

# ISTITUTO ALBERGHIERO "B.BUONTALENTI" di San Bartolo a Cintoia ADEGUAMENTO PER C.P.I.



ISTITUTO ALBERGHIERO  
"B.BUONTALENTI"

Via San Bartolo a Cintoia, 19/a  
50142 FIRENZE

CODICE:

CUP: B12B1800000003

CODICE STR:

PROPRIETÀ:

CITTÀ METROPOLITANA  
DI FIRENZE

LEGALE RAPPRESENTANTE:

RESPONSABILE DELLA DIREZIONE  
Ing. G.P. Cianchi

Direzione Edilizia

CITTA' METROPOLITANA DI FIRENZE



data: Dicembre 2017 Approvato con Det./Del. N°

REVISIONE:

responsabile del procedimento

Geom. Daniele Brunori

PROGETTISTA:

Geom Daniele Brunori

PROGETTAZIONI SPECIALISTICHE:

progetto strutturale:

ing. Massimo Iannelli

progetto impianto antincendio:

per.ind. Alessandro Carmannini

progetto sicurezza:

geom. Daniele Brunori

computi metrici:

geom. Daniele Brunori

COLLABORATORI:

rilievi e disegni:

Luciana Pinzani

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GEOLOGICA

elaborato n°

**RG**

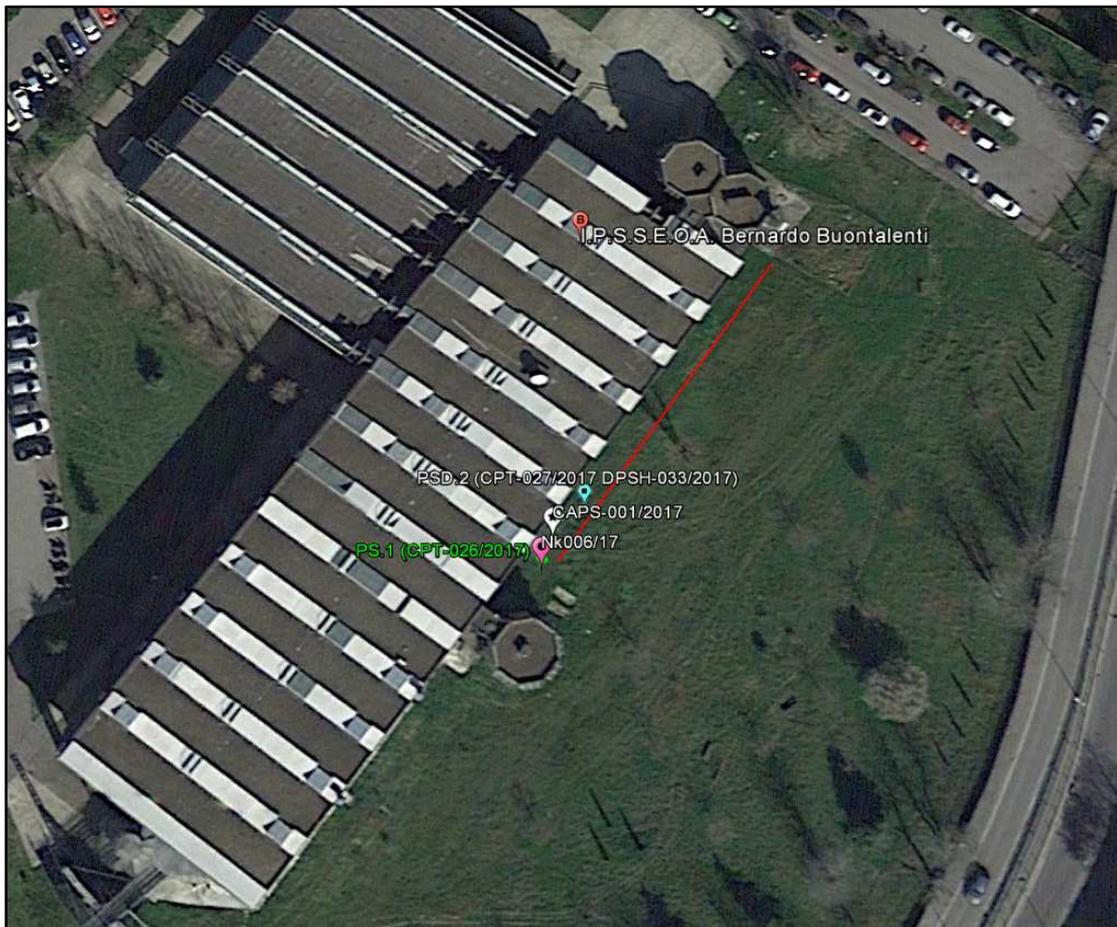
## **INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE E DI LABORATORIO**

### **Relazione Tecnica**

**COMMITTENTE:** CITTA' METROPOLITANA DI FIRENZE

**OGGETTO:** INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE  
"NELL'AMBITO DEI LAVORI PER LA REALIZZAZIONE DELLA SCALA  
ANTINCENDIO DELL'ISTITUTO BUONTALENTI DI FIRENZE".

**CANTIERE:** "Istituto Buontalenti di San Bartolo a Cintoia - Firenze"



### **RAPPORTO RELATIVO ALLA CAMPAGNA D'INDAGINE ESEGUITA IL GIORNO 15 MAGGIO 2017**

## **I N D I C E**

1 - Premessa.....	2
2 - Prove Penetrometriche .....	2
3 - Prelievo campione e analisi di laboratorio.....	3
4. - Analisi Multicanale delle Onde Superficiali (MASW).....	4
4.1 - <i>Strumentazione</i> .....	5
4.2 - <i>Elaborazione</i> .....	5
4.3 - <i>Configurazione e risultato della prospezione sismica</i> .....	6
5 - Conclusioni .....	7

## **F I G U R E**

Fig. 1 : COROGRAFIA (CTR Regione Toscana - Foglio 275030)

Fig. 2 : UBICAZIONE INDAGINI (CTR Regione Toscana - Foglio 19K58)

## **A L L E G A T I**

AII. A : CERTIFICATI DELLE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPT)

AII. B : ELABORAZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPT)

AII. C : CERTIFICATO DELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (DPSH)

AII. D : ELABORAZIONE DELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (DPSH)

AII. E : ANALISI DI LABORATORIO

AII. F : ELABORATI GRAFICI MASW (STR150517A)

## 1 - Premessa

Per incarico ricevuto dalla CITTA' METROPOLITANA DI FIRENZE, sono state eseguite indagini geognostiche, geofisiche in situ e analisi di laboratorio finalizzate alla caratterizzazione dei terreni dell'area d'indagine, sita presso "l'Istituto Buontalenti di San Bartolo a Cintoia - Firenze", inerenti ai lavori per la realizzazione della scala antincendio dell'Istituto Buontalenti di Firenze. Nell'area oggetto di studio sono state eseguite le seguenti indagini:

- n° 1 Prova penetrometrica statica;
- n° 1 Prova penetrometrica statica/dinamica super-pesante (CPT/DPSH);
- n° 1 Prelievo di campione indisturbato su cui eseguire analisi di laboratorio;
- n° 1 Analisi Multicanale delle Onde Superficiali (MASW).

L'area e la logistica delle indagini sono riportate rispettivamente in figura 1 (*Corografia*) e in figura 2 (*Ubicazione indagini*).

## 2 - Prove Penetrometriche

Le prove penetrometriche sono state effettuate mediante un Penetrometro statico/dinamico modello Pagani TG-63/200 da 20 tonn di spinta, con maglio di 63,5 Kg, dalla ditta Bierregi S.r.l. di Lucca (LU), laboratorio autorizzato con Decreto del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 00007464 del 04/08/2011.

La prova di tipo statico consente di rilevare, mediante una centralina elettronica, i valori della Resistenza di punta ( $q_c$ ) e della Resistenza laterale locale ( $f_s$ ). Dal valore dei parametri  $q_c$  e  $f_s$  è possibile ricavare il "Rapporto Begemann" ( $q_c/f_s$ ), con il quale è possibile risalire alla granulometria dei terreni attraversati e ai principali parametri geomeccanici del terreno; in particolare il valore dell'angolo di attrito ( $\phi$ ), per gli orizzonti prevalentemente incoerenti (limi, sabbie e ghiaie), quello della coesione non drenata ( $C_u$ ), per gli orizzonti prevalentemente coerenti (torbe, argille) e il coefficiente di compressibilità volumetrica ( $m_v$ ), inverso del modulo edometrico ( $M_o$ ), che consente la valutazione dei cedimenti indotti dalla presenza di sovraccarichi.

La prova penetrometrica di tipo dinamico super pesante (DPSH) consiste nell'infiggere a percussione una punta troncoconica standardizzata nel terreno, valutando ogni 20 cm il numero dei colpi ( $N_{20}$ ) necessari all'avanzamento; successivamente, in base al numero di colpi  $N_{20}$  equiparati al valore standardizzato  $N_{SPT}$  (mediante un coefficiente correttivo che nel caso specifico risulta pari a  $\beta_t=1.521$ ), viene calcolato il valore dei principali parametri geomeccanici ( $\phi$ =angolo di attrito;  $E$ =modulo edometrico;  $\gamma$ =peso in volume del terreno). Con questa tipologia di prova penetrometrica non è possibile tuttavia ricavare informazioni dettagliate sulle caratteristiche granulometriche (ghiaie, sabbie, limi, argille).

A seguire si riporta una tabella di sintesi delle specifiche tecniche delle prove eseguite:

Prova n°	Data di esecuzione	Certificato	Profondità (m)	Falda (m)	Coordinate Gauss-Boaga	
					X	Y
PS.1	15/05/2017	CPT-026/2017	4,00	-	1676846,7712	4849034,7438
PSD.2	15/05/2017	CPT-027/2017	4,00	-	1676851,8849	4849042,3276
		DPSH-033/2017	5,40			

Per quanto concerne la prova statica, i dati rilevati in campagna, sono stati elaborati con l'ausilio del programma "Fondazio" versione 6.3.4 della OCX del Dr. Geol. Diego Merlin, mentre i dati della prova dinamica super-pesante sono stati elaborati con l'ausilio del programma "Win-Din" versione 3.01 0405-401 della OCX del Dr. Geol. Diego Merlin.

Il perforo della prova PSD.2 è stato attrezzato con tubo piezometrico (diametro – 25 mm), per consentire operazioni di monitoraggio della falda. In data di esecuzione delle prove, la falda è risultata assente.

Per le caratteristiche tecniche del penetrometro utilizzato e la visione del certificato di prova con i relativi tabulati e diagrammi si rimanda ai relativi allegati (All.A-B-C-D).

### 3 - Prelievo campione e analisi di laboratorio

Al fine di caratterizzare da un punto di vista geotecnico i terreni indagati, la Bierregi srl ha prelevato n.1 campione indisturbato (fustella di tipo Shelby) mediante penetrometro Pagani TG-63/200kN, sigillato in cantiere immediatamente dopo il prelievo:

Campione C1	Data di esecuzione	Certificato	Quota prelievo (m)	Coordinate Gauss-Boaga	
				X	Y
C1	15/05/17	CAPS-001/2017	1,50÷1,90	1676848,2586	4849038,2286

Le analisi geotecniche di laboratorio sono state eseguite dal laboratorio certificato Elletipi s.rl. di Ferrara. Di seguito si indicano sinteticamente le analisi svolte sui campioni raccolti:

- scheda generale del campione
- umidità di una terra (UNI EN ISO 17892-1)
- massa volumica apparente (UNI EN ISO 17892-2)
- limiti di Atterberg (norma ASTM D4318 metodo A)
- prova di compressione ad espansione laterale libera (norma ASTM D2166-91)
- prova di consolidazione edometrica (norma ASTM D 2435 – method A)
- prova di taglio diretto (norma UNI CEN ISO 17892-10)

A seguire si riporta una tabella di sintesi dei parametri geotecnici ottenuti dai test di laboratorio:

Campione	Quota prelievo	W	$\gamma$	Cu	c'	$\phi'$
(n°)	(m)	(%)	(kN/m <sup>3</sup> )	(kPa)	(kPa)	(°)
C1	1,50÷1,90	21,2	20,7	120,63	5,64	28

dove:

- W      Umidità naturale;
- $\gamma$     Peso di volume;
- Cu     Coesione non drenata;
- c'     Coesione consolidata drenata (condizioni di picco);
- $\phi'$     Angolo di attrito consolidato drenato (condizioni di picco).

Per una visione dettagliata dei grafici e tabulati delle prove di laboratorio effettuate si veda l'All.E.

#### 4. - Analisi Multicanale delle Onde Superficiali (MASW)

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde di volume o di corpo (onde P e S – “*Body Waves*”), più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di ONDE SUPERFICIALI (“*Surface Waves*”), la cui componente principale è rappresentata dalle onde di Rayleigh (“*Ground Roll*”).

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica geofisica limitatamente invasiva di recente applicazione che, attraverso l'analisi delle onde di superficie (dispersione), ha lo scopo di ottenere profili  $V_s$ -Z (velocità delle onde di taglio – profondità).

Il fenomeno dispersivo delle onde superficiali (nel nostro caso onde di Rayleigh) si manifesta in un mezzo stratificato, in quanto diverse lunghezze d'onda si propagano con velocità di fase differente. A sua volta la velocità di fase dipende dalla frequenza e tale dipendenza viene espressa attraverso la curva di dispersione. Esiste un relazione fondamentale che lega i tre parametri fondamentali che descrivono la propagazione nello spazio di un'oscillazione:

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

dove:

- $\lambda$       lunghezza d'onda (misurata in metri);
- $f$       frequenza (in Hz);
- $v$       velocità di propagazione (in m/s).

A tal proposito, la profondità di esplorazione massima raggiungibile dipende dalle caratteristiche del mezzo dalla superficie fino ad una profondità

indicativamente pari al valore di  $\lambda/2$  o  $\lambda/3$ . In riferimento a quest'ultimo aspetto, è buona regola operare che geometrie di acquisizione di lunghezza D prossima al doppio della profondità che si vuole indagare. Inoltre, è utile adoperare una distanza intergeofonica piccola (non superiore ai 2 metri) in modo tale da ottenere informazioni anche sugli strati più superficiali.

#### 4.1 - Strumentazione

Per l'acquisizione è stato utilizzato un sismografo a 48 canali ECHO 24-48/2012 dell'AMBROGEO di Piacenza, collegato ad un pc portatile su cui è installato programma di acquisizione Echo2012, aventi le seguenti caratteristiche principali:

- Numero di canali: 48+1
- A/D conversion: 24 bit;
- Gain: 0 dB – 72 dB (step 6 dB);
- Sampling interval: 32,64,128,256,480,960  $\mu$ s;
- Distorsion: 0,0004%;
- Noise: 0,25 $\mu$ s, 2ms 36dB;

Inoltre, l'attrezzatura è completata da un cavo sismico a 24 takes out spaziate a 2,5 m, con connettori cannon a cui sono stati attaccati 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4,5Hz per la ricezione delle onde R (Rayleigh). Come sorgente energizzante è stata utilizzata una mazza da 8 kg battente su piastra in duralluminio.

#### 4.2 - Elaborazione

Il software qui utilizzato per il processing dei dati sismici acquisiti in campagna è *WinMASW 7.0 ver. Academy*, che consente di ricavare il profilo verticale delle Vs. Tale risultato viene ottenuto tramite l'inversione delle curve di dispersione delle Onde di Rayleigh. Il metodo MASW si articola in tre passaggi successivi:

- Acquisizione delle onde superficiali di Rayleigh ("*Ground Roll*") da effettuarsi in campagna con apposita strumentazione;
- Costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza);
- Inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs.

Il primo punto riguarda la prova MASW eseguita "in situ" per ottenere il sismogramma relativo alle onde di Rayleigh. I passaggi successivi fanno riferimento all'elaborazione dei dati acquisiti in campagna mediante pc, utilizzando il software *WinMASW 7.0 ver. Academy*. Il primo passo, una volta caricati i dati di campagna (sismogramma delle onde di Rayleigh) è quello di calcolare lo spettro di velocità e successivamente procedere con il *picking* della curva di dispersione.

Infine l'ultimo passaggio riguarda l'inversione della curva di dispersione precedentemente "piccata". Questa viene effettuata grazie all'utilizzo di una potente tecnica di ottimizzazione (algoritmi genetici) da parte del software utilizzato. Dei

valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità sono necessari per ottenere il profilo verticale Vs dalla curva di dispersione.

I risultati delle prospezioni vengono restituiti in allegato che include i grafici dei vari passaggi necessari per ottenere il grafico del profilo verticale delle Vs. In particolare come allegati vengono forniti:

- Traccia sismica registrata ad ogni geofono per lo sparo effettuato (input file);
- Spettro di velocità e Curva di Dispersione (picking);
- Grafico Misfit – Generazione e Profilo verticale Onde S;

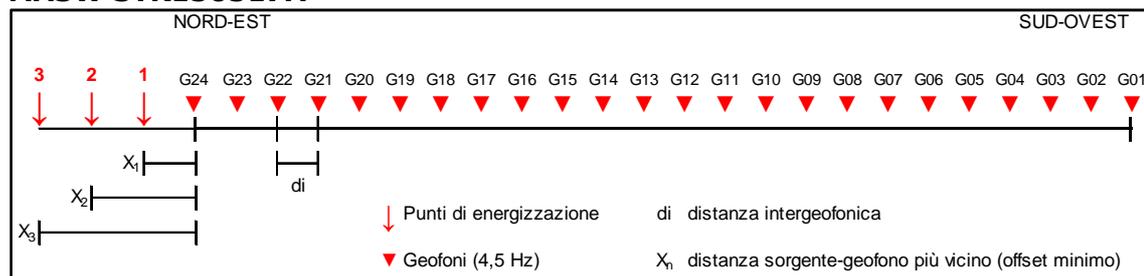
Attualmente la tecnica MASW, seppur presentando alcuni vantaggi rispetto alla sismica a rifrazione (es. operare in contesti con spazio limitato), è soggetta a limitazioni di tipo teorico (es. strati piano paralleli) e pratico (es. necessità di sorgenti energetiche a bassa frequenza), che unite alle difficoltà interpretative in assenza di un valido modello sismo-stratigrafico, pongono la massima cautela per l'utilizzo di questa tecnica come unico sistema di analisi.

Infatti, l'ottimizzazione di tali prospezioni può essere ottenuta con la realizzazione di più stese (sismica a rifrazione per ricostruire l'andamento dei sismostrati) ed eventuali operazioni di taratura con la realizzazione di sondaggi di tipo puntuale (carotaggi, penetrometrie...). Nel nostro caso abbiamo preso come riferimento le penetrometrie svolte nell'area d'interesse, oltre ad aver preso visione della Carta Geologica della Regione Toscana (CARG – Foglio 275030).

#### 4.3 - Configurazione e risultato della prospezione sismica

Nell'area oggetto di studio, considerando la logistica del cantiere, è stata eseguita n°1 prospezione sismica MASW denominata "STR150517A" (Fig.2), utilizzando un sistema d'acquisizione a 24 geofoni interspaziati di 2,00 metri (lunghezza stesa 46,00 metri). La configurazione della stesa è riportata nello schema che segue:

##### MASW STR150517A



Sono state eseguite tre registrazioni, effettuate con mazza da 8 kg battente su piastra in duralluminio. I tre punti sorgente (shot) sono stati effettuati esternamente alla stesa ad una distanza di 2,0 metri ( $X_1$  – shot 1), 4,0 metri ( $X_2$  – shot 2) e 6,0 metri ( $X_3$  – shot 3) dall'ultimo geofono (G.24). Azimut N035° (NE-SW) riferito al G1.

Le registrazioni avvenute in campagna sono state ottenute, in fase di acquisizione, utilizzando la medesima sensibilità per ciascun geofono e senza l'utilizzo di filtraggio delle frequenze.

L'analisi MASW fornisce vari modelli (profili di velocità Vs monodimensionale) ottenuti mediante processo di inversione, tra i quali viene adottato quello relativo al modello stratigrafico medio. La velocità delle **V<sub>s,30</sub>** (a partire dal piano campagna) risulta essere pari a:

$$V_{s,30} = 345 \text{ m/s}$$

Per ulteriori dettagli su spessori e velocità ottenute dall'analisi MASW, si rimanda al relativo allegato (All.F).

### 5 - Conclusioni

Sulla base dei dati raccolti sul campo e sulle elaborazioni prodotte, è stato possibile evidenziare quanto segue:

Le prove penetrometriche e le analisi di laboratorio hanno permesso di ricavare la stratigrafia e i parametri geomeccanici del terreno investigato.

