	11.8	434.6
9.76	0.485	12.3	418.5	10.20	0.454	11.1	420.8
9.77	0.485	12.0	413.9	10.21	0.454	10.3	403.6
9.78	0.485	12.0	413.9	10.22	0.454	10.3	403.6
9.79	0.485	11.7	417.4	10.23	0.454	9.3	394.4
9.80	0.485	11.5	431.2	10.24	0.454	9.3	394.4
9.81	0.485	11.5	431.2	10.25	0.454	8.6	394.4
9.82	0.485	11.5	422.0	10.26	0.470	8.1	399.0
9.83	0.485	11.8	430.0	10.27	0.470	8.1	399.0
9.84	0.485	11.8	430.0	10.28	0.454	8.9	397.9
9.85	0.470	12.2	423.1	10.29	0.438	10.5	393.3
9.86	0.470	12.5	412.8	10.30	0.438	10.5	393.3
9.87	0.470	12.5	412.8	10.31	0.438	11.8	387.5
9.88	0.454	12.9	407.1	10.32	0.438	12.7	387.5
9.89	0.454	13.2	396.7	10.33	0.438	12.7	387.5
9.90	0.454	13.2	396.7	10.34	0.438	13.4	386.4
9.91	0.454	13.5	392.1	10.35	0.438	13.7	382.9
9.92	0.454	13.9	391.0	10.36	0.438	13.7	382.9
9.93	0.454	13.9	391.0	10.37	0.454	14.1	370.3
9.94	0.454	14.2	386.4	10.38	0.423	14.7	374.9
9.95	0.454	14.4	384.1	10.39	0.423	14.7	374.9
9.96	0.454	14.4	384.1	10.40	0.407	14.4	373.7
9.97	0.454	14.6	384.1	10.41	0.407	13.5	371.4



<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>	<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>
10.42	0.407	13.5	371.4	10.86	0.438	13.4	355.3
10.43	0.423	13.2	365.7	10.87	0.438	13.2	408.2
10.44	0.423	12.9	365.7	10.88	0.438	13.2	408.2
10.45	0.423	12.9	365.7	10.89	0.438	13.2	407.1
10.46	0.423	12.7	364.5	10.90	0.438	12.3	431.2
10.47	0.423	12.7	364.5	10.91	0.438	12.3	431.2
10.48	0.423	12.7	361.1	10.92	0.438	12.7	435.8
10.49	0.423	12.5	357.6	10.93	0.438	12.7	435.8
10.50	0.423	12.5	357.6	10.94	0.438	12.3	416.2
10.51	0.250	4.1	323.1	10.95	0.438	12.5	412.8
10.52	0.423	14.6	362.2	10.96	0.438	12.5	412.8
10.53	0.423	14.6	362.2	10.97	0.438	12.7	403.6
10.54	0.423	13.7	370.3	10.98	0.438	13.4	408.2
10.55	0.423	13.2	373.7	10.99	0.438	13.4	408.2
10.56	0.423	13.2	373.7	11.00	0.438	12.3	416.2
10.57	0.423	13.0	373.7	11.01	0.438	12.0	416.2
10.58	0.423	12.7	370.3	11.02	0.438	12.0	416.2
10.59	0.423	12.7	370.3	11.03	0.438	12.0	415.1
10.60	0.423	12.3	374.9	11.04	0.438	11.8	415.1
10.61	0.423	12.0	377.2	11.05	0.438	11.8	415.1
10.62	0.423	12.0	377.2	11.06	0.438	12.0	415.1
10.63	0.423	11.8	378.3	11.07	0.438	12.0	415.1
10.64	0.423	11.7	380.6	11.08	0.438	12.0	415.1
10.65	0.423	11.7	380.6	11.09	0.438	12.2	415.1
10.66	0.423	11.5	380.6	11.10	0.438	12.3	417.4
10.67	0.423	11.7	380.6	11.11	0.438	12.3	417.4
10.68	0.423	11.7	380.6	11.12	0.438	12.5	417.4
10.69	0.423	11.7	379.5	11.13	0.438	12.5	415.1
10.70	0.423	11.7	379.5	11.14	0.438	12.5	415.1
10.71	0.438	11.7	379.5	11.15	0.438	12.3	419.7
10.72	0.438	11.8	380.6	11.16	0.438	12.3	418.5
10.73	0.438	11.8	380.6	11.17	0.438	12.3	418.5
10.74	0.438	11.8	381.8	11.18	0.438	12.3	417.4
10.75	0.438	11.8	380.6	11.19	0.438	12.3	417.4
10.76	0.438	11.8	380.6	11.20	0.438	12.2	415.1
10.77	0.438	11.7	378.3	11.21	0.438	12.2	413.9
10.78	0.438	11.7	377.2	11.22	0.438	12.2	413.9
10.79	0.438	11.7	377.2	11.23	0.438	12.3	412.8
10.80	0.485	11.8	379.5	11.24	0.438	12.2	412.8
10.81	0.501	12.2	393.3	11.25	0.438	12.2	412.8
10.82	0.501	12.2	393.3	11.26	0.438	12.0	416.2
10.83	0.516	11.5	378.3	11.27	0.438	11.8	416.2
10.84	0.470	12.2	242.6	11.28	0.438	11.8	416.2
10.85	0.470	12.2	242.6	11.29	0.423	12.0	416.2



<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>	<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>
11.30	0.423	11.8	412.8	11.74	0.470	13.0	433.5
11.31	0.423	11.8	412.8	11.75	0.470	13.0	445.0
11.32	0.423	11.8	412.8	11.76	0.470	13.0	445.0
11.33	0.423	11.8	415.1	11.77	0.470	13.2	446.1
11.34	0.423	11.8	415.1	11.78	0.470	13.2	446.1
11.35	0.423	11.8	413.9	11.79	0.470	13.2	446.1
11.36	0.423	11.7	412.8	11.80	0.470	13.2	445.0
11.37	0.423	11.7	412.8	11.81	0.470	13.0	442.7
11.38	0.423	11.5	411.6	11.82	0.470	13.0	442.7
11.39	0.438	11.5	412.8	11.83	0.470	13.0	445.0
11.40	0.438	11.5	412.8	11.84	0.470	13.0	443.8
11.41	0.438	11.3	412.8	11.85	0.470	13.0	443.8
11.42	0.438	11.3	412.8	11.86	0.470	12.9	443.8
11.43	0.438	11.5	413.9	11.87	0.470	12.9	443.8
11.44	0.438	11.3	415.1	11.88	0.470	12.9	443.8
11.45	0.438	11.3	415.1	11.89	0.470	12.7	443.8
11.46	0.438	11.5	413.9	11.90	0.470	12.7	443.8
11.47	0.438	11.3	415.1	11.91	0.470	12.5	442.7
11.48	0.438	11.3	415.1	11.92	0.470	12.3	443.8
11.49	0.438	11.5	413.9	11.93	0.470	12.3	443.8
11.50	0.438	11.5	413.9	11.94	0.454	12.3	446.1
11.51	0.282	13.9	401.3	11.95	0.470	12.5	447.3
11.52	0.438	13.9	419.7	11.96	0.470	12.5	447.3
11.53	0.438	13.9	419.7	11.97	0.470	12.5	449.6
11.54	0.454	13.9	427.7	11.98	0.470	12.5	453.0
11.55	0.438	13.9	428.9	11.99	0.470	12.5	453.0
11.56	0.438	13.9	428.9	12.00	0.470	12.7	450.7
11.57	0.438	13.5	430.0	12.01	0.485	12.9	454.2
11.58	0.438	13.4	431.2	12.02	0.485	12.9	454.2
11.59	0.438	13.4	431.2	12.03	0.485	12.9	458.8
11.60	0.454	13.4	432.3	12.04	0.485	12.9	455.3
11.61	0.454	13.2	432.3	12.05	0.485	12.9	455.3
11.62	0.454	13.2	432.3	12.06	0.470	12.9	456.5
11.63	0.454	13.2	433.5	12.07	0.485	12.7	450.7
11.64	0.454	13.0	430.0	12.08	0.485	12.7	450.7
11.65	0.454	13.0	430.0	12.09	0.485	12.3	441.5
11.66	0.454	13.0	433.5	12.10	0.485	12.3	441.5
11.67	0.454	13.0	433.5	12.11	0.485	12.2	446.1
11.68	0.454	13.0	438.1	12.12	0.470	12.0	453.0
11.69	0.454	12.9	434.6	12.13	0.470	12.0	453.0
11.70	0.454	12.9	434.6	12.14	0.470	11.8	463.4
11.71	0.454	12.9	434.6	12.15	0.470	11.7	463.4
11.72	0.454	13.0	435.8	12.16	0.470	11.7	463.4
11.73	0.454	13.0	435.8	12.17	0.470	11.8	461.1





<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>	<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>
12.18	0.470	11.5	458.8	12.62	0.454	12.9	453.0
12.19	0.470	11.5	458.8	12.63	0.470	12.7	443.8
12.20	0.470	11.7	456.5	12.64	0.470	12.7	443.8
12.21	0.470	11.8	446.1	12.65	0.470	13.0	446.1
12.22	0.470	11.8	446.1	12.66	0.454	12.9	449.6
12.23	0.470	12.0	447.3	12.67	0.454	12.9	449.6
12.24	0.470	12.2	449.6	12.68	0.470	13.0	440.4
12.25	0.470	12.2	449.6	12.69	0.470	12.9	451.9
12.26	0.470	12.2	447.3	12.70	0.470	12.9	451.9
12.27	0.485	12.5	442.7	12.71	0.454	12.9	450.7
12.28	0.485	12.5	442.7	12.72	0.454	12.9	448.4
12.29	0.454	12.7	441.5	12.73	0.454	12.9	448.4
12.30	0.454	12.7	441.5	12.74	0.454	12.9	447.3
12.31	0.470	12.7	440.4	12.75	0.454	12.9	447.3
12.32	0.470	12.9	443.8	12.76	0.454	12.9	441.5
12.33	0.470	12.9	443.8	12.77	0.454	12.9	432.3
12.34	0.470	12.7	447.3	12.78	0.454	12.9	432.3
12.35	0.470	12.7	447.3	12.79	0.470	12.7	439.2
12.36	0.470	12.7	447.3	12.80	0.470	12.5	442.7
12.37	0.485	12.5	451.9	12.81	0.470	12.5	442.7
12.38	0.485	12.9	446.1	12.82	0.485	12.3	443.8
12.39	0.485	12.9	446.1	12.83	0.485	12.3	445.0
12.40	0.470	12.7	454.2	12.84	0.485	12.3	445.0
12.41	0.470	12.3	453.0	12.85	0.485	12.0	445.0
12.42	0.470	12.3	453.0	12.86	0.485	12.0	445.0
12.43	0.470	12.5	445.0	12.87	0.485	12.0	445.0
12.44	0.470	11.8	451.9	12.88	0.485	12.3	443.8
12.45	0.470	11.8	451.9	12.89	0.485	12.7	443.8
12.46	0.470	11.8	450.7	12.90	0.485	12.7	443.8
12.47	0.470	11.8	449.6	12.91	0.485	13.0	443.8
12.48	0.470	11.8	449.6	12.92	0.485	13.2	443.8
12.49	0.470	11.8	449.6	12.93	0.485	13.2	443.8
12.50	0.470	11.8	449.6	12.94	0.485	13.5	443.8
12.51	0.250	14.4	439.2	12.95	0.485	13.5	447.3
12.52	0.250	14.4	439.2	12.96	0.485	13.5	447.3
12.53	0.454	14.2	454.2	12.97	0.485	13.9	448.4
12.54	0.454	14.1	455.3	12.98	0.485	13.9	448.4
12.55	0.454	14.1	455.3	12.99	0.485	13.9	446.1
12.56	0.454	13.9	454.2	13.00	0.485	13.7	416.2
12.57	0.454	13.5	451.9	13.01	0.485	13.7	416.2
12.58	0.454	13.5	451.9	13.02	0.485	13.9	422.0
12.59	0.454	13.4	451.9	13.03	0.485	13.7	428.9
12.60	0.454	13.2	450.7	13.04	0.485	13.7	428.9
12.61	0.454	13.2	450.7	13.05	0.485	13.7	432.3



<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>	<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>
13.05	0.485	13.7	432.3	13.49	0.50	13.72	447.30
13.06	0.485	13.7	431.2	13.50	0.50	13.72	447.30
13.07	0.485	13.7	431.2	13.51	0.38	15.60	431.20
13.08	0.485	13.7	436.9	13.52	0.52	15.09	424.30
13.09	0.485	13.9	443.8	13.53	0.52	15.09	424.30
13.10	0.485	13.9	443.8	13.54	0.50	14.92	433.50
13.11	0.485	13.9	446.1	13.55	0.49	14.57	433.50
13.12	0.485	13.7	446.1	13.56	0.49	14.57	433.50
13.13	0.485	13.7	446.1	13.57	0.49	14.40	439.25
13.14	0.485	13.4	445.0	13.58	0.49	14.23	442.70
13.15	0.485	13.2	445.0	13.59	0.49	14.23	442.70
13.16	0.485	13.2	445.0	13.60	0.49	14.06	445.00
13.17	0.485	13.2	448.4	13.61	0.49	14.23	446.15
13.18	0.485	13.2	449.6	13.62	0.49	14.23	446.15
13.19	0.485	13.2	449.6	13.63	0.49	14.74	447.30
13.20	0.485	13.4	451.9	13.64	0.49	14.74	447.30
13.21	0.470	13.2	451.9	13.65	0.50	14.74	447.30
13.22	0.470	13.2	451.9	13.66	0.50	14.57	449.60
13.23	0.485	13.2	451.9	13.67	0.50	14.57	449.60
13.24	0.485	13.2	451.9	13.68	0.50	14.57	450.75
13.25	0.485	13.2	449.6	13.69	0.50	14.74	450.75
13.26	0.485	13.2	449.6	13.70	0.50	14.74	450.75
13.27	0.485	13.2	449.6	13.71	0.50	14.74	450.75
13.28	0.485	13.0	449.6	13.72	0.50	14.74	449.60
13.29	0.485	13.0	449.6	13.73	0.50	14.74	449.60
13.30	0.485	13.0	449.6	13.74	0.49	14.92	448.45
13.31	0.485	12.9	449.6	13.75	0.49	14.92	447.30
13.32	0.485	12.7	450.7	13.76	0.49	14.92	447.30
13.33	0.485	12.7	450.7	13.77	0.49	15.09	447.30
13.34	0.485	12.3	450.7	13.78	0.49	15.26	446.15
13.35	0.501	12.3	445.0	13.79	0.49	15.26	446.15
13.36	0.501	12.3	445.0	13.80	0.49	15.43	447.30
13.37	0.485	12.5	439.2	13.81	0.49	15.77	449.60
13.38	0.485	12.5	441.5	13.82	0.49	15.77	449.60
13.39	0.485	12.5	441.5	13.83	0.49	15.77	448.45
13.40	0.485	13.0	441.5	13.84	0.49	15.60	449.60
13.41	0.485	13.2	441.5	13.85	0.49	15.60	449.60
13.42	0.485	13.2	441.5	13.86	0.49	15.77	447.30
13.43	0.485	13.4	442.7	13.87	0.49	15.77	447.30
13.44	0.485	13.7	445.0	13.88	0.49	15.60	450.75
13.45	0.485	13.7	445.0	13.89	0.49	15.43	454.19
13.46	0.485	13.9	450.7	13.90	0.49	15.43	454.19
13.47	0.501	13.9	449.6	13.91	0.49	15.26	455.34
13.48	0.501	13.9	449.6	13.92	0.49	14.92	455.34

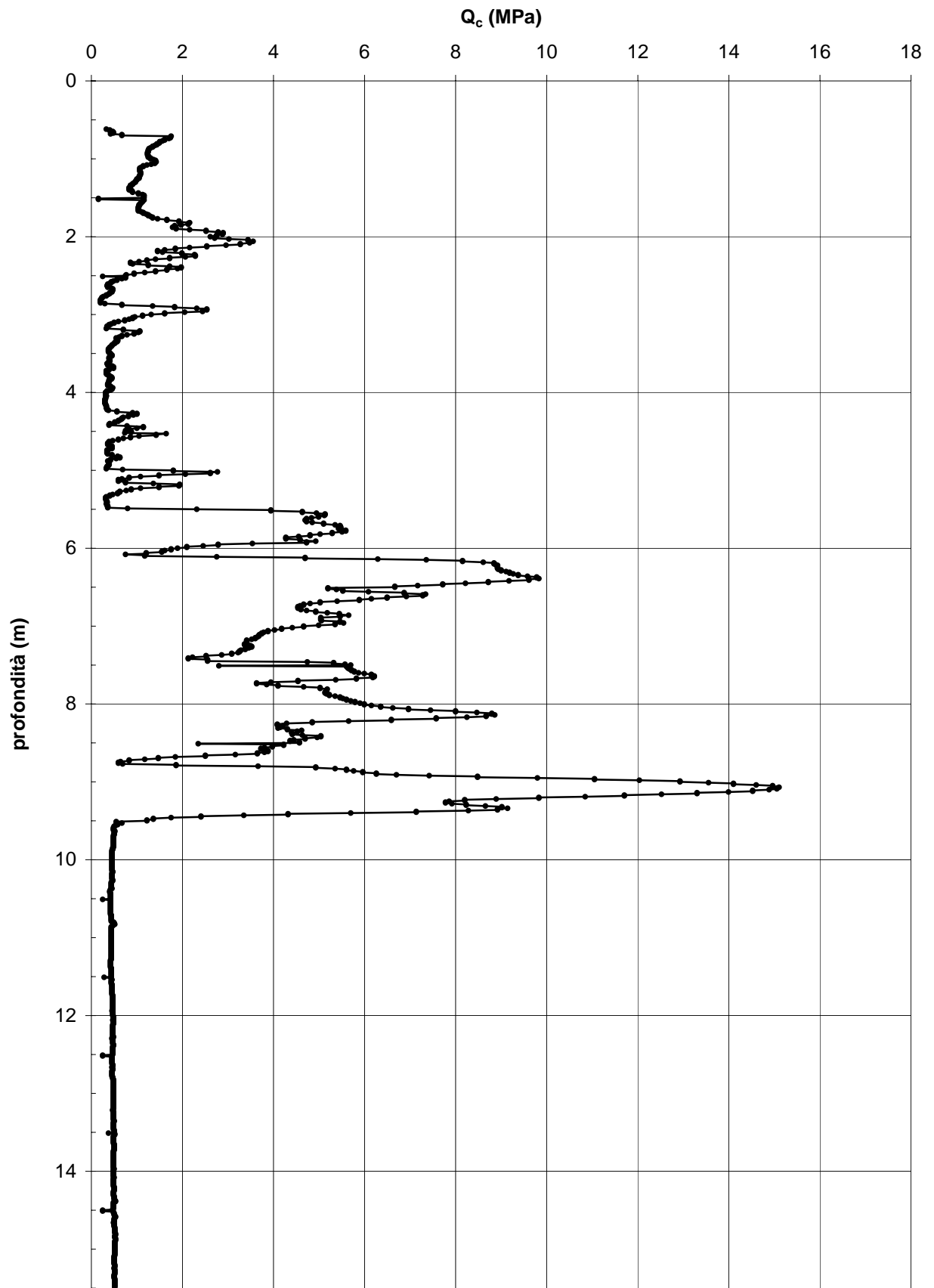


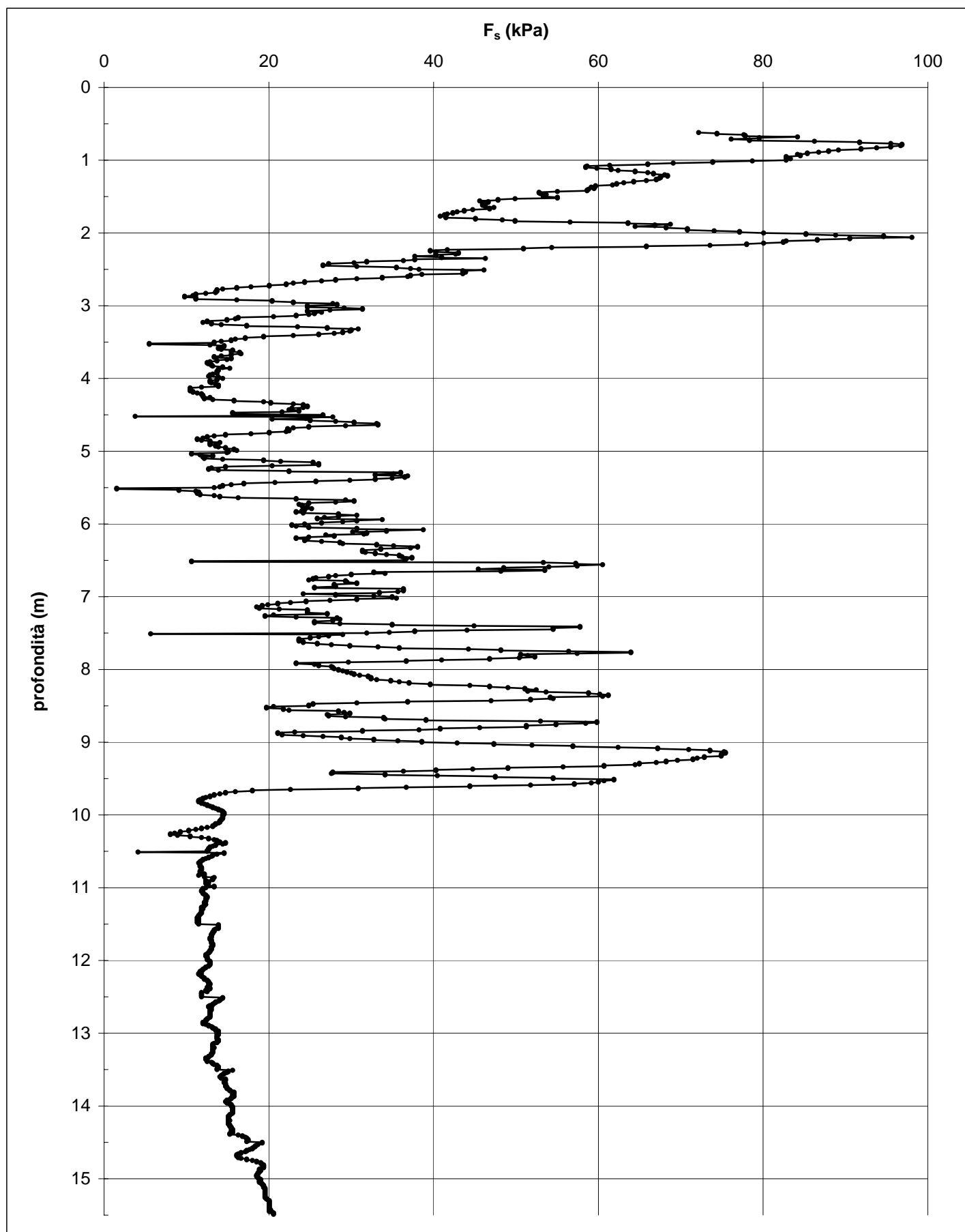
<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>	<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>
13.93	0.49	14.92	455.34	14.37	0.52	15.60	474.89
13.94	0.49	14.74	451.89	14.38	0.53	15.26	440.40
13.95	0.49	14.92	449.60	14.39	0.53	15.26	440.40
13.96	0.49	14.92	449.60	14.40	0.49	16.29	490.99
13.97	0.50	15.26	450.75	14.41	0.49	16.80	494.44
13.98	0.49	15.43	450.75	14.42	0.49	16.80	494.44
13.99	0.49	15.43	450.75	14.43	0.49	17.14	494.44
14.00	0.49	15.43	451.89	14.44	0.49	17.32	495.59
14.01	0.49	15.60	451.89	14.45	0.49	17.32	495.59
14.02	0.49	15.60	451.89	14.46	0.49	17.49	485.24
14.03	0.49	15.60	454.19	14.47	0.49	17.49	488.69
14.04	0.49	15.60	454.19	14.48	0.49	17.49	488.69
14.05	0.49	15.60	457.64	14.49	0.47	17.32	489.84
14.06	0.49	15.60	458.79	14.50	0.25	19.20	479.49
14.07	0.49	15.60	458.79	14.51	0.25	19.20	479.49
14.08	0.50	15.60	459.94	14.52	0.49	18.69	500.19
14.09	0.49	15.60	461.09	14.53	0.49	18.69	500.19
14.10	0.49	15.60	461.09	14.54	0.50	18.52	503.64
14.11	0.49	15.43	464.54	14.55	0.50	18.35	509.39
14.12	0.49	15.26	465.69	14.56	0.50	18.35	509.39
14.13	0.49	15.26	465.69	14.57	0.52	18.17	511.69
14.14	0.49	15.09	466.84	14.58	0.53	18.00	510.54
14.15	0.49	15.09	467.99	14.59	0.53	18.00	510.54
14.16	0.49	15.09	467.99	14.60	0.52	17.66	510.54
14.17	0.49	15.09	469.14	14.61	0.50	17.32	509.39
14.18	0.49	15.09	469.14	14.62	0.50	17.32	509.39
14.19	0.49	15.09	469.14	14.63	0.50	17.14	510.54
14.20	0.50	15.26	472.59	14.64	0.50	16.63	509.39
14.21	0.50	15.09	473.74	14.65	0.50	16.63	509.39
14.22	0.50	15.09	473.74	14.66	0.49	16.29	509.39
14.23	0.50	15.09	472.59	14.67	0.50	16.12	507.09
14.24	0.50	15.09	471.44	14.68	0.50	16.12	507.09
14.25	0.50	15.09	471.44	14.69	0.50	16.12	507.09
14.26	0.49	15.26	471.44	14.70	0.50	16.29	505.94
14.27	0.49	15.26	471.44	14.71	0.50	16.29	505.94
14.28	0.49	15.26	472.59	14.72	0.52	16.63	507.09
14.29	0.49	15.43	471.44	14.73	0.52	17.32	507.09
14.30	0.49	15.43	471.44	14.74	0.52	17.32	507.09
14.31	0.49	15.43	472.59	14.75	0.52	18.00	507.09
14.32	0.50	15.60	472.59	14.76	0.52	18.52	504.79
14.33	0.50	15.60	472.59	14.77	0.52	18.52	504.79
14.34	0.50	15.43	473.74	14.78	0.52	19.03	504.79
14.35	0.50	15.60	472.59	14.79	0.52	19.03	504.79
14.36	0.50	15.60	472.59	14.80	0.53	19.20	504.79



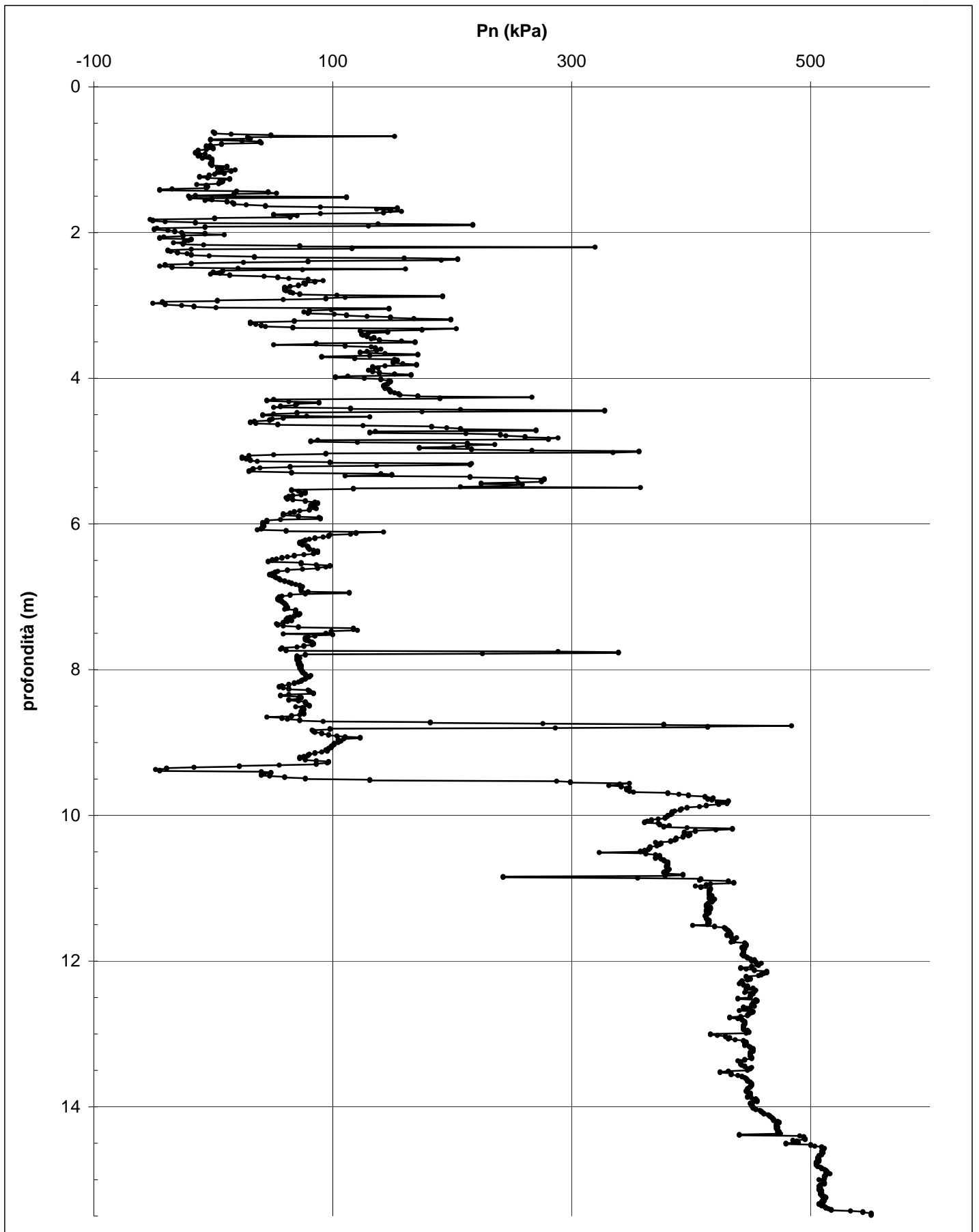


<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>	<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>Resistenza alla punta - <math>q_c</math> (MPa)</i>	<i>Attrito laterale unitario - <math>f_s</math> (kPa)</i>	<i>Pressione interstiziale (kPa)</i>
14.81	0.532	19.4	505.9	15.16	0.501	19.5	508.2
14.82	0.532	19.4	505.9	15.17	0.501	19.5	508.2
14.83	0.516	19.4	508.2	15.18	0.501	19.5	509.4
14.84	0.516	19.4	509.4	15.19	0.501	19.5	509.4
14.85	0.516	19.4	509.4	15.20	0.516	19.5	508.2
14.86	0.532	19.0	511.7	15.21	0.516	19.5	509.4
14.87	0.532	18.9	512.8	15.22	0.516	19.5	509.4
14.88	0.532	18.9	512.8	15.23	0.516	19.5	511.7
14.89	0.532	19.0	514.0	15.24	0.501	19.5	512.8
14.90	0.516	18.9	512.8	15.25	0.501	19.5	512.8
14.91	0.516	18.9	512.8	15.26	0.516	19.5	510.5
14.92	0.516	18.7	516.3	15.27	0.516	19.7	510.5
14.93	0.516	18.7	512.8	15.28	0.516	19.7	510.5
14.94	0.516	18.7	512.8	15.29	0.516	19.9	511.7
14.95	0.516	18.5	511.7	15.30	0.516	20.1	509.4
14.96	0.516	18.5	511.7	15.31	0.516	20.1	509.4
14.97	0.516	18.5	511.7	15.32	0.516	20.1	510.5
14.98	0.516	18.7	511.7	15.33	0.501	20.1	507.1
14.99	0.516	18.7	511.7	15.34	0.501	20.1	507.1
15.00	0.516	18.9	507.1	15.35	0.501	20.1	509.4
15.01	0.516	19.0	510.5	15.36	0.501	20.1	509.4
15.02	0.516	19.0	510.5	15.37	0.501	20.1	511.7
15.03	0.516	18.9	510.5	15.38	0.516	20.1	512.8
15.04	0.516	18.9	511.7	15.39	0.516	20.1	512.8
15.05	0.516	18.9	511.7	15.40	0.516	20.1	515.1
15.06	0.516	19.0	511.7	15.41	0.516	20.1	517.4
15.07	0.516	19.2	508.2	15.42	0.516	20.1	517.4
15.08	0.516	19.2	508.2	15.43	0.516	20.2	533.5
15.09	0.501	19.4	507.1	15.44	0.516	20.1	543.9
15.10	0.501	19.4	508.2	15.45	0.516	20.1	543.9
15.11	0.501	19.4	508.2	15.46	0.516	20.4	550.8
15.12	0.501	19.4	508.2	15.47	0.516	20.6	550.8
15.13	0.501	19.5	507.1	15.48	0.516	20.6	550.8
15.14	0.501	19.5	507.1	15.49	0.516	20.6	550.8
15.15	0.501	19.5	509.4				



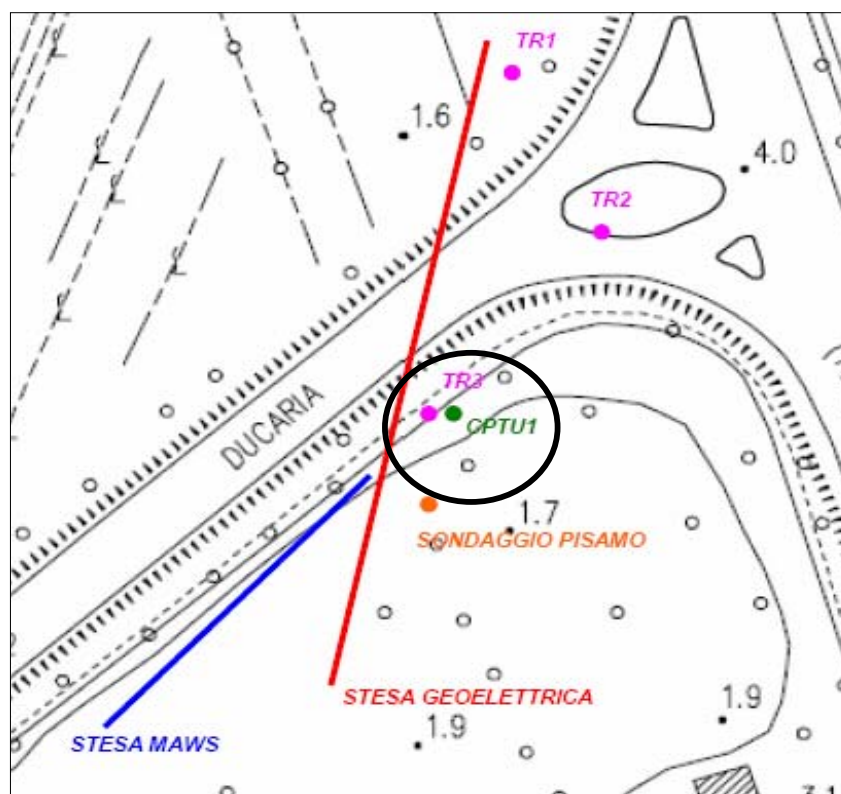








## UBICAZIONE DELLA PROVA



**Allegato B2**





Vista d'insieme del punto di penetrazione della prova CPTU



Un momento dell'esecuzione della penetrometria statica CPTU



**Allegato C1**

## PERFORAZIONE DI SONDAGGIO

*norma di riferimento:* Raccomandazioni AGI 1977  
*deviazioni dalla norma:* nessuna

verbale di accettazione n° **103/13** del **04/07/2013**  
certificato di prova n° **0803/13** del **05/09/2013**

Committente: **PISAMO S.p.A.**

Località: **Quartiere CEP Barbaricina (PI) - via della Fossa Ducaria/s.s. Aurelia**  
sondaggio n° **S1**

## CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

*sonda:* SOILMEC SM 401  
*diam. foro:* 101 mm  
*diam. rivestimento:* 127 mm  
*attrezzi di perforazione:* tubo carotiere semplice  
*campionatore:* Shelby diam. 88,9 mm

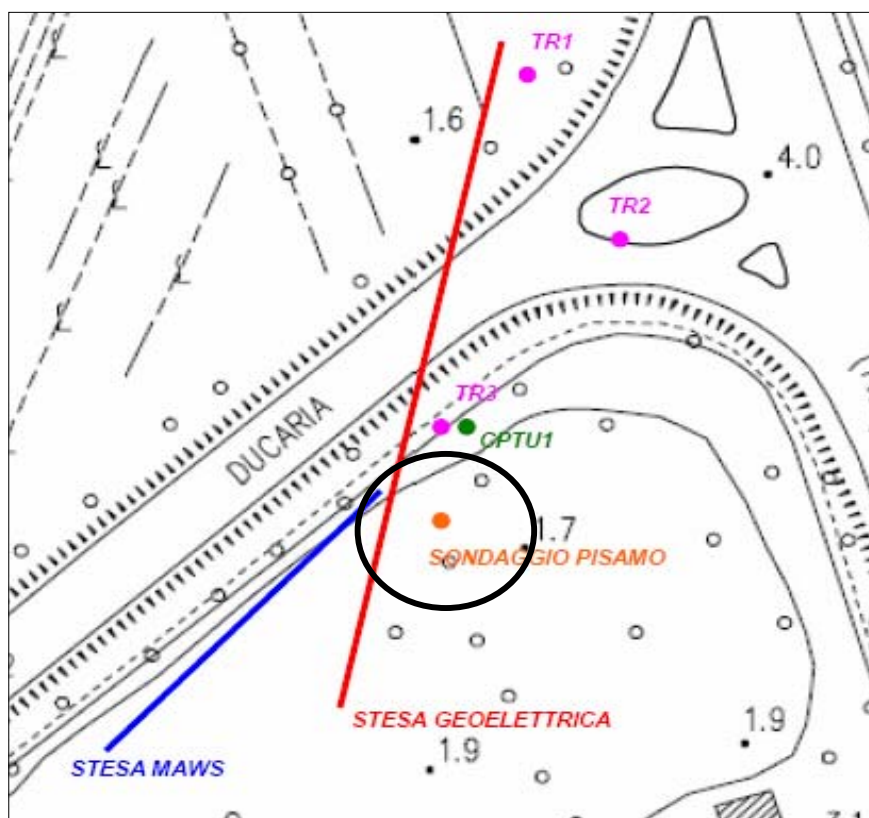
## DATI DI PROVA

*data di esecuzione:* 30-31/07/13  
*prof. inizio prova (m):* 0 da p.c.  
*prof. fine prova (m):* 18 da p.c.  
*livello di falda (m):* non rilevato

<i>profondità da p.c. (m)</i>	<i>metodo di perforazione e descrizione dell'avanzamento</i>
0-2,0	carotaggio continuo con uso di rivestimento
2,0-2,5	prelievo di campione indisturbato
2,5-12,0	carotaggio continuo con uso di rivestimento
12,0-12,5	prelievo di campione indisturbato
12,5-16,5	carotaggio continuo con uso di rivestimento
16,5-18,0	carotaggio continuo



UBICAZIONE DELLA PROVA  
*Quartiere CEP Barbaricina (PI) - via della Fossa Ducaria/s.s. Aurelia*



*direzione dei lavori e redazione del profilo stratigrafico curati da tecnico abilitato incaricato dalla committenza*

**Allegato C2**



<b>Sondaggio a carotaggio continuo nominato Sondaggio_PISAMOA</b>
---

<b>Coord. Gauss Boaga_1.611.380 E_4.840.672 N_, quota p.c._1,7 m circa s.l.m.m._  ditta esecutrice_ICHNOGEO S.a.s. di R. Chetoni_, sonda _SOIL MEC SM 401_  realizzato in data 29 e 30 luglio 2013 e ubicato in Via della Fossa Ducaria  nei pressi della S.S. n. 1 Aurelia Nord (Comune di Pisa - PI)</b>
--

Profondità p.c. (in m)	Litologia	Descrizione litologica
0,00	0,15	Terreno vegetale limoso, argilloso e sabbioso a colori nocciola e screziature scure; al suo interno vi sono radici vegetali.
0,15	0,70	Terreno vegetale con colori nocciola e screziature grigio scure, costituito da argilla con esili passate limose, all'interno del quale sono presenti resti di radici vegetali a tonalità scure. Tutto il livello si presenta allo stato secco ed è caratterizzato da una buona consistenza.
0,70	1,20	LA Limo e argilla con colori nocciola di alterazione, dove sono ben visibili le alternanze degli esili livelli a diversa granulometria. Risaltano bene le screziature scure. Tutto il livello si presenta allo stato secco ed è caratterizzato da una buona consistenza.
1,20	2,25	LA Limo e argilla con colori nocciola di alterazione, dove sono ben marcate con la profondità le alternanze tra gli orizzonti limosi (ben più evidenti dello spessore soprastante) e quelli argillosi. Sono presenti resti vegetali (tracce di piccole radici) e screziature scure. Tutto il livello presenta una crescente granulometria e un'umidità sempre più marcata con la profondità, oltre che una buona consistenza.
2,25	2,63	LSA Limo sabbioso e argilla con colori nocciola di alterazione, dove sono ben marcati gli orizzonti limo sabbiosi e quelli argillosi. Sono presenti resti vegetali (piccole radici), e screziature scure. Si notano anche livelli a grana più grossolana con toni ocracei. Tutto il livello presenta una buona consistenza e una discreta umidità.
2,63	3,10	SL Sabbia fine e limosa con colori nocciola di alterazione. Presenta uno stato umido e tendenza alla saturazione con la profondità. Moderatamente addensata.
3,10	3,45	SL Sabbia fine e limosa con colori grigio azzurri, dove sono presenti esili orizzonti sabbiosi a grana media. Si presenta satura e moderatamente addensata.
3,45	3,72	LA Limo argilloso con colori grigio azzurri, dove sono presenti passate sabbiose a grana fine. Saturo e molle.
3,72	4,30	SSL Sabbia da media a fine e limosa con colori grigi azzurri, satura e mediamente addensata. Il livello ha una grana gradualmente decrescente dal basso verso l'alto.
4,30	4,40	S Sabbia media e fine con colori grigio scuri per la presenza di materiale torboso. Si presenta saturo e poco addensato.
4,40	4,46	SSL Sabbia da media a fine e limosa con colori grigio azzurri, satura e mediamente addensata. Il livello presenta una grana progressivamente decrescente dal basso verso l'alto.
4,46	4,48	S Sabbia media e fine con colori grigio scuri per la presenza di

			materiale torboso. Il livello si presenta saturo e poco addensato.
4,48	4,73	S	Sabbia da media a fine con colori grigio azzurri, satura e mediamente addensata, che tende verso l'alto ad un limo (ultimi 6-7 centimetri).
4,73	4,87	S	Sabbia da media a fine con colori grigio azzurri, satura e mediamente addensata, che tende verso l'alto ad un limo e un'argilla.
4,87	5,00	S	Sabbia da media a fine con colori grigio azzurri, satura e mediamente addensata, che tende verso l'alto ad un limo.
5,00	5,23	S	Sabbia da grossolana a media con colori grigio azzurri, dove sono presenti resti animali (frammenti di gusci di conchiglie a colori chiari). Si presenta satura e mediamente addensata.
5,23	5,47	S	Sabbia da grossolana a media con colori grigio azzurri, satura e mediamente addensata, che tende verso l'alto a sabbia fine e limosa (ultimi 3 centimetri).
5,47	5,67	LS	Alternanze di esili passate sabbiose a granulometria media e fine (2 centimetri di spessore) con finale limoso e argilloso (5-6 centimetri di spessore), con colori grigio azzurri. L'orizzonte si presenta saturo e di consistenza mediocre.
5,67	9,45	S	Sabbia da grossolana a media e fine con colori grigio azzurri, dove si registra la presenza di resti animali (frammenti e gusci di bivalvi a colori chiari). Il livelli presenta uno stato saturo e un addensamento da sciolto a medio. Tra i 7 e 7,5 m di profondità la sabbia presenta una buona percentuale di materiale più fine (matrice limosa) che da una certa consistenza alla carota. La tipologia del terreno non ha permesso di recuperare integralmente la carota perforata.
9,45	9,72	S	Sabbia da grossolana a media con colori grigio azzurri, satura e mediamente addensata, che tende verso l'alto a sabbia fine con limo e argilla. La parte finale limosa e argillosa, spessa 10-12 centimetri, presenta una consistenza molle.
9,72	10,30	LA	Alternanze di strati costituiti da sabbia fine con limo e top argilloso. I colori continuano ad essere grigio azzurri e la consistenza è mediamente mediocre.
10,30	12,00	AAL	Argilla e argilla limosa grigio azzurra a consistenza plastica, con resti organici animali (frammenti e gusci di bivalvi). Sono presenti esili orizzonti a tonalità scure per la presenza di materiale torboso. Si rinvencono esili livelli più limosi.
12,00	12,50		CAMPIONE 2 prelevato durante il SONDAGGIO_PISAMO.
12,50	18,50	AAL	Argilla e argilla limosa grigio azzurra a consistenza plastica, con resti organici animali (frammenti e gusci di bivalvi). Sono presenti, sempre più, esili orizzonti con toni scuri per la presenza di materiale torboso. Si hanno esili livelli più limosi, in particolar modo tra i 14,50 e i 15,50 m di profondità.
Il CAMPIONE 1 (profondità compresa tra 2 m e 2,50 m dal p.c.) è stato prelevato a circa 2 m di distanza dal SONDAGGIO_PISAMO come da ubicazione riportata nella Figura 1 della relazione tecnica.			

