



**MICROZONAZIONE SISMICA
DELLA CONCA AQUILANA
(terremoto 06-04-2009)**

Relazione tecnica finale di sintesi - Macroarea 9

**ALLEGATO 5a - PROVE DI LABORATORIO
STATICHE E DINAMICHE SUI CAMPIONI
INDISTURBATI DI TERRENO**



UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
Laboratorio di Geotecnica

***Caratterizzazione Geotecnica dei
Campioni di Terreno Prelevati nel
Comune de L'Aquila***



UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
ing. Dario Lazzari - 56125 - 55135 PISA
tel. 0039 050 3307240 - fax 0039 050 55357354

*Caratterizzazione Geotecnica dei campioni di terreno
prelevati presso le frazioni Pianola e Piscine del Comune
de L'Aquila*

prof. Diego C.F. Lo Presti (Responsabile del Laboratorio)
ing. Nunziante Squeglia (Coordinatore)
geom. Stefano Giusti (Sperimentatore)

prof. Massimo Dringoli (Direttore del Dipartimento)

Pisa, Ottobre 2009



UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

Caratterizzazione Geotecnica dei

Campioni di Terreno Prelevati nel Comune de L'Aquila

Premessa

Nel mese di agosto 2009, sono stati consegnati al Laboratorio Geotecnico dell'Università di Pisa sei campioni prelevati nel Comune de L'Aquila presso le località Pianola e Piscine. Nella Tabella 1 sono riassunti i dati identificativi dei campioni che corrispondono alle sigle riportate nella targhetta della fustella.

Tabella 1 Elenco campioni;

n° reg.	Cantiere	Sondaggio	Campione	Profondità
472	Pianola Piscine	S5	C1	6.00 ÷ 6.40
473	Pianola Piscine	S5	C2	10.00 ÷ 10.50
474	Pianola Cimitero	S6	C1	6.00 ÷ 6.50
475	Pianola Piscine	S5	C3	13.50 ÷ 14.00
478	S. Felice D'Ocre	S1 MA9	CIN1	3.50 ÷ 4.00
479	S. Felice D'Ocre	S1 MA9	CIN2	12.50 ÷ 13.00

Campagna di prove

Al fine di pervenire alla caratterizzazione meccanica dei terreni in oggetto è stata eseguita una campagna di prove di laboratorio riportate sinteticamente nella Tabella seguente.

Tabella 2 Prove eseguite

n. reg	Campione		Wn	σ_p	LL, PL	Gs	Granulometria	Aerometria	EDO	TD	TX - CIU/D	CR
472	S5	C1	X	X	X	X	X	X	X	X		
473	S5	C2	X	X	X	X	X	X	X			X
474	S6	C1	X	X	X	X	X	X	X	X		X
475	S5	C3	X	X	X	X	X	X				X
478	S1 MA9	CIN1	X	X	X	X	X	X	X	X		
479	S1 MA9	CIN2	X	X	X	X	X	X	X	X		



Lo stato della fustella e la qualità del campione sono descritti nel foglio di apertura allegato nel prosieguo con la relativa documentazione fotografica.

Apparecchiature di prova e norme di riferimento

Apparecchiature

La prova edometrica è stata eseguita utilizzando un edometro a caricamento dei pesi di tipo frontale. I cedimenti verticali sono stati misurati mediante degli LVDT le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 4. Le pressioni verticali sono desunte dalla conoscenza dei pesi applicati, del braccio di leva e dell'area della sezione del provino. In particolare si sono utilizzati provini aventi altezza di 19 mm e diametro di 50 mm.

Le prove di taglio diretto sono state eseguite utilizzando tre apparecchiature di marca TECNOTEST modello T665/010 aventi celle a sezione circolare di diametro 63.5 mm ed altezza del provino di 20 mm. La velocità di spostamento orizzontale è variabile con continuità tra 10^{-5} e 3 mm/min.

L'acquisizione dei dati, sia in fase di consolidazione sia in quella di rottura, è stata effettuata in modo automatico utilizzando una scheda A/D PCI-MIO16XE-10 National Instruments. I sensori impiegati per la misura delle grandezze di interesse sono riassunti in Tabella 5 con le relative caratteristiche tecniche.

Le prove sui campioni sono state eseguite secondo le raccomandazioni AGI (AGI 1997). Ogni singolo provino è stato consolidato sotto il prescelto valore di pressione verticale di consolidazione prima di effettuare il primo ciclo di rottura, misurando accuratamente l'andamento degli assestamenti verticali nel tempo al fine di stabilire la velocità di spostamento.

Le prove di Colonna Risonante sono state eseguite con un'apparecchiatura del tipo *fixed-free* (modello DRNEVICH) che utilizza un motore elettrico a 4 magneti e 4 avvolgimenti di capacità massima pari a 0.33 Nm (Soil Dynamics Instruments), innestato direttamente sulla testa del provino.

Il motore è comandato da un generatore di funzione BA 3011 collegato ad un amplificatore di potenza (TECHPOW 5507).

Completano l'apparecchiatura un oscilloscopio (Hitachi V134), un multimetro digitale (FLUKE 8000A) ed un frequenzimetro (FLUKE 1900A)

Le apparecchiature, il materiale di prova e le modalità di esecuzione non esplicitamente descritte corrispondono a quanto prescritto dalle norme di riferimento di seguito indicate.



UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

Norme di riferimento

Le prove sono state eseguite secondo le norme di seguito specificate:

Apertura campioni	ASTM D4648-00
Determinazione del contenuto d'acqua	ASTM D2216-98
Determinazione del peso specifico dei grani	ASTM D854-02
Analisi granulometrica per vagliatura.	ASTM C136-01 ASTM D1140-00
Analisi granulometrica per sedimentazione	ASTM D2217-85(1998) D422-63 (2002)
Determinazione dei Limiti di Atterberg	ASTM D4318-00; ASTM D2487-00
Prova triassiale del tipo UU	ASTM D2850-03a
Prova edometrica a incrementi di carico.	ASTM D2435-03
Prova di taglio diretto	AGI (1997), ASTM D3080-03
Prova di colonna risonante	ASTM D4015-92(2000)

Modalità di prova

Prova di Colonna risonante

La prova di Colonna Risonante (CR) è stata eseguita in condizioni non drenate su un provino di diametro 50 mm e altezza 100 mm consolidato isotropicamente alla pressione verticale geostatica. La saturazione del provino è avvenuta mediante un processo di back-pressurizzazione sino al raggiungimento di valori del parametro B di Skempton superiori a 0.95.

La condizione di risonanza viene ottenuta variando manualmente la frequenza di eccitazione e componendo sull'oscilloscopio la tensione eccitatrice e la risposta dell'accelerometro. La condizione di risonanza è verificata quando i due segnali sono sfasati di 90°. Tale condizione si verifica allorché sull'oscilloscopio si visualizza un ellisse.

La prova di Colonna Risonante è stata eseguita ed interpretata secondo la norma ASTM D4015. In particolare lo smorzamento è stato determinato con il metodo delle oscillazioni forzate e delle oscillazioni libere.

Presentazione dei risultati

Prove di classificazione

Viene allegato il foglio di apertura di ciascuna fustella con relativa fotografia e una tabella riassuntiva dei risultati delle prove di classificazione (Limiti, peso di volume, contenuto d'acqua, peso specifico, indice dei vuoti iniziale, grado di saturazione). Inoltre vengono forniti i grafici relativi alle analisi granulometriche. La descrizione fornita su tali grafici fa riferimento alle raccomandazioni AGI (1997).



UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

Prova Edometrica

Vengono forniti i valori numerici relativi alle dimensioni correnti del provino e le tensioni di consolidazione, nonché i dati riguardanti la provenienza del campione, la profondità del prelievo, il peso unitario iniziale, il contenuto d'acqua iniziale e finale.

Viene inoltre allegato relativamente alla prova edometrica quanto segue:

- Le tabelle e grafici deformazione-tempo per ogni gradino di carico;
- La tabella dei dati finali di tutti i gradini di carico;
- Grafico tensione-deformazione in scala semilogaritmica;
- I grafici relativi al coefficiente di consolidazione c_v , modulo edometrico M , il coefficiente di permeabilità k ;

Una tabella riassuntiva dei dati relativi ai grafici indicati nei due punti precedenti

Prova di taglio diretto

Per la prova di Taglio Diretto (TD) vengono forniti i diagrammi relativi alla curva cedimenti-tempo, forza orizzontale-spostamento orizzontale, cedimento verticale-spostamento orizzontale e al diagramma τ - σ'_v . Viene fornita inoltre una tabella riepilogativa con i dati dei provini.

Prova di Colonna risonante.

Per la prova di Colonna Risonante del tipo LST (Large Strain Test) vengono forniti i grafici G - $\log(\gamma)$ e D - $\log(\gamma)$. Inoltre vengono fornite le tabelle riportanti i valori numerici relativi alle dimensioni correnti del provino ed alle tensioni di consolidazione, nonché i valori di G , D e γ . Le tabelle riportano inoltre i dati identificativi di prova e le condizioni generali di prova.



UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

Descrizione Campione n. reg. 472

Cantiere: L'Aquila loc. Piscine

Data: 24/8/2009

Sondaggio: S5

Campione: C1

Profondità da 6.00 m a 6.40 m

Attrezzatura di Sondaggio	☒ Rotazione	☐ Percussione	☐ Elica
Attrezzatura di Prelievo	☐ tipo Osterberg ☐ Parete spessa	☐ tipo Shelby ☒ Carotiere rotativo	☐ Continua ☐ Curetta/Cucchiaia
Modalità di Prelievo	☐ Percussione	☒ Pressione	☐ Altro.....
Contenitore del Campione	☒ Inox o trattato ☐ Corpo deformato ☒ Tagliente > 6°	☐ Ferro ☐ Sacchetto ☐ Tagliente deformato	☐ PVC ☐ Cassetta cubica ☐ Tagliente affilato
Dimensioni del Campione	Cilindrico ☐ < 2"	☒ tra 3" e 4"	☐ > 4"
	Cubico ☐ < 20 cm	☐ tra 20 e 40 cm	☐ > 40 cm
Condizioni del Campione	☒ Buone ☐ Rammollito	☐ Mediocri ☐ Strati piegati	☐ Cattive ☐ Rimescolato

Aspetto del Campione

Alto		Pocket (kg/cm ²)	Vane (kg/cm ²)	Prove previste
	0 cm	1.70 2.25		
	10	2.50 2.25		TD TD
	20	2.25 2.40		TD ED
	30	-		classificazione
	40	-		
	50			
	60			
	70			
	80			
Basso				



UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

Classificazione

Foto: A0201

Cantiere: Pianola - Piscine

Data: 28/8/2009

Sondaggio: S5

Campione: C1

Profondità: 6.00 - 6.40 m



w_N (%)	γ (kN/m ³)	γ_d (kN/m ³)	G_s (-)	e_0 (-)	w_L (%)	w_P (%)	PI (%)
(1)	(1)	(1)	2.67	(1)	33	21	12

(1) I dati sono forniti con le varie prove.

Legenda:

w_N Contenuto d'acqua naturale
 γ_d Peso secco dell'unità di volume
 e_0 Indice dei vuoti iniziale
 w_P Limite plastico

γ Peso dell'unità di volume
 G_s Peso specifico dei grani
 w_L Limite liquido
PI Indice di plasticità



UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

Granulometria

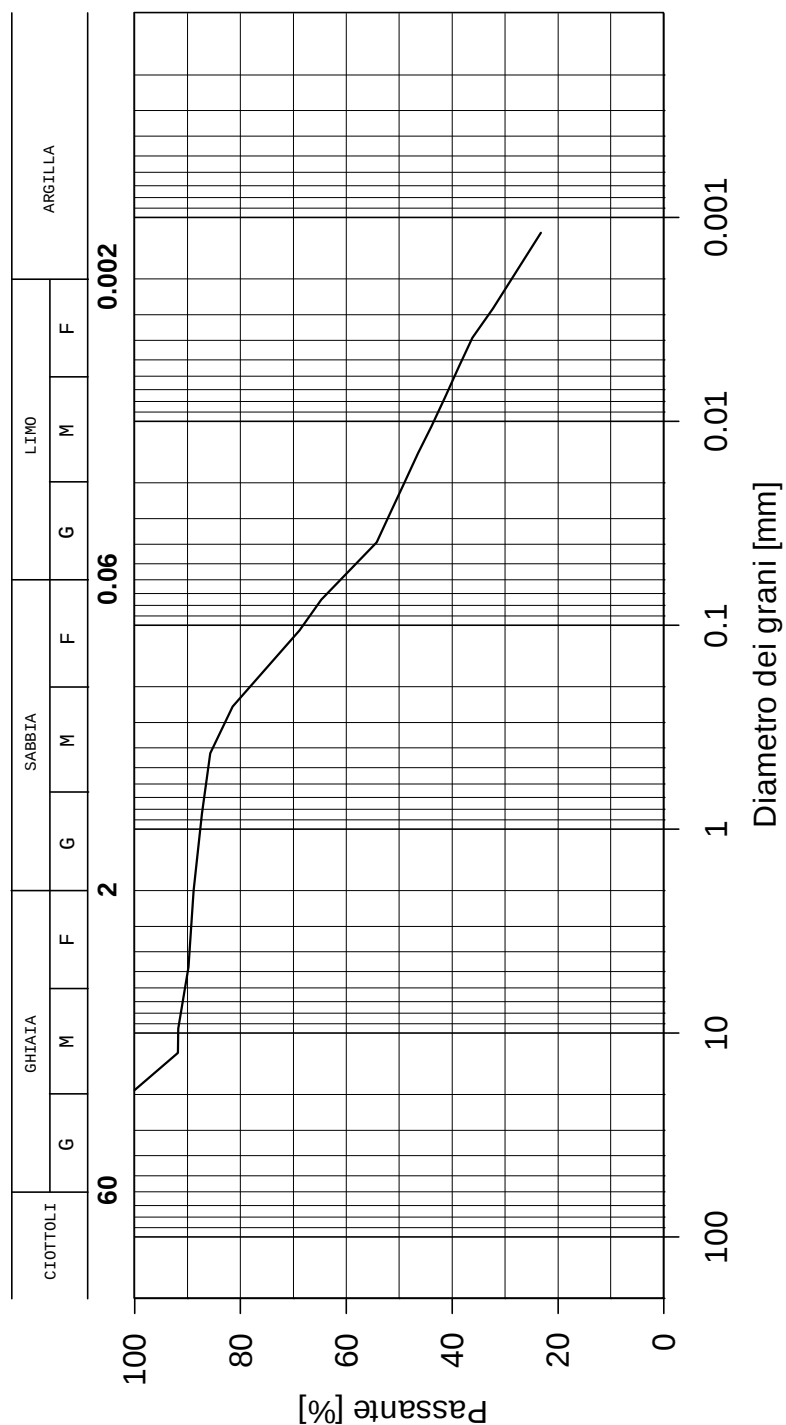
Cantiere: Pianola - Piscine

Data: 29/8/2009

Sondaggio: S5

Campione: C1

Profondità: 6.00 - 6.40 m





UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

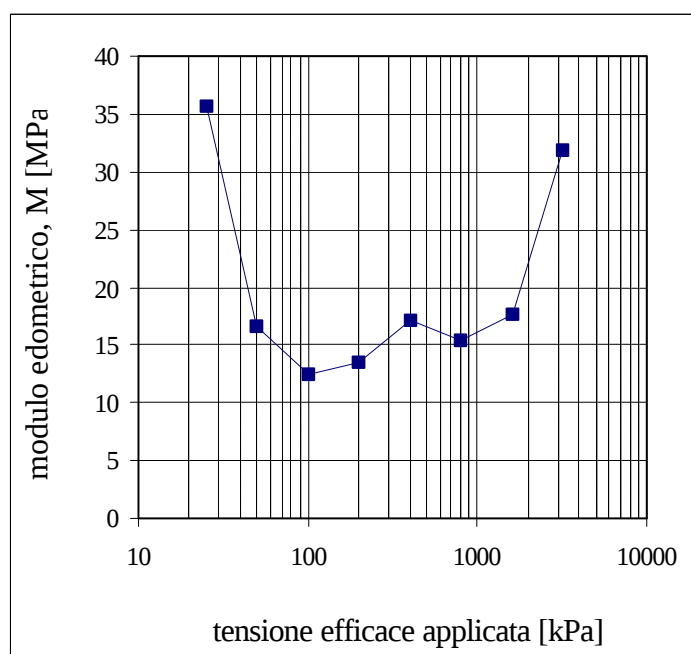
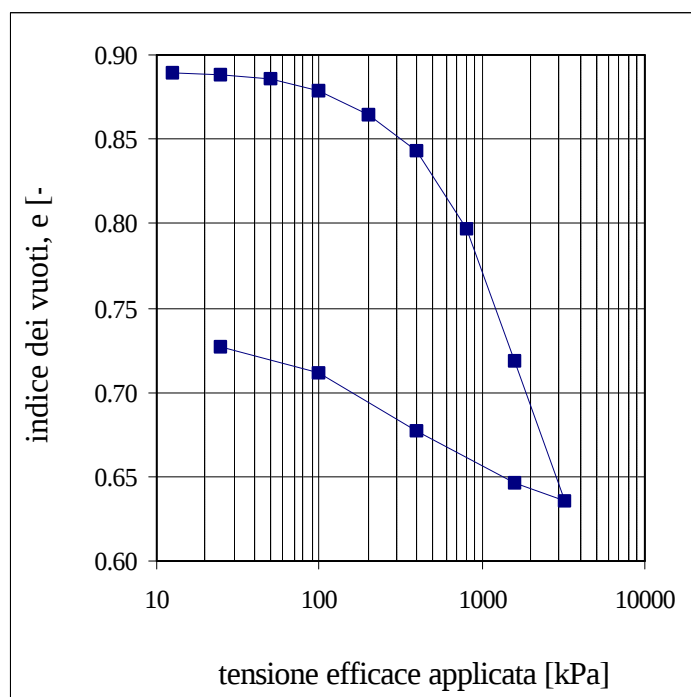
Prova edometrica ad incrementi di carico (IL)

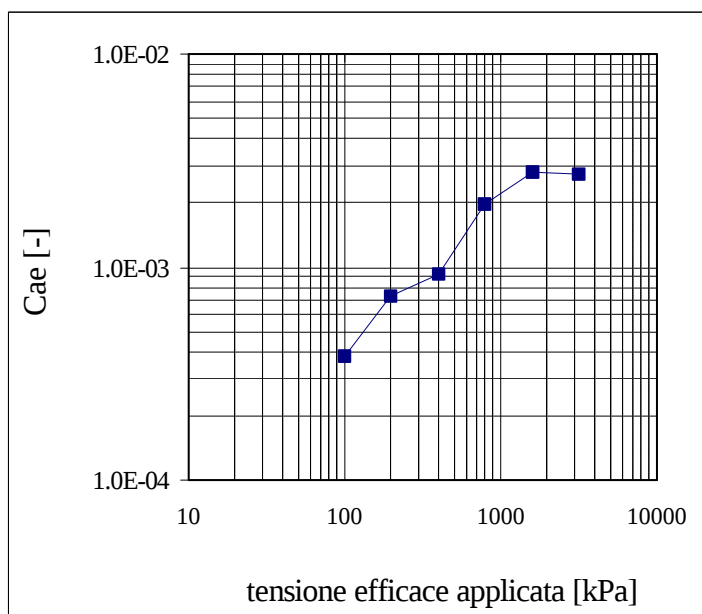
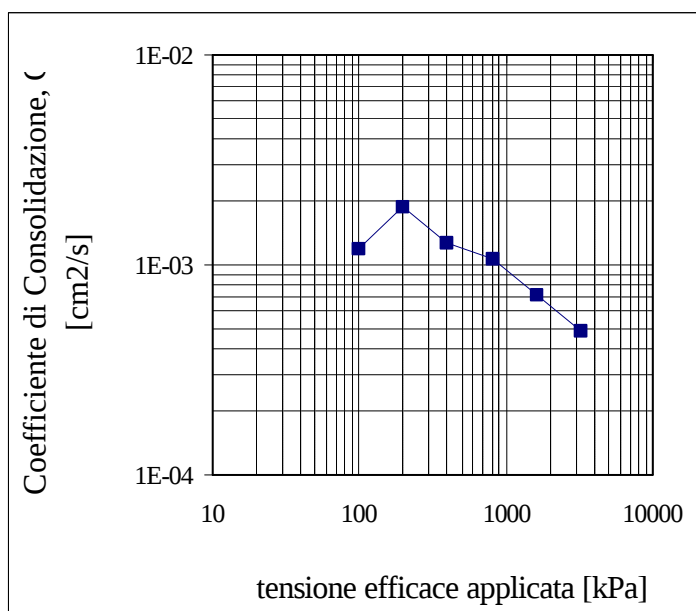
n° **472_S5-C1**

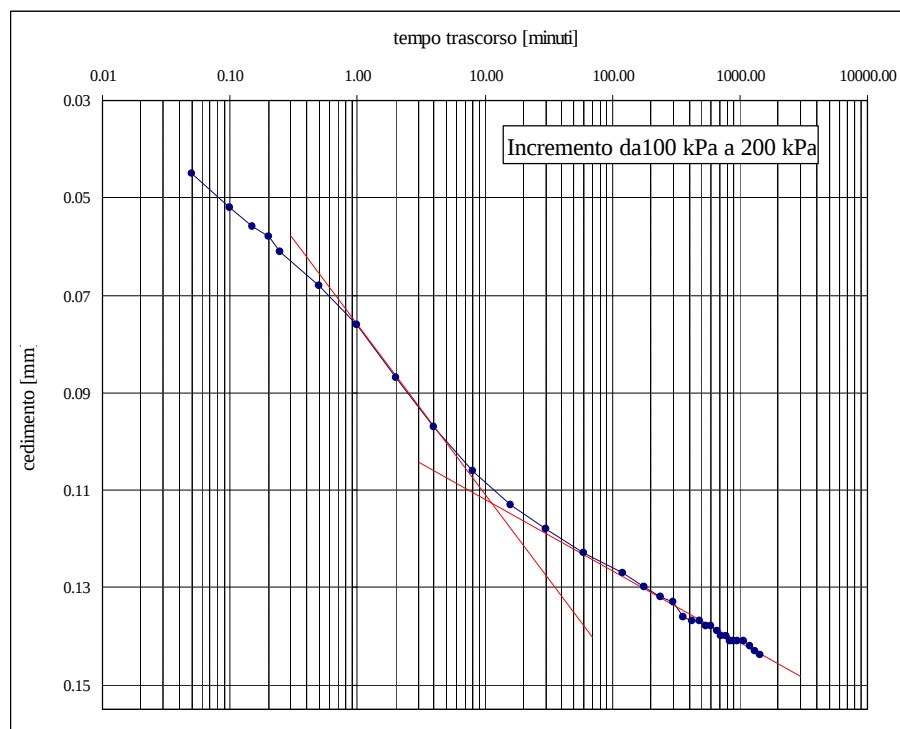
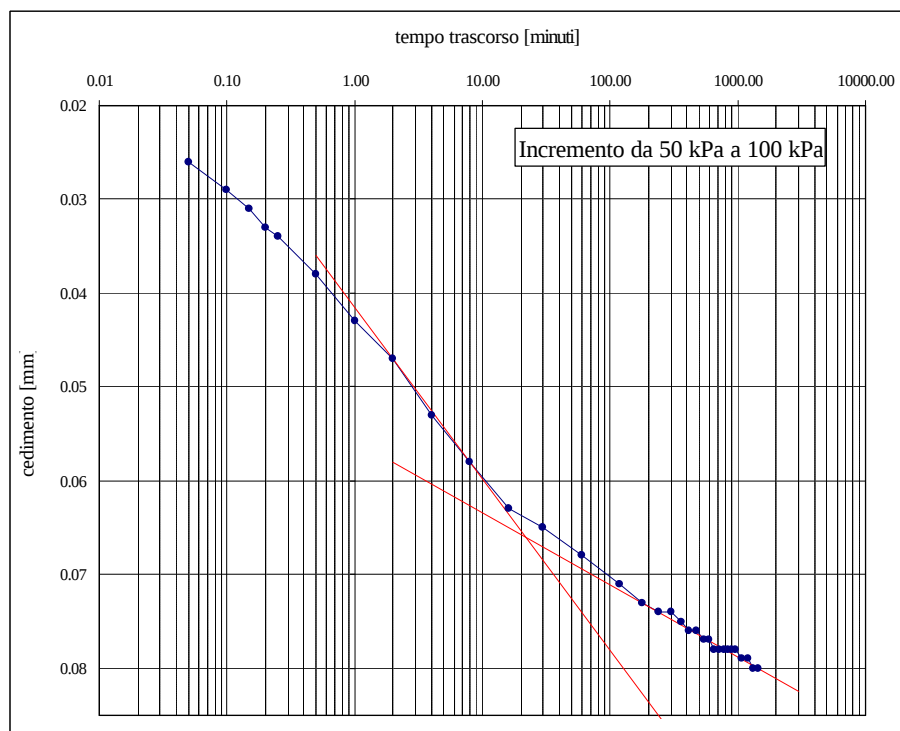
Peso umido iniziale	g	75.33
Peso umido finale	g	73.47
Peso secco	g	56.52
Altezza iniziale	mm	20.00
Altezza finale	mm	18.28
Diametro	mm	50.47
Peso specifico grani, Gs	-	2.67

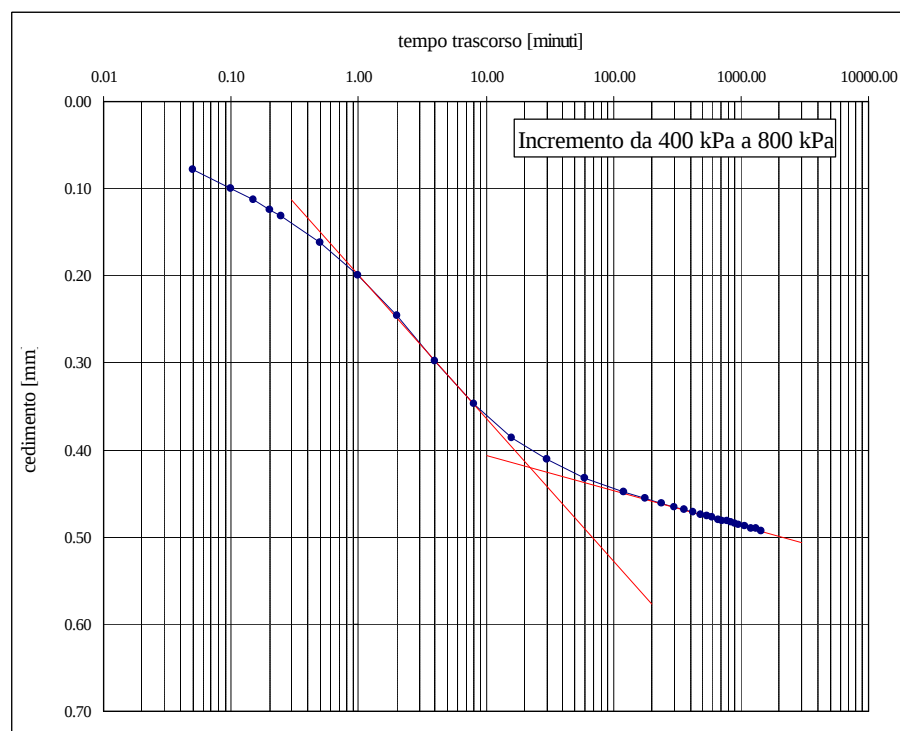
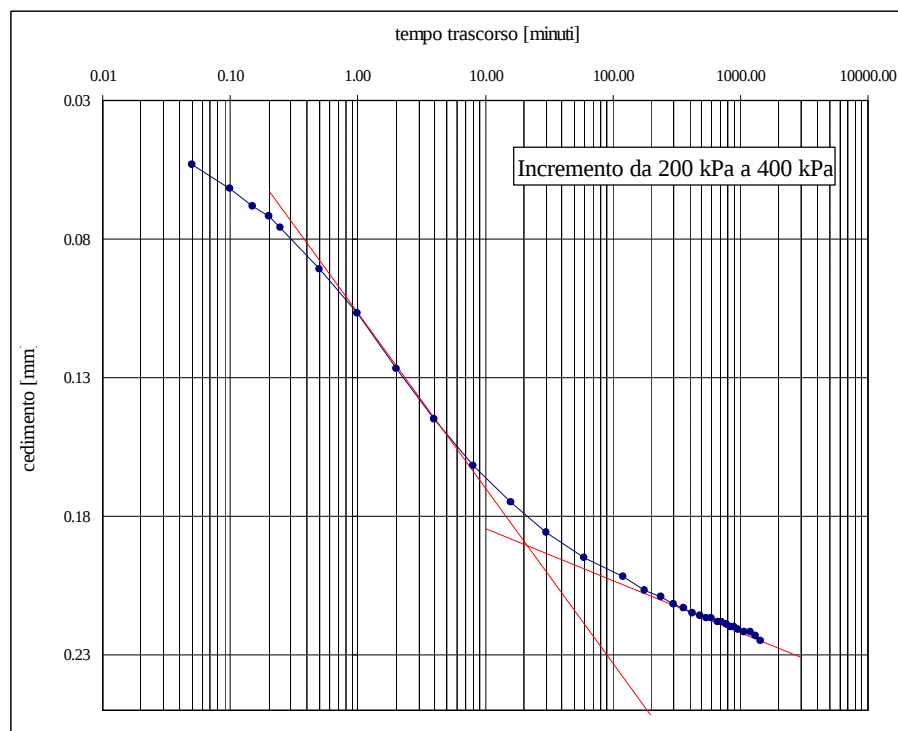
Indice dei vuoti iniziale, e_0	-	0.890
Grado di saturazione, S	%	101.81
Peso di volume iniziale, γ	kN/m ³	18.83
Umidità naturale, W_n	%	33.28
Peso di volume finale, γ	kN/m ³	20.09
Umidità finale, W_f	%	29.99
Peso di volume secco, γ_d	kN/m ³	14.13