Per avere una più chiara valutazione del tipo di terreno investigato, per quanto concerne le prove statiche, di seguito viene riportato il grafico di Schmertmann (1978) e la relativa distribuzione delle classi per la prova in esame. Questo grafico, che si basa sull'utilizzo di una punta meccanica (Begemann), mette in relazione i valori di **qc** (resistenza alla punta espressa in kg/cm<sup>2</sup>) e di **Fr** (rapporto tra attrito laterale fs e resistenza alla punta qc, espresso in percentuale), in modo tale da avere indicazioni sulla natura litologica dei terreni investigati.

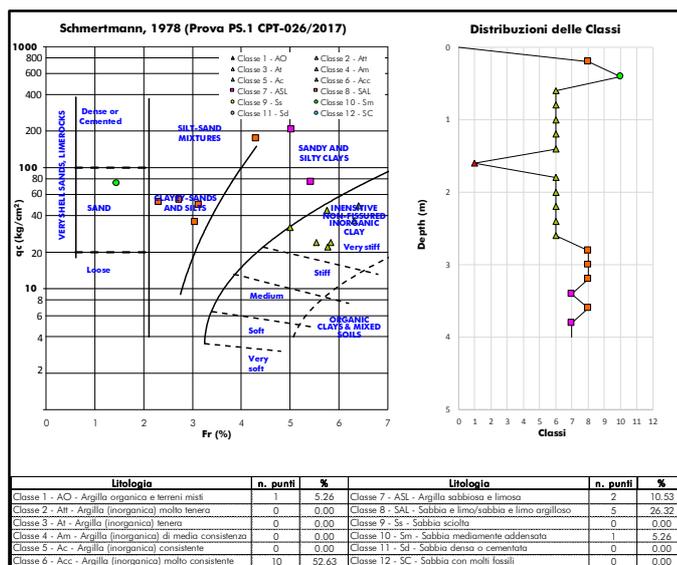


Figura 1: Prova PS.1

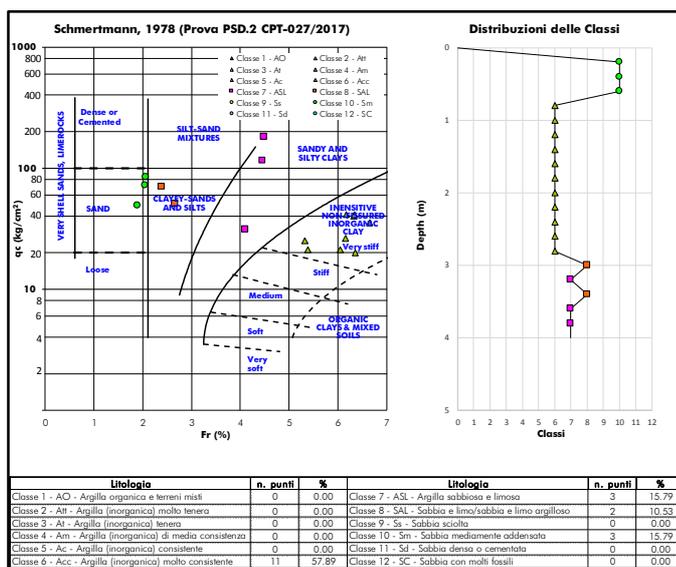


Figura 2: Prova PSD.2

I grafici (Figg.1-2) e la relativa distribuzione delle classi hanno evidenziato la natura prevalentemente argillosa (molto consistente) del terreno investigato.



Figura 3: Postazione della prova penetrometrica PS.1(Statica)



**Figura 4:** Postazione della prova penetrometrica PSD.2(Statica/Dinamica)

Il dato ricavato dalla sismica in foro DOWN-HOLE, in base alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M.14-01-2008) e considerata anche la stratigrafia media supposta per l'area d'indagine, fa ricadere l'area oggetto di studio nella **Categoria di Suolo Sismico C:**

*"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del  $V_{S,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < N_{SPT,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < C_{u,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina)".*

Da considerare il fatto che la valutazione della  $V_{S,30}$  è stata calcolata a partire dal piano campagna. In fase di progetto andrà valutato l'effettivo piano d'imposta delle fondazioni e calcolare la  $V_{S,30}$  a partire da quest'ultimo.



**Figura 5:** Stesa Sismica MASW

L'analisi specifica dei dati elaborati rimane comunque a carico del "geologo/ingegnere" responsabile delle indagini; le considerazioni sopra esposte in merito all'elaborazione della prova penetrometrica (parametri geomeccanici del terreno e suddivisioni) e alla "categoria di suolo", si devono intendere come mera interpretazione dei risultati ottenuti.

Per ulteriori dettagli sulle indagini svolte si rimanda ai relativi allegati (All.A - B - C - D - E - F).

*Lucca, Giugno 2017*

**BIERREGI srl**  
*Il Direttore del Laboratorio*  
*Dott. Geol. Luigi Giammattei*

**BIERREGI S.R.L.**  
IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Luigi GIAMMATTEI

# FIG.1 - COROGRAFIA

(C.T.R. Regione Toscana - Foglio n. 275030 - Scala 1:10000)



 - Area oggetto d'indagine

# FIG.2 - UBICAZIONE INDAGINI

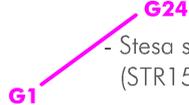
(C.T.R. Regione Toscana - Foglio n. 19K58 - Scala 1:400)



**PS.1 (CPT-026/2017)**  
 - Prova penetrometrica statica certificata

**PSD.2 (CPT-027/2017) (DPSH-033/2017)**  
 - Prova penetrometrica statica/dinamica certificata

**C1 (CAPS-001/2017)**  
 - Prelievo campione certificato

**G24**  
 - Stesa sismica MASW (STR150517A - Onde Rayleigh)

**HVSr 1**  
 - Misura di rumore sismico ambientale a stazione singola

**Allegato A**

**Certificati delle Prove  
Penetrometriche Statiche (CPT)**

CPT-026/2017 (PS.1) - Profondità 4,00 metri  
CPT-027/2017 (PSD.2) - Profondità 4,00 metri

CERTIFICATO N°

CPT-026/2017

DEL

16 maggio 2017

Pagina 1 di 2

**INDAGINE PENETROMETRICA STATICA (CPT - Cone Penetration Test)**

Richiedente:	Geol. Cintelli Francesco	Data esecuzione prova:	15 maggio 2017	
Committente:	Città Metropolitana di Firenze	Commessa n°:	17 042	
Indirizzo Cantiere:	Istituto B. Buontalenti	Riferimento job:	170515A - PS.1	
Località/Frazione:	San Bartolo a Cintoia	Coordinate (Gauss-Boaga):	X 1676846.771	Y 4849034.744
Comune:	Firenze	Profondità d'indagine:	4.00	metri
Provincia:	Firenze	Falda:	assente	

**Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda:***Penetrometro Pagani - Modello Statico/Dinamico  
Tipo TG 63/200kN - n° di serie P001541*

- ▶ Rif. Norme ASTM D3441-86
- ▶ Punta conica meccanica diametro  $\varnothing$  0,0357 m (35,7 mm)
- ▶ Angolo di apertura  $\alpha = 60^\circ$
- ▶ Area punta  $A_p = 0,001 \text{ m}^2$  (10  $\text{cm}^2$ )
- ▶ Manicotto laterale di attrito tipo "Begemann" ( $\varnothing = 0,0357 \text{ m}$  -  $h = 0,133 \text{ m}$  - superficie laterale  $A_m = 0,015 \text{ m}^2$ )
- ▶ Velocità di avanzamento costante  $V = 0,02 \text{ m/s}$  ( $\pm 0,005 \text{ m/s}$ ) = (2 cm/sec ( $\pm 0,5 \text{ cm/sec}$ ))
- ▶ Costante di trasformazione  $C_t = 10$  ( $C_t = \text{Spinta(kg)}/\text{Lettura di campagna}$ )
- ▶ Anello allargatore
- ▶ Cella di carico con centralina digitale (Modello STR002 - NBC 20 ton / Numero di serie STR002 - 00E511)
- ▶ Sistema di misura idraulico
- ▶ Sistema di acquisizione automatico
- ▶ Passo del penetrometro (intervallo entro cui viene effettuata la lettura) = 0,20 m (20 cm)
- ▶ LP (lettura punta) = lettura di campagna durante l'infissione della sola punta
- ▶ LL (lettura laterale) = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto
- ▶ RP - Resistenza alla punta (o Resistenza specifica alla punta  $q_c$  - Cone Resistance) =  $LP \times C_t / A_p$
- ▶ RL - Resistenza laterale locale (o Attrito laterale specifico  $f_s$  - Sleeve Friction) =  $[(LL-LP) \times C_t] / A_m$

▶ **NOTE:** - Falda rilevata in foro assente

lo sperimentatore  
dott. geol. Andrea Gambini

il responsabile tecnico  
dott. geol. Francesco Rossi

il direttore del laboratorio  
dott. Geol. Luigi Giammattei

CERTIFICATO N° CPT-026/2017 DEL 16 maggio 2017 Pagina 2 di 2**LETTURE DI CAMPAGNA - VALORI DI RESISTENZA**

Profondità (metri)	LP	LL	RP (qc) (MPa)	RL (fs) (kPa)	RP/RL	Profondità (metri)	LP	LL	RP (qc) (MPa)	RL (fs) (kPa)	RP/RL
0.20	---	---	---	---	---	2.80	24.0	44.0	2.4	133.3	18.0
0.40	54.0	76.0	5.4	146.7	36.8	3.00	49.0	72.0	4.9	153.3	32.0
0.60	74.0	90.0	7.4	106.7	69.4	3.20	52.0	70.0	5.2	120.0	43.0
0.80	44.0	82.0	4.4	253.3	17.0	3.40	35.0	51.0	3.5	106.7	33.0
1.00	45.0	96.0	4.5	340.0	13.0	3.60	76.0	138.0	7.6	413.3	18.0
1.20	49.0	104.0	4.9	366.7	13.0	3.80	172.0	283.0	17.2	740.0	23.0
1.40	48.0	94.0	4.8	306.7	16.0	4.00	204.0	358.0	20.4	1026.7	20.0
1.60	36.0	70.0	3.6	226.7	16.0						
1.80	29.0	68.0	2.9	260.0	11.0						
2.00	27.0	57.0	2.7	200.0	14.0						
2.20	24.0	45.0	2.4	140.0	17.0						
2.40	22.0	41.0	2.2	126.7	17.0						
2.60	32.0	56.0	3.2	160.0	20.0						

lo sperimentatore  
dott. geol. Andrea Gambiniil responsabile tecnico  
dott. geol. Francesco Rossiil direttore del laboratorio  
dott. Geol. Luigi Giammattei

CERTIFICATO N°

CPT-027/2017

DEL

16 maggio 2017

Pagina 1 di 2

**INDAGINE PENETROMETRICA STATICA (CPT - Cone Penetration Test)**

Richiedente:	Geol. Cintelli Francesco	Data esecuzione prova:	15 maggio 2017	
Committente:	Città Metropolitana di Firenze	Commessa n°:	17 042	
Indirizzo Cantiere:	Istituto B. Buontalenti	Riferimento job:	170515A - PSD.2	
Località/Frazione:	San Bartolo a Cintoia	Coordinate (Gauss-Boaga):	X 1676851.885	Y 4849042.328
Comune:	Firenze	Profondità d'indagine:	4.00	metri
Provincia:	Firenze	Falda:	assente	

**Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda:**

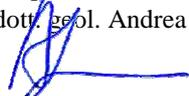
*Penetrometro Pagani - Modello Statico/Dinamico  
Tipo TG 63/200kN - n° di serie P001541*

- ▶ Rif. Norme ASTM D3441-86
- ▶ Punta conica meccanica diametro  $\varnothing$  0,0357 m (35,7 mm)
- ▶ Angolo di apertura  $\alpha = 60^\circ$
- ▶ Area punta  $A_p = 0,001 \text{ m}^2$  (10  $\text{cm}^2$ )
- ▶ Manicotto laterale di attrito tipo "Begemann" ( $\varnothing = 0,0357 \text{ m}$  -  $h = 0,133 \text{ m}$  - superficie laterale  $A_m = 0,015 \text{ m}^2$ )
- ▶ Velocità di avanzamento costante  $V = 0,02 \text{ m/s}$  ( $\pm 0,005 \text{ m/s}$ ) = (2 cm/sec ( $\pm 0,5 \text{ cm/sec}$ ))
- ▶ Costante di trasformazione  $C_t = 10$  ( $C_t = \text{Spinta(kg)}/\text{Lettura di campagna}$ )
- ▶ Anello allargatore
- ▶ Cella di carico con centralina digitale (Modello STR002 - NBC 20 ton / Numero di serie STR002 - 00E511)
- ▶ Sistema di misura idraulico
- ▶ Sistema di acquisizione automatico
- ▶ Passo del penetrometro (intervallo entro cui viene effettuata la lettura) = 0,20 m (20 cm)
- ▶ LP (lettura punta) = lettura di campagna durante l'infissione della sola punta
- ▶ LL (lettura laterale) = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto
- ▶ RP - Resistenza alla punta (o Resistenza specifica alla punta  $q_c$  - Cone Resistance) =  $LP \times C_t / A_p$
- ▶ RL - Resistenza laterale locale (o Attrito laterale specifico  $f_s$  - Sleeve Friction) =  $[(LL-LP) \times C_t] / A_m$

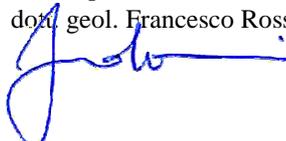
▶ **NOTE:** - *Perforo attrezzato con piezometro*

- *Prova approfondita in modalità dinamica super-pesante*

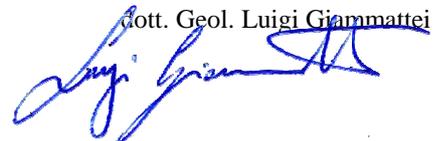
lo sperimentatore  
dott. geol. Andrea Gambini



il responsabile tecnico  
dott. geol. Francesco Rossi



il direttore del laboratorio  
dott. Geol. Luigi Giammattei



CERTIFICATO N° CPT-027/2017

DEL

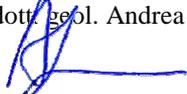
16 maggio 2017

Pagina 2 di 2

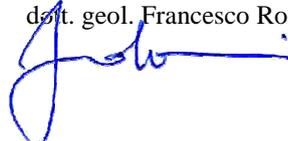
**LETTURE DI CAMPAGNA - VALORI DI RESISTENZA**

Profondità (metri)	LP	LL	RP (qc) (MPa)	RL (fs) (kPa)	RP/RL	Profondità (metri)	LP	LL	RP (qc) (MPa)	RL (fs) (kPa)	RP/RL
0.20	---	---	---	---	---	2.80	25.0	45.0	2.5	133.3	19.0
0.40	49.0	63.0	4.9	93.3	52.5	3.00	26.0	50.0	2.6	160.0	16.0
0.60	84.0	110.0	8.4	173.3	48.5	3.20	50.0	70.0	5.0	133.3	38.0
0.80	72.0	94.0	7.2	146.7	49.0	3.40	31.0	50.0	3.1	126.7	24.0
1.00	40.0	78.0	4.0	253.3	16.0	3.60	70.0	95.0	7.0	166.7	42.0
1.20	41.0	80.0	4.1	260.0	16.0	3.80	115.0	192.0	11.5	513.3	22.0
1.40	41.0	79.0	4.1	253.3	16.0	4.00	180.0	301.0	18.0	806.7	22.0
1.60	35.0	70.0	3.5	233.3	15.0						
1.80	27.0	58.0	2.7	206.7	13.0						
2.00	27.0	58.0	2.7	206.7	13.0						
2.20	21.0	40.0	2.1	126.7	17.0						
2.40	20.0	39.0	2.0	126.7	16.0						
2.60	21.0	38.0	2.1	113.3	19.0						

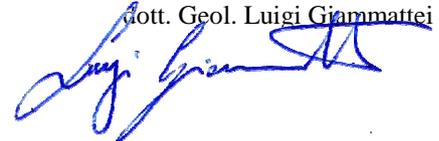
 lo sperimentatore  
 dott. geol. Andrea Gambini



 il responsabile tecnico  
 dott. geol. Francesco Rossi



 il direttore del laboratorio  
 dott. Geol. Luigi Giammattei



**bierregi s.r.l.**

INDAGINI GEOFISICHE  
GEOGNOSTICHE e GEOTECNICHE



  
Presidenza del Consiglio Superiore  
dei Lavori Pubblici  
Servizio Tecnico Centrale  
Aut. n. :00007464



**Allegato B**

**Elaborazione delle Prove  
Penetrometriche Statiche (CPT)**

## **LEGENDA VALORI DI RESISTENZA FATTORI DI CONVERSIONE**

**Strumento utilizzato:**  
**TG63-200 - Pagani - Piacenza**

Caratteristiche:

- punta conica meccanica  $\varnothing$  35.7 mm, area punta  $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- punta conica meccanica angolo di apertura:  $\alpha = 60^\circ$
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' ( $\varnothing = 35.7 \text{ mm} - h = 133 \text{ mm} - A_m = 150 \text{ cm}^2$ )
- velocità di avanzamento costante  $V = 2 \text{ cm/sec}$  ( $\pm 0,5 \text{ cm / sec}$ )
- spinta max nominale dello strumento  $S_{max}$  variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione  $CT = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$   
(dato tecnico legato alle caratteristiche del penetrometro utilizzato, fornito dal costruttore)

fase 1 - resistenza alla punta:  $q_c \text{ ( kg/cm}^2 \text{ )} = ( L_1 ) \times CT / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale:  $f_s \text{ ( kg/cm}^2 \text{ )} = [( L_2 ) - ( L_1 )] \times CT / 150$

fase 3 - resistenza totale :  $R_t \text{ ( kg/cm}^2 \text{ )} = ( L_t ) \times CT$

- Prima lettura = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta ( fase 1 )
- Seconda lettura = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto ( fase 2 )
- Terza lettura = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne ( fase 3 )

N.B. : la spinta  $S$  ( Kg ) , corrispondente a ciascuna fase , si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna  $L$  per la costante di trasformazione  $CT$  .

N.B. : nonostante la distanza intercorrente ( 20 cm circa ) fra il centro del manicotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale  $f_s$  viene computata alla stessa quota della punta .

### **CONVERSIONI**

1 kN (kiloNewton) = 1000 N  $\approx$  100 kg = 0,1 t

1 MN (megaNewton) = 1.000 kN = 1.000.000 N  $\approx$  100 t

1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m<sup>2</sup> = 0,001 MN/m<sup>2</sup> = 0,001 MPa  $\approx$  0,1 t/m<sup>2</sup> = 0,01 kg/cm<sup>2</sup>

1 MPa (megaPascal) = 1 MN/m<sup>2</sup> = 1.000 kN/m<sup>2</sup> = 1000 kPa  $\approx$  100 t/m<sup>2</sup> = 10 kg/cm<sup>2</sup>

1 kg/cm<sup>2</sup> = 10 t/m<sup>2</sup>  $\approx$  100 kN/m<sup>2</sup> = 100 kPa = 0,1 MN/m<sup>2</sup> = 0,1 MPa

1 t = 1000 kg  $\approx$  10 kN

## LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE CORRELAZIONI GENERALI

**Valutazioni in base al rapporto:  $F = (q_c / f_s)$**

**Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977**

Valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = q_c / f_s$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F \leq 15 \text{ kg/cm}^2$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 30 \text{ kg/cm}^2$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 60 \text{ kg/cm}^2$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60 \text{ kg/cm}^2$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

**Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di  $q_c$  e di  $FR = (f_s / q_c) \%$  :**

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$  di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato ( inalterato ) , per depositi coesivi.



