

Comune di Prato

PROGETTO:

NUOVA SCUOLA MATERNA per 6 sezioni

UBICAZIONE INTERVENTO:

Ponzano, Viale Montegrappa

TITOLO DOCUMENTO:

RELAZIONE GEOLOGICA e GEOTECNICA

Codifica interna:

11gt11

Data documento:

Luglio 2011

Dr. Geol. Gianni Focardi
N. 659 O.d.G. della Toscana



INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.....	3
2.1 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO LOCALE	3
3. LA CAMPAGNA D'INDAGINI	4
3.1 IL SONDAGGIO.....	4
3.2 LE PROVE PENETROMETRICHE	5
3.3 LE ANALISI DI LABORATORIO.....	6
3.4 LA CAMPAGNA GEOFISICA	7
3.4.1 La prova Down-Hole.....	7
3.4.2 L'indagine MASW e rilievo Tromometrico.....	7
4. MODELLO GEOLOGICO	7
5. MODELLO GEOTECNICO.....	8
5.1 VALORI DEI PARAMETRI DI PROGETTO.....	8
6. LIQUEFAZIONE.....	9
7. CONSIDERAZIONI SUL PROGETTO DELLE FONDAZIONI	9

Figure

FIG. 1 – COROGRAFIA

FIG. 2 – CARTA GEOLOGICA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI

FIG.3 – MODELLAZIONE LITOSTRATIGRAFICA E GEOTECNICA

Appendice

- CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA DA R.U. .
- RAPPORTI DI PROVA DEL LABORATORIO SIGMA SRL RELATIVI AL SONDAGGIO, PROVE PENETROMETRICHE , ANALISI GEOTECNICHE.
- RELAZIONI GEOFISICHE DELLO STUDIO GALILEO GEOFISICA (PROVA D.H. E MASW)

1. PREMESSA

Nella presente relazione si riportano i risultati dello studio geologico e geotecnico di supporto al progetto di una nuova scuola materna da realizzare in Prato zona Ponzano.

Relativamente ai contenuti di carattere geotecnico si riporta nel presente documento *“il modello geotecnico del sottosuolo, definendone i parametri caratteristici e il comportamento geomeccanico del volume di terreno direttamente o indirettamente interessato”* di cui all' art. 6 (*“Tipologia delle indagini geologiche, geofisiche e geotecniche da allegare al permesso di costruire ”*) comma 3 DPGR n. 36/R del 9 Luglio 2009. Le verifiche terreno struttura saranno eseguite dal Progettista, note le caratteristiche strutturali dell'intervento, e saranno riportate in una specifica relazione geotecnica aggiuntiva da allegare al deposito presso il Genio Civile.

Per l'espletamento dell'incarico sono state determinate le caratteristiche geomorfologiche e geologiche dell'area tramite il rilevamento di campagna della zona in esame e di un intorno ritenuto significativo. Le informazioni acquisite in campagna sono state inoltre integrate con i dati derivanti dall'esame delle Indagini geologico-tecniche di supporto al Piano Regolatore e dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno nel P.A.I...

Per la caratterizzazione litostratigrafica, geotecnica e sismica del sito è stata eseguita una campagna geognostica e geofisica con l'esecuzione di un sondaggio, prove penetrometriche, analisi geotecniche di laboratorio e prove sismiche (MASW e Down-Hole).

Il presente lavoro è redatto in ottemperanza alle seguenti normative:

Decreto Ministeriale 14.01.2008 *“Testo Unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni”*;

Consiglio Superiore dei Lavori dei Lavori Pubblici *“Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009”*;

D.P.G.R. 9 Luglio 2009 n. 36/R *“Regolamento di attuazione dell'articolo 117, commi 1 e 2 della L.R. 03.01.2005 n. 1. Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico”*.

Strumento Urbanistico vigente.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

L'area di progetto si inserisce nel contesto geologico-strutturale della formazione del bacino di Prato che, insieme alle pianure di Firenze e Pistoia, rappresenta una depressione di origine tettonica generata nelle fasi distensive e terminali dell'orogenesi appenninica dai movimenti che hanno dislocato la catena di neo-formazione in un sistema di horst e graben.

In questo contesto, le caratteristiche geologiche e geomorfologiche superficiali della zona e dell'intero bacino sono essenzialmente legate ai processi di deposizione e in un secondo tempo di riempimento, nonché all'azione erosiva e modellante dei corsi d'acqua che fino dai primi momenti della sua formazione hanno condizionato la conformazione morfologica dei rilievi e del bacino e la natura delle litologie più superficiali.

I primi sedimenti ad essere depositi sul substrato roccioso che costituiva il fondo del bacino di neo-formazione sono di origine lacustre; in un secondo tempo, si sono sovrapposte la fase lacustre e quella fluviale per l'azione dei reticoli idrografici e, successivamente, si è impostato un ambiente esclusivamente fluviale. Le alluvioni più recenti e circostanti i corpi idrici attuali risalgono al Villafranchiano e sono costituiti da depositi a granulometria variabile localmente da argille e argille limoso-sabbiose, a sabbie, a ghiaie e ciottolami.

Superiormente, nell'intorno dei corsi d'acqua, si ritrovano depositi Olocenici recenti di origine fluviale, con caratteristiche tessiturali estremamente variabili. Generalmente si tratta di limi ed argille con intercalazioni di sabbie e ghiaie di spessore variabile.

2. 1 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO LOCALE

La zona in studio è posta alla quota di circa 53 m s.l.m. in un'area pianeggiante.

Non vi sono elementi morfologici di rilievo ad eccezione di una piccola scarpata che distingue all'interno della zona d'intervento due aree poste a quote leggermente differenti con dislivello di circa 1 metro. Lo sviluppo di tale scarpata è riportata nella carta geologica di fig.2.

Anche la carta geomorfologica di supporto al Piano Strutturale non evidenzia elementi di rilievo.

La zona appare stabile senza tracce particolari di dissesto in corso su terreni e fabbricati.

Con riferimento alle caratteristiche geologiche la zona di pianura risulta costituita da depositi alluvionali (vedi fig. 2). In questi terreni risulta prevalente la frazione limosa anche se possono essere presenti, in proporzioni variabili, frazioni granulometricamente tendenti alle argille (più fini) o alle sabbie (più grossolane). Tali depositi corrispondono in gran parte al materiale depositato dai corsi d'acqua del sistema delle "acque alte" a seguito di eventi alluvionali.

La Carta della pericolosità geologica (vedi appendice) attribuisce classe 2 di pericolosità geologica (bassa) definita per il territorio di pianura dove *non sono stati rilevati motivi geotecnici o geomorfologici tali da far ritenere che si trovi al limite dell'equilibrio*.

3. LA CAMPAGNA D'INDAGINI

La tipologia e metodologia d'indagine della campagna geognostica eseguita costituisce il risultato di una valutazione integrata relativa sia agli aspetti geologici dell'area che all'entità e caratteristiche dell'opera di progetto. In tal senso per la corretta caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica dei terreni sono state utilizzate le informazioni derivanti da indagini effettuate dal *Laboratorio Sigma s.r.l.* (con Concessione dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche) con la realizzazione di 1 sondaggio geognostico, prove penetrometriche statico dinamiche e analisi geotecniche di laboratorio.

Per l'acquisizione dei parametri sismici è stata inoltre eseguita (*Galileo Geofisica*) un'indagine sismica mediante due metodi: analisi spettrale delle onde superficiali (MASW) e prova Down-Hole.

L'ubicazione dei punti d'indagine è riportata in fig. 2; in appendice sono riportati i certificati delle Ditte esecutrici.

3.1 IL SONDAGGIO

La prospezione, eseguita in Luglio 2011, è consistita nella realizzazione di un sondaggio a carotaggio continuo che ha raggiunto la profondità di 32 m da p.c. Il foro di prospezione è stato attrezzato con tubo in PVC cementato alle pareti del foro per la realizzazione della prova DH.

La verticale d'indagine è stata ubicata nel settore posto a quota maggiore.

Dall'esame del carotaggio è stata ricostruita, in sintesi, la seguente successione litostratigrafica:

Profondità da p.c.	Litologia
da 0.0 a 4.2 m	Limo con sabbia – sabbia limosa
da 4.2 a 11.0 m	Ghiaia sabbiosa limosa con matrice anche abbondante
da 11.0 a 13.0 m	Limo argilloso
da 13.0 a 18.0 m	Ghiaia in abbondante matrice limoso argillosa
da 18.0 a 24 m	Limo sabbioso argilloso – argilla con limo
da 24 a 32 m	Ghiaia con abbondante matrice limoso sabbiosa

Le prove Standard Penetration Test eseguite hanno fornito i seguenti valori :

- da 1.50 a 1.95 metri 6-12-14 colpi → N_{SPT} di 26 colpi.
- da 8.00 a 8.45 metri 5-4-6 colpi → N_{SPT} di 10 colpi.

3.2 LE PROVE PENETROMETRICHE

Sono state eseguite 2 prove in modalità statica (CPT1 e CPT2) e n. 1 prova in modalità dinamica (P1). Per le caratteristiche del penetrometro utilizzato si rimanda al certificato.

La penetrometria CPT2 è stata ubicata nella zona a quota rialzata di circa 1 metro rispetto al piano campagna delle altre due prospezioni.

Dai certificati di prova risultano le seguenti indicazioni:

CPT1

Si distingue un primo strato superficiale e di spessore circa 1 metro con valori di resistenza alla punta generalmente contenuti in 15-20 Kg/cmq.

Inferiormente le resistenze aumentano a valori di 25-30 Kg/cmq giungendo in maniera repentina al rifiuto alla profondità di 3.6 metri.

P1

La prospezione costituisce il proseguimento in modalità dinamica della prova statica precedente e pertanto inizia dalla profondità di 3.6 metri.

Dai valori di resistenza risultano terreni piuttosto consistenti fino alla profondità di circa 4.5 metri (con numero di colpi di penetrazione della punta $N= 20$).

Da 4.5 a circa 6 metri le resistenze diminuiscono leggermente a $N=10$ colpi.

Da circa 6 a 9 metri vi è uno strato debolmente consistente con N=5 colpi.
Per profondità maggiori e fino alla massima indagata di 13.6 metri corrispondente al rifiuto, le resistenze aumentano progressivamente.

CPT2

Si distingue un primo strato superficiale e di spessore circa 3 metri con valori di resistenza alla punta generalmente contenuti in 12-20 Kg/cmq.

Inferiormente le resistenze aumentano in maniera improvvisa mantenendosi fino a 9.0 metri di profondità a valori medi di circa 50 kg/cmq con frequenti oscillazioni.

Per profondità maggiori e fino a 13 metri si ha uno strato meno consistente (Rp di circa 18 Kg/cmq).

Da 13 a 15 metri (termine della prova) le resistenze aumentano nuovamente.

3.3 LE ANALISI DI LABORATORIO

I campioni analizzati sono stati prelevati entrambi alle profondità di 2.0/2.6 metri in corrispondenza delle verticali CPT1 e CPT2. Le prove sono state finalizzate alla determinazione dei parametri di resistenza al taglio (tramite prova di Taglio Diretto e prova di Compressione Semplice) e di comprimibilità (tramite prova Edometrica).

Nella tabella seguente si riporta una sintesi dei dati maggiormente significativi:

			CPT1/C1	CPT2/C1
<i>Peso di volume</i>	γ	KN/mc	20.47	20.76
<i>Indice dei vuoti</i>		%	0.53	0.55
<i>Coesione drenata</i>	c'	kPa	16	9
<i>Angolo di attr. drenato</i>	ϕ'	°	29.8	30.9
<i>Coesione non drenata</i>	c_u	kPa	74	45/40
<i>Modulo Edometrico (49-98 kPa)</i>	Eed	kPa	3936	3597
<i>Modulo Edometrico (98-196 kPa)</i>	Eed	KPa	6134	5961

Tabella riassuntiva analisi geotecniche di laboratorio

3.4 LA CAMPAGNA GEOFISICA

Per la determinazione della categoria del suolo ai fini dell'azione sismica, è stata eseguita una prova geofisica in foro del tipo Down-Hole, una prospezione sismica di superficie dei profili M.A.S.W. ed un rilievo tromometrico.

Le indagini sono state eseguite dallo studio Galileo Geofisica che ha restituito i risultati in due relazioni riportate in appendice.

Per la metodologia e attrezzatura impiegata si rimanda agli specifici elaborati di cui alle relazioni.

3.4.1 La prova Down-Hole

Dalla prova eseguita sono stati riconosciuti i seguenti sismostrati:

Profondità (m)	Vs (m/s)	Profondità (m)	Vp (m/s)
0-5	196	0-5	625
5-17	360	5-17	1071
17-32	368	17-32	3421

Tale suddivisione corrisponde indicativamente a differenze litologiche riscontrate dal sondaggio; in effetti fino alla profondità di circa 5 metri prevalgono litologie "fini" limoso sabbiose mentre per profondità maggiori vi sono prevalentemente delle ghiaie con matrice limo-sabbiosa .

La velocità della Vs30 =318 m/s determinano la categoria C.

3.4.2 L'indagine MASW e rilievo Tromometrico

Dall'analisi congiunta di entrambe le metodologie sono emerse le seguenti indicazioni:

- il periodo fondamentale di risonanza è $T^0 = 1.22$ Hz
- la Vs media è di 287 m/s (categoria C)

4. MODELLO GEOLOGICO

Dagli esiti delle indagini risultano le seguenti indicazioni:

- la zona del piano campagna posta a quota superiore risulta costituita da terreno naturale a composizione prevalentemente limoso sabbioso che caratterizza in parte anche gli strati più superficiali della zona ribassata; tuttavia i valori di resistenza che risultano dalle penetrometrie evidenziano

una minore consistenza di tali litotipi nella zona dove gli spessori sono maggiori (area "rialzata").

- Inferiormente vi è un potente banco di ghiaie piuttosto addensate con matrice limo sabbiosa anche abbondante; all'interno delle ghiaie vi sono intercalati strati limoso argillosi presumibilmente discontinui.

5. MODELLO GEOTECNICO

In considerazione degli elementi acquisiti nel corso delle indagini e in relazione alle caratteristiche progettuali dell'intervento (assenza di locali interrati ed edifici monopiano) si ritiene rappresentativo un modello geotecnico dei terreni caratterizzato da due unità significative descritte (con i loro parametri caratteristici) a partire dal piano di campagna posto a quota maggiore:

Unità "A" (da 0.0 a 4.0 m): limo sabbioso.

Peso di volume	$\gamma = 20 \text{ kN/mc}$
Angolo di attrito interno (drenato)	$\varphi' = 30^\circ$
Coesione (drenata)	$c' = 0 \text{ kPa}$
Coesione (non drenata)	$c_u = 40 \text{ kPa}$
Modulo edometrico (49-98 kPa)	$E_d = 3600 \text{ kPa}$
Modulo edometrico (98-196 kPa)	$E_d = 6000 \text{ kPa}$

Unità "B" (da 4.0 metri): ghiaia con matrice sabbioso limosa anche abbondante.

Peso di volume	$\gamma = 18 \text{ kN/mc}$
Angolo di attrito interno (drenato)	$\varphi' = 38^\circ$
Coesione (drenata)	$c' = 0 \text{ kPa}$

La categoria di suolo è la C.

La categoria topografica T1.

5.1 VALORI DEI PARAMETRI DI PROGETTO

Approccio 1 – combinazione 1

Applicando i coefficienti parziali di riduzione corrispondenti all' Approccio 1 – Combinazione 1 (A1+M1+R1) si ottengono i seguenti parametri geotecnici di progetto:

Unità Litotecnica	$\Phi'p$	$c_{up}(KPa)$	$\gamma p (KN/mc)$	$c'_p(KPa)$
A	30°	40	20	0
B	38°	--	18	0

Approccio 1 – combinazione 2

Applicando i coefficienti parziali di riduzione corrispondenti all' Approccio 1 – Combinazione 2 (A2+M2+R2), si ottengono i seguenti parametri geotecnici di progetto:

Unità Litotecnica	$\Phi'p$	$c_{up}(KPa)$	$\gamma p (KN/mc)$	$c'_p(KPa)$
A	24.8	29	20	0
B	32.0	--	18	0

6. LIQUEFAZIONE

In considerazione della natura dei terreni presenti costituiti prevalentemente da ghiaie addensate con matrice limoso sabbiosa correlata all'assenza di livelli sabbiosi, si ritiene non vi siano problematiche connesse a rischi di liquefascibilità indotta dall'azione sismica.

7. CONSIDERAZIONI SUL PROGETTO DELLE FONDAZIONI

In considerazione :

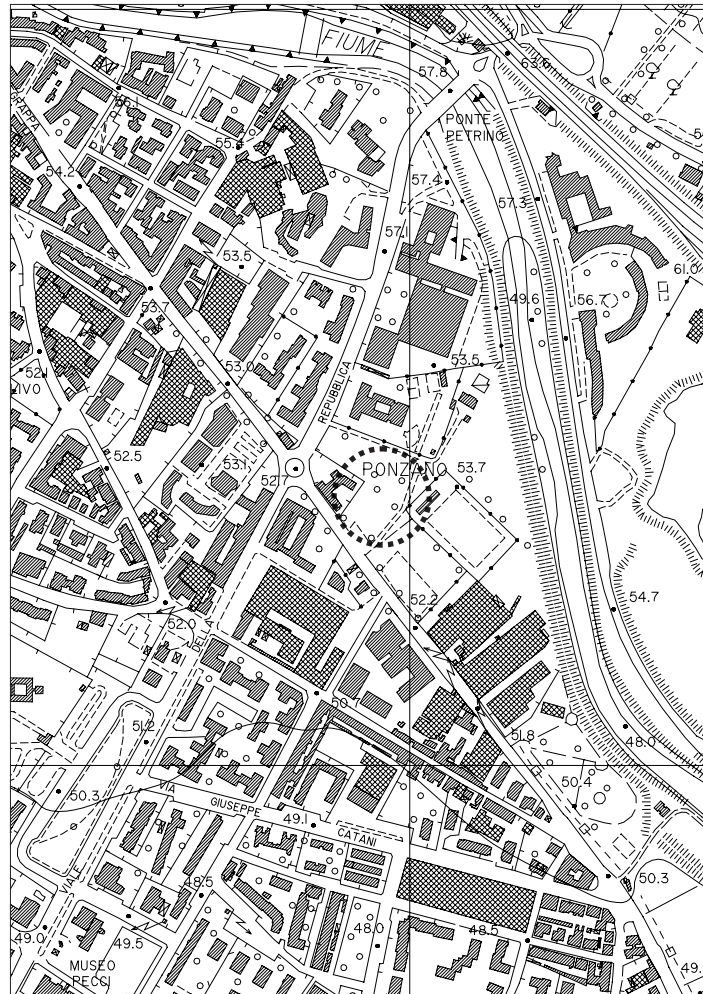
- della presenza di uno strato più superficiale costituito da terreni potenzialmente cedevoli per fenomeni di consolidazione e con spessore rilevante nella porzione a quota maggiore;
- delle differenze di consistenza di tale unità;
- della possibilità, in relazione all'estensione dell'intervento, che in alcune aree il tetto delle ghiaie possa anche essere a quote variabili e più superficiali

si ritiene opportuno prevedere un unico piano di posa delle opere di fondazione corrispondente alla profondità di circa 0.8 metri dal piano di campagna posto a quota inferiore (e comunque al disotto della coltre vegetazionale superficiale). Quanto sopra al fine di limitare eventuali fenomeni di cedimenti differenziali che potrebbero altrimenti svilupparsi. In fase esecutiva di scavo delle opere di fondazione si dovrà verificare l'esatta natura e consistenza del terreno al piano di posa; a tal fine si suggerisce un controllo geologico durante le operazioni di scavo per la verifica delle caratteristiche litologiche e di consistenza dei terreni.

Calenzano, Luglio 2011 Dr. Geol. Gianni Focardi N. 659 O.d.G. della Toscana



Fig. 1 - Corografia



Base cartografica CTR in scala 1:10.000

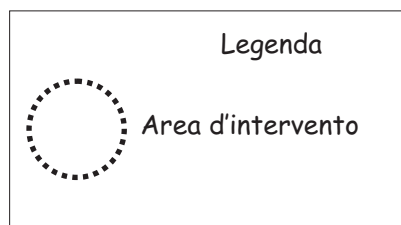
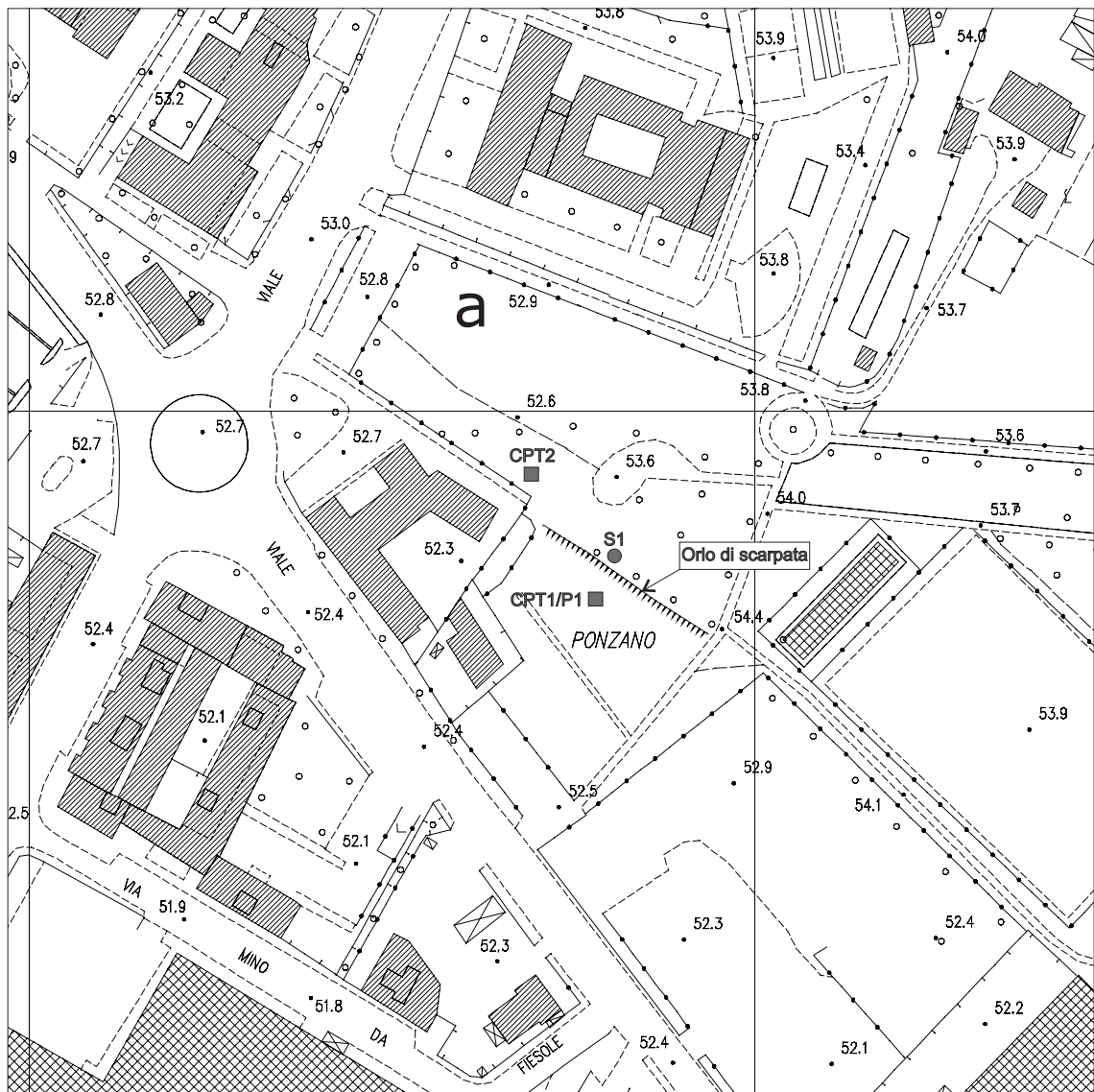