**Allegato C3**





Un momento delle attività di perforazione svolte a carotaggio continuo per il Sondaggio\_PISAMO



Fuoriuscita della carota di terreno prelevata durante la perforazione per il Sondaggio\_PISAMO





Cassetta con le carote di terreno relativa alla profondità compresa tra 0 e 5 m dal p.c.



Cassetta con le carote di terreno relativa alla profondità compresa tra 5 m e 10 m dal p.c.





Cassetta con le carote di terreno relativa alla profondità compresa tra 10 m e 15 m dal p.c.



Cassetta con le carote di terreno relativa alla profondità compresa tra 15 m e 18,50 dal p.c.

**Allegato D**



**Ichnogeo** sas

56028 San Miniato Basso (PI)  
via Ilaria Alpi, 18/20  
tel 0571/43213 fax 0571/403063  
www.ichnogeo.it- info@ichnogeo.it

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
**Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Laboratorio autorizzato - settori A e C  
decreto n° 54814 del 28/04/2006  
rinnovo n° 3663 del 22/03/2012



## PESO DI VOLUME

*norma di riferimento:* UNI CEN ISO/TS 17892-2  
*deviazioni dalla norma:* nessuna

verbale di accettazione n° **103/13** del **04/07/2013**  
certificato di prova n° **0786/13** del **04/09/2013**

## UMIDITA' NATURALE

*norma di riferimento:* UNI CEN ISO/TS 17892-1  
*deviazioni dalla norma:* nessuna

Committente: **PISAMO S.p.A.**

Località: **Quartiere CEP Barbaricina (PI) - via della Fossa Ducaria/s.s. Aurelia**

identificativo campione: **S1 C1**

tipologia: **indisturbato**

profondità nominale (m): **2,0-2,5**

contenitore: **fustella metallica a pareti sottili**

data di prelievo: **30/07/2013**

diametro nominale (mm): **88.9**

data di arrivo: **30/07/2013**

lunghezza effettiva (cm): **46**

Descrizione del campione: **sabbia con limo debolmente argillosa, color giallo tendente al grigio verso il basso.**  
**Terreno non idoneo all'esecuzione del test di compressione semplice richiesto**

## DATI DI PROVA - PESO DI VOLUME

*data di esecuzione:* 01/08/2013

<i>volume(cm<sup>3</sup>)</i>	<i>peso umido (g)</i>	<i>test eseguito</i>	<i>localizzazione nel campione</i>
39.74	72.26	consolidazione edometrica	superiore
82.35	151.42	taglio diretto consolidato drenato- provino 1	superiore/centro-superiore
82.35	157.53	taglio diretto consolidato drenato- provino 2	centro-superiore
82.35	158.50	taglio diretto consolidato drenato- provino 3	centro/centro-superiore

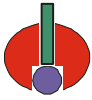
**Peso di volume**

**$\gamma$**

**18.37 kN/m<sup>3</sup>**

(medio, in condizioni di umidità naturale)





## DATI DI PROVA - UMIDITA' NATURALE

*data di esecuzione:* 01/08/2013

<i>peso umido (g)</i>	<i>peso secco (g)</i>	<i>test eseguito</i>	<i>localizzazione nel campione</i>
27.23	22.28	consolidazione edometrica	superiore
47.65	37.40	taglio diretto consolidato drenato- provino 1	superiore/centro-superiore
64.39	50.53	taglio diretto consolidato drenato- provino 2	centro-superiore
67.34	54.07	taglio diretto consolidato drenato- provino 3	centro/centro-superiore

**Umidità allo stato naturale**

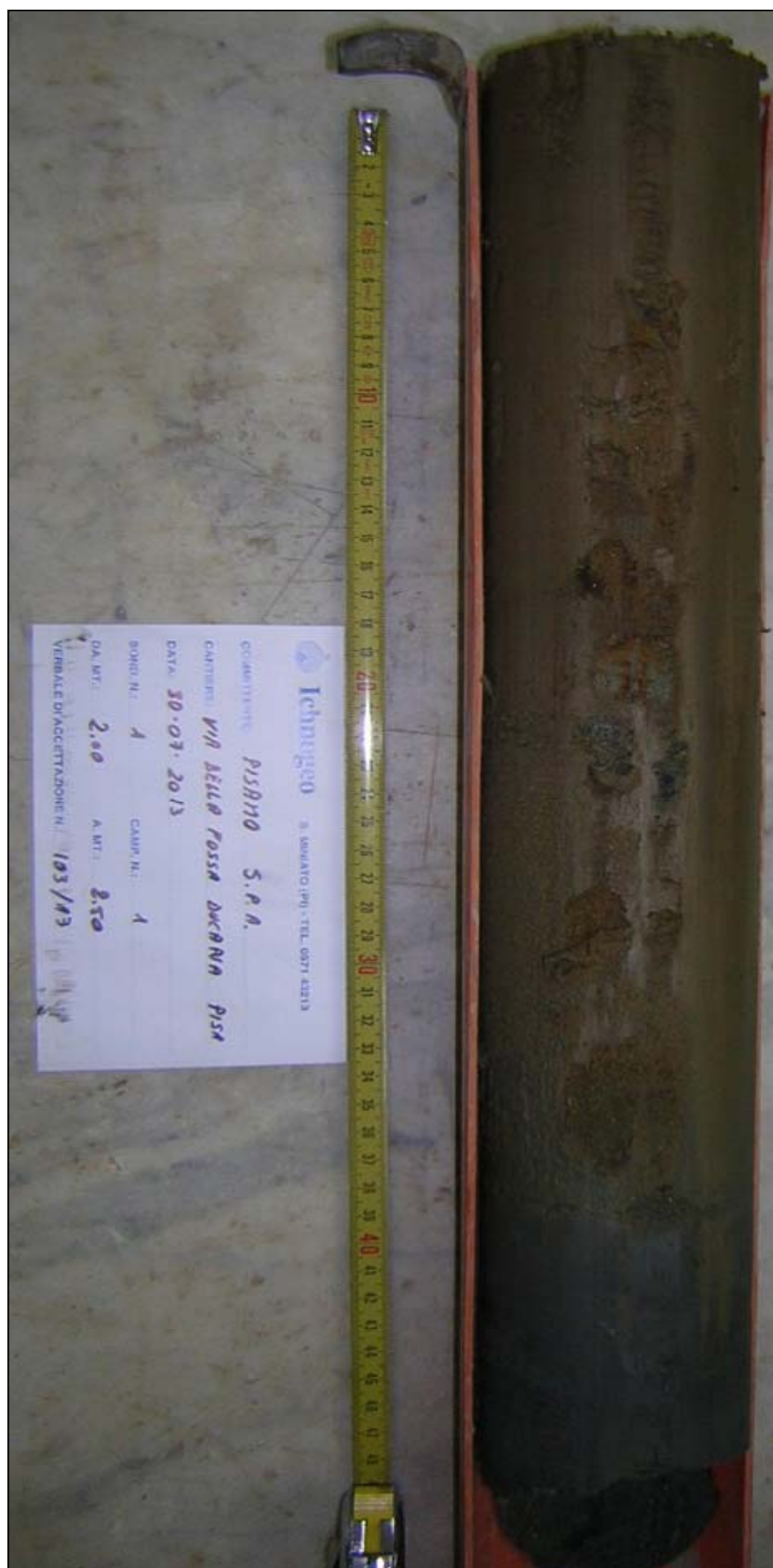
**W**

**25.40**

**%**



## FOTOGRAFIA DEL CAMPIONE



**ALTO**

**BASSO**



**Ichnogeo** sas

56028 San Miniato Basso (PI)  
via Ilaria Alpi, 18/20  
tel 0571/43213 fax 0571/403063  
www.ichnogeo.it- info@ichnogeo.it

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
**Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Laboratorio autorizzato - settori A e C  
decreto n° 54814 del 28/04/2006  
rinnovo n° 3663 del 22/03/2012



## ANALISI GRANULOMETRICA

*norme di riferimento:* Raccomandazioni AGI 1994  
*deviazioni dalle norme:* nessuna

verbale di accettazione n° **103/13** del **04/07/2013**  
certificato di prova n° **0787/13** del **04/09/2013**

Committente: **PISAMO S.p.A.**

Località: **Quartiere CEP Barbaricina (PI) - via della Fossa Ducaria/s.s. Aurelia**

identificativo campione: **S1 C1**

tipologia: **indisturbato**

profondità nominale (m): **2,0-2,5**

contenitore: **fustella metallica a pareti sottili**

data di prelievo: **30/07/2013**

diametro nominale (mm): **88.9**

data di arrivo: **30/07/2013**

lunghezza effettiva (cm): **46**

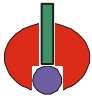
Descrizione del campione: **sabbia con limo debolmente argillosa, color giallo tendente al grigio verso il basso.  
Terreno non idoneo all'esecuzione del test di compressione semplice richiesto**

## DATI DI PROVA - SETACCIATURA PER VIA UMIDA

*data di esecuzione:* 05/08/2013

*massa terreno setacciato (g):* 100.00

$\phi$ / maglia (mm)	trattenuto (N)	passante (N)	passante (%)
2	0.00098	0.97968	99.90
1	0.00755	0.97311	99.23
0.425	0.01893	0.96173	98.07
0.180	0.14607	0.83459	85.10
0.075	0.38583	0.59484	60.66



## DATI DI PROVA - ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

data di esecuzione: 6-7/08/2013

densimetro utilizzato: ASTM 152 H

temperatura di prova (°C): 30.1

massa terreno alla sedimentazione (g): 30.00

<i>tempo (s)</i>	<i><math>\phi</math> (mm)</i>	<i>lettura densimetrica*</i>	<i>passante (%)</i>
60	0.040	33	43.24
120	0.030	27	35.11
300	0.020	20	25.62
900	0.012	15	18.85
1800	0.008	13	16.14
3600	0.006	12	14.78
7200	0.004	11.5	14.10
14400	0.003	10.5	12.75
86400	0.0012	8.5	10.04

\*correzioni applicate:

$C_m = 0.5$

$C_d = 5$

$C_t = 4.4$

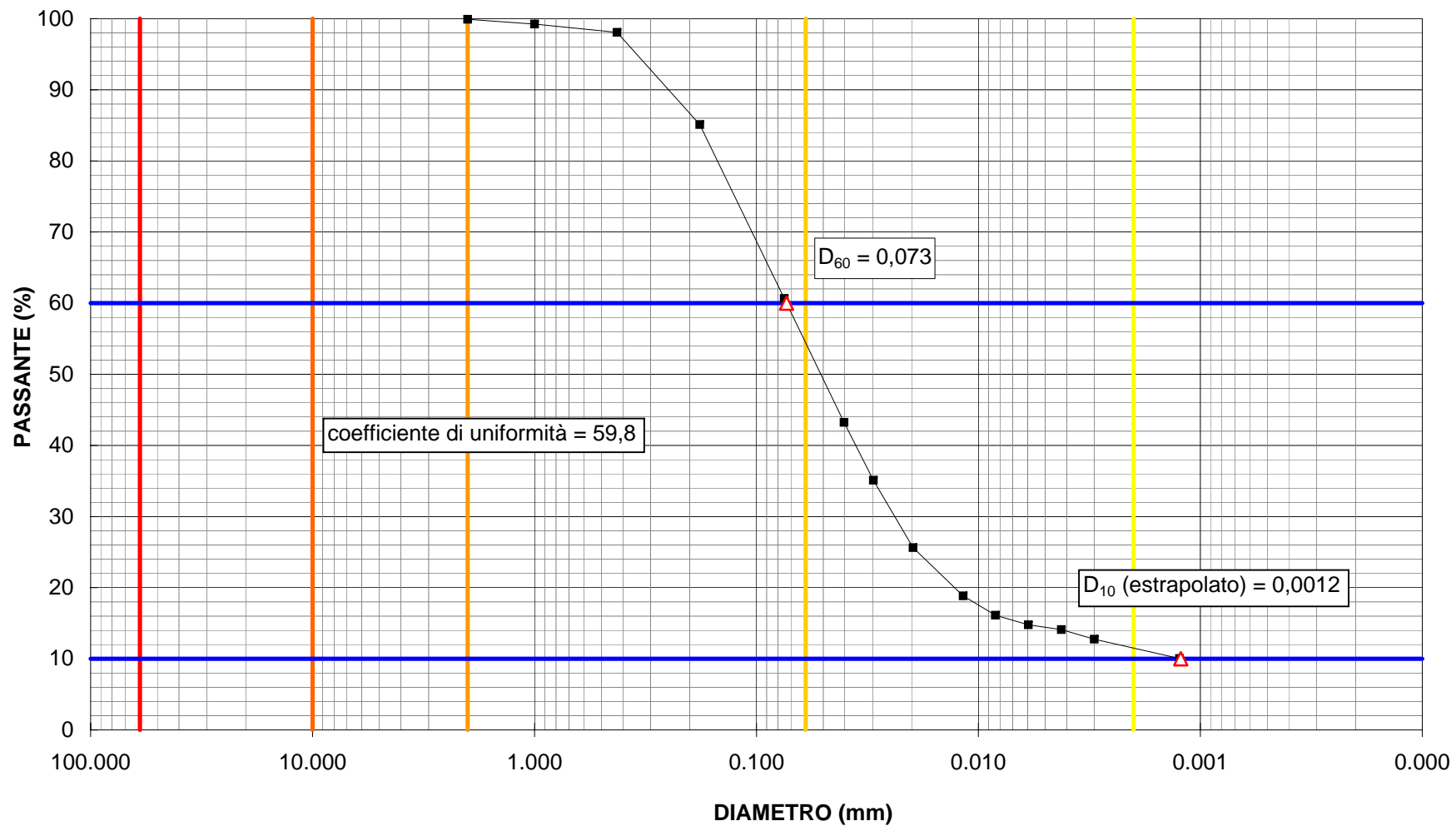
### composizione granulometrica

% ghiaia	0.1
% sabbia	45.5
% limo	42.9
% argilla	11.5
totale	100.00





### S1 C1 - elaborazione dati





**Ichnogeo** sas

56028 San Miniato Basso (PI)  
via Ilaria Alpi, 18/20  
tel 0571/43213 fax 0571/403063  
www.ichnogeo.it- info@ichnogeo.it

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
**Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Laboratorio autorizzato - settori A e C  
decreto n° 54814 del 28/04/2006  
rinnovo n° 3663 del 22/03/2012



## LIMITI DI ATTERBERG

*norma di riferimento* : CNR-UNI 10014  
*deviazioni dalla norma*: nessuna

verbale di accettazione n° **103/13** del **04/07/2013**  
certificato di prova n° **0788/13** del **04/09/2013**

Committente: **PISAMO S.p.A.**

Località: **Quartiere CEP Barbaricina (PI) - via della Fossa Ducaria/s.s. Aurelia**

identificativo campione: **S1 C1** tipologia: **indisturbato**  
profondità nominale (m): **2,0-2,5** contenitore: **fustella metallica a pareti sottili**  
data di prelievo: **30/07/2013** diametro nominale (mm): **88.9**  
data di arrivo: **30/07/2013** lunghezza effettiva (cm): **46**

Descrizione del campione: **sabbia con limo debolmente argillosa, color giallo tendente al grigio verso il basso.**  
**Terreno non idoneo all'esecuzione del test di compressione semplice richiesto**

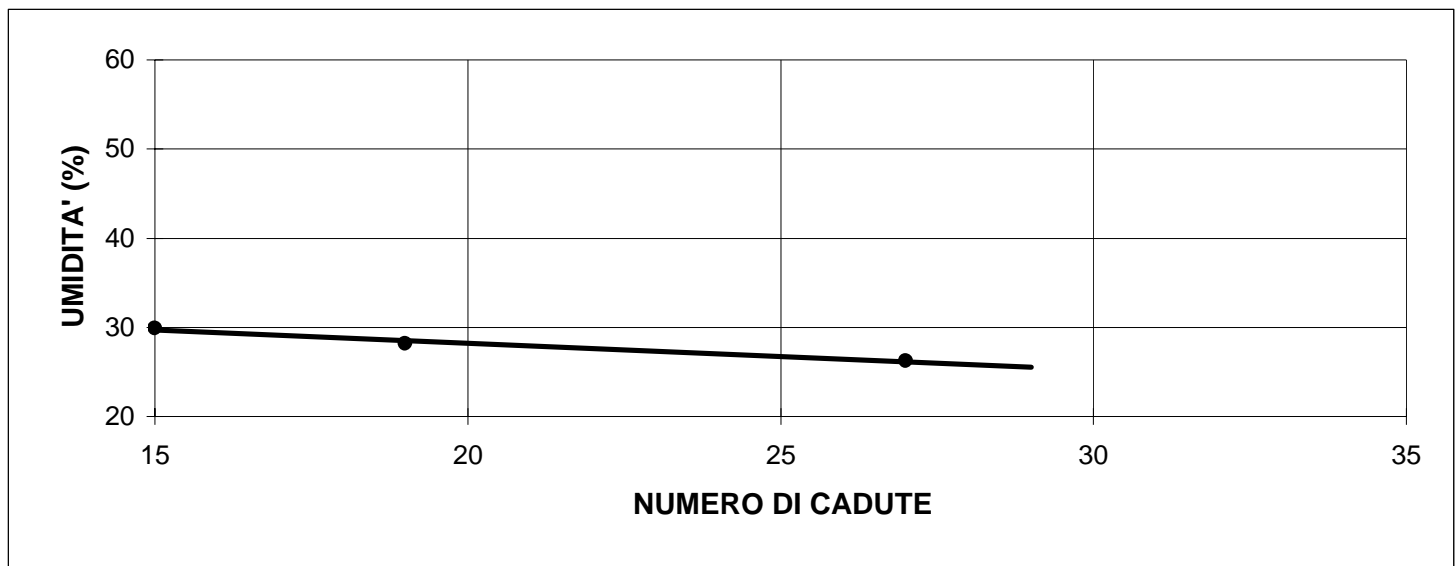
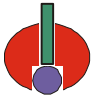
## DATI DI PROVA

*data di esecuzione*: 05/08/2013

<i>limite di liquidità</i>				<i>limite di plasticità</i>		
<i>n° di cadute</i>	<i>peso umido (g)</i>	<i>peso secco (g)</i>	<i>umidità (%)</i>	<i>peso umido (g)</i>	<i>peso secco (g)</i>	<i>umidità (%)</i>
15	6.73	5.18	29.92			
19	7.27	5.67	28.22			
27	8.37	6.63	26.24			

<i>limite di ritiro</i>			
<i>volume umido (cm<sup>3</sup>)</i>	<i>peso umido (g)</i>	<i>volume secco (cm<sup>3</sup>)</i>	<i>peso secco (g)</i>

<i>LIMITE DI LIQUIDITA'</i>	<b>W<sub>I</sub></b>	27	%
<i>LIMITE DI PLASTICITA'</i>	<b>W<sub>p</sub></b>	N.P.	
<i>LIMITE DI RITIRO</i>	<b>W<sub>r</sub></b>		
<i>INDICE DI PLASTICITA'</i>	<b>IP</b>		





## PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

*norma di riferimento* : ASTM D2435

*deviazioni dalla norma*: nessuna

verbale di accettazione n° **103/13** del **04/07/2013**  
certificato di prova n° **0789/13** del **04/09/2013**

Committente: **PISAMO S.p.A.**

Località: **Quartiere CEP Barbaricina (PI) - via della Fossa Ducaria/s.s. Aurelia**

identificativo campione: **S1 C1** tipologia: **indisturbato**  
profondità nominale (m): **2,0-2,5** contenitore: **fustella metallica a pareti sottili**  
data di prelievo: **30/07/2013** diametro nominale (mm): **88.9**  
data di arrivo: **30/07/2013** lunghezza effettiva (cm): **46**

Descrizione del campione: **sabbia con limo debolmente argillosa, color giallo tendente al grigio verso il basso.**  
**Terreno non idoneo all'esecuzione del test di compressione semplice richiesto**

## CARATTERISTICHE DEL PROVINO

<i>sezione</i>	19.87	cm <sup>2</sup>	<i>indice dei vuoti iniziale</i>	0.882	
<i>altezza iniziale</i>	20.00	mm	<i>altezza ridotta</i>	10.629	mm
<i>massa iniziale</i>	72.26	g	<i>altezza finale</i>	16.43	mm
<i>umidità iniziale</i>	22.22	%	<i>umidità finale</i>	20.46	%
<i>peso specifico dei granuli</i>	26.96	kN/m <sup>3</sup>	<i>massa secca finale</i>	58.07	g



## DATI DI PROVA

<i>data inizio</i>	<i>carico (kPa)</i>	<i>altezza (mm)</i>	<i>dH (mm)</i>	<i>indice vuoti</i>	<i>dH/H<sub>0</sub> (%)</i>	<i>m<sub>v</sub> (kPa<sup>-1</sup>)</i>	<i>E<sub>ed</sub> (kPa)</i>
01/08/2013	5	20.000	0.000	0.882	0.000		
01/08/2013	12.3	19.848	0.152	0.867	0.760	1.033E-03	9.678E+02
02/08/2013	25	19.647	0.353	0.848	1.765	8.199E-04	1.220E+03
03/08/2013	49	19.304	0.696	0.816	3.480	6.995E-04	1.430E+03
<i>data inizio</i>	<i>carico (kPa)</i>	<i>altezza (mm)</i>	<i>dH (mm)</i>	<i>indice vuoti</i>	<i>dH/H<sub>0</sub> (%)</i>	<i>c<sub>s</sub> (kPa<sup>-1</sup>)</i>	<i>SR (kPa<sup>-1</sup>)</i>
04/08/2013	25	19.317	0.683	0.817	3.415	4.063E-03	0.216
05/08/2013	12.3	19.351	0.649	0.821	3.245	1.063E-02	0.565
<i>data inizio</i>	<i>carico (kPa)</i>	<i>altezza (mm)</i>	<i>dH (mm)</i>	<i>indice vuoti</i>	<i>dH/H<sub>0</sub> (%)</i>	<i>m<sub>v</sub> (kPa<sup>-1</sup>)</i>	<i>E<sub>ed</sub> (kPa)</i>
06/08/2013	25	19.342	0.658	0.820	3.290	3.671E-05	2.724E+04
07/08/2013	49	19.264	0.736	0.812	3.680	1.591E-04	6.286E+03
08/08/2013	98	18.793	1.207	0.768	6.035	4.809E-04	2.079E+03
09/08/2013	196	18.226	1.774	0.715	8.870	2.889E-04	3.461E+03
10/08/2013	392	17.637	2.363	0.659	11.815	1.502E-04	6.660E+03
11/08/2013	785	17.040	2.960	0.603	14.800	7.610E-05	1.314E+04
12/08/2013	1569	16.430	3.570	0.546	17.850	3.888E-05	2.572E+04
<i>data inizio</i>	<i>carico (kPa)</i>	<i>altezza (mm)</i>	<i>dH (mm)</i>	<i>indice vuoti</i>	<i>dH/H<sub>0</sub> (%)</i>	<i>c<sub>s</sub> (kPa<sup>-1</sup>)</i>	<i>SR (kPa<sup>-1</sup>)</i>
13/08/2013	392	16.540	3.460	0.556	17.300	1.719E-02	0.914
14/08/2013	98	16.655	3.345	0.567	16.725	1.797E-02	0.955
15/08/2013	25	16.787	3.213	0.579	16.065	2.063E-02	1.096
16/08/2013	5	16.882	3.118	0.588	15.590	1.279E-02	0.680

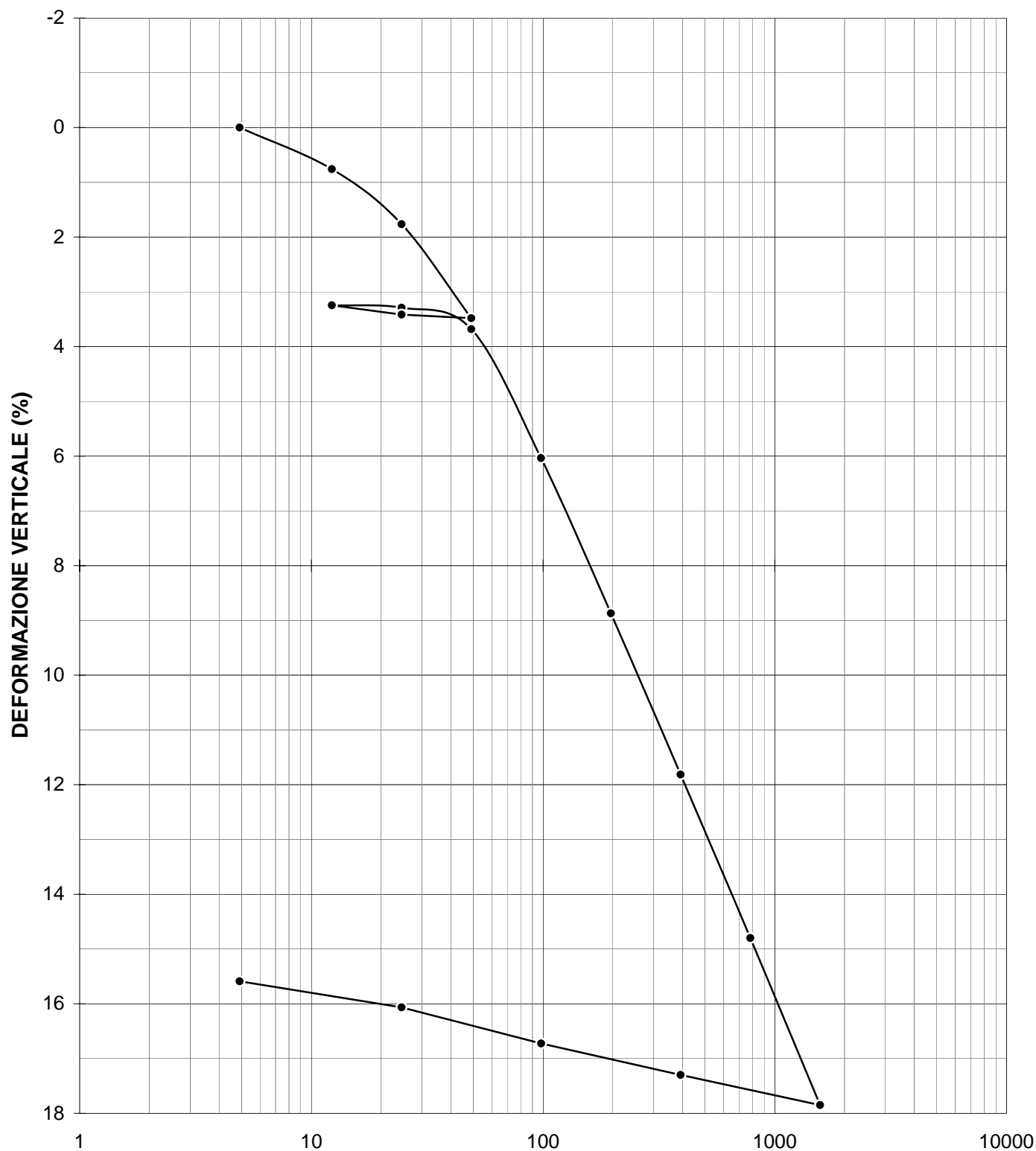
## DATI DI PROVA: ANDAMENTO DEI CEDIMENTI NEL TEMPO

<i>gradino IV (49-98 kPa)</i>		<i>gradino V (98-196 kPa)</i>	
<i>tempo (s)</i>	<i>dH (mm)</i>	<i>tempo (s)</i>	<i>dH (mm)</i>
0	0.736	0	1.207
6	0.995	6	1.521
15	1.025	15	1.568
30	1.050	30	1.601
60	1.079	60	1.632
120	1.102	120	1.660
240	1.121	240	1.680
480	1.138	480	1.697
900	1.150	900	1.712
1800	1.161	1800	1.724
3600	1.171	3600	1.736
7200	1.180	7200	1.746
14400	1.190	14400	1.757
28800	1.200	28800	1.766
86400	1.207	86400	1.774



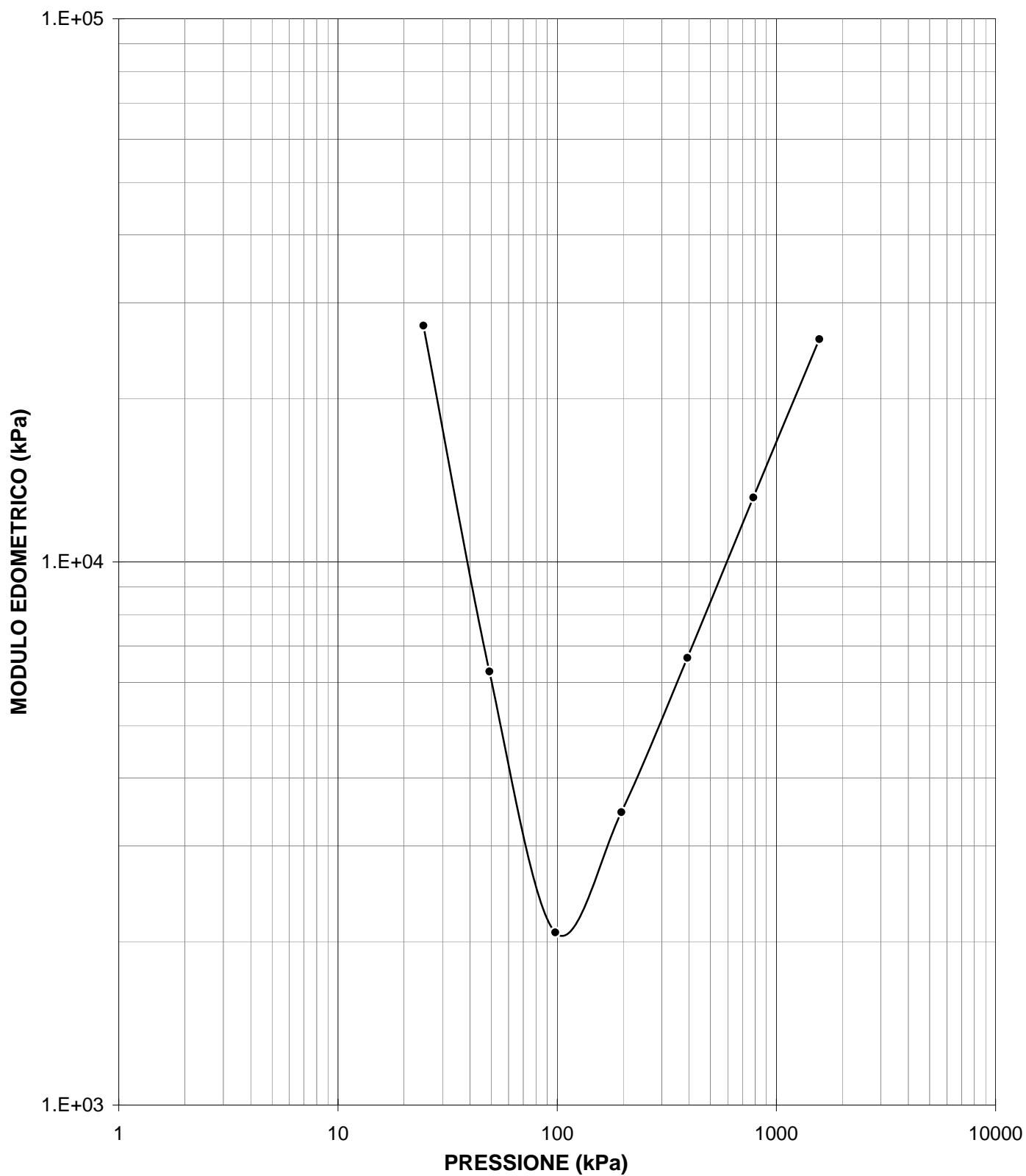
## CURVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

PRESSIONE (kPa)





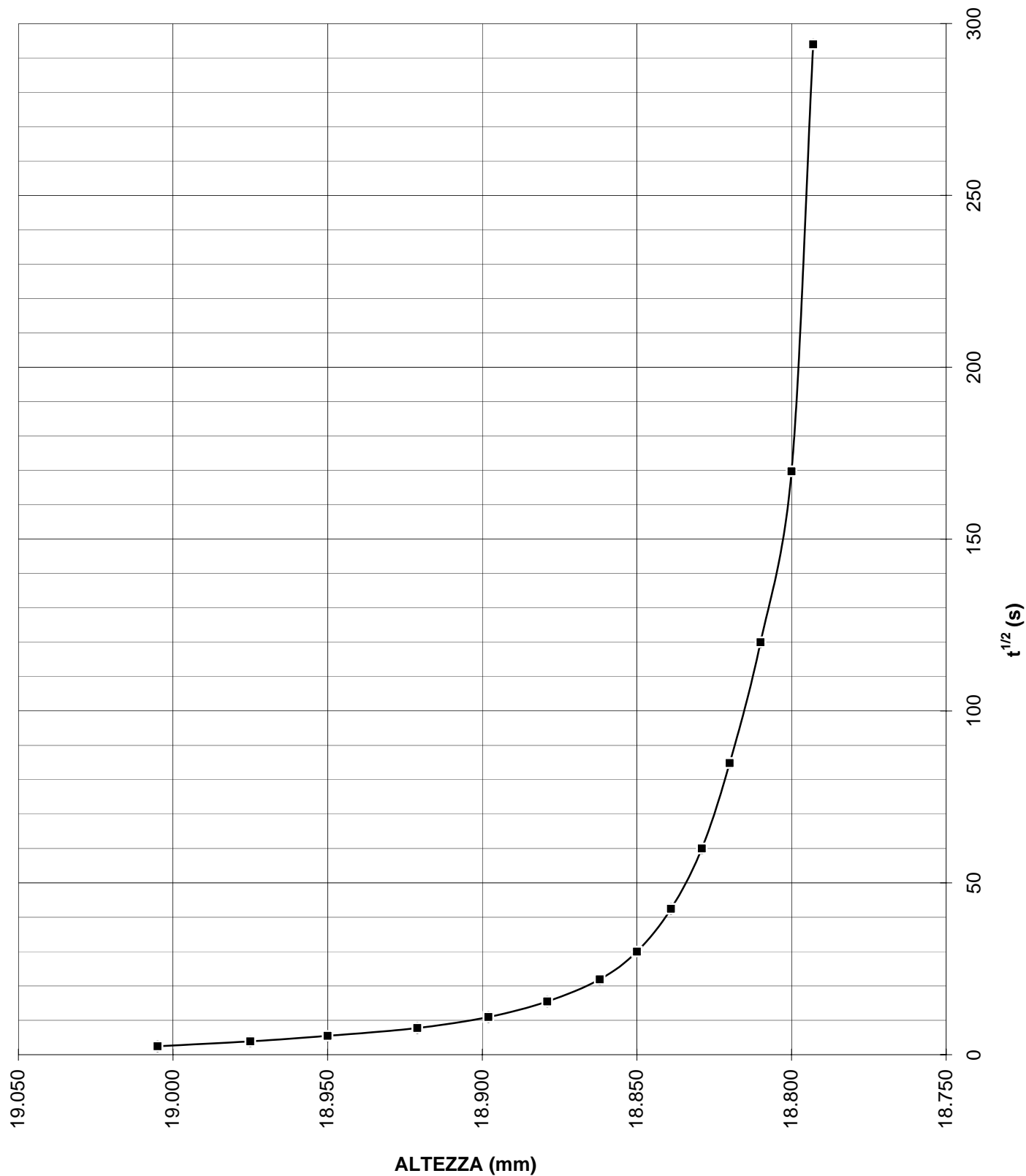
## CURVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA - II





