



comune di
PRATO

Codice Fiscale: 84006890481

Progetto: **SCUOLA MEDIA INFERIORE "DON BOSCO" - loc. Maliseti
REALIZZAZIONE NUOVA PALESTRA**

Titolo: **Relazione geologica e relazione geotecnica sulle fondazioni**

Fase: **PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO**

Assessore ai lavori pubblici	Valerio Barberis
Servizio PI	Lavori Pubblici
Dirigente del Servizio	Arch. Emilia Quattrone
Responsabile Unico del Procedimento	Arch. Luca Piantini

Progettisti

Progetto opere architettoniche:

Arch. Antonella Cacciato

Direttore Lavori

Arch. Antonella Cacciato

Progetto e Direzione Lavori opere strutturali:

Ing. Francesco Sanzo

Progetto e Direzione Lavori impianti elettrici e meccanici:

Ing. Luca Tocchio

Coordinatore per la Sicurezza in fase di progettazione:

Ing. Francesco Sanzo

Collaboratori al progetto architettonico:

Arch. Andrea Cinelli

Geom. Elisabetta Santi

Elaborato: L
Scala: 1/100
Spazio riservato agli uffici:

**STUDIO DI GEOLOGIA****DOTT.GEOL.CARLANDREA MARCHESELLI**

VIA FRUSA N° 43/A - 50131 FIRENZE

TEL. E FAX 055578443
marcheselligeologo@virgilio.it

TAVOLA

OGGETTO

DATA

03/11/2015

REALIZZAZIONE DI PALESTRA IN LOCALITA' MALISETI, VIA A. KULISCIOFF

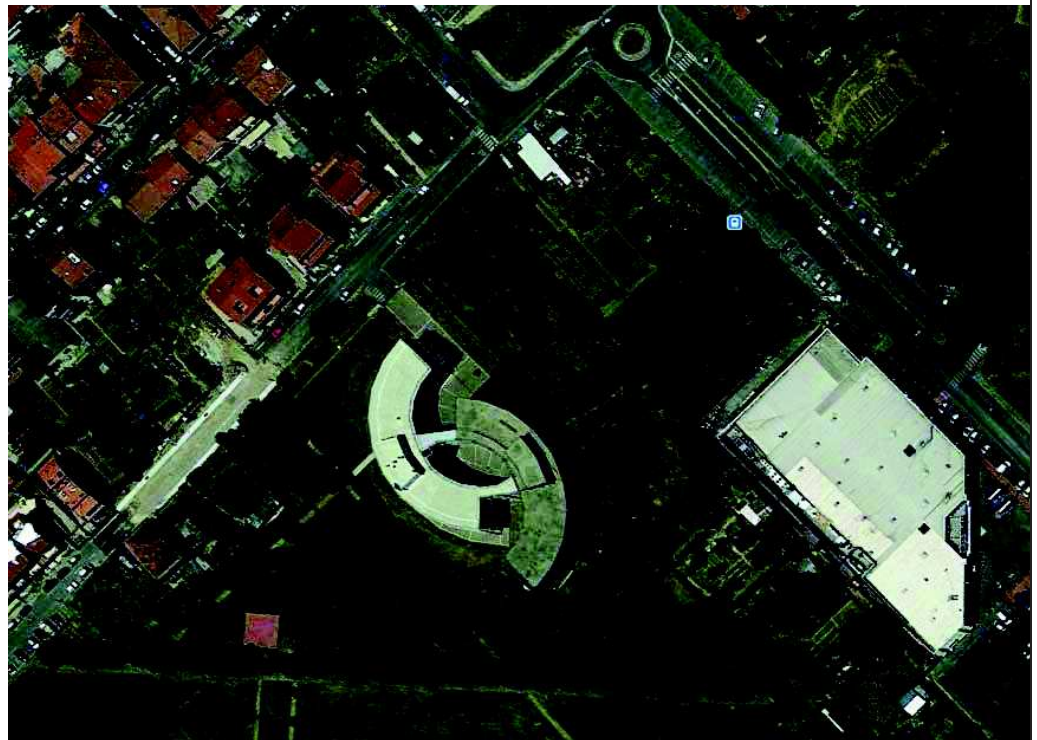
SCALA

TITOLO DELLA TAVOLA

RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI

UBICAZIONE

COMUNE DI PRATO - VIA A. KULISCIOFF



COMMITTENTE

IL TECNICO

COMUNE DI PRATO

DOTT.GEOL.CARLANDREA MARCHESELLI

1. PREMESSA

Su incarico del Comune di Prato è stato eseguito uno studio geotecnico sulle indagini su di un'area, di proprietà della Committenza, sulla quale sarà realizzata la nuova palestra della Scuola Media Inferiore Don Bosco in località Maliseti, Via A. Kuliscioff, come mostrato nell'allegata planimetria in scala 1: 10.000.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO

L'area è caratterizzata da **depositi alluvionali recenti ed attuali** per uno spessore di alcune decine di metri i quali giacciono su **sedimenti lacustri villafranchiani** e quindi su **formazioni appartenenti al Supergruppo della Calvana**, cioè sul substrato cenozoico che costituisce il fondo ed i fianchi di un paleoalago.

Le stratigrafie rilevate nei sondaggi effettuati nel lotto in esame evidenziano (ad eccezione della copertura del riporto superficiale) una certa omogeneità litologica dei terreni studiati. In sintesi la stratigrafia della zona risulta costituita da una prevalenza di terreni limo argilloso sabbiosi sino a circa 4 metri, quindi ghiaie in matrice limo argillosa sino a circa 27.00 metri dal p.c. Da tale profondità prosegue la sedimentazione fine con argille limose sino a 33.00 m dal p.c.

L'area esaminata è pianeggiante (quota media di 57 m s.l.m.), pertanto esente da fenomeni morfogenetici gravitativi, né sono stati rilevati fenomeni erosivi.

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Le indagini geognostiche sono state realizzate in due campagne distinte; nel 2010 in occasione di un precedente progetto, furono eseguite n° 4 prove penetrometriche dinamiche (DPSH) e n° 3 saggi geognostici mediante escavatore meccanico, mentre nella campagna attuale (2015) sono stati eseguiti n° 2 sondaggi a carotaggio continuo (sondaggio 1 e 2) con prelievo di campioni indisturbati finalizzati ad analisi geotecniche. Il sondaggio 1 è stato attrezzato per la prova down-hole. L'ubicazione delle indagini geognostiche, le cui profondità raggiunte sono riportate nella tabella a lato, è mostrata nell'allegata planimetria in scala 1: 1000.

Indagini	Profondità (m)
DPSH ₁	12.00
DPSH ₂	9.60
DPSH ₃	7.00
DPSH ₄	7.00
S ₁	4.10
S ₂	3.80
S ₃	3.50
Sondaggio 1	33
Sondaggio 2	10

3.1. Sondaggio a carotaggio continuo e a distruzione

Per i sondaggi è stata impiegata una sonda a rotazione. La perforazione è stata effettuata prevalentemente "a secco" in corrispondenza della frazione "fine" per favorire il completo carotaggio del terreno, mentre è stata utilizzata l'acqua come fluido di perforazione nei tratti ghiaiosi. Oltre una certa profondità la perforazione è proseguita a "distruzione di nucleo".

È stato impiegato un carotiere semplice da 1500 mm di $\Phi = 101$ mm pari al diametro della carota prelevata. Le carote prelevate nel sondaggio sono state sistemate in cassette catalogatrici munite di 5 scomparti.

Nei sondaggi sono stati prelevati campioni indisturbati inviati al laboratorio Laboter di Pistoia dotato della prescritta concessione ministeriale prevista dalle NTC 2008. La relativa certificazione viene riportata in allegato. La documentazione fotografica è riportata in allegato. Il foro del sondaggio 1 è stato attrezzato con tubazione di rivestimento per esecuzione di prospezione sismica in foro, con onde P ed SH.

3.2 Prove penetrometriche dinamiche (DPSH)

3.2.1 Caratteristiche tecniche e modalità esecutive

È stato impiegato un penetrometro dinamico di tipo superpesante (DPSH). Le cui caratteristiche sono le seguenti:

peso massa battente $M = 63.5$ kg	altezza caduta $H = 0.75$ m	peso sistema di battuta $M_s = 0.50$ kg (escluso massa battente)
diametro punta conica $D = 50.5$ mm	area di base punta conica $A = 20$ cmq	angolo apertura punta conica $\alpha = 90^\circ$
lunghezza aste $L_a = 1.00$ m	peso aste per metro $M_a = 6.30$ kg/m	

La prova consiste nell'infissione della punta mediante ripetuti colpi di un maglio, registrando il numero dei colpi necessari all'infissione di un tratto di 20 cm. La valutazione della resistenza dinamica alla punta $R_p(d)$ è stata effettuata con la formula degli Olandesi: $R_p(d) = \frac{M^2 H}{[Ae(M+P)]}$

dove:

$R_p(d)$ = resistenza dinamica alla punta; e = infissione per colpo; M = peso massa battente; H = altezza di caduta libera; P = peso totale aste e sistema di battuta.

I valori di $R_p(d)$, espressi in kg/cmq, sono riportati in funzione della profondità nei diagrammi penetrometrici allegati.

3.2.2 Analisi ed interpretazione dei dati

Dall'esame dei diagrammi penetrometrici si rileva scarsa correlabilità tra di loro. In particolare le prove hanno evidenziato terreni a resistenza penetrometrica variabile e comunque scarsa sino a circa 2.00 m dal p.c., quindi si registra un sensibile aumento della resistenza con locali picchi in corrispondenza di ghiaie in matrice limo sabbiosa.

3.3. Caratteristiche stratigrafiche

Sono stati effettuati n. 3 saggi mediante escavatore meccanico che hanno permesso di valutare la stratigrafia superficiale:

Riferimento: Piscina nuova Scuola										Saggio 1				
Località: Maliseti - PRATO										Quota:				
Impresa esecutrice: Luigi Andreoli										Data: 19/01/2010				
Coordinate:										Redattore: Geol. Carlandrea Marcheselli				
Perforazione: Saggio geognostico con escavatore meccanico														
A	P ₂	metri bati.	LITOLOGIA	Campioni	RP	Standard Penetration Test				DESCRIZIONE				
						m	S.P.T.	N	prof. m		Quota m	Spes. m		
											0,20	0,20	0,20	Terreno vegetale
		1												Riporto (limo argilloso-sabbioso marrone, poco consistente, con frammenti di laterizi, clasti, ciottoli, ghiaie e blocchi di calcestruzzo)
		2			5						2,20	2,20	2,00	Limo argilloso sabbioso marrone molto consistente
		3									2,80	2,80	0,60	Limo argilloso sabbioso con ghiaie e clasti arenacei alterati prevalentemente medio-piccoli
		4									3,70	3,70	0,90	Ghiaie eterometriche in scarsa matrice limo-sabbiosa, addensate
											4,10	4,10	0,40	
A lato di P ₃														



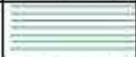



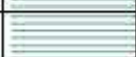
Riferimento: Piscina nuova Scuola	Saggio 2
Località: Maliseti - PRATO	Quota:
Impresa esecutrice: Luigi Andreoli	Data: 19/01/2010
Coordinate:	Redattore: Geol. Carlandrea Marcheselli
Perforazione: Saggio geognostico con escavatore meccanico	





A	Pz	metri part.	LITOLOGIA	Campioni	RP	Standard Penetration Test			DESCRIZIONE	
						m	S.P.T.	N		
							0,20	0,20	0,20	Terreno vegetale
		1.								Riporio (limo argilloso-sabbioso marrone, poco consistente, con frammenti di laterizi, rari clasti serpentinitici, ciottoli e ghiaie)
		2.			3		1,20	1,20	1,00	Limo argilloso sabbioso marrone da molto consistente a consistente
		3.					3,20	3,20	2,00	Limo argilloso sabbioso con rare ghiaie eterometriche e mediamente addensate
							3,60	3,60	0,40	Ghiaie eterometriche in matrice limo-sabbiosa, addensate
							3,80	3,80	0,20	

Riferimento: Piscina nuova Scuola	Sonda Saggio 3
Località: Maliseti - PRATO	Quota:
Impresa esecutrice: Luigi Andreoli	Data: 19/01/2010
Coordinate:	Redattore: Geol. Carlandrea Marcheselli
Perforazione: Saggio geognostico con escavatore meccanico	

A	Pz	metri part.	LITOLOGIA	Campioni	RP	Standard Penetration Test			DESCRIZIONE	
						m	S.P.T.	N		
							0,20	0,20	0,20	Terreno vegetale
		1.								Riporio costituito da laterizi (interi mattoni), blocchi di calcestruzzo e muratura pluridecimetri, lastre metalliche e parti di muro in calcestruzzo con H2O
		2.			3					
		3.					3,50	3,50	3,30	

A 10m da recinzione CONAD

				SONDAGGIO 1	
				OPERATORE	QUOTA INIZIO (m. ST s.l.m.)
Committente: Comune di Prato			PROFONDITA' PALDA (m. p.c.) non rilevata	COORDINATE U.T.M. Est: 1866070.75 Nord: 4662241.05	
Cantiera: Via A. Kullscioff, località M. Sesto Prato			METODO PERFORAZIONE: a rotazione		
PROFONDITA' (m)	PROFILO LITOLOGICO	Carotaggio (%)	S.P.T ▼ Punte chiusa ▼ Punte aperta	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA
0.00 - 2.20					Limo argilloso sabbioso marrone con ghiaie, caie caie e laterizi
2.20 - 3.30				C1 3.00 3.50	Limo argilloso sabbioso marrone molto consistente
3.30 - 10.00			▼ m. 4.50 (5-4-3)		Ghiaie arenacee e caie in matrice limo sabbiosa (caie) calcareo (marnoso ed arenaceo) alterati. La matrice presenta anche ossidi di ferro e manganese
10.00 - 27.00					Ghiaie in matrice limo argillosa
27.00 - 31.00					Argille limose marroni
31.00 - 33.00					Argille limose grigie

				SONDAGGIO 2		COTA INIZIO m. 57 s.l.m.	
				OPERATORE		SCALA	
Committente: Comune di Prato				PROFONDITA' PALDA (m. p.c.) non rilevata		COORDINATE U.T.M. Est: 1688270,76 Nord: 4982841,05	
Cantiere: Via A. Kuliscioff, località Maliseti, Prato				METODO PERFORAZIONE: a rotazione			
PROFONDITA' (m)	PROFILO LITOLOGICO	Carotaggio (%)	S.P.T ▼ Punta chiusa ▼ Punta aperta	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA		
0,00 – 2,10					Limo argilloso sabbioso marrone con ghiaie, clasti, ciottoli e laterizi		
2,10 – 3,70				C1 3,00 3,50	Limo argilloso sabbioso marrone molto consistente		
3,70 – 10,00					Ghiaie eterometriche e clasti in matrice limo sabbiosa (calceareo marmosio ed arenaceo) alterati. La matrice presenta anche ossidi di ferro e manganese		

4. MODELLO GEOLOGICO LOCALE

Sulla base delle indagini eseguite è stato possibile definire tre livelli principali:

- **Terreno di riporto.** Costituito da limi argilloso sabbiosi con frammenti di laterizi, blocchi di muratura, calcestruzzo, lastre metalliche, clasti, ciottoli e ghiaie. Spessore di circa 1.20/3.50 metri.
- **Copertura limo argilloso sabbiosa.** E' costituita da limi argilloso sabbiosi da consistenti a molto consistenti.
- **Ghiaie sabbiose.** Ghiaie eterometriche in matrice limo sabbiosa con giacitura lenticolare

5. RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO E PARAMETRI GEOTECNICI MEDI E CARATTERISTICI

Nelle valutazioni che il geotecnico deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato, secondo il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (CSLP), il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno (in fondazioni superficiali o in una frana il volume interessato dalla superficie di rottura è grande), con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è

dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti. Le caratteristiche geotecniche del terreno possono essere riassunte nel seguente schema:

(I parametri assegnati sono stati determinati mediante le correlazioni inerenti le prove penetrometriche dinamiche e sulla base dei risultati di prove di laboratorio effettuate in terreni simili presenti sul versante. Per la coesione c' sono stati considerati dati sperimentali per i quali cautelativamente si può ritenere $c' = 1/10 C_u$).

PROFONDITÀ (m dal p.c.)	DESCRIZIONE	PARAMETRI GEOTECNICI MEDI	PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI
0.00 – 2.20	Ripporto: limi argilloso sabbiosi con frammenti di laterizi, clasti, ciottoli e ghiaie	$\gamma = 15 \text{ kN/m}^3$	$\gamma = 15 \text{ kN/m}^3$
2.20 – 2.80	Limi argilloso sabbiosi	$\gamma = 20.1 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_{\text{sat}} = 20.4 \text{ kN/m}^3$ $\Phi' = 21^\circ$ $c' = 4.0\text{-}5.0 \text{ kN/m}^2$ $C_u = 40\text{-}50 \text{ kN/m}^2$ $M_o = 4000 \text{ kN/m}^2$	$\gamma = 20.1 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_{\text{sat}} = 20.4 \text{ kN/m}^3$ $\Phi' = 21^\circ$ $c' = 4.0 \text{ kN/m}^2$ $C_u = 40 \text{ kN/m}^2$ $M_o = 4000 \text{ kN/m}^2$
2.80 – 3.70	Limi argilloso sabbiosi con ghiaie e clasti litoidi da consistenti a molto consistenti	$\gamma = 20.1 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_{\text{sat}} = 20.4 \text{ kN/m}^3$ $\Phi' = 21^\circ$ $c' = 5.0 \text{ kN/m}^2$ $C_u = 50 \text{ kN/m}^2$ $M_o = 4000 \text{ kN/m}^2$	$\gamma = 20.1 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_{\text{sat}} = 20.4 \text{ kN/m}^3$ $\Phi' = 21^\circ$ $c' = 5.0 \text{ kN/m}^2$ $C_u = 50 \text{ kN/m}^2$ $M_o = 4000 \text{ kN/m}^2$
3.70 – 7.00	Ghiaie eterometriche in scarsa matrice limo sabbiosa	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ $\Phi' = 32^\circ$ $c' = 0 \text{ kN/m}^2$ $M_o = 6000 \text{ kN/m}^2$ $\nu = 0.32$	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ $\Phi' = 32^\circ$ $c' = 0 \text{ kN/m}^2$ $M_o = 6000 \text{ kN/m}^2$ $\nu = 0.32$
γ = peso di volume; γ_{sat} peso di volume saturo ; Φ' = angolo di attrito in condizioni di pressioni effettive; C_u = coesione non drenata; c' coesione drenata; M_o = modulo edometrico; ν = Modulo di Poisson			

6. CONSIDERAZIONI SULLE FONDAZIONI

Nel sopralluogo effettuato è stato osservato anche il comportamento degli edifici prossimi a quello in oggetto, nei quali non sono stati rilevati dissesti delle strutture tali da imputarli a deficienze del sottosuolo. Dalle indagini geognostiche effettuate ed in particolare dal saggio S1 il più vicino alla palestra è stata verificata la presenza di ripporto sino a m. 2.20 dal p.c. pertanto sarà opportuno che la quota d'imposta del manufatto sia oltre tale profondità. In considerazione dell'eterogeneità dei terreni fondali sarà opportuno che le strutture di fondazione dei manufatti siano adeguatamente rigide al fine di evitare dissesti per cedimenti differenziali.

7. SICUREZZA SISMICA

I fenomeni di amplificazione degli eventi sismici sono riconducibili, in aree di pianura non caratterizzate dalla presenza di accumuli detritici ma di depositi alluvionali, a tre principali configurazioni litostratigraficamente predisponenti al rischio sismico:

- *Softening (S)* dei sedimenti coesivi (con effetti di cedimenti diffusi)
- *Addensamento (A)* di sedimenti granulari (per amplificazione stratigrafica)
- *Liquefazione (L)* di terreni sabbiosi in falda.

Sulla base delle indagini effettuate si ritiene che nessuno dei suddetti fenomeni elencati possa interessare l'area in studio; infatti dall'indagine geognostica non è emerso alcun livello particolarmente suscettibile di particolari fenomeni in caso di sisma. Non sono stati rinvenuti infatti né livelli puramente granulari sciolti, suscettibili di *Addensamento*, né significativi orizzonti coesivi, particolarmente scadenti, potenzialmente soggetti a *Softening*.

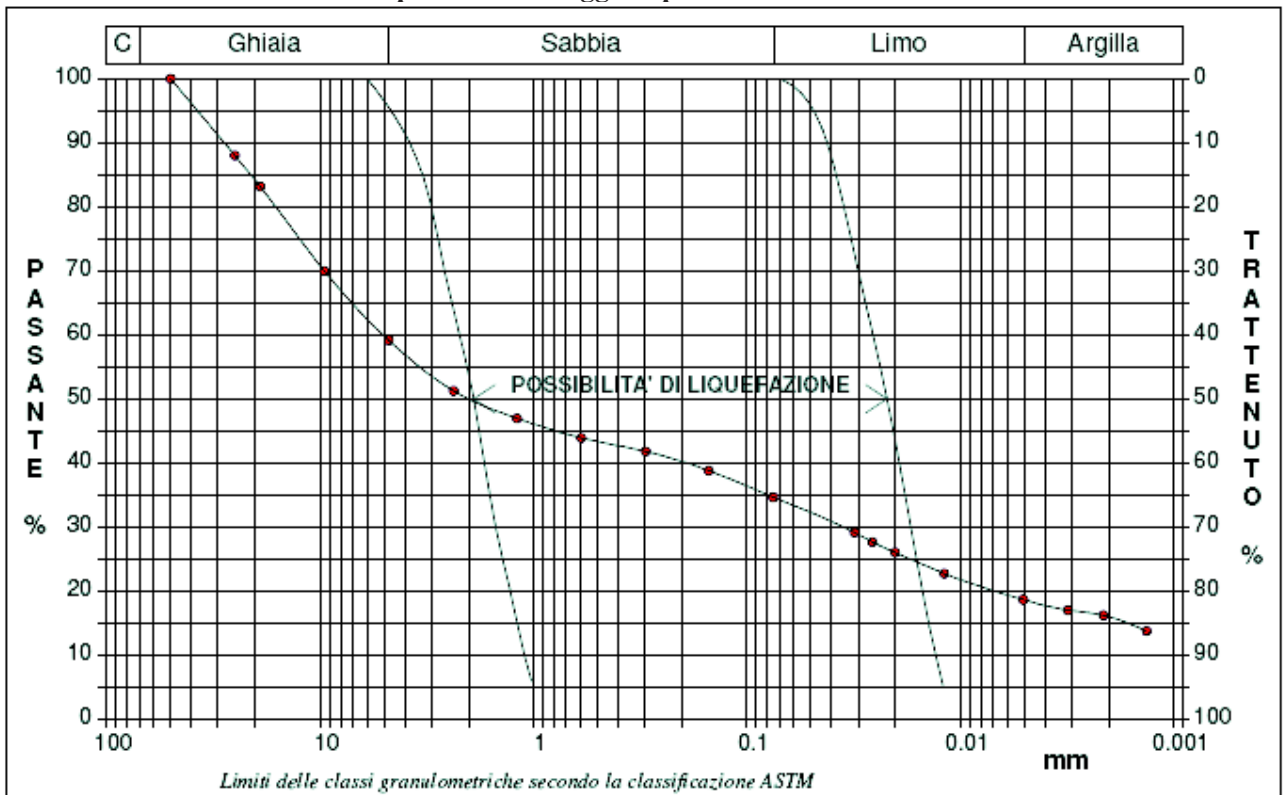
Al disotto dell'area della palestra in progetto non sono stati rinvenuti livelli di materiale granulare liquefacibile; infatti la litologia prevalente è quella dei limi argilloso sabbiosi inglobanti percentuali irregolari di clasti litoidi, si può quindi escludere **il rischio di liquefazione**.

Nella tabella seguente vengono riportati i risultati delle analisi granulometriche eseguite su alcuni dei campioni prelevati nel corso delle campagne geognostiche.

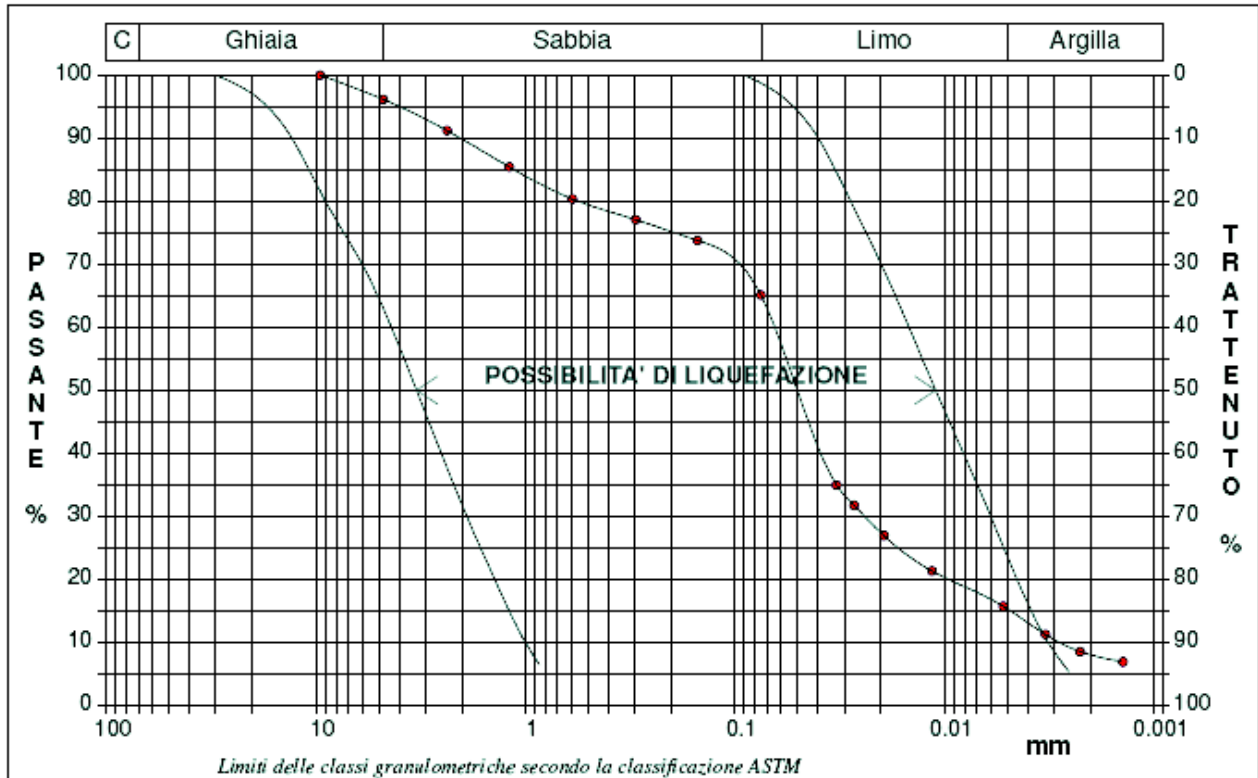
Campione	m s.l.m. sondaggio	m dal p.c.	m s.l.m.	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %
C1/S1	57.00	3.00 /3.50	53,75	40,9	24,5	16,0	18,6
C1/S2	57.00	3.00 /3.50	53,75	3,90	31,0	49,8	15,3

Come si rileva nel diagramma seguente i terreni analizzati risultano al di fuori dei campi individuanti i fusi granulometrici suscettibili di liquefazione, e pertanto non liquefacibili.

Campione 1 Sondaggio 1 profondità m. 3.00 3.50



Campione 1 Sondaggio 2 profondità m. 3.00 3.50



L'indagine geofisica ha evidenziato per una profondità di 33 metri l'assenza del substrato sismico ($V_s > 800$ m/s).

8. TERRE E ROCCE DA SCAVO

In merito al decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152 art. 186, così come modificato dal D.Lgs 16 gennaio 2008 n. 4, e modificato dalla L. 2/2009 che recepisce la direttiva Direttiva Europea 2008/98/CE sui rifiuti, dovrà essere valutato l'eventuale riutilizzo delle terre e rocce da scavo ed invece lo maltimento come rifiuti del materiale di riporto individuato dai saggi (limi argilloso sabbiosi con frammenti di laterizi, blocchi di muratura, calcestruzzo, lastre metalliche, clasti, ciottoli e ghiaie).

