

INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO DELLA DIGA DROVE DI CEPPARELLO



Tavola / Elaborato	Nome Elaborato:	Scala:
ET.06.02	CAMPAGNA DI INDAGINE - 2006	
		Data: 18/04/2019

Settore:	Sede Firenze Via de Sanctis, 49 Cod. Fiscale e P.I. 06111950488
	
Organizzazione dotata di Sistema di Gestione Integrato certificato in conformità alla normativa ISO9001 - ISO14001 - OHSAS18001 - SA8000	

PROGETTAZIONE :	COLLABORATORI :
PROGETTISTA - PROJECT MANAGER : ING MARIO CHIARUGI	DOTT. GEOL. CARLO FERRI
	DOTT. GEOL. ALESSANDRO AGNELLI
	PER. AGR. DAVIDE MORETTI
GEOLOGO: DOTT. GEOL. NICOLA CEMPINI	GEOM. ANDREA BERNARDINI
ESPROPRI:	

CONSULENTI TECNICI :	COMMESSA I.T. :
 PROGETTISTA OPERE IDRAULICHE E STRUTTURALI : ING. DAVID SETTESOLDI	INGT-TPLPD-ACQAC159

	RESPONSABILE COMMITTENTE : GEOM. ALESSANDRO PIOLI
---	--

DIRETTORE TECNICO INGEGNERIE TOSCANE :	RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :
ING. MARIO CHIARUGI	 ING. ROBERTO CECCHINI

Rev.	Data	Descrizione / Motivo della revisione	Redatto	Controllato / Approvato
00	18/04/2019	Emissione	Soc. IdroGeo Service Srl	

Data: Ottobre 2006

Metodo perforazione: Carotaggio continuo a rotazione

Cantiere: Poggibonsi Loc. "Cepparello"

Sondaggio: S1

Prof.	Strat.	Pocket	Vane	Descrizione	Osservazioni
0 m -0,20 m				Soletta	
					S1 da 0 m a 5 m Campione Indisturbato S1CI1 da -3.00 m a -3.50 m
		3.0			
		5.0	0.8		
		3.5	0.7		
-3,00 m		3.0	0.7	Limo argilloso con abbondanti elementi litici e frammenti di laterizi (colore marrone grigio-verdastro)	
	S1CI1 e' = 26,2° C' = 0,079 Kg/cmq				
-3,50 m	SPT 6-3-4	2.5- 3.0	0.6		
		2.5	0.3		
		1.0	0.2		
-5,00 m		1.0- 2.0	0.2		

Sondaggio S1
LOC. Cepparello - Poggibonsi
DA 0 A -5,00 m
08/10/2006



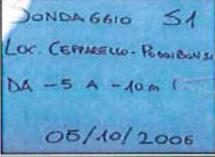
Segue

Data: Ottobre 2006

Metodo perforazione: Carotaggio continuo a rotazione

Cantiere: Poggibonsi Loc. "Cepparello"

Sondaggio: S1

Prof.	Strat.	Pocket	Vane	Descrizione	Osservazioni
-5,00 m		2.0	0.4	Limo argilloso con abbondanti elementi litici e frammenti di laterizi (colore marrone grigio-verdastro)	S1 da 5 m a 10 m Campione indisturbato S1CI2 da -6.00 m a -6.50 m Campione rimaneggiato S1CR3 da 9.70 m a -10.20 m
-6,00 m		4.0	0.7		
-6,50 m	S1CI2 f=28,89 c=0,049 Kg/cm ² SPT 6-7-8	1.0	0.3	Limo argilloso con sporadici elementi litici (colore marrone oliva chiaro)	
		1.0	0.2		
-7,80 m		2.0	0.2		
-9,50 m		4.0	0.6	Limo argilloso consistente grigio-marrone debolmente sabbioso (presenza di clasti arenacei e marnosi di dimensioni decimetriche)	
		3.0-4.0	0.7		
		5.0	0.8		
-9,70 m		3.0	0.6		
-10,00 m	S1CR3 f=31,51 c=0,07 Kg/cm ²	1.0	0.1	Limo sabbioso argilloso con abbondanti elementi litici (colore grigio verdastro - grigio verdastro scuro)	

Segue

Data: Ottobre 2006

Metodo perforazione: Carotaggio continuo a rotazione

Cantiere: Poggibonsi Loc. "Cepparello"

Sondaggio: S1

Prof.	Strat.	Pocket	Vane	Descrizione	Osservazioni
-10,00 m	S1CR3 SPT				<p>S1 da 10 m a 15 m Campione rimaneggiato S1CR4 da 14.50 m a -15.00 m</p>
-10,20 m	8-10-18			Limo sabbioso argilloso con abbondanti elementi litici (colore grigio verdastro - grigio verdastro scuro)	
-12,00 m	SPT				
	4-4-8				
		1.0	0.3		
		1.0- 2.0	0.5	Limo argilloso sabbioso con abbondanti elementi litici (colore grigio oliva - marrone oliva chiaro)	
		1.0	0.0		
		3.0	0.8		
-14,50 m		4.0	0.9		
	S1CR4 φ=25.6" C=0,004 kg/cmq				
-15,00 m		1.0- 2.0	0.2		

Segue



Data: Ottobre 2006

Metodo perforazione: Carotaggio continuo a rotazione

Cantiere: Poggibonsi Loc. "Cepparello"

Sondaggio: S1

Prof.	Strat.	Pocket	Vane	Descrizione	Osservazioni
-15,00 m	S1CR5				
-15,30 m	SPT 8-8-11	1.0- 2.0	0.2		
		1.0	0.0		
		3.0	0.5		
		5.0	0.6		
		2.0	0.4		
		3.0	0.6	Limo argilloso sabbioso con abbondanti elementi litici (colore grigio oliva - grigio verdastro scuro)	
-18,00 m	SPT 8-13-15	4.0	0.7		
		2.0			
		3.0			
		4.0	0.4		
		4.0- 5.0	0.6		
-20,00 m		3.0	0.3		

SONDAGGIO S1
Loc. Cepparello - Poggibonsi
DA -15 A -20 m
09/10/2006



Segue

Data: Ottobre 2006

Metodo perforazione: Carotaggio continuo a rotazione

Cantiere: Poggibonsi Loc. "Cepparello"

Sondaggio: S1

Prof.	Strat.	Pocket	Vane	Descrizione	Osservazioni
-20,00 m					
		3.0	0.3	Limo argilloso sabbioso con abbondanti elementi litici (colore grigio oliva - grigio verdastro scuro)	S1 da 20 m a 25 m
-21,00 m	SPT 7-11-15	4.0	0.5		
				Orizzonte di clasti arenacei e marnosi in matrice limoso-argillosa di colore grigio (dimensioni da centimetriche a decimetriche)	
-23,20 m					
		RQD = 0.30			
				Alternanza di siltiti rimaneggiate di colore verde e marrone ed arenarie calcaree fratturate di colore grigio (presenza di vene di calcite)	
		RQD = 0.44			
-25,00 m					



Segue

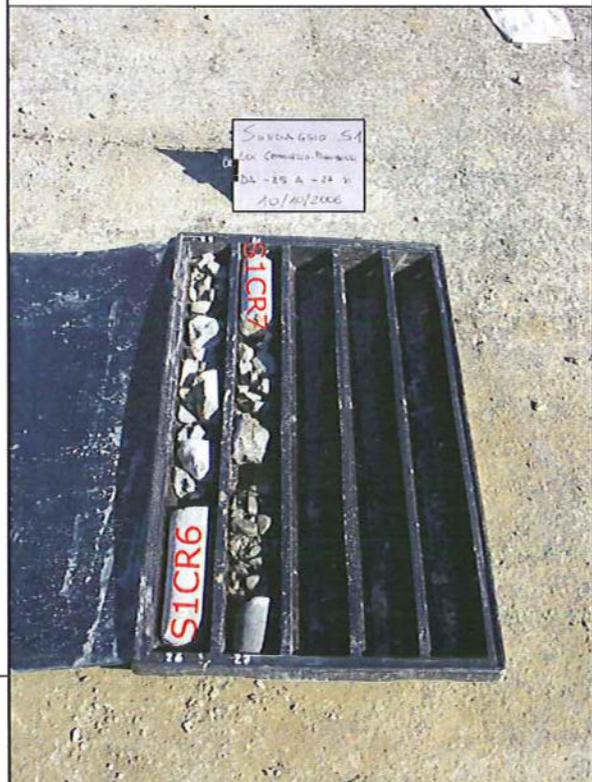
Data: Ottobre 2006

Metodo perforazione: Carotaggio continuo a rotazione

Cantiere: Poggibonsi Loc. "Cepparello"

Sondaggio: S1

Prof.	Strat.		Descrizione	Osservazioni
-25,00 m				<p>S1 da 25 m a 27 m Campione rimaneggiato S1CR6 da -25.70 m a -26.00 m Campione rimaneggiato S1CR7 da -26.00 m a -26.20 m</p>
-25,60 m		RQD = 0.50	Profondità della falda	
-25,70 m				
-26,00 m	S1CR6 $\sigma = 98,0 \text{ MPa}$ $\gamma = 26,5 \text{ KN/mc}$		Calcarenite grigio scura - nerastra con parti alterate color marroncino con fratture di calcite ricristallizzata	
-26,20 m	S1CR7 $\sigma = 99,1 \text{ MPa}$ $\gamma = 26,8 \text{ KN/mc}$	RQD = 0.44		
-27,00 m				



Data: Ottobre 2006

Metodo perforazione: Carotaggio continuo a rotazione

Cantiere: Poggibonsi Loc. "Cepparello"

Sondaggio: S2

Prof.	Strat.	Pocket	Vane	Descrizione	Osservazioni
0 m -0,20 m				Soletta	
					S2 da 0 m a 5 m
		3.0			
		5.0	0.8		
		3.5	0.7		
		3.0	0.7	Limo argilloso consistente marrone debolmente sabbioso (presenza di clasti arenacei e marnosi di dimensioni centimetriche)	Sondaggio realizzato a distruzione di nucleo fino alla profondità di -10,00 m dal p.c.
		2.5- 3.0	0.6		
		2.5	0.3		
		1.0	0.2		
		1.0- 2.0	0.2		

Segue

Data: Ottobre 2006

Metodo perforazione: Carotaggio continuo a rotazione

Cantiere: Poggibonsi Loc. "Cepparello"

Sondaggio: S2

Prof.	Strat.	Pocket	Vane	Descrizione	Osservazioni
10,00 m					
		1.0	0.3		
		1.0-2.0	0.5		
		1.0			
-12,00 m		3.0	0.8		
	S2CI1 12/10/2006 C. Cepparello	4.0	0.9	Argilla limosa sabbiosa con abbondanti elementi litici (a tratti sporadici) colore grigio oliva - grigio verdastro	
-12,50 m		1.0-2.0	0.2		
		1.0	0.1		
		3.0	0.3		
		3.0	0.4		
-15,00 m		3.0-4.0	0.5		



Segue

Data: Ottobre 2006

Metodo perforazione: Carotaggio continuo a rotazione

Cantiere: Poggibonsi Loc. "Cepparello"

Sondaggio: S2

Prof.	Strat.	Pocket	Vane	Descrizione	Osservazioni
-15,00 m		3.0	0.4	Limo argilloso consistente grigio-marrone debolmente sabbioso (presenza di clasti arenacei e marnosi di dimensioni centimetriche)	S2 da 15 m a 20 m
		3.0	0.3		
		3.0	0.4		
		3.0-0.5	4.0		
		3.0	0.3		
		3.0	0.5		
-18,00 m				Cella di Casagrande	
-18,70 m		2.0	0.1		
-20,00 m					



Segue

Data: Ottobre 2006

Metodo perforazione: Carotaggio continuo a rotazione

Cantiere: Poggibonsi Loc. "Cepparello"

Sondaggio: S2

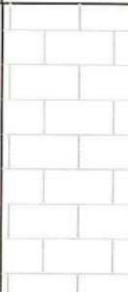
Prof.	Strat.	Pocket	Vane	Descrizione	Osservazioni
-20,00 m -20,20 m				Orizzonte di clasti arenacei e marnosi in matrice limoso-argillosa di colore grigio (dimensioni da centimetriche a decimetriche)	
-20,60 m		3.0	0.5	Limo sabbioso-argilloso consistente con clasti arenacei e marnosi di dimensioni centimetriche di colore grigio-marrone.	S2 da 20 m a 25 m Campione rimaneggiato S2CR2 da -20.20 m a -20.60 m
-20,90 m				Alternanza di siltidi rimaneggiate di colore verde e marrone e arenarie calcaree fratturate di colore grigio (presenza di vene di calcite)	
-21,00 m				Arenarie calcaree fratturate di colore grigio (presenza di vene di calcite)	Sondaggio realizzato a distruzione di nucleo dalla profondità di -21,00 m dal p.c. fino a -27,00 m dal p.c.
-25,00 m					

Data: Ottobre 2006

Metodo perforazione: Carotaggio continuo a rotazione

Cantiere: Poggibonsi Loc. "Cepparello"

Sondaggio: S2

Prof.	Strat.	Pocket	Vane	Descrizione	Osservazioni
-25,00 m				Arenarie calcaree fratturate di colore grigio (presenza di vene di calcite)	<p>S2 da 25 m a 27 m</p> <p>Sondaggio realizzato a distruzione di nucleo dalla profondità di -21,00 m dal p.c. fino a -27,00 m dal p.c.</p>
-26,70 m				Cella di Casagrande	
-27,00 m					



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Certificati di prova n. 1973-2014/2006

Firenze li 11/12/2006

SETTORE: meccanica delle terre

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

DATA ESECUZIONE PROVE: 20/10/06 - 04/12/06

CAMPIONI:

S1C1 profondità 3.0 - 3.5 m

S1C2 profondità 6.0 - 6.5 m

S1Cr3 profondità 9.7 - 10.2 m

S1Cr4 profondità 14.5 - 15.0 m

S1Cr5 profondità 15.0 - 15.3 m

S2C1 profondità 12.0 - 12.5 m

S2Cr2 profondità 20.4 - 20.6 m

Prove eseguite

- 1 - Umidità naturale (CNR - UNI 10008)
- 2 - Peso di volume naturale (Boll. Uff. CNR n. 40)
- 3 - Limiti di Atterberg (ASTM D 4318/84)
- 4 - Analisi granulometrica per setacciatura: per via umida (ASTM D 421/85)
- 5 - Analisi granulometrica della frazione fine: metodo del densimetro (ASTM D 1140/71)
- 6 - Limite di ritiro (ASTM D 4318/84)
- 7 - Prova edometrica a gradini di carico costante (ASTM 2435)
- 8 - Peso specifico dei grani (Boll. Uff. CNR n. 64)
- 9 - Prova di taglio (ASTM D 3080/72)
- 10 - Prova triassiale consolidata non drenata (ASTM D 2850/87)

Lo sperimentatore

Il direttore del Laboratorio

Ing. Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 2

CERTIFICATO DI PROVA N. 1973/2006

CAMPIONE: S1C1 profondità 3.0 - 3.5 m	Firenze li 11/12/2006
COMMITTENTE: Acque S.p.A.	V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)	Data apertura: 20/10/06

Descrizione del campione

Campione indisturbato prelevato con campionatore Shelby di diametro di 88.9 mm da sondaggio eseguito a rotazione a carotaggio continuo

0 - 24 cm: limo argilloso con abbondanti elementi litici e frammenti di laterizi
colore marrone - grigio verdastro

24 - 38 cm: limo argilloso con sporadici elementi litici
colore giallo marroncino
prove eseguite: umidità naturale, peso di volume, granulometria, limiti, limite del ritiro, peso specifico dei grani, edometria e triassiale C.I.U.



Lo sperimentatore

Michèle Calvo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Polini

Francesco Polini



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 2 di 2

CERTIFICATO DI PROVA N. 1973/2006

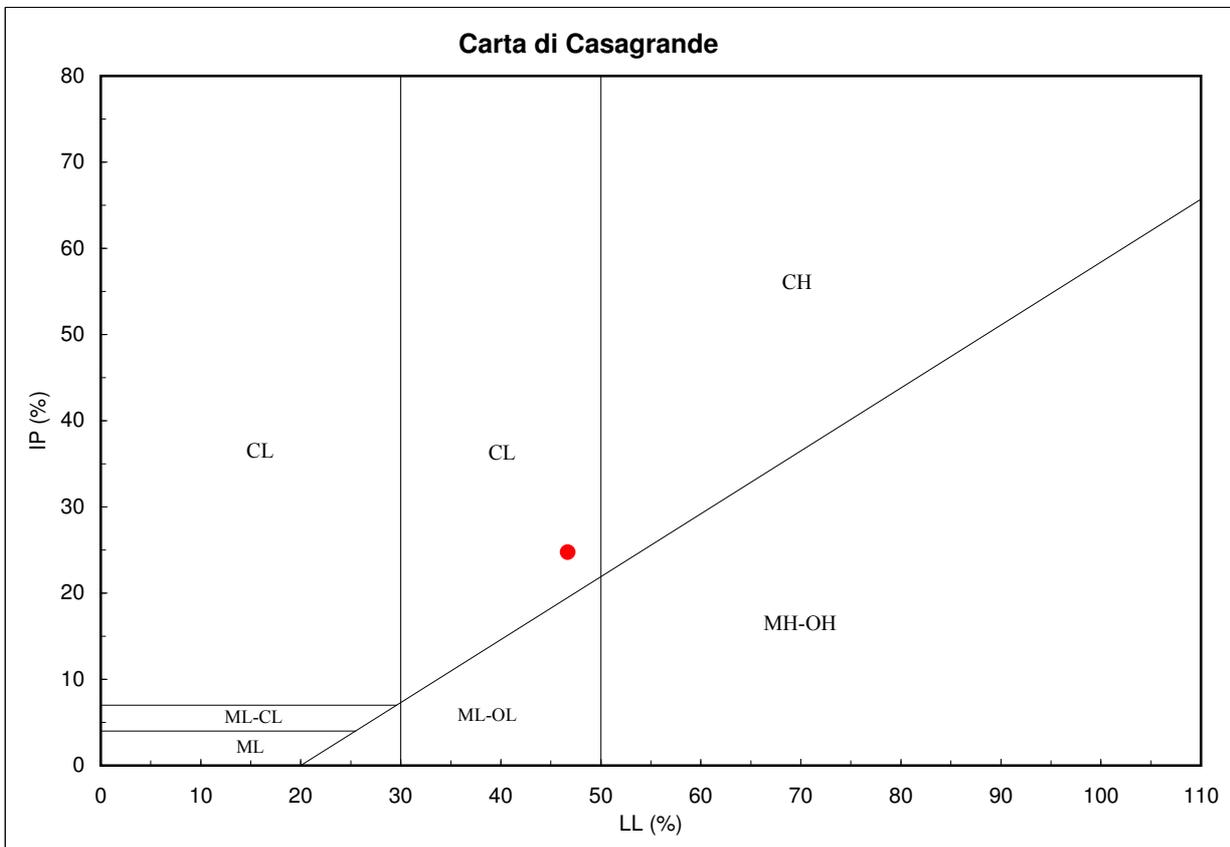
CAMPIONE: S1C1 profondità 3.0 - 3.5 m
COMMITTENTE: Acque S.p.A.
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006
V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
Data prova: 26/10/06 - 11/11/06

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)
Limiti di Atterberg (CNR-UNI 10014)

Contenuto d'acqua (Wn) =	21,23%	Limite di liquidità (LL) =	46,7%
Limite di plasticità (LP) =	21,9%	Indice di plasticità (IP) =	24,7%
Indice di consistenza (Ic) =	1,03	Indice di attività (Iat) =	1,05

CL = argille inorganiche di
media plasticità



Lo sperimentatore

Michèle Calmo





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 1

CERTIFICATO DI PROVA N. 1974/2006

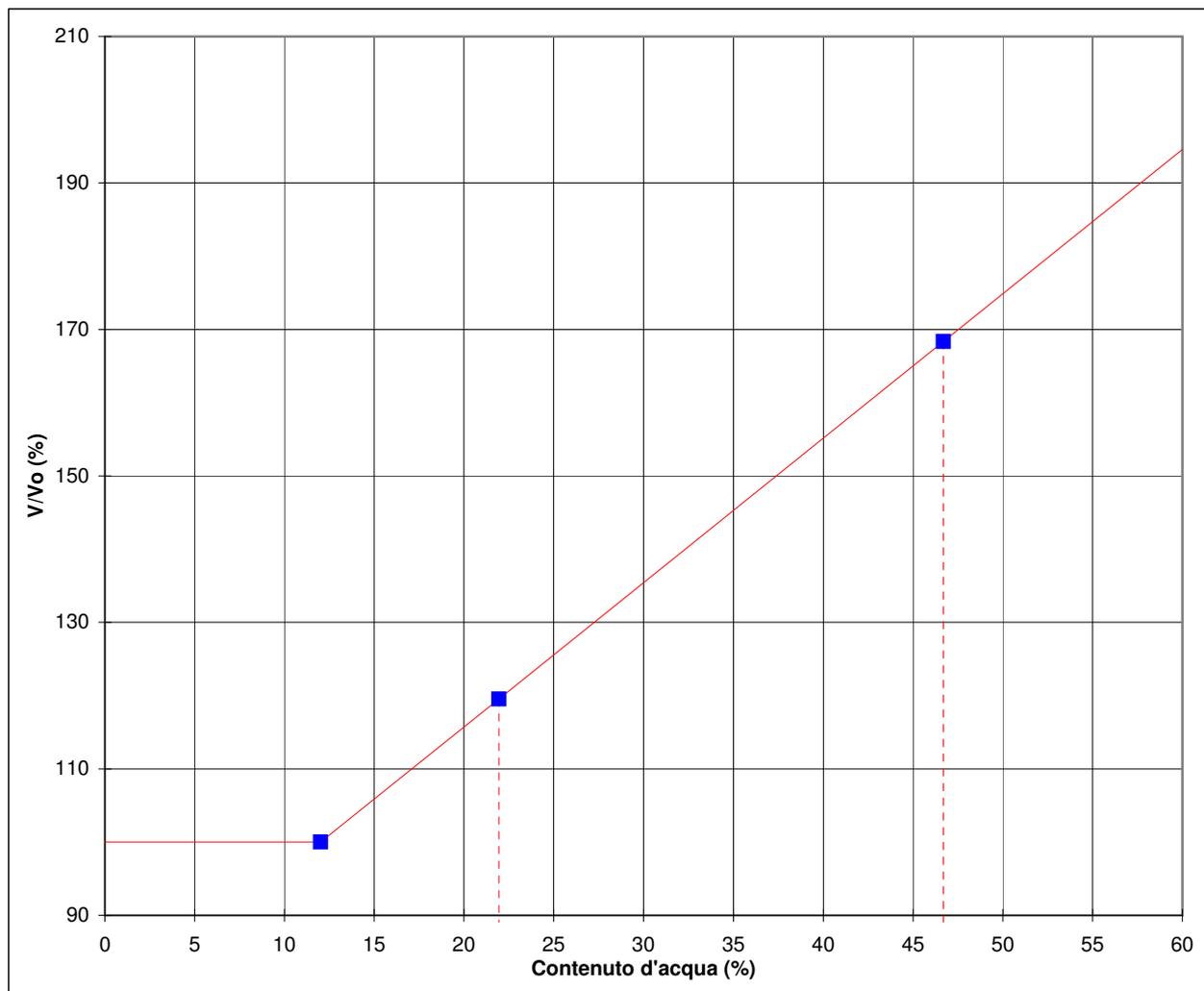
CAMPIONE: S1C1 profondità 3.0 - 3.5 m
COMMITTENTE: Acque S.p.A.
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006
V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
Data prova: 26/10/06 - 11/11/06

Limite di ritiro (CNR-UNI 10014)

Limite di ritiro (Ws) = 12,0%

Coefficiente di ritiro (Rs) = 1,97



Lo sperimentatore
Michela Colaneri

Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Polini
Francesco Polini



CERTIFICATO DI PROVA N. 1974/2006

CAMPIONE: S1C1 profondità 3.0 - 3.5 m
COMMITTENTE: Acque S.p.A.
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

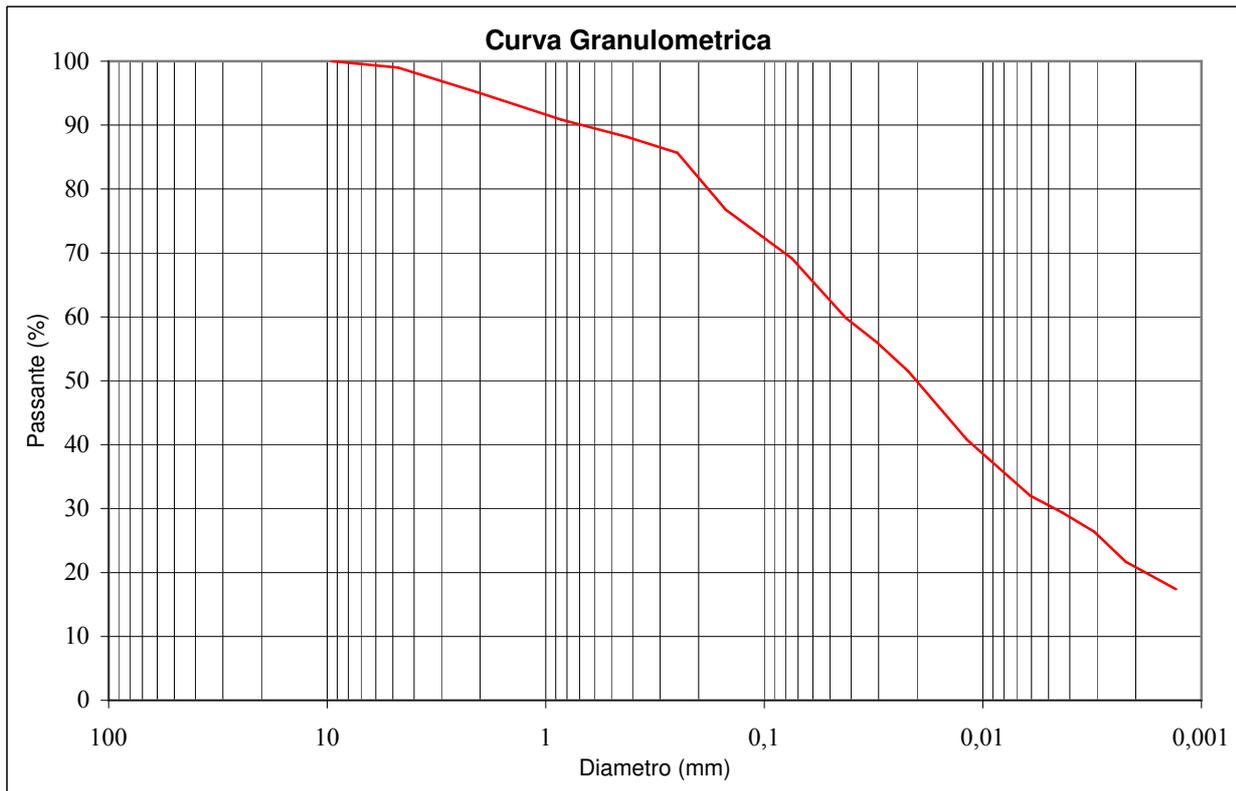
Firenze li 11/12/2006
V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
Data prova: 21/10/06 - 24/11/06

Analisi granulometrica

Setacciatura: per via umida (ASTM D 421)

Frazione fine: metodo del densimetro (ASTM D 422)

Setacciatura		Sedimentazione	
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
9,5	100	0,0424	59,8
4,75	98,98	0,0305	56,0
2	95,02	0,0220	51,5
0,850	90,87	0,0118	40,8
0,425	88,17	0,0061	32,0
0,250	85,66	0,0043	29,4
0,150	76,78	0,0031	26,4
0,075	69,16	0,0022	21,7
		0,0013	17,4



Ghiaia: 5,0%

Sabbia: 29,5%

Limo: 44,7%

Argilla: 20,8%

Limo con sabbia argilloso

Lo sperimentatore

Michele Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 1

CERTIFICATO DI PROVA N. 1975/2006

CAMPIONE: SIC1 profondità 3.0 - 3.5 m	Firenze li 11/12/2006
COMMITTENTE: Acque S.p.A.	V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)	Data prova: 20/10/06 - 09/11/06

Peso specifico dei grani (CNR-UNI 10013)

Peso specifico dei grani (kN/m ³)	26,81
Peso di volume secco (kN/m ³)	15,6
Indice dei vuoti =	0,721
Grado di saturazione (%) =	89,38
Contenuto d'acqua (%) =	23,53

Lo sperimentatore
Michèle Caloni



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 3

CERTIFICATO DI PROVA N. 1976/2006

CAMPIONE: SIC1 profondità 3.0 - 3.5 m

Firenze li 11/12/2006

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Data prova: 20/10/06 - 14/11/06

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)

Peso di volume (Boll. Uff. CNR n. 40)

Prova edometrica a gradini di carico costante (ASTM 2435)

	Iniziale	Finale
Altezza (mm)	19,928	17,886
Volume (cmc)	39,727	35,656
Peso di volume naturale (kN/m ³)	19,2	20,8
Peso di volume secco (kN/m ³)	15,6	17,4
Contenuto d'acqua (%)	23,53	20,03
Indice dei vuoti	0,721	0,524

Pressione (kPa)	Cedimento (%)	Indice dei vuoti	Mv (m²/kN)	Av (m²/kN)
24,5	0,276	0,716	--	--
49,0	0,770	0,708	0,0002013	0,0003465
98,1	2,358	0,681	0,0003240	0,0005577
196,1	4,740	0,640	0,0002429	0,0004181
392,3	7,341	0,595	0,0001326	0,0002282
784,6	10,240	0,545	0,0000739	0,0001272
1569,1	13,219	0,494	0,0000380	0,0000654
392,3	12,582	0,505	0,0000054	0,0000093
98,1	11,472	0,524	0,0000377	0,0000649
24,5	10,247	0,545	0,0001665	0,0002865

Lo sperimentatore

Michèle Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 2 di 3

CERTIFICATO DI PROVA N. 1976/2006

CAMPIONE: SIC1 profondità 3.0 - 3.5 m

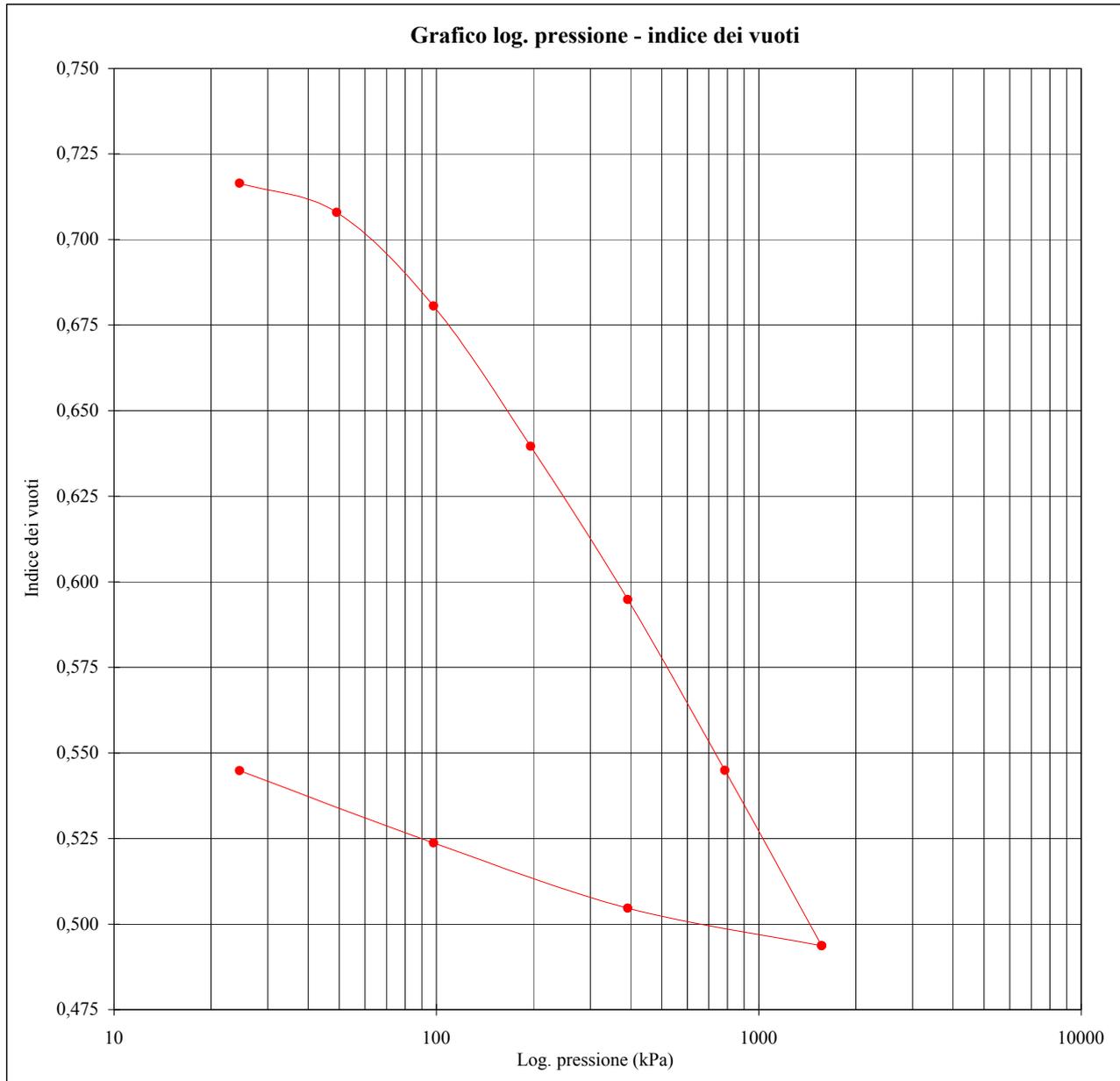
COMMITTENTE: Acque S.p.A.

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

Data prova: 20/10/06 - 14/11/06



Lo sperimentatore
Michèle Colm



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Polini

Francesco Polini



CERTIFICATO DI PROVA N. 1976/2006

CAMPIONE: SIC1 profondità 3.0 - 3.5 m

Firenze li 11/12/2006

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Data prova: 20/10/06 - 14/11/06

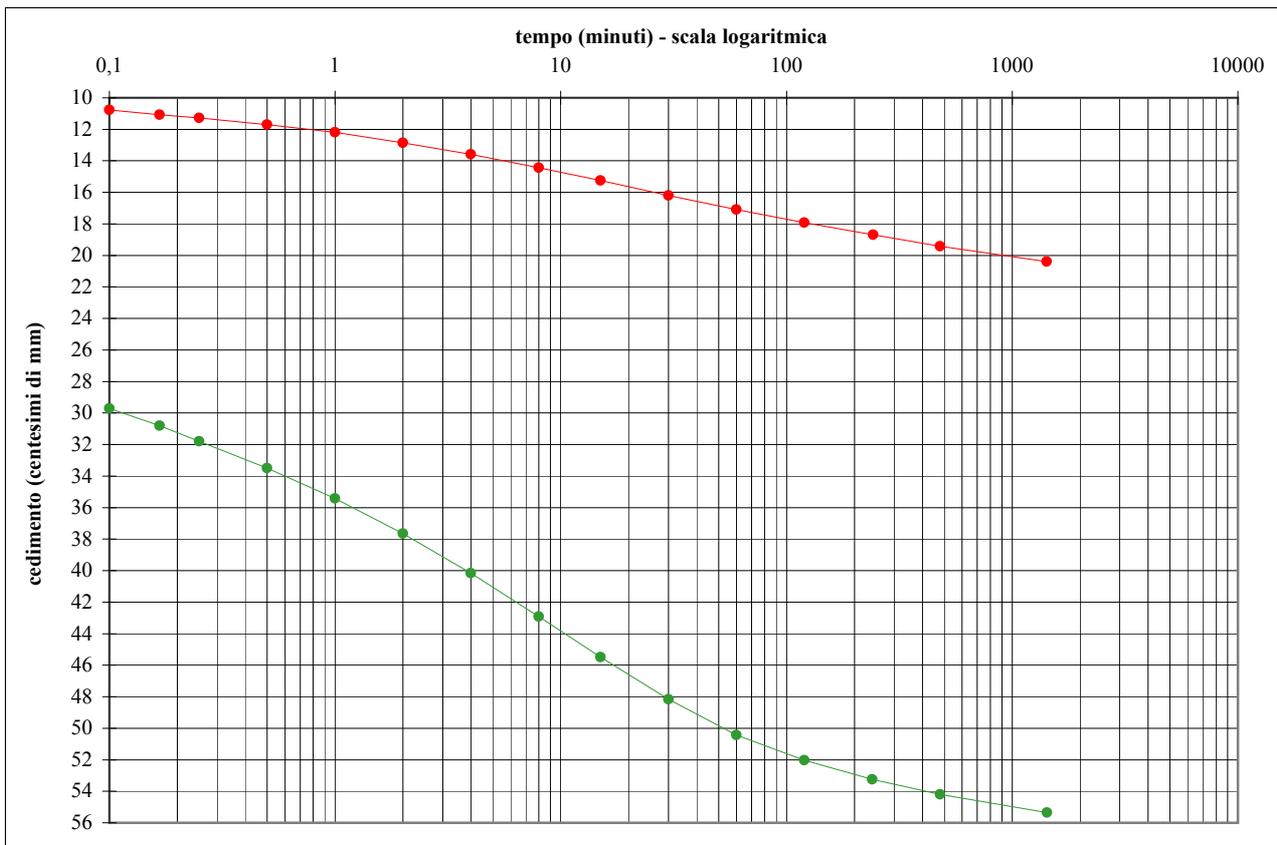
Cedimento in funzione del tempo

carico da 24.5 a 49.0 kPa

carico da 49.0 a 98.1 kPa

tempo (minuti)	Cedimento (10 ⁻² mm)
0,10	10,775
0,17	11,075
0,25	11,275
0,50	11,700
1	12,185
2	12,865
4	13,580
8	14,445
15	15,250
30	16,200
60	17,090
120	17,920
242	18,680
480	19,420
1420	20,385

tempo (minuti)	Cedimento (10 ⁻² mm)
0,10	29,700
0,17	30,800
0,25	31,800
0,50	33,500
1	35,415
2	37,650
4	40,160
8	42,910
15	45,490
30	48,170
60	50,420
120	52,035
240	53,250
480	54,205
1427	55,345



Lo sperimentatore

Michèle Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Polini

Francesco Polini



CERTIFICATO DI PROVA N. 1977/2006

CAMPIONE: S1C1 profondità 3.0 - 3.5 m
COMMITTENTE: Acque S.p.A.
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006
V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
Data prova: 27/11/06 - 04/12/06

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)

Peso di volume (Boll. Uff. CNR n. 40)

Prova triassiale consolidata non drenata (ASTM D 2850)

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Altezza iniziale (cm)	7.62	7.62	7.62
Diametro iniziale (cm)	3.82	3.82	3.82
Volume iniziale (cmc)	87.24	87.11	87.11
Vel. def. (mm/min)	0.0060	0.0060	0.0060
Condizioni prima della prova			
Peso di volume naturale (kN/m ³)	20.2	20.1	20.0
Peso di volume secco (kN/m ³)	16.8	16.6	16.6
Contenuto d'acqua naturale (%)	20.52	20.58	20.75
Condizioni iniziali della prova			
Pressione laterale totale (kPa)	453.0	553.4	652.5
Back pressure (kPa)	351.7	351.7	351.7
Pressione laterale effettiva (kPa)	101.4	201.7	300.8
Consolidazione			
Variazione di volume ($\Delta V/V$) %	0.40	2.30	2.76
Condizioni a rottura			
Tensione deviatorica (kPa)	141.33	200.31	294.43
Deformazione assiale (%)	19.37	18.19	19.05
Pressione neutra (kPa)	381.3	435.7	483.4
Sovrappresione neutra (kPa)	29.6	84.0	131.7
Pressione laterale effettiva (kPa)	71.7	117.7	169.1
Coefficiente di pressione neutra (A)	0.210	0.419	0.447

Lo sperimentatore

Michèle Colan



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi

**CERTIFICATO DI PROVA N. 1977/2006****CAMPIONE: S1C1 profondità 3.0 - 3.5 m**

Firenze li 11/12/2006

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Data prova: 27/11/06 - 04/12/06

Prova triassiale consolidata non drenata (ASTM D 2850)

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
$\sigma_1 - \sigma_3$	ϵ	u-uo	A	$\sigma_1 - \sigma_3$	ϵ	u-uo	A	$\sigma_1 - \sigma_3$	ϵ	u-uo	A
(kPa)	(%)	(kPa)		(kPa)	(%)	(kPa)		(kPa)	(%)	(kPa)	
11.6	0.12	1.4	0.120	5.4	0.16	0.7	0.131	26.2	0.14	0.4	0.015
100.8	1.17	44.0	0.437	115.3	1.08	55.6	0.483	191.0	1.17	81.4	0.426
108.4	2.27	49.8	0.460	148.4	2.04	87.6	0.591	237.6	2.24	129.7	0.546
112.2	3.38	51.2	0.457	160.3	3.03	99.8	0.623	252.6	3.32	147.8	0.585
114.3	4.46	48.8	0.427	166.3	4.01	103.2	0.621	261.5	4.38	153.1	0.585
117.9	5.55	46.0	0.390	170.5	4.97	103.6	0.608	267.6	5.45	153.7	0.574
120.6	6.65	43.6	0.362	175.0	5.93	102.8	0.587	271.7	6.54	154.4	0.568
122.6	7.62	42.0	0.343	177.7	6.92	101.1	0.569	274.5	7.50	153.4	0.559
124.5	8.58	40.7	0.327	181.1	7.90	99.3	0.548	277.1	8.46	150.9	0.544
125.5	9.55	39.2	0.313	183.1	8.87	97.4	0.532	279.7	9.41	148.3	0.530
125.6	10.58	37.8	0.301	185.6	9.84	95.8	0.516	282.9	10.38	147.7	0.522
129.5	11.61	36.7	0.284	187.4	10.85	94.9	0.507	285.0	11.39	145.0	0.509
129.6	12.57	35.0	0.270	189.9	11.88	93.4	0.492	286.5	12.34	143.5	0.501
132.0	13.53	34.3	0.260	191.6	12.84	91.6	0.478	287.9	13.29	142.0	0.493
133.4	14.51	32.8	0.246	193.8	13.92	90.4	0.467	290.6	14.25	139.3	0.480
134.9	15.49	33.1	0.246	196.1	15.03	87.9	0.448	292.4	15.21	137.3	0.470
136.2	16.44	30.8	0.226	198.4	16.13	87.3	0.440	293.4	16.17	136.3	0.465
137.6	17.40	30.1	0.219	199.1	17.21	85.3	0.429	293.7	17.12	136.2	0.464
139.5	18.39	29.4	0.211	200.3	18.19	84.0	0.419	293.8	18.08	132.9	0.453
141.3	19.37	29.6	0.210	199.2	19.18	83.0	0.417	294.4	19.05	131.7	0.447
140.0	20.09	27.4	0.195	199.2	20.03	82.3	0.413	293.6	20.01	130.6	0.445

 ϵ : deformazione assiale

u-uo sovrappressione neutra

 $\sigma_1 - \sigma_3$: tensione deviatorica

A Coefficiente di pressione neutra

Lo sperimentatore

Michèle Colandirettore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi*Francesco Politi*



CERTIFICATO DI PROVA N. 1977/2006

CAMPIONE: S1C1 profondità 3.0 - 3.5 m

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

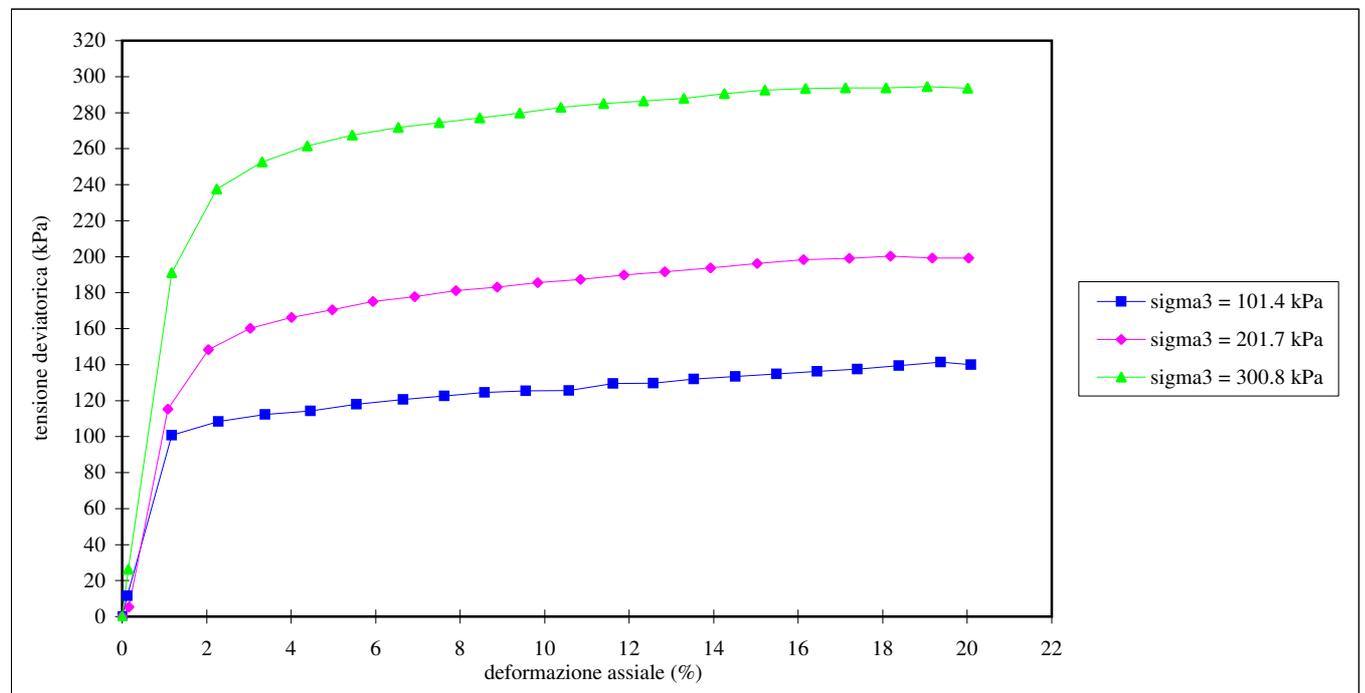
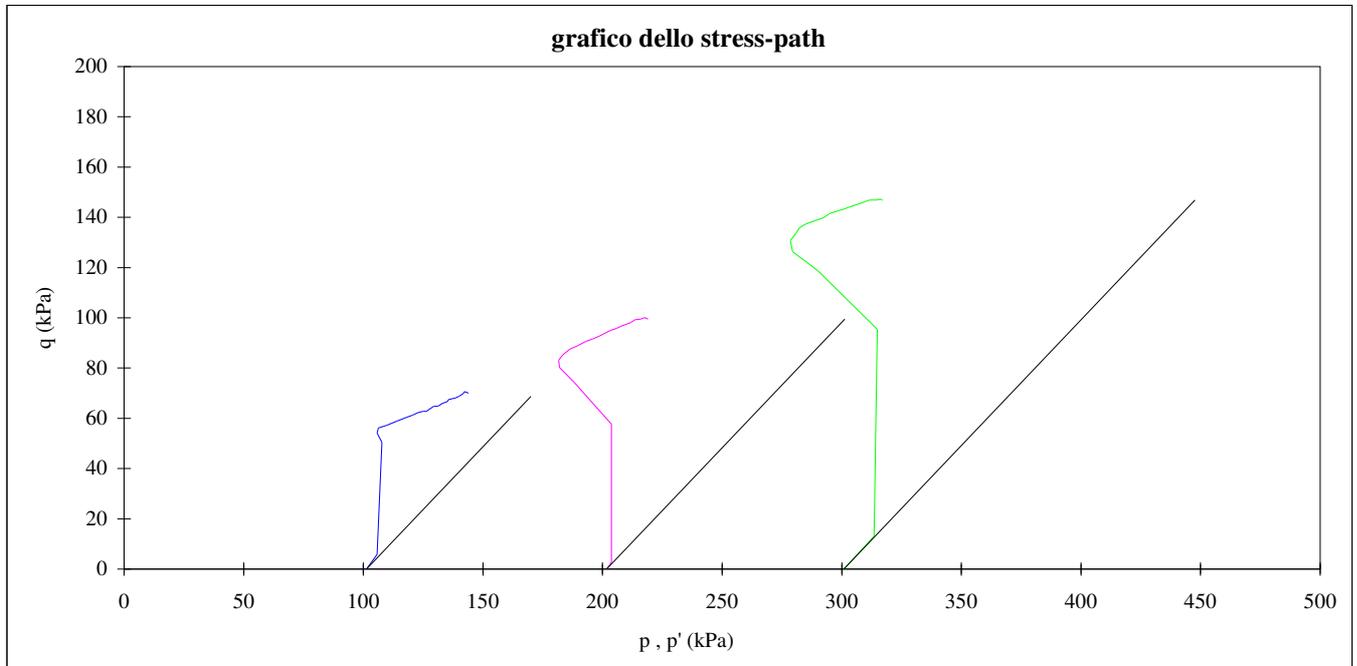
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