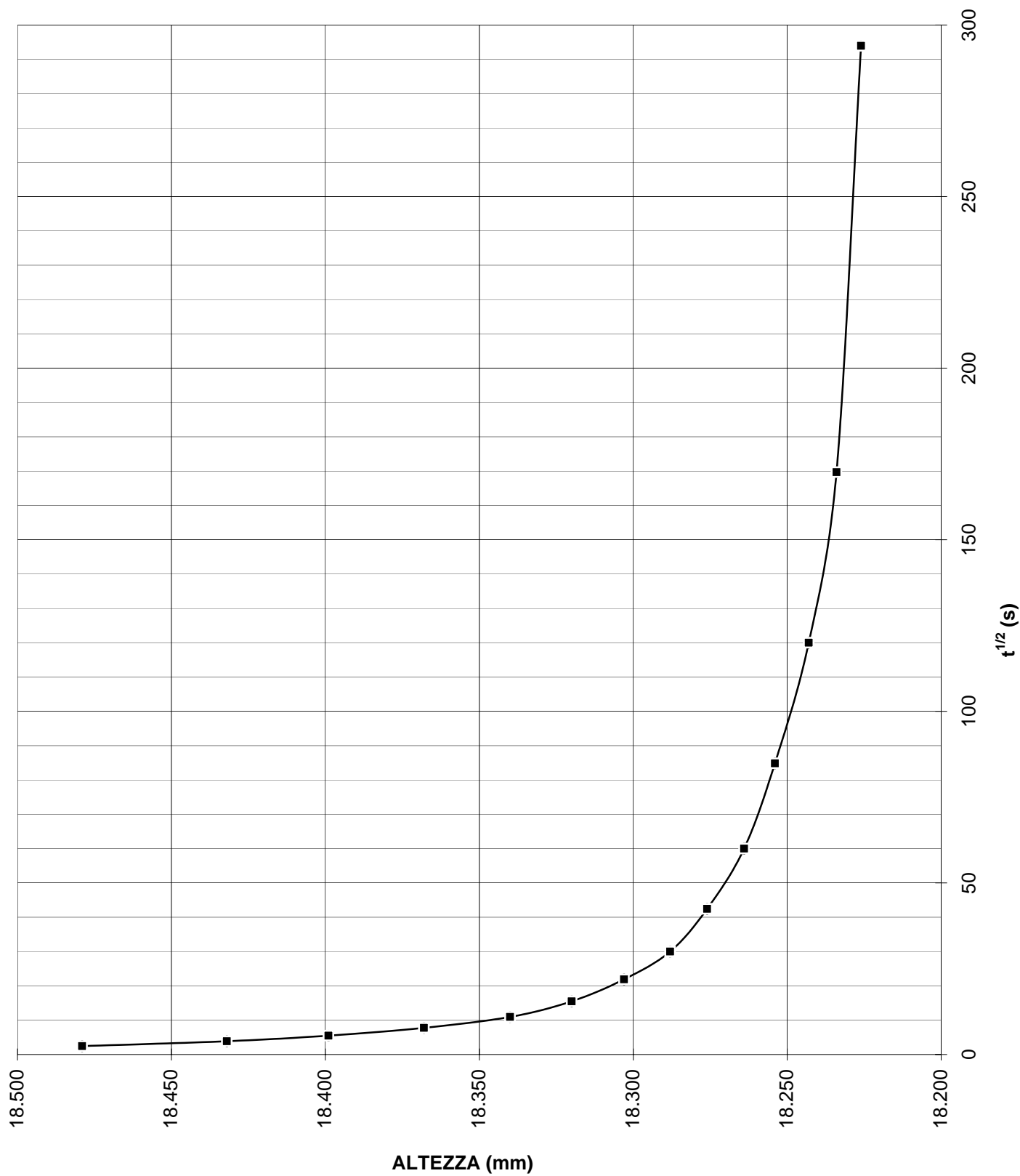


### ANDAMENTO DEI CEDIMENTI NEL TEMPO - gradino IV





### ANDAMENTO DEI CEDIMENTI NEL TEMPO - gradino V

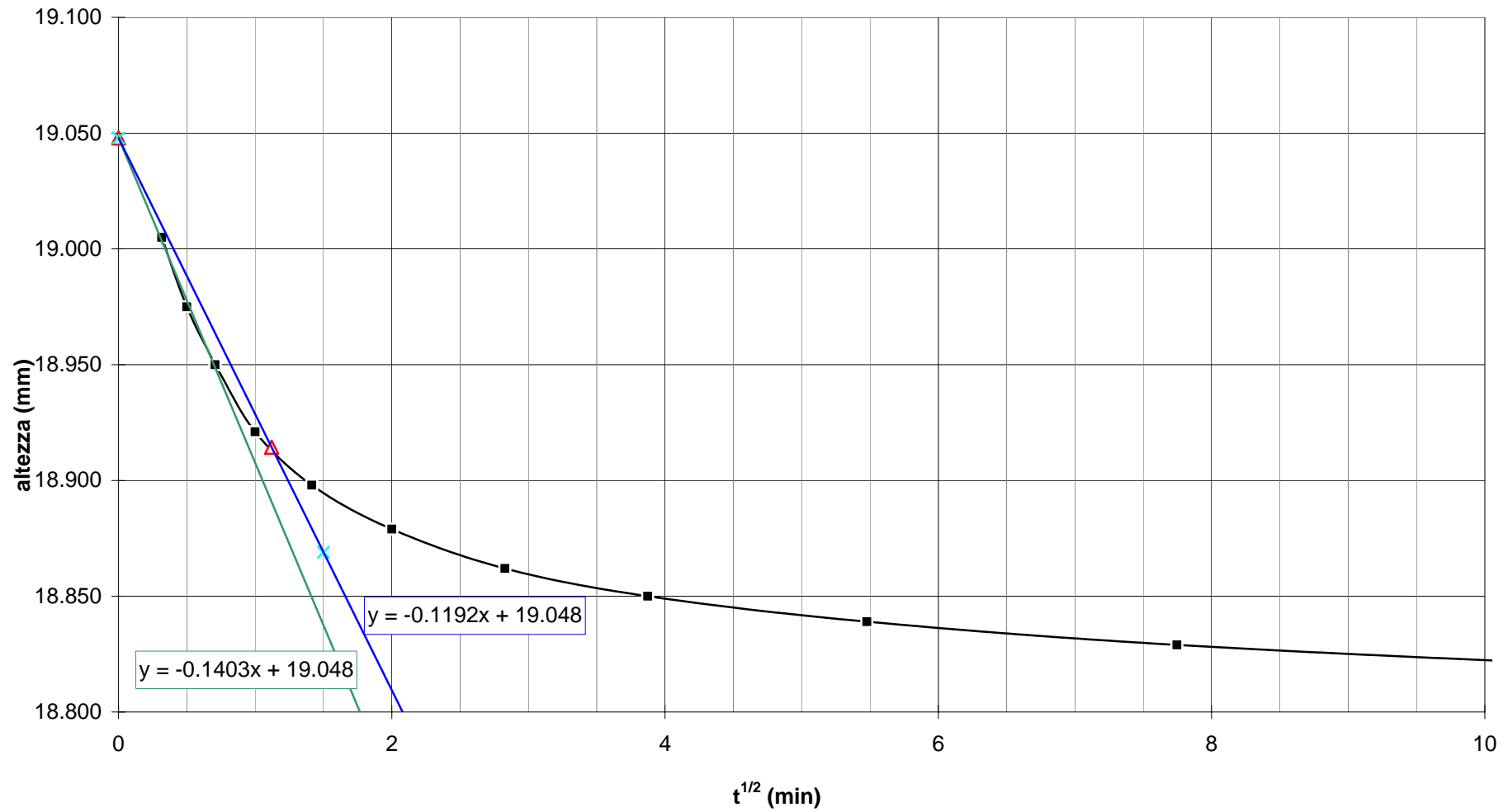


campione: S1 C1

cedimento a inizio di prova	0.736	mm	gradino IV (49-98 kPa)
altezza del campione a t=0	$h_0 =$	1.905 cm	
altezza campione al 90% della consolidazione primaria	$h_{90} =$	1.891 cm	
altezza campione al 50% della consolidazione primaria	$h_{50} =$	1.897 cm	
tempo al 90% della consolidazione primaria	$t_{90} =$	75 s	
coefficiente di consolidazione	$C_v =$	<b>1.01E-02</b> cm <sup>2</sup> /s	
coefficiente di compressibilità volumetrica	$m_v =$	<b>4.81E-04</b> kPa <sup>-1</sup>	
coefficiente di permeabilità verticale	$K_v =$	<b>4.88E-07</b> cm/s	

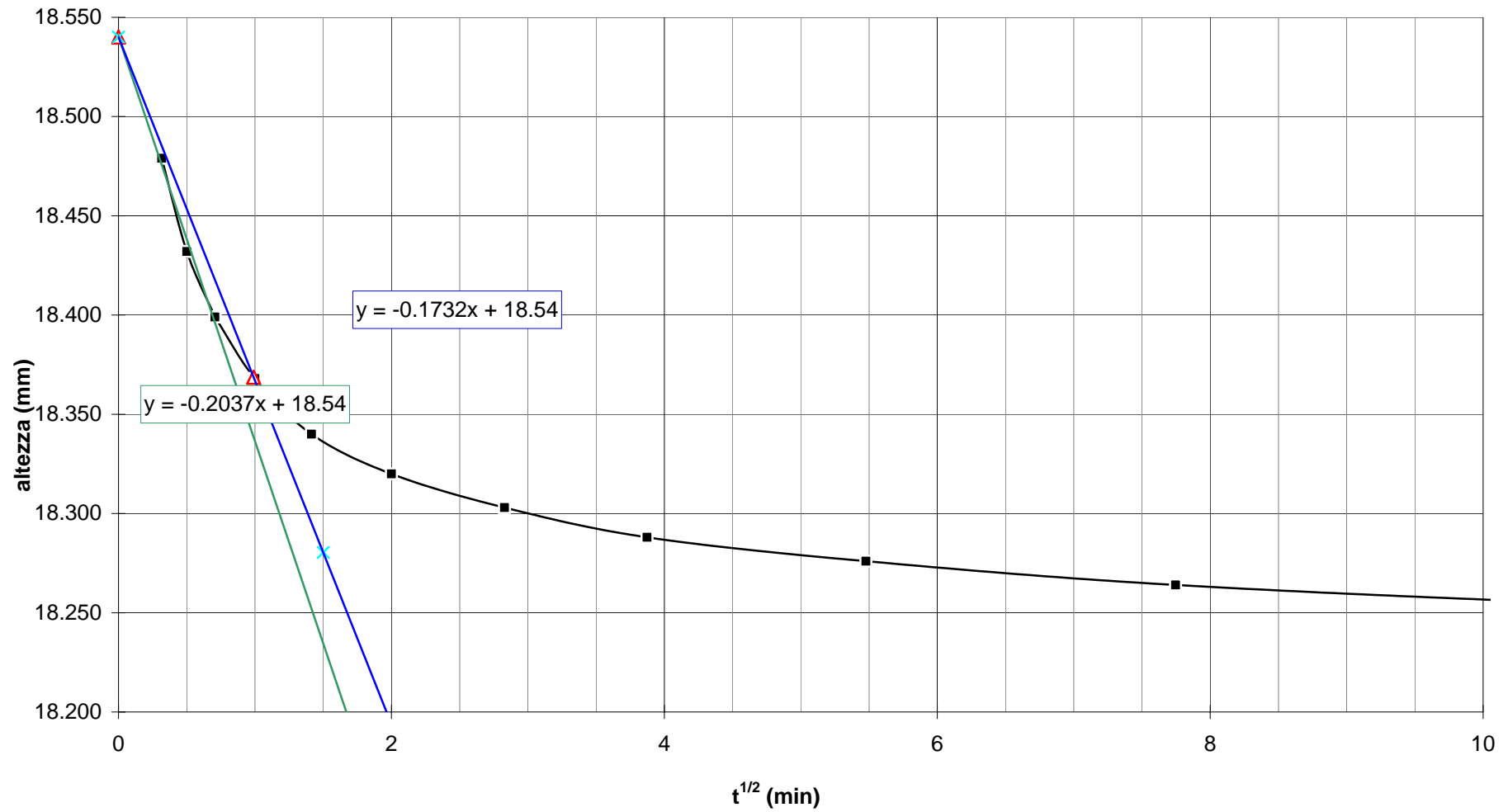
cedimento a inizio di prova	1.207	mm	gradino V (98-196 kPa)
altezza del campione a t=0	$h_0 =$	1.854 cm	
altezza campione al 90% della consolidazione primaria	$h_{90} =$	1.837 cm	
altezza campione al 50% della consolidazione primaria	$h_{50} =$	1.844 cm	
tempo al 90% della consolidazione primaria	$t_{90} =$	59 s	
coefficiente di consolidazione	$C_v =$	<b>1.23E-02</b> cm <sup>2</sup> /s	
coefficiente di compressibilità volumetrica	$m_v =$	<b>2.89E-04</b> kPa <sup>-1</sup>	
coefficiente di permeabilità verticale	$K_v =$	<b>3.54E-07</b> cm/s	

### S1 C1 - ANDAMENTO DEI CEDIMENTI NEL TEMPO - gradino IV





S1 C1 - ANDAMENTO DEI CEDIMENTI NEL TEMPO - gradino V



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATO DRENATO

*norma di riferimento:* UNI CEN ISO/TS 17892-10

*deviazioni dalla norma:* nessuna

verbale di accettazione n° **103/13** del **04/07/2013**  
certificato di prova n° **0790/13** del **04/09/2013**

Committente: **PISAMO S.p.A.**

Località: **Quartiere CEP Barbaricina (PI) - via della Fossa Ducaria/s.s. Aurelia**

identificativo campione: **S1 C1** tipologia: **indisturbato**  
profondità nominale (m): **2,0-2,5** contenitore: **fustella metallica a pareti sottili**  
data di prelievo: **30/07/2013** diametro nominale (mm): **88.9**  
data di arrivo: **30/07/2013** lunghezza effettiva (cm): **46**

Descrizione del campione: **sabbia con limo debolmente argillosa, color giallo tendente al grigio verso il basso.**  
**Terreno non idoneo all'esecuzione del test di compressione semplice richiesto**

## CARATTERISTICHE DEL PROVINO

provino n° 1

<i>sezione</i>	36.00	cm <sup>2</sup>		
<i>altezza iniziale</i>	2.29	cm	<i>altezza finale</i>	2.21 cm
<i>massa iniziale</i>	151.42	g	<i>umidità finale</i>	29.75 %
<i>umidità iniziale</i>	27.41	%		



### DATI DI PROVA: FASE DI CONSOLIDAZIONE

data di esecuzione: 01/08/2013

carico verticale applicato: 49 kPa

tempo (s)	cedimento (mm)	tempo (s)	cedimento (mm)
3	0.030	605	0.246
5	0.044	1028	0.253
9	0.052	1748	0.271
15	0.063	2971	0.273
25	0.079	5051	0.276
43	0.096	8587	0.282
72	0.188	14598	0.288
123	0.206	24817	0.296
209	0.220	42189	0.297
356	0.236	71721	0.302

### DATI DI PROVA: FASE DI ROTTURA

data di esecuzione: 02/08/2013

velocità di deformazione: 0.025  $\mu\text{m/s}$   
carico verticale applicato: 49 kPa

nota: lo sforzo di taglio è calcolato tenendo conto della riduzione di area del provino

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
0.000	0.000	0.0	0.00	0.953	-0.157	86.7	24.46
0.027	-0.009	24.7	6.85	1.007	-0.162	86.9	24.55
0.071	-0.019	53.5	14.87	1.069	-0.170	88.8	25.10
0.120	-0.033	59.2	16.49	1.124	-0.179	89.4	25.32
0.179	-0.044	65.2	18.17	1.181	-0.188	89.9	25.47
0.244	-0.055	68.7	19.16	1.236	-0.201	92.0	26.09
0.301	-0.065	71.9	20.08	1.304	-0.212	91.5	25.98
0.359	-0.077	73.5	20.55	1.364	-0.219	92.4	26.27
0.417	-0.086	75.6	21.15	1.426	-0.229	93.4	26.56
0.473	-0.083	77.7	21.75	1.484	-0.237	95.2	27.11
0.534	-0.097	80.7	22.61	1.547	-0.245	97.3	27.74
0.591	-0.106	83.2	23.35	1.612	-0.254	99.6	28.42
0.654	-0.114	83.9	23.56	1.673	-0.261	101.4	28.98
0.710	-0.121	84.6	23.78	1.736	-0.269	102.8	29.41
0.767	-0.129	85.1	23.93	1.792	-0.277	102.8	29.44
0.826	-0.137	85.5	24.09	1.846	-0.283	102.1	29.26
0.887	-0.146	84.1	23.72	1.908	-0.292	102.1	29.30

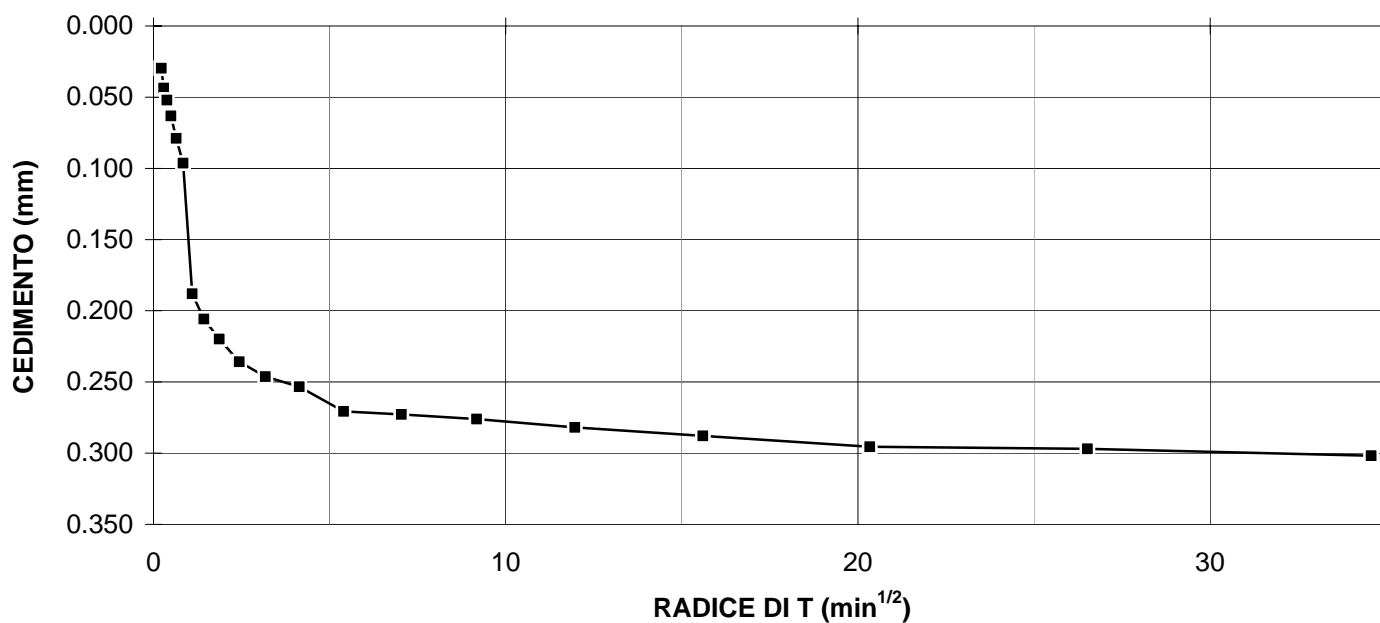


<i>dislocamento orizzontale (mm)</i>	<i>deformazione verticale (mm)</i>	<i>forza tangenziale (N)</i>	<i>sforzo di taglio (kPa)</i>	<i>dislocamento orizzontale (mm)</i>	<i>deformazione verticale (mm)</i>	<i>forza tangenziale (N)</i>	<i>sforzo di taglio (kPa)</i>
1.974	-0.299	103.0	29.59	3.506	-0.412	115.7	34.14
2.038	-0.299	101.7	29.23	3.564	-0.417	118.0	34.85
2.102	-0.306	103.3	29.72	3.623	-0.421	118.0	34.89
2.159	-0.310	105.4	30.35	3.691	-0.426	118.7	35.14
2.210	-0.317	109.0	31.44	3.748	-0.429	119.0	35.24
2.280	-0.324	107.4	31.01	3.814	-0.432	121.5	36.03
2.334	-0.330	107.7	31.11	3.857	-0.435	121.5	36.06
2.394	-0.334	108.8	31.48	3.927	-0.439	122.9	36.52
2.456	-0.339	108.1	31.31	3.984	-0.443	122.9	36.55
2.499	-0.343	107.4	31.13	4.056	-0.447	123.8	36.88
2.576	-0.348	107.9	31.31	4.118	-0.451	123.1	36.71
2.639	-0.352	107.2	31.14	4.169	-0.456	123.8	36.95
2.703	-0.357	109.0	31.71	4.239	-0.460	121.0	36.17
2.754	-0.359	113.2	32.95	4.310	-0.463	121.7	36.42
2.815	-0.364	112.5	32.78	4.373	-0.465	120.8	36.19
2.861	-0.367	113.2	33.01	4.444	-0.469	121.0	36.30
2.918	-0.370	112.5	32.84	4.501	-0.473	120.8	36.27
2.983	-0.375	114.1	33.35	4.559	-0.476	123.1	37.00
3.046	-0.376	114.6	33.52	4.623	-0.477	124.0	37.32
3.098	-0.380	114.6	33.55	4.676	-0.479	124.3	37.43
3.159	-0.384	116.2	34.06	4.749	-0.482	123.1	37.13
3.211	-0.388	116.4	34.16	4.805	-0.483	122.4	36.96
3.270	-0.392	116.2	34.13	4.852	-0.487	120.6	36.43
3.333	-0.397	115.5	33.96	4.919	-0.490	119.0	35.99
3.394	-0.398	115.7	34.07	4.980	-0.491	116.2	35.19
3.452	-0.409	116.2	34.24	5.029	-0.494	114.8	34.80

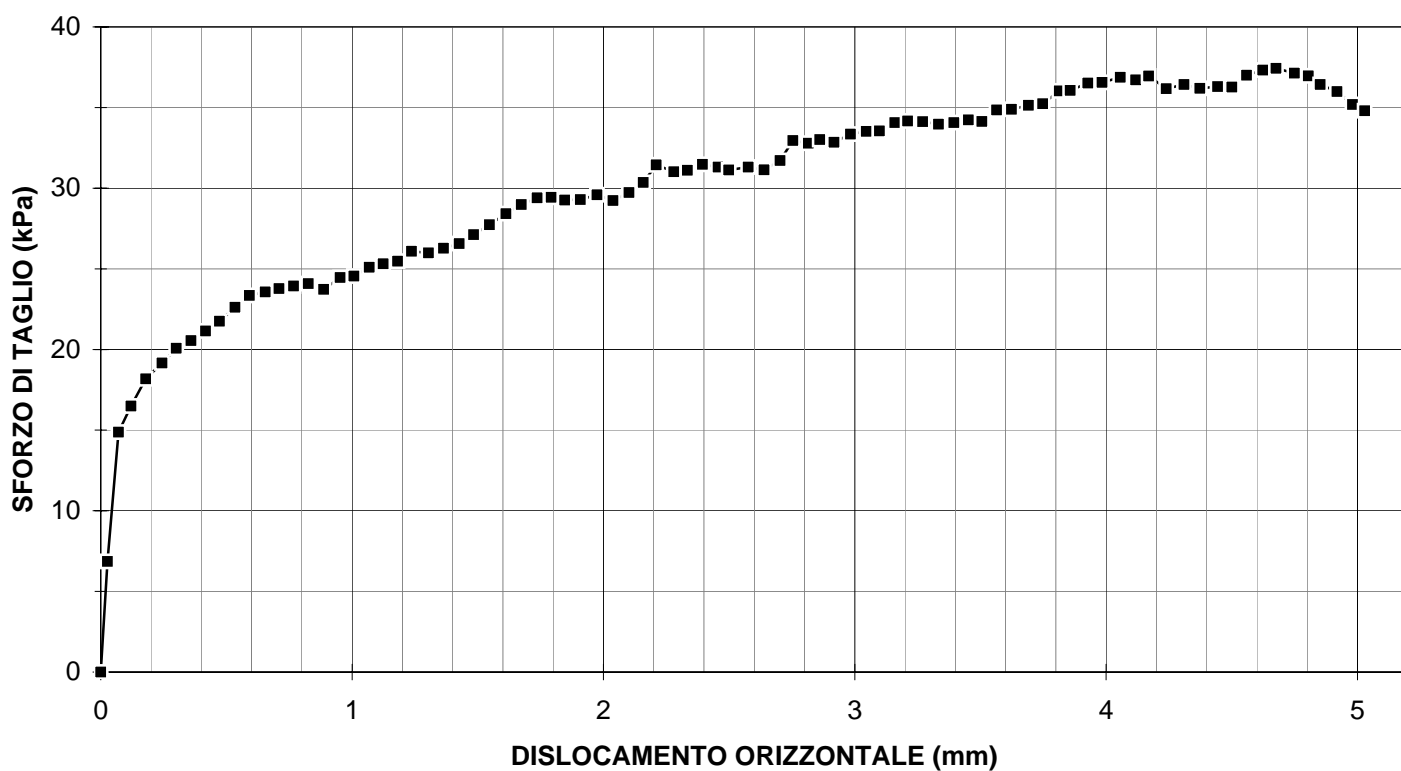




### FASE DI CONSOLIDAZIONE

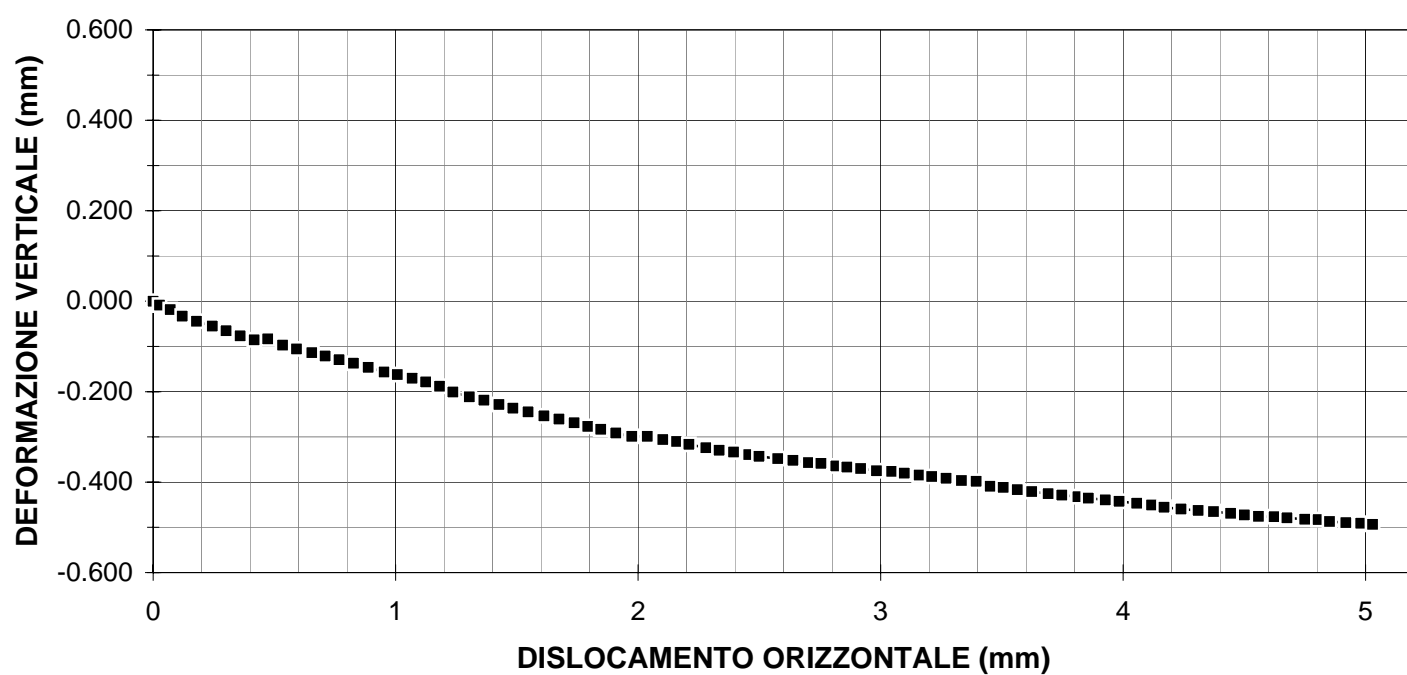


### CURVA DI ROTTURA - I





## CURVA DI ROTTURA - II



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATO DRENATO

*norma di riferimento:* UNI CEN ISO/TS 17892-10

*deviazioni dalla norma:* nessuna

verbale di accettazione n° **103/13** del **04/07/2013**  
certificato di prova n° **0791/13** del **04/09/2013**

Committente: **PISAMO S.p.A.**

Località: **Quartiere CEP Barbaricina (PI) - via della Fossa Ducaria/s.s. Aurelia**

identificativo campione: **S1 C1** tipologia: **indisturbato**  
profondità nominale (m): **2,0-2,5** contenitore: **fustella metallica a pareti sottili**  
data di prelievo: **30/07/2013** diametro nominale (mm): **88.9**  
data di arrivo: **30/07/2013** lunghezza effettiva (cm): **46**

Descrizione del campione: **sabbia con limo debolmente argillosa, color giallo tendente al grigio verso il basso.**  
**Terreno non idoneo all'esecuzione del test di compressione semplice richiesto**

## CARATTERISTICHE DEL PROVINO

provino n° 2

<i>sezione</i>	36.00	cm <sup>2</sup>			
<i>altezza iniziale</i>	2.29	cm	<i>altezza finale</i>	2.20	cm
<i>massa iniziale</i>	157.53	g	<i>umidità finale</i>	25.97	%
<i>umidità iniziale</i>	27.43	%			



### DATI DI PROVA: FASE DI CONSOLIDAZIONE

data di esecuzione: 01/08/2013

carico verticale applicato: 98 kPa

tempo (s)	cedimento (mm)	tempo (s)	cedimento (mm)
3	0.142	605	0.446
5	0.191	1028	0.453
9	0.243	1748	0.459
15	0.279	2971	0.465
25	0.320	5051	0.469
43	0.373	8587	0.473
72	0.401	14598	0.477
123	0.419	24817	0.481
209	0.429	42189	0.482
356	0.438	71721	0.488

### DATI DI PROVA: FASE DI ROTTURA

data di esecuzione: 02/08/2013

velocità di deformazione: 0.025  $\mu\text{m/s}$   
carico verticale applicato: 98 kPa

nota: lo sforzo di taglio è calcolato tenendo conto della riduzione di area del provino

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
0.000	0.000	0.0	0.00	0.983	-0.157	175.4	49.54
0.054	0.000	79.6	22.14	1.049	-0.183	178.9	50.58
0.110	0.078	114.3	31.80	1.113	-0.183	181.2	51.28
0.147	-0.026	130.4	36.32	1.173	-0.183	183.5	51.99
0.202	-0.026	137.4	38.28	1.233	-0.209	187.0	53.03
0.264	-0.026	145.4	40.57	1.286	-0.209	188.1	53.40
0.319	-0.052	151.2	42.22	1.346	-0.209	192.8	54.77
0.388	-0.052	152.4	42.59	1.402	-0.209	193.9	55.15
0.451	-0.078	150.1	41.99	1.468	-0.235	196.2	55.87
0.510	-0.078	157.0	43.98	1.531	-0.235	199.7	56.91
0.571	-0.105	157.0	44.02	1.570	-0.235	202.0	57.61
0.620	-0.105	158.1	44.38	1.624	-0.235	204.3	58.32
0.678	-0.105	159.3	44.75	1.681	-0.262	206.6	59.04
0.744	-0.131	161.6	45.45	1.735	-0.262	207.8	59.42
0.811	-0.131	165.1	46.47	1.798	-0.262	210.1	60.15
0.869	-0.157	168.5	47.49	1.851	-0.262	210.1	60.21
0.924	-0.157	172.0	48.51	1.908	-0.262	211.2	60.60

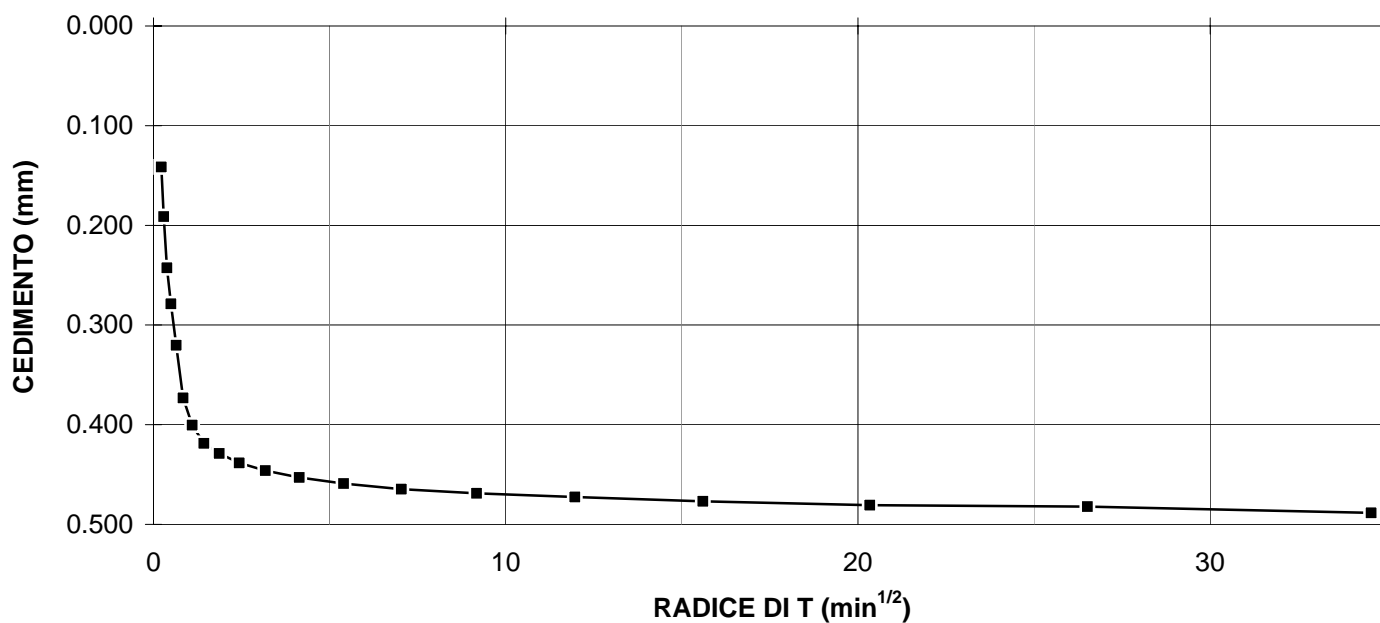




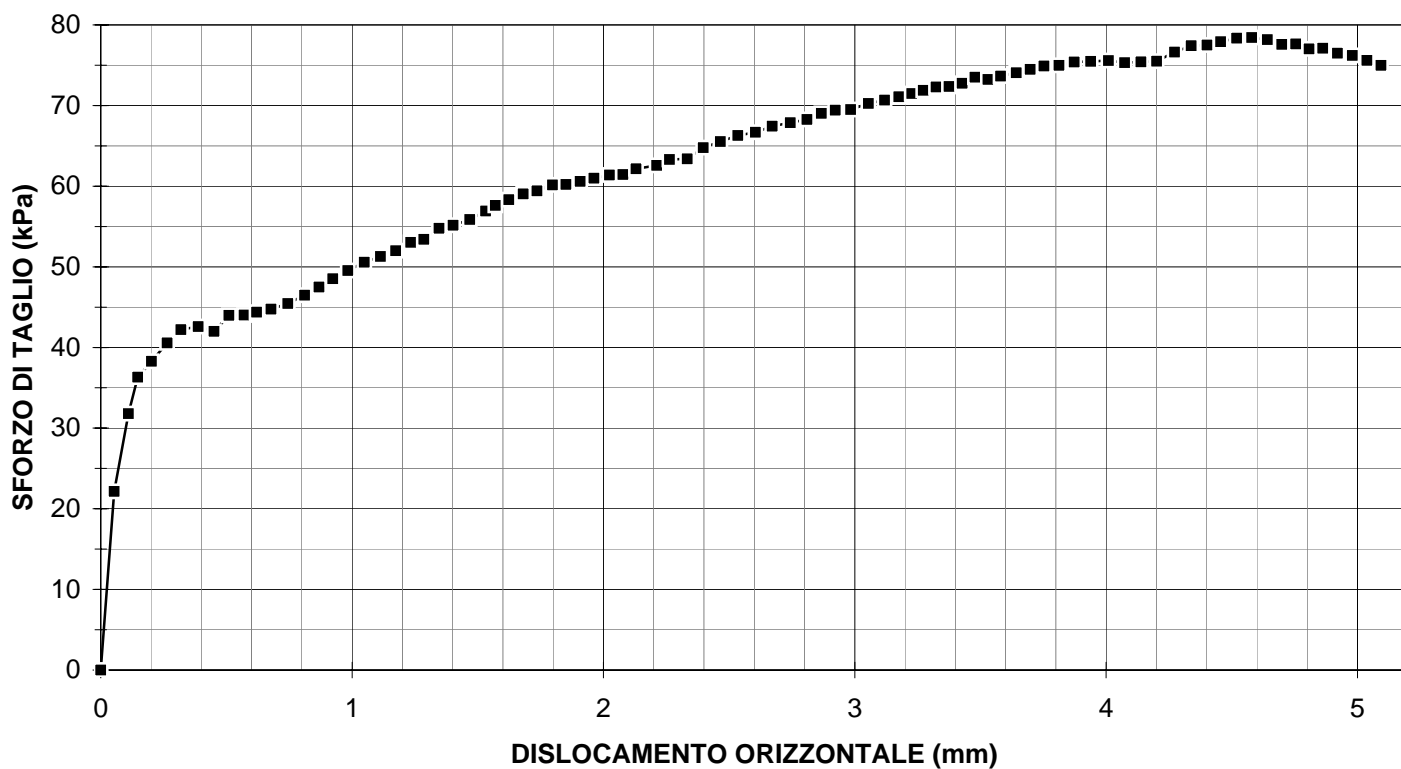
<i>dislocamento orizzontale (mm)</i>	<i>deformazione verticale (mm)</i>	<i>forza tangenziale (N)</i>	<i>sforzo di taglio (kPa)</i>	<i>dislocamento orizzontale (mm)</i>	<i>deformazione verticale (mm)</i>	<i>forza tangenziale (N)</i>	<i>sforzo di taglio (kPa)</i>
1.963	-0.262	212.4	60.98	3.580	-0.366	249.3	73.64
2.024	-0.262	213.5	61.38	3.643	-0.366	250.5	74.07
2.077	-0.262	213.5	61.44	3.698	-0.366	251.6	74.48
2.130	-0.288	215.8	62.16	3.753	-0.366	252.8	74.90
2.212	-0.288	217.0	62.58	3.813	-0.366	252.8	74.97
2.263	-0.288	219.3	63.30	3.873	-0.366	253.9	75.40
2.334	-0.288	219.3	63.38	3.938	-0.392	253.9	75.48
2.397	-0.288	223.9	64.78	4.009	-0.366	253.9	75.58
2.466	-0.314	226.2	65.53	4.074	-0.366	252.8	75.32
2.535	-0.314	228.5	66.28	4.139	-0.366	252.8	75.41
2.605	-0.314	229.7	66.69	4.201	-0.366	252.8	75.50
2.672	-0.314	232.0	67.44	4.272	-0.366	256.2	76.63
2.744	-0.314	233.2	67.86	4.338	-0.366	258.6	77.41
2.810	-0.314	234.3	68.28	4.401	-0.366	258.6	77.50
2.867	-0.314	236.6	69.02	4.456	-0.366	259.7	77.92
2.922	-0.314	237.8	69.42	4.519	-0.366	260.9	78.36
2.984	-0.340	237.8	69.50	4.579	-0.366	260.9	78.44
3.054	-0.340	240.1	70.26	4.642	-0.366	259.7	78.18
3.119	-0.340	241.2	70.68	4.699	-0.366	257.4	77.57
3.175	-0.340	242.4	71.09	4.754	-0.366	257.4	77.65
3.227	-0.340	243.5	71.49	4.808	-0.366	255.1	77.02
3.273	-0.340	244.7	71.89	4.862	-0.366	255.1	77.10
3.324	-0.340	245.9	72.29	4.921	-0.366	252.8	76.48
3.375	-0.340	245.9	72.36	4.980	-0.366	251.6	76.21
3.428	-0.340	247.0	72.76	5.038	-0.392	249.3	75.60
3.479	-0.366	249.3	73.51	5.094	-0.366	247.0	74.97
3.530	-0.366	248.2	73.24				



### FASE DI CONSOLIDAZIONE

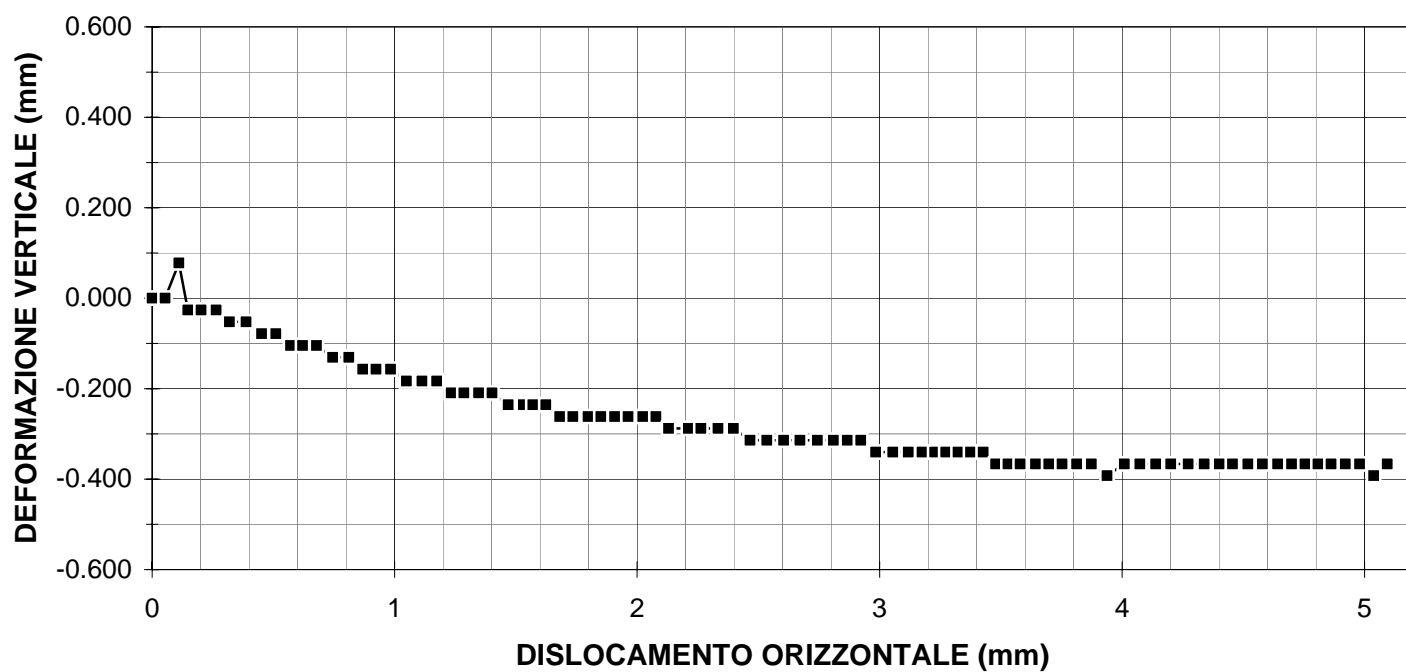


### CURVA DI ROTTURA - I





## CURVA DI ROTTURA - II



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATO DRENATO

*norma di riferimento:* UNI CEN ISO/TS 17892-10

*deviazioni dalla norma:* nessuna

verbale di accettazione n° **103/13** del **04/07/2013**  
certificato di prova n° **0792/13** del **04/09/2013**