9. CONCLUSIONI

In sintesi si riportano le seguenti osservazioni conclusive:

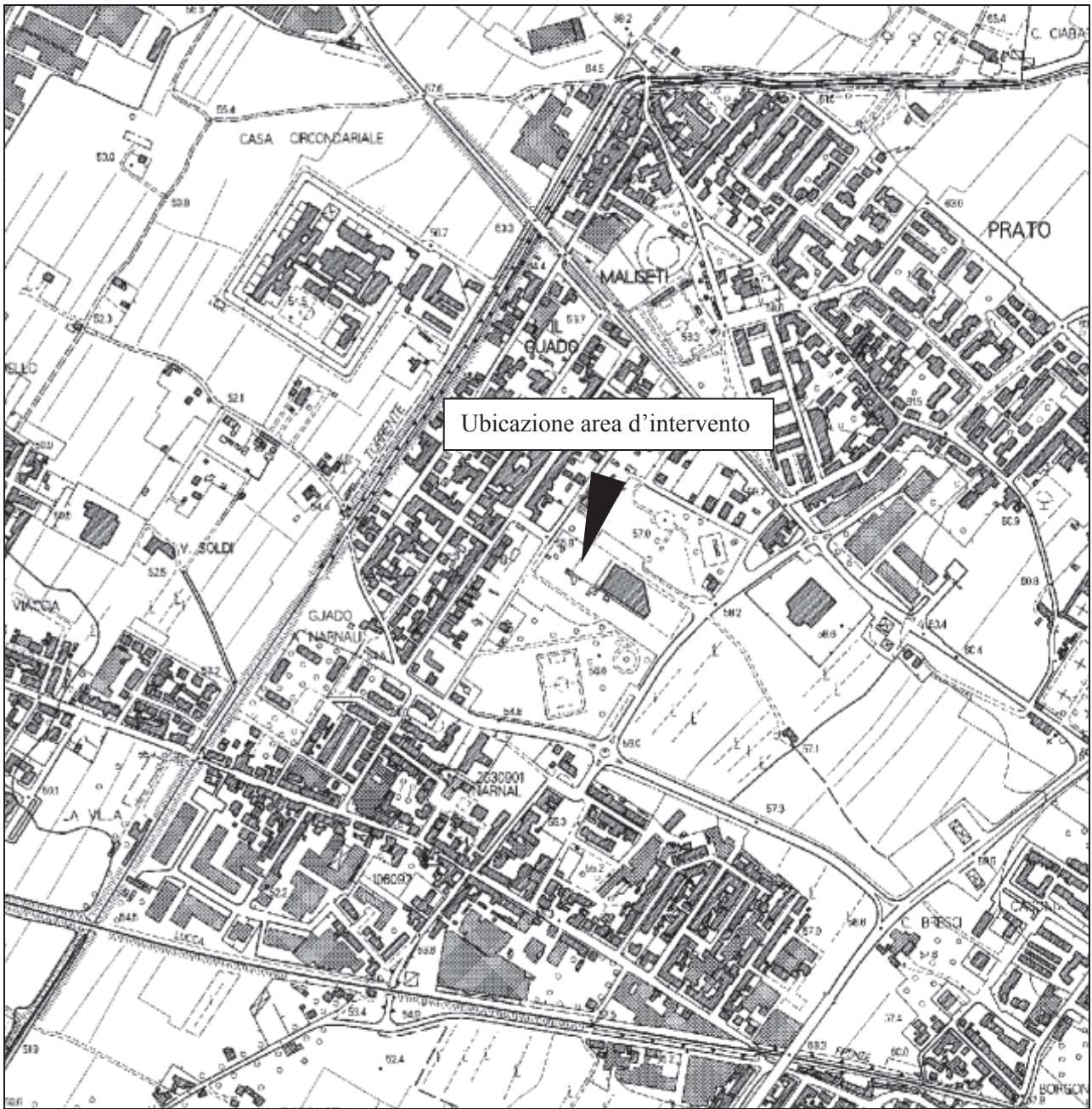
- L'area d'intervento è caratterizzata da depositi alluvionali recenti ed attuali per uno spessore di alcune decine di metri i quali giacciono su sedimenti lacustri villafranchiani e quindi su formazioni appartenenti al Supergruppo della Calvana.
- La circolazione idrica sotterranea è caratterizzata da una falda superficiale, ubicata nei depositi alluvionali (ghiaie in matrice limo sabbiosa). Misure di livello nei piezometri installati in occasione delle indagini geognostiche per la realizzazione della scuola, fornirono le seguenti letture:

Piezometro 1 (m dal p.c).	Piezometro 2 (m dal p.c).	Piezometro 3 (m dal p.c).	Piezometro 4 (m dal p.c).
1.50	1.30	1.20	1.30
Il dislivello tra la scuola e l'area d'intervento è di oltre un metro			

- Si riportano i livelli misurati nei piezometri installati in occasione della campagna geognostica 2010 e in quella 2015.

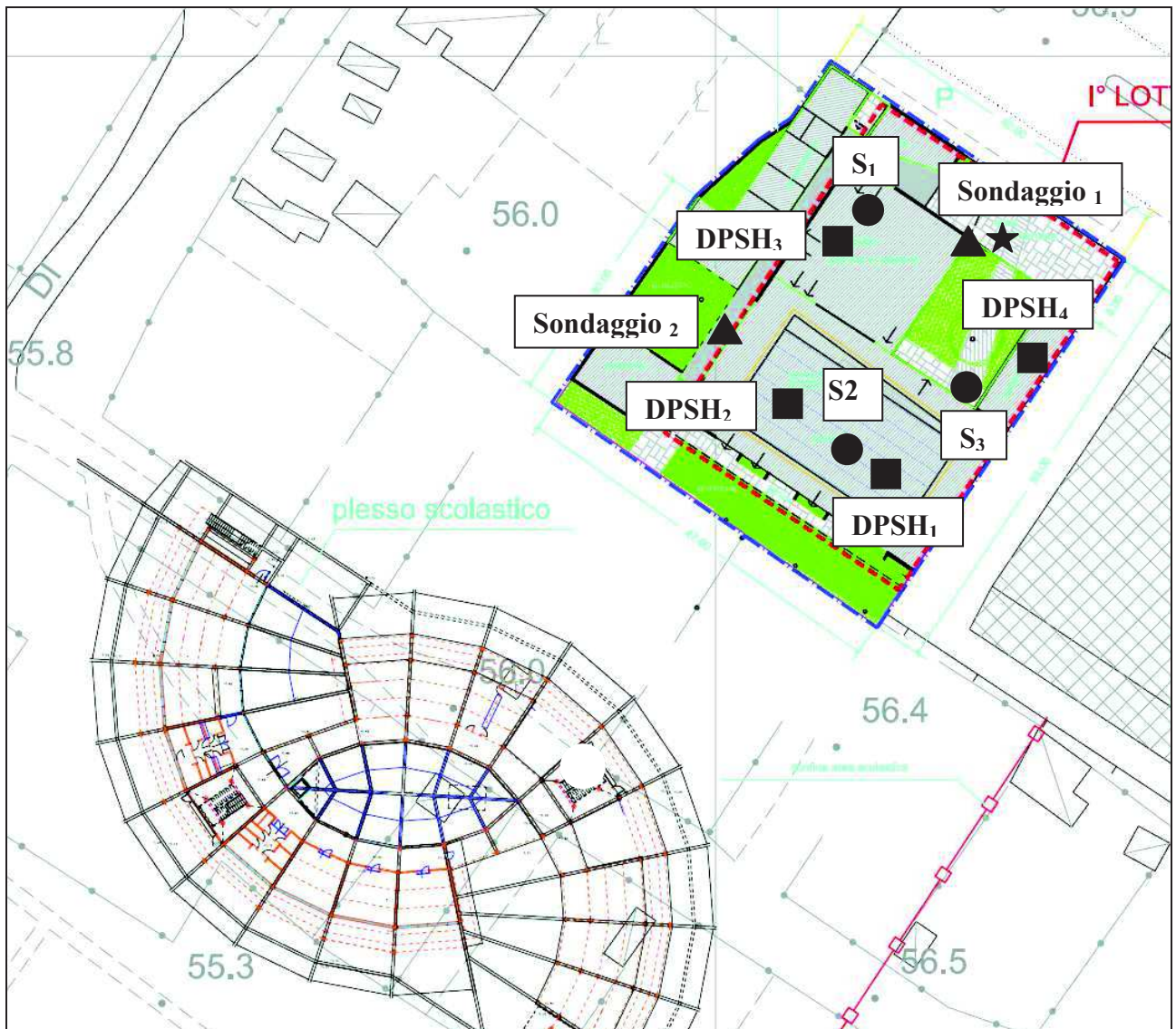
CAMPAGNA GEOGNOSTICA 2010	Piezometro P1 (DPSH1) (m dal p.c).	Piezometro P2 (DPSH2) (m dal p.c).	Piezometro P3 (DPSH3) (m dal p.c).	Piezometro P4 (DPSH4) (m dal p.c).
		3.50	3.50	3.50
CAMPAGNA GEOGNOSTICA 2015		Sondaggio 1	Sondaggio 2	
	16/06/2015	17.08	4.35	
	09/07/2015	17.01 Non rappresentativo in quanto tubo allestito per down hole	4.29	

- Nei fori penetrometrici relativi all'attuale campagna geognostica è stata rinvenuta acqua a circa 3.50 metri dal p.c., probabilmente per acquiferi "sospesi", modesti corpi idrici, legati anche alla vasta e irregolare area di distribuzione del materiale di riporto.
- Nell'area è presente un terreno di riporto di spessore variabile (m. 1.20/3.50) e di natura eterogenea. Nel saggio n. 3 (lato Conad) non è stato possibile a causa del franamento delle pareti di scavo, verificare l'effettivo spessore del riporto. Nell'area della palestra è stata verificata la presenza di riporto sino a m. 2.20 dal p.c. pertanto sarà opportuno che la quota d'imposta del manufatto sia oltre tale profondità. Lo stesso criterio (di oltrepassare il riporto) si consiglia anche per gli altri manufatti del plesso sportivo. Comunque se sul piano di sbancamento si rinvenissero aree o lenti con materiali o sedimenti a fine granulometria poco consistenti e/o scarsamente addensati, si potrà eseguire un risanamento, previa loro asportazione, con inerti adeguatamente compattati o con magrone eventualmente armato.
- Le risultanze dell'indagine geofisica hanno rilevato l'assenza del substrato sismico entro i 33 m dal p.c., tuttavia confermano il grado di pericolosità sismica S3, indicato nel cartografia del Piano Strutturale, essendo presenti depositi "alluvionali granulari e/o sciolti" soggetti ad amplificazione sismica.
- Particolare attenzione dovrà essere adottata nelle opere di scavo al fine di garantire stabilità delle pareti di taglio, conferendo loro adeguata inclinazione o realizzando opere di contenimento provvisoriale/definitive.
- In considerazione dell'eterogeneità dei terreni fondali sarà opportuno che le strutture di fondazione dei manufatti siano adeguatamente rigide al fine di evitare dissesti per cedimenti differenziali.
- Si consiglia di favorire il drenaggio delle acque meteoriche in modo da migliorare la consistenza del terreno.



ESTRATTO CARTA TECNICA REGIONALE

(scala 1: 10.000)



PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

(scala 1: 500)

- Prova penetrometrica dinamica DPSH
- Saggio geognostico
- ▲ Sondaggio a carotaggio continuo
- ★ Prova Down Hole

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

n° 1

- indagine :	TRASFERIMENTO PISCINA VIA ARCANGELI IN LOC. MALISETI	- data :	30/12/2009
- cantiere :	Comune di Prato	- quota inizio :	p.c.
- località :	Maliseti	- prof. falda :	3,50 m da quota inizio
- note :	n.n.	- pagina :	1

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	10,5	----	1	6,00 - 6,20	4	27,3	----	7
0,20 - 0,40	1	10,5	----	1	6,20 - 6,40	4	27,3	----	7
0,40 - 0,60	1	9,6	----	2	6,40 - 6,60	7	45,2	----	8
0,60 - 0,80	1	9,6	----	2	6,60 - 6,80	5	32,3	----	8
0,80 - 1,00	5	48,2	----	2	6,80 - 7,00	6	38,7	----	8
1,00 - 1,20	2	19,3	----	2	7,00 - 7,20	8	51,7	----	8
1,20 - 1,40	1	9,6	----	2	7,20 - 7,40	6	38,7	----	8
1,40 - 1,60	4	35,6	----	3	7,40 - 7,60	5	30,6	----	9
1,60 - 1,80	2	17,8	----	3	7,60 - 7,80	5	30,6	----	9
1,80 - 2,00	6	53,5	----	3	7,80 - 8,00	6	36,7	----	9
2,00 - 2,20	8	71,3	----	3	8,00 - 8,20	16	97,9	----	9
2,20 - 2,40	10	89,1	----	3	8,20 - 8,40	15	91,8	----	9
2,40 - 2,60	10	82,8	----	4	8,40 - 8,60	16	93,1	----	10
2,60 - 2,80	10	82,8	----	4	8,60 - 8,80	11	64,0	----	10
2,80 - 3,00	9	74,5	----	4	8,80 - 9,00	11	64,0	----	10
3,00 - 3,20	9	74,5	----	4	9,00 - 9,20	15	87,3	----	10
3,20 - 3,40	9	74,5	----	4	9,20 - 9,40	10	58,2	----	10
3,40 - 3,60	14	108,3	----	5	9,40 - 9,60	10	55,4	----	11
3,60 - 3,80	10	77,4	----	5	9,60 - 9,80	12	66,5	----	11
3,80 - 4,00	9	69,6	----	5	9,80 - 10,00	11	61,0	----	11
4,00 - 4,20	5	38,7	----	5	10,00 - 10,20	12	66,5	----	11
4,20 - 4,40	4	30,9	----	5	10,20 - 10,40	10	55,4	----	11
4,40 - 4,60	5	36,3	----	6	10,40 - 10,60	7	37,0	----	12
4,60 - 4,80	6	43,5	----	6	10,60 - 10,80	7	37,0	----	12
4,80 - 5,00	7	50,8	----	6	10,80 - 11,00	8	42,3	----	12
5,00 - 5,20	8	58,1	----	6	11,00 - 11,20	10	52,9	----	12
5,20 - 5,40	5	36,3	----	6	11,20 - 11,40	8	42,3	----	12
5,40 - 5,60	9	61,5	----	7	11,40 - 11,60	6	30,4	----	13
5,60 - 5,80	7	47,8	----	7	11,60 - 11,80	14	70,9	----	13
5,80 - 6,00	2	13,7	----	7	11,80 - 12,00	16	81,0	----	13

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 63-100 EMLC

- M (massa battente)= 63,50 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,43 cm² - D(diam. punta)= 51,00 mm- Numero Colpi Punta N = N(20) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 2

- indagine :	TRASFERIMENTO PISCINA VIA ARCANGELI IN LOC. MALISETI	- data :	30/12/2009
- cantiere :	Comune di Prato	- quota inizio :	p.c.
- località :	Maliseti	- prof. falda :	3,50 m da quota inizio
- note :	n.n.	- pagina :	1

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	2	21,0	----	1	4,80 - 5,00	4	29,0	----	6
0,20 - 0,40	2	21,0	----	1	5,00 - 5,20	9	65,3	----	6
0,40 - 0,60	2	19,3	----	2	5,20 - 5,40	10	72,6	----	6
0,60 - 0,80	3	28,9	----	2	5,40 - 5,60	3	20,5	----	7
0,80 - 1,00	6	57,9	----	2	5,60 - 5,80	5	34,2	----	7
1,00 - 1,20	5	48,2	----	2	5,80 - 6,00	6	41,0	----	7
1,20 - 1,40	4	38,6	----	2	6,00 - 6,20	6	41,0	----	7
1,40 - 1,60	4	35,6	----	3	6,20 - 6,40	6	41,0	----	7
1,60 - 1,80	4	35,6	----	3	6,40 - 6,60	8	51,7	----	8
1,80 - 2,00	7	62,4	----	3	6,60 - 6,80	7	45,2	----	8
2,00 - 2,20	6	53,5	----	3	6,80 - 7,00	7	45,2	----	8
2,20 - 2,40	5	44,6	----	3	7,00 - 7,20	8	51,7	----	8
2,40 - 2,60	5	41,4	----	4	7,20 - 7,40	6	38,7	----	8
2,60 - 2,80	7	58,0	----	4	7,40 - 7,60	9	55,1	----	9
2,80 - 3,00	7	58,0	----	4	7,60 - 7,80	13	79,6	----	9
3,00 - 3,20	8	66,3	----	4	7,80 - 8,00	10	61,2	----	9
3,20 - 3,40	7	58,0	----	4	8,00 - 8,20	13	79,6	----	9
3,40 - 3,60	5	38,7	----	5	8,20 - 8,40	15	91,8	----	9
3,60 - 3,80	6	46,4	----	5	8,40 - 8,60	20	116,3	----	10
3,80 - 4,00	5	38,7	----	5	8,60 - 8,80	13	75,6	----	10
4,00 - 4,20	4	30,9	----	5	8,80 - 9,00	15	87,3	----	10
4,20 - 4,40	4	30,9	----	5	9,00 - 9,20	10	58,2	----	10
4,40 - 4,60	2	14,5	----	6	9,20 - 9,40	8	46,5	----	10
4,60 - 4,80	6	43,5	----	6	9,40 - 9,60	9	49,9	----	11

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 63-100 EML.C

- M (massa battente)= 63,50 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,43 cm² - D(diam. punta)= 51,00 mm- Numero Colpi Punta N = N(20) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 3

- indagine :	TRASFERIMENTO PISCINA VIA ARCANGELI IN LOC. MALISETI	Data :	30/12/2009
- cantiere :	Comune di Prato	- quota inizio :	p.c.
- località :	Maliseti	- prof. falda :	3,50 m da quota inizio
- note :	n.n.	- pagina :	1

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	10,5	----	1	3,60 - 3,80	8	61,9	----	5
0,20 - 0,40	1	10,5	----	1	3,80 - 4,00	11	85,1	----	5
0,40 - 0,60	1	9,6	----	2	4,00 - 4,20	16	123,8	----	5
0,60 - 0,80	2	19,3	----	2	4,20 - 4,40	19	147,0	----	5
0,80 - 1,00	1	9,6	----	2	4,40 - 4,60	19	137,9	----	6
1,00 - 1,20	1	9,6	----	2	4,60 - 4,80	15	108,9	----	6
1,20 - 1,40	2	19,3	----	2	4,80 - 5,00	10	72,6	----	6
1,40 - 1,60	2	17,8	----	3	5,00 - 5,20	16	116,1	----	6
1,60 - 1,80	5	44,6	----	3	5,20 - 5,40	8	58,1	----	6
1,80 - 2,00	9	80,2	----	3	5,40 - 5,60	5	34,2	----	7
2,00 - 2,20	7	62,4	----	3	5,60 - 5,80	5	34,2	----	7
2,20 - 2,40	3	26,7	----	3	5,80 - 6,00	7	47,8	----	7
2,40 - 2,60	3	24,8	----	4	6,00 - 6,20	6	41,0	----	7
2,60 - 2,80	6	49,7	----	4	6,20 - 6,40	8	54,7	----	7
2,80 - 3,00	6	49,7	----	4	6,40 - 6,60	9	58,1	----	8
3,00 - 3,20	5	41,4	----	4	6,60 - 6,80	9	58,1	----	8
3,20 - 3,40	9	74,5	----	4	6,80 - 7,00	10	64,6	----	8
3,40 - 3,60	11	85,1	----	5					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 4

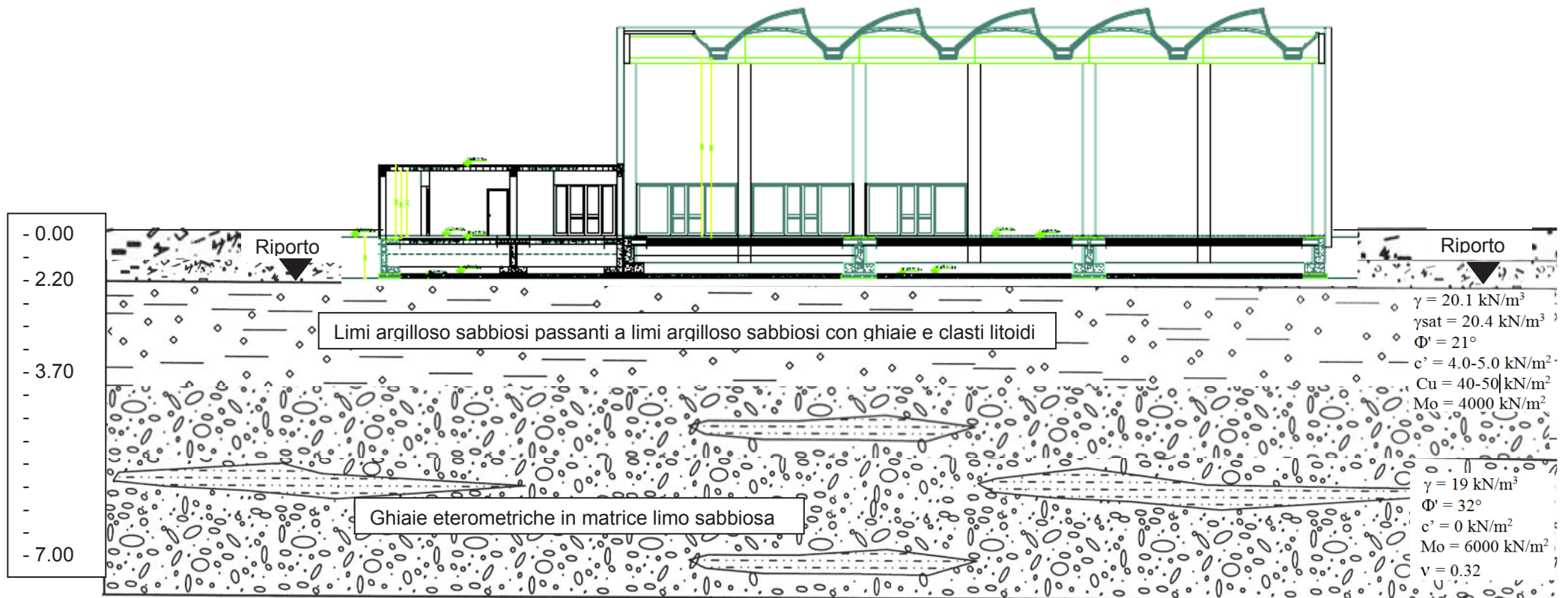
- indagine :	TRASFERIMENTO PISCINA VIA ARCANGELI IN LOC. MALISETI	Data :	30/12/2009
- cantiere :	Comune di Prato	- quota inizio :	p.c.
- località :	Maliseti	- prof. falda :	3,50 m da quota inizio
- note :	n.n.	- pagina :	1

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	10,5	---	1	3,60 - 3,80	9	69,6	---	5
0,20 - 0,40	1	10,5	----	1	3,80 - 4,00	7	54,1	----	5
0,40 - 0,60	1	9,6	----	2	4,00 - 4,20	5	38,7	----	5
0,60 - 0,80	5	48,2	----	2	4,20 - 4,40	4	30,9	----	5
0,80 - 1,00	10	96,4	----	2	4,40 - 4,60	8	58,1	----	6
1,00 - 1,20	5	48,2	----	2	4,60 - 4,80	13	94,3	----	6
1,20 - 1,40	5	48,2	----	2	4,80 - 5,00	15	108,9	----	6
1,40 - 1,60	4	35,6	----	3	5,00 - 5,20	18	130,6	----	6
1,60 - 1,80	3	26,7	----	3	5,20 - 5,40	9	65,3	----	6
1,80 - 2,00	2	17,8	----	3	5,40 - 5,60	12	82,0	----	7
2,00 - 2,20	7	62,4	----	3	5,60 - 5,80	7	47,8	----	7
2,20 - 2,40	5	44,6	----	3	5,80 - 6,00	13	88,8	----	7
2,40 - 2,60	5	41,4	----	4	6,00 - 6,20	8	54,7	----	7
2,60 - 2,80	6	49,7	----	4	6,20 - 6,40	8	54,7	----	7
2,80 - 3,00	7	58,0	----	4	6,40 - 6,60	7	45,2	----	8
3,00 - 3,20	8	66,3	----	4	6,60 - 6,80	6	38,7	----	8
3,20 - 3,40	8	66,3	----	4	6,80 - 7,00	7	45,2	----	8
3,40 - 3,60	9	69,6	----	5					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

SEZIONE LITOTECNICA

(scala 1: 200)



**STUDIO DI GEOLOGIA****DOTT.GEOL.CARLANDREA MARCHESELLI**

VIA FRUSA N° 43/A - 50131 FIRENZE

TEL. E FAX 055578443
marcheselligeologo@virgilio.it

TAVOLA

OGGETTO

DATA

03/11/2015

REALIZZAZIONE DI PALESTRA IN LOCALITA' MALISETI, VIA A. KULISCIOFF

SCALA

TITOLO DELLA TAVOLA

RELAZIONE GEOLOGICA

(AI SENSI DEL D.M. 14 GENNAIO 2008 "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI")

UBICAZIONE

COMUNE DI PRATO - VIA A. KULISCIOFF



COMMITTENTE

IL TECNICO

COMUNE DI PRATO

DOTT.GEOL.CARLANDREA MARCHESELLI

INDICE

1. PREMESSA
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO
4. PERICOLOSITA'
5. INDAGINI GEOGNOSTICHE
 - 5.1. Sondaggio a carotaggio continuo e a distruzione
 - 5.2 Prove penetrometriche dinamiche (DPSH)
 - 5.2.2 Analisi ed interpretazione dei dati
 - 5.3. Caratteristiche stratigrafiche
6. ANALISI DI LABORATORIO
7. MODELLO GEOLOGICO LOCALE
8. MODELLAZIONE SISMICA
9. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE
10. RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO E PARAMETRI FISICO-MECCANICI DEI TERRENI
11. TERRE E ROCCE DA SCAVO
12. CONCLUSIONI

1. PREMESSA

Su incarico del Comune di Prato è stato eseguito uno studio geologico su di un'area, di proprietà della Committenza, sulla quale sarà realizzata la nuova palestra della Scuola Media Inferiore Don Bosco in località Maliseti, Via A. Kuliscioff, come mostrato nell'allegata planimetria in scala 1: 10.000.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Lo studio è stato eseguito secondo quanto indicato dalle normative vigenti:

- **D.M. 14 gennaio 2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni”** emesse ai sensi delle leggi 05.11.1971, n. 1086, e 02.02.1974, n. 64, così come riunite nel Testo Unico per l'Edilizia di cui al D.P.R. 06.06.2001, n. 380, e dell'art. 5 del decreto legge 28.05.2004, n. 136, convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1 della legge 27.07.2004, n. 186 e ss. mm. ii.
- **Consiglio Superiore 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.
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.** Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007.
- **Eurocodice 8 (1998). Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture.** Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003).
- **Eurocodice 7.1 (1997).** Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali . – UNI.
- **Eurocodice 7.2 (2002).** Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI.
- **Eurocodice 7.3 (2002).** Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito(2002). UNI.
- **Leggi regionali** in materia di pianificazione e di Vincolo Idrogeologico.
- **Deliberazione 11 maggio 2009, n. 387.** Regolamento di attuazione dell'art. 117 commi 1 e 2 della L.R. 3 gennaio 2005 n. 1 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico.
In merito **all'art 7 della Delibera 11 maggio 2009, n. 387**, sulla base dei dati forniti dall'Ing. Sanzo l'intervento in progetto ha una volumetria superiore a 9000 mc e pertanto ricade nella **classe d'indagine n. 4** “*classe d'indagine n.4, riferita ad opere di volume lordo superiore a seimila metri cubi o, in ogni caso, se l'altezza in gronda è superiore a venti metri. Con riferimento a tale classe d'indagine, la categoria di suolo di fondazione e le geometrie sepolte si determinano mediante prove sismiche in foro. In presenza di problematiche di versante sono altresì prodotte verifiche di stabilità del pendio e del complesso opera-pendio. La definizione dei parametri geotecnici è basata su sondaggi geognostici, attrezzati con inclinometri ove si ricada nella zona classificata dal piano strutturale o dal regolamento urbanistico di pericolosità geomorfologica molto elevata (G4), secondo la definizione di cui all'allegato A, paragrafo c, del d.p.g.r.26/R/2007*”.
- **Ordinanze** Autorità di Bacino nazionale, regionale o interregionale.
- **PTCP – Piano Territoriale di Coordinamento provinciale.**
- **Regolamento urbanistico comunale.**

Vincoli

- Vincolo idrogeologico** (ai sensi del R.D. n. 3267 del 30/12/23 e del R.D. n. 1126 del 16/05/26). Tale normativa è stata poi attuata a livello regionale con il Regolamento di attuazione (D.P.G.R. 8 agosto 2003 n. 48/R) della L.R. 21/03/00 n° 39 (Legge forestale della Toscana). L'area non ricade in tale vincolo
- Vincolo paesaggistico** (D.Lgs. 490/1999 “Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali, a norma dell'articolo 1 della legge 8 ottobre, n. 352”).
- Rischio idraulico** (ai sensi della Del. C.R. 230/94 modificata e inserita nel P.I.T. approvato con D.C.R. n° 5 del 16/01/00. L'area non ricade degli ambiti territoriali (A1, A2, B) definiti per tale rischio.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO

L'area è caratterizzata da **depositi alluvionali recenti ed attuali** per uno spessore di alcune decine di metri i quali giacciono su **sedimenti lacustri villafranchiani** e quindi su **formazioni appartenenti al Supergruppo della Calvana**, cioè sul substrato cenozoico che costituisce il fondo ed i fianchi di un paleoalago.

Le stratigrafie rilevate nei sondaggi effettuati nel lotto in esame evidenziano (ad eccezione della copertura del riporto superficiale) una certa omogeneità litologica dei terreni studiati. In sintesi la stratigrafia della zona risulta costituita da una prevalenza di terreni limo argilloso sabbiosi sino a circa 4 metri, quindi ghiaie in matrice limo argillosa sino a circa 27.00 metri dal p.c. Da tale profondità prosegue la sedimentazione fine con argille limose sino a 33.00 m dal p.c.

L'area esaminata è pianeggiante (quota media di 57 m s.l.m.), pertanto esente da fenomeni morfogenetici gravitativi, né sono stati rilevati fenomeni erosivi.

4. PERICOLOSITA'

Per la definizione della Pericolosità si è fatto riferimento alla cartografia relativa al Piano Strutturale del Comune di Prato e al P.A.I., in particolare si ha:

- Carta di Pericolosità Geomorfologica (SU - P.S.) – **G1 (Pericolosità bassa)**.
- Carta di Pericolosità Geomorfologica (P.A.I.) – **(Al difuori della perimetrazione)**.
- Carta della Pericolosità Idraulica (SU - P.S.) - **I.1 (Pericolosità bassa)**.
- Carta della Pericolosità Idraulica (P.A.I.) - **P.I.2 (Pericolosità media)**.
- Carta di Pericolosità Sismica locale (SU - P.S.) - **S3 (Pericolosità elevata)**.

5. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Le indagini geognostiche sono state realizzate in due campagne distinte; nel 2010 in occasione di un precedente progetto, furono eseguite n° 4 prove penetrometriche dinamiche (DPSH) e n° 3 saggi geognostici mediante escavatore meccanico, mentre nella campagna attuale (2015) sono stati eseguiti n° 2 sondaggi a carotaggio continuo (sondaggio 1 e 2) con prelievo di campioni indisturbati finalizzati ad analisi geotecniche. Il sondaggio 1 è stato attrezzato per la prova down-hole. L'ubicazione delle indagini geognostiche, le cui profondità raggiunte sono riportate nella tabella a lato, è mostrata nell'allegata planimetria in scala 1: 1000.

Indagini	Profondità (m)
DPSH ₁	12.00
DPSH ₂	9.60
DPSH ₃	7.00
DPSH ₄	7.00
S ₁	4.10
S ₂	3.80
S ₃	3.50
Sondaggio 1	33
Sondaggio 2	10

5.1. Sondaggio a carotaggio continuo e a distruzione

Per i sondaggi è stata impiegata una sonda a rotazione. La perforazione è stata effettuata prevalentemente "a secco" in corrispondenza della frazione "fine" per favorire il completo carotaggio del terreno, mentre è stata utilizzata l'acqua come fluido di perforazione nei tratti ghiaiosi. Oltre una certa profondità la perforazione è proseguita a "distruzione di nucleo".