Data prova: 27/11/06 - 04/12/06

Prova triassiale consolidata non drenata (ASTM D 2850)



Lo sperimentatore

Michele Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Polini

Francesco Polini



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

CERTIFICATO DI PROVA N. 1977/2006

CAMPIONE: S1C1 profondità 3.0 - 3.5 m

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

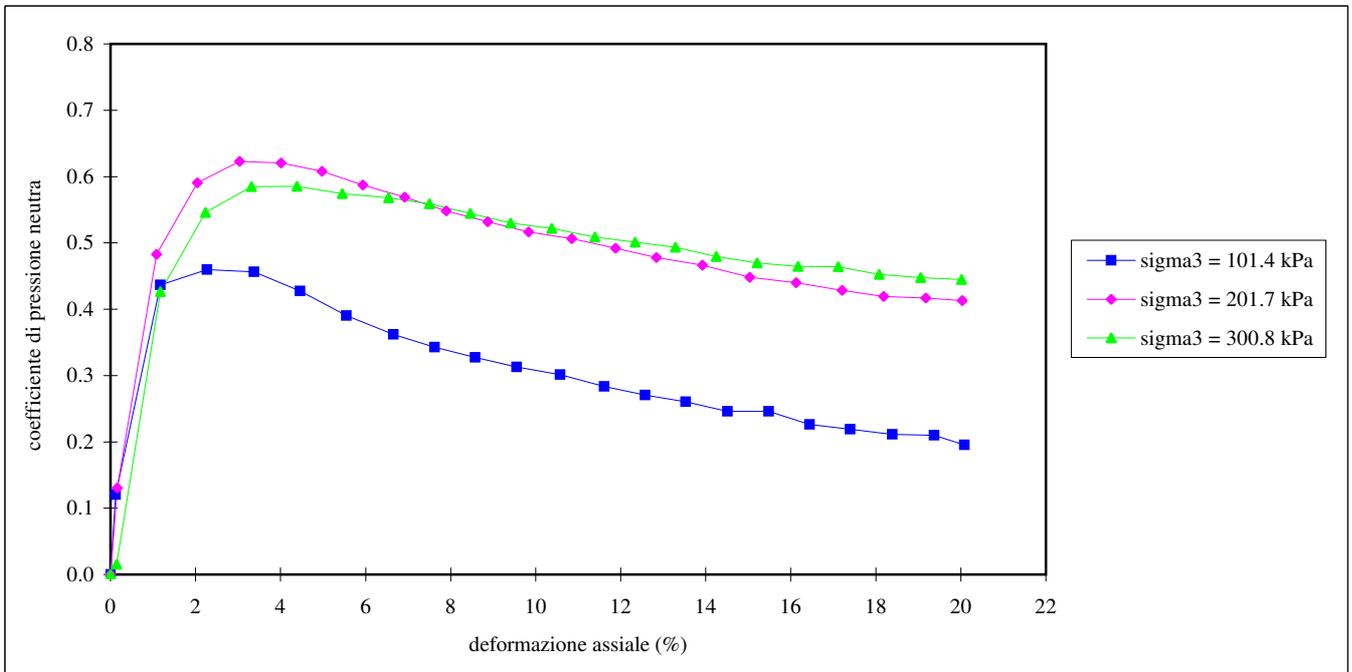
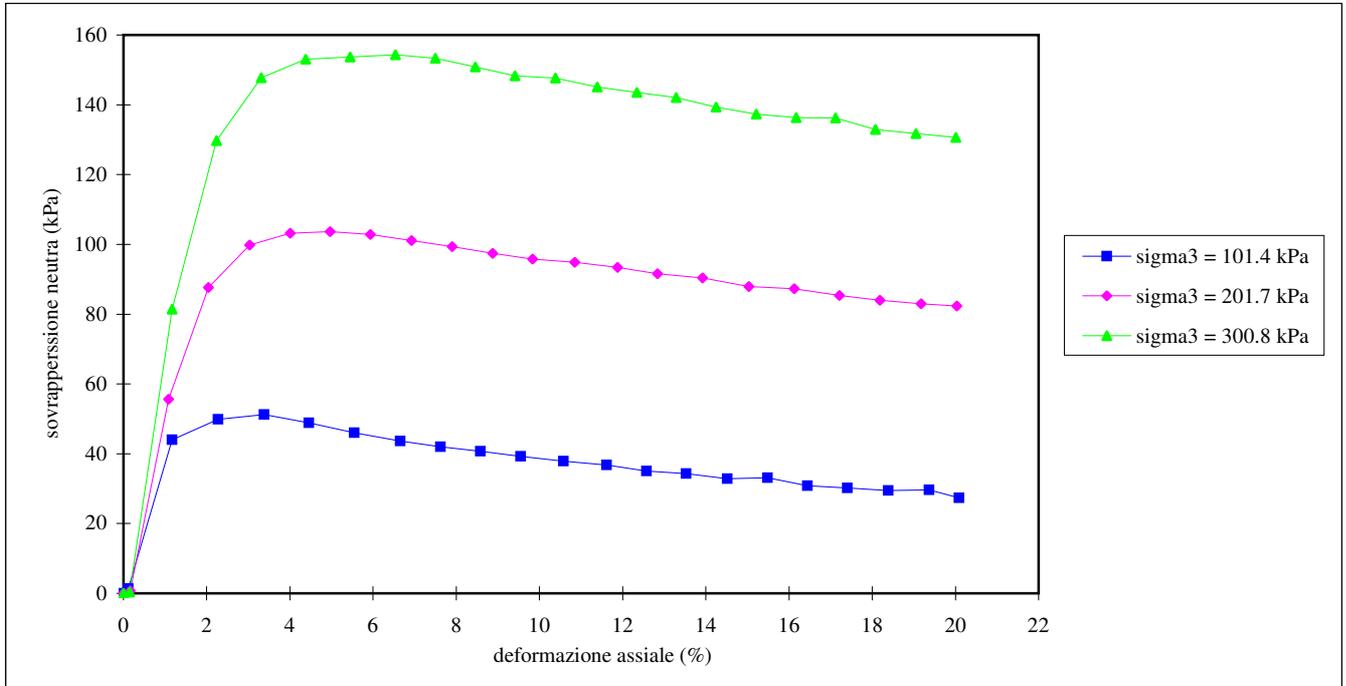
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

Data prova: 27/11/06 - 04/12/06

Prova triassiale consolidata non drenata (ASTM D 2850)



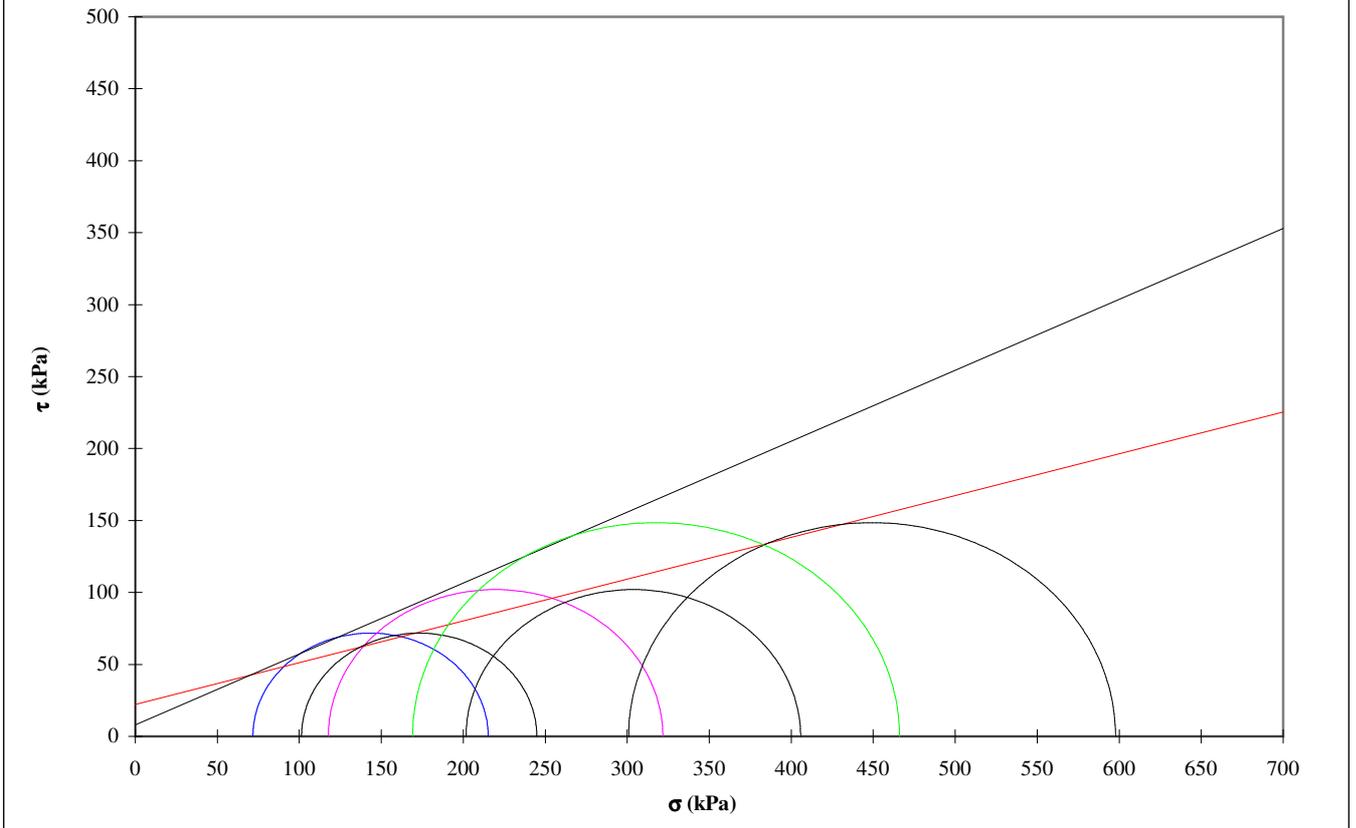
Lo sperimentatore
Michèle Calm



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi

Grafico Sigma - Tau





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 2

CERTIFICATO DI PROVA N. 1978/2006

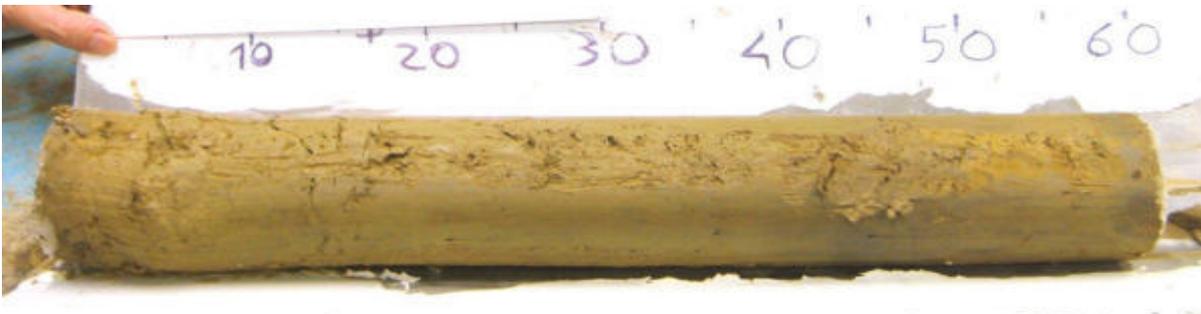
CAMPIONE: S1C2 profondità 6.0 - 6.5 m	Firenze li 11/12/2006
COMMITTENTE: Acque S.p.A.	V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)	Data apertura: 20/10/06

Descrizione del campione

Campione indisturbato prelevato con campionatore Shelby di diametro di 88.9 mm da sondaggio eseguito a rotazione a carotaggio continuo

0 - 59 cm: limo argilloso con sporadici elementi litici
colore marrone oliva chiaro

prove eseguite: umidità naturale, peso di volume, granulometria, limiti, limite del ritiro, peso specifico dei grani, edometria e triassiale C.I.U.



Lo sperimentatore

Michele Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 2 di 2

CERTIFICATO DI PROVA N. 1979/2006

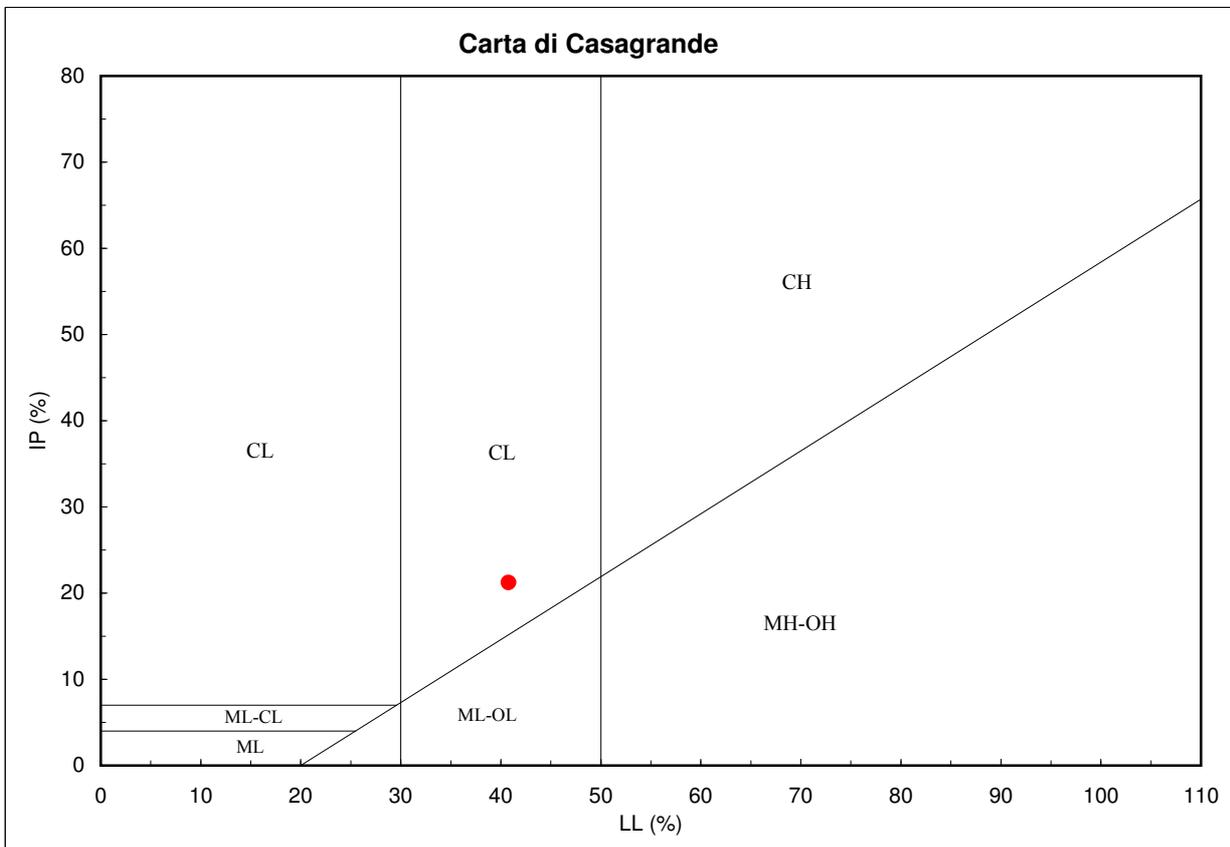
CAMPIONE: S1C2 profondità 6.0 - 6.5 m
COMMITTENTE: Acque S.p.A.
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006
V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
Data prova: 26/10/06 - 11/11/06

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)
Limiti di Atterberg (CNR-UNI 10014)

Contenuto d'acqua (Wn) =	21,80%	Limite di liquidità (LL) =	40,8%
Limite di plasticità (LP) =	19,5%	Indice di plasticità (IP) =	21,2%
Indice di consistenza (Ic) =	0,89	Indice di attività (Iat) =	0,68

CL = argille inorganiche di
media plasticità



Lo sperimentatore

Michèle Caloni



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 1

CERTIFICATO DI PROVA N. 1980/2006

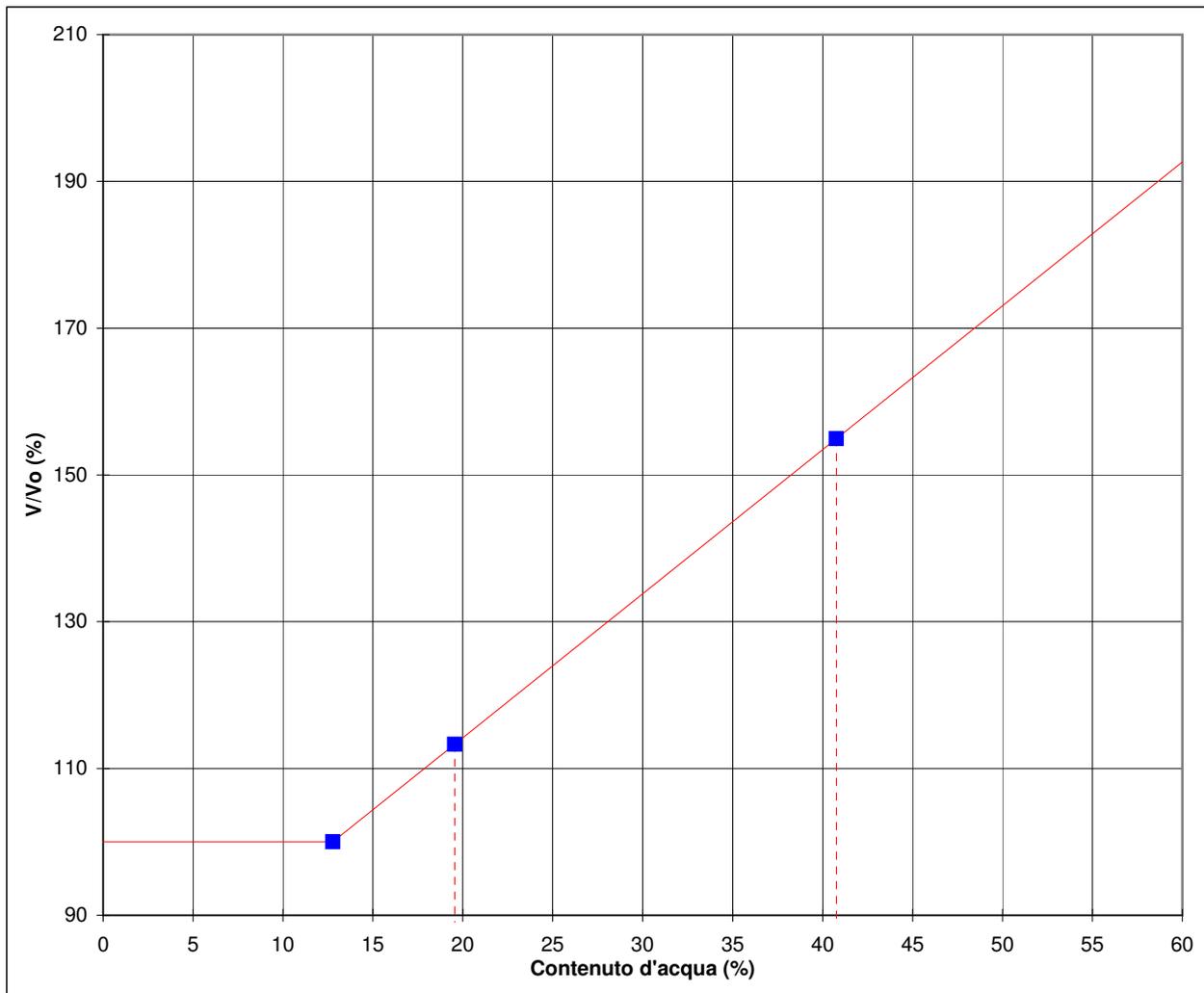
CAMPIONE: S1C2 profondità 6.0 - 6.5 m
COMMITTENTE: Acque S.p.A.
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006
V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
Data prova: 26/10/06 - 11/11/06

Limite di ritiro (CNR-UNI 10014)

Limite di ritiro (Ws) = 12,8%

Coefficiente di ritiro (Rs) = 1,96



Lo sperimentatore
Michela Caloni

IGETECMA s.a.s. direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Polini
Francesco Polini



CERTIFICATO DI PROVA N. 1981/2006

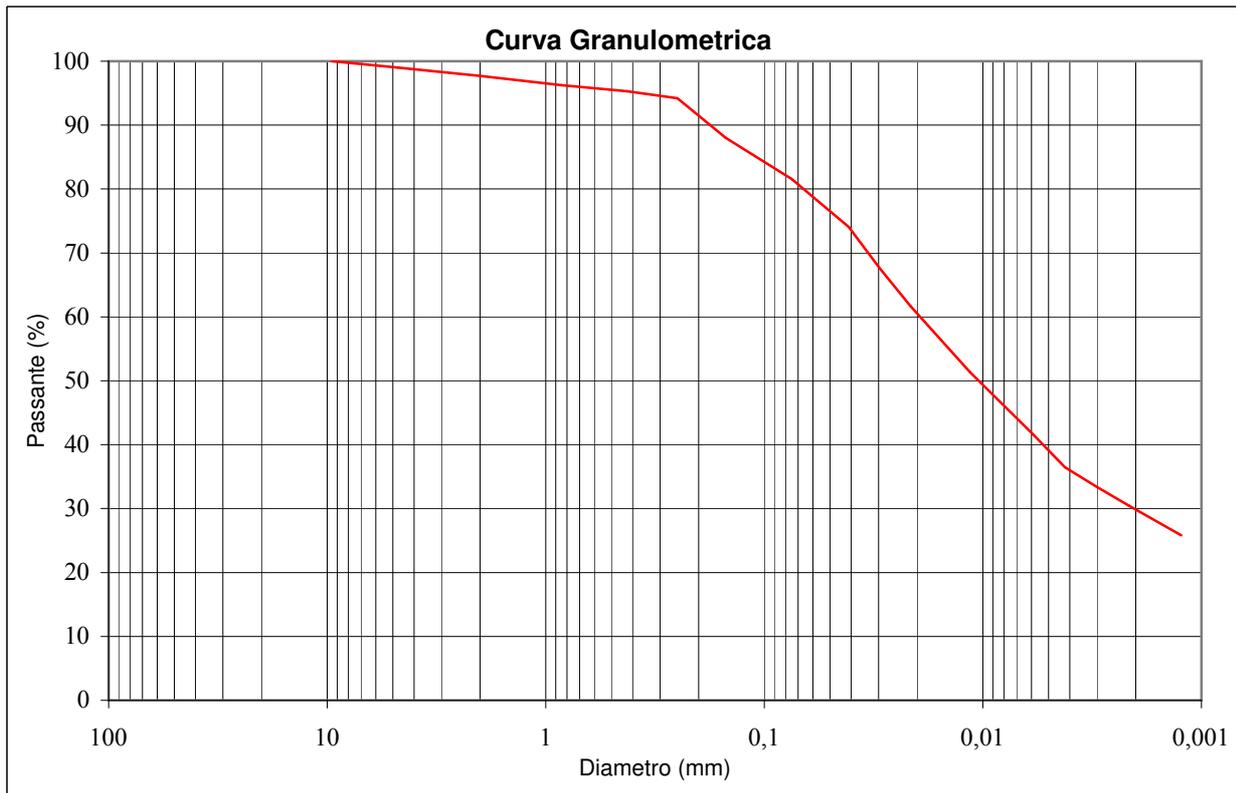
CAMPIONE: S1C2 profondità 6.0 - 6.5 m	Firenze li 11/12/2006
COMMITTENTE: Acque S.p.A.	V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)	Data prova: 21/10/06 - 24/11/06

Analisi granulometrica

Setacciatura: per via umida (ASTM D 421)

Frazione fine: metodo del densimetro (ASTM D 422)

Setacciatura		Sedimentazione	
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
9,5	100	0,0411	74,1
4,75	99,01	0,0297	67,7
2	97,70	0,0214	61,7
0,850	96,24	0,0114	51,3
0,425	95,32	0,0059	41,6
0,250	94,19	0,0042	36,5
0,150	88,03	0,0030	33,4
0,075	81,55	0,0021	30,4
		0,0012	25,8



Ghiaia: 2,3% Sabbia: 18,9% Limo: 48,9% Argilla: 29,9%

Limo con argilla sabbioso

Lo sperimentatore

Michele Calmo





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 1

CERTIFICATO DI PROVA N. 1982/2006

CAMPIONE: SIC2 profondità 6.0 - 6.5 m	Firenze li 11/12/2006
COMMITTENTE: Acque S.p.A.	V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)	Data prova: 20/10/06 - 09/11/06

Peso specifico dei grani (CNR-UNI 10013)

Peso specifico dei grani (kN/m ³)	26,68
Peso di volume secco (kN/m ³)	15,9
Indice dei vuoti =	0,675
Grado di saturazione (%) =	94,59
Contenuto d'acqua (%) =	23,42

Lo sperimentatore

Michèle Caloni



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 3

CERTIFICATO DI PROVA N. 1983/2006

CAMPIONE: SIC2 profondità 6.0 - 6.5 m

Firenze li 11/12/2006

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Data prova: 20/10/06 - 14/11/06

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)

Peso di volume (Boll. Uff. CNR n. 40)

Prova edometrica a gradini di carico costante (ASTM 2435)

	Iniziale	Finale
Altezza (mm)	19,981	18,074
Volume (cmc)	40,168	36,334
Peso di volume naturale (kN/m ³)	19,7	21,0
Peso di volume secco (kN/m ³)	15,9	17,6
Contenuto d'acqua (%)	23,42	19,42
Indice dei vuoti	0,675	0,493

Pressione (kPa)	Cedimento (%)	Indice dei vuoti	Mv (m²/kN)	Av (m²/kN)
24,5	0,300	0,670	--	--
49,0	0,725	0,663	0,0001732	0,0002901
98,1	2,054	0,640	0,0002711	0,0004541
196,1	4,243	0,604	0,0002232	0,0003737
392,3	6,914	0,559	0,0001362	0,0002281
784,6	9,668	0,513	0,0000702	0,0001175
1569,1	12,684	0,462	0,0000384	0,0000644
392,3	12,015	0,474	0,0000057	0,0000095
98,1	10,828	0,493	0,0000404	0,0000676
24,5	9,547	0,515	0,0001742	0,0002917

Lo sperimentatore

Michèle Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 2 di 3

CERTIFICATO DI PROVA N. 1983/2006

CAMPIONE: SIC2 profondità 6.0 - 6.5 m

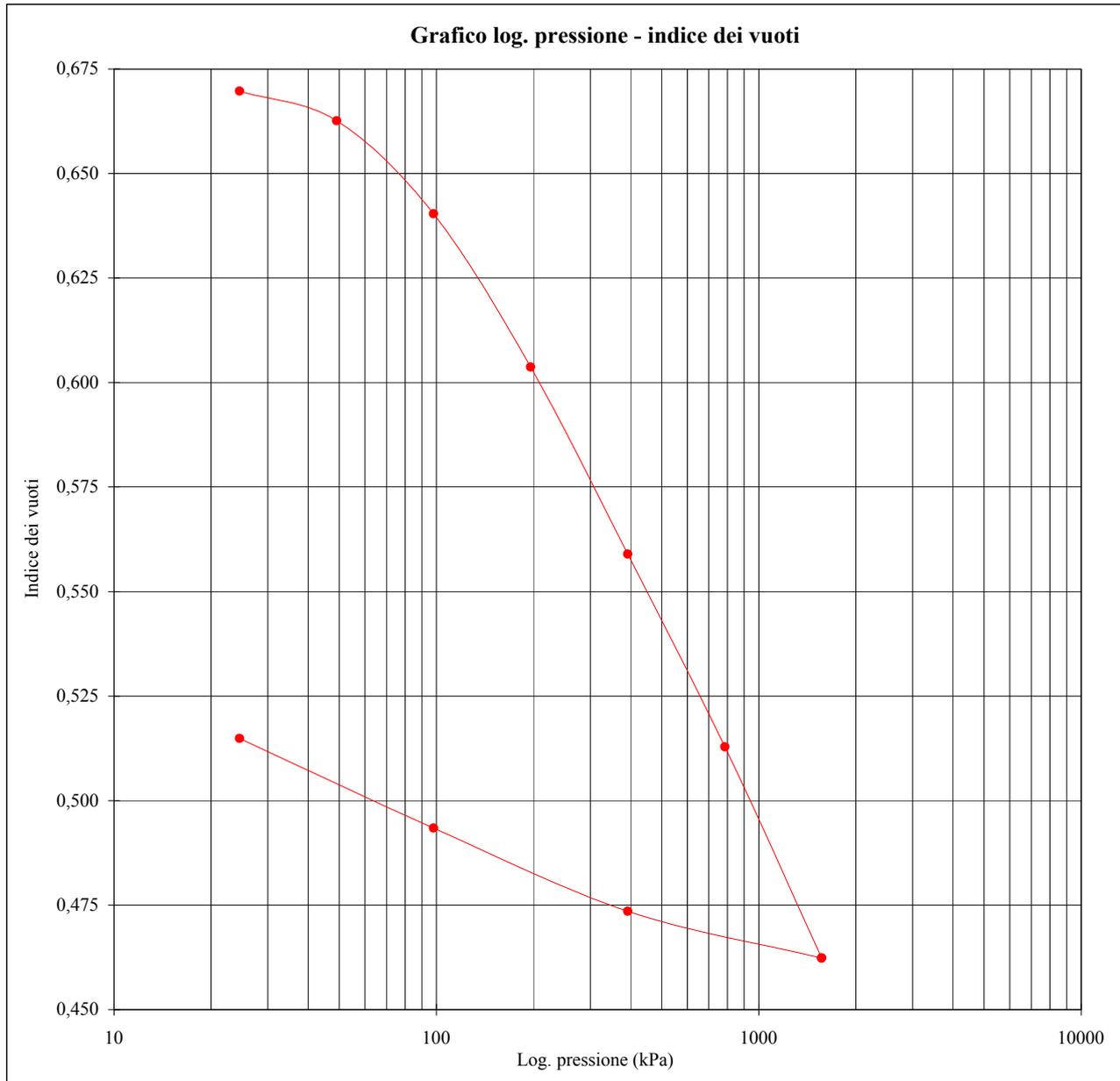
COMMITTENTE: Acque S.p.A.

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

Data prova: 20/10/06 - 14/11/06



Lo sperimentatore

Michèle Colm



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Polini

Francesco Polini



CERTIFICATO DI PROVA N. 1983/2006

CAMPIONE: SIC2 profondità 6.0 - 6.5 m

Firenze li 11/12/2006

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

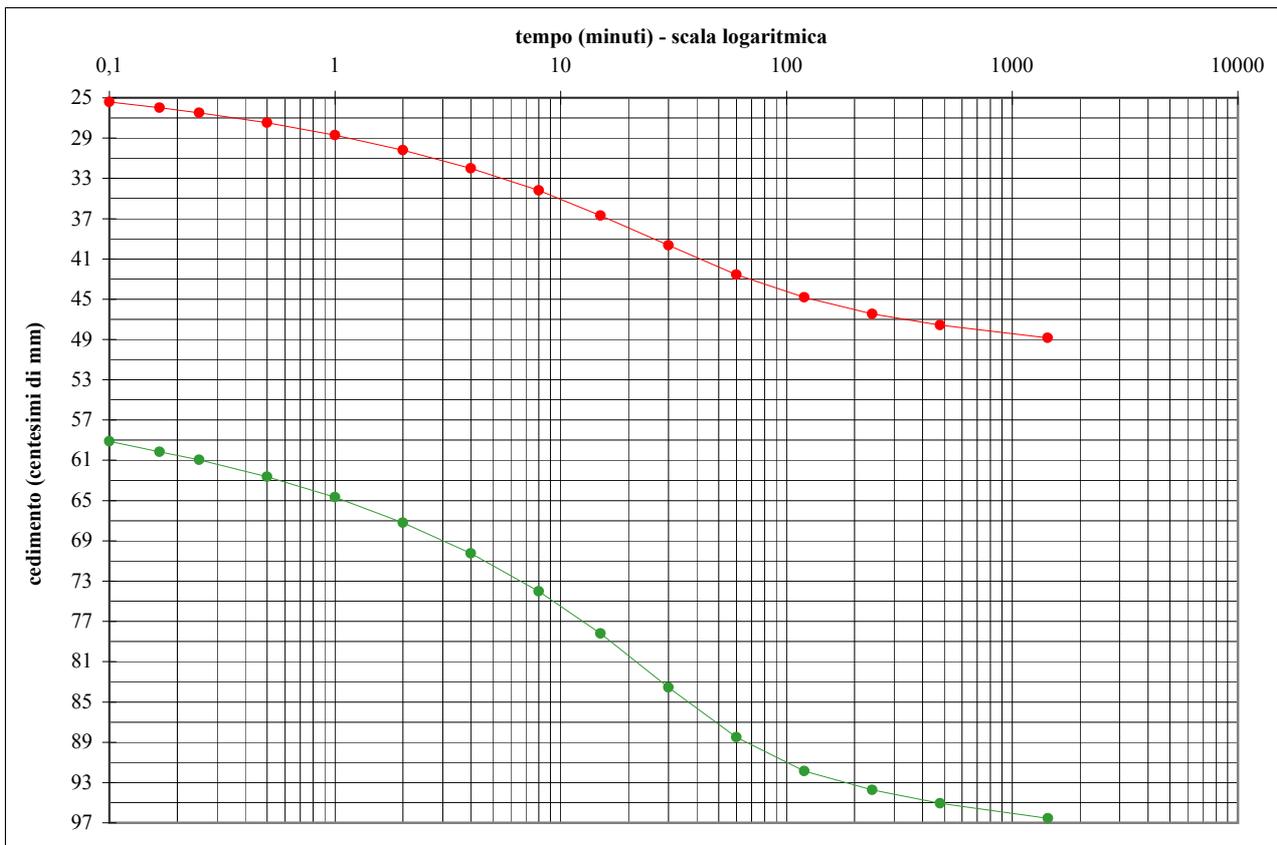
Data prova: 20/10/06 - 14/11/06

Cedimento in funzione del tempo

carico da 49.0 a 98.1 kPa

carico da 98.1 a 196.1 kPa

tempo (minuti)	Cedimento (10^{-2} mm)	tempo (minuti)	Cedimento (10^{-2} mm)
0,10	25,400	0,10	59,100
0,17	25,975	0,17	60,175
0,25	26,500	0,25	60,950
0,50	27,485	0,50	62,625
1	28,715	1	64,675
2	30,185	2	67,200
4	32,010	4	70,250
8	34,200	8	74,000
15	36,690	15	78,185
30	39,645	30	83,550
60	42,570	60	88,510
120	44,820	120	91,850
240	46,450	240	93,750
480	47,580	480	95,080
1435	48,850	1440	96,550



Lo sperimentatore

Michèle Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Polini

Francesco Polini



CERTIFICATO DI PROVA N. 1984/2006

CAMPIONE: S1C2 profondità 6.0 - 6.5 m
COMMITTENTE: Acque S.p.A.
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006
V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
Data prova: 26/10/06 - 06/11/06

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)

Peso di volume (Boll. Uff. CNR n. 40)

Prova triassiale consolidata non drenata (ASTM D 2850)

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Altezza iniziale (cm)	7.62	7.62	7.62
Diametro iniziale (cm)	3.82	3.82	3.82
Volume iniziale (cmc)	87.24	87.11	87.11
Vel. def. (mm/min)	0.0060	0.0060	0.0060
Condizioni prima della prova			
Peso di volume naturale (kN/m ³)	20.0	20.1	20.3
Peso di volume secco (kN/m ³)	16.4	16.5	16.8
Contenuto d'acqua naturale (%)	22.10	21.65	21.11
Condizioni iniziali della prova			
Pressione laterale totale (kPa)	453.0	553.4	652.5
Back pressure (kPa)	351.7	351.7	351.7
Pressione laterale effettiva (kPa)	101.4	201.7	300.8
Consolidazione			
Variazione di volume ($\Delta V/V$) %	0.77	1.55	3.16
Condizioni a rottura			
Tensione deviatorica (kPa)	127.9	215.4	325.9
Deformazione assiale (%)	11.23	12.64	14.88
Pressione neutra (kPa)	393.7	445.1	487.2
Sovrappresione neutra (kPa)	42.0	93.4	135.5
Pressione laterale effettiva (kPa)	59.3	108.3	165.3
Coefficiente di pressione neutra (A)	0.329	0.434	0.416

Lo sperimentatore

Michèle Colan



direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



CERTIFICATO DI PROVA N. 1984/2006

CAMPIONE: S1C2 profondità 6.0 - 6.5 m

Firenze li 11/12/2006

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Data prova: 26/10/06 - 06/11/06

Prova triassiale consolidata non drenata (ASTM D 2850)

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
$\sigma_1 - \sigma_3$	ϵ	u-u0	A	$\sigma_1 - \sigma_3$	ϵ	u-u0	A	$\sigma_1 - \sigma_3$	ϵ	u-u0	A
(kPa)	(%)	(kPa)		(kPa)	(%)	(kPa)		(kPa)	(%)	(kPa)	
2.6	0.08	0.1	0.038	2.6	0.05	0.1	0.038	2.6	0.04	0.1	0.038
21.8	0.53	1.5	0.069	65.7	0.78	7.1	0.108	84.1	0.76	7.5	0.089
39.1	0.99	4.0	0.102	136.0	1.42	32.9	0.242	181.1	1.39	40.6	0.224
84.9	1.41	13.1	0.154	168.8	2.10	59.0	0.350	222.7	2.07	79.7	0.358
107.6	2.08	28.3	0.264	184.8	2.80	72.4	0.392	245.8	2.76	98.0	0.399
116.1	2.78	37.0	0.319	194.5	3.49	80.8	0.415	262.6	3.45	110.6	0.421
119.5	3.48	41.1	0.344	199.8	4.21	87.1	0.436	275.1	4.37	123.2	0.448
121.1	4.20	43.6	0.360	203.3	4.90	90.8	0.447	284.8	5.30	130.8	0.459
122.6	4.90	44.4	0.362	206.7	5.61	93.5	0.452	291.7	6.25	135.2	0.464
124.1	5.62	45.0	0.363	209.2	6.33	95.1	0.455	298.4	7.19	136.5	0.457
125.6	6.33	46.0	0.367	210.1	7.02	95.7	0.456	305.0	8.11	138.4	0.454
126.2	7.03	45.9	0.364	210.9	7.73	96.2	0.456	309.0	9.04	139.1	0.450
126.8	7.75	45.2	0.357	211.6	8.42	95.9	0.453	312.1	9.95	138.8	0.445
127.4	8.43	44.2	0.347	212.3	9.14	95.6	0.450	315.1	10.87	138.2	0.439
127.5	9.14	43.9	0.345	213.1	9.82	95.3	0.447	318.5	12.05	137.6	0.432
127.7	9.83	43.4	0.340	214.0	10.75	94.9	0.444	321.1	13.00	136.9	0.426
127.8	10.53	42.6	0.334	214.8	11.68	94.3	0.439	323.6	13.92	136.0	0.420
127.9	11.23	42.0	0.329	215.4	12.64	93.4	0.434	325.9	14.88	135.5	0.416
127.5	11.96	41.2	0.323	214.5	13.60	92.4	0.431	325.2	15.81	134.1	0.412
127.2	12.67	40.5	0.319	213.6	14.53	91.7	0.429	324.4	16.74	133.2	0.411
127.2	12.67	40.5	0.319	212.6	15.50	90.7	0.427	323.7	17.65	132.3	0.409

ϵ : deformazione assiale

u-u0 sovrappressione neutra

$\sigma_1 - \sigma_3$: tensione deviatorica

A Coefficiente di pressione neutra

Lo sperimentatore

Michèle Colaneri



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



CERTIFICATO DI PROVA N. 1984/2006

CAMPIONE: S1C2 profondità 6.0 - 6.5 m

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

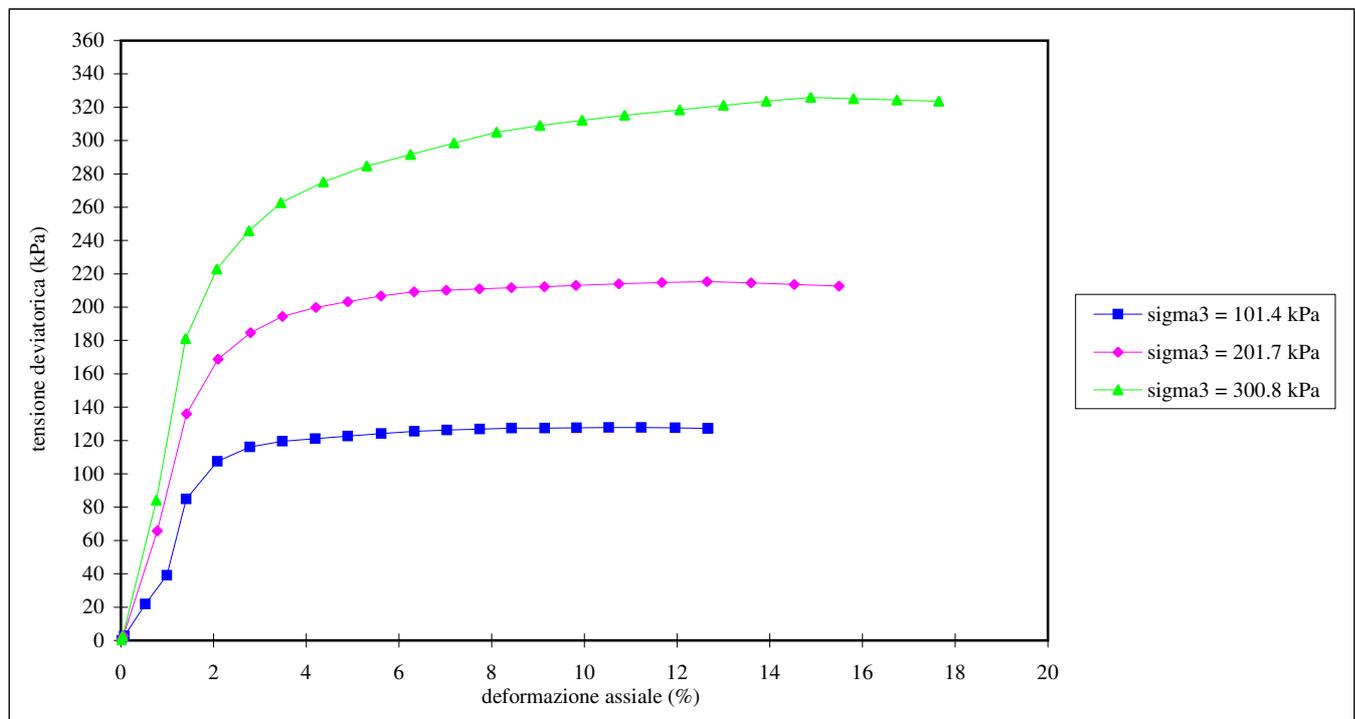
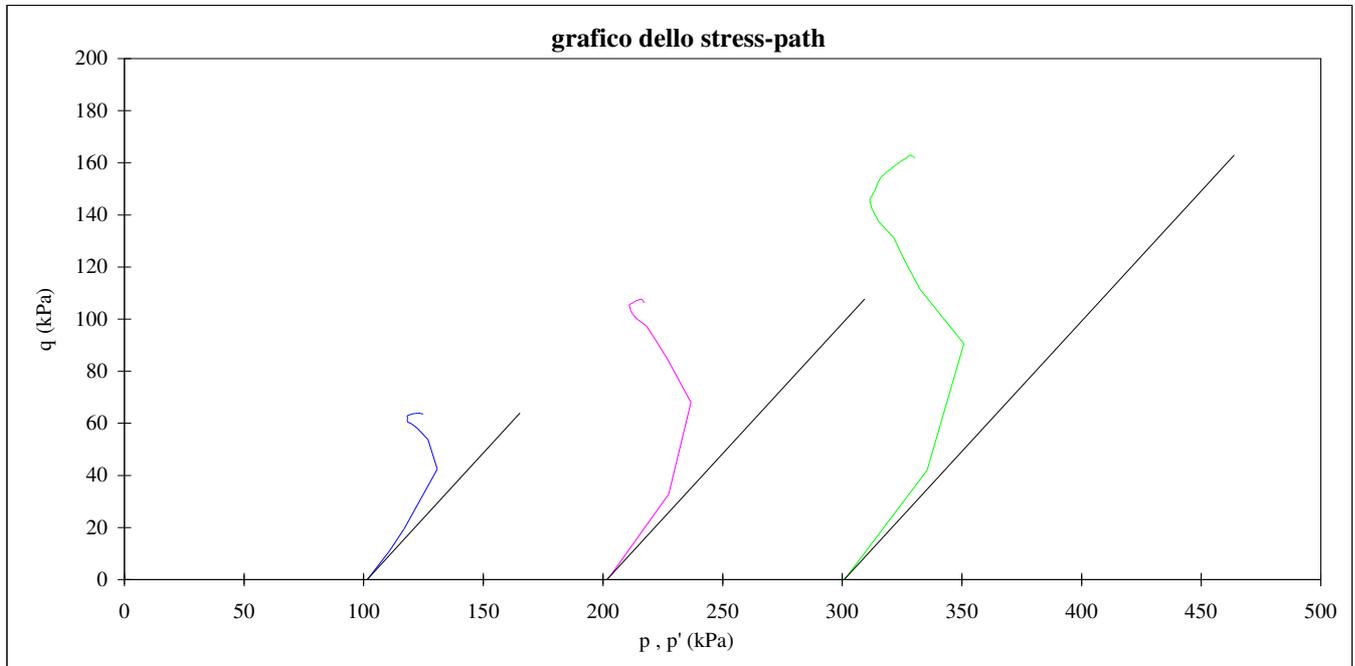
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