Committente: **PISAMO S.p.A.**

Località: **Quartiere CEP Barbaricina (PI) - via della Fossa Ducaria/s.s. Aurelia**

identificativo campione: **S1 C1**

tipologia: **indisturbato**

profondità nominale (m): **2,0-2,5**

contenitore: **fustella metallica a pareti sottili**

data di prelievo: **30/07/2013**

diametro nominale (mm): **88.9**

data di arrivo: **30/07/2013**

lunghezza effettiva (cm): **46**

Descrizione del campione: **sabbia con limo debolmente argillosa, color giallo tendente al grigio verso il basso.**  
**Terreno non idoneo all'esecuzione del test di compressione semplice richiesto**

## CARATTERISTICHE DEL PROVINO

provino n° 3

<i>sezione</i>	36.00	cm <sup>2</sup>			
<i>altezza iniziale</i>	2.29	cm	<i>altezza finale</i>	2.20	cm
<i>massa iniziale</i>	158.50	g	<i>umidità finale</i>	24.70	%
<i>umidità iniziale</i>	24.54	%			





### DATI DI PROVA: FASE DI CONSOLIDAZIONE

data di esecuzione: 01/08/2013

carico verticale applicato: 196 kPa

tempo (s)	cedimento (mm)	tempo (s)	cedimento (mm)
3	0.171	605	0.499
5	0.240	1028	0.511
9	0.296	1748	0.521
15	0.331	2971	0.531
25	0.377	5051	0.543
43	0.407	8587	0.551
72	0.433	14598	0.556
123	0.456	24817	0.567
209	0.475	42189	0.575
356	0.490	71721	0.583

### DATI DI PROVA: FASE DI ROTTURA

data di esecuzione: 02/08/2013

velocità di deformazione: 0.025  $\mu\text{m/s}$   
carico verticale applicato: 196 kPa

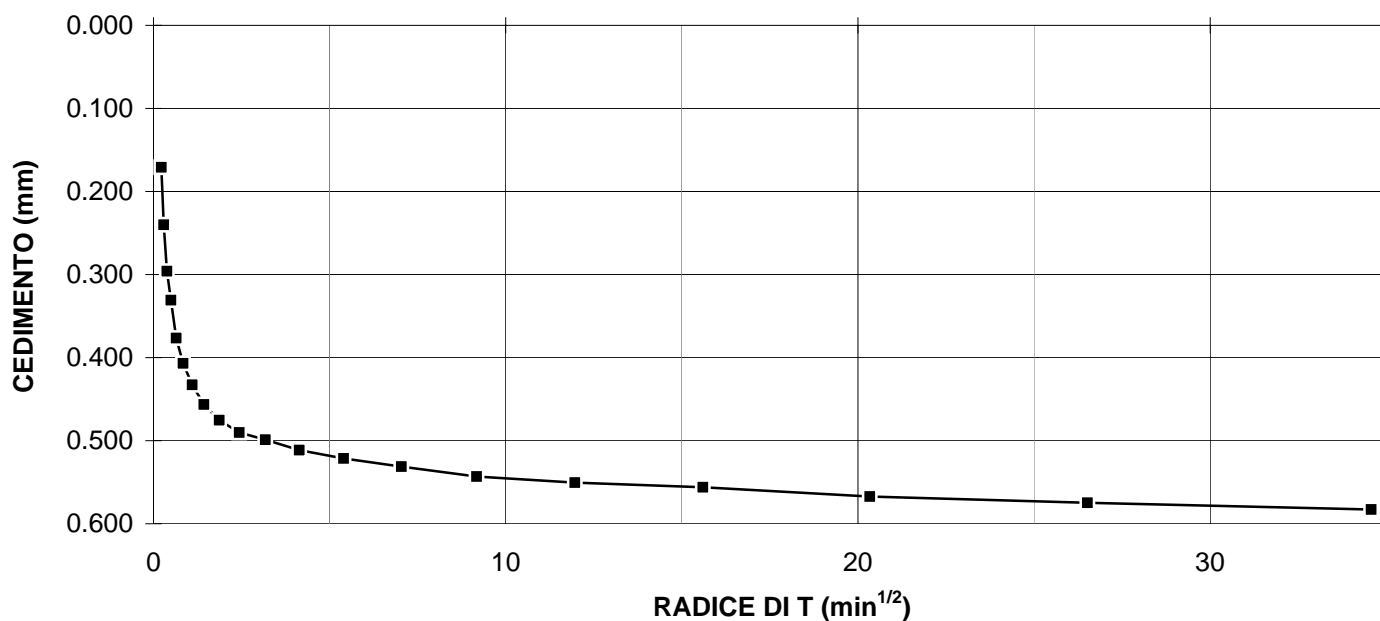
nota: lo sforzo di taglio è calcolato tenendo conto della riduzione di area del provino

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
0.000	0.000	0.0	0.00	0.979	-0.094	307.3	86.78
0.069	-0.002	16.0	4.44	1.042	-0.100	312.2	88.25
0.119	-0.005	23.9	6.64	1.102	-0.102	317.8	89.91
0.173	-0.007	30.3	8.45	1.165	-0.108	322.6	91.38
0.235	-0.012	72.5	20.21	1.232	-0.111	327.0	92.74
0.296	-0.017	130.6	36.46	1.294	-0.114	330.7	93.89
0.353	-0.024	171.8	48.01	1.356	-0.118	335.1	95.24
0.410	-0.033	210.3	58.81	1.420	-0.121	339.3	96.52
0.465	-0.045	230.2	64.44	1.483	-0.127	341.4	97.22
0.517	-0.057	243.2	68.13	1.543	-0.129	346.2	98.71
0.570	-0.065	254.5	71.38	1.605	-0.135	348.6	99.48
0.624	-0.070	266.1	74.69	1.670	-0.139	351.6	100.45
0.674	-0.078	277.9	78.07	1.733	-0.145	355.3	101.62
0.731	-0.080	288.6	81.14	1.794	-0.149	359.2	102.85
0.792	-0.083	296.2	83.38	1.850	-0.154	362.2	103.81
0.856	-0.086	299.9	84.51	1.900	-0.155	363.6	104.30
0.917	-0.091	302.5	85.32	1.949	-0.161	367.6	105.52



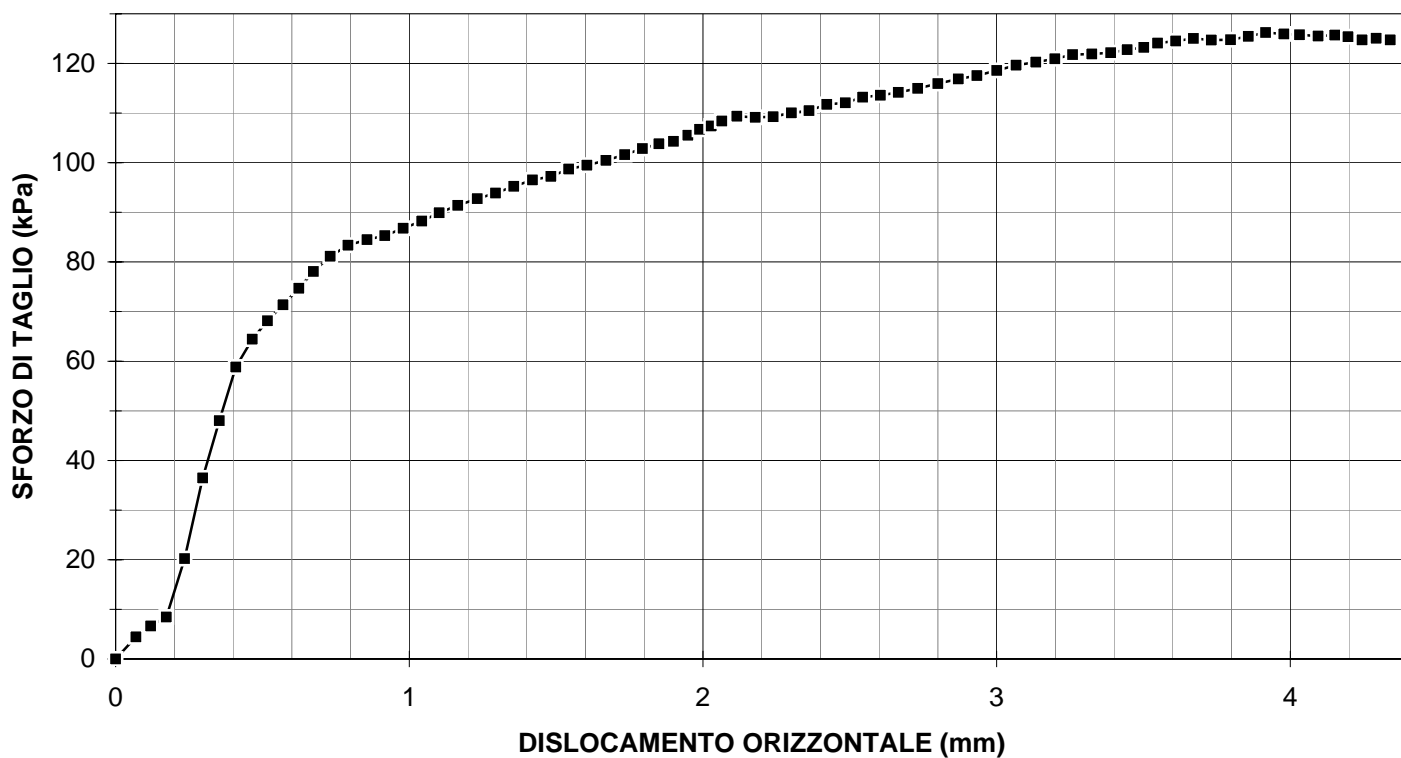
dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
1.989	-0.164	371.5	106.72	3.259	-0.210	414.6	121.76
2.028	-0.168	373.6	107.39	3.324	-0.214	414.6	121.90
2.064	-0.170	376.8	108.39	3.389	-0.216	415.0	122.18
2.115	-0.177	379.8	109.36	3.445	-0.221	416.7	122.78
2.178	-0.181	378.7	109.14	3.501	-0.221	417.8	123.24
2.240	-0.182	378.7	109.26	3.548	-0.227	420.4	124.10
2.302	-0.177	381.0	110.04	3.610	-0.231	421.3	124.50
2.361	-0.182	382.1	110.49	3.670	-0.231	422.7	125.05
2.422	-0.184	386.1	111.75	3.732	-0.233	421.1	124.71
2.485	-0.184	386.8	112.07	3.797	-0.235	420.8	124.78
2.544	-0.184	390.3	113.19	3.857	-0.237	422.7	125.47
2.604	-0.186	391.2	113.58	3.916	-0.239	424.8	126.22
2.666	-0.188	392.8	114.18	3.978	-0.243	423.4	125.94
2.732	-0.190	395.1	114.98	4.032	-0.244	422.4	125.79
2.800	-0.196	397.9	115.93	4.095	-0.243	421.1	125.52
2.870	-0.196	400.7	116.88	4.151	-0.248	421.3	125.71
2.933	-0.200	402.5	117.55	4.197	-0.248	419.9	125.40
3.000	-0.201	405.5	118.57	4.245	-0.249	417.4	124.75
3.067	-0.204	408.8	119.66	4.293	-0.252	418.0	125.06
3.133	-0.205	410.4	120.27	4.341	-0.252	416.7	124.75
3.199	-0.207	412.3	120.95				

### FASE DI CONSOLIDAZIONE

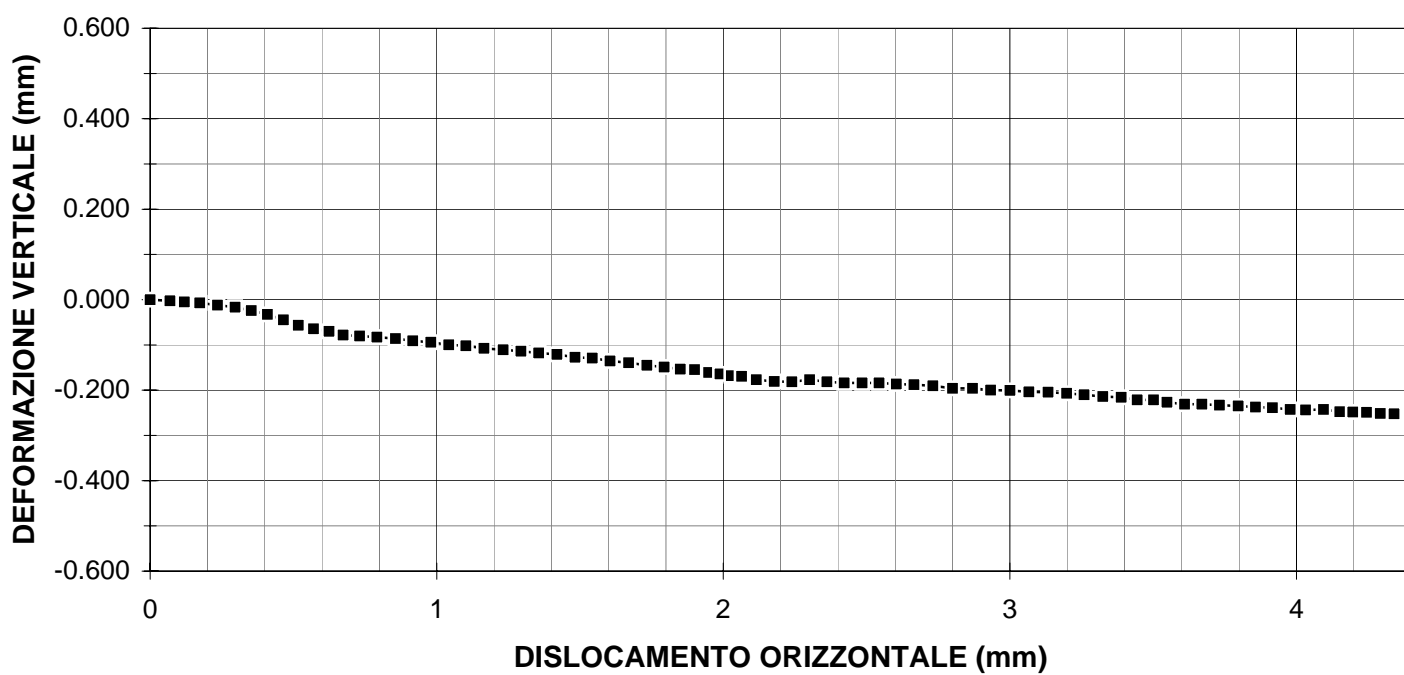




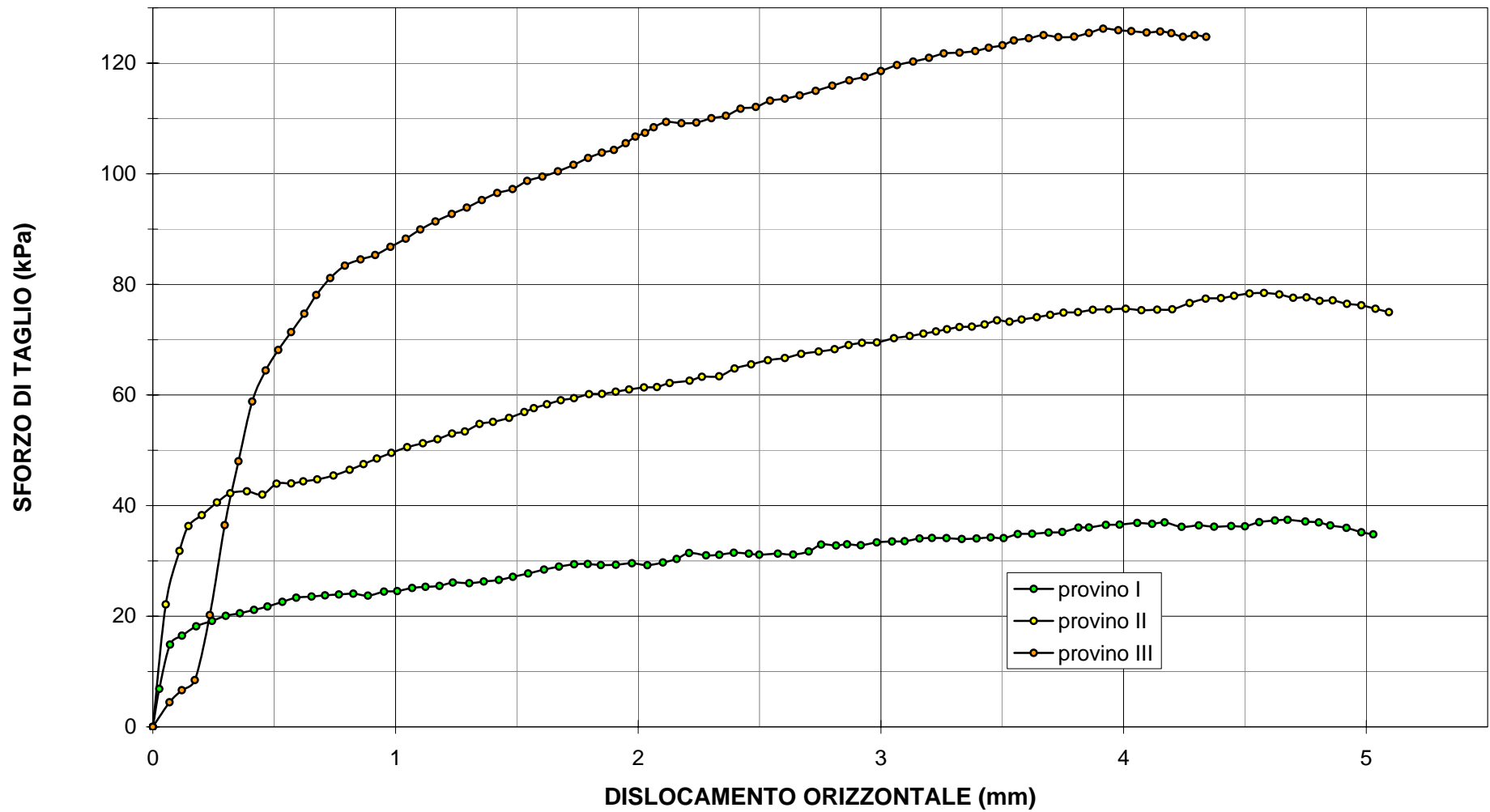
### CURVA DI ROTTURA - I



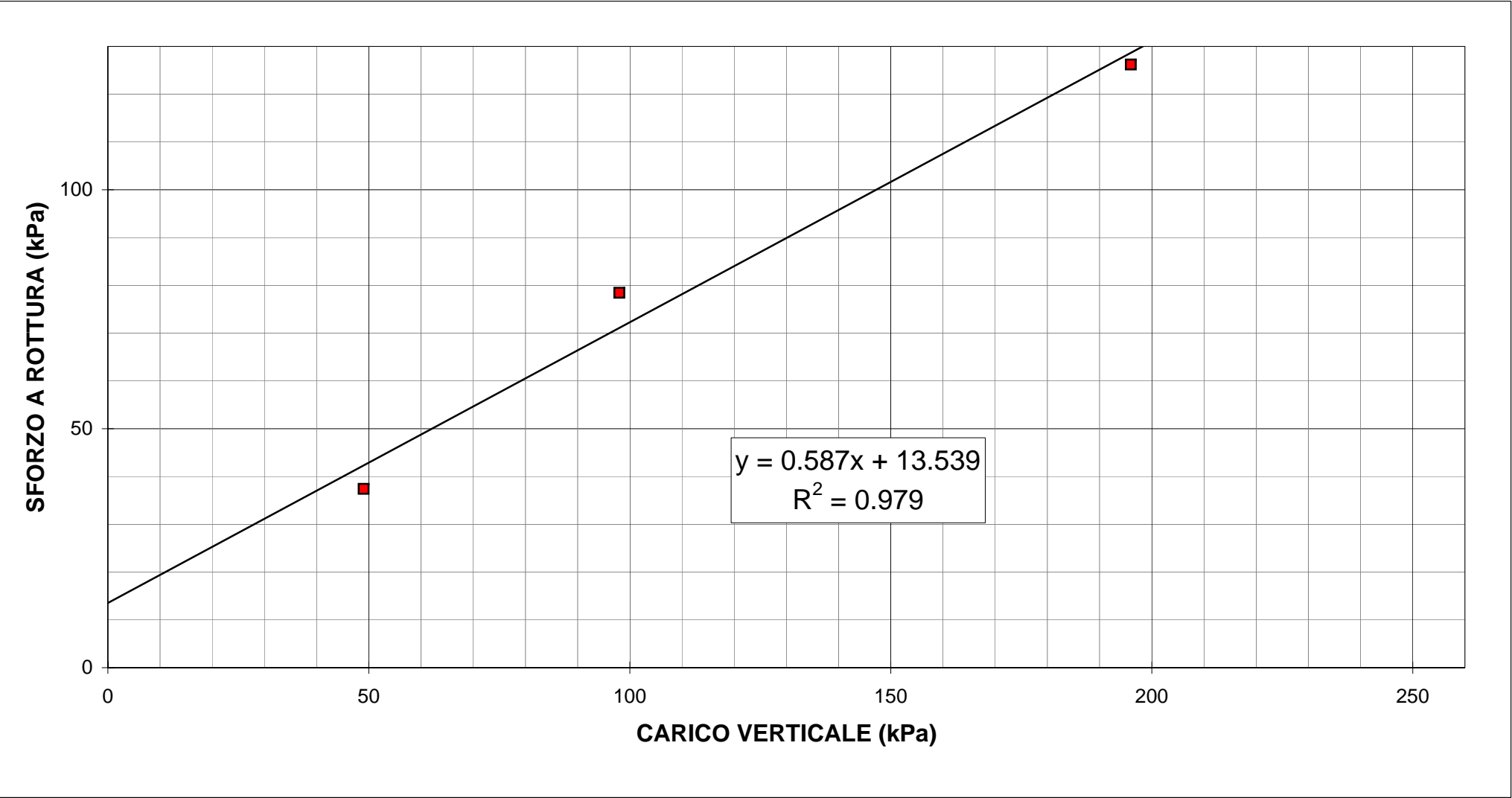
### CURVA DI ROTTURA - II



*S1 C1 - TAGLIO DIRETTO- sintesi del gruppo di prove*



*S1 C1 - TAGLIO DIRETTO- sintesi del gruppo di prove*



provino	1	2	3
carico verticale (kPa)	49	98	196
sforzo di taglio (kPa)	37.43	78.44	126.22

k

0.587

c' (kPa) = 13.5

ϕ' (radianti) = 0.531

ϕ' (° sessadecimali) = 30.43





**Ichnogeo** sas

56028 San Miniato Basso (PI)  
via Ilaria Alpi, 18/20  
tel 0571/43213 fax 0571/403063  
www.ichnogeo.it- info@ichnogeo.it

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
**Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Laboratorio autorizzato - settori A e C  
decreto n° 54814 del 28/04/2006  
rinnovo n° 3663 del 22/03/2012



## PESO DI VOLUME

*norma di riferimento:* UNI CEN ISO/TS 17892-2  
*deviazioni dalla norma:* nessuna

verbale di accettazione n° **103/13** del **04/07/2013**  
certificato di prova n° **0793/13** del **04/09/2013**

## UMIDITA' NATURALE

*norma di riferimento:* UNI CEN ISO/TS 17892-1  
*deviazioni dalla norma:* nessuna

Committente: **PISAMO S.p.A.**

Località: **Quartiere CEP Barbaricina (PI) - via della Fossa Ducaria/s.s. Aurelia**

identificativo campione: **S1 C2**

tipologia: **indisturbato**

profondità nominale (m): **12,0-12,5**

contenitore: **fustella metallica a pareti sottili**

data di prelievo: **30/07/2013**

diametro nominale (mm): **88.9**

data di arrivo: **30/07/2013**

lunghezza effettiva (cm): **47**

Descrizione del campione: **argilla grigia con limo; occasionali bioclasti millimetrici**

## DATI DI PROVA - PESO DI VOLUME

*data di esecuzione:* 31/07/2013

<i>volume(cm<sup>3</sup>)</i>	<i>peso umido (g)</i>	<i>test eseguito</i>	<i>localizzazione nel campione</i>
39.62	60.83	consolidazione edometrica	inferiore
82.35	134.40	taglio diretto consolidato drenato- provino 1	centro/centro-inferiore
82.35	133.10	taglio diretto consolidato drenato- provino 2	centro-inferiore
82.35	131.96	taglio diretto consolidato drenato- provino 3	inferiore/centro-inferiore
196.50	315.57	compressione non confinata - provino 1	centro-superiore
196.50	309.84	compressione non confinata - provino 2	superiore

**Peso di volume**

$\gamma$

15.64 kN/m<sup>3</sup>

(medio, in condizioni di umidità naturale)



## DATI DI PROVA - UMIDITA' NATURALE

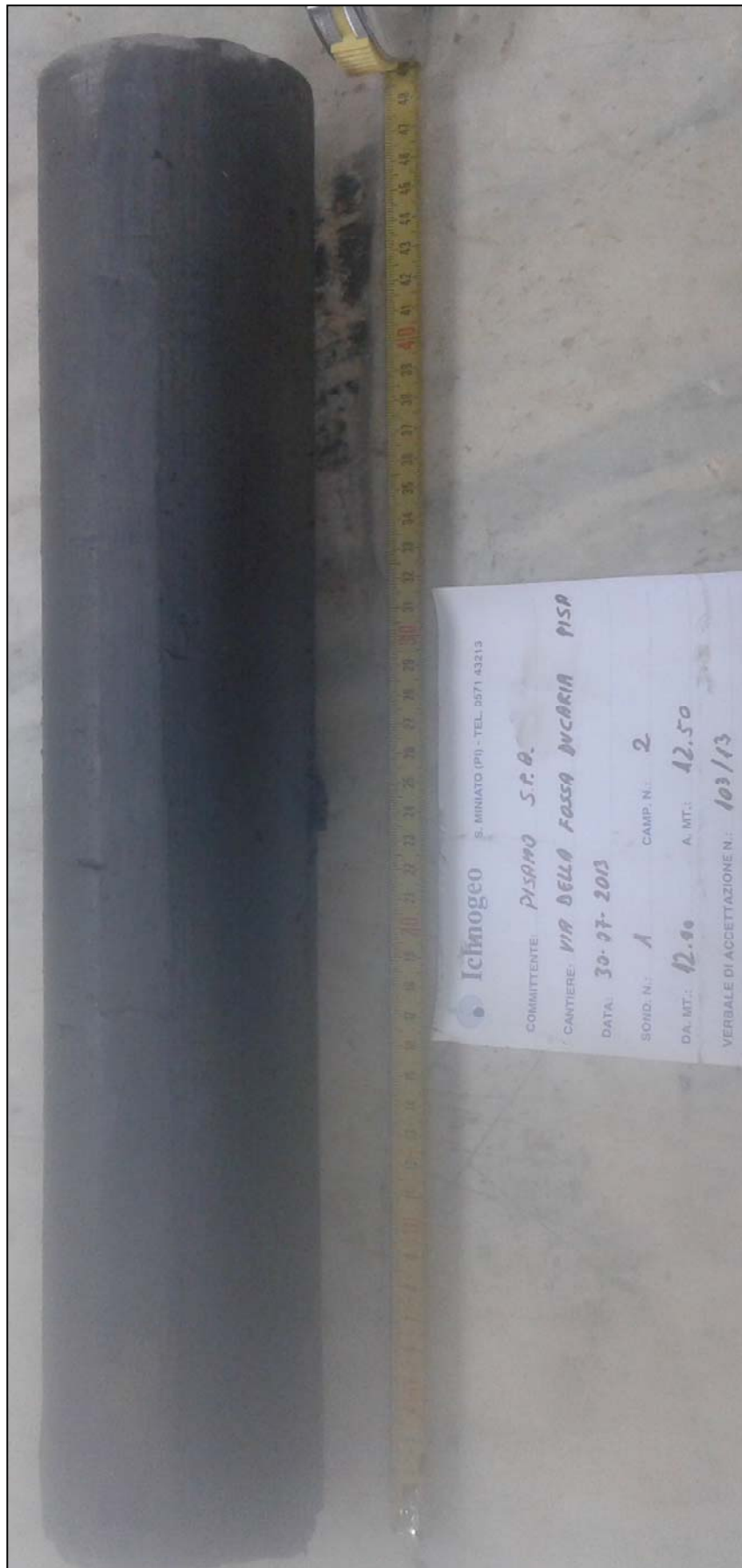
*data di esecuzione:* 31/07/2013

<i>peso umido (g)</i>	<i>peso secco (g)</i>	<i>test eseguito</i>	<i>localizzazione nel campione</i>
36.06	22.26	consolidazione edometrica	inferiore
34.44	20.61	taglio diretto consolidato drenato- provino 1	centro/centro-inferiore
32.44	19.85	taglio diretto consolidato drenato- provino 2	centro-inferiore
44.70	27.26	taglio diretto consolidato drenato- provino 3	inferiore/centro-inferiore
51.84	30.55	compressione non confinata - provino 1	centro-superiore
37.42	21.80	compressione non confinata - provino 2	superiore

**Umidità allo stato naturale**                      **W**                      66.31                      %



## FOTOGRAFIA DEL CAMPIONE





**Ichnogeo** sas

56028 San Miniato Basso (PI)  
via Ilaria Alpi, 18/20  
tel 0571/43213 fax 0571/403063  
www.ichnogeo.it- info@ichnogeo.it

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
**Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Laboratorio autorizzato - settori A e C  
decreto n° 54814 del 28/04/2006  
rinnovo n° 3663 del 22/03/2012



## ANALISI GRANULOMETRICA

*norme di riferimento:* Raccomandazioni AGI 1994  
*deviazioni dalle norme:* nessuna

verbale di accettazione n° **103/13** del **04/07/2013**  
certificato di prova n° **0794/13** del **04/09/2013**

Committente: **PISAMO S.p.A.**

Località: **Quartiere CEP Barbaricina (PI) - via della Fossa Ducaria/s.s. Aurelia**

identificativo campione: **S1 C2**

tipologia: **indisturbato**

profondità nominale (m): **12,0-12,5**

contenitore: **fustella metallica a pareti sottili**

data di prelievo: **30/07/2013**

diametro nominale (mm): **88.9**

data di arrivo: **30/07/2013**

lunghezza effettiva (cm): **47**

Descrizione del campione: **argilla grigia con limo; occasionali bioclasti millimetrici**

## DATI DI PROVA - SETACCIATURA PER VIA UMIDA

*data di esecuzione:* 05/08/2013

*massa terreno setacciato (g):* 100.00

$\phi$ / maglia (mm)	trattenuto (N)	passante (N)	passante (%)
5	0.00520	0.97547	99.47
2	0.00834	0.97233	99.15
1	0.01069	0.96997	98.91
0.425	0.01197	0.96870	98.78
0.180	0.01442	0.96624	98.53
0.075	0.01697	0.96369	98.27



## DATI DI PROVA - ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

data di esecuzione: 6-8/08/2013

densimetro utilizzato: ASTM 152 H

temperatura di prova (°C): 30.1

massa terreno alla sedimentazione (g): 30.00

<i>tempo (s)</i>	<i><math>\phi</math> (mm)</i>	<i>lettura densimetrica*</i>	<i>passante (%)</i>
60	0.039	36	98.08
120	0.028	35	95.27
300	0.018	34	92.46
900	0.010	33	89.65
1800	0.007	32	86.84
3600	0.005	31	84.03
7200	0.004	30	81.22
14400	0.003	29	78.41
86400	0.0011	23	61.55
172800	0.0008	21.5	57.34

\*correzioni applicate:

$C_m = 0.5$

$C_d = 5$

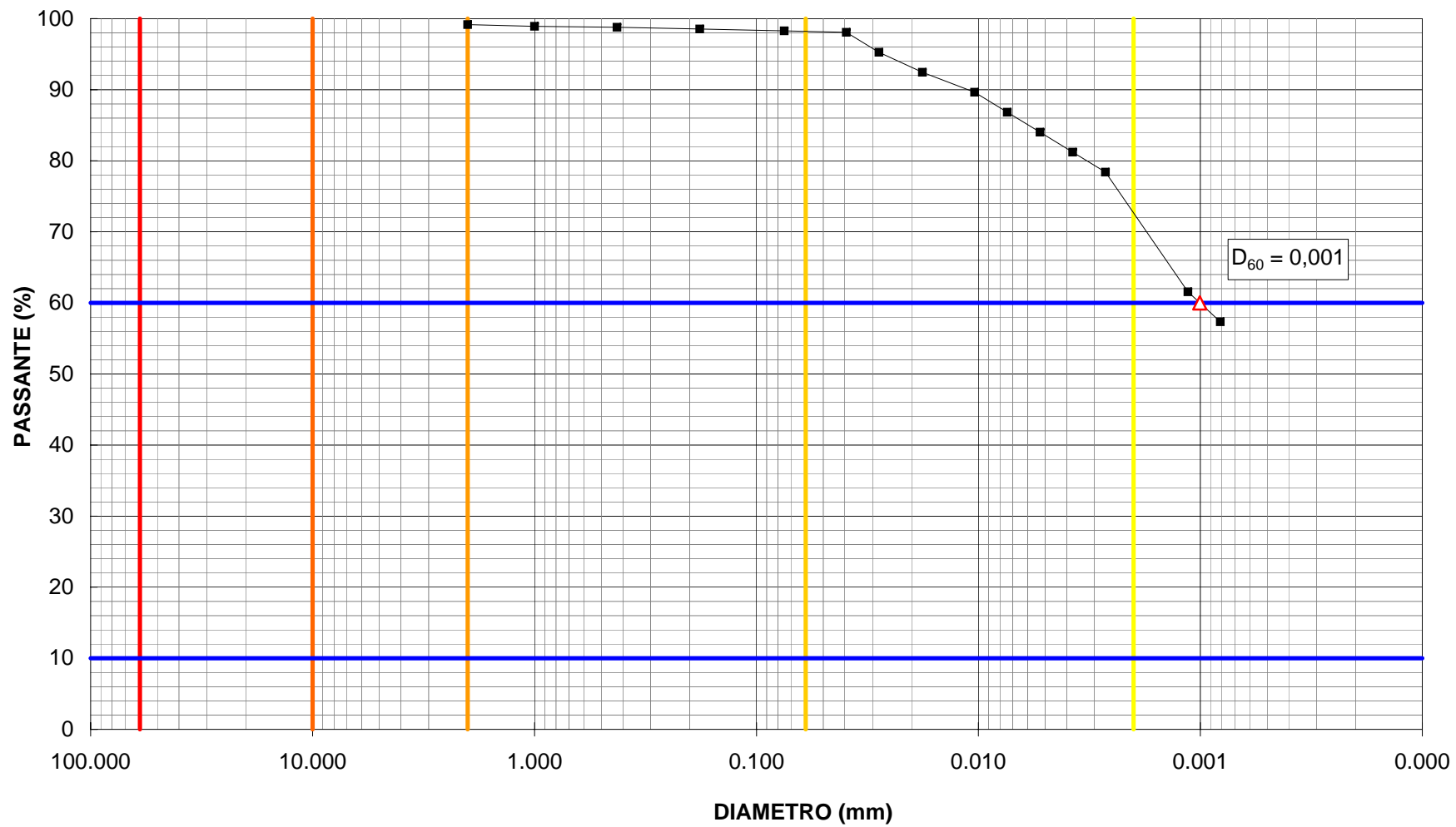
$C_t = 4.4$

<i>composizione granulometrica</i>	
% ghiaia	0.9
% sabbia	0.9
% limo	25.5
% argilla	72.7
totale	100.00





S1 C2 - elaborazione dati





**Ichnogeo** sas

56028 San Miniato Basso (PI)  
via Ilaria Alpi, 18/20  
tel 0571/43213 fax 0571/403063  
www.ichnogeo.it- info@ichnogeo.it

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
**Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Laboratorio autorizzato - settori A e C  
decreto n° 54814 del 28/04/2006  
rinnovo n° 3663 del 22/03/2012



## LIMITI DI ATTERBERG

*norma di riferimento* : CNR-UNI 10014  
*deviazioni dalla norma*: nessuna

verbale di accettazione n° **103/13** del **04/07/2013**  
certificato di prova n° **0795/13** del **04/09/2013**

Committente: **PISAMO S.p.A.**

Località: **Quartiere CEP Barbaricina (PI) - via della Fossa Ducaria/s.s. Aurelia**

identificativo campione: **S1 C2**

tipologia: **indisturbato**

profondità nominale (m): **12,0-12,5**

contenitore: **fustella metallica a pareti sottili**

data di prelievo: **30/07/2013**

diametro nominale (mm): **88.9**

data di arrivo: **30/07/2013**

lunghezza effettiva (cm): **47**

Descrizione del campione: **argilla grigia con limo; occasionali bioclasti millimetrici**

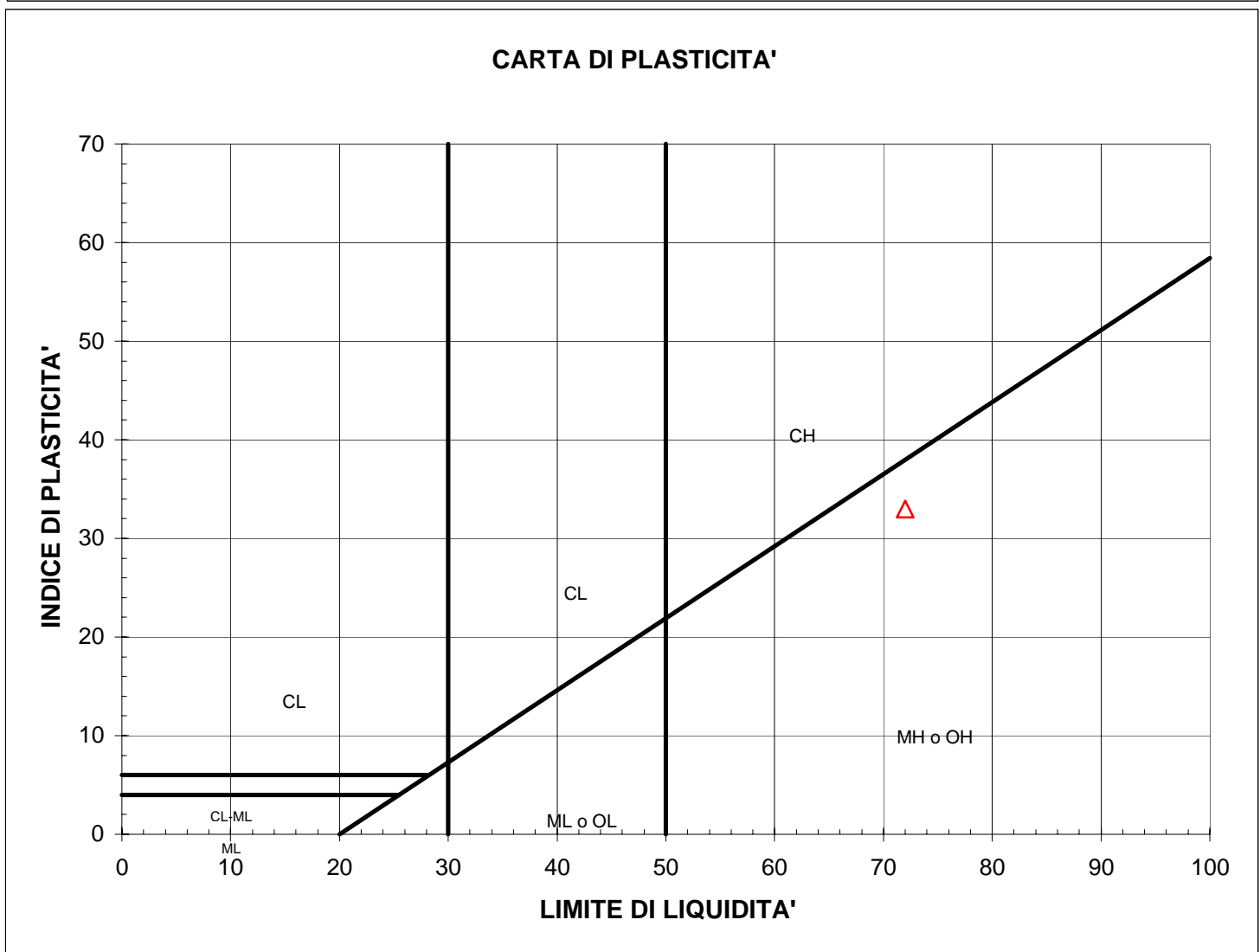
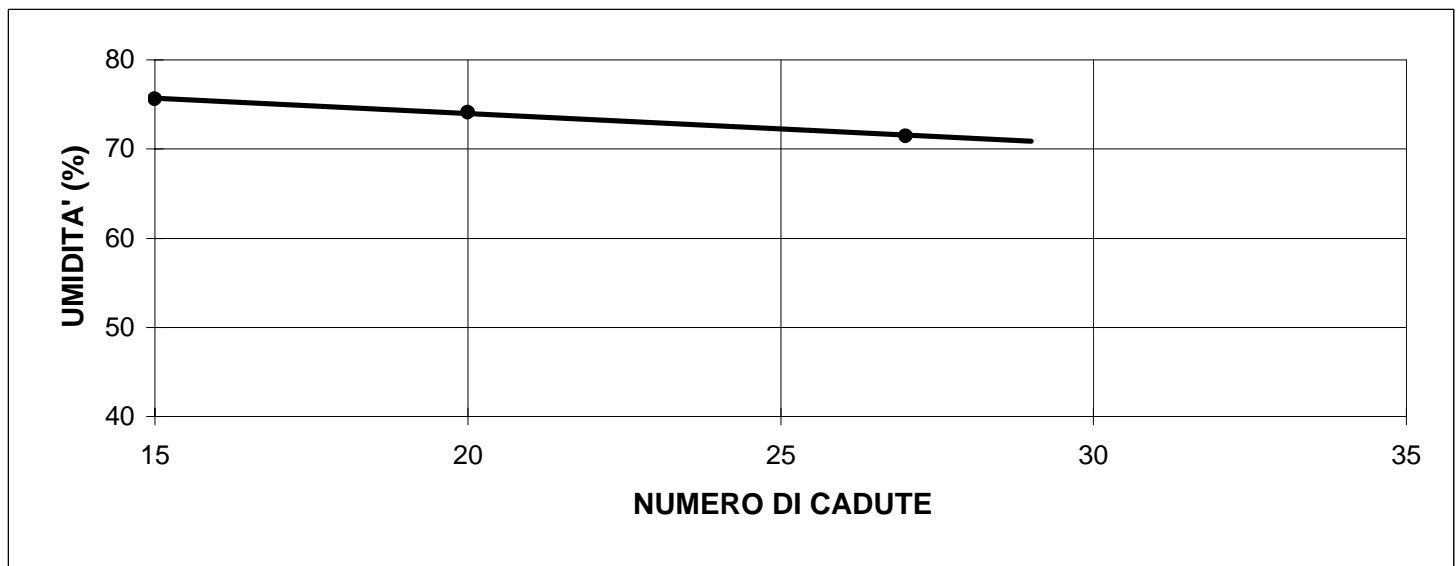
## DATI DI PROVA