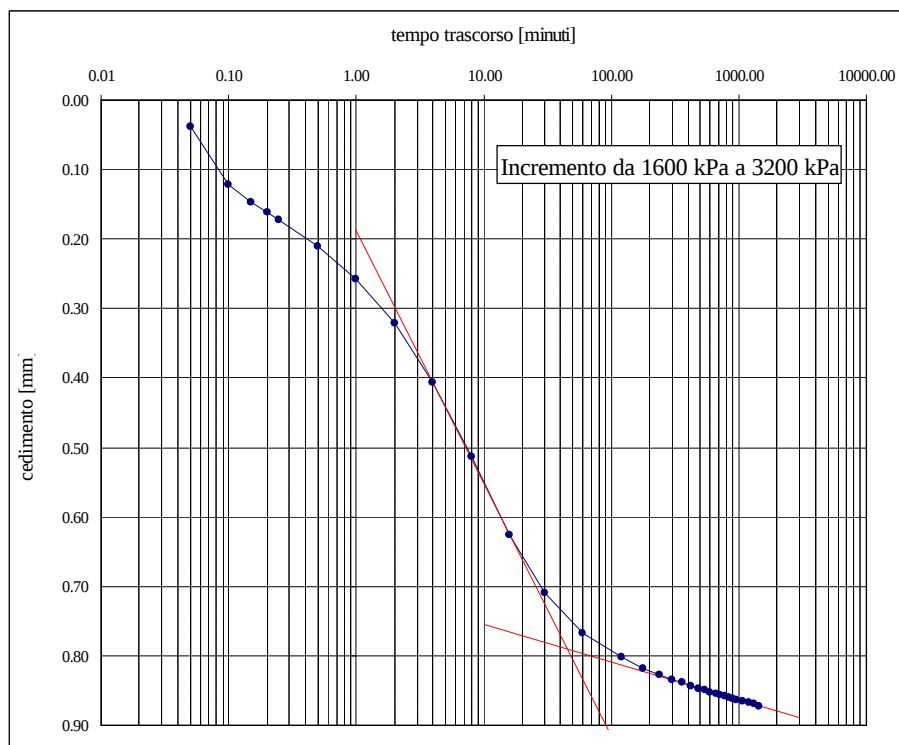
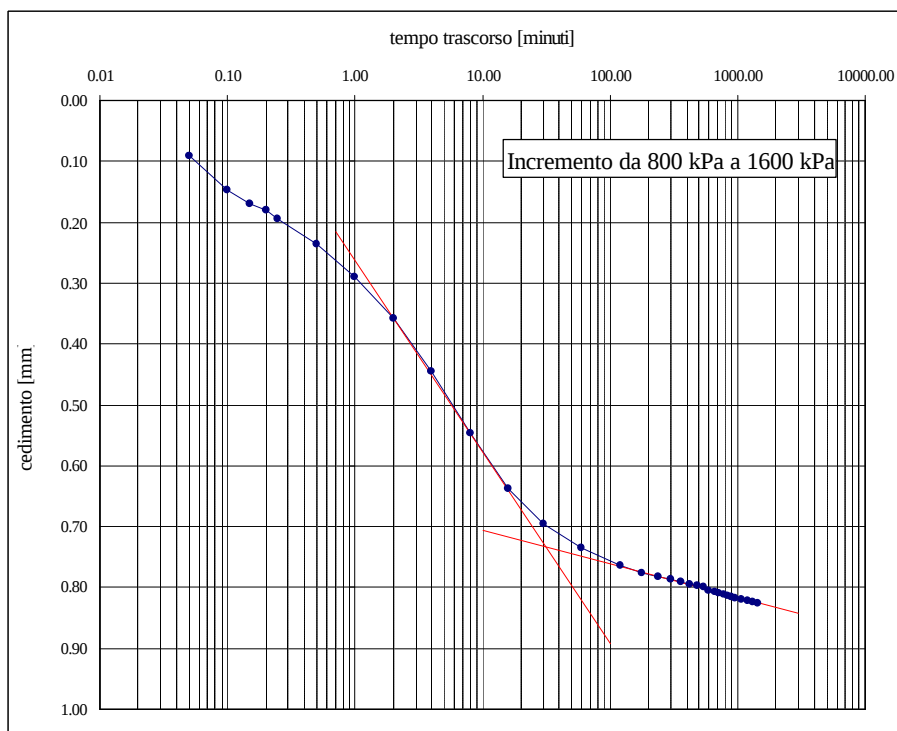
						Casagrande			Taylor	
Tensioni	ΔH	H	H_{prog}	e	M	Cv	k	$C_{\alpha e}$	Cv	k
[kPa]	[mm]	[mm]	[mm]	[-]	[MPa]	[cm ² /s]	[cm/s]	[-]	[cm ² /s]	[cm/s]
0.0	0.008	20.00		0.890						
12.5	0.008	19.99	20.00	0.889						
25.0	0.015	19.99	19.99	0.889	36					
50.0	0.045	19.96	19.97	0.886	17					
100.0	0.125	19.88	19.92	0.878	12	1.18E-03	9.35E-09	3.86E-04		
200.0	0.271	19.73	19.80	0.864	14	1.88E-03	1.37E-08	7.30E-04		
400.0	0.498	19.50	19.62	0.843	17	1.28E-03	7.33E-09	9.34E-04		
800.0	0.993	19.01	19.25	0.796	15	1.07E-03	6.81E-09	1.99E-03		
1600.0	1.817	18.18	18.60	0.718	18	7.16E-04	3.98E-09	2.77E-03		
3200.0	2.687	17.31	17.75	0.636	32	4.86E-04	1.50E-09	2.72E-03		
1600.0	2.578	17.42	17.37	0.646						
400.0	2.251	17.75	17.59	0.677						
100.0	1.892	18.11	17.93	0.711						
25.0	1.724	18.28	18.19	0.727						













UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

RAPPORTO DI PROVA N°	DATA EMISSIONE	
472		
Sondaggio:	Campione: fustella	Profondità: m
Data inizio prove: 00/01/1900	Verbale accettazione: -	
PROVA DI TAGLIO DIRETTO		
Norme di riferimento: ASTM D 3080 - Raccomandazioni AGI 1994		
Note: prove con misure resistenza residua		

Velocità di prova: 0.0067 [mm/min]

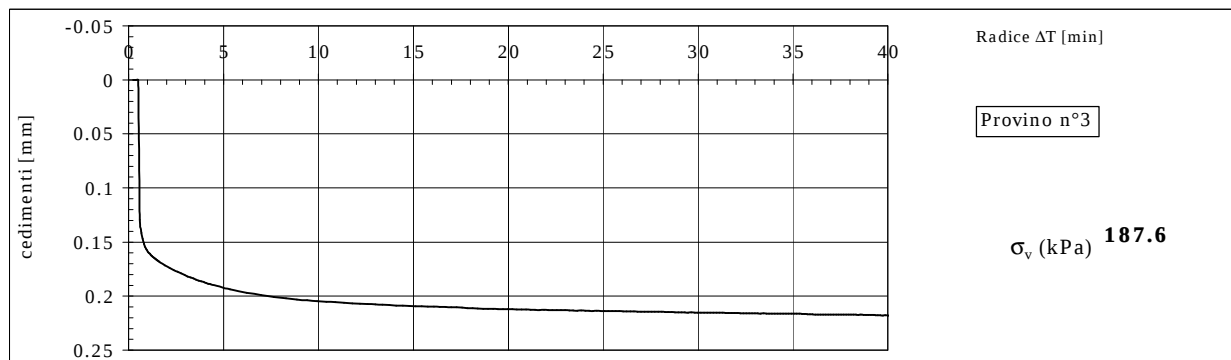
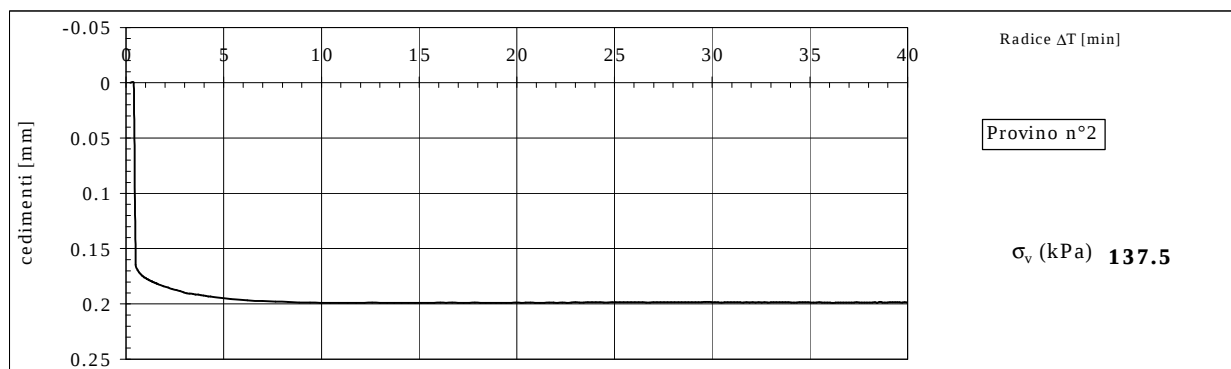
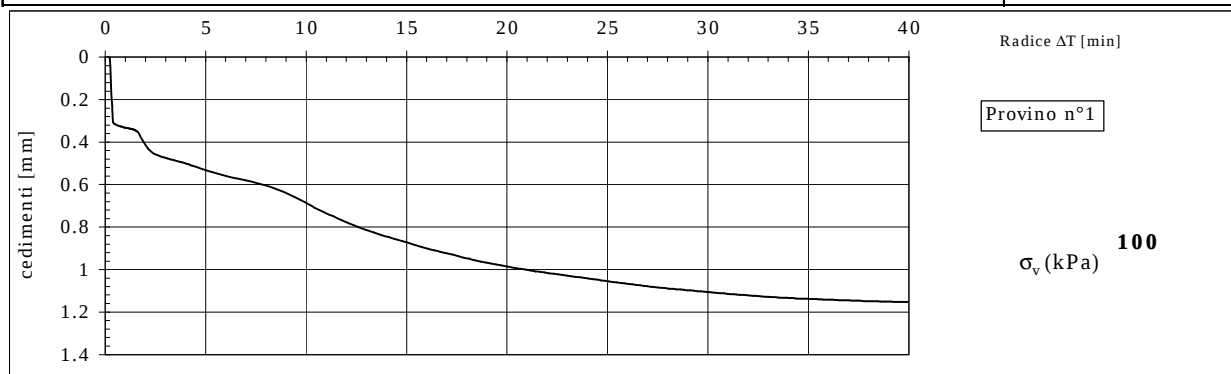
Provino	n°	1	2	3
σ_v consolidazione	kPa	100.0	137.5	187.6
altezza	mm	20	20	20
diametro	mm	63.5	63.5	63.5
ΔH fine consolidazione	mm	1.158	0.199	0.219
ΔH finale complessivo	mm	1.621	0.303	0.238
γ peso di volume iniziale	kN/m ³	19.13	19.25	19.49
W_{in} contenuto d'acqua iniziale	%	26.6	26.6	26.6
γ_f peso di volume finale	kN/m ³	20.40	19.33	19.61
W_f contenuto d'acqua finale	%	51.2	22.5	61.6
Gs peso specifico	-	2.670	2.670	2.670
S grado di saturazione iniziale	%	96.9	98.4	101.3
e_0 indice dei vuoti iniziale	-	0.733	0.722	0.701
τ_f resistenza a rottura	kPa	132.2	144.1	173.0
S_f spostamento a rottura	mm	1.02	1.93	1.78
τ_r resistenza residua	kPa	127.3	138.4	172.9

Note	a):
	b):



UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

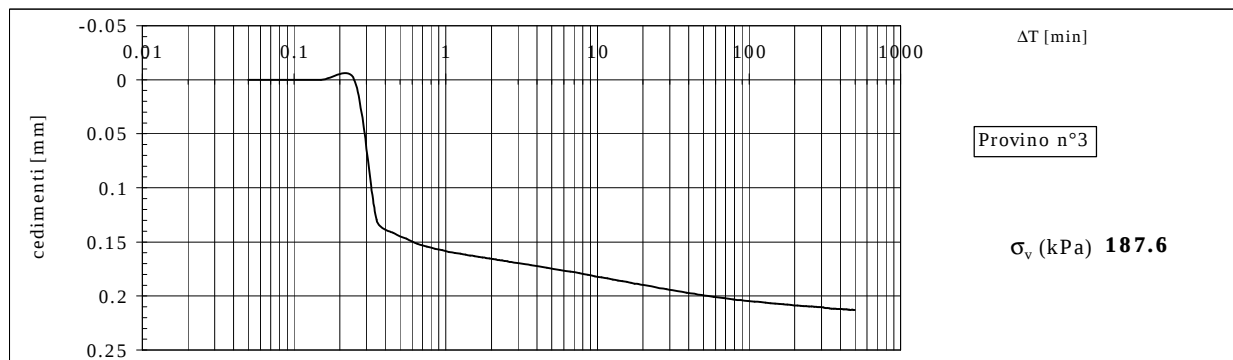
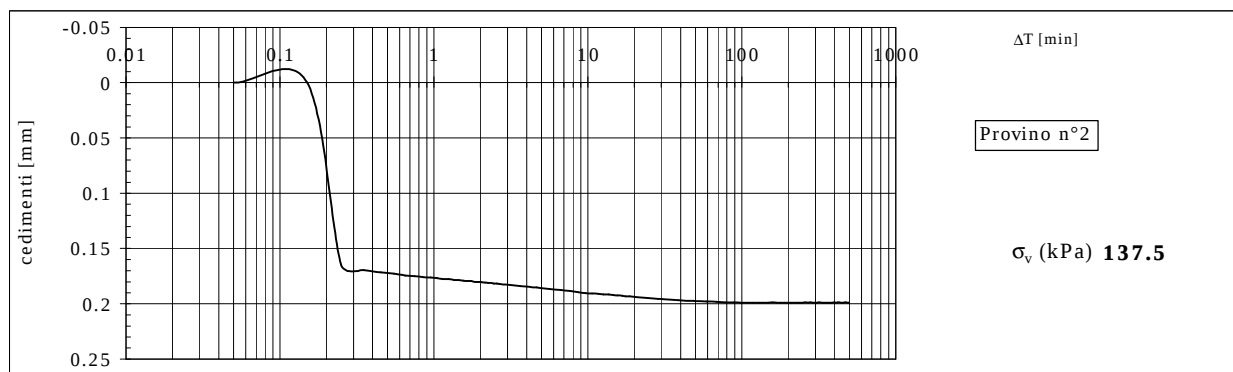
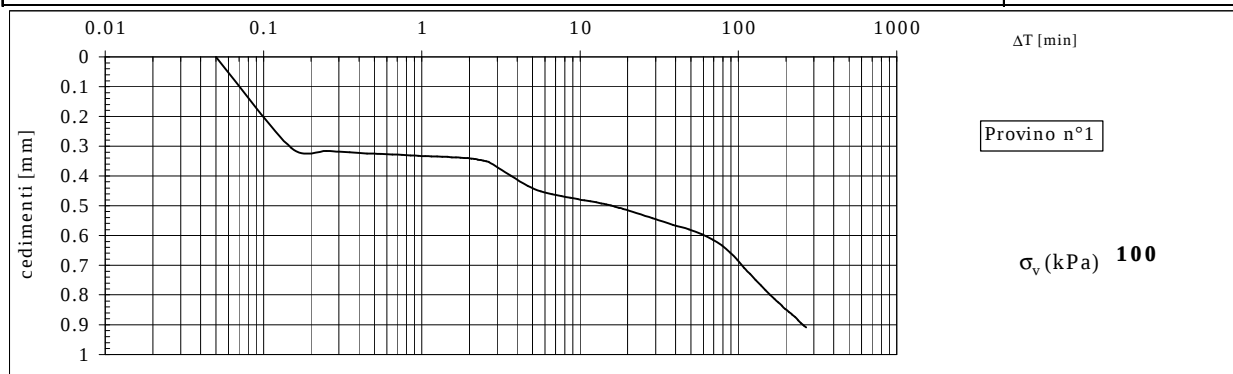
RAPPORTO DI PROVA N° 472	DATA EMISSIONE	
Sondaggio:	Campione: fustella	Profondità: m
Data inizio prove: 00/01/1900	Verbale accettazione: -	
PROVA DI TAGLIO DIRETTO - Consolidazione		
Norme di riferimento: ASTM D 3080 - Raccomandazioni AGI 1994		
Diagramma cedimenti vs. tempo		





UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

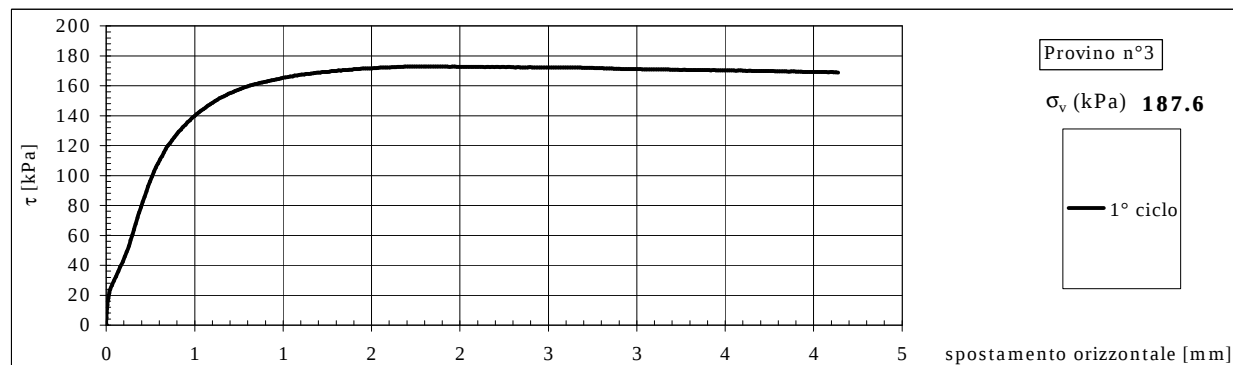
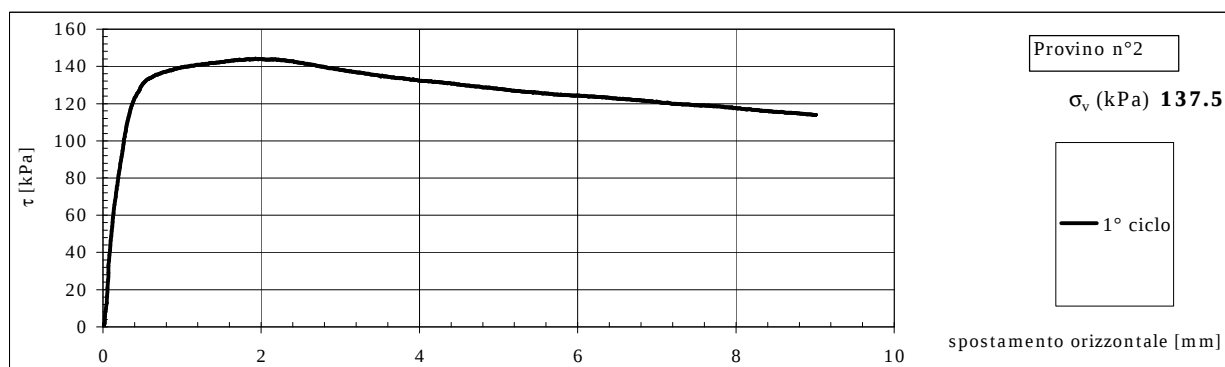
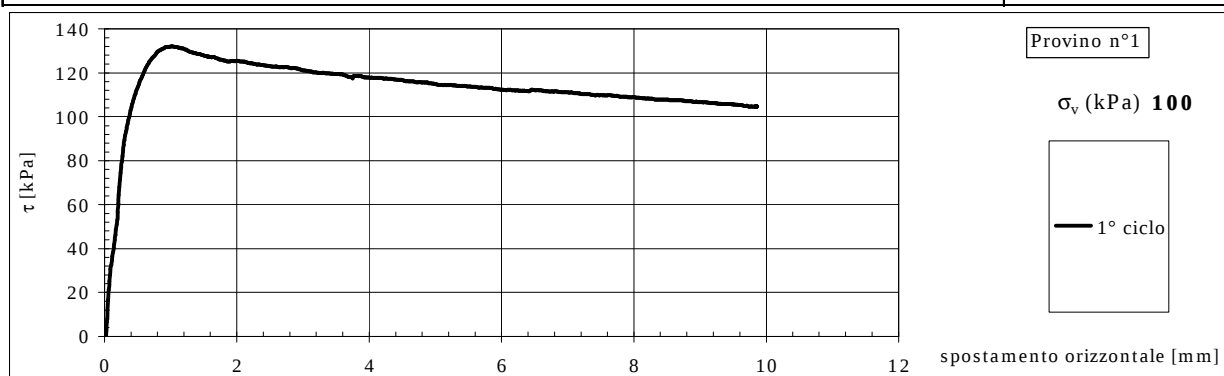
RAPPORTO DI PROVA N°		DATA EMISSIONE
472		
Sondaggio:	Campione: fustella	Profondità: m
Data inizio prove:	00/01/1900	Verbale accettazione: -
PROVA DI TAGLIO DIRETTO - Consolidazione		
Norme di riferimento: ASTM D 3080 - Raccomandazioni AGI 1994		
Diagramma cedimenti vs. tempo		





UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

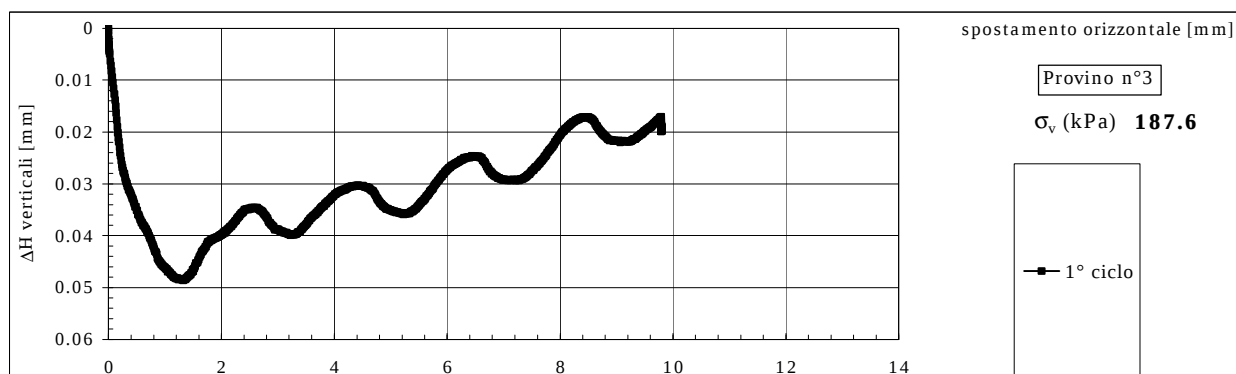
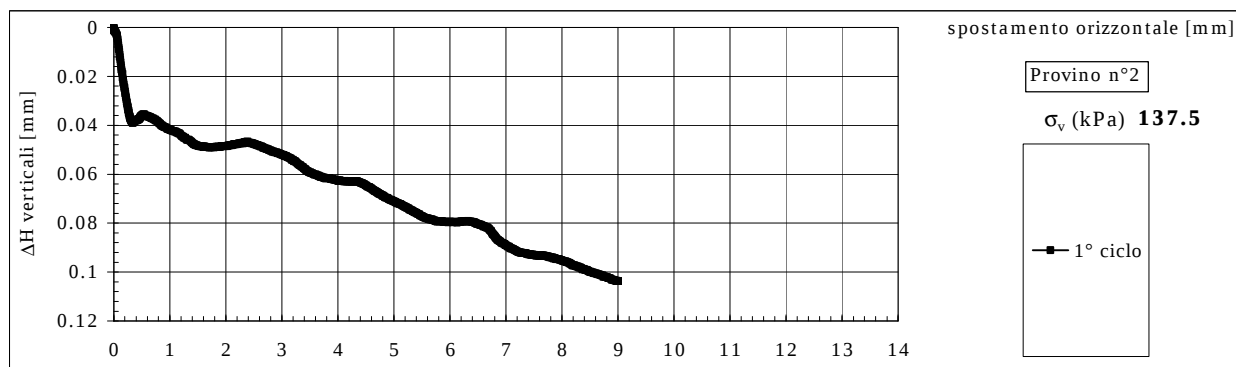
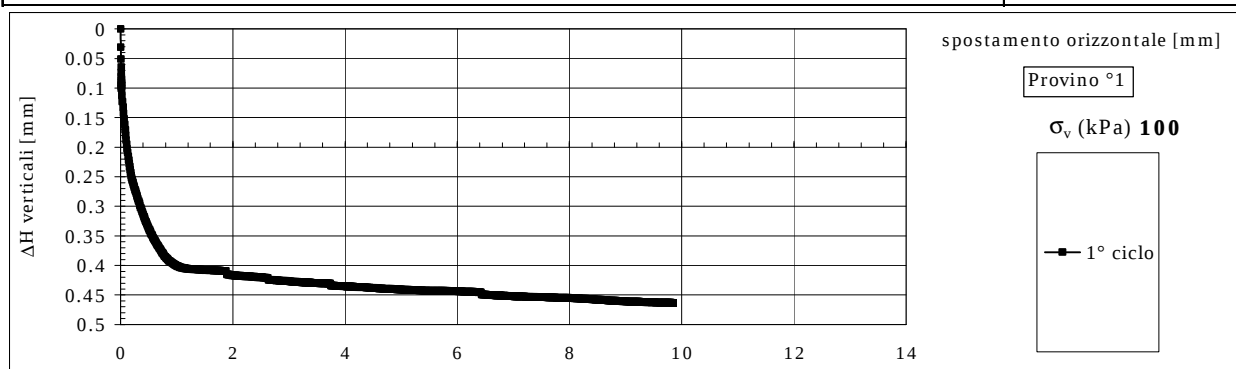
RAPPORTO DI PROVA N°	DATA EMISSIONE	
472		
Sondaggio:	Campione: fustella	Profondità: m
Data inizio prove: 00/01/1900	Verbale accettazione: -	
PROVA DI TAGLIO DIRETTO - Rottura		
Norme di riferimento: ASTM D 3080 - Raccomandazioni AGI 1994		
Diagramma tensioni vs. spostamenti		





UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

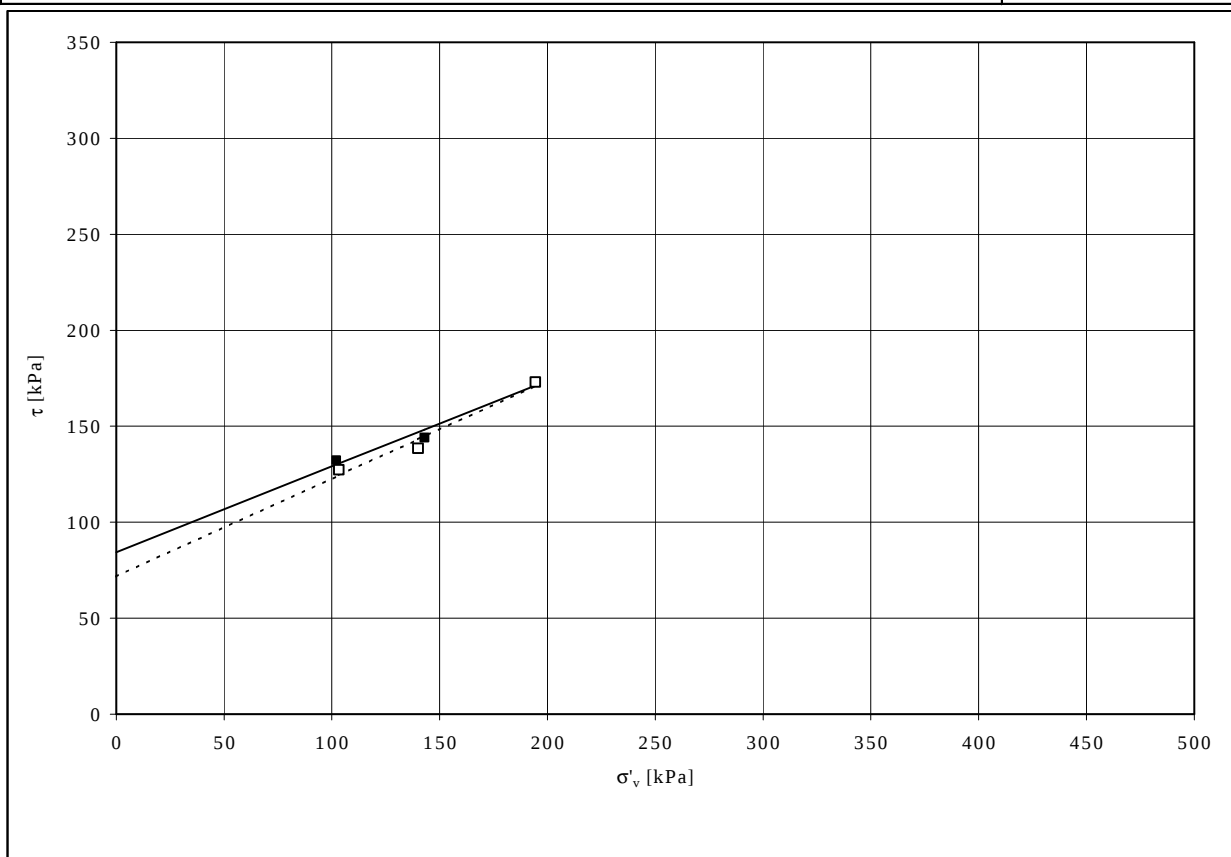
RAPPORTO DI PROVA N°	DATA EMISSIONE	
472		
Sondaggio:	Campione: fustella	Profondità: m
Data inizio prove: 00/01/1900	Verbale accettazione: -	
PROVA DI TAGLIO DIRETTO - Rottura		
Norme di riferimento: ASTM D 3080 - Raccomandazioni AGI 1994		
Diagramma DH vs. spostamenti		





UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

RAPPORTO DI PROVA N°		DATA EMISSIONE	
472			
Sondaggio:	Campione: fustella	Profondità: m	
Data inizio prove:	00/01/1900	Verbale accettazione: -	
PROVA DI TAGLIO DIRETTO			
Norme di riferimento: ASTM D 3080 - Raccomandazioni AGI 1994			
DIAGRAMMA RIASSUNTIVO			



Valori di picco ■			
σ'_v kPa	τ kPa		
102.1	132.2	$\phi' = 24.0^\circ$	
143.0	144.1	$c' = 84.4$	kPa
194.6	173.0		

Provino n°
1
2
3

Valori residui □			
σ'_v kPa	τ kPa		
103.3	127.3	$\phi'_r = 27.0^\circ$	
140.0	138.4	$c' = 71.7$	kPa
194.5	172.9		



UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

Descrizione Campione n. reg. 473

Cantiere: L'Aquila loc. Piscine

Data: 24/8/2009

Sondaggio: S5

Campione: C2

Profondità da 10.00 m a 10.50 m

Attrezzatura di Sondaggio	◆ Rotazione	☐ Percussione	☐ Elica
Attrezzatura di Prelievo	☐ tipo Osterberg ☐ Parete spessa	☐ tipo Shelby ◆ Carotiere rotativo	☐ Continua ☐ Curetta/Cucchiaia
Modalità di Prelievo	☐ Percussione	◆ Pressione	☐ Altro.....
Contenitore del Campione	◆ Inox o trattato ☐ Corpo deformato ◆ Tagliente > 6°	☐ Ferro ☐ Sacchetto ☐ Tagliente deformato	☐ PVC ☐ Cassetta cubica ☐ Tagliente affilato
Dimensioni del Campione	Cilindrico ☐ < 2"	◆ tra 3" e 4"	☐ > 4"
	Cubico ☐ < 20 cm	☐ tra 20 e 40 cm	☐ > 40 cm
Condizioni del Campione	◆ Buone ☐ Rammollito	☐ Mediocri ☐ Strati piegati	☐ Cattive ☐ Rimescolato

Aspetto del Campione: A causa di inclusioni, non è possibile ricavare provini per EDO e TD

Alto		Pocket (kg/cm ²)	Vane (kg/cm ²)	Prove previste
	0 cm	2.50 3.25		
	10	3.00 3.00		
	20	3.00 3.00		CR
	30	3.50 3.50		classificazione
	40			
	50			
	60			
	70			
	80			
	Basso			



UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

Classificazione

Foto: 00036

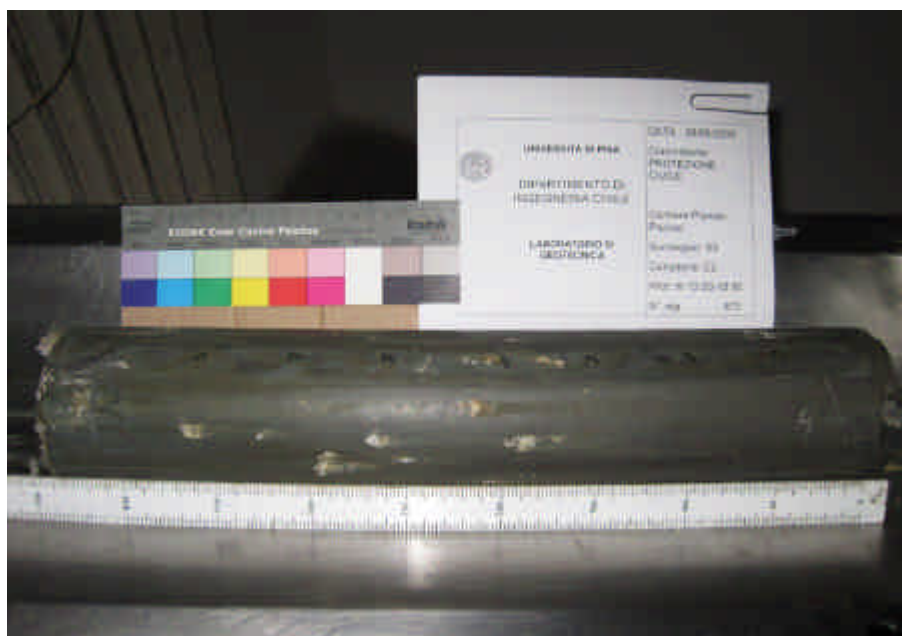
Cantiere: Pianola - Piscine

Data: 28/9/2009

Sondaggio: S5

Campione: C2

Profondità: 10.00 - 10.50 m



w_N (%)	γ (kN/m ³)	γ_d (kN/m ³)	G_s (-)	e_0 (-)	w_L (%)	w_P (%)	PI (%)
(1)	(1)	(1)	2.67	(1)	61	24	37

(1) I dati sono forniti con le varie prove.