Fig. 2 - Carta geologica con ubicazione delle indagini



Base cartografica CTR in scala 1: 2.000

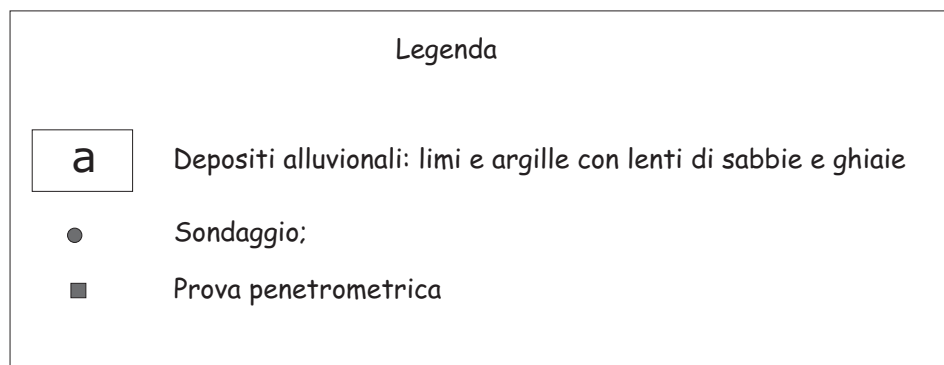
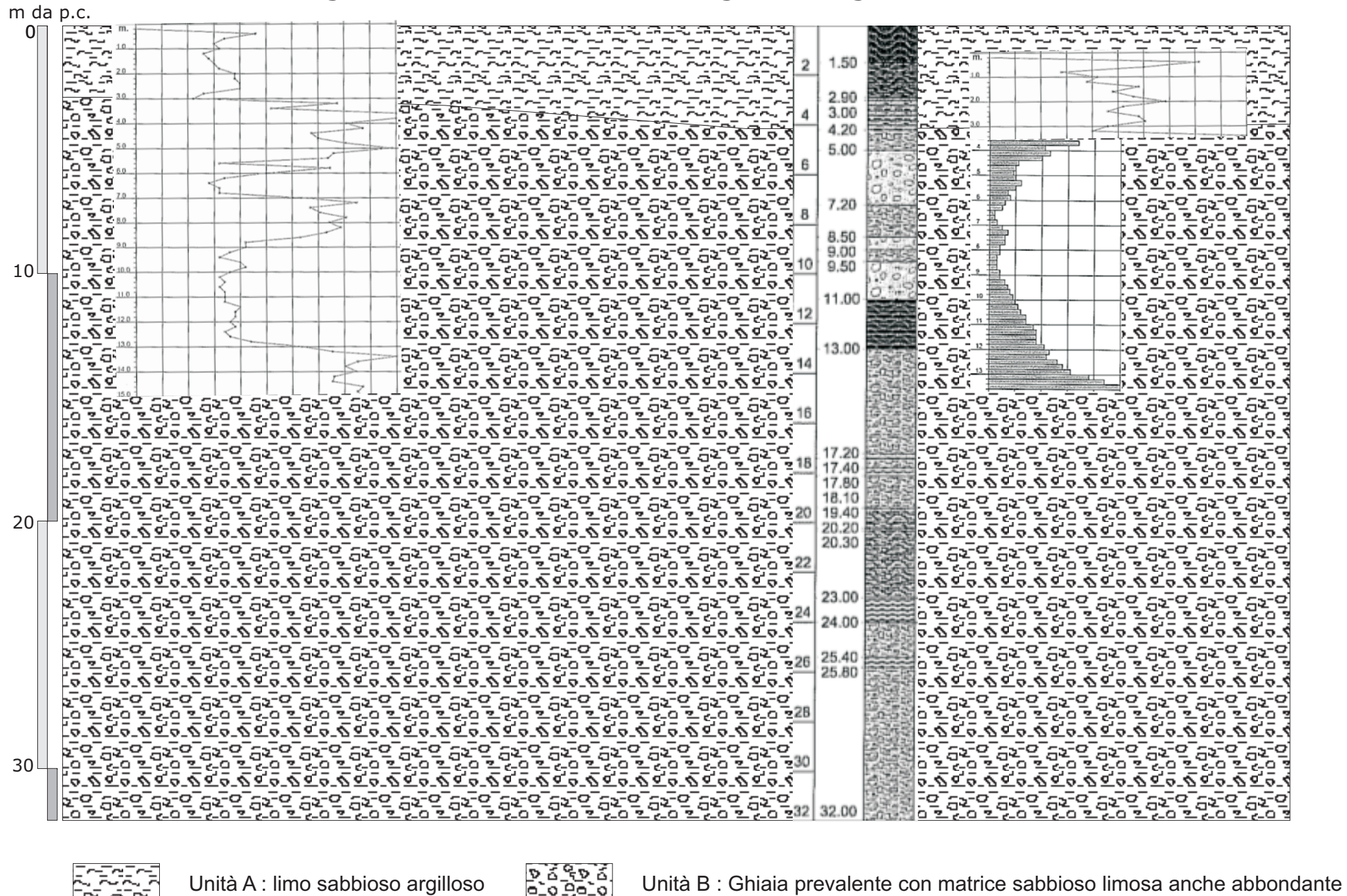


Fig. 3 - Modellazione litostratigrafica e geotecnica



Regolamento Urbanistico del Comune di Prato

Scala 1 :2.000



Pericolosità geologica e idraulica



Laboratorio SIGMA s.r.l. – Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

Rapporto di prova n. 00646 del 15/07/2011

V.A. 239/1724 del 07/06/2011

COMMITTENTE: COMUNE DI PRATO – SERVIZIO EDILIZIA PUBBLICA
INDIRIZZO: Piazza Mercatale, 31 – Prato.
CANTIERE: Nuova Scuola Materna – Località Ponzano – Prato.
ESPERIENZE EFFETTUATE: Esecuzione di un sondaggio geognostico.
Il presente rapporto di prova è costituito da n. 1 pagina e n. 5 allegati.

RELAZIONE

Dal 07/06/2011 al 10/06/2011 è stato eseguito un sondaggio geognostico contrassegnato con la sigla S1, l'ubicazione del quale è riportata in allegato.

Il sondaggio è stato eseguito tramite carotaggio integrale continuo.

Al fine di proteggere il foro da rifluimento delle pareti di perforazione è stato infisso a rotazione con circolazione di acqua il tubo di rivestimento.

I campioni di terreno rimaneggiati estratti nel corso delle perforazioni sono stati collocati in cassette catalogatrici di pvc munite di cinque scomparti divisori ciascuno della lunghezza di 1 m., come da allegato.

Le cassette, sono state trasportate in Laboratorio dove sono state catalogate e verranno conservate per i tempi previsti dalla Normativa vigente.

Sono state eseguite 2 prove penetrometriche SPT a fondo foro secondo Raccomandazioni AGI 1977. La prova penetrometrica SPT1 è stata eseguita a punta aperta mentre la prova SPT2 è stata eseguita a punta chiusa. Tutte le quote e il corrispondente numero di colpi sono riportate a fianco della colonna litostratigrafica.

Il terreno estratto tramite il campionatore Raymond in seguito alla prova SPT siglata con il numero 1 è stato collocato nella cassetta catalogatrice.

Infine è stata inserito un tubo in pvc opportunamente cementato e chiuso con pozzetto in ghisa carrabile.

I dati di tutte le esperienze eseguite sono riportati nel certificato con il numero 1610/G, mentre l'ubicazione del sondaggio e le fotografie delle cassette contenenti i campioni di terreno estratti sono in allegato al presente rapporto di prova.

Lo Sperimentatore
Geol. G. Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio
Ing. A. Manuelli



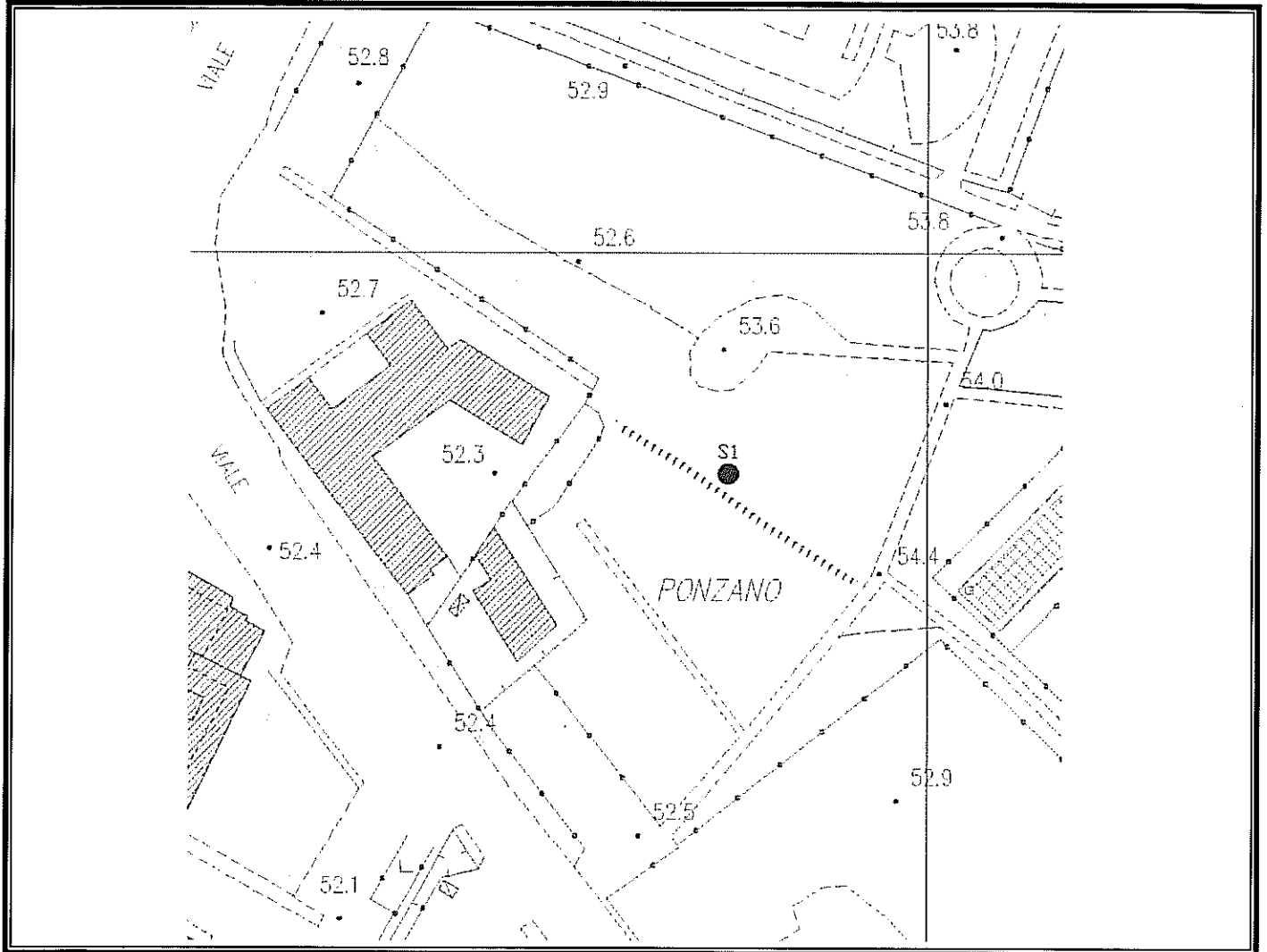
Laboratorio SIGMA s.r.l. – Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

UBICAZIONE DEL SONDAGGIO





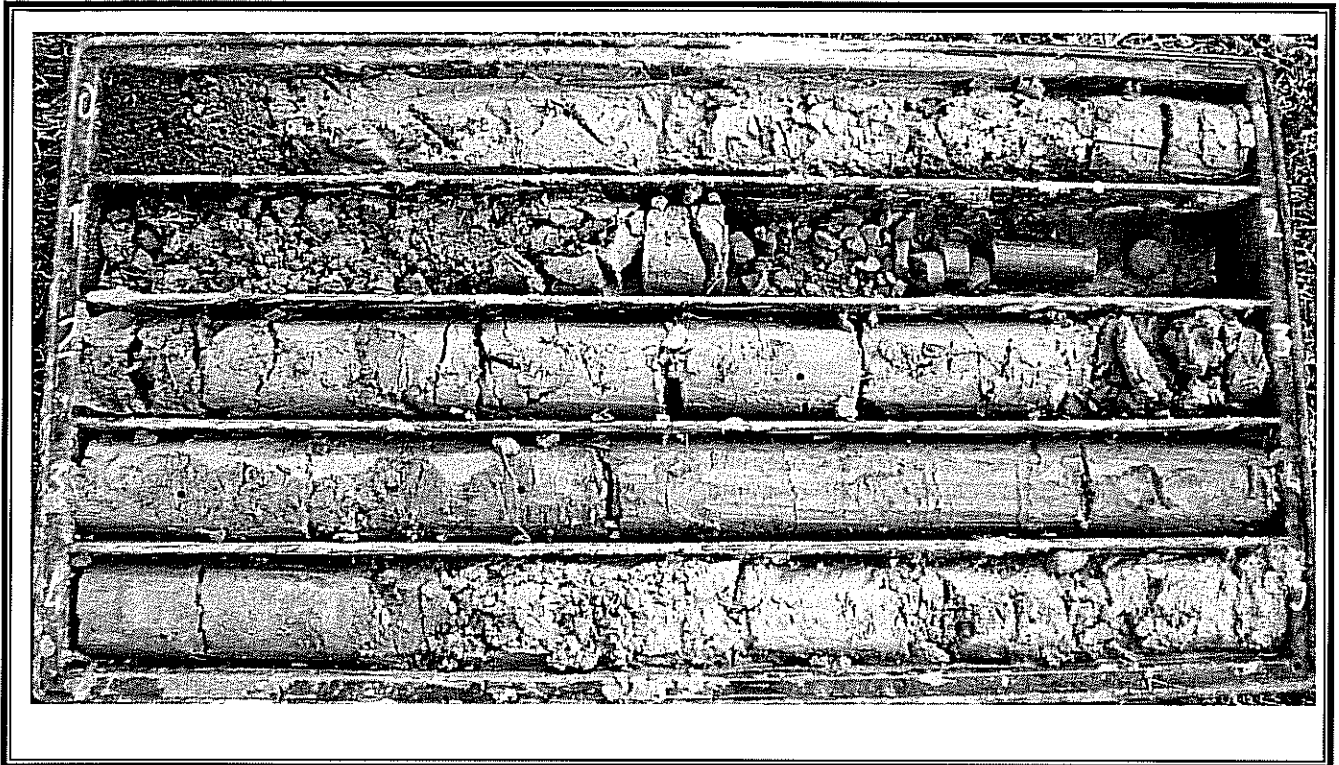
Laboratorio SIGMA s.r.l. – Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

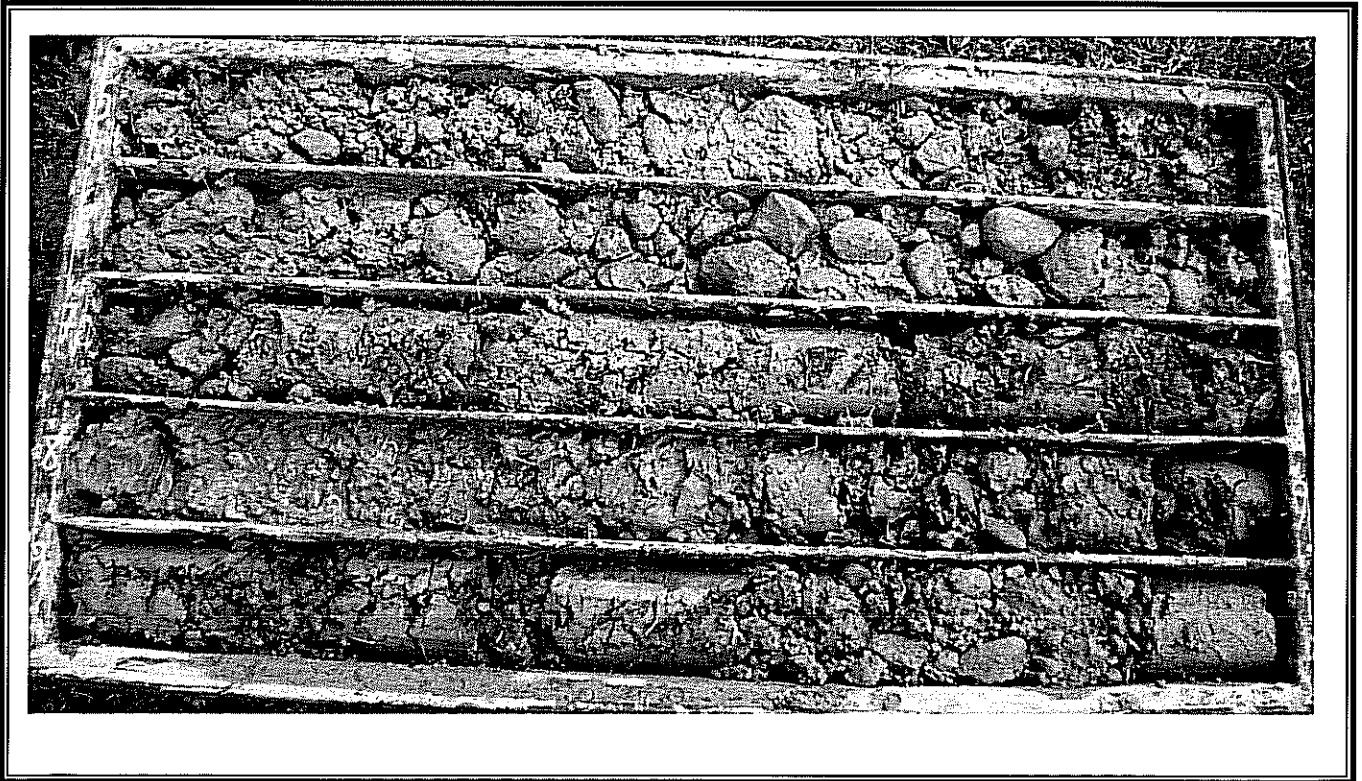
D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

SONDAGGIO N. 1 CASSETTA N. 1 DA P.C. A 5 M



SONDAGGIO N. 1 CASSETTA N. 2 DA 5 M. A 10 M.





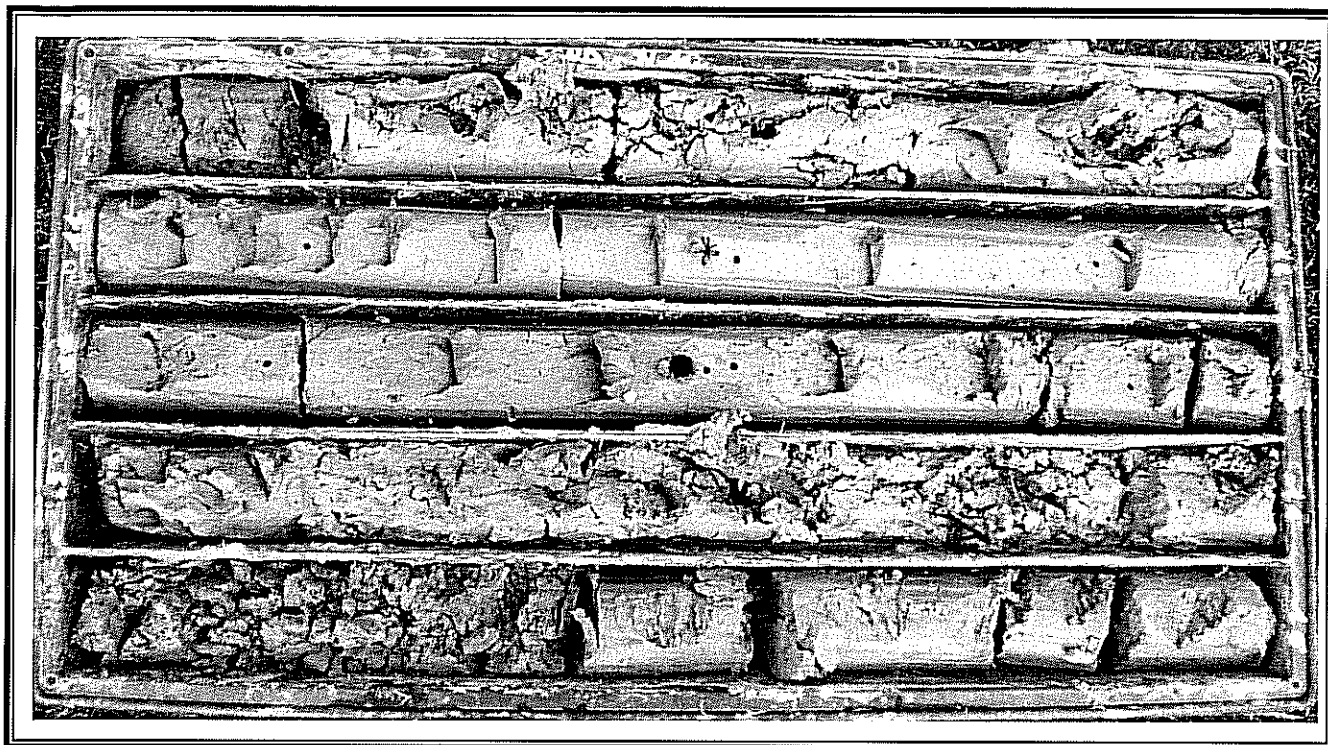
Laboratorio SIGMA s.r.l. – Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

SONDAGGIO N. 1 CASSETTA N. 3 DA 10 M A 15 M



SONDAGGIO N. 1 CASSETTA N. 4 DA 15 M A 20 M





Laboratorio SIGMA s.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

SONDAGGIO N. 1 CASSETTA N. 5 DA 20 M. A 25 M.



SONDAGGIO N. 1 CASSETTA N. 6 DA 25 M A 30 M





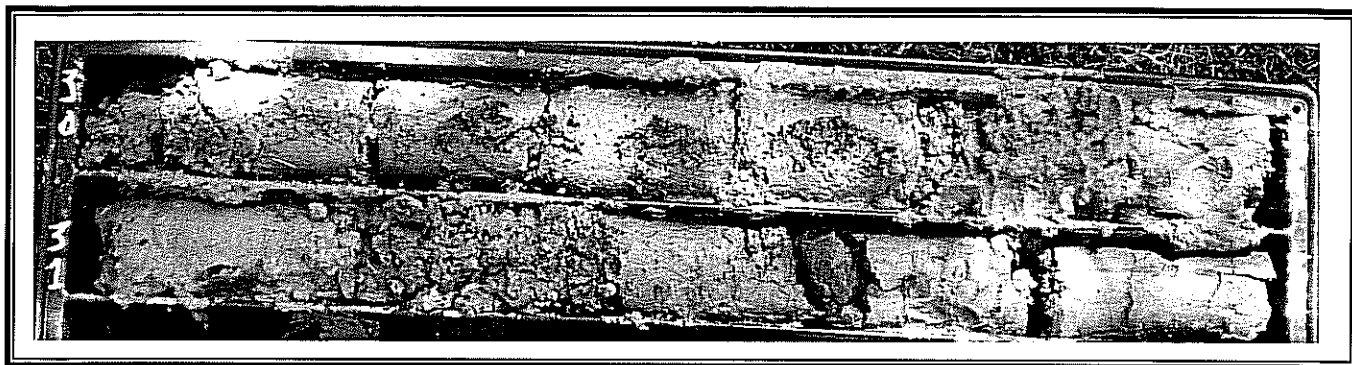
Laboratorio SIGMA s.r.l. – Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

SONDAGGIO N. 1 CASSETTA N. 7 DA 30 M. A 32 M.