*data di esecuzione*: 05/08/2013

<i>limite di liquidità</i>				<i>limite di plasticità</i>		
<i>n° di cadute</i>	<i>peso umido (g)</i>	<i>peso secco (g)</i>	<i>umidità (%)</i>	<i>peso umido (g)</i>	<i>peso secco (g)</i>	<i>umidità (%)</i>
15	6.62	3.77	75.60	1.35	0.97	39.18
20	5.85	3.36	74.11	1.53	1.10	39.09
27	5.23	3.05	71.48			

<i>limite di ritiro</i>			
<i>volume umido (cm<sup>3</sup>)</i>	<i>peso umido (g)</i>	<i>volume secco (cm<sup>3</sup>)</i>	<i>peso secco (g)</i>

<i>LIMITE DI LIQUIDITA'</i>	<b>W<sub>I</sub></b>	72	%
<i>LIMITE DI PLASTICITA'</i>	<b>W<sub>p</sub></b>	39	%
<i>LIMITE DI RITIRO</i>	<b>W<sub>r</sub></b>		
<i>INDICE DI PLASTICITA'</i>	<b>IP</b>	33	



M = limi inorganici  
C = argille inorganiche  
O = limi e argille organiche

L = basso limite di liquidità  
H = alto limite di liquidità

## PROVA DI COMPRESSIONE ASSIALE NON CONFINATA

*norma di riferimento:* UNI CEN ISO/TS 17892-7  
*deviazioni dalla norma:* nessuna

verbale di accettazione n° **103/13** del **04/07/2013**  
certificato di prova n° **0797/13** del **04/09/2013**

Committente: **PISAMO S.p.A.**

Località: **Quartiere CEP Barbaricina (PI) - via della Fossa Ducaria/s.s. Aurelia**

identificativo campione: <b>S1 C2</b>	tipologia: <b>indisturbato</b>
profondità nominale (m): <b>12,0-12,5</b>	contenitore: <b>fustella metallica a pareti sottili</b>
data di prelievo: <b>30/07/2013</b>	diametro nominale (mm): <b>88.9</b>
data di arrivo: <b>30/07/2013</b>	lunghezza effettiva (cm): <b>47</b>

Descrizione del campione: **argilla grigia con limo; occasionali bioclasti millimetrici**

## CARATTERISTICHE DEL PROVINO

provino n° 1

<i>sezione</i>	19.67	cm <sup>2</sup>		
<i>altezza iniziale</i>	9.99	cm		
<i>massa iniziale</i>	315.57	g	<i>altezza finale</i>	9.06 cm
<i>umidità iniziale</i>	69.69	%	<i>umidità finale</i>	65.97 %





## DATI DI PROVA

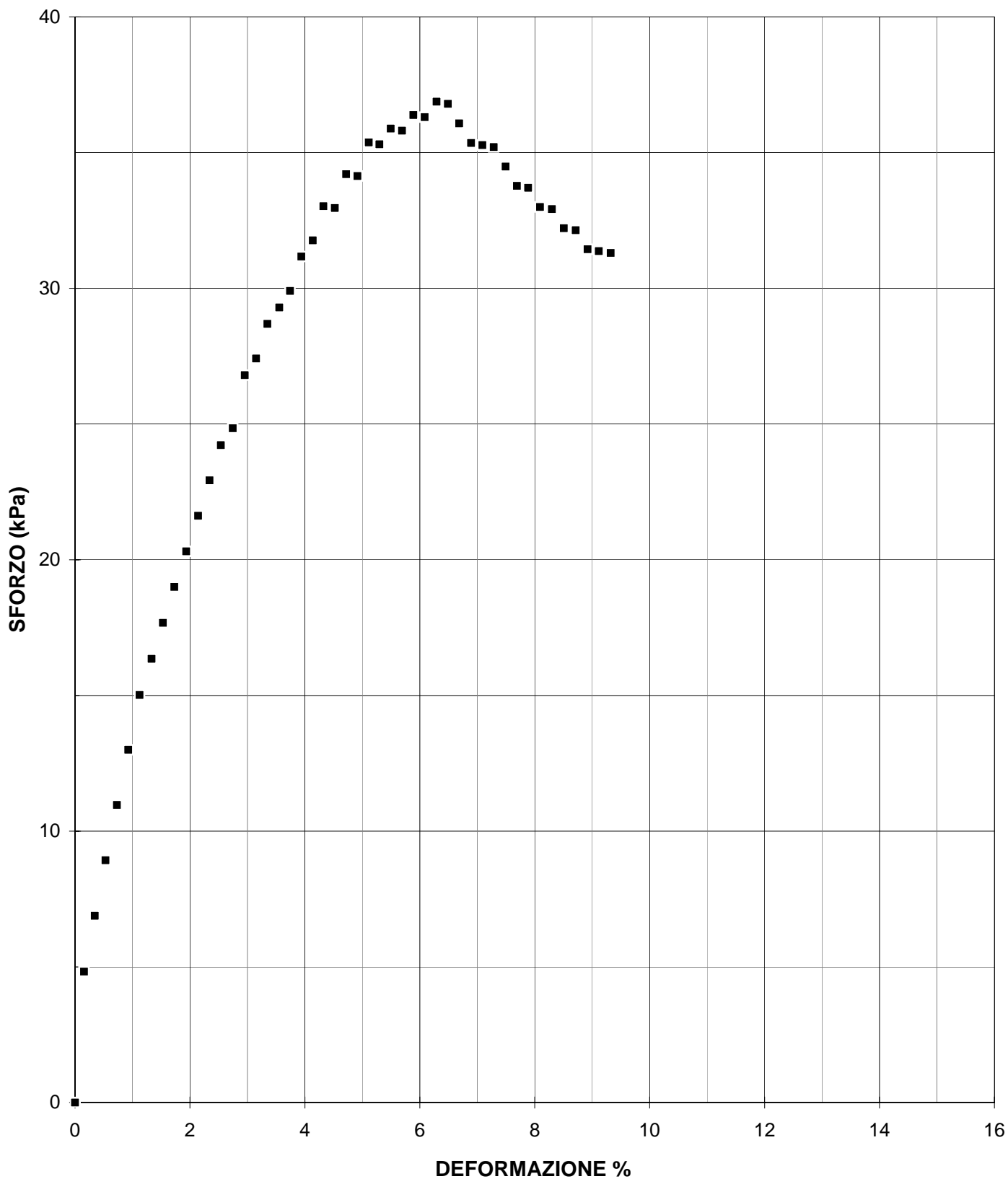
data di esecuzione: 31/07/2013

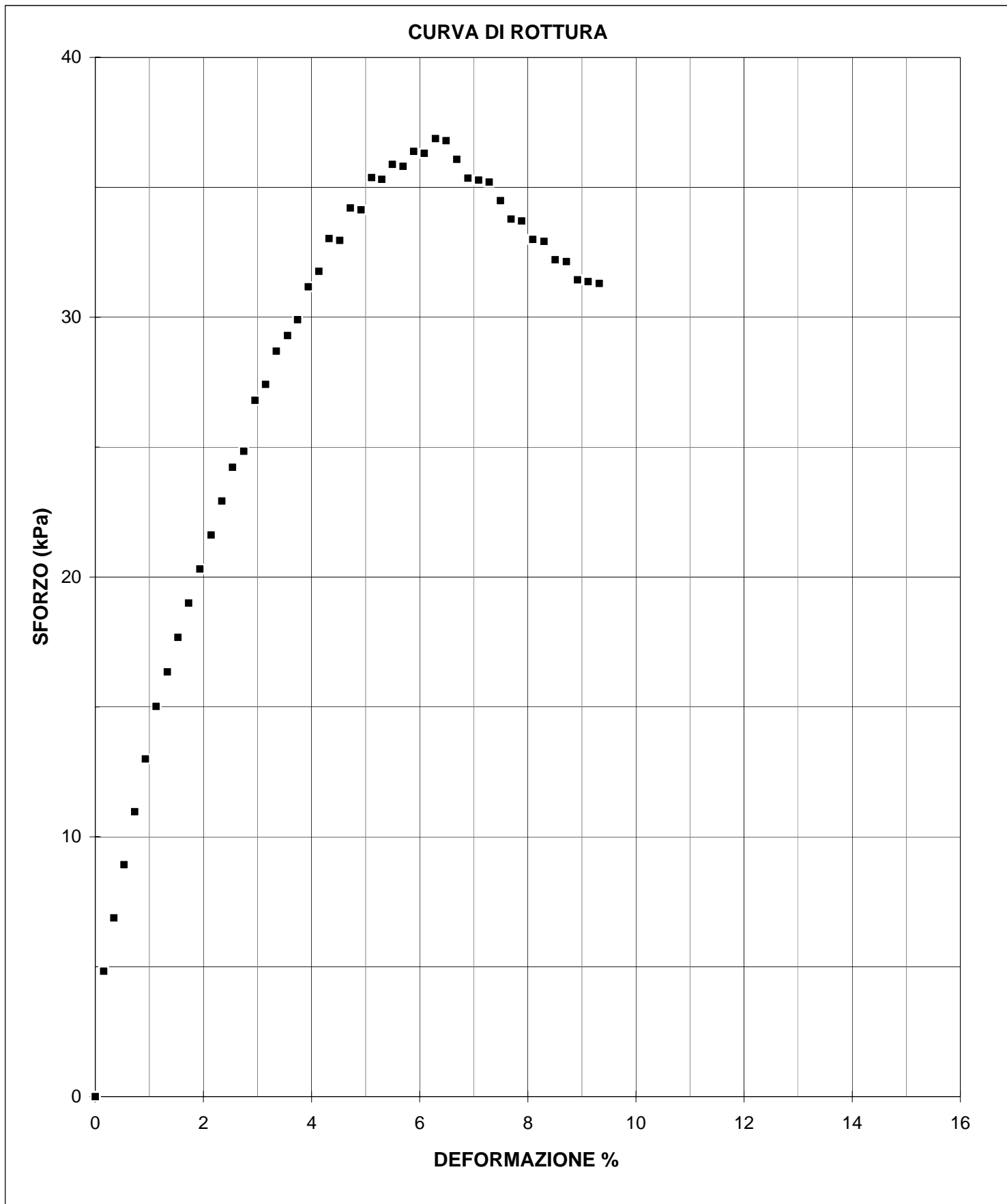
velocità di deformazione: 0.017 mm/s

<i>deformazione assiale (mm)</i>	<i>area corretta (cm<sup>2</sup>)</i>	<i>forza (N)</i>	<i>Pressione (kPa)</i>	<i>deformazione assiale (mm)</i>	<i>area corretta (cm<sup>2</sup>)</i>	<i>forza (N)</i>	<i>Pressione (kPa)</i>
0.00	19.67	0.00	0.00	4.71	20.64	70.62	34.21
0.16	19.70	9.51	4.83	4.91	20.69	70.62	34.14
0.34	19.74	13.58	6.88	5.11	20.73	73.33	35.37
0.53	19.77	17.65	8.93	5.29	20.77	73.33	35.31
0.73	19.81	21.73	10.97	5.49	20.81	74.69	35.88
0.93	19.85	25.80	13.00	5.69	20.86	74.69	35.81
1.12	19.89	29.88	15.02	5.88	20.90	76.05	36.38
1.33	19.94	32.59	16.35	6.08	20.94	76.05	36.31
1.53	19.98	35.31	17.68	6.29	20.99	77.40	36.88
1.73	20.02	38.02	19.00	6.48	21.04	77.40	36.80
1.93	20.06	40.74	20.31	6.68	21.08	76.05	36.08
2.14	20.10	43.46	21.62	6.89	21.13	74.69	35.35
2.34	20.14	46.17	22.92	7.08	21.17	74.69	35.28
2.54	20.18	48.89	24.22	7.28	21.22	74.69	35.20
2.74	20.23	50.25	24.84	7.49	21.26	73.33	34.49
2.95	20.27	54.32	26.80	7.68	21.31	71.97	33.78
3.15	20.31	55.68	27.41	7.88	21.35	71.97	33.70
3.34	20.35	58.39	28.69	8.08	21.40	70.62	32.99
3.55	20.40	59.75	29.30	8.29	21.45	70.62	32.92
3.74	20.43	61.11	29.90	8.50	21.50	69.26	32.21
3.94	20.48	63.83	31.17	8.70	21.55	69.26	32.14
4.13	20.52	65.18	31.77	8.91	21.60	67.90	31.44
4.32	20.56	67.90	33.03	9.11	21.64	67.90	31.37
4.52	20.60	67.90	32.96	9.31	21.69	67.90	31.30



### CURVA DI ROTTURA





massimo valore misurato:	$q_c =$	36.9	kPa
stima della coesione non drenata:	$c_u =$	18.4	kPa
modulo di Young iniziale, non drenato:	$E_0 =$	3.1	MPa
modulo di Young al 50% del carico di rottura, non drenato:	$E_{50} =$	0.7	MPa

## PROVA DI COMPRESSIONE ASSIALE NON CONFINATA

*norma di riferimento:* UNI CEN ISO/TS 17892-7  
*deviazioni dalla norma:* nessuna

verbale di accettazione n° **103/13** del **04/07/2013**  
certificato di prova n° **0798/13** del **04/09/2013**

Committente: **PISAMO S.p.A.**

Località: **Quartiere CEP Barbaricina (PI) - via della Fossa Ducaria/s.s. Aurelia**

identificativo campione: <b>S1 C2</b>	tipologia: <b>indisturbato</b>
profondità nominale (m): <b>12,0-12,5</b>	contenitore: <b>fustella metallica a pareti sottili</b>
data di prelievo: <b>30/07/2013</b>	diametro nominale (mm): <b>88.9</b>
data di arrivo: <b>30/07/2013</b>	lunghezza effettiva (cm): <b>47</b>

Descrizione del campione: **argilla grigia con limo; occasionali bioclasti millimetrici**

## CARATTERISTICHE DEL PROVINO

provino n° 2

<i>sezione</i>	19.67	cm <sup>2</sup>		
<i>altezza iniziale</i>	9.99	cm		
<i>massa iniziale</i>	309.84	g	<i>altezza finale</i>	8.49 cm
<i>umidità iniziale</i>	71.65	%	<i>umidità finale</i>	70.25 %



## DATI DI PROVA

data di esecuzione: 31/07/2013

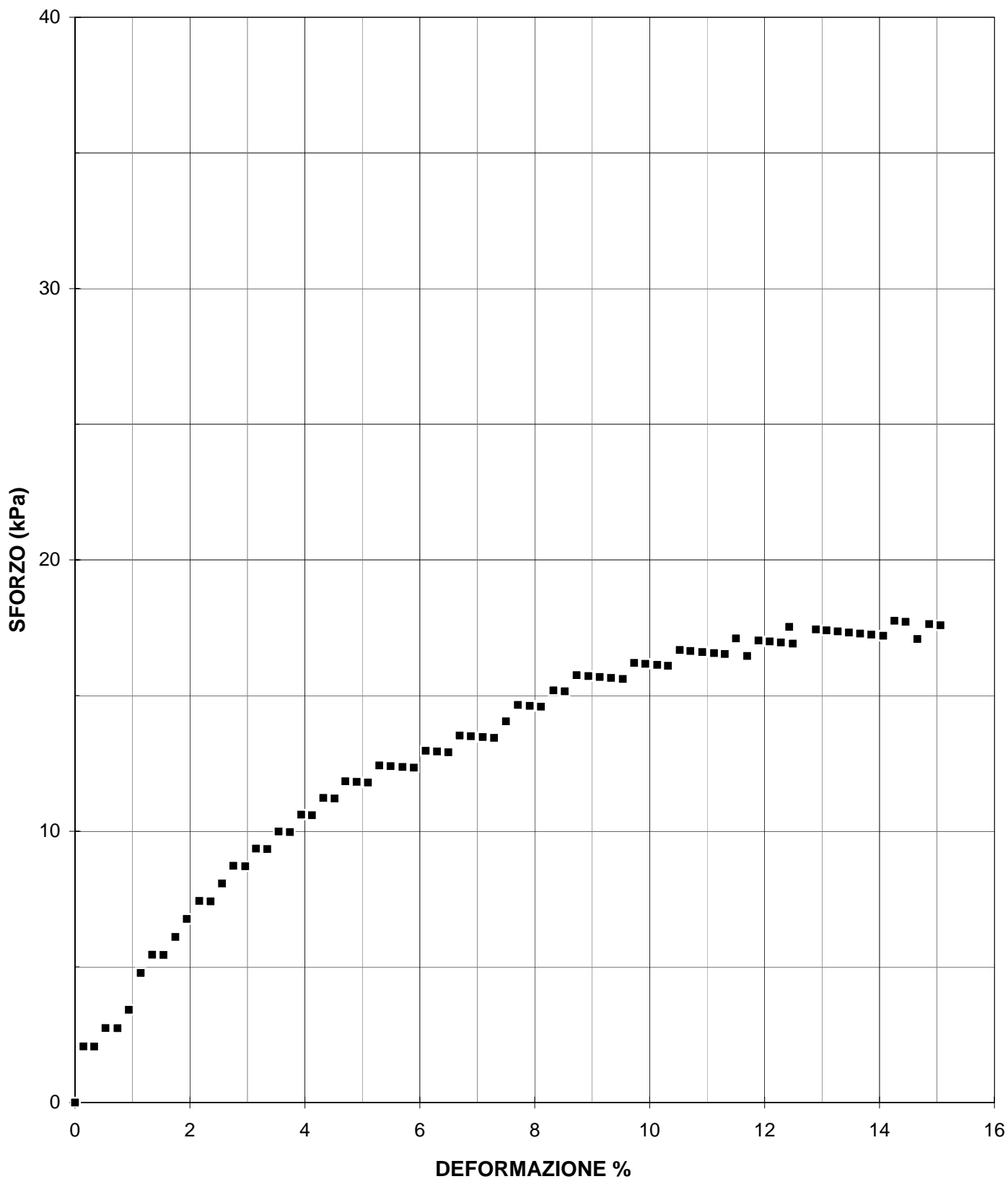
velocità di deformazione: 0.017 mm/s

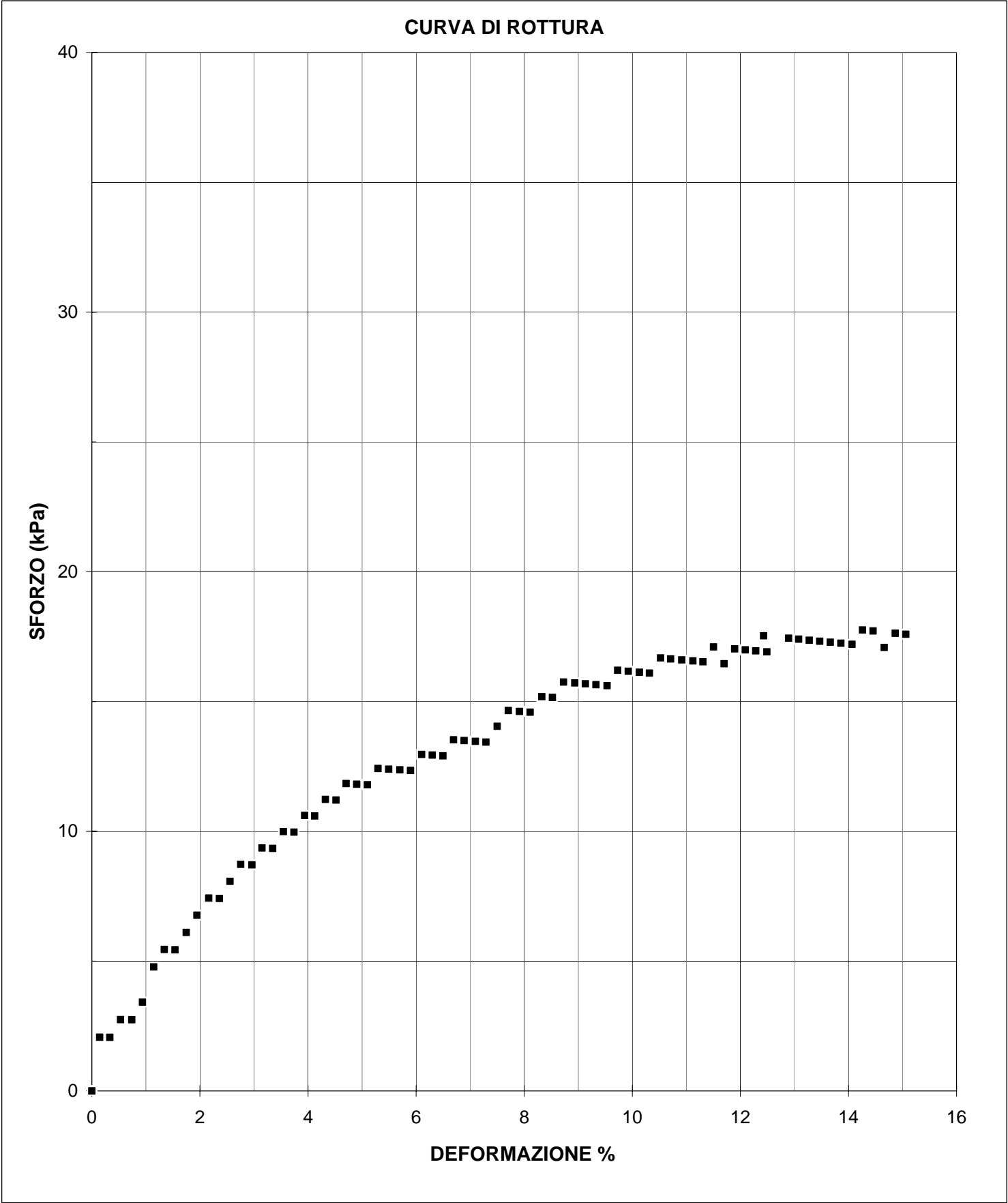
<i>deformazione assiale (mm)</i>	<i>area corretta (cm<sup>2</sup>)</i>	<i>forza (N)</i>	<i>Pressione (kPa)</i>	<i>deformazione assiale (mm)</i>	<i>area corretta (cm<sup>2</sup>)</i>	<i>forza (N)</i>	<i>Pressione (kPa)</i>
0.00	19.67	0.00	0.00	6.69	21.08	28.52	13.53
0.15	19.70	4.07	2.07	6.88	21.13	28.52	13.50
0.33	19.74	4.07	2.06	7.09	21.17	28.52	13.47
0.53	19.77	5.43	2.75	7.29	21.22	28.52	13.44
0.74	19.82	5.43	2.74	7.49	21.26	29.88	14.05
0.94	19.86	6.79	3.42	7.70	21.31	31.23	14.65
1.14	19.90	9.51	4.78	7.90	21.36	31.23	14.62
1.34	19.94	10.86	5.45	8.10	21.41	31.23	14.59
1.54	19.98	10.86	5.44	8.32	21.46	32.59	15.19
1.75	20.02	12.22	6.10	8.51	21.50	32.59	15.16
1.94	20.06	13.58	6.77	8.72	21.55	33.95	15.75
2.16	20.10	14.94	7.43	8.93	21.60	33.95	15.72
2.36	20.15	14.94	7.41	9.12	21.65	33.95	15.68
2.55	20.19	16.30	8.07	9.32	21.69	33.95	15.65
2.75	20.23	17.65	8.73	9.52	21.74	33.95	15.61
2.96	20.27	17.65	8.71	9.72	21.79	35.31	16.20
3.15	20.31	19.01	9.36	9.92	21.84	35.31	16.17
3.34	20.35	19.01	9.34	10.12	21.89	35.31	16.13
3.54	20.39	20.37	9.99	10.31	21.93	35.31	16.10
3.74	20.43	20.37	9.97	10.51	21.98	36.67	16.68
3.93	20.48	21.73	10.61	10.70	22.03	36.67	16.64
4.12	20.52	21.73	10.59	10.90	22.08	36.67	16.61
4.32	20.56	23.09	11.23	11.11	22.13	36.67	16.57
4.51	20.60	23.09	11.21	11.30	22.18	36.67	16.53
4.70	20.64	24.44	11.84	11.49	22.23	38.02	17.11
4.90	20.68	24.44	11.82	11.69	22.28	36.67	16.46
5.09	20.73	24.44	11.79	11.88	22.33	38.02	17.03
5.29	20.77	25.80	12.42	12.08	22.38	38.02	16.99
5.49	20.81	25.80	12.40	12.27	22.42	38.02	16.96
5.69	20.86	25.80	12.37	12.48	22.48	38.02	16.92
5.89	20.90	25.80	12.34	12.42	22.46	39.38	17.53
6.10	20.95	27.16	12.96	12.88	22.58	39.38	17.44
6.29	20.99	27.16	12.94	13.06	22.63	39.38	17.40
6.49	21.04	27.16	12.91				





### CURVA DI ROTTURA





massimo valore misurato:	$q_c =$	17.8	kPa
stima della coesione non drenata:	$c_u =$	8.9	kPa
modulo di Young iniziale, non drenato:	$E_0 =$	0.4	MPa
modulo di Young al 50% del carico di rottura, non drenato:	$E_{50} =$	0.3	MPa

## PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

*norma di riferimento* : ASTM D2435

*deviazioni dalla norma*: nessuna

verbale di accettazione n° **103/13** del **04/07/2013**  
certificato di prova n° **0796/13** del **04/09/2013**

Committente: **PISAMO S.p.A.**

Località: **Quartiere CEP Barbaricina (PI) - via della Fossa Ducaria/s.s. Aurelia**

identificativo campione: **S1 C2**

tipologia: **indisturbato**

profondità nominale (m): **12,0-12,5**

contenitore: **fustella metallica a pareti sottili**

data di prelievo: **30/07/2013**

diametro nominale (mm): **88.9**

data di arrivo: **30/07/2013**

lunghezza effettiva (cm): **47**

Descrizione del campione: **argilla grigia con limo; occasionali bioclasti millimetrici**

### CARATTERISTICHE DEL PROVINO

<i>sezione</i>	19.91	cm <sup>2</sup>	<i>indice dei vuoti iniziale</i>	1.891	
<i>altezza iniziale</i>	19.90	mm	<i>altezza ridotta</i>	6.883	mm
<i>massa iniziale</i>	60.83	g	<i>altezza finale</i>	19.90	mm
<i>umidità iniziale</i>	61.99	%	<i>umidità finale</i>	51.23	%
<i>peso specifico dei granuli*</i>	26.40	kN/m <sup>3</sup>	<i>massa secca finale</i>	36.89	g

\* valore utilizzato sulla base delle indicazioni bibliografiche in assenza della specifica prova



## DATI DI PROVA

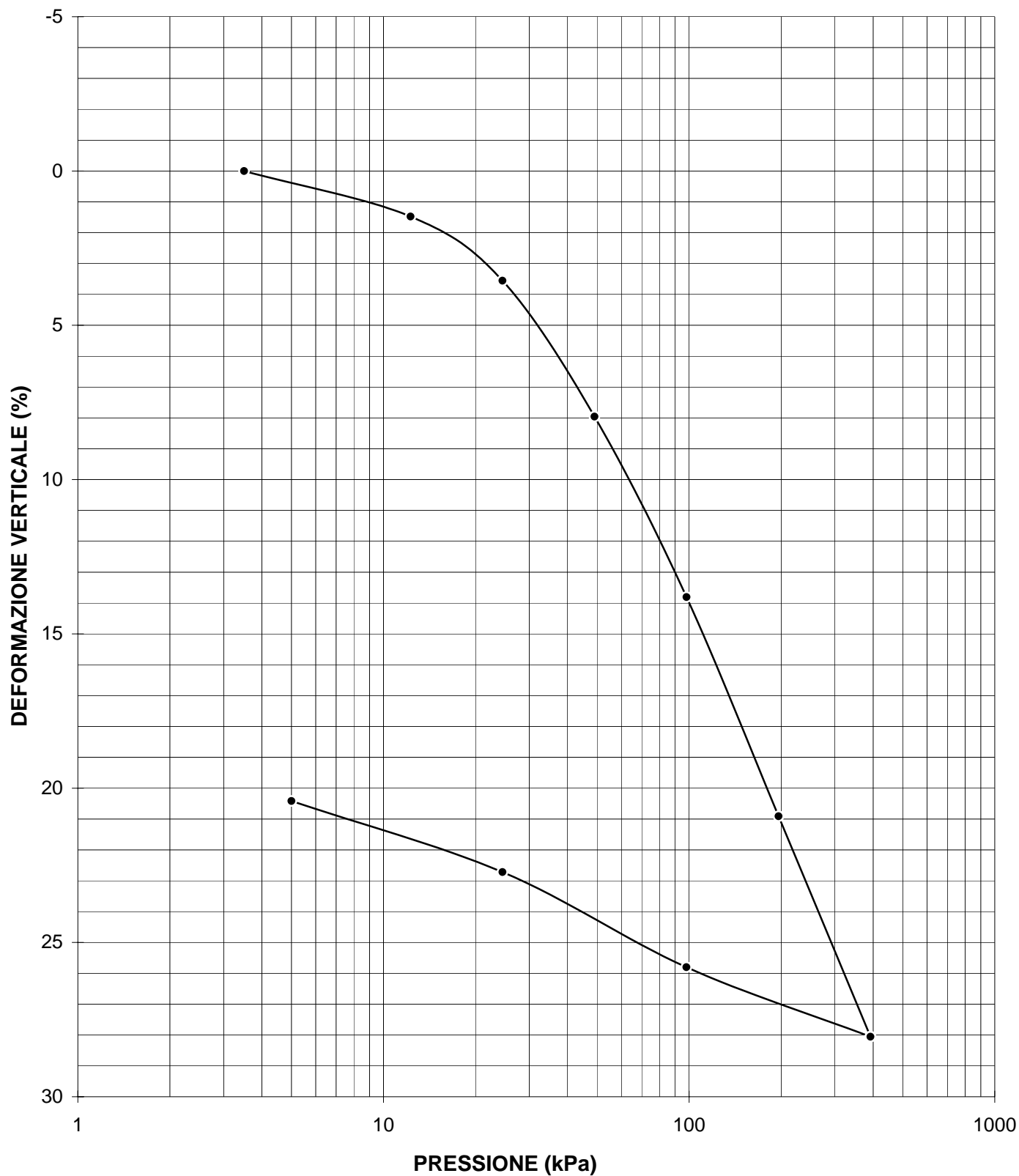
<i>data inizio</i>	<i>carico (kPa)</i>	<i>altezza (mm)</i>	<i>dH (mm)</i>	<i>indice vuoti</i>	<i>dH/H<sub>0</sub> (%)</i>	<i>m<sub>v</sub> (kPa<sup>-1</sup>)</i>	<i>E<sub>ed</sub> (kPa)</i>
31/07/2013	4	19.900	0.000	1.891	0.000		
31/07/2013	12.3	19.606	0.294	1.849	1.477	1.687E-03	5.928E+02
01/08/2013	24.5	19.193	0.707	1.789	3.553	1.693E-03	5.907E+02
02/08/2013	49	18.316	1.584	1.661	7.960	1.798E-03	5.563E+02
02/08/2013	98	17.152	2.748	1.492	13.809	1.193E-03	8.383E+02
03/08/2013	196	15.739	4.161	1.287	20.910	7.240E-04	1.381E+03
04/08/2013	392	14.317	5.583	1.080	28.055	3.643E-04	2.745E+03
<i>data inizio</i>	<i>carico (kPa)</i>	<i>altezza (mm)</i>	<i>dH (mm)</i>	<i>indice vuoti</i>	<i>dH/H<sub>0</sub> (%)</i>	<i>c<sub>s</sub> (kPa<sup>-1</sup>)</i>	<i>SR (kPa<sup>-1</sup>)</i>
05/08/2013	98	14.766	5.134	1.145	25.799	1.083E-01	3.746
06/08/2013	25	15.379	4.521	1.234	22.719	1.479E-01	5.116
07/08/2013	5	15.837	4.063	1.301	20.417	9.641E-02	3.335

## DATI DI PROVA: ANDAMENTO DEI CEDIMENTI NEL TEMPO

<i>gradino IV (49-98 kPa)</i>		<i>gradino V (98-196 kPa)</i>	
<i>tempo (s)</i>	<i>dH (mm)</i>	<i>tempo (s)</i>	<i>dH (mm)</i>
0	1.584	0	2.748
6	1.711	6	2.848
15	1.742	15	2.877
30	1.771	30	2.908
60	1.808	60	2.949
120	1.857	120	3.008
240	1.933	240	3.091
480	2.042	480	3.214
900	2.171	900	3.385
1800	2.306	1800	3.591
3600	2.428	3600	3.768
7200	2.517	7200	3.908
14400	2.596	14400	4.000
28800	2.661	28800	4.071
86400	2.748	86400	4.161



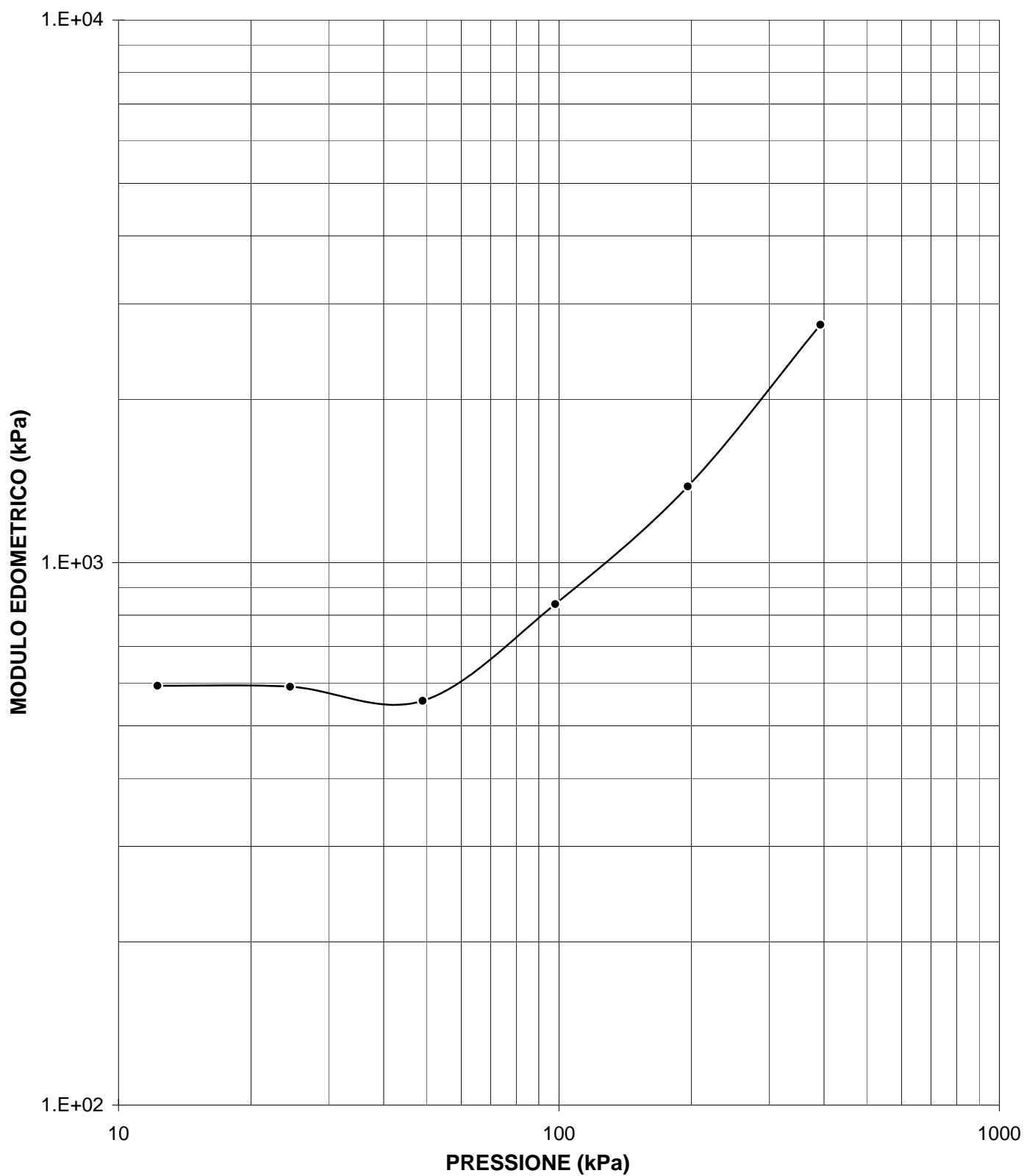
### CURVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA - I