**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA  
LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI**

**CPT**

riferimento

**PS.1**

**170515A**

Committente: **Città Metropolitana di Firenze**

Cantiere: **Indagini geognostiche**

Località: **Istituto B. Buontalenti, Via di S. Bartolo a Cintoia - Firenze (FI)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

Data esec.: **15/05/2017**

Pagina: **1**

Elaborato:

Falda: **Assente**

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0	0	0.0	0.00			2.20	24.0	45.0	0	24.0	1.40	17	5.8
0.40	54.0	76.0	0	54.0	1.47	37	2.7	2.40	22.0	41.0	0	22.0	1.27	17	5.8
0.60	74.0	90.0	0	74.0	1.07	69	1.4	2.60	32.0	56.0	0	32.0	1.60	20	5.0
0.80	44.0	82.0	0	44.0	2.53	17	5.8	2.80	24.0	44.0	0	24.0	1.33	18	5.5
<b>1.00</b>	45.0	96.0	0	45.0	3.40	13	7.6	<b>3.00</b>	49.0	72.0	0	49.0	1.53	32	3.1
1.20	49.0	104.0	0	49.0	3.67	13	7.5	3.20	52.0	70.0	0	52.0	1.20	43	2.3
1.40	48.0	94.0	0	48.0	3.07	16	6.4	3.40	35.0	51.0	0	35.0	1.07	33	3.1
1.60	36.0	70.0	0	36.0	2.27	16	6.3	3.60	76.0	138.0	0	76.0	4.13	18	5.4
1.80	29.0	68.0	0	29.0	2.60	11	9.0	3.80	172.0	283.0	0	172.0	7.40	23	4.3
<b>2.00</b>	27.0	57.0	0	27.0	2.00	14	7.4	<b>4.00</b>	204.0	358.0	0	204.0	10.27	20	5.0

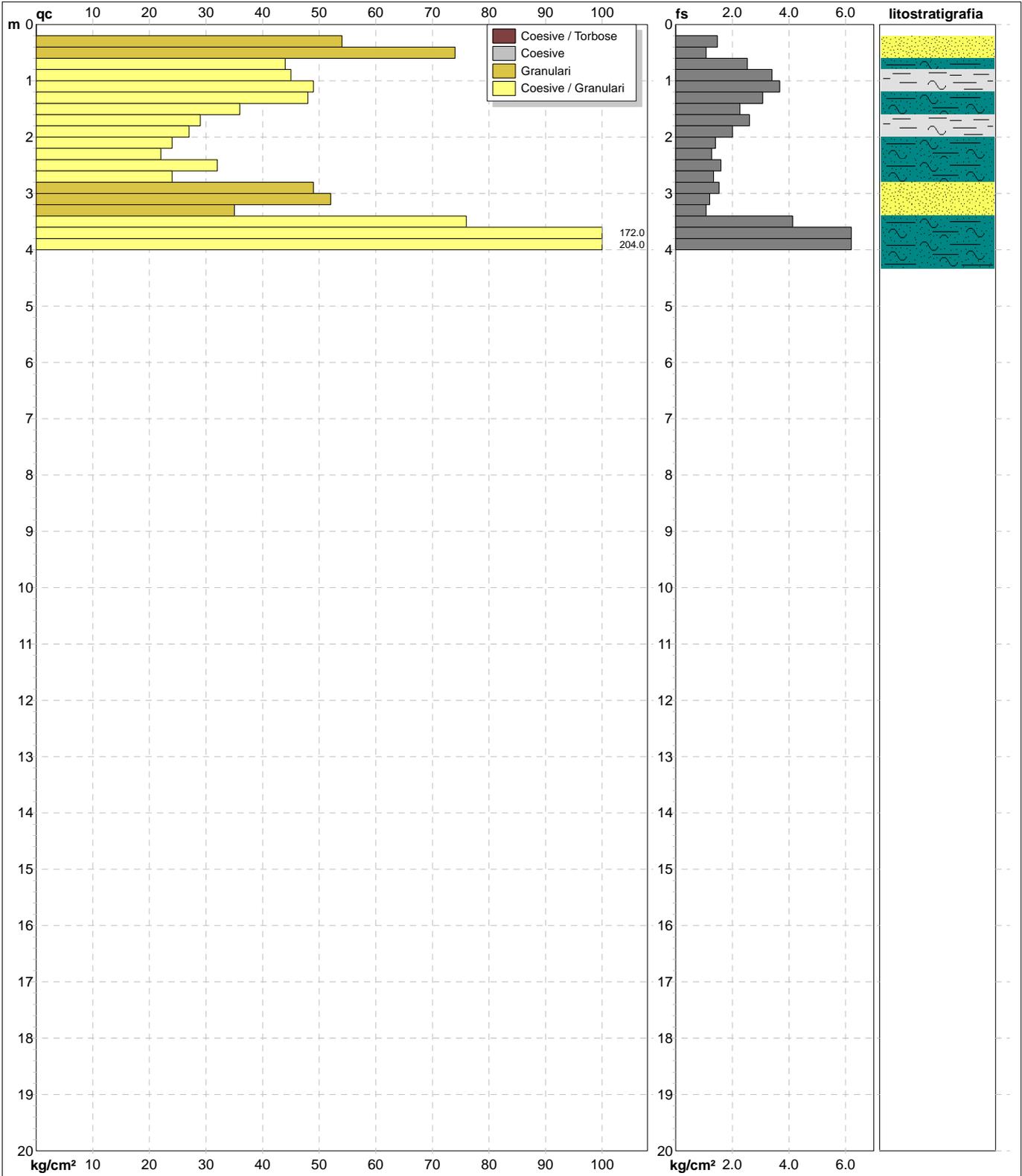
H = profondità  
L1 = prima lettura (punta)  
L2 = seconda lettura (punta + laterale)  
Lt = terza lettura (totale)  
CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta  
fs = resistenza laterale calcolata  
alla stessa quota di qc  
F = rapporto Begemann (qc / fs)  
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIAGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>PS.1</b>
riferimento	<b>170515A</b>

Committente: <b>Città Metropolitana di Firenze</b>	U.M.: <b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Data eseg.: <b>15/05/2017</b>
Cantiere: <b>Indagini geognostiche</b>	Scala: <b>1:100</b>	Quota inizio: <b>piano campagna</b>
Località: <b>Istituto B. Buontalenti, Via di S. Bartolo a Cintoia - Firenze (FI)</b>	Pagina: <b>1</b>	Falda: <b>Assente</b>
	Elaborato: <b> </b>	



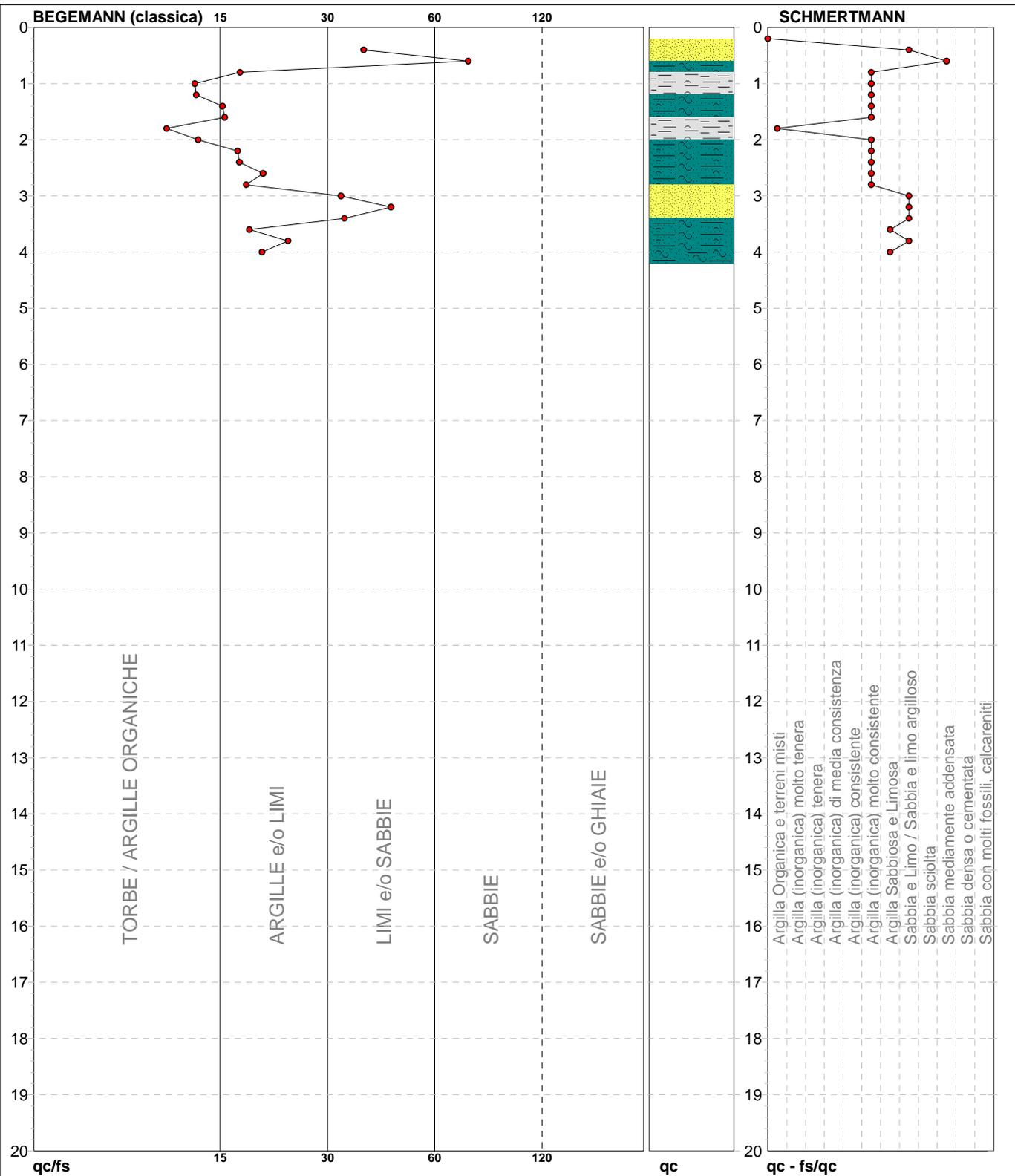
		Litologia: <b>Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone</b>	Preforo: <b>m</b>
		Penetrometro: <b>TG63-200</b>	Corr.astine: <b>kg/ml</b>
		Responsabile: <b>Dott. Geol. Andrea Gambini</b>	Cod.ISTAT: <b>048017</b>
		Assistente: <b>Dott. Geol. Gianpier Algeri</b>	Cod. punta: <b> </b>

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIAGRAMMI LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>PS.1</b>
referimento	<b>170515A</b>

Committente: **Città Metropolitana di Firenze**  
 Cantiere: **Indagini geognostiche**  
 Località: **Istituto B. Buontalenti, Via di S. Bartolo a Cintoia - Firenze (FI)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**      Data eseg.: **15/05/2017**  
 Scala: **1:100**  
 Pagina: **1**  
 Elaborato:                      Falda: **Assente**



Torbe / Argille org. :	85 punti, 85.86%	Argilla Organica e terreni misti:	1 punti, 1.01%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	2 punti, 2.02%
Argille e/o Limi :	10 punti, 10.10%	Argilla (inorganica) molto consist.:	10 punti, 10.10%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	5 punti, 5.05%
Limi e/o Sabbie :	4 punti, 4.04%			Sabbia mediamente addensata:	1 punti, 1.01%
Sabbie:	1 punti, 1.01%				



**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA  
LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI**

<b>CPT</b>	<b>PSD.2</b>
riferimento	<b>170515A</b>

Committente: <b>Città Metropolitana di Firenze</b>	U.M.: <b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Data esec.: <b>15/05/2017</b>
Cantiere: <b>Indagini geognostiche</b>	Pagina: <b>1</b>	
Località: <b>Istituto B. Buontalenti, Via di S. Bartolo a Cintoia - Firenze (FI)</b>	Elaborato:	Falda: <b>Assente</b>

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0	0	0.0	0.00			2.20	21.0	40.0	0	21.0	1.27	17	6.0
0.40	49.0	63.0	0	49.0	0.93	53	1.9	2.40	20.0	39.0	0	20.0	1.27	16	6.4
0.60	84.0	110.0	0	84.0	1.73	49	2.1	2.60	21.0	38.0	0	21.0	1.13	19	5.4
0.80	72.0	94.0	0	72.0	1.47	49	2.0	2.80	25.0	45.0	0	25.0	1.33	19	5.3
<b>1.00</b>	40.0	78.0	0	40.0	2.53	16	6.3	<b>3.00</b>	26.0	50.0	0	26.0	1.60	16	6.2
1.20	41.0	80.0	0	41.0	2.60	16	6.3	3.20	50.0	70.0	0	50.0	1.33	38	2.7
1.40	41.0	79.0	0	41.0	2.53	16	6.2	3.40	31.0	50.0	0	31.0	1.27	24	4.1
1.60	35.0	70.0	0	35.0	2.33	15	6.7	3.60	70.0	95.0	0	70.0	1.67	42	2.4
1.80	27.0	58.0	0	27.0	2.07	13	7.7	3.80	115.0	192.0	0	115.0	5.13	22	4.5
<b>2.00</b>	27.0	58.0	0	27.0	2.07	13	7.7	<b>4.00</b>	180.0	301.0	0	180.0	8.07	22	4.5

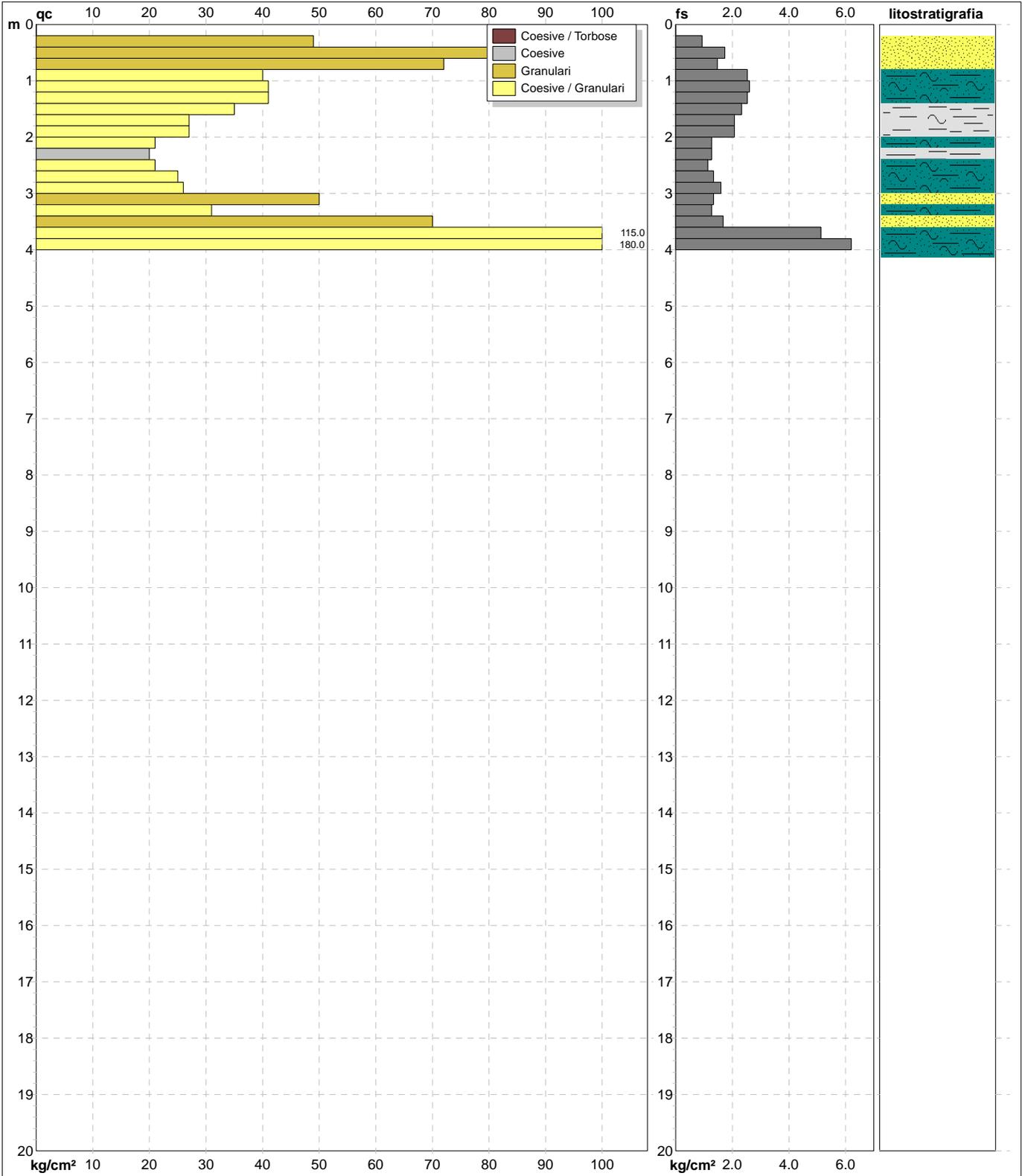
H = profondità  
L1 = prima lettura (punta)  
L2 = seconda lettura (punta + laterale)  
Lt = terza lettura (totale)  
CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta  
fs = resistenza laterale calcolata alla stessa quota di qc  
F = rapporto Begemann (qc / fs)  
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIAGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>PSD.2</b>
riferimento	<b>170515A</b>

Committente: <b>Città Metropolitana di Firenze</b>	U.M.: <b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Data esec.: <b>15/05/2017</b>
Cantiere: <b>Indagini geognostiche</b>	Scala: <b>1:100</b>	Quota inizio: <b>piano campagna</b>
Località: <b>Istituto B. Buontalenti, Via di S. Bartolo a Cintoia - Firenze (FI)</b>	Pagina: <b>1</b>	Falda: <b>Assente</b>
	Elaborato: <b> </b>	



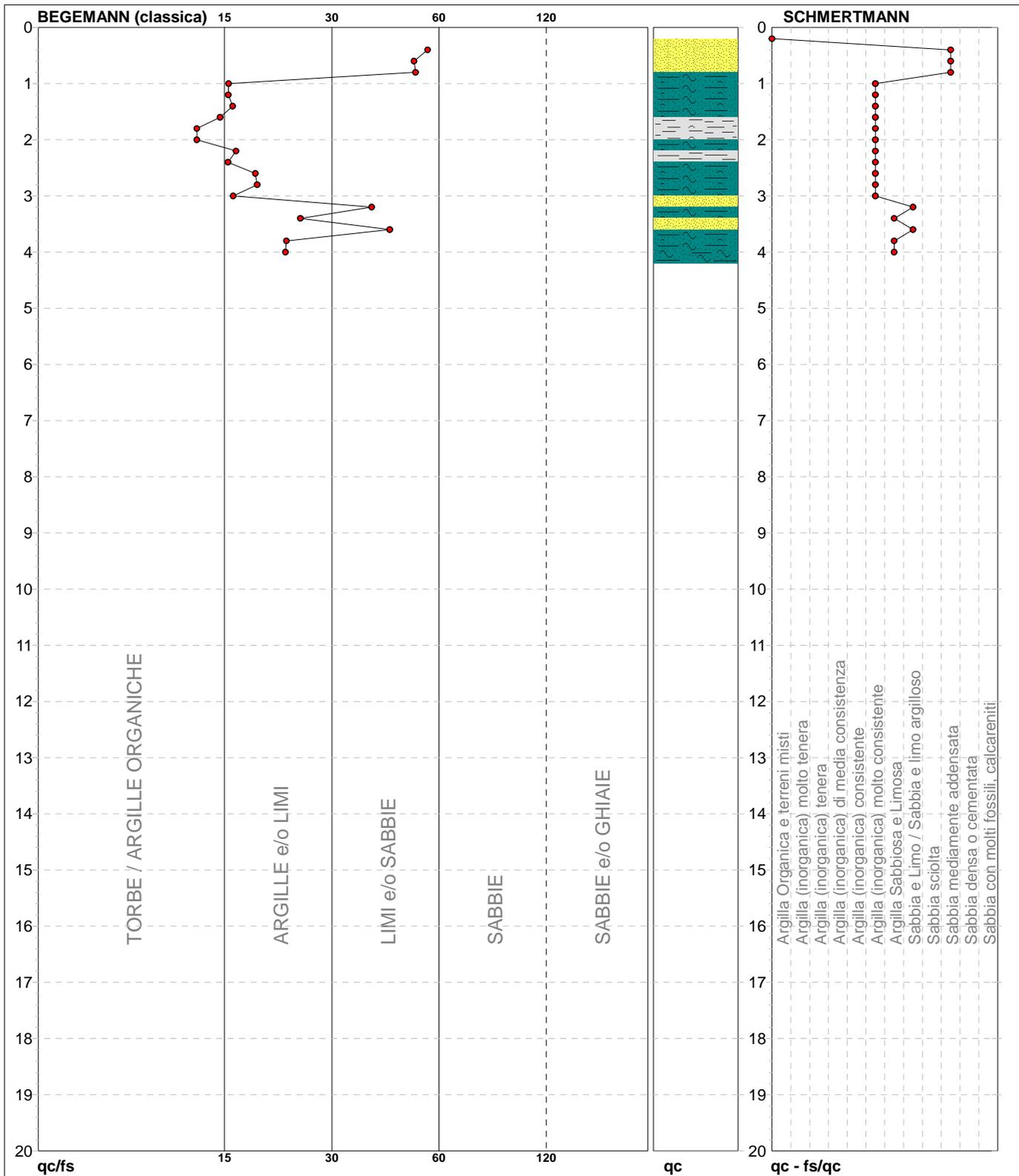
Litologia: <b>Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone</b>	Preforo: <b>m</b>
Penetrometro: <b>TG63-200</b>	Corr.astine: <b>kg/ml</b>
Responsabile: <b>Dott. Geol. Andrea Gambini</b>	Cod.ISTAT: <b>048017</b>
Assistente: <b>Dott. Geol. Gianpier Algeri</b>	Cod. punta: <b> </b>