E' stato impiegato un carotiere semplice da 1500 mm di $\Phi = 101$ mm pari al diametro della carota prelevata. Le carote prelevate nel sondaggio sono state sistemate in cassette catalogatrici munite di 5 scomparti.

Nei sondaggi sono stati prelevati campioni indisturbati inviati al laboratorio Laboter di Pistoia dotato della prescritta concessione ministeriale prevista dalle NTC 2008. La relativa certificazione viene riportata in allegato. La documentazione fotografica è riportata in allegato. Il foro del sondaggio 1 è stato attrezzato con tubazione di rivestimento per esecuzione di prospezione sismica in foro, con onde P ed SH.

5.2 Prove penetrometriche dinamiche (DPSH)

5.2.1 Caratteristiche tecniche e modalità esecutive

E' stato impiegato un penetrometro dinamico di tipo superpesante (DPSH). Le cui caratteristiche sono le seguenti:

peso massa battente $M = 63.5$ kg	altezza caduta $H = 0.75$ m	peso sistema di battuta $M_s = 0.50$ kg (escluso massa battente)
diametro punta conica $D = 50.5$ mm	area di base punta conica $A = 20$ cmq	angolo apertura punta conica $\alpha = 90^\circ$
lunghezza aste $L_a = 1.00$ m	peso aste per metro $M_a = 6.30$ kg/m	

La prova consiste nell'infissione della punta mediante ripetuti colpi di un maglio, registrando il numero dei colpi necessari all'infissione di un tratto di 20 cm. La valutazione della resistenza dinamica alla punta $R_p(d)$ è stata effettuata con la formula degli Olandesi: $R_p(d) = \frac{M^2 H}{[Ae(M+P)]}$

dove:

$R_p(d)$ = resistenza dinamica alla punta; e = infissione per colpo; M = peso massa battente; H = altezza di caduta libera;

P = peso totale aste e sistema di battuta.

I valori di $R_p(d)$, espressi in kg/cmq, sono riportati in funzione della profondità nei diagrammi penetrometrici allegati.

5.2.2 Analisi ed interpretazione dei dati

Dall'esame dei diagrammi penetrometrici si rileva scarsa correlabilità tra di loro. In particolare le prove hanno evidenziato terreni a resistenza penetrometrica variabile e comunque scarsa sino a circa 2.00 m dal p.c., quindi si registra un sensibile aumento della resistenza con locali picchi in corrispondenza di ghiaie in matrice limo sabbiosa.

5.3. Caratteristiche stratigrafiche

Sono stati effettuati n. 3 saggi mediante escavatore meccanico che hanno permesso di valutare la stratigrafia superficiale:

Riferimento: Piscina nuova Scuola										Saggio 1		
Località: Maliseti - PRATO										Quota:		
Impresa esecutrice: Luigi Andreoli										Data: 19/01/2010		
Coordinate:										Redattore: Geol. Carlandrea Marcheselli		
Perforazione: Saggio geognostico con escavatore meccanico												
A	P ₂	metri bati.	LITOLOGIA	Campioni	RP	Standard Penetration Test			DESCRIZIONE			
						m	S.P.T.	N	prof. m	Quota m	Spesi m	
									0,20	0,20	0,20	Terreno vegetale
		1										Riporto (limo argilloso-sabbioso marrone, poco consistente, con frammenti di laterizi, clasti, ciottoli, ghiaie e blocchi di calcestruzzo)
		2			5				2,20	2,20	2,00	Limo argilloso sabbioso marrone molto consistente
		3							2,80	2,80	0,60	Limo argilloso sabbioso con ghiaie e clasti arenacei alterati prevalentemente medio-piccoli
		4							3,70	3,70	0,90	Ghiaie eterometriche in scarsa matrice limo-sabbiosa, addensate
									4,10	4,10	0,40	
A lato di P ₃												







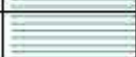
Riferimento: Piscina nuova Scuola	Saggio 2
Località: Maliseti - PRATO	Quota:
Impresa esecutrice: Luigi Andreoli	Data: 19/01/2010
Coordinate:	Redattore: Geol. Carlandrea Marcheselli
Perforazione: Saggio geognostico con escavatore meccanico	





A	Pz	metri buc.	LITOLOGIA	Campioni	RP	Standard Penetration Test			DESCRIZIONE				
						m	S.P.T.	N					
		0,20							0,20	0,20	0,20	Terreno vegetale	
	1.											Riperto (limo argilloso-sabbioso marrone, poco consistente, con frammenti di laterizi, rari clasti serpentinitici, ciottoli e ghiaie)	
	2.				3					1,20	1,20	1,00	Limo argilloso sabbioso marrone da molto consistente a consistente
	3.									3,20	3,20	2,00	Limo argilloso sabbioso con rare ghiaie eterometriche e mediamente addensate
										3,60	3,60	0,40	Ghiaie eterometriche in matrice limo-sabbiosa, addensate
										3,80	3,80	0,20	

Riferimento: Piscina nuova Scuola	Sonda Saggio 3
Località: Maliseti - PRATO	Quota:
Impresa esecutrice: Luigi Andreoli	Data: 19/01/2010
Coordinate:	Redattore: Geol. Carlandrea Marcheselli
Perforazione: Saggio geognostico con escavatore meccanico	

A	Pz	metri buc.	LITOLOGIA	Campioni	RP	Standard Penetration Test			DESCRIZIONE				
						m	S.P.T.	N					
		0,20							0,20	0,20	0,20	Terreno vegetale	
	1.											Riperto costituito da laterizi (interi mattoni), blocchi di calcestruzzo e muratura pluridecimetri, lastre metalliche e parti di muro in calcestruzzo con H2O	
	2.				3								
	3.												
										3,50	3,50	3,30	

A 1,0m da recinzione CONAD

				SONDAGGIO 1	
				OPERATORE	QUOTA (VEDI m. 37 s.l.m.)
Committente: Comune di Prato			PROFONDITA' FALDA (m. p.c.) non rilevata	COORDINATE U.T.M. Est: 188620,76 Nord: 466294,05	
Cantiere: Via A. Kulischoff, località <u>Majale</u> , Prato			METODO PERFORAZIONE: a rotazione		
PROFONDITA' (m)	PROFILO LITOLOGICO	Carotaggio (%)	S.P.T. ▼ Punte chiusa ▼ Punte aperta	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA
0,00 - 2,20					Limo argilloso sabbioso marrone con ghiaie, <u>ca. 10-15%</u> e laterizi
2,20 - 3,50				C1 0,00 0,50	Limo argilloso sabbioso marrone molto consistente
3,50 - 10,00			▼ m. 4,50 (5-4-3)		Ghiaie <u>submetriche</u> e <u>ca. 10%</u> in matrice limo sabbiosa (<u>ca. 10%</u>) calcareo (marnoso ed arenaceo) alterati. La matrice presenta anche ossidi di ferro e manganese
10,00 - 27,00					Ghiaie in matrice limo argillosa
27,00 - 31,00					Argille limose marroni
31,00 - 33,00					Argille limose grigie

		SONDAGGIO 2		QUOTA INIZIO m. 57 s.l.m.	
		OPERATORE COSTANTINI S.S.	SCALA COSTANTINI S.S.		
Committente: Comune di Prato			PROFONDITA' FALDA (m. p.c.) non rilevata	COORDINATE U.T.M. Est: 1668270,76 Nord: 4862841,05	
Cantiere: Via A. Kuliscioff, località Maliseti, Prato			METODO PERFORAZIONE: a rotazione		
PROFONDITA' (m)	PROFILO LITOLOGICO	Carotaggio (%)	S.P.T ▼ Punta chiusa ▼ Punta aperta	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA
0,00 – 2,10					Limo argilloso sabbioso marrone con ghiaie e clasti di laterizi
2,10 – 3,70				C1 3,00 3,50	Limo argilloso sabbioso marrone molto consistente
3,70 – 10,00					Ghiaie eterogenee e clasti in matrice limo sabbiosa (100%) calcareo marnoso ed arenaceo alterati. La matrice presenta anche ossidi di ferro e manganese

6. ANALISI DI LABORATORIO

In corrispondenza dei sondaggi 1 e 2 sono stati prelevati campioni indisturbati alla profondità di m. 3.00-3.50 successivamente inviato al laboratorio Laboter di Pistoia per le analisi geotecniche. I certificati delle analisi sono riportati in allegato. Nella tabella seguente sono riassunti i parametri determinati.

Riferimento			Caratteristiche fisiche									Granulometria				Taglio diretto		Edometrica				
Sond. n°	Camp. n°	Profondità m	W %	γ kN/m ³	γ_{sec} kN/m ³	γ_{sat} kN/m ³	γ_s kN/m ³	Indice vuoti	Poros. %	Sat. %	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	ϕ °	c kPa	50,0 kPa	100,0 kPa	200,0 kPa	400,0 kPa	800,0 kPa	
1	1	3.0-3.5	19,1	20,1	16,9	20,4	26,5	0,57	36,3	90,7	40,9	24,5	16,0	18,6	23,3	28	3999	5150	6836	11178	19064	
2	1	3.0-3.5	17,7	20,2	17,1	20,6	26,5	0,54	35,2	87,6	3,9	31,0	49,8	15,3	21,4	21	5015	7380	8591	12136	18519	

7. MODELLO GEOLOGICO LOCALE

Sulla base delle indagini eseguite è stato possibile definire tre livelli principali:

- **Terreno di riporto.** Costituito da limi argilloso sabbiosi con frammenti di laterizi, blocchi di muratura,

calcestruzzo, lastre metalliche, clasti, ciottoli e ghiaie. Spessore di circa 1.20/3.50 metri.

- **Copertura limo argilloso sabbiosa.** E' costituita da limi argilloso sabbiosi da consistenti a molto consistenti.
- **Ghiaie sabbiose.** Ghiaie eterometriche in matrice limo sabbiosa con giacitura lenticolare

8. MODELLAZIONE SISMICA

L'ordinanza P.C.M. n. 3519 del 28/04/06 riclassifica l'intero territorio nazionale. In tale quadro il Comune di Prato ricade in zona sismica 3.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido, viene definita mediante un approccio **“sito dipendente”** e non più tramite un criterio **“zona dipendente”**.

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare anche l'effetto della risposta sismica locale che, in assenza di specifiche analisi, può essere ricavata mediante un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

L'identificazione di questa categoria va di norma eseguita in base ai valori della V_{s30} , cioè la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità. A tale scopo è stata eseguita una prova sismica in foro di tipo down-hole. E' stata realizzata in foro di sondaggio 1 appositamente attrezzato con tubo in PVC cementato all'esterno, con l'uso di geofoni da foro di tipo tridimensionale ed opportuni sistemi di energizzazione. La prova consiste nel produrre, sulla superficie del terreno, sollecitazioni verticali per la generazione di onde di compressione (P) ed orizzontali per onde di taglio polarizzate orizzontalmente (SH) mediante una sorgente meccanica, e nel registrare l'istante di primo arrivo del treno d'onde ad un sistema composto da una coppia di geofoni tridimensionali, alloggiati a profondità note nel foro di sondaggio. Conosciuta la distanza tra sorgente e ricevitori e determinato il tempo di propagazione, è possibile stimare in maniera accurata la distribuzione delle velocità sismiche (P ed SH) in corrispondenza della verticale di misura.

Il sistema di acquisizione dati è un sismografo marca AMBROGEO, modello ECHO 12-24/2002, sistema multicanale (24 canali) in grado di registrare su ciascun canale in forma digitale le forme d'onda e di conservarle su memoria di massa dinamica a 16 bit.

Nella tabella seguente sono sintetizzati i parametri principali ricavabili dalla suddetta indagine.

VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]
1	4	400
2	16	2033
3	33	1499

PARAMETRI ONDE SX

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	3	185	0.32	68450.0	180707	167321
2	27	446	0.46	397832..	1161669	4840288
3	33	511	0.40	522242..	1462277	2437128

PARAMETRI ONDE SY

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	3	187	0.31	69938.0	183237	160734
2	27	444	0.46	394272..	1151274	4796976
3	33	528	0.40	557568..	1561190	2601983

Dalle prove la velocità equivalente delle onde di taglio **V_{s30}** , determinata a partire dalla quota del p.d.f., è risultata pari a **409 m/sec**; facendo riferimento alla tabella 3.2.II del Decreto 14 gennaio 2008 del Ministero delle

Infrastrutture e dei Trasporti “Norme Tecniche per le Costruzioni” il sito in esame ricade nella **categoria di sottosuolo B**.

ANALISI DEL TERRENO

In presenza di depositi alluvionali con spessore superiore a 30 metri caratterizzati dalla velocità equivalente delle onde di taglio nei primi trenta metri pari 409 m/sec, il sito in esame ricade nella **categoria di sottosuolo B** secondo la tab. 3.2.II delle NTC 2008.

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Amplificazione stratigrafica

Per sottosuolo di categoria **A** i coefficienti S_s e C_c valgono 1. Per le categorie di sottosuolo **B**, **C**, **D** ed **E** i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T_c relativi al sottosuolo di categoria **A**, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.V, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Tabella 3.2.V – *Espressioni di S_s e di C_c*

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Amplificazione topografica

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella Tab. 3.2.VI, in funzione delle categorie topografiche definite in § 3.2.2 e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

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

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

Lo scuotimento del suolo così individuato deve essere corretto per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie (come visto in precedenza con la determinazione della Categoria di sottosuolo sitospecifica B e dei coefficienti di amplificazione topografica $S_T=1,0$ e stratigrafica $S_s = 1,2$).

Categoria di sottosuolo	Da V_{S30}		B
Coefficiente di amplificazione topografica S_T	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	1,0	1,0
	T2 - Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	1,2	
	T3 - Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1,2	
	T4 - Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	1,4	
Coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s			1,2
Fattore $S = S_s \times S_T$ (Fattore che tiene conto dell'amplificazione topografica e stratigrafica)			1,2

Dati inerenti la costruzione

- ✓ **Vita nominale VN** intesa come numero di anni nella quale la struttura, purché soggetta a manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.
Edificio in progetto: tipo di costruzione "2" – opera ordinaria VN ≥ 50 anni
- ✓ **Classe d'uso**. In presenza di azioni sismiche vengono definite per le costruzioni **4 classi d'uso** (Classi di Importanza di EC8). *Edificio in progetto: Classe III*: Costruzioni il cui uso preveda **affollamenti significativi**. *Industrie con attività pericolose per l'ambiente*. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- ✓ **Coefficiente d'uso CU**, definito al variare della Classe d'uso. *Edificio in progetto: CU = 1.5*.
- ✓ Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U : $V_R = V_N \times C_U$. *Edificio in progetto: $V_R = 50 \times 1.5 = 75$ anni.*

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Le azioni sismiche di progetto vengono calcolate a partire dalla **"pericolosità sismica di base"** definite, in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, in base ai seguenti tre parametri:

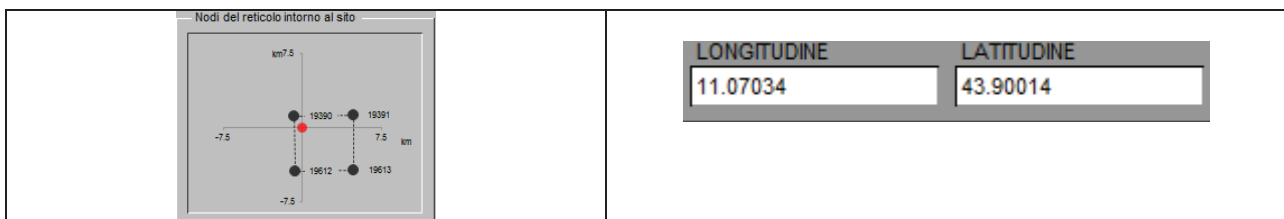
A_g → **accelerazione orizzontale massima al sito**

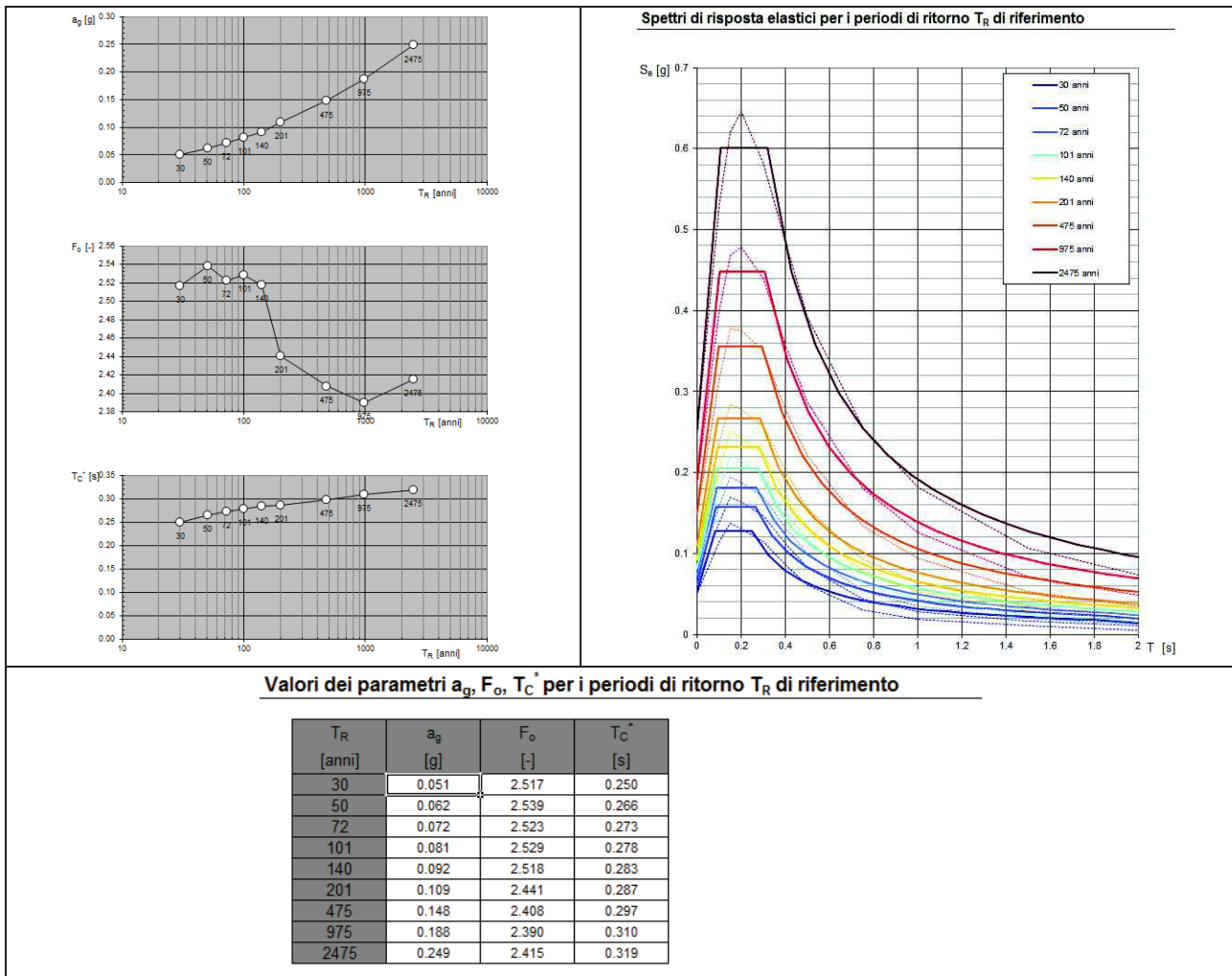
F_o → **valore massimo dell'amplificazione spettrale in accelerazione orizzontale (valore minimo pari a 2,2)**

T_c^* → **periodo dello Spettro ad ampiezza costante in accelerazione orizzontale.**

Le elaborazioni sono state eseguite con programma *SPETTRI NTC* ver. 1.0.3. Parametri che sono tabulati per 9 diversi Periodi di Ritorno TR, definiti su un Reticolo di Riferimento ogni 10 Km e determinati per il punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto stesso.

La griglia con i valori dei tre parametri sopraindicati, riferiti alla **pericolosità sismica di base**, viene riportata di seguito. Maggiore è il periodo di Ritorno, più alta è la Pericolosità Sismica.





9. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Nella Carta del P.A.I. dell' Autorità di Bacino del F. Arno (1: 10.000) l'area è inserita nelle zone soggette a **Pericolosità Idraulica P.I.2 (Pericolosità media)**. Nella Carta della Pericolosità Idraulica relativa al Piano Strutturale del Comune di Prato l'area risulta in classe **I.1 (Pericolosità bassa)**, ovvero aree di pianura poste in situazione di alto morfologico, non interessate dalle dinamiche dei corsi d'acqua, e aree collinari. La carta dei battenti idraulici evidenzia infatti che l'intervento si pone in zona al di fuori della perimetrazione nella quale sono state individuate le altezze dell'acqua raggiunte in occasione di eventi alluvionali con tempi di ritorno duecentennali.

Sotto l'aspetto idrogeologico l'area è caratterizzata da:

- **Terreno di riporto** (permeabilità per porosità variabile);
- **Copertura limo argilloso sabbiosa** (da scarsa a ridotta permeabilità per porosità);
- **Ghiaie in scarsa matrice limo sabbiosa** (da mediocre a buona permeabilità per porosità).

La circolazione idrica sotterranea è caratterizzata da una falda superficiale, ubicata nei depositi alluvionali (ghiaie in matrice limo sabbiosa).

Misure di livello nei piezometri installati per la realizzazione della scuola, fornirono le seguenti letture:

Piezometro 1 (m dal p.c).	Piezometro 2 (m dal p.c).	Piezometro 3 (m dal p.c).	Piezometro 4 (m dal p.c).
1.50	1.30	1.20	1.30
Il dislivello tra la scuola e l'area d'intervento è di oltre un metro			

Si riportano i livelli misurati nei piezometri installati in occasione della campagna geognostica 2010 e in quella 2015.

CAMPAGNA GEOGNOSTICA 2010	Piezometro P1 (DPSH1) (m dal p.c).	Piezometro P2 (DPSH2) (m dal p.c).	Piezometro P3 (DPSH3) (m dal p.c).	Piezometro P4 (DPSH4) (m dal p.c).
	3.50	3.50	3.50	3.50
CAMPAGNA GEOGNOSTICA 2015		Sondaggio 1	Sondaggio 2	
	16/06/2015	17.08	4.35	
	09/07/2015	17.01 Non rappresentativo in quanto tubo allestito per down hole	4.29	

Nei fori penetrometrici relativi alla campagna geognostica 2010 è stata rinvenuta acqua a circa 3.50 metri dal p.c., probabilmente per acquiferi "sospesi", modesti corpi idrici, legati anche alla vasta e irregolare area di distribuzione del materiale di riporto. In merito all'escursione della falda non si hanno dati nell'area, tuttavia si ritengono possibili sensibili innalzamenti del livello nei periodi di maggiore precipitazione.

10. RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO E PARAMETRI FISICO-MECCANICI DEI TERRENI

Nelle valutazioni che il geotecnico deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato, secondo il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (CSLP), il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno (in fondazioni superficiali o in una frana il volume interessato dalla superficie di rottura è grande), con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti. Le caratteristiche geotecniche del terreno possono essere riassunte nel seguente schema:

(I parametri assegnati sono stati determinati mediante le correlazioni inerenti le prove penetrometriche dinamiche e sulla base dei risultati di prove di laboratorio effettuate in terreni simili presenti sul versante. Per la coesione c' sono stati considerati dati sperimentali per i quali cautelativamente si può ritenere $c' = 1/10 C_u$).

PROFONDITÀ (m dal p.c.)	DESCRIZIONE	PARAMETRI GEOTECNICI MEDI
0.00 – 2.20	Riporto: limi argilloso sabbiosi con frammenti di laterizi, clasti, ciottoli e ghiaie	$\gamma = 15 \text{ kN/m}^3$
2.20 – 2.80	Limi argilloso sabbiosi	$\gamma = 20.1 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_{\text{sat}} = 20.4 \text{ kN/m}^3$ $\Phi' = 21^\circ$ $c' = 4.0 \text{ kN/m}^2$ $C_u = 40 \text{ kN/m}^2$ $M_o = 4000 \text{ kN/m}^2$
2.80 – 3.70	Limi argilloso sabbiosi con ghiaie e clasti litoidi da consistenti a molto consistenti	$\gamma = 20.1 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_{\text{sat}} = 20.4 \text{ kN/m}^3$ $\Phi' = 21^\circ$ $c' = 5.0 \text{ kN/m}^2$ $C_u = 50 \text{ kN/m}^2$ $M_o = 4000 \text{ kN/m}^2$
3.70 – 7.00	Ghiaie eterometriche in scarsa matrice limo sabbiosa	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ $\Phi' = 32^\circ$ $c' = 0 \text{ kN/m}^2$ $M_o = 6000 \text{ kN/m}^2$ $v = 0.32$

γ = peso di volume; γ_{sat} peso di volume saturo ; Φ' = angolo di attrito in condizioni di pressioni effettive; C_u = coesione non drenata; c' coesione drenata; M_o = modulo edometrico; ν = Modulo di Poisson

11. TERRE E ROCCE DA SCAVO

In merito al decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152 art. 186, così come modificato dal D.Lgs 16 gennaio 2008 n. 4, e modificato dalla L. 2/2009 che recepisce la direttiva Direttiva Europea 2008/98/CE sui rifiuti, dovrà essere valutato l'eventuale riutilizzo delle terre e rocce da scavo ed invece lo maltimento come rifiuti del materiale di riporto individuato dai saggi (limi argilloso sabbiosi con frammenti di laterizi, blocchi di muratura, calcestruzzo, lastre metalliche, clasti, ciottoli e ghiaie).

12. CONCLUSIONI

Le considerazioni geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche portano a ritenere l'area idonea ad essere interessata dal suddetto progetto. In sintesi si riportano le seguenti osservazioni conclusive:

- L'area d'intervento è caratterizzata da depositi alluvionali recenti ed attuali per uno spessore di alcune decine di metri i quali giacciono su sedimenti lacustri villafranchiani e quindi su formazioni appartenenti al Supergruppo della Calvana.
- L'area è pianeggiante pertanto priva di fenomeni morfogenetici gravitativi.
- Per la definizione della Pericolosità si è fatto riferimento alla cartografia relativa al Piano Strutturale del Comune di Prato e al P.A.I., in particolare si ha:

Carta di Pericolosità Geomorfologica (SU – P.S.) – **G1 (Pericolosità bassa)**.
 Carta di Pericolosità Geomorfologica (P.A.I.) – **(Al difuori della perimetrazione)**.
 Carta della Pericolosità Idraulica (SU - P.S.) - **I.1 (Pericolosità bassa)**.
 Carta della Pericolosità Idraulica (P.A.I) - **P.I.2 (Pericolosità media)**.
 Carta di Pericolosità Sismica locale (SU - P.S.) - **S3 (Pericolosità elevata)**.

- Nella Carta del P.A.I. dell' Autorità di Bacino del F. Arno (1: 10.000) l'area è inserita nelle zone soggette a **Pericolosità Idraulica P.I.2 (Pericolosità media)**. Nella Carta della Pericolosità Idraulica relativa al Piano Strutturale del Comune di Prato l'area risulta in classe **I.1 (Pericolosità bassa)**, ovvero aree di pianura poste in situazione di alto morfologico, non interessate dalle dinamiche dei corsi d'acqua, e aree collinari. La carta dei battenti idraulici evidenzia infatti che l'intervento si pone in zona al di fuori della perimetrazione nella quale sono state individuate le altezze dell'acqua raggiunte in occasione di eventi alluvionali con tempi di ritorno duecentennali. Per sicurezza potrà essere assunto un franco di 30 cm come previsto nella suddetta cartografia per le aree con un battente compreso tra 0 e 50 cm.
- La circolazione idrica sotterranea è caratterizzata da una falda superficiale, ubicata nei depositi alluvionali (ghiaie in matrice limo sabbiosa). Misure di livello nei piezometri installati in occasione delle indagini geognostiche per la realizzazione della scuola, fornirono le seguenti letture:

Piezometro 1 (m dal p.c).	Piezometro 2 (m dal p.c).	Piezometro 3 (m dal p.c).	Piezometro 4 (m dal p.c).
1.50	1.30	1.20	1.30
Il dislivello tra la scuola e l'area d'intervento è di oltre un metro			

- Si riportano i livelli misurati nei piezometri installati in occasione della campagna geognostica 2010 e in quella 2015.

CAMPAGNA GEOGNOSTICA 2010	Piezometro P1 (DPSH1) (m dal p.c).	Piezometro P2 (DPSH2) (m dal p.c).	Piezometro P3 (DPSH3) (m dal p.c).	Piezometro P4 (DPSH4) (m dal p.c).