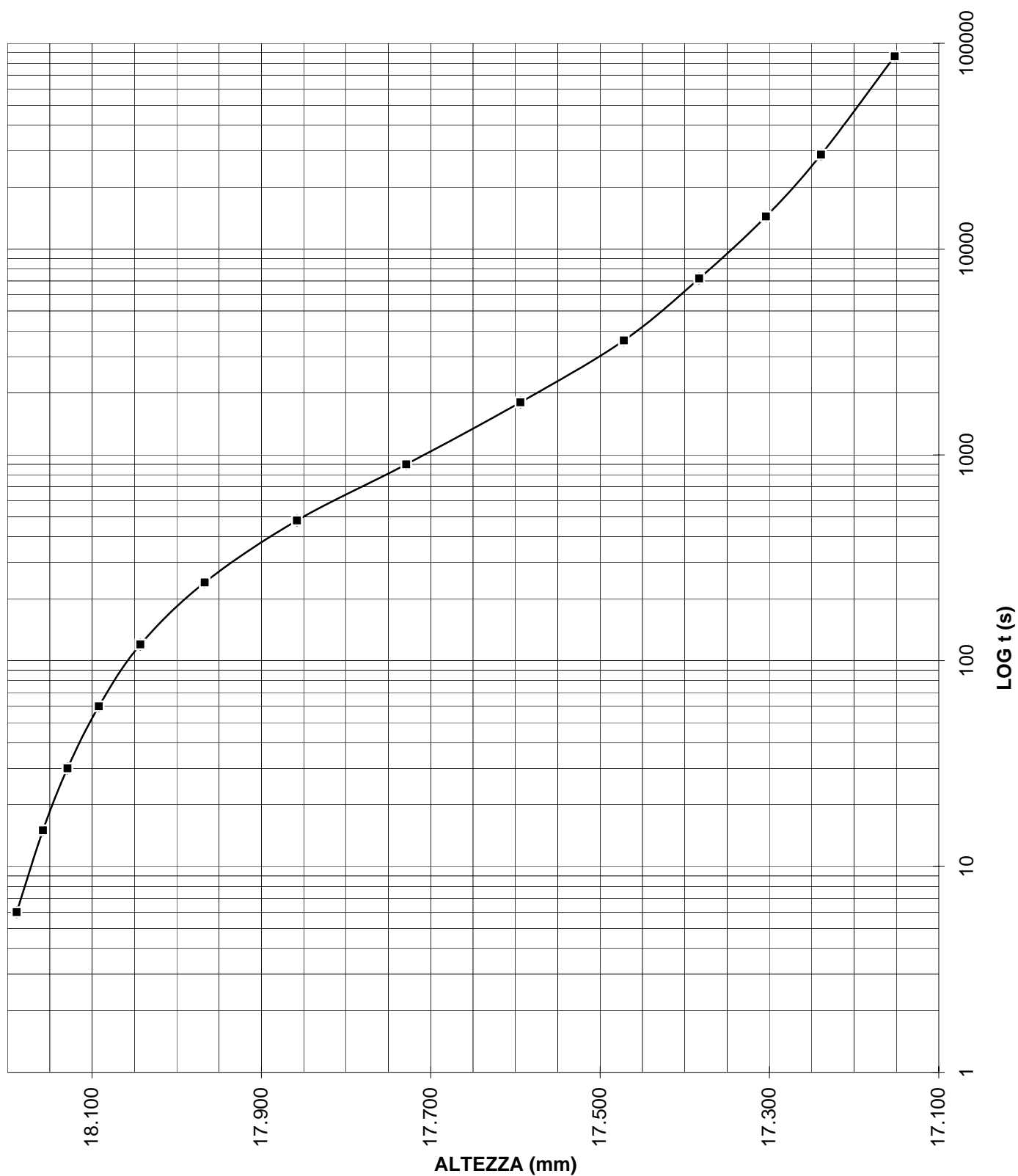


## CURVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA - II



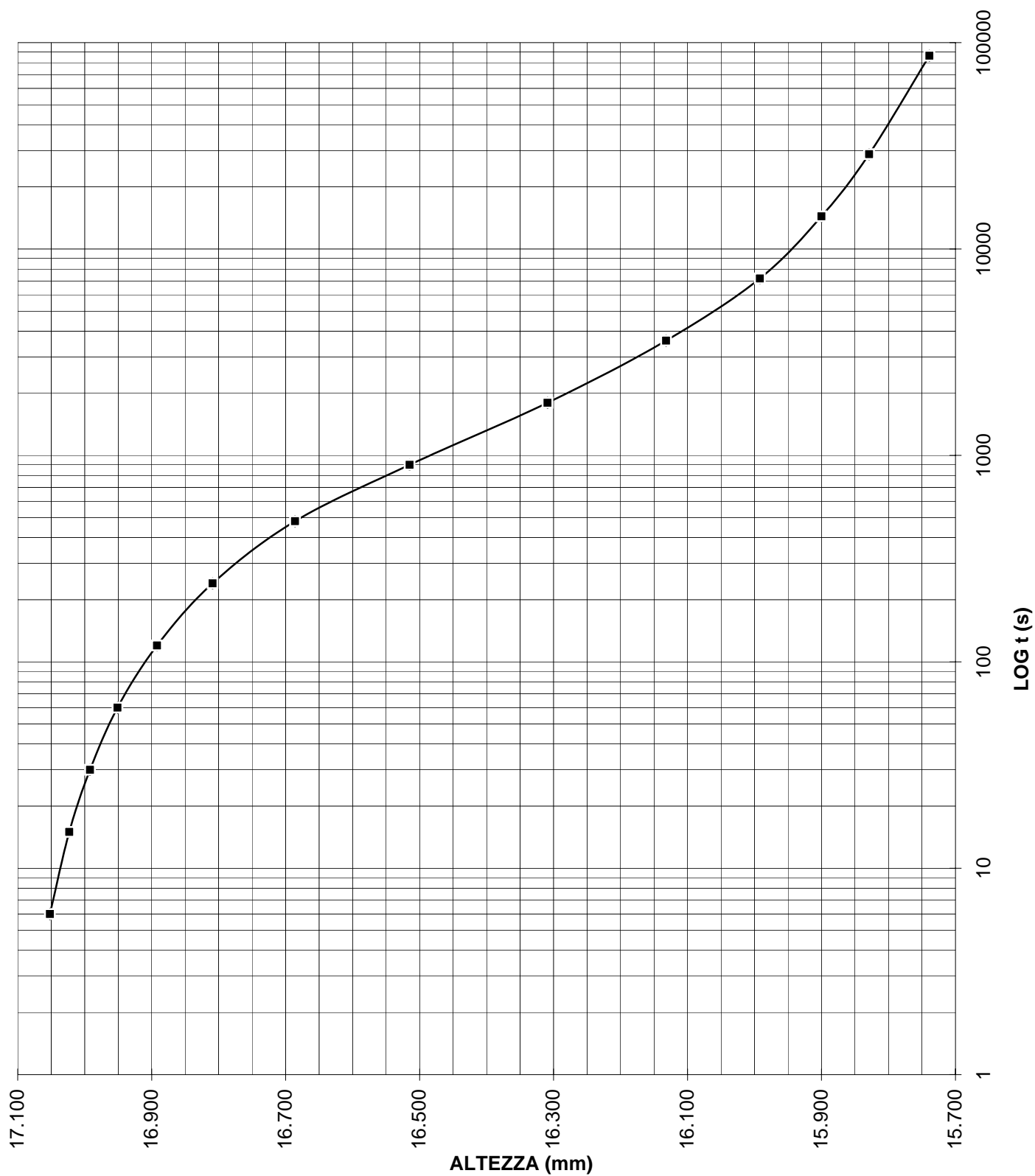


### ANDAMENTO DEI CEDIMENTI NEL TEMPO - gradino IV





### ANDAMENTO DEI CEDIMENTI NEL TEMPO - gradino V

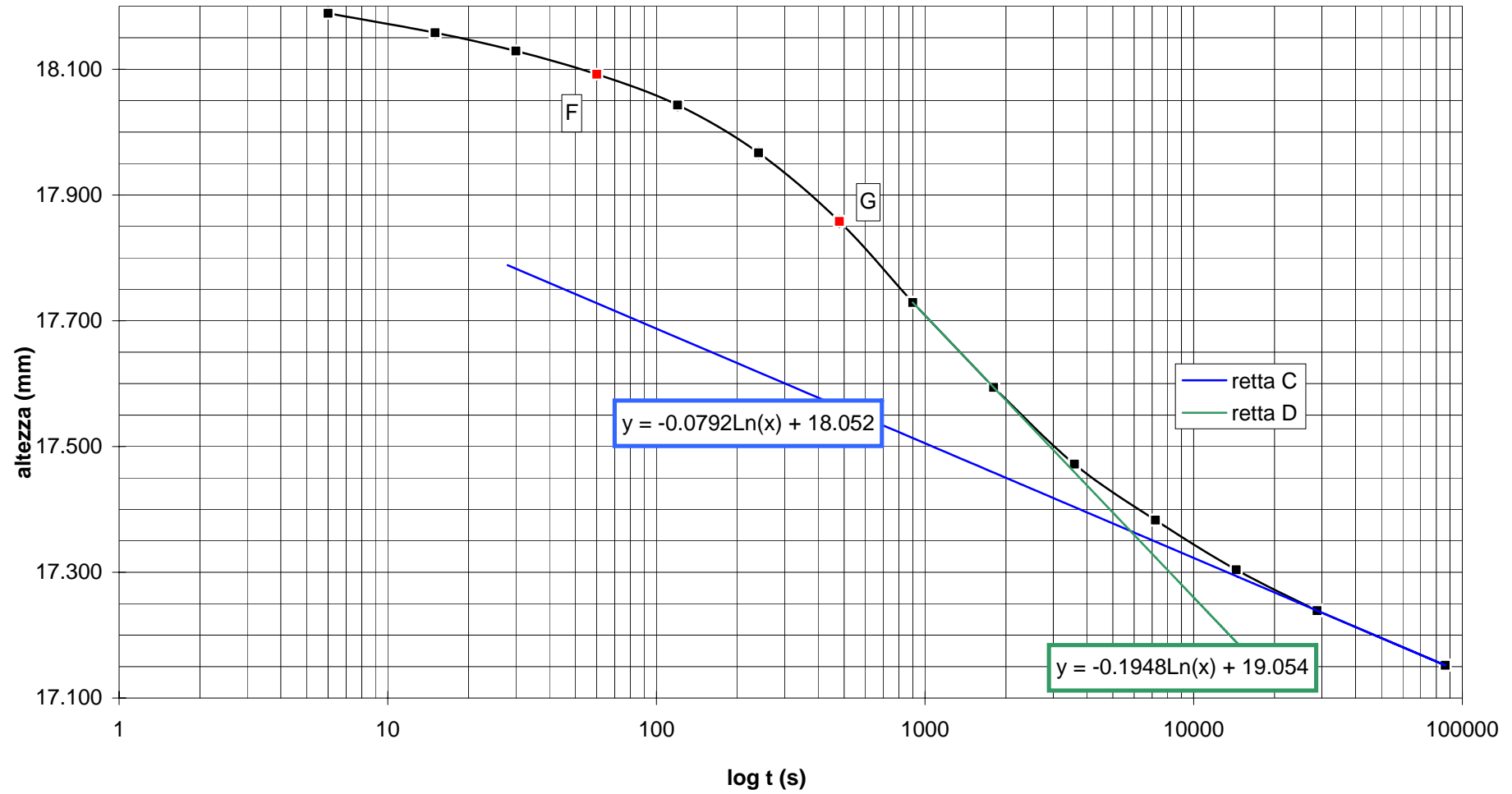


campione: S1 C2

cedimento a inizio di prova	1.584	mm	gradino IV (49-98 kPa)
altezza iniziale	$h_0 =$ 1.833	cm	
altezza campione a fine cedimento primario	$h_{100} =$ 1.737	cm	
altezza campione al 50% della consolidazione primaria	$h_{50} =$ 1.785	cm	
tempo al 50% della consolidazione primaria	$t_{50} =$ 494	s	
tempo al 100% della consolidazione primaria	$t_{100} =$ 5810	s	
coefficiente di consolidazione	$C_v =$ 3.18E-04	cm <sup>2</sup> /s	
coefficiente di compressibilità volumetrica	$m_v =$ 1.19E-03	kPa <sup>-1</sup>	
coefficiente di permeabilità verticale	$K_v =$ 3.79E-08	cm/s	

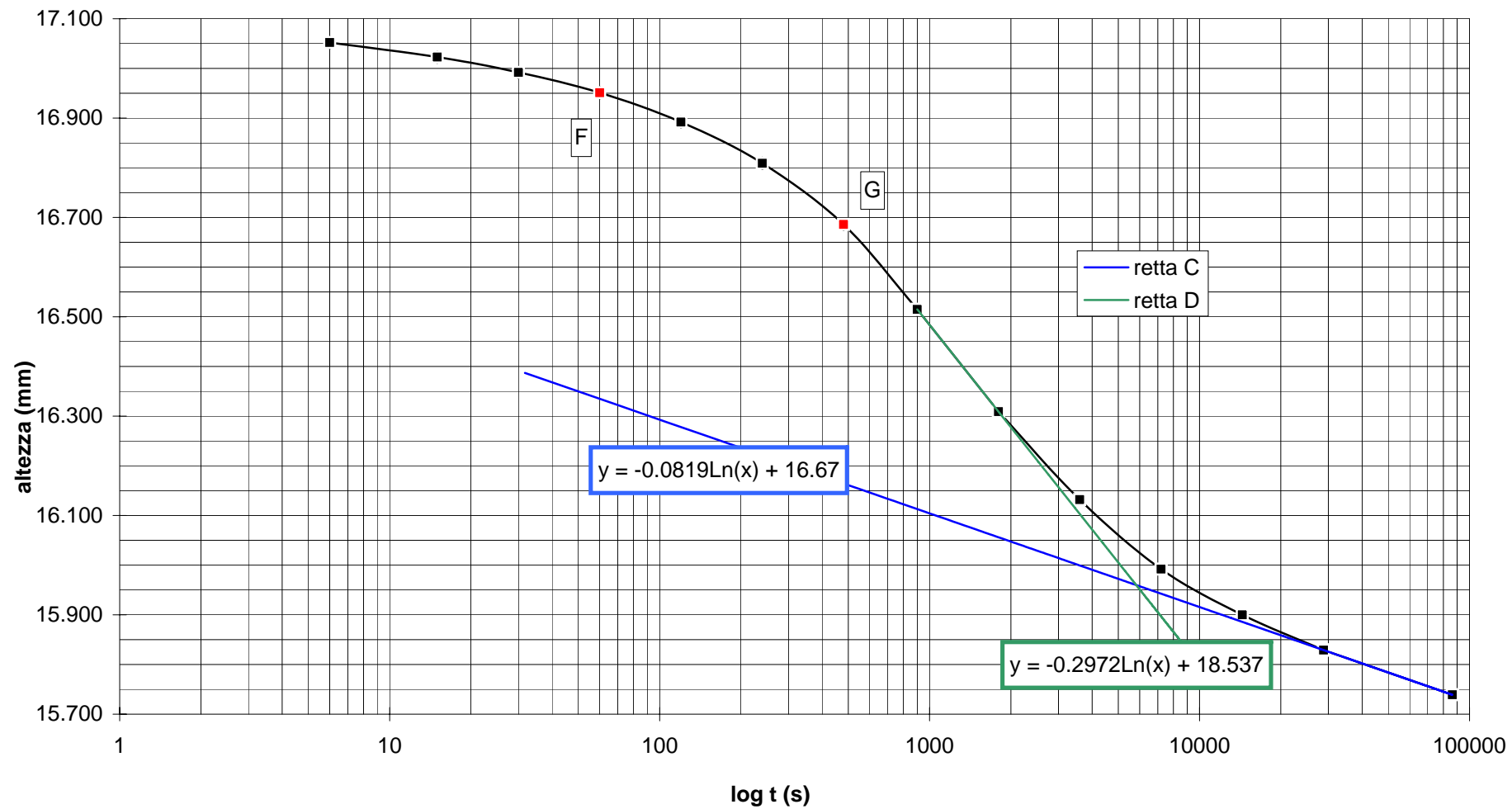
cedimento a inizio di prova	2.748	mm	gradino V (98-196 kPa)
altezza iniziale	$h_0 =$ 1.722	cm	
altezza campione a fine cedimento primario	$h_{100} =$ 1.596	cm	
altezza campione al 50% della consolidazione primaria	$h_{50} =$ 1.659	cm	
tempo al 50% della consolidazione primaria	$t_{50} =$ 704	s	
tempo al 100% della consolidazione primaria	$t_{100} =$ 5826	s	
coefficiente di consolidazione	$C_v =$ 1.92E-04	cm <sup>2</sup> /s	
coefficiente di compressibilità volumetrica	$m_v =$ 7.24E-04	kPa <sup>-1</sup>	
coefficiente di permeabilità verticale	$K_v =$ 1.39E-08	cm/s	

### S1 C2 - ANDAMENTO DEI CEDIMENTI NEL TEMPO - gradino IV





### S1 C2 - ANDAMENTO DEI CEDIMENTI NEL TEMPO - gradino V





**Ichnogeo** sas

56028 San Miniato Basso (PI)

via Ilaria Alpi, 18/20

tel 0571/43213 fax 0571/403063

www.ichnogeo.it- info@ichnogeo.it

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
**Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Laboratorio autorizzato - settori A e C

decreto n° 54814 del 28/04/2006

rinnovo n° 3663 del 22/03/2012



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATO DRENATO

*norma di riferimento:* UNI CEN ISO/TS 17892-10

*deviazioni dalla norma:* nessuna

verbale di accettazione n° **103/13** del **04/07/2013**  
certificato di prova n° **0799/13** del **04/09/2013**

Committente: **PISAMO S.p.A.**

Località: **Quartiere CEP Barbaricina (PI) - via della Fossa Ducaria/s.s. Aurelia**

identificativo campione: **S1 C2** tipologia: **indisturbato**  
profondità nominale (m): **12,0-12,5** contenitore: **fustella metallica a pareti sottili**  
data di prelievo: **30/07/2013** diametro nominale (mm): **88.9**  
data di arrivo: **30/07/2013** lunghezza effettiva (cm): **47**

Descrizione del campione: **argilla grigia con limo; occasionali bioclasti millimetrici**

## CARATTERISTICHE DEL PROVINO

provino n° 1

<i>sezione</i>	36.00	cm <sup>2</sup>			
<i>altezza iniziale</i>	2.29	cm	<i>altezza finale</i>	2.24	cm
<i>massa iniziale</i>	134.40	g	<i>umidità finale</i>	68.04	%
<i>umidità iniziale</i>	67.10	%			



### DATI DI PROVA: FASE DI CONSOLIDAZIONE

data di esecuzione: 31/07/2013

carico verticale applicato: 49 kPa

tempo (s)	cedimento (mm)	tempo (s)	cedimento (mm)
3	0.055	605	0.357
5	0.076	1028	0.368
9	0.095	1748	0.381
15	0.109	2971	0.389
25	0.124	5051	0.394
43	0.226	8587	0.405
72	0.304	14598	0.409
123	0.325	24817	0.413
209	0.338	42189	0.421
356	0.351	71721	0.432

### DATI DI PROVA: FASE DI ROTTURA

data di esecuzione: 01/08/2013

velocità di deformazione: 0.015  $\mu\text{m/s}$   
carico verticale applicato: 49 kPa

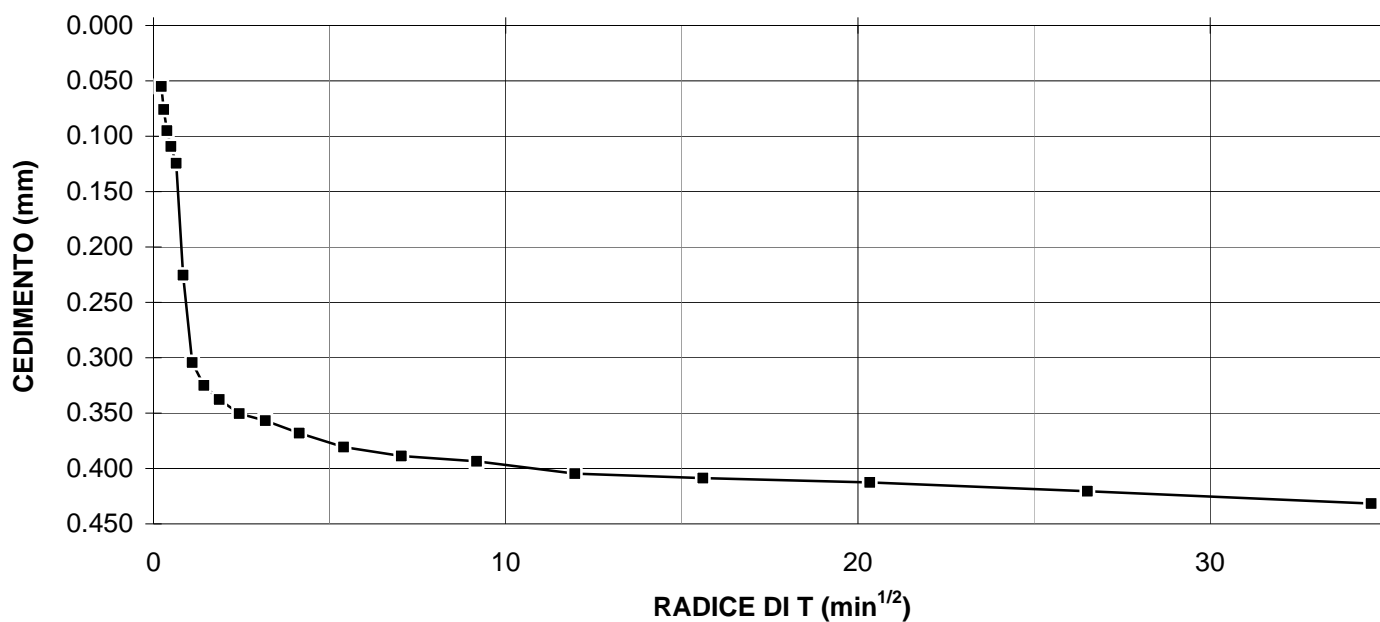
nota: lo sforzo di taglio è calcolato tenendo conto della riduzione di area del provino

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
0.000	0.000	0.0	0.00	0.793	-0.008	81.5	22.95
0.007	0.001	13.0	3.60	0.822	-0.010	82.5	23.22
0.032	-0.002	22.0	6.11	0.864	-0.006	84.3	23.76
0.074	-0.003	25.7	7.15	0.913	-0.007	85.5	24.10
0.127	-0.002	29.9	8.32	0.977	-0.006	85.2	24.06
0.178	-0.005	34.5	9.61	1.042	-0.006	83.4	23.57
0.227	-0.002	40.1	11.17	1.096	-0.001	82.9	23.46
0.279	-0.002	45.9	12.80	1.154	-0.001	83.4	23.61
0.333	-0.003	52.6	14.68	1.210	-0.002	84.1	23.83
0.389	-0.006	58.8	16.45	1.262	0.000	86.9	24.64
0.439	-0.009	63.0	17.63	1.315	-0.001	86.2	24.47
0.488	-0.009	67.2	18.81	1.369	0.002	84.5	24.03
0.537	-0.011	70.4	19.73	1.425	0.002	83.8	23.85
0.587	-0.013	73.7	20.66	1.483	0.004	82.0	23.35
0.644	-0.011	74.8	21.00	1.544	0.006	80.6	22.98
0.699	-0.011	78.3	22.00	1.600	0.004	79.0	22.54
0.756	-0.010	79.9	22.48	1.657	0.006	79.0	22.56



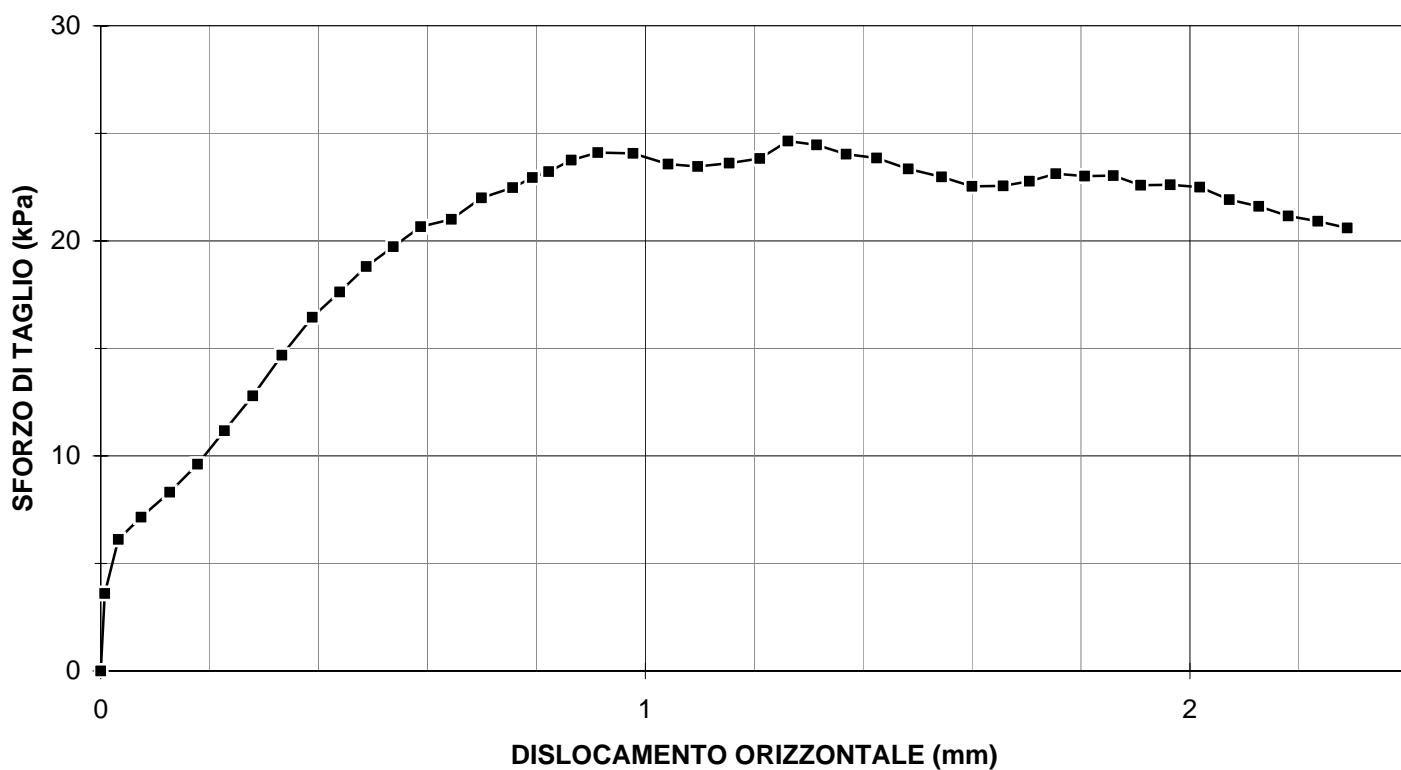
<i>dislocamento orizzontale (mm)</i>	<i>deformazione verticale (mm)</i>	<i>forza tangenziale (N)</i>	<i>sforzo di taglio (kPa)</i>	<i>dislocamento orizzontale (mm)</i>	<i>deformazione verticale (mm)</i>	<i>forza tangenziale (N)</i>	<i>sforzo di taglio (kPa)</i>
1.705	0.006	79.7	22.78	2.018	0.004	78.3	22.50
1.754	0.004	80.8	23.13	2.072	0.006	76.2	21.92
1.807	0.004	80.4	23.01	2.126	0.005	75.0	21.61
1.859	0.006	80.4	23.04	2.181	0.007	73.4	21.16
1.910	0.005	78.7	22.59	2.235	0.005	72.5	20.91
1.964	0.006	78.7	22.61	2.289	0.004	71.3	20.60

### FASE DI CONSOLIDAZIONE

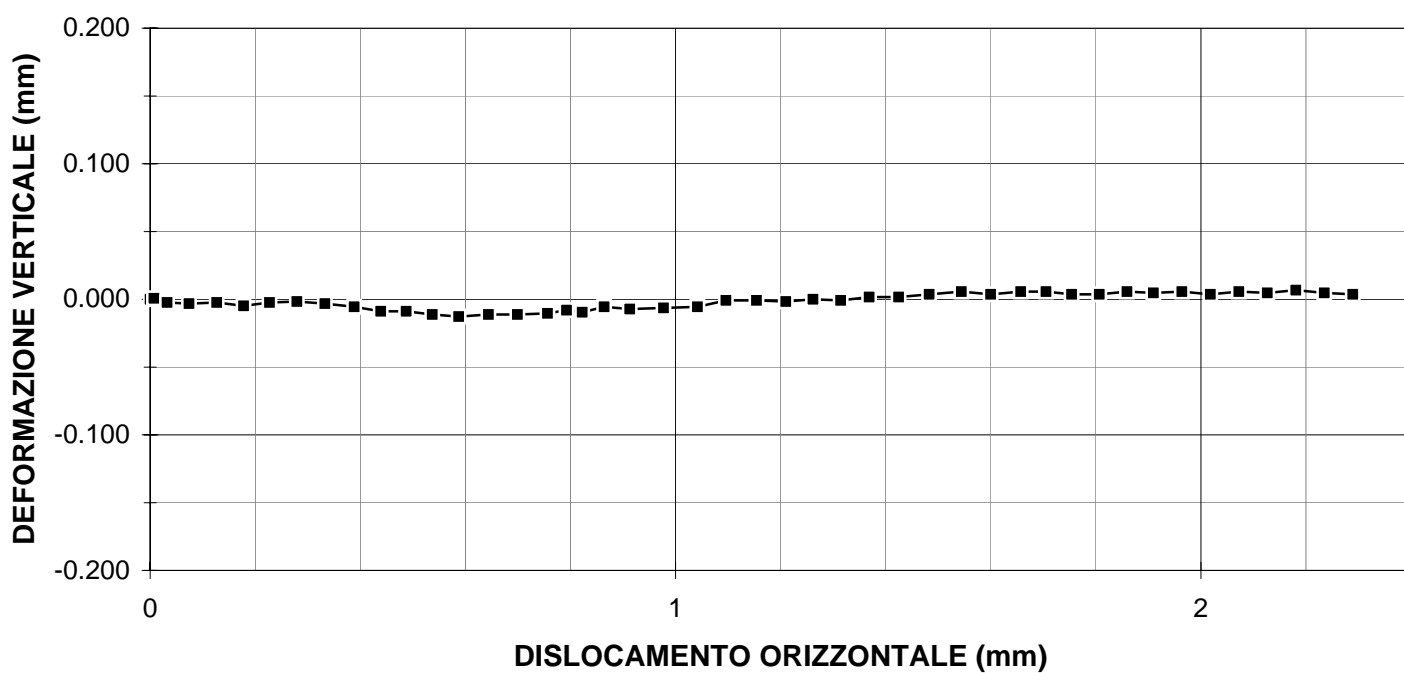




### CURVA DI ROTTURA - I



### CURVA DI ROTTURA - II





## PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATO DRENATO

*norma di riferimento:* UNI CEN ISO/TS 17892-10

*deviazioni dalla norma:* nessuna

verbale di accettazione n° **103/13** del **04/07/2013**  
certificato di prova n° **0800/13** del **04/09/2013**

Committente: **PISAMO S.p.A.**

Località: **Quartiere CEP Barbaricina (PI) - via della Fossa Ducaria/s.s. Aurelia**

identificativo campione: **S1 C2** tipologia: **indisturbato**  
profondità nominale (m): **12,0-12,5** contenitore: **fustella metallica a pareti sottili**  
data di prelievo: **30/07/2013** diametro nominale (mm): **88.9**  
data di arrivo: **30/07/2013** lunghezza effettiva (cm): **47**

Descrizione del campione: **argilla grigia con limo; occasionali bioclasti millimetrici**

## CARATTERISTICHE DEL PROVINO

provino n° 2

<i>sezione</i>	36.00	cm <sup>2</sup>		
<i>altezza iniziale</i>	2.29	cm	<i>altezza finale</i>	2.13 cm
<i>massa iniziale</i>	133.10	g	<i>umidità finale</i>	59.59 %
<i>umidità iniziale</i>	63.43	%		



### DATI DI PROVA: FASE DI CONSOLIDAZIONE

data di esecuzione: 31/07/2013

carico verticale applicato: 98 kPa

tempo (s)	cedimento (mm)	tempo (s)	cedimento (mm)
3	0.159	605	0.633
5	0.212	1028	0.685
9	0.271	1748	0.718
15	0.317	2971	0.748
25	0.359	5051	0.776
43	0.412	8587	0.798
72	0.454	14598	0.820
123	0.495	24817	0.848
209	0.537	42189	0.865
356	0.581	71721	0.876

### DATI DI PROVA: FASE DI ROTTURA

data di esecuzione: 01/08/2013

velocità di deformazione: 0.015  $\mu\text{m/s}$   
carico verticale applicato: 98 kPa

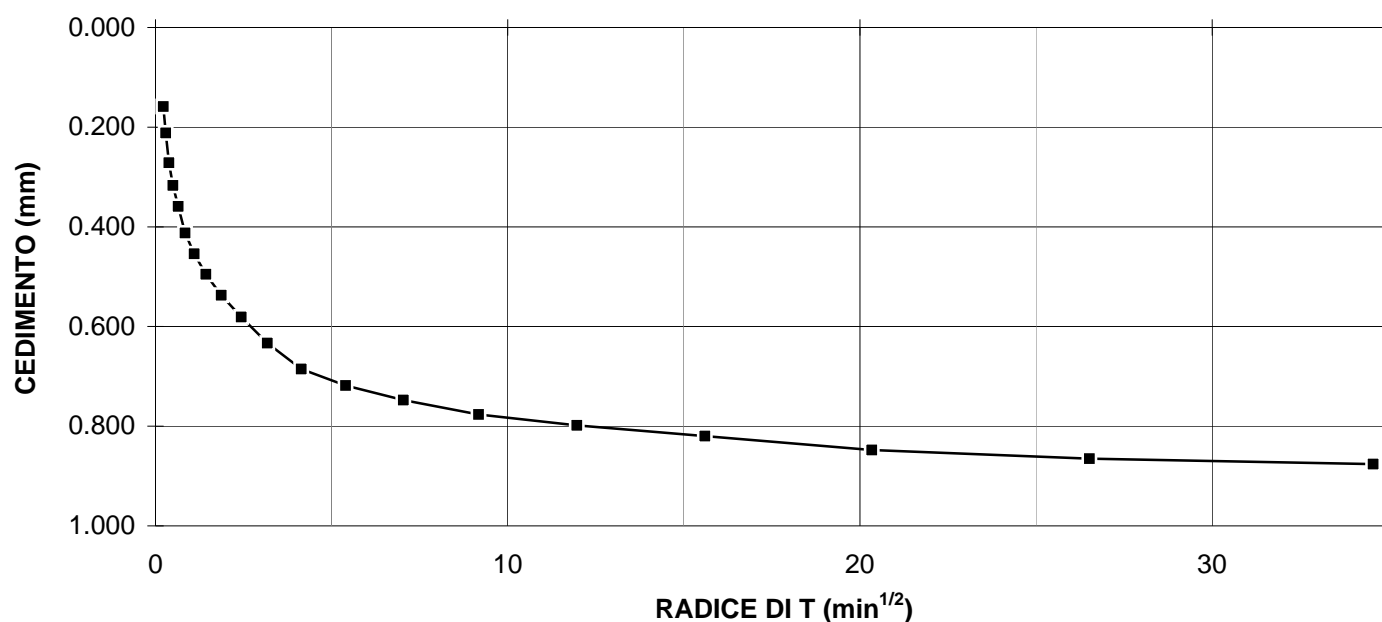
nota: lo sforzo di taglio è calcolato tenendo conto della riduzione di area del provino

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
0.000	0.000	0.0	0.00	0.907	-0.316	104.3	29.42
0.057	-0.068	26.4	7.33	0.963	-0.330	106.2	29.97
0.104	-0.088	41.2	11.45	1.019	-0.346	109.4	30.91
0.155	-0.105	53.9	15.01	1.074	-0.360	110.8	31.33
0.212	-0.121	63.6	17.73	1.130	-0.375	112.6	31.89
0.266	-0.136	69.4	19.36	1.183	-0.388	112.4	31.85
0.319	-0.153	75.4	21.06	1.218	-0.402	113.3	32.13
0.370	-0.169	80.0	22.37	1.250	-0.418	111.7	31.69
0.426	-0.184	84.9	23.75	1.296	-0.435	111.0	31.52
0.477	-0.199	88.1	24.67	1.361	-0.452	114.7	32.60
0.527	-0.215	92.1	25.80	1.433	-0.463	117.3	33.37
0.587	-0.230	95.8	26.86	1.497	-0.476	116.6	33.21
0.645	-0.245	99.5	27.92	1.547	-0.491	114.3	32.58
0.690	-0.260	99.7	28.01	1.600	-0.504	115.2	32.87
0.743	-0.282	101.3	28.49	1.648	-0.520	113.3	32.37
0.800	-0.296	101.3	28.52	1.694	-0.534	114.0	32.59
0.853	-0.303	102.9	29.00	1.743	-0.549	115.0	32.88



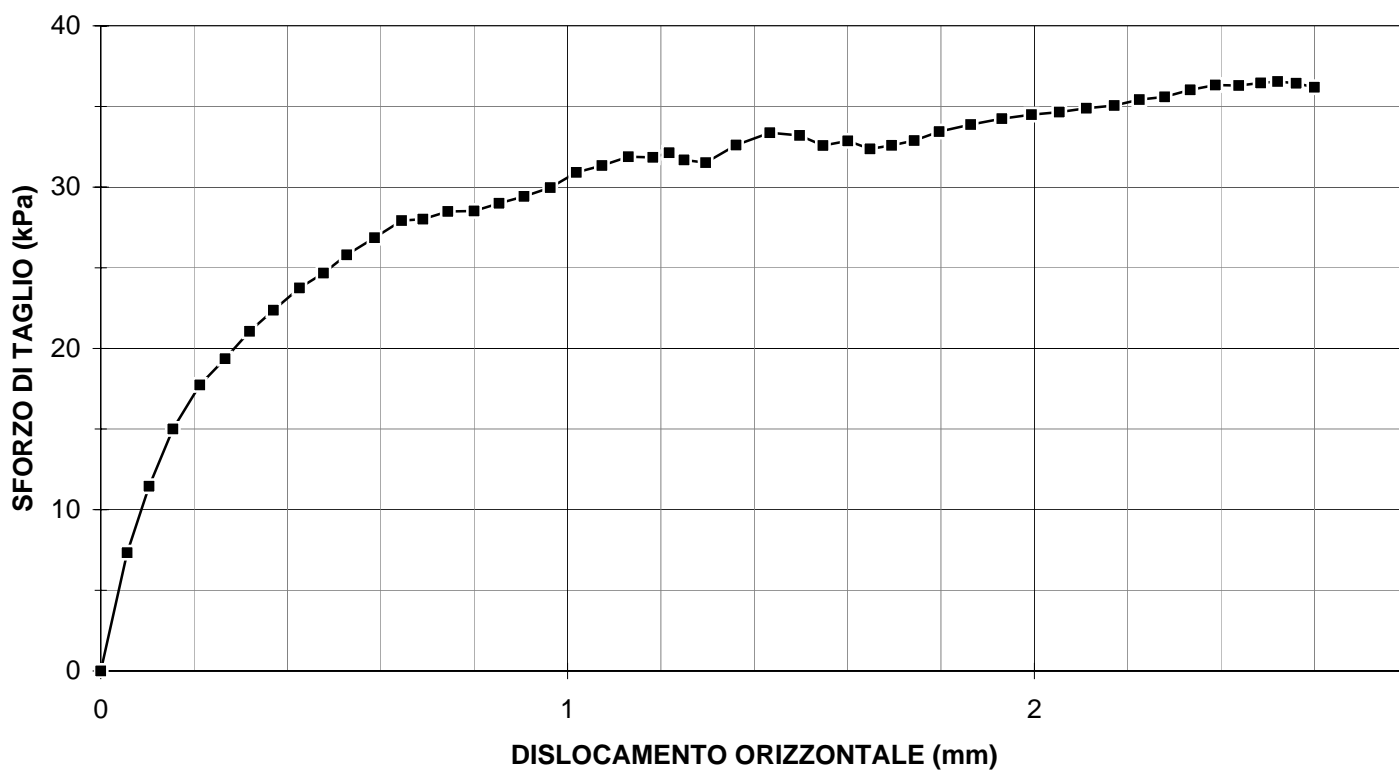
<i>dislocamento orizzontale (mm)</i>	<i>deformazione verticale (mm)</i>	<i>forza tangenziale (N)</i>	<i>sforzo di taglio (kPa)</i>	<i>dislocamento orizzontale (mm)</i>	<i>deformazione verticale (mm)</i>	<i>forza tangenziale (N)</i>	<i>sforzo di taglio (kPa)</i>
1.796	-0.563	116.8	33.44	2.279	-0.654	123.3	35.59
1.864	-0.576	118.2	33.88	2.334	-0.664	124.7	36.03
1.930	-0.588	119.3	34.25	2.388	-0.673	125.6	36.33
1.994	-0.598	120.0	34.49	2.438	-0.684	125.4	36.29
2.054	-0.611	120.5	34.66	2.485	-0.694	125.8	36.46
2.112	-0.621	121.2	34.89	2.521	-0.704	126.1	36.55
2.171	-0.632	121.7	35.06	2.561	-0.714	125.6	36.44
2.225	-0.642	122.8	35.43	2.600	-0.719	124.7	36.19

### FASE DI CONSOLIDAZIONE

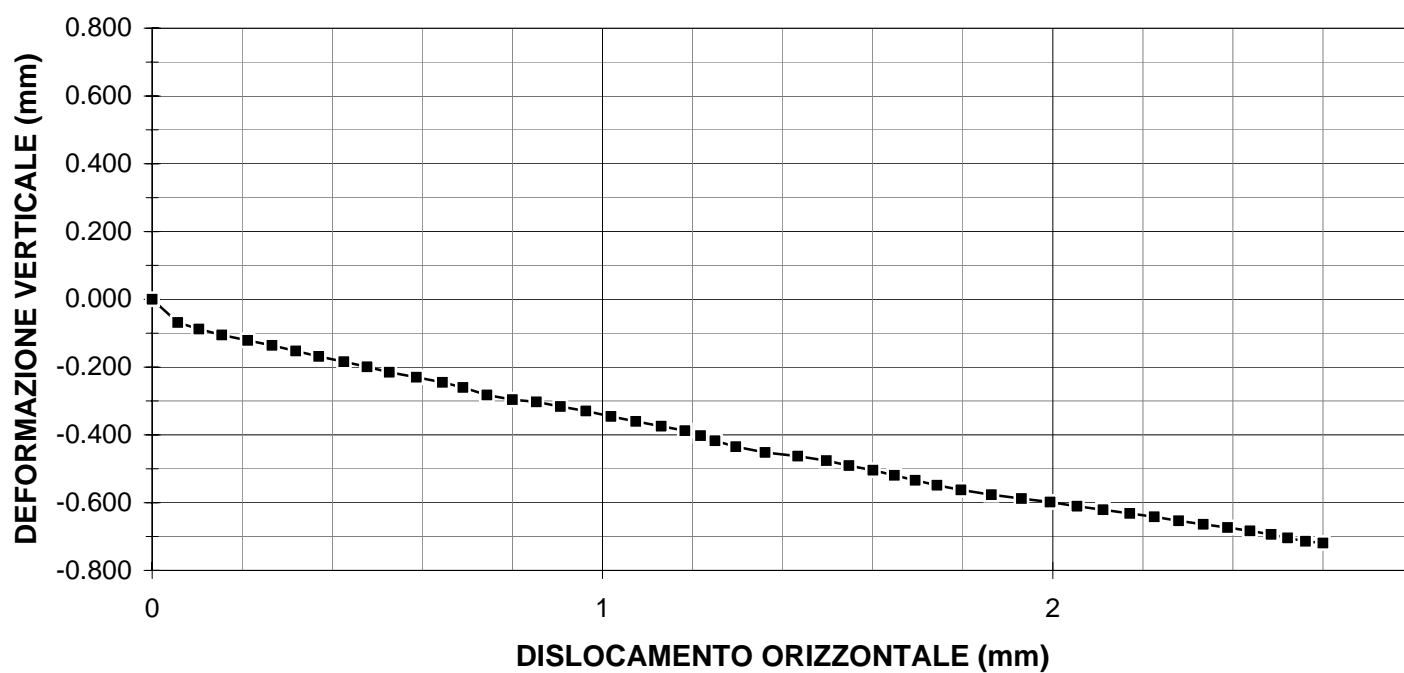




### CURVA DI ROTTURA - I



### CURVA DI ROTTURA - II





**Ichnogeo** sas

56028 San Miniato Basso (PI)

via Ilaria Alpi, 18/20

tel 0571/43213 fax 0571/403063

www.ichnogeo.it- info@ichnogeo.it

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
**Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Laboratorio autorizzato - settori A e C

decreto n° 54814 del 28/04/2006

rinnovo n° 3663 del 22/03/2012



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATO DRENATO

*norma di riferimento:* UNI CEN ISO/TS 17892-10

*deviazioni dalla norma:* nessuna

verbale di accettazione n° **103/13** del **04/07/2013**  
certificato di prova n° **0801/13** del **04/09/2013**