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIAGRAMMI LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>PSD.2</b>
riferimento	<b>170515A</b>

Committente: **Città Metropolitana di Firenze**  
 Cantiere: **Indagini geognostiche**  
 Località: **Istituto B. Buontalenti, Via di S. Bartolo a Cintoia - Firenze (FI)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**    Data esec.: **15/05/2017**  
 Scala: **1:100**  
 Pagina: **1**  
 Elaborato:                      Falda: **Assente**



Torbe / Argille org. :	83 punti, 83.84%	Argilla (inorganica) molto consist.:	11 punti, 11.11%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	3 punti, 3.03%
Argille e/o Limi :	12 punti, 12.12%			Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	2 punti, 2.02%
Limi e/o Sabbie :	5 punti, 5.05%			Sabbia mediamente addensata:	3 punti, 3.03%



**bierregi s.r.l.**

INDAGINI GEOFISICHE  
GEOGNOSTICHE e GEOTECNICHE



OS 21  
OS 20- B

  
Presidenza del Consiglio Superiore  
dei Lavori Pubblici

Servizio Tecnico Centrale  
Aut. n. :00007464



Cert. No. 98514-2011-AQ-  
ITA-ACCREDIA

**Allegato C**

**Certificato della Prova Penetrometrica  
Dinamica Super-Pesante (DSPH)**

DPSH-033/2017 (PSD.2) – Profondità 5,40 metri

CERTIFICATO N°

DPSH-033/2017

DEL

16 maggio 2017

Pagina 1 di 2

**INDAGINE PENETROMETRICA DINAMICA SUPER-PESANTE (DPSH – S.Heavy)**

Richiedente:	Geol. Cintelli Francesco	Data esecuzione prova:	15 maggio 2017	
Committente:	Città Metropolitana di Firenze	Commessa n°:	17 042	
Indirizzo Cantiere:	Istituto B. Buontalenti	Riferimento Job:	170515A - PSD.2	
Località/Frazione:	San Bartolo a Cintoia	Coordinate (Gauss-Boaga):	X 1676851.885	Y 4849042.328
Comune:	Firenze	Profondità d'indagine:	5.40	metri
Provincia:	Firenze	Falda:	assente	

**Caratteristiche Tecniche DPSH - S. Heavy (Modello Pagani TG63-200kN)**

M (peso massa battente)	63.50	kg
H (altezza caduta libera)	0.75	metri
Ms (peso sistema di battuta)	30.00	kg
D (diametro punta conica)	0.0505	metri (50,50 mm)
A (area base punta conica)	0.002	m <sup>2</sup> (20,00 cm <sup>2</sup> )
$\alpha$ (angolo apertura punta)	90,0°	gradi
La (lunghezza delle aste)	1.00	metri
Ma (peso asta x metro)	8.00	kg/m
Peso singola asta	8.00	kg
$\delta$ (avanzamento punta)	0.20	metri
P1 (profondità giunzione 1°asta)	0.80	metri
N (numero di colpi punta)	N(20)	→ relativo ad un avanzamento di 0,20 m
Rivestimento/Fanghi	no	

ENERGIA SPECIFICA PER COLPO  $Q = (MH)/(A\delta) = 1.191$  MPa(prova SPT →  $Q_{spt} = 0,783$  MPa)COEFF. TEORICO DI ENERGIA  $\beta_t = Q/Q_{spt} = 1.521$ (teoricamente :  $N_{spt} = \beta_t N$ )**Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd (funzione del numero di colpi N)****(FORMULA OLANDESE) :  $R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$** 

Rpd - resistenza dinamica alla punta (area A)

M (peso massa battente - altezza caduta H)

e - infissione per colpo =  $\delta / N$ 

P (peso totale aste e sistema battuta)

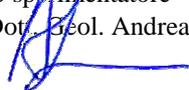
**NOTE:**

- Fino a 4,00 metri prova eseguita in modalità statica

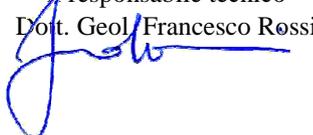
- Perforo attrezzato con piezometro fino a fondo foro

- In data di esecuzione della prova la falda è risultata assente

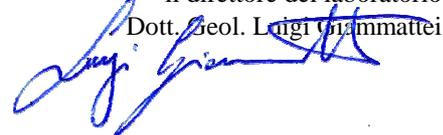
 lo sperimentatore  
 Dott. Geol. Andrea Gambini



 il responsabile tecnico  
 Dott. Geol. Francesco Rossi



 il direttore del laboratorio  
 Dott. Geol. Luigi Grammattei



CERTIFICATO N°

DPSH-033/2017

DEL

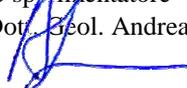
16 maggio 2017

Pagina 2 di 2

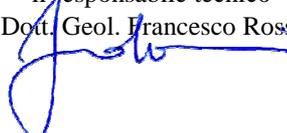
## TABELLE VALORI DI RESISTENZA

Profondità (m)	N (colpi p)	Rpd (MPa)	n° asta	Profondità (m)	N (colpi p)	Rpd (MPa)	n° asta
0.00 - 0.20	1	0.74	1	5.00 - 5.20	45	24.04	6
0.20 - 0.40	1	0.74	1	5.20 - 5.40	54	28.85	6
0.40 - 0.60	1	0.74	1				
0.60 - 0.80	1	0.74	1				
0.80 - 1.00	1	0.69	2				
1.00 - 1.20	1	0.69	2				
1.20 - 1.40	1	0.69	2				
1.40 - 1.60	1	0.69	2				
1.60 - 1.80	1	0.69	2				
1.80 - 2.00	1	0.64	3				
2.00 - 2.20	1	0.64	3				
2.20 - 2.40	1	0.64	3				
2.40 - 2.60	1	0.64	3				
2.60 - 2.80	1	0.64	3				
2.80 - 3.00	1	0.60	4				
3.00 - 3.20	1	0.60	4				
3.20 - 3.40	1	0.60	4				
3.40 - 3.60	1	0.60	4				
3.60 - 3.80	1	0.60	4				
3.80 - 4.00	1	0.57	5				
4.00 - 4.20	22	12.46	5				
4.20 - 4.40	28	15.86	5				
4.40 - 4.60	24	13.59	5				
4.60 - 4.80	24	13.59	5				
4.80 - 5.00	36	19.24	6				

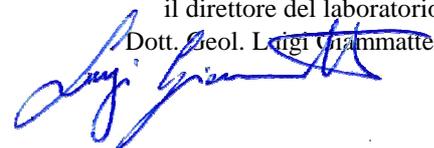
 lo sperimentatore  
 Dott. Geol. Andrea Gambini



 il responsabile tecnico  
 Dott. Geol. Francesco Rossi



 il direttore del laboratorio  
 Dott. Geol. Luigi Grammattei



**bierregi s.r.l.**

INDAGINI GEOFISICHE  
GEOGNOSTICHE e GEOTECNICHE



  
Presidenza del Consiglio Superiore  
dei Lavori Pubblici  
Servizio Tecnico Centrale  
Aut. n. :00007464



**Allegato D**

**Elaborazione della Prova Penetrometrica  
Dinamica Super-Pesante (DPSH)**

## PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DPSH (S. Heavy)**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla Certificato	Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

## CARATTERISTICHE TECNICHE : **DPSH (S. Heavy)**

MASSA BATTENTE	M = 63.50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0.75 m
MASSA SISTEMA BATTUTA	Ms = 30.00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50.50 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20.0000 cm <sup>2</sup>
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1.00 m
MASSA ASTE PER METRO	Ma = 8.00 kg
PROF. GIUNZIONE 1 <sup>a</sup> ASTA	P1 = 0.80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0.20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO

RENDIMENTO SPECIFICO x COLPOQ =  $(MH)/(A\delta) = 11.91$  kg/cm<sup>2</sup> ( prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm<sup>2</sup> )  
 COEFF.TEORICO RENDIMENTO  $\beta_t = Q/Q_{spt} = 1.521$  ( teoricamente : Nspt =  $\beta_t N$  )

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [ area A]  
 e = infissione per colpo =  $\delta / N$

M = massa battente (altezza caduta H)  
 P = massa totale aste e sistema battuta

### UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm<sup>2</sup> = 0.098067 MPa  $\approx$  0,1 MPa  
 1 MPa = 1 MN/m<sup>2</sup> = 10.197 kg/cm<sup>2</sup>  
 1 bar = 1.0197 kg/cm<sup>2</sup> = 0.1 MPa  
 1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN PSD.2

- committente : Città Metropolitana di Firenze  
- lavoro : Indagini geognostiche  
- località : "Istituto B. Buontalenti" FIRENZE (FI)

- data prova : 15/05/2017  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata

- note : Preforo attrezzato con piezometro - no acqua

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
0.00 - 0.20	1	7.4	1	2.80 - 3.00	1	6.0	4
0.20 - 0.40	1	7.4	1	3.00 - 3.20	1	6.0	4
0.40 - 0.60	1	7.4	1	3.20 - 3.40	1	6.0	4
0.60 - 0.80	1	7.4	1	3.40 - 3.60	1	6.0	4
0.80 - 1.00	1	6.9	2	3.60 - 3.80	1	6.0	4
1.00 - 1.20	1	6.9	2	3.80 - 4.00	1	5.7	5
1.20 - 1.40	1	6.9	2	4.00 - 4.20	22	124.6	5
1.40 - 1.60	1	6.9	2	4.20 - 4.40	28	158.6	5
1.60 - 1.80	1	6.9	2	4.40 - 4.60	24	135.9	5
1.80 - 2.00	1	6.4	3	4.60 - 4.80	24	135.9	5
2.00 - 2.20	1	6.4	3	4.80 - 5.00	36	192.4	6
2.20 - 2.40	1	6.4	3	5.00 - 5.20	45	240.4	6
2.40 - 2.60	1	6.4	3	5.20 - 5.40	54	288.5	6
2.60 - 2.80	1	6.4	3				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63.50** kg - H (altezza caduta)= **0.75** m - A (area punta)= **20.0000** cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= **50.50** mm

- Numero Colpi Punta N = **N(20)** [  $\delta$  = 20 cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

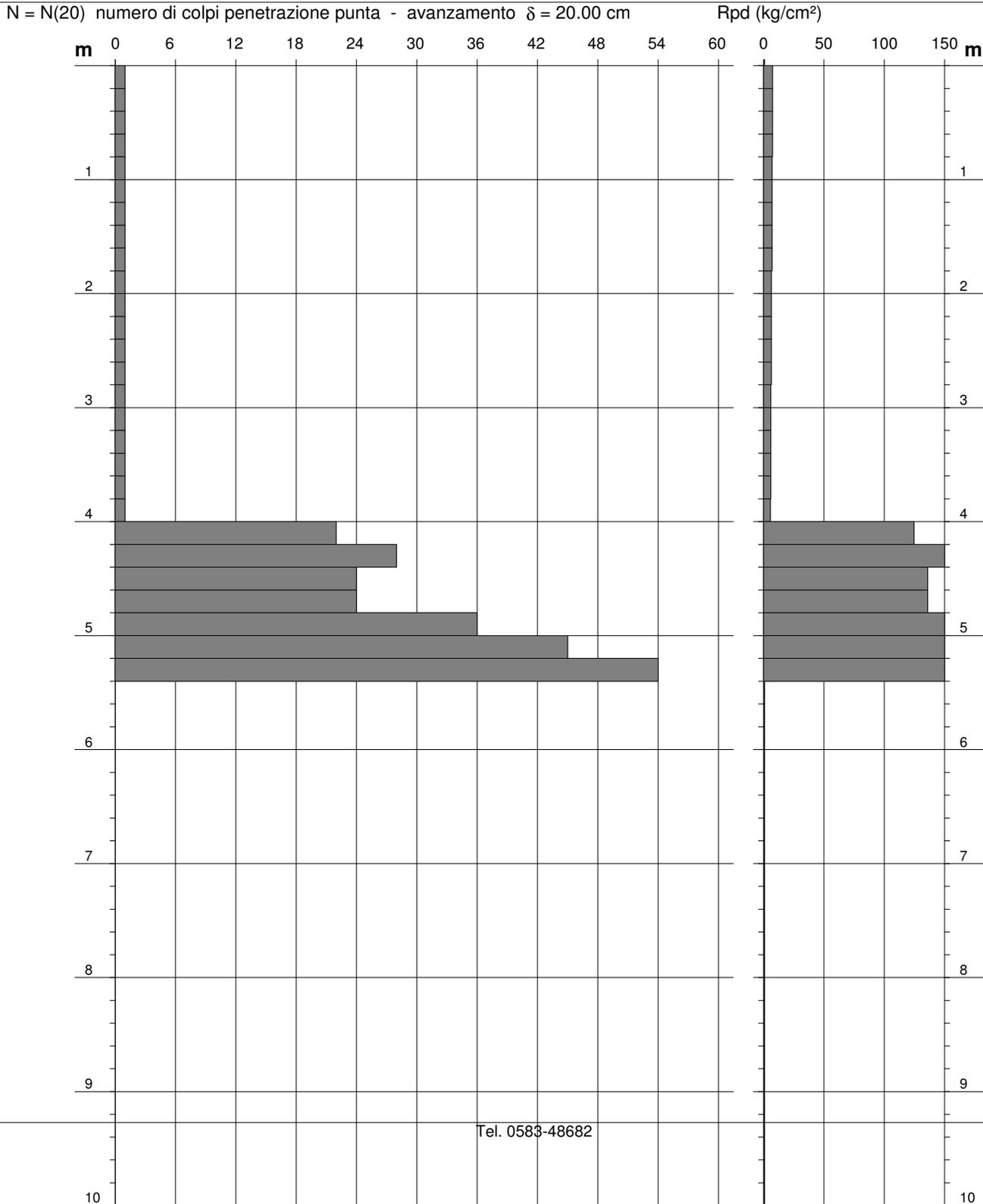
**DIN PSD.2**

Scala 1: 50

- committente : Città Metropolitana di Firenze  
 - lavoro : Indagini geognostiche  
 - località : "Istituto B. Buontalenti" FIRENZE (FI)

- data prova : 15/05/2017  
 - quota inizio : piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata

- note : Preforo attrezzato con piezometro - no acqua



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

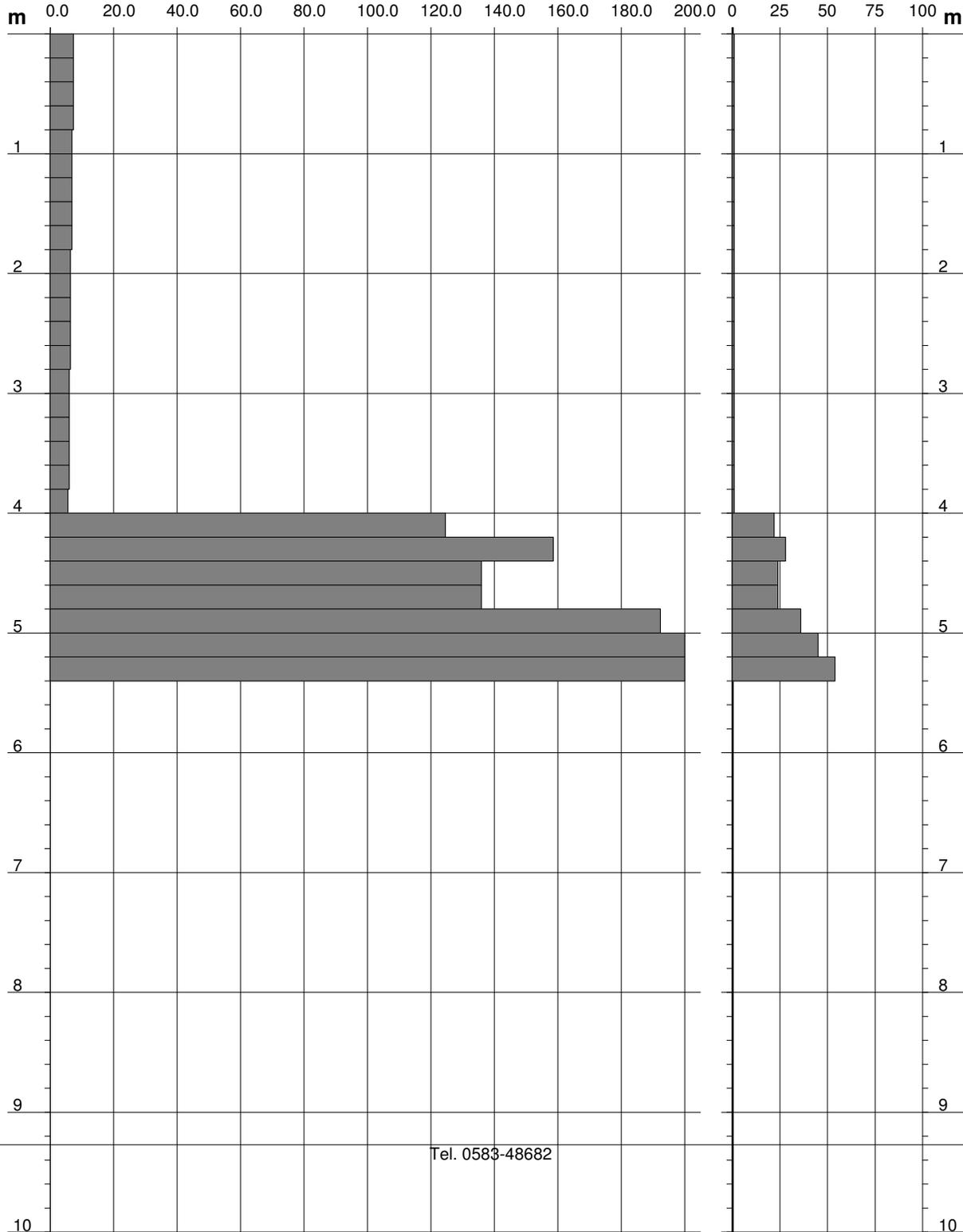
**DIN PSD.2**

Scala 1: 50

- committente : Città Metropolitana di Firenze  
- lavoro : Indagini geognostiche  
- località : "Istituto B. Buontalenti" FIRENZE (FI)

- data prova : 15/05/2017  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" N = N(20) n° colpi  $\delta = 20.00$  cm



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

**DIN PSD.2**

- committente : Città Metropolitana di Firenze  
- lavoro : Indagini geognostiche  
- località : "Istituto B. Buontalenti" FIRENZE (FI)

- data prova : 15/05/2017  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata

- note : Preforo attrezzato con piezometro - no acqua

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	$\beta$	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0.00	4.00	N	1.0	1	1	1.0	----	1.0	1.0	1	1.52	2
			Rpd	6.6	6	7	6.1	0.6	6.1	7.2			
2	4.00	4.80	N	24.5	22	28	23.3	----	----	----	24	1.52	37
			Rpd	138.8	125	159	131.7	----	----	----			
3	4.80	5.40	N	45.0	36	54	40.5	----	----	----	45	1.52	68
			Rpd	240.4	192	289	216.4	----	----	----			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 20$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1.52$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

**DIN PSD.2**

n°	H1 H2		NATURA GRANULARE							NATURA COESIVA					Q Litologia		
			Nspt	Vs	G	Dr	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ed	Ysat	W			e
1	0.00	4.00	2	88	22	7	26	24	1.85	1.36	0.13	12	1.75	46.9	1.267	0.33	
2	4.00	4.80	37	170	191	72	37	444	2.09	1.74	2.31	222	2.23	14.3	0.387	6.80	
3	4.80	5.40	68	194	300	91	43	816	2.19	1.91	4.25	408	2.60	2.3	0.061	12.02	