Data prova: 26/10/06 - 06/11/06

Prova triassiale consolidata non drenata (ASTM D 2850)



Lo sperimentatore
Michèle Colm

Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi
Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

CERTIFICATO DI PROVA N. 1984/2006

CAMPIONE: S1C2 profondità 6.0 - 6.5 m

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

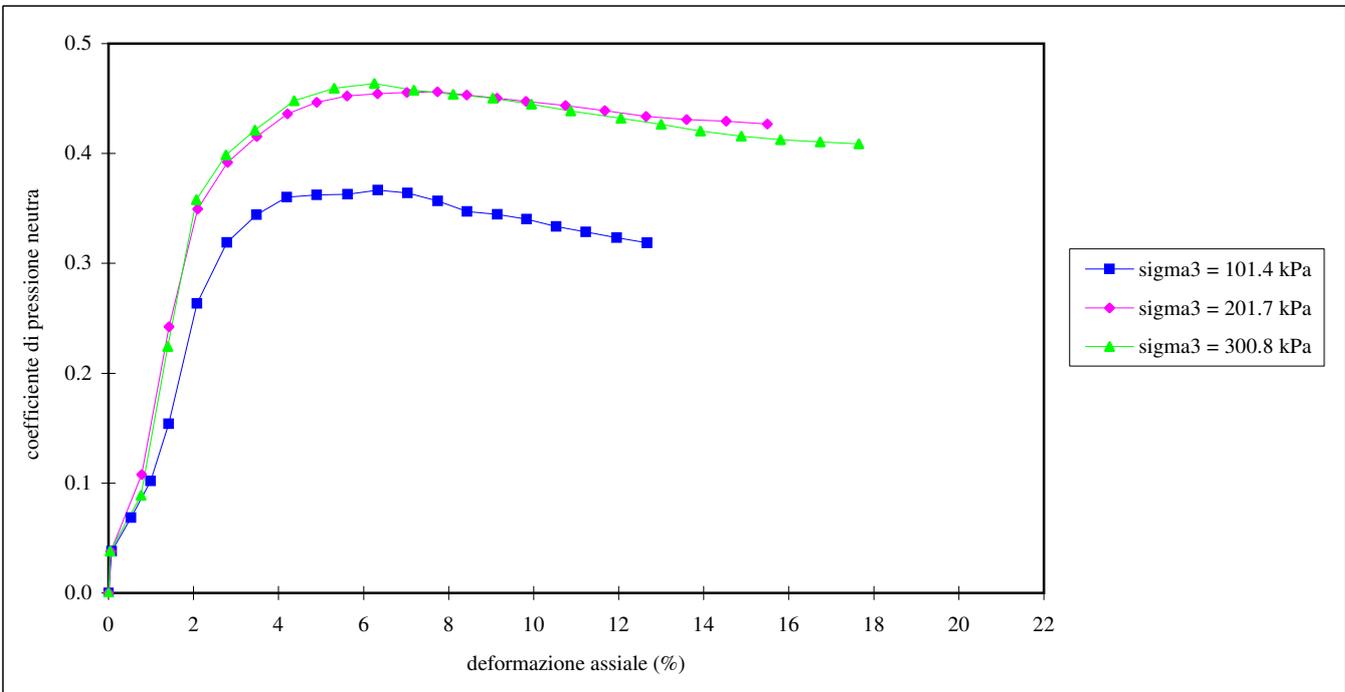
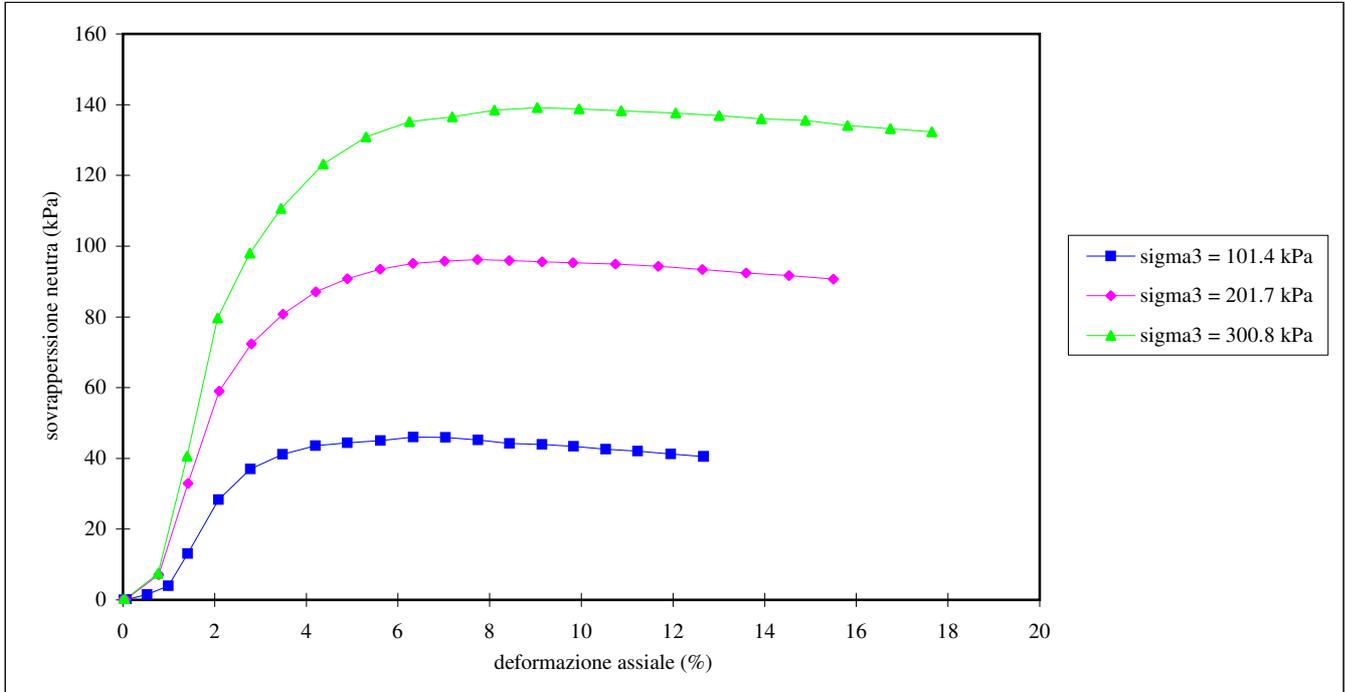
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

Data prova: 26/10/06 - 06/11/06

Prova triassiale consolidata non drenata (ASTM D 2850)



Lo sperimentatore

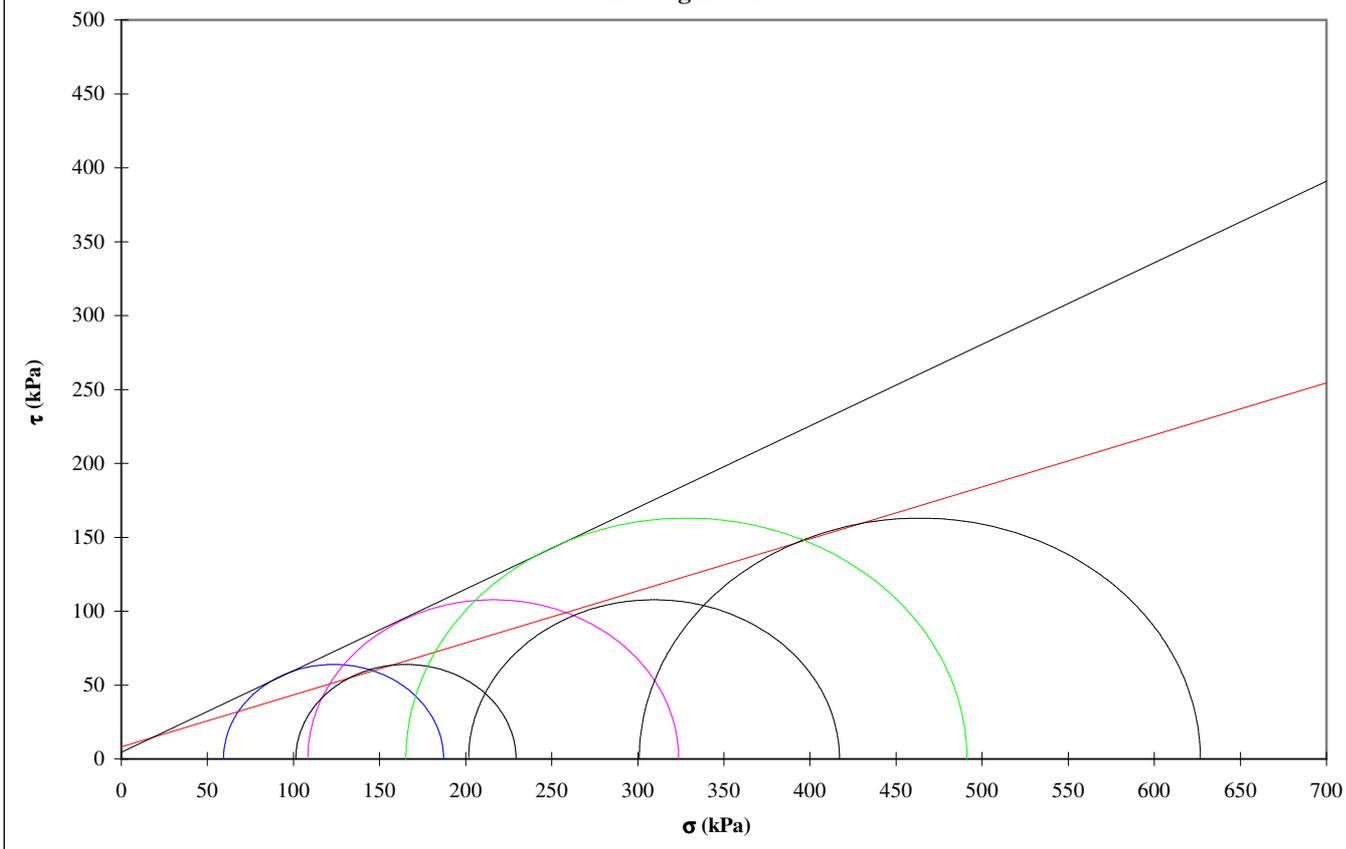
Michele Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi

Grafico Sigma - Tau





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 2

CERTIFICATO DI PROVA N. 1985/2006

CAMPIONE: S1Cr3 profondità 9.7 - 10.2 m	Firenze li 11/12/2006
COMMITTENTE: Acque S.p.A.	V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)	Data apertura: 27/10/06

Descrizione del campione

Campione semidisturbato prelevato da cassetta
da sondaggio eseguito a rotazione a carotaggio continuo

0 - 45 cm: limo sabbioso argilloso con abbondanti elementi litici
colore grigio verdastro - grigio verdastro scuro

prove eseguite: umidità naturale, peso di volume, granulometria,
limiti, limite del ritiro, peso specifico dei grani, edometria e
taglio ricostruito



Lo sperimentatore

Michèle Calvo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 2 di 2

CERTIFICATO DI PROVA N. 1985/2006

CAMPIONE: S1Cr3 profondità 9.7 - 10.2 m

Firenze li 11/12/2006

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Data prova: 01/11/06 - 16/11/06

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)

Limiti di Atterberg (CNR-UNI 10014)

Contenuto d'acqua (Wn) = 17,63%

Limite di liquidità (LL) = 43,4%

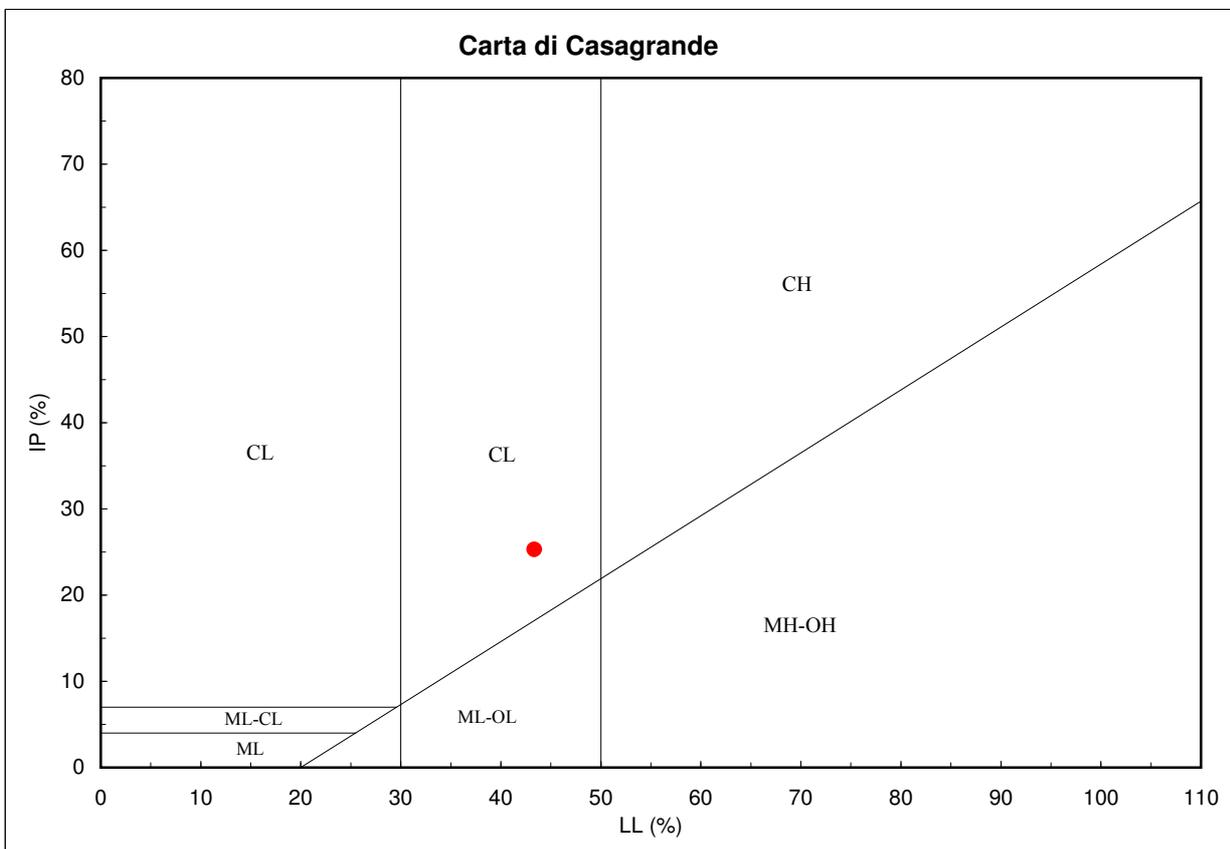
Limite di plasticità (LP) = 18,1%

Indice di plasticità (IP) = 25,3%

Indice di consistenza (Ic) = 1,02

Indice di attività (Iat) = 1,07

CL = argille inorganiche di media plasticità



Lo sperimentatore

Michèle Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 1

CERTIFICATO DI PROVA N. 1986/2006

CAMPIONE: S1Cr3 profondità 9.7 - 10.2 m

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006

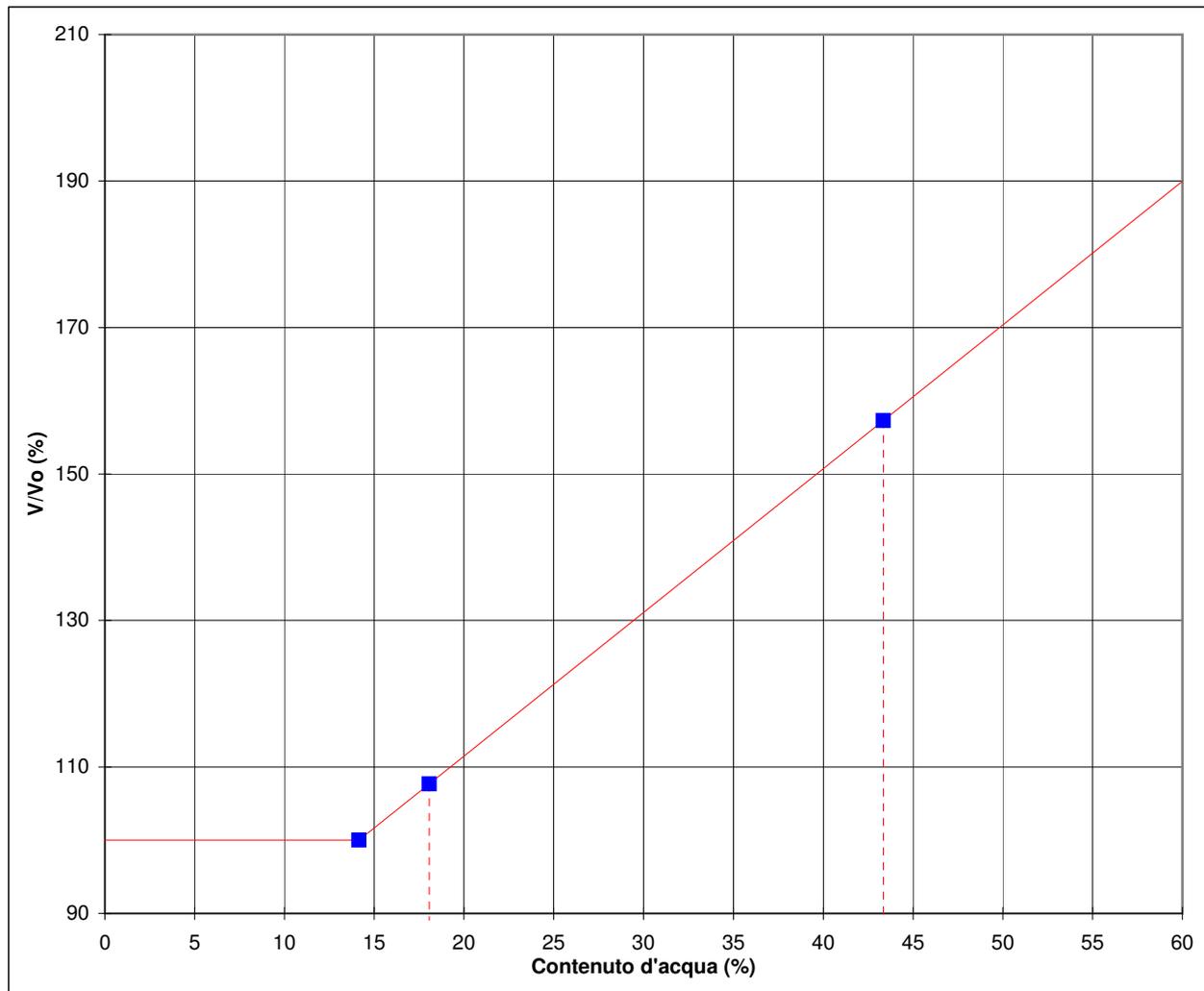
V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

Data prova: 01/11/06 - 16/11/06

Limite di ritiro (CNR-UNI 10014)

Limite di ritiro (Ws) = 14,1%

Coefficiente di ritiro (Rs) = 1,96



Lo sperimentatore
Michela Colaneri

IGETECMA s.a.s. direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Polini
Francesco Polini



CERTIFICATO DI PROVA N. 1987/2006

CAMPIONE: S1Cr3 profondità 9.7 - 10.2 m

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

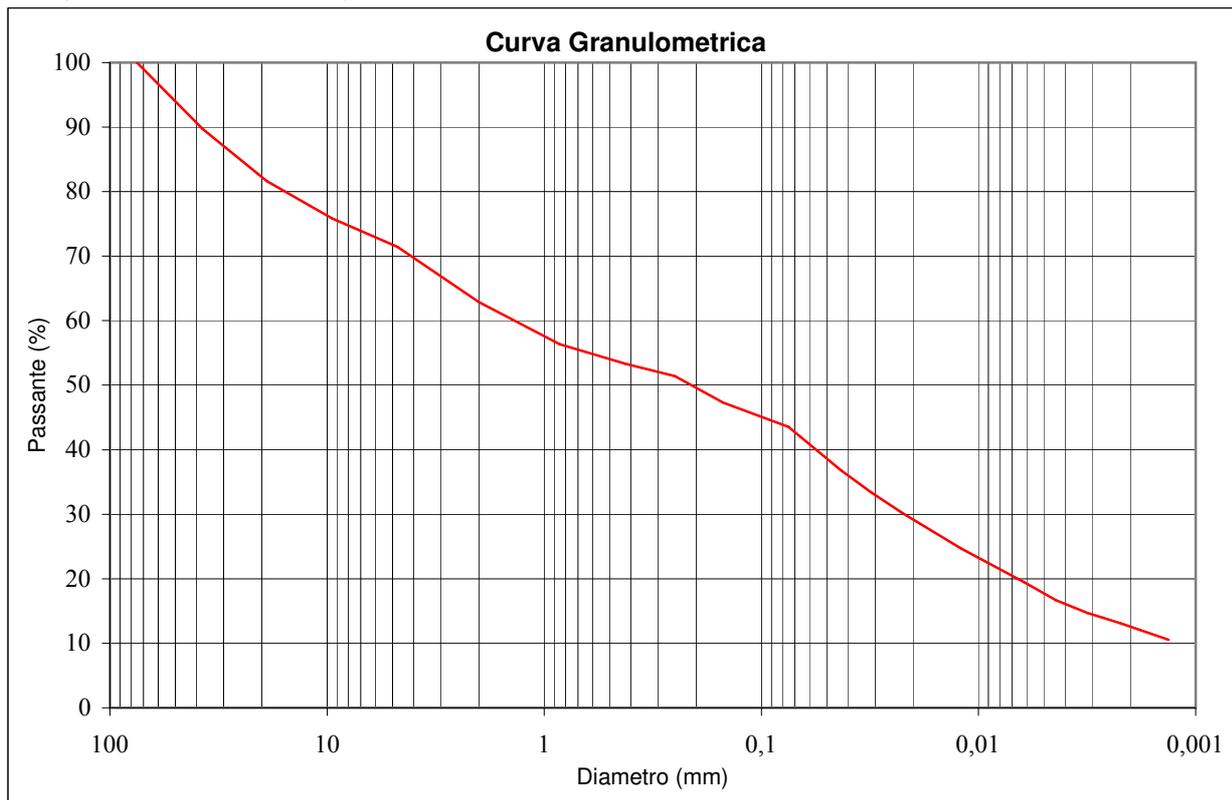
Data prova: 01/11/06 - 24/11/06

Analisi granulometrica

Setacciatura: per via umida (ASTM D 421)

Frazione fine: metodo del densimetro (ASTM D 422)

Setacciatura		Sedimentazione	
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
75	100	0,0430	36,8
37,5	89,74	0,0311	33,4
19	81,65	0,0224	30,2
9,5	75,84	0,0120	24,6
4,75	71,45	0,0061	19,4
2	62,91	0,0044	16,7
0,850	56,35	0,0031	14,7
0,425	53,34	0,0022	13,2
0,250	51,39	0,0013	10,5
0,150	47,31		
0,075	43,56		



Ghiaia: 37,1%

Sabbia: 22,1%

Limo: 28,3%

Argilla: 12,6%

Ghiaia con limo sabbiosa argillosa

Lo sperimentatore

Michele Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 1

CERTIFICATO DI PROVA N. 1988/2006

CAMPIONE: S1Cr3 profondità 9.7 - 10.2 m	Firenze li 11/12/2006
COMMITTENTE: Acque S.p.A.	V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)	Data prova: 10/11/06 - 17/11/06

Peso specifico dei grani (CNR-UNI 10013)

Peso specifico dei grani (kN/m ³)	26,71
Peso di volume secco (kN/m ³)	15,9
Indice dei vuoti =	0,677
Grado di saturazione (%) =	94,42
Contenuto d'acqua (%) =	23,42

Lo sperimentatore

Michèle Caloni



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 3

CERTIFICATO DI PROVA N. 1989/2006

CAMPIONE: S1Cr3 profondità 9.7 - 10.2 m

Firenze li 11/12/2006

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Data prova: 27/10/06 - 14/11/06

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)

Peso di volume (Boll. Uff. CNR n. 40)

Prova edometrica a gradini di carico costante (ASTM 2435)

	Iniziale	Finale
Altezza (mm)	19,981	18,356
Volume (cmc)	40,168	36,901
Peso di volume naturale (kN/m ³)	19,7	20,7
Peso di volume secco (kN/m ³)	15,9	17,3
Contenuto d'acqua (%)	23,42	19,42
Indice dei vuoti	0,677	0,515

Pressione (kPa)	Cedimento (%)	Indice dei vuoti	Mv (m²/kN)	Av (m²/kN)
24,5	0,690	0,665	--	--
49,0	0,830	0,663	0,0000573	0,0000961
98,1	1,787	0,647	0,0001951	0,0003272
196,1	3,525	0,618	0,0001772	0,0002971
392,3	5,976	0,577	0,0001250	0,0002095
784,6	8,809	0,529	0,0000722	0,0001211
1569,1	11,862	0,478	0,0000389	0,0000652
392,3	11,084	0,491	0,0000066	0,0000111
98,1	9,662	0,515	0,0000483	0,0000811
24,5	8,133	0,540	0,0002078	0,0003485

Lo sperimentatore

Michele Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Polini

Francesco Polini



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 2 di 3

CERTIFICATO DI PROVA N. 1989/2006

CAMPIONE: S1Cr3 profondità 9.7 - 10.2 m

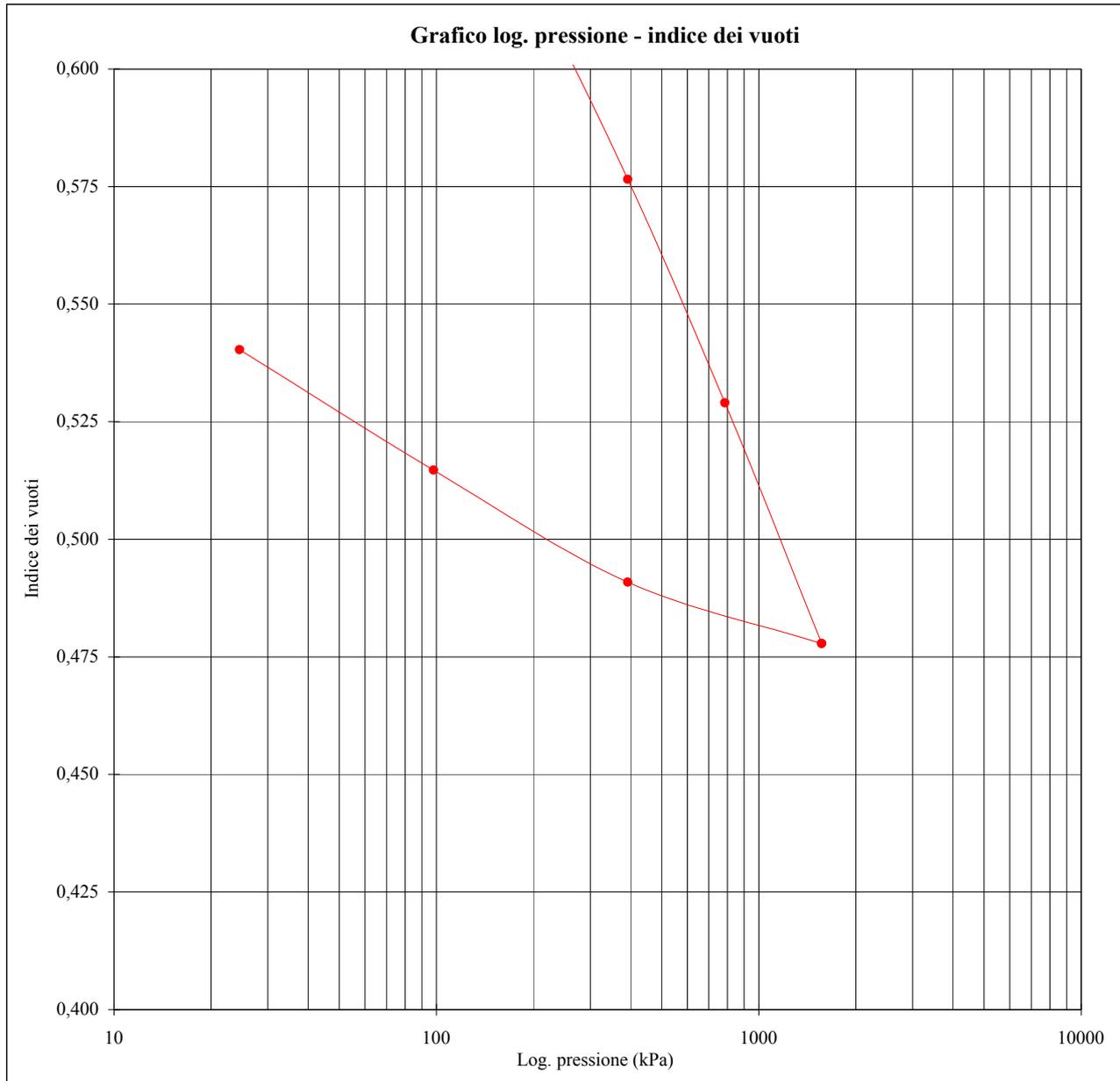
COMMITTENTE: Acque S.p.A.

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

Data prova: 27/10/06 - 14/11/06



Lo sperimentatore
Michèle Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Polini
Francesco Polini



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

CERTIFICATO DI PROVA N. 1989/2006

CAMPIONE: S1Cr3 profondità 9.7 - 10.2 m

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

Data prova: 27/10/06 - 14/11/06

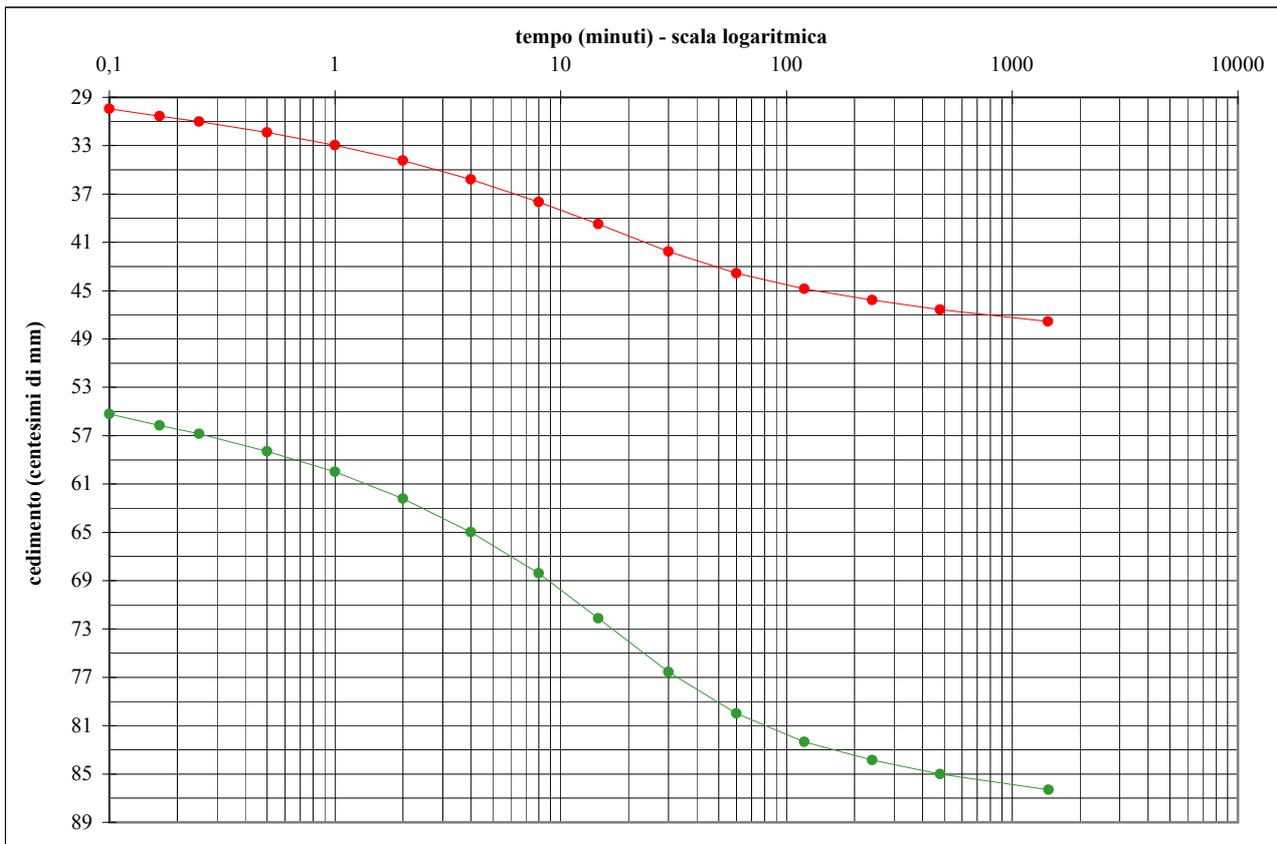
Cedimento in funzione del tempo

carico da 49.0 a 98.1 kPa

tempo (minuti)	Cedimento (10^{-2} mm)
0,10	29,950
0,17	30,550
0,25	31,000
0,50	31,900
1	32,975
2	34,225
4	35,800
8	37,675
15	39,485
30	41,750
60	43,560
120	44,855
240	45,770
480	46,570
1440	47,550

carico da 98.1 a 196.1 kPa

tempo (minuti)	Cedimento (10^{-2} mm)
0,10	55,200
0,17	56,150
0,25	56,850
0,50	58,300
1	60,000
2	62,200
4	64,975
8	68,385
15	72,115
30	76,550
60	80,000
120	82,330
240	83,860
480	85,000
1448	86,300



Lo sperimentatore

Michèle Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



CERTIFICATO DI PROVA N. 1990/2006

CAMPIONE: S1Cr3 profondità 9.7 - 10.2 m

Firenze li 11/12/2006

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Data prova: 02/11/06 - 13/11/06

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)

Peso di volume (Boll. Uff. CNR n. 40)

Prova di taglio (ASTM D 3080/72)

su provini ricostruiti con materiale passante al setaccio di apertura di 2 mm

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Peso di volume naturale iniziale (kN/m ³)	19,7	19,7	19,7
Peso di volume umido finale (kN/m ³)	20,7	24,0	21,9
Peso di volume secco iniziale (kN/m ³)	16,2	16,2	16,1
Peso di volume secco finale (kN/m ³)	17,0	19,7	18,2
Contenuto d'acqua iniziale (%)	21,42	21,83	22,42
Contenuto d'acqua finale (%)	21,69	21,31	20,64
Velocità di deformazione (mm/min.)	0,0020	0,0020	0,0020
Sigma (kPa)	98,1	196,1	294,2
Tau a rottura (kPa)	60,9	122,0	181,3

Provino 1		Provino 2		Provino 3	
Scorrimento (mm)	Tau (kPa)	Scorrimento (mm)	Tau (kPa)	Scorrimento (mm)	Tau (kPa)
0,11	18,9	0,05	13,4	0,11	35,4
0,30	31,6	0,11	24,7	0,17	48,4
0,45	38,5	0,16	33,5	0,22	58,1
0,61	43,2	0,46	57,6	0,28	66,5
0,77	46,7	0,77	73,9	0,57	93,6
0,93	49,5	1,09	85,9	0,89	115,0
1,10	52,0	1,42	93,6	1,21	130,3
1,26	53,4	1,75	99,5	1,54	140,9
1,43	54,5	2,06	102,2	1,87	148,0
1,60	55,0	2,40	108,0	2,18	155,0
1,94	56,5	2,73	111,4	2,51	160,3
2,27	57,9	3,08	113,6	2,85	164,4
2,58	58,6	3,41	115,3	3,18	168,0
2,91	59,5	3,75	116,7	3,52	170,7
3,30	59,8	4,09	117,8	3,86	172,4
3,57	60,3	4,43	118,6	4,20	173,9
3,85	60,6	4,77	119,2	4,54	174,8
4,12	60,9	5,11	120,0	4,88	175,5
4,38	60,6	5,43	120,6	5,21	177,7
4,64	60,3	5,77	121,4	5,55	179,6
4,91	60,0	6,03	122,0	5,95	181,3

Lo sperimentatore

Michèle Colom



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

CERTIFICATO DI PROVA N. 1990/2006

CAMPIONE: S1Cr3 profondità 9.7 - 10.2 m

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

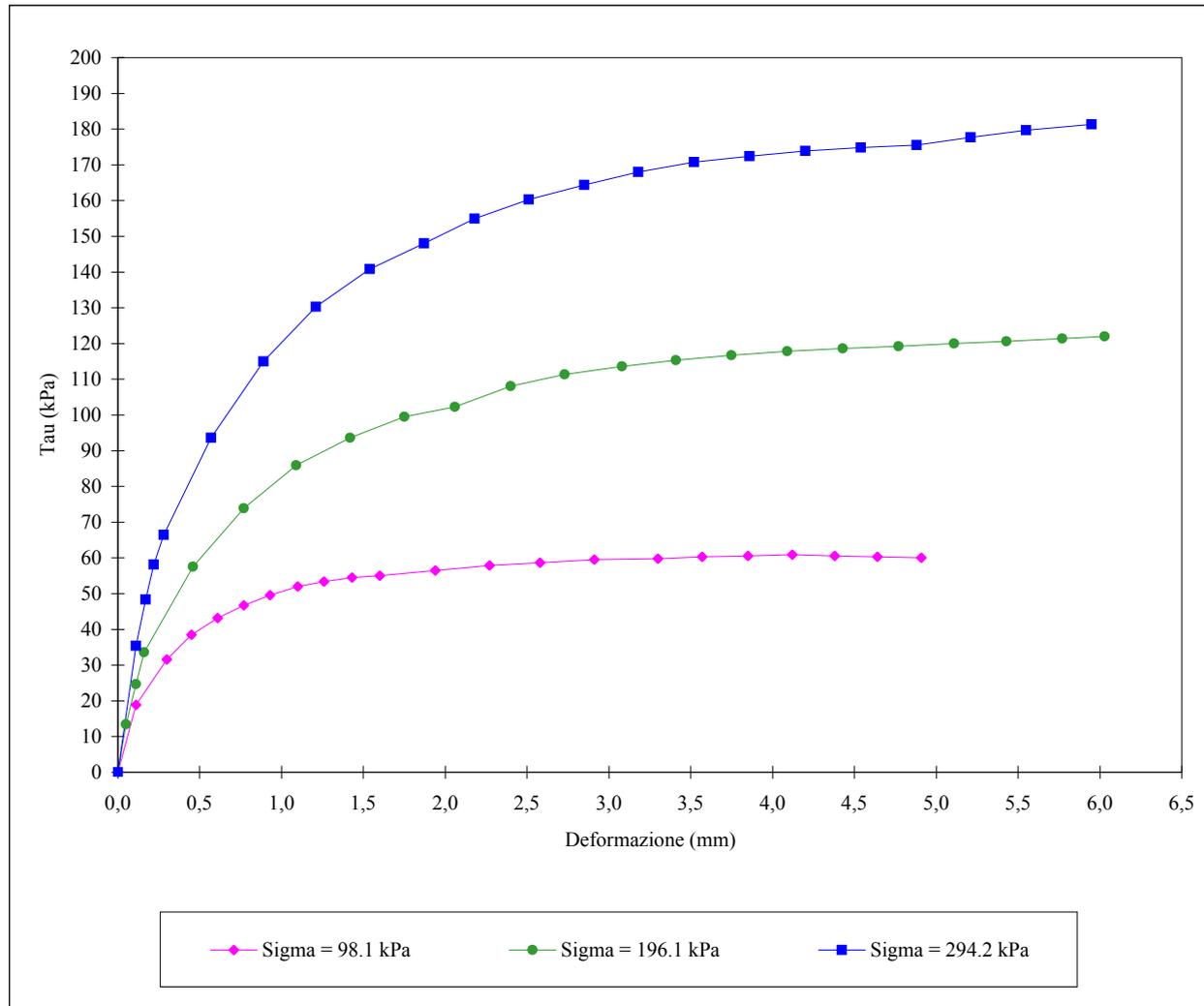
Firenze li 11/12/2006

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

Data prova: 02/11/06 - 13/11/06

Prova di taglio (ASTM D 3080/72)

Grafico Deformazione - Tau



Lo sperimentatore

Michèle Colom



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 2

CERTIFICATO DI PROVA N. 1991/2006

CAMPIONE: S1Cr4 profondità 14.5 - 15.0 m
COMMITTENTE: Acque S.p.A.
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006
V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
Data apertura: 27/10/06

Descrizione del campione

Campione semidisturbato prelevato da cassetta
da sondaggio eseguito a rotazione a carotaggio continuo

0 - 32 cm: limo argilloso sabbioso con abbondanti elementi litici
colore grigio oliva - marrone oliva chiaro

prove eseguite: umidità naturale, peso di volume, granulometria,
limiti, limite del ritiro, peso specifico dei grani, edometria e
taglio ricostruito

0 - 32 cm: limo argilloso sabbioso con abbondanti elementi litici
colore grigio verdastro - grigio verdastro scuro



Lo sperimentatore

Michèle Calvo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 2 di 2

CERTIFICATO DI PROVA N. 1991/2006

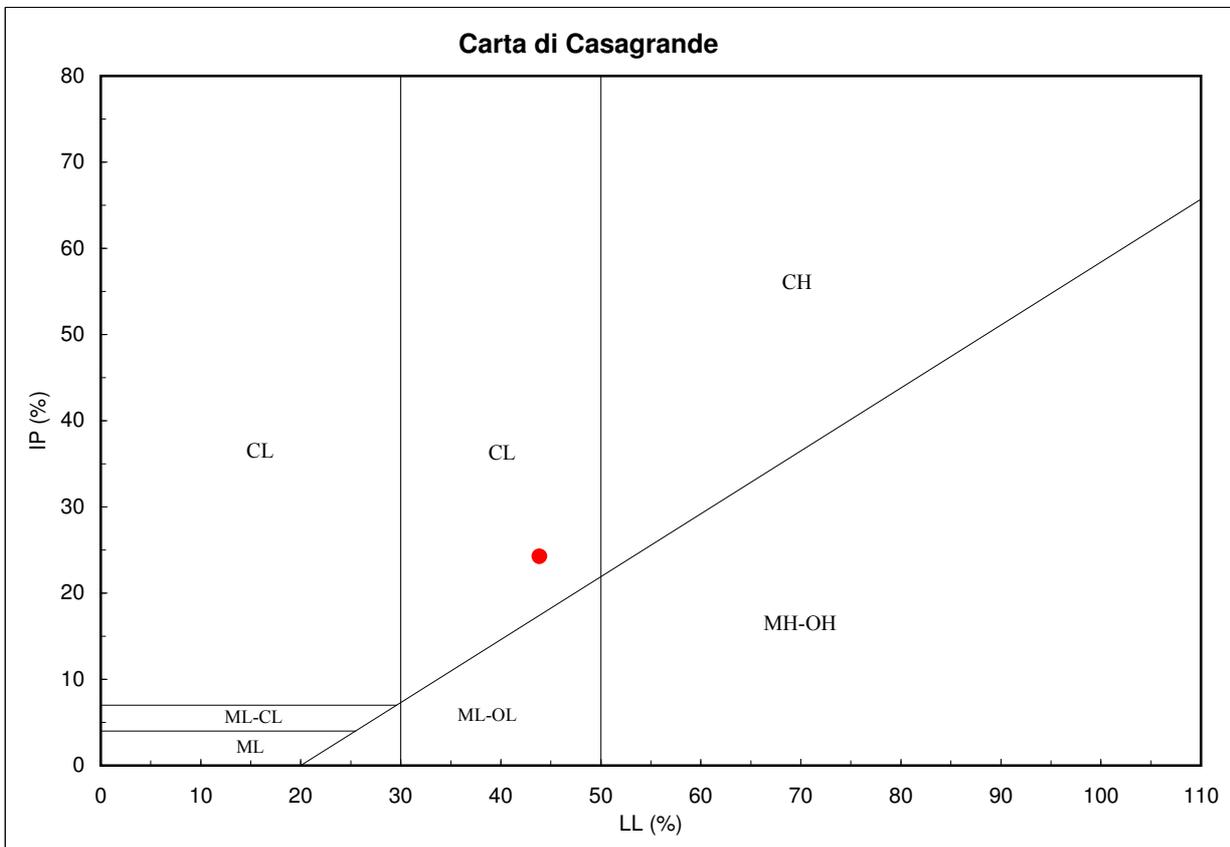
CAMPIONE: S1Cr4 profondità 14.5 - 15.0 m
COMMITTENTE: Acque S.p.A.
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006
V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
Data prova: 31/10/06 - 17/11/06

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)
Limiti di Atterberg (CNR-UNI 10014)

Contenuto d'acqua (Wn) =	14,09%	Limite di liquidità (LL) =	43,9%
Limite di plasticità (LP) =	19,6%	Indice di plasticità (IP) =	24,3%
Indice di consistenza (Ic) =	1,23	Indice di attività (Iat) =	0,68