Legenda:

w_N Contenuto d'acqua naturale
 γ_d Peso secco dell'unità di volume
 e_0 Indice dei vuoti iniziale
 w_P Limite plastico

γ Peso dell'unità di volume
 G_s Peso specifico dei grani
 w_L Limite liquido
PI Indice di plasticità



UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

Granulometria

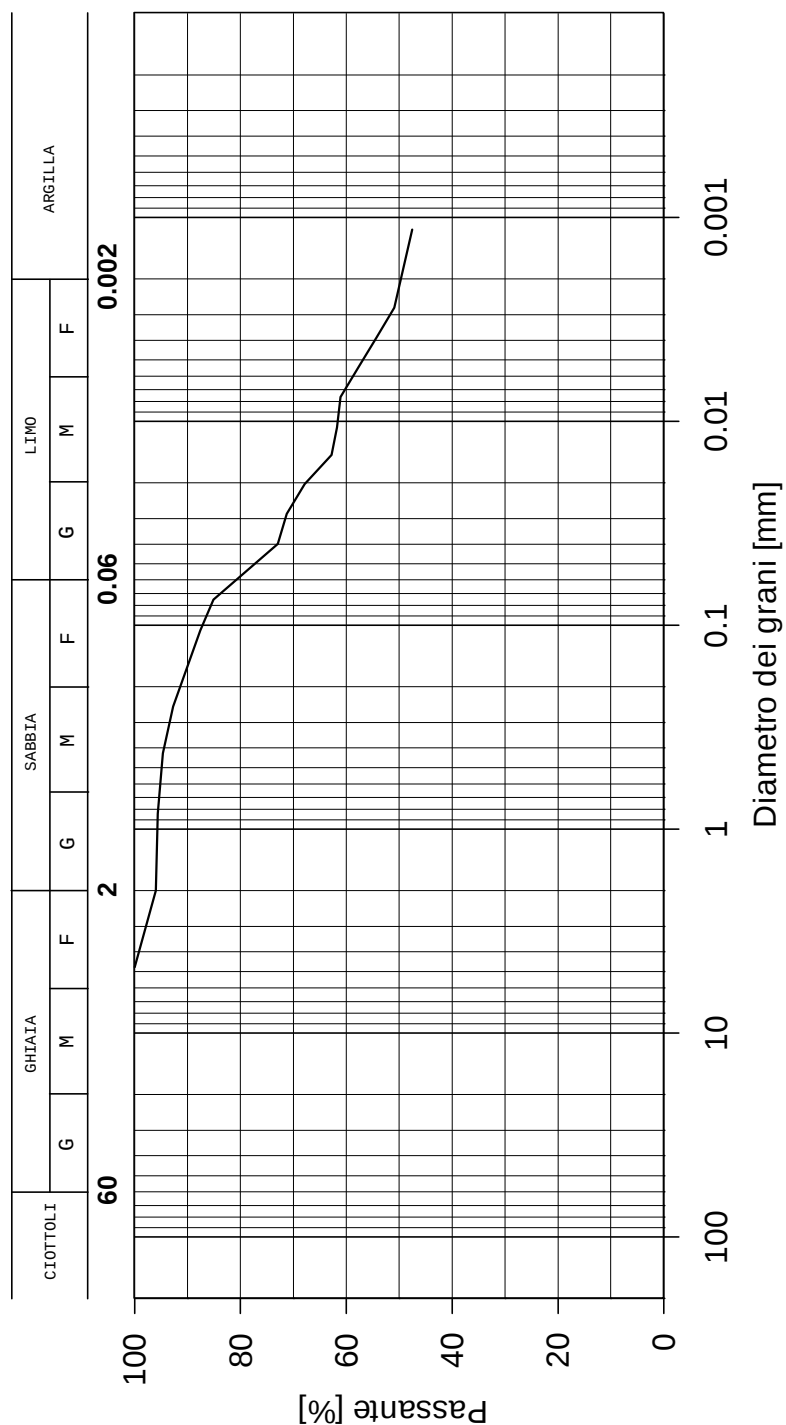
Cantiere: Pianola - Piscine

Data: 29/9/2009

Sondaggio: S5

Campione: C2

Profondità: 10.00 - 10.50 m





UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

PROVA DI COLONNA RISONANTE

473_CR

Cantiere: L'Aquila **Campione:** S5C2 **Profondità [m]:** 10.00-10.50

Dati generali

Massa iniziale	387.86 g	Massa finale	308.49 g
Peso unitario umido	19.37 kN/m ³	Peso unitario secco	15.41 kN/m ³
Peso unitario grani	26.28 kN/m ³	Contenuto acqua	25.73 %

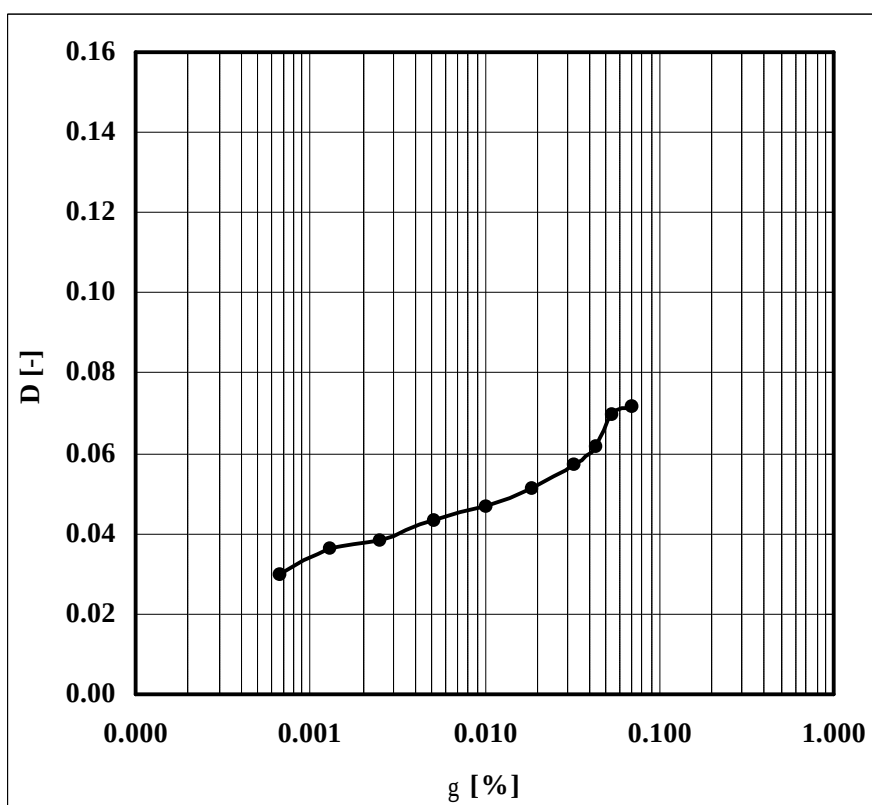
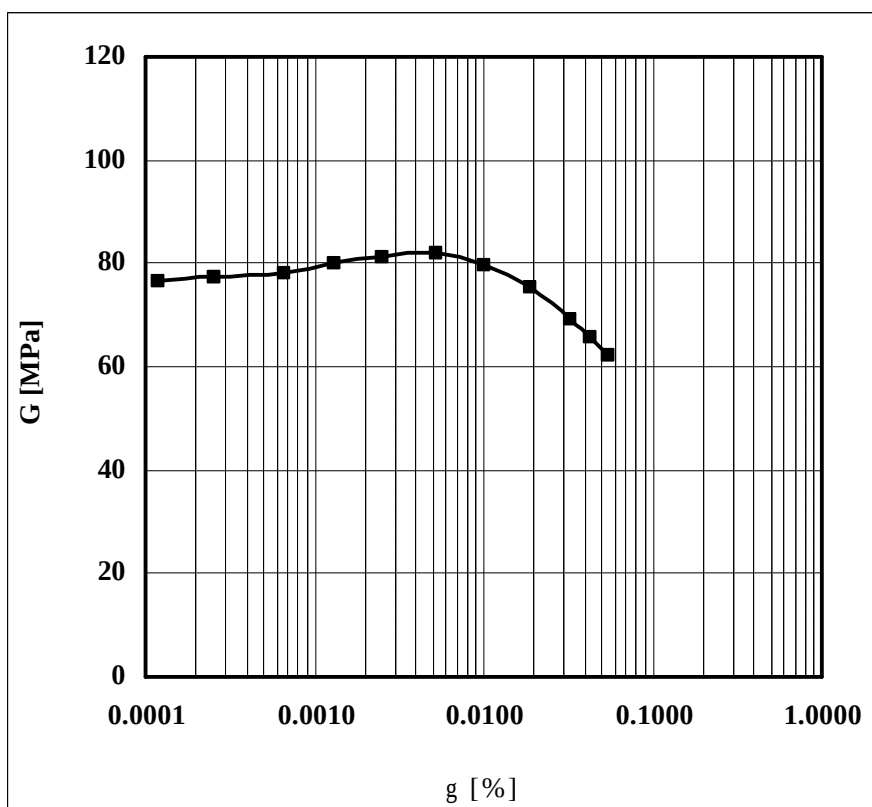
Dati iniziali

Diametro provino	50.00 mm	Indice dei vuoti	0.706
Altezza provino	100.00 mm	Volume	196.34 cm ³

Consolidazione

Diametro provino	50.01 mm	Indice dei vuoti	0.706
Altezza provino	99.96 mm	Volume	196.34 cm ³
Pressione di cella	4.203 bar	Back Pressure	211.00 kPa

Coppia	Accel.	Periodo	Freq.	σ_c	ΔV	Δu	G	D	γ
[mV]	[mV]	[ms]	[Hz]	[bar]	[cm ³]	[kPa]	[MPa]	[-]	[%]
-	-	-	-	0.000	0.00	-	-	-	-
-	-	-	-	4.203	0.00	-	-	-	-
5	6.4	15.952	62.688	4.203		211	76.81		0.0001
10	13.5	16.028	62.391	4.203		211	77.31		0.0003
26	35.5	16.047	62.317	4.203		211	78.38	0.03	0.0007
50	70.8	16.015	62.441	4.203		210	79.96	0.04	0.0013
195	135	16.030	62.383	4.203		210	81.10	0.04	0.0025
410	280	16.069	62.232	4.203		210	82.01	0.04	0.0052
795	520	16.444	60.812	4.203		209	79.57	0.05	0.0100
1465	910	17.037	58.696	4.203		209	75.32	0.05	0.0187
1960	1430	17.926	55.785	4.203		210	69.13	0.06	0.0325
2430	1770	18.526	53.978	4.203		211	65.76	0.06	0.0427
3010	2080	19.184	52.127	4.203		212	62.32	0.07	0.0536





UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

Descrizione Campione n. reg. 474

Cantiere: L'Aquila zona Cimitero

Data: 24/8/2009

Sondaggio: S6

Campione: C1

Profondità da 6.00 m a 6.50 m

Attrezzatura di Sondaggio	◆ Rotazione	☐ Percussione	☐ Elica
Attrezzatura di Prelievo	☐ tipo Osterberg ☐ Parete spessa	☐ tipo Shelby ◆ Carotiere rotativo	☐ Continua ☐ Curetta/Cucchiaia
Modalità di Prelievo	☐ Percussione	◆ Pressione	☐ Altro.....
Contenitore del Campione	◆ Inox o trattato ☐ Corpo deformato ◆ Tagliente > 6°	☐ Ferro ☐ Sacchetto ☐ Tagliente deformato	☐ PVC ☐ Cassetta cubica ☐ Tagliente affilato
Dimensioni del Campione	Cilindrico ☐ < 2"	◆ tra 3" e 4"	☐ > 4"
	Cubico ☐ < 20 cm	☐ tra 20 e 40 cm	☐ > 40 cm
Condizioni del Campione	◆ Buone ☐ Rammollito	☐ Mediocri ☐ Strati piegati	☐ Cattive ☐ Rimescolato

Aspetto del Campione

Alto		Pocket (kg/cm ²)	Vane (kg/cm ²)	Prove previste
	0 cm	0.50		
	10	1.00		TD
		1.75		TD
	20	2.50		TD
		2.50		CR
	30	2.25		
		2.25		ED
	40	2.00		
		2.00		classificazione
	50			
	60			
	70			
	80			
Basso				



UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

Classificazione

Foto: A0203

Cantiere: Pianola zona Cimitero

Data: 28/8/2009

Sondaggio: S6

Campione: C1

Profondità: 6.00 - 6.50 m



w_N (%)	γ (kN/m ³)	γ_d (kN/m ³)	G_s (-)	e_0 (-)	w_L (%)	w_P (%)	PI (%)
(1)	(1)	(1)	2.65	(1)	46	28	18

(1) I dati sono forniti con le varie prove.

Legenda:

w_N Contenuto d'acqua naturale
 γ_d Peso secco dell'unità di volume
 e_0 Indice dei vuoti iniziale
 w_P Limite plastico

γ Peso dell'unità di volume
 G_s Peso specifico dei grani
 w_L Limite liquido
PI Indice di plasticità



UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

Granulometria

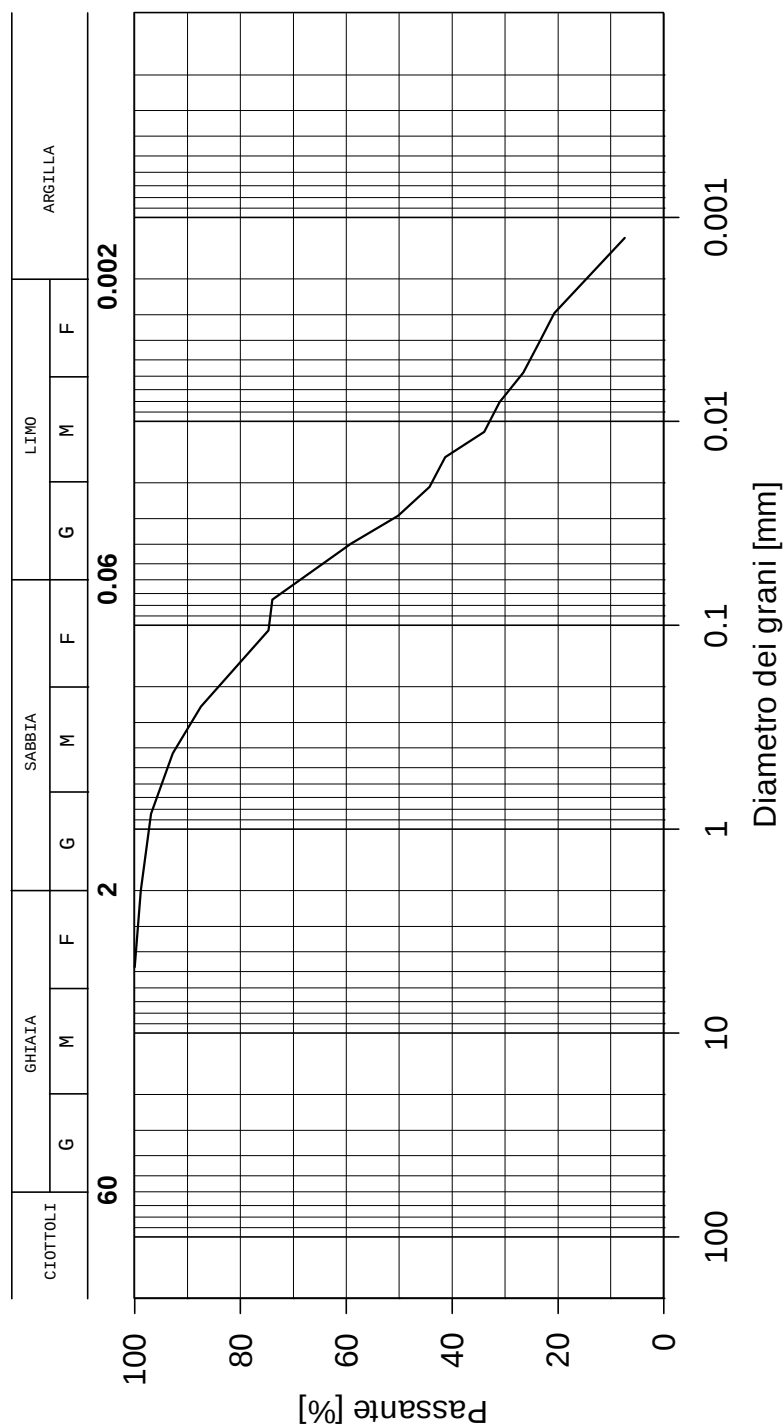
Cantiere: Pianola - Cimitero

Data: 29/8/2009

Sondaggio: S6

Campione: C1

Profondità: 6.00 - 6.50 m





UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

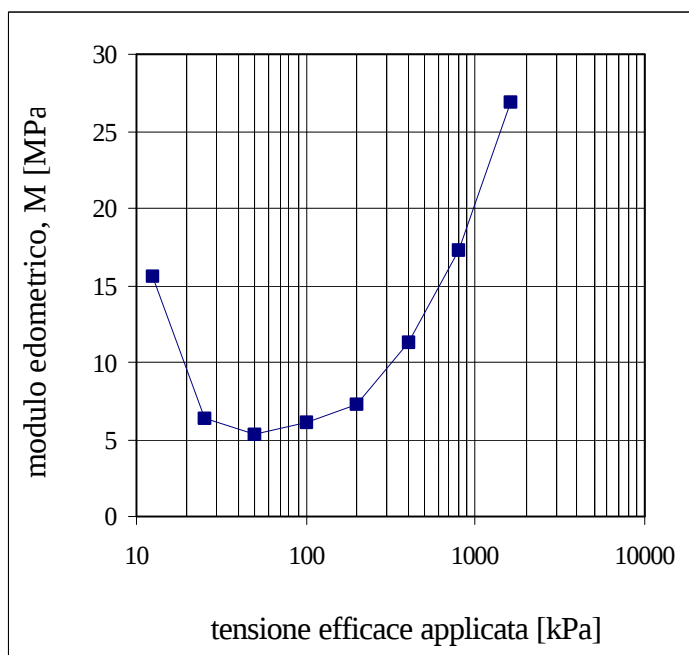
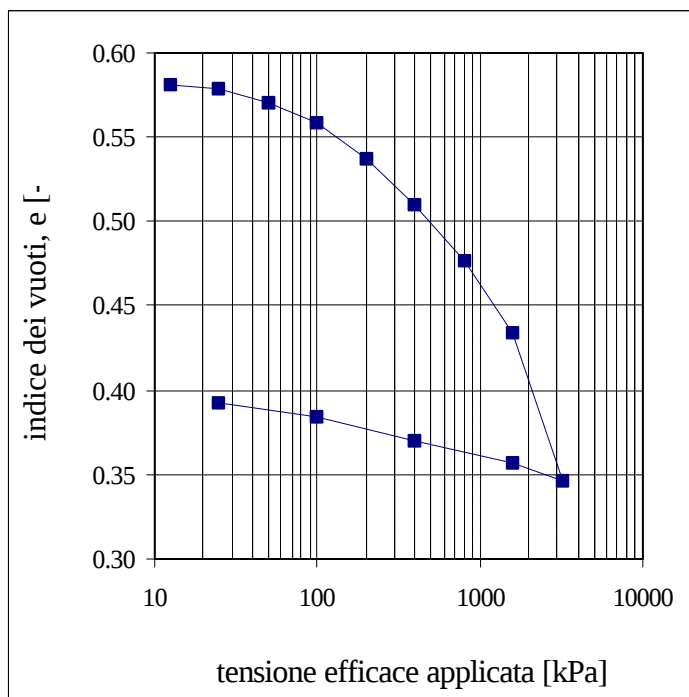
Prova edometrica ad incrementi di carico (IL)

n° **474_S6-C1**

Peso umido iniziale	g	81.44
Peso umido finale	g	78.78
Peso secco	g	66.99
Altezza iniziale	mm	20.00
Altezza finale	mm	17.60
Diametro	mm	50.47
Peso specifico grani, Gs	-	2.65

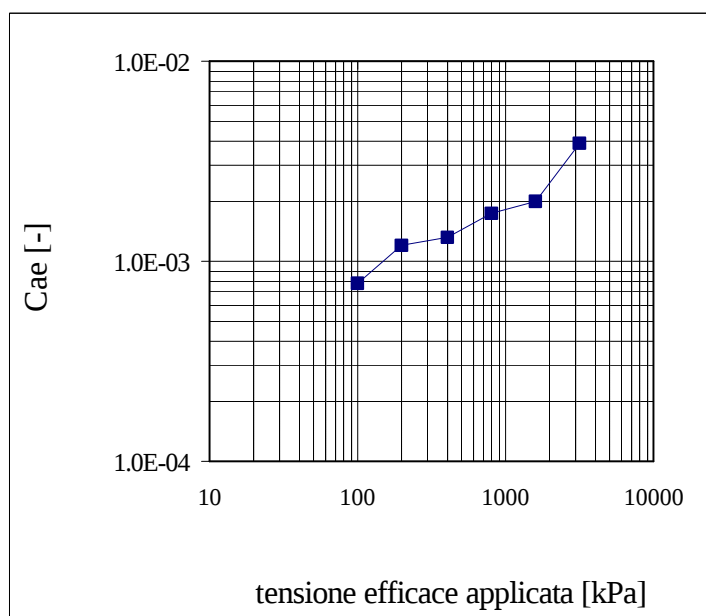
Indice dei vuoti iniziale, e_0	-	0.583
Grado di saturazione, S	%	100.03
Peso di volume iniziale, γ	kN/m ³	20.35
Umidità naturale, W_n	%	21.57
Peso di volume finale, γ	kN/m ³	22.38
Umidità finale, W_f	%	17.60
Peso di volume secco, γ_d	kN/m ³	16.74

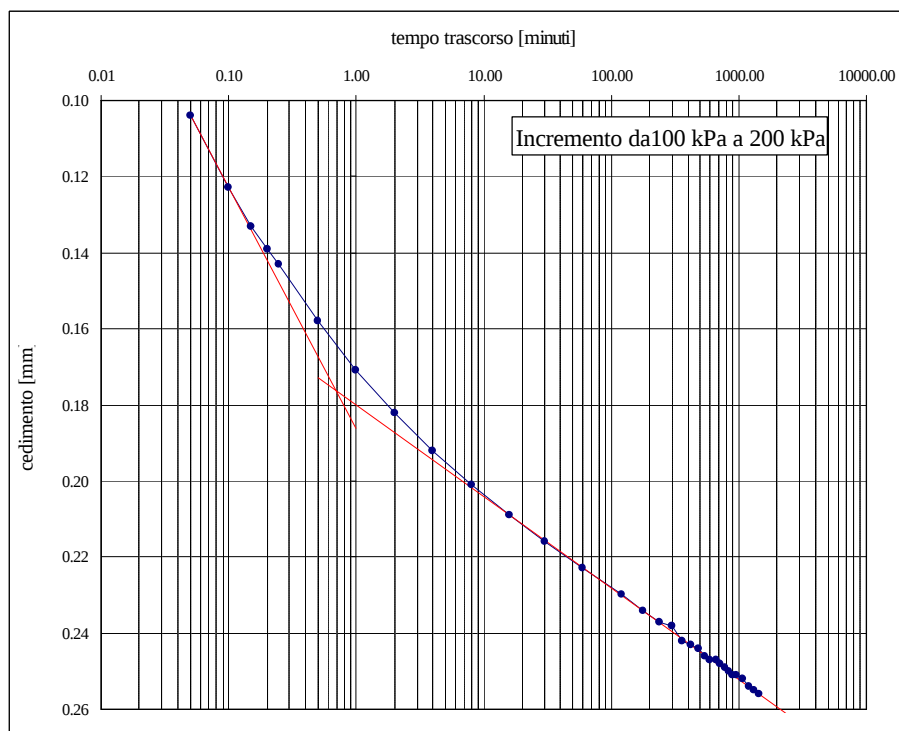
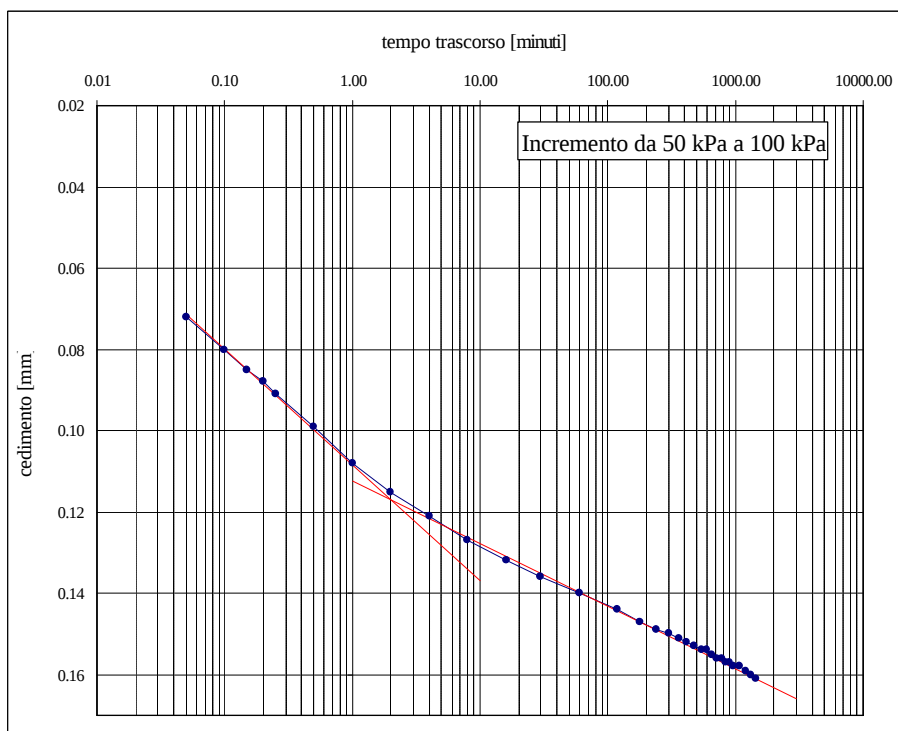
Tensioni	ΔH	H	H_{prog}	e	M	Casagrande			Taylor	
						Cv	k	$C_{\alpha e}$	Cv	k
[kPa]	[mm]	[mm]	[mm]	[-]	[MPa]	[cm ² /s]	[cm/s]	[-]	[cm ² /s]	[cm/s]
0.0	0.016	20.00		0.583						
12.5	0.016	19.98	19.99	0.581	16					
25.0	0.055	19.95	19.96	0.578	6					
50.0	0.149	19.85	19.90	0.571	5					
100.0	0.310	19.69	19.77	0.558	6			7.71E-04		
200.0	0.579	19.42	19.56	0.537	7			1.20E-03		
400.0	0.915	19.09	19.25	0.510	11			1.30E-03		
800.0	1.346	18.65	18.87	0.476	17			1.73E-03		
1600.0	1.886	18.11	18.38	0.433	27			2.00E-03		
3200.0	2.992	17.01	17.56	0.346	25			3.88E-03		
1600.0	2.859	17.14	17.07	0.356						
400.0	2.692	17.31	17.22	0.370						
100.0	2.505	17.50	17.40	0.385						
25.0	2.401	17.60	17.55	0.393						
0.0	0.000	20.00	18.80	0.583						