**Laboratorio
SIGMA s.r.l.**

Via P. Gobetti, 8
50058 Capelle
CAMPI BISENZIO
FIRENZE
Tel. 055/2928819 (r.a.)
Fax 055/2928820

e-mail: lab.sigma@mcclink.it

Committente COMUNE DI PRATO

v.a. **239/1724**

Cantiere Nuova Scuola Materna

Sondaggio

Località Ponzano - Prato.

Data esecuzione 07/06/11-10/06/11 Certificato 1610/G del 15/07/2011

1

Scala 1:200	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	N° colpi SPT	S.P.T.	Pocket [kg/cmq]	Vane Test [kg/cmq]	Down-hole
2	1.50		Sabbia limosa marrone.		10203040	1.2, 4, 6, 8		
			Limo con sabbia debolmente argilloso di colore marrone scuro.	12	6			
4	2.90		Trovante calcilutitico.	14				
	3.00							
	4.20		Limo argilloso sabbioso nocciola sottosaturato.					
6	5.00							
	7.20		Ghiaia sabbiosa limosa di colore marrone. I clasti sono sub a-rottondati ed a sfericità da media a medio bassa, eterometrici (0-70mm) ed eterogenei (perlopiù arenarie, calacreniti e serpentini). La matrice talora è abbondante alle seguenti profondità dal p.c.: 4.2-5.0m; 7.2-8.5m; 9.0-9.5m.	4	5	8.00		
	8.50							
	9.00							
10	9.50					8.45		
	11.00							
12	11.00		Limo argilloso debolmente sabbioso dal verdastro al grigio chiaro.					0.74
	13.00						0.62	
14	13.00	Ghiaia in abbondante matrice limoso argilloso. Presente livello prettamente limoso da 17.2-17.4m dal p.c. e di limo con argilla nocciola da 17.8-18.1m dal p.c.						
16	13.00							
18	17.20							
	17.40							
	17.80							
	18.10							
20	19.40							
	20.20	limo sabbioso argilloso dal nocciola all'azzurrognolo verdastro da 20.6m. Presenza di livello ghiaioso da 20.2-20.3m. Concrezioni carbonatiche biancastre di 5-10mm.					0.76	
22	20.30						0.74	
	23.00						0.68	
24	23.00	Argilla con limo grigio scura.					0.82	
	24.00						0.90	
26	25.40	Ghiaia eterometrica di diametro 30-70mm ed eterogenea in abbondante, talora prevalente, matrice limoso sabbiosa di colore turchino. Livello di argilla limosa di colore turchina da 25.4-25.8m dal p.c.						
	25.80							
28	25.80							
30	25.80							
32	32.00							

32.00

Installato pozzetto in ghisa carrabile.

Lo Sperimentatore Il Direttore del Laboratorio
Geol. G. Gambetta Vienna Ing. A. Manuelli



Laboratorio SIGMA s.r.l. – Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

Rapporto di prova 00487 del 01/06/2011 V.A. 198/1458 del 12/05/2011

COMMITTENTE: COMUNE DI PRATO – SERVIZIO EDILIZIA PUBBLICA
INDIRIZZO: Piazza Mercatale, 31 – Prato.
CANTIERE: Nuova Scuola Materna – Località Ponzano – Prato.
ESPERIENZE EFFETTUATE: Esecuzione di 2 prove penetrometriche statiche.

Il presente rapporto di prova è costituito da n. 1 pagina e n. 1 allegato.

RELAZIONE

Il giorno 12/05/2011 tecnici del Laboratorio si sono recati nel suddetto Cantiere ove hanno eseguito 2 prove penetrometriche statiche tipo CPT, contrassegnate con la sigle CPT1e CPT2, la cui ubicazione è riportata in allegato.

Le prove sono state spinte fino alla profondità, rispettivamente, di 3.6m e 15.0m dal piano campagna.

Le prove sono state eseguite utilizzando un penetrometro da 200kN marca Pagani dotato di punta Begemann caratterizzata da diametro pari a 35.7mm, apertura di 60°, superficie di 10cm² e con manicotto laterale di 150cm².

Le misure sono state rilevate tramite cella di carico AEP da 20ton.

Al termine delle prove è stata inserita una canna fenestrata in pvc in ciascuno dei fori di prova ed eseguito il prelievo di un campione alla quota compresa tra 2.0m e 2.6m dal piano campagna.

I campioni sono stati immediatamente paraffinati e contrassegnati come CPT1/C1 e CPT2/C1.

I risultati delle prove sono riportati nei certificati indicati con i numeri 1162/G e 1163/G del 01/06/2011.

Lo Sperimentatore
Geol. G. Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio
Ing. A. Manelli



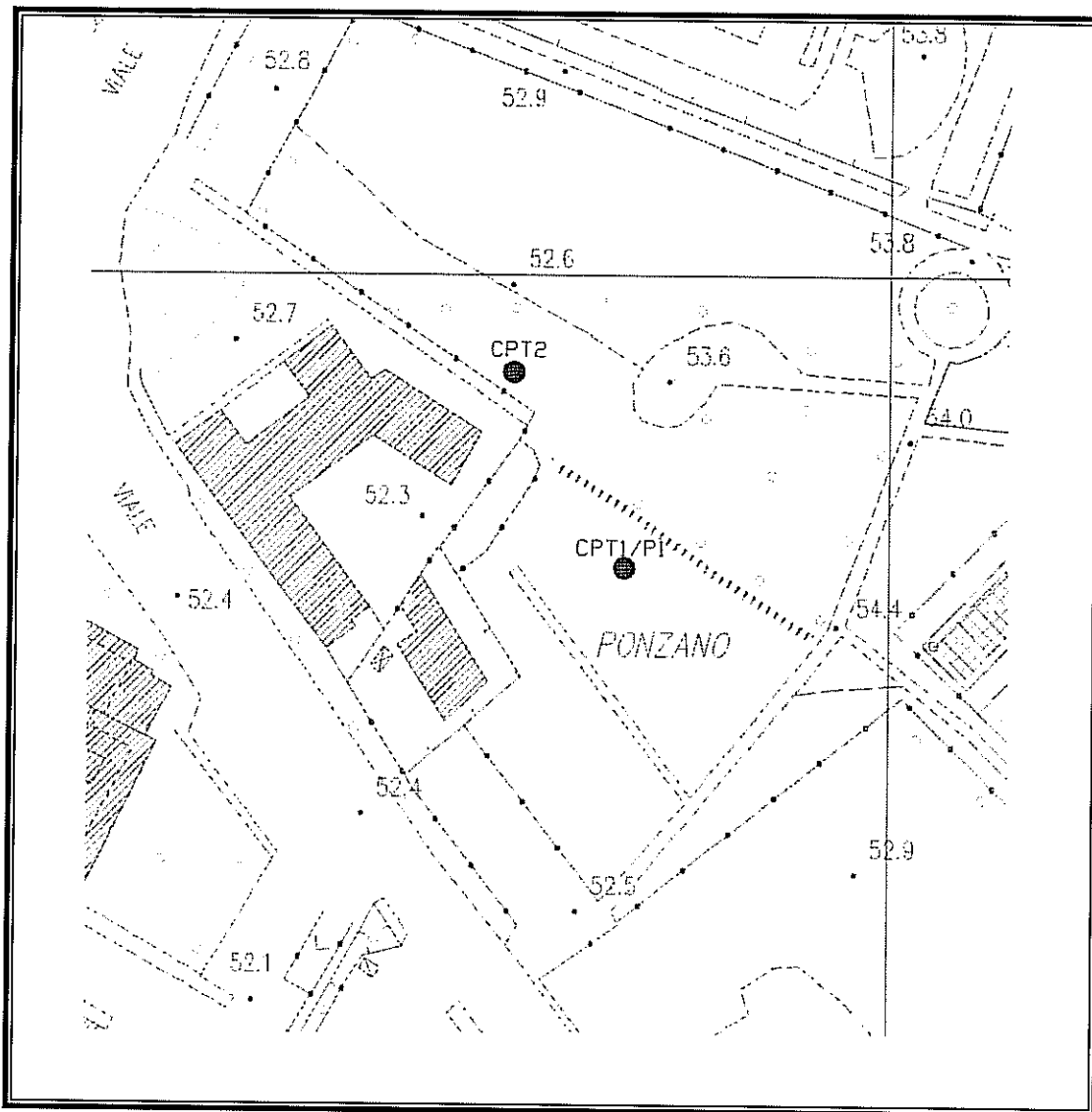
Laboratorio SIGMA s.r.l. – Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

UBICAZIONE DELLE PROVE CPT





Laboratorio SIGMA s.r.l. – Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

Certificato 1162/G del 01/06/2011

V.A. 198/1458 del 12/05/2011

COMMITTENTE: COMUNE DI PRATO – SERVIZIO EDILIZIA PUBBLICA
INDIRIZZO: Piazza Mercatale, 31 – Prato.
CANTIERE: Nuova Scuola Materna – Località Ponzano – Prato.

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT

PROVA CPT1

TABELLA VALORI DI RESISTENZA

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0.20	—	—	—	0.20	—	2.00	47.0	109.0	47.0	2.60	18.0
0.40	108.0	111.0	108.0	4.47	24.0	2.20	26.0	65.0	26.0	2.87	9.0
0.60	30.0	97.0	30.0	1.33	22.0	2.40	23.0	66.0	23.0	1.53	15.0
0.80	14.0	34.0	14.0	0.67	21.0	2.60	29.0	52.0	29.0	2.27	13.0
1.00	21.0	31.0	21.0	0.73	29.0	2.80	31.0	65.0	31.0	2.00	16.0
1.20	19.0	30.0	19.0	0.73	26.0	3.00	23.0	53.0	23.0	1.40	16.0
1.40	29.0	40.0	29.0	1.80	16.0	3.20	20.0	41.0	20.0	6.73	3.0
1.60	24.0	51.0	24.0	1.93	12.0	3.40	240.0	341.0	240.0	8.67	28.0
1.80	28.0	57.0	28.0	4.13	7.0	3.60	490.0	620.0	490.0	—	—

Data di inizio prova: 12/05/2011

Pag. 1/2

Data di fine prova: 12/05/2011

Lo Sperimentatore
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Andrea Mantelli



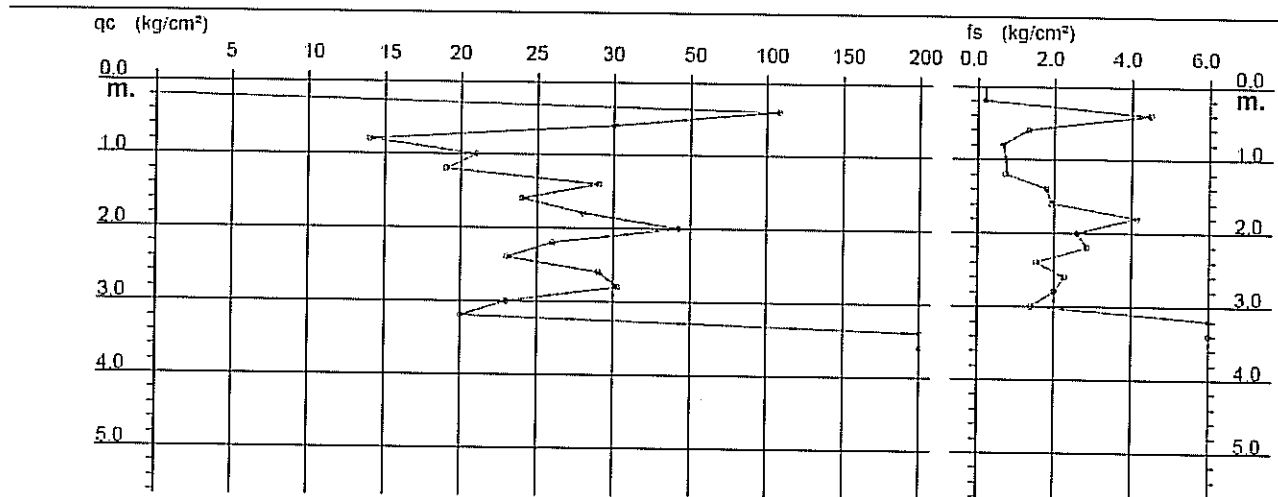
Laboratorio SIGMA s.r.l. – Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT
PROVA CPT1
DIAGRAMMA DI RESISTENZA



Data di inizio prova: 12/05/2011

Pag. 2/2

Data di fine prova: 12/05/2011

Lo Sperimentatore
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Certificato n. 1162/G del 01/06/2011

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Andrea Marzulli



Laboratorio SIGMA s.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

Certificato 1163/G del 01/06/2011

V.A. 198/1458 del 12/05/2011

COMMITTENTE: COMUNE DI PRATO – SERVIZIO EDILIZIA PUBBLICA
INDIRIZZO: Piazza Mercatale, 31 – Prato.
CANTIERE: Nuova Scuola Materna – Località Ponzano – Prato.

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT

PROVA CPT2

TABELLA VALORI DI RESISTENZA

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0.20	---	---	---	1.00	---	7.80	104.0	197.0	104.0	5.40	19.0
0.40	23.0	38.0	23.0	1.33	17.0	8.00	71.0	152.0	71.0	3.87	18.0
0.60	17.0	37.0	17.0	0.87	20.0	8.20	93.0	151.0	93.0	4.80	19.0
0.80	15.0	28.0	15.0	1.47	10.0	8.40	66.0	138.0	66.0	2.67	25.0
1.00	16.0	38.0	16.0	1.27	13.0	8.60	36.0	76.0	36.0	2.07	17.0
1.20	13.0	32.0	13.0	1.13	11.0	8.80	21.0	52.0	21.0	0.93	22.0
1.40	14.0	31.0	14.0	0.87	16.0	9.00	21.0	35.0	21.0	1.13	19.0
1.60	15.0	28.0	15.0	1.33	11.0	9.20	18.0	35.0	18.0	0.60	30.0
1.80	16.0	36.0	16.0	1.40	11.0	9.40	16.0	25.0	16.0	0.47	34.0
2.00	19.0	40.0	19.0	1.20	16.0	9.60	20.0	27.0	20.0	0.33	60.0
2.20	19.0	37.0	19.0	2.40	8.0	9.80	21.0	26.0	21.0	0.47	45.0
2.40	20.0	56.0	20.0	2.13	9.0	10.00	18.0	25.0	18.0	0.73	25.0
2.60	20.0	52.0	20.0	1.87	11.0	10.20	16.0	27.0	16.0	0.73	22.0
2.80	13.0	41.0	13.0	1.20	11.0	10.40	17.0	28.0	17.0	0.87	20.0
3.00	11.0	29.0	11.0	0.73	15.0	10.60	16.0	29.0	16.0	0.73	22.0
3.20	87.0	98.0	87.0	3.53	25.0	10.80	17.0	28.0	17.0	0.73	23.0
3.40	26.0	79.0	26.0	3.87	7.0	11.00	17.0	28.0	17.0	0.73	23.0
3.60	291.0	349.0	291.0	5.20	56.0	11.20	17.0	28.0	17.0	0.67	25.0
3.80	295.0	373.0	295.0	7.40	40.0	11.40	20.0	30.0	20.0	1.00	20.0
4.00	104.0	215.0	104.0	7.53	14.0	11.60	19.0	34.0	19.0	1.07	18.0
4.20	136.0	249.0	136.0	4.33	31.0	11.80	19.0	35.0	19.0	0.93	20.0
4.40	45.0	110.0	45.0	2.00	22.0	12.00	18.0	32.0	18.0	0.80	22.0
4.60	50.0	80.0	50.0	8.80	6.0	12.20	19.0	31.0	19.0	0.93	20.0
4.80	103.0	235.0	103.0	5.93	17.0	12.40	17.0	31.0	17.0	0.93	18.0
5.00	192.0	281.0	192.0	9.13	21.0	12.60	18.0	32.0	18.0	1.20	15.0
5.20	80.0	217.0	80.0	0.80	100.0	12.80	22.0	40.0	22.0	1.20	18.0
5.40	69.0	81.0	69.0	1.87	37.0	13.00	37.0	55.0	37.0	1.87	20.0
5.60	16.0	44.0	16.0	2.53	6.0	13.20	77.0	105.0	77.0	0.33	231.0
5.80	73.0	111.0	73.0	1.67	44.0	13.40	256.0	261.0	256.0	5.67	45.0
6.00	25.0	50.0	25.0	1.00	25.0	13.60	125.0	210.0	125.0	8.80	14.0
6.20	17.0	32.0	17.0	0.87	20.0	13.80	101.0	233.0	101.0	3.27	31.0
6.40	14.0	27.0	14.0	0.60	23.0	14.00	123.0	172.0	123.0	3.07	40.0
6.60	16.0	25.0	16.0	0.47	34.0	14.20	80.0	126.0	80.0	4.93	16.0
6.80	16.0	23.0	16.0	2.53	6.0	14.40	77.0	151.0	77.0	2.40	32.0
7.00	37.0	75.0	37.0	0.40	92.0	14.60	135.0	171.0	135.0	3.80	36.0
7.20	124.0	130.0	124.0	1.07	116.0	14.80	125.0	182.0	125.0	3.87	32.0
7.40	44.0	60.0	44.0	3.07	14.0	15.00	132.0	190.0	132.0	---	---
7.60	54.0	100.0	54.0	6.20	9.0						

Data di inizio prova: 12/05/2011

Pag. 1/2

Data di fine prova: 12/05/2011

Lo Sperimentatore
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Andrea Mantuani



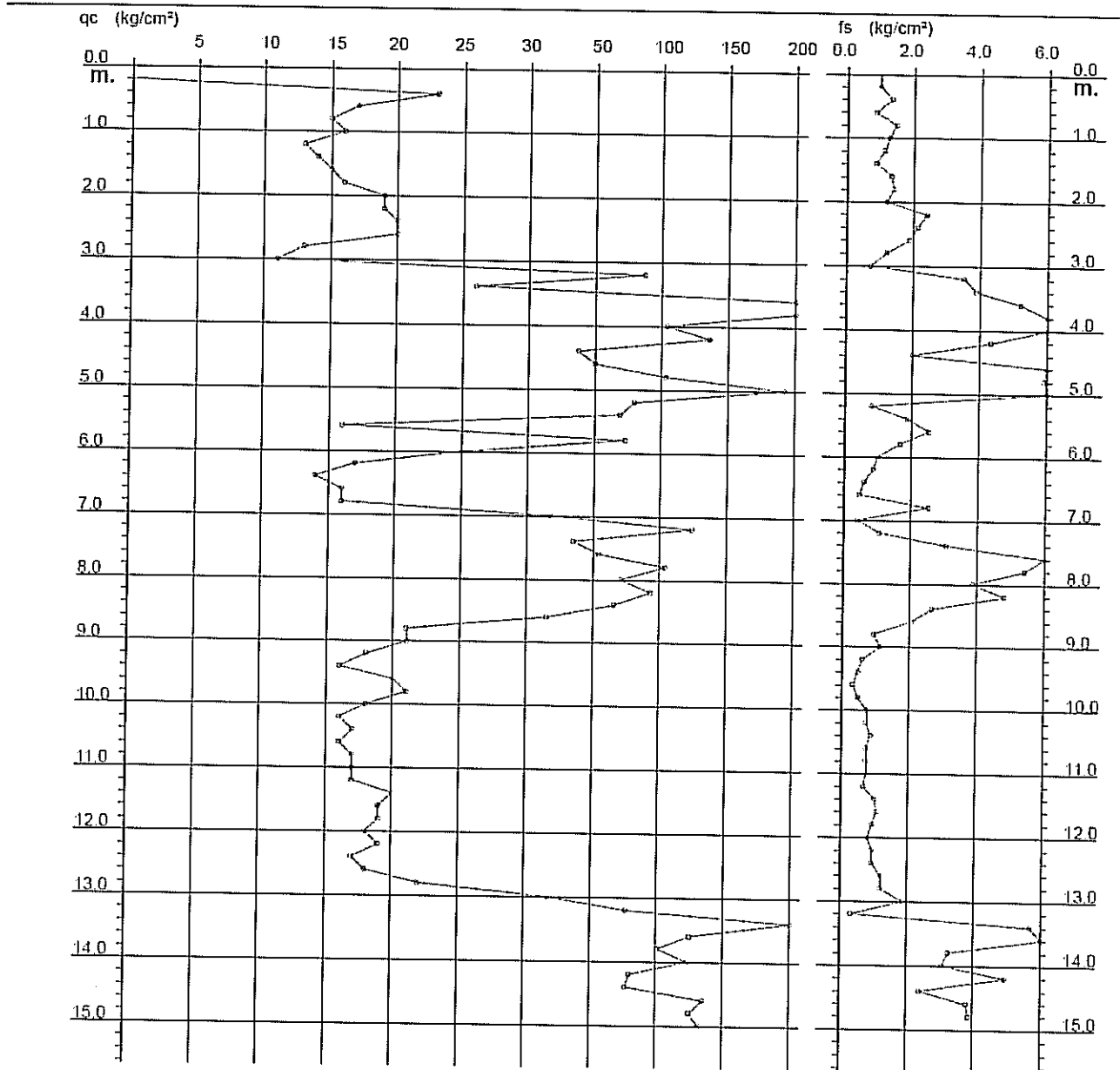
Laboratorio SIGMA s.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT
PROVA CPT2
DIAGRAMMA DI RESISTENZA



Data di inizio prova: 12/05/2011

Pag. 2/2

Data di fine prova: 12/05/2011

Lo Sperimentatore
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Certificato n. 1163/G del 01/06/2011

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Andrea Maudelli



Laboratorio SIGMA s.r.l. – Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

Rapporto di prova 00488 del 01/06/2011 V.A. 198/1458 del 12/05/2011

COMMITTENTE: COMUNE DI PRATO – SERVIZIO EDILIZIA PUBBLICA
INDIRIZZO: Piazza Mercatale, 31 – Prato.
CANTIERE: Nuova Scuola Materna – Località Ponzano – Prato.
ESPERIENZE EFFETTUATE: Esecuzione di una prova penetrometrica dinamica.


Il presente rapporto di prova è costituito da n. 1 pagina e n. 2 allegati.

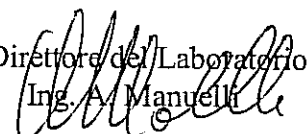
RELAZIONE

Il giorno 12/05/2010 tecnici del Laboratorio si sono recati nel suddetto Cantiere ove hanno eseguito una prova penetrometrica dinamica, contrassegnata con la sigla P1 la cui ubicazione è riportata in allegato.

La prova dinamica continua è stata eseguita a partire dalla profondità di -3.6m dal piano campagna, utilizzando un'apparecchiatura le cui caratteristiche sono riportate in allegato.

I risultati della prova sono riportati nel certificato 1164/G del 01/06/2011.