	3.50	3.50	3.50	3.50
CAMPAGNA GEOGNOSTICA 2015		Sondaggio 1	Sondaggio 2	
	16/06/2015	17.08	4.35	
	09/07/2015	17.01 Non rappresentativo in quanto tubo allestito per down hole	4.29	

- Nei fori penetrometrici relativi all'attuale campagna geognostica è stata rinvenuta acqua a circa 3.50 metri dal p.c., probabilmente per acquiferi "sospesi", modesti corpi idrici, legati anche alla vasta e irregolare area di distribuzione del materiale di riporto.
- Nell'area è presente un terreno di riporto di spessore variabile (m. 1.20/3.50) e di natura eterogenea. Nel saggio n. 3 (lato Conad) non è stato possibile a causa del franamento delle pareti di scavo, verificare l'effettivo spessore del riporto. Nell'area della palestra è stata verificata la presenza di riporto sino a m. 2.20 dal p.c. pertanto sarà opportuno che la quota d'imposta del manufatto sia oltre tale profondità. Lo stesso criterio (di oltrepassare il riporto) si consiglia anche per gli altri manufatti del plesso sportivo. Comunque se sul piano di sbancamento si rinvenissero aree o lenti con materiali o sedimenti a fine granulometria poco consistenti e/o scarsamente addensati, si potrà eseguire un risanamento, previa loro asportazione, con inerti adeguatamente compattati o con magrone eventualmente armato.
- Le risultanze dell'indagine geofisica hanno rilevato l'assenza del substrato sismico entro i 33 m dal p.c., tuttavia confermano il grado di pericolosità sismica S3, indicato nel cartografia del Piano Strutturale, essendo presenti depositi "alluvionali granulari e/o sciolti" soggetti ad amplificazione sismica.
- Particolare attenzione dovrà essere adottata nelle opere di scavo al fine di garantire stabilità delle pareti di taglio, conferendo loro adeguata inclinazione o realizzando opere di contenimento provvisionali/definitive.
- Sulla base delle pericolosità dell'area, della tipologia d'intervento e delle indagini effettuate e si ritiene di potere assegnare le seguenti fattibilità:

Fattibilità geologica 1; Fattibilità idraulica 2; Fattibilità sismica 3

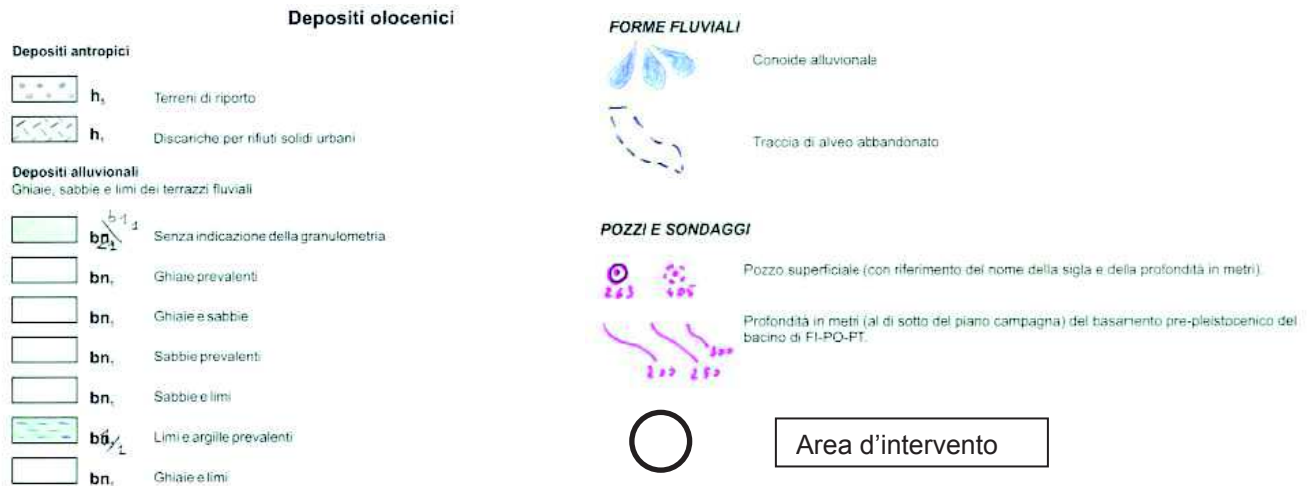


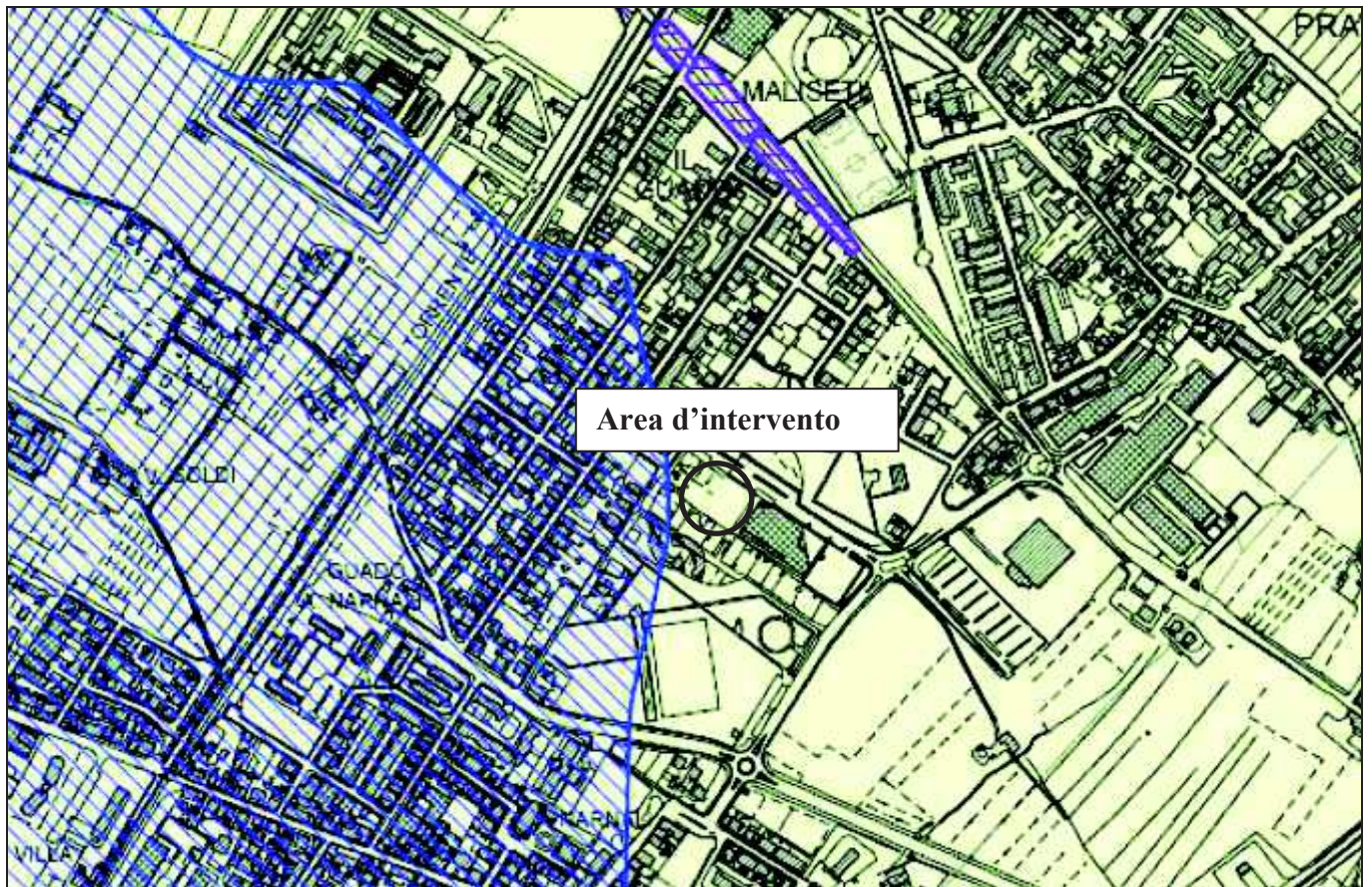
ESTRATTO CARTA TECNICA REGIONALE

(scala 1: 10.000)



CARTA GEOLOGICA (scala 1:10.000)









COMUNE DI PRATO



INDAGINI GEOLOGICHE DI SUPPORTO AL PIANO STRUTTURALE ESTRATTO CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

(scala 1: 10.000)









Pericolosità geomorfologica molto elevata (G.4)

-  Frana attiva
-  Area instabile per soliflusso generalizzato
-  Scarpata attiva
-  Alveo in approfondimento


Pericolosità geomorfologica media (G.2)

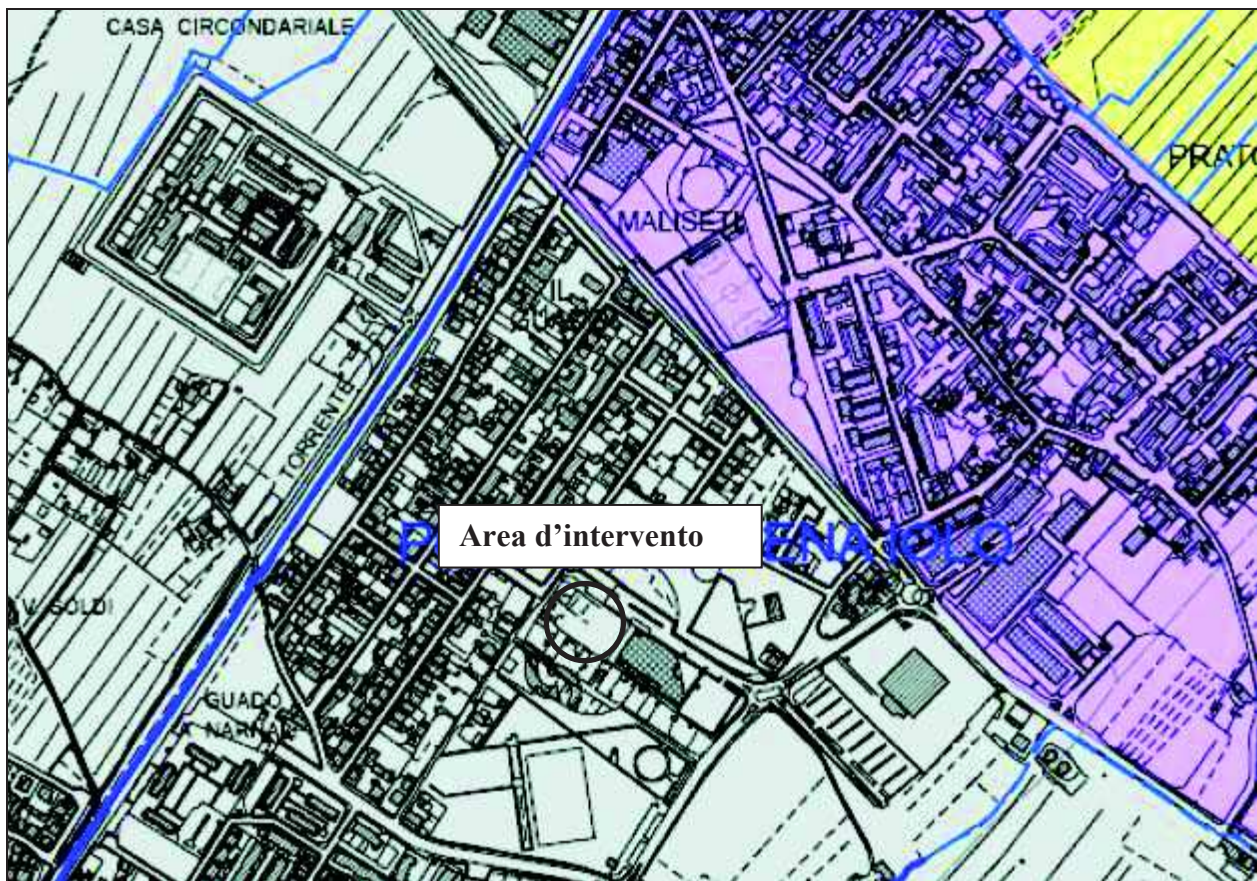
-  Area interessata da frane non attive
-  Area di potenziale instabilità dovuta alla pendenza del versante:
terreni argillosi con pendenze <10%
terreni sabbiosi con pendenze <20%
terreni litoidi molto fratturati con pendenze <35%
terreni litoidi non/poco fratturati e di buona qualità con pendenze <50%

Pericolosità geomorfologica elevata (G.3)

-  Frana quiescente
-  Area potenzialmente instabile in base alla giacitura delle formazioni litoidi
-  Area di potenziale instabilità dovuta alla pendenza del versante:
terreni argillosi con pendenze >10%
terreni sabbiosi con pendenze >20%
terreni litoidi molto fratturati con pendenze >35%
terreni litoidi non/poco fratturati e di buona qualità con pendenze >50%
-  Area interessata da fenomeni di erosione profonda
-  Area interessata da rilevanti manomissioni antropiche
-  Corpo d'acqua e relativi paramenti
-  Scarpata di erosione non attiva o quiescente
-  Area soggetta ad uso intensivo della falda tale da determinare fenomeni di subsidenza

Pericolosità geomorfologica bassa (G.1)

-  Area in cui non sussistono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa:
terreni argillosi con pendenze <5%
terreni sabbiosi con pendenze <10%
terreni litoidi molto fratturati con pendenze <10%
terreni litoidi non/poco fratturati e di buona qualità con pendenze <10%



COMUNE DI PRATO


INDAGINI GEOLOGICHE DI SUPPORTO AL PIANO STRUTTURALE

ESTRATTO CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA


(scala 1: 10.000)

Perimetrazioni ottenute con studio idrologico-idraulico di dettaglio su tutto il reticolo idrografico implementato con i dati dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno


(I.4) Pericolosità idraulica molto elevata (T_r =tempo di ritorno)

 Aree interessate da allagamenti per eventi con $T_r < 30$ anni

(I.3) Pericolosità idraulica elevata

 Aree interessate da allagamenti per eventi con T_r compreso tra 30 e 200 anni


(I.2) Pericolosità idraulica media


 Aree interessate da allagamenti per eventi con T_r compreso tra 200 e 500 anni


(I.1) Pericolosità idraulica bassa


 Aree morfologicamente rilevate

Interventi strutturali di cui al Piano Stralcio Rischio Idraulico dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno

 Interventi di tipo "A" (norma 2 de DPCM 5/11/99)

 Interventi di tipo "B" (norma 3 de DPCM 5/11/99)

 Cassa di espansione realizzata

 Cassa di espansione in progetto

 corsi d'acqua principali ai fini del corretto assetto idraulico (elenco PIT)

PO2034 RIO BUTI

PO2728 OMBRONE

PO2935 VELLA

PO1161 FILIMORTULA

PO1313 BARDENA IOLO

PO1255 GORA BRESCI

PO2478 BISENZIO

PO1259 GORA MAZZONI

PO1406 MERDANCIONE

PO1264 GORA DI ROMITO

PO2460 BAGNOLO

PO1258 GORA DI CASTELNUOVO


PO1215 IL FOSSETTO

PO1260 BANDITA

PO2436A CALICE

PO2692 MARINELLA

 reticolo idrografico

 tratto intubato

 emissario del depuratore

 scolmatore



COMUNE DI PRATO

INDAGINI GEOLOGICHE DI SUPPORTO AL PIANO STRUTTURALE

ESTRATTO CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

(scala 1: 10.000)

(S.4) Pericolosità sismica locale molto elevata


 Zona caratterizzata da fenomeni franosi attivi

(S.3) Pericolosità sismica locale elevata

 Zona caratterizzata da fenomeni franosi quiescenti

 Zona potenzialmente franosa


 Zona con terreni granulari poco addensati saturi d'acqua con falda superficiale nei primi 5 m dal p.d.c.


 Zone di bordo della valle e/o aree di raccordo con il versante

 Zone con presenza di depositi alluvionali granulari e/o sciolti

 Zona con presenza di coperture colluviali

 Aree costituite da conoidi alluvionali e/o cono detritici

 Zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse


 Contatti tettonici, faglie, sovrascorimenti e sistemi di fratturazione

(S.2) Pericolosità sismica locale media

 Zona caratterizzata da movimenti franosi inattivi

 Zona di ciglio con H > 10 m, costituita da scarpata con parete sub-verticale

(S.1) Pericolosità sismica locale bassa

 Area dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalle sollecitazioni sismiche



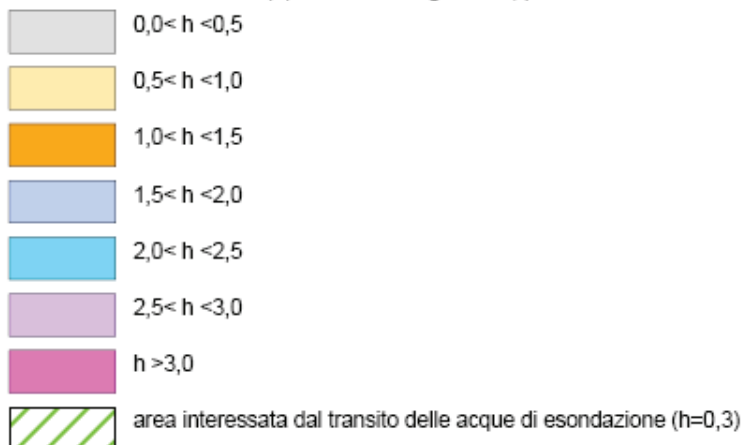
COMUNE DI PRATO


INDAGINI GEOLOGICHE DI SUPPORTO AL PIANO STRUTTURALE

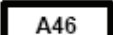
ESTRATTO CARTA DEI BATTENTI IDRAULICI

(scala 1: 10.000)

Altezza del battente idraulico (h) in metri - In ogni caso, per le valutazioni di sicurezza, si assume un battente minimo di 30 cm.



 reticolo idrografico

 cella idraulica

40,98 s.l.m. quota assoluta del livello dell'acqua

Autorità di Bacino del Fiume Arno





Piano di Bacino del fiume Arno
stralcio Assetto Idrogeologico

Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica livello di dettaglio

Scala 1:10.000
0 0.2 0.4 0.6 0.8 1 km
sistema di riferimento Roma 1940
rappresentazione Gauss-Boaga
fuso ovest esteso



Ubicazione area d'intervento

-  P.I.4 Aree a pericolosità molto elevata
-  P.I.3 Aree a pericolosità elevata
-  P.I.2 Aree a pericolosità media
-  P.I.1 Aree a pericolosità moderata

-  Ambito spaziale in cui la pericolosità è individuata su cartografia di sintesi in scala 1:25.000
-  Limite area di studio

Autorità di Bacino del Fiume Arno

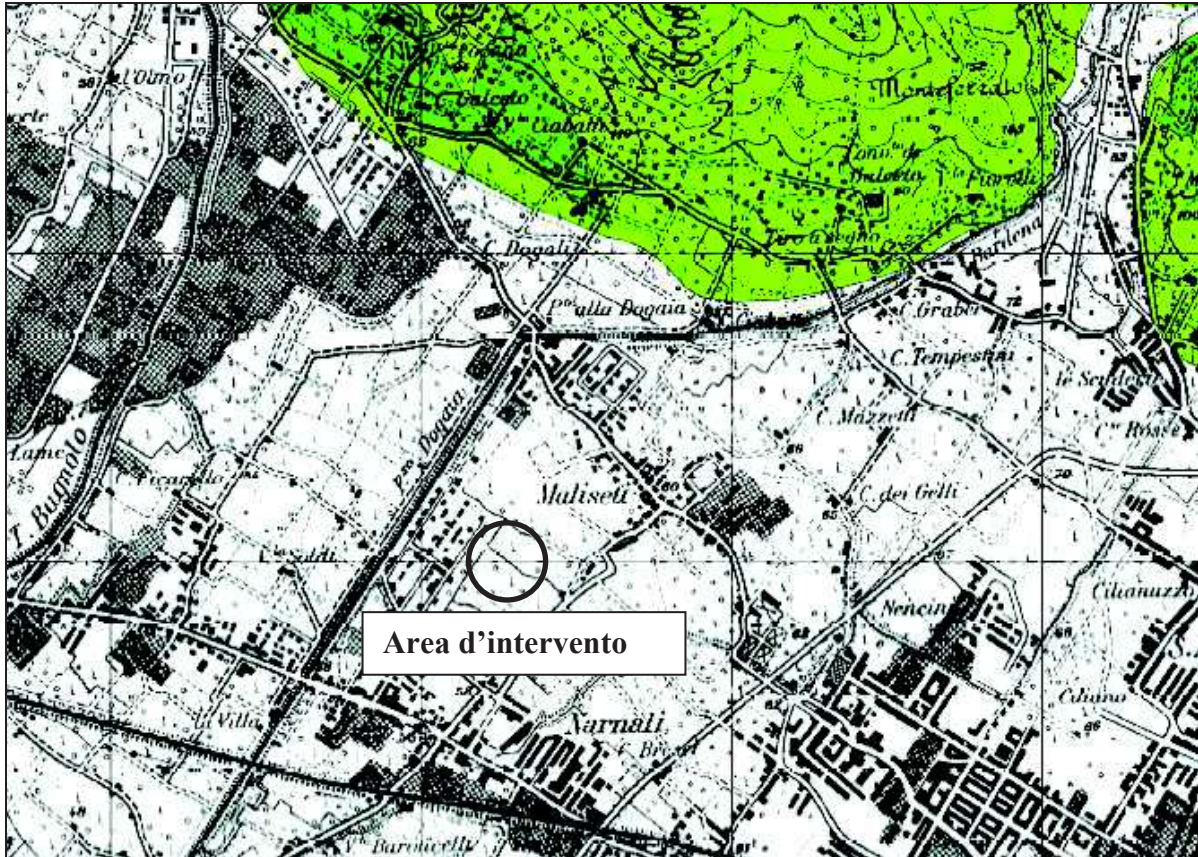
Piano di Bacino del fiume Arno Stralcio "Assetto idrogeologico"




Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante livello di sintesi


Scala 1:25.000

0 0.2 0.4 0.6 0.8 km

sistema di riferimento ED 1950
rappresentazione UTM - fuso 32



-  P.F.3 Aree a pericolosità elevata
-  P.F.2 Aree a pericolosità media
-  P.F.1 Aree a pericolosità moderata

 Ambito spaziale all'interno del quale la pericolosità è individuata su cartografia di dettaglio alla scala 1:10.000

51004-V003 Codice identificativo area a pericolosità al livello di dettaglio



PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

(scala 1: 500)

- Prova penetrometrica dinamica DPSH
- Saggio geognostico
- ▲ Sondaggio a carotaggio continuo
- ★ Prova Down Hole

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

n° 1

- indagine :	TRASFERIMENTO PISCINA VIA ARCANGELI IN LOC. MALISETI	- data :	30/12/2009
- cantiere :	Comune di Prato	- quota inizio :	p.c.
- località :	Maliseti	- prof. falda :	3,50 m da quota inizio
- note :	n.n.	- pagina :	1

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	10,5	----	1	6,00 - 6,20	4	27,3	----	7
0,20 - 0,40	1	10,5	----	1	6,20 - 6,40	4	27,3	----	7
0,40 - 0,60	1	9,6	----	2	6,40 - 6,60	7	45,2	----	8
0,60 - 0,80	1	9,6	----	2	6,60 - 6,80	5	32,3	----	8
0,80 - 1,00	5	48,2	----	2	6,80 - 7,00	6	38,7	----	8
1,00 - 1,20	2	19,3	----	2	7,00 - 7,20	8	51,7	----	8
1,20 - 1,40	1	9,6	----	2	7,20 - 7,40	6	38,7	----	8
1,40 - 1,60	4	35,6	----	3	7,40 - 7,60	5	30,6	----	9
1,60 - 1,80	2	17,8	----	3	7,60 - 7,80	5	30,6	----	9
1,80 - 2,00	6	53,5	----	3	7,80 - 8,00	6	36,7	----	9
2,00 - 2,20	8	71,3	----	3	8,00 - 8,20	16	97,9	----	9
2,20 - 2,40	10	89,1	----	3	8,20 - 8,40	15	91,8	----	9
2,40 - 2,60	10	82,8	----	4	8,40 - 8,60	16	93,1	----	10
2,60 - 2,80	10	82,8	----	4	8,60 - 8,80	11	64,0	----	10
2,80 - 3,00	9	74,5	----	4	8,80 - 9,00	11	64,0	----	10
3,00 - 3,20	9	74,5	----	4	9,00 - 9,20	15	87,3	----	10
3,20 - 3,40	9	74,5	----	4	9,20 - 9,40	10	58,2	----	10
3,40 - 3,60	14	108,3	----	5	9,40 - 9,60	10	55,4	----	11
3,60 - 3,80	10	77,4	----	5	9,60 - 9,80	12	66,5	----	11
3,80 - 4,00	9	69,6	----	5	9,80 - 10,00	11	61,0	----	11
4,00 - 4,20	5	38,7	----	5	10,00 - 10,20	12	66,5	----	11
4,20 - 4,40	4	30,9	----	5	10,20 - 10,40	10	55,4	----	11
4,40 - 4,60	5	36,3	----	6	10,40 - 10,60	7	37,0	----	12
4,60 - 4,80	6	43,5	----	6	10,60 - 10,80	7	37,0	----	12
4,80 - 5,00	7	50,8	----	6	10,80 - 11,00	8	42,3	----	12
5,00 - 5,20	8	58,1	----	6	11,00 - 11,20	10	52,9	----	12
5,20 - 5,40	5	36,3	----	6	11,20 - 11,40	8	42,3	----	12
5,40 - 5,60	9	61,5	----	7	11,40 - 11,60	6	30,4	----	13
5,60 - 5,80	7	47,8	----	7	11,60 - 11,80	14	70,9	----	13
5,80 - 6,00	2	13,7	----	7	11,80 - 12,00	16	81,0	----	13

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 63-100 EMLC

- M (massa battente)= 63,50 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,43 cm² - D(diam. punta)= 51,00 mm- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 2

- indagine :	TRASFERIMENTO PISCINA VIA ARCANGELI IN LOC. MALISETI	- data :	30/12/2009
- cantiere :	Comune di Prato	- quota inizio :	p.c.
- località :	Maliseti	- prof. falda :	3,50 m da quota inizio
- note :	n.n.	- pagina :	1

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	2	21,0	----	1	4,80 - 5,00	4	29,0	----	6
0,20 - 0,40	2	21,0	----	1	5,00 - 5,20	9	65,3	----	6
0,40 - 0,60	2	19,3	----	2	5,20 - 5,40	10	72,6	----	6
0,60 - 0,80	3	28,9	----	2	5,40 - 5,60	3	20,5	----	7
0,80 - 1,00	6	57,9	----	2	5,60 - 5,80	5	34,2	----	7
1,00 - 1,20	5	48,2	----	2	5,80 - 6,00	6	41,0	----	7
1,20 - 1,40	4	38,6	----	2	6,00 - 6,20	6	41,0	----	7
1,40 - 1,60	4	35,6	----	3	6,20 - 6,40	6	41,0	----	7
1,60 - 1,80	4	35,6	----	3	6,40 - 6,60	8	51,7	----	8
1,80 - 2,00	7	62,4	----	3	6,60 - 6,80	7	45,2	----	8
2,00 - 2,20	6	53,5	----	3	6,80 - 7,00	7	45,2	----	8
2,20 - 2,40	5	44,6	----	3	7,00 - 7,20	8	51,7	----	8
2,40 - 2,60	5	41,4	----	4	7,20 - 7,40	6	38,7	----	8
2,60 - 2,80	7	58,0	----	4	7,40 - 7,60	9	55,1	----	9
2,80 - 3,00	7	58,0	----	4	7,60 - 7,80	13	79,6	----	9
3,00 - 3,20	8	66,3	----	4	7,80 - 8,00	10	61,2	----	9
3,20 - 3,40	7	58,0	----	4	8,00 - 8,20	13	79,6	----	9
3,40 - 3,60	5	38,7	----	5	8,20 - 8,40	15	91,8	----	9
3,60 - 3,80	6	46,4	----	5	8,40 - 8,60	20	116,3	----	10
3,80 - 4,00	5	38,7	----	5	8,60 - 8,80	13	75,6	----	10
4,00 - 4,20	4	30,9	----	5	8,80 - 9,00	15	87,3	----	10
4,20 - 4,40	4	30,9	----	5	9,00 - 9,20	10	58,2	----	10
4,40 - 4,60	2	14,5	----	6	9,20 - 9,40	8	46,5	----	10
4,60 - 4,80	6	43,5	----	6	9,40 - 9,60	9	49,9	----	11

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 63-100 EML.C

- M (massa battente)= 63,50 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,43 cm² - D(diam. punta)= 51,00 mm- Numero Colpi Punta N = N(20) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 3

- indagine :	TRASFERIMENTO PISCINA VIA ARCANGELI IN LOC. MALISETI	Data :	30/12/2009
- cantiere :	Comune di Prato	- quota inizio :	p.c.
- località :	Maliseti	- prof. falda :	3,50 m da quota inizio
- note :	n.n.	- pagina :	1

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	10,5	----	1	3,60 - 3,80	8	61,9	----	5
0,20 - 0,40	1	10,5	----	1	3,80 - 4,00	11	85,1	----	5
0,40 - 0,60	1	9,6	----	2	4,00 - 4,20	16	123,8	----	5
0,60 - 0,80	2	19,3	----	2	4,20 - 4,40	19	147,0	----	5
0,80 - 1,00	1	9,6	----	2	4,40 - 4,60	19	137,9	----	6
1,00 - 1,20	1	9,6	----	2	4,60 - 4,80	15	108,9	----	6
1,20 - 1,40	2	19,3	----	2	4,80 - 5,00	10	72,6	----	6
1,40 - 1,60	2	17,8	----	3	5,00 - 5,20	16	116,1	----	6
1,60 - 1,80	5	44,6	----	3	5,20 - 5,40	8	58,1	----	6
1,80 - 2,00	9	80,2	----	3	5,40 - 5,60	5	34,2	----	7
2,00 - 2,20	7	62,4	----	3	5,60 - 5,80	5	34,2	----	7
2,20 - 2,40	3	26,7	----	3	5,80 - 6,00	7	47,8	----	7
2,40 - 2,60	3	24,8	----	4	6,00 - 6,20	6	41,0	----	7
2,60 - 2,80	6	49,7	----	4	6,20 - 6,40	8	54,7	----	7
2,80 - 3,00	6	49,7	----	4	6,40 - 6,60	9	58,1	----	8
3,00 - 3,20	5	41,4	----	4	6,60 - 6,80	9	58,1	----	8
3,20 - 3,40	9	74,5	----	4	6,80 - 7,00	10	64,6	----	8
3,40 - 3,60	11	85,1	----	5					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 4

- indagine :	TRASFERIMENTO PISCINA VIA ARCANGELI IN LOC. MALISETI	Data :	30/12/2009
- cantiere :	Comune di Prato	- quota inizio :	p.c.
- località :	Maliseti	- prof. falda :	3,50 m da quota inizio
- note :	n.n.	- pagina :	1