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno  
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm<sup>2</sup>) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm<sup>2</sup>) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

**bierregi s.r.l.**

INDAGINI GEOFISICHE  
GEOGNOSTICHE e GEOTECNICHE



OS 21  
OS 20- B



Presidenza del Consiglio Superiore  
dei Lavori Pubblici

Servizio Tecnico Centrale  
Aut. n. :00007464



Cert. No. 98514-2011-AQ-  
ITA-ACCREDIA

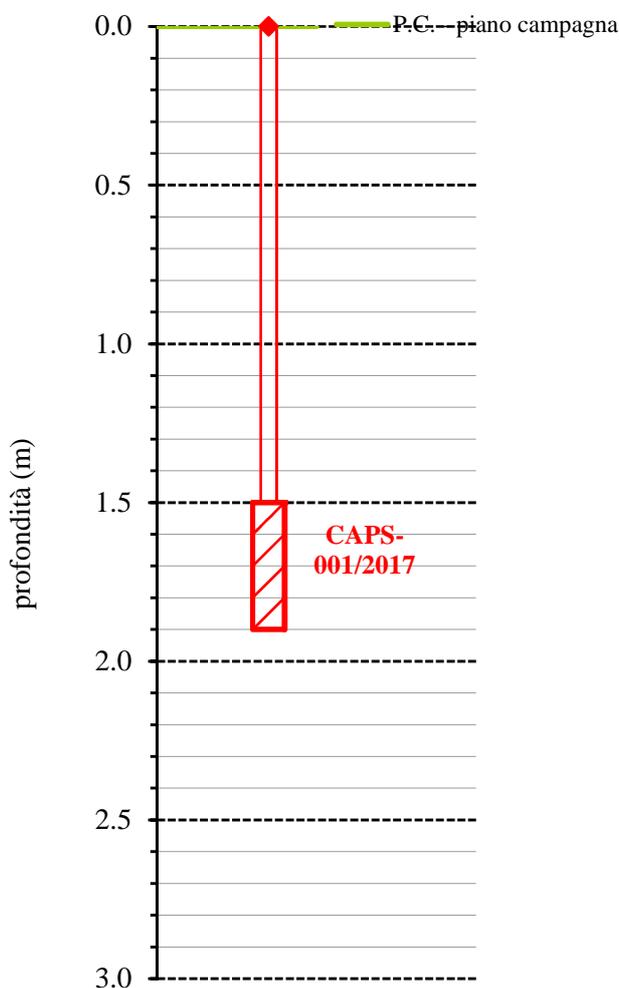
**Allegato E**

**Analisi di Laboratorio**

**PRELIEVO DI CAMPIONI INDISTURBATI - CAPS**CERTIFICATO N° CAPS-001/2017 DEL 15 maggio 2017

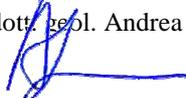
Pagina 1 di 1

<b>Committente</b> Città Metropolitana di Firenze	<b>Richiedente</b> -	<b>Indirizzo/Località Cantiere</b> Istituto Buontalenti	<b>Commessa n°</b> 17 042
<b>Frazione</b> Firenze	<b>Comune (Provincia):</b> Firenze (FI)	<b>Data esecuzione prova</b> 15 maggio 2017	<b>Postazione</b> C1

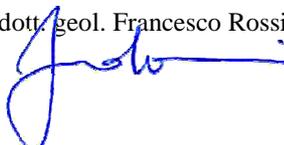
**Modello Sonda utilizzato:** Penetrometro Pagani - Modello Statico/Dinamico Tipo TG 63/200 kN

Coordinate (Gauss-Boaga)	Quota prelievo campione	Campionatore (Shelby)
X= 1676848.2586	da m. 1.50 dal p.c.	diametro Ø 88,9 mm
Y= 4849038.2286	a m. 1.90 dal p.c.	lunghezza 60 cm

 lo sperimentatore  
 dott. geol. Andrea Gambini



 il responsabile tecnico  
 dott. geol. Francesco Rossi



 il direttore del laboratorio  
 dott. Geol. Luigi Giannattesi





elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA  
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it  
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE  
CERTIFICATI

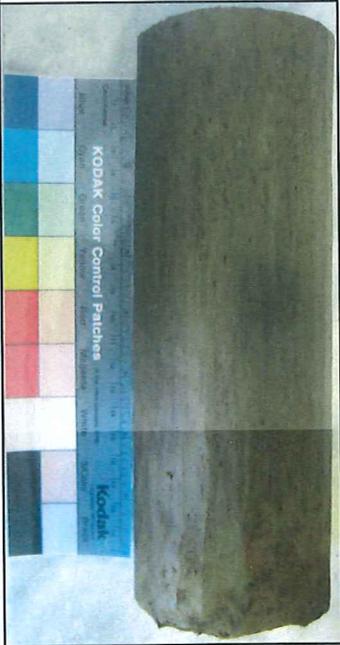
® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

### SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Città metropolitana di Firenze**  
CANTIERE: **ISTITUTO B. BUONTALENTI - Via di San Bartolo a Cintoia - FIRENZE**  
CAMPIONE: **S1 CI1 m 1.50 - 1.90**  
COMMESSA: 16638/17  
VERBALE ACC.: 245/17  
DATA CONSEGNA: 18/05/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

<b>alto</b> <b>1.50</b>	<b>P.P. kPa</b>	<b>T.V. kPa</b>	LUNGHEZZA (cm): 25 GRADO DI QUALITA': AGI Q5 EC 7-3 Q1																																			
	430	210	DESCRIZIONE: Limo con argilla debolmente sabbioso marrone con screziature nerastre e rossastre																																			
			<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>W naturale (%)</td><td style="text-align: right;">21.2</td></tr> <tr><td><math>\gamma</math> naturale (Mg/m<sup>3</sup>)</td><td style="text-align: right;">2.07</td></tr> <tr><td><math>\gamma</math> secco (Mg/m<sup>3</sup>)</td><td style="text-align: right;">1.71</td></tr> <tr><td><math>\gamma</math> immerso (Mg/m<sup>3</sup>)</td><td style="text-align: right;">1.08</td></tr> <tr><td>porosità (%)</td><td style="text-align: right;">37</td></tr> <tr><td>indice dei vuoti</td><td style="text-align: right;">0.58</td></tr> <tr><td>grado di saturazione (%)</td><td style="text-align: right;">99</td></tr> <tr><td>massa specifica (Mg/m<sup>3</sup>) (STIMATA)</td><td style="text-align: right;">2.700</td></tr> </table>	W naturale (%)	21.2	$\gamma$ naturale (Mg/m <sup>3</sup> )	2.07	$\gamma$ secco (Mg/m <sup>3</sup> )	1.71	$\gamma$ immerso (Mg/m <sup>3</sup> )	1.08	porosità (%)	37	indice dei vuoti	0.58	grado di saturazione (%)	99	massa specifica (Mg/m <sup>3</sup> ) (STIMATA)	2.700																			
W naturale (%)	21.2																																					
$\gamma$ naturale (Mg/m <sup>3</sup> )	2.07																																					
$\gamma$ secco (Mg/m <sup>3</sup> )	1.71																																					
$\gamma$ immerso (Mg/m <sup>3</sup> )	1.08																																					
porosità (%)	37																																					
indice dei vuoti	0.58																																					
grado di saturazione (%)	99																																					
massa specifica (Mg/m <sup>3</sup> ) (STIMATA)	2.700																																					
280	130	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="4"><b>PROVE ESEGUITE</b></td></tr> <tr><td>Umidità Naturale</td><td style="text-align: center;">SI</td><td>Trassiale UU</td><td style="text-align: center;">-</td></tr> <tr><td>Limiti Atterberg</td><td style="text-align: center;">SI</td><td>Trassiale CIU</td><td style="text-align: center;">-</td></tr> <tr><td>Gran. Setacciatura</td><td style="text-align: center;">-</td><td>Edometria</td><td style="text-align: center;">SI</td></tr> <tr><td>Gran. Sedimentazione</td><td style="text-align: center;">-</td><td>Taglio Diretto</td><td style="text-align: center;">SI</td></tr> <tr><td>Peso di Volume</td><td style="text-align: center;">SI</td><td>Espansione L.L.</td><td style="text-align: center;">SI</td></tr> <tr><td>Peso Specifico</td><td style="text-align: center;">-</td><td>Trassiale Cicl. + C.M.</td><td style="text-align: center;">-</td></tr> <tr><td>Analisi Chimica</td><td style="text-align: center;">-</td><td>Colonna Risonante</td><td style="text-align: center;">-</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Taglio Torsionale Cicl.</td><td style="text-align: center;">-</td></tr> </table>	<b>PROVE ESEGUITE</b>				Umidità Naturale	SI	Trassiale UU	-	Limiti Atterberg	SI	Trassiale CIU	-	Gran. Setacciatura	-	Edometria	SI	Gran. Sedimentazione	-	Taglio Diretto	SI	Peso di Volume	SI	Espansione L.L.	SI	Peso Specifico	-	Trassiale Cicl. + C.M.	-	Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-			Taglio Torsionale Cicl.	-
<b>PROVE ESEGUITE</b>																																						
Umidità Naturale	SI	Trassiale UU	-																																			
Limiti Atterberg	SI	Trassiale CIU	-																																			
Gran. Setacciatura	-	Edometria	SI																																			
Gran. Sedimentazione	-	Taglio Diretto	SI																																			
Peso di Volume	SI	Espansione L.L.	SI																																			
Peso Specifico	-	Trassiale Cicl. + C.M.	-																																			
Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-																																			
		Taglio Torsionale Cicl.	-																																			
<b>1.90</b> <b>basso</b>			NOTE: -																																			

lo Sperimentatore:  
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. Massimo Romagnoli





elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE  
CERTIFICATI

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

## UMIDITA' DI UNA TERRA

### UNI EN ISO 17892-1

COMMITTENTE BIERREGI S.r.l. per Città metropolitana di Firenze

CANTIERE: ISTITUTO B. BUONTALENTI - Via di San Bartolo a Cintoia - FIRENZE

CAMPIONE: S1 C11 m 1.50 - 1.90

COMMESSA: 16638/17 DURATA PROVE: 18-31/05/17

VERBALE ACC.: 245/17 DATA CONSEGNA: 18/05/17

GEO - CERT. n°: G1703662 rev.00 del: 05/06/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

#### ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

**Limo con argilla debolmente sabbioso marrone con screziature nerastre e rossastre**

cod.bilancia 480

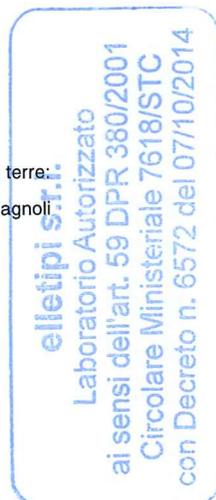
DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	173.52	12.7
TERRA UMIDA (g)	520.21	165.84
TERRA ESSICATA* (g)	459.22	139.3
UMDITA' DETERMINATA (%)	21.3	21.0

UMIDITA' CALCOLATA (%)	:	<b>21.2</b>
------------------------	---	-------------

\* materiale essiccato instufa a 105 - 110 °C, fino a massa costante.

Io Sperimentatore:  
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. Massimo Romagnoli





**elletipi s.r.l.**

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA  
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE  
CERTIFICATI

**MASSA VOLUMICA APPARENTE  
UNI EN ISO 17892-2**

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Città metropolitana di Firenze**

CANTIERE: **ISTITUTO B. BUONTALENTI - Via di San Bartolo a Cintoia - FIRENZE**

CAMPIONE: **S1 CI1 m 1.50 - 1.90**

COMMESSA: 16638/17 DURATA PROVE: 18-31/05/17

VERBALE ACC.: 245/17 DATA CONSEGNA: 18/05/17

GEO - CERT. n°: G1703663 rev.00 del: 05/06/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

**ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:**

**Limo con argilla debolmente sabbioso marrone con screziature nerastre e rossastre**

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	43.21	43.21
ALTEZZA (cm)	2.01	2.01
DIAMETRO (cm)	5.99	5.99
MASSA LORDA (g)	160.54	160.34
MASSA VOLUMICA (Mg/m <sup>3</sup> )	2.07	2.07

**MEDIA (Mg/m<sup>3</sup>) = 2.07**

Io Sperimentatore:  
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. Massimo Romagnoli

**elletipi s.r.l.**  
Laboratorio Autorizzato  
ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001  
Circolare Ministeriale 7618/STC  
con Decreto n. 6572 del 07/10/2014



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA  
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE  
CERTIFICATI

### LIMITI DI ATTERBERG (norma ASTM D4318 metodo A)

COMMITTENTE: BIERREGI S.r.l. per Città metropolitana di Firenze

CANTIERE: ISTITUTO B. BUONTALENTI - Via di San Bartolo a Cintoia - FIRENZE

CAMPIONE: S1 C11 m 1.50 - 1.90

COMMESSA: 16638/17 DURATA PROVE: 18-31/05/17

VERBALE ACC.: 245/17 DATA CONSEGNA: 18/05/17

GEO - CERT. n°: G1703664 rev.00 del: 05/06/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

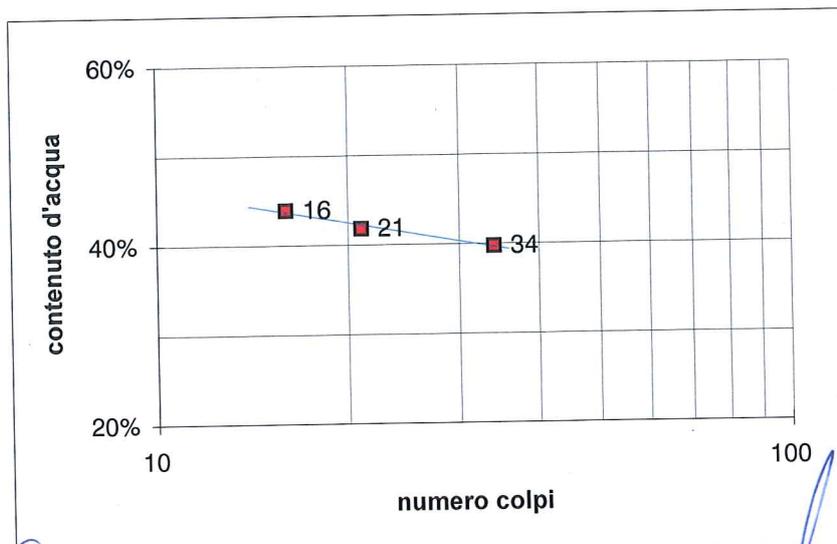
#### ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo con argilla debolmente sabbioso marrone con screziature nerastre e rossastre

codice cucchiaio: 344; codice bilancia: 480.

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		UMIDITA'
	1	2	3	1	2	
impasto						
N° colpi	34	21	16			
massa umida+ tara (g)	22.65	25.70	26.51	12.90	13.62	520.21
massa secca+ tara (g)	16.82	18.79	19.14	10.82	11.43	459.22
acqua contenuta (g)	5.83	6.91	7.37	2.08	2.19	60.99
tara (g)	2.16	2.27	2.35	2.26	2.35	173.52
peso secco (g)	14.66	16.52	16.79	8.56	9.08	285.70
contenuto d'acqua	39.8%	41.8%	43.9%	24.3%	24.1%	21.3%

Umidità Naturale Wn = 21%  
 Limite Liquido LL = 41%  
 Limite Plastico LP = 24%  
 Indice Plastico IP = 17%



Io Sperimentatore:  
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. Massimo Romagnoli

elletipi s.r.l.  
 Laboratorio Autorizzato  
 ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001  
 Circolare Ministeriale 7618/STC  
 con Decreto n. 6572 del 07/10/2014

## PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA norma ASTM D 2166-91

COMMITTENTE:	<b>BIERREGI S.r.l. per Città metropolitana di Firenze</b>		
CANTIERE:	<b>ISTITUTO B. BUONTALENTI - Via di San Bartolo a Cintoia - FIRENZE</b>		
CAMPIONE:	<b>S1 CI1</b>	<b>m 1.50 - 1.90</b>	
COMMESSA:	16638/17	DURATA PROVE:	18-31/05/17
VERBALE ACC.:	245/17	DATA CONSEGNA:	18/05/17
GEO - CERT. n°:	G1703665	rev.0 del:	05/06/17

Codici strumentazione:

775 - 419 - 536 - 929 - 952 - 708

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

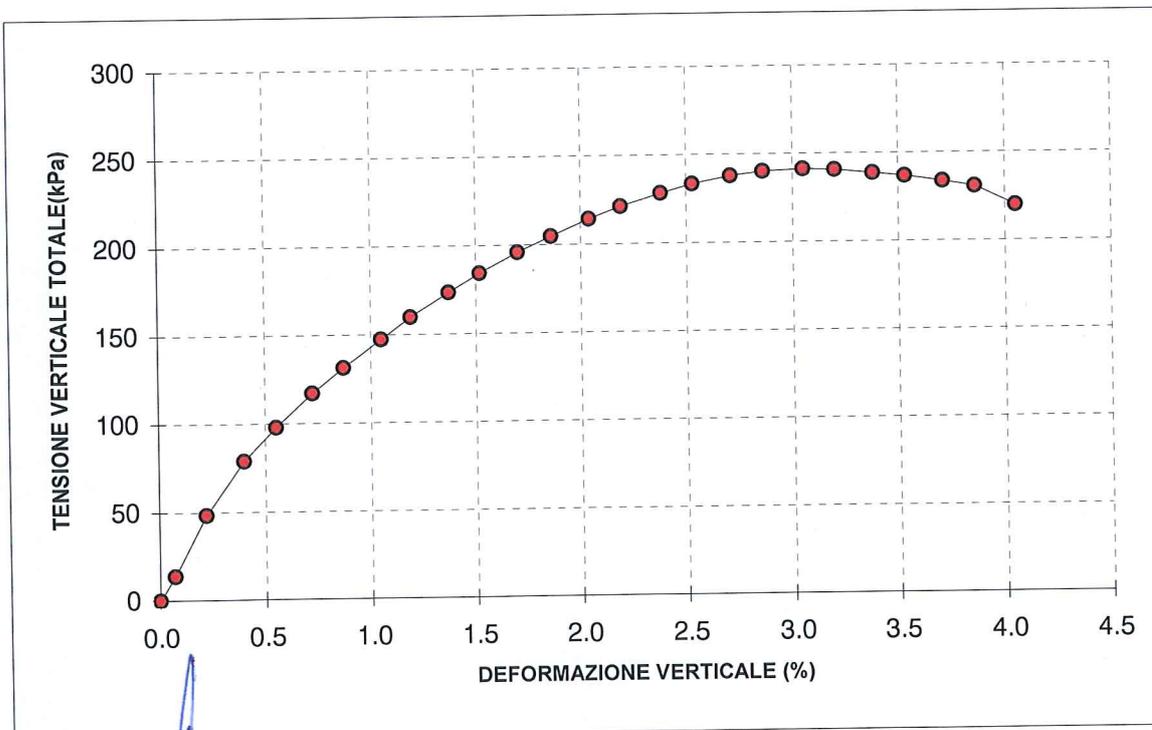
**NATURA DEL CAMPIONE:** Limo con argilla debolmente sabbioso marrone con screziature nerastre e rossastre

Velocità della pressa:	<b>1.00 mm/min</b>
<b>CARATTERISTICHE DEL PROVINO</b>	
Dimensioni provino :	<b>h x <math>\phi</math> = 99.99 x 50,02 mm</b>
Umidità naturale (%):	<b>21.0</b>
Massa volumica apparente umida (Mg/m <sup>3</sup> ):	<b>2.05</b>
Massa volumica apparente secca (Mg/m <sup>3</sup> ):	<b>1.70</b>
<b>CONDIZIONI A ROTTURA*</b>	
Tensione verticale totale (kPa):	<b>241.26</b>

\* carico di rottura corrispondente allo sforzo massimo



def.vertic. (%)	tens.vertic. (kPa)
0.00	0.00
0.07	13.78
0.22	48.34
0.40	78.82
0.55	97.88
0.72	117.01
0.87	131.31
1.05	147.29
1.19	159.70
1.37	173.51
1.52	184.12
1.70	195.84
1.86	204.61
2.04	214.16
2.19	221.15
2.38	228.37
2.53	233.42
2.71	237.84
2.86	240.10
3.05	241.26
3.20	240.69
3.38	238.66
3.53	236.92
3.71	233.83
3.86	230.68
4.05	219.87



Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. geol. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:  
dott. geol. Luciano Rossi

elletipi s.r.l.  
 Laboratorio Autorizzato  
 ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001  
 Circolare Ministeriale 7618/STC  
 Decreto n. 6572 del 07/10/2014

**PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA**  
**norma ASTM D 2435 - method A**

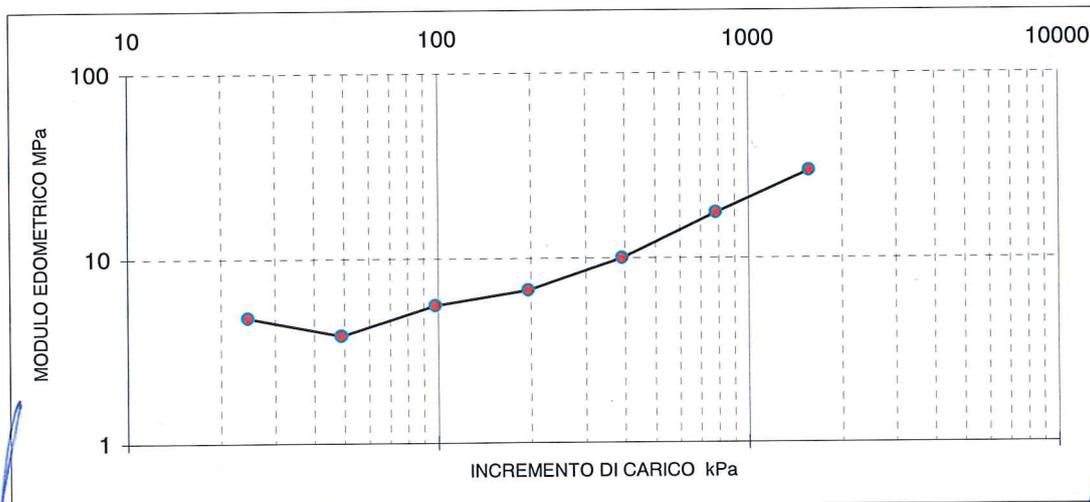
COMMITTENTE:	<b>BIERREGI S.r.l. per Città metropolitana di Firenze</b>		
CANTIERE:	<b>ISTITUTO B. BUONTALENTI - Via di San Bartolo a Cintoia - FIRENZE</b>		
CAMPIONE:	<b>S1 C11</b>	<b>m 1.50 - 1.90</b>	
COMMESSA:	16638/17	DURATA PROVE:	18-31/05/17
VERBALE ACC.:	245/17	DATA CONSEGNA:	18/05/17
GEO - CERT. n°:	G1703666	rev.00 del:	05/06/17

edometro n: Ed 8      bilancia cod. 480 - calibro cod. 570 - picnometro cod. 545

**NATURA DEL CAMPIONE:** Limo con argilla debolmente sabbioso marrone con screziature nerastre e rossastre

Dp	DH	epsilon	e	e (t100)	av	mv	M
(kPa)	(mm)	(%)			(cm <sup>2</sup> /daN)	(cm <sup>2</sup> /daN)	(MPa)
12.3	0.156	0.78	0.575	0.575			
24.5	0.208	1.04	0.571	0.572	0.033	0.021	4.80
49.1	0.335	1.67	0.561	0.563	0.041	0.026	3.85
98.1	0.511	2.56	0.547	0.548	0.029	0.018	5.57
196.2	0.803	4.01	0.524	0.525	0.024	0.015	6.72
392.4	1.196	5.98	0.493	0.496	0.016	0.010	9.99
784.8	1.645	8.22	0.457	0.459	0.009	0.006	17.49
1569.6	2.176	10.88	0.415	0.418	0.005	0.003	29.56
392.4	2.028	10.14	0.427	0.426			
98.1	1.788	8.94	0.446	0.444			

Dati provino	Iniziale	Finale
Altezza provino (mm)	20.000	18.212
Umidità (%)	21.3	16.5
Massa volumica apparente (Mg/m <sup>3</sup> ):	2.06	2.18
Massa volumica apparente secca (Mg/m <sup>3</sup> ):	1.70	1.87
Indice dei vuoti:	0.59	0.45
Grado di Saturazione (%):	98	100
Massa volumica reale (Mg/m <sup>3</sup> )	2.70	



Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. Massimo Romagnoli

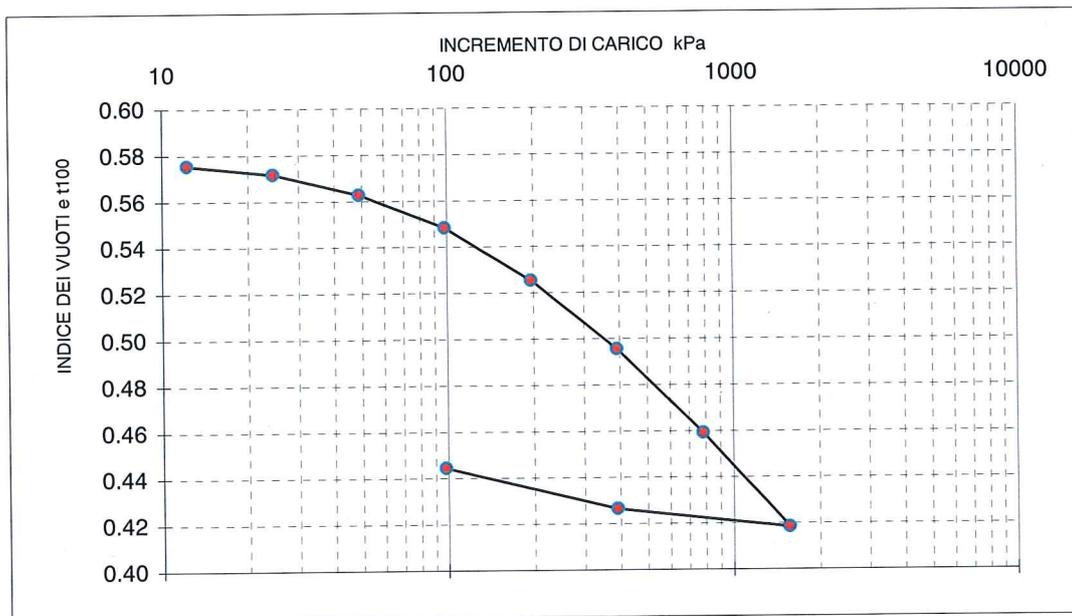
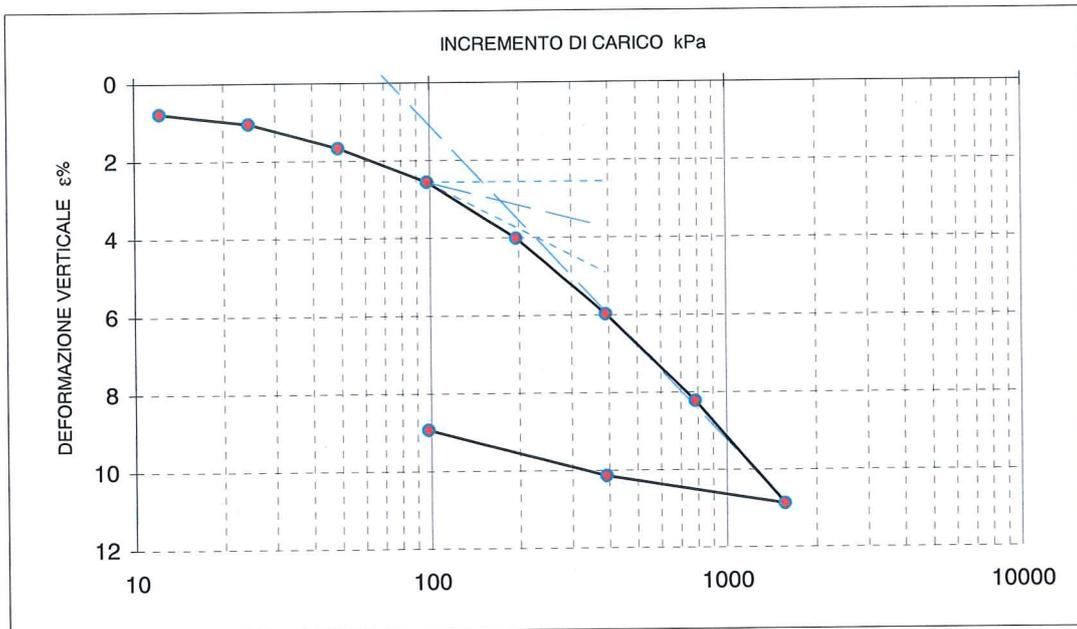
lo Sperimentatore:  
dott. Luciano Rossi

**elletipi s.r.l.**  
Laboratorio Autorizzato  
ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001  
Circolare Ministeriale 7618/STC  
con Decreto n. 6572 del 07/10/2014

**PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA**

**norma ASTM D 2435 - method A**

COMMITTENTE:	<b>BIERREGI S.r.l. per Città metropolitana di Firenze</b>		
CANTIERE:	<b>ISTITUTO B. BUONTALENTI - Via di San Bartolo a Cintoia - FIRENZE</b>		
CAMPIONE:	<b>S1 C11</b>	<b>m 1.50 - 1.90</b>	
COMMESSA:	16638/17	DURATA PROVE:	18-31/05/17
VERBALE ACC.:	245/17	DATA CONSEGNA:	18/05/17
GEO - CERT. n°:	G1703666	rev.00 del:	05/06/17



Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. Massimo Romagnoli

lo Sperimentatore:  
dott. Luciano Rossi

elletipi s.r.l.  
Laboratorio Autorizzato  
ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001  
Circolare Ministeriale 7618/STC  
con Decreto n. 6572 del 07/10/2014



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44122 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

## PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

### norma ASTM D 2435 - method A

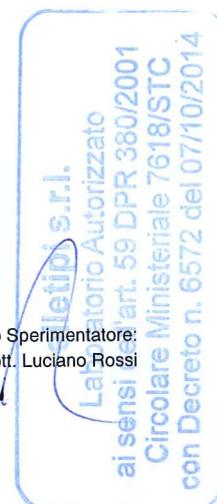
COMMITTENTE:	<b>BIERREGI S.r.l. per Città metropolitana di Firenze</b>		
CANTIERE:	<b>ISTITUTO B. BUONTALENTI - Via di San Bartolo a Cintoia - FIRENZE</b>		
CAMPIONE:	<b>S1 C11</b>	<b>m 1.50 - 1.90</b>	
COMMESSA:	16638/17	DURATA PROVE:	18-31/05/17
VERBALE ACC.:	245/17	DATA CONSEGNA:	18/05/17
GEO - CERT. n°:	G1703666	rev.00 del:	05/06/17

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)					
	12.3	24.5	49.1	98.1	196.2	392.4
0.08	0.137	0.177	0.251	0.376	0.590	0.916
0.14	0.138	0.179	0.254	0.387	0.603	0.927
0.23	0.140	0.181	0.259	0.396	0.616	0.939
0.39	0.142	0.182	0.263	0.402	0.626	0.949
1.08	0.145	0.187	0.270	0.414	0.649	0.973
1.81	0.147	0.188	0.276	0.421	0.663	0.987
5.05	0.153	0.193	0.289	0.441	0.689	1.032
8.44	0.155	0.195	0.295	0.451	0.707	1.059
14.09	0.156	0.197	0.301	0.461	0.728	1.087
39.29	0.156	0.200	0.312	0.480	0.761	1.134
65.61	0.156	0.202	0.317	0.487	0.773	1.150
109.58	0.000	0.203	0.319	0.493	0.780	1.163
182.98	0.000	0.205	0.323	0.498	0.787	1.172
305.58	0.000	0.205	0.325	0.500	0.790	1.177
510.33	0.000	0.206	0.330	0.506	0.797	1.186
852.27	0.000	0.208	0.332	0.508	0.799	1.189
1423.30	0.000	0.208	0.335	0.511	0.803	1.196

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)				
	784.8	1569.6	392.4	98.1	
0.08	1.296	1.737	2.135	2.006	
0.14	1.312	1.743	2.121	2.002	
0.23	1.328	1.752	2.108	1.996	
0.39	1.343	1.772	2.100	1.990	
1.08	1.374	1.811	2.086	1.973	
1.81	1.393	1.838	2.078	1.961	
5.05	1.460	1.918	2.060	1.936	
8.44	1.495	1.963	2.052	1.918	
14.09	1.533	2.019	2.046	1.897	
39.29	1.589	2.099	2.037	1.849	
65.61	1.605	2.121	2.035	1.832	
109.58	1.617	2.137	2.033	1.818	
182.98	1.626	2.147	2.032	1.808	
305.58	1.631	2.156	2.031	1.800	
510.33	1.637	2.163	2.030	1.795	
852.27	1.640	2.170	2.028	1.792	
1423.30	1.645	2.176	2.028	1.788	

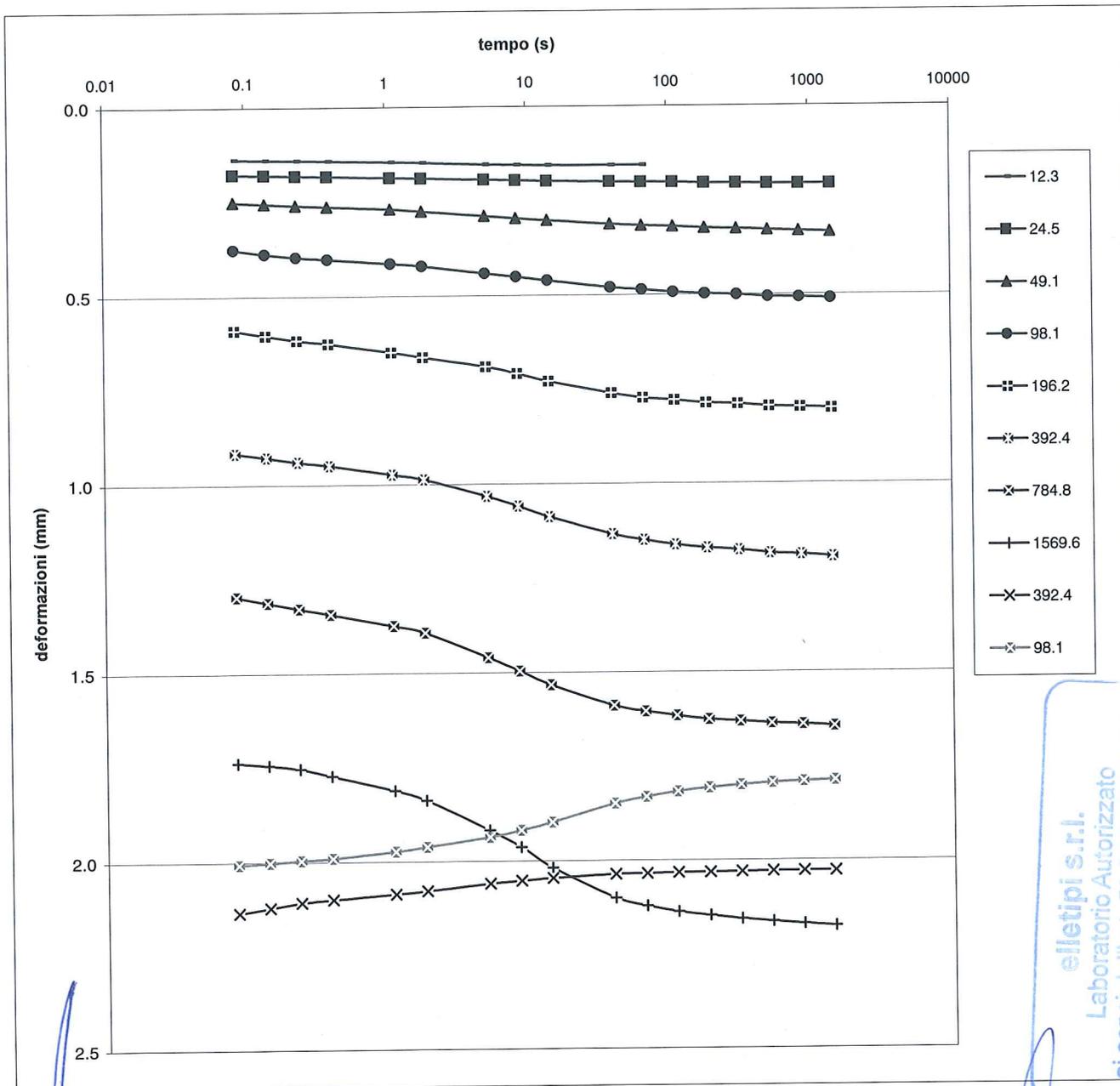
Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:  
dott. Luciano Rossi



**PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA**  
**norma ASTM D 2435 - method A**

COMMITTENTE:	<b>BIERREGI S.r.l. per Città metropolitana di Firenze</b>		
CANTIERE:	<b>ISTITUTO B. BUONTALENTI - Via di San Bartolo a Cintoia - FIRENZE</b>		
CAMPIONE:	<b>S1 C11</b>	<b>m 1.50 - 1.90</b>	
COMMESSA:	16638/17	DURATA PROVE:	18-31/05/17
VERBALE ACC.:	245/17	DATA CONSEGNA:	18/05/17
GEO - CERT. n°:	G1703666	rev.00 del:	05/06/17



Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. Massimo Romagnoli

lo Sperimentatore:  
dott. Luciano Rossi

elletipi s.r.l.  
 Laboratorio Autorizzato  
 ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001  
 Circolare Ministeriale 7618/STC  
 con Decreto n. 6572 del 07/10/2014



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

® sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

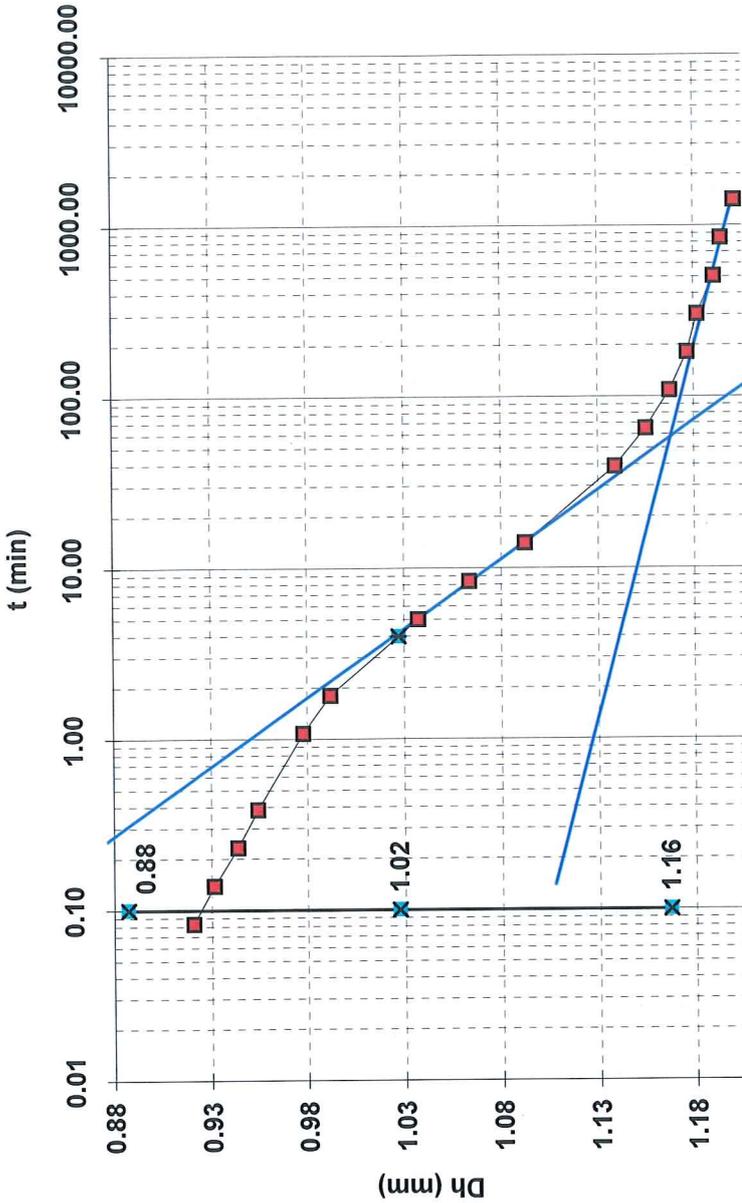
UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE  
CERTIFICATI