CL = argille inorganiche di
media plasticità



Lo sperimentatore

Michèle Caloni





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 1

CERTIFICATO DI PROVA N. 1992/2006

CAMPIONE: S1Cr4 profondità 14.5 - 15.0 m

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006

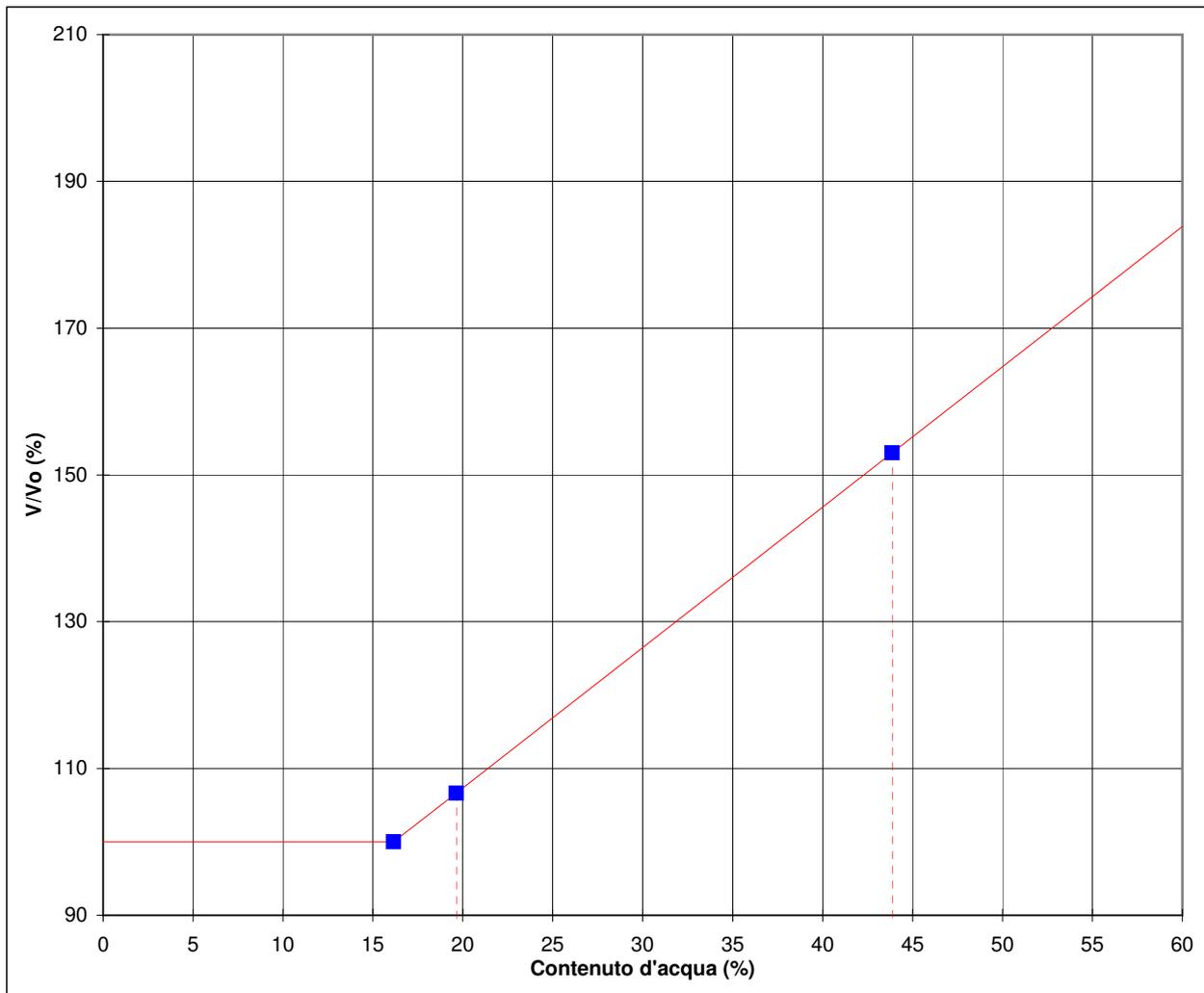
V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

Data prova: 31/10/06 - 18/11/06

Limite di ritiro (CNR-UNI 10014)

Limite di ritiro (Ws) = 16,1%

Coefficiente di ritiro (Rs) = 1,91



Lo sperimentatore
Michela Colom

IGETECMA s.a.s. direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Polini
Francesco Polini



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 1

CERTIFICATO DI PROVA N. 1993/2006

CAMPIONE: S1Cr4 profondità 14.5 - 15.0 m

Firenze li 11/12/2006

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

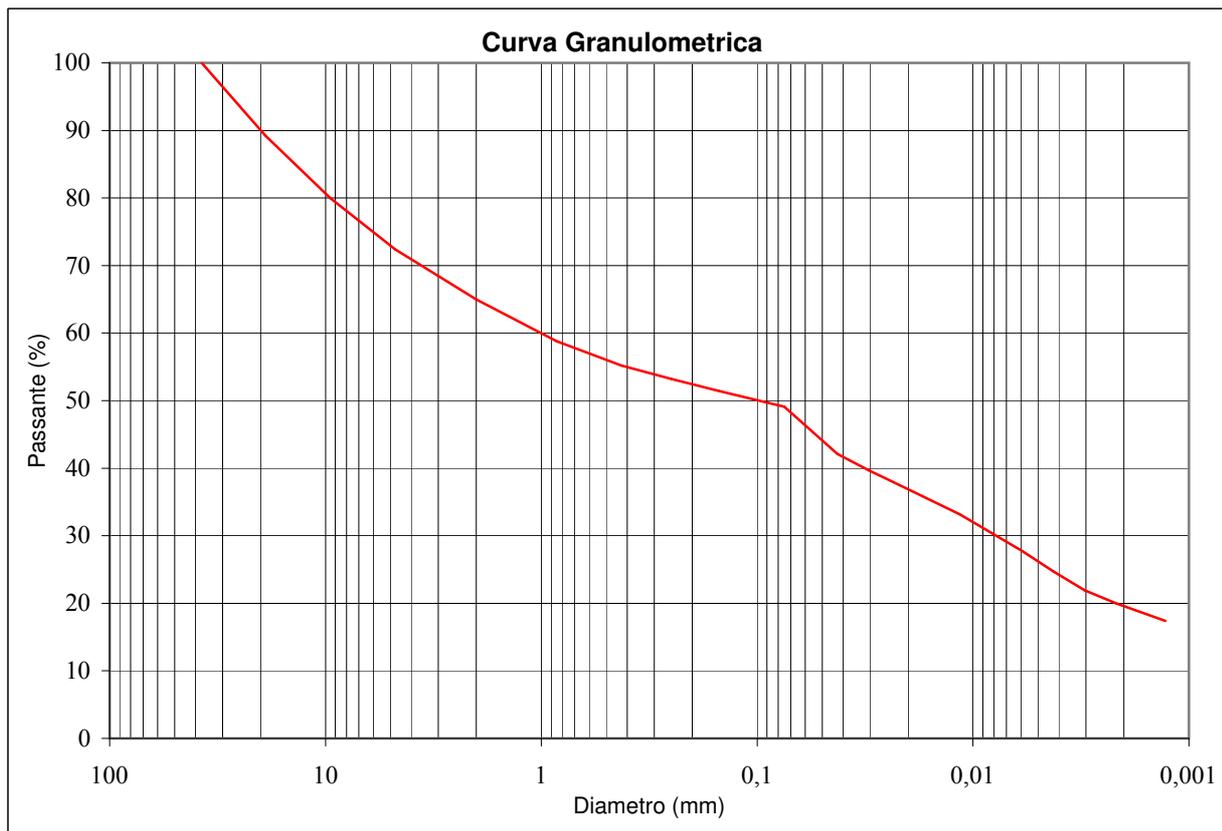
Data prova: 31/10/06 - 06/11/06

Analisi granulometrica

Setacciatura: per via umida (ASTM D 421)

Frazione fine: metodo del densimetro (ASTM D 422)

Setacciatura		Sedimentazione	
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
37,5	100	0,0425	42,1
19	89,24	0,0304	39,7
9,5	79,95	0,0218	37,5
4,75	72,38	0,0115	33,2
2	64,96	0,0059	27,8
0,850	58,79	0,0042	24,7
0,425	55,20	0,0030	22,0
0,250	53,20	0,0022	20,0
0,150	51,44	0,0013	17,4
0,075	49,11		



Ghiaia: 35,0%

Sabbia: 18,6%

Limo: 26,8%

Argilla: 19,6%

Ghiaia con limo argillosa sabbiosa

Lo sperimentatore

Michèle Calvo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 1

CERTIFICATO DI PROVA N. 1994/2006

CAMPIONE: S1Cr4 profondità 14.5 - 15.0 m	Firenze li 11/12/2006
COMMITTENTE: Acque S.p.A.	V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)	Data prova: 10/11/06 - 17/11/06

Peso specifico dei grani (CNR-UNI 10013)

Peso specifico dei grani (kN/m ³)	26,99
Peso di volume secco (kN/m ³)	15,9
Indice dei vuoti =	0,702
Grado di saturazione (%) =	75,54
Contenuto d'acqua (%) =	19,23

Lo sperimentatore

Michèle Caloni



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 3

CERTIFICATO DI PROVA N. 1995/2006

CAMPIONE: S1Cr4 profondità 14.5 - 15.0 m

Firenze li 11/12/2006

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Data prova: 27/10/06 - 14/11/06

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)

Peso di volume (Boll. Uff. CNR n. 40)

Prova edometrica a gradini di carico costante (ASTM 2435)

	Iniziale	Finale
Altezza (mm)	19,795	16,982
Volume (cmc)	39,331	33,742
Peso di volume naturale (kN/m ³)	18,9	21,9
Peso di volume secco (kN/m ³)	15,9	18,5
Contenuto d'acqua (%)	19,23	18,65
Indice dei vuoti	0,702	0,434

Pressione (kPa)	Cedimento (%)	Indice dei vuoti	Mv (m²/kN)	Av (m²/kN)
24,5	2,327	0,662	--	--
49,0	3,165	0,648	0,0003417	0,0005815
98,1	5,742	0,604	0,0005255	0,0008944
196,1	8,798	0,552	0,0003116	0,0005303
392,3	11,793	0,501	0,0001527	0,0002599
784,6	14,758	0,451	0,0000756	0,0001286
1569,1	17,857	0,398	0,0000395	0,0000672
392,3	17,169	0,410	0,0000058	0,0000100
98,1	15,751	0,434	0,0000482	0,0000820
24,5	14,210	0,460	0,0002094	0,0003564

Lo sperimentatore

Michele Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 2 di 3

CERTIFICATO DI PROVA N. 1995/2006

CAMPIONE: S1Cr4 profondità 14.5 - 15.0 m

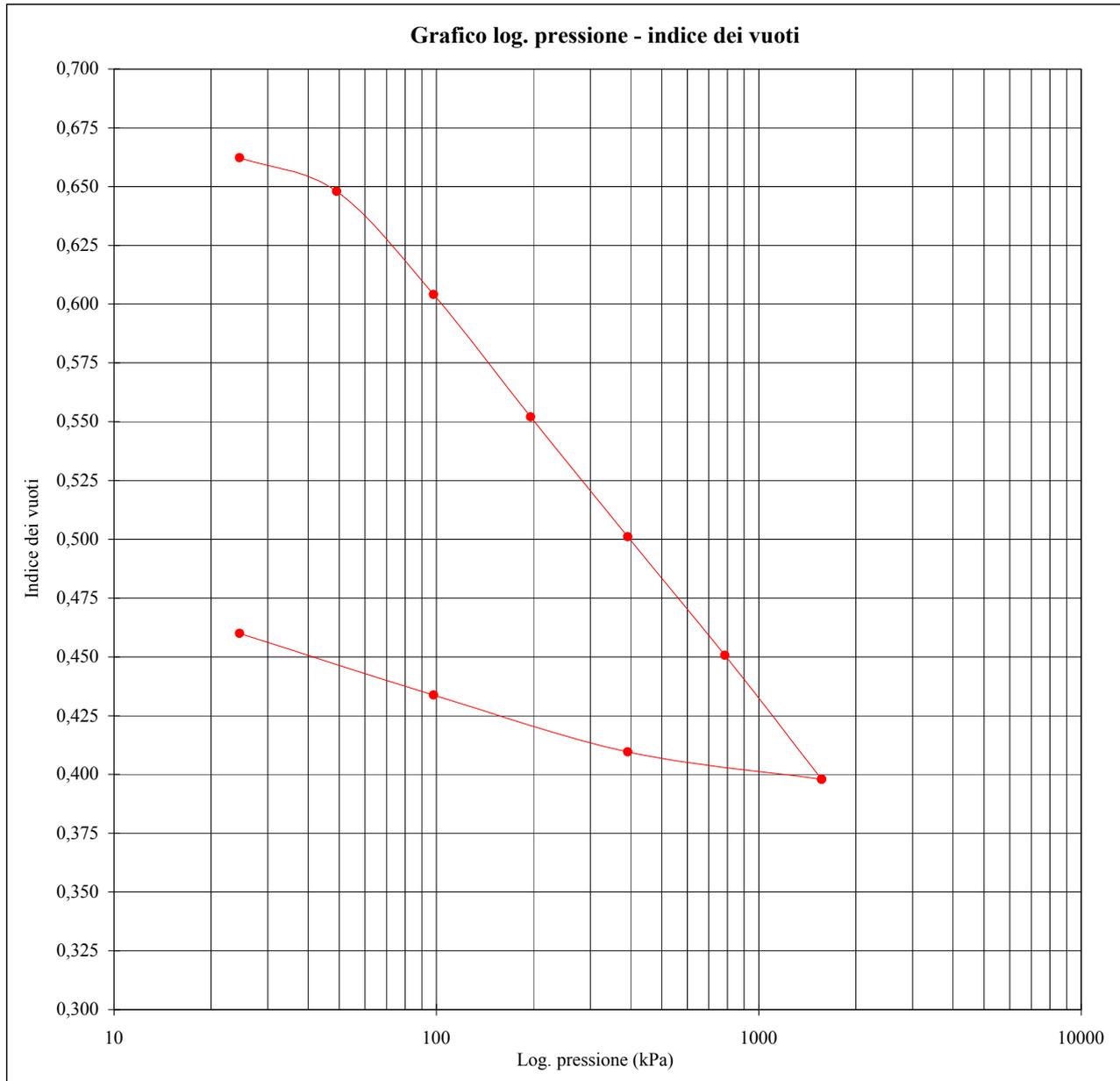
COMMITTENTE: Acque S.p.A.

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

Data prova: 27/10/06 - 14/11/06



Lo sperimentatore

Michèle Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Polini

Francesco Polini



CERTIFICATO DI PROVA N. 1995/2006

CAMPIONE: S1Cr4 profondità 14.5 - 15.0 m

Firenze li 11/12/2006

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

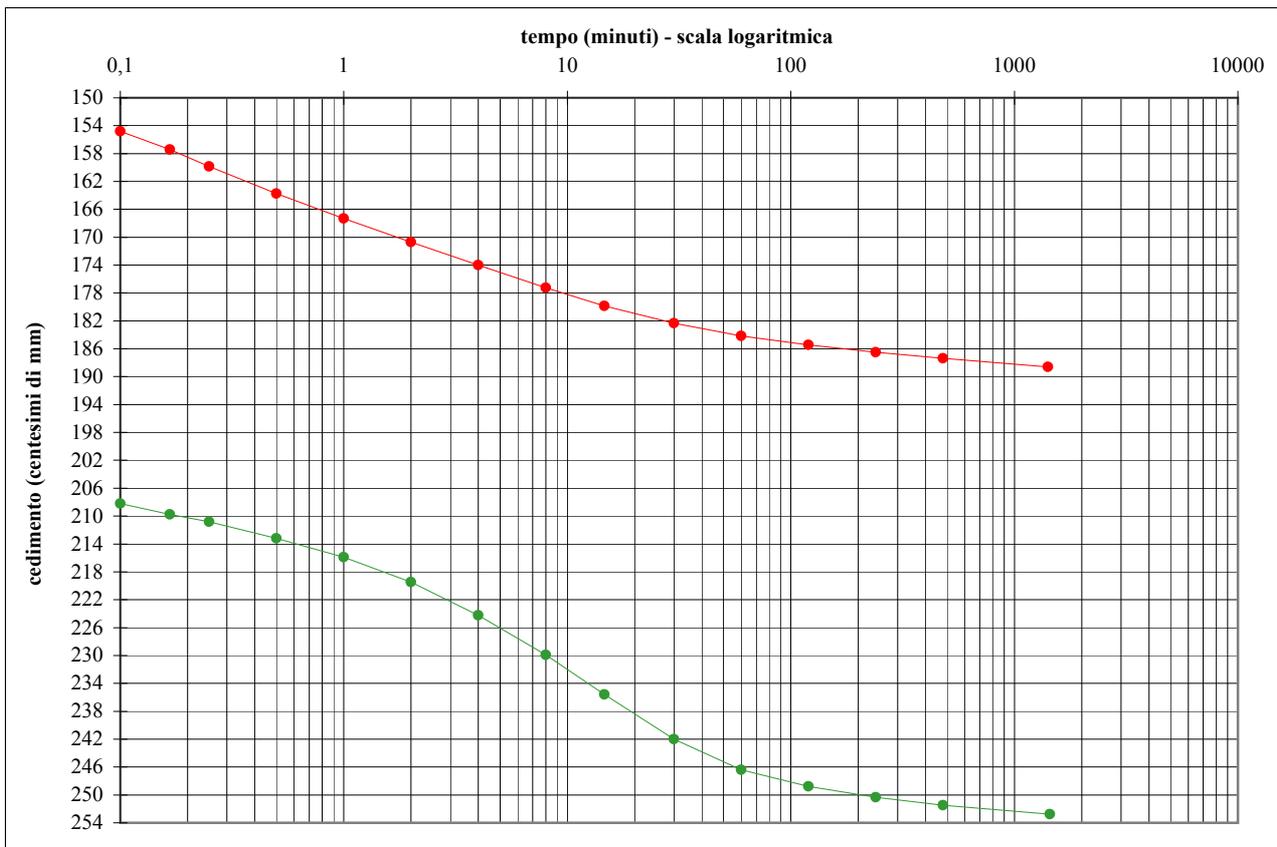
Data prova: 27/10/06 - 14/11/06

Cedimento in funzione del tempo

carico da 98.1 a 196.1 kPa

carico da 196.1 a 392.3 kPa

tempo (minuti)	Cedimento (10 ⁻² mm)	tempo (minuti)	Cedimento (10 ⁻² mm)
0,10	154,800	0,10	208,200
0,17	157,400	0,17	209,750
0,25	159,850	0,25	210,800
0,50	163,750	0,50	213,200
1	167,300	1	215,900
2	170,700	2	219,450
4	174,010	4	224,250
8	177,250	8	229,930
15	179,850	15	235,585
30	182,335	30	242,000
60	184,160	60	246,390
120	185,465	120	248,800
240	186,500	240	250,340
480	187,355	480	251,470
1415	188,585	1444	252,775



Lo sperimentatore

Michèle Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Polini

Francesco Polini

**CERTIFICATO DI PROVA N. 1996/2006****CAMPIONE: S1Cr4 profondità 14.5 - 15.0 m**

Firenze li 11/12/2006

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Data prova: 06/11/06 - 14/11/06

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)**Peso di volume (Boll. Uff. CNR n. 40)****Prova di taglio (ASTM D 3080/72)**

su provini ricostruiti con materiale passante al setaccio di apertura di 2 mm

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Peso di volume naturale iniziale (kN/m ³)	18,7	18,7	18,7
Peso di volume umido finale (kN/m ³)	19,9	20,5	21,1
Peso di volume secco iniziale (kN/m ³)	15,2	15,3	15,2
Peso di volume secco finale (kN/m ³)	16,3	17,0	17,7
Contenuto d'acqua iniziale (%)	22,89	22,87	22,93
Contenuto d'acqua finale (%)	22,02	20,44	19,27
Velocità di deformazione (mm/min.)	0,0020	0,0020	0,0020
Sigma (kPa)	98,1	196,1	294,2
Tau a rottura (kPa)	48,0	96,8	143,7

Provino 1		Provino 2		Provino 3	
Scorrimento (mm)	Tau (kPa)	Scorrimento (mm)	Tau (kPa)	Scorrimento (mm)	Tau (kPa)
0,11	9,4	0,05	8,6	0,07	25,5
0,17	13,0	0,09	18,0	0,11	36,2
0,24	15,8	0,14	25,5	0,15	44,7
0,29	18,6	0,19	31,2	0,42	72,4
0,35	20,2	0,46	50,1	0,74	88,3
0,57	26,0	0,79	61,6	1,04	99,8
0,84	31,5	1,11	70,5	1,38	107,8
1,10	35,9	1,43	76,7	1,71	115,0
1,35	40,1	1,77	81,4	2,03	121,4
1,61	42,2	2,10	85,6	2,38	126,3
1,89	43,5	2,44	88,9	2,71	130,2
2,17	44,7	2,78	91,6	3,03	133,0
2,42	45,8	3,11	92,9	3,40	136,0
2,71	46,3	3,45	94,3	3,73	138,0
2,98	46,8	3,80	95,5	4,05	139,3
3,26	47,1	4,13	96,0	4,41	140,4
3,50	47,7	4,47	96,5	4,73	141,3
3,73	48,0	4,75	96,8	5,07	141,9
4,00	47,7	5,08	96,8	5,43	142,7
4,22	47,4	5,35	96,8	5,75	143,2
4,39	47,1	5,63	96,8	6,02	143,7

Lo sperimentatore

Michèle ColomIl direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi*Francesco Politi*



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

CERTIFICATO DI PROVA N. 1996/2006

CAMPIONE: S1Cr4 profondità 14.5 - 15.0 m

Firenze li 11/12/2006

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

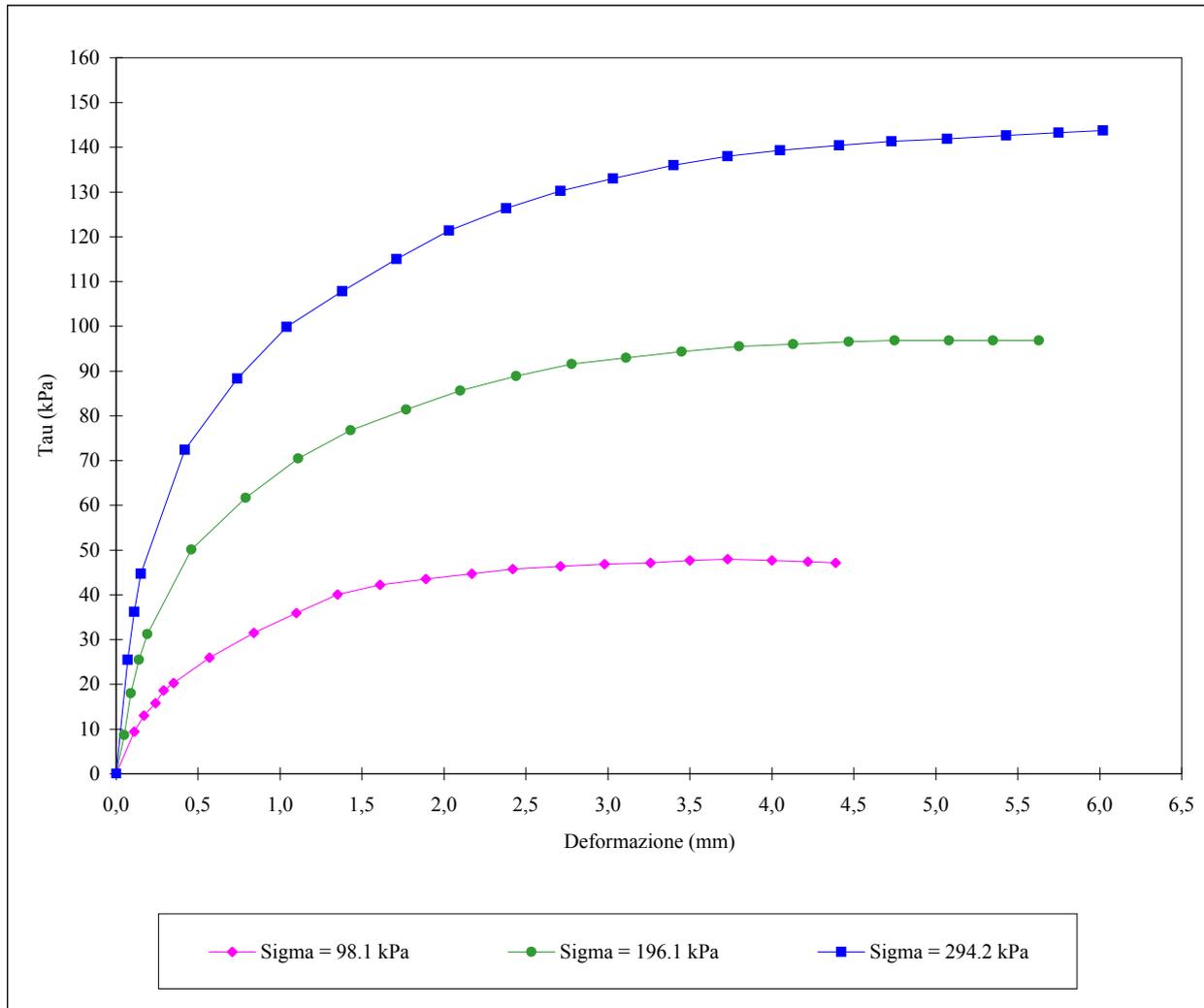
V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Data prova: 06/11/06 - 14/11/06

Prova di taglio (ASTM D 3080/72)

Grafico Deformazione - Tau



Lo sperimentatore
Michèle Colom



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi
Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 2

CERTIFICATO DI PROVA N. 1997/2006

CAMPIONE: S1Cr5 profondità 15.0 - 15.3 m	Firenze li 11/12/2006
COMMITTENTE: Acque S.p.A.	V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)	Data apertura: 27/10/06

Descrizione del campione

Campione semidisturbato prelevato da cassetta
da sondaggio eseguito a rotazione a carotaggio continuo

0 - 16 cm: limo argilloso sabbioso con abbondanti elementi litici
colore grigio oliva - grigio verdastro scuro

prove eseguite: umidità naturale, peso di volume, granulometria,
limiti, limite del ritiro, peso specifico dei grani, edometria e
taglio ricostruito

16 - 30 cm: limo argilloso sabbioso con abbondanti elementi litici
colore marrone oliva chiaro



Lo sperimentatore

Michèle Calvo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 2 di 2

CERTIFICATO DI PROVA N. 1997/2006

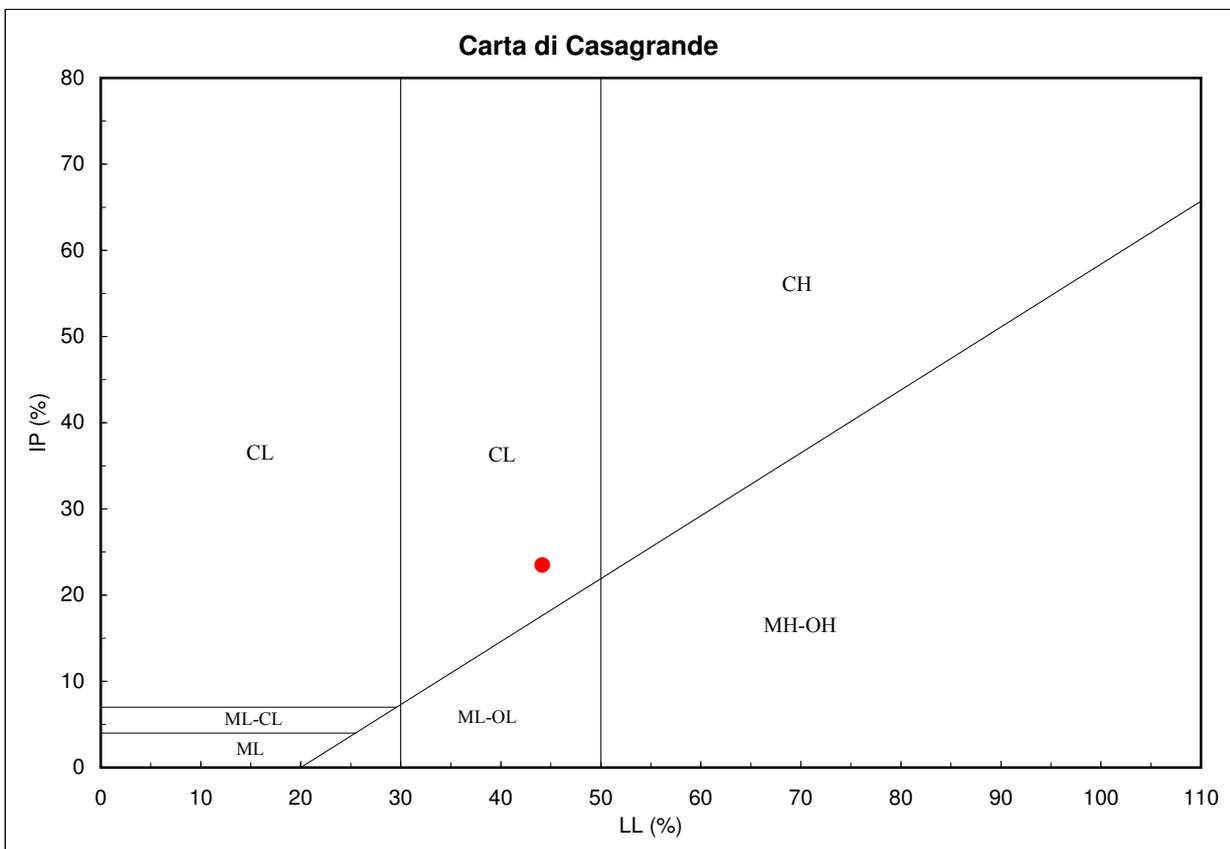
CAMPIONE: S1Cr5 profondità 15.0 - 15.3 m
COMMITTENTE: Acque S.p.A.
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006
V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
Data prova: 31/10/06 - 14/11/06

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)
Limiti di Atterberg (CNR-UNI 10014)

Contenuto d'acqua (Wn) =	17,77%	Limite di liquidità (LL) =	44,1%
Limite di plasticità (LP) =	20,7%	Indice di plasticità (IP) =	23,5%
Indice di consistenza (Ic) =	1,12	Indice di attività (Iat) =	0,64

CL = argille inorganiche di
media plasticità



Lo sperimentatore

Michèle Caloni





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 1

CERTIFICATO DI PROVA N. 1998/2006

CAMPIONE: S1Cr5 profondità 15.0 - 15.3 m

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006

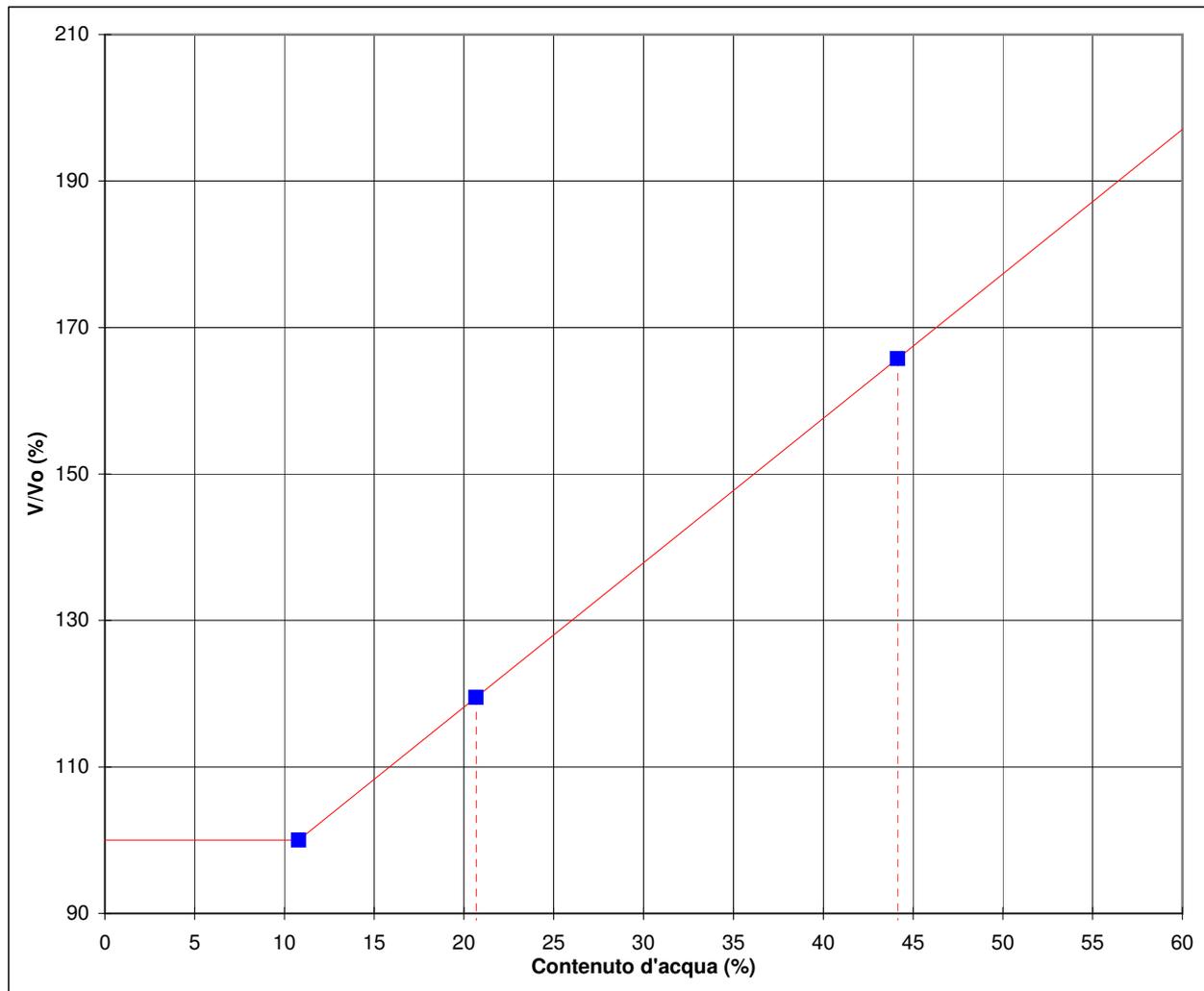
V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

Data prova: 31/10/06 - 18/11/06

Limite di ritiro (CNR-UNI 10014)

Limite di ritiro (Ws) = 10,8%

Coefficiente di ritiro (Rs) = 1,97



Lo sperimentatore
Michela Colan

IGETECMA s.a.s. direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Polini
Francesco Polini



CERTIFICATO DI PROVA N. 1999/2006

CAMPIONE: S1Cr5 profondità 15.0 - 15.3 m
COMMITTENTE: Acque S.p.A.
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

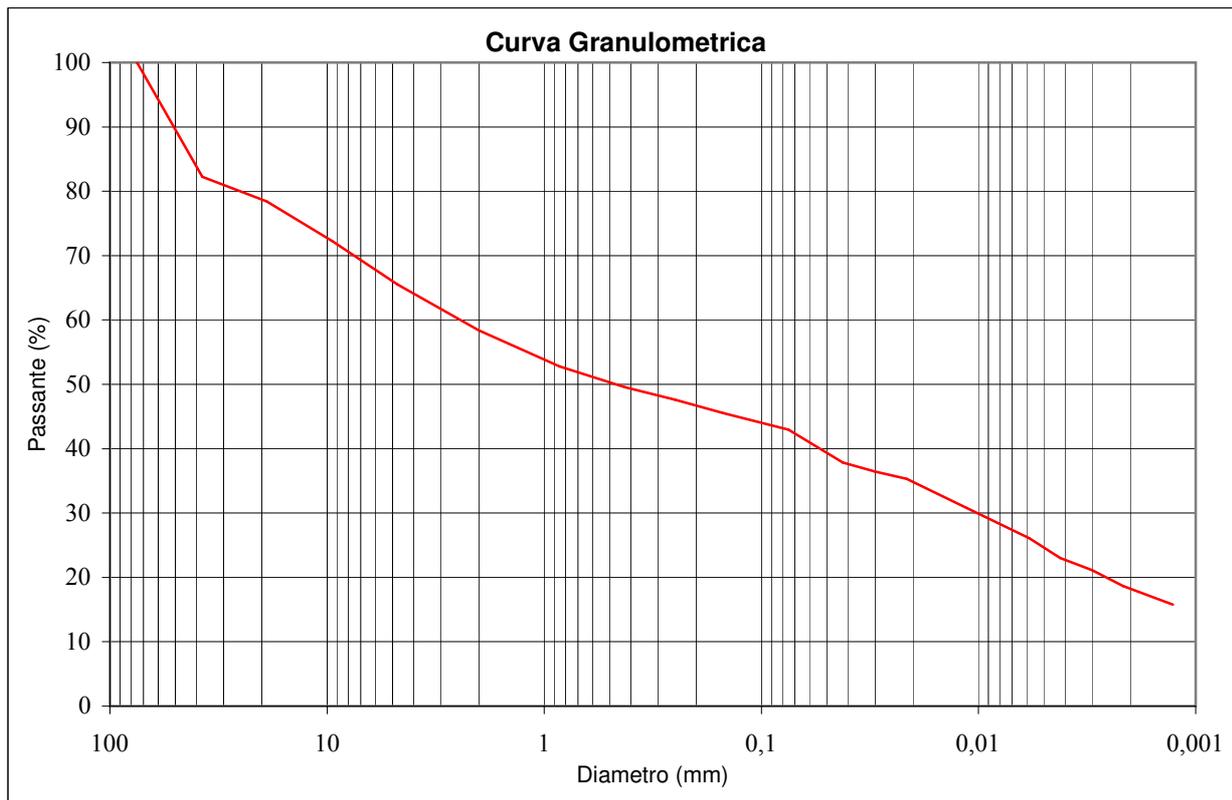
Firenze li 11/12/2006
V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
Data prova: 31/10/06 - 06/11/06

Analisi granulometrica

Setacciatura: per via umida (ASTM D 421)

Frazione fine: metodo del densimetro (ASTM D 422)

Setacciatura		Sedimentazione	
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
75	100	0,0421	37,8
37,5	82,24	0,0300	36,5
19	78,41	0,0214	35,3
9,5	72,27	0,0114	30,8
4,75	65,52	0,0058	26,1
2	58,38	0,0042	23,0
0,850	52,78	0,0030	21,1
0,425	49,56	0,0022	18,7
0,250	47,60	0,0013	15,8
0,150	45,54		
0,075	42,98		



Ghiaia: 41,6%

Sabbia: 17,4%

Limo: 22,7%

Argilla: 18,3%

Ghiaia limosa argillosa sabbiosa

Lo sperimentatore

Michèle Caloni



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 1

CERTIFICATO DI PROVA N. 2000/2006

CAMPIONE: S1Cr5 profondità 15.0 - 15.3 m	Firenze li 11/12/2006
COMMITTENTE: Acque S.p.A.	V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)	Data prova: 07/11/06 - 12/11/06

Peso specifico dei grani (CNR-UNI 10013)

Peso specifico dei grani (kN/m ³)	27,05
Peso di volume secco (kN/m ³)	16,7
Indice dei vuoti =	0,623
Grado di saturazione (%) =	80,30
Contenuto d'acqua (%) =	18,10

Lo sperimentatore

Michèle Galon



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 3

CERTIFICATO DI PROVA N. 2001/2006

CAMPIONE: S1Cr5 profondità 15.0 - 15.3 m

Firenze li 11/12/2006

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Data prova: 27/10/06 - 14/11/06

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)

Peso di volume (Boll. Uff. CNR n. 40)

Prova edometrica a gradini di carico costante (ASTM 2435)

	Iniziale	Finale
Altezza (mm)	19,916	17,760
Volume (cmc)	39,948	35,623
Peso di volume naturale (kN/m ³)	19,7	21,7
Peso di volume secco (kN/m ³)	16,7	18,7
Contenuto d'acqua (%)	18,10	16,16
Indice dei vuoti	0,623	0,428

Pressione (kPa)	Cedimento (%)	Indice dei vuoti	Mv (m²/kN)	Av (m²/kN)
24,5	0,159	0,620	--	--
49,0	0,549	0,614	0,0001592	0,0002583
98,1	2,062	0,589	0,0003086	0,0005008
196,1	4,549	0,549	0,0002536	0,0004116
392,3	7,681	0,498	0,0001597	0,0002591
784,6	10,988	0,445	0,0000843	0,0001368
1569,1	13,581	0,402	0,0000331	0,0000536
392,3	13,040	0,411	0,0000046	0,0000075
98,1	12,031	0,428	0,0000343	0,0000556
24,5	10,825	0,447	0,0001639	0,0002660

Lo sperimentatore

Michele Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

CERTIFICATO DI PROVA N. 2001/2006

CAMPIONE: S1Cr5 profondità 15.0 - 15.3 m

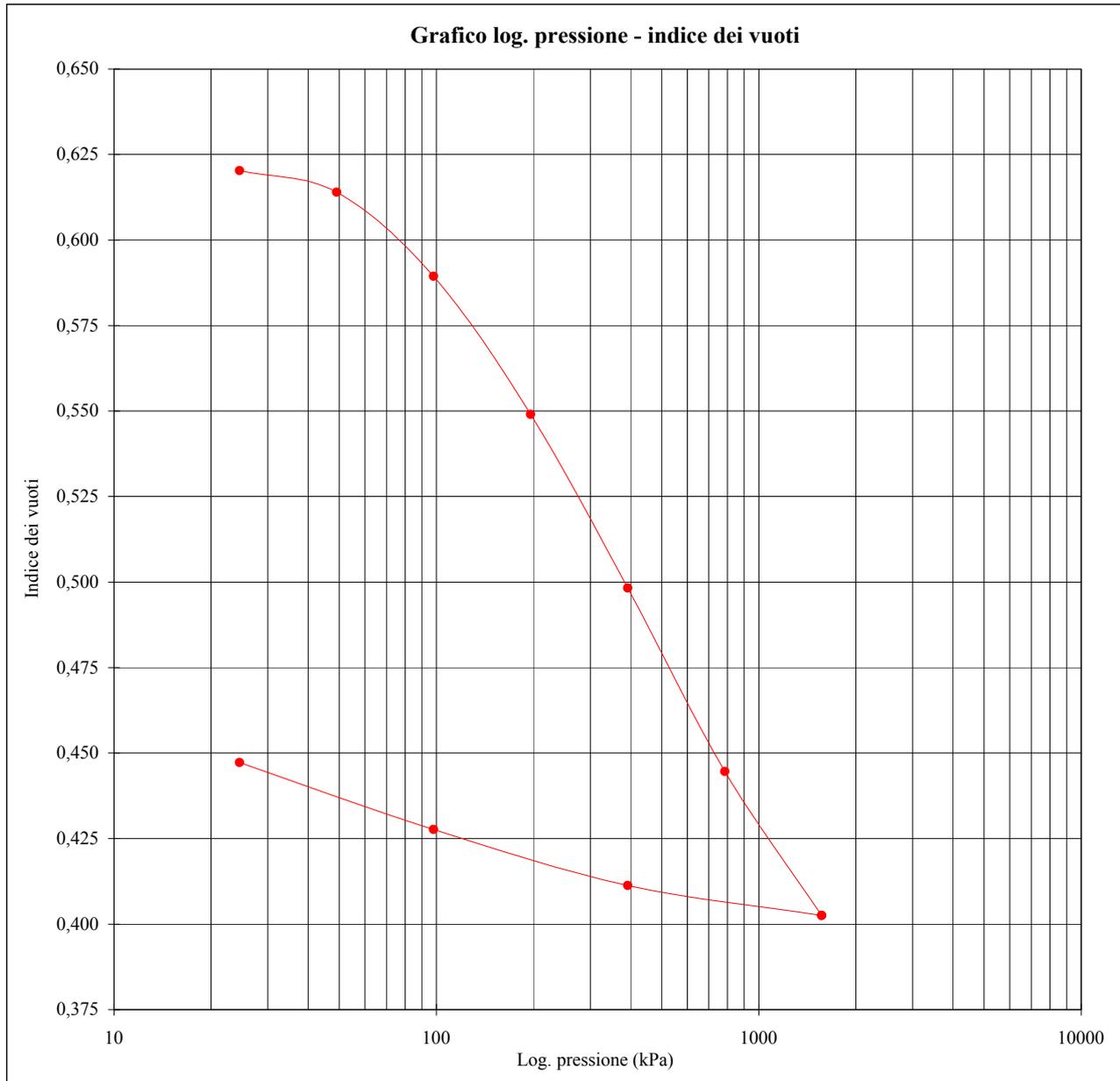
COMMITTENTE: Acque S.p.A.