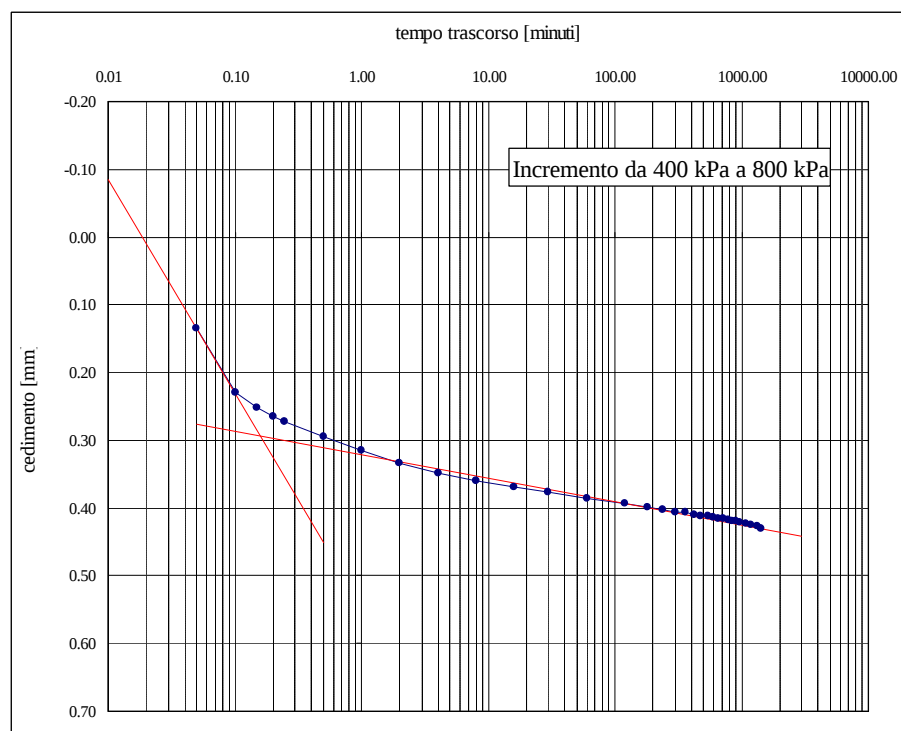
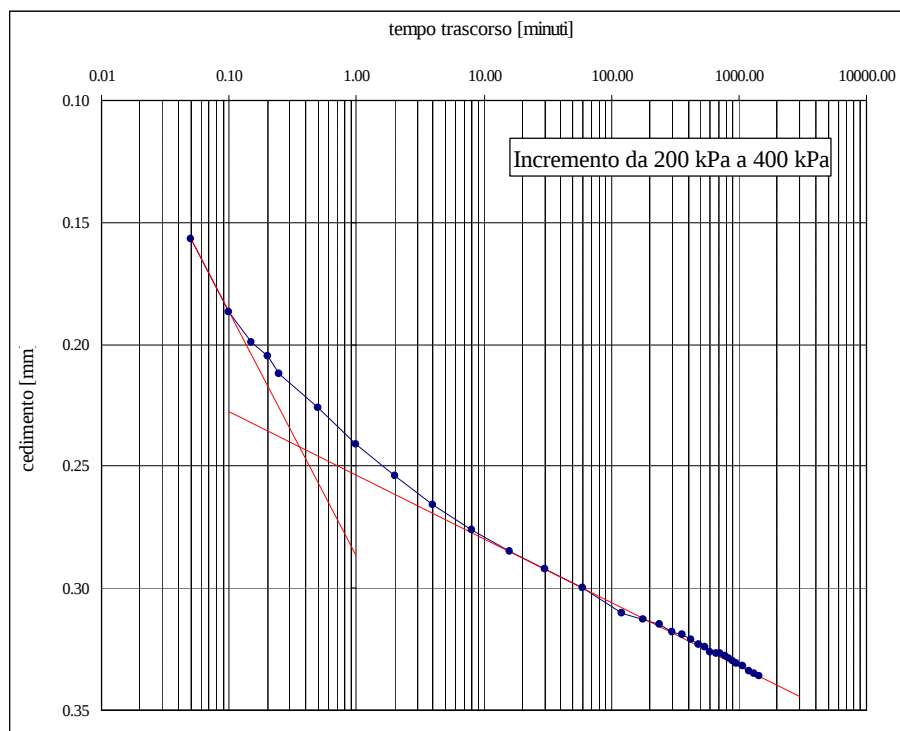


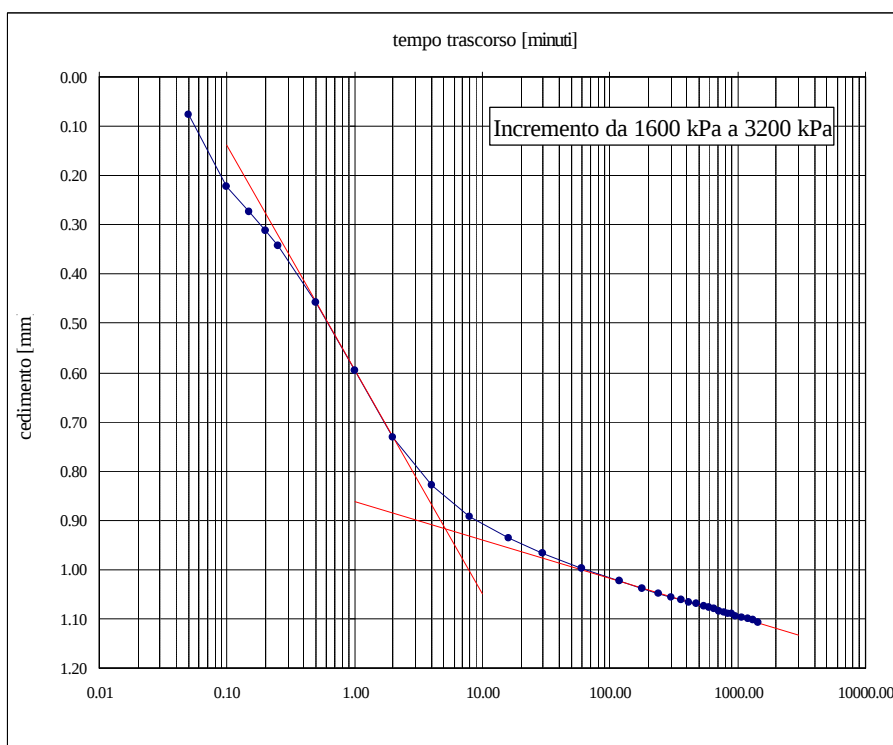
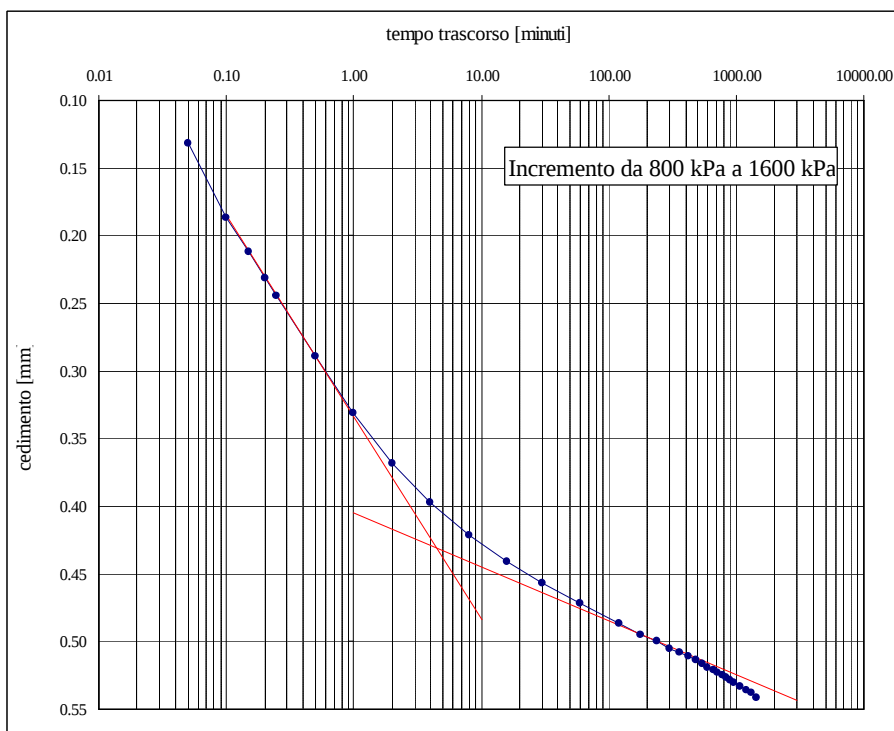


UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754











UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

RAPPORTO DI PROVA N°	DATA EMISSIONE	
Sondaggio:	Campione: fustella	Profondità: m
Data inizio prove: 29/09/2009	Verbale accettazione: -	
PROVA DI TAGLIO DIRETTO		
Norme di riferimento: ASTM D 3080 - Raccomandazioni AGI 1994		
Note: prove con misure resistenza residua		

Velocità di prova: 0.0130 [mm/min]

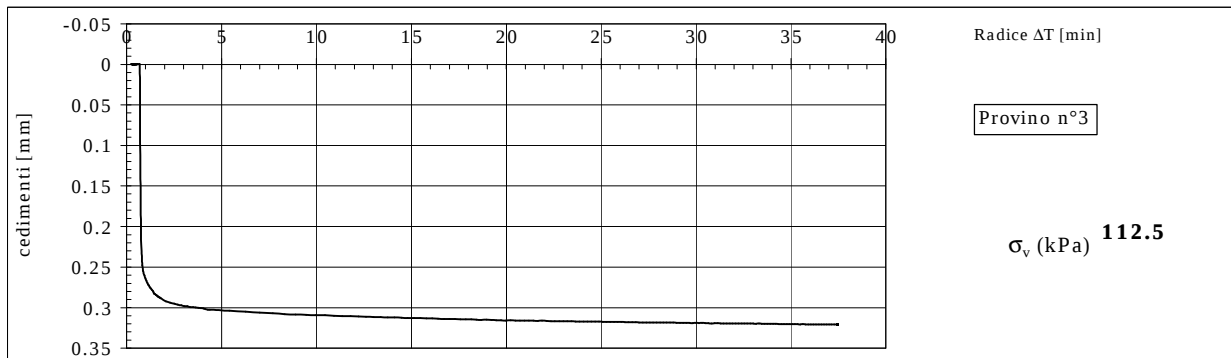
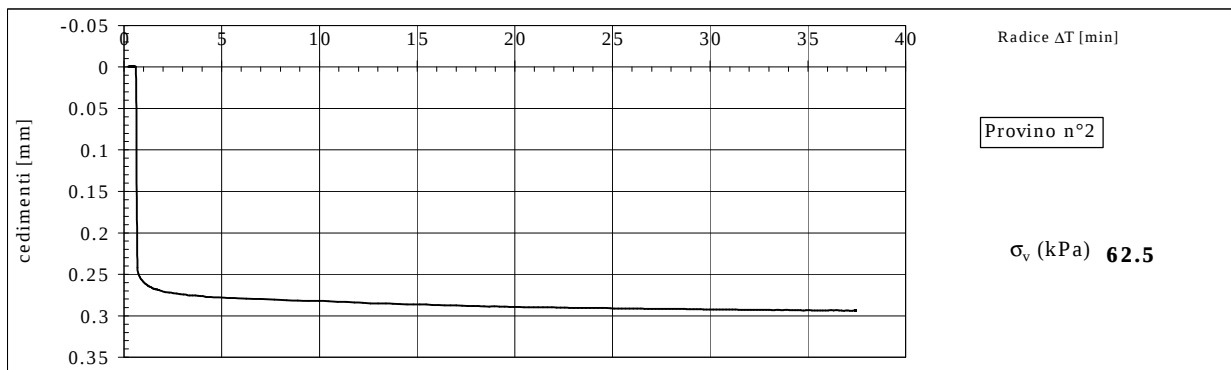
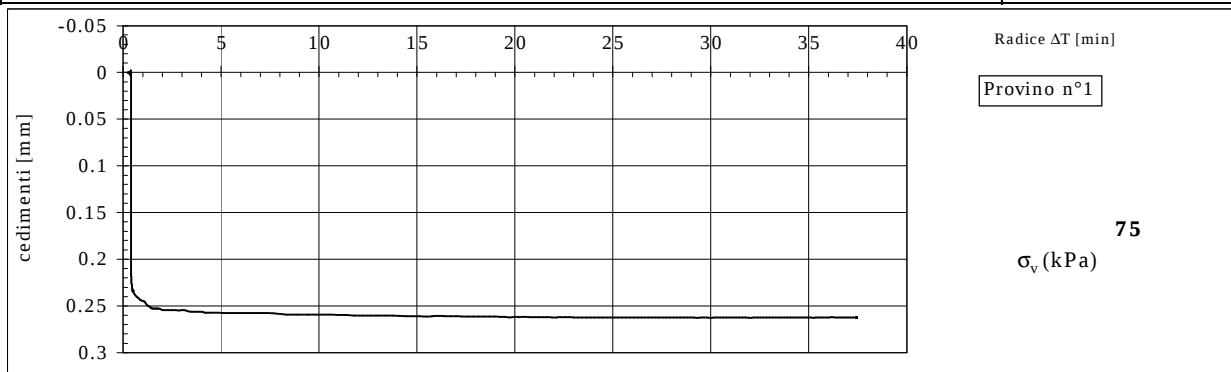
Provino	n°	1	2	3
σ_v consolidazione	kPa	75.0	62.5	112.5
altezza	mm	20	20	20
diametro	mm	63.5	63.5	63.5
ΔH fine consolidazione	mm	0.262	0.294	0.321
ΔH finale complessivo	mm	0.140	0.374	0.380
γ peso di volume iniziale	kN/m ³	19.45	20.42	20.22
W_{in} contenuto d'acqua iniziale	%	20.8	17.5	23.6
γ_f peso di volume finale	kN/m ³	19.58	20.92	20.79
W_f contenuto d'acqua finale	%	22.1	28.0	26.3
Gs peso specifico	-	2.670	2.670	2.670
S grado di saturazione iniziale	%	88.5	92.3	104.9
e_0 indice dei vuoti iniziale	-	0.626	0.507	0.601
τ_r resistenza a rottura	kPa	124.8	116.7	148.6
S_f spostamento a rottura	mm	2.09	1.38	3.36
τ_r resistenza residua	kPa	121.1	116.1	144.4

Note	a):
	b):



UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

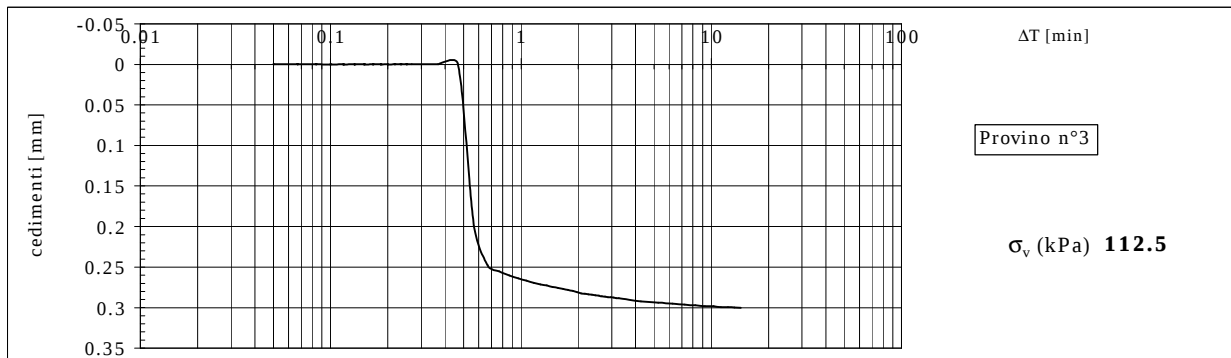
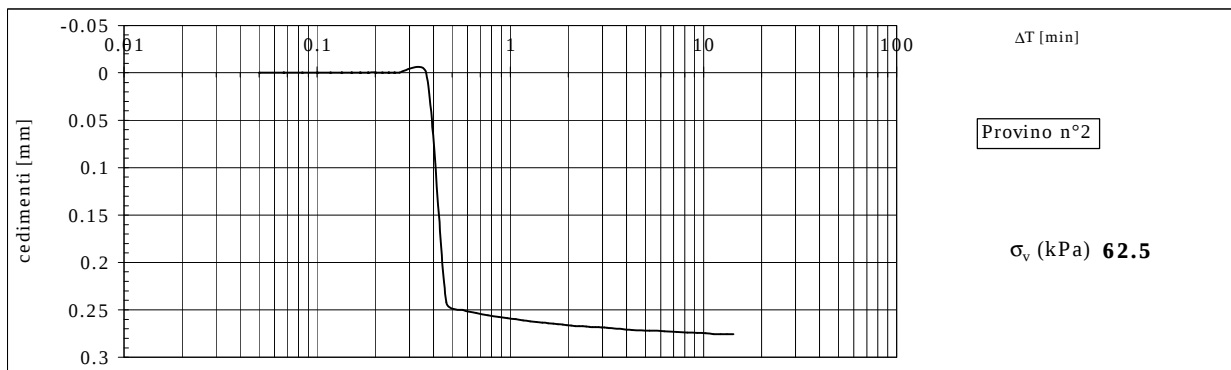
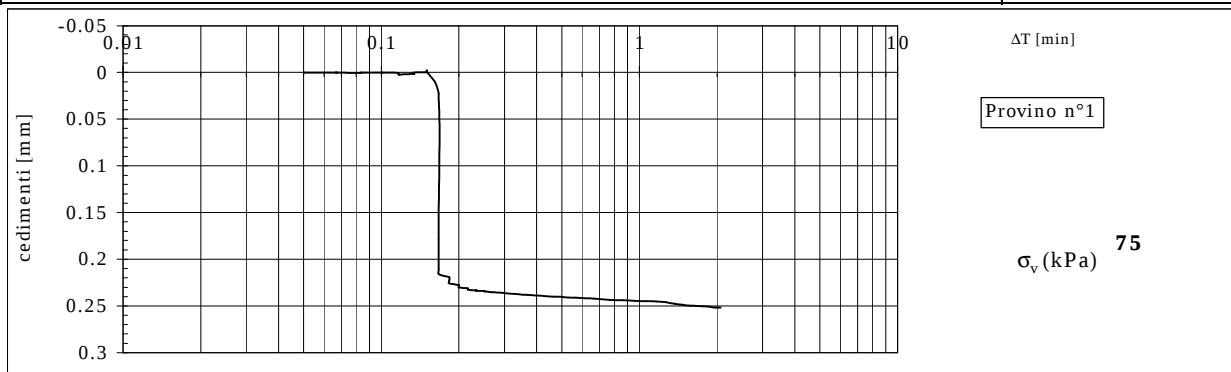
RAPPORTO DI PROVA N°	DATA EMISSIONE	
Sondaggio:	Campione: fustella	Profondità: m
Data inizio prove: 29/09/2009	Verbale accettazione: -	
PROVA DI TAGLIO DIRETTO - Consolidazione		
Norme di riferimento: ASTM D 3080 - Raccomandazioni AGI 1994		
Diagramma cedimenti vs. tempo		





UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

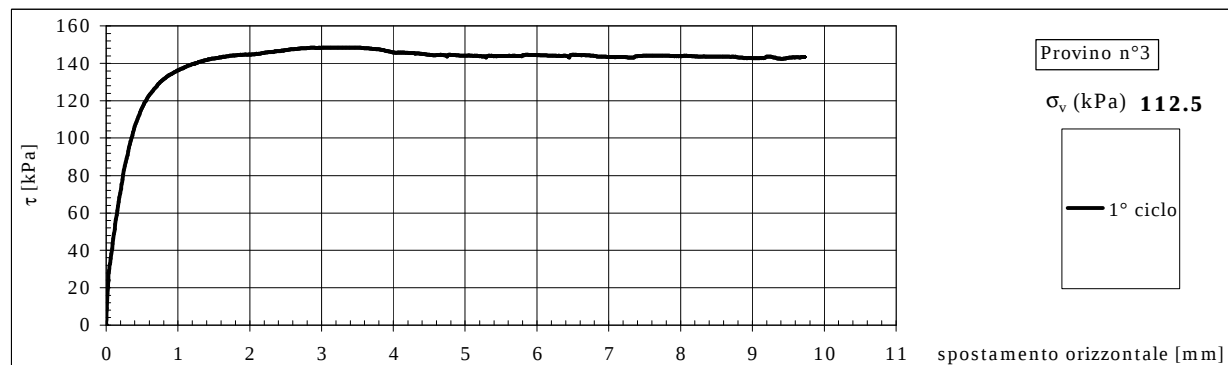
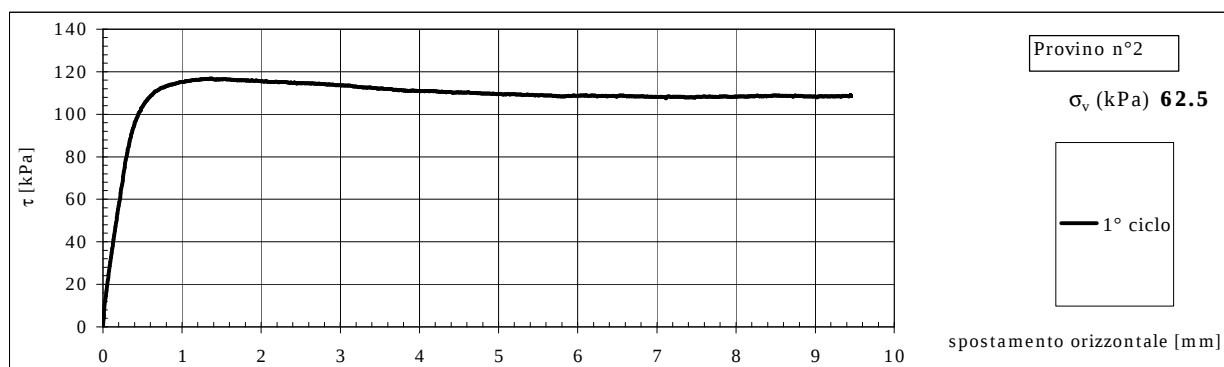
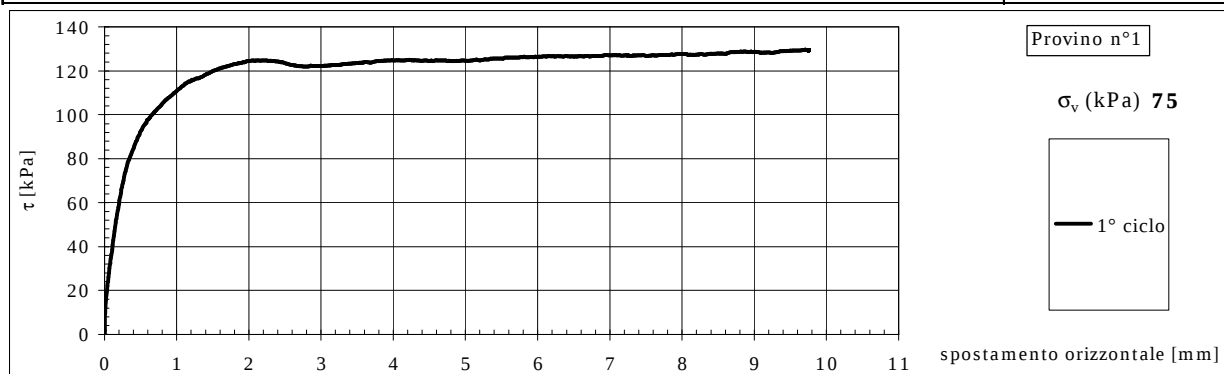
RAPPORTO DI PROVA N°		DATA EMISSIONE	
Sondaggio:	Campione: fustella	Profondità:	m
Data inizio prove:	29/09/2009	Verbale accettazione:	-
PROVA DI TAGLIO DIRETTO - Consolidazione			
Norme di riferimento: ASTM D 3080 - Raccomandazioni AGI 1994			
Diagramma cedimenti vs. tempo			





UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

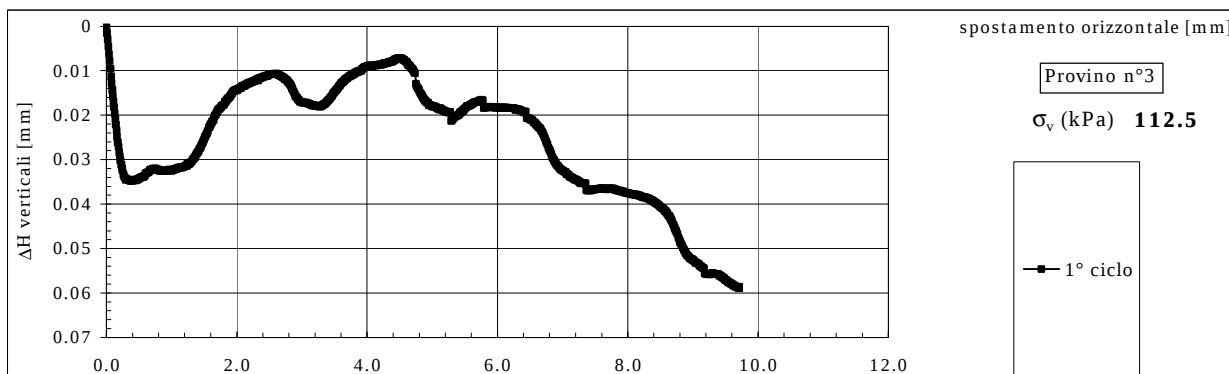
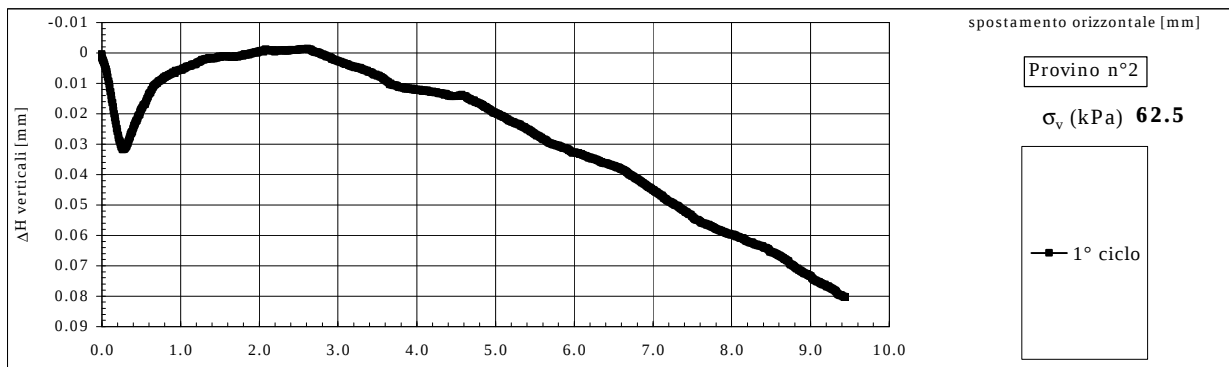
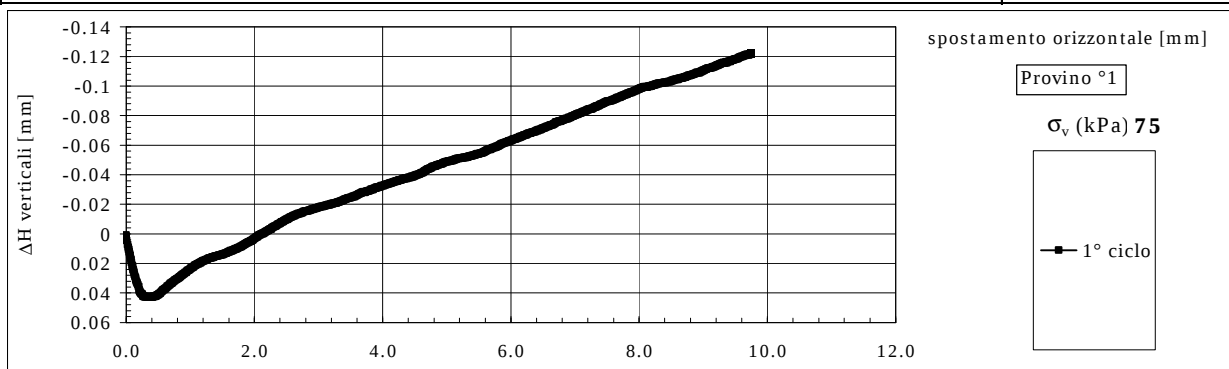
RAPPORTO DI PROVA N°		DATA EMISSIONE	
Sondaggio:	Campione: fustella	Profondità:	m
Data inizio prove:	29/09/2009	Verbale accettazione:	-
PROVA DI TAGLIO DIRETTO - <i>Rottura</i>			
Norme di riferimento: ASTM D 3080 - Raccomandazioni AGI 1994			
Diagramma tensioni vs. spostamenti			





UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

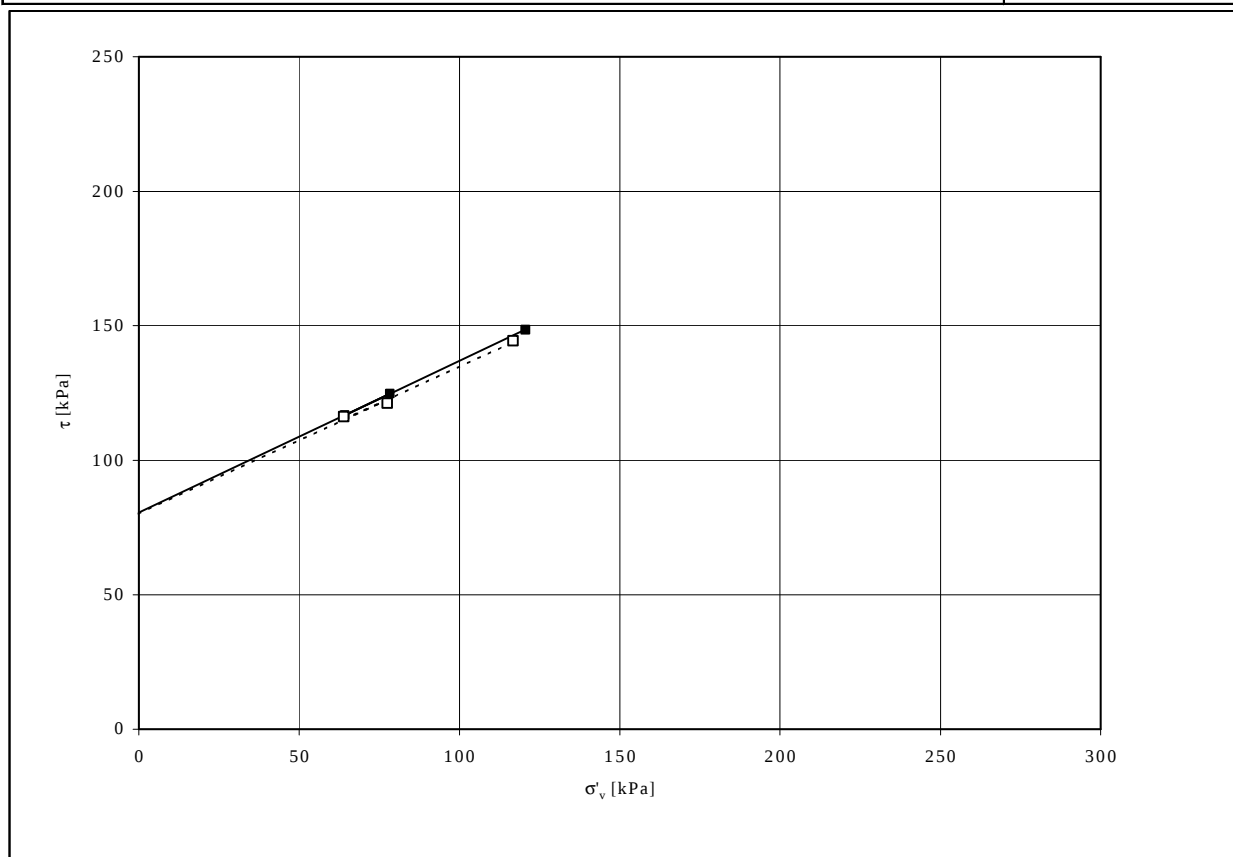
RAPPORTO DI PROVA N°		DATA EMISSIONE
Sondaggio:	Campione: fustella	Profondità: m
Data inizio prove:	29/09/2009	Verbale accettazione: -
PROVA DI TAGLIO DIRETTO - Rottura		
Norme di riferimento: ASTM D 3080 - Raccomandazioni AGI 1994		
Diagramma DH vs. spostamenti		





UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

RAPPORTO DI PROVA N°		DATA EMISSIONE	
Sondaggio:	Campione: fustella	Profondità:	m
Data inizio prove:	29/09/2009	Verbale accettazione:	-
PROVA DI TAGLIO DIRETTO			
Norme di riferimento: ASTM D 3080 - Raccomandazioni AGI 1994			
DIAGRAMMA RIASSUNTIVO			



Valori di picco ■			
σ'v	τ		
kPa	kPa		
78.3	124.8	φ' =	29.4 °
64.3	116.7	c' =	80.6 kPa
120.6	148.6		

Provino
n°
1
2
3

Valori residui □			
σ'v	τ		
kPa	kPa		
77.5	121.1	φ'r =	28.7 °
64.0	116.1	c' =	80.1 kPa
116.8	144.4		



UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

PROVA DI COLONNA RISONANTE

474_CR

Cantiere: Pianola/cimitero

Campione: S6-C1

Profondità [m]: 6.00-6.50

Dati generali

Massa iniziale	390.60 g	Massa finale	322.18 g
Peso unitario umido	19.51 kN/m ³	Peso unitario secco	16.09 kN/m ³
Peso unitario grani	26.28 kN/m ³	Contenuto acqua	21.24 %

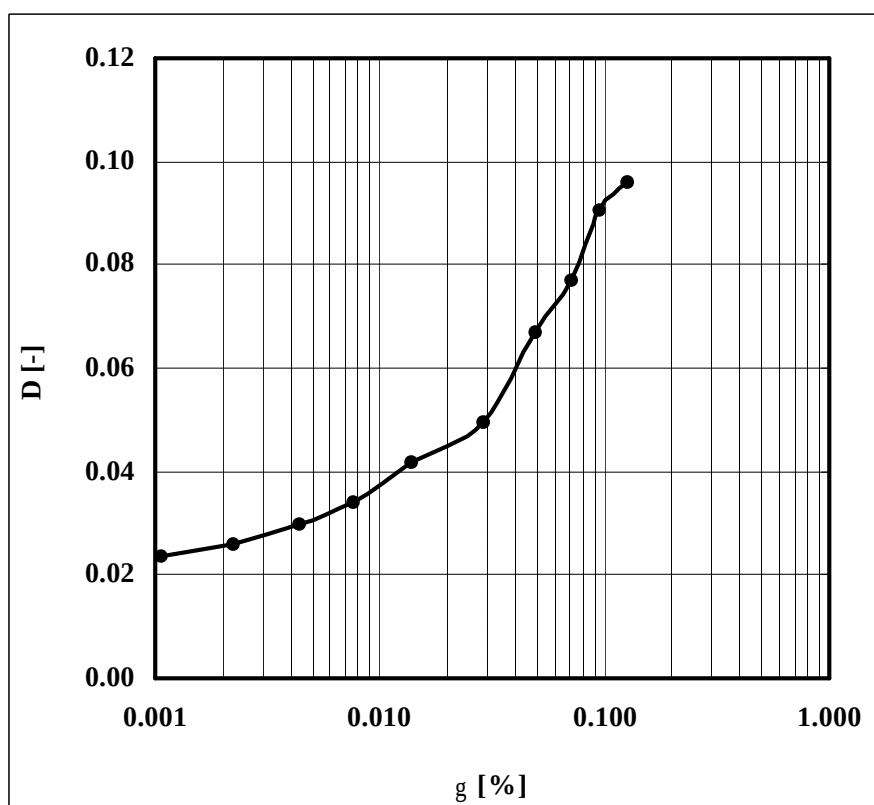
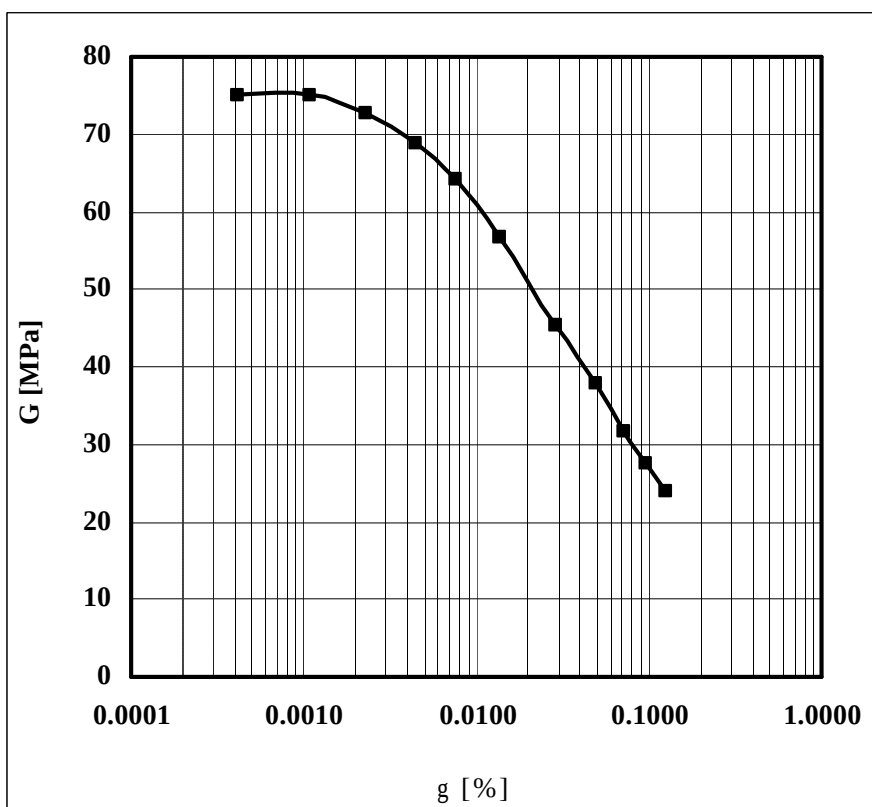
Dati iniziali

Diametro provino	50.00 mm	Indice dei vuoti	0.633
Altezza provino	100.00 mm	Volume	196.34 cm ³

Consolidazione

Diametro provino	50.01 mm	Indice dei vuoti	0.633
Altezza provino	99.98 mm	Volume	196.34 cm ³
Pressione di cella	3.628 bar	Back Pressure	210.00 kPa

Coppia	Accel.	Periodo	Freq.	σ_c	ΔV	Δu	G	D	γ
[mV]	[mV]	[ms]	[Hz]	[bar]	[cm ³]	[kPa]	[MPa]	[-]	[%]
-	-	-	-	0.000	0.00	-	-	-	-
-	-	-	-	3.628	0.00	-	-	-	-
10	22	15.932	62.767	3.628		210	75.14		0.0004
23	57	15.932	62.767	3.628		209	75.11		0.0011
49	116	16.180	61.805	3.628		209	72.80	0.03	0.0022
101	215	16.622	60.161	3.628		209	68.95	0.03	0.0044
195	345	17.226	58.052	3.628		209	64.17	0.03	0.0076
390	555	18.317	54.594	3.628		209	56.73	0.04	0.0138
840	925	20.480	48.828	3.628		210	45.36	0.05	0.0287
1465	1320	22.375	44.693	3.628		213	37.98	0.07	0.0489
1970	1610	24.437	40.922	3.628		216	31.83	0.08	0.0711
2380	1855	26.290	38.037	3.628		221	27.49	0.09	0.0948
3020	2160	28.078	35.615	3.628		226	24.09	0.09	0.1259





UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

Descrizione Campione n. reg. 475

Cantiere: L'Aquila zona Piscine

Data: 28/9/2009

Sondaggio: S5

Campione: C3

Profondità da 13.50 m a 14.00 m

Attrezzatura di Sondaggio	◆ Rotazione	☐ Percussione	☐ Elica
Attrezzatura di Prelievo	☐ tipo Osterberg ☐ Parete spessa	☐ tipo Shelby ◆ Carotiere rotativo	☐ Continua ☐ Curetta/Cucchiaia
Modalità di Prelievo	☐ Percussione	◆ Pressione	☐ Altro.....
Contenitore del Campione	◆ Inox o trattato ☐ Corpo deformato ◆ Tagliente > 6°	☐ Ferro ☐ Sacchetto ☐ Tagliente deformato	☐ PVC ☐ Cassetta cubica ☐ Tagliente affilato
Dimensioni del Campione	Cilindrico ☐ < 2"	◆ tra 3" e 4"	☐ > 4"
	Cubico ☐ < 20 cm	☐ tra 20 e 40 cm	☐ > 40 cm
Condizioni del Campione	◆ Buone ☐ Rammollito	☐ Mediocri ☐ Strati piegati	☐ Cattive ☐ Rimescolato
Aspetto del Campione	Nella parte alta del campione è presente un rammollimento		

		Pocket (kg/cm ²)	Vane (kg/cm ²)	Prove previste
Alto	0 cm	0.50		
	10	-		
	20	-		
	30	2.00 1.25		CR
	40	2.25 1.25		classificazione
	50	1.50		
	60			
	70			
Basso	80			



UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

Classificazione

Foto: 0037

Cantiere: Pianola - Piscine

Data: 28/9/2009

Sondaggio: S5

Campione: C3

Profondità: 13.5 - 14.00 m



w_N (%)	γ (kN/m ³)	γ_d (kN/m ³)	G_s (-)	e_0 (-)	w_L (%)	w_P (%)	PI (%)
(1)	(1)	(1)	2.68	(1)	41	19	22

(1) I dati sono forniti con le varie prove.

Legenda:

w_N Contenuto d'acqua naturale
 γ_d Peso secco dell'unità di volume
 e_0 Indice dei vuoti iniziale
 w_P Limite plastico

γ Peso dell'unità di volume
 G_s Peso specifico dei grani
 w_L Limite liquido
PI Indice di plasticità



UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

Granulometria

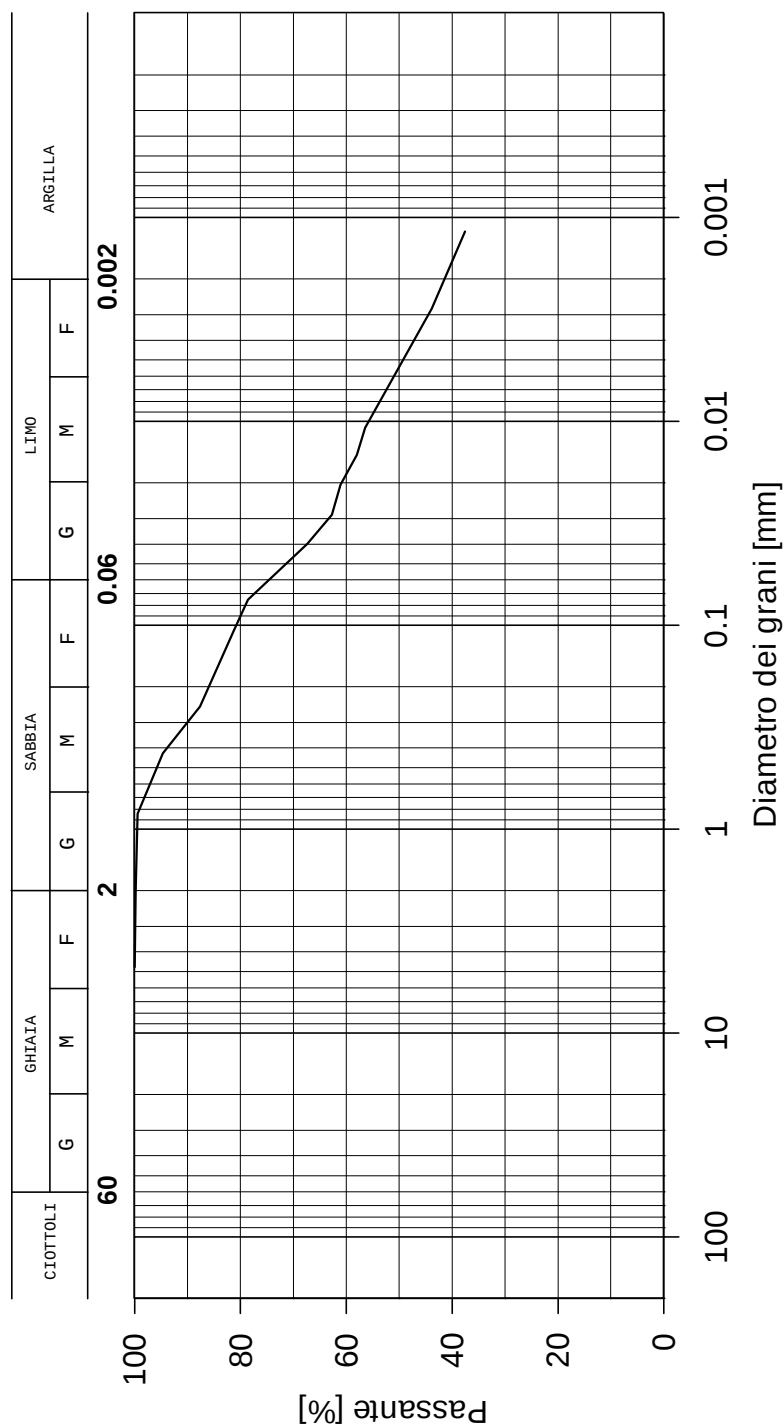
Cantiere: Pianola - Piscine

Data: 29/9/2009

Sondaggio: S5

Campione: C3

Profondità: 13.50 - 14.00 m





UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

PROVA DI COLONNA RISONANTE

475_CR

Cantiere: L'Aquila Campione: S5C3 Profondità [m]: 13.50-14.00

Dati generali

Massa iniziale	366.73 g	Massa finale	278.51 g
Peso unitario umido	18.32 kN/m ³	Peso unitario secco	13.91 kN/m ³
Peso unitario grani	26.28 kN/m ³	Contenuto acqua	31.68 %

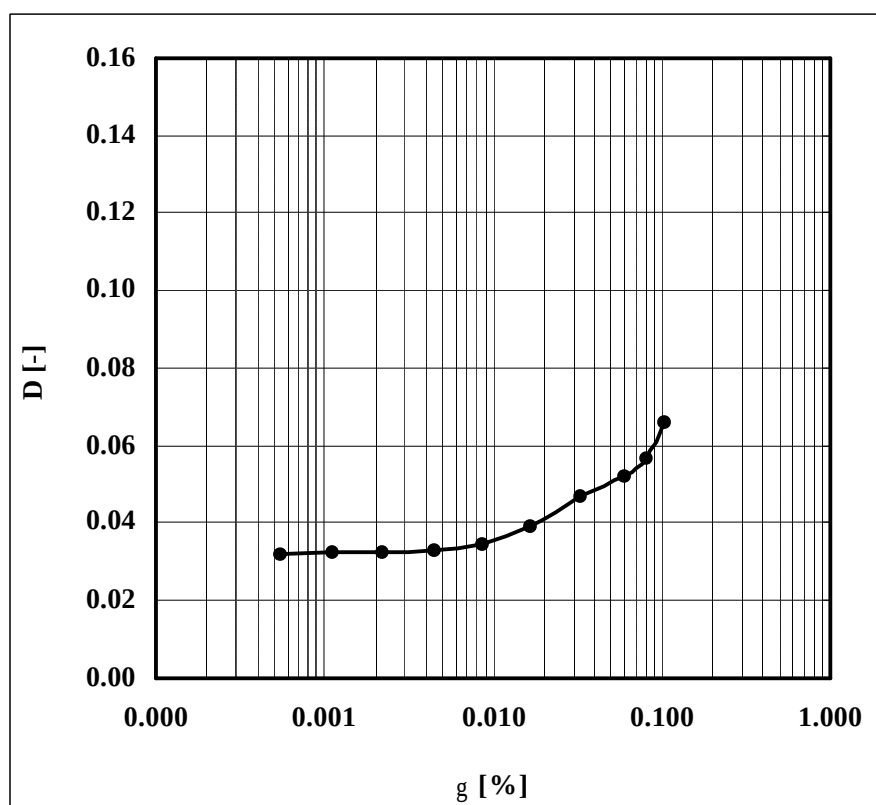
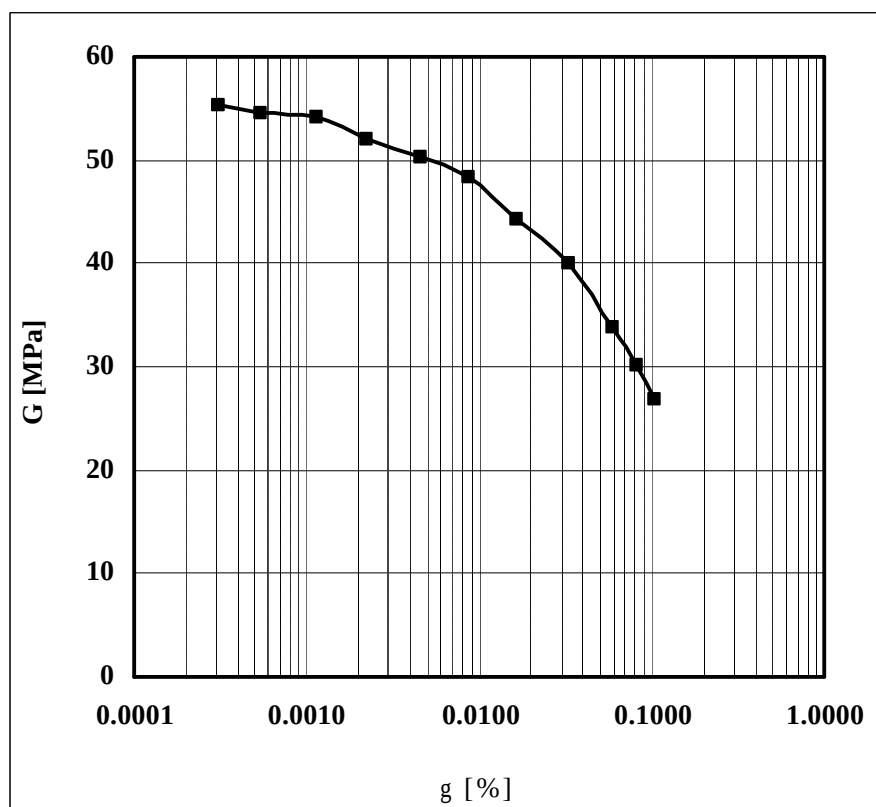
Dati iniziali

Diametro provino	50.00 mm	Indice dei vuoti	0.889
Altezza provino	100.00 mm	Volume	196.34 cm ³

Consolidazione

Diametro provino	49.49 mm	Indice dei vuoti	0.830
Altezza provino	98.91 mm	Volume	190.15 cm ³
Pressione di cella	4.634 bar	Back Pressure	210.00 kPa

Coppia	Accel.	Periodo	Freq.	σ_c	ΔV	Δu	G	D	γ
[mV]	[mV]	[ms]	[Hz]	[bar]	[cm ³]	[kPa]	[MPa]	[-]	[%]
-	-	-	-	0.000	0.00	-	-	-	-
-	-	-	-	4.634	6.20	-	-	-	-
7	12	18.626	53.688	4.622		210	55.44		0.0003
12	21	18.580	53.821	4.622		210	54.51		0.0005
25	44	18.423	54.280	4.622		216	54.25	0.03	0.0011
49	84	18.609	53.737	4.622		219	52.01	0.03	0.0022
100	170	18.701	53.473	4.622		221	50.39	0.03	0.0045
185	315	18.874	52.983	4.622		223	48.40	0.03	0.0086
375	560	19.512	51.251	4.622		224	44.30	0.03	0.0164
780	1020	20.316	49.222	4.622		226	39.97	0.05	0.0325
1430	1605	21.805	45.861	4.622		228	33.95	0.05	0.0592
1910	1980	22.875	43.716	4.622		231	30.18	0.06	0.0809





UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

Descrizione Campione n. reg. 478

Cantiere: S. Felice d'Ocre

Data: 28/9/2009

Sondaggio: M9S1 **Campione:** Cin1 **Profondità da 3.50 m a 4.00 m**

Attrezzatura di Sondaggio	◆ Rotazione	☐ Percussione	☐ Elica
Attrezzatura di Prelievo	☐ tipo Osterberg ☐ Parete spessa	☐ tipo Shelby ◆ Carotiere rotativo	☐ Continua ☐ Curetta/Cucchiaia
Modalità di Prelievo	☐ Percussione	◆ Pressione	☐ Altro.....
Contenitore del Campione	◆ Inox o trattato ☐ Corpo deformato ◆ Tagliente > 6°	☐ Ferro ☐ Sacchetto ☐ Tagliente deformato	☐ PVC ☐ Cassetta cubica ☐ Tagliente affilato
Dimensioni del Campione	Cilindrico ☐ < 2"	◆ tra 3" e 4"	☐ > 4"
	Cubico ☐ < 20 cm	☐ tra 20 e 40 cm	☐ > 40 cm
Condizioni del Campione	◆ Buone ☐ Rammollito	☐ Mediocri ☐ Strati piegati	☐ Cattive ☐ Rimescolato

Aspetto del Campione La determinazione della resistenza con il PP non è stata effettuata per la fragilità del materiale

		Pocket (kg/cm ²)	Vane (kg/cm ²)	Prove previste
Alto	0 cm	-		
	10	-		TD
	20	-		TD
	30	-		TD
	40	-		ED
	50	-		classificazione
	60	-		
	70	-		
	80	-		
Basso				



UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

Classificazione

Foto: 0039

Cantiere: S. Felice d'Ocre

Data: 28/9/2009

Sondaggio: MA9 S1

Campione: Cin1

Profondità: 3.50 - 4.00 m



w_N (%)	γ (kN/m ³)	γ_d (kN/m ³)	G_s (-)	e_0 (-)	w_L (%)	w_P (%)	PI (%)
(1)	(1)	(1)	2.67	(1)	34	20	14

(1) I dati sono forniti con le varie prove.

Legenda:

w_N Contenuto d'acqua naturale
 γ_d Peso secco dell'unità di volume
 e_0 Indice dei vuoti iniziale
 w_P Limite plastico

γ Peso dell'unità di volume
 G_s Peso specifico dei grani
 w_L Limite liquido
PI Indice di plasticità



UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

Granulometria

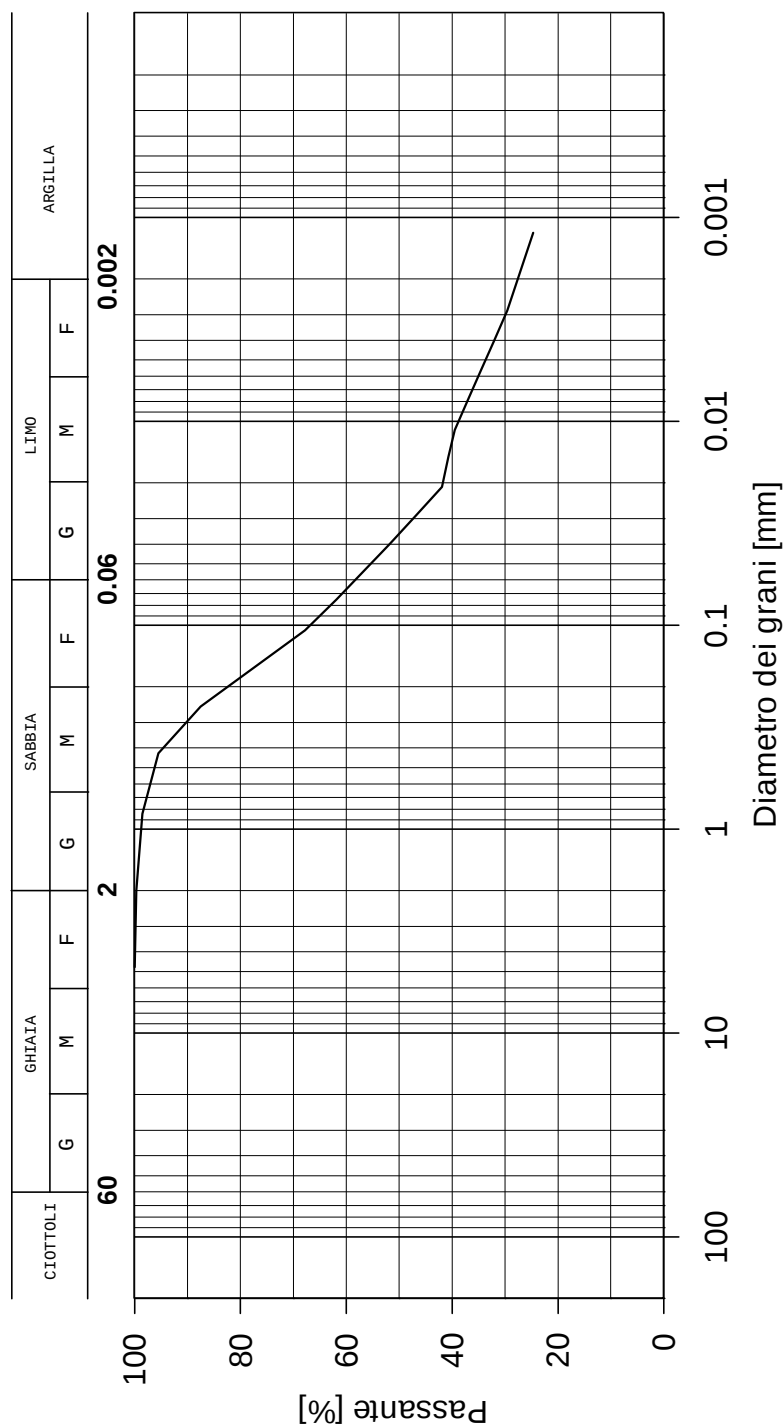
Cantiere: S. Felice d'Ocre

Data: 29/9/2009

Sondaggio: MA9 S1

Campione: Cin 1

Profondità: 3.50 - 4.00 m





UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

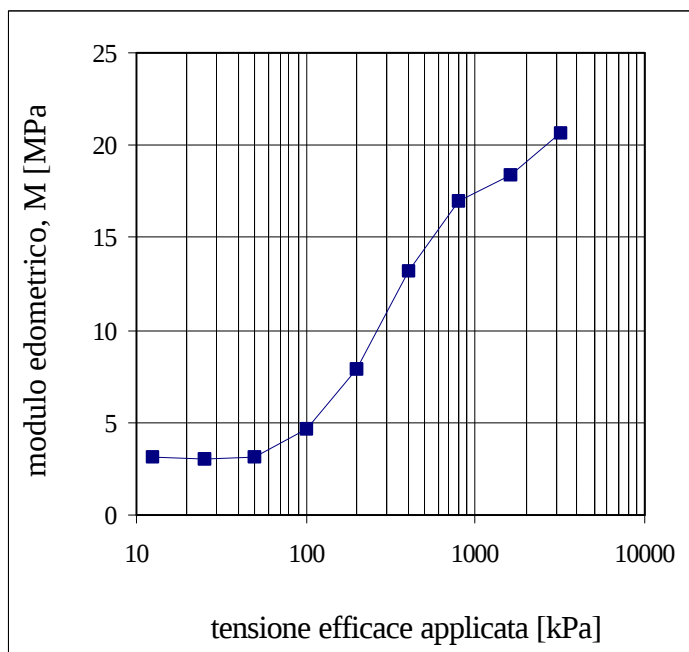
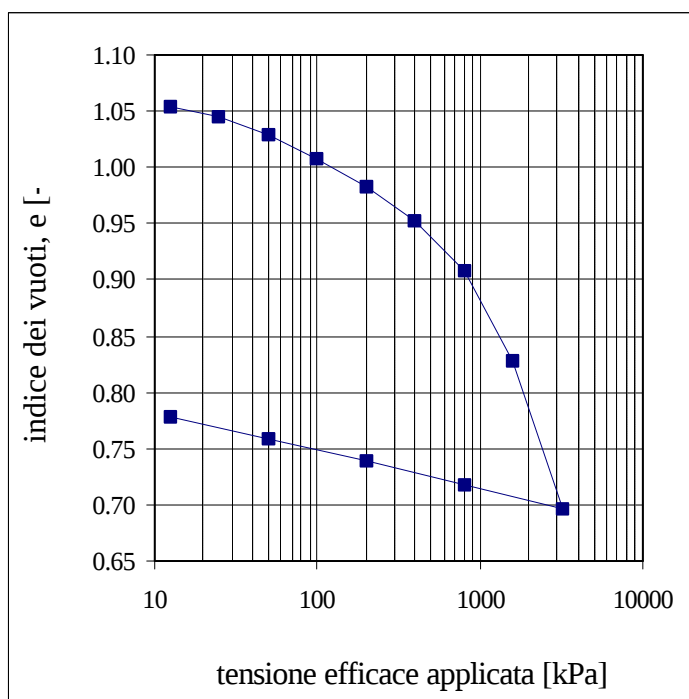
Prova edometrica ad incrementi di carico (IL)