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

Calcolo dei Coefficienti di Consolidazione primario e secondario  
norma ASTM D 2435



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.803
0.08	0.916
0.14	0.927
0.23	0.939
0.39	0.949
1.08	0.973
1.81	0.987
5.05	1.032
8.44	1.059
14.09	1.087
39.29	1.134
65.61	1.150
109.58	1.163
182.98	1.172
305.58	1.177
510.33	1.186
852.27	1.189
1423.30	1.196

f50 (min)	4.00
f50 (sec)	240
k (m/s)	7.28E-11
Cv (cm <sup>2</sup> /s)	7.41E-04
C alfa	1.21E-03

Pressione

da(kPa) 196.2

a (kPa) 392.4

COMMITTENTE:

CANTIERE:

CAMPIONE/PROFONDITA':

DATA DI CONSEGNA:

DURATA DELLE PROVE DAL:

AL:

BIERREGI S.r.l. per Città metropolitana di Firenze

ISTITUTO B. BUONTALENTI - Via di San Bartolo a Cintoia - FIRENZE

S1 C11

18/05/17

23/05/17

24/05/17

COMMESSA: 16638/17

VERBALE ACC.: 245/17

CERTIFICATO n°: G1703666

rev.0 del: 00/01/00

Natura del Campione:

Limo con argilla debolmente sabbioso marrone  
con screziature nerastre e rossastre

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:  
dott. Luciano Rossi

elletipi s.r.l.  
Laboratorio Autorizzato  
ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001  
Circolare Ministeriale 7618/STC  
con Decreto n. 6572 del 07/10/2014



**elletipi s.r.l.**

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

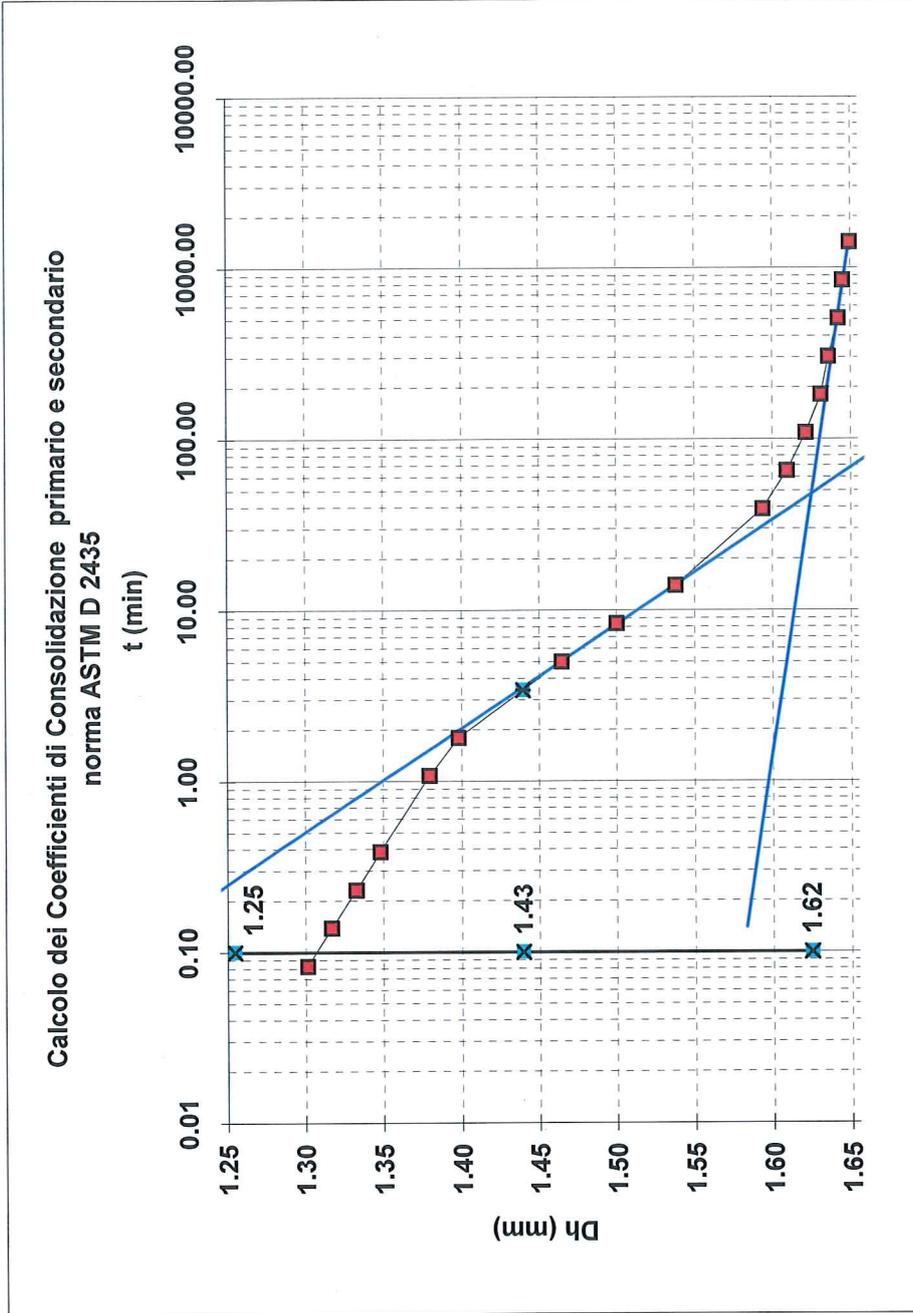
® sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE  
CERTIFICATI

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	1.196
0.08	1.296
0.14	1.312
0.23	1.328
0.39	1.343
1.08	1.374
1.81	1.393
5.05	1.460
8.44	1.495
14.09	1.533
39.29	1.589
65.61	1.605
109.58	1.617
182.98	1.626
305.58	1.631
510.33	1.637
852.27	1.640
1423.30	1.645

t50 (min)	3.43
t50 (sec)	206
k (m/s)	4.64E-11
Cv (cm <sup>2</sup> /s)	8.26E-04
C alfa	8.83E-04

Pressione  
da(kPa) 392.4  
a (kPa) 784.8

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Città metropolitana di Firenze		
CANTIERE:	ISTITUTO B. BUONTALENTI - Via di San Bartolo a Cintoia - FIRENZE		
CAMPIONE/PROFONDITA':	S1 C11	COMMESSA:	16638/17
DATA DI CONSEGNA:	18/05/17	VERBALE ACC.:	245/17
DURATA DELLE PROVE DAL:	24/05/17	CERTIFICATO n°:	G1703666
AL:	25/05/17	rev.0 dei:	00/01/00
		Natura del Campione:	Limo con argilla debolmente sabbioso marrone con screziature nerastre e rossastre

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. Massimo Romagnoli

lo Sperimentatore:  
dott. Luciano Rossi

**elletipi s.r.l.**  
Laboratorio Autorizzato  
ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001  
Circolare Ministeriale 7618/STC  
con Decreto n. 6572 del 07/10/2014



**elletipi s.r.l.**

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

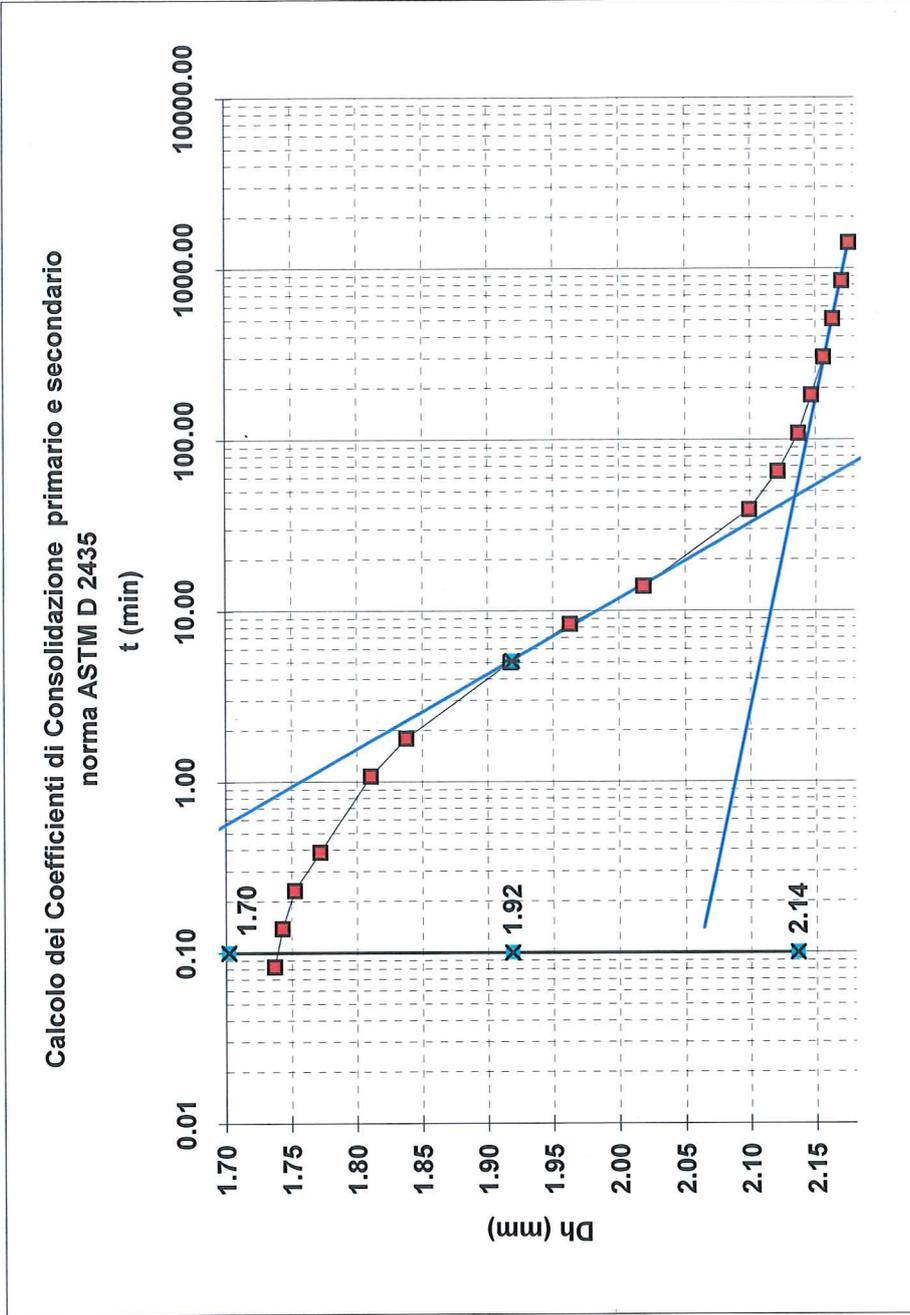
® sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE  
CERTIFICATI

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	1.645
0.08	1.737
0.14	1.743
0.23	1.752
0.39	1.772
1.08	1.811
1.81	1.838
5.05	1.918
8.44	1.963
14.09	2.019
39.29	2.099
65.61	2.121
109.58	2.137
182.98	2.147
305.58	2.156
510.33	2.163
852.27	2.170
1423.30	2.176

t50 (min)	5.11
t50 (sec)	307
k (m/s)	1.74E-11
Cv (cm <sup>2</sup> /s)	5.26E-04
C alfa	1.52E-03

Pressione  
da (kPa) 784.8  
a (kPa) 1569.6

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Città metropolitana di Firenze		
CANTIERE:	ISTITUTO B. BUONTALENTI - Via di San Bartolo a Cintoia - FIRENZE		
CAMPIONE/PROFONDITA':	S1 C11	COMMESSA:	16638/17
DATA DI CONSEGNA:	18/05/17	VERBALE ACC.:	245/17
DURATA DELLE PROVE DAL:	25/05/17	CERTIFICATO n°:	G1703666
AL:	26/05/17	rev.0 del:	00/01/00
		Natura del Campione:	Limo con argilla debolmente sabbioso marrone con screziature nerastre e rossastre

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. Massimo Formagnoli

lo Sperimentatore:  
dott. Luciano Rossi

elletipi s.r.l.  
Laboratorio Autorizzato  
ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001  
Circolare Ministeriale 7618/STC  
con Decreto n. 6572 del 07/10/2014

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)**

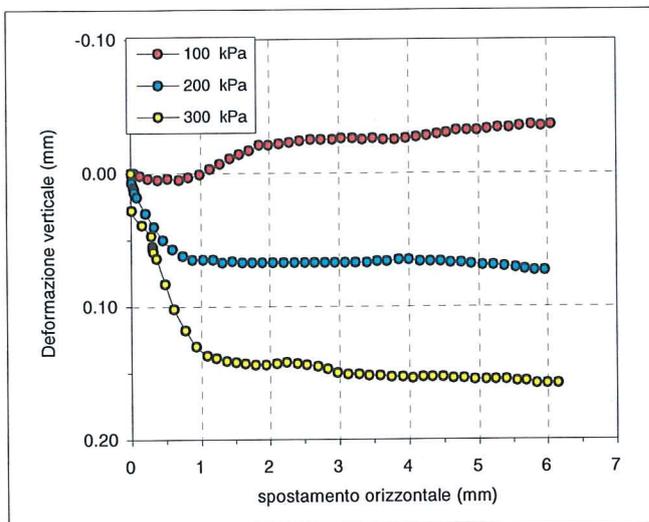
COMMITTENTE:	<b>BIERREGI S.r.l. per Città metropolitana di Firenze</b>		
CANTIERE:	<b>ISTITUTO B. BUONTALENTI - Via di San Bartolo a Cintoia - FIRENZE</b>		
CAMPIONE:	<b>S1 C11</b>	<b>m 1.50 - 1.90</b>	
COMMESSA:	16638/17	DURATA PROVE:	18-31/05/17
VERBALE ACC.:	245/17	DATA CONSEGNA:	18/05/17
GEO - CERT. n°:	G1703667	rev.00 del:	05/06/17

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

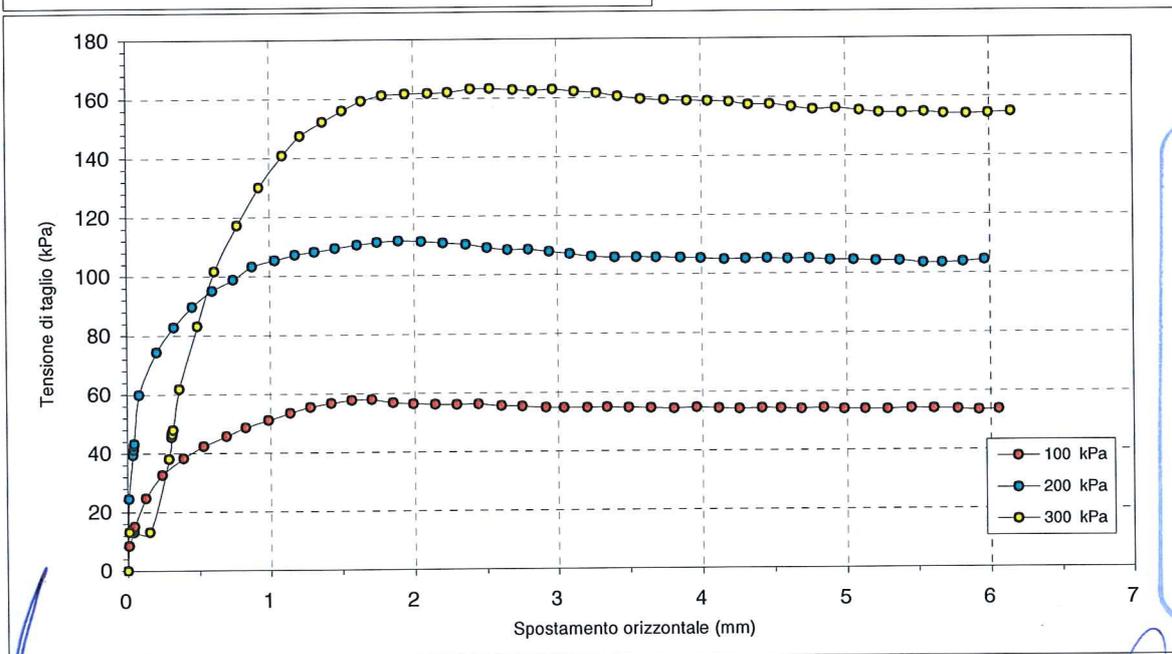
CODICI STRUMENTAZIONE: calibro 12; bilancia 480; trasduttori LVDT 540, 540, 543, 544; SG 539, 542.

Macchina:	CONTROLS T206 Electronic/T207 Digital
Prova:	CONSOLIDATA DRENATA
Dimensioni provino:	$\phi \times h = 60 \times 20$ mm
Velocità prova:	0,005 mm/min

NATURA DEL CAMPIONE: Limo con argilla debolmente sabbioso marrone con screziature nerastre e rossastre



	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
$\sigma_v$ (kPa)	100	200	300
W ini (%)	21.3	21.0	21.4
$\gamma$ ini (Mg/m <sup>3</sup> )	2.06	2.07	2.07
$\gamma_d$ ini (Mg/m <sup>3</sup> )	1.70	1.71	1.70
S ini (%)	98	98	99
W fin (%)	20.5	17.2	16.0
$\gamma$ fin (Mg/m <sup>3</sup> )	2.09	2.16	2.19
$\gamma_d$ fin (Mg/m <sup>3</sup> )	1.74	1.84	1.88
S fin (%)	100	100	100
G (Mg/m <sup>3</sup> )	2.700		
H fine cons (mm)	19.734	19.325	19.154



Il Direttore del Laboratorio terre:  
 dott.geol. Massimo Romagnoli

lo Sperimentatore:  
 dott.geol. Luciano Rossi

elletipi s.r.l.  
 Laboratorio Autorizzato  
 ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001  
 Circolare Ministeriale 7618/STC  
 con Decreto n. 6572 del 07/10/2014



**elletipi s.r.l.**

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA  
 tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it  
 P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

UNI EN ISO 9001:2008  
 UNI EN ISO 14001:2004  
 BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE  
 CERTIFICATI

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)**

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Città metropolitana di Firenze		
CANTIERE:	ISTITUTO B. BUONTALENTI - Via di San Bartolo a Cintoia - FIRENZE		
CAMPIONE:	S1 C11	m 1.50 - 1.90	
COMMESSA:	16638/17	DURATA PROVE:	18-31/05/17
VERBALE ACC.:	245/17	DATA CONSEGNA:	18/05/17
GEO - CERT. n°:	G1703667	rev.00 del:	05/06/17