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

Data prova: 27/10/06 - 14/11/06



Lo sperimentatore

Michèle Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Polini

Francesco Polini



CERTIFICATO DI PROVA N. 2001/2006

CAMPIONE: S1Cr5 profondità 15.0 - 15.3 m

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

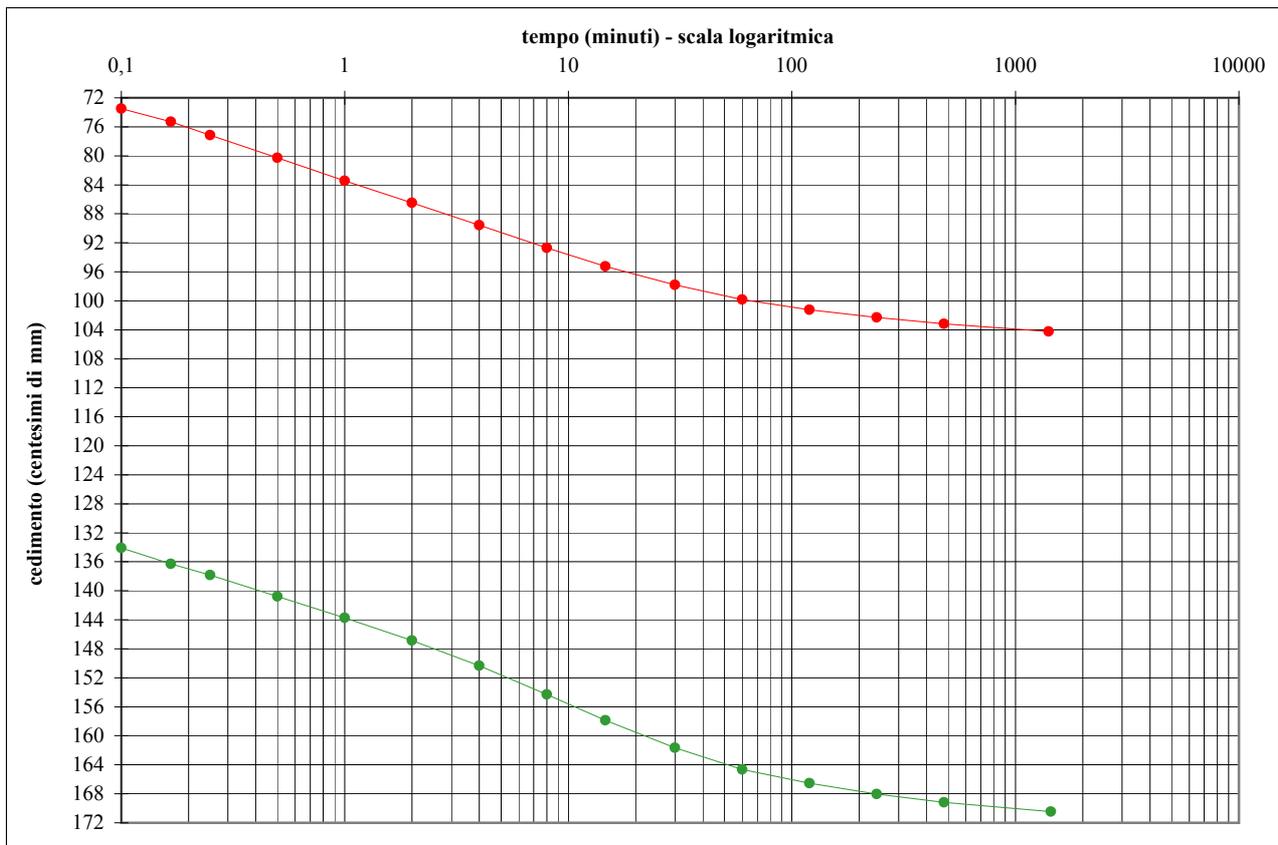
Data prova: 27/10/06 - 14/11/06

Cedimento in funzione del tempo

carico da 98.1 a 196.1 kPa

carico da 196.1 a 392.3 kPa

tempo (minuti)	Cedimento (10^{-2} mm)	tempo (minuti)	Cedimento (10^{-2} mm)
0,10	73,500	0,10	134,100
0,17	75,300	0,17	136,300
0,25	77,150	0,25	137,850
0,50	80,300	0,50	140,800
1	83,450	1	143,725
2	86,500	2	146,875
4	89,575	4	150,350
8	92,710	8	154,300
15	95,250	15	157,850
30	97,810	30	161,670
60	99,835	60	164,630
120	101,250	120	166,560
240	102,300	240	168,025
480	103,160	480	169,160
1410	104,235	1440	170,470



Lo sperimentatore

Michèle Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Polini

Francesco Polini

**CERTIFICATO DI PROVA N. 2002/2006****CAMPIONE: S1Cr5 profondità 15.0 - 15.3 m**

Firenze li 11/12/2006

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Data prova: 06/11/06 - 14/11/06

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)**Peso di volume (Boll. Uff. CNR n. 40)****Prova di taglio (ASTM D 3080/72)**

su provini ricostruiti con materiale passante al setaccio di apertura di 2 mm

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Peso di volume naturale iniziale (kN/m ³)	19,0	19,0	19,0
Peso di volume umido finale (kN/m ³)	20,0	20,4	20,8
Peso di volume secco iniziale (kN/m ³)	15,1	15,0	15,1
Peso di volume secco finale (kN/m ³)	16,3	16,8	17,3
Contenuto d'acqua iniziale (%)	25,69	26,14	25,88
Contenuto d'acqua finale (%)	22,49	21,62	20,33
Velocità di deformazione (mm/min.)	0,0020	0,0020	0,0020
Sigma (kPa)	98,1	196,1	294,2
Tau a rottura (kPa)	55,2	97,9	145,0

Provino 1		Provino 2		Provino 3	
Scorrimento (mm)	Tau (kPa)	Scorrimento (mm)	Tau (kPa)	Scorrimento (mm)	Tau (kPa)
0,07	15,9	0,06	23,4	0,10	42,0
0,13	19,5	0,29	44,8	0,15	51,8
0,19	22,6	0,55	57,1	0,20	58,7
0,25	24,2	0,82	65,7	0,26	64,9
0,53	30,1	1,08	69,6	0,57	88,1
0,80	35,4	1,34	74,4	0,90	101,5
1,05	38,5	1,62	78,1	1,24	107,5
1,32	41,2	1,89	82,2	1,57	114,1
1,61	43,7	2,15	85,3	1,91	121,0
1,87	45,9	2,43	88,6	2,24	126,9
2,13	48,2	2,71	91,5	2,58	132,2
2,41	50,4	2,98	93,6	2,92	136,4
2,70	52,0	3,25	95,1	3,26	139,1
2,97	53,2	3,52	95,9	3,60	140,5
3,23	54,0	3,79	96,5	3,94	141,9
3,52	54,6	4,06	97,0	4,27	142,8
3,78	54,9	4,33	97,3	4,62	143,4
3,97	55,2	4,61	97,9	4,96	143,6
4,31	55,2	4,95	97,6	5,30	144,2
4,60	54,9	5,22	97,3	5,65	144,8
4,87	54,3	5,50	96,8	5,99	145,0

Lo sperimentatore

Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

CERTIFICATO DI PROVA N. 2002/2006

CAMPIONE: S1Cr5 profondità 15.0 - 15.3 m

Firenze li 11/12/2006

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

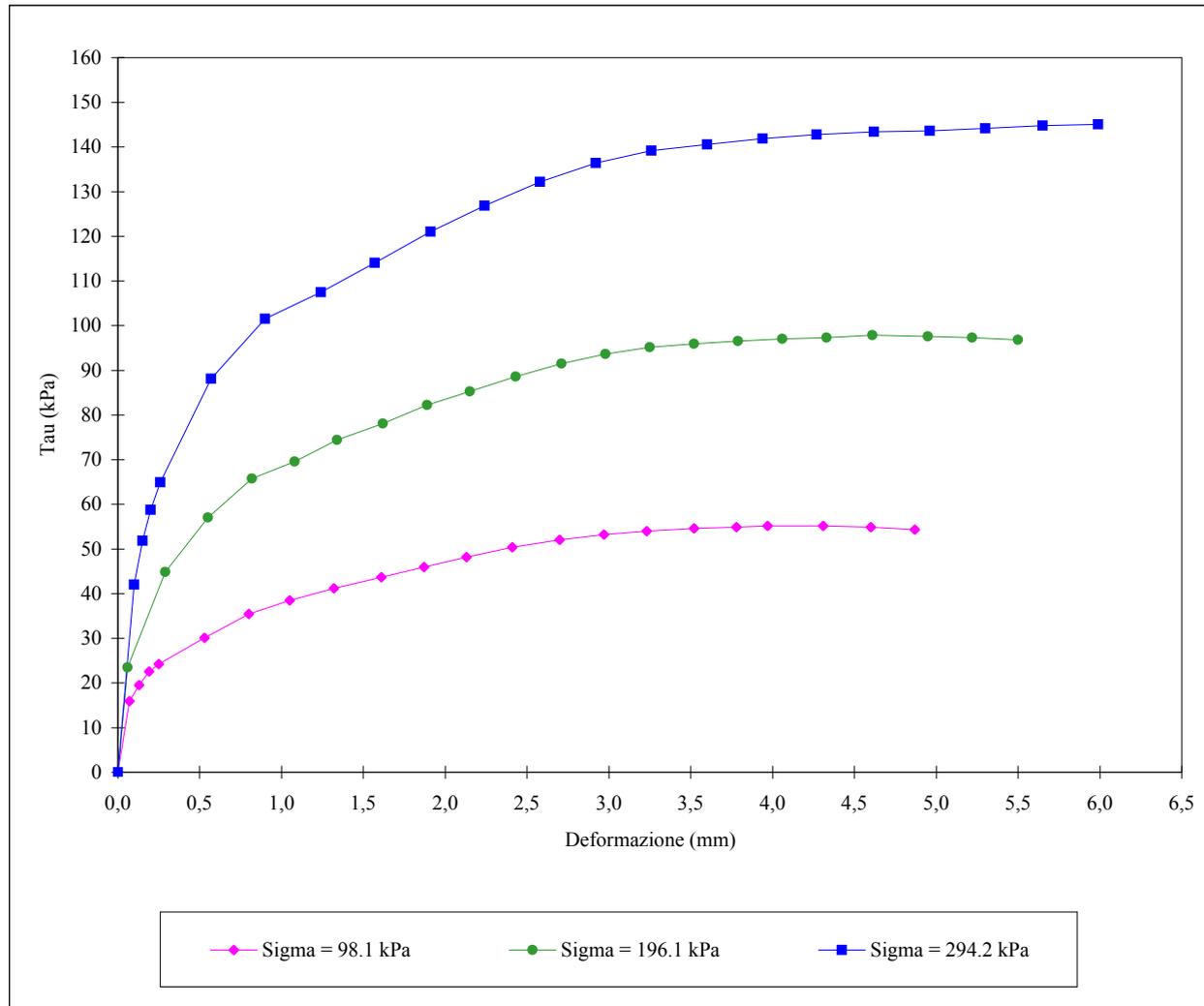
V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Data prova: 06/11/06 - 14/11/06

Prova di taglio (ASTM D 3080/72)

Grafico Deformazione - Tau



Lo sperimentatore
Michèle Colom



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi
Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 2

CERTIFICATO DI PROVA N. 2003/2006

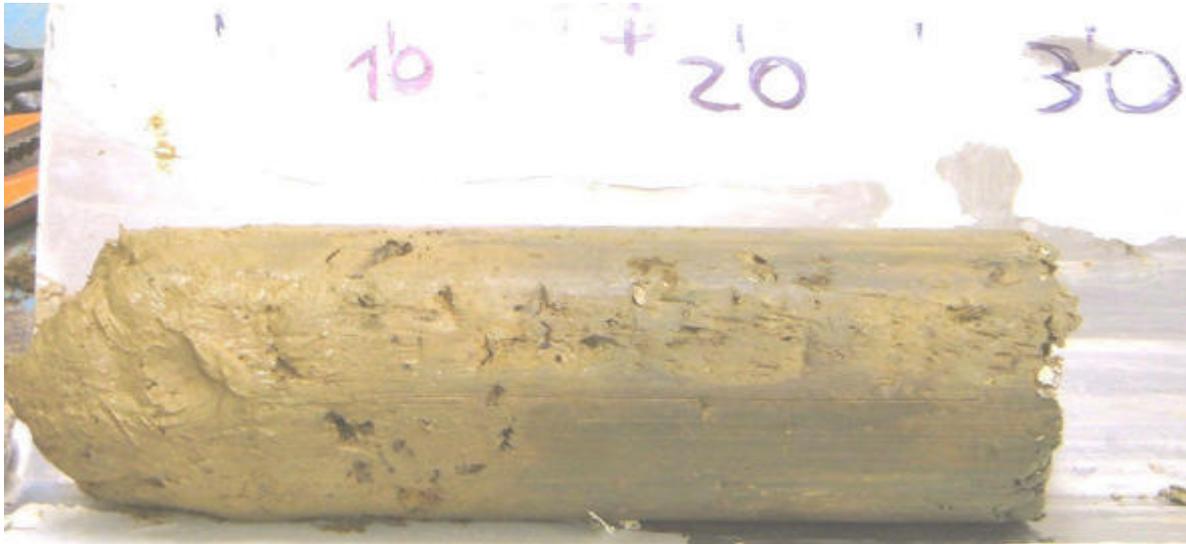
CAMPIONE: S2C1 profondità 12.0 - 12.5 m	Firenze li 11/12/2006
COMMITTENTE: Acque S.p.A.	V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)	Data apertura: 20/10/06

Descrizione del campione

Campione indisturbato prelevato con campionatore Shelby di diametro di 88.9 mm da sondaggio eseguito a rotazione a carotaggio continuo

0 - 29 cm: argilla limosa sabbiosa con abbondanti elementi litici (a tratti sporadici)
colore grigio oliva - grigio verdastro

prove eseguite: umidità naturale, peso di volume, granulometria, limiti, limite del ritiro, , peso specifico dei grani, edometria e triassiale C.I.U.



Lo sperimentatore

Michèle Calvo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 2 di 2

CERTIFICATO DI PROVA N. 2003/2006

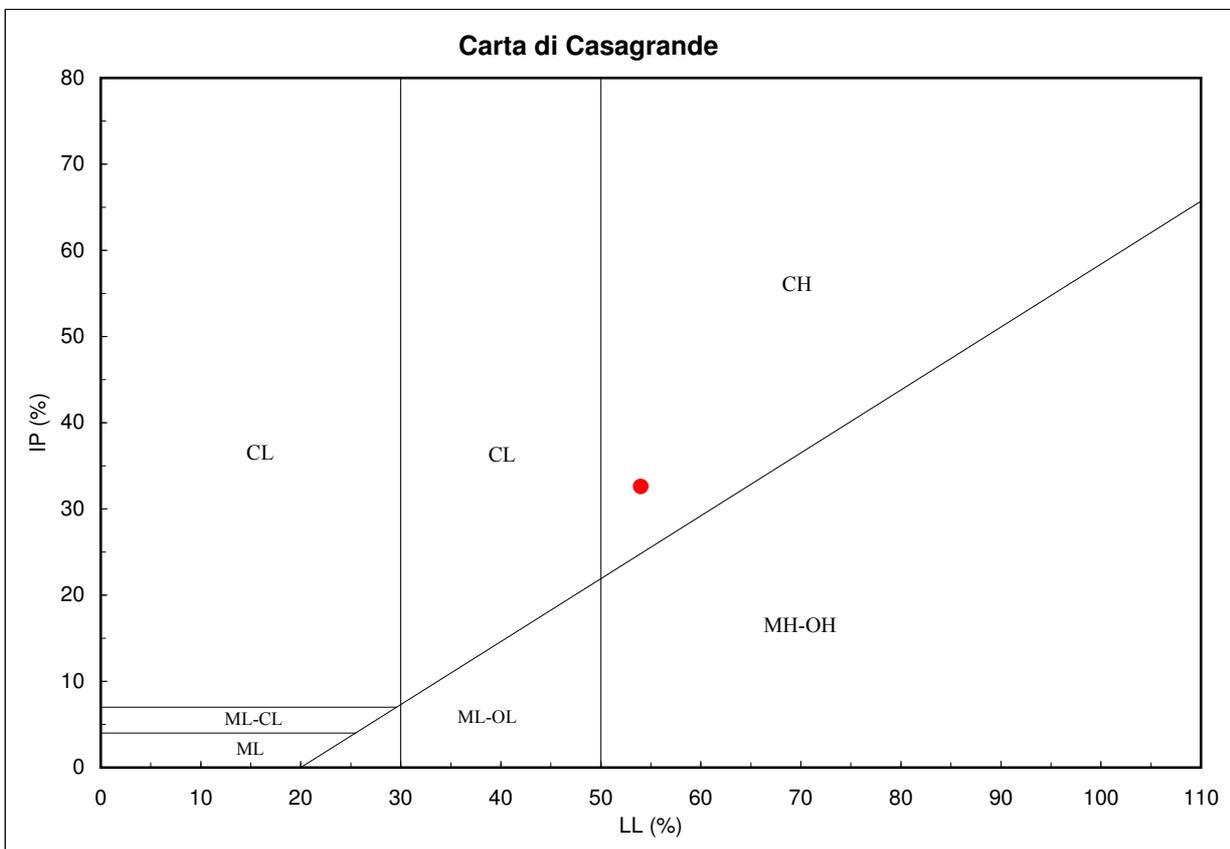
CAMPIONE: S2C1 profondità 12.0 - 12.5 m
COMMITTENTE: Acque S.p.A.
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006
V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
Data prova: 20/10/06 - 14/11/06

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)
Limiti di Atterberg (CNR-UNI 10014)

Contenuto d'acqua (Wn) =	21,20%	Limite di liquidità (LL) =	54,0%
Limite di plasticità (LP) =	21,4%	Indice di plasticità (IP) =	32,6%
Indice di consistenza (Ic) =	1,01	Indice di attività (Iat) =	0,67

CH = argille inorganiche di
alta plasticità



Lo sperimentatore

Michèle Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 1

CERTIFICATO DI PROVA N. 2004/2006

CAMPIONE: S2C1 profondità 12.0 - 12.5 m

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006

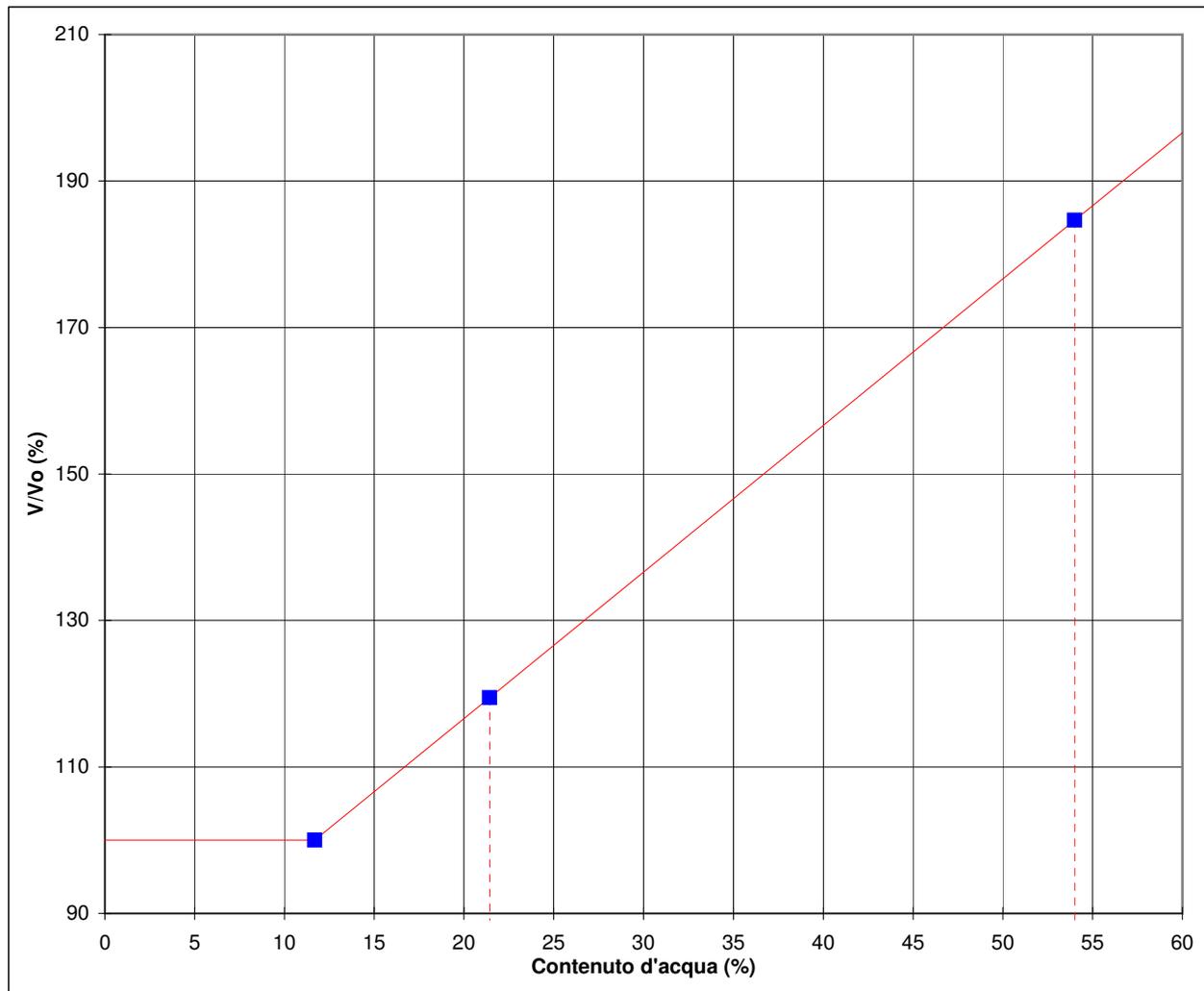
V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

Data prova: 20/10/06 - 14/11/06

Limite di ritiro (CNR-UNI 10014)

Limite di ritiro (Ws) = 11,7%

Coefficiente di ritiro (Rs) = 2,00



Lo sperimentatore
Michela Colom

IGETECMA s.a.s. direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Polini
Francesco Polini



CERTIFICATO DI PROVA N. 2005/2006

CAMPIONE: S2C1 profondità 12.0 - 12.5 m

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

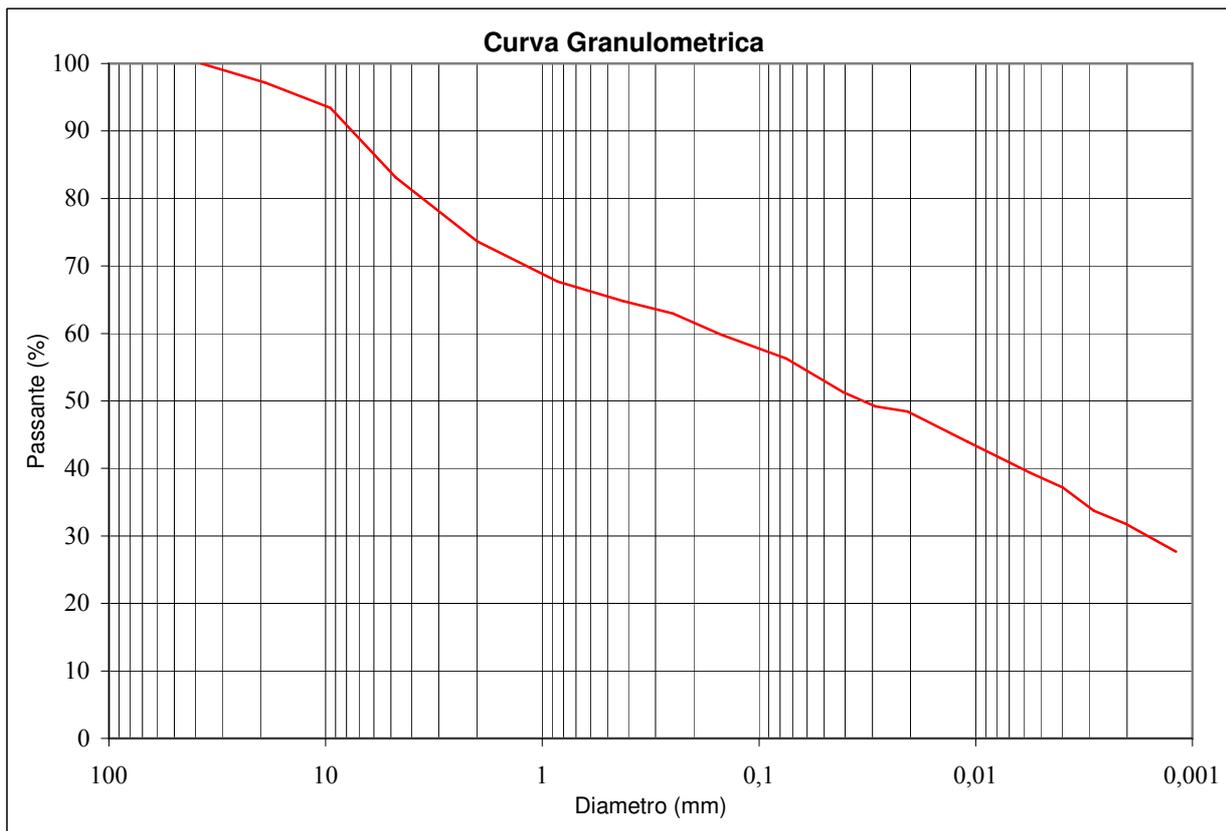
Data prova: 20/10/06 - 14/11/06

Analisi granulometrica

Setacciatura: per via umida (ASTM D 421)

Frazione fine: metodo del densimetro (ASTM D 422)

Setacciatura		Sedimentazione	
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
37,5	100	0,0407	51,3
19	97,17	0,0291	49,2
9,5	93,43	0,0207	48,4
4,75	83,13	0,0109	43,9
2	73,63	0,0056	39,3
0,850	67,67	0,0040	37,2
0,425	64,82	0,0028	33,7
0,250	62,97	0,0020	31,8
0,150	59,82	0,0012	27,7
0,075	56,28		



Ghiaia: 26,4%

Sabbia: 19,2%

Limo: 22,8%

Argilla: 31,7%

Ghiaia con argilla limosa sabbiosa

Lo sperimentatore

Michèle Caloni



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 1

CERTIFICATO DI PROVA N. 2006/2006

CAMPIONE: S2C1 profondità 12.0 - 12.5 m

Firenze li 11/12/2006

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Data prova: 07/11/06 - 12/11/06

Peso specifico dei grani (CNR-UNI 10013)

Peso specifico dei grani (kN/m³) 26,92

Peso di volume secco (kN/m³) 14,7

Indice dei vuoti = 0,828

Grado di saturazione (%) = 82,06

Contenuto d'acqua (%) = 24,71

Lo sperimentatore

Michèle Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 3

CERTIFICATO DI PROVA N. 2007/2006

CAMPIONE: S2C1 profondità 12.0 - 12.5 m

Firenze li 11/12/2006

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Data prova: 20/10/06 - 14/11/06

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)

Peso di volume (Boll. Uff. CNR n. 40)

Prova edometrica a gradini di carico costante (ASTM 2435)

	Iniziale	Finale
Altezza (mm)	19,895	17,762
Volume (cmc)	39,914	35,635
Peso di volume naturale (kN/m ³)	18,4	20,2
Peso di volume secco (kN/m ³)	14,7	16,5
Contenuto d'acqua (%)	24,71	22,68
Indice dei vuoti	0,828	0,606

Pressione (kPa)	Cedimento (%)	Indice dei vuoti	Mv (m²/kN)	Av (m²/kN)
24,5	0,142	0,825	--	--
49,0	0,388	0,821	0,0001003	0,0001834
98,1	1,821	0,795	0,0002924	0,0005346
196,1	4,949	0,738	0,0003189	0,0005830
392,3	8,173	0,679	0,0001644	0,0003005
784,6	11,108	0,625	0,0000748	0,0001368
1569,1	14,131	0,570	0,0000385	0,0000704
392,3	13,496	0,581	0,0000054	0,0000099
98,1	12,168	0,606	0,0000451	0,0000825
24,5	10,721	0,632	0,0001967	0,0003596

Lo sperimentatore

Michèle Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 2 di 3

CERTIFICATO DI PROVA N. 2007/2006

CAMPIONE: S2C1 profondità 12.0 - 12.5 m

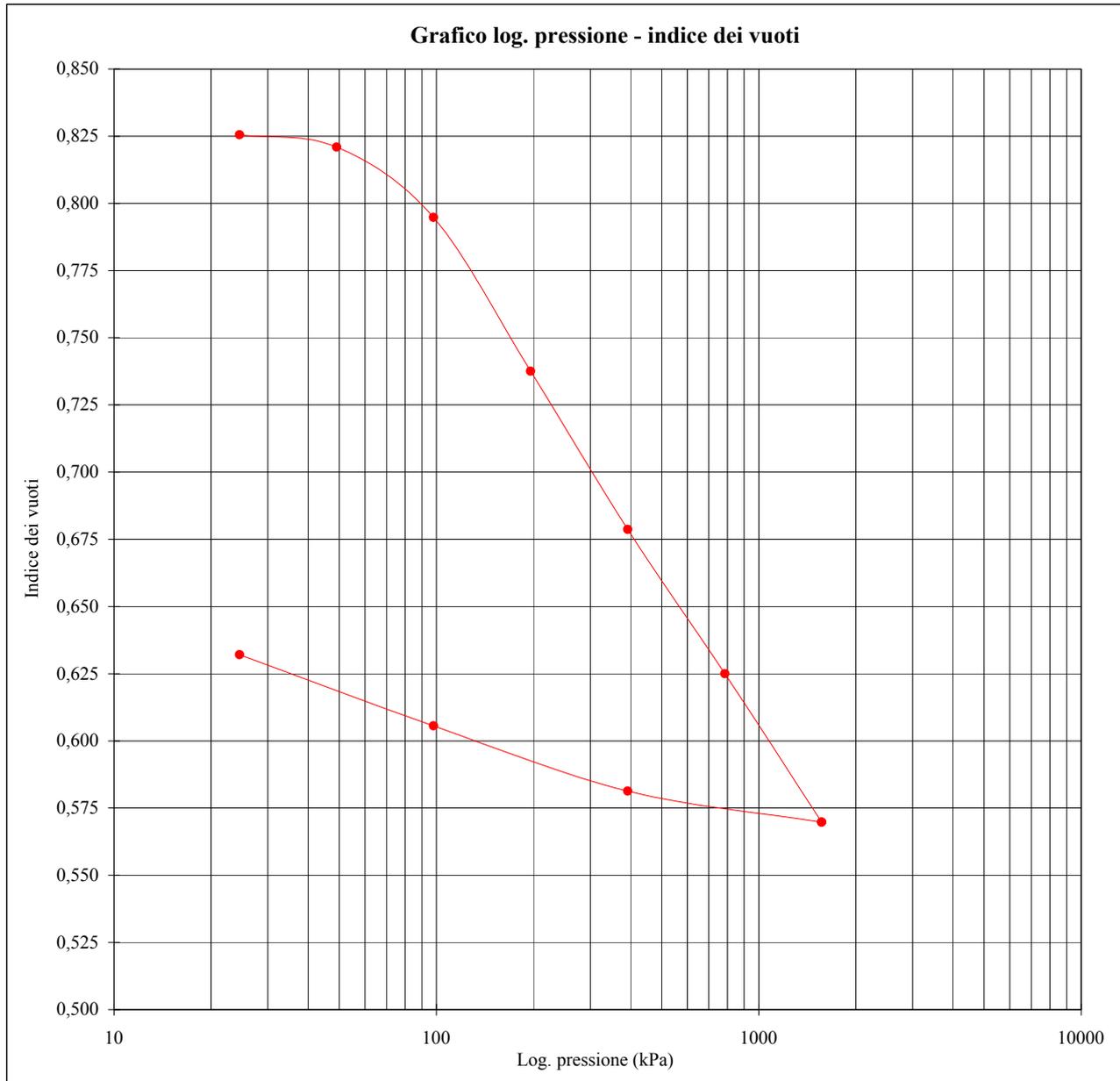
COMMITTENTE: Acque S.p.A.

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

Data prova: 20/10/06 - 14/11/06



Lo sperimentatore
Michèle Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Polini
Francesco Polini



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

CERTIFICATO DI PROVA N. 2007/2006

CAMPIONE: S2C1 profondità 12.0 - 12.5 m

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

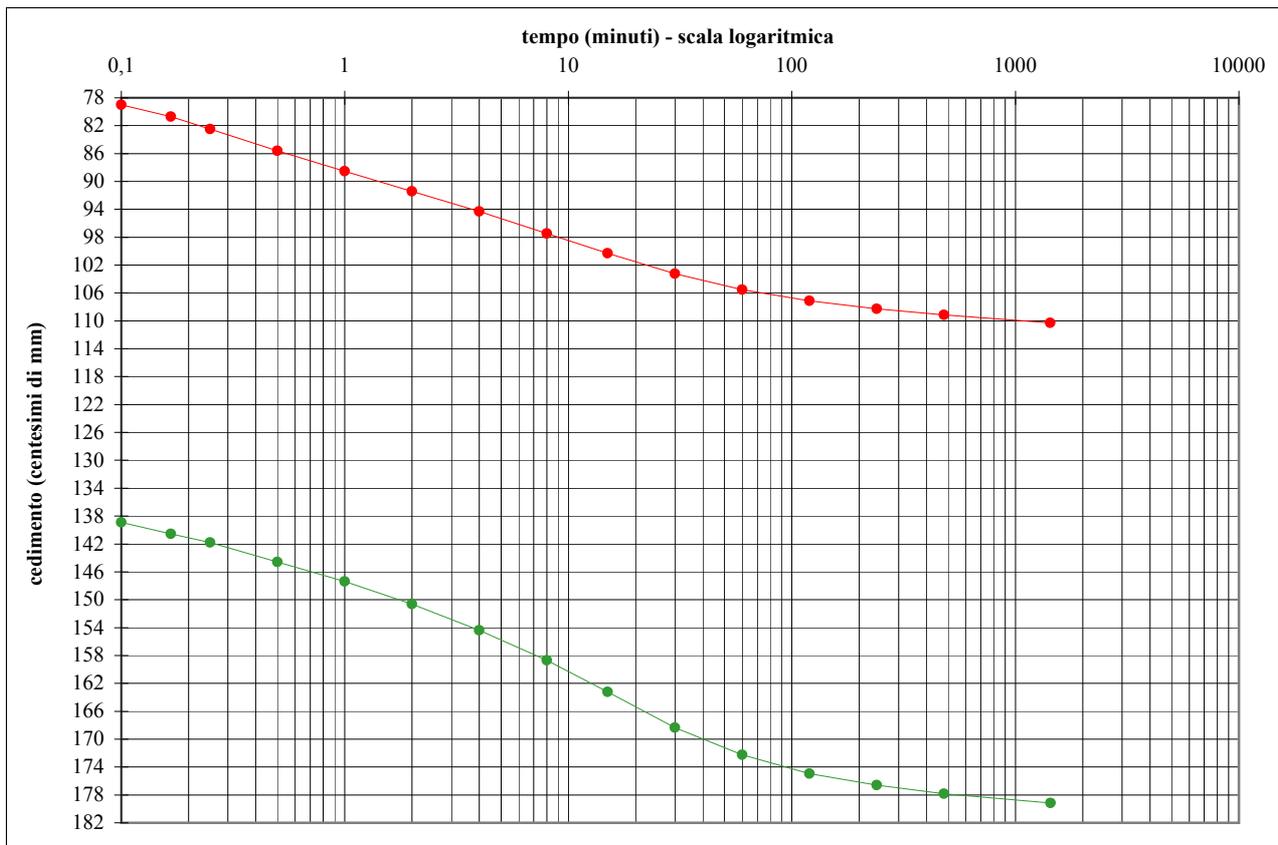
Data prova: 20/10/06 - 14/11/06

Cedimento in funzione del tempo

carico da 98.1 a 196.1 kPa

carico da 196.1 a 392.3 kPa

tempo (minuti)	Cedimento (10^{-2} mm)	tempo (minuti)	Cedimento (10^{-2} mm)
0,10	79,000	0,10	138,900
0,17	80,700	0,17	140,550
0,25	82,500	0,25	141,800
0,50	85,600	0,50	144,575
1	88,525	1	147,375
2	91,425	2	150,615
4	94,310	4	154,375
8	97,450	8	158,680
15	100,300	15	163,225
30	103,230	30	168,350
60	105,540	60	172,265
120	107,115	120	174,935
240	108,260	240	176,590
480	109,150	480	177,825
1431	110,290	1435	179,170



Lo sperimentatore

Michèle Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Polini

Francesco Polini



CERTIFICATO DI PROVA N. 2008/2006

CAMPIONE: S2C1 profondità 12.0 - 12.5 m
COMMITTENTE: Acque S.p.A.
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006
V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
Data prova: 10/11/06 - 21/11/06

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)

Peso di volume (Boll. Uff. CNR n. 40)

Prova triassiale consolidata non drenata (ASTM D 2850)

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Altezza iniziale (cm)	7.62	7.62	7.62
Diametro iniziale (cm)	3.82	3.82	3.82
Volume iniziale (cmc)	87.24	87.11	87.11
Vel. def. (mm/min)	0.0060	0.0060	0.0060
Condizioni prima della prova			
Peso di volume naturale (kN/m ³)	18.6	19.8	18.5
Peso di volume secco (kN/m ³)	14.5	16.0	14.4
Contenuto d'acqua naturale (%)	28.41	23.82	29.14
Condizioni iniziali della prova			
Pressione laterale totale (kPa)	453.0	553.4	652.5
Back pressure (kPa)	351.7	351.7	351.7
Pressione laterale effettiva (kPa)	101.4	201.7	300.8
Consolidazione			
Variazione di volume ($\Delta V/V$) %	0.63	1.43	2.76
Condizioni a rottura			
Tensione deviatorica (kPa)	111.9	162.9	244.8
Deformazione assiale (%)	10.82	13.51	15.73
Pressione neutra (kPa)	382.7	439.9	487.2
Sovrappresione neutra (kPa)	31.0	88.2	135.5
Pressione laterale effettiva (kPa)	70.3	113.5	165.3
Coefficiente di pressione neutra (A)	0.277	0.541	0.554

Lo sperimentatore

Michèle Colan



direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



CERTIFICATO DI PROVA N. 2008/2006

CAMPIONE: S2C1 profondità 12.0 - 12.5 m

Firenze li 11/12/2006

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Data prova: 10/11/06 - 21/11/06

Prova triassiale consolidata non drenata (ASTM D 2850)

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
$\sigma_1 - \sigma_3$	ϵ	u-u0	A	$\sigma_1 - \sigma_3$	ϵ	u-u0	A	$\sigma_1 - \sigma_3$	ϵ	u-u0	A
(kPa)	(%)	(kPa)		(kPa)	(%)	(kPa)		(kPa)	(%)	(kPa)	
0.9	0.08	0.0	0.000	1.8	0.07	0.4	0.227	3.5	0.05	0.3	0.086
10.4	0.55	0.3	0.029	18.3	0.79	8.4	0.458	27.7	0.79	15.6	0.563
29.5	1.03	1.9	0.064	76.4	1.47	41.4	0.543	110.2	1.45	67.9	0.617
69.2	1.48	5.9	0.085	109.5	2.16	65.4	0.598	152.1	2.13	103.6	0.681
86.1	1.93	12.7	0.147	125.8	2.88	76.6	0.609	176.5	2.84	117.2	0.664
95.1	2.40	21.3	0.224	136.7	3.59	82.9	0.607	198.2	3.79	128.1	0.646
100.5	2.88	26.4	0.262	142.3	4.32	87.3	0.613	208.7	4.74	134.7	0.646
104.0	3.59	30.5	0.294	146.2	5.05	89.6	0.613	215.6	5.68	138.4	0.642
105.6	4.33	33.0	0.313	150.0	5.78	91.3	0.609	219.8	6.66	140.0	0.637
107.2	5.07	33.9	0.316	152.9	6.51	92.1	0.602	223.1	7.60	141.2	0.633
108.8	5.80	34.5	0.317	154.1	7.23	92.3	0.599	225.5	8.55	140.6	0.623
109.6	6.52	34.5	0.315	156.1	7.95	92.3	0.591	228.0	9.73	140.4	0.616
110.2	7.25	34.3	0.311	156.4	8.67	91.5	0.585	232.7	10.92	139.7	0.600
110.5	7.97	33.7	0.305	157.8	9.63	91.2	0.578	237.1	12.13	138.9	0.586
110.8	8.68	32.6	0.295	159.2	10.57	90.5	0.568	241.3	13.34	138.2	0.573
111.5	9.39	32.3	0.290	160.6	11.54	90.1	0.561	244.7	14.52	136.6	0.558
111.7	10.10	31.8	0.285	161.8	12.52	88.8	0.549	244.8	15.73	135.5	0.554
111.9	10.82	31.0	0.277	162.9	13.51	88.2	0.541	244.8	16.94	134.6	0.550
111.7	11.56	30.5	0.273	162.5	14.47	87.1	0.536	244.8	18.10	133.4	0.545
111.1	12.29	29.6	0.267	162.1	15.44	86.3	0.533	243.9	19.07	132.8	0.544
110.5	13.01	28.8	0.261	160.9	16.39	85.1	0.529	242.4	20.02	131.9	0.544

ϵ : deformazione assiale

u-u0 sovrappressione neutra

$\sigma_1 - \sigma_3$: tensione deviatorica

A Coefficiente di pressione neutra

Lo sperimentatore

Michele Colaninno



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi

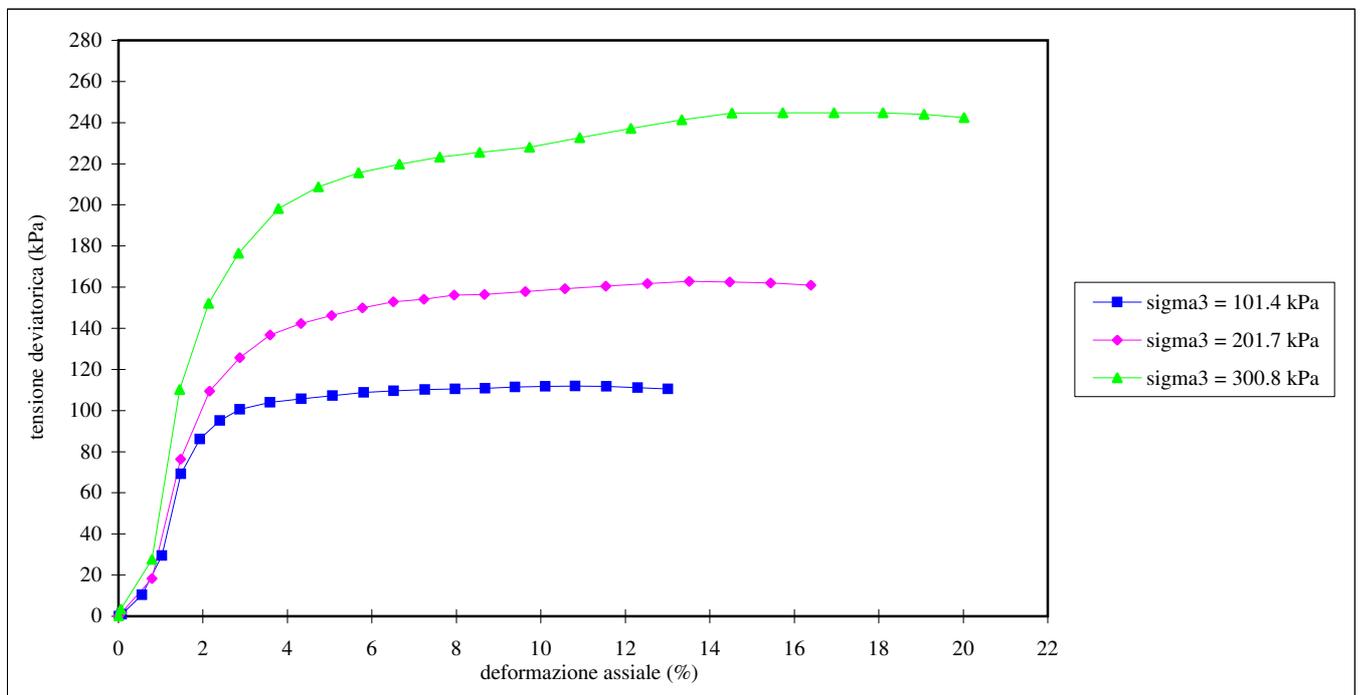
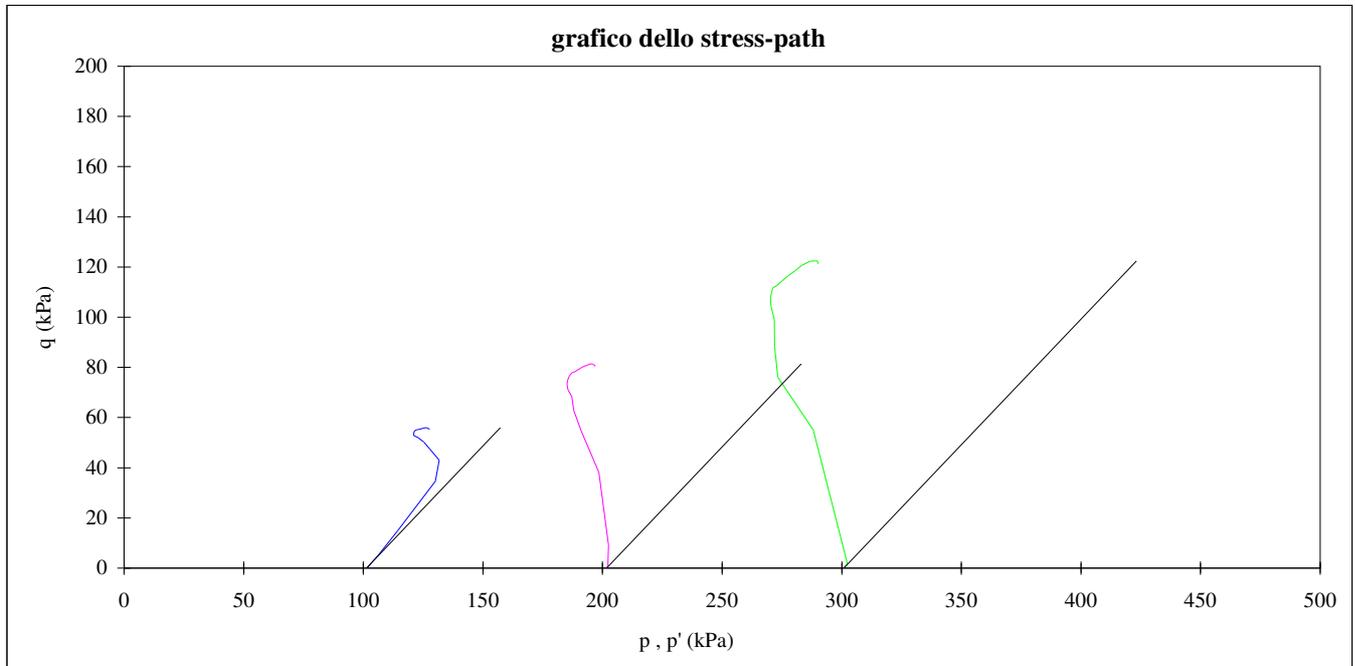


CERTIFICATO DI PROVA N. 2008/2006

CAMPIONE: S2C1 profondità 12.0 - 12.5 m
COMMITTENTE: Acque S.p.A.
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006
V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
Data prova: 10/11/06 - 21/11/06

Prova triassiale consolidata non drenata (ASTM D 2850)



Lo sperimentatore

Michele Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi

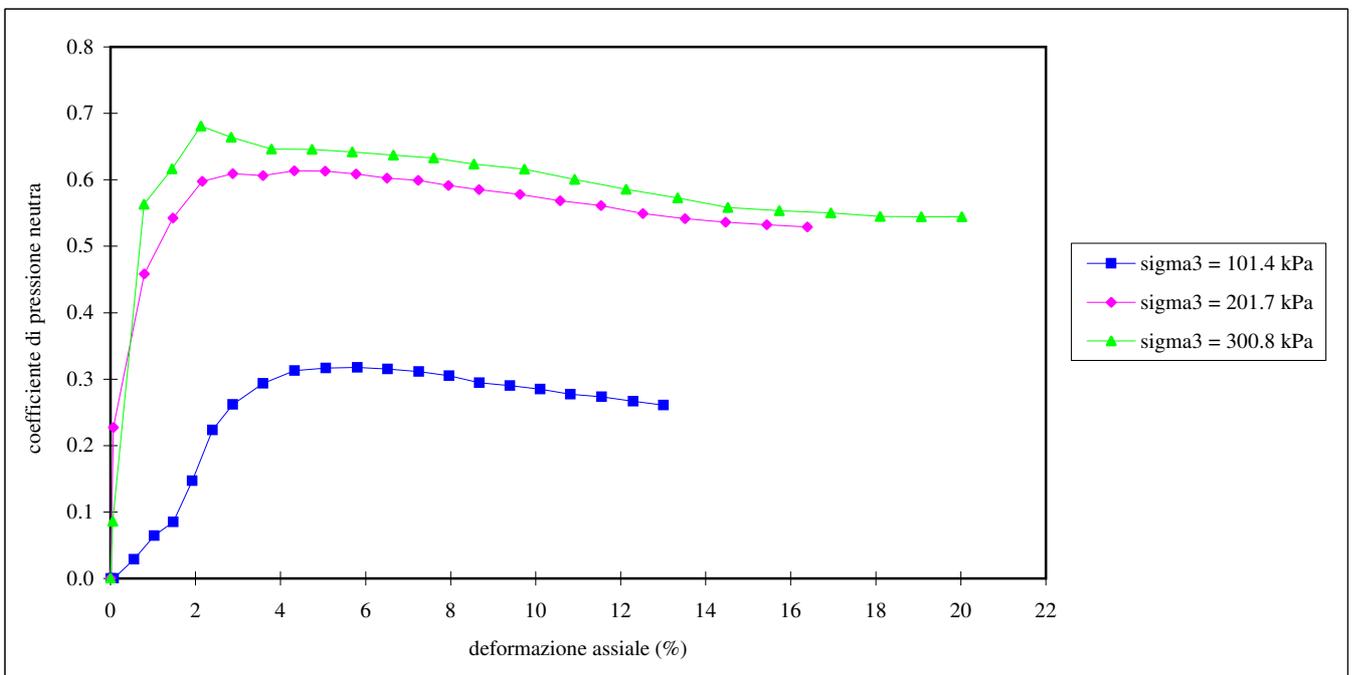
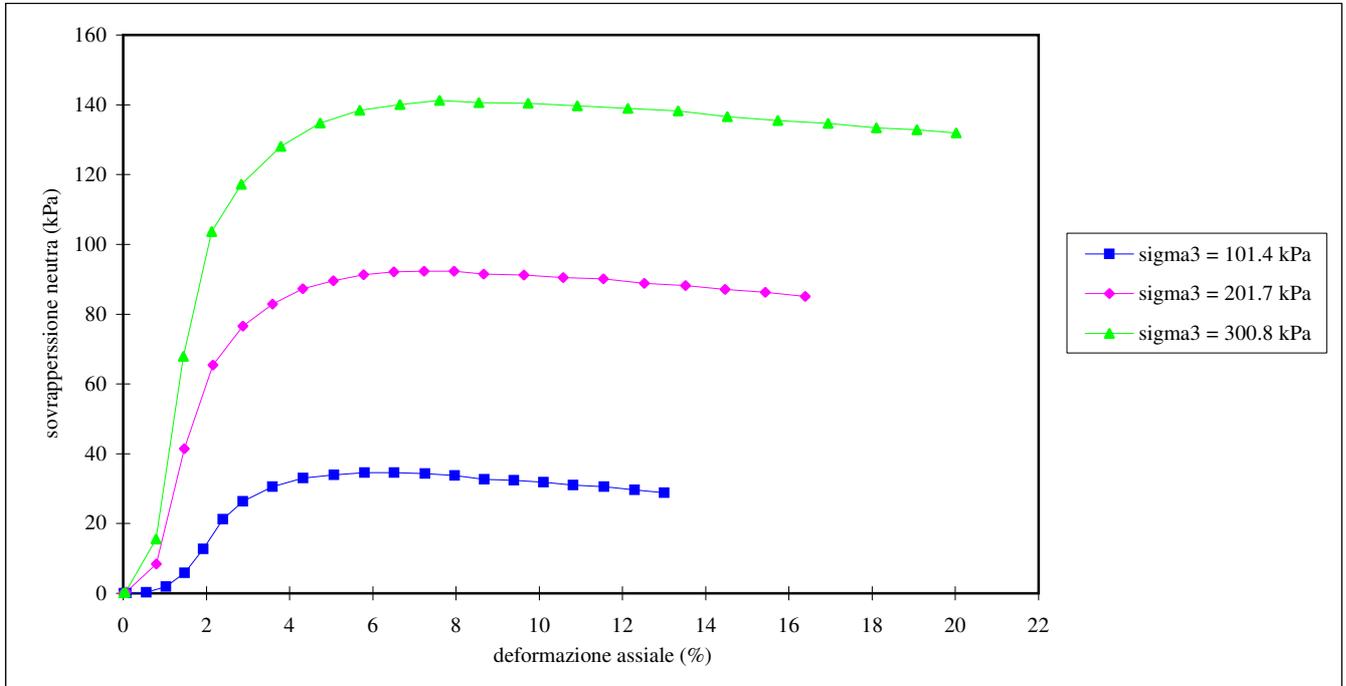