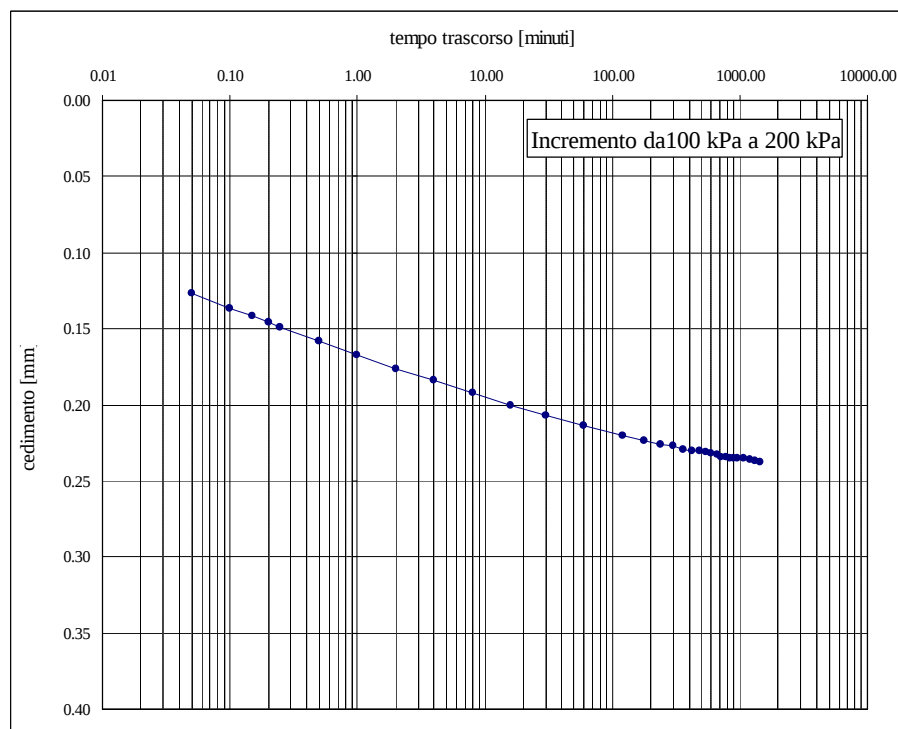
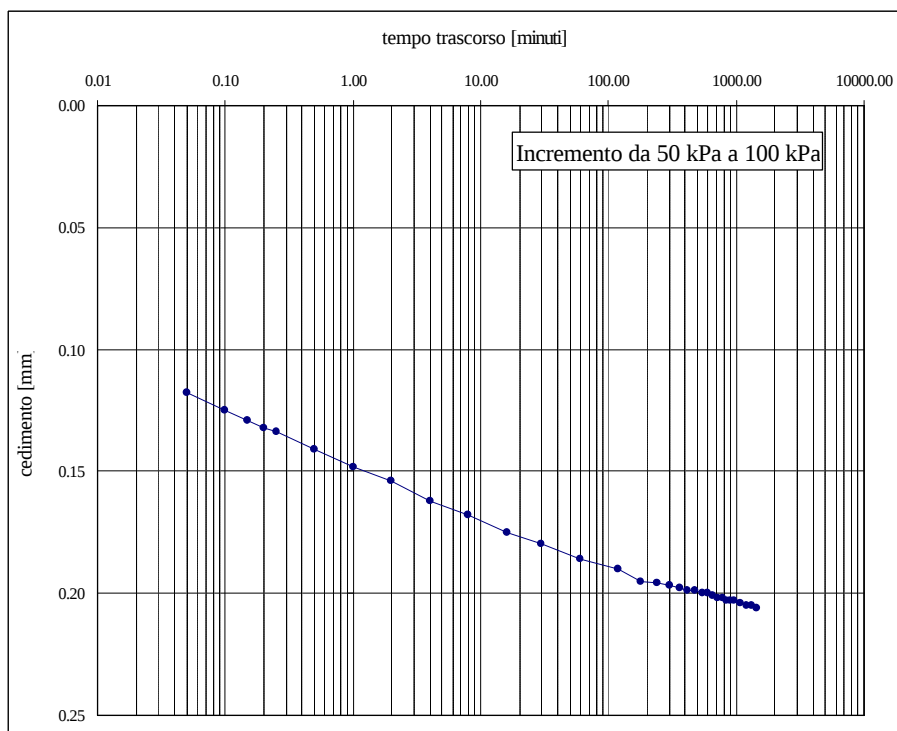
n° **478 ED**

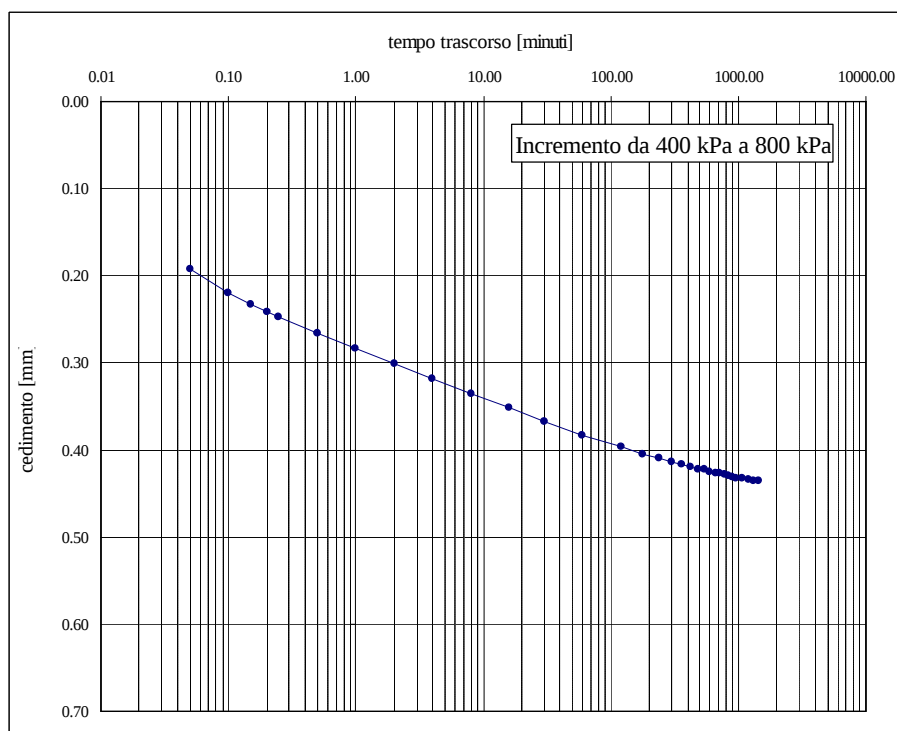
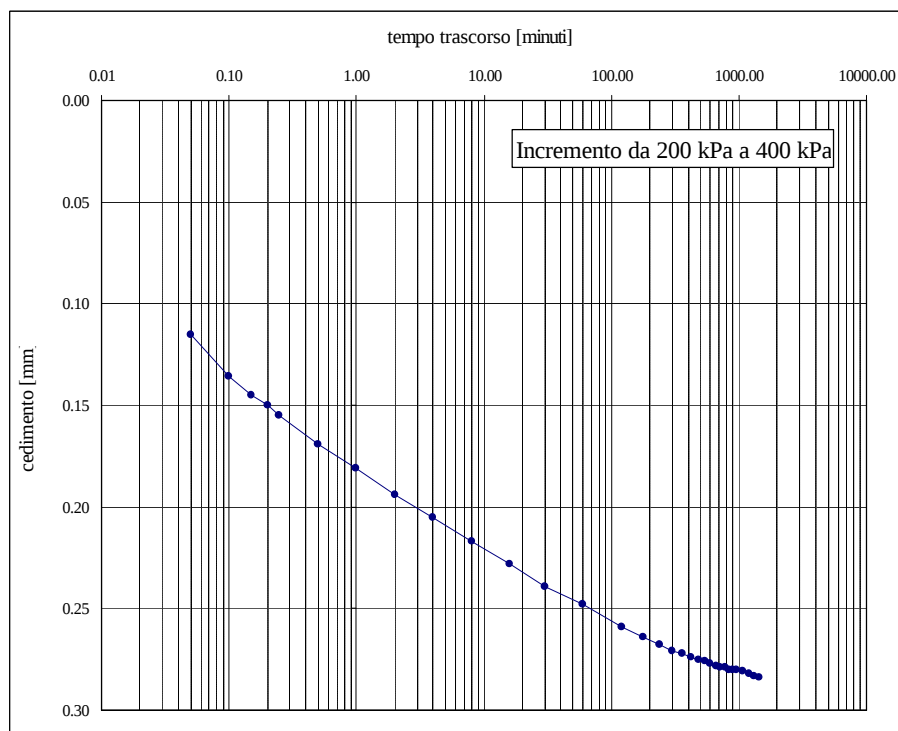
Peso umido iniziale	g	70.31
Peso umido finale	g	69.58
Peso secco	g	51.43
Altezza iniziale	mm	20.00
Altezza finale	mm	17.26
Diametro	mm	50.47
Peso specifico grani, Gs	-	2.65

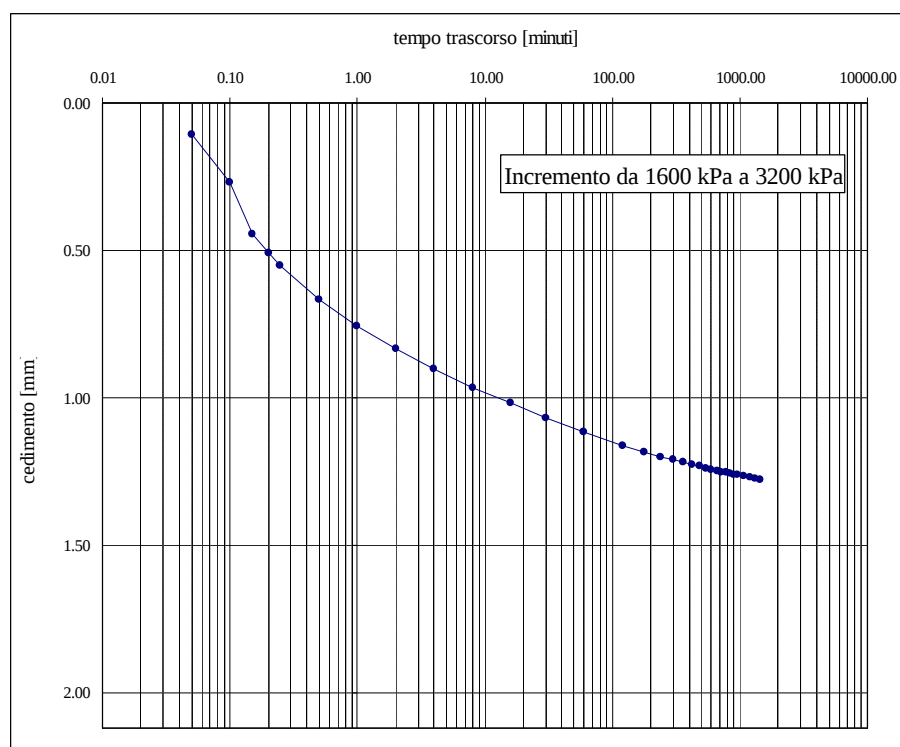
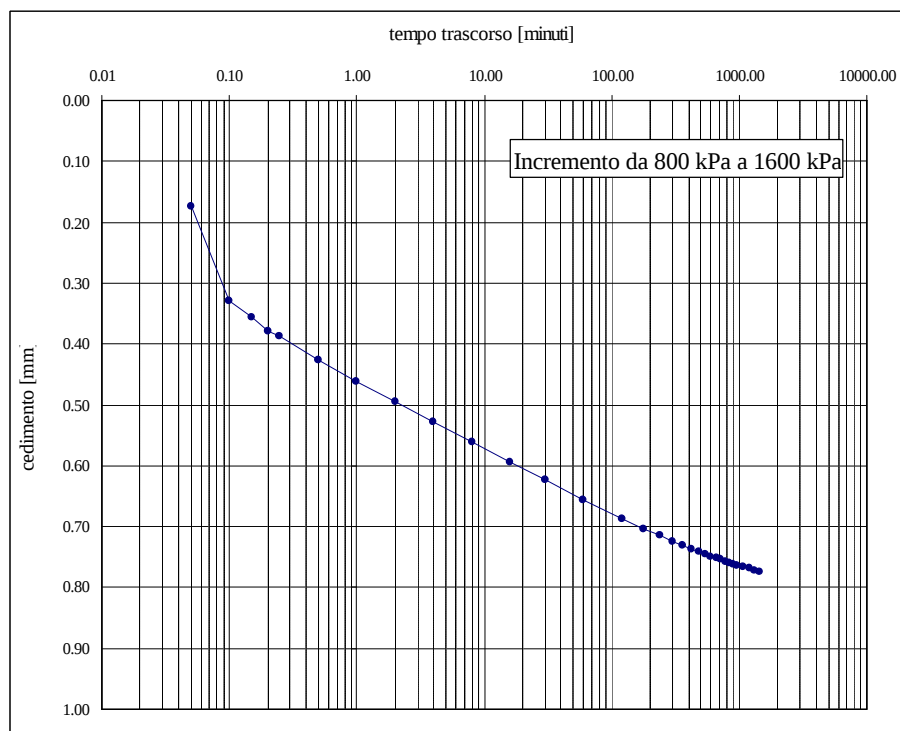
Indice dei vuoti iniziale, e_0	-	1.062
Grado di saturazione, S	%	93.45
Peso di volume iniziale, γ	kN/m ³	17.57
Umidità naturale, W_n	%	36.71
Peso di volume finale, γ'	kN/m ³	20.16
Umidità finale, W_f	%	35.29
Peso di volume secco, γ_d	kN/m ³	12.85

Tensioni	ΔH	H	H_{prog}	e	M	Casagrande			Taylor	
						Cv	k	$C_{\alpha\epsilon}$	Cv	k
[kPa]	[mm]	[mm]	[mm]	[-]	[MPa]	[cm ² /s]	[cm/s]	[-]	[cm ² /s]	[cm/s]
0.0	0.079	20.00		1.062						
12.5	0.079	19.92	19.96	1.053						
25.0	0.162	19.84	19.88	1.045	3					
50.0	0.320	19.68	19.76	1.029	3					
100.0	0.528	19.47	19.58	1.007	5					
200.0	0.772	19.23	19.35	0.982	8					
400.0	1.058	18.94	19.09	0.953	13					
800.0	1.494	18.51	18.72	0.908	17					
1600.0	2.267	17.73	18.12	0.828	18					
3200.0	3.538	16.46	17.10	0.697	21					
800.0	3.341	16.66	16.56	0.717						
200.0	3.130	16.87	16.76	0.739						
50.0	2.942	17.06	16.96	0.758						
12.5	2.744	17.26	17.16	0.779						
0.0	0.000	20.00	18.63	1.062						











UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

RAPPORTO DI PROVA N°	DATA EMISSIONE	
478		
Sondaggio:	Campione: fustella	Profondità: m
Data inizio prove: 06/10/2009	Verbale accettazione: -	
PROVA DI TAGLIO DIRETTO		
Norme di riferimento: ASTM D 3080 - Raccomandazioni AGI 1994		
Note: prove con misure resistenza residua		

Velocità di prova: 0.0200 [mm/min]

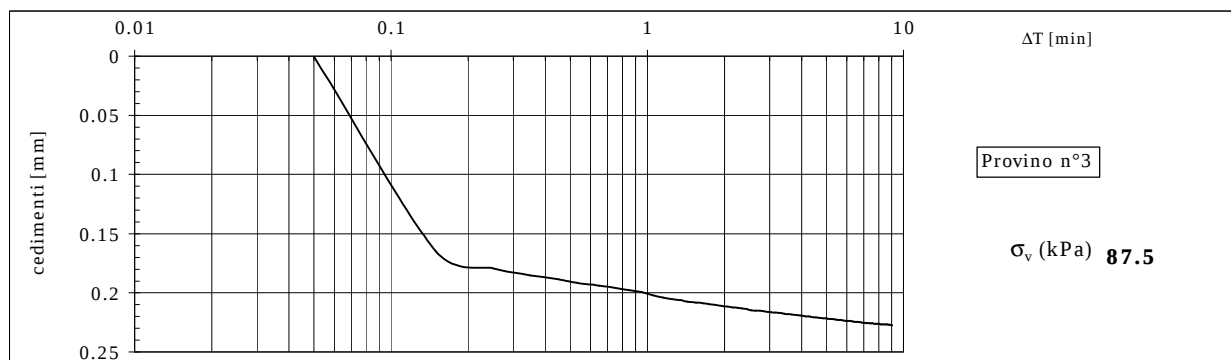
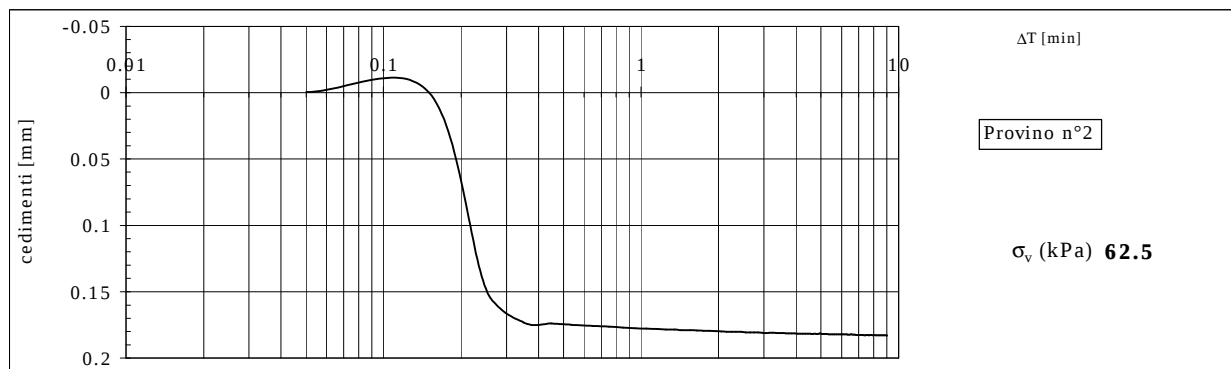
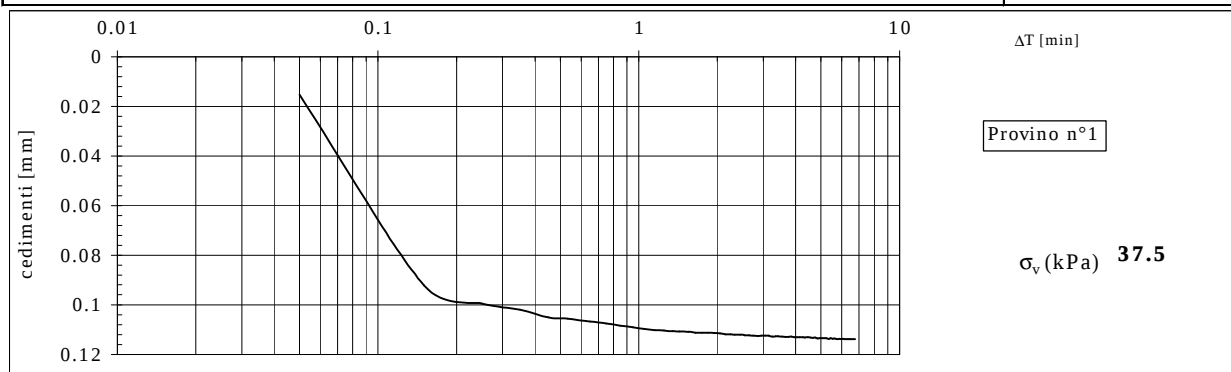
Provino	n°	1	2	3
σ_v consolidazione	kPa	37.5	62.5	87.5
altezza	mm	20	20	20
diámetro	mm	63.5	63.5	63.5
ΔH fine consolidazione	mm	0.157	0.193	0.256
ΔH finale complessivo	mm	-0.121	0.119	0.262
γ peso di volume iniziale	kN/m ³	16.50	16.28	16.63
W_{in} contenuto d'acqua iniziale	%	41.1	41.1	41.1
γ_f peso di volume finale	kN/m ³	16.45	16.54	16.87
W_f contenuto d'acqua finale	%	45.8	39.4	37.6
Gs peso specifico	-	2.670	2.670	2.670
S grado di saturazione iniziale	%	88.6	86.5	89.8
e_0 indice dei vuoti iniziale	-	1.240	1.270	1.223
τ_r resistenza a rottura	kPa	69.5	122.3	138.5
S_f spostamento a rottura	mm	1.86	1.01	1.35
τ_r resistenza residua	kPa	66.2	120.3	124.9

Note	a):
	b):



UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

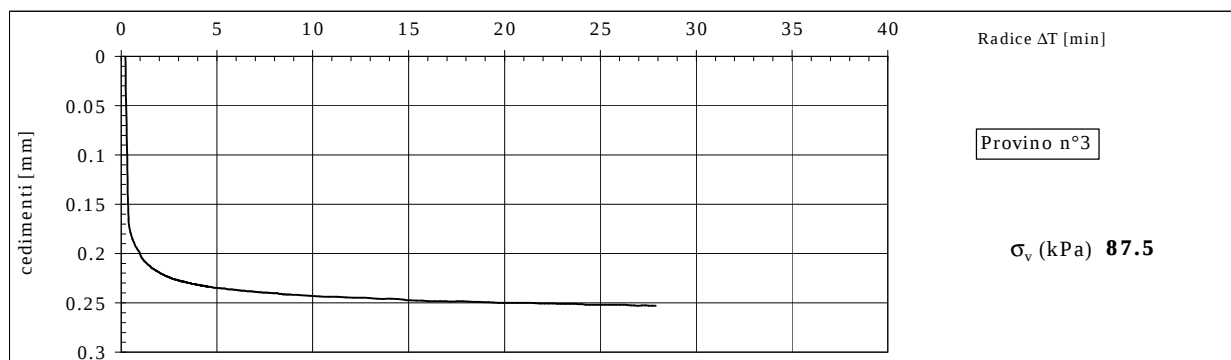
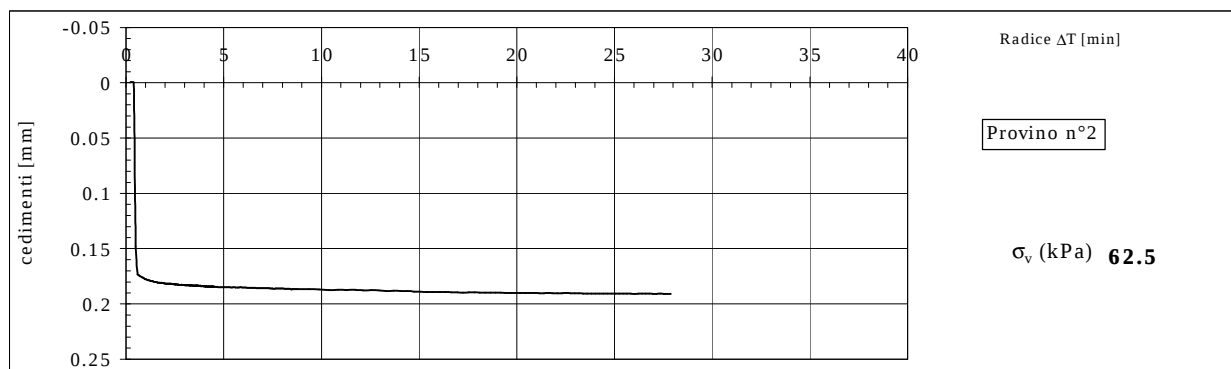
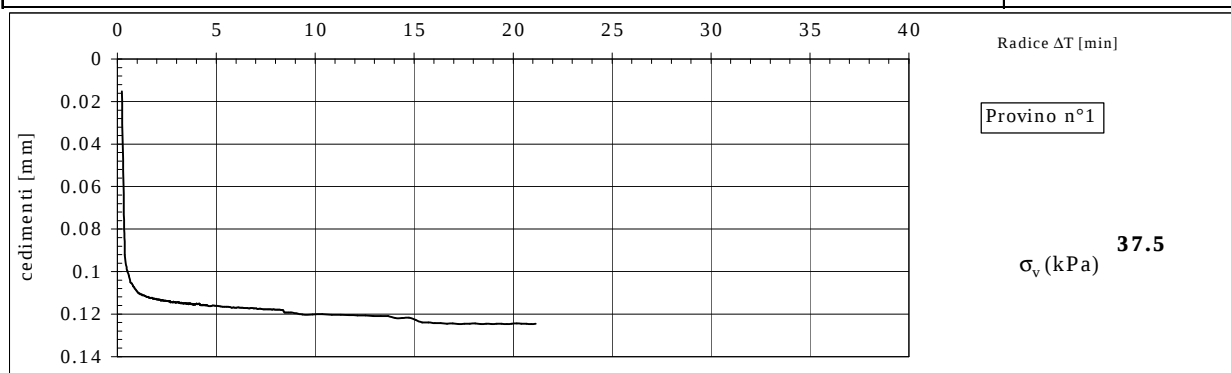
RAPPORTO DI PROVA N° 478	DATA EMISSIONE	
Sondaggio:	Campione: fustella	Profondità: m
Data inizio prove: 06/10/2009	Verbale accettazione: -	
PROVA DI TAGLIO DIRETTO - Consolidazione		
Norme di riferimento: ASTM D 3080 - Raccomandazioni AGI 1994		
Diagramma cedimenti vs. tempo		





UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

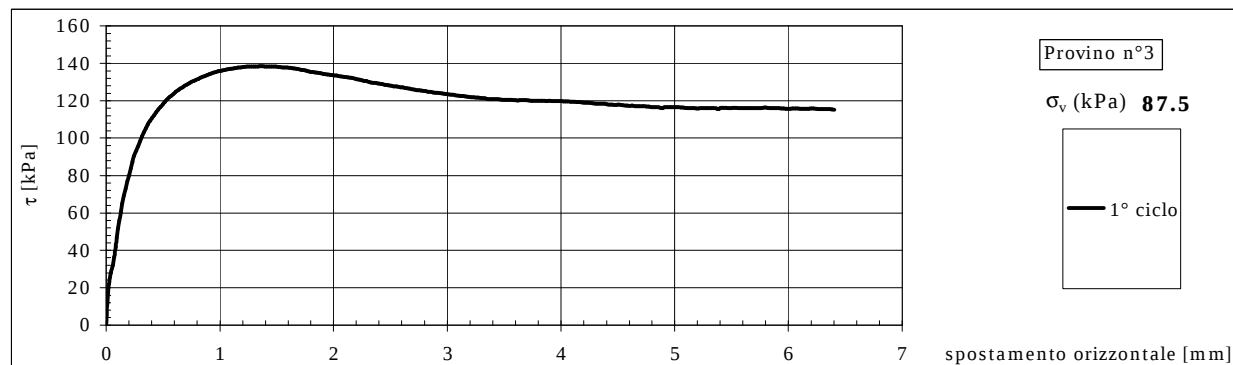
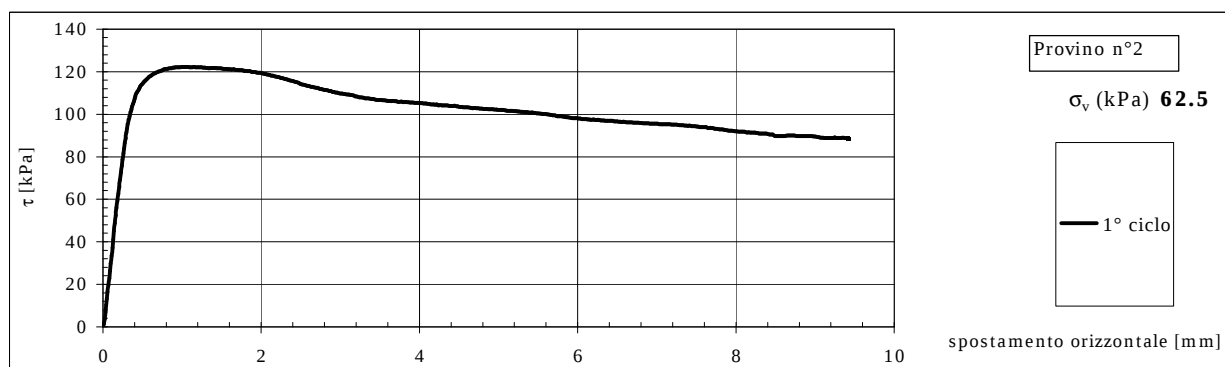
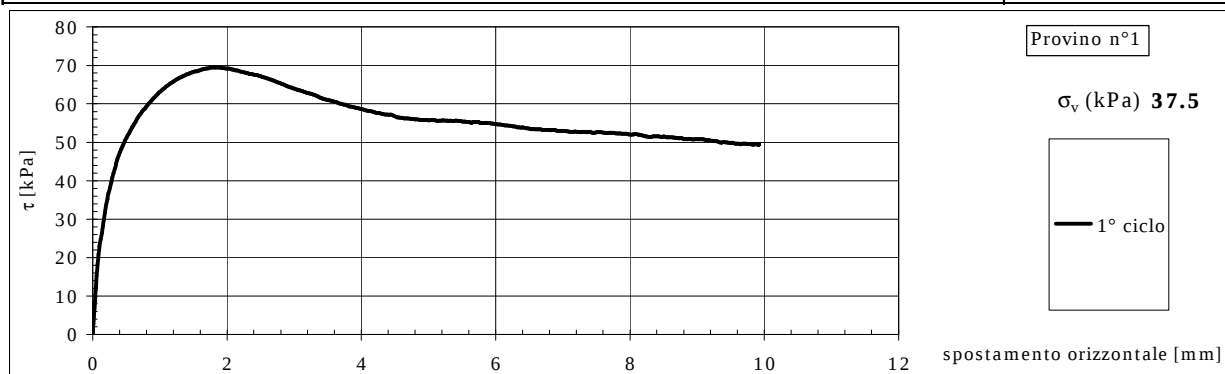
RAPPORTO DI PROVA N°	DATA EMISSIONE	
478		
Sondaggio:	Campione: fustella	Profondità: m
Data inizio prove: 06/10/2009	Verbale accettazione: -	
PROVA DI TAGLIO DIRETTO - Consolidazione		
Norme di riferimento: ASTM D 3080 - Raccomandazioni AGI 1994		
Diagramma cedimenti vs. tempo		





UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

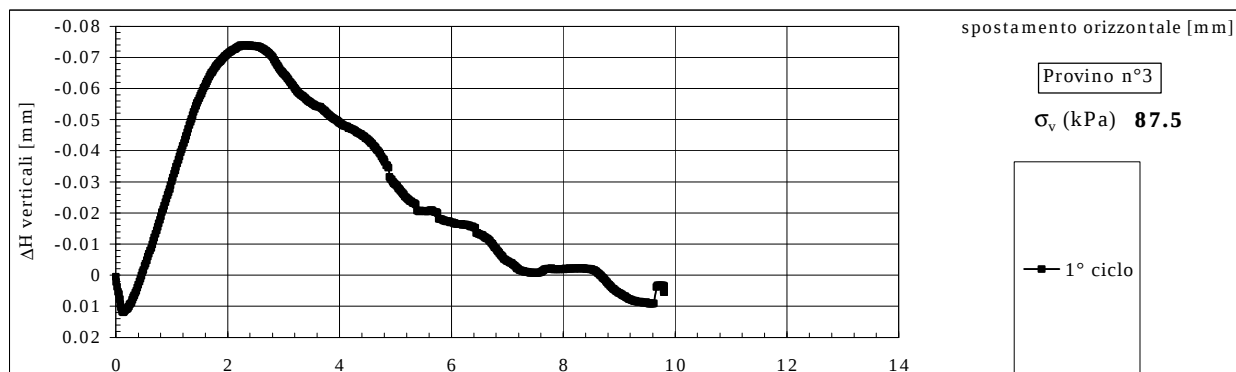
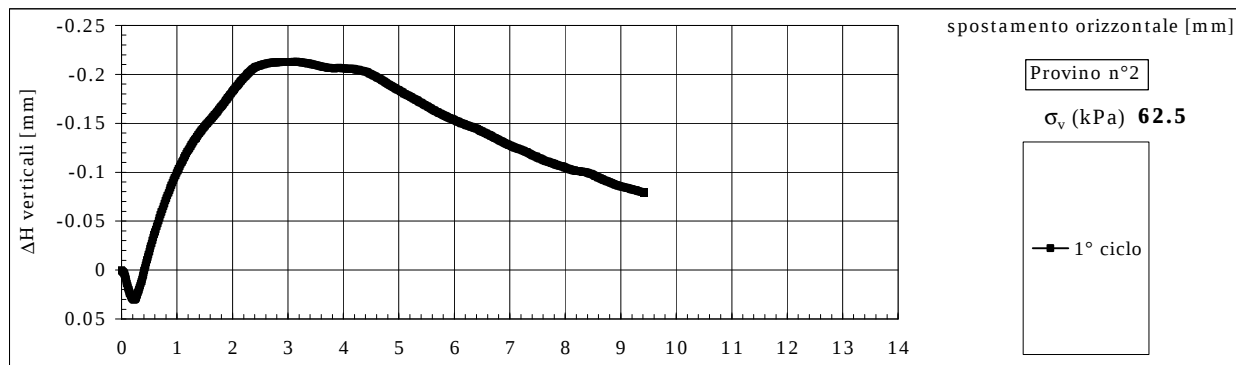
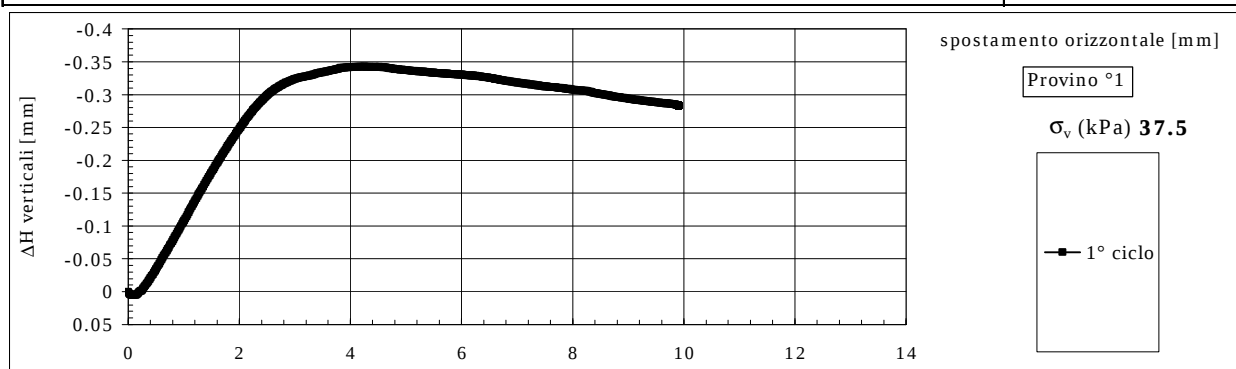
RAPPORTO DI PROVA N°	DATA EMISSIONE	
478		
Sondaggio:	Campione: fustella	Profondità: m
Data inizio prove: 06/10/2009	Verbale accettazione: -	
PROVA DI TAGLIO DIRETTO - Rottura		
Norme di riferimento: ASTM D 3080 - Raccomandazioni AGI 1994		
Diagramma tensioni vs. spostamenti		





UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

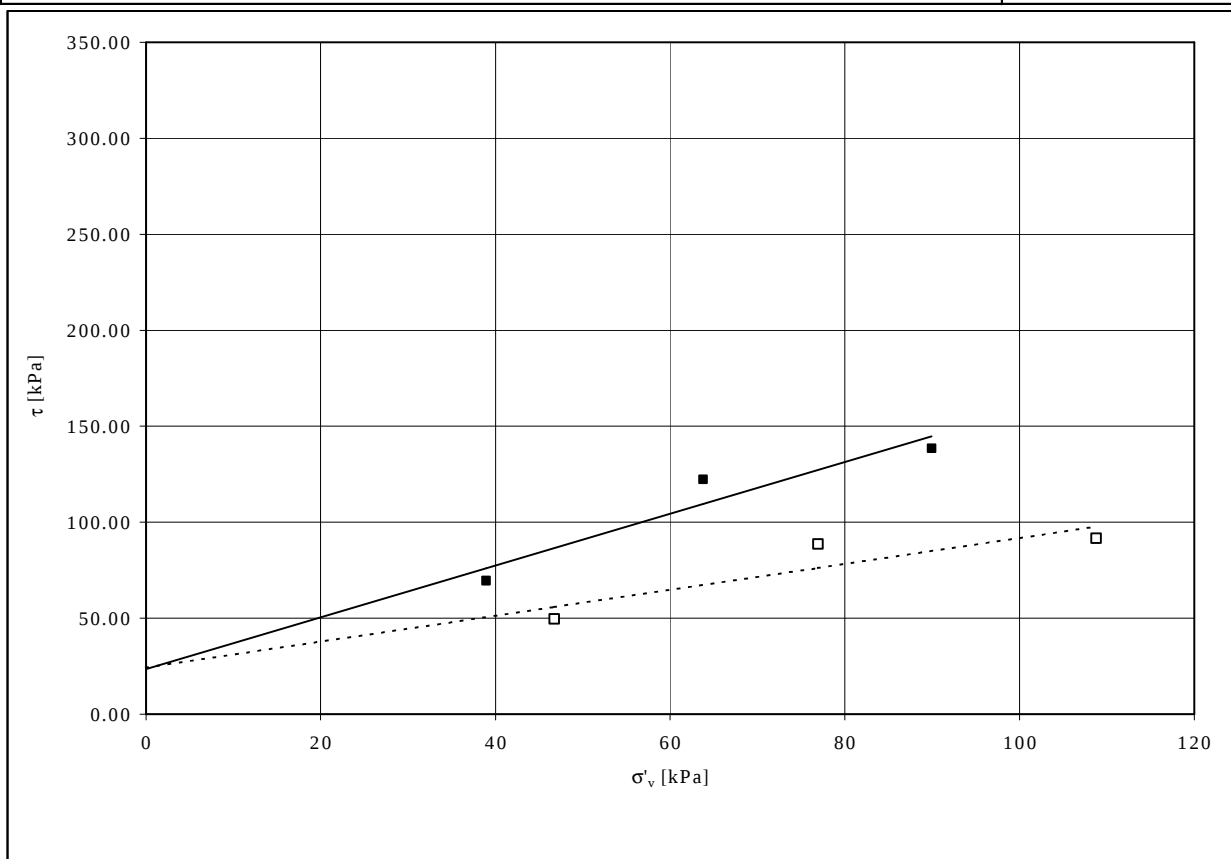
RAPPORTO DI PROVA N° 478	DATA EMISSIONE	
Sondaggio:	Campione: fustella	Profondità: m
Data inizio prove: 06/10/2009	Verbale accettazione: -	
PROVA DI TAGLIO DIRETTO - Rottura		
Norme di riferimento: ASTM D 3080 - Raccomandazioni AGI 1994		
Diagramma DH vs. spostamenti		





UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

RAPPORTO DI PROVA N°		DATA EMISSIONE	
478			
Sondaggio:	Campione: fustella	Profondità: m	
Data inizio prove:	06/10/2009	Verbale accettazione: -	
PROVA DI TAGLIO DIRETTO			
Norme di riferimento: ASTM D 3080 - Raccomandazioni AGI 1994			
DIAGRAMMA RIASSUNTIVO			



Valori di picco ■		
σ'v	τ	
kPa	kPa	
38.9	69.5	φ' = 53.4 °
63.8	122.3	c' = 23.5 kPa
89.9	138.5	

Provino

n°

1

2

3

Valori residui □				
σ'v	τ			
kPa	kPa			
46.7	49.5	φ'r = 34.0 °		
76.9	88.5	c' = 24.3 kPa		
108.8	91.7			



UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

Descrizione Campione n. reg. 479

Cantiere: S. Felice d'Ocre

Data: 28/9/2009

Sondaggio: M9S1 **Campione:** Cin2 **Profondità da 12.50 m a 13.00 m**

Attrezzatura di Sondaggio	◆ Rotazione	☐ Percussione	☐ Elica
Attrezzatura di Prelievo	☐ tipo Osterberg ☐ Parete spessa	☐ tipo Shelby ◆ Carotiere rotativo	☐ Continua ☐ Curetta/Cucchiaia
Modalità di Prelievo	☐ Percussione	◆ Pressione	☐ Altro.....
Contenitore del Campione	◆ Inox o trattato ☐ Corpo deformato ◆ Tagliente > 6°	☐ Ferro ☐ Sacchetto ☐ Tagliente deformato	☐ PVC ☐ Cassetta cubica ☐ Tagliente affilato
Dimensioni del Campione	Cilindrico ☐ < 2"	◆ tra 3" e 4"	☐ > 4"
	Cubico ☐ < 20 cm	☐ tra 20 e 40 cm	☐ > 40 cm
Condizioni del Campione	◆ Buone ☐ Rammollito	☐ Mediocri ☐ Strati piegati	☐ Cattive ☐ Rimescolato

Aspetto del Campione La determinazione della resistenza con il PP non è stata effettuata per la fragilità del materiale

Alto		Pocket (kg/cm ²)	Vane (kg/cm ²)	Prove previste
	0 cm	-		
	10	-		TD
	20	-		TD
	30	-		ED
	40	-		classificazione
	50			
	60			
	70			
	80			
Basso				



Classificazione

Foto: 0039

Cantiere: S. Felice d'Ocre

Data: 28/9/2009

Sondaggio: MA9 S1

Campione: Cin2

Profondità: 12.50 - 13.00 m



w_N (%)	γ (kN/m ³)	γ_d (kN/m ³)	G_s (-)	e_0 (-)	w_L (%)	w_P (%)	PI (%)
(1)	(1)	(1)	2.65	(1)	62	54	8

(1) I dati sono forniti con le varie prove.

Legenda:

w_N Contenuto d'acqua naturale
 γ_d Peso secco dell'unità di volume
 e_0 Indice dei vuoti iniziale
 w_P Limite plastico

γ Peso dell'unità di volume
 G_s Peso specifico dei grani
 w_L Limite liquido
PI Indice di plasticità



UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

Granulometria

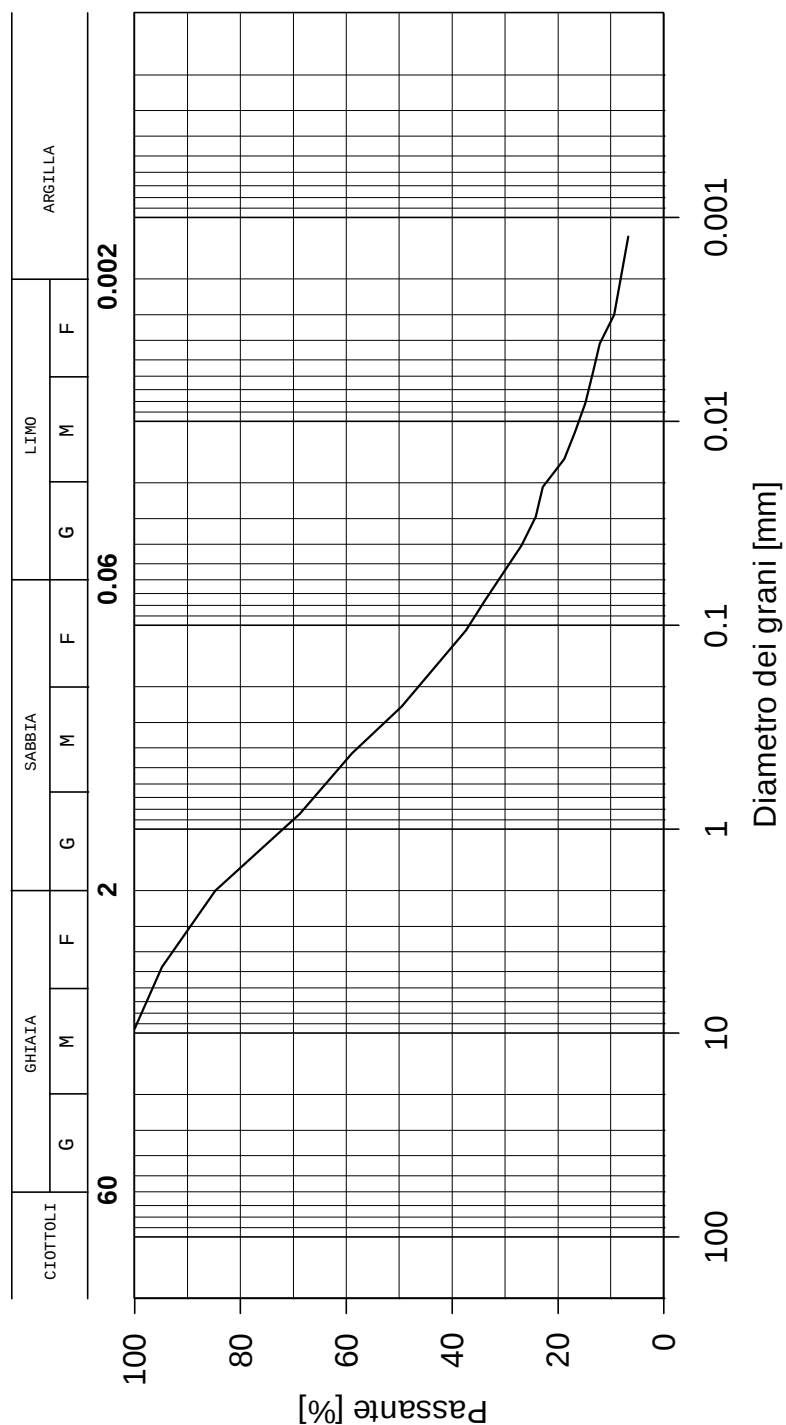
Cantiere: S. Felice d'Ocre

Data: 29/9/2009

Sondaggio: MA9 S1

Campione: Cin 2

Profondità: 12.50 - 13.00 m





UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

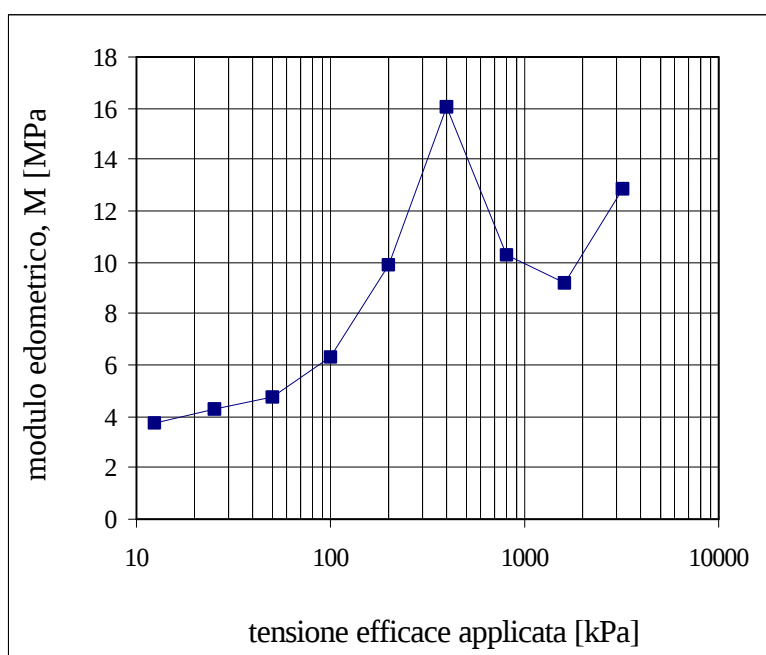
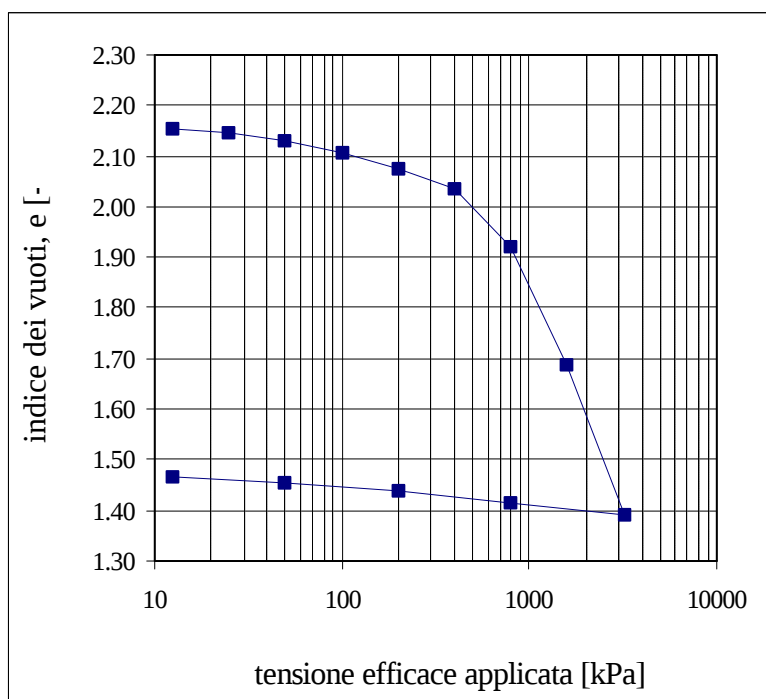
Prova edometrica ad incrementi di carico (IL)

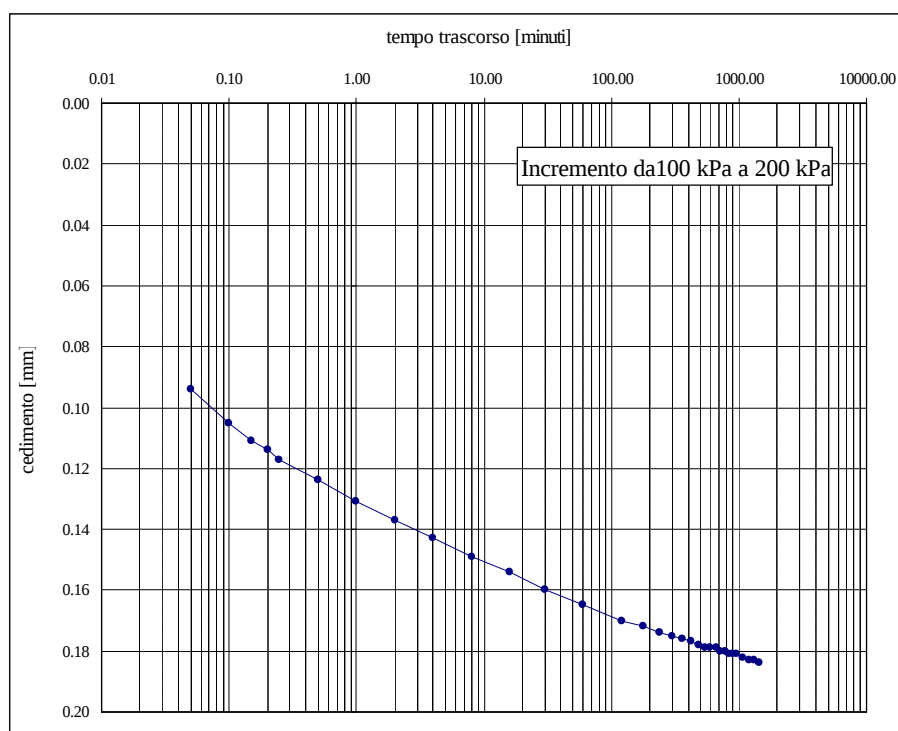
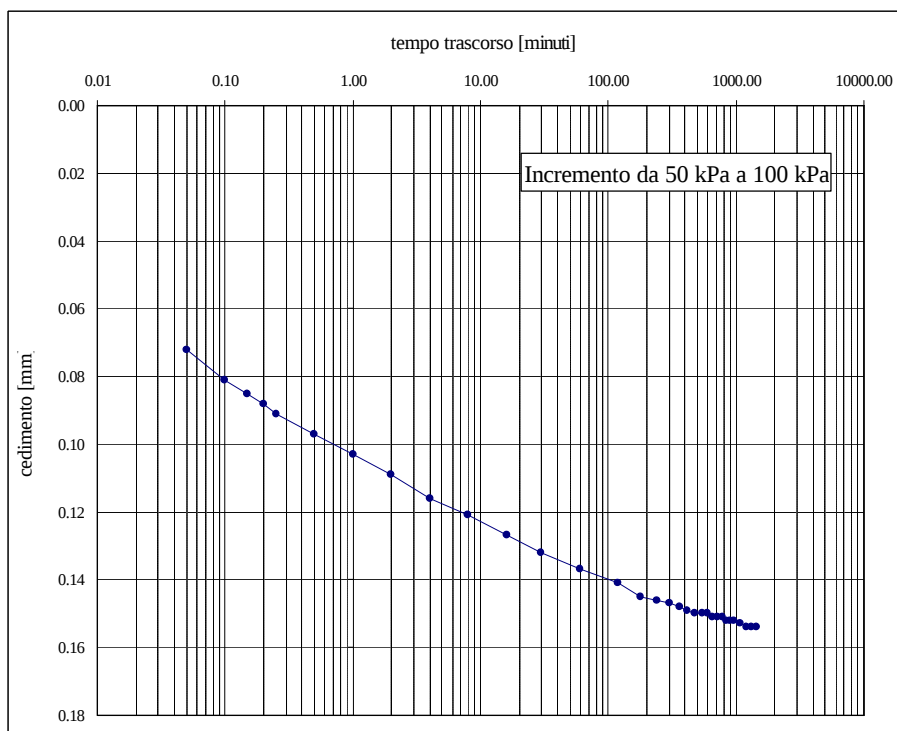
n° **479-ED**

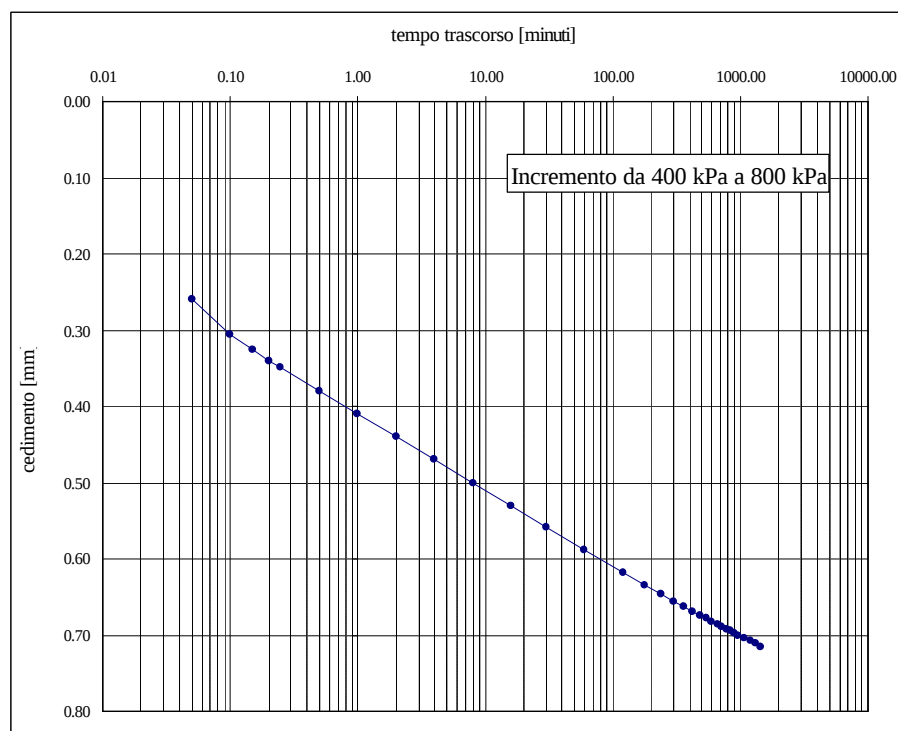
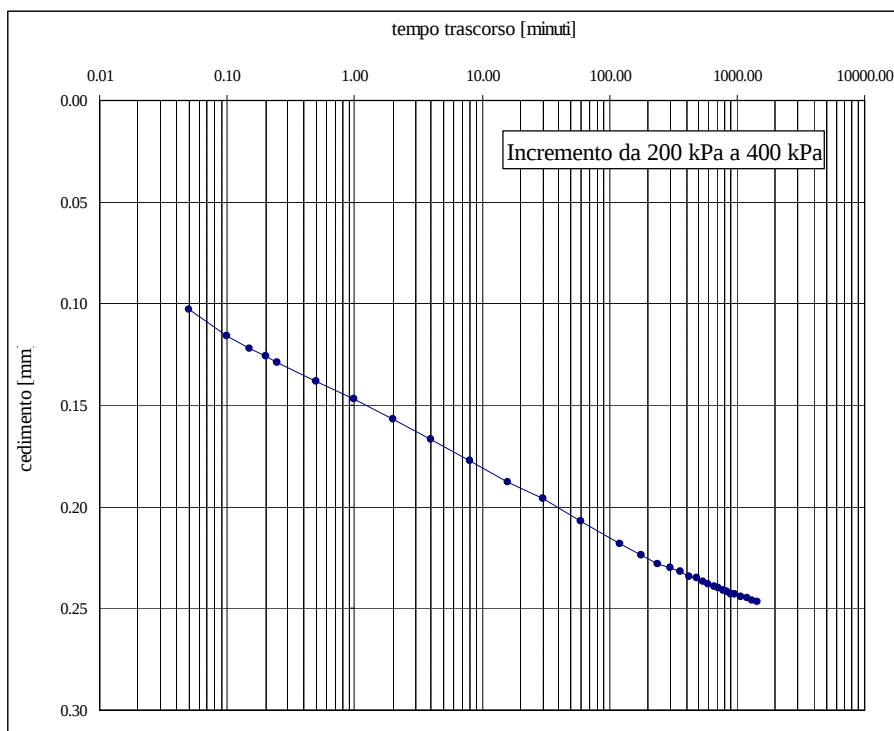
Peso umido iniziale	g	59.64
Peso umido finale	g	54.26
Peso secco	g	33.75
Altezza iniziale	mm	20.00
Altezza finale	mm	15.59
Diametro	mm	50.47
Peso specifico grani, Gs	-	2.67

Indice dei vuoti iniziale, e_0	-	2.165
Grado di saturazione, S	%	96.46
Peso di volume iniziale, γ	kN/m ³	14.91
Umidità naturale, W_n	%	76.71
Peso di volume finale, γ	kN/m ³	17.40
Umidità finale, W_f	%	60.77
Peso di volume secco, γ_d	kN/m ³	8.44