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	10,5	---	1	3,60 - 3,80	9	69,6	---	5
0,20 - 0,40	1	10,5	----	1	3,80 - 4,00	7	54,1	----	5
0,40 - 0,60	1	9,6	----	2	4,00 - 4,20	5	38,7	----	5
0,60 - 0,80	5	48,2	----	2	4,20 - 4,40	4	30,9	----	5
0,80 - 1,00	10	96,4	----	2	4,40 - 4,60	8	58,1	----	6
1,00 - 1,20	5	48,2	----	2	4,60 - 4,80	13	94,3	----	6
1,20 - 1,40	5	48,2	----	2	4,80 - 5,00	15	108,9	----	6
1,40 - 1,60	4	35,6	----	3	5,00 - 5,20	18	130,6	----	6
1,60 - 1,80	3	26,7	----	3	5,20 - 5,40	9	65,3	----	6
1,80 - 2,00	2	17,8	----	3	5,40 - 5,60	12	82,0	----	7
2,00 - 2,20	7	62,4	----	3	5,60 - 5,80	7	47,8	----	7
2,20 - 2,40	5	44,6	----	3	5,80 - 6,00	13	88,8	----	7
2,40 - 2,60	5	41,4	----	4	6,00 - 6,20	8	54,7	----	7
2,60 - 2,80	6	49,7	----	4	6,20 - 6,40	8	54,7	----	7
2,80 - 3,00	7	58,0	----	4	6,40 - 6,60	7	45,2	----	8
3,00 - 3,20	8	66,3	----	4	6,60 - 6,80	6	38,7	----	8
3,20 - 3,40	8	66,3	----	4	6,80 - 7,00	7	45,2	----	8
3,40 - 3,60	9	69,6	----	5					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**



AZIENDA CON SISTEMA
DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV
= ISO 9001 =

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

Certificazione settore "A" - Prove di laboratorio su terre

Decreto 2436 del 14/03/2013 - ART. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

LABOTER s.n.c. di Paolo Tognelli e C. Lab. Geotecnico - C.S.LL.PP. Decr.2436/13

Committente :	Mappogeognostica per Comune di Prato
Cantiere :	Maliseti (PO)
Verbale Accettazione n° :	152 del 13/05/2015
Data Certificazione :	04/06/2015
Campioni n°:	2
Certificati da n° a n° :	02062 a 02071

Il direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli



LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

Riferimento			Caratteristiche fisiche								Granulometria				Taglio diretto		Edometrica				
Sond. n°	Camp. n°	Profondità m	W %	γ kN/m ³	γ_{sec} kN/m ³	γ_{sat} kN/m ³	γ_s kN/m ³	Indice vuoti	Poros. %	Sat. %	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	ϕ °	c kPa	50,0 kPa	100,0 kPa	200,0 kPa	400,0 kPa	800,0 kPa
1	1	3.0-3.5	19,1	20,1	16,9	20,4	26,5	0,57	36,3	90,7	40,9	24,5	16,0	18,6	23,3	28	3999	5150	6836	11178	19064
2	1	3.0-3.5	17,7	20,2	17,1	20,6	26,5	0,54	35,2	87,6	3,9	31,0	49,8	15,3	21,4	21	5015	7380	8591	12136	18519



CERTIFICATO DI PROVA N°: 02062	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/06/15	Inizio analisi: 18/05/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 152 del 13/05/15		Apertura campione: 18/05/15	Fine analisi: 19/05/15

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Comune di Prato			
RIFERIMENTO: Maliseti (PO)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.0-3.5

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 19,1 %

- Struttura del materiale:
- Omogeneo
 - Stratificato
 - Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C





CERTIFICATO DI PROVA N°: 02063 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/06/15	Inizio analisi: 18/05/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 152 del 13/05/15	Apertura campione: 18/05/15	Fine analisi: 18/05/15

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Comune di Prato			
RIFERIMENTO: Maliseti (PO)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.0-3.5

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 20,1 kN/m³





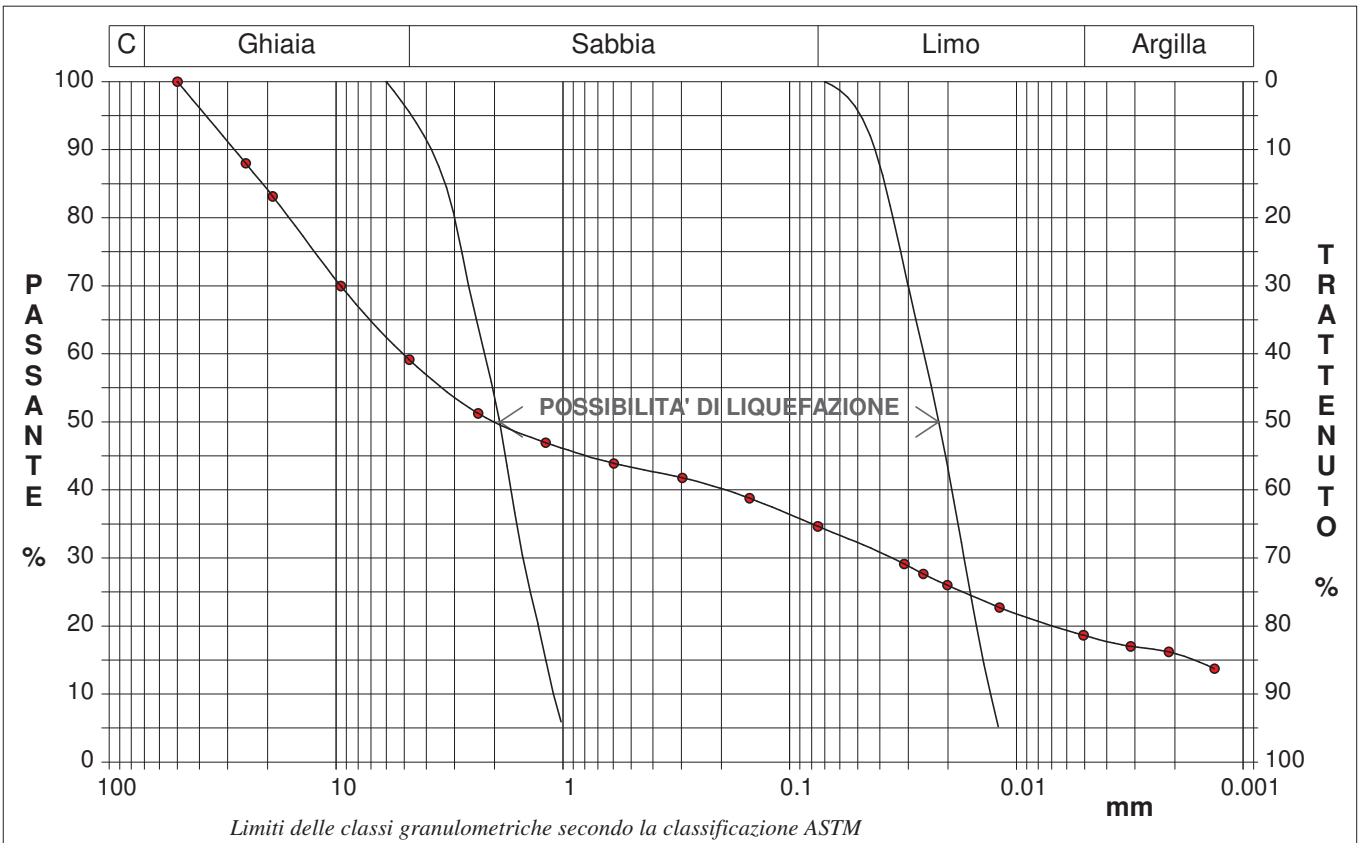
CERTIFICATO DI PROVA N°: 02064	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/06/15	Inizio analisi: 28/05/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 152 del 13/05/15		Apertura campione: 18/05/15	Fine analisi: 03/06/15

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Comune di Prato			
RIFERIMENTO: Maliseti (PO)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.0-3.5

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia	40,9 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	50,2 %	D ₁₀	---	mm		
Sabbia	24,5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	42,7 %	D ₃₀	0,03593	mm		
Limo	16,0 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	34,6 %	D ₅₀	1,93597	mm		
Argilla	18,6 %			D ₆₀	5,01854	mm		
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	D ₉₀	28,07403	mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
50,0000	100,00	2,3600	51,24	0,0750	34,64	0,0051	18,64		
25,0000	87,99	1,1900	46,95	0,0312	29,11	0,0031	17,01		
19,0000	83,13	0,5950	43,90	0,0257	27,64	0,0021	16,19		
9,5200	69,95	0,2970	41,78	0,0201	26,00	0,0013	13,74		
4,7500	59,15	0,1500	38,77	0,0119	22,73				



CERTIFICATO DI PROVA N°: 02065	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 04/06/15	Inizio analisi: 18/05/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 152 del 13/05/15		Apertura campione: 18/05/15	Fine analisi: 29/05/15

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Comune di Prato			
RIFERIMENTO: Maliseti (PO)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.0-3.5

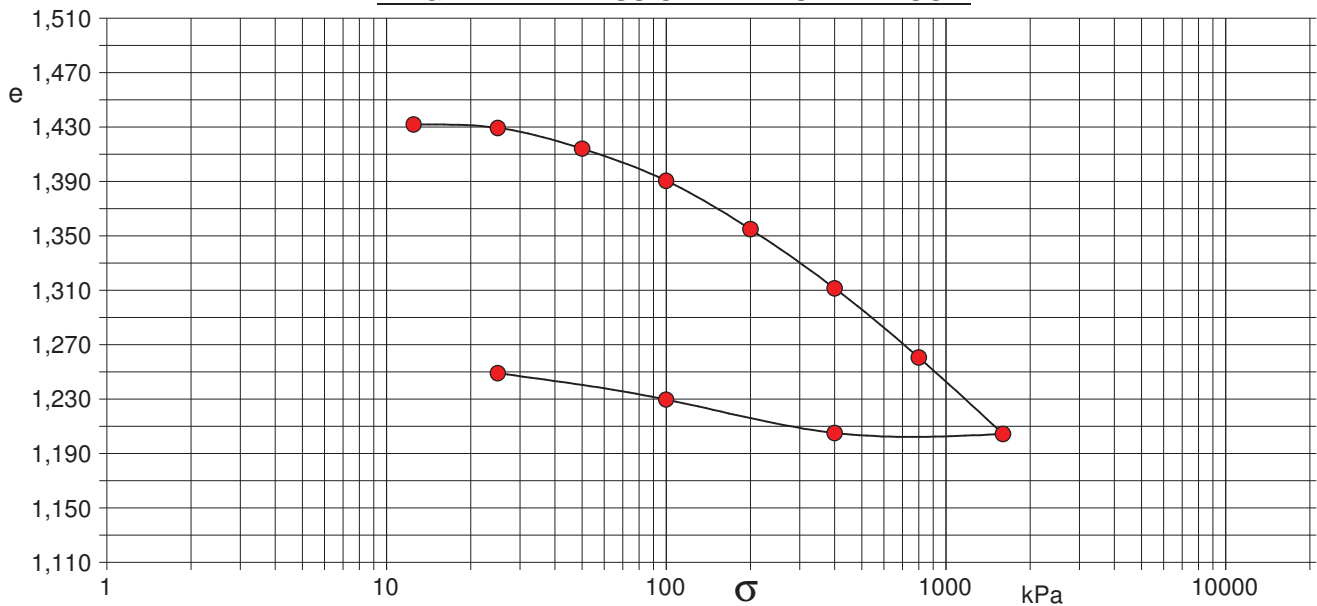
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Caratteristiche del campione

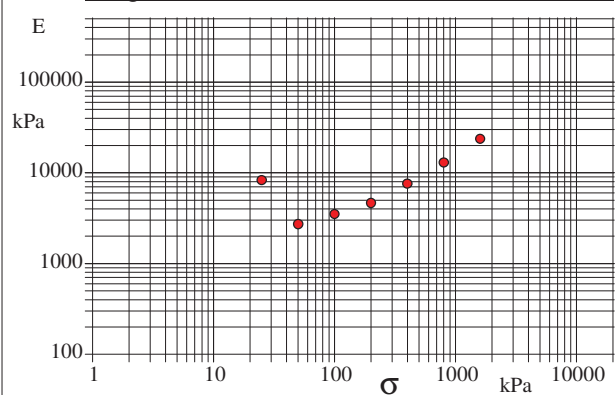
Peso di volume (kN/m³)	13,16	Altezza provino cm	2,50	Indice dei vuoti	1,43
Umidità (%)	20,9	Volume provino (cm³)	49,09	Porosità (%)	58,88
Peso specifico (kN/m³)	26,47	Volume dei vuoti (cm³)	28,90	Saturazione (%)	39,3

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa
12,5	0,0	1,432	0,008	12207
25,0	2,6	1,429	0,050	3999
50,0	18,2	1,414	0,078	5150
100,0	42,5	1,391	0,118	6836
200,0	79,1	1,355	0,145	11178
400,0	123,8	1,311	0,169	19064
800,0	176,3	1,261	0,187	34756
1600,0	233,8	1,204		
400,0	233,0	1,205		
100,0	207,8	1,230		
25,0	187,9	1,249		

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



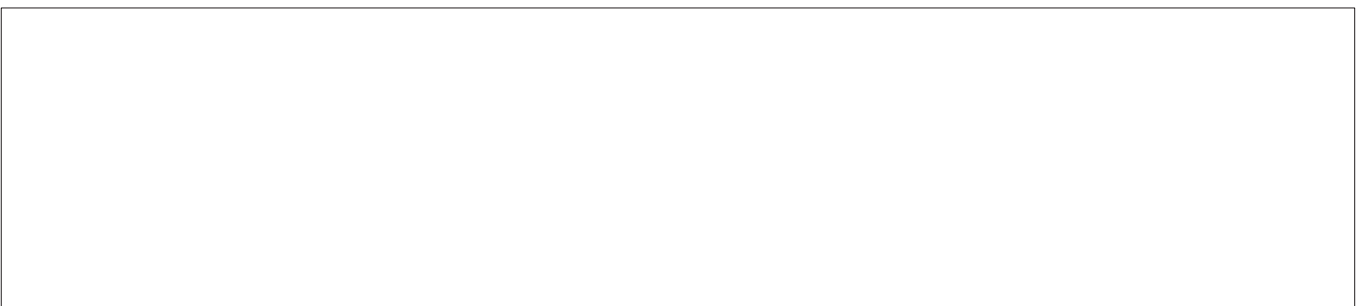
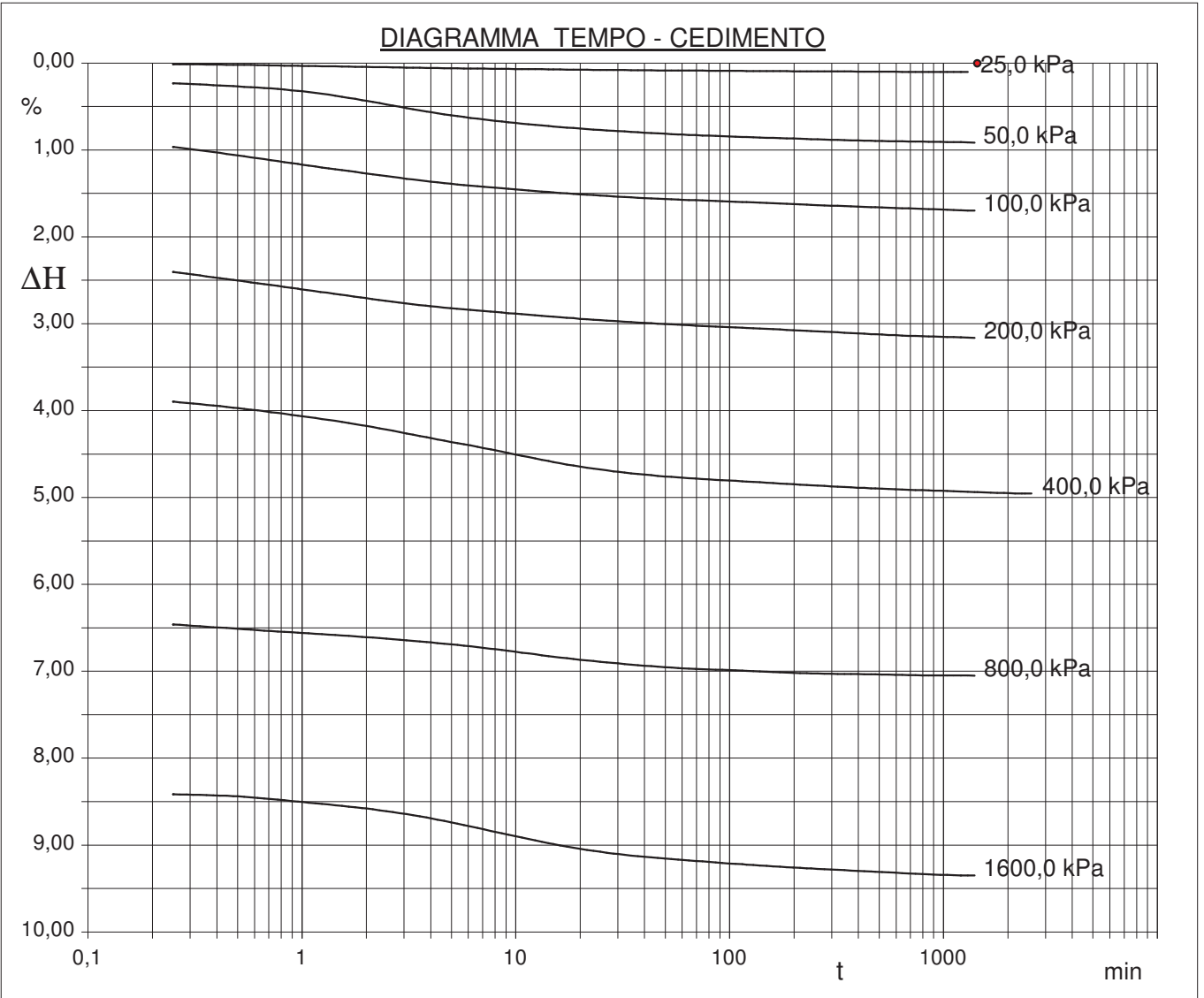


CERTIFICATO DI PROVA N°: 02065	Pagina 0/2	DATA DI EMISSIONE: 04/06/15	Inizio analisi: 18/05/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 152 del 13/05/15		Apertura campione: 18/05/15	Fine analisi: 29/05/15

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Comune di Prato			
RIFERIMENTO: Maliseti (PO)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.0-3.5

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080





CERTIFICATO DI PROVA N°: 02065	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/06/15	Inizio analisi: 18/05/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 152 del 13/05/15		Apertura campione: 18/05/15	Fine analisi: 29/05/15

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Comune di Prato			
RIFERIMENTO: Maliseti (PO)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 3.0-3.5	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 25,0 kPa				Pressione 50,0 kPa				Pressione 100,0 kPa				Pressione 200,0 kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,02	0,0			0,02	2,6			0,02	22,9			0,02	42,5		
0,25	0,3			0,25	5,1			0,25	24,1			0,25	60,1		
0,50	0,5			0,50	6,7			0,50	26,5			0,50	62,6		
1,00	0,8			1,00	8,1			1,00	29,2			0,98	65,0		
2,00	1,1			2,00	10,9			2,00	31,7			1,98	67,6		
4,00	1,4			4,00	14,1			4,00	34,1			3,98	70,0		
8,00	1,6			8,00	16,6			8,00	35,9			7,98	71,6		
15,00	1,8			15,00	18,2			15,00	37,2			14,98	73,0		
30,00	2,0			30,00	19,6			30,00	38,4			29,98	74,3		
60,00	2,1			60,00	20,6			60,00	39,3			59,98	75,3		
120,00	2,3			120,00	21,3			120,00	40,0			119,98	76,2		
240,00	2,4			240,00	21,9			240,00	40,8			239,98	77,1		
480,00	2,5			480,00	22,4			480,00	41,5			479,98	78,0		
900,00	2,6			900,00	22,6			900,00	42,1			899,98	78,7		
1210,00	2,6			1210,00	22,8			1210,00	42,3			1209,98	78,9		
1386,90	2,6			1428,67	18,2			1434,15	42,5			1439,98	79,1		

Pressione 400,0 kPa				Pressione 800,0 kPa				Pressione 1600,0 kPa				Pressione -- kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,02	75,8	2160,00	123,8	0,02	123,8			0,02	176,3						
0,25	97,4	2400,00	123,8	0,25	161,5			0,25	210,4						
0,50	99,3	2700,00	123,8	0,50	162,8			0,50	211,0						
1,00	101,6			1,00	164,0			1,00	212,6						
2,00	104,4			2,00	165,2			2,00	214,5						
4,00	107,9			4,00	166,7			4,00	217,3						
8,00	111,4			8,00	168,7			8,00	221,2						
15,00	114,8			15,00	170,8			15,00	224,7						
30,00	117,6			30,00	172,7			30,00	227,6						
60,00	119,3			60,00	174,1			60,00	229,3						
120,00	120,4			120,00	174,9			120,00	230,6						
240,00	121,5			240,00	175,6			240,00	231,8						
480,00	122,4			480,00	175,9			480,00	232,7						
900,00	123,0			900,00	176,2			900,00	233,5						
1210,00	123,3			1210,00	176,2			1210,00	233,7						
1440,00	123,5			1440,00	176,3			1431,47	233,8						
1920,00	123,7														



CERTIFICATO DI PROVA N°: 02066	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 04/06/15	Inizio analisi: 23/05/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 152 del 13/05/15		Apertura campione: 18/05/15	Fine analisi: 27/05/15

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Comune di Prato			
RIFERIMENTO: Maliseti (PO)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.0-3.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	72	111	157
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	1,94	2,70	2,21
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,14	0,09	0,26
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 21,8	--- 22,7	--- 21,6
Peso di volume (kN/m³):	20,3	19,9	20,1

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,007 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

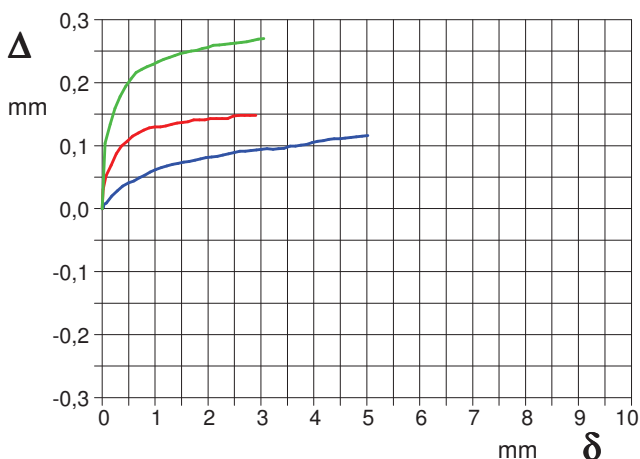
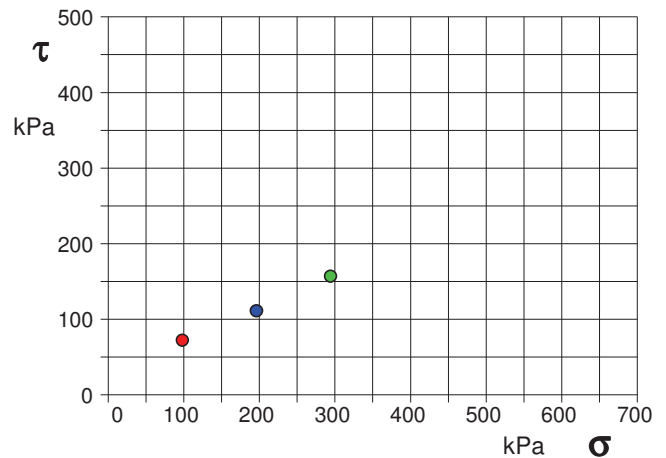


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

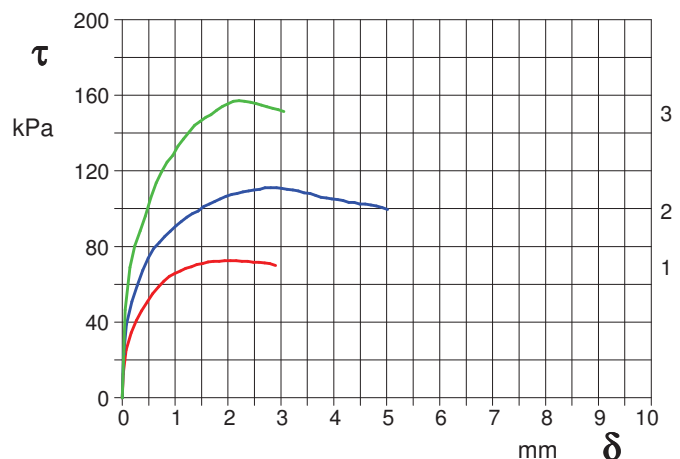


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 02066	Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE: 04/06/15	Inizio analisi: 23/05/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 152 del 13/05/15		Apertura campione: 18/05/15	Fine analisi: 27/05/15

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Comune di Prato			
RIFERIMENTO: Maliseti (PO)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.0-3.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	98
Altezza iniziale (cm)	2,25
Altezza finale (cm)	2,21
Sezione (cm ²)	27,81
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

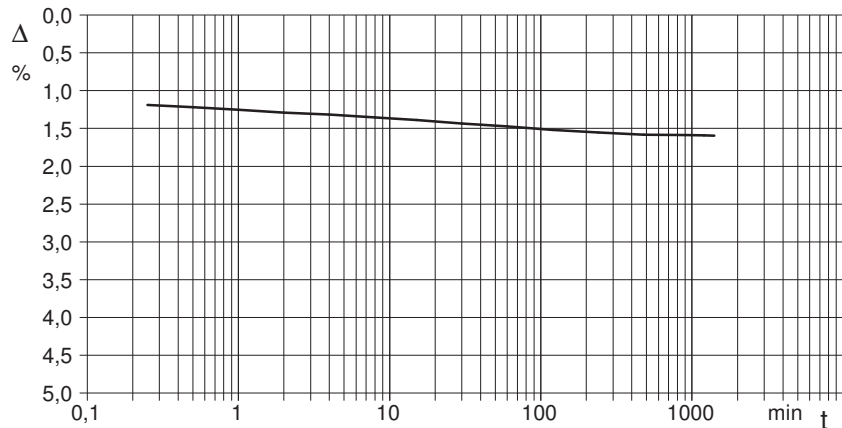


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	196
Altezza iniziale (cm)	2,26
Altezza finale (cm)	2,24
Sezione (cm ²)	27,81
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

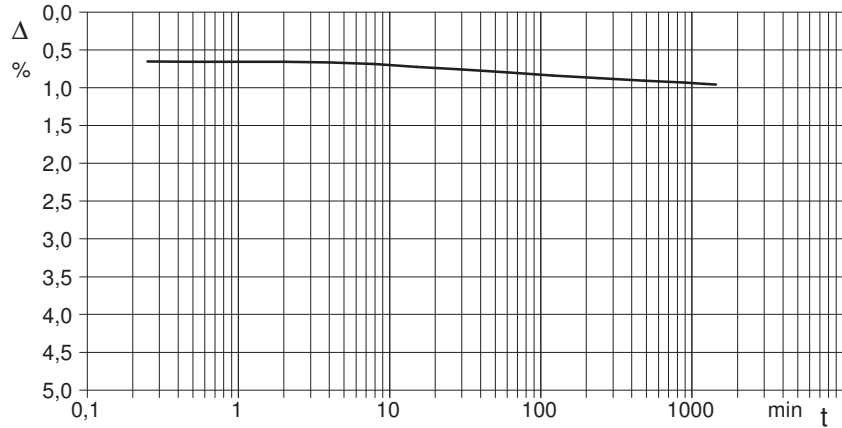
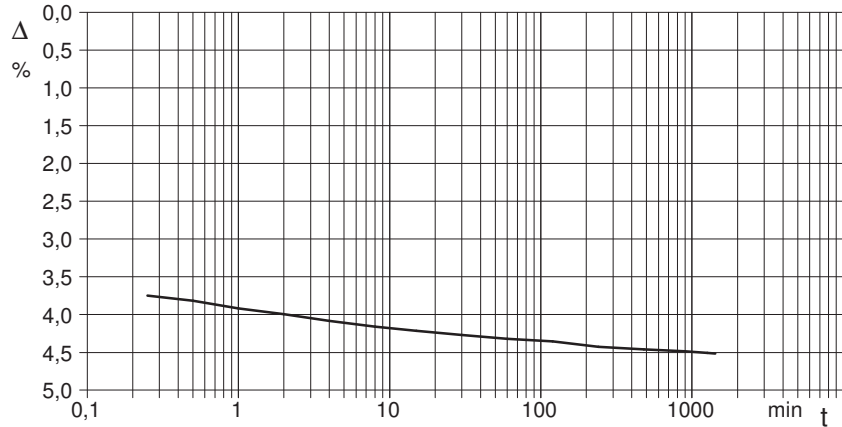


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	294
Altezza iniziale (cm)	2,25
Altezza finale (cm)	2,15
Sezione (cm ²)	27,81
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000



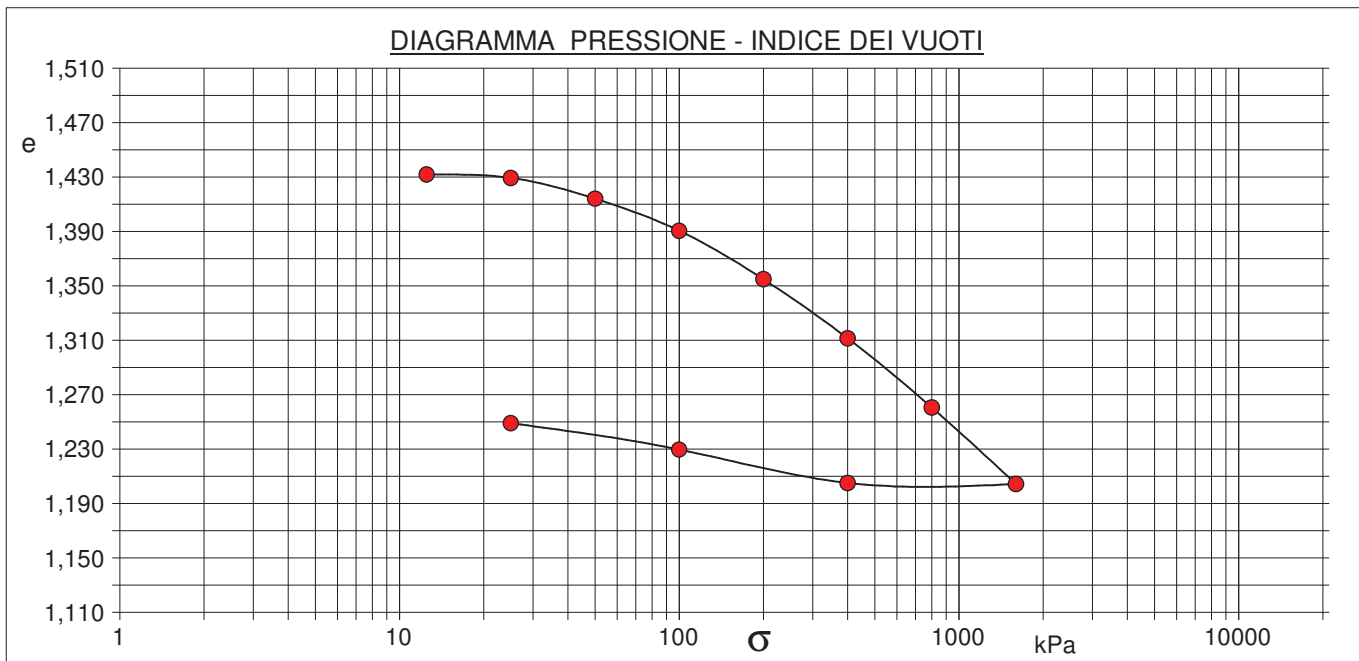
$V_s = \text{Velocità stimata di prova}$ $D_f = \text{Deformazione a rottura stimata}$ $t_f = 50 \times T_{50}$ $V_s = D_f / t_f$