CERTIFICATO DI PROVA N. 2008/2006

CAMPIONE: S2C1 profondità 12.0 - 12.5 m
COMMITTENTE: Acque S.p.A.
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

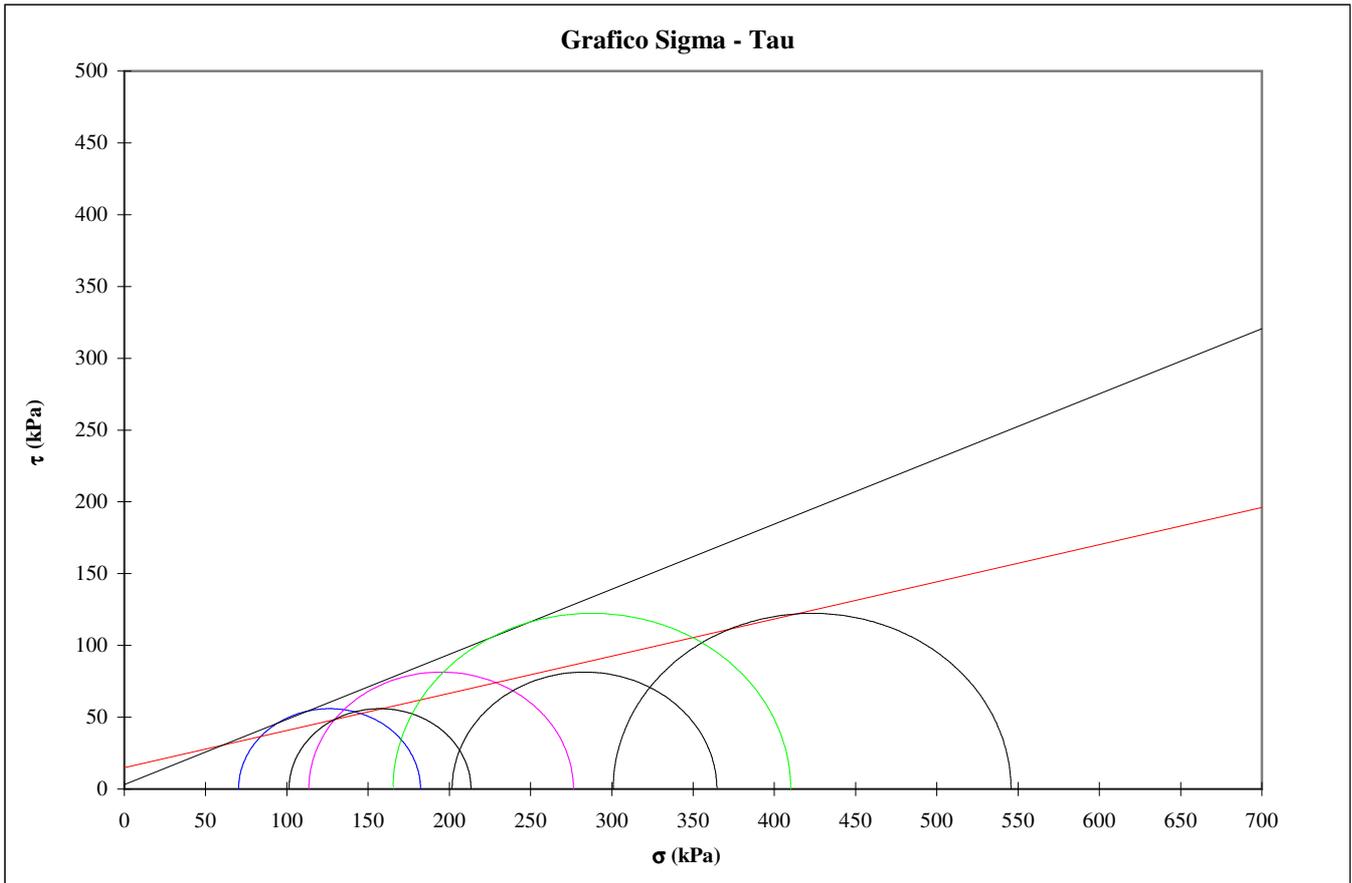
Firenze li 11/12/2006
V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
Data prova: 10/11/06 - 21/11/06

Prova triassiale consolidata non drenata (ASTM D 2850)



Lo sperimentatore
Michèle Calm

Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi
Francesco Politi





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 2

CERTIFICATO DI PROVA N. 2009/2006

CAMPIONE: S2Cr2 profondità 20.4 - 20.6 m	Firenze li 11/12/2006
COMMITTENTE: Acque S.p.A.	V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)	Data apertura: 27/10/06

Descrizione del campione

Campione semidisturbato prelevato da cassetta
da sondaggio eseguito a rotazione a carotaggio continuo

0 - 40 cm: elementi litici in matrice limosa sabbiosa argillosa
di colore grigio verdastro - grigio verdastro scuro

prove eseguite: umidità naturale, peso di volume, granulometria,
limiti, limite del ritiro, peso specifico dei grani, edometria e
taglio ricostruito



Lo sperimentatore

Michèle Calvo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 2 di 2

CERTIFICATO DI PROVA N. 2009/2006

CAMPIONE: S2Cr2 profondità 20.4 - 20.6 m
COMMITTENTE: Acque S.p.A.
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006
V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
Data prova: 01/11/06 - 15/11/06

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)

Limiti di Atterberg (CNR-UNI 10014)

Contenuto d'acqua (Wn) = 16,91%

Limite di liquidità (LL) = 43,2%

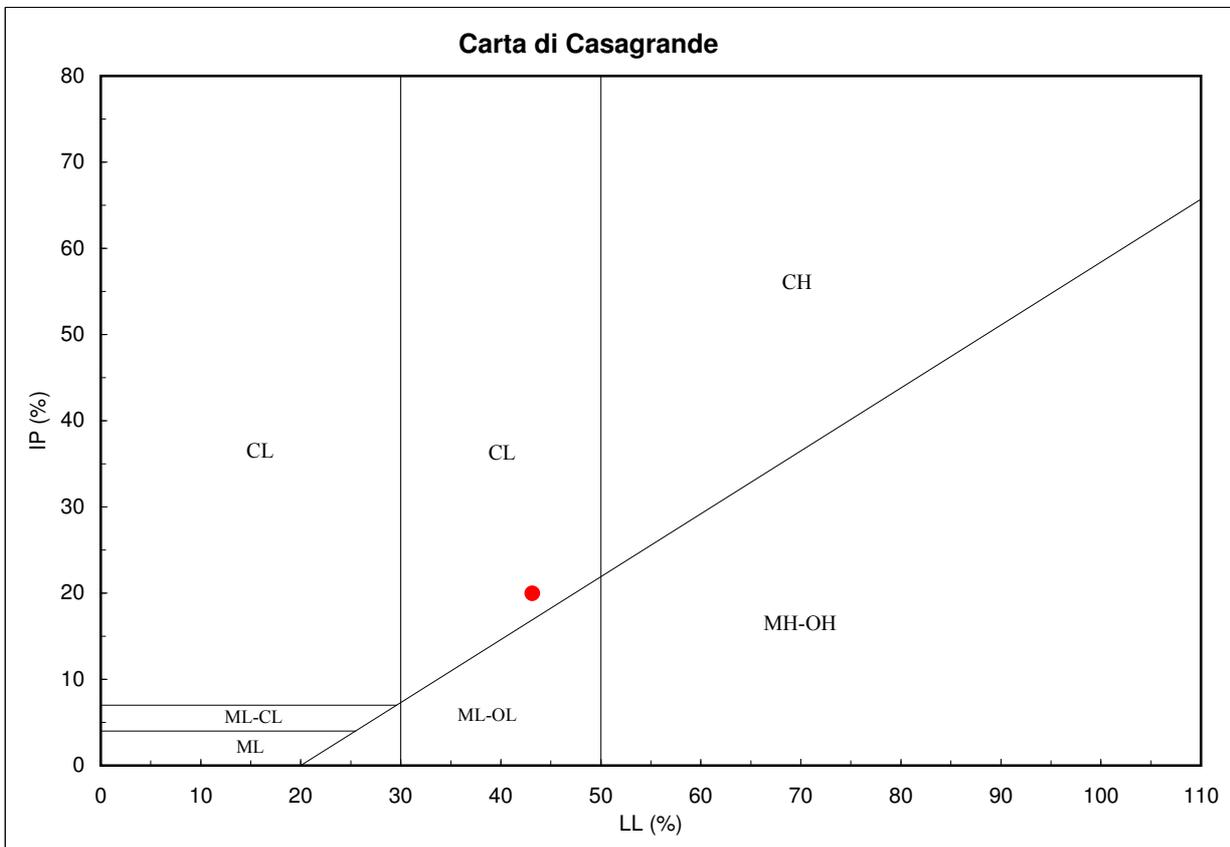
Limite di plasticità (LP) = 23,2%

Indice di plasticità (IP) = 20,0%

Indice di consistenza (Ic) = 1,32

Indice di attività (Iat) = 0,95

CL = argille inorganiche di media plasticità



Lo sperimentatore

Michèle Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 1

CERTIFICATO DI PROVA N. 2010/2006

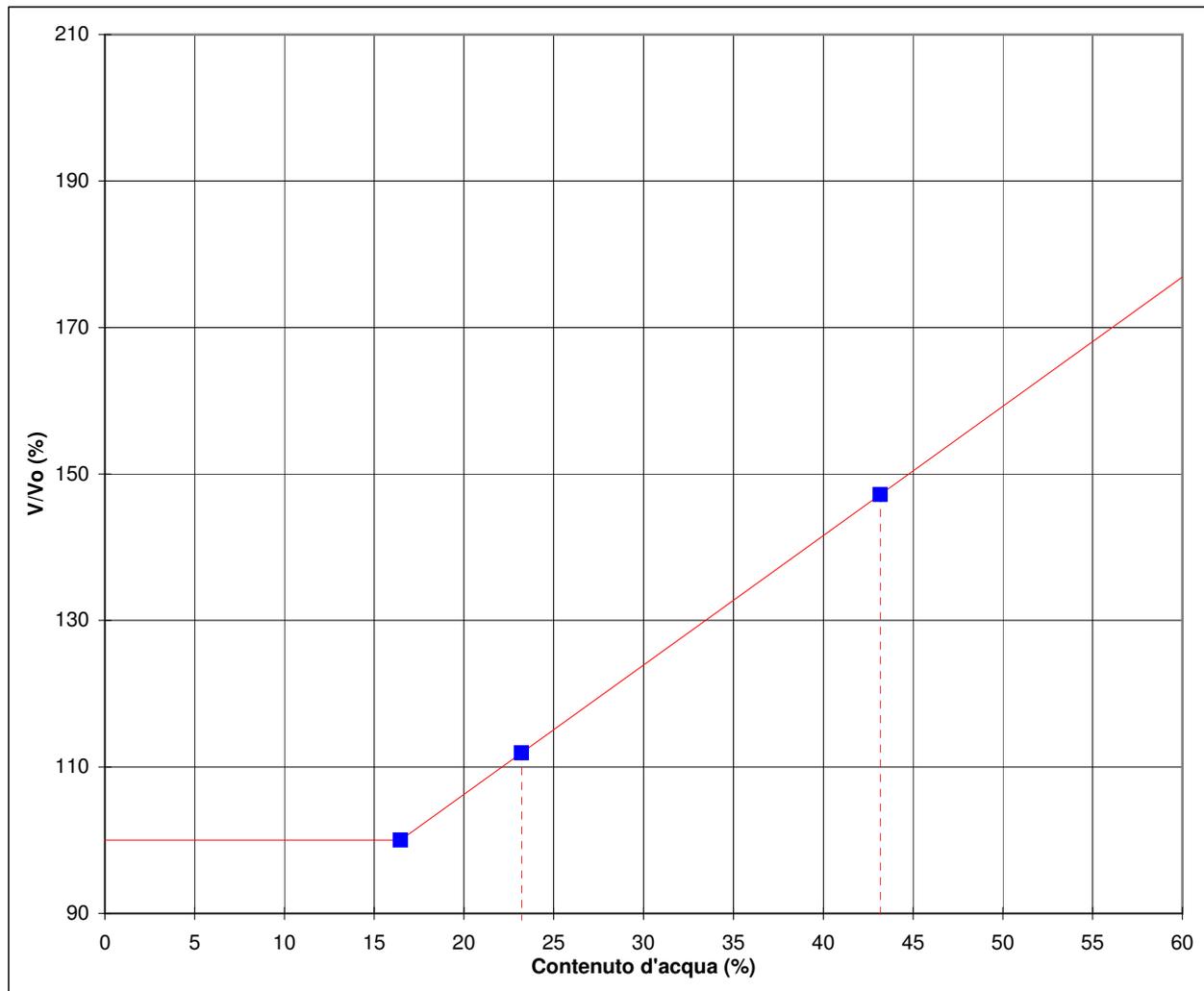
CAMPIONE: S2Cr2 profondità 20.4 - 20.6 m
COMMITTENTE: Acque S.p.A.
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006
V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
Data prova: 01/11/06 - 15/11/06

Limite di ritiro (CNR-UNI 10014)

Limite di ritiro (Ws) = 16,5%

Coefficiente di ritiro (Rs) = 1,77



Lo sperimentatore
Michela Colaneri

IGETECMA s.a.s. direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Polini
Francesco Polini



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 1

CERTIFICATO DI PROVA N. 2011/2006

CAMPIONE: S2Cr2 profondità 20.4 - 20.6 m
COMMITTENTE: Acque S.p.A.
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

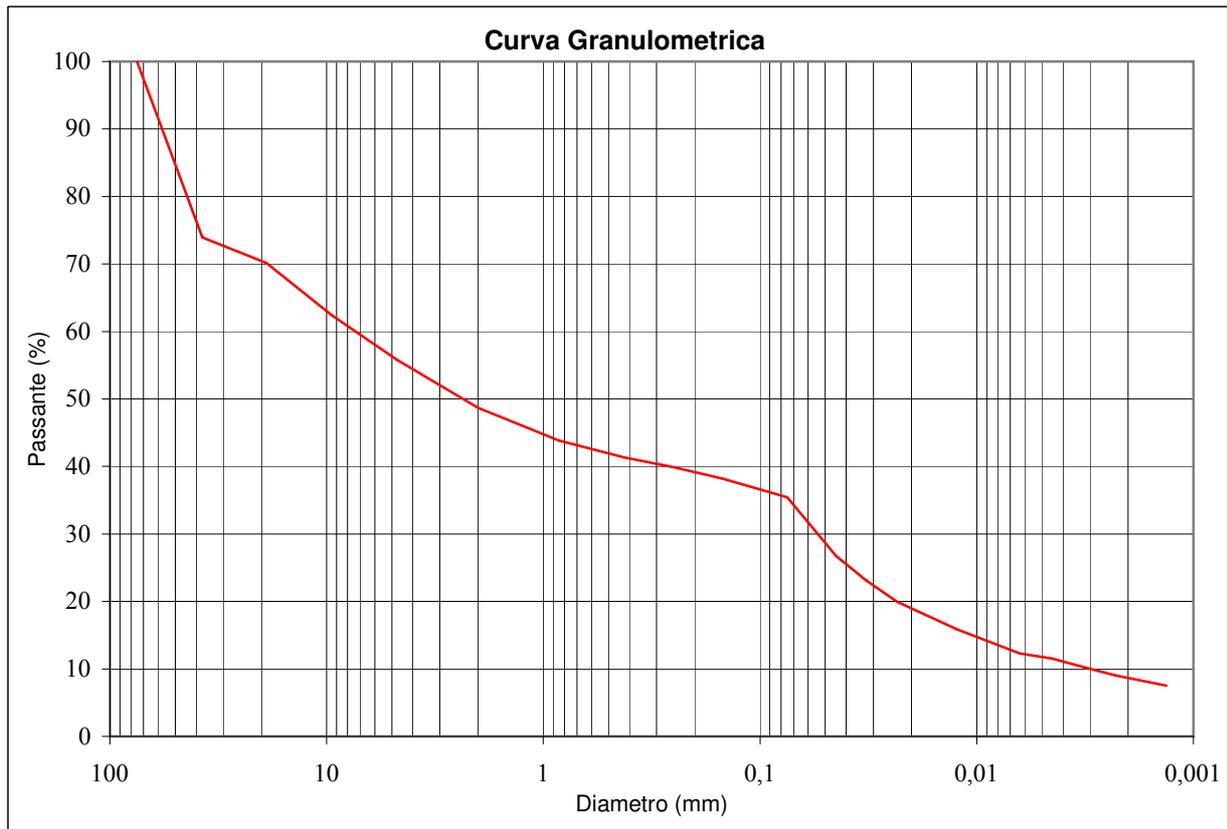
Firenze li 11/12/2006
V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
Data prova: 01/11/06 - 15/11/06

Analisi granulometrica

Setacciatura: per via umida (ASTM D 421)

Frazione fine: metodo del densimetro (ASTM D 422)

Setacciatura		Sedimentazione	
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
37,5	74	0,0445	26,7
19	70,14	0,0323	23,1
9,5	62,43	0,0234	20,0
4,75	55,80	0,0124	15,9
2	48,68	0,0063	12,3
0,850	43,83	0,0045	11,5
0,425	41,33	0,0032	10,3
0,250	39,89	0,0023	9,0
0,150	38,22	0,0013	7,5
0,075	35,45		



Ghiaia: 51,3%

Sabbia: 16,9%

Limo: 23,1%

Argilla: 8,7%

Ghiaia limosa sabbiosa debolmente argillosa

Lo sperimentatore

Michèle Caloni



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 1

CERTIFICATO DI PROVA N. 2012/2006

CAMPIONE: S2Cr2 profondità 20.2 - 20.6 m

Firenze li 11/12/2006

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Data prova: 07/11/06 - 12/11/06

Peso specifico dei grani (CNR-UNI 10013)

Peso specifico dei grani (kN/m³) 26,41

Peso di volume secco (kN/m³) 13,2

Indice dei vuoti = 0,999

Grado di saturazione (%) = 85,78

Contenuto d'acqua (%) = 31,75

Lo sperimentatore

Michèle Caloni



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 3

CERTIFICATO DI PROVA N. 2013/2006

CAMPIONE: S2Cr2 profondità 20.2 - 20.6 m

Firenze li 11/12/2006

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Data prova: 27/10/06 - 14/11/06

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)

Peso di volume (Boll. Uff. CNR n. 40)

Prova edometrica a gradini di carico costante (ASTM 2435)

	Iniziale	Finale
Altezza (mm)	19,860	16,850
Volume (cmc)	39,804	33,771
Peso di volume naturale (kN/m ³)	17,4	19,7
Peso di volume secco (kN/m ³)	13,2	15,6
Contenuto d'acqua (%)	31,75	26,32
Indice dei vuoti	0,999	0,662

Pressione (kPa)	Cedimento (%)	Indice dei vuoti	Mv (m²/kN)	Av (m²/kN)
24,5	1,169	0,975	--	--
49,0	2,377	0,951	0,0004927	0,0009848
98,1	4,536	0,908	0,0004402	0,0008798
196,1	7,506	0,849	0,0003029	0,0006054
392,3	11,127	0,776	0,0001846	0,0003689
784,6	15,167	0,696	0,0001030	0,0002059
1569,1	19,305	0,613	0,0000527	0,0001054
392,3	18,408	0,631	0,0000076	0,0000152
98,1	16,856	0,662	0,0000528	0,0001055
24,5	15,157	0,696	0,0002310	0,0004617

Lo sperimentatore

Michèle Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 2 di 3

CERTIFICATO DI PROVA N. 2013/2006

CAMPIONE: S2Cr2 profondità 20.2 - 20.6 m

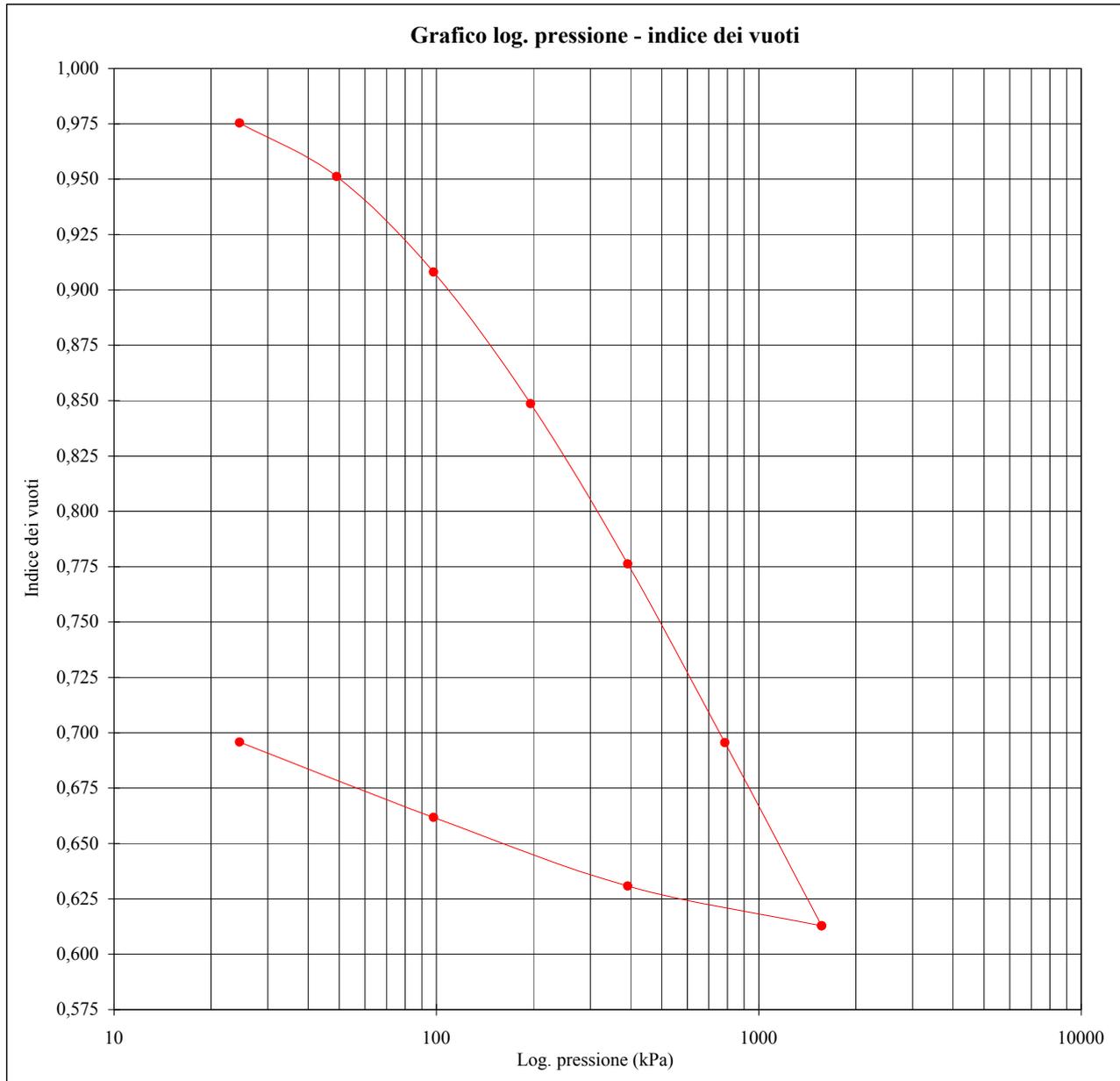
COMMITTENTE: Acque S.p.A.

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 11/12/2006

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

Data prova: 27/10/06 - 14/11/06



Lo sperimentatore
Michèle Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Polini
Francesco Polini



CERTIFICATO DI PROVA N. 2013/2006

CAMPIONE: S2Cr2 profondità 20.2 - 20.6 m

Firenze li 11/12/2006

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

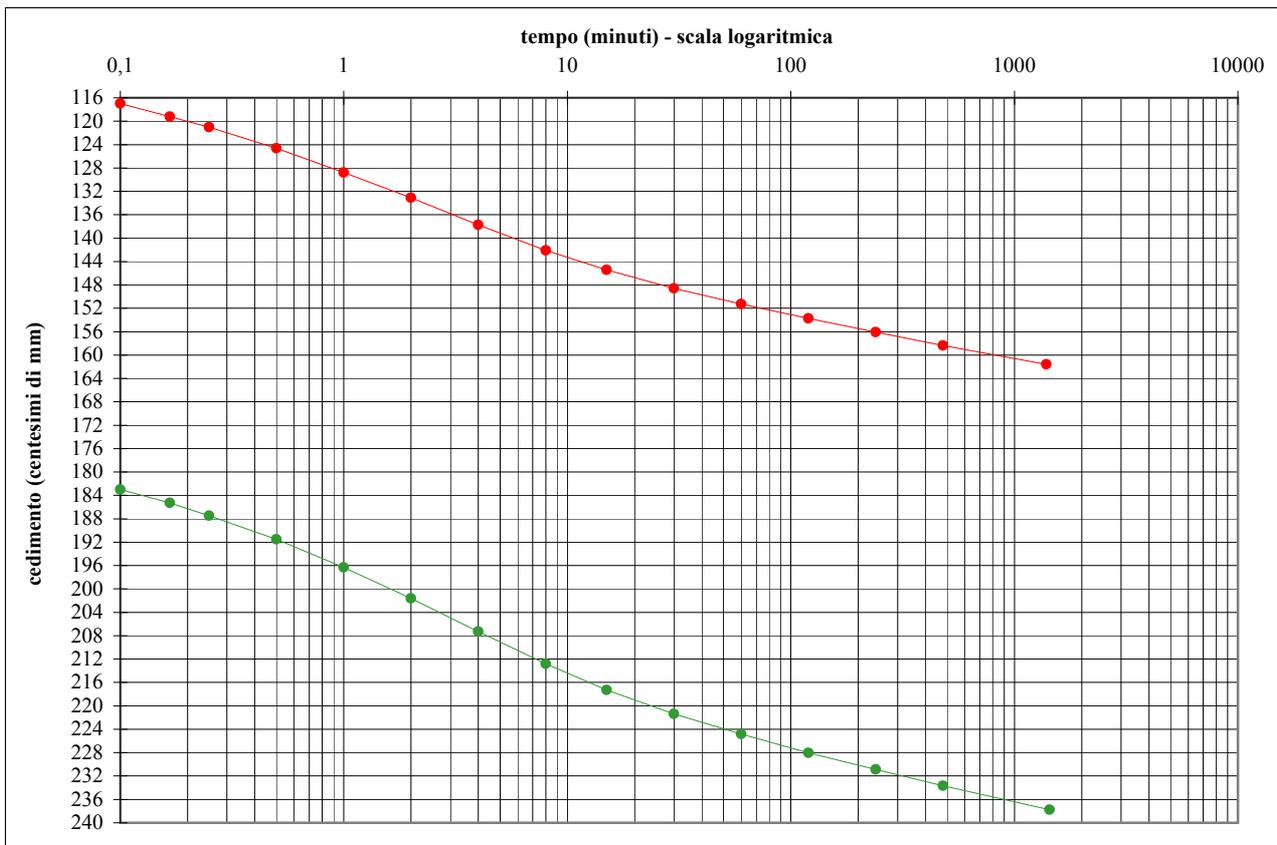
Data prova: 27/10/06 - 14/11/06

Cedimento in funzione del tempo

carico da 98.1 a 196.1 kPa

carico da 196.1 a 392.3 kPa

tempo (minuti)	Cedimento (10^{-2} mm)	tempo (minuti)	Cedimento (10^{-2} mm)
0,10	117,000	0,10	183,000
0,17	119,200	0,17	185,300
0,25	121,000	0,25	187,500
0,50	124,650	0,50	191,500
1	128,775	1	196,300
2	133,100	2	201,600
4	137,715	4	207,300
8	142,085	8	212,800
15	145,440	15	217,280
30	148,580	30	221,355
60	151,265	60	224,840
120	153,710	120	228,040
240	156,060	240	230,905
480	158,350	480	233,640
1390	161,595	1436	237,750



Lo sperimentatore

Michèle Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Polini

Francesco Polini



CERTIFICATO DI PROVA N. 2014/2006

CAMPIONE: S2Cr2 profondità 20.2 - 20.6 m	Firenze li 11/12/2006
COMMITTENTE: Acque S.p.A.	V.A. n. 209/2006 del 12/10/06
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)	Data prova: 30/10/06 - 07/11/06

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)

Peso di volume (Boll. Uff. CNR n. 40)

Prova di taglio (ASTM D 3080/72)

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Peso di volume naturale iniziale (kN/m ³)	18,3	18,2	18,2
Peso di volume umido finale (kN/m ³)	20,1	20,2	20,8
Peso di volume secco iniziale (kN/m ³)	14,2	14,3	14,3
Peso di volume secco finale (kN/m ³)	16,0	16,2	16,8
Contenuto d'acqua iniziale (%)	28,09	27,59	27,31
Contenuto d'acqua finale (%)	25,68	24,73	23,41
Velocità di deformazione (mm/min.)	0,0020	0,0020	0,0020
Sigma (kPa)	196,1	343,2	490,4
Tau a rottura (kPa)	125,3	191,5	269,7

Provino 1		Provino 2		Provino 3	
Scorrimento	Tau	Scorrimento	Tau	Scorrimento	Tau
(mm)	(kPa)	(mm)	(kPa)	(mm)	(kPa)
0,02	22,1	0,08	26,5	0,06	11,8
0,07	35,4	0,13	38,5	0,09	29,8
0,13	43,2	0,18	49,9	0,12	45,6
0,19	49,0	0,24	59,3	0,38	116,0
0,51	65,7	0,53	95,9	0,67	158,4
0,84	78,4	0,85	118,6	0,99	182,6
1,19	87,2	1,19	133,3	1,31	197,9
1,53	94,2	1,52	143,6	1,63	211,7
1,87	100,4	1,86	152,8	1,97	223,6
2,24	104,9	2,21	161,8	2,31	233,4
2,57	109,6	2,54	167,8	2,64	242,0
2,92	112,1	2,89	173,1	2,99	249,7
3,29	115,2	3,24	177,0	3,33	252,6
3,62	116,6	3,57	179,8	3,66	256,4
3,98	119,1	3,93	182,6	4,01	260,9
4,33	120,5	4,28	185,0	4,35	263,1
4,67	121,6	4,61	187,3	4,69	265,9
5,03	123,0	4,97	188,9	5,04	267,6
5,39	123,8	5,32	190,3	5,38	269,0
5,73	124,7	5,66	191,2	5,73	269,4
6,02	125,3	6,02	191,5	6,01	269,7

Lo sperimentatore
Michale Colan



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi
Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

CERTIFICATO DI PROVA N. 2014/2006

CAMPIONE: S2Cr2 profondità 20.2 - 20.6 m

Firenze li 11/12/2006

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

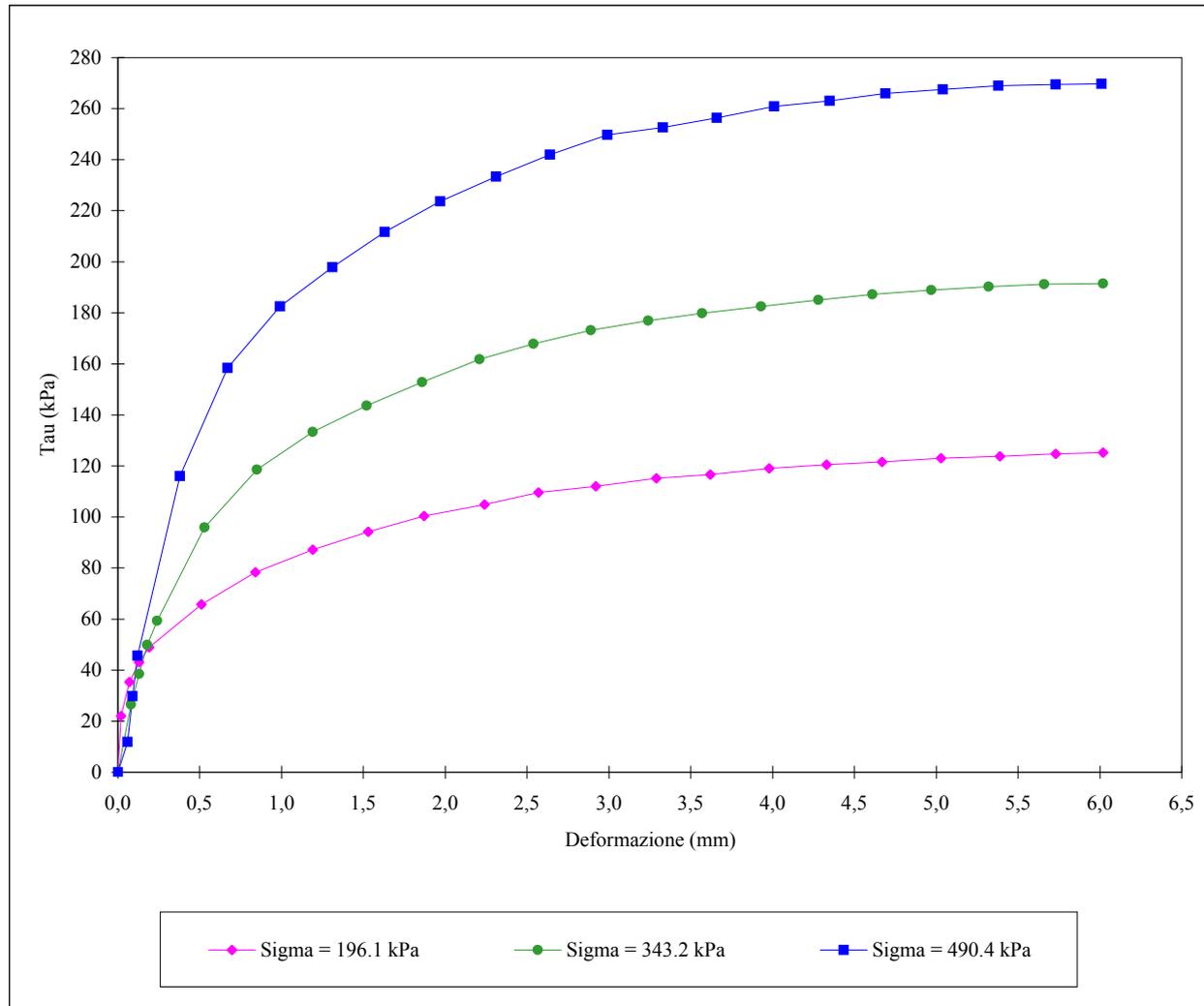
V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Data prova: 30/10/06 - 07/11/06

Prova di taglio (ASTM D 3080/72)

Grafico Deformazione - Tau



Lo sperimentatore
Michèle Caloni



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi
Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Firenze li 05/12/2006

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

V.A. n. 209/2006 del 12/10/06

TABELLA RIASSUNTIVA CERTIFICATO DI PROVA N. 1973-2014/2005

CAMPIONE	S1C1	S1C2	S1Cr3	S1Cr4	S1Cr5	S2C1	S2Cr2
Profondità metri	3.0 - 3.5	6.0 - 6.5	9.7 - 10.2	14.5 - 15.0	15.0 - 15.3	12.0- 12.5	20.4 - 20.6
Prova di taglio							
C (kPa)			1,0	0,4	9,5		27,0
ϕ (°)			31,5	26,0	24,6		26,2
Prova triassiale CU							
ϕ (°)	16,2	19,4				14,5	
C (kPa)	22,3	8,1				14,9	
ϕ' (°)	26,2	28,9				24,4	
C' (kPa)	7,9	4,5				3,0	
Prova edometrica							
Cr (indice di ricomprensione)	0,05953	0,04880	0,03057	0,09653	0,05130	0,05100	0,11177
Cc (indice di compressione)	0,16804	0,16049	0,16392	0,17141	0,15903	0,18090	0,27150
Cs (indice di rigonfiamento)	0,03337	0,03433	0,04110	0,04181	0,02984	0,04214	0,05396
Cv (cm ² /sec)	4,87E-04	2,79E-04	5,53E-04	2,953E-03	2,073E-03	1,633E-03	2,169E-03
K (cm/sec)	7,6E-09	6,0E-09	8,7E-09	4,82E-08	3,19E-08	2,58E-08	3,93E-08
Cv (cm ² /sec)	8,66E-04	2,85E-04	4,27E-04	4,82E-04	1,019E-03	6,31E-04	1,730E-03
K (cm/sec)	2,11E-08	5,1E-09	6,2E-09	5,2E-09	9,0E-09	6,2E-09	1,92E-08
Parametri fisici							
Peso volume naturale (kN/m ³)	19,9	20,0	19,7	18,9	19,7	18,4	17,4
Peso volume secco (kN/m ³)	16,4	16,4	15,9	15,9	16,7	14,7	13,2
Peso specifico dei grani (kN/m ³)	26,81	26,68	26,71	26,99	27,05	26,92	26,81
Indice dei vuoti	0,721	0,675	0,677	0,702	0,623	0,828	0,721
Grado di saturazione (%)	89,38	94,59	94,42	75,54	80,30	82,06	89,38
Limiti di Atterberg							
Umidità naturale (%)	21,23	21,80	17,63	14,09	17,77	21,20	16,91
Limite liquido (%)	46,7	40,8	43,4	43,9	44,1	54,0	43,2
Limite plastico (%)	21,9	19,5	18,1	19,6	20,7	21,4	23,2
Indice plastico (%)	24,7	21,2	25,3	24,3	23,5	32,6	20,0
Indice di consistenza	1,03	0,89	1,02	1,23	1,12	1,01	1,32
Indice di attività	1,05	0,68	1,07	0,68	0,64	0,67	0,95
Classificaz. Casagrande	CL	CL	CL	CL	CL	CH	CL
Limite di Ritiro							
Limite di ritiro (%)	12,0	12,8	14,1	16,1	10,8	11,7	16,5
Coefficiente di ritiro	1,97	1,96	1,96	1,91	1,97	2,00	1,77
Granulometria							
Ghiaia (%)	5,0	2,3	37,1	35,0	41,6	26,4	51,3
Sabbia (%)	29,5	18,9	22,1	18,6	17,4	19,2	16,9
Limo (%)	44,7	48,9	28,3	26,8	22,7	22,8	23,1
Argilla (%)	20,8	29,9	12,6	19,6	18,3	31,7	8,7

Michele Galimberti



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Rapporto di prova n. 219/2006

Firenze li 20/12/2006

SETTORE: meccanica delle rocce

V.A. n. 209/2006 del 10/11/06

COMMITTENTE: Acque S.p.A.

LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

DATA ESECUZIONE PROVE: 06/08/05 - 07/08/05

CAMPIONI: n. 2 campioni di roccia

S1Cr6 profondità 25.7 - 26.0 m

S1Cr7 profondità 26.0 - 26.2 m

Prove eseguite

1- Prova di compressione uniassiale - ASTM 2938-95

2- Point Load Test - ASTM D 5731-95

3 - Peso di volume (Boll. Uff. CNR n. 40)

Lo sperimentatore

Michèle Calmo



Il direttore del Laboratorio
Il

Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 2 di 6

RAPPORTO DI PROVA N. 219/06

CAMPIONE: S1Cr6 profondità 25.7 - 26.0 m
COMMITTENTE: Acque S.p.A.
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

Firenze li 20/12/2006
V.A. n. 209/2006 del 10/11/06
Data apertura campione: 18/12/06

Descrizione del campione

Campione cilindrico di roccia prelevato da cassetta
da sondaggio eseguito a rotazione a carotaggio continuo

0 - 27 cm: calcarenite grigio scura - nerastra con parti alterate color marroncino
con fratture di calcite ricristallizzata

prove eseguite: peso di volume e point load test



Lo sperimentatore

Michèle Colan



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Polini

Francesco Polini



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 3 di 6

RAPPORTO DI PROVA N. 219/06

CAMPIONE: S1Cr6 profondità 25.7 - 26.0 m	Firenze li 20/12/2006
COMMITTENTE: Acque S.p.A.	V.A. n. 209/2006 del 10/11/06
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)	Data prova: 18/12/06 - 20/12/06

Point Load Test - ASTM D 5731-95
Peso di volume (Boll. Uff. CNR n. 40)

Provino A

Altezza (cm)	Diametro (cm)	De (mm)	Peso (gr)	Carico a rottura (kN)	Area (cm ²)	Volume (cm ³)
2.92	7.65	51.77	363.95	27	46.01	134.28

Is (Mpa)	F	Is(50) (Mpa)	C
4.61	1.02	4.68	23

γ (KN/m ³)	σ a rottura (Mpa)
27.0	108.8

Point Load Test - ASTM D 5731-95
Peso di volume (Boll. Uff. CNR n. 40)

Provino B

Altezza (cm)	Diametro (cm)	De (mm)	Peso (gr)	Carico a rottura (kN)	Area (cm ²)	Volume (cm ³)
2.88	7.63	51.21	355.65	25	45.72	131.61

Is (Mpa)	F	Is(50) (Mpa)	C
4.21	1.01	4.25	23

γ (KN/m ³)	σ a rottura (Mpa)
26.9	98.5

Lo sperimentatore

Michele Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 4 di 6

RAPPORTO DI PROVA N. 219/06

CAMPIONE: S1Cr6 profondità 25.7 - 26.0 m	Firenze li 20/12/2006
COMMITTENTE: Acque S.p.A.	V.A. n. 209/2006 del 10/11/06
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)	Data prova: 18/12/06 - 20/12/06

Point Load Test - ASTM D 5731-95
Peso di volume (Boll. Uff. CNR n. 40)

Provino C

Altezza (cm)	Diametro (cm)	De (mm)	Peso (gr)	Carico a rottura (kN)	Area (cm ²)	Volume (cm ³)
3.74	7.64	57.93	466.91	25	45.85	171.29

Is (Mpa)	F	Is(50) (Mpa)	C
4.28	1.07	4.58	24

γ (KN/m ³)	σ a rottura (Mpa)
26.8	111.6

Point Load Test - ASTM D 5731-95
Peso di volume (Boll. Uff. CNR n. 40)

Provino B

Altezza (cm)	Diametro (cm)	De (mm)	Peso (gr)	Carico a rottura (kN)	Area (cm ²)	Volume (cm ³)
2.92	7.61	50.68	356.76	25	45.53	132.78

Is (Mpa)	F	Is(50) (Mpa)	C
4.23	1.01	4.25	23

γ (KN/m ³)	σ a rottura (Mpa)
26.5	98.0

Lo sperimentatore

Michele Calmo



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 5 di 6

RAPPORTO DI PROVA N. 219/06

CAMPIONE: S1Cr7 profondità 26.0 - 26.2 m
COMMITTENTE: Acque S.p.A.
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)

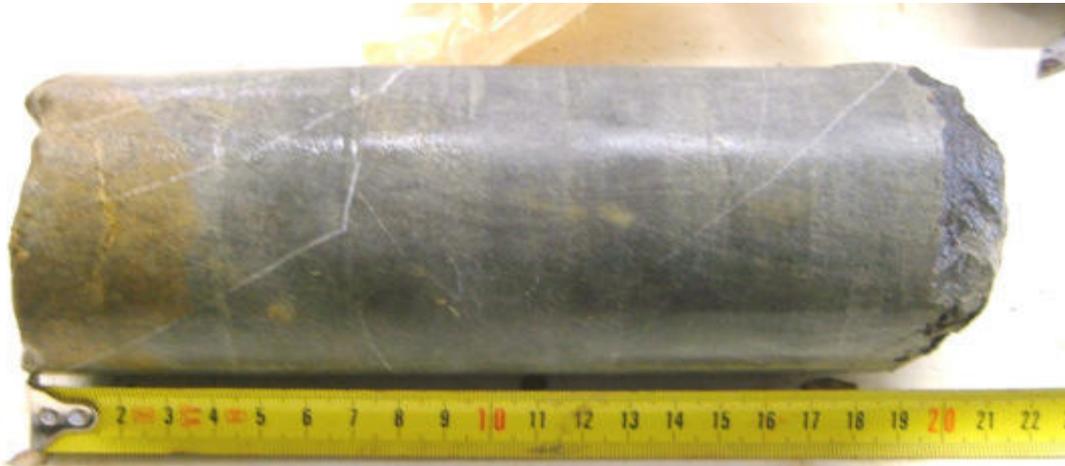
Firenze li 20/12/2006
V.A. n. 209/2006 del 10/11/06
Data apertura campione: 18/12/06

Descrizione del campione

Campione cilindrico di roccia prelevato da cassetta
da sondaggio eseguito a rotazione a carotaggio continuo

0 - 21 cm: calcarenite grigio scura - nerastra con parti alterate color marroncino
con fratture di calcite ricristallizzata

prove eseguite: peso di volume e prova a compressione uniassiale



Lo sperimentatore

Michèle Colan



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Polini

Francesco Polini



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali
Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 6 di 6

RAPPORTO DI PROVA N. 219/06

CAMPIONE: S1Cr7 profondità 25.7 - 26.0 m	Firenze li 20/12/2006
COMMITTENTE: Acque S.p.A.	V.A. n. 209/2006 del 10/11/06
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)	Data prova: 18/12/06 - 20/12/06

Prova a compressione uniassiale - ASTM 2938-95
Peso di volume (Boll. Uff. CNR n. 40)

Altezza (cm)	Diametro (cm)	Peso (gr)	Carico a rottura (kN)
14.55	7.48	1769.35	435
Area (cm ²)	Volume (cm ³)		
43.90	638.93		

γ (KN/m ³)	σ a rottura (MPa)
26.8	99.1

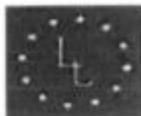
Lo sperimentatore

Michele Colan



Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Politi

Francesco Politi



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

TABELLA RIASSUNTIVA RAPPORTO DI PROVA N. 219/2006

COMMITTENTE: Acque S.p.A.	Firenze li 20/12/2006
LOCALITA': Diga di Cepparello, Poggibonsi (SI)	V.A. n. 209/2006 del 10/11/06

CAMPIONE	S1Cr6 A	S1Cr6 B	S1Cr6 C	S1Cr6 D	S1Cr7
Profondità metri	25.7 - 26.0	25.7 - 26.0	25.7 - 26.0	25.7 - 26.0	26.0 - 26.2
Prova a compressione uniassiale					
σ a rottura (MPa)					99,1
Point Load Test					
σ a rottura (MPa)	108,8	98,5	111,6	98,0	
Parametri fisici					
γ (kN/m ³)	27,0	26,9	26,8	26,5	26,8

Lo sperimentatore

Michèle Calmo

Il direttore del Laboratorio
Ing. Francesco Polier

Francesco Polier





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione Ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Rapporto di Prova n°64/07/S

<u>SETTORE:</u>	Geofisica – sismica a rifrazione e sismica down-hole
<u>COMMITTENTE:</u>	Acque Ingegneria S.r.l.
<u>D.L. :</u>	Dott. C. Ferri
<u>CANTIERE:</u>	Lago Cepparello, Poggibonsi SI
<u>RIFERIMENTO:</u>	R.P.E. n°02/07 - 32/07

Indice:

Premessa

- 1 Indagine mediante sismica down-hole
 - 1.1 Correlazione tra velocità delle onde sismiche e parametri elastici e geomeccanici
 - 1.2 Procedure di campagna
 - 1.3 Metodo di elaborazione dei dati
 - 1.4 Risultati dell'indagine
- 2 Indagine mediante sismica a rifrazione
 - 2.1 Procedure di campagna
 - 2.2 Metodo di elaborazione dei dati
 - 2.3 Risultati dell'indagine
- 3 Presentazione dei dati
- 4 Caratteristiche della strumentazione

Il Direttore del Laboratorio

Ing. F. Politi

Il Tecnico

Geol. L. Gambassi

Premessa

Su incarico di Acque Ingegneria S.r.l. e sotto la D.L. del Dott. Ferri è stata eseguita una campagna di indagini mediante sismica down-hole con onde P ed SH e sismica a rifrazione con onde P presso il lago artificiale di Cepparello, Poggibonsi (SI).