Lo Sperimentatore
Geol. G. Gambetta Vianna


Il Direttore del Laboratorio
Ing. A. Manuelli




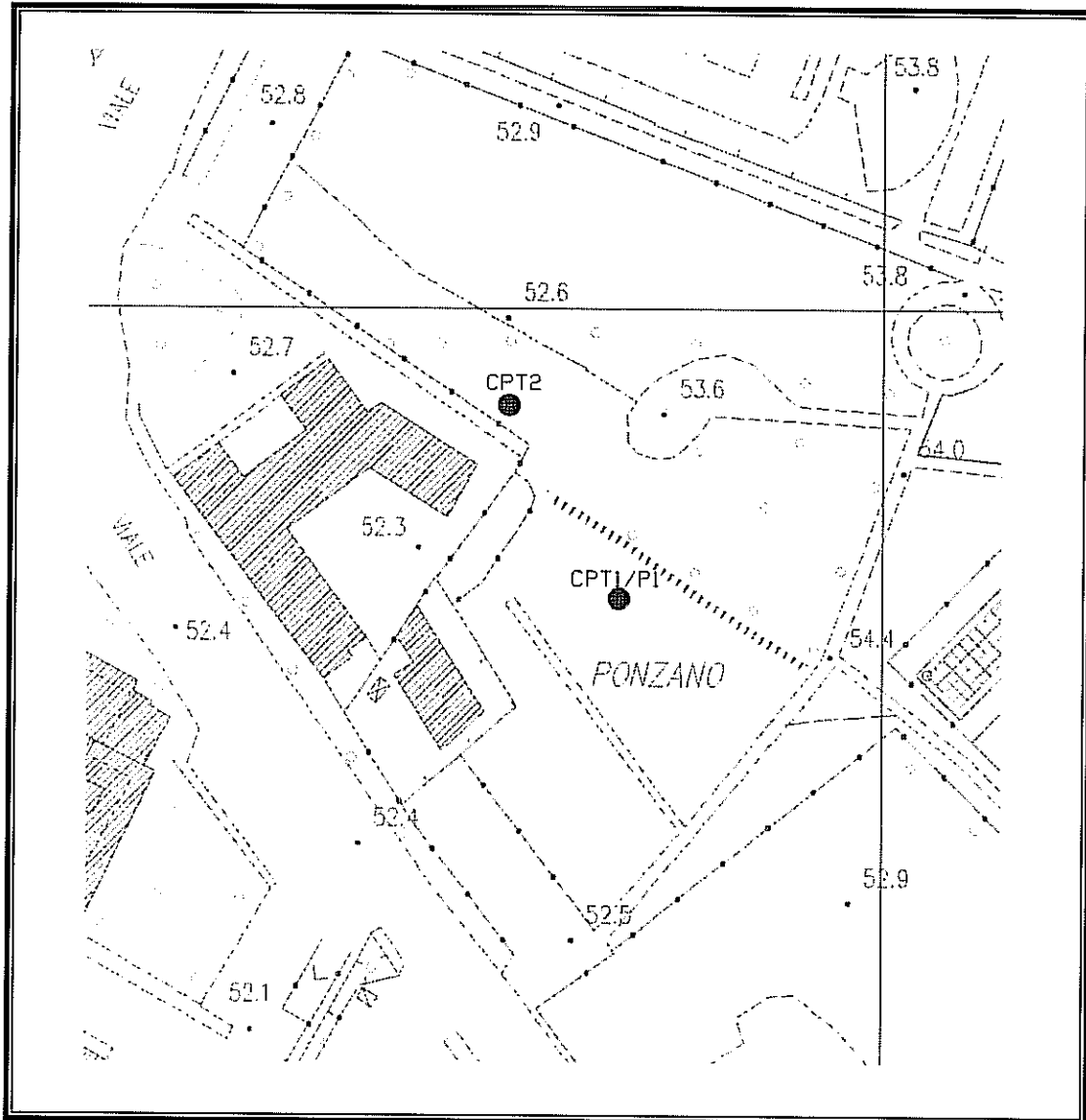
Laboratorio SIGMA s.r.l. – Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

UBICAZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE





Laboratorio SIGMA s.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

**CARATTERISTICHE DELL'ATTREZZATURA UTILIZZATA
STANDARD (ISSMFE 1988)
TIPO EMILIA 20**

Peso massa battente:	M	=	63.50	kg
Altezza caduta libera:	H	=	0.75	m
Peso sistema di battuta:	Ms	=	30.00	kg
Diametro punta conica:	D	=	50.50	mm
Area base punta conica:	A	=	20.00	cm ²
Angolo apertura punta:	α	=	60°	
Lunghezza delle aste:	La	=	1.00	m
Peso aste per metro:	Ma	=	8.00	kg
Prof. giunzione prima asta:	P1	=	0.80	m
Avanzamento punta:	δ	=	0.20	m
Numero di colpi punta:	N	= N (20)	relativo ad avanzamento di	20 cm
Energia specifica:	Q	= (MH)/(A δ)	= 11.91 kg/cm ²	(Q _{SPT} = 7.83 kg/cm ²)
Coeff. teorico di energia:	β_t	= Q / Q _{SPT}	= 1.521	

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd (funzione del numero dei colpi N) secondo la formula Olandese

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

P = peso totale aste e sistema battuta



Laboratorio SIGMA s.r.l. – Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

Certificato 1164/G del 01/06/2011

V.A. 198/1458 del 12/05/2011

COMMITTENTE: COMUNE DI PRATO – SERVIZIO EDILIZIA PUBBLICA
INDIRIZZO: Piazza Mercatale, 31 – Prato.
CANTIERE: Nuova Scuola Materna – Località Ponzano – Prato.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TIPO EMILIA 20 (ISSMFE 1988)

PROVA PI

TABELLA VALORI DI RESISTENZA

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0.00 - 0.20	---	---	---	1	6.80 - 7.00	3	14.4	---	8
0.20 - 0.40	---	---	---	1	7.00 - 7.20	5	24.0	---	8
0.40 - 0.60	---	---	---	1	7.20 - 7.40	7	33.6	---	8
0.60 - 0.80	---	---	---	1	7.40 - 7.60	6	28.8	---	8
0.80 - 1.00	---	---	---	2	7.60 - 7.80	6	28.8	---	8
1.00 - 1.20	---	---	---	2	7.80 - 8.00	4	18.3	---	9
1.20 - 1.40	---	---	---	2	8.00 - 8.20	4	18.3	---	9
1.40 - 1.60	---	---	---	2	8.20 - 8.40	3	13.7	---	9
1.60 - 1.80	---	---	---	2	8.40 - 8.60	3	13.7	---	9
1.80 - 2.00	---	---	---	3	8.60 - 8.80	3	13.7	---	9
2.00 - 2.20	---	---	---	3	8.80 - 9.00	4	17.4	---	10
2.20 - 2.40	---	---	---	3	9.00 - 9.20	4	17.4	---	10
2.40 - 2.60	---	---	---	3	9.20 - 9.40	6	26.1	---	10
2.60 - 2.80	---	---	---	3	9.40 - 9.60	7	30.5	---	10
2.80 - 3.00	---	---	---	4	9.60 - 9.80	8	34.9	---	10
3.00 - 3.20	---	---	---	4	9.80 - 10.00	9	37.5	---	11
3.20 - 3.40	---	---	---	4	10.00 - 10.20	10	41.7	---	11
3.40 - 3.60	---	---	---	4	10.20 - 10.40	11	45.8	---	11
3.60 - 3.80	34	204.8	---	4	10.40 - 10.60	12	50.0	---	11
3.80 - 4.00	21	118.9	---	5	10.60 - 10.80	14	58.3	---	11
4.00 - 4.20	23	130.3	---	5	10.80 - 11.00	14	55.9	---	12
4.20 - 4.40	20	113.3	---	5	11.00 - 11.20	17	67.8	---	12
4.40 - 4.60	11	62.3	---	5	11.20 - 11.40	18	71.8	---	12
4.60 - 4.80	10	56.6	---	5	11.40 - 11.60	18	71.8	---	12
4.80 - 5.00	9	48.1	---	6	11.60 - 11.80	18	71.8	---	12
5.00 - 5.20	10	53.4	---	6	11.80 - 12.00	21	80.4	---	13
5.20 - 5.40	12	64.1	---	6	12.00 - 12.20	23	88.0	---	13
5.40 - 5.60	10	53.4	---	6	12.20 - 12.40	22	84.2	---	13
5.60 - 5.80	7	37.4	---	6	12.40 - 12.60	26	99.5	---	13
5.80 - 6.00	8	40.5	---	7	12.60 - 12.80	28	107.2	---	13
6.00 - 6.20	6	30.3	---	7	12.80 - 13.00	31	114.1	---	14
6.20 - 6.40	5	25.3	---	7	13.00 - 13.20	38	139.8	---	14
6.40 - 6.60	2	10.1	---	7	13.20 - 13.40	44	161.9	---	14
6.60 - 6.80	2	10.1	---	7	13.40 - 13.60	50	184.0	---	14

Data di inizio prova: 12/05/2011

Pag. 1/2

Data di fine prova: 12/05/2011

Lo Sperimentatore
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Andrea Manelli



Laboratorio SIGMA s.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

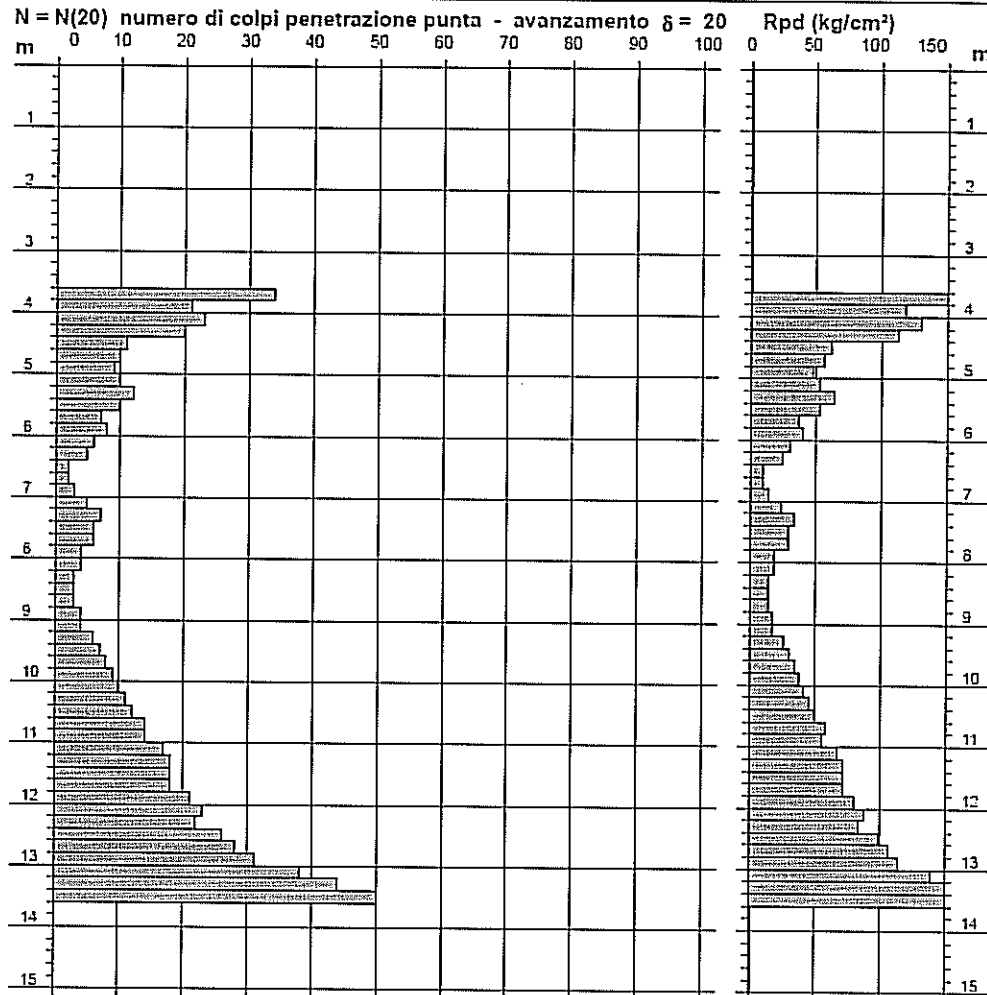
D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TIPO EMILIA 20 (ISSMFE 1988)

PROVA P1

DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd



Data di inizio prova: 12/05/2011

Pag. 2/2

Data di fine prova: 12/05/2011

Lo Sperimentatore
Geo. Gianni Gambetta Vianna

Certificato n. 1164/G del 01/06/2011

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Andrea Masturilli



Laboratorio SIGMA s.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

Rapporto di prova n. 00486 del 01/06/2011

V.A. 198/1458 del 12/05/2011

COMMITTENTE: COMUNE DI PRATO – SERVIZIO EDILIZIA PUBBLICA
INDIRIZZO: Piazza Mercatale, 31 – Prato.
CANTIERE: Nuova Scuola Materna – Località Ponzano – Prato.
ESPERIENZE EFFETTUATE: Prove su terra
Il presente rapporto di prova è costituito da n. 2 pagine.

RELAZIONE

Il giorno 12/05/2011 sono stati consegnati al Laboratorio 2 campioni di terra contrassegnati nel modo seguente:

Campione CPT1/C1: Campione 1 prelevato dalla verticale CPT 1 a profondità compresa tra 2.0m e 2.6m dal piano campagna.

Campione CPT2/C1: Campione 1 prelevato dalla verticale CPT 2 a profondità compresa tra 2.0m e 2.6m dal piano campagna.

Sui campioni sono state eseguite le seguenti esperienze:

1. Determinazione del peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2).
2. Determinazione del contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1).
3. Determinazione della massa volumica reale (UNI CEN ISO/TS 17892-3).
4. Prova di taglio diretto CD (UNI CEN ISO/TS 17892-10).
5. Prova di compressione ELL (UNI CEN ISO/TS 17892-7).
6. Prova edometrica ad incrementi di carico controllati (UNI CEN ISO/TS 17892-5).

La classe dei campioni è stata attribuita in accordo alla tabella 3.1 della norma EN 1997-2:2007.

I risultati delle prove sono stati riportati nei certificati indicati con i numeri dal 1154/G al 1161/G.

La prova di taglio CD permette l'interpretazione dei seguenti parametri:

Campione CPT1/C1

Angolo di attrito $\phi' = 29.8^\circ$
Coesione drenata $c' = 16\text{kPa}$

Campione CPT2/C1

Angolo di attrito $\phi' = 30.9^\circ$
Coesione drenata $c' = 9\text{kPa}$

Lo Sperimentatore
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Andrea Manuelli



Laboratorio SIGMA s.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

N. di certificato: 1154/G del 01/06/11

COMMITTENTE: COMUNE DI PRATO

IMPRESA: --

CANTIERE: Nuova Scuola Materna - Ponzano - Prato

Verbale di accettazione: 198/1458

SOND.: CPT1CAMP.: 1

PROFONDITA', m: 2.0 - 2.6

CARATTERISTICHE FISICO-VOLUMETRICHE

CONTENUTO IN ACQUA %	= 18.16
UNI CEN ISO/TS 17892-1	
PESO DI VOLUME kN/m ³	= 20.47
UNI CEN ISO/TS 17892-2	
PESO SPECIFICO DEI GRANULI, t/m ³	= 2.70
UNI CEN ISO/TS 17892-3	
VALORI DERIVATI	
DENSITA' SECCA kN/m ³	= 17.32
INDICE DEI VUOTI	= 0.530
POROSITA'	= 0.346
GRADO DI SATURAZIONE %	= 92.57

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 1/1

Lo Sperimentatore
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 12/05/11-13/05/11

Il Direttore del laboratorio
Ing. A. Manfredi



Laboratorio SIGMA s.r.l. – Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

N. di certificato: 1155/G del 01/06/201

COMMITTENTE: COMUNE DI PRATO

IMPRESA: - -

CANTIERE: Nuova Scuola Materna - Ponzano - Prato

Verbale di accettazione: 198/1458

SOND.: CPT1CAMP.: 1

PROFONDITA', m: 2.0 - 2.6

PROVA EDOMETRICA I.L. UNI CEN ISO/TS 17892-5

Condizioni del campione: Q1

Caratteristiche del campione

diametro, cm= 5.05

altezza, cm= 2.00

	Iniziale	Finale
contenuto in acqua, %	19.29	19.43
grado di saturazione, %	90.67	-
peso di volume, kN/m^3	20.06	0.00
densità secca, kN/m^3	16.82	0.00
Peso specifico dei grani, t/m^3	2.70	2.70
Indice dei vuoti, -	0.58	-

Pressioni	Cedimenti	$\Delta H/H$	Indice Vuoti	Mod. Edom.
Kpa	mm	%	-	KPa
25.00	0.110	0.55	0.566	-
49.00	0.195	0.97	0.560	5604.00
98.00	0.440	2.20	0.540	3936.50
196.00	0.750	3.75	0.516	6134.48
392.00	1.125	5.63	0.486	9963.33
785.00	1.590	7.95	0.450	15755.92
1569.00	2.160	10.80	0.405	24929.82
392.00	2.000	10.00	0.418	-
98.00	1.760	8.80	0.436	-
25.00	1.540	7.70	0.454	-

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 1/4

Lo Sperimentatore
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 12/05/11-25/05/11

Il Direttore del laboratorio
Ing. A. Martelli



Laboratorio SIGMA s.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

N. di certificato: 1155/G del 01/06/201

COMMITTENTE: COMUNE DI PRATO

IMPRESA: - -

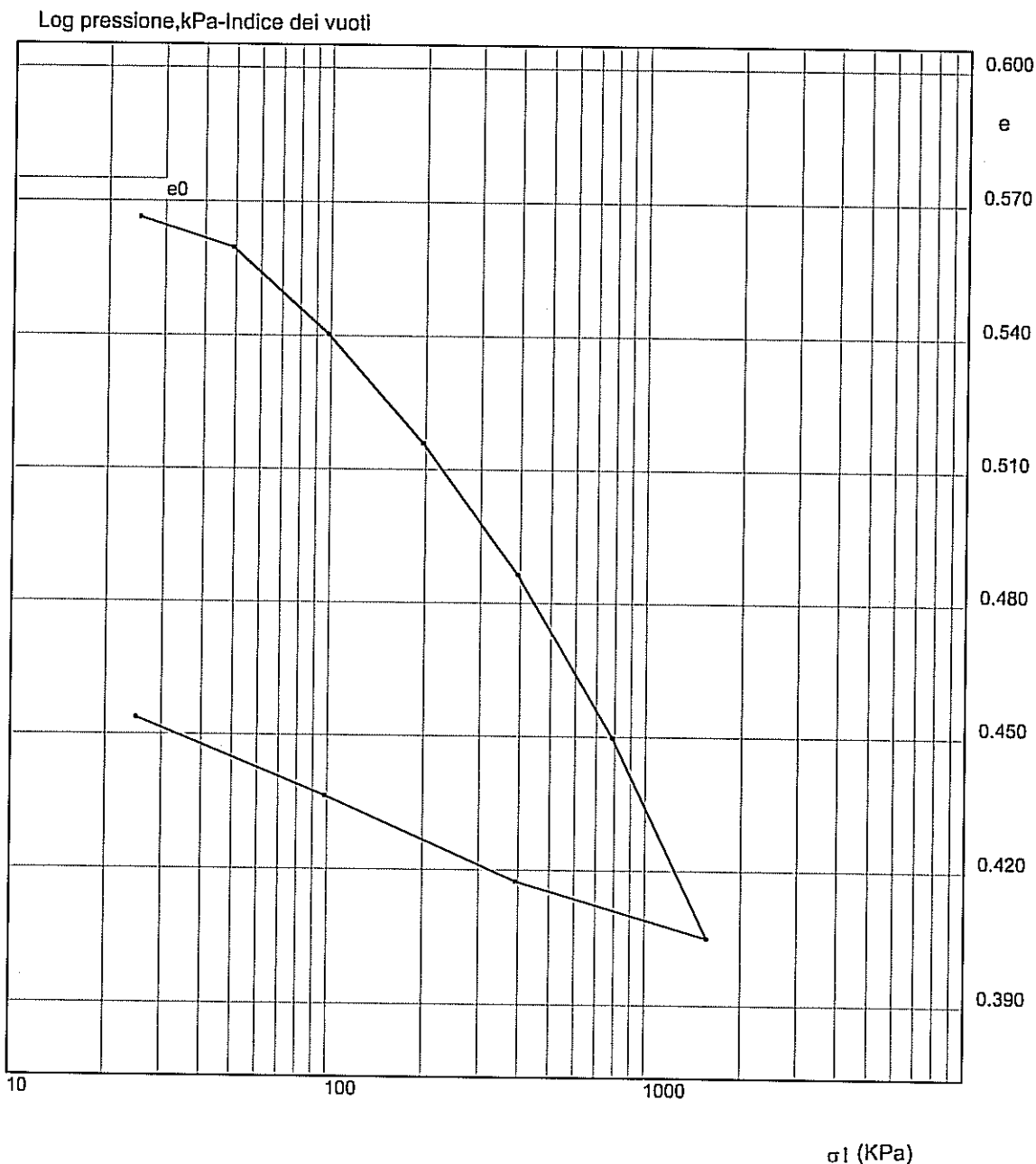
CANTIERE: Nuova Scuola Materna - Ponzano - Prato

Verbale di accettazione: 198/1458

SOND.: CPT1CAMP.: 1

PROFONDITA', m: 2.0 - 2.6

PROVA EDOMETRICA I.L. UNI CEN ISO/TS 17892-5



NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 2/4

Lo Sperimentatore
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 12/05/11-25/05/11

Il Direttore del laboratorio
Ing. A. Manuelli



Laboratorio SIGMA s.r.l. – Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

N. di certificato: 1155/G del 01/06/11

COMMITTENTE: COMUNE DI PRATO

IMPRESA: - -

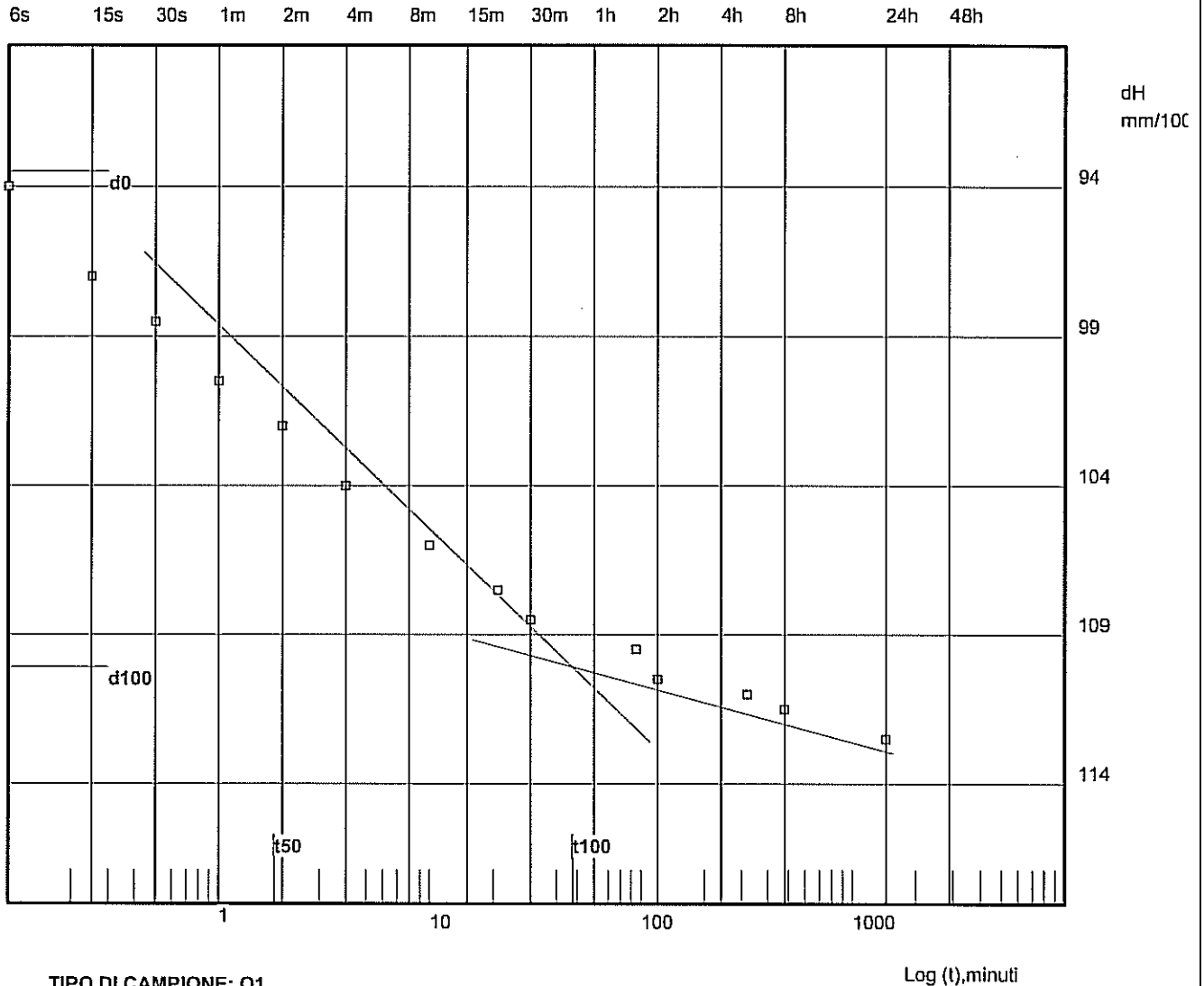
CANTIERE: Nuova Scuola Materna - Ponzano - Prato