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Comune di Prato			
RIFERIMENTO: Maliseti (PO)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.0-3.5

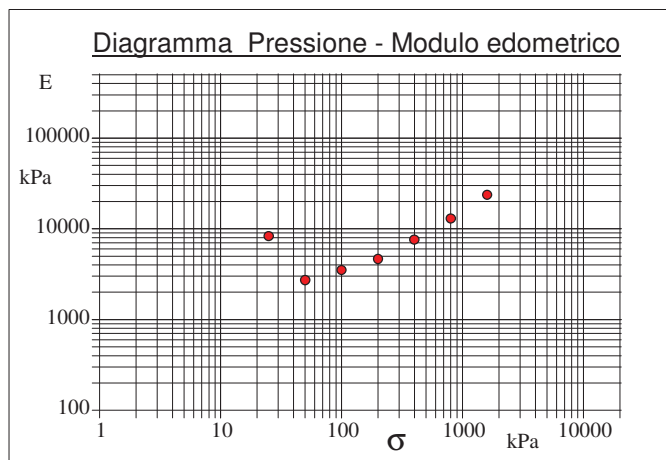
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Caratteristiche del campione			
Peso di volume (kN/m³)	13,16	Altezza provino cm	2,50
Umidità (%)	20,9	Volume provino (cm³)	49,09
Peso specifico (kN/m³)	26,47	Volume dei vuoti (cm³)	28,90
		Indice dei vuoti	1,43
		Porosità (%)	58,88
		Saturazione (%)	39,3



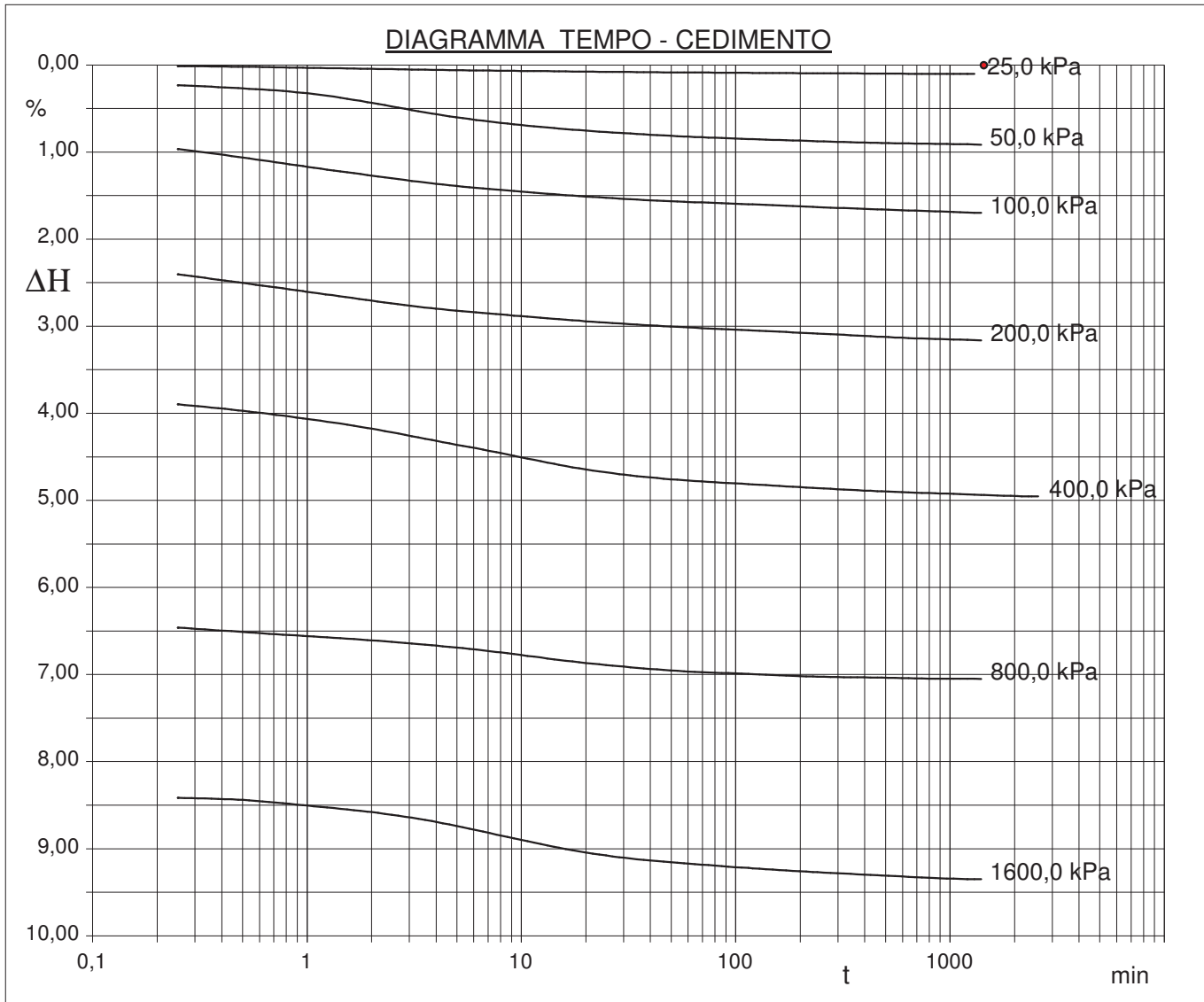
Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa
12,5	0,0	1,432		
25,0	2,6	1,429	0,008	12207
50,0	18,2	1,414	0,050	3999
100,0	42,5	1,391	0,078	5150
200,0	79,1	1,355	0,118	6836
400,0	123,8	1,311	0,145	11178
800,0	176,3	1,261	0,169	19064
1600,0	233,8	1,204	0,187	34756
400,0	233,0	1,205		
100,0	207,8	1,230		
25,0	187,9	1,249		



COMMITTENTE: Mappogeognostica per Comune di Prato			
RIFERIMENTO: Maliseti (PO)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.0-3.5

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080



Pressione: 25,0 kPa	Cv = 0,002256 cm ² /sec
Pressione: 50,0 kPa	Cv = 0,001585 cm ² /sec
Pressione: 100,0 kPa	Cv = 0,004139 cm ² /sec
Pressione: 200,0 kPa	Cv = 0,002635 cm ² /sec
Pressione: 400,0 kPa	Cv = 0,001153 cm ² /sec
Pressione: 800,0 kPa	Cv = 0,000813 cm ² /sec
Pressione: 1600,0 kPa	Cv = 0,000593 cm ² /sec

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Comune di Prato			
RIFERIMENTO: Maliseti (PO)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.0-3.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	72	111	157
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	1,94	2,70	2,21
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,14	0,09	0,26
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 21,8	--- 22,7	--- 21,6
Peso di volume (kN/m³):	20,3	19,9	20,1

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	28,3 kPa
Angolo di attrito interno:	23,3 °

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,007 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

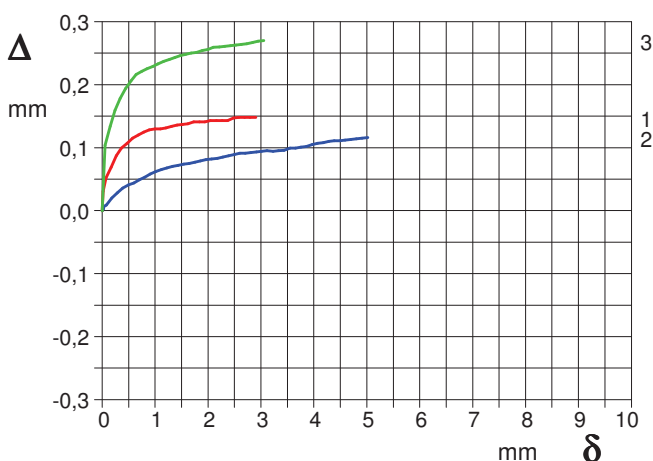
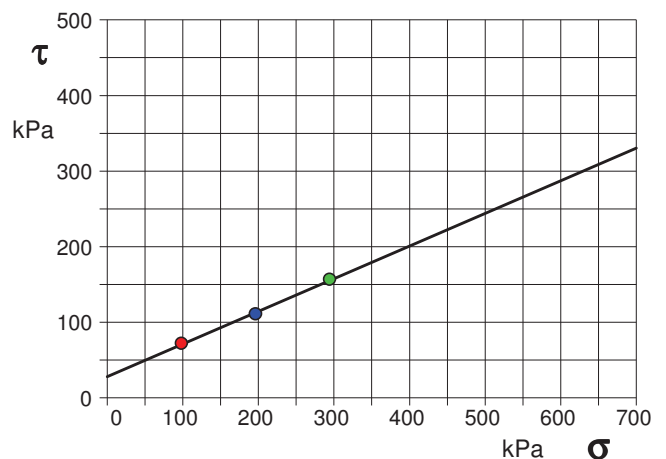


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

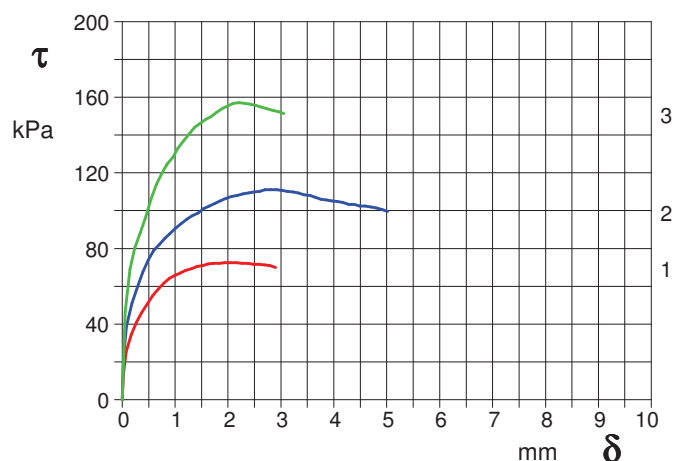


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 02067	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/06/15	Inizio analisi: 18/05/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 152 del 13/05/15		Apertura campione: 18/05/15	Fine analisi: 19/05/15

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Comune di Prato			
RIFERIMENTO: Maliseti (PO)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.0-3.5

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 17,7 %

- Struttura del materiale:
- Omogeneo
 - Stratificato
 - Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C





CERTIFICATO DI PROVA N°: 02068	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/06/15	Inizio analisi: 18/05/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 152 del 13/05/15		Apertura campione: 18/05/15	Fine analisi: 18/05/15

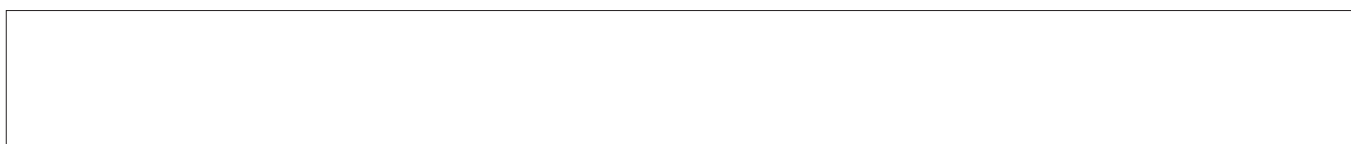
COMMITTENTE: Mappogeognostica per Comune di Prato			
RIFERIMENTO: Maliseti (PO)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.0-3.5

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 20,2 kN/m³





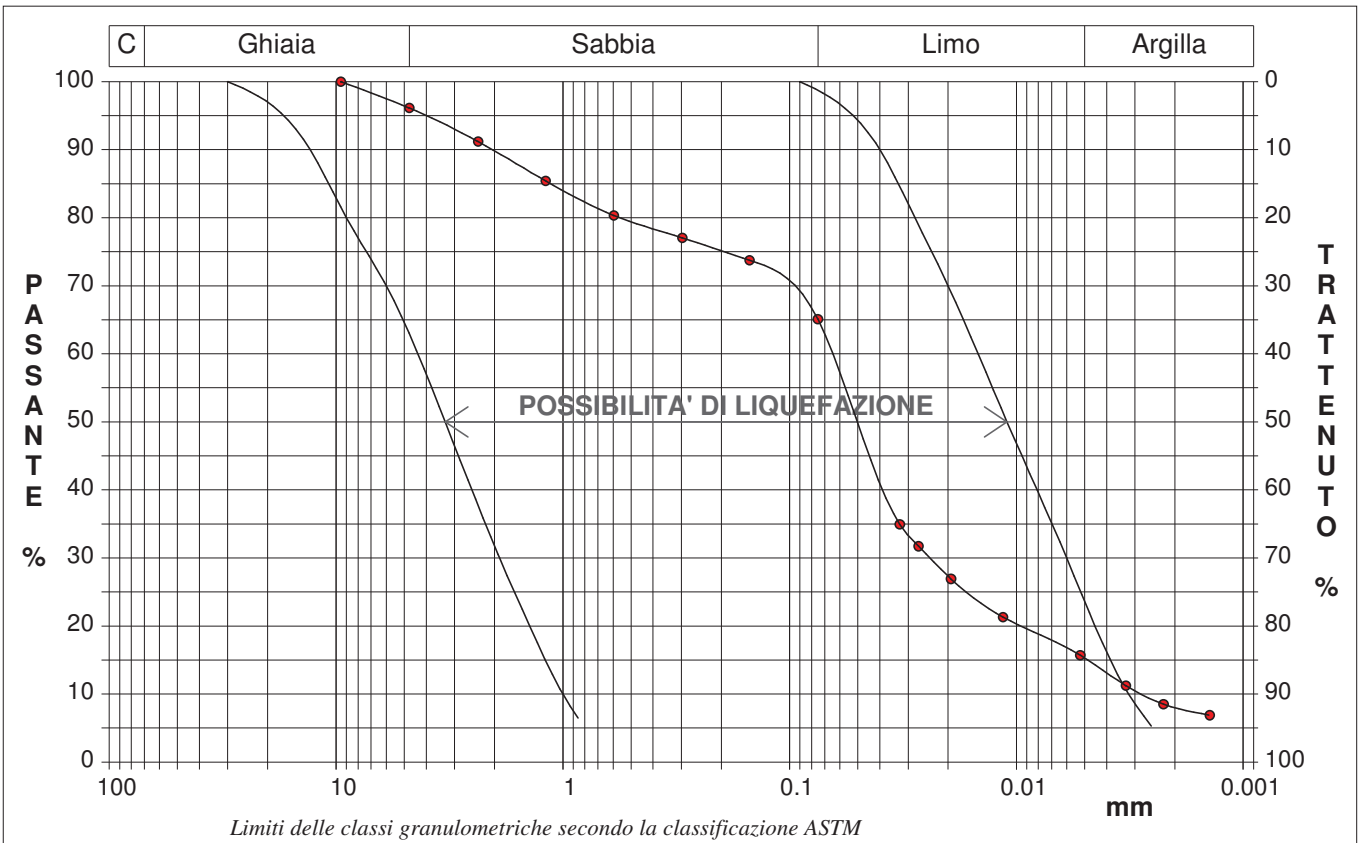
CERTIFICATO DI PROVA N°: 02069	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/06/15	Inizio analisi: 28/05/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 152 del 13/05/15		Apertura campione: 18/05/15	Fine analisi: 03/06/15

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Comune di Prato		
RIFERIMENTO: Maliseti (PO)		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 3.0-3.5

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia	3,9 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	89,8 %	D ₁₀	0,00277 mm
Sabbia	31,0 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	78,5 %	D ₃₀	0,02399 mm
Limo	49,8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	65,1 %	D ₅₀	0,04948 mm
Argilla	15,3 %			D ₆₀	0,06520 mm
Coefficiente di uniformità		23,53	Coefficiente di curvatura		3,19
				D ₉₀	2,05204 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
9,5200	100,00	0,2970	77,04	0,0194	26,92	0,0014	6,90		
4,7500	96,12	0,1500	73,75	0,0114	21,31				
2,3600	91,18	0,0750	65,08	0,0052	15,71				
1,1900	85,41	0,0326	34,93	0,0033	11,22				
0,5950	80,34	0,0270	31,72	0,0022	8,50				



CERTIFICATO DI PROVA N°: 02070	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 04/06/15	Inizio analisi: 18/05/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 152 del 13/05/15		Apertura campione: 18/05/15	Fine analisi: 29/05/15

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Comune di Prato			
RIFERIMENTO: Maliseti (PO)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.0-3.5

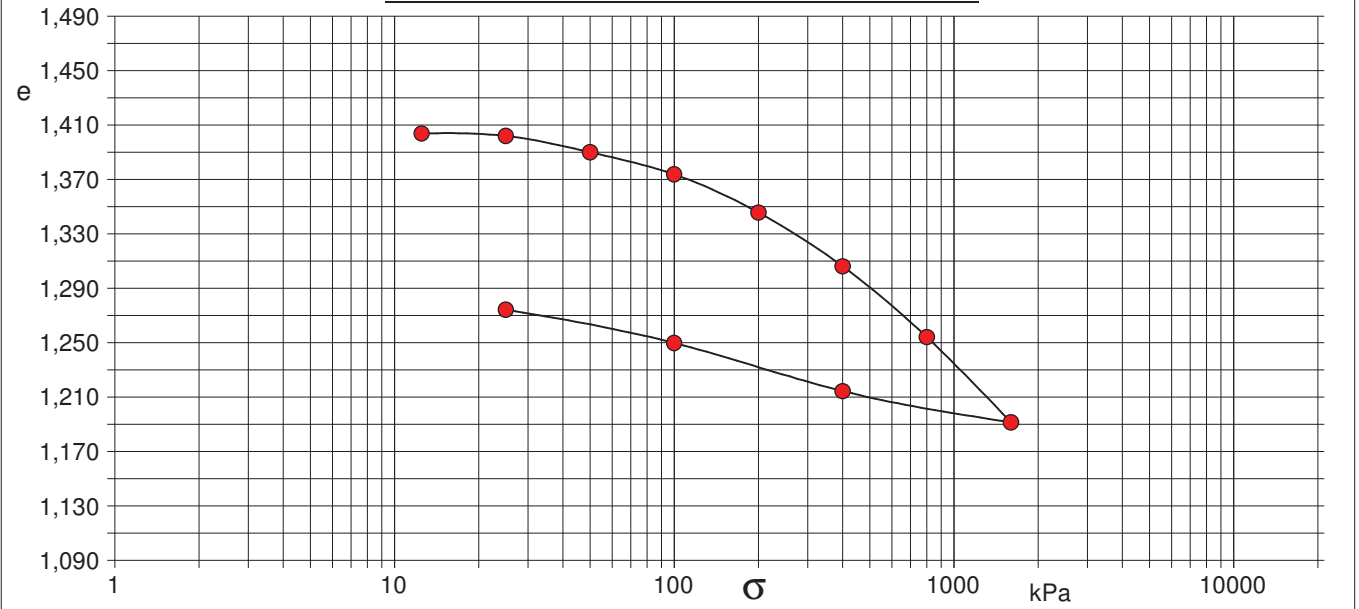
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Caratteristiche del campione

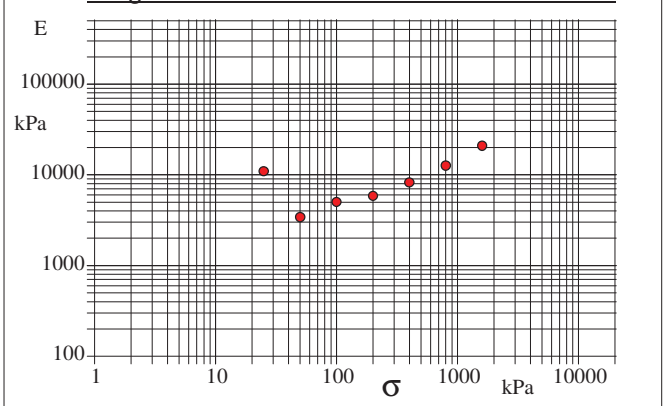
Peso di volume (kN/m³)	13,52	Altezza provino cm	2,50	Indice dei vuoti	1,40
Umidità (%)	22,7	Volume provino (cm³)	49,09	Porosità (%)	58,39
Peso specifico (kN/m³)	26,47	Volume dei vuoti (cm³)	28,66	Saturazione (%)	43,7

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa
12,5	-0,7	1,404		
25,0	1,2	1,402	0,006	16060
50,0	13,7	1,390	0,040	5015
100,0	30,6	1,374	0,054	7380
200,0	59,7	1,346	0,093	8591
400,0	100,9	1,306	0,132	12136
800,0	154,9	1,254	0,172	18519
1600,0	220,1	1,192	0,208	30675
400,0	196,2	1,215		
100,0	159,4	1,250		
25,0	134,0	1,274		

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



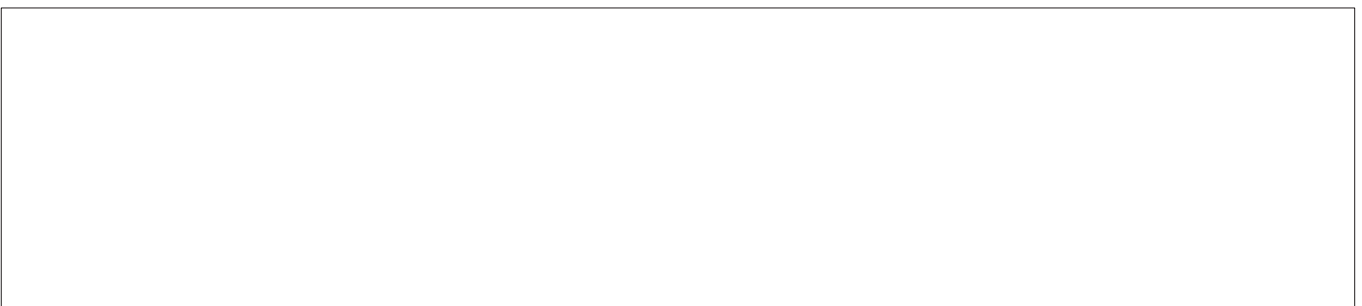
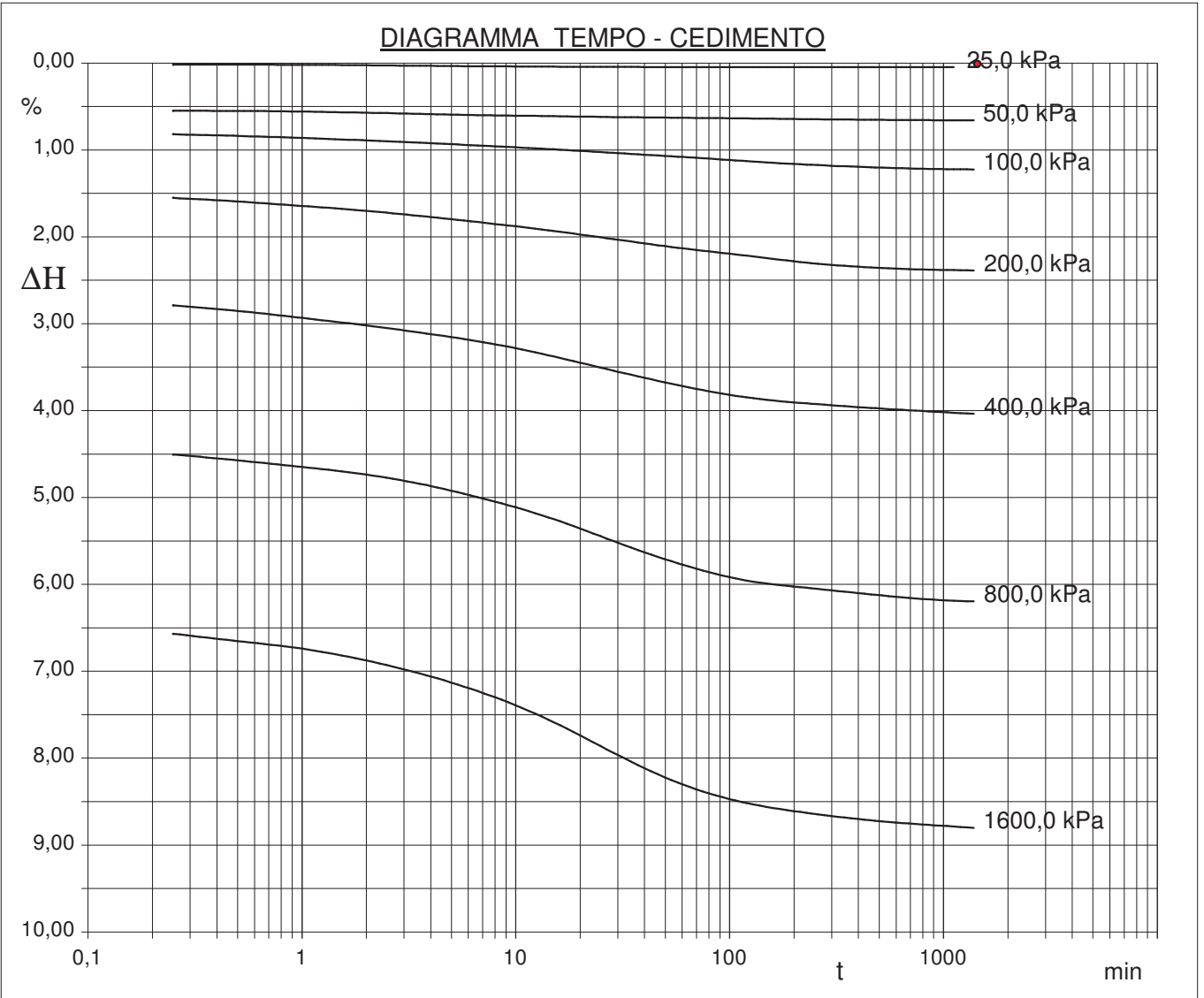


CERTIFICATO DI PROVA N°: 02070 Pagina 0/2	DATA DI EMISSIONE: 04/06/15	Inizio analisi: 18/05/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 152 del 13/05/15	Apertura campione: 18/05/15	Fine analisi: 29/05/15

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Comune di Prato		
RIFERIMENTO: Maliseti (PO)		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 3.0-3.5

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080





CERTIFICATO DI PROVA N°: 02070	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/06/15	Inizio analisi: 18/05/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 152 del 13/05/15		Apertura campione: 18/05/15	Fine analisi: 29/05/15

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Comune di Prato			
RIFERIMENTO: Maliseti (PO)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.0-3.5

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 25,0 kPa		Pressione 50,0 kPa		Pressione 100,0 kPa		Pressione 200,0 kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,02	0,2	0,02	1,2	0,02	16,5	0,02	30,6
0,25	0,4	0,25	11,4	0,25	20,5	0,25	38,8
0,50	0,4	0,50	13,8	0,50	20,9	0,50	39,8
1,00	0,5	1,00	14,0	1,00	21,5	1,00	41,1
2,00	0,6	2,00	14,3	2,00	22,2	2,00	42,5
4,00	0,8	4,00	14,7	4,00	23,1	4,00	44,3
8,00	0,9	8,00	15,1	8,00	23,9	8,00	46,3
15,00	1,0	15,00	15,3	15,00	24,8	15,00	48,3
30,00	1,1	30,00	15,5	30,00	25,9	30,00	50,8
60,00	1,1	60,00	15,7	60,00	27,0	60,00	53,3
120,00	1,1	120,00	15,9	120,00	28,2	120,00	55,4
240,00	1,1	240,00	16,1	240,00	29,3	240,00	57,6
480,00	1,2	480,00	16,3	480,00	30,0	480,00	58,9
900,00	1,2	900,00	16,4	900,00	30,5	900,00	59,5
1200,00	1,2	1200,00	13,6	1200,00	30,6	1200,00	59,6
		1427,87	13,7	1431,65	30,6	1440,00	59,7

Pressione 400,0 kPa		Pressione 800,0 kPa		Pressione 1600,0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,02	59,7	0,02	100,9	0,02	154,9		
0,25	69,7	0,25	112,6	0,25	164,2		
0,50	71,3	0,50	114,3	0,50	166,3		
1,00	73,3	1,00	116,2	1,00	168,5		
2,00	75,5	2,00	118,4	2,00	171,9		
4,00	78,0	4,00	121,7	4,00	176,5		
8,00	80,9	8,00	126,2	8,00	182,5		
15,00	84,4	15,00	131,2	15,00	189,6		
30,00	88,8	30,00	138,0	30,00	199,1		
60,00	92,9	60,00	144,3	60,02	207,5		
120,00	96,2	120,00	148,9	120,02	212,9		
240,00	98,0	240,00	151,1	240,02	215,9		
480,00	99,3	480,00	153,0	480,02	218,0		
900,00	100,3	900,00	154,4	900,02	219,3		
1200,00	100,7	1199,98	154,8	1200,02	219,8		
1440,00	100,9	1439,97	154,9	1430,52	220,1		



CERTIFICATO DI PROVA N°: 02071	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 04/06/15	Inizio analisi: 23/05/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 152 del 13/05/15		Apertura campione: 18/05/15	Fine analisi: 26/05/15