Il sondaggio sismico down-hole è stato eseguito nel corpo diga mentre la sismica a rifrazione è stata eseguita, su indicazioni della D.L., nella parte a monte la strada di accesso al corpo diga. Scopo delle indagini è stata la caratterizzazione sismostratigrafica ed il calcolo dei parametri elastico-dinamici dei terreni presenti.

1 Indagine mediante sismica down-hole

E' stato eseguito un sondaggio sismico verticale secondo la metodologia "down-hole" nel sondaggio S1 eseguito in modalità di carotaggio continuo ed attrezzato con tubo di rivestimento, per un totale di 24 m indagati.

1.1 Correlazione fra velocità delle onde sismiche e parametri elastico-dinamici

Secondo i principi dell'elasticità dei materiali e le leggi che associano le deformazioni subite da un corpo agli sforzi ad esso applicati, è possibile stabilire relazione che forniscono i parametri elastici di un materiale conoscendo i valori di velocità delle onde sismiche di compressione P e di taglio S.

Poiché le tensioni e le deformazioni che si generano sotto l'azione del campo d'onda sismico sono di modesta entità, anche il terreno e le rocce sollecitate in questo ambito possono essere considerati in prima approssimazione come materiali omogenei, isotropi ed elastici, ed è quindi applicabile la legge di Hook (proporzionalità tra lo sforzo applicato s_{ij} e la deformazione prodotta ϵ_{kl}) espressa come:

$$s_{ij} = C_{ijkl} \epsilon_{kl}$$

nella quale le costanti di proporzionalità C_{ijkl} sono dette Moduli Elastici. Tali costanti definiscono le proprietà dei materiali, ed assumendo materiali isotropi ed elastici, diminuiscono da 81 a 5, di cui quattro hanno un preciso significato fisico (G , E , K , ν), mentre λ rappresenta una semplificazione nelle formule.

In senso più generale possono essere definite le costanti di Lamè λ e μ come caratteristiche elastiche indipendenti dalle direzioni lungo cui vengono applicate le tensioni o lungo cui vengono registrate le deformazioni. Queste due costanti sono definite dalle relazioni:

$$\lambda = (\nu E) / [(1 + \nu)(1 - 2\nu)] \quad \mu = E / 2(1 + \nu)$$

Analogamente i due moduli E e ν possono essere espressi in funzione delle costanti di Lamè:

$$E = \mu (3\lambda + 2\nu) / (\lambda + \nu) \quad \nu = \lambda / 2(\lambda + \nu)$$

Dimensionalmente i moduli elastici G , E , K e le due costanti di Lamè esprimono il rapporto tra una forza ed una superficie e sono quindi delle pressioni, mentre il rapporto di Poisson è adimensionale.

La costante E viene definita come rapporto tra sollecitazione e conseguente deformazione longitudinale rappresenta il modulo elastico del materiale (Modulo di Young). E' importante sottolineare che in campo dinamico si parla di modulo elastico dinamico, non statico, proprio perché tale modulo è ricavato dalle velocità delle onde sismiche.

La misura della resistenza del materiale al taglio viene definita come il rapporto tra deformazione e sforzo applicato, ed è chiamata Modulo di Taglio, G .

Il rapporto tra la tensione idrostatica e la deformazione cubica definisce il Modulo di compressione volumetrica o Bulk, k . Il Modulo di Poisson ν è definito come rapporto tra la deformazione trasversale e quella longitudinale.

Un'ultima costante entra a far parte delle relazioni tra caratteristiche elastiche e velocità, la densità ρ del materiale.

Le velocità sismiche possono essere espresse tramite le costanti elastiche con le seguenti relazioni:

$$V_p = ((\lambda + 2\nu) / \rho)^{1/2}$$

$$V_s = (\nu / \rho)^{1/2}$$

Pertanto avendo determinato i valori di V_p e V_s ed il valore ρ della densità del materiale attraversato, è possibile calcolare i valori delle costanti elastiche dinamiche che caratterizzano i terreni esaminati con le seguenti relazioni.

$$\nu = (V_p^2 - 2 V_s^2) / (2 (V_p^2 - V_s^2))$$

$$G = \rho V_s^2$$

$$E = 2 \rho V_s^2 (1 + \nu)$$

$$K = (2 \rho V_s^2 (1 + \nu)) / (3 (1 - 2 \nu))$$

Merita di essere ricordato infine che i parametri ricavati da misure dinamiche, cioè mediante l'utilizzo delle velocità delle onde sismiche, hanno in genere valori superiori a quelli ricavati da prove statiche di laboratorio proprio per il diverso campo di sforzo applicato e deformazione raggiunta: le intense ma brevi sollecitazioni provocate dalla propagazione delle onde sismiche si mantengono, infatti, nel campo elastico delle deformazioni del materiale, per cui sebbene in teoria il modulo di Poisson sia considerato stress-indipendente ed i suoi valori risultino compresi

tra 0.25 e 0.33, nei porous-media esso risulta stress-dipendente, e presenta un campo di variabilità più esteso e può addirittura arrivare, secondo GREGORY, a valori negativi.

I valori più bassi, in natura, si registrano per litotipi ad alta porosità, sottoposti a bassa pressione litostatica e gas saturati, in alcuni sedimenti incoerenti e saturi i valori possono risultare uguali o superiori a 0.49; nelle sospensioni assume il valore di 0.50.

Il rapporto fra V_p e V_s non è costante e dipende dallo stato di saturazione e dalla pressione interstiziale dei pori, in Tabella I sono riportati valori medi delle V_p per i principali litotipi e il range di V_s relative comprese fra i rapporti di V_p/V_s di 3.5 e 1.9; questi valori sono da ritenere indicativi in quanto in particolari condizioni il rapporto V_p/V_s può aumentare.

Materiale	V P m/sec	V SH m/sec.	
		VP/VSH 3.5-1.9	VP/VSH 3.5-1.9
Detrito superficiale alterato	300 - 600	86 - 158	171 - 316
Ghiaia, pietrisco, sabbia asciutta	500 - 900	143 - 263	257 - 474
Sabbia bagnata	600 - 1800	171 - 316	514 - 947
Argilla	900 - 2700	257 - 474	771 - 1421
Acqua	1430 - 1680	-	-
Acqua salata	1460 - 1530	-	-
Arenaria	1800 - 4000	514 - 947	1143 - 2105
Scisti argillosi	2500 - 4200	714 - 1316	1200 - 2211
Calcere	2000 - 6000	571 - 1053	1714 - 3158
Sale	4200 - 5200	1200 - 2211	1486 - 2737
Granito	4000 - 6000	1143 - 2105	1714 - 3158
Rocce metamorfiche	3000 - 7000	857 - 1579	2000 - 3684

Tabella I – Velocità delle onde sismiche nei principali materiali.

1.2 Procedure di campagna

Per la registrazione delle onde di compressione e delle onde di taglio in profondità viene utilizzato un geofono da pozzo munito di un ricevitore costituito da tre sensori sensibili alle componenti del moto lungo tre direzioni: uno verticale e due orizzontali ortogonali fra loro.

Il geofono da pozzo, munito di un sistema teleguidato di orientazione azimutale e di ancoraggio meccanico alle pareti del rivestimento, viene calato all'interno del foro di sondaggio, preventivamente attrezzato con un tubo di rivestimento, e ad intervalli determinati vengono registrati i treni d'onda prodotti dalle energizzazioni eseguite in superficie.

L'orientazione è garantita da una bussola posta all'interno del geofono che posiziona la terna con il 1° sensore orizzontale disposto secondo il Nord.

Energizzando su una piastra posta a diretto contatto con il terreno vengono generate predominanti onde di compressione P, mentre per le onde di taglio SH si utilizza una trave di legno posta a diretto contatto col terreno, gravata dal peso di un automezzo, che viene colpita lateralmente: le battute destra e sinistra vengono sommate con polarità scambiata in modo da migliorare l'individuazione dell'onda di taglio polarizzata in senso orizzontale che viene generata; orientando la sorgente di energizzazione in superficie a 45° rispetto ad punto cardinale, si può così avere un completo controllo nell'analisi del treno d'onda che attraversa i terreni da investigare. In questo modo per ogni punto di energizzazione si hanno due treni d'onda diversi: uno per le onde P e l'altro per le onde SH.

La distanza sorgente-boccaforo è stata fissata in 3.5 m mentre il passo delle registrazioni è stato di 1 m

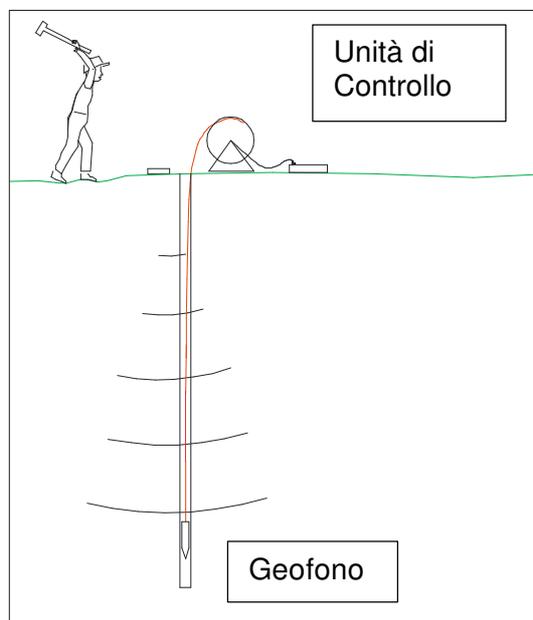


Fig. 1 – Schema del sistema d'acquisizione

Un'unità esterna di controllo gestisce le fasi di ancoraggio e registrazione del geofono da pozzo, mentre le tracce sismiche relative ad ogni intervallo di profondità vengono registrate mediante un sismografo digitale per la loro successiva elaborazione.

In allegato sono riportati i sismogrammi rimontati in profondità per le onde P e le SH e separatamente, le registrazioni di campagna per le onde P e le SH che sono così organizzate:

- canale 1 – componente verticale
- canale 2 – componente orizzontale n°1
- canale 3 – componente orizzontale n°2

1.3 Metodo di elaborazione dei dati

Questa tecnica di prospezione sismica prevede la misura dei tempi di propagazione delle onde di compressione P e di taglio SH tra il punto di energizzazione posto in superficie ed il punto di ricezione situato in profondità nel foro di sondaggio.

I tempi letti sui sismogrammi devono poi essere corretti poiché le onde sismiche non percorrono tragitti verticali tra la sorgente in superficie ed il sensore nel foro, ma inclinati rispetto alla verticale: indicando con t_z il tempo d'arrivo, con d la distanza orizzontale tra sorgente ed il boccaforo e con z la profondità del sensore, il tempo di arrivo corretto t_c alla profondità z sarà dato dalla relazione:

$$t_c = t_z * \cos (\alpha_z)$$

$$\alpha_z = \arctang (d / z)$$

La velocità delle onde P e delle onde SH viene calcolata mediante la pendenza della dromocrona.

Tali valori di velocità vengono quindi diagrammati per visualizzare le variazioni di velocità con la profondità, ed utilizzati per ricavare i moduli dinamici, secondo le formule di paragrafo 1.1. Dalla variazione delle velocità e dei parametri elastici con la profondità si risale al tipo di materiale in cui sta passando il treno d'onda a quella profondità.

In Allegato sono riportati i grafici delle dromocrone corrette, delle velocità delle onde P e delle onde SH rispetto alla profondità, e le Tabelle numeriche con i moduli elastici dinamici (rapporto di Poisson ν , modulo di Taglio G, di Young E, di rigidità volumetrica K espressi in MPa); i valori di densità utilizzati nei calcoli provengono dai risultati delle analisi di laboratorio

1.4 Risultati dell'indagine

Da piano campagna a 10 m di profondità le velocità delle onde sismiche hanno valori compresi tra 308 e 745 m/sec. per le P e tra 160 e 259 m/sec. per le SH, riferibili, sulla base della stratigrafia, a limi argillosi debolmente sabbiosi con clasti arenacei; da 10 a 21 m le velocità assumono valori compresi fra 914 e 1553 m/sec. per le P e fra 328 e 648 m/sec. per le SH, riferibili a limi argillosi debolmente sabbiosi consistenti con clasti arenacei ed a ghiaie; da 21 m a 23 m le velocità assumono valori compresi fra 1884 e 1897 m/sec. per le P e fra 1010 e 1060 m/sec. per le SH, riferibili a clasti arenacei e marnosi in limo argilloso. Da 23 a 24 m da p.c. le velocità hanno valori di 2974 m/sec. per le P e di 1648 m/sec. per le SH, riferibili al passaggio al substrato roccioso dell'area.

2. Indagine mediante sismica a rifrazione

Sono stati eseguiti n°5 profili di sismica a rifrazione superficiale lungo la strada di accesso al corpo diga, utilizzando una spaziatura di 2 m per un totale di 230 m di rilievo; la planimetria in scala 1:400 indica l'ubicazione dei profili sismici.

2.1. Procedure di campagna

Vengono stesi i cavi sismici lungo la zona di interesse e ad essi vengono collegati i geofoni precedente infissi nel terreno alle equidistanze prestabilite. L'energizzazione del terreno per generare onde elastiche può essere effettuata sia mediante massa battente da 5/20 Kg che tramite l'utilizzo del cannone sismico: l'impatto rende operativo, tramite un accelerometro reso solidale con la fonte di energizzazione (*trigger*), il sistema di acquisizione dati, permettendo così la registrazione ai geofoni della forma d'onda rappresentativa della velocità di spostamento del suolo.

Al fine di ottenere una migliore risoluzione della sismo-stratigrafia, i punti di energizzazione, detti punti di scoppio (*shot points*), vengono disposti simmetricamente rispetto al profilo: ai suoi estremi (*end*), esternamente (*offset*) ed a distanze variabili entro il profilo stesso (punti di scoppio centrali).

La profondità di investigazione è, in linea teorica direttamente correlata alla lunghezza del profilo, alla distanza degli offset e soprattutto al contrasto di velocità dei mezzi attraversati.

I tempi di arrivo delle onde sismiche nel terreno sono funzione della distanza tra i geofoni, delle caratteristiche meccaniche dei litotipi attraversati e della loro profondità.

2.2 Metodo di elaborazione dei dati

La procedura d'elaborazione dati consiste di due fasi: la lettura dei tempi d'arrivo ai vari geofoni dello stendimento per ciascuna energizzazione effettuata e la loro successiva elaborazione mediante metodi di calcolo.

I tempi di primo arrivo delle onde sismiche vengono riportati su diagrammi spazio-tempo (*dromocrone*) nei quali l'asse dei tempi ha l'origine coincidente con l'istante in cui viene prodotta l'onda sismica (t_0), mentre nelle ascisse si hanno le distanze relative fra i geofoni dello stendimento.

Tali diagrammi consentono di determinare, nei punti di flesso, le variazioni di velocità fra i vari strati attraversati dai raggi sismici e, tramite elaborazioni, le profondità a cui si verificano tali variazioni. In Tabella I sono riportate le relazioni tra le velocità medie delle onde sismiche compressionali P (espresse in m/sec) e le principali litologie, desunte da letteratura.

Il procedimento di elaborazione dei tempi d'arrivo per ottenere le profondità dei rifrattori, utilizza più metodi: il Metodo del tempo di ritardo (*delay time*), il Metodo del tempo di intercetta ed il Metodo reciproco generalizzato (G.R.M.) proposto da Palmer (1980).

Il G.R.M. è un metodo interpretativo che si basa su tempi d'arrivo da energizzazioni coniugate, effettuate cioè da parti opposte del profilo sismico: tramite la determinazione di due funzioni (analisi della velocità e tempo-profondità) si determinano le velocità e quindi le profondità dei rifrattori individuati sulle dromocrone.

La funzione di analisi della velocità corrisponde al tempo necessario al raggio sismico a percorrere un tratto di lunghezza nota sul rifrattore (distanza intergeofonica), per cui la sua determinazione permette di ottenere una precisa stima della velocità delle onde sismiche nel rifrattore stesso. Tramite un procedimento di migrazione dei dati, sia la funzione tempo-profondità che quella di analisi della velocità vengono calcolate per distanze intergeofoniche crescenti (da 0 a multipli interi dell'equidistanza dei geofoni): viene scelta poi quella distanza per la quale le curve presentano il miglior andamento rettilineo.

I limiti del metodo a rifrazione risiedono nella impossibilità teorica di rilevare successioni stratigrafiche composte da strati a velocità decrescente con la profondità, in tal caso lo strato o gli strati non possono essere messi in evidenza dalle onde rifratte in quanto l'energia incidente, al contatto fra la sommità dello strato e la base dello strato sovrastante a più alta velocità, subisce una flessione verso il basso e non può venire di conseguenza rifratta; tale situazione è nota come "orizzonte nascosto". Altra limitazione consiste nella presenza di uno strato a velocità intermedia ma di ridotto spessore; anche in questo caso l'orizzonte non produce alcun cambiamento di pendenza sulle dromocrone, e non è quindi sismicamente rilevabile. Ambedue le situazioni stratigrafiche portano a sovraestimare o sottostimare lo spessore delle coperture. Quando da altri rilievi si è a conoscenza della possibile presenza di orizzonti sismici nascosti è possibile, in fase di elaborazione dei dati con il metodo G.R.M., la verifica dello spessore di tali zone, poiché negli strati nascosti si ha sempre un aumento di velocità con la profondità, ma il loro spessore è sottile e/o il contrasto di velocità con lo strato sottostante è così piccolo, per cui i raggi sismici che partono da questi strati vengono oscurati dai raggi che partono dallo strato sottostante. Gli strati a bassa velocità presentano invece una velocità sismica minore rispetto allo strato sovrastante (inversione di velocità), per cui alla loro interfaccia non si verifica una rifrazione critica e così non vengono evidenziati sul grafico tempo-distanza. L'individuazione di eventuali strati nascosti e/o inversioni di velocità viene effettuata attraverso il confronto fra i valori delle funzioni tempo-velocità misurate e quelle ricalcolate in base al valore di XY utilizzata per l'elaborazione (Palmer 1980).

2.3 Risultati dell'indagine

Nel suo insieme l'indagine ha messo in evidenza la presenza di tre orizzonti sismici con le seguenti classi di velocità delle onde di compressione P:

$$V1 = 257 - 425 \text{ m/sec.}$$

$$V2 = 737 - 1092 \text{ m/sec.}$$

$V3 = 1606 - 4029 \text{ m/sec.}$

Lungo il profilo Ps5 è visibile un quarto orizzonte sismico con velocità $V4 = 2800 \text{ m/sec.}$

In base alle velocità sismiche e alla comunicazione della D.L., il primo orizzonte sismico può essere riferito a terreno naturale areato e a materiali di copertura, il secondo orizzonte alla completa alterazione del substrato o a materiali detritici, il terzo ed il quarto orizzonte al substrato roccioso formato da arenarie e siltiti della Formazione della Pietraforte.

Lungo i cinque profili, le variazioni orizzontali di velocità nel substrato roccioso possono essere riferite ad alcune cause, fra le quali la variazioni nella percentuale dei litotipi che costituiscono il substrato (variazione del rapporto arenarie/siltiti), l'andamento della stratificazione (giacitura) rispetto la linea sismica, le variazioni del grado e nell'orientazione della fratturazione. Abbassamenti di velocità si possono verificare per la diminuzione del rapporto arenarie/siltiti e nel caso in cui la linea sismica sia perpendicolare alla giacitura della stratificazione o all'allineamento di una serie di fratturazioni; viceversa, l'aumento della velocità delle onde sismiche indica una percentuale maggiore di arenaria, la stratificazione parallela alla linea sismica oppure la diminuzione della fratturazione.

Profilo Ps1 (46 ml): il primo orizzonte sismico ha uno spessore compreso tra 0.3 m e 2.3 m con velocità delle onde di compressione comprese fra 285 m/sec. e 369 m/sec. riferibili al terreno naturale areato. Il secondo orizzonte ha uno spessore compreso tra 3.0 m e 6.1 m raggiungendo profondità variabili tra 4.9 e 7.8 m, con velocità comprese tra 737 m/sec. e 886 m/sec. Il terzo orizzonte sismico ha mostrato forti variazioni laterali della velocità, con valori compresi tra 2327 m/sec. e 4029 m/sec. riferibili al substrato roccioso.

Profilo Ps2 (46 ml): il primo orizzonte sismico ha uno spessore compreso tra 0.7 m e 1.6 m con velocità delle onde di compressione comprese fra 303 m/sec. e 380 m/sec. riferibili al terreno naturale areato. Il secondo orizzonte ha uno spessore compreso tra 3.4 m e 6.7 m raggiungendo profondità variabili tra 4.3 e 7.9 m, con velocità da 931 m/sec. a 1092 m/sec. Il terzo orizzonte sismico ha velocità comprese tra 1725 m/sec. e 2286 m/sec. riferibile al substrato roccioso.

Profilo Ps3 (46 ml): il primo orizzonte sismico ha uno spessore compreso tra 0.8 m e 1.6 m con velocità delle onde di compressione comprese fra 341 m/sec. e 425 m/sec. riferibili al terreno naturale areato. Il secondo orizzonte ha uno spessore compreso tra 3.3 m e 7.2 m raggiungendo profondità variabili tra 4.5 e 8.4 m, con una velocità da 885 m/sec. a 888 m/sec. Il terzo orizzonte sismico ha mostrato forti variazioni laterali della velocità, con valori compresi tra 1606 m/sec. e 2239 m/sec. riferibili al substrato roccioso.

Profilo Ps4 (46 ml): il primo orizzonte sismico ha uno spessore compreso tra 0.5 m e 1.6 m con velocità delle onde di compressione comprese fra 307 m/sec. e 354 m/sec. riferibili al terreno naturale areato. Il secondo orizzonte ha uno spessore compreso tra 3.5 m e 6.2 m raggiungendo profondità variabili tra 4.0 e 6.9 m, con una velocità media di 960 m/sec. Il terzo orizzonte sismico ha velocità comprese tra 1861 m/sec. e 2460 m/sec. riferibile al substrato roccioso.

Profilo Ps5 (46 ml): il primo orizzonte sismico ha uno spessore compreso tra 0.5 m e 1.6 m con velocità delle onde di compressione comprese fra 257 m/sec. e 333 m/sec. riferibili al terreno naturale areato. Il secondo orizzonte ha uno spessore compreso tra 3.9 m e 5.3 m raggiungendo profondità variabili tra 4.4 e 6.3 m, con una velocità media di 829 m/sec. Il terzo orizzonte ha uno spessore compreso tra 3.2 m e 9.4 m raggiungendo profondità variabili tra 9.5 e 15.0 m, con velocità da 1620 m/sec. a 1678 m/sec. riferibile al substrato roccioso. Il quarto orizzonte sismico ha velocità media di 2800 m/sec. riferibile ad un passaggio a materiali meno fratturati sempre all'interno del substrato roccioso.

2.4 Ricostruzioni

Per la ricostruzione delle morfologie del substrato sono stati usati due metodi: il Kriging e la Triangulation with linear Interpolation.

L'analisi della distribuzione della velocità nel terzo orizzonte sismico mostra che, date le litologie in esame, i valori sono risultati non molto elevati: è probabile che siano presenti zone con roccia sana accanto a zone di fratturazione ed anche che fra strati competenti e rigidi di arenaria siano presenti interstrati siltitici con caratteristiche scadenti i quali abbassano la velocità media dell'ammasso. Le linee P2, P3 e Ps4 si intersecano con la linea Ps1 in corrispondenza di zone a bassa velocità.

3. Presentazione dei dati

Nella presente relazione vengono forniti i seguenti elaborati:

per l'indagine down-hole:

- ubicazione delle indagini;
- grafici delle dromocroni dei tempi di arrivo e delle velocità V_p e V_s
- tabulati numerici dei tempi d'arrivo, delle velocità sismiche e dei parametri geofisici
- registrazioni di campagna effettuate e rimontate per ogni canale di acquisizione

per la sismica a rifrazione:

- ubicazione delle indagini;

- sezioni sismiche interpretate, rappresentazioni bidimensionali delle velocità sismiche e degli spessori degli strati individuati lungo il profilo sismico;
- tabulati numerici dei tempi d'arrivo, delle velocità delle onde sismiche compressionali e degli spessori relativi ad ogni strato rilevato per ciascuna sezione sismica;
- registrazioni di campagna e dromocrone dei tempi d'arrivo
- ricostruzione dell'andamento delle velocità sismiche lungo il substrato, profondità del substrato.

4. Caratteristiche della strumentazione

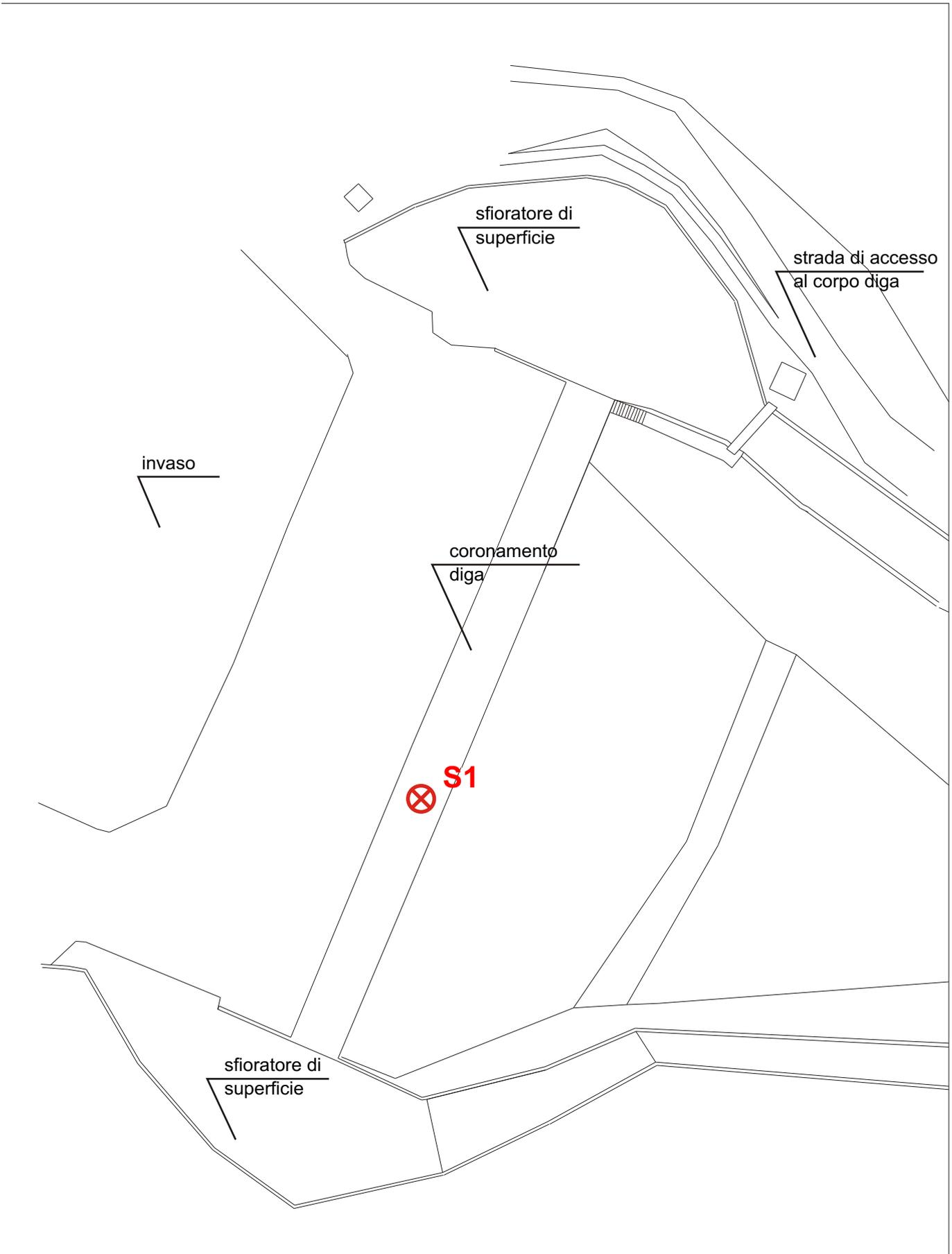
Il sistema di acquisizione usato nella presente campagna d'indagini è composto da un sistema modulare della Geometrics così configurato:

Sismografo GEODE 48 canali (2 moduli a 24 canali) con Controller Stratavisor NZC:

- Risoluzione segnale A/D 24 bit
 - Escursione dinamica 144 dB, 110 dB istantanea a 2 ms
 - Passo di campionamento da 0.02 a 16 msec indipendente dal tempo d'acquisizione
 - Fino a 64.000 campioni per traccia
 - Distorsione 0.0005% a 2 msec, 1.75 – 208 Hz
 - Amplificazione del segnale da 0 a 36 dB
 - Filtri analogici anti-aliasing a 90 dB della frequenza di Nyquist
 - Filtri digitali low-cut, high-cut, notch a 24 o 48 dB/oct
 - Precisione trigger in sommatoria 1/32 del passo di campionamento
 - Pre-trigger fino a 4096 campioni, delay sino a 10000 msec
 - Salvataggio dati in formato SEG-2 su hard-disk incorporato
 - Sistema di starter mediante accelerometro
 - Mazza da 5 Kg
 - Modulo di controllo GEOSTUFF mod. BHGC-1
 - Geofono da pozzo a con tripletta di sensori sismici OYO con frequenza propria di 10 Hz
-
-

Ubicazione down-hole S1

Scala 1:500



Sondaggio S1 - Tabelle

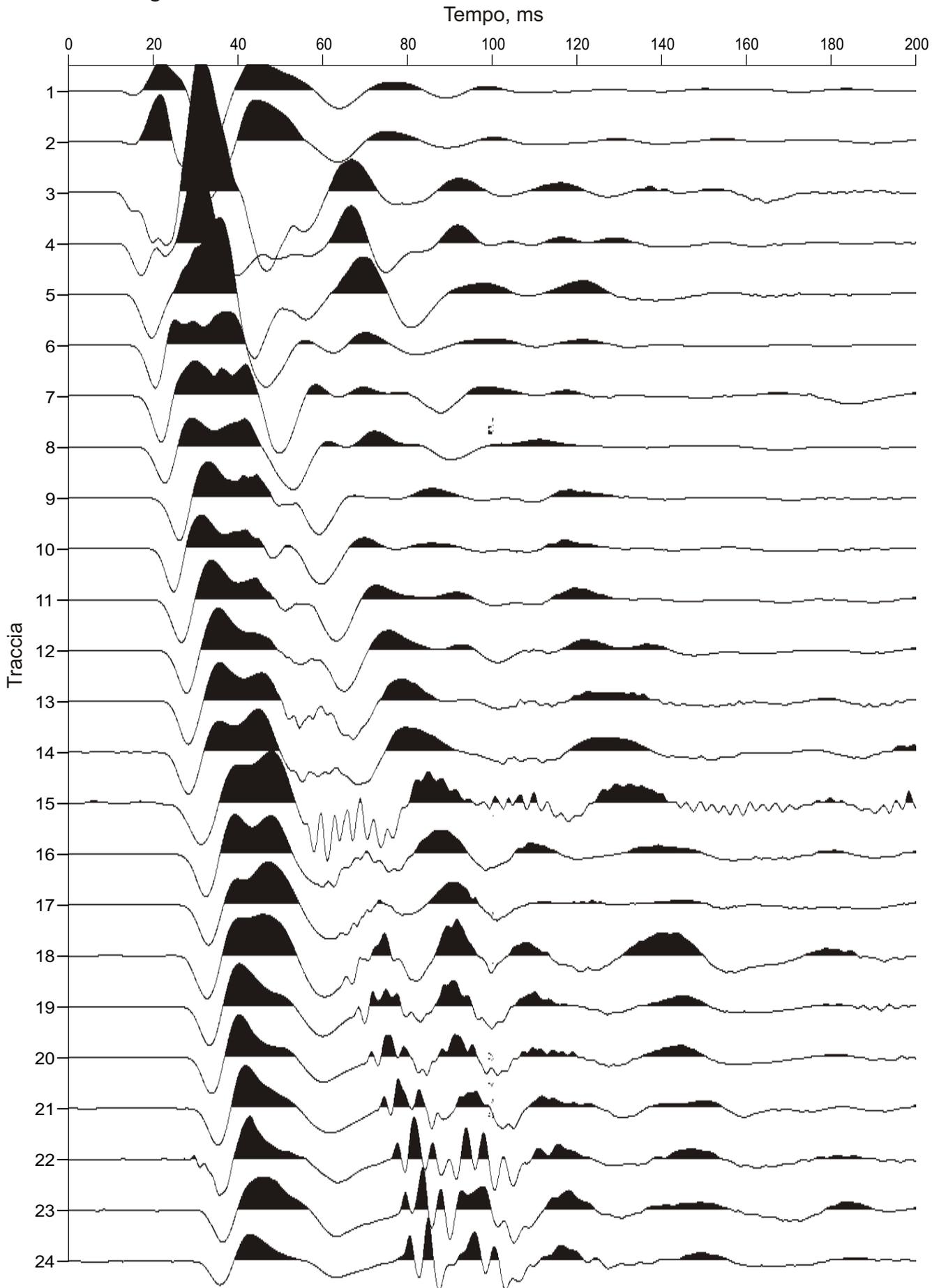
Z m	Tp msec	Ts msec	Tpc msec	Tsc msec
1	11.50	22.06	1.63	3.12
2	11.44	21.75	4.51	8.57
3	11.44	22.38	6.65	13.01
4	12.08	25.00	8.54	17.68
5	13.81	27.81	10.90	21.95
6	15.00	30.94	12.65	26.10
7	16.50	34.56	14.53	30.43
8	17.72	38.50	16.06	34.89
9	19.23	42.25	17.78	39.07
10	20.38	45.75	19.12	42.93
11	21.20	48.31	20.11	45.83
12	22.06	50.63	21.10	48.43
13	23.00	53.19	22.15	51.22
14	23.85	56.06	23.09	54.27
15	24.88	58.31	24.18	56.68
16	25.88	60.38	25.24	58.89
17	26.69	62.50	26.11	61.14
18	27.36	64.94	26.83	63.68
19	27.96	66.88	27.47	65.71
20	28.65	68.69	28.20	67.61
21	29.38	70.15	28.96	69.15
22	29.88	71.06	29.49	70.14
23	30.38	71.94	30.02	71.08
24	30.69	72.48	30.36	71.69

Z	Profondità
Tp	Tempo di arrivo onde di compressione
Ts	Tempo di arrivo onde di taglio
Tp Corr.	Tempo di arrivo corretto onde di compressione
Ts Corr.	Tempo di arrivo corretto onde di taglio

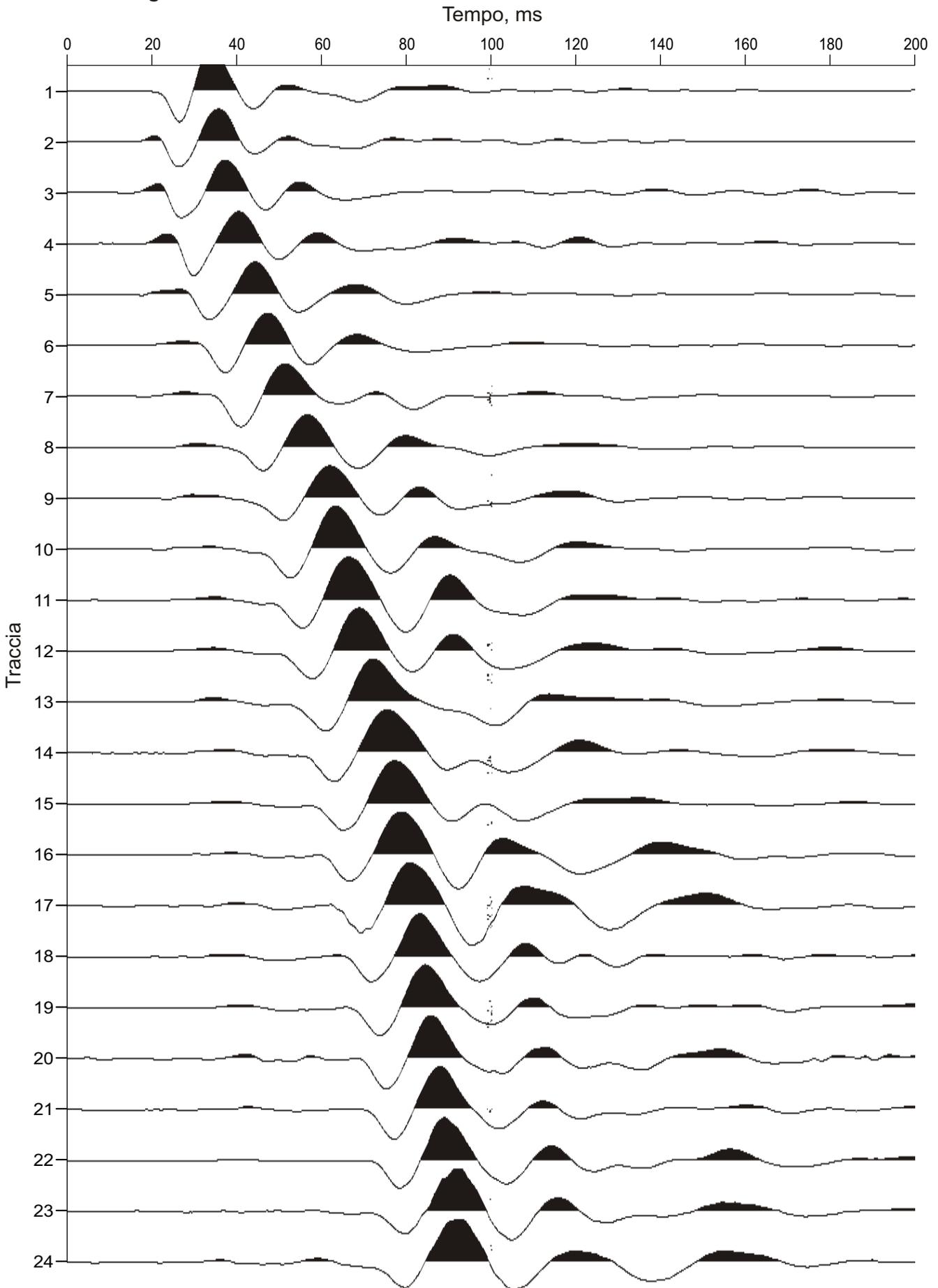
Z m	Vp m/sec.	Vs m/sec.	t/m ³	-	G MPa	E MPa	K MPa
1	308	160	2.0	0.31	51	135	121
2	347	184	2.0	0.31	67	176	151
3	466	225	2.0	0.35	102	274	300
4	528	214	2.0	0.40	92	257	436
5	424	234	2.0	0.28	109	280	214
6	570	241	2.0	0.39	116	324	495
7	534	231	2.0	0.38	107	295	428
8	654	224	2.0	0.43	101	289	720
9	580	239	2.0	0.40	114	320	520
10	745	259	2.0	0.43	134	384	932
11	1011	344	2.0	0.43	237	680	1730
12	1008	385	2.0	0.41	296	838	1637
13	958	359	2.0	0.42	258	731	1492
14	1065	328	2.0	0.45	215	622	1984
15	914	414	2.0	0.37	343	939	1215
16	944	453	2.0	0.35	410	1108	1236
17	1150	445	2.0	0.41	396	1118	2117
18	1390	394	2.0	0.46	311	905	3448
19	1553	492	2.0	0.44	484	1398	4177
20	1376	527	2.0	0.41	555	1571	3047
21	1313	648	2.0	0.34	841	2251	2327
22	1884	1010	2.1	0.30	2144	5565	4594
23	1897	1060	2.1	0.27	2359	6007	4410
24	2974	1648	2.3	0.28	6250	15979	12015

Z	Profondità
Vp	Velocità onde di compressione
Vs	Velocità onde di taglio
	Densità
	Modulo di Poisson
G	Modulo taglio
E	Modulo di Young
K	Modulo di rigidità volumetrica