Verbale di accettazione: 198/1458

SOND.: CPT1CAMP.: 1

PROFONDITA', m: 2.0 - 2.6

PROVA EDOMETRICA-CURVA DI CONSOLIDAZIONE UNI CEN ISO/TS 17892-5



TIPO DI CAMPIONE: Q1

PRESSIONE da 196.00 kPa a 392.00 kPa

$t_{50} = 110$ sec

$C_v = 1.61E-03$ cm²/sec

$k = 1.57E-08$ cm/sec

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 3/4

Lo Sperimentatore
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 12/05/11-25/05/11

Il Direttore del laboratorio
Ing. A. Manuelli



Laboratorio SIGMA s.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

N. di certificato: 1155/G del 01/06/11

COMMITTENTE: COMUNE DI PRATO

IMPRESA: - -

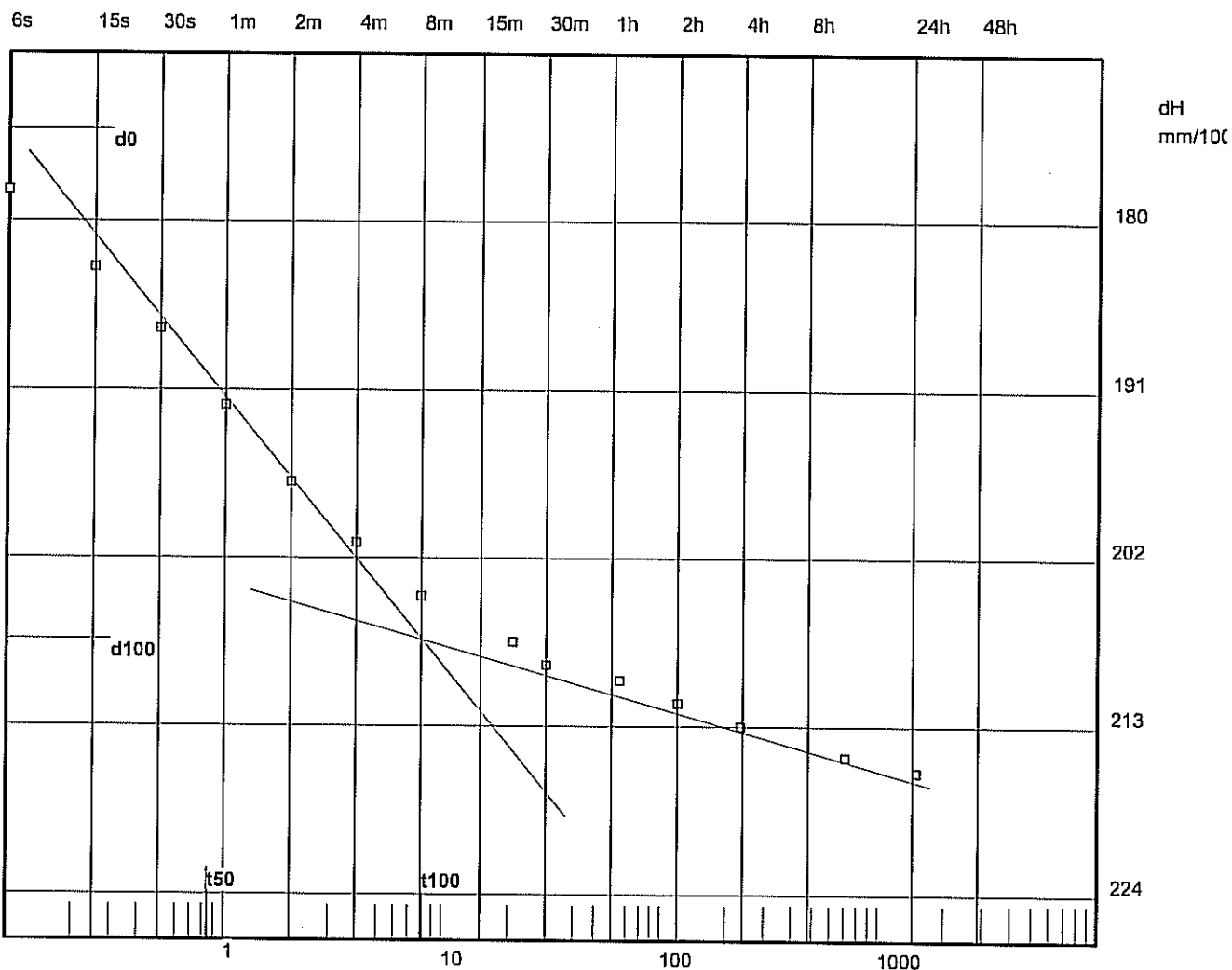
CANTIERE: Nuova Scuola Materna - Panzano - Prato

Verbale di accettazione: 198/1458

SOND.: CPT1CAMP.: 1

PROFONDITA', m: 2.0 - 2.6

PROVA EDOMETRICA-CURVA DI CONSOLIDAZIONE UNI CEN ISO/TS 17892-5



TIPO DI CAMPIONE: Q1

PRESSIONE da 785.00 kPa a 1569.00 kPa

t50= 50 sec

Cv= 3.19E-03 cm²/sec

k= 1.24E-08 cm/sec

Log (t),minuti

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 4/4

Lo Sperimentatore
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 12/05/11-25/05/11

Il Direttore del laboratorio
Ing. A. Marzulli



Laboratorio SIGMA s.r.l. – Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

N. di certificato: 1156/G del 01/06/11

COMMITTENTE: COMUNE DI PRATO

IMPRESA: - -

CANTIERE: Nuova Scuola Materna - Ponzano - Prato

Verbale di accettazione: 198/1458

SOND.: CPT1CAMP.: 1

PROFONDITA', m: 2.0 - 2.6

PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. UNI CEN ISO/TS 17892-10

Condizioni del campione: Q1

Caratteristiche iniziali del campione

lato, mm= 60.00

altezza, mm= 20.00

	1	2	3
contenuto in acqua, %	18.92	19.20	19.91
grado di saturazione, %	-	-	-
peso di volume, kN/m ³	20.32	19.04	20.63
densità secca, kN/m ³	17.09	15.98	17.20
Peso specifico dei grani, t/m ³	-	-	-
Indice dei vuoti, -	-	-	-

PRESSIONI VERTICALI

kPa

98.07
196.14
294.21

RESISTENZA AL TAGLIO

kPa

72.38
129.26
184.72

RESISTENZA RESIDUA

kPa

-
-
-

PARAMETRI A ROTTURA

RESISTENZA AL TAGLIO

kPa

72.38
129.26
184.72

DEF. ORIZZONTALE

mm

2.73
2.91
3.01

DEF. VERTICALE

mm/100

-13.70
-41.40
-27.20

Velocità di taglio= 0.0052 mm/minuto

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 1/2

Lo Sperimentatore
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 12/05/11-31/05/11

Il Direttore del laboratorio
Ing. A. Manuelli



Laboratorio SIGMA s.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

N. di certificato: 1156/G del 01/06/11

COMMITTENTE: COMUNE DI PRATO

IMPRESA: - -

CANTIERE: Nuova Scuola Materna - Ponzano - Prato

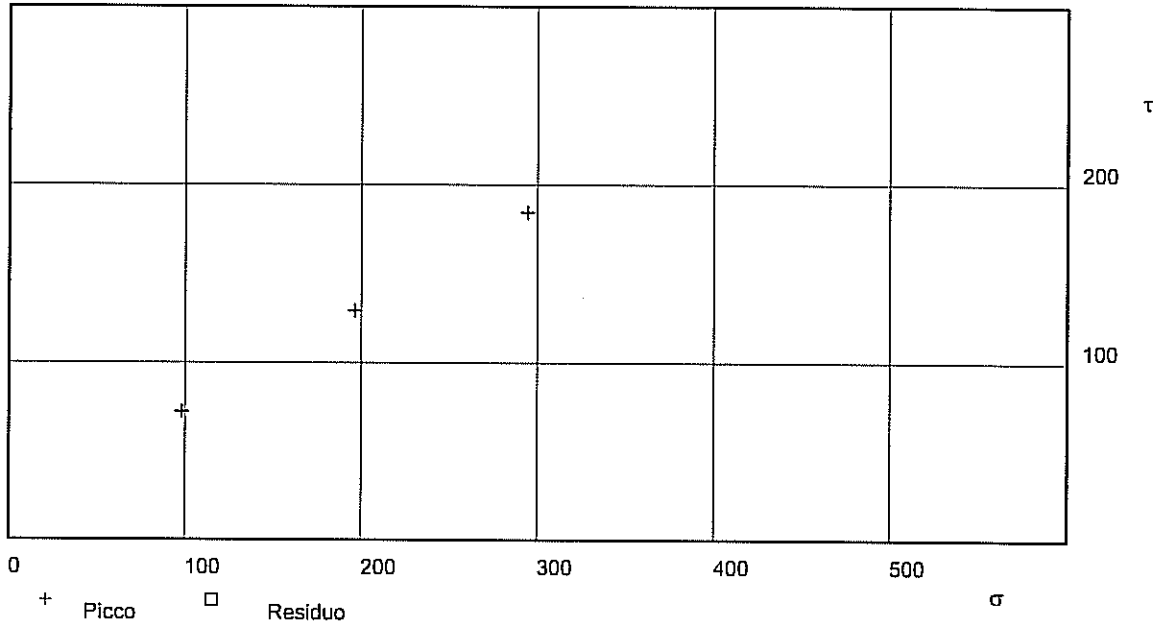
Verbale di accettazione: 198/1458

SOND.: CPT1CAMP.: 1

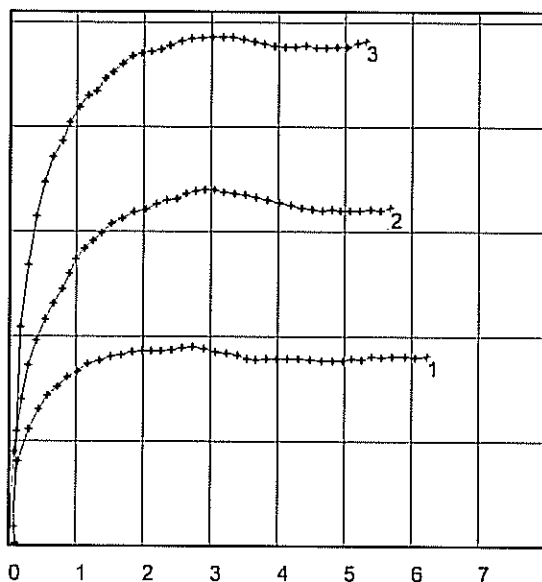
PROFONDITA', m: 2.0 - 2.6

PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. UNI CEN ISO/TS 17892-10

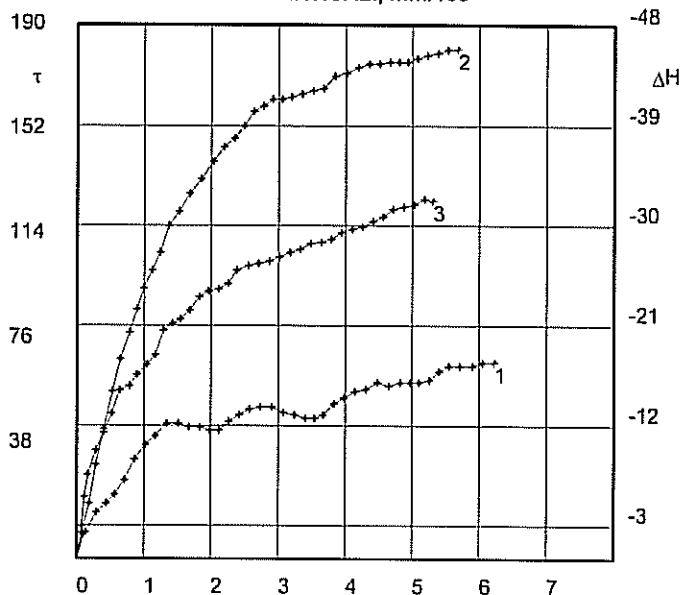
Sforzo di taglio, (kPa)-Pressione verticale (kPa)



SFORZO DI TAGLIO (kPa)



DEFORMAZIONI VERTICALI, mm/100



Deformazione orizzontale (mm)

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 2/2

Lo Sperimentatore
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 12/05/11-31/05/11

Il Direttore del laboratorio
Ing. A. Manuelli



Laboratorio SIGMA s.r.l. – Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

N. di certificato: 1157/G del 01/06/11

COMMITTENTE: COMUNE DI PRATO

IMPRESA: - -

CANTIERE: Nuova Scuola Materna - Ponzano - Prato

Verbale di accettazione: 198/1458

SOND.: CPT1CAMP.: 1

PROFONDITA', m: 2.0 - 2.6

PROVA DI COMPRESSIONE SEMPLICE UNI CEN ISO/TS 17892-7

CARATTERISTICHE INIZIALI DEL PROVINO

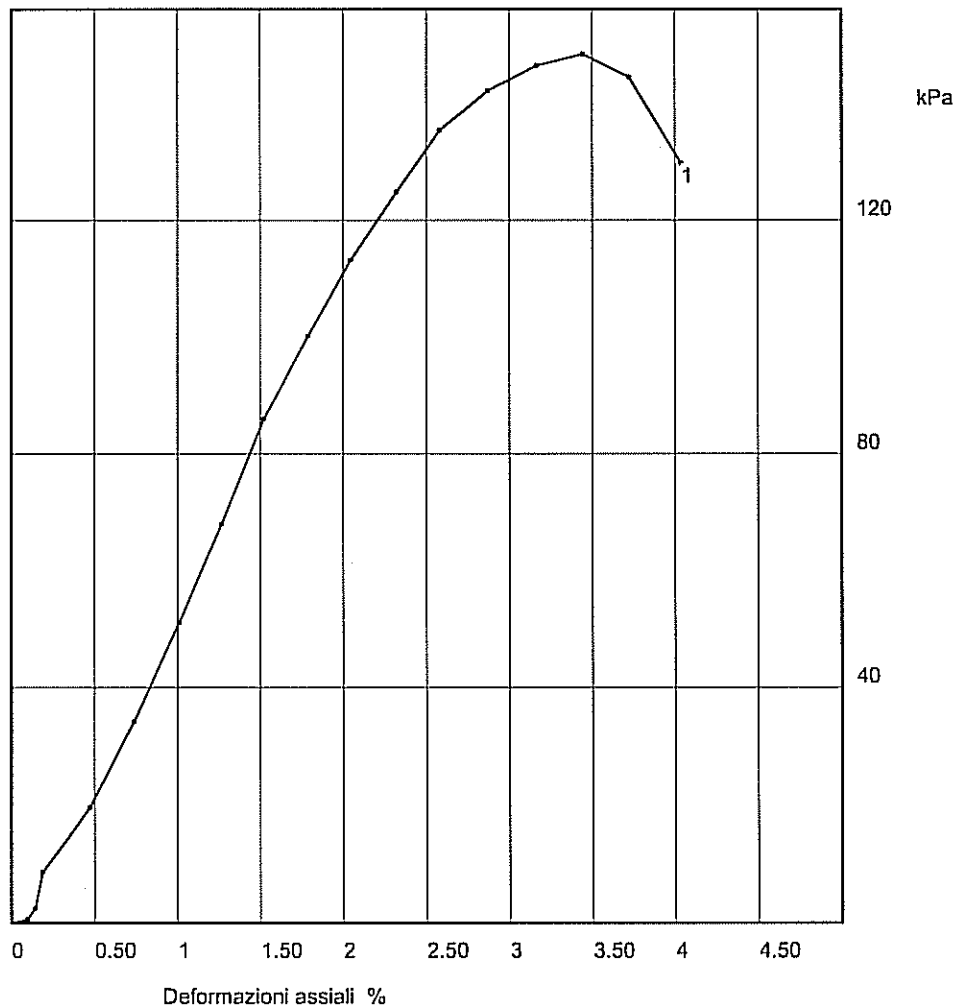
Diametro: 3.81 cm

Altezza: 7.62 cm

Contenuto in acqua UNI CEN ISO/TS 17892-1= 17.45 %

Peso di volume UNI CEN ISO/TS 17892-2= 18.68 kN/m³

Deformazione assiale %-pressione kPa



Pressione a rottura kPa=
Deformazione a rottura %=
148.34
3.44

Provino n. = 1

Velocità di deformazione, mm/min= 1.5
Angolo di rottura (°)= 30
Condizioni del campione: Q1

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 1/1

Lo Sperimentatore
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 12/05/11-13/05/11

Il Direttore del laboratorio
Ing. A. Manuelli



Laboratorio SIGMA s.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

N. di certificato: 1158/G del 01/06/11

COMMITTENTE: COMUNE DI PRATO

IMPRESA: - -

CANTIERE: Nuova Scuola Materna - Ponzano - Prato

Verbale di accettazione: 198/1458

SOND.: CPT2CAMP.: 1

PROFONDITA', m: 2.0 - 2.6

CARATTERISTICHE FISICO-VOLUMETRICHE

CONTENUTO IN ACQUA %	= 21.02
UNI CEN ISO/TS 17892-1	
PESO DI VOLUME kN/m ³	= 20.76
UNI CEN ISO/TS 17892-2	
PESO SPECIFICO DEI GRANULI, t/m ³	= 2.71
UNI CEN ISO/TS 17892-3	

VALORI DERIVATI

DENSITA' SECCA kN/m ³	= 17.16
INDICE DEI VUOTI	= 0.550
POROSITA'	= 0.355
GRADO DI SATURAZIONE %	= 103.63

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 1/1

Lo Sperimentatore
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 12/05/11-13/05/11

Il Direttore del Laboratorio
Ing. A. Manuelli



Laboratorio SIGMA s.r.l. – Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

N. di certificato: 1159/G del 01/06/201

COMMITTENTE: COMUNE DI PRATO

IMPRESA: - -

CANTIERE: Nuova Scuola Materna - Ponzano - Prato

Verbale di accettazione: 198/1458

SOND.: CPT2CAMP.: 1

PROFONDITA', m: 2.0 - 2.6

PROVA EDOMETRICA I.L. UNI GEN ISO/TS 17892-5

Condizioni del campione: Q1

Caratteristiche del campione

diámetro, cm= 5.05

altezza, cm= 2.00

	Iniziale	Finale
contenuto in acqua, %	21.53	18.72
grado di saturazione, %	96.69	-
peso di volume, kN/m ³	20.14	0.00
densità secca, kN/m ³	16.57	0.00
Peso specifico dei grani, t/m ³	2.71	2.71
Indice dei vuoti, -	0.60	-

Pressioni	Cedimenti	$\Delta H/H$	Indice Vuoti	Mod. Edom.
Kpa	mm	%	-	KPa
25.00	0.210	1.05	0.587	-
49.00	0.415	2.08	0.570	2304.88
98.00	0.680	3.40	0.549	3596.88
196.00	0.995	4.98	0.524	5961.67
392.00	1.455	7.27	0.487	7999.78
785.00	2.020	10.10	0.442	12702.94
1569.00	2.690	13.45	0.388	20647.28
392.00	2.560	12.80	0.398	-
98.00	2.380	11.90	0.413	-
25.00	2.200	11.00	0.427	-

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 1/4

Lo Sperimentatore
Geol. G. Gambetta-Vianna

Data esecuzione prove: 12/05/11-25/05/11

Il Direttore del laboratorio
Ing. A. Manuelli



Laboratorio SIGMA s.r.l. – Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

N. di certificato: 1159/G del 01/06/201

COMMITTENTE: COMUNE DI PRATO

IMPRESA: - -

CANTIERE: Nuova Scuola Materna - Ponzano - Prato

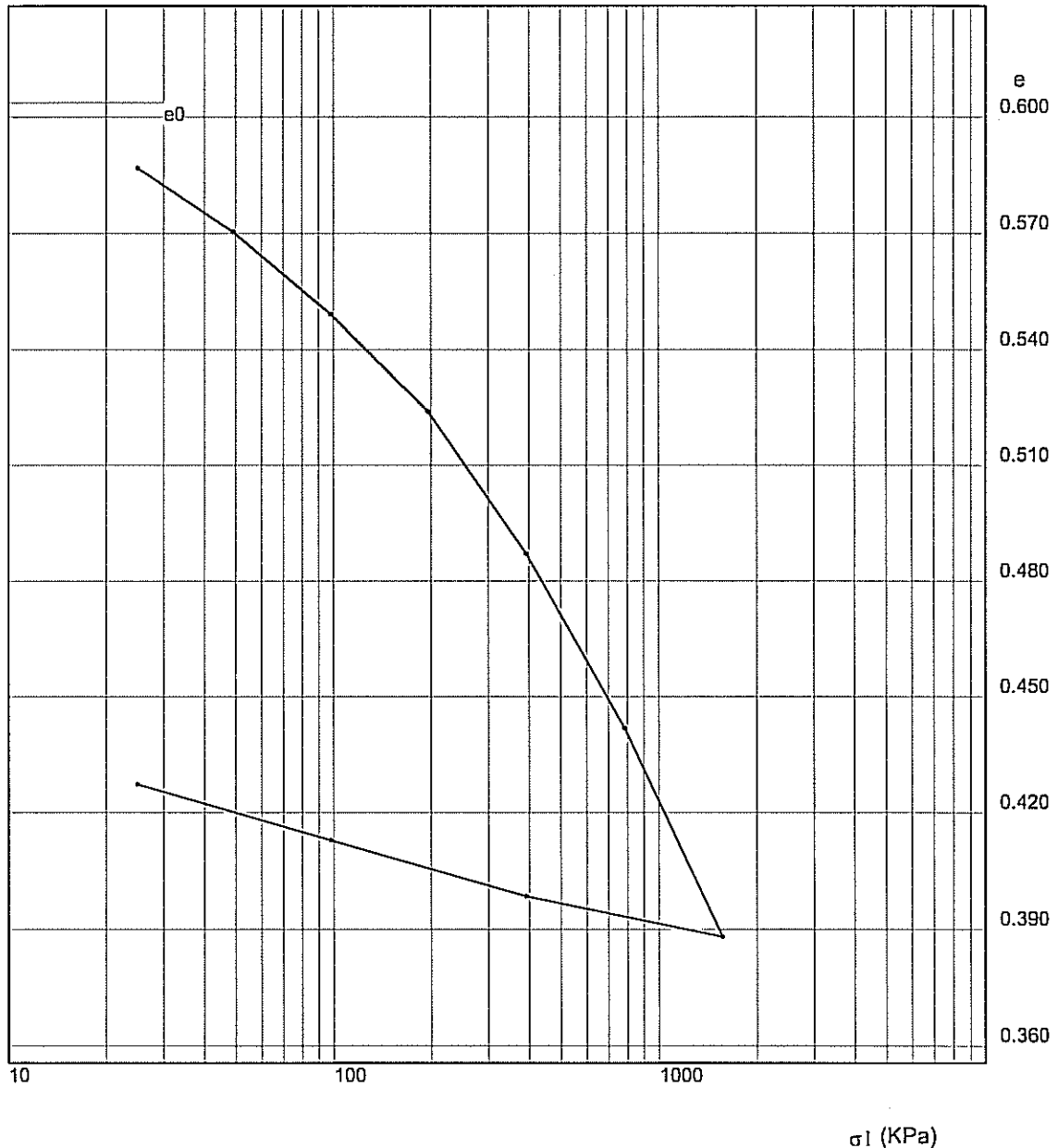
Verbale di accettazione: 198/1458

SOND.: CPT2CAMP.: 1

PROFONDITA', m: 2.0 - 2.6

PROVA EDOMETRICA I.L. UNI CEN ISO/TS 17892-5

Log pressione, kPa-Indice dei vuoti



NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 2/4

Lo Sperimentatore
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 12/05/11-25/05/11