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Comune di Prato			
RIFERIMENTO: Maliseti (PO)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.0-3.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	60	98	137
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	0,95	2,10	1,79
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,05	0,16	0,19
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 23,3	--- 23,1	--- 21,9
Peso di volume (kN/m³):	20,4	20,1	20,0

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,007 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

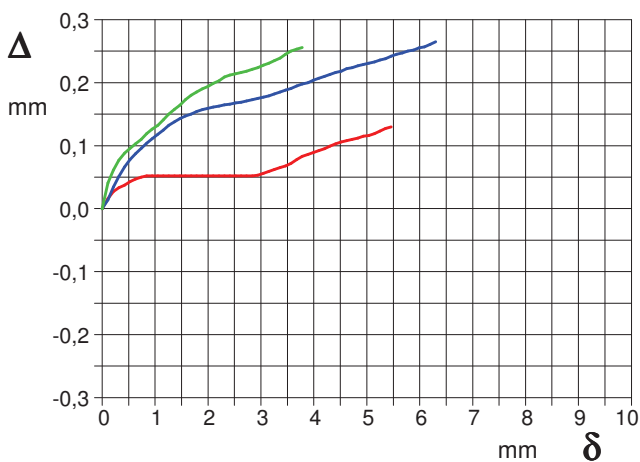
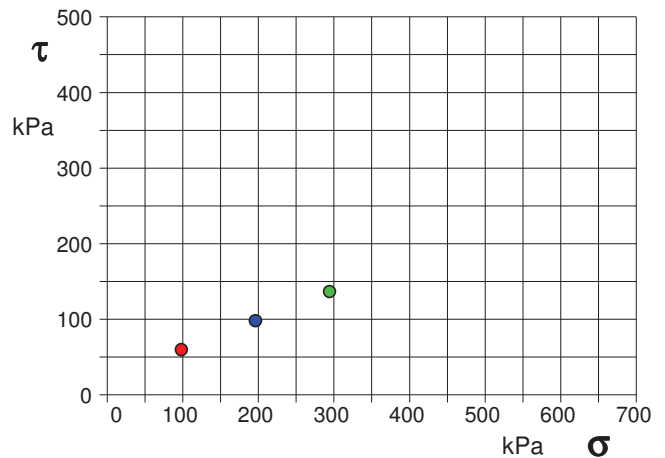


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

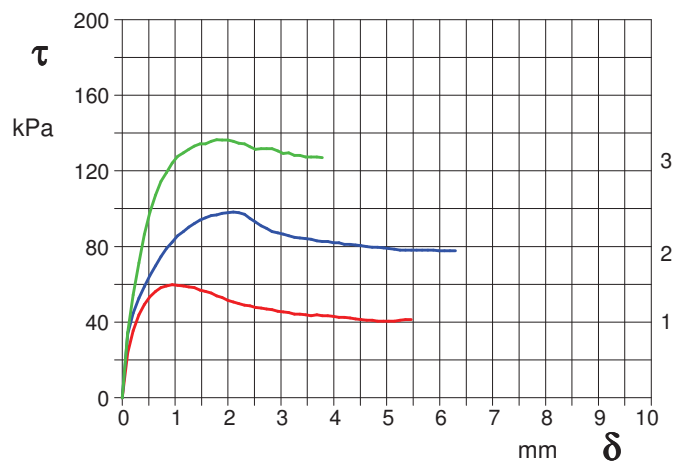


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

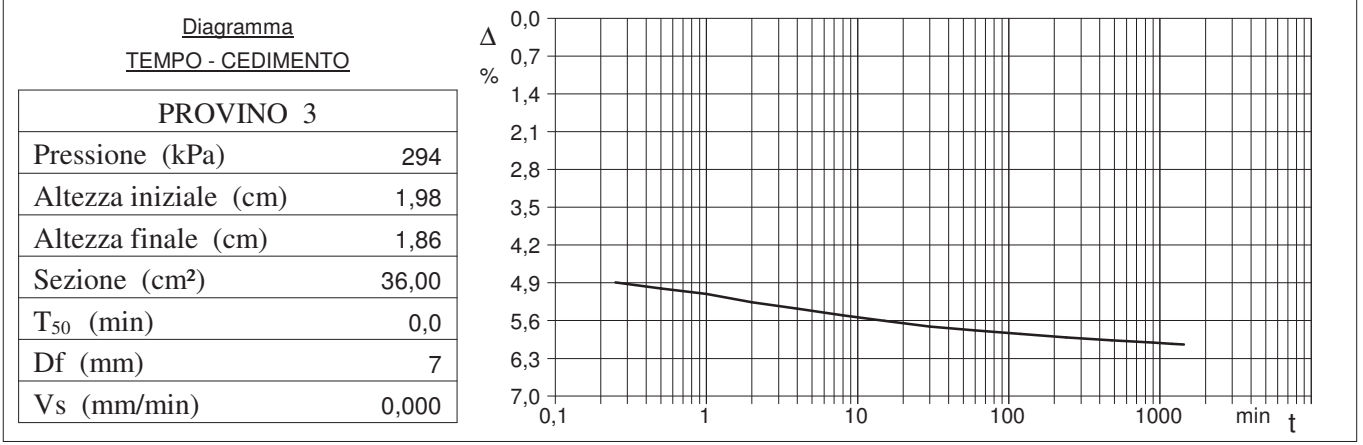
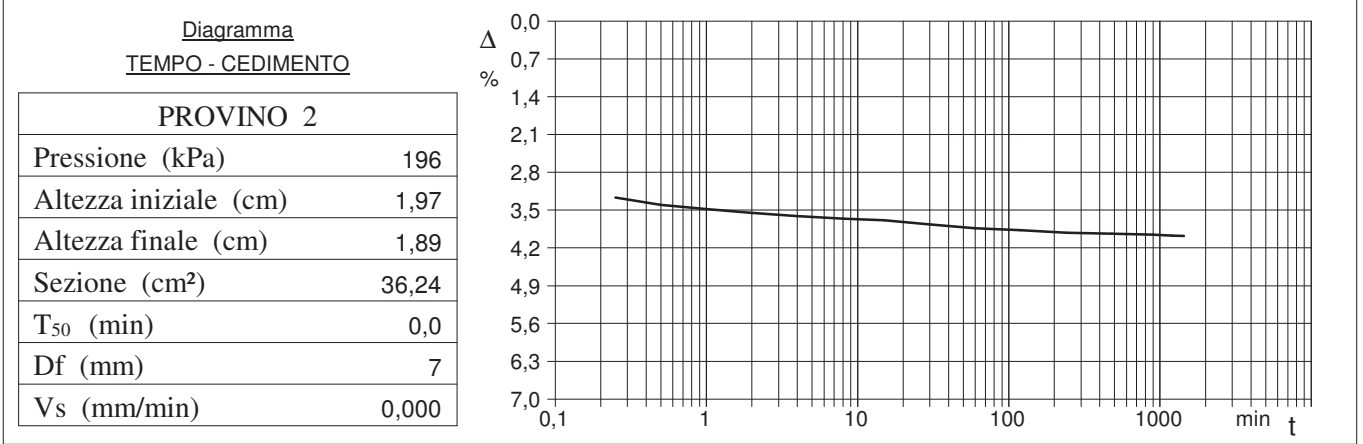
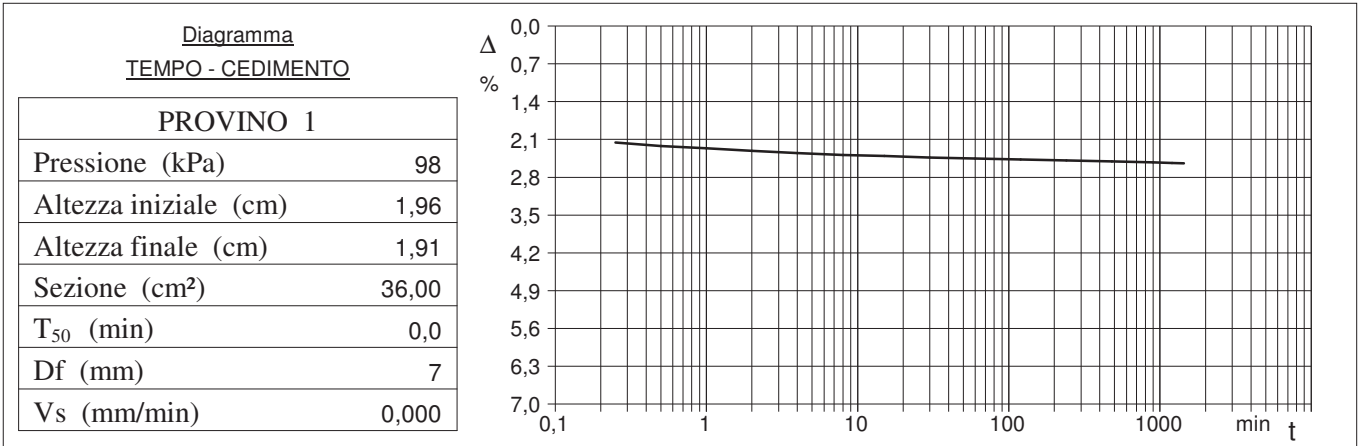


CERTIFICATO DI PROVA N°: 02071	Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE: 04/06/15	Inizio analisi: 23/05/15
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 152 del 13/05/15		Apertura campione: 18/05/15	Fine analisi: 26/05/15

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Comune di Prato			
RIFERIMENTO: Maliseti (PO)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.0-3.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72



$V_s =$ Velocità stimata di prova $D_f =$ Deformazione a rottura stimata $t_f = 50 \times T_{50}$ $V_s = D_f / t_f$

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Comune di Prato			
RIFERIMENTO: Maliseti (PO)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.0-3.5

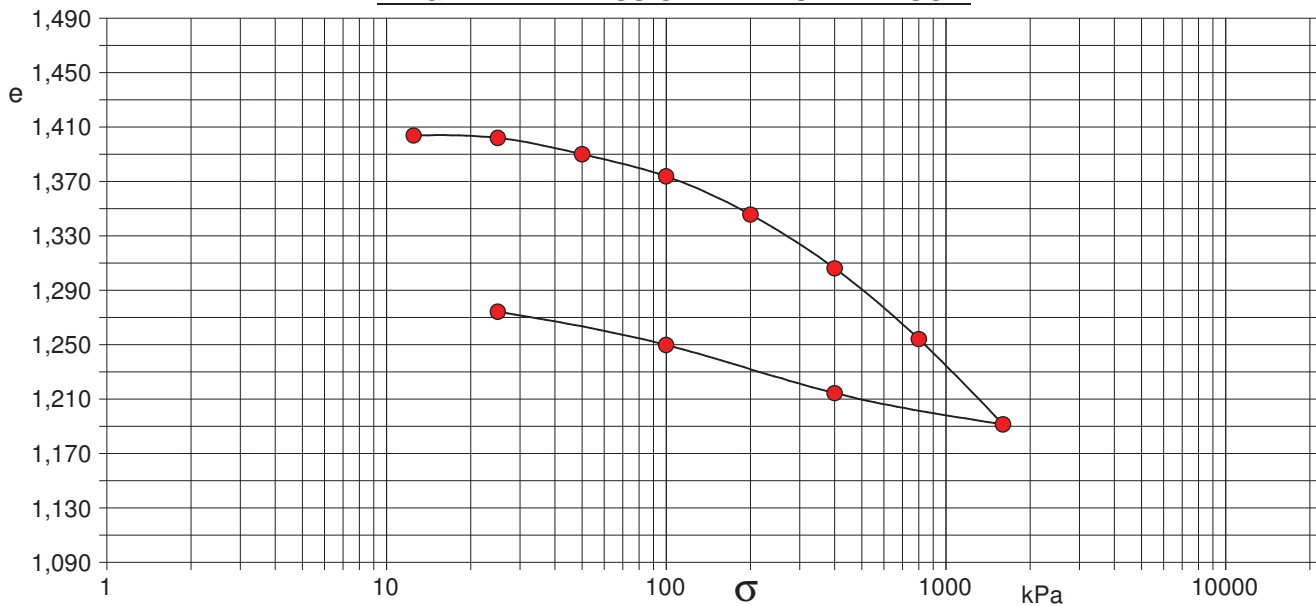
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Caratteristiche del campione

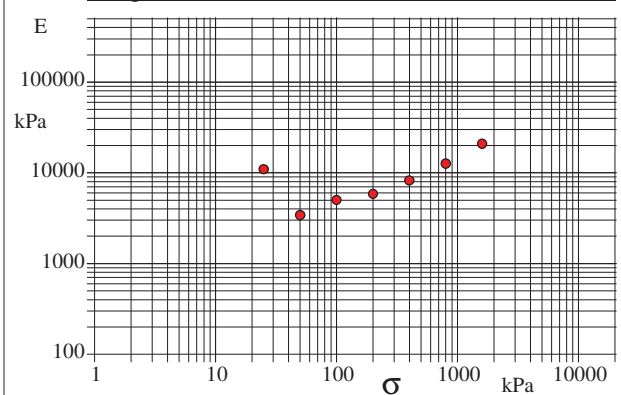
Peso di volume (kN/m³)	13,52	Altezza provino cm	2,50	Indice dei vuoti	1,40
Umidità (%)	22,7	Volume provino (cm³)	49,09	Porosità (%)	58,39
Peso specifico (kN/m³)	26,47	Volume dei vuoti (cm³)	28,66	Saturazione (%)	43,7

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa
12,5	-0,7	1,404		
25,0	1,2	1,402	0,006	16060
50,0	13,7	1,390	0,040	5015
100,0	30,6	1,374	0,054	7380
200,0	59,7	1,346	0,093	8591
400,0	100,9	1,306	0,132	12136
800,0	154,9	1,254	0,172	18519
1600,0	220,1	1,192	0,208	30675
400,0	196,2	1,215		
100,0	159,4	1,250		
25,0	134,0	1,274		

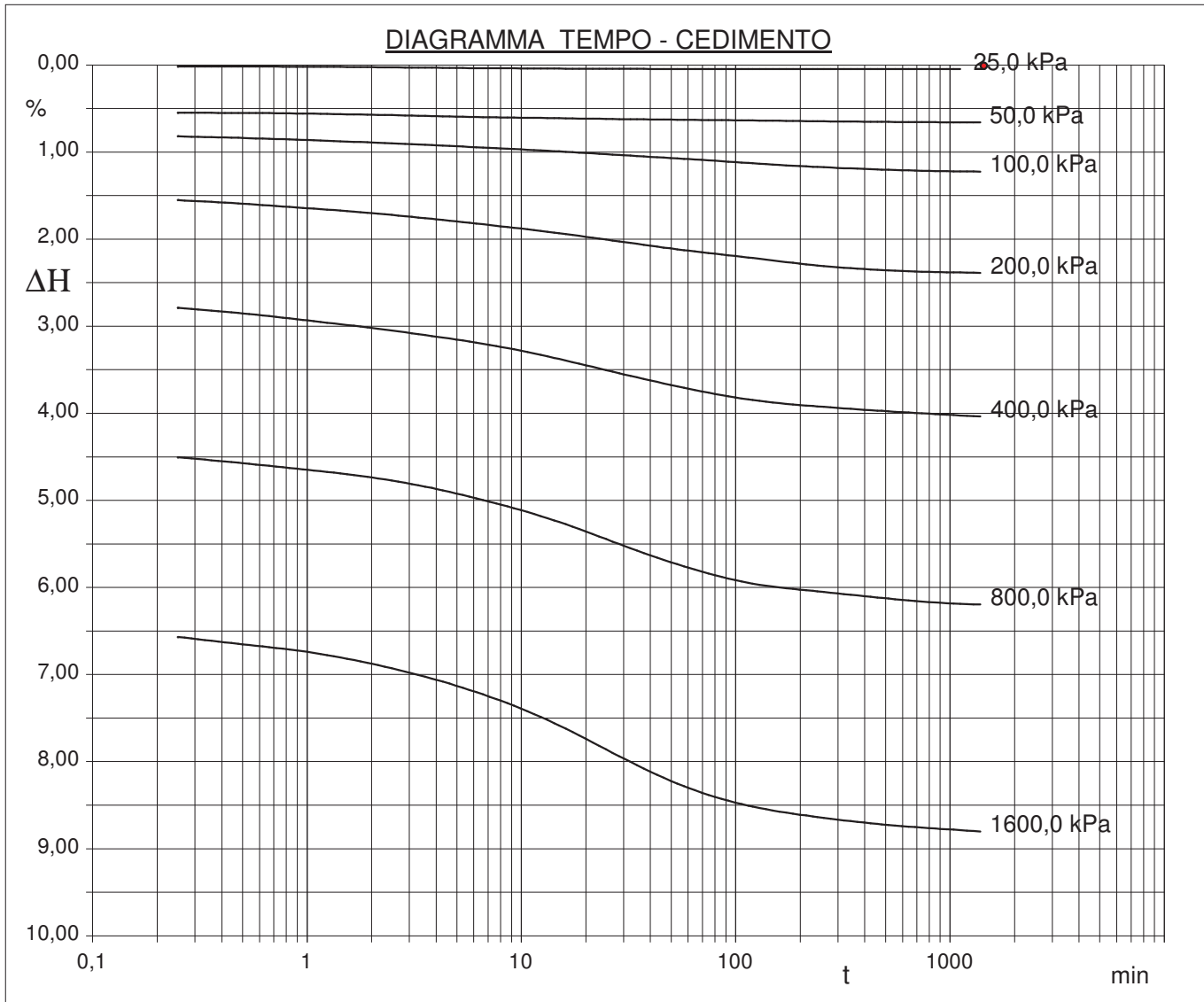
Diagramma Pressione - Modulo edometrico



COMMITTENTE: Mappogeognostica per Comune di Prato			
RIFERIMENTO: Maliseti (PO)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.0-3.5

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080



Pressione: 25,0 kPa	Cv = 0,001588 cm ² /sec
Pressione: 50,0 kPa	Cv = 0,001062 cm ² /sec
Pressione: 100,0 kPa	Cv = 0,000265 cm ² /sec
Pressione: 200,0 kPa	Cv = 0,000323 cm ² /sec
Pressione: 400,0 kPa	Cv = 0,000397 cm ² /sec
Pressione: 800,0 kPa	Cv = 0,000274 cm ² /sec
Pressione: 1600,0 kPa	Cv = 0,000313 cm ² /sec

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Comune di Prato			
RIFERIMENTO: Maliseti (PO)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.0-3.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	60	98	137
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	0,95	2,10	1,79
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,05	0,16	0,19
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 23,3	--- 23,1	--- 21,9
Peso di volume (kN/m³):	20,4	20,1	20,0

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	21,4 kPa
Angolo di attrito interno:	21,4 °

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,007 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

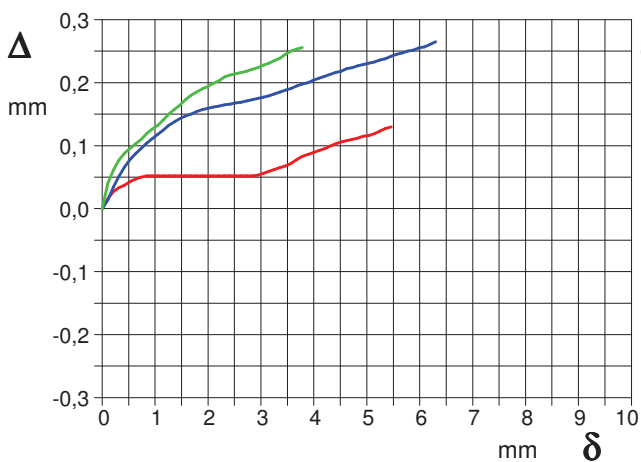
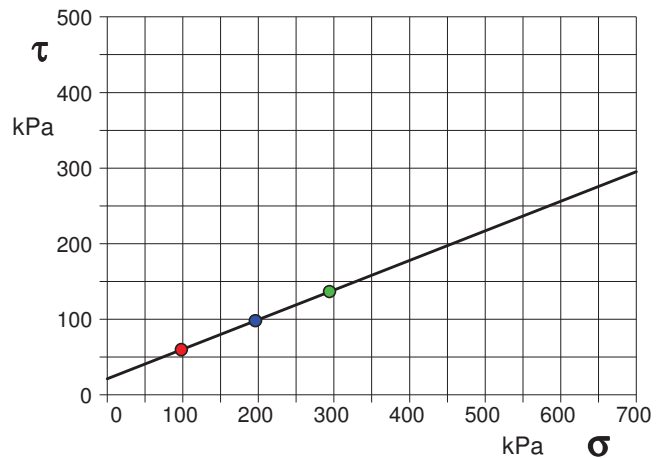


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

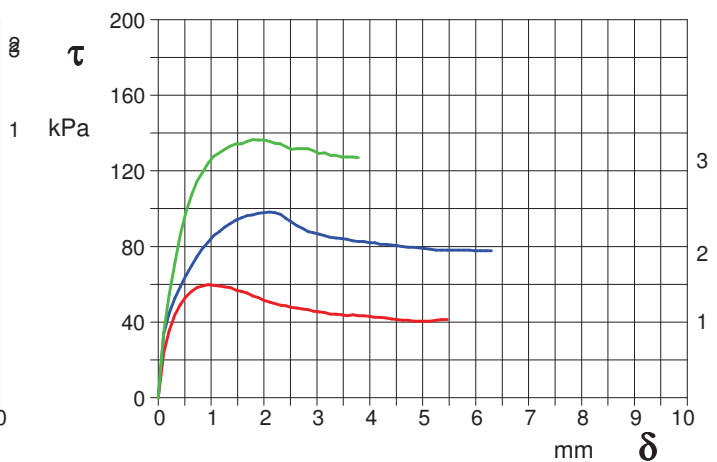


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Scuola media Don Bosco
Realizzazione di palestra

via Anna Kuliscioff
loc. Maliseti, Prato

Comm.te:
Amm. Comunale di Prato

Giugno 2015

Scuola media Don Bosco
Realizzazione di palestra

Comm.te: Amm. Comunale di Prato

PREMESSA

La presente relazione illustra i risultati di un'indagine sismica "down hole" eseguita, su incarico della committenza, in via Kuliscioff in loc. Maliseti nel comune di Prato, per la realizzazione di una nuova palestra.

Le misure sono state effettuate all'interno di un sondaggio geognostico, attrezzato per l'esecuzione di prove down-hole, che sono state eseguite nel tratto compreso tra 33 m di profondità ed il piano di campagna.

GENERALITÀ SULLE PROSPEZIONI SISMICHE DOWN HOLE

Nel metodo sismico down hole (DH) viene misurato il tempo necessario per le onde P e S di spostarsi tra una sorgente sismica, posta in superficie, e i ricevitori, posti all'interno di un foro di sondaggio opportunamente rivestito (figura 1).

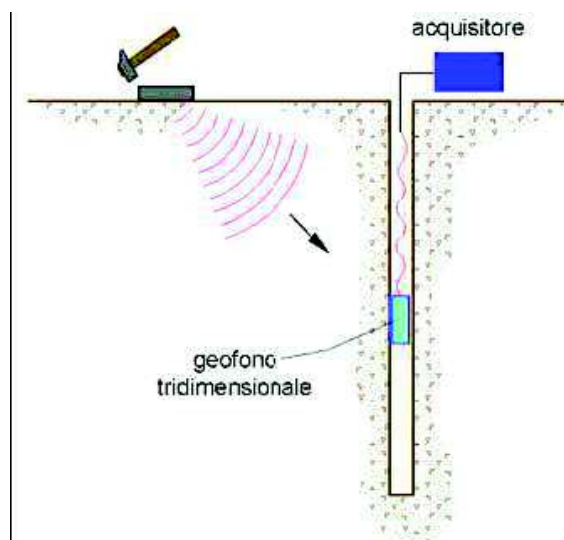


Figura 1 – Schema down hole ad un solo ricevitore

Le componenti indispensabili per una misura DH accurata consistono:

- 1) una sorgente meccanica in grado di generare onde elastiche ricche di energia e direzionali;

- 2) uno o più geofoni tridimensionali, con appropriata risposta in frequenza (4,5-14 Hz), direzionali e dotati di un sistema di ancoraggio alle pareti del tubo-foro;
- 3) un sismografo multi-canale, in grado di registrare le forme d'onda in modo digitale e di registrarle su memoria di massa;
- 4) un trasduttore (trigger) per l'identificazione dell'istante di partenza della sollecitazione dinamica mediante massa battente.

Durante la perforazione, per ridurre l'effetto di disturbo nel terreno, i fori vengono sostenuti mediante rivestimento o di fanghi bentonici e il loro diametro viene mantenuto piuttosto piccolo (mediamente $\phi < 15$ cm).

I fori vengono poi rivestiti mediante tubazioni, generalmente in PVC pesante da piezometri ϕ 80 mm, e riempiti con una malta a ritiro controllato, generalmente composta di acqua, cemento e talvolta bentonite rispettivamente in proporzione di 100, 30 e 5 parti in peso.

Prima di iniziare l'indagine è opportuno assicurarsi che il foro sia libero da strozzature e che il tubo di rivestimento non presenti lesioni.

La sorgente consiste in una piastra (di alluminio, acciaio, legno, ...) per l'energizzazione delle onde V_p che, dopo avere opportunamente predisposto il piano di appoggio, viene adagiata in superficie ad una distanza di 1,5 – 3,0 m; alla stessa distanza è posta la trave di battuta per l'energizzazione delle onde V_s , orientata in direzione ortogonale ad un raggio uscente dall'asse foro.

Alla sorgente (mazza di battuta od esplosivo) è agganciato il trasduttore di velocità o l'interruttore meccanico utilizzato come trigger.

A questo punto il ricevitore viene assicurato alla parete del tubo di rivestimento in PVC mediante il dispositivo ad aria compressa integrato nel geofono tridimensionale, e le sorgenti vengono colpite rispettivamente in senso verticale (per generare onde di compressione P) e lateralmente (generando onde di taglio SH); al momento dell'energizzazione, con massa battente da almeno 5 kg, parte la registrazione del segnale di trigger e dei ricevitori.

Eseguite le registrazioni, la profondità dei ricevitori viene modificata e la procedura sperimentale ripetuta.

Interpretazione - Metodo diretto

Per poter interpretare il down hole con il metodo diretto, inizialmente, bisogna correggere i tempi di tragitto (t) misurati lungo i percorsi sorgente-ricevitore per

tenere conto dell'inclinazione del percorso delle onde. Se d è la distanza della sorgente dall'asse del foro (figura 2), r la distanza fra la sorgente e la tripletta di sensori, z la profondità di misura è possibile ottenere i tempi corretti (t_{corr}) mediante la seguente formula di conversione:

$$t_{corr} = \frac{z}{r} t$$

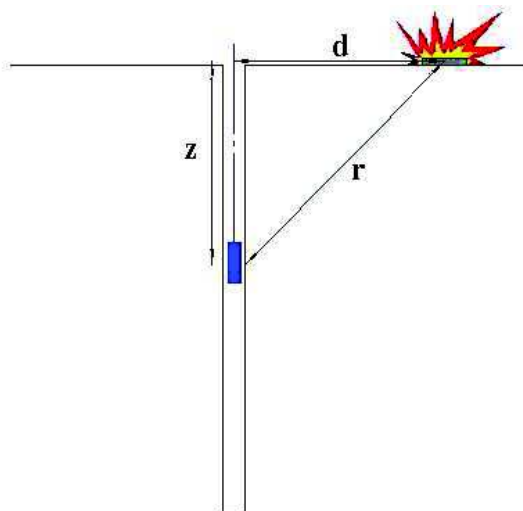


Figura 2 – Schema di down hole con metodo diretto

Calcolati i tempi corretti sia per le onde P che per le onde S si realizza il grafico $t_{corr}-z$ in modo che la velocità media delle onde sismiche in strati omogenei di terreno è rappresentata dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali (figura 3).

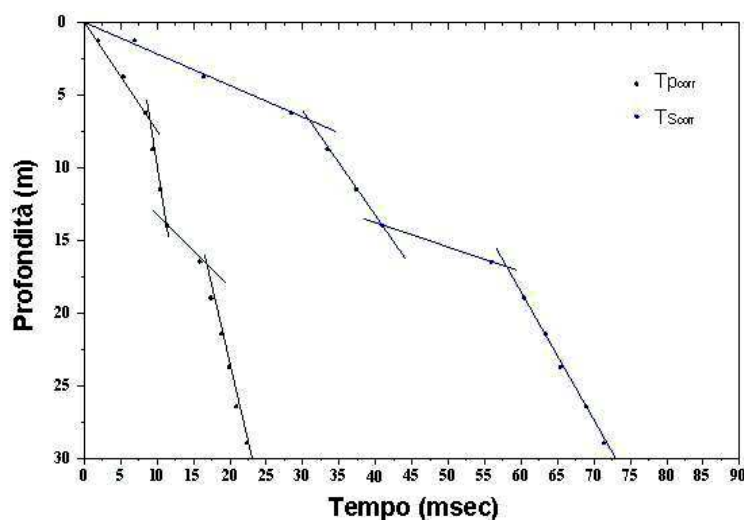


Figura 3 – Grafico delle dromocrone

Ottenuti graficamente i sismostrati si ottengono la densità media, funzione della velocità e della profondità, e i seguenti parametri:

1) coefficiente di Poisson medio:

$$\nu = (0,5 (V_p/V_s)^2 - 1) / ((V_p/V_s)^2 - 1)$$

2) modulo di Young medio:

$$E = V_s^2 \gamma ((3V_p^2 - 4V_s^2) / (V_p^2 - V_s^2))$$

3) modulo di compressibilità volumetrica medio:

$$K = \gamma (V_p^2 - 4/3 V_s^2)$$

Interpretazione - Metodo intervallo

Con il metodo intervallo i tempi di tragitto dell'onda sismica si misurano fra due ricevitori consecutivi (figura 4) posti a differente profondità, consentendo così di migliorare la qualità delle misure (velocità d'intervallo).