Committente: **PISAMO S.p.A.**

Località: **Quartiere CEP Barbaricina (PI) - via della Fossa Ducaria/s.s. Aurelia**

identificativo campione: **S1 C2** tipologia: **indisturbato**  
profondità nominale (m): **12,0-12,5** contenitore: **fustella metallica a pareti sottili**  
data di prelievo: **30/07/2013** diametro nominale (mm): **88.9**  
data di arrivo: **30/07/2013** lunghezza effettiva (cm): **47**

Descrizione del campione: **argilla grigia con limo; occasionali bioclasti millimetrici**

## CARATTERISTICHE DEL PROVINO

provino n° 3

<i>sezione</i>	36.00	cm <sup>2</sup>			
<i>altezza iniziale</i>	2.29	cm	<i>altezza finale</i>	1.89	cm
<i>massa iniziale</i>	131.96	g	<i>umidità finale</i>	51.04	%
<i>umidità iniziale</i>	63.98	%			



### DATI DI PROVA: FASE DI CONSOLIDAZIONE

data di esecuzione: 31/07/2013

carico verticale applicato: 196 kPa

tempo (s)	cedimento (mm)	tempo (s)	cedimento (mm)
3	0.269	605	1.532
5	0.364	1028	1.800
9	0.461	1748	2.044
15	0.509	2971	2.288
25	0.558	5051	2.490
43	0.704	8587	2.620
72	0.826	14598	2.720
123	0.947	24817	2.790
209	1.118	42189	2.810
356	1.313	71721	2.840

### DATI DI PROVA: FASE DI ROTTURA

data di esecuzione: 01/08/2013

velocità di deformazione: 0.015  $\mu\text{m/s}$   
carico verticale applicato: 196 kPa

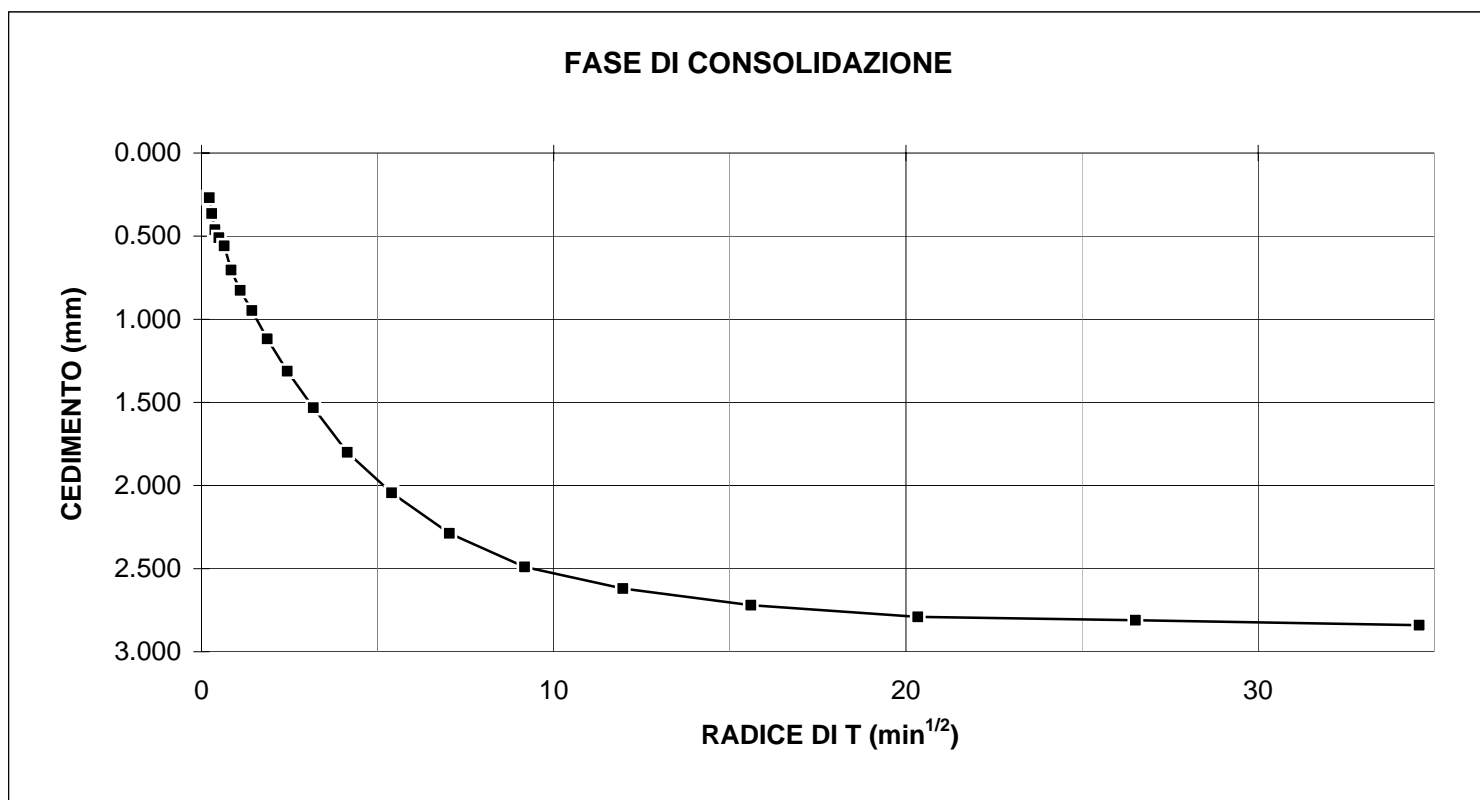
nota: lo sforzo di taglio è calcolato tenendo conto della riduzione di area del provino

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
0.000	0.000	0.0	0.00	0.883	-0.586	207.2	58.41
0.046	-0.171	35.0	9.73	0.935	-0.611	209.9	59.22
0.089	-0.244	88.6	24.64	0.989	-0.635	209.0	59.02
0.139	-0.293	120.8	33.63	1.045	-0.659	213.7	60.41
0.190	-0.317	138.7	38.64	1.100	-0.684	219.6	62.13
0.247	-0.342	154.0	42.94	1.154	-0.684	221.7	62.78
0.305	-0.366	165.8	46.28	1.209	-0.708	224.2	63.56
0.363	-0.391	174.8	48.86	1.251	-0.708	225.9	64.07
0.418	-0.391	184.3	51.56	1.294	-0.733	226.5	64.31
0.464	-0.415	188.5	52.77	1.339	-0.733	228.4	64.89
0.510	-0.440	192.0	53.78	1.391	-0.757	230.3	65.47
0.560	-0.464	193.6	54.29	1.451	-0.782	234.4	66.73
0.614	-0.464	197.1	55.31	1.508	-0.806	236.3	67.32
0.668	-0.488	200.1	56.21	1.564	-0.831	240.0	68.44
0.724	-0.513	204.1	57.37	1.616	-0.855	242.3	69.17
0.774	-0.537	208.5	58.66	1.671	-0.879	245.3	70.09
0.829	-0.562	208.5	58.71	1.729	-0.879	246.3	70.43



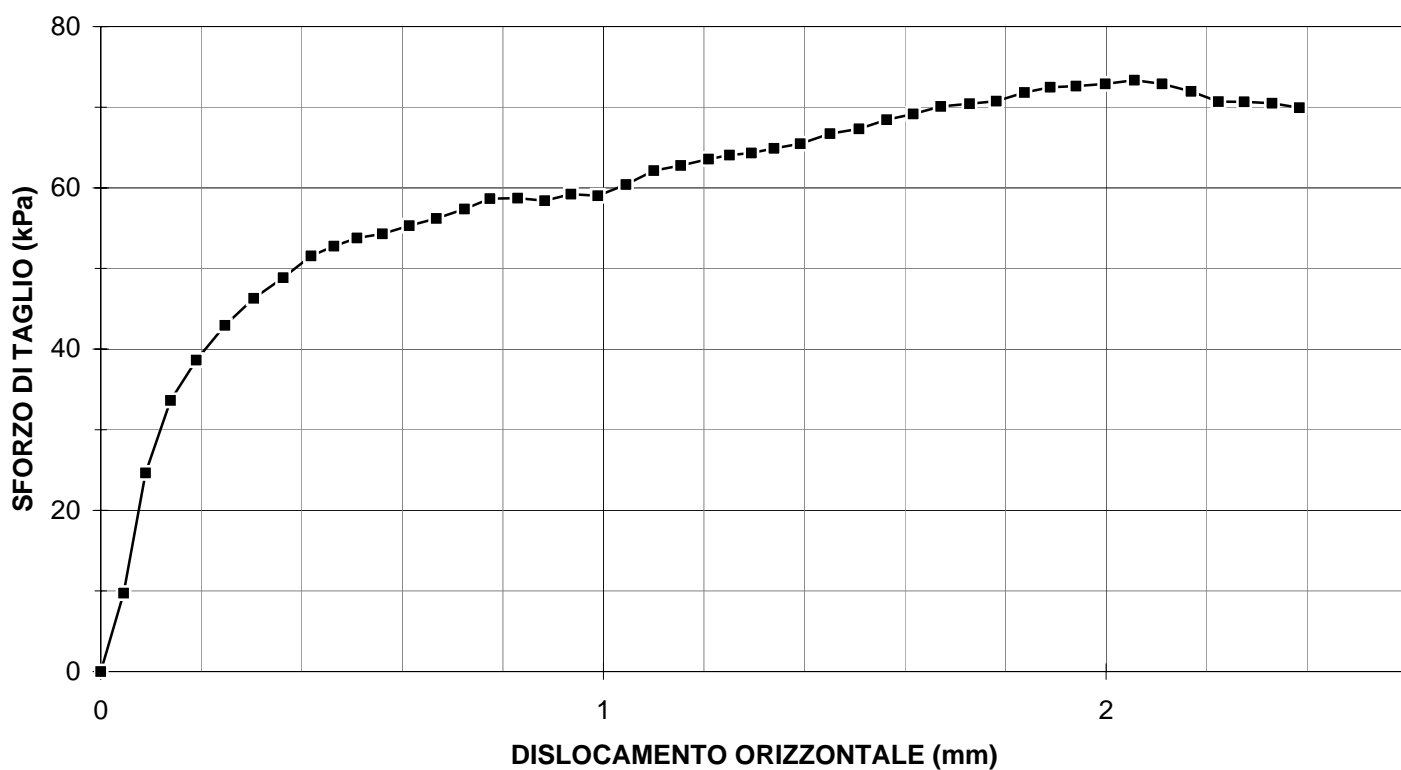


<i>dislocamento orizzontale (mm)</i>	<i>deformazione verticale (mm)</i>	<i>forza tangenziale (N)</i>	<i>sforzo di taglio (kPa)</i>	<i>dislocamento orizzontale (mm)</i>	<i>deformazione verticale (mm)</i>	<i>forza tangenziale (N)</i>	<i>sforzo di taglio (kPa)</i>
1.781	-0.904	247.2	70.76	2.111	-1.002	253.2	72.90
1.837	-0.928	250.7	71.82	2.169	-1.026	249.7	71.96
1.889	-0.953	252.8	72.48	2.223	-1.051	245.1	70.69
1.940	-0.977	253.0	72.61	2.275	-1.051	244.8	70.67
1.998	-0.977	253.7	72.89	2.330	-1.075	244.0	70.50
2.056	-1.002	255.1	73.36	2.384	-1.075	241.8	69.93

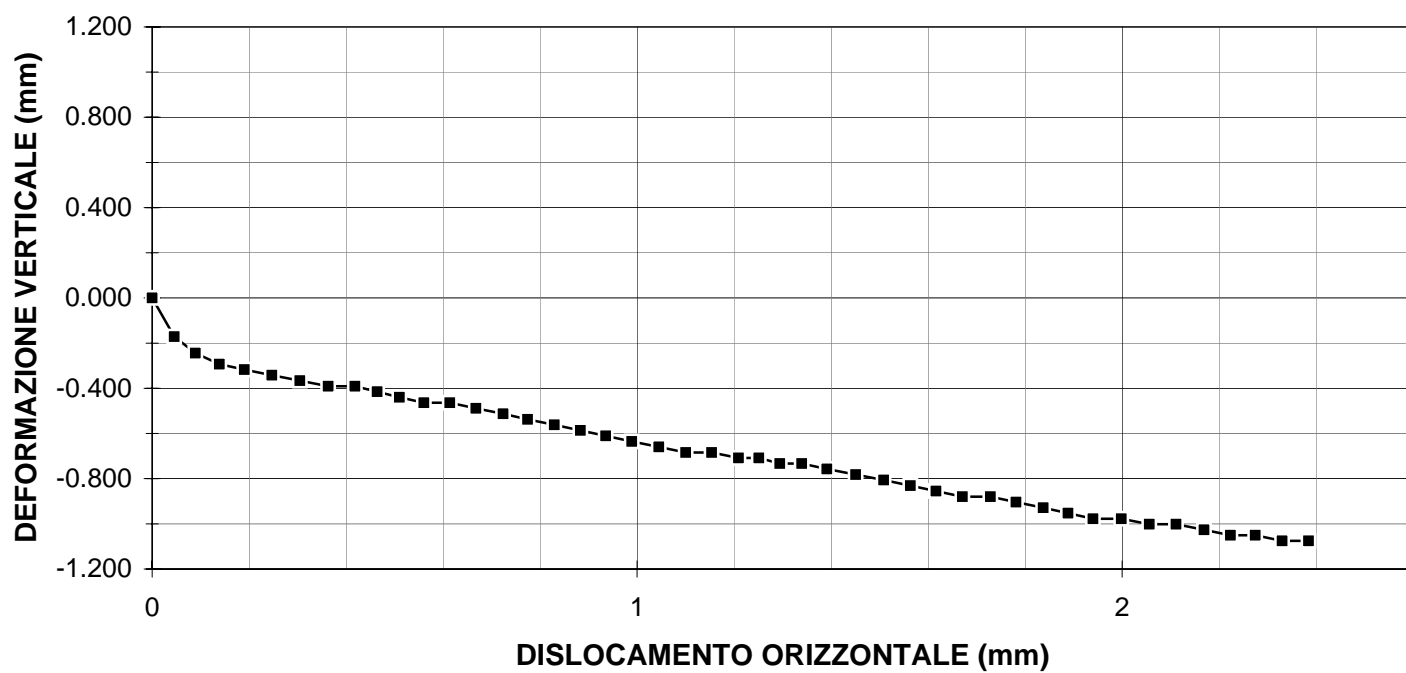




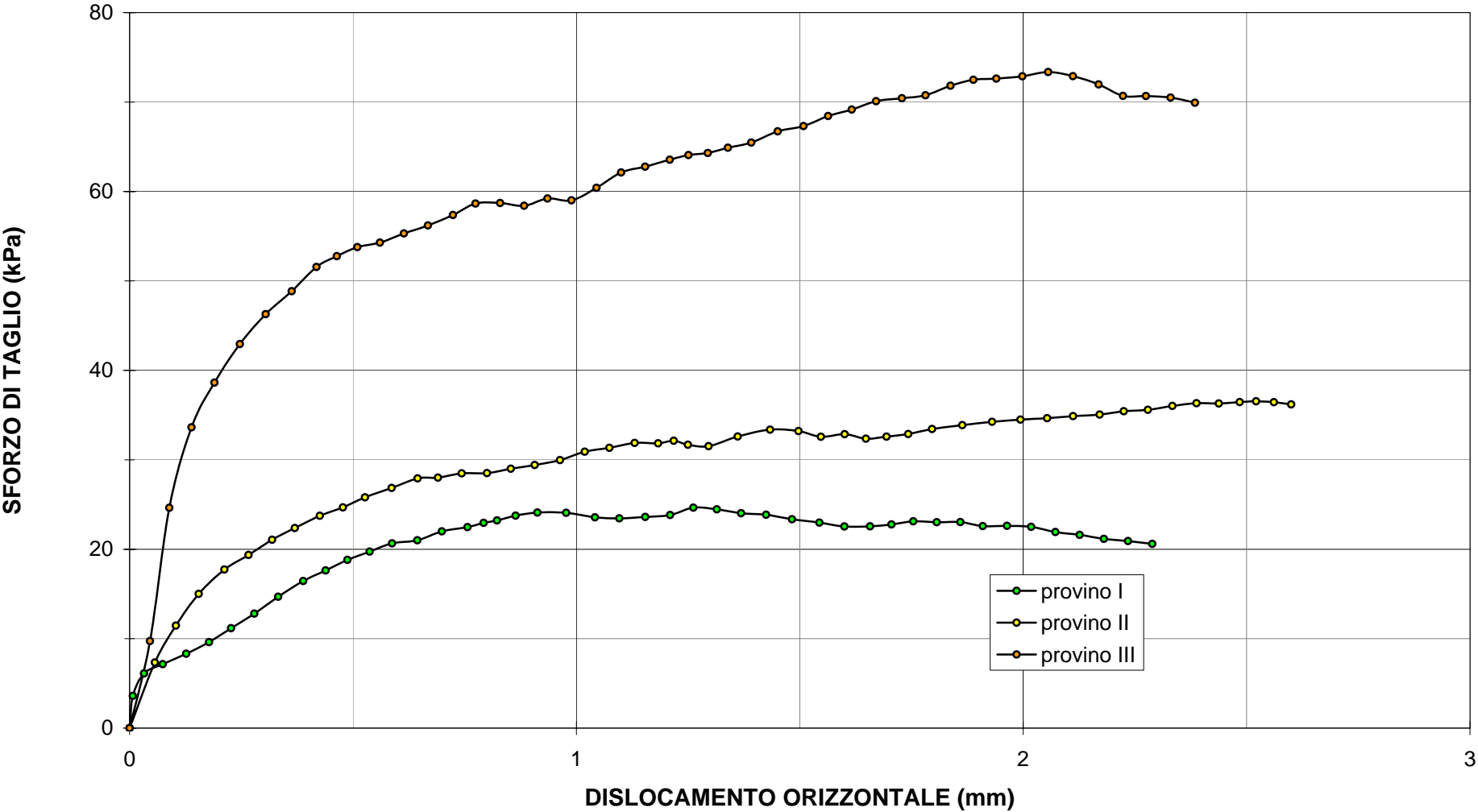
### CURVA DI ROTTURA - I



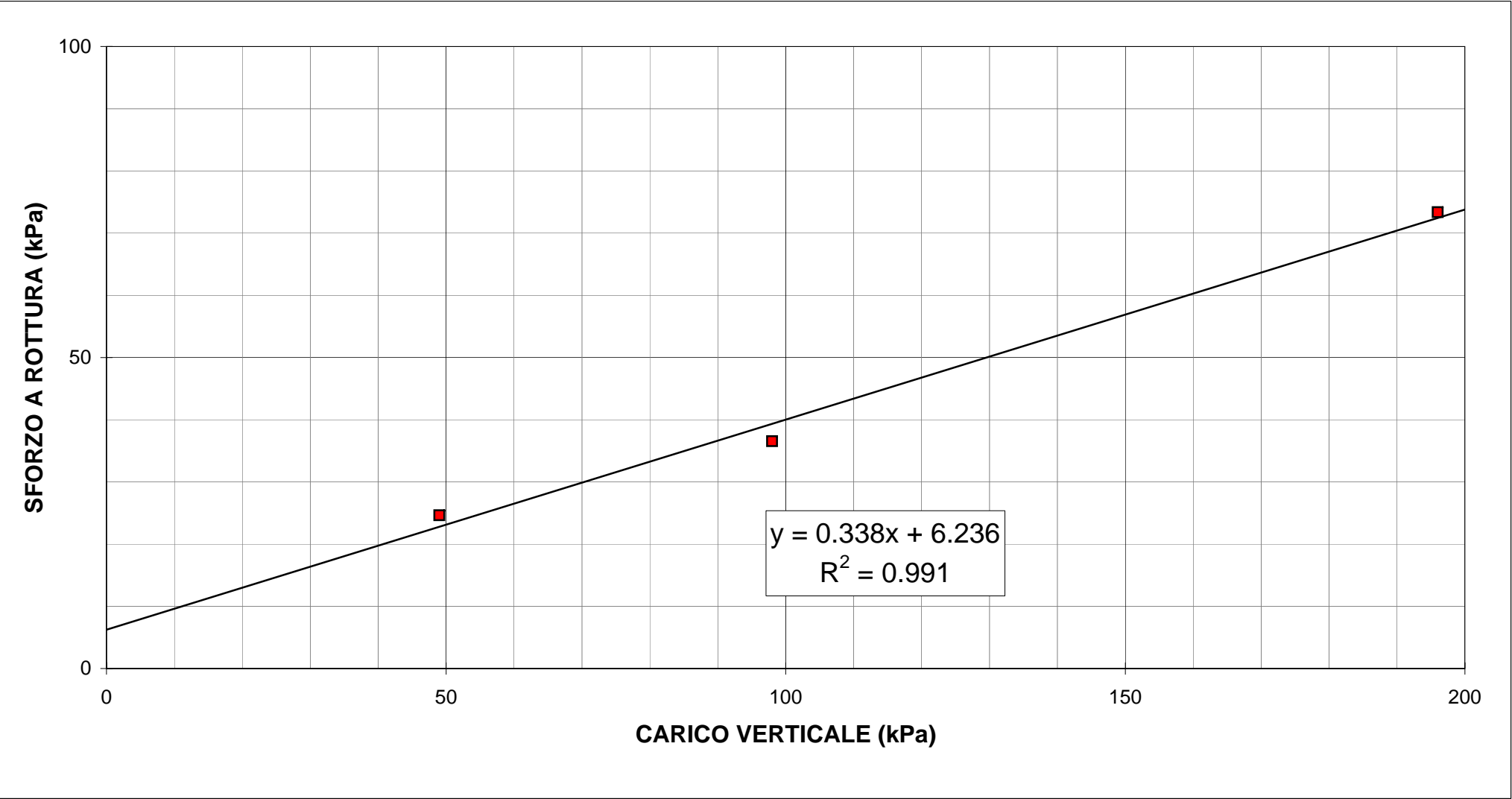
### CURVA DI ROTTURA - II



*S1 C2 - TAGLIO DIRETTO- sintesi del gruppo di prove*



*S1 C2 - TAGLIO DIRETTO- sintesi del gruppo di prove*



provino	1	2	3
carico verticale (kPa)	49	98	196
sforzo di taglio (kPa)	24.64	36.55	73.36

k

0.338

c' (kPa) = 6.2

ϕ' (radianti) = 0.326

ϕ' (° sessadecimali) = 18.66

**Allegato E**

# Parametri sismici del sito specifico

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni  
Muro rigido: 0

## Sito in esame.

latitudine: 43,713709  
longitudine: 10,384675  
Classe: 3  
Vita nominale: 50

## Siti di riferimento

Sito 1	ID: 20268	Lat: 43,6936	Lon: 10,3783	Distanza: 2297,063
Sito 2	ID: 20269	Lat: 43,6954	Lon: 10,4474	Distanza: 5440,670
Sito 3	ID: 20047	Lat: 43,7453	Lon: 10,4450	Distanza: 5986,193
Sito 4	ID: 20046	Lat: 43,7435	Lon: 10,3757	Distanza: 3393,287

## Parametri sismici

Categoria sottosuolo: D  
Categoria topografica: T1  
Periodo di riferimento: 75anni  
Coefficiente cu: 1,5

<b>Operatività (SLO):</b> Probabilità di superamento: 81 % Tr: 45 [anni] ag: 0,045 g Fo: 2,553 Tc*: 0,243 [s]	<b>Danno (SLD):</b> Probabilità di superamento: 63 % Tr: 75 [anni] ag: 0,055 g Fo: 2,569 Tc*: 0,259 [s]
<b>Salvaguardia della vita (SLV):</b> Probabilità di superamento: 10 % Tr: 712 [anni] ag: 0,137 g Fo: 2,384 Tc*: 0,281 [s]	<b>Prevenzione dal collasso (SLC):</b> Probabilità di superamento: 5 % Tr: 1462 [anni] ag: 0,173 g Fo: 2,385 Tc*: 0,286 [s]

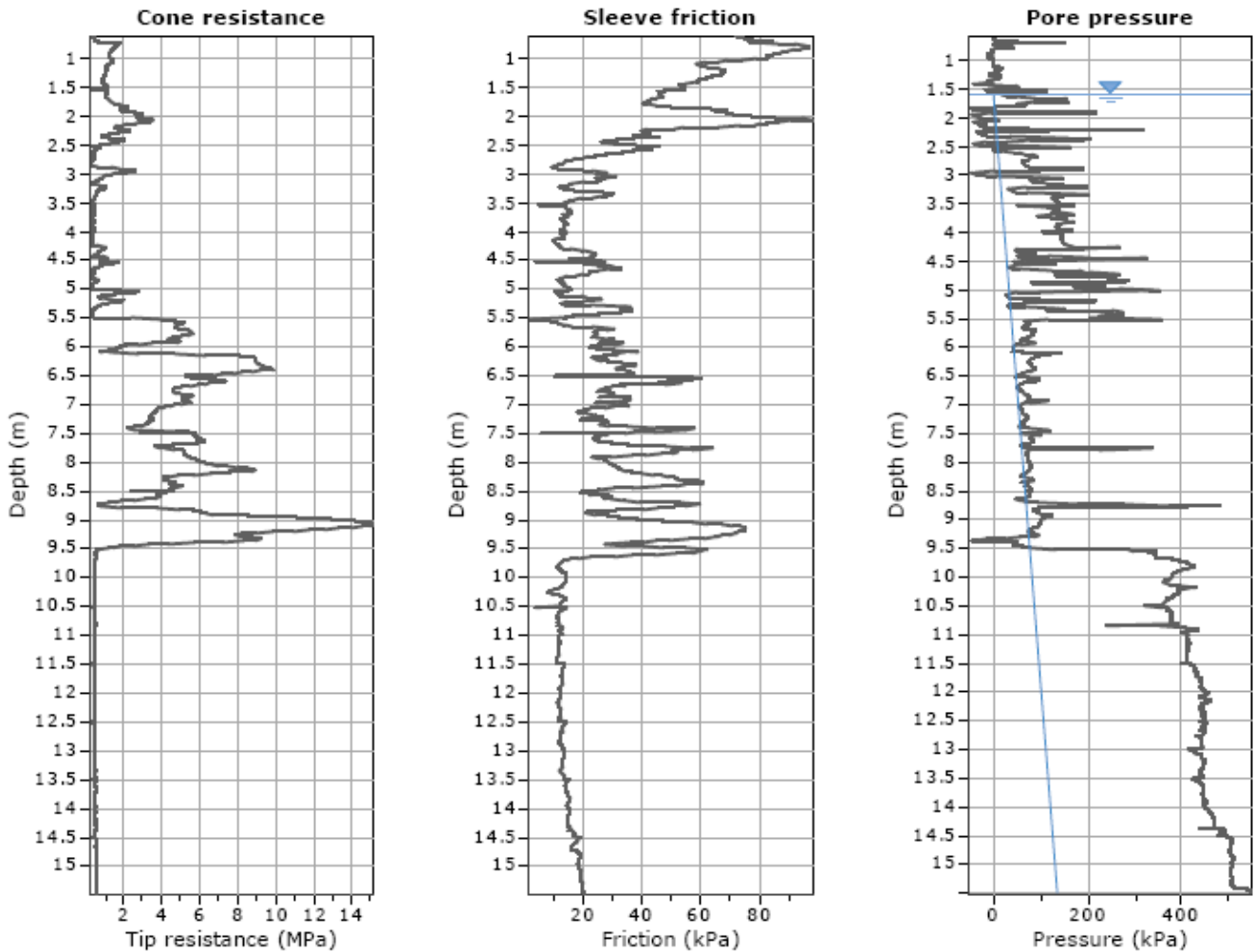
## Coefficienti Sismici

<b>SLO:</b> Ss: 1,800 Cc: 2,540 St: 1,000 Kh: 0,016 Kv: 0,008 Amax: 0,798 Beta: 0,200	<b>SLD:</b> Ss: 1,800 Cc: 2,460 St: 1,000 Kh: 0,020 Kv: 0,010 Amax: 0,974 Beta: 0,200
<b>SLV:</b> Ss: 1,800 Cc: 2,360 St: 1,000 Kh: 0,059 Kv: 0,029 Amax: 2,410 Beta: 0,240	<b>SLC:</b> Ss: 1,780 Cc: 2,340 St: 1,000 Kh: 0,074 Kv: 0,037 Amax: 3,019 Beta: 0,240

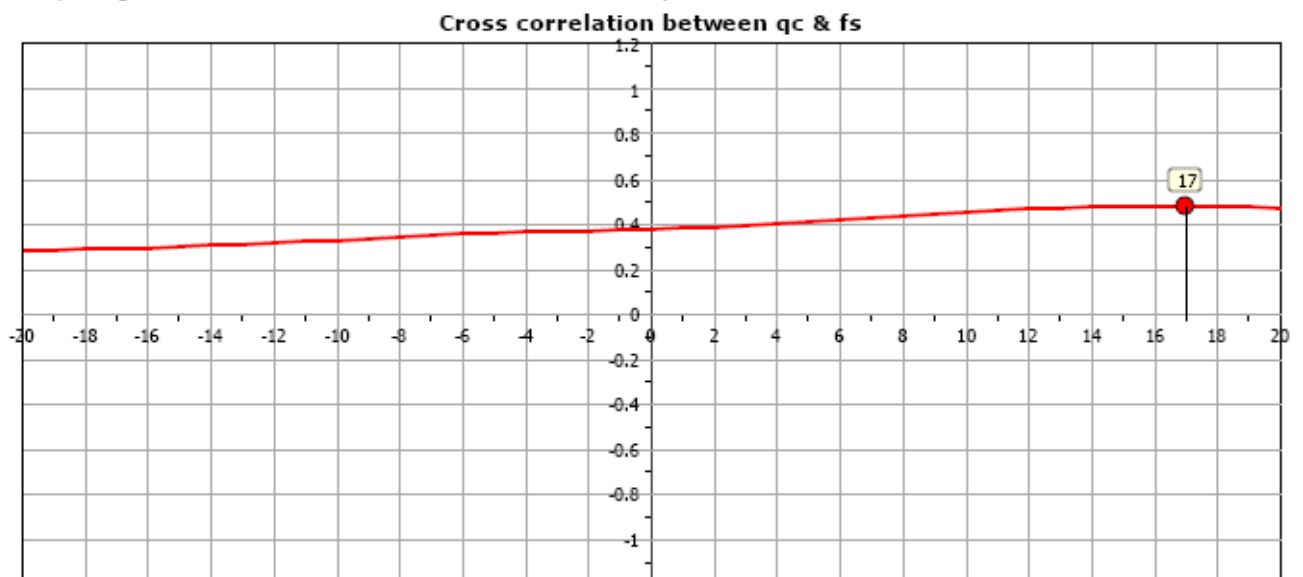
Le coordinate espresse in questo file sono in ED50  
Geostru software - [www.geostru.com](http://www.geostru.com)



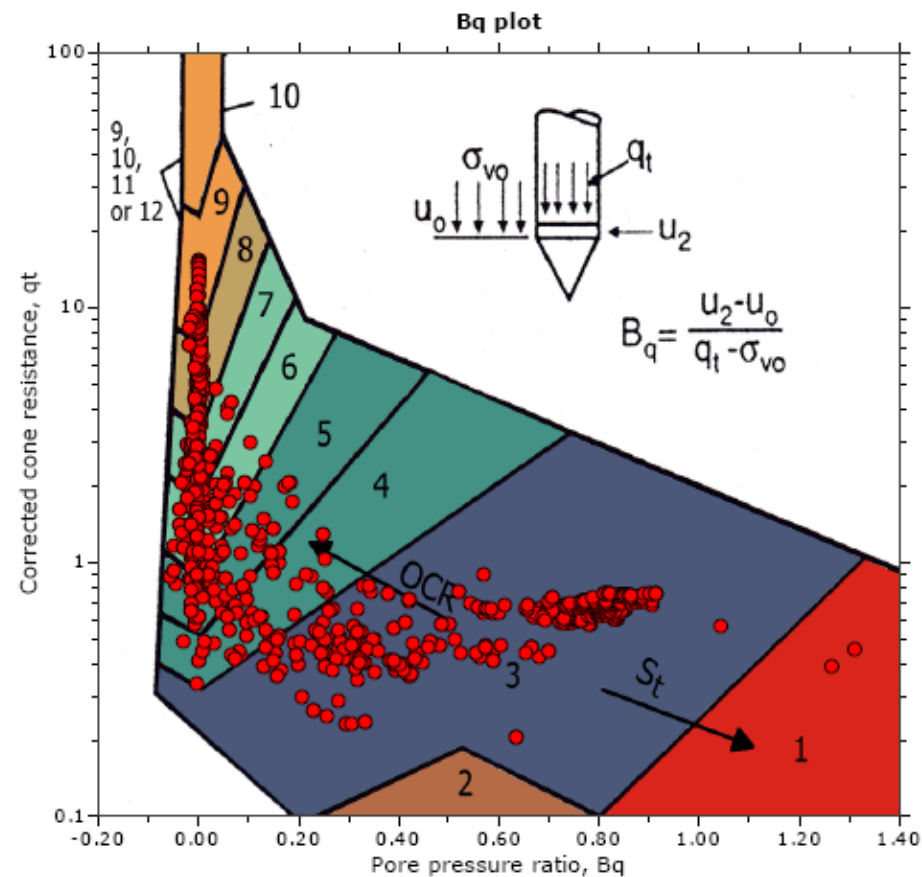
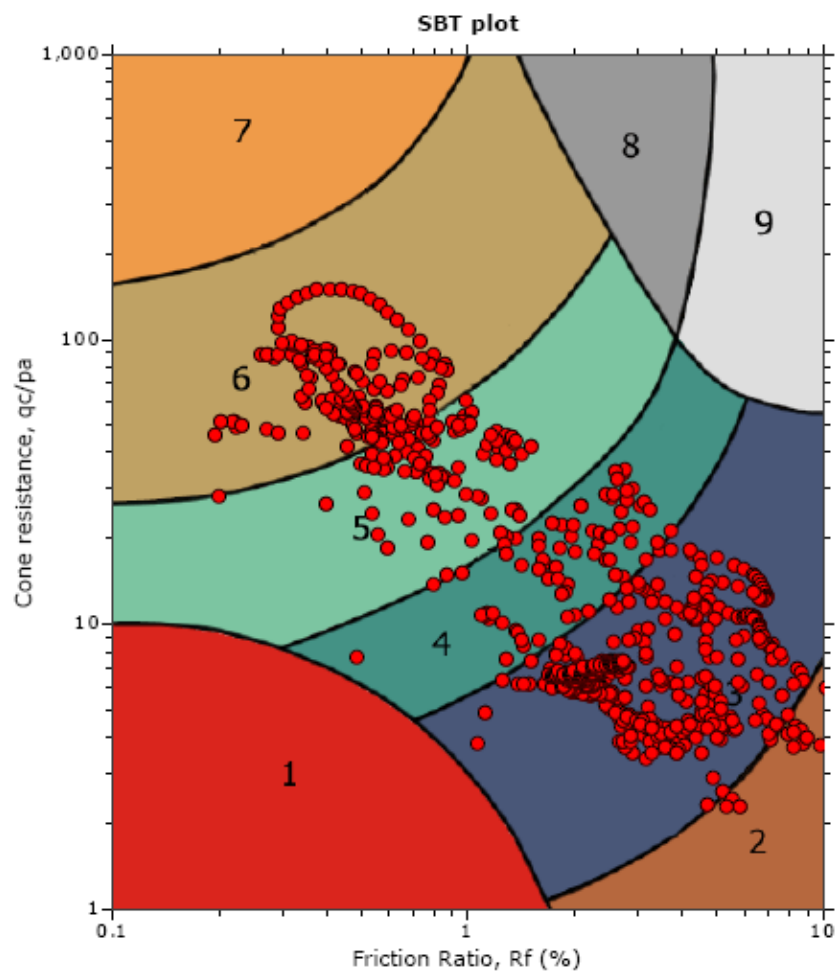
**Allegato F**



The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw qc and fs values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).