Il Direttore del laboratorio
Ing. A. Mantelli



Laboratorio SIGMA s.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

N. di certificato: 1159/G del 01/06/11

COMMITTENTE: COMUNE DI PRATO

IMPRESA: - -

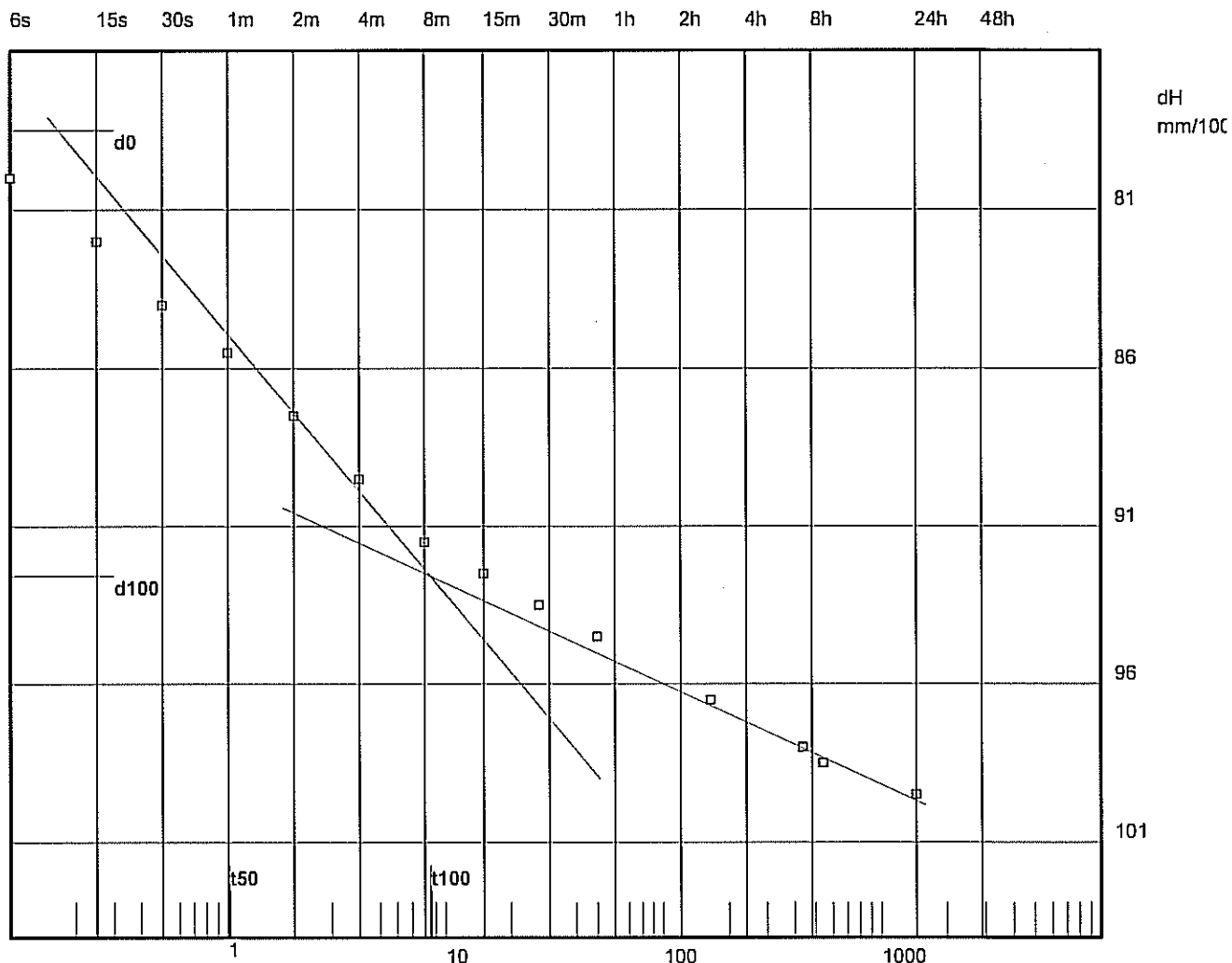
CANTIERE: Nuova Scuola Materna - Ponzano - Prato

Verbale di accettazione: 198/1458

SOND.: CPT2CAMP.: 1

PROFONDITA', m: 2.0 - 2.6

PROVA EDOMETRICA-CURVA DI CONSOLIDAZIONE UNI CEN ISO/TS 17892-5



TIPO DI CAMPIONE: Q1

PRESSIONE da 98.00 kPa a 196.00 kPa

t50= 61 sec

Cv= 2.96E-03 cm²/sec

k= 4.83E-08 cm/sec

Log (t),minuti

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 3/4

Lo Sperimentatore
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 12/05/11-25/05/11

Il Direttore del laboratorio
Ing. A. Maruelli



Laboratorio SIGMA s.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

N. di certificato: 1159/G del 01/06/11

COMMITTENTE: COMUNE DI PRATO

IMPRESA: - -

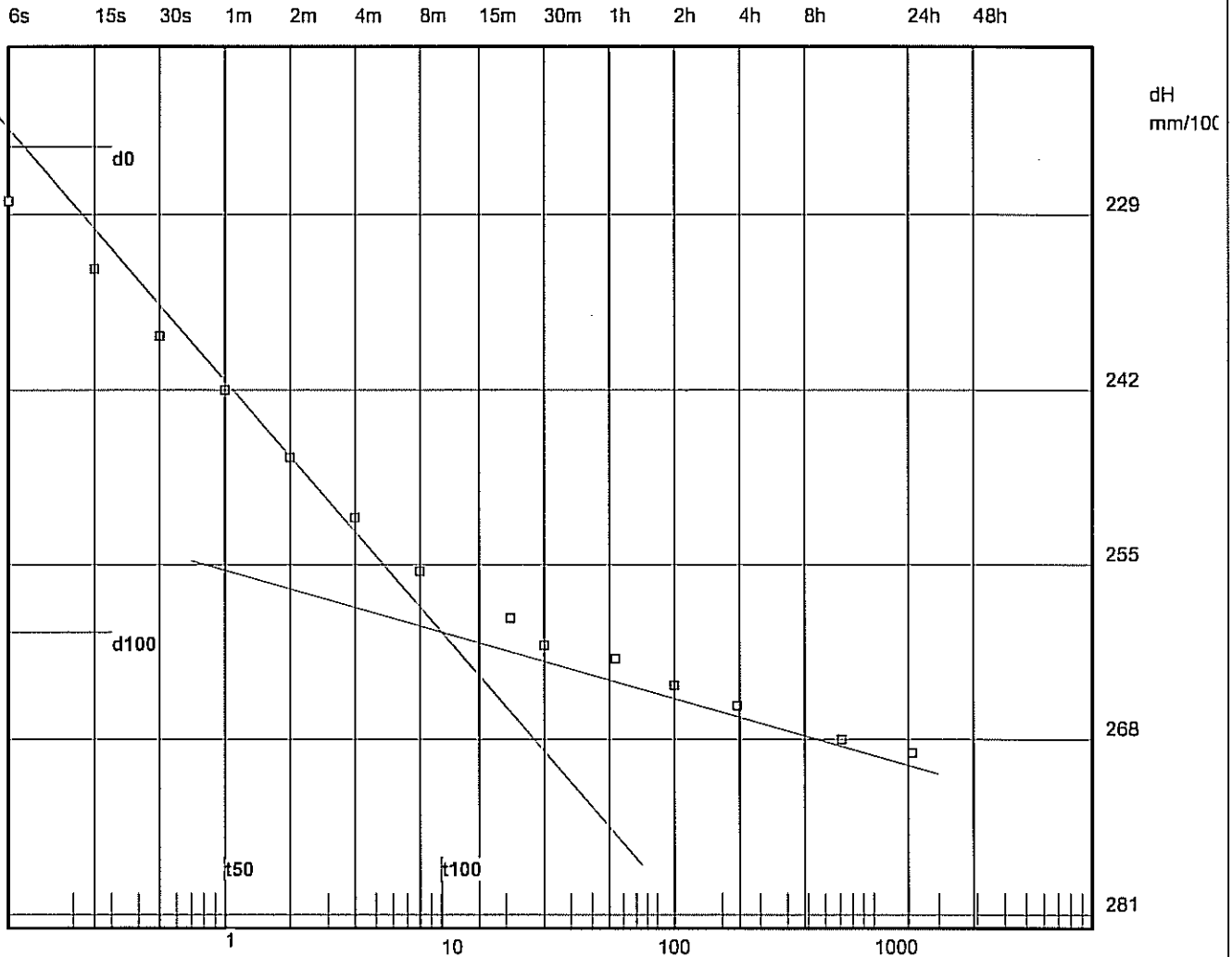
CANTIERE: Nuova Scuola Materna - Ponzano - Prato

Verbale di accettazione: 198/1458

SOND.: CPT2CAMP.: 1

PROFONDITA', m: 2.0 - 2.6

PROVA EDOMETRICA-CURVA DI CONSOLIDAZIONE UNI CEN ISO/TS 17892-5



TIPO DI CAMPIONE: Q1

PRESSIONE da 785.00 kPa a 1569.00 kPa

t50= 60 sec

Cv= 2.53E-03 cm²/sec

k= 1.18E-08 cm/sec

Log (t),minuti

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 4/4

Lo Sperimentatore
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 12/05/11-25/05/11

Il Direttore del laboratorio
Ing. A. Manelli



Laboratorio SIGMA s.r.l. – Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

N. di certificato: 1160/G del 01/06/11

COMMITTENTE: COMUNE DI PRATO

IMPRESA: - -

CANTIERE: Nuova Scuola Materna - Ponzano - Prato

Verbale di accettazione: 198/1458

SOND.: CPT2CAMP.: 1

PROFONDITA', m: 2.0 - 2.6

PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. UNI CEN ISO/TS 17892-10

Condizioni del campione: Q1

Caratteristiche iniziali del campione

lato, mm= 60.00

altezza, mm= 20.00

	1	2	3
contenuto in acqua, %	19.05	22.14	23.08
grado di saturazione, %	-	-	-
peso di volume, kN/m ³	18.73	20.68	20.83
densità secca, kN/m ³	15.73	16.93	16.93
Peso specifico dei grani, t/m ³	-	-	-
Indice dei vuoti, -	-	-	-

PRESSIONI VERTICALI

kPa

98.07
196.14
294.21

RESISTENZA AL TAGLIO

kPa

66.88
126.86
184.17

RESISTENZA RESIDUA

kPa

-
-
-

PARAMETRI A ROTTURA

RESISTENZA AL TAGLIO

kPa

66.88
126.86
184.17

DEF. ORIZZONTALE

mm

4.50
3.60
3.65

DEF. VERTICALE

mm/100

-48.10
-25.20
-29.90

Velocità di taglio= 0.0076 mm/minuto

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina 1/2

Lo Sperimentatore
Geol. G. Gambetta - Vianna

Data esecuzione prove: 12/05/11-31/05/11

Il Direttore del Laboratorio
Ing. A. Manuelli



Laboratorio SIGMA s.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

N. di certificato: 1160/G del 01/06/11

COMMITTENTE: COMUNE DI PRATO

IMPRESA: - -

CANTIERE: Nuova Scuola Materna - Ponzano - Prato

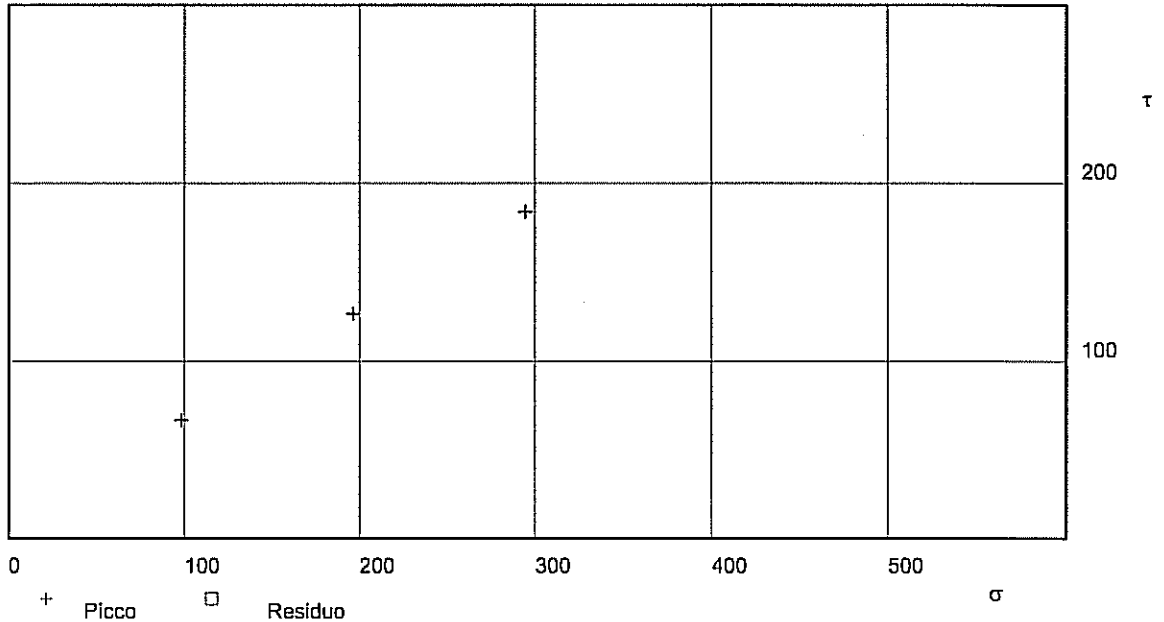
Verbale di accettazione: 198/1458

SOND.: CPT2CAMP.: 1

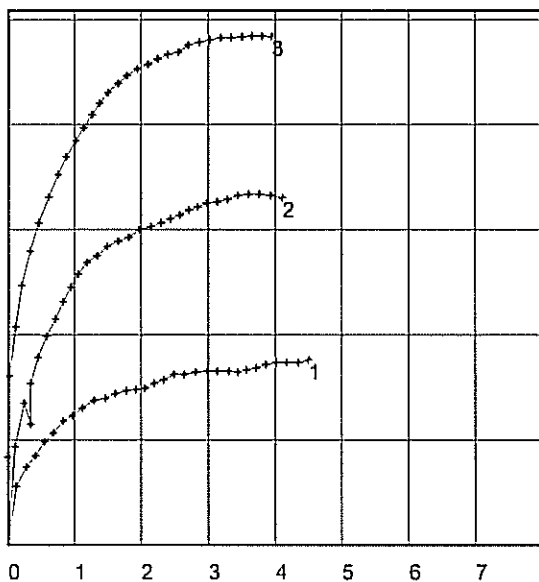
PROFONDITA', m: 2.0 - 2.6

PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. UNI CEN ISO/TS 17892-10

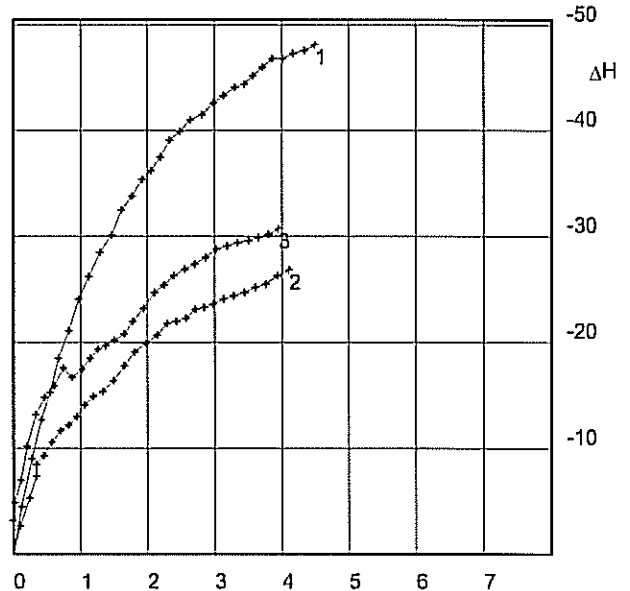
Sforzo di taglio, (kPa)-Pressione verticale (kPa)



SFORZO DI TAGLIO (kPa)



DEFORMAZIONI VERTICALI, mm/100



Deformazione orizzontale (mm)

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 2/2
Lo Sperimentatore
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 12/05/11-31/05/11

Il Direttore del laboratorio
Ing. A. Manuelli



Laboratorio SIGMA s.r.l. - Prove ed indagini geotecniche dal 1973

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)

D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.

Sistema Gestione Qualità
Certificato RINA
ISO 9001:2008

N. di certificato: 1161/G del 01/06/11

COMMITTENTE: COMUNE DI PRATO

IMPRESA: - -

CANTIERE: Nuova Scuola Materna - Ponzano - Prato

Verbale di accettazione: 198/1458

SOND.: CPT2CAMP.: 1

PROFONDITA', m: 2.0 - 2.6

PROVA DI COMPRESSIONE SEMPLICE UNI CEN ISO/TS 17892-7

CARATTERISTICHE INIZIALI DEL PROVINO

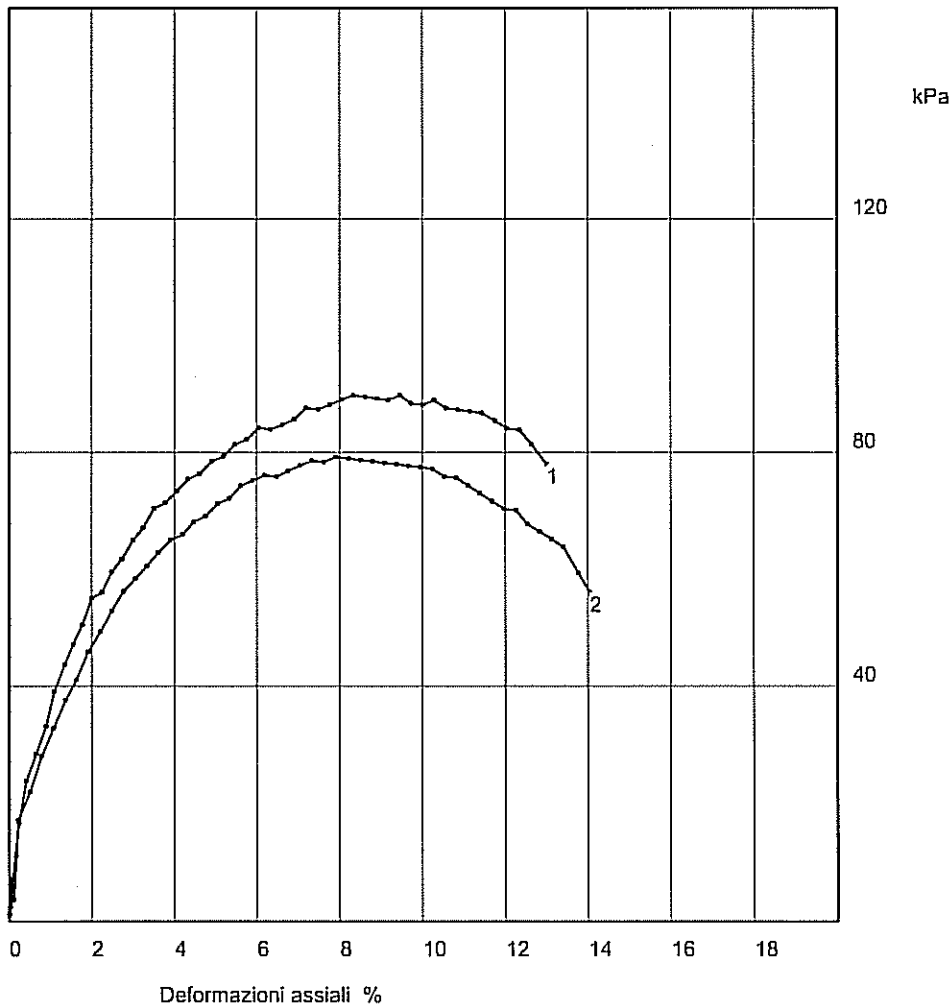
Diametro: 3.81 cm

Contenuto in acqua UNI CEN ISO/TS 17892-1= 22.92 %

Altezza: 7.62 cm

Peso di volume UNI CEN ISO/TS 17892-2= 19.16 kN/m³

Deformazione assiale %-pressione kPa



Pressione a rottura kPa=
Deformazione a rottura %=
89.81
8.33

Provino n. = 1
89.81
8.33

Provino n. = 2
79.22
7.91

Velocità di deformazione, mm/min= 1.5
Angolo di rottura (°)= 45
Condizioni del campione: Q1

NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Pagina: 1/1

Lo Sperimentatore
Geol. G. Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 12/05/11-13/05/11

Il Direttore del laboratorio
Ing. A. Manuelli

PROVINCIA DI PRATO

STUDIO GEOFISICO TRAMITE DOWN-HOLE PER LA COSTRUZIONE DI UNA NUOVA SCUOLA MATERNA IN LOC. PONZANO



LUGLIO 2011

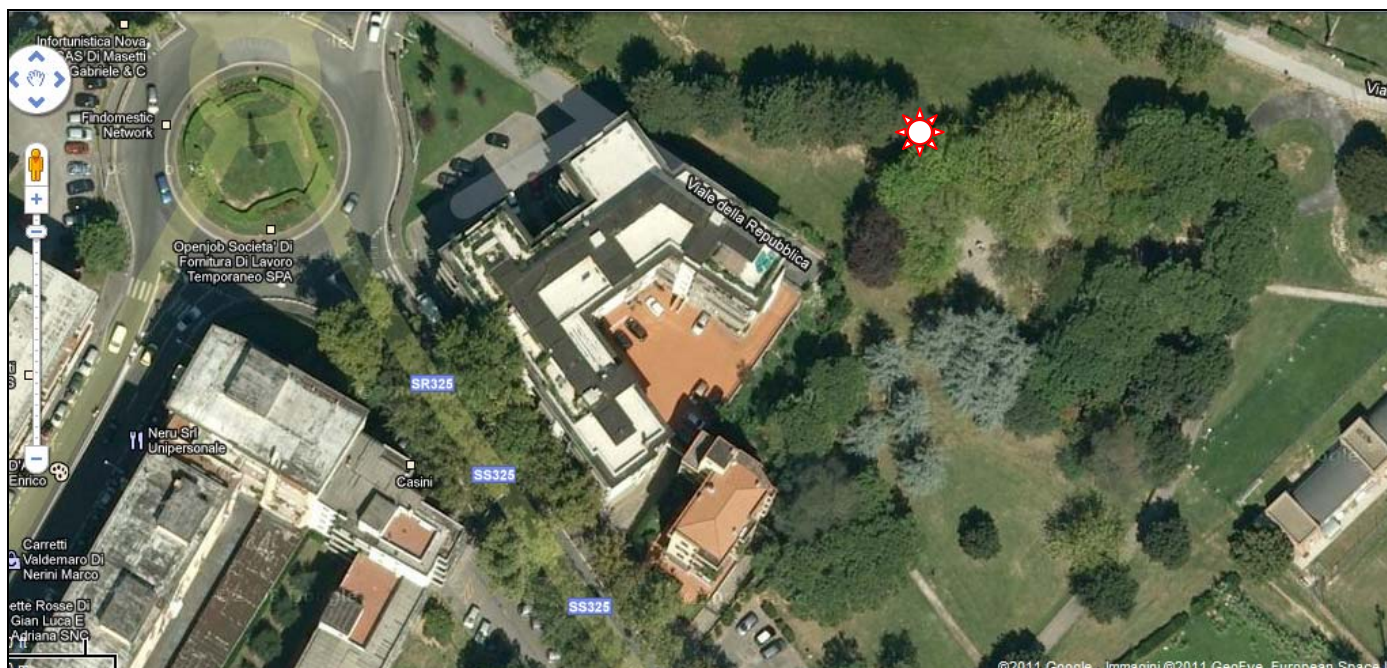
RELAZIONE GEOFISICA

PREMESSA

L'indagine è avvenuta con lo scopo di avere informazioni sulla stratigrafia e sulle caratteristiche sismiche di un terreno che sarà interessato dalla costruzione di nuovi edifici pubblici nel Comune di Prato (scuola materna di Ponzano).