Tensioni	ΔH	H	H_{prog}	e	M	Casagrande			Taylor	
						Cv	k	$C_{\alpha e}$	Cv	k
[kPa]	[mm]	[mm]	[mm]	[-]	[MPa]	[cm ² /s]	[cm/s]	[-]	[cm ² /s]	[cm/s]
0.0	0.066	20.00		2.165						
12.5	0.066	19.93	19.97	2.155						
25.0	0.124	19.88	19.91	2.146	4					
50.0	0.228	19.77	19.82	2.129	5					
100.0	0.383	19.62	19.69	2.105	6					
200.0	0.579	19.42	19.52	2.074	10					
400.0	0.818	19.18	19.30	2.036	16					
800.0	1.534	18.47	18.82	1.922	10					
1600.0	3.013	16.99	17.73	1.688	9					
3200.0	4.891	15.11	16.05	1.391	13					
800.0	4.735	15.27	15.19	1.416						
200.0	4.597	15.40	15.33	1.438						
50.0	4.498	15.50	15.45	1.453						
12.5	4.410	15.59	15.55	1.467						
0.0	0.000	20.00	17.80	2.165						

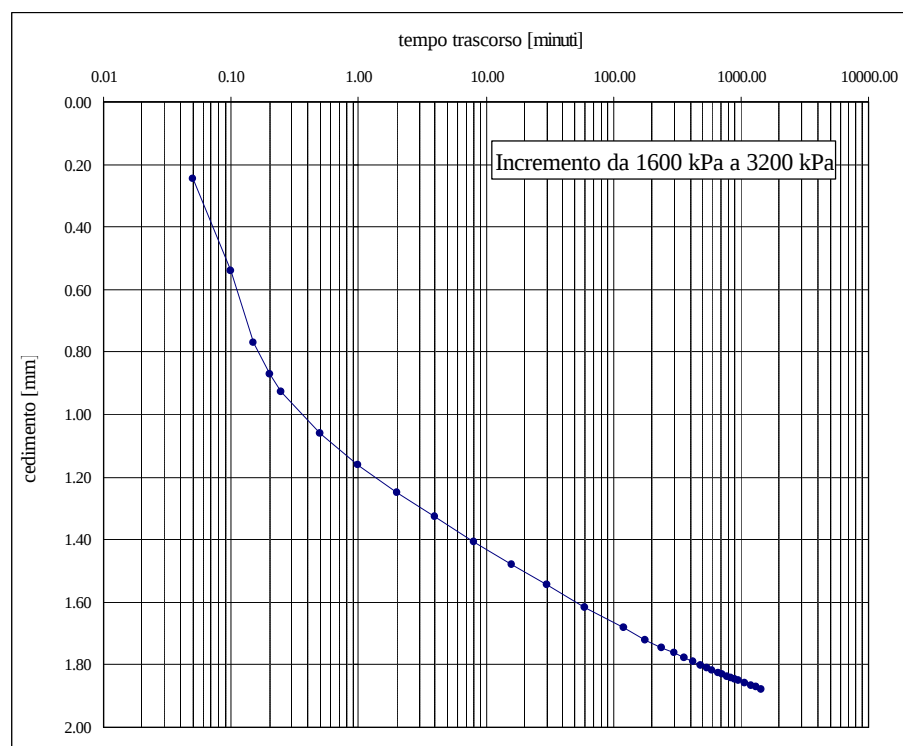
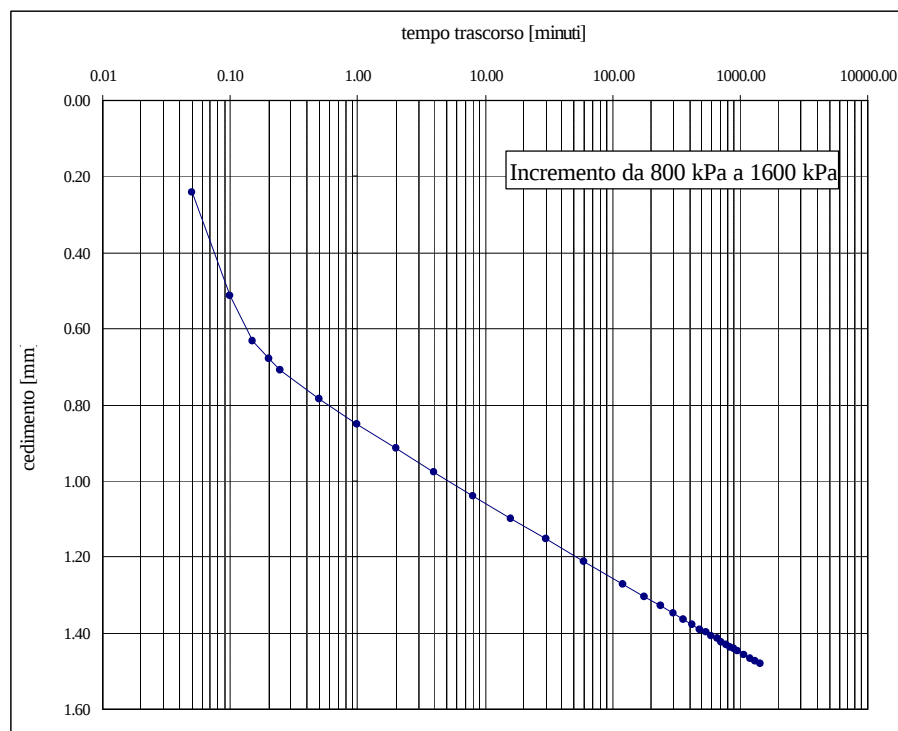








UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754





UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

RAPPORTO DI PROVA N°	DATA EMISSIONE	
479		
Sondaggio:	Campione: fustella	Profondità: m
Data inizio prove: 12/10/2009	Verbale accettazione: -	
PROVA DI TAGLIO DIRETTO		
Norme di riferimento: ASTM D 3080 - Raccomandazioni AGI 1994		
Note: prove con misure resistenza residua		

Velocità di prova: 0.0420 [mm/min]

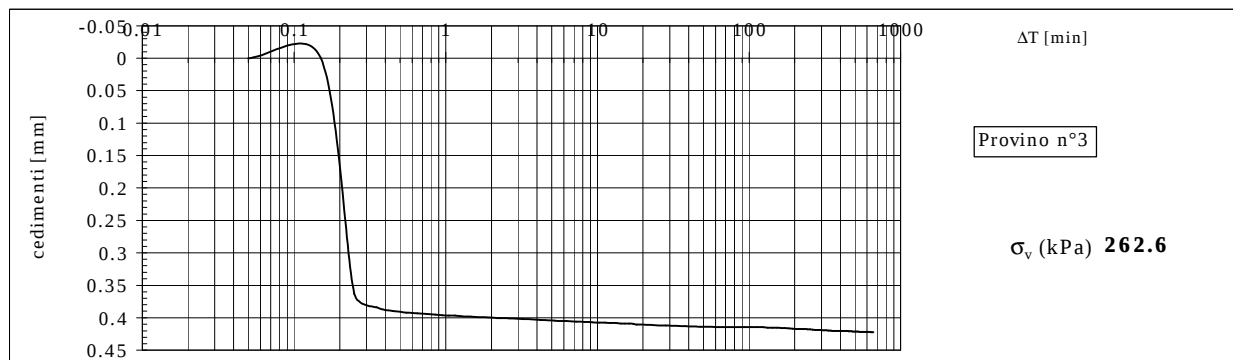
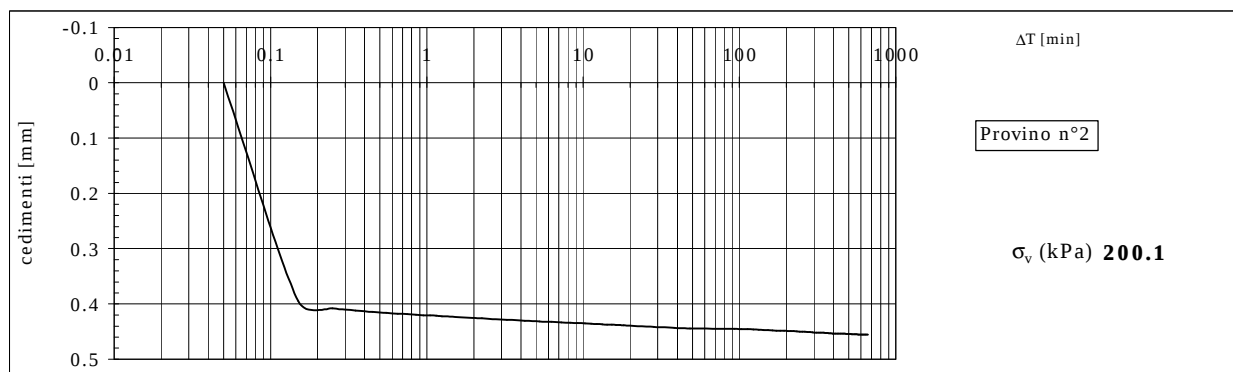
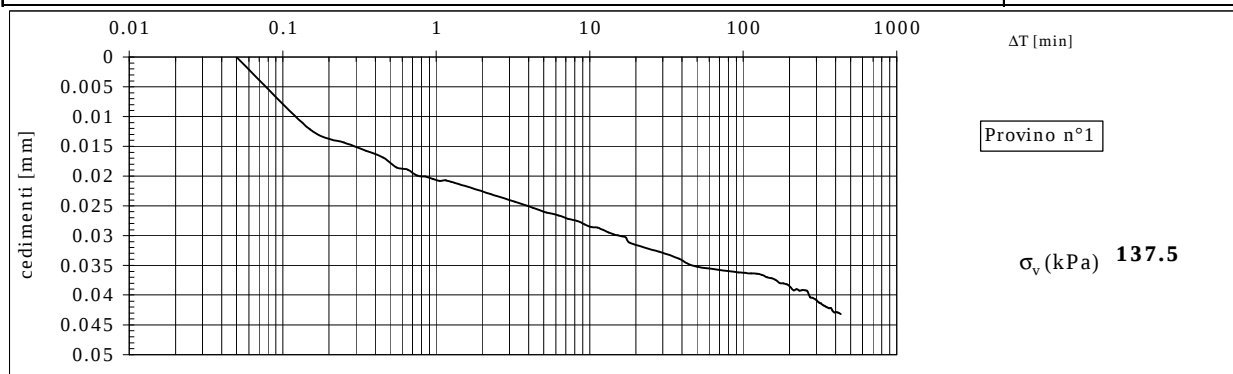
Provino	n°	1	2	3
σ_v consolidazione	kPa	137.5	200.1	262.6
altezza	mm	20	20	20
diametro	mm	63.5	63.5	63.5
ΔH fine consolidazione	mm	0.048	0.457	0.423
ΔH finale complessivo	mm	0.160	0.867	0.737
γ peso di volume iniziale	kN/m ³	14.92	14.85	14.03
W_{in} contenuto d'acqua iniziale	%	56.3	56.3	56.3
γ_f peso di volume finale	kN/m ³	14.69	15.09	14.26
W_f contenuto d'acqua finale	%	79.9	80.0	73.1
Gs peso specifico	-	2.670	2.670	2.670
S grado di saturazione iniziale	%	86.2	85.6	78.4
e_0 indice dei vuoti iniziale	-	1.743	1.755	1.916
τ_f resistenza a rottura	kPa	234.7	250.0	351.2
S_f spostamento a rottura	mm	0.82	1.05	2.23
τ_r resistenza residua	kPa	172.6	220.3	264.8

Note	a):
	b):



UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

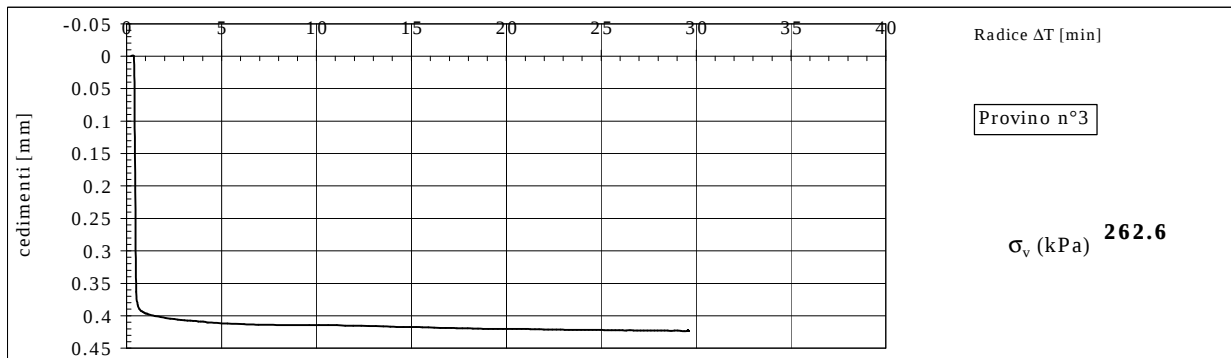
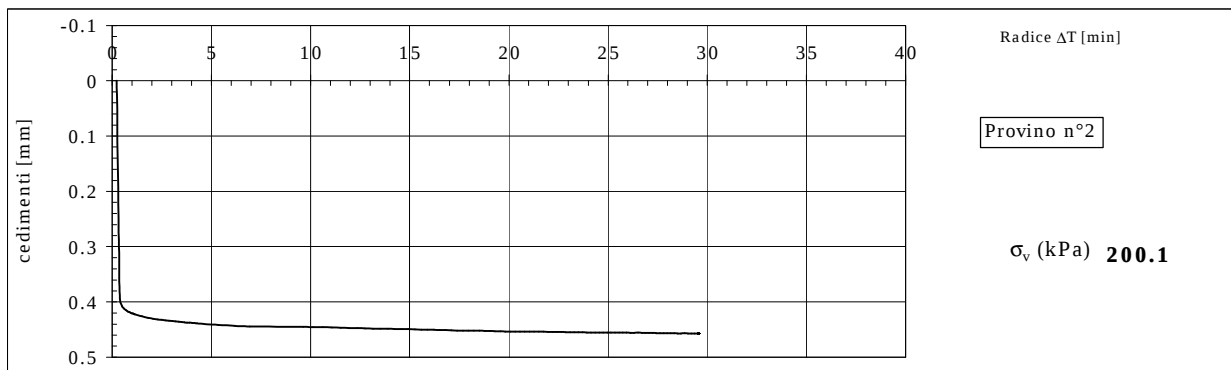
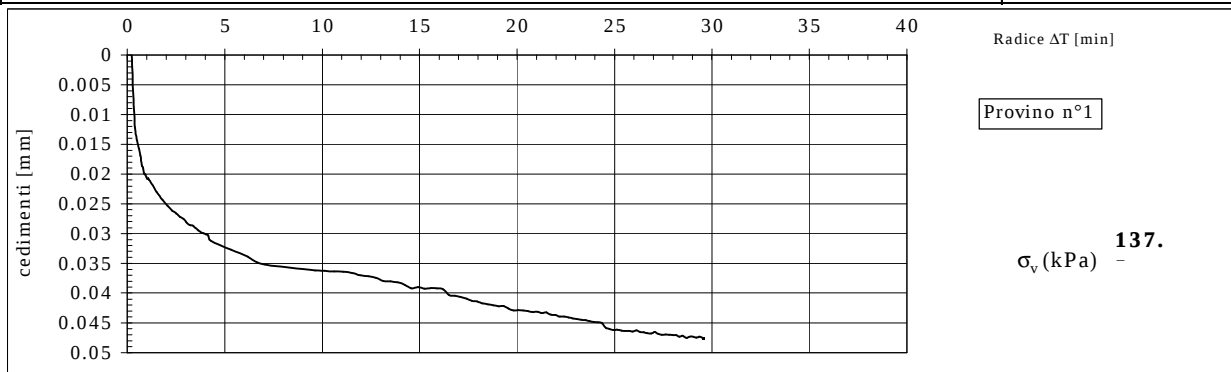
RAPPORTO DI PROVA N° 479	DATA EMISSIONE	
Sondaggio:	Campione: fustella	Profondità: m
Data inizio prove:	12/10/2009	Verbale accettazione: -
PROVA DI TAGLIO DIRETTO - Consolidazione		
Norme di riferimento: ASTM D 3080 - Raccomandazioni AGI 1994 Diagramma cedimenti vs. tempo		





UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

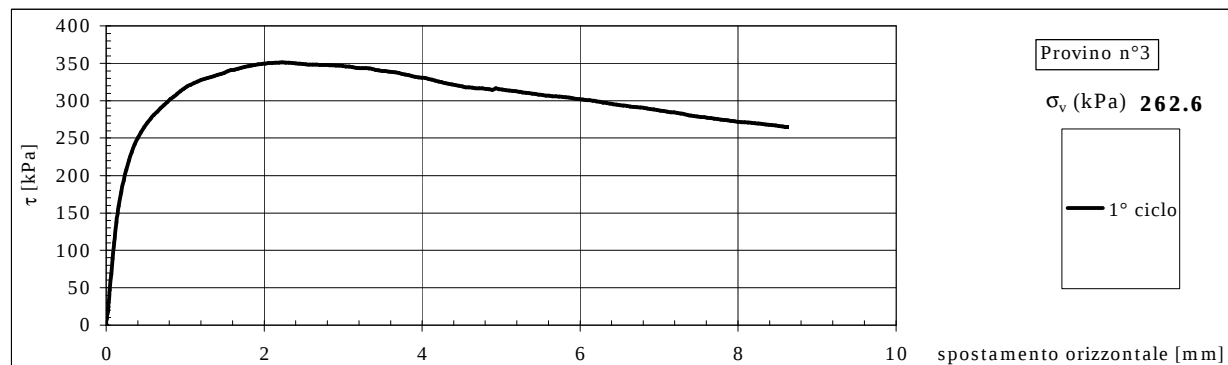
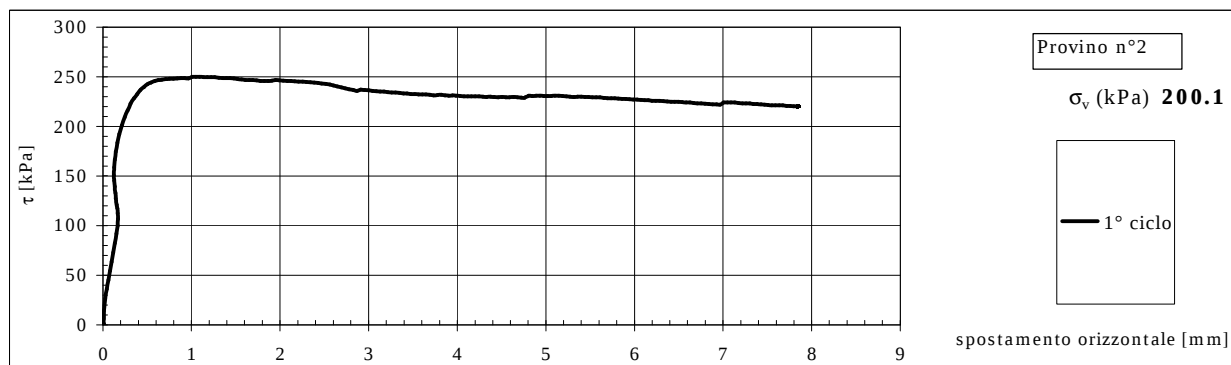
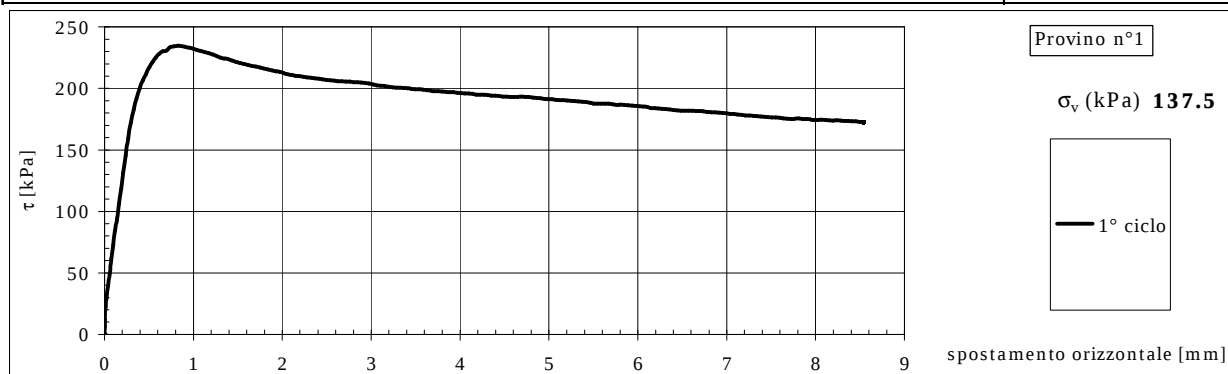
RAPPORTO DI PROVA N° 479	DATA EMISSIONE	
Sondaggio:	Campione: fustella	Profondità: m
Data inizio prove: 12/10/2009	Verbale accettazione: -	
PROVA DI TAGLIO DIRETTO - Consolidazione		
Norme di riferimento: ASTM D 3080 - Raccomandazioni AGI 1994		
Diagramma cedimenti vs. tempo		





UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

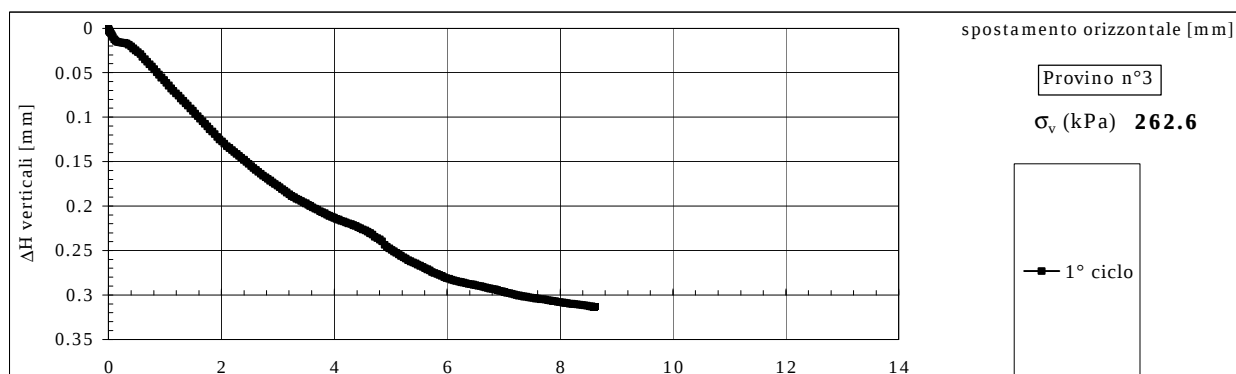
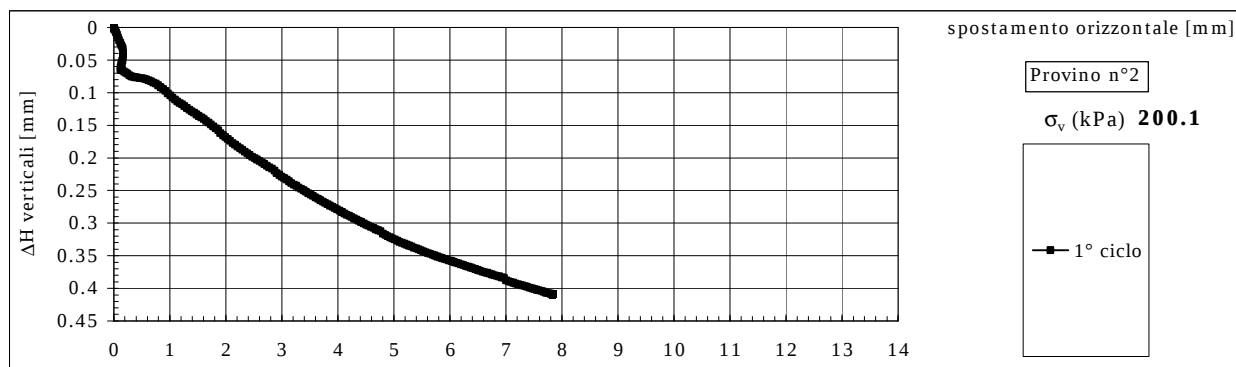
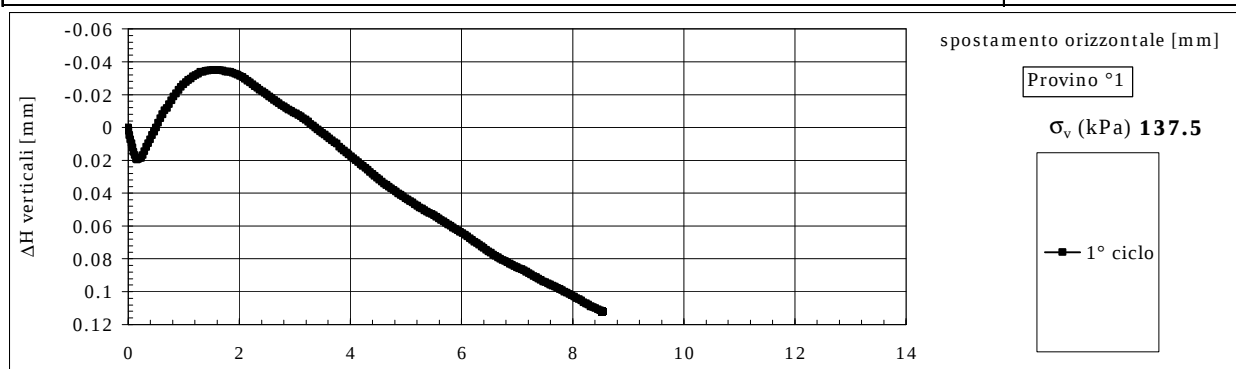
RAPPORTO DI PROVA N° 479	DATA EMISSIONE	
Sondaggio:	Campione: fustella	Profondità: m
Data inizio prove: 12/10/2009	Verbale accettazione: -	
PROVA DI TAGLIO DIRETTO - Rottura		
Norme di riferimento: ASTM D 3080 - Raccomandazioni AGI 1994		
Diagramma tensioni vs. spostamenti		





UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

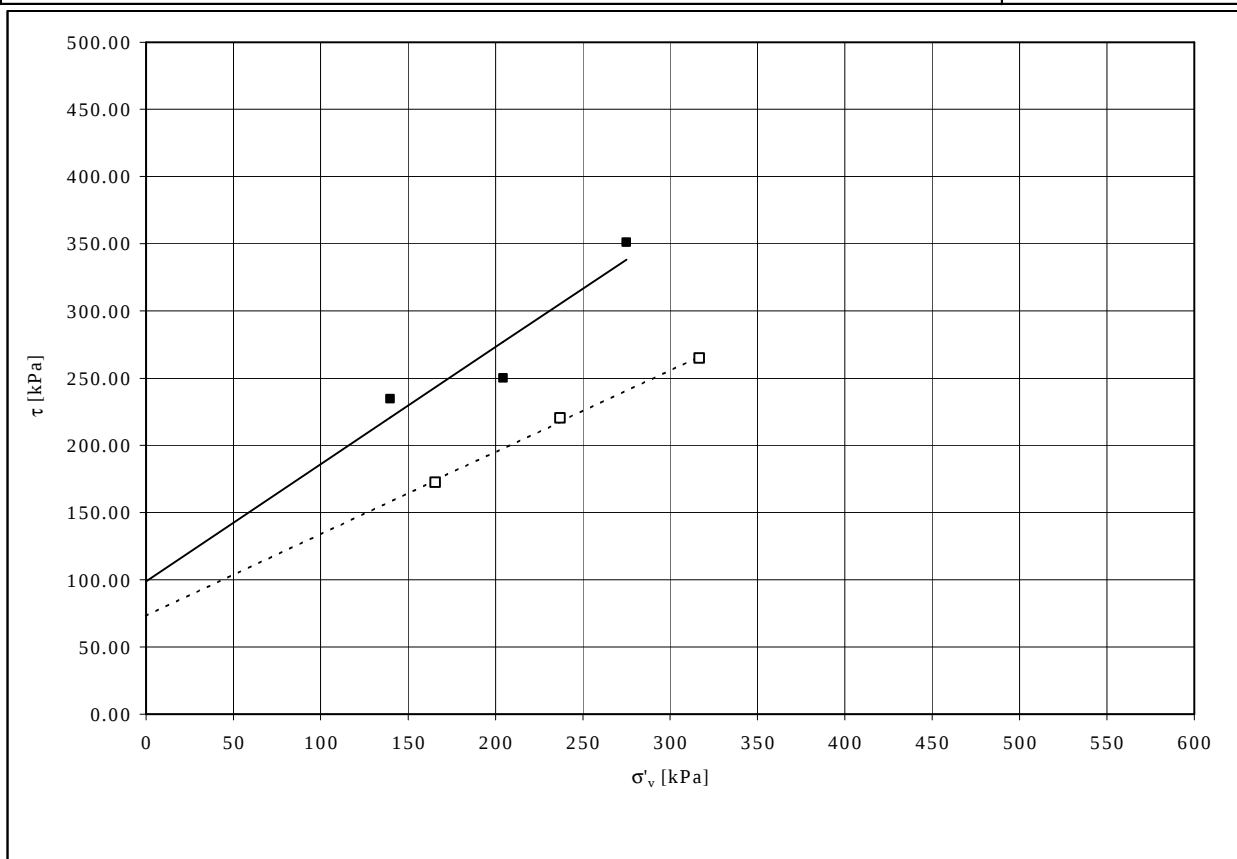
RAPPORTO DI PROVA N° 479	DATA EMISSIONE	
Sondaggio:	Campione: fustella	Profondità: m
Data inizio prove: 12/10/2009	Verbale accettazione: -	
PROVA DI TAGLIO DIRETTO - Rottura		
Norme di riferimento: ASTM D 3080 - Raccomandazioni AGI 1994		
Diagramma DH vs. spostamenti		





UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
LABORATORIO DI GEOTECNICA
largo Lucio Lazzarino, 1 - 56125 PISA
tel. 0039 050 2217740 - fax 0039 050 2217754

RAPPORTO DI PROVA N°		DATA EMISSIONE	
479			
Sondaggio:	Campione: fustella	Profondità: m	
Data inizio prove:	12/10/2009	Verbale accettazione: -	
PROVA DI TAGLIO DIRETTO			
Norme di riferimento: ASTM D 3080 - Raccomandazioni AGI 1994			
DIAGRAMMA RIASSUNTIVO			



Valori di picco ■			
σ'v	τ		
kPa	kPa		
139.8	234.7	φ' =	41.1 °
204.4	250.0	c' =	98.8 kPa
274.9	351.2		

Provino

n°

1

2

3

Valori residui □				
σ'v	τ			
kPa	kPa			
165.6	172.6	φ'r =	31.4 °	
237.1	220.3	c' =	73.1 kPa	
316.8	264.8			