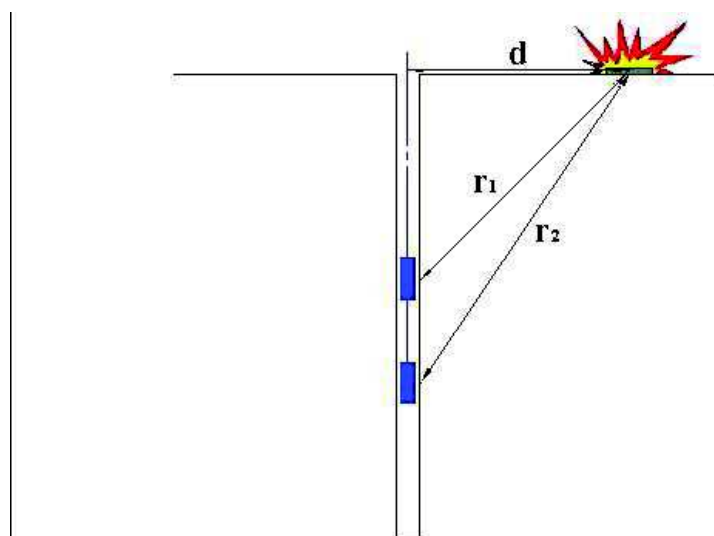


Figura 4 – Schema di down hole con metodo intervallo

Quando si dispone di un solo ricevitore, cioè nell'ipotesi in cui le coppie non corrispondano ad un unico impulso, i valori di velocità determinati vengono definiti di pseudo-intervallo, consentendo un'apparente migliore definizione del profilo di velocità.

Ottenute le misure è possibile calcolare i tempi corretti con la 1.0) e la velocità di intervallo delle onde P e S, con relativo grafico (figura 6), con la formula seguente:

$$v_{p,s} = \frac{r_2 - r_1}{t_{2corr} - t_{1corr}}$$

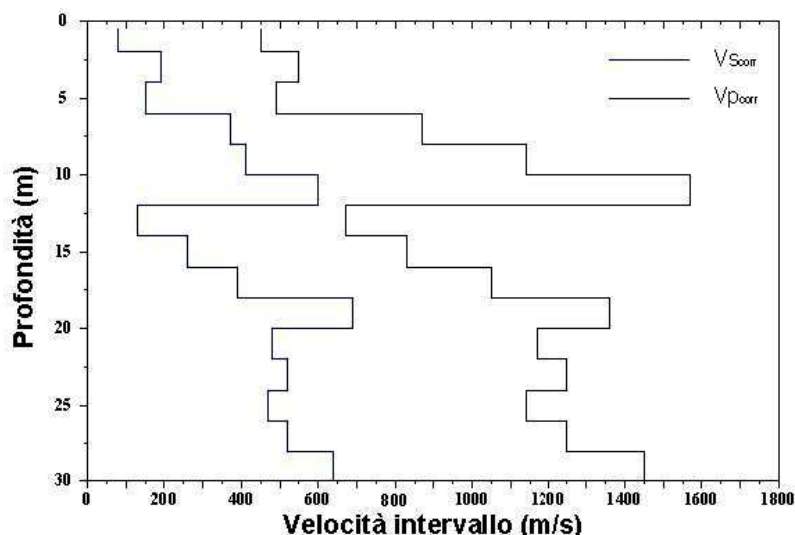


Figura 6 – Profilo delle velocità sismiche con metodo intervallo

Ottenute le velocità intervallo si calcolano la densità, il coefficiente di Poisson, il modulo di deformazione a taglio, il modulo di compressibilità edometrica, il modulo di Young, il modulo di compressibilità volumetrica per ogni intervallo con le formule riportate sopra.

I limiti del metodo intervallo sono :

- a) esso non tiene conto della velocità degli strati sovrastanti;
- b) non è applicabile nel caso in cui $t_{2corr} < t_{1corr}$.

ATTREZZATURA E METODOLOGIE IMPIEGATE

Per l'indagine in oggetto si è impiegata un'attrezzatura *AMBROGEO "ECHO 12-24/2002 Sismic Unit"*, avente le seguenti caratteristiche:

- . numero di canali: 24
- . sampler interval: 0,296 msec
- . A/D conversion: 16 bit
- . input impedance: 1KOhm
- . Gain: 10 dB – 100 dB (step 1 dB)
- . saturation tension: +/- 2,3 V
- . saturation level: 100 dB
- . distorsion: 0,01%
- . sampler:
 - 25 msec (191 punti)
 - 50 msec (383 punti)

- 100 msec (1530 punti)
- 200 msec (3060 punti)
- 400 msec (6121 punti)
- 1000 msec
- . sampling: 130 micro/sec
- . filter low pass: 50/950 Hz, step 1 Hz
- . digital filter low pass: 1000-50
- . digital filter high pass: 0-250
- . frequency response: 7-950 Hz, filter at 950 Hz
- . dynamic range: 93 dB
- . noise: 0,66 uV RMS, gain = 55 dB
- . crosstalk: 52 dB, gain = 55 dB
- . power: 12 V.

Il software di acquisizione dati è "ECHO 2002" vers. 7.00.

L'attrezzatura è completata da geofono down hole tridimensionale con bombola di aria compressa per il "packer" di ancoraggio, mazza di battuta da 8 Kg con interruttore starter e/o cannoncino per cartucce industriali con geofono starter per le onde S_p , cavo trigger da 200 m montato su rullo e trave di battuta per le onde S_h .

Le energizzazioni sono state eseguite a 3.00 m dall'asse del foro con rilievo delle onde sismiche S_p ed S_h . Il canale 1 del sismografo è stato utilizzato per l'acquisizione delle onde V_p , con tempo di acquisizione 200 msec, mentre i canali 2 e 3 sono stati utilizzati per l'acquisizione delle onde V_s collegandosi ai due sensori ortogonali del geofono tridimensionale, con tempo di acquisizione 200 msec.

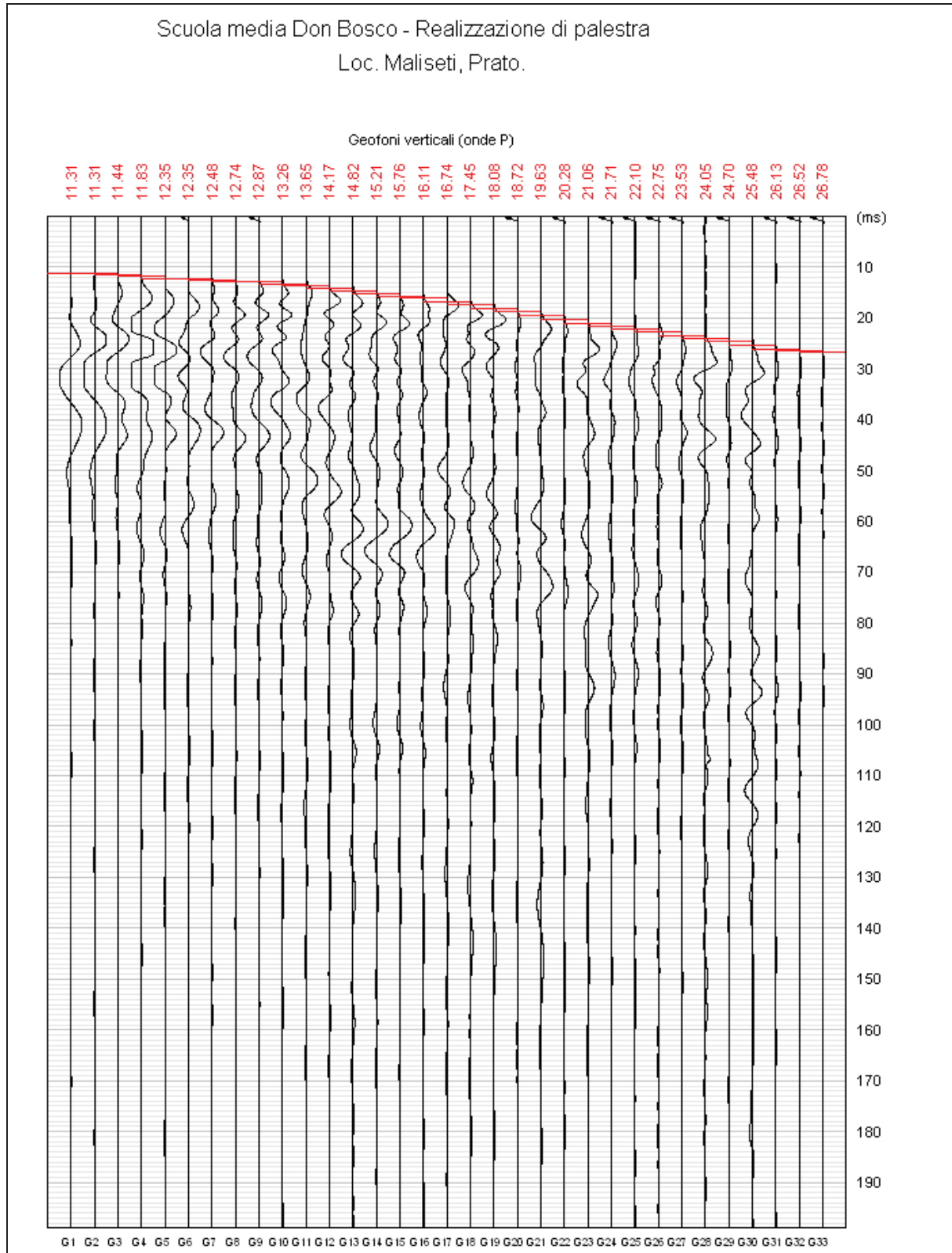
L'acquisizione è iniziata da - 33 m da p.c., fino alla quota di -1 m da p.c.

INTERPRETAZIONE DEI DATI

Per l'interpretazione dei dati è stato utilizzato il software *Intersism 2.0* della *geo&soft international*. Tale programma è in grado di operare direttamente con i dati della strumentazione *Ambrogeo* (*.dat *.sgy) per la definizione dei tempi di primo arrivo ed il successivo tracciamento delle *dromocrone* (*travel-time curves*).

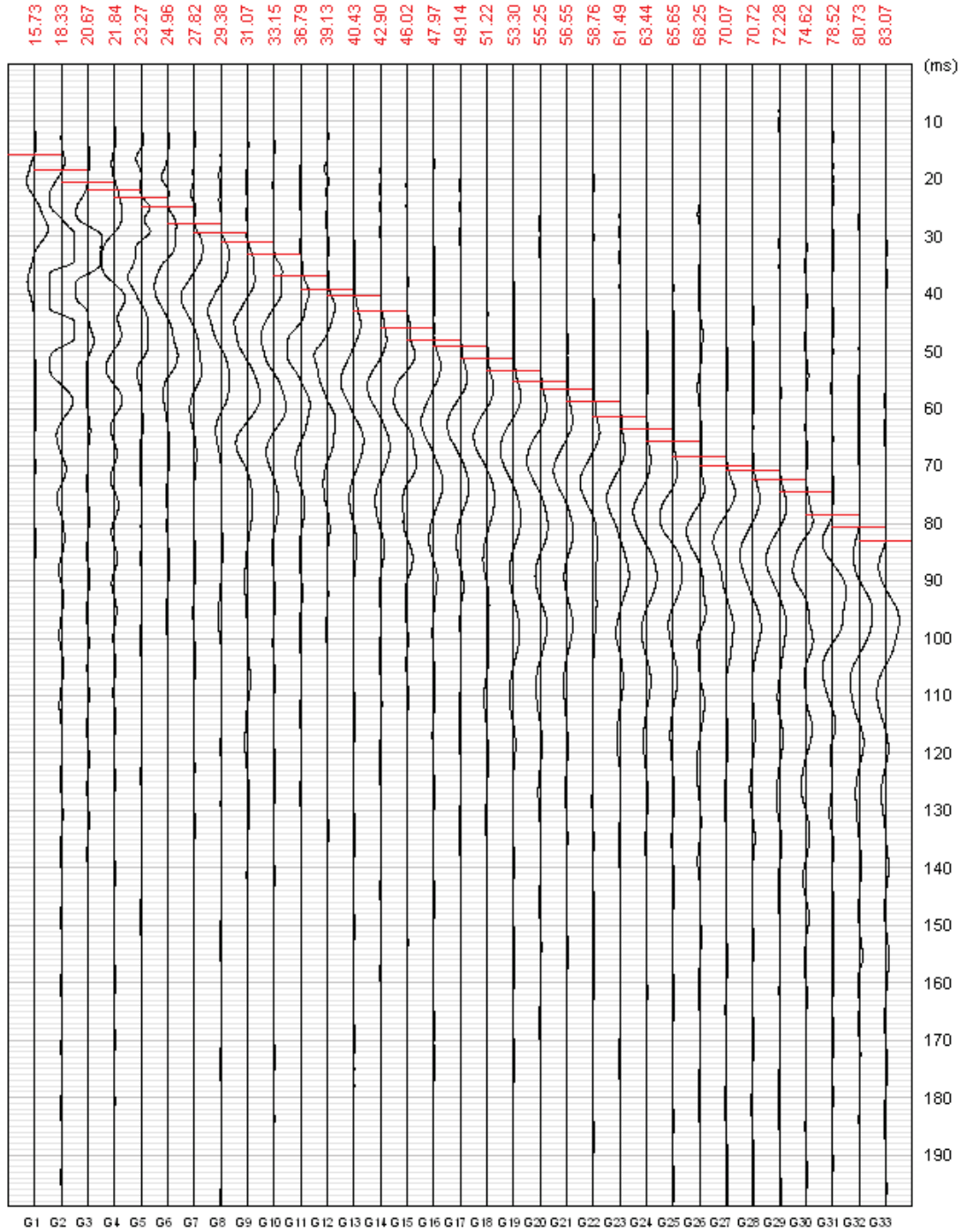
Il calcolo è stato eseguito con il metodo dell'intercetta, che nel caso specifico si è dimostrato efficace ed adatto. Nella pagine che seguono sono quindi riportati i diagrammi relativi alle dromocrone (primi arrivi) relativi alle onde P ed onde S, la ricostruzione stratigrafica che ne deriva, e l'interpretazione completa dei dati sismici. Si ricorda che la stratigrafia sismica può non corrispondere esattamente con

quella geologica e geotecnica, dato che essa considera maggiormente le caratteristiche elastiche e di addensamento dei terreni piuttosto che la stratigrafia caratteristica.



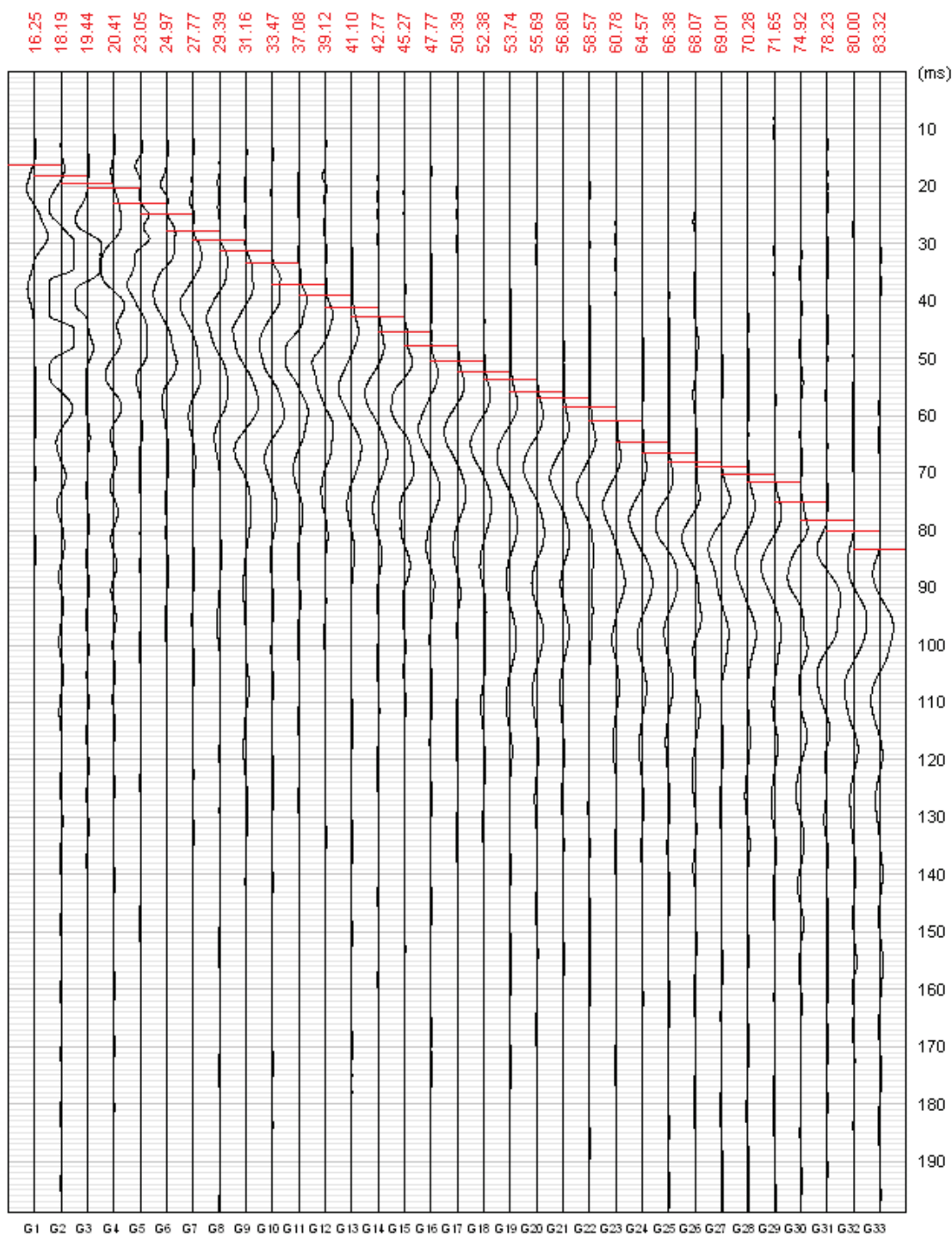
Scuola media Don Bosco - Realizzazione di palestra
Loc. Maliseti, Prato.

Geofoni orizzontali (onde Sx)

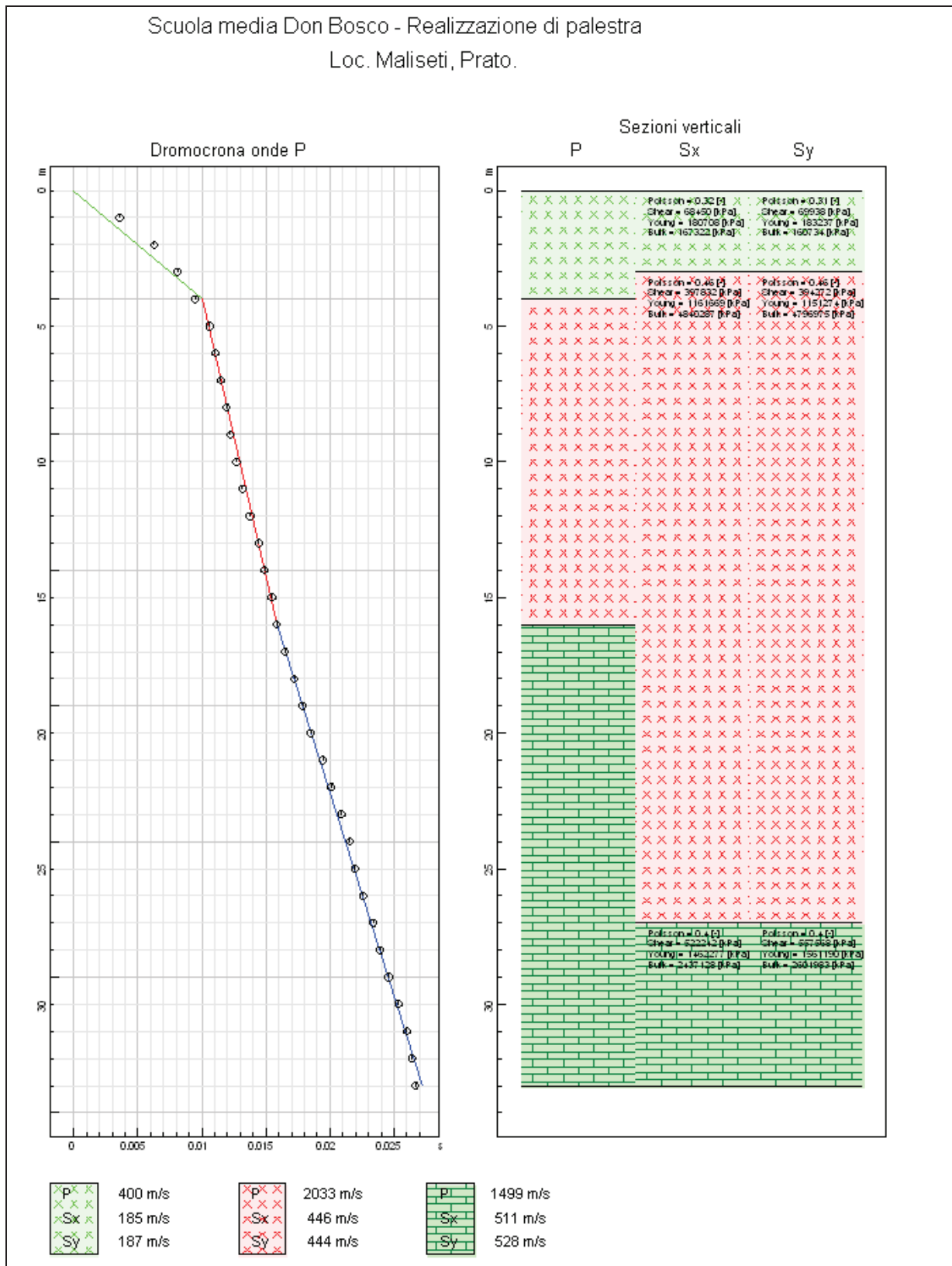


Scuola media Don Bosco - Realizzazione di palestra
Loc. Maliseti, Prato.

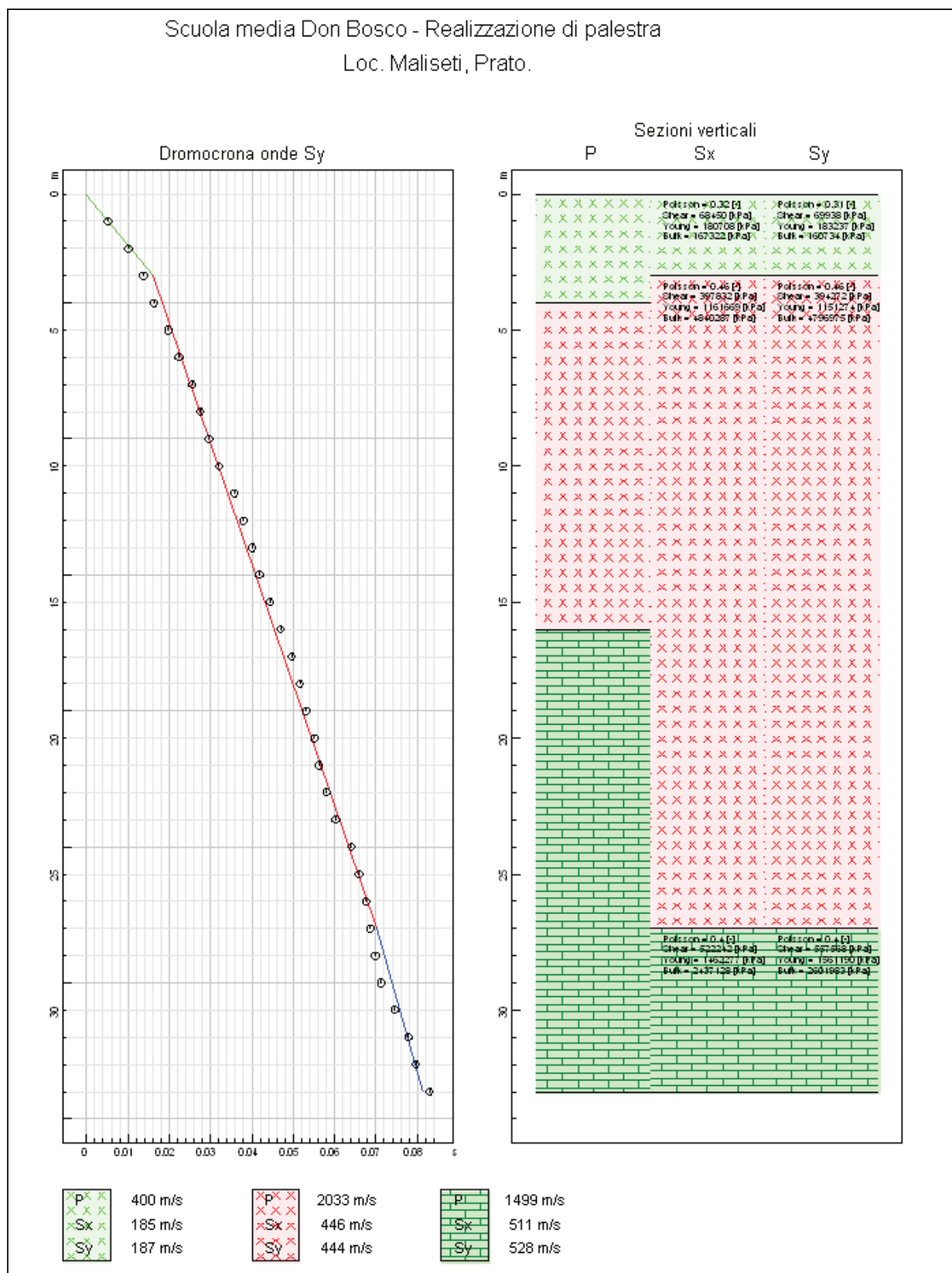
Geofoni orizzontali (onde Sy)



Scuola media Don Bosco - Realizzazione di palestra
 Loc. Maliseti, Prato.



Scuola media Don Bosco - Realizzazione di palestra
Loc. Maliseti, Prato.



ANALISI SISMICA DOWN-HOLE

Scuola media Don Bosco - Realizzazione di palestra
Loc. Maliseti, Prato.

DISTANZA DELLO SPARO DA BOCCA FORO

Distanza = 3.00 [m]

PRIMI ARRIVI

N° Geof.	Profondità [m]	Onde P [ms]	Onde S (X) [ms]	Onde S (Y) [ms]	Onde P (corretti) [ms]	Onde S (X) (corretti) [ms]	Onde S (Y) (corretti) [ms]
1	1.00	11.31	15.73	16.25	3.58	4.97	5.14
2	2.00	11.31	18.33	18.19	6.27	10.17	10.09
3	3.00	11.44	20.67	19.44	8.09	14.62	13.75
4	4.00	11.83	21.84	20.41	9.46	17.47	16.33
5	5.00	12.35	23.27	23.05	10.59	19.95	19.77
6	6.00	12.35	24.96	24.97	11.05	22.32	22.34
7	7.00	12.48	27.82	27.77	11.47	25.57	25.53
8	8.00	12.74	29.38	29.39	11.93	27.51	27.52
9	9.00	12.87	31.07	31.16	12.21	29.48	29.56
10	10.00	13.26	33.15	33.47	12.70	31.75	32.05
11	11.00	13.65	36.79	37.08	13.17	35.49	35.77
12	12.00	14.17	39.13	39.12	13.75	37.96	37.95
13	13.00	14.82	40.43	41.10	14.44	39.39	40.05
14	14.00	15.21	42.90	42.77	14.87	41.95	41.82
15	15.00	15.76	46.02	45.27	15.45	45.13	44.39
16	16.00	16.11	47.97	47.77	15.84	47.15	46.95
17	17.00	16.74	49.14	50.39	16.48	48.39	49.62
18	18.00	17.45	51.22	52.38	17.21	50.52	51.66
19	19.00	18.08	53.30	53.74	17.86	52.65	53.08
20	20.00	18.72	55.25	55.69	18.51	54.64	55.08
21	21.00	19.63	56.55	56.80	19.43	55.98	56.23
22	22.00	20.28	58.76	58.57	20.09	58.22	58.03
23	23.00	21.06	61.49	60.78	20.88	60.97	60.26
24	24.00	21.71	63.44	64.57	21.54	62.95	64.07
25	25.00	22.10	65.65	66.38	21.94	65.18	65.90
26	26.00	22.75	68.25	68.07	22.60	67.80	67.62
27	27.00	23.53	70.07	69.01	23.39	69.64	68.59
28	28.00	24.05	70.72	70.28	23.91	70.32	69.88
29	29.00	24.70	72.28	71.65	24.57	71.90	71.27
30	30.00	25.48	74.62	74.92	25.35	74.25	74.55
31	31.00	26.13	78.52	78.23	26.01	78.15	77.87
32	32.00	26.52	80.73	80.00	26.40	80.38	79.65
33	33.00	26.78	83.07	83.32	26.67	82.73	82.97

VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]
1	4	400
2	16	2033
3	33	1499

PARAMETRI ONDE SX

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	3	185	0.32	68450.0	180707	167321
2	27	446	0.46	397832..	1161669	4840288
3	33	511	0.40	522242..	1462277	2437128

PARAMETRI ONDE SY

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	3	187	0.31	69938.0	183237	160734
2	27	444	0.46	394272..	1151274	4796976
3	33	528	0.40	557568..	1561190	2601983

Dai dati riportati nelle tavole e nei tabulati allegati si fa riferimento a valori delle velocità delle onde Sh di circa 185 m/s per uno spessore di circa 3.0 m; al di sotto di tale profondità si evidenzia un incremento delle onde longitudinali con velocità di circa 445 m/s fino ad una profondità di circa 27.0 m da p.c.; dalla profondità di 27.0 m e fino alla profondità di 33.0 m si evidenzia un ulteriore incremento della velocità delle onde di taglio pari a circa 510 m/s.

I valori di velocità delle onde P risulta essere pari circa 400 m/s fino alla profondità di circa 4.0 m dove si evidenzia un repentino aumento della velocità pari a circa 2033 m/s (da mettere sicuramente in relazione con la falda acquifera) fino alla profondità di circa 16.0 m; al di sotto di tale profondità si evidenzia una notevole riduzione delle onde di taglio con velocità di circa 1499 m/s fino alla profondità di 33.0 m da p.c..

Spianate, 12 giugno 2015.

Mappo Geognostica

Geol. Massimo Benedetti

MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
 Loc. Biagioni, 60 - 55010 SPIANATE (LU)
 Tel. 0583-20799 - 335-7215712
 C.F. e P. IVA 02019570460
 Reg. Imprese di Lucca 02019570460
 Capitale versato € 12.000,00



SEZIONE LITOTECNICA

(scala 1: 200)