L'indagine è avvenuta su commissione e sotto la direzione tecnica del Laboratorio SIGMA srl (rif. V.A. 239/1724 del 07.06.2011), per conto del Comune di Prato.

Si è quindi eseguito un D.H. su di un foro precedentemente attrezzato fino ad una profondità di 32 metri.



Ubicazione D.H.

ANALISI SVOLTA TRAMITE D.H.

GENERALITA'

La prova downhole consiste nel produrre, sulla superficie del terreno, una sollecitazione orizzontale mediante una sorgente meccanica, e nello studiare il treno d'onde, P e S, che si propagano all'interno del terreno alle varie profondità in direzione verticale, con vibrazioni polarizzate nella direzione di propagazione (onde P), e dirette perpendicolarmente alla direzione di propagazione, polarizzate su un piano orizzontale (onde SH). Mediante due ricevitori (geofoni) disposti nel terreno, a profondità note, viene valutato l'istante di arrivo del treno di onde P e S, rispetto all'istante in cui vengono indotte le sollecitazioni alla sorgente; dividendo quindi per tali valori la distanza (nota) tra sorgente e ricevitori, si può ricavare la velocità delle onde P e S.

SORGENTI E STRUMENTAZIONE

Come sorgenti energizzanti sono stati utilizzati: per le onde P una mazza da 10 kg con piattello di battuta; per le onde SH un parallelepipedo (traversina) di legno percosso sulle estremità opposte da una mazza da 10 kg, in grado di generare onde SH di notevole contenuto energetico, uniformi sia nella direzione di propagazione sia nella polarizzazione (+ e -) e, di contro, con una generazione di onde P trascurabile.

È stato curato in modo particolare l'accoppiamento della traversina con il terreno, in accordo con le disposizioni del Prof. P. Signanini e delle Istruzioni Tecniche aggiornate: in particolare è stato riportato sopra la massicciata costituita da ghiaietto uno strato di terreno limoso-sabbioso di circa 20 cm, dove è stata posta la trave.

Le sorgenti (onde P ed onde SH) sono state disposte perpendicolarmente ad un raggio uscente dai fori di sondaggio, ad una distanza di circa 3 m (per la misura precisa veder lo schema di acquisizione di ciascun sondaggio).

Il sistema di ricezione è costituito da una coppia di geofoni tridimensionali rigidamente collegati tra loro da una barra in p.v.c. (distanza intergeofonica = 1.00 m) dotata di uno smorzatore intermedio in gomma in modo da evitare qualsiasi interazione sismica tra i due sensori. L'accoppiamento del sistema con le pareti del foro è garantito da 4 stantuffi pneumatici comandati dall'esterno, con pressione regolabile fino a 10 atm..

Il sistema di acquisizione è costituito da un sismografo digitale a 24 canali mod. PASI 16 GS acquisizione dati a 24 bit, cumulabilità degli impulsi a 32 bit, filtri in acquisizione ed in uscita, filtri per eliminare linee di tensione, intervallo di campionamento selezionabile, durata di registrazione selezionabile da 50 a 65000 msec, funzione inversione di polarità. Tutte le registrazioni (vedi allegati) sono state effettuate con metodo cross-over, ovvero facendo la differenza tra un ugual numero di battute a destra ed a sinistra (bilanciamento energetico): in tal modo viene esaltato l'istante di primo arrivo delle onde SH, mentre vengono abbattute le eventuali onde P spurie.

In particolare le tracce di ciascuna registrazione si riferiscono (dall'alto verso il basso):

canale n° 1: primo geofono – trasduttore verticale (z)

canale n° 2: primo geofono – trasduttore orizzontale (x)

canale n° 3: primo geofono-trasduttore orizzontale (y)

canale n° 4: secondo geofono –trasduttore verticale (z)

canale n° 5: secondo geofono trasduttore orizzontale (x)

canale n° 6: secondo geofono trasduttore orizzontale (y)

canale n°7:nullo

canale n°8: geofono spia

canale n° 9-10-11-12: nullo

dove per primo si intende quello più vicino alla superficie del terreno e per secondo quello posto 1.00 m più in basso.

INTERPRETAZIONE SISMOGRAMMI ED ESTRAPOLAZIONE DELLA DROMOCRONA

I sismogrammi di campagna sono stati visualizzati direttamente in campagna I files così ottenuti sono stati trattati tramite Winsim 10.1 e Visual Sunt della Wgeosoft, dove direttamente si è svolta la sommatoria delle tracce per avere un miglior controllo energetico

Le tracce sono state riallineate metro per metro, così, per ogni profondità si è potuto visualizzare direttamente le 4 tracce registrate (S) in due battute o le due tracce in p.

Quindi, tramite un'analisi visuale delle tracce si è proceduto a scegliere quella con le migliori doti di leggibilità e le altre sono state eliminate.

Si è ricavato quindi un sismogramma con una traccia per metro, e partendo da questo si è effettuato il picking scegliendo la finestra temporale più adeguata per ciascuna registrazione (100ms per le p, 400 ms per le S).

ORIENTAZIONE DEI GEOFONI

Per orientare i geofoni si è cercato, tramite una battuta di prova, di orientare le terne (tramite una serie di aste calate in foro e solidali con il geofono) in modo tale che una coppia di geofoni S si presentasse il più possibile perpendicolare al fronte d'onda. L'orientazione delle terne non rimaneva costante ma variava da battuta a battuta.

Le registrazioni con orientazione del geofono perpendicolare al fronte d'onda sono poi quelle che si sono scelte per la ricostruzione della dromocrona.

CORREZIONE

Mediante un'applicazione su foglio elettronico Excel (vedi tabulati allegati), i tempi letti sono stati quindi corretti in funzione dello scarto di trigger (in più o in meno rispetto al tempo di trigger medio) ed infine corretti in funzione della geometria del sistema (posizione della sorgente rispetto al foro ed alla profondità di acquisizione) attraverso la formula:

dove z è la profondità del ricevitore, d è la distanza effettiva tra sorgente e ricevitore, R la distanza superficiale tra sorgente e dentro del foro, t il tempo determinato dalle

$$t^* = \frac{z}{d} \cdot t = \frac{z}{\sqrt{z^2 + R^2}} \cdot t$$

tracce di registrazione e t* il tempo corretto.

D.H. Ponzano, Prato

profondità	tempo orizzontale s	tempo orizzontale p	tempo verticale s	tempo verticale p
-1	7.5	8.3	4.2	4.6
-2	14.2	8.3	10.6	6.8
-3	14.3	8.3	12.8	7.3
-4	23	9.7	21.5	8.9
-5	26.5	8.3	25.4	8.0
-6	29	8.3	28.1	8.1
-7	31	12.4	30.3	12.1
-8	35	12.4	34.4	11.8
-9	39.8	12.4	39.3	11.5
-10	37	12.4	36.6	12.4
-11	46.6	13.8	46.2	13.5
-12	50.7	13.8	50.3	14.0
-13	56.2	16.5	55.8	16.6
-14	50.7	16.5	50.4	16.8
-15	60.3	16.5	60.0	16.8
-16	63	19.3	62.7	19.5
-17	58.9	19.3	58.7	19.2
-18	63	17.9	62.8	18.0
-19	64.4	17.9	64.2	17.7
-20	63	16.5	62.8	16.2
-21	63	16.5	62.8	16.3
-22	69.8	22	69.6	21.8
-23	79.4	20.6	79.2	20.5
-24	79.4	22	79.2	22.6
-25	84.9	22	84.7	22.3
-26	87.6	20.6	87.5	20.6
-27	91.7	22	91.6	21.7
-28	89	24.7	88.9	24.6
-29	95.8	23.4	95.7	23.2
-30	94.4	23.4	94.3	23.0
-31	97.7	23.8	97.6	23.5
-32	99.1	23.9	99.0	23.6

RISULTATI D.H.**DETERMINAZIONE DELLE VELOCITA'**

Le velocità dei vari strati sono state quindi determinate con la funzione di regressione lineare relativa a ciascuno degli intervalli rettilinei del diagramma tempi di arrivo-profondità.

In particolare per ogni tratto individuato è stata tracciata una retta di correlazione tramite foglio di lavoro open office .

Le profondità dei punti interpolati (compresi gli estremi) sono indicati nella sottostante tabella.

<i>P</i>	<i>SH</i>
<i>0-5</i>	<i>0-5</i>
<i>5-17</i>	<i>5-17</i>
<i>17-32</i>	<i>17-32</i>

Ha avuto una lunghezza di 32 metri, la distanza del foro dalla sorgente di energizzazione è stata di 2 metri.

RISULTATI OTTENUTI

Si sono riconosciuti i seguenti sismostrati:

<i>Profondità (m)</i>	<i>Vs (m/s)</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>Vp (m/s)</i>
<i>0-5</i>	<i>196</i>	<i>0-5</i>	<i>625</i>
<i>5-17</i>	<i>360</i>	<i>5-17</i>	<i>1071</i>
<i>17-32</i>	<i>368</i>	<i>17-32</i>	<i>3421</i>

PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO IN ESAME

Al livello del terreno il valore del Vs30 registrato è stato di 318 m/s., il terreno sarà classificato quindi in **C**

Vs30 = 318 m/s – CLASSE C

A - Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 3 m.

B - Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica media NSPT > 50, o coesione non drenata media $c_u > 250$ kPa).

C - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < NSPT < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa).

D - Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs30 < 180 m/s ($NSPT < 15$, $c_u < 70$ kPa).

E - Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di VS simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con VS > 800 m/s.

S1 - Terreni che includono uno strato di almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua, con $10 < c_u < 20$ kPa e caratterizzati da valori di Vs30 < 100 m/s.

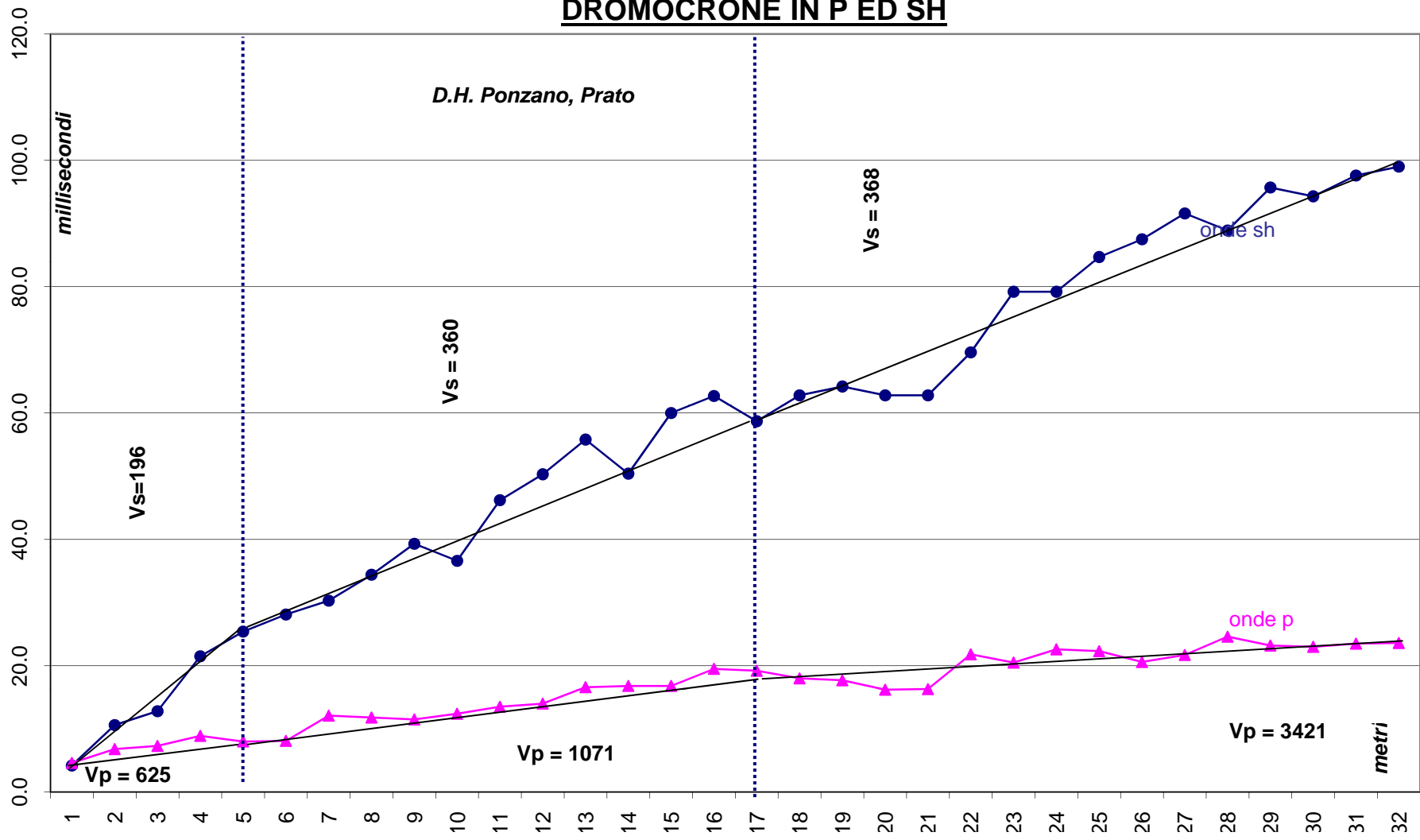
S2 - Terreni soggetti a liquefazione, argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

AREZZO 10-7-2011

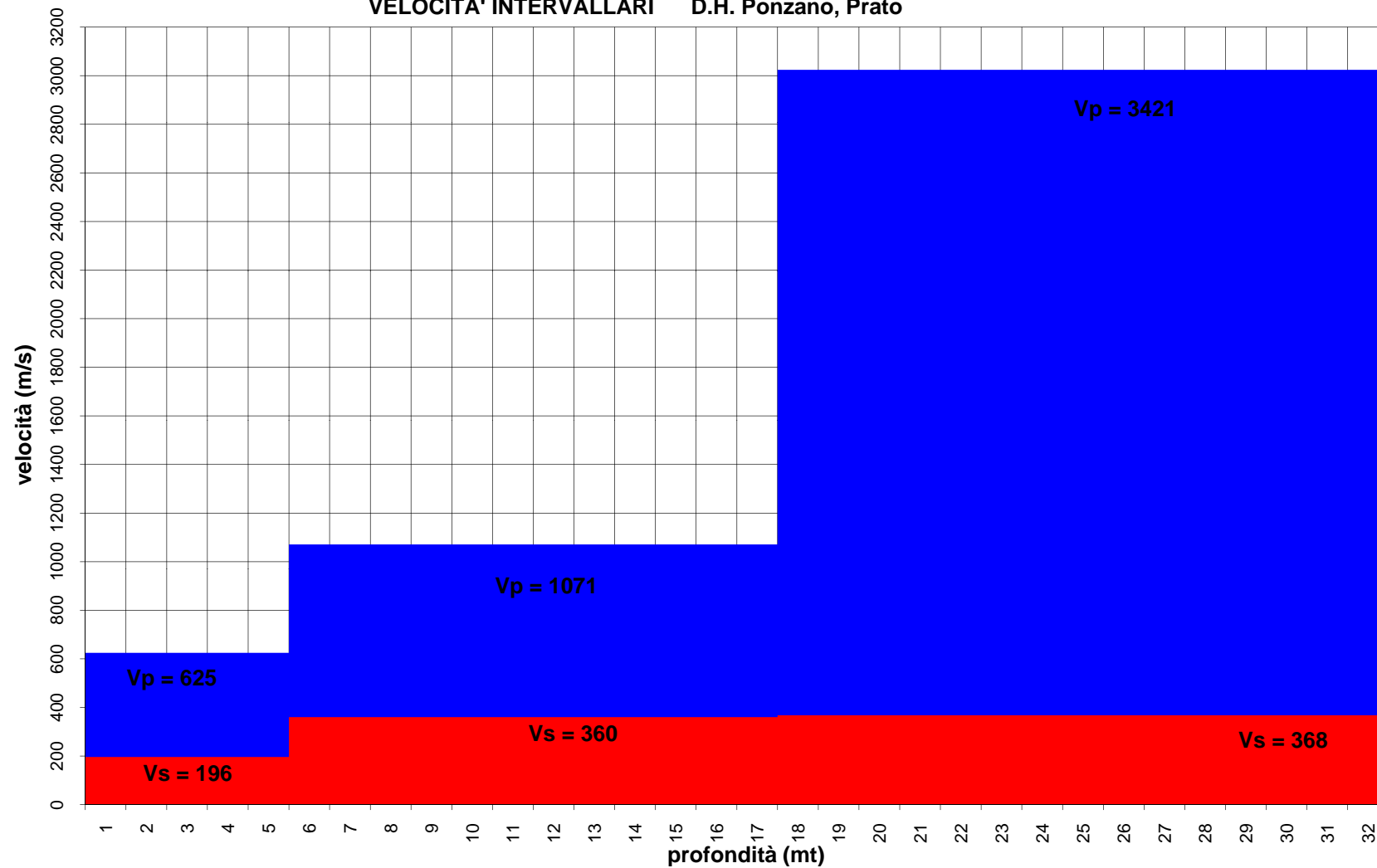
GALILEO GEOFISICA
Dott. SIMONE SECCI – Dott. LORENZO BATTI



DROMOCRONE IN P ED SH



VELOCITA' INTERVALLARI D.H. Ponzano, Prato



PROVINCIA DI PRATO COMUNE DI PRATO

**“STUDIO TRAMITE MASW, ED H/V PER LA
DETERMINAZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI
UN TERRENO ”**

RELAZIONE GEOFISICA



PREMESSA

L'indagine è avvenuta con lo scopo di avere informazioni sulla stratigrafia e sulle caratteristiche sismiche di un terreno nel comune di Prato.

L'indagine è avvenuta su commissione e sotto la direzione tecnica del Laboratorio SIGMA srl (rif. V.A. 198/1458 del 11.05.2011), per conto del Comune di Prato, come indagine propedeutica alla costruzione della nuova Scuola Materna in Località Ponzano.

Per la determinazione del rischio sismico si sono effettuati un MASW ed un rilievo tromometrico.



MASW

RILIEVO TROMOMETRICO

METODOLOGIA USATA PER L'ANALISI DEI DATI

Per analizzare la risposta di sito e determinare la pericolosità sismica in base alla normativa vigente si sono utilizzati due distinti metodi geofisici:

MASW - Tramite lo studio della dispersione delle onde superficiali si è determinato un primo modello monodimensionale del suolo tramite spessori e velocità

H/V - Dalla curva di dispersione dell'H/V ci si ricava lo spettro di risposta (analisi del tutto indipendente dal precedente MASW)

Il modello sismo stratigrafico ottenuto con il masw viene applicato ad i dati ottenuti dall' H/V, modellando quindi uno spettro sintetico e fittandolo con i dati dello spettro dell'H/V si potrà ricostruire una sismo stratigrafia che soddisfi al meglio i risultati sperimentali ottenuti.

Il masw , infatti, molto valido entro i primi 10 metri, al disotto di tale profondità sovente risulta non molto accurato nella ricostruzione sismo stratigrafica.

Di contro, i dati del tomografo risultano avere un maggior dettaglio anche in profondità , ma , ragionando in frequenze ($T^0=4H/VS$) necessitano di informazioni aggiuntive sulle velocità o gli spessori, altrimenti si potrebbero evincere un numero infinito di modelli validi che mi generano sempre la stessa risposta.

Vincolando i dati ottenuti dall'H/V al MASW ottengo così un modello valido sia nei primi metri che in profondità, e che mi riuscirà a intercettare variazioni di compattezza del terreno attraversato ben oltre i 30 metri previsti dalla normativa.

Si potranno inoltre avere informazioni aggiuntive (rispetto ad un classico MASW) sulla reale pericolosità del sito in esame, come spettro di risposta e periodo fondamentale di risonanza.

STRUMENTAZIONE USATA PERI I RILIEVI

MASW

Sismografo PASi 16GN24
Geofoni verticali da 4,5 hz
Massa battente (mazza)



CARATTERISTICHE TECNICHE SERIE 16S-N

Processore	Intel Celeron M o superiore
Trattamento dati	Floating Point 32-bit
Ambiente operativo	Windows XP
Interfaccia multilingue	Italiano, Inglese, Francese, Spagnolo, etc.
Numero canali	12 / 24
Display	VGA a colori in LCD-TFT 10.4", touch screen
Supporto di memorizzazione	Hard-Disk 80 Gb (o superiore)
Risoluzione di acquisizione	24bit con sovracampionamento e post-processing
Stampante (opzionale)	Windows standard (solo su richiesta)
Porte dati esterne	LPT, 2xUSB2, LAN
Sensore ambiente interno	temperatura
Protezioni termiche	prevenzione e controllo surriscaldamenti interni (warning sul display e blocco)
Compatibilità dati acquisiti	SEG-2 e PASi standard
Connettori cavo geofoni	standard NK-27-21C
Alimentazione	batteria esterna 12VDC
Temperatura di funzionamento	da 0°C a +55°C
Temperatura di immagazz.	da -55°C a +150°C
Umidità	da 5% a 90%, non condensante
Dimensioni fisiche	486x392x192 mm
Peso	10 kg (12 canali), 11 kg (24 canali)

RILIEVI TROMOMETRICI

Tromino Micromed



Number of channels	3+1 analog
Amplifiers	all channels with differential inputs
Noise	< 0.5 μ V r.m.s. @128 Hz sampling
Input impedance	10^6 Ohm
Frequency range	DC - 360 Hz
Sampling frequency	16384 Hz per channel
Oversampling frequency	32x, 64x, 128x
A/D conversion	≥ 24 bit equivalent
Max analog input	51.2 mV (781 nV/digit)

SOFTWARE USATO PER LA VISUALIZZAZIONE, L'ACQUISIZIONE, IL FILTRAGGIO E L'ELABORAZIONE DEI DATI

Acquisizione dei dati

SISMOPC 1.0-PASI
AMROGEO

Elaborazione e filtraggio

<i>Visual Sunt 20</i>	<i>Wgeosoft -filtraggio dati (sismica a riflessione)</i>
<i>Seismic Unix</i>	<i>Software libero-filtraggio dati (sismica a riflessione)</i>
<i>WinMasw Pro</i>	<i>Eliosoft-elaborazione Masw-Remi-H/V-Attenuazione</i>
<i>Grilla</i>	<i>Tromino-H/V</i>
<i>Geopsy</i>	<i>Software Libero-H/V</i>

Modelli 1 D e rischio sismimico

<i>Deep Soil</i>	<i>software libero-Risposta di sito modellazione 1D</i>
<i>Rexel</i>	<i>software libero-risposta di sito-terremoto di progetto</i>
<i>Shake 2000</i>	<i>Geo Motions-risposta di sito -modellazione 1D -liquefazione ecc.</i>
<i>Ciclic 1D</i>	<i>software libero-liquefazione</i>

TUTTI I SOFTWARE COMMERCIALI IN NOSTRO POSSESSO SONO ORIGINALI E DOTATI DI ORIGINALE LICENZA

CENNI TEORICI

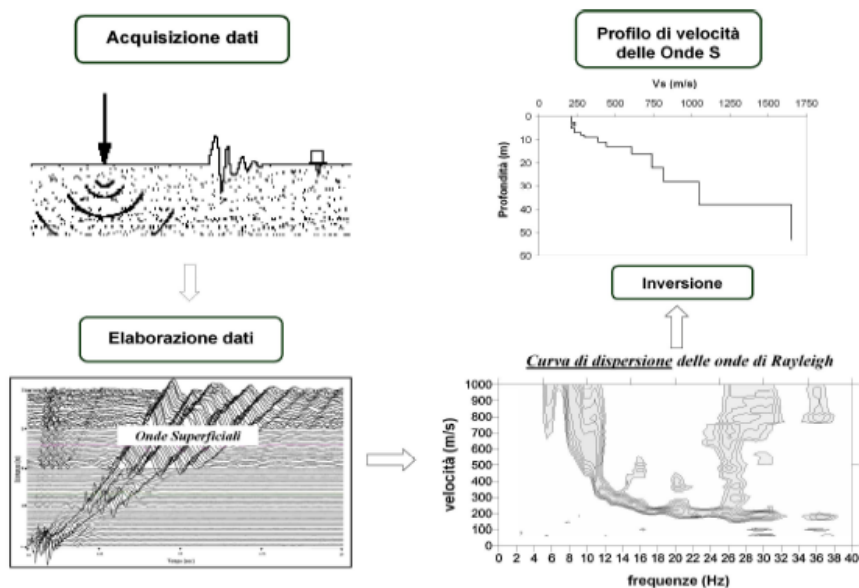
MASW

La conoscenza dell'andamento nel primo sottosuolo della velocità di propagazione delle onde di taglio è, come noto, importante negli studi di microzonazione sismica dedicati alla stima di possibili effetti di sito, capaci di amplificare il moto del terreno durante un terremoto.