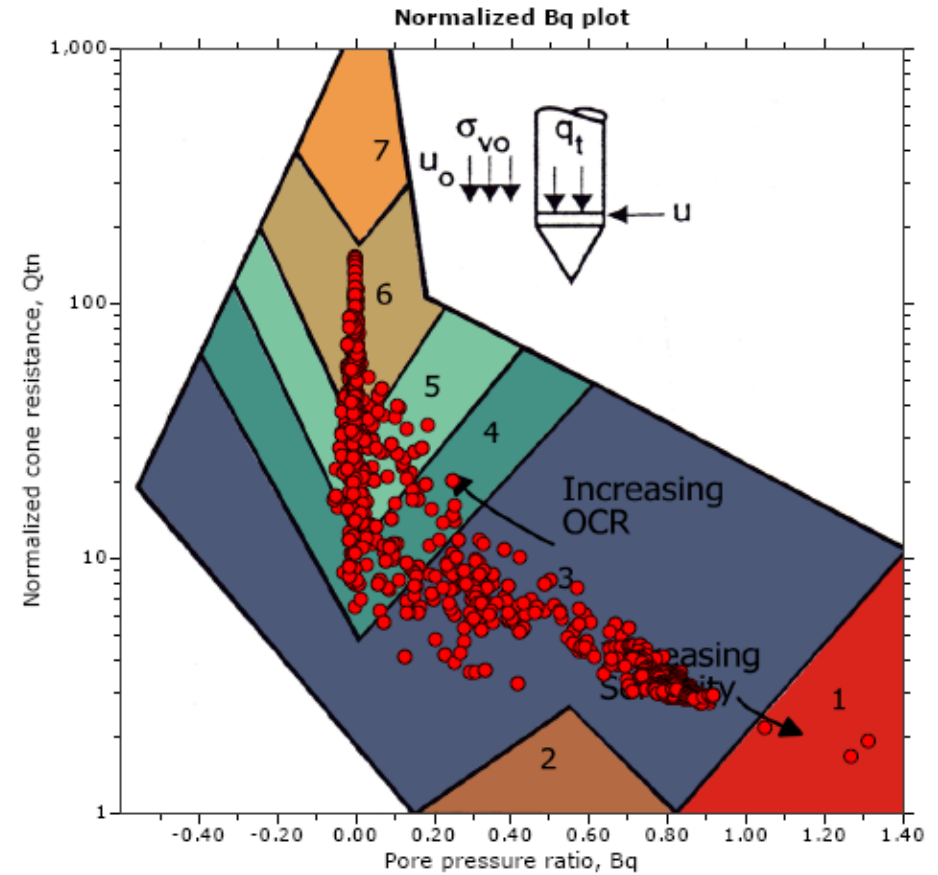
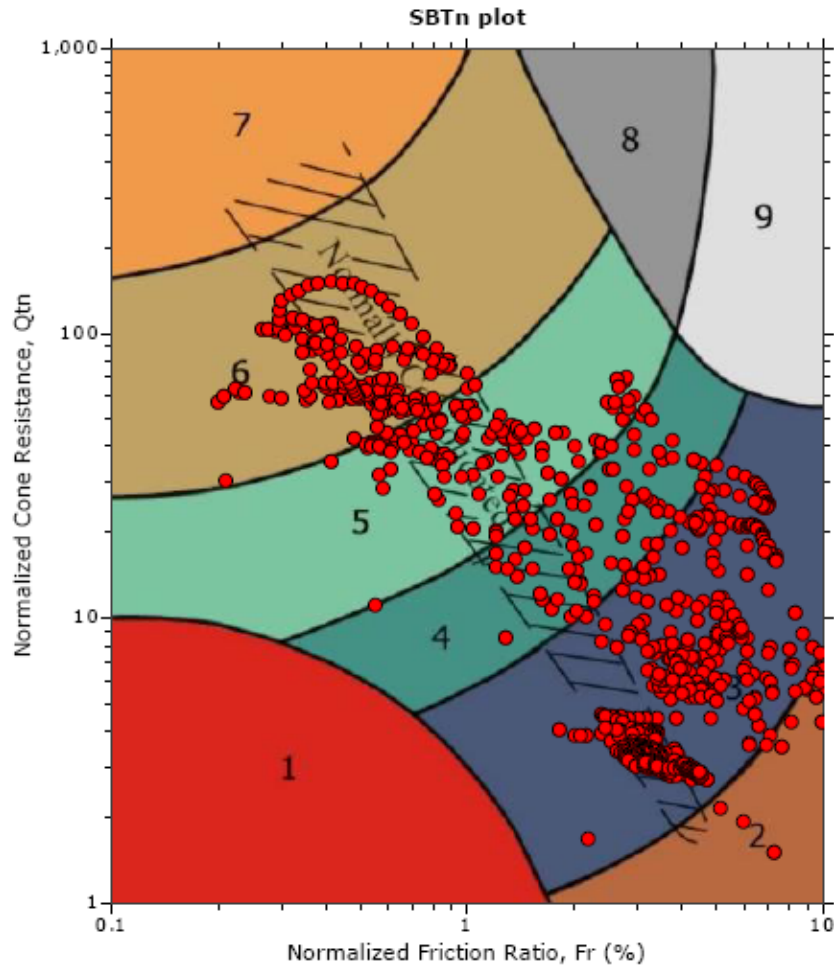
### SBT - Bq plots



#### SBT legend

- |                           |                              |                                   |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravely sand to sand           |
| 2. Organic material       | 5. Silty sand to sandy silt  | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty clay     | 6. Clean sand to silty sand  | 9. Very stiff fine grained        |

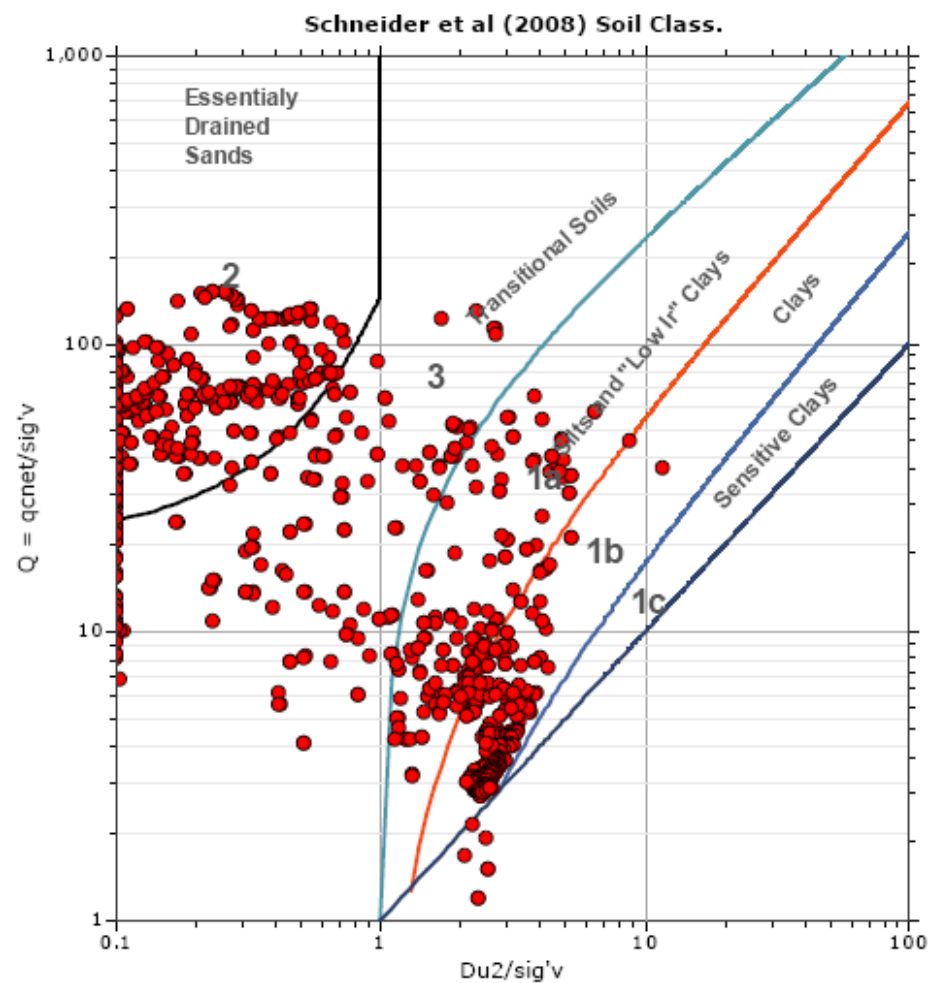
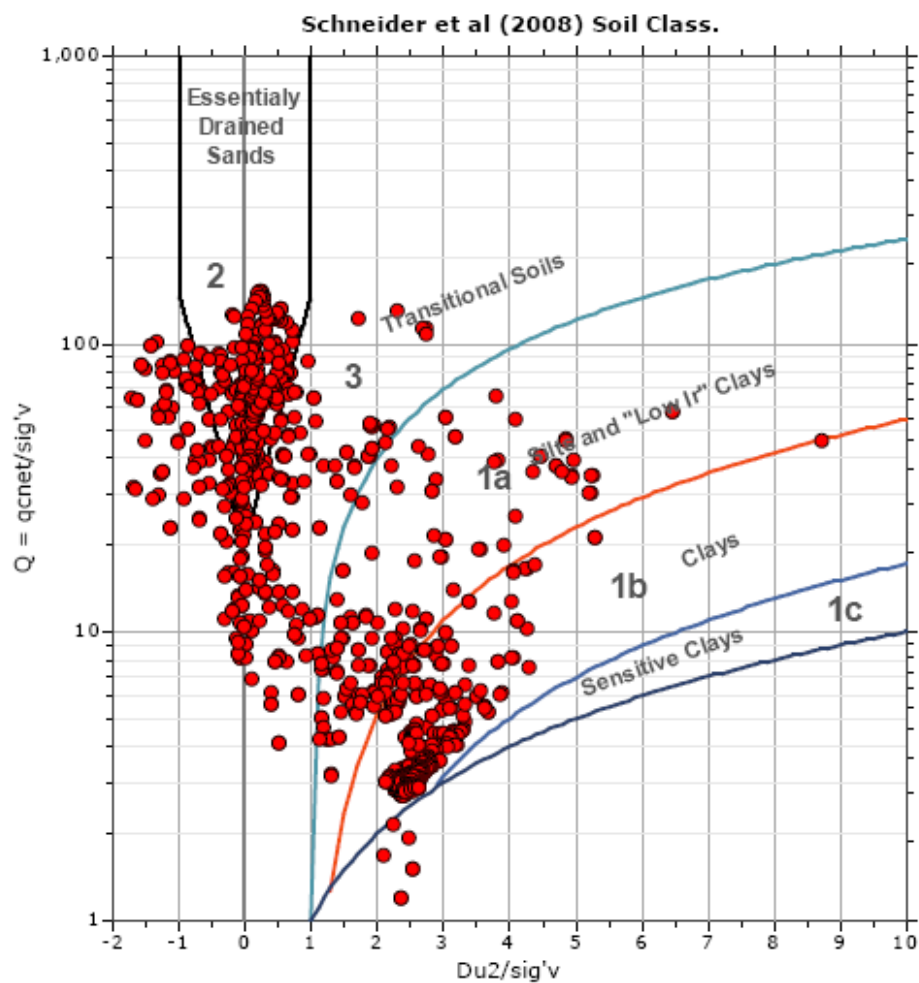
### SBT - Bq plots (normalized)

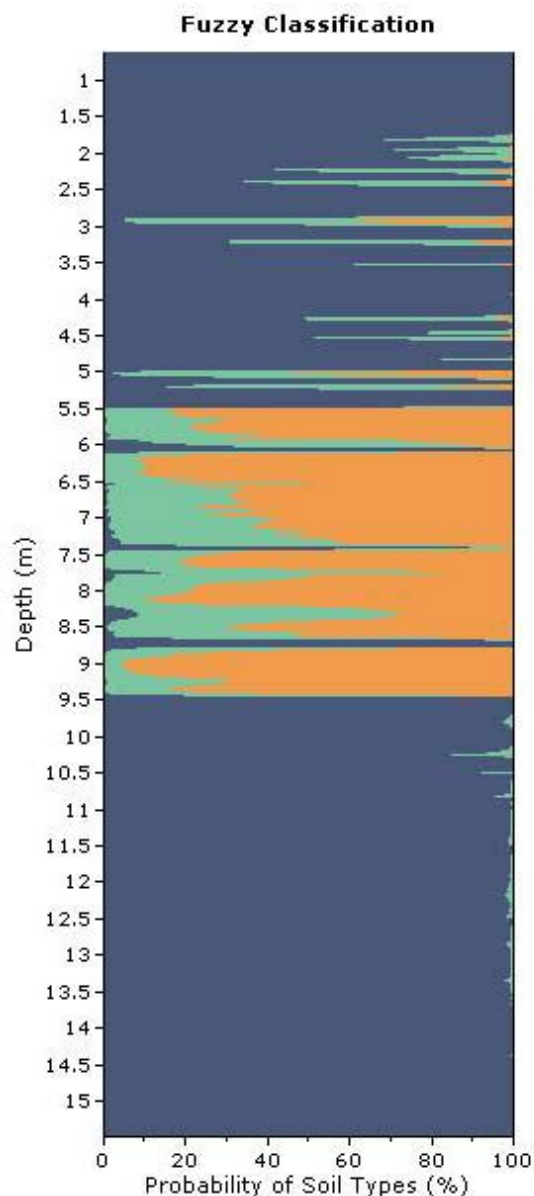
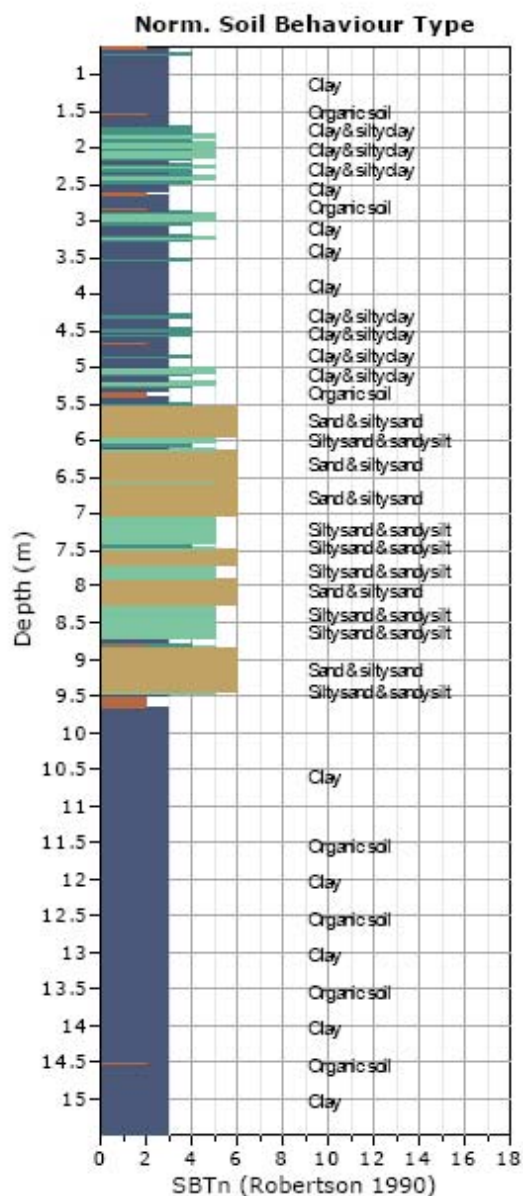


#### SBTn legend

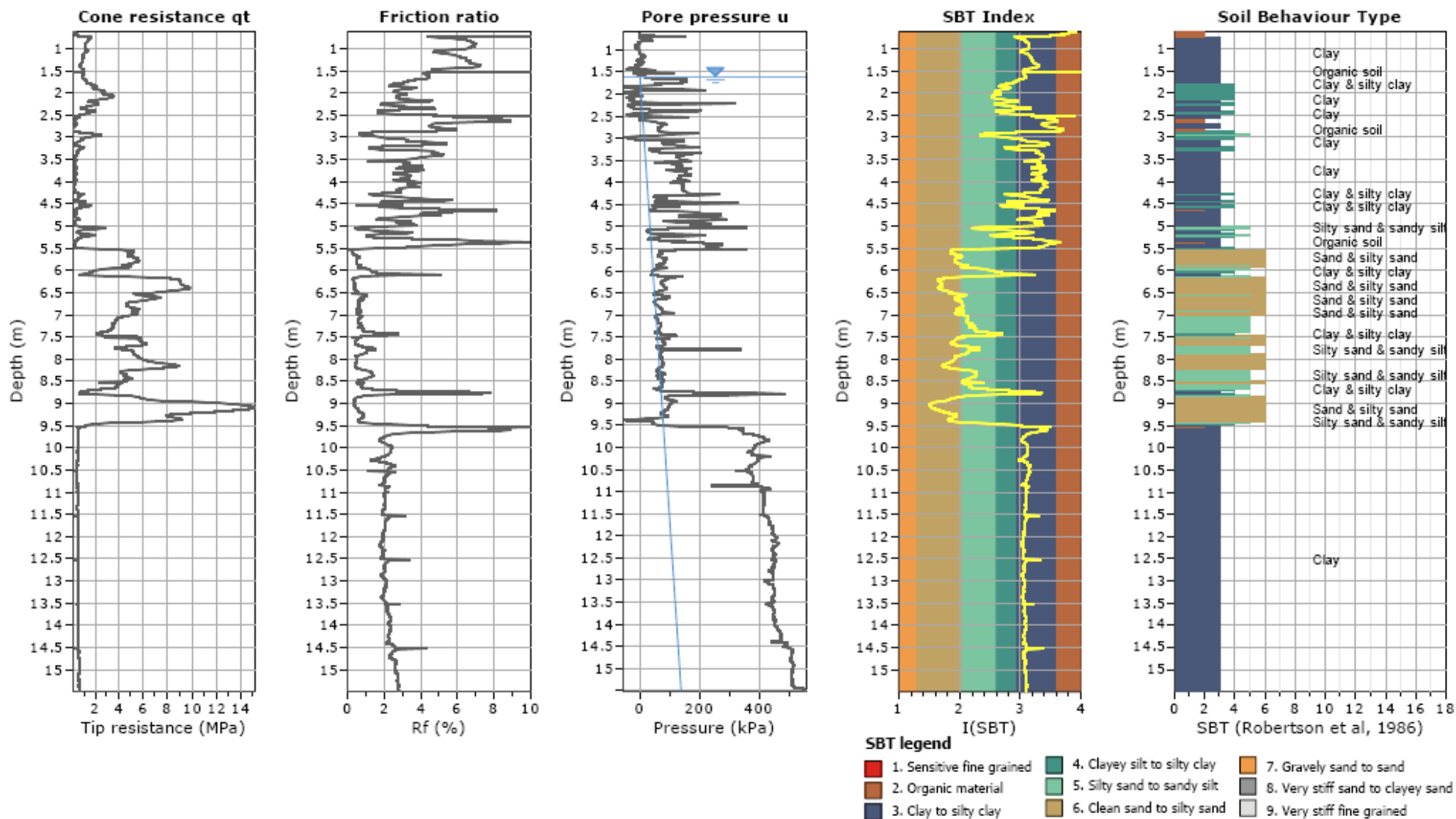
- |                           |                              |                                   |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravely sand to sand           |
| 2. Organic material       | 5. Silty sand to sandy silt  | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty clay     | 6. Clean sand to silty sand  | 9. Very stiff fine grained        |

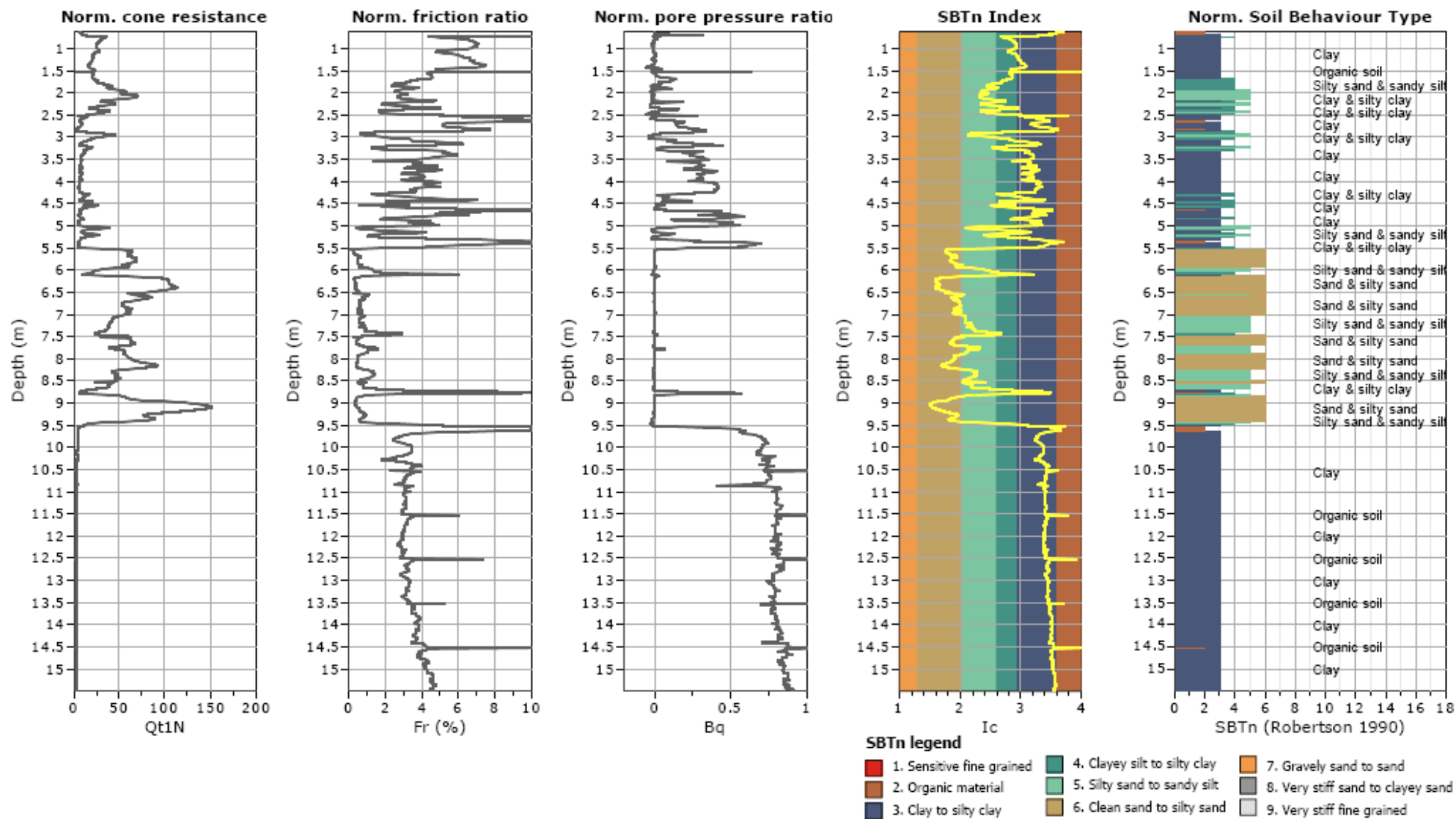
### Bq plots (Schneider)

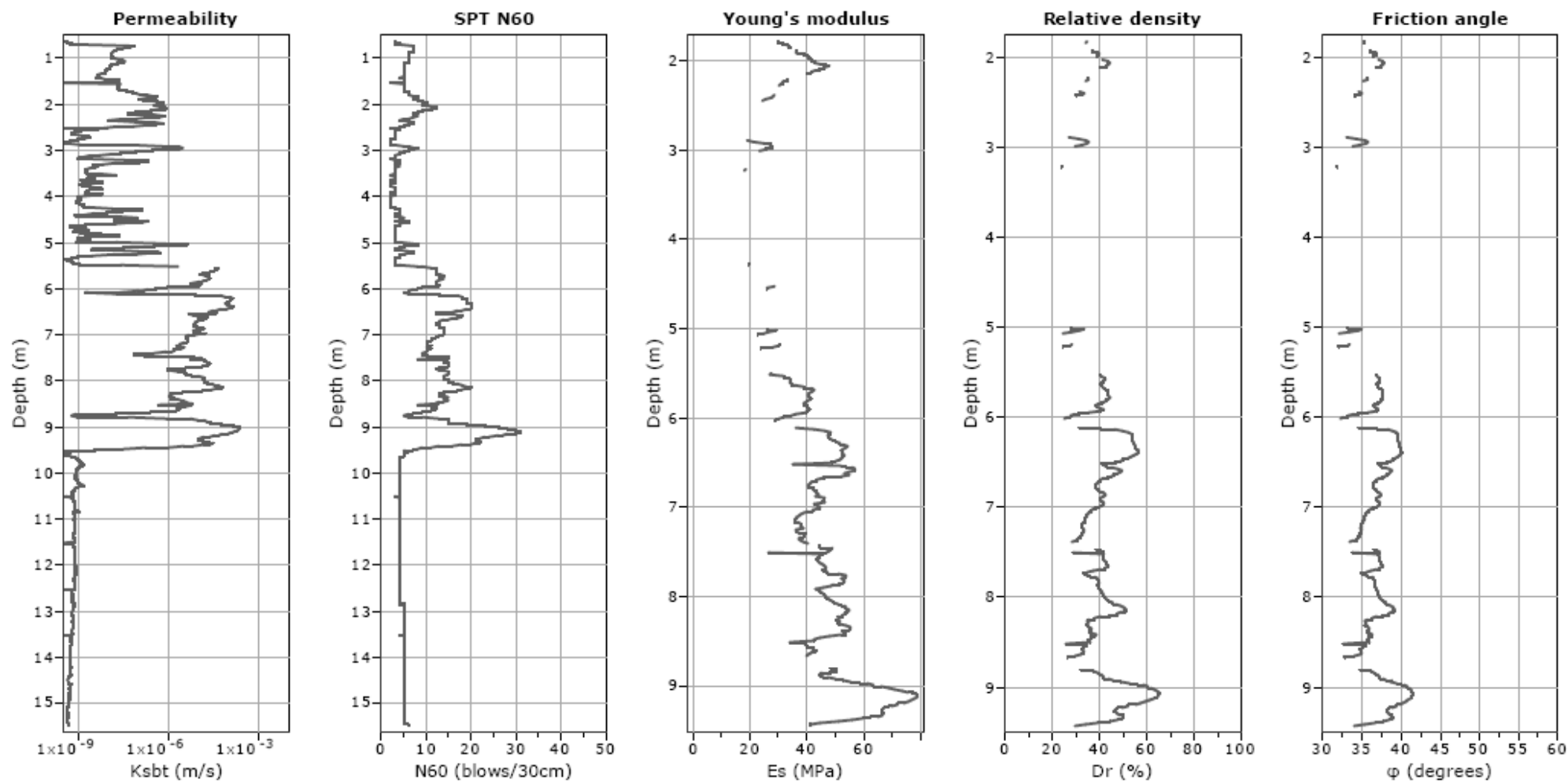












**Calculation parameters**

Permeability: Based on  $SBT_n$

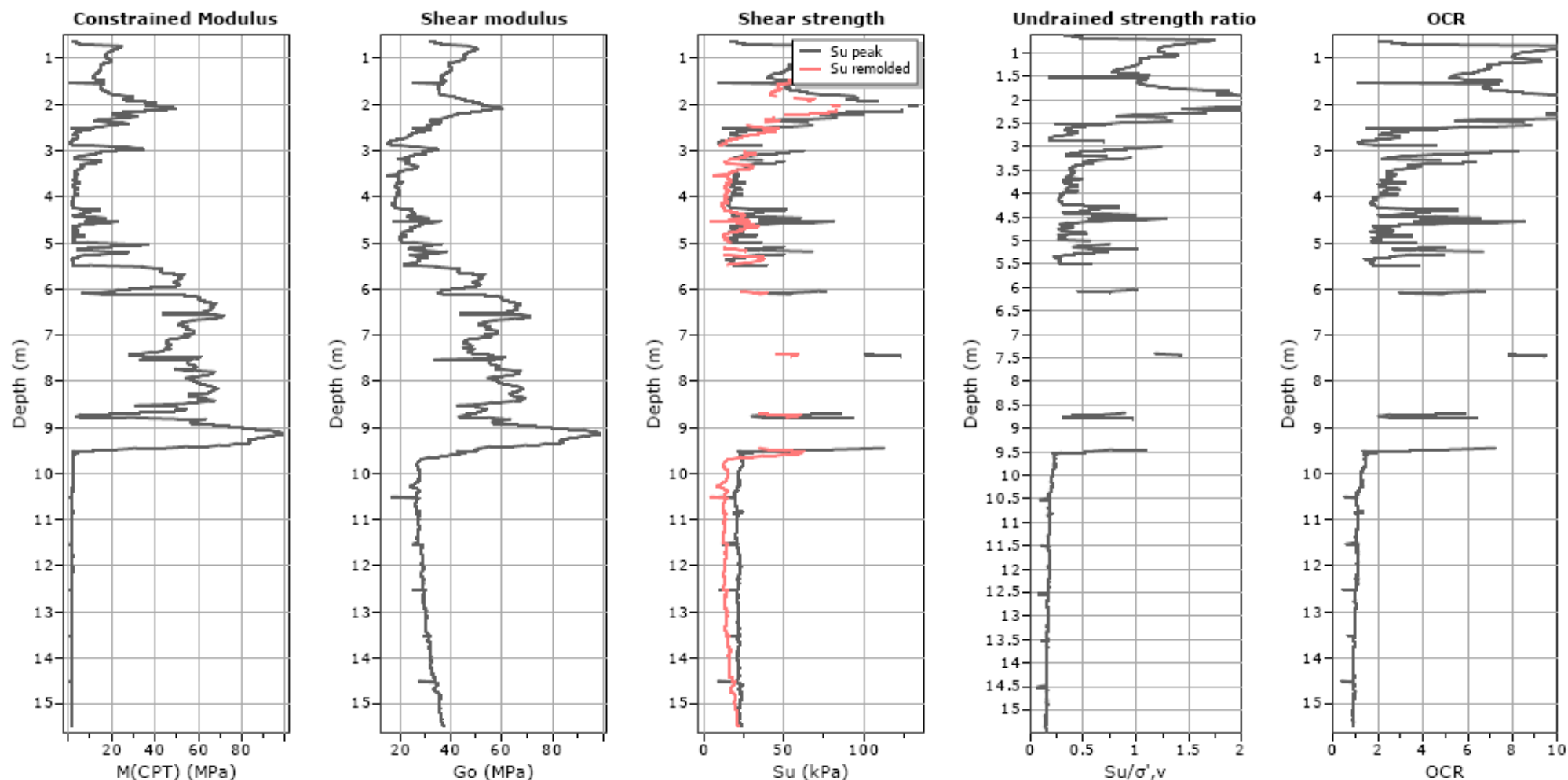
SPT  $N_{60}$ : Based on  $I_c$  and  $q_t$

Young's modulus: Based on variable alpha using  $I_c$  (Robertson, 2009)

Relative density constant,  $C_{Dr}$ : 350.0

Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)

—●— User defined estimation data



#### Calculation parameters

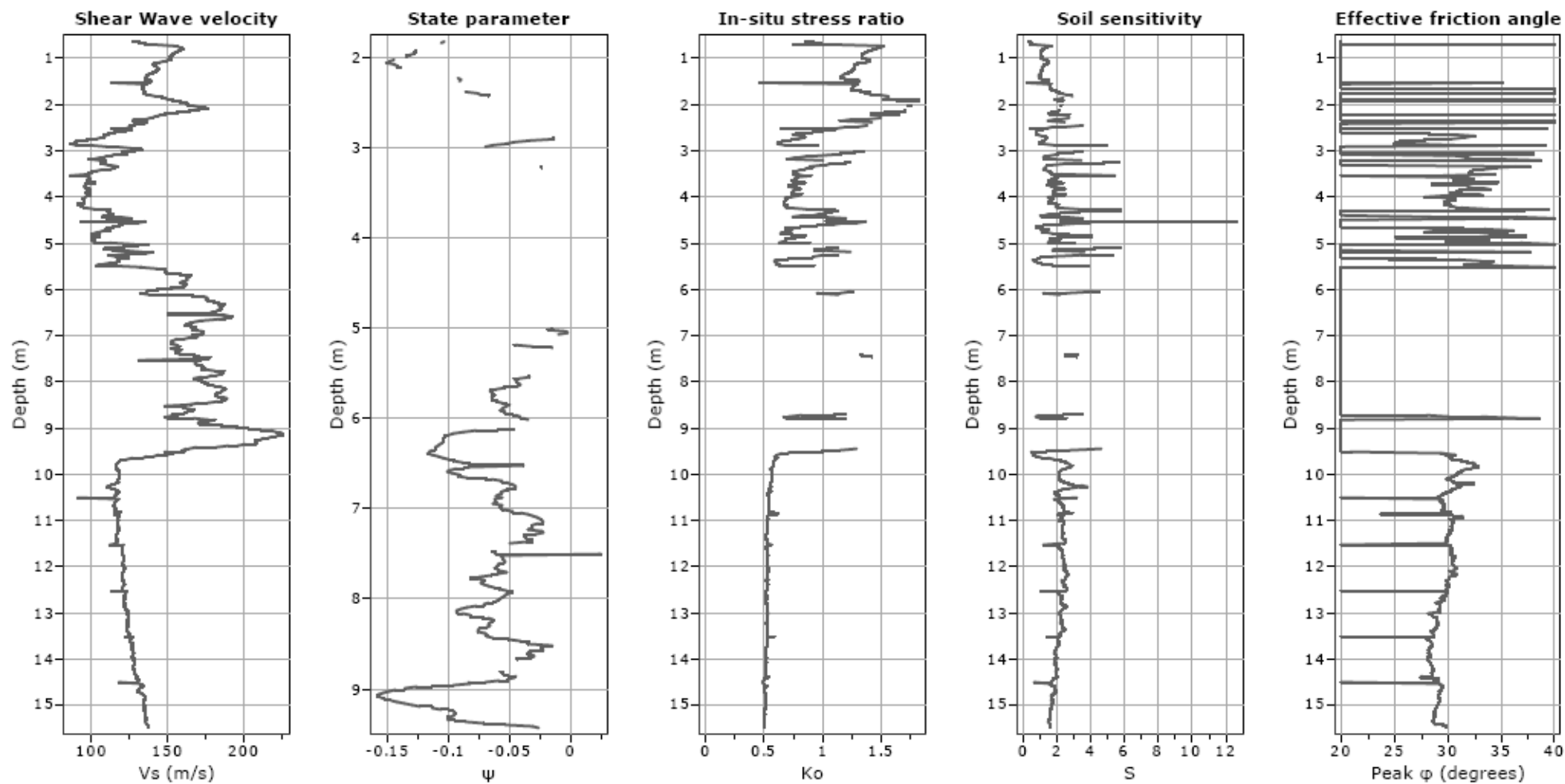
Constrained modulus: Based on variable  $a/p_h$  using  $I_c$  and  $Q_{tm}$  (Robertson, 2009)

$G_0$ : Based on variable  $a/p_h$  using  $I_c$  (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays,  $N_{kt}$ : 20

OCR factor for clays,  $N_{kt}$ : 0.33

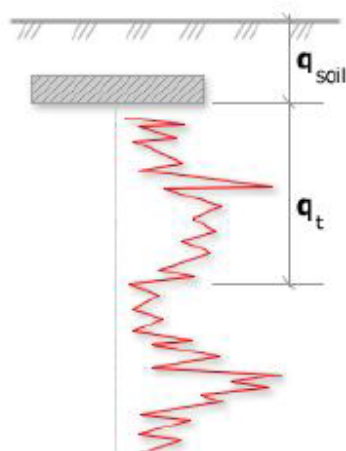
—●— User defined estimation data



**Calculation parameters**

Soil Sensitivity factor,  $N_s$ : 7.00

—●— User defined estimation data



Bearing Capacity calculation is performed based on the formula:

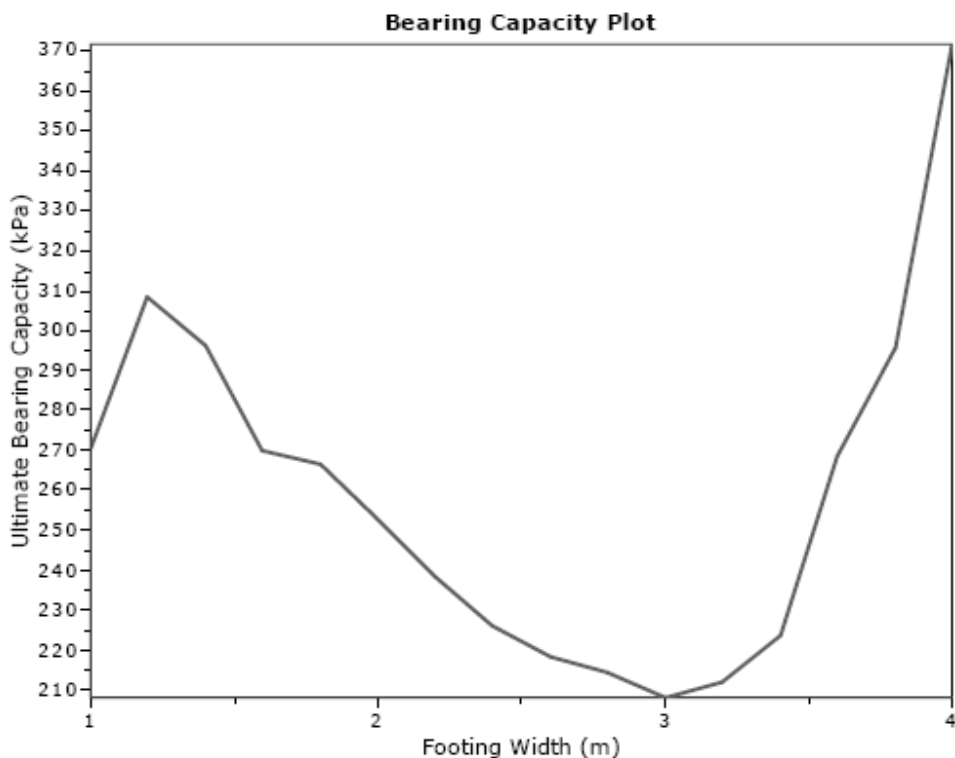
$$Q_{ult} = R_k \times q_t + q_{soil}$$

where:

$R_k$ : Bearing capacity factor

$q_t$ : Average corrected cone resistance over calculation depth

$q_{soil}$ : Pressure applied by soil above footing



**:: Tabular results ::**

No	B (m)	Start Depth (m)	End Depth (m)	Ave. $q_t$ (MPa)	$R_k$	Soil Press. (kPa)	Ult. bearing cap. (kPa)
1	1.00	0.50	2.00	1.30	0.20	9.50	270.31
2	1.20	0.50	2.30	1.49	0.20	9.50	308.43
3	1.40	0.50	2.60	1.43	0.20	9.50	295.99
4	1.60	0.50	2.90	1.30	0.20	9.50	269.98
5	1.80	0.50	3.20	1.28	0.20	9.50	266.40
6	2.00	0.50	3.50	1.22	0.20	9.50	252.81
7	2.20	0.50	3.80	1.14	0.20	9.50	238.40
8	2.40	0.50	4.10	1.08	0.20	9.50	226.11
9	2.60	0.50	4.40	1.04	0.20	9.50	218.28
10	2.80	0.50	4.70	1.03	0.20	9.50	214.67
11	3.00	0.50	5.00	0.99	0.20	9.50	208.24
12	3.20	0.50	5.30	1.01	0.20	9.50	212.07
13	3.40	0.50	5.60	1.07	0.20	9.50	223.62
14	3.60	0.50	5.90	1.30	0.20	9.50	268.56
15	3.80	0.50	6.20	1.43	0.20	9.50	295.81
16	4.00	0.50	6.50	1.81	0.20	9.50	371.48



Presented below is a list of formulas used for the estimation of various soil properties. The formulas are presented in SI unit system and assume that all components are expressed in the same units.

**:: Unit Weight,  $g$  (kN/m<sup>3</sup>) ::**

$$g = g_w \cdot \left( 0.27 \cdot \log(R_f) + 0.36 \cdot \log\left(\frac{q_t}{p_a}\right) + 1.236 \right)$$

where  $g_w$  = water unit weight

**:: Permeability,  $k$  (m/s) ::**

$$I_c < 3.27 \text{ and } I_c > 1.00 \text{ then } k = 10^{0.952 - 3.04 \cdot I_c}$$

$$I_c \leq 4.00 \text{ and } I_c > 3.27 \text{ then } k = 10^{-4.52 - 1.37 \cdot I_c}$$

**::  $N_{SPT}$  (blows per 30 cm) ::**

$$N_{60} = \left( \frac{q_c}{p_a} \right) \cdot \frac{1}{10^{1.1268 - 0.2817 \cdot I_c}}$$

$$N_{1(60)} = Q_{tn} \cdot \frac{1}{10^{1.1268 - 0.2817 \cdot I_c}}$$

**:: Young's Modulus,  $E_s$  (MPa) ::**

$$(q_t - \sigma_v) \cdot 0.015 \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$$

(applicable only to  $I_c < I_{c\_cutoff}$ )

**:: Relative Density,  $D_r$  (%) ::**

$$100 \cdot \sqrt{\frac{Q_{tn}}{k_{DR}}} \quad \text{(applicable only to } SBT_n: 5, 6, 7 \text{ and } 8 \text{ or } I_c < I_{c\_cutoff})$$

**:: State Parameter,  $\psi$  ::**

$$\psi = 0.56 - 0.33 \cdot \log(Q_{tn,CS})$$

**:: Peak drained friction angle,  $\phi$  (°) ::**

$$\phi = 17.60 + 11 \cdot \log(Q_{tn})$$

(applicable only to  $SBT_n: 5, 6, 7 \text{ and } 8$ )

**:: 1-D constrained modulus,  $M$  (MPa) ::**

If  $I_c > 2.20$

$$\alpha = 14 \text{ for } Q_{tn} > 14$$

$$\alpha = Q_{tn} \text{ for } Q_{tn} \leq 14$$

$$M_{CPT} = \alpha \cdot (q_t - \sigma_v)$$

If  $I_c \leq 2.20$

$$M_{CPT} = (q_t - \sigma_v) \cdot 0.0188 \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$$

**:: Small strain shear Modulus,  $G_0$  (MPa) ::**

$$G_0 = (q_t - \sigma_v) \cdot 0.0188 \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$$

**:: Shear Wave Velocity,  $V_s$  (m/s) ::**

$$V_s = \left( \frac{G_0}{\rho} \right)^{0.50}$$

**:: Undrained peak shear strength,  $S_u$  (kPa) ::**

$$N_{kt} = 10.50 + 7 \cdot \log(F_r) \text{ or user defined}$$

$$S_u = \frac{(q_t - \sigma_v)}{N_{kt}}$$

(applicable only to  $SBT_n: 1, 2, 3, 4 \text{ and } 9$  or  $I_c > I_{c\_cutoff}$ )

**:: Remolded undrained shear strength,  $S_{u(rem)}$  (kPa) ::**

$$S_{u(rem)} = f_s \quad \text{(applicable only to } SBT_n: 1, 2, 3, 4 \text{ and } 9 \text{ or } I_c > I_{c\_cutoff})$$

**:: Overconsolidation Ratio, OCR ::**

$$k_{OCR} = \left[ \frac{Q_{tn}^{0.20}}{0.25 \cdot (10.50 + 7 \cdot \log(F_r))} \right]^{1.25} \text{ or user defined}$$

$$OCR = k_{OCR} \cdot Q_{tn}$$

(applicable only to  $SBT_n: 1, 2, 3, 4 \text{ and } 9$  or  $I_c > I_{c\_cutoff}$ )

**:: In situ Stress Ratio,  $K_0$  ::**

$$K_0 = 0.1 \cdot \left( \frac{q_t - \sigma_v}{\sigma_{v0}} \right)$$

(applicable only to  $SBT_n: 1, 2, 3, 4 \text{ and } 9$  or  $I_c > I_{c\_cutoff}$ )

**:: Soil Sensitivity,  $S_t$  ::**

$$S_t = \frac{N_s}{F_r}$$

(applicable only to  $SBT_n: 1, 2, 3, 4 \text{ and } 9$  or  $I_c > I_{c\_cutoff}$ )

**:: Effective Stress Friction Angle,  $\phi'$  (°) ::**

$$\phi' = 29.5^\circ \cdot B_q^{0.121} \cdot (0.256 + 0.336 \cdot B_q + \log Q_t)$$

(applicable for  $0.10 < B_q < 1.00$ )

**References**

- Robertson, P.K., Cabal K.L., Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering, Gregg Drilling & Testing, Inc., 4th Edition, July 2010
- Robertson, P.K., Interpretation of Cone Penetration Tests - a unified approach, Can. Geotech. J. 46(11): 1337-1355 (2009)

*This software is licensed to: Geoservizi s.n.c.*