PROVINO 1 100 kPa			PROVINO 2 200 kPa			PROVINO 3 300 kPa		
Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.009	8.497	0.001	0.009	24.563	0.007	0.010	13.212	0.028
0.042	13.226	0.000	0.037	39.425	0.011	0.154	13.182	0.039
0.041	13.980	0.001	0.043	41.184	0.012	0.289	38.028	0.047
0.044	14.993	0.001	0.045	42.574	0.014	0.306	45.540	0.055
0.046	15.123	0.001	0.046	43.198	0.014	0.309	46.621	0.056
0.127	24.737	0.002	0.083	59.904	0.018	0.310	46.300	0.057
0.242	32.636	0.004	0.206	74.312	0.030	0.318	47.907	0.059
0.388	38.249	0.005	0.325	82.708	0.040	0.362	61.791	0.064
0.530	42.381	0.004	0.454	89.629	0.050	0.489	83.129	0.083
0.690	45.733	0.005	0.593	95.046	0.057	0.610	101.660	0.102
0.824	48.643	0.003	0.742	98.818	0.062	0.772	117.269	0.118
0.986	51.137	0.001	0.876	103.300	0.065	0.927	130.042	0.130
1.137	53.528	-0.003	1.035	105.314	0.065	1.090	140.886	0.137
1.278	55.399	-0.007	1.176	107.129	0.065	1.218	147.521	0.139
1.423	56.672	-0.011	1.312	108.178	0.067	1.371	152.256	0.141
1.564	57.659	-0.014	1.456	109.341	0.066	1.509	155.969	0.142
1.705	57.919	-0.017	1.606	110.419	0.067	1.643	159.242	0.143
1.850	56.880	-0.021	1.747	111.242	0.067	1.786	161.113	0.144
1.991	56.438	-0.021	1.894	111.667	0.067	1.943	161.639	0.144
2.142	56.152	-0.022	2.051	111.525	0.067	2.102	161.756	0.143
2.290	56.022	-0.023	2.200	110.986	0.067	2.238	162.107	0.142
2.441	56.178	-0.024	2.358	110.391	0.067	2.396	163.159	0.143
2.602	55.555	-0.025	2.508	109.228	0.067	2.532	163.217	0.144
2.748	55.321	-0.025	2.651	108.490	0.067	2.695	162.867	0.145
2.914	54.905	-0.025	2.797	108.604	0.067	2.832	162.458	0.147
3.042	54.801	-0.026	2.943	107.810	0.067	2.975	162.954	0.150
3.203	54.827	-0.026	3.087	107.044	0.067	3.126	162.136	0.151
3.341	54.905	-0.025	3.238	106.108	0.067	3.281	161.581	0.151
3.491	54.697	-0.026	3.400	105.824	0.067	3.426	160.411	0.152
3.645	54.593	-0.025	3.550	105.767	0.066	3.587	159.505	0.152
3.804	54.359	-0.025	3.687	105.654	0.066	3.748	159.184	0.153
3.962	54.645	-0.026	3.854	105.541	0.065	3.905	158.775	0.153
4.114	54.385	-0.027	3.997	105.370	0.065	4.049	158.716	0.154
4.259	54.178	-0.028	4.158	104.917	0.066	4.198	158.365	0.153
4.414	54.307	-0.029	4.307	105.143	0.066	4.331	157.430	0.153
4.544	54.203	-0.030	4.455	105.257	0.066	4.479	157.576	0.153
4.688	54.022	-0.032	4.598	105.058	0.067	4.630	156.699	0.154
4.840	54.307	-0.032	4.749	105.143	0.067	4.780	155.852	0.154
4.984	53.918	-0.032	4.892	104.633	0.068	4.937	156.115	0.155
5.130	53.892	-0.033	5.054	104.605	0.069	5.100	155.326	0.155
5.285	53.762	-0.034	5.211	104.264	0.069	5.238	154.624	0.155
5.451	54.126	-0.034	5.375	104.236	0.070	5.397	154.478	0.155
5.605	54.074	-0.035	5.540	103.498	0.071	5.550	154.741	0.156
5.773	53.840	-0.036	5.671	103.527	0.072	5.685	154.127	0.156
5.918	53.528	-0.035	5.814	103.810	0.073	5.844	154.039	0.158
6.056	53.710	-0.036	5.962	104.434	0.073	5.994	154.244	0.158
						6.150	154.682	0.158

elletipi s.r.l.  
 Laboratorio Autorizzato  
 ai sensi dell'art. 59 DPR 360/2001  
 Circolare Ministeriale 7618/STC  
 con Decreto n. 6572 del 07/10/2014

Il Direttore del Laboratorio terre:  
 dott.geol. Massimo Romagnoli

lo Sperimentatore:  
 dott.geol. Luciano Rossi



**elletipi s.r.l.**

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA  
 tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it  
 P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

UNI EN ISO 9001:2008  
 UNI EN ISO 14001:2004  
 BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE  
 CERTIFICATI

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)**

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Città metropolitana di Firenze		
CANTIERE:	ISTITUTO B. BUONTALENTI - Via di San Bartolo a Cintoia - FIRENZE		
CAMPIONE:	S1 C11	m 1.50 - 1.90	
COMMESSA:	16638/17	DURATA PROVE:	18-31/05/17
VERBALE ACC.:	245/17	DATA CONSEGNA:	18/05/17
GEO - CERT. n°:	G1703667	rev.00 del:	05/06/17

**Consolidazione Provino 1**

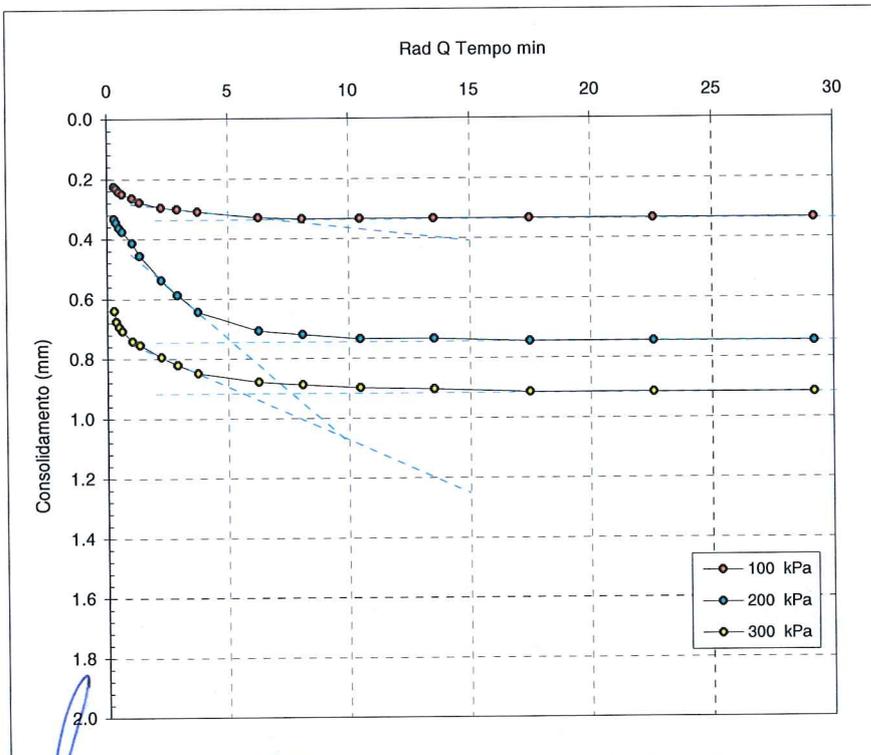
100 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.226
0.14	0.231
0.23	0.243
0.39	0.250
1.08	0.264
1.81	0.278
5.05	0.296
8.44	0.302
14.09	0.310
39.29	0.330
65.61	0.335
109.58	0.334
182.98	0.334
305.58	0.334
510.33	0.334
852.27	0.334

**Consolidazione Provino 2**

200 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.333
0.14	0.344
0.23	0.363
0.39	0.376
1.08	0.413
1.81	0.456
5.05	0.538
8.44	0.588
14.09	0.644
39.29	0.707
65.61	0.721
109.58	0.736
182.98	0.736
305.58	0.745
510.33	0.745
852.27	0.745

**Consolidazione Provino 3**

300 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.640
0.14	0.675
0.23	0.694
0.39	0.708
1.08	0.742
1.81	0.754
5.05	0.795
8.44	0.821
14.09	0.849
39.29	0.878
65.61	0.888
109.58	0.898
182.98	0.904
305.58	0.915
510.33	0.916
852.27	0.916



$t_{100}$  min  
 (Bishop ed Henkel)

Provino 1

47.5

Provino 2

27.0

Provino 3

31.9

Il Direttore del Laboratorio terre:  
 dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:  
 dott.geol. Luciano Rossi

elletipi s.r.l.  
 Laboratorio Autorizzato  
 ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001  
 Circolare Ministeriale 7618/STC  
 con Decreto n. 6572 del 07/10/2014



**elletipi s.r.l.**

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA  
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it  
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE  
CERTIFICATI

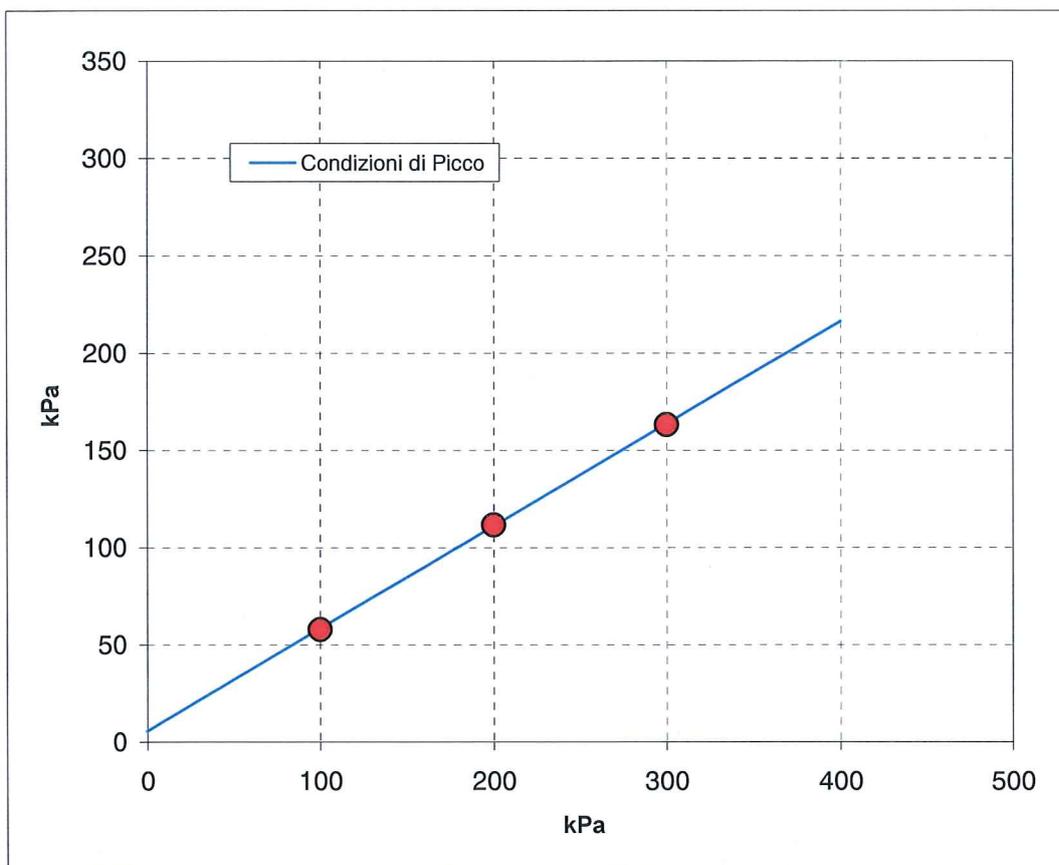
Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 9199 del 10/10/2011, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma ASTM D 3080)

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Città metropolitana di Firenze		
CANTIERE:	ISTITUTO B. BUONTALENTI - Via di San Bartolo a Cintoia - FIRENZE		
CAMPIONE:	S1 C11		
COMMESSA:	16638/17	DURATA PROVE:	18-31/05/17
VERBALE ACC.:	245/17	DATA CONSEGNA:	18/05/17

*Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpretazione soggettiva dei risultati di prova*

	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
Pressione verticale (kPa)	100	200	300
Tensione di taglio (kPa)	57.92	111.67	163.22
<b>Condizioni di Picco</b>	<b>Coesione:</b>	<b>5.64 kPa</b>	<b>Angolo di attrito:</b>
			<b>28°</b>



elletipi s.r.l.  
 Laboratorio Autorizzato  
 ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001  
 Circolare Ministeriale 7618/STC  
 con Decreto n. 6572 del 07/10/2014

### **Elaborati Grafici MASW "STR150517A"**

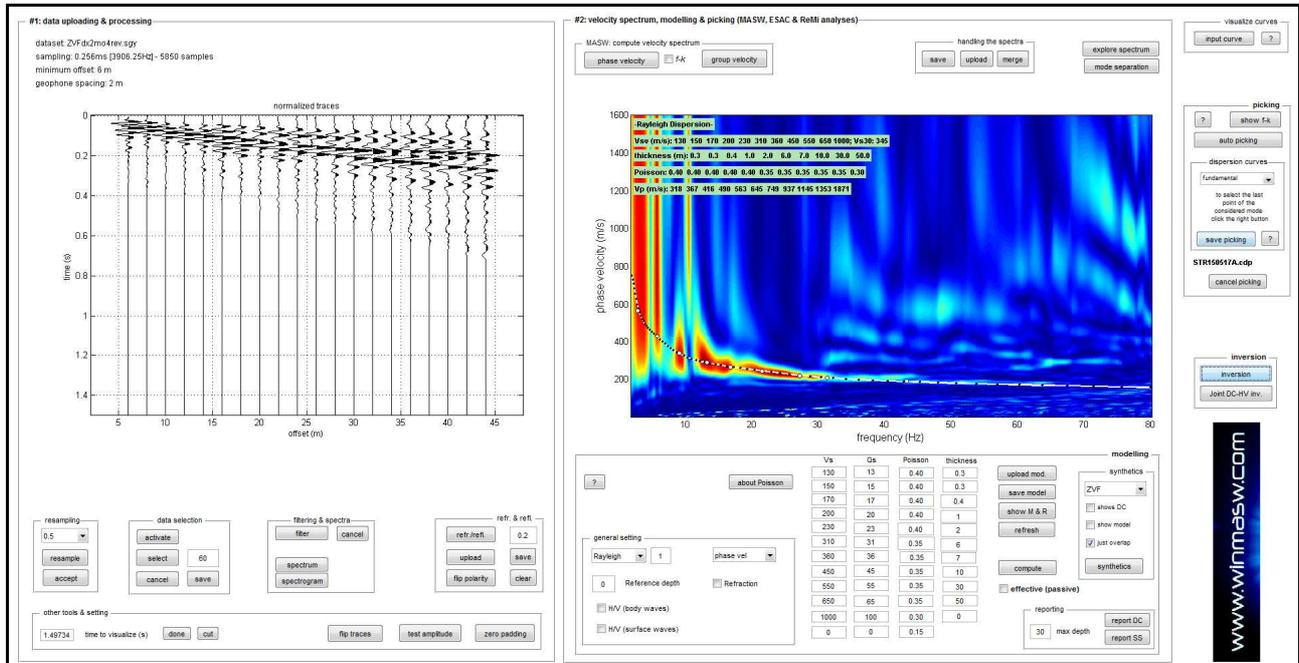
Elaborazione Shot 2 (6 m dal G23)

- Spettro delle Velocità con "Picking"
- Grafico Misfit & Profilo Verticale Onde S
- Profilo verticale Vs (modello medio)

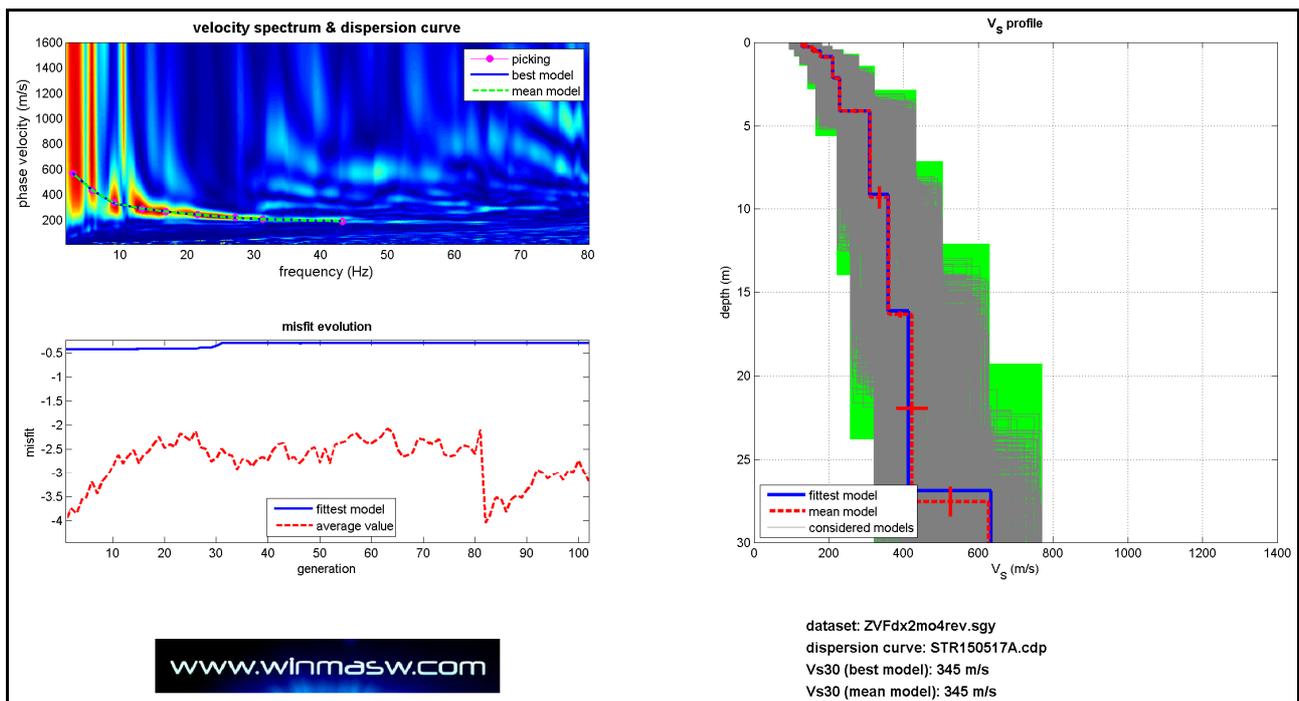
**MASW STR150517A (Onde di Rayleigh)  
Città Metropolitana di Firenze  
"Istituto Buontalenti di San Bartolo a Cintoia - Firenze"**

Numero di canali 24  
Distanza intergeofonica 2,0 metri  
Lunghezza 46,0 metri  
Azimuth N035° (NE-SW)

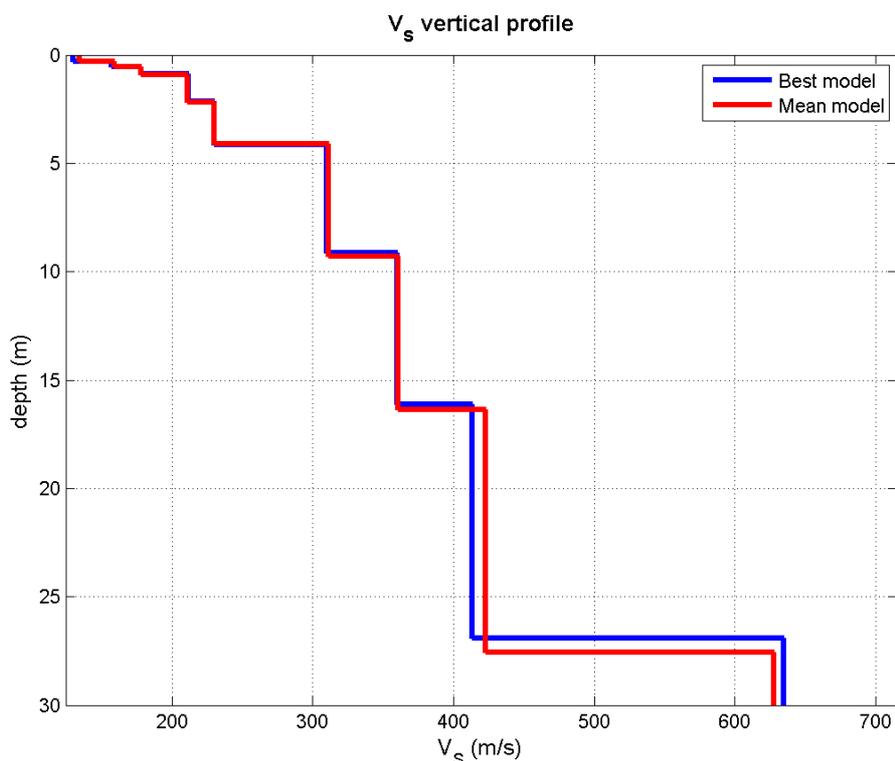
Coordinate Gauss-Boaga Geofono G1:  
X = 1676873.8687 Y = 4849074.3042  
Coordinate Gauss-Boaga Geofono G24:  
X = 1676849.0685 Y = 4849035.5621



**Fig.1: Sismogramma (Shot2 - G23 - m6,00) e spettro delle velocità con "picking"**



**Fig.2: Grafico Misfit - Profilo verticale delle Onde S**



**Fig.3:** Profilo verticale Vs (Modello medio/Modello migliore)

**Mean model**

V<sub>s</sub> (m/s): 134, 159, 178, 211, 230, 311, 361, 423, 628, 650, 1082

Thickness (m): 0.3, 0.2, 0.4, 1.3, 1.9, 5.2, 7.1, 11.2, 36.8, 50.3

V<sub>S,30</sub> = 345 m/s (best model) ÷ 345 m/s (mean model)                      a partire dal piano campagna

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO – C

*“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del V<sub>S,30</sub> compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < N<sub>SPT,30</sub> < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < C<sub>u,30</sub> < 250 kPa nei terreni a grana fina)”.*