Negli ultimi anni hanno avuto ampio sviluppo tecniche geofisiche basate sull'analisi della propagazione delle onde superficiali ed, in particolare, delle onde di Rayleigh. Le proprietà dispersive di tali onde in mezzi stratificati, nonché la stretta relazione esistente tra la loro velocità di propagazione e quella delle onde di taglio, consentono di risalire al profilo di velocità delle onde S.

Il metodo di indagine attivo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è basato su un'artificiale energizzazione sismica del suolo e sull'analisi spettrale delle onde superficiali presenti nel segnale (Nazarian e Stokoe, 1984; Park et al., 1999).

Nel metodo di indagine passivo si registra il rumore di fondo.



La curva di dispersione delle onde di Rayleigh rappresenta la variazione di velocità di fase che tali onde hanno al variare della frequenza. Tali valori di velocità sono intimamente legati alle proprietà meccaniche del mezzo in cui l'onda si propaga (velocità delle onde S, delle onde P e densità). Tuttavia, diversi studi hanno in realtà messo in evidenza che la velocità delle onde P e la densità sono parametri di second'ordine rispetto alle onde S nel determinare la velocità di fase delle onde di Rayleigh. Quindi, dato che le onde superficiali campionano una porzione di sottosuolo che cresce in funzione del periodo dell'onda e che la loro velocità di fase è fortemente condizionata in massima parte dalle velocità delle onde S dello strato campionato, la forma di questa curva è essenzialmente condizionata dalla struttura del sottosuolo ed in particolare dalle variazioni con la profondità delle velocità delle onde S. Pertanto, utilizzando

appositi formalismi è possibile stabilire una relazione (analiticamente complessa ma diretta) fra la forma della curva di dispersione e la velocità delle onde S nel sottosuolo. Tale relazione consente il calcolo di curve di dispersione teoriche a partire da modelli del sottosuolo a strati piano-paralleli.

L'operazione d'inversione, quindi, consiste nella minimizzazione, attraverso una procedura iterativa, degli scarti tra i valori di velocità di fase sperimentali della curve di dispersione e quelli teorici relativi ad una serie di modelli di prova "velocità delle onde S - profondità".

HVSR

La caratterizzazione sismica dei terreni tramite la tecnica di indagine sismica passiva HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio - Metodo di Nakamura) è finalizzata all'individuazione delle frequenze caratteristiche di risonanza di sito. Esse sono correlabili ai cambi litologici presenti sia all'interno della copertura che nell'ammasso roccioso.

Le basi teoriche dell'HVSR sono relativamente semplici in un sistema stratificato in cui i parametri variano solo con la profondità (1-D). Consideriamo un sistema dove gli strati si distinguono per diverse densità e velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2). Un'onda che viaggia nel primo mezzo viene (parzialmente) riflessa dall'orizzonte che separa i due strati. L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore h del primo strato.

In altre parole la frequenza fondamentale di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde P è pari a :

$$f_r = \frac{VP1}{4 h}$$

mentre quella relativa alle onde S è

$$f_r = \frac{VS1}{4 h}$$

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati. Questo, insieme ad una stima delle velocità, è in grado di fornire previsioni sullo spessore h degli strati.

Questa informazione è per lo più contenuta nella componente verticale del moto ma la prassi di usare il rapporto tra gli spettri orizzontali e quello verticale, piuttosto che il solo spettro verticale, deriva dal fatto che il rapporto fornisce un'importante normalizzazione del segnale per a) il contenuto in frequenza, b) la risposta strumentale e c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto

MODALITA' OPERATIVA

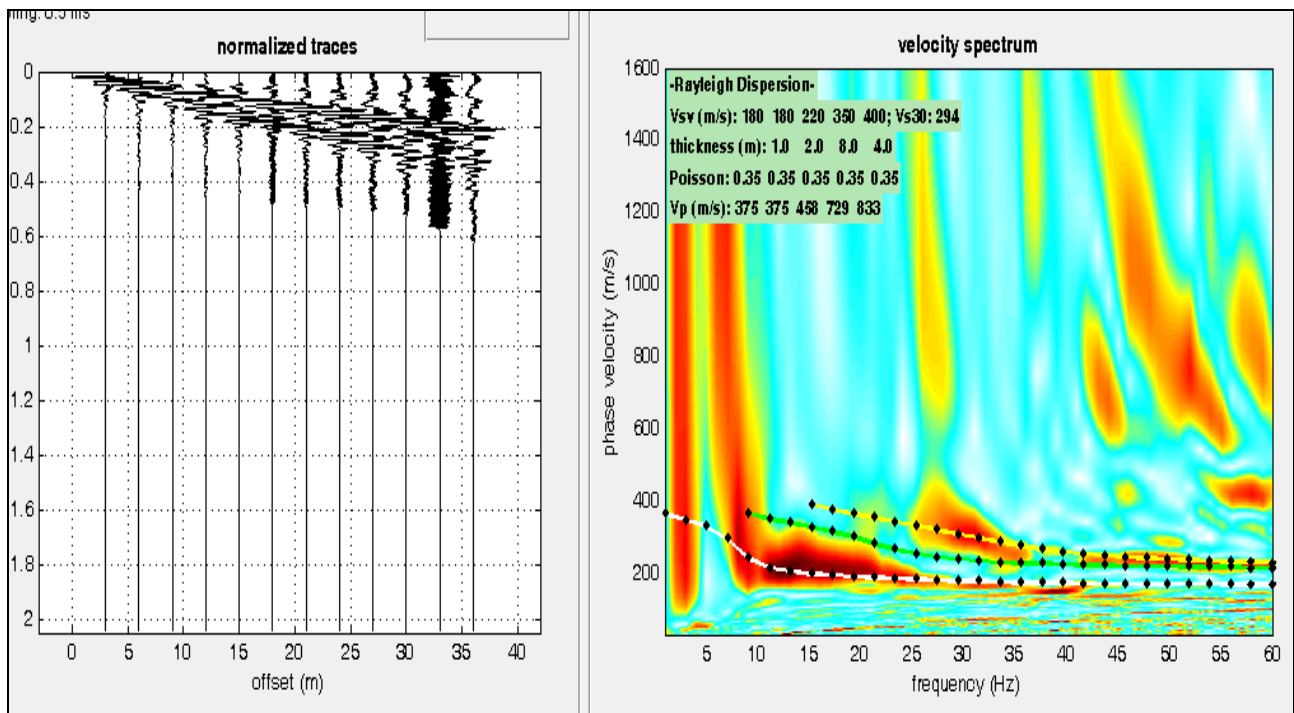
MASW

Si sono disposti i geofoni sul terreno quindi si è energizzato tramite mazza da 8 kg.

Si sono effettuate registrazioni di 2 sec.

Si sono disposti 12 geofoni da 4,5 hz alla distanza di 1 metro L'energizzazione è avvenuta a 1 metro dal primo geofono.

Eseguendo 2 battute si è eseguita una stese da 24 canali.

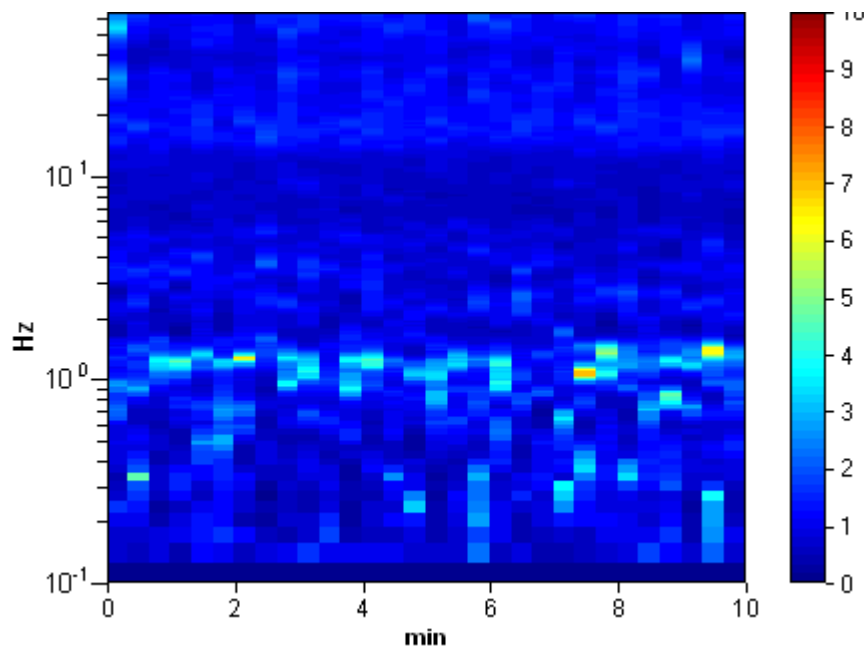
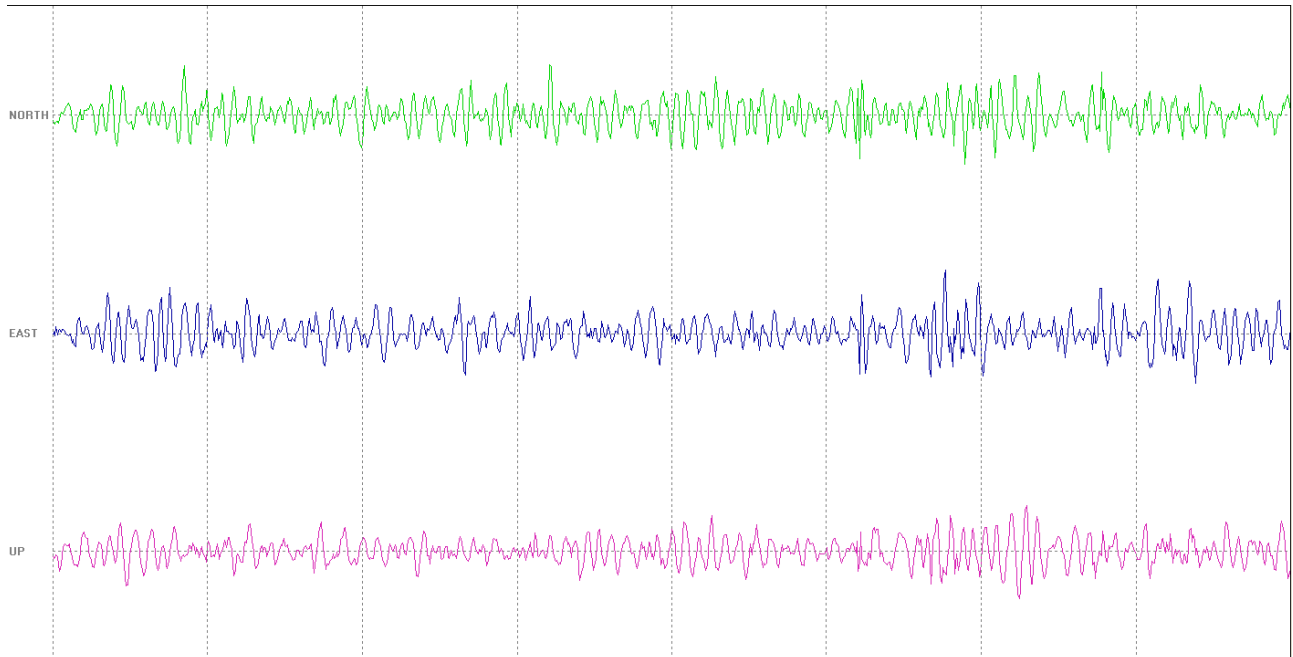


MASW-segnale nel dominio dei tempi e delle frequenze

H/V

Si è disposto il tromino mettendolo in bolla ed allineandolo con il nord geografico.
Si sono effettuata quindi una registrazione del rumore di fondo per 20 minuti.

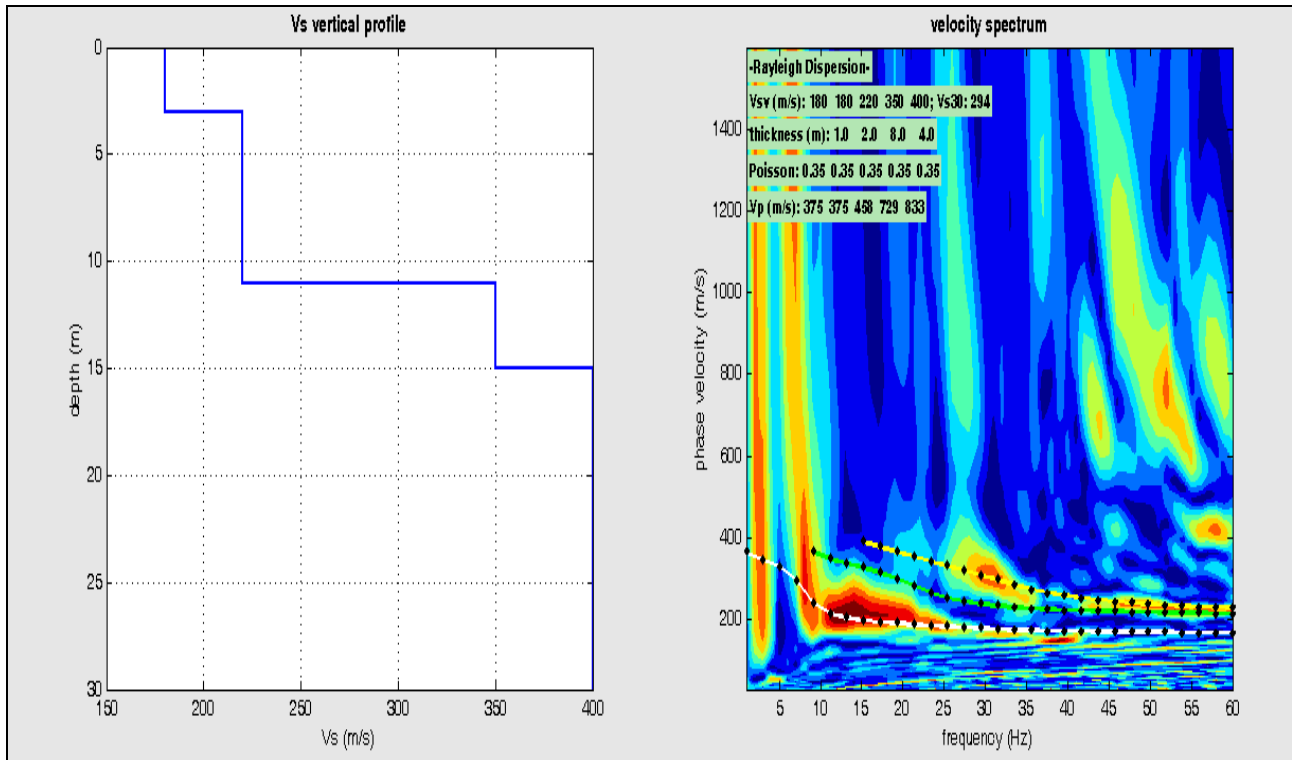
Segnale nel dominio dei tempi registrato con il Tromino nel dominio delle frequenze e del tempo



FASE INTERPRETATIVA

1) Elaborazione dei dati MASW

I dati sono stati analizzati nel dominio delle frequenze, si è ricavato quindi la curva di dispersione ed il modello sismo stratigrafico preliminare in SV



VS-spessori

180-3

220-2

350-8

400

Curva di dispersione e modello preliminare in sv

2) Elaborazione dei dati TROMINO

Strumento: TRZ-0135/01-11

Inizio registrazione: 18/05/11 12:32:59 Fine registrazione: 18/05/11 12:42:59

Tipo di lisciamento: Triangular window

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h10'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.

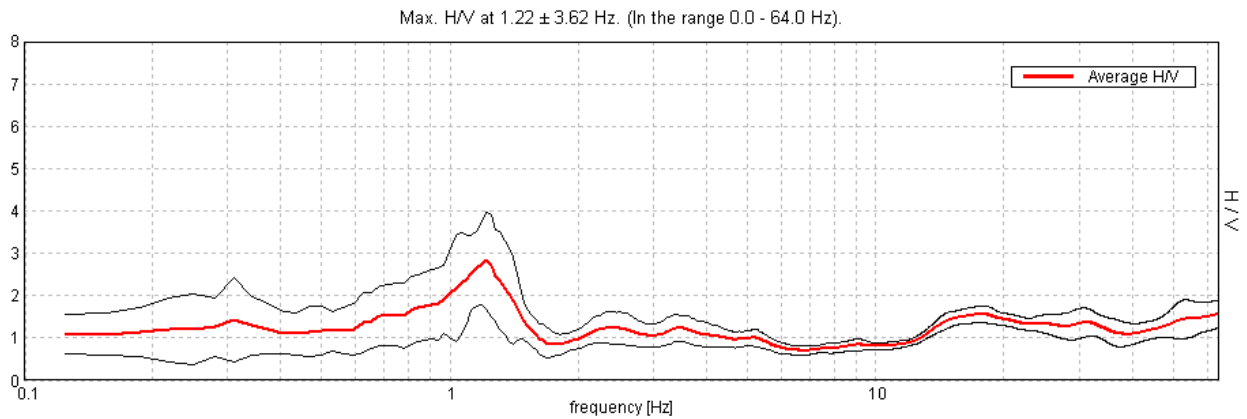
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

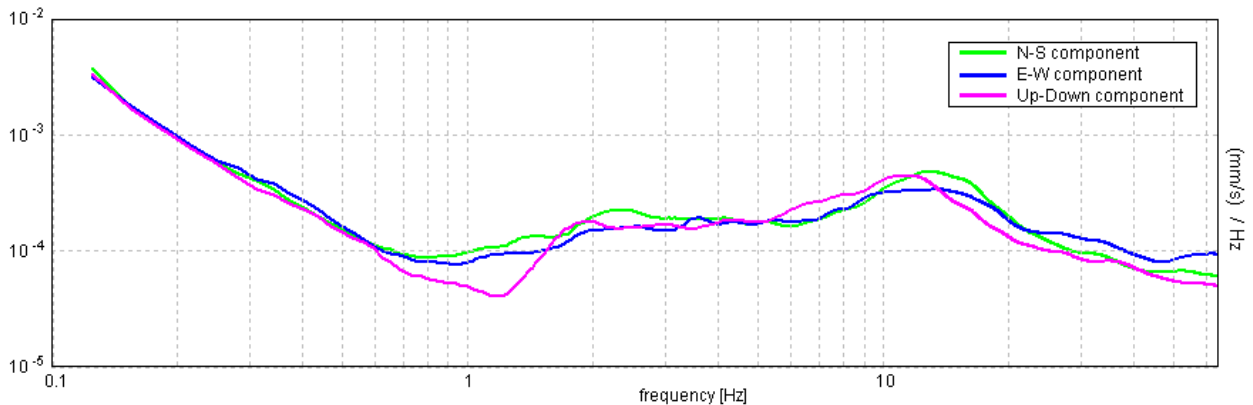
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Profondità alla base dello strato [m] | Spessore [m] | Vs [m/s] | Rapporto di Poisson

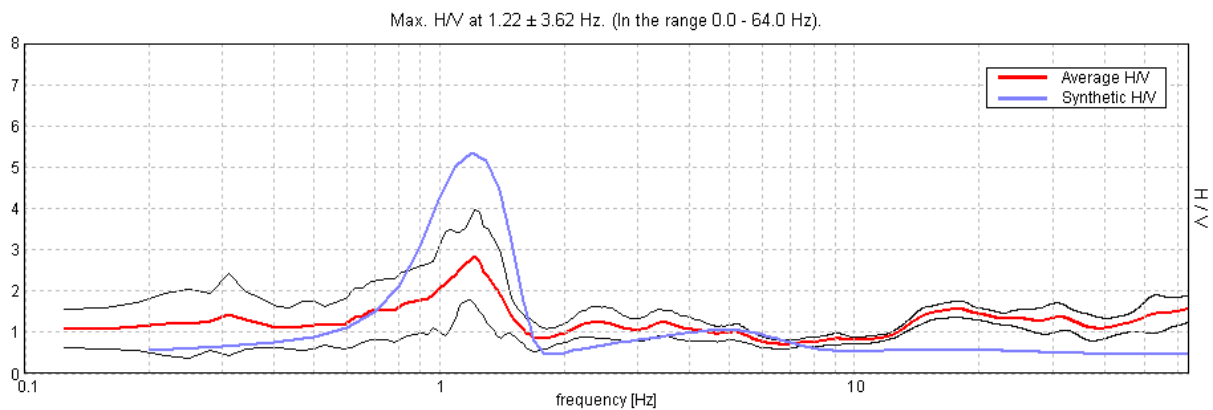
2.00		2.00		180		0.35
10.00		8.00		220		0.35
80.00		70.00		350		0.35
inf.		0.00		900		0.35

$V_s(0.0-30.0) = 287\text{m/s}$

ANALISI CONGIUNTA MASW E H/V

Si è ricostruito il modello sismostratigrafico

Lo spettro sintetico è stato ottenuto partendo come modello di partenza dai dati ottenuti dal MASW



Si nota un picco fra 1 e 2 hz.

Possibile che sia dovuto o a un substrato profondo o a rumore antropico.

Il bedrock comunque non è presente entro i 30 metri.

PERIODO FONDAMENTALE DI RISONANZA (fra 1 e 10Hz)

$T^{\circ} = 1,22$ Hz

PROFONDITA D'INDAGINE-

Oltre i 50 metri

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SUL RISCHIO SISMICO

Non è presente un bedrock sismico entro i 30 metri
La Vs media è di 287 m/s

Vs30=287m/s CLASSE C

A - Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 3 m.

B - Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica media NSPT > 50, o coesione non drenata media $c_u > 250$ kPa).

C - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < NSPT < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa).

D - Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs30 < 180 m/s ($NSPT < 15$, $c_u < 70$ kPa).

E - Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di VS simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con VS > 800 m/s.

S1 - Terreni che includono uno strato di almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua, con $10 < c_u < 20$ kPa e caratterizzati da valori di Vs30 < 100 m/s.

S2 - Terreni soggetti a liquefazione, argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

AREZZO, 27-05-2011

GALILEO GEOFISICA



COLONNA SISMOSTRATIGRAFICA