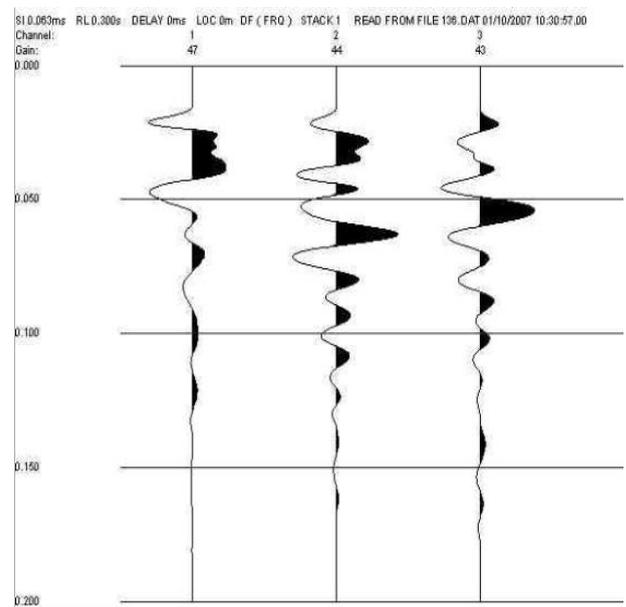
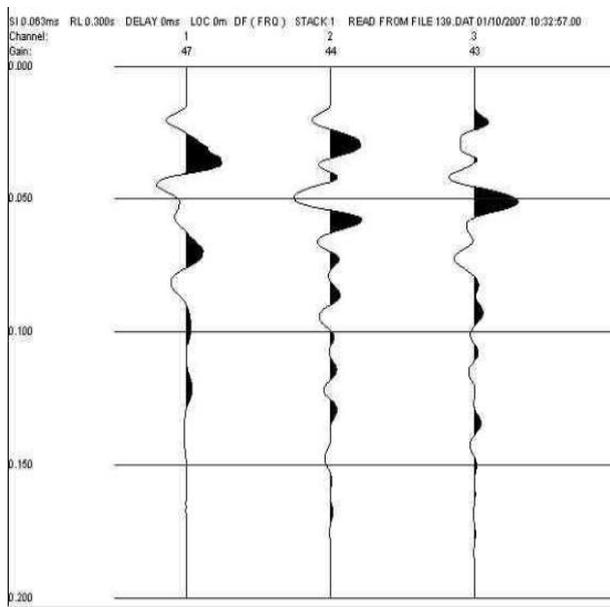
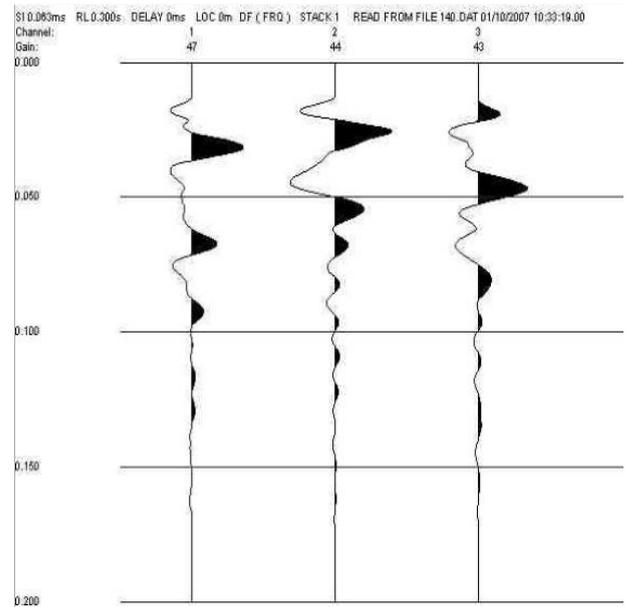
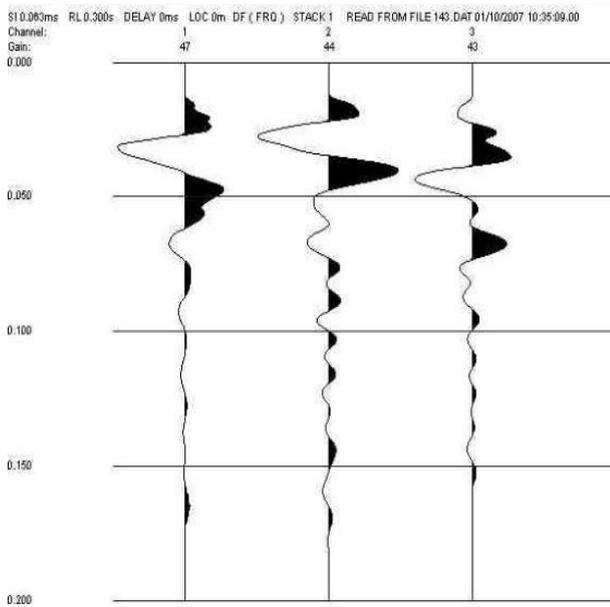
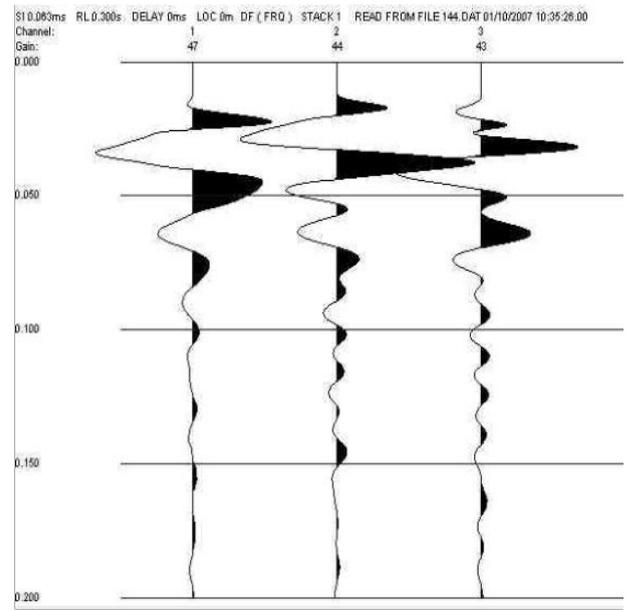
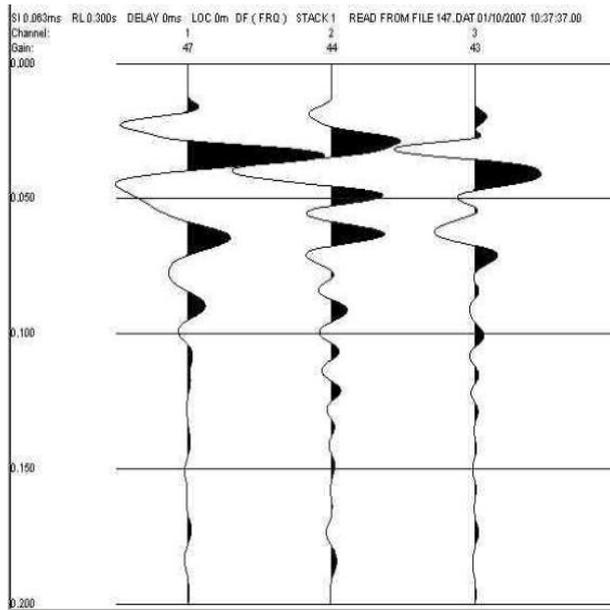
Sismogrammi onde P



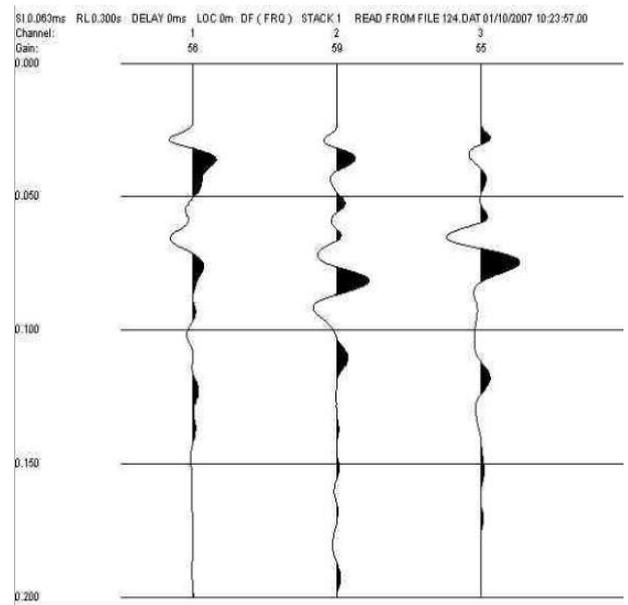
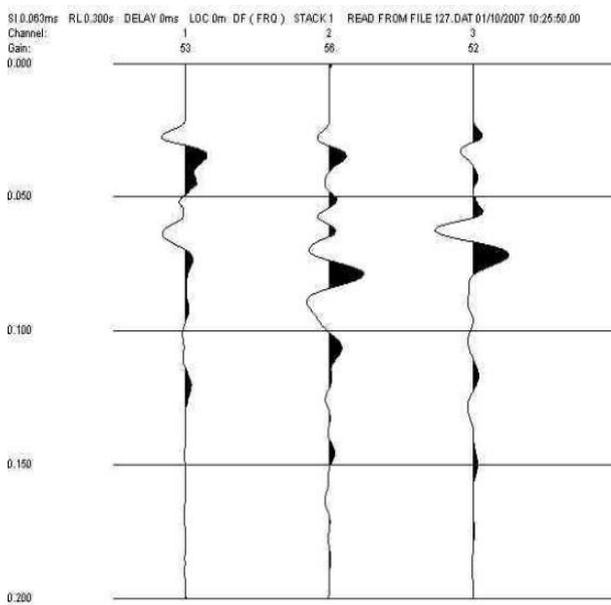
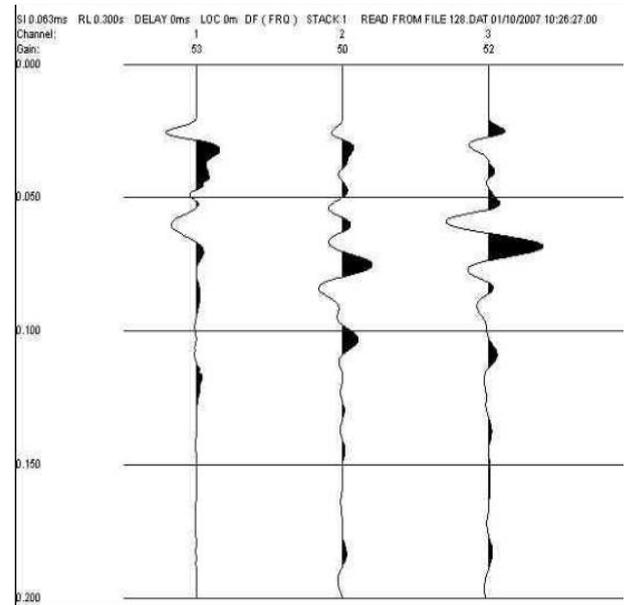
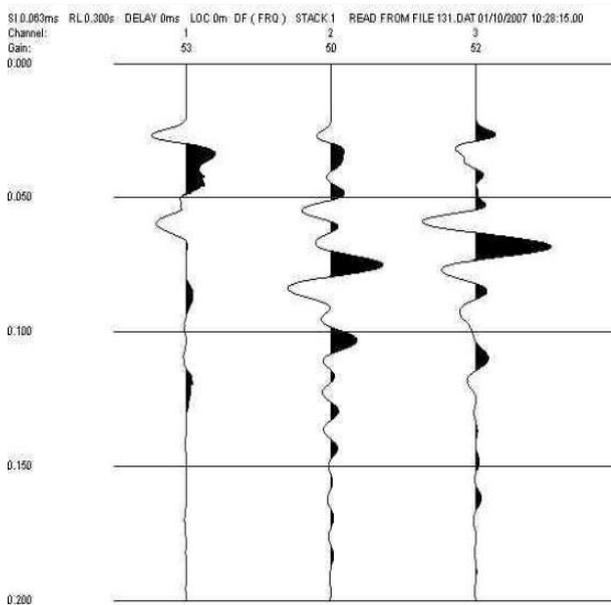
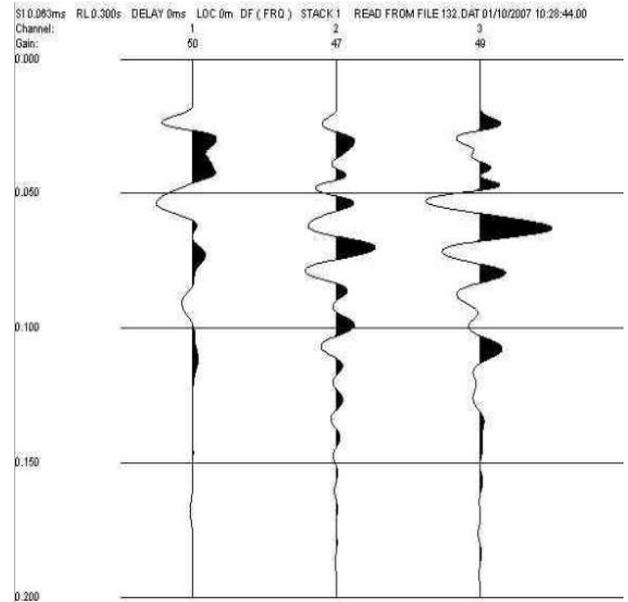
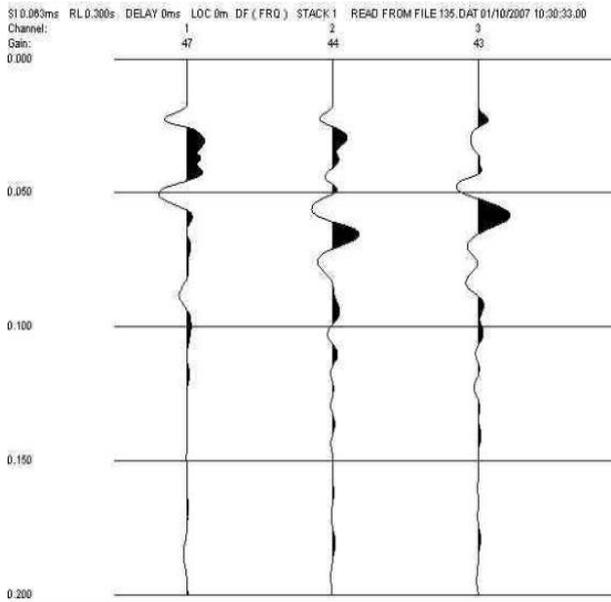
Sismogrammi onde SH



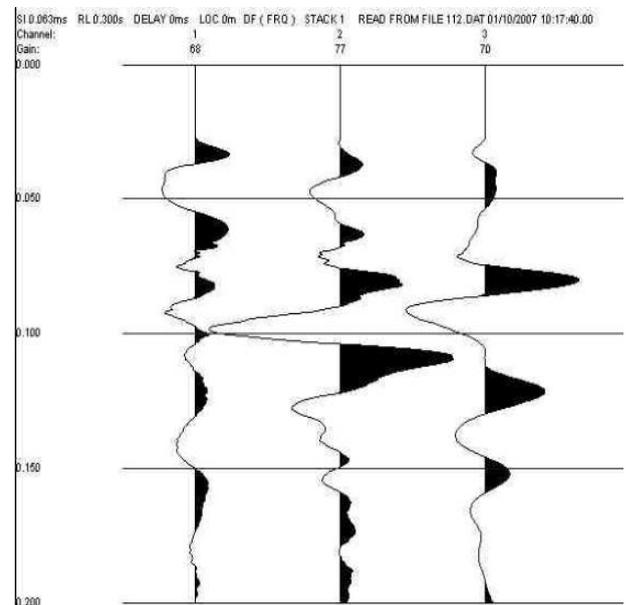
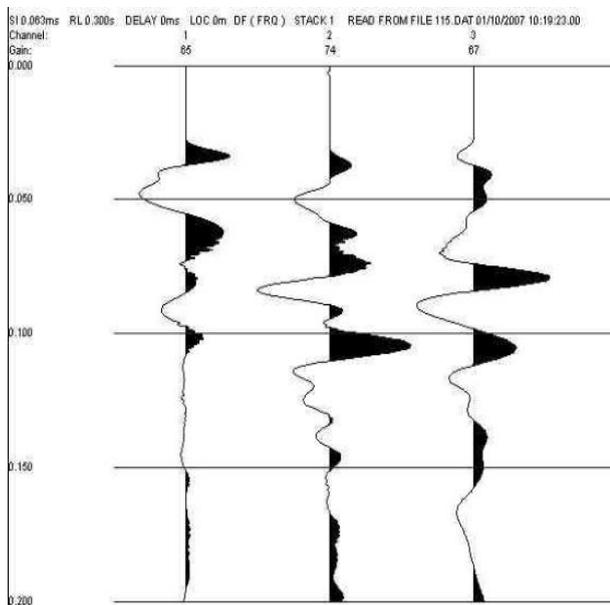
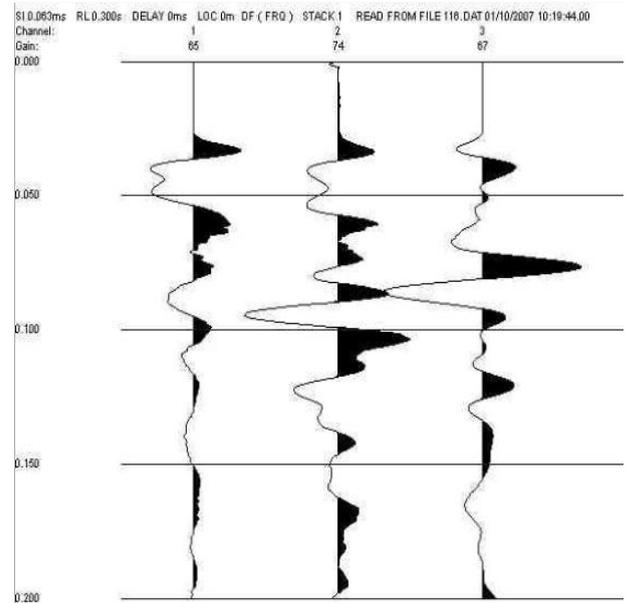
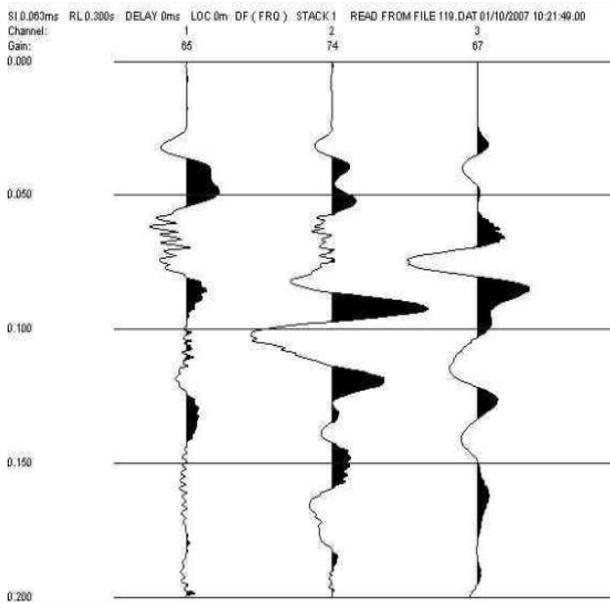
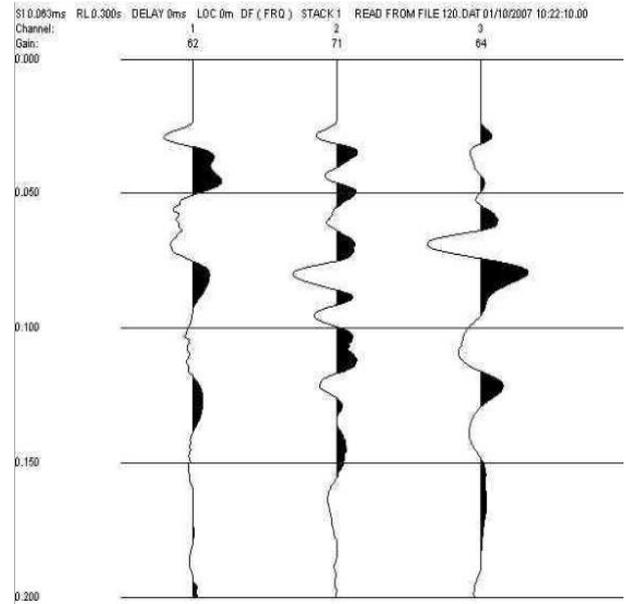
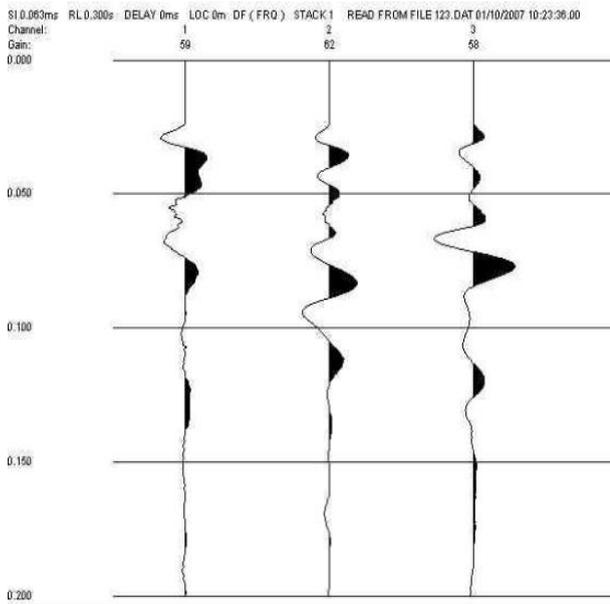
Registrazioni onde P



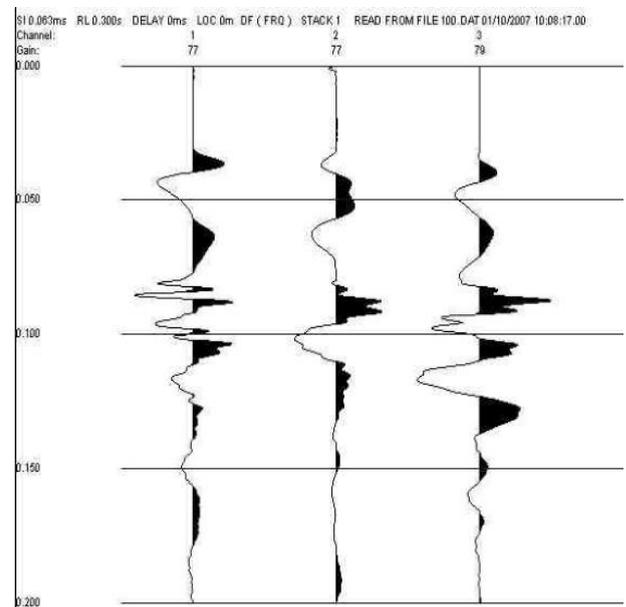
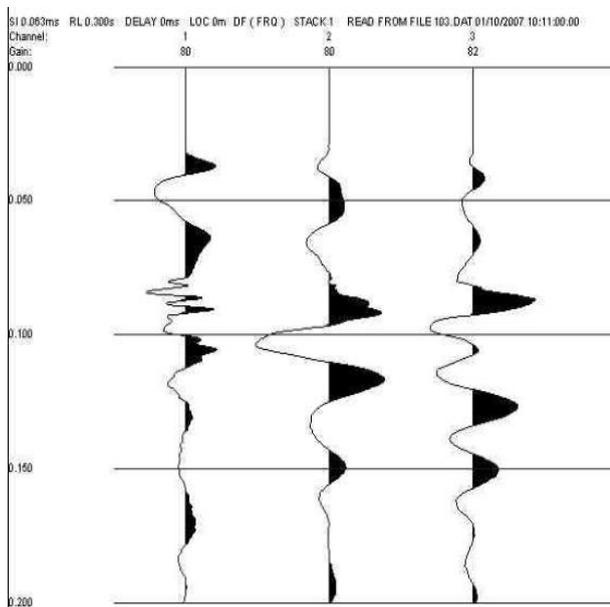
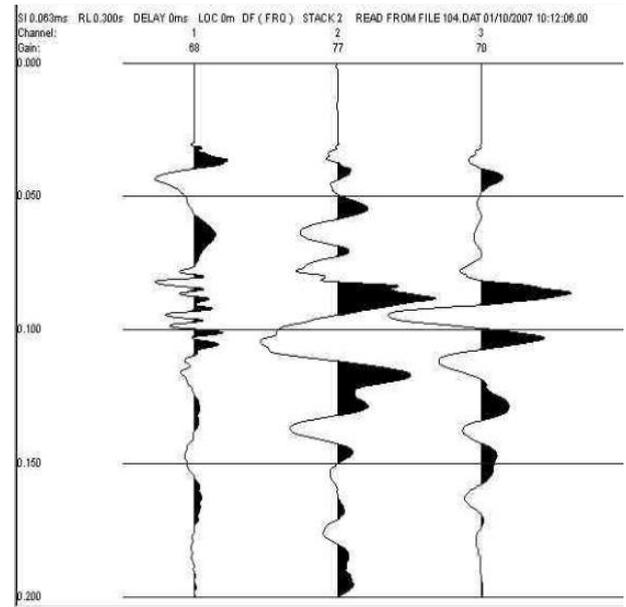
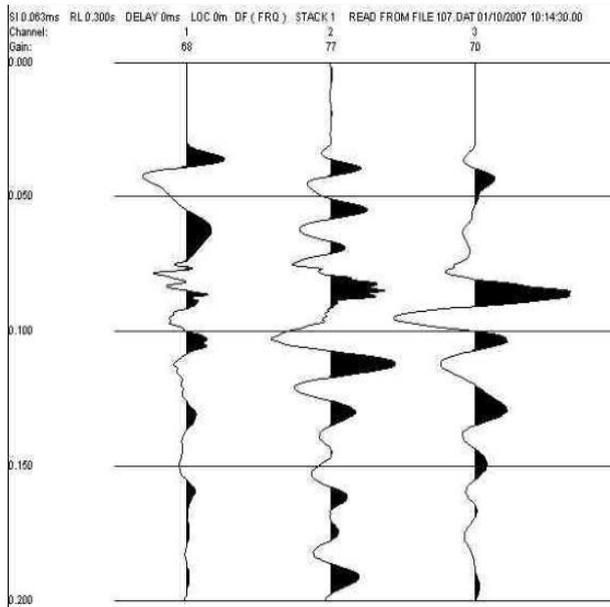
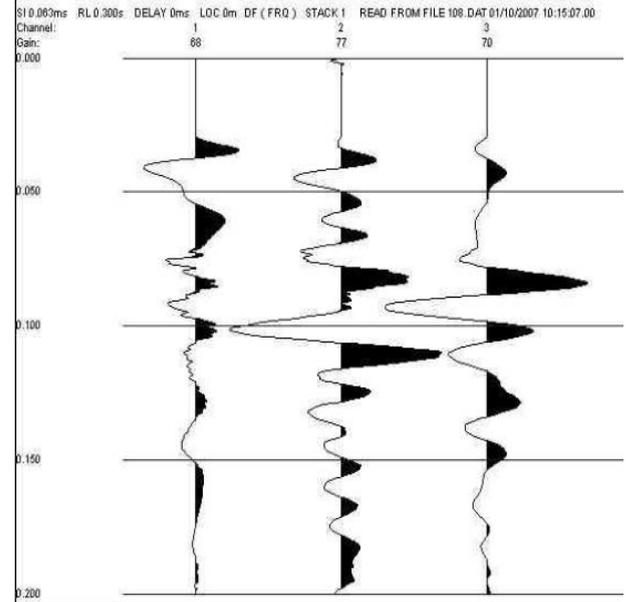
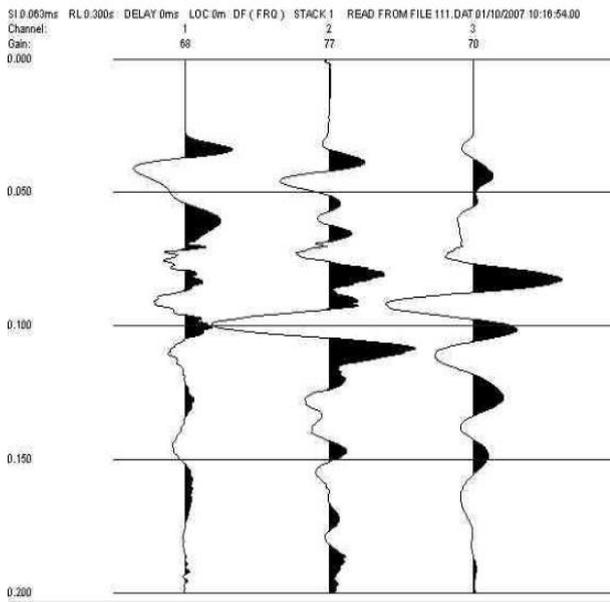
Registrazioni onde P



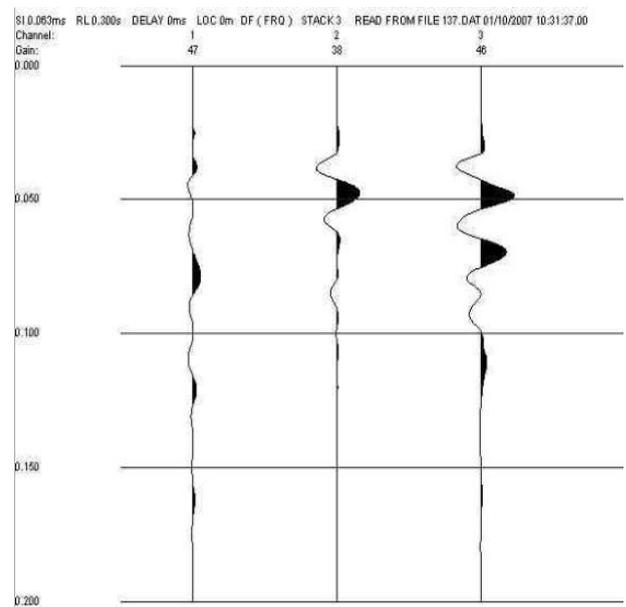
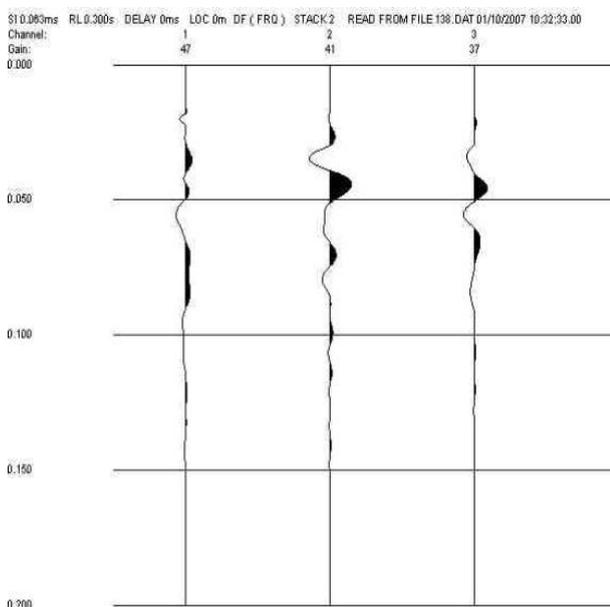
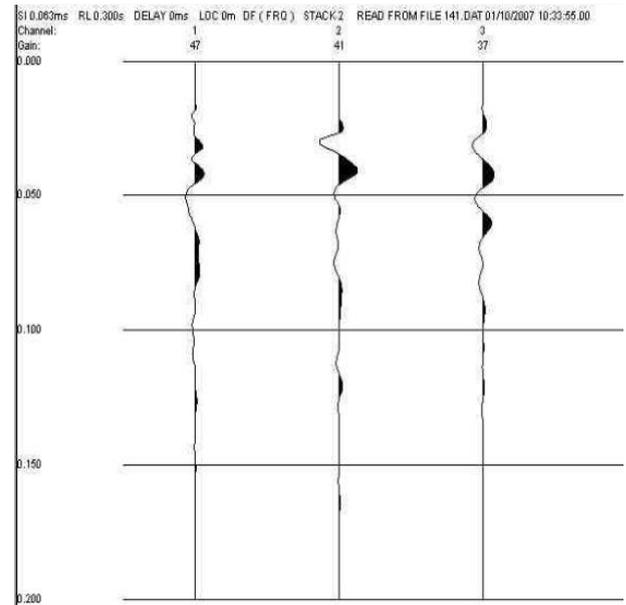
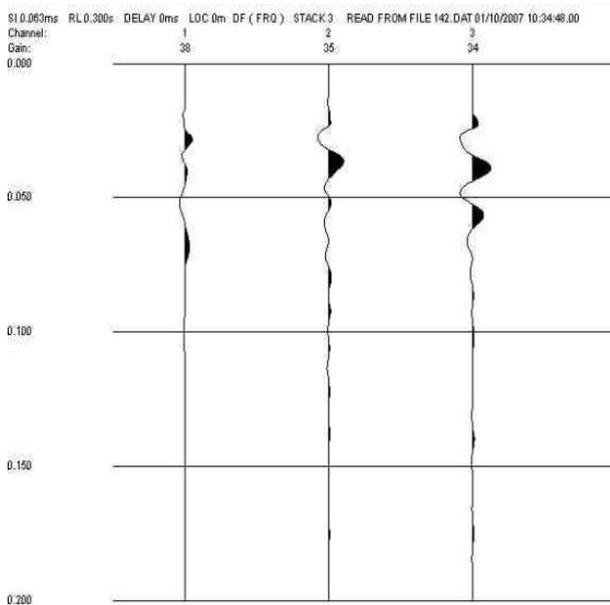
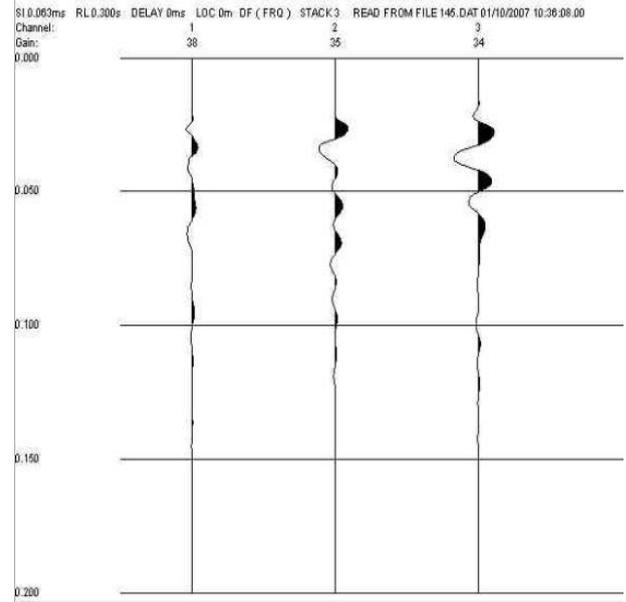
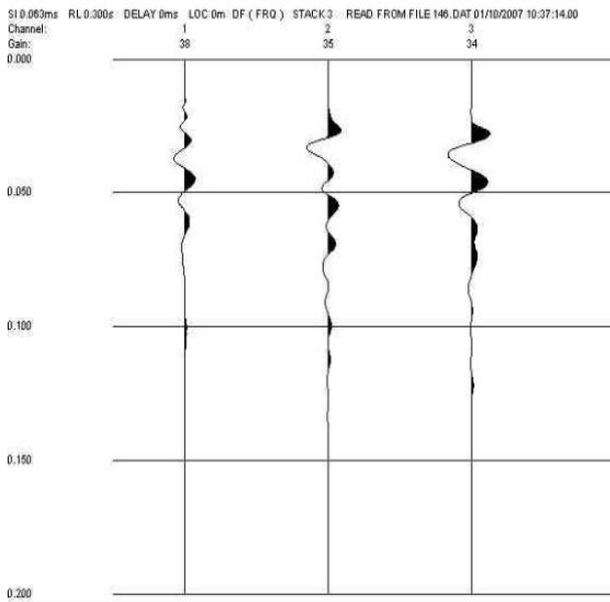
Registrazioni onde P



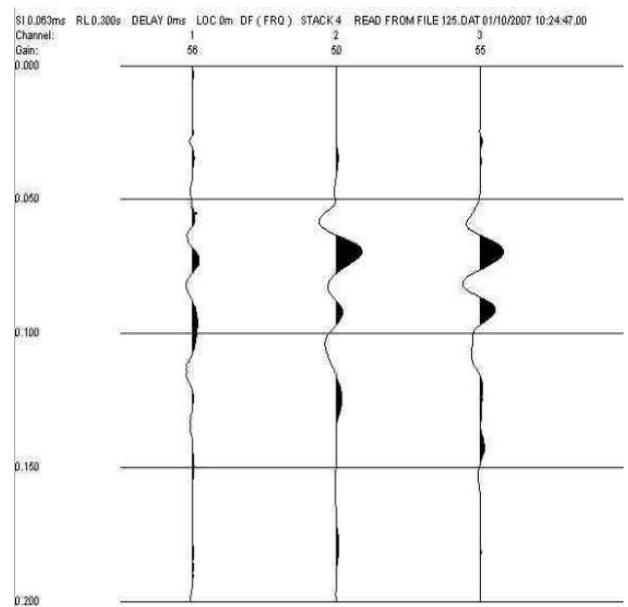
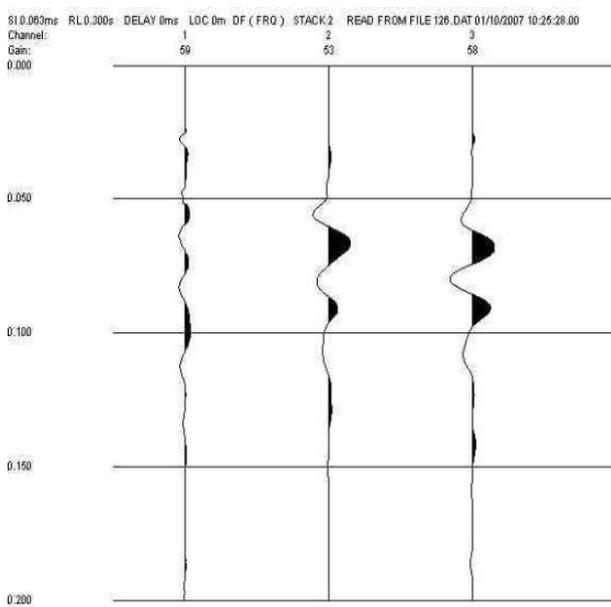
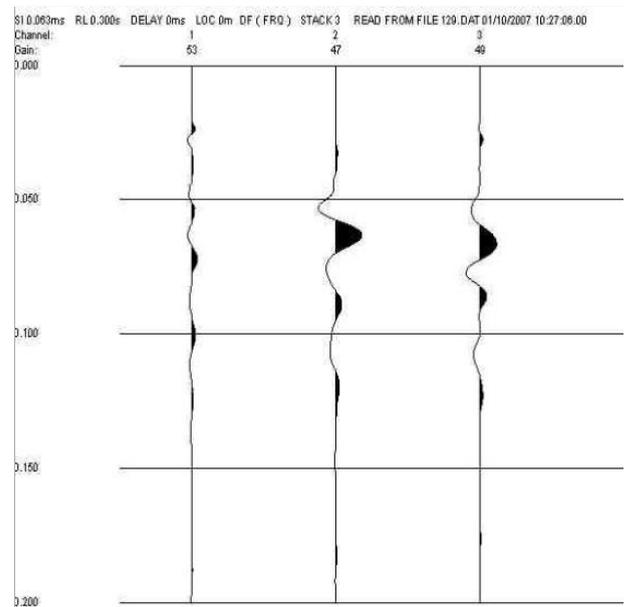
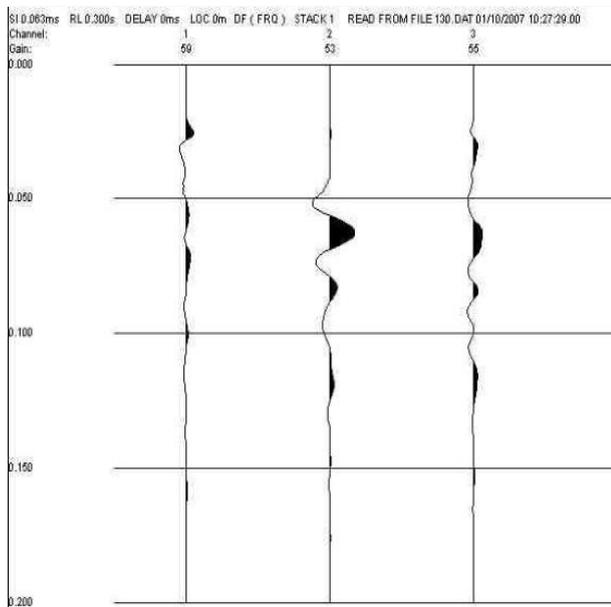
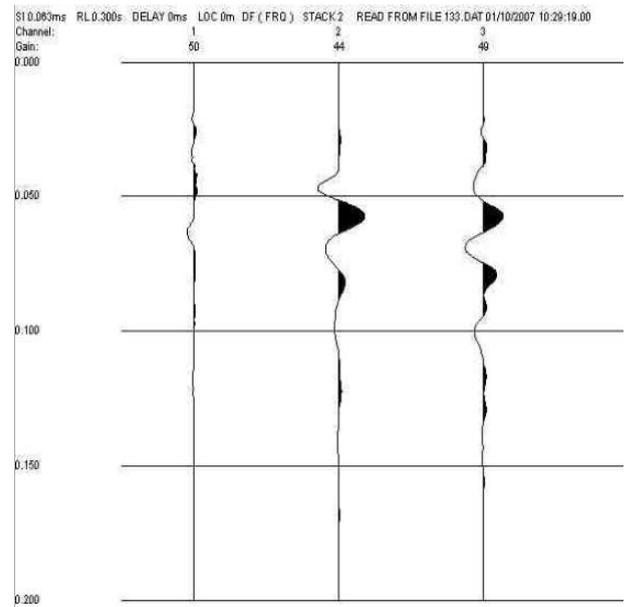
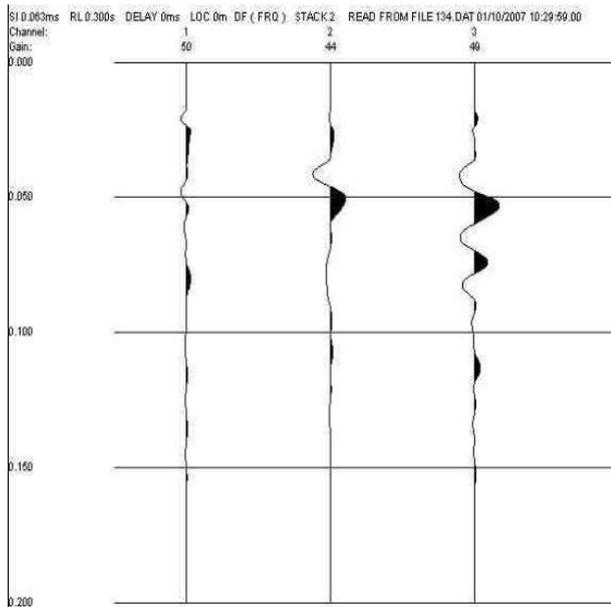
Registrazioni onde P



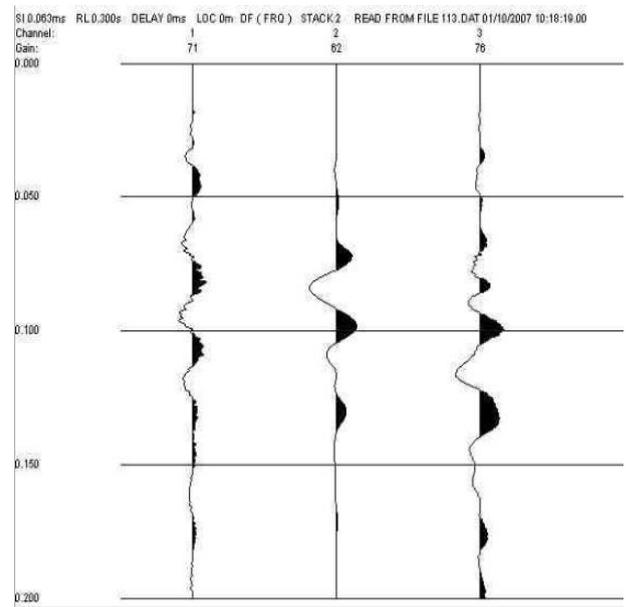
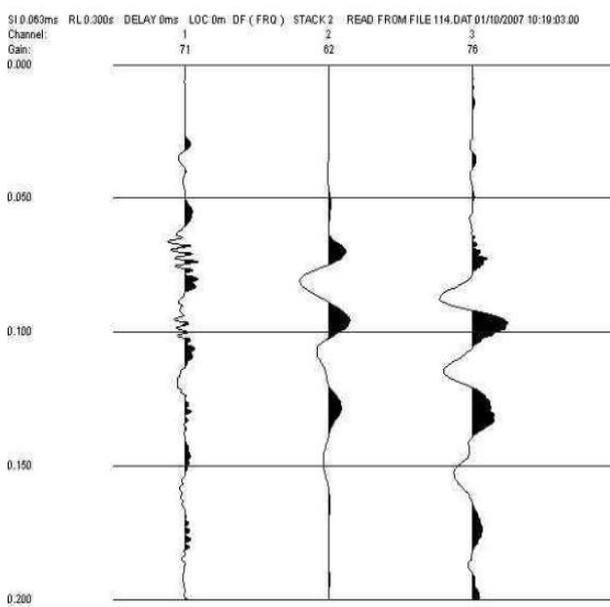
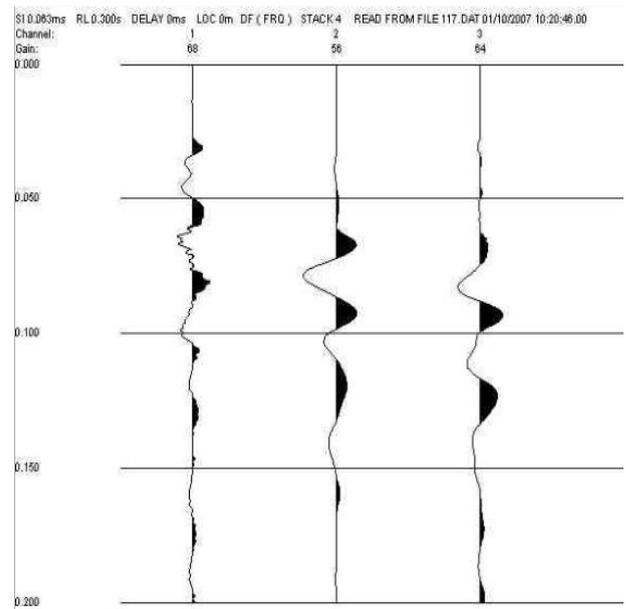
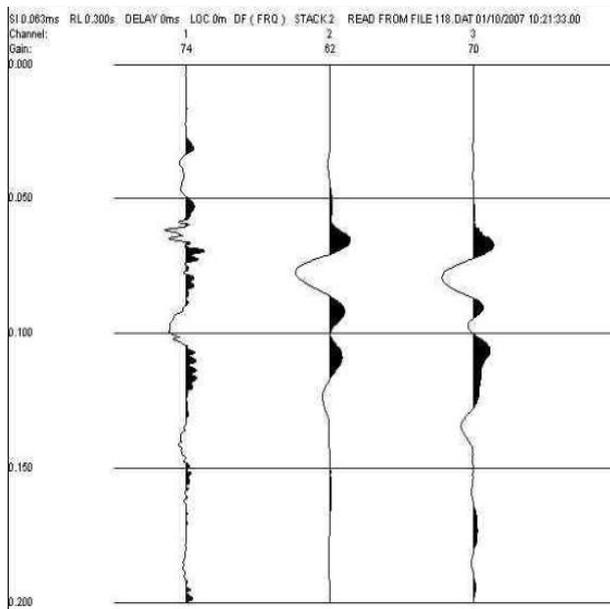
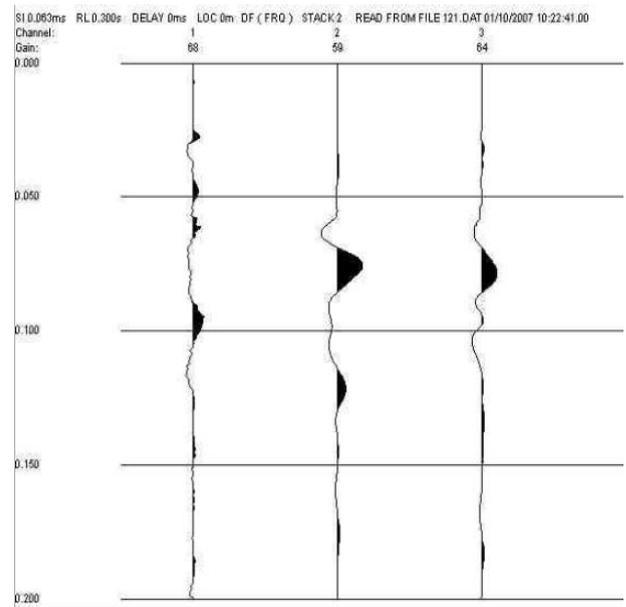
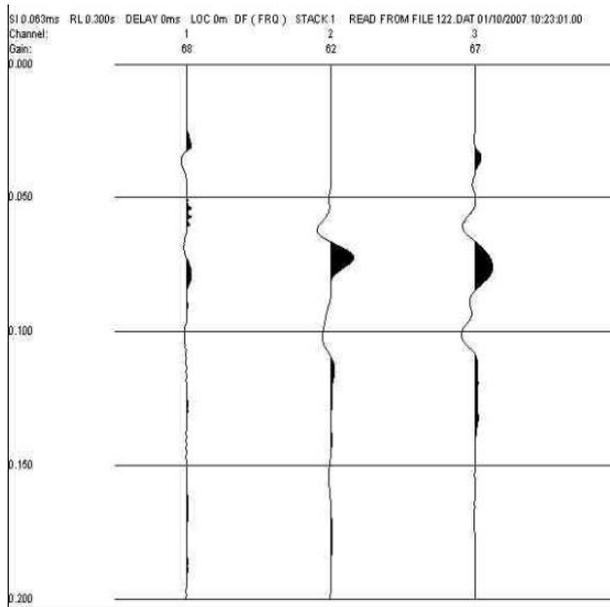
Registrazioni onde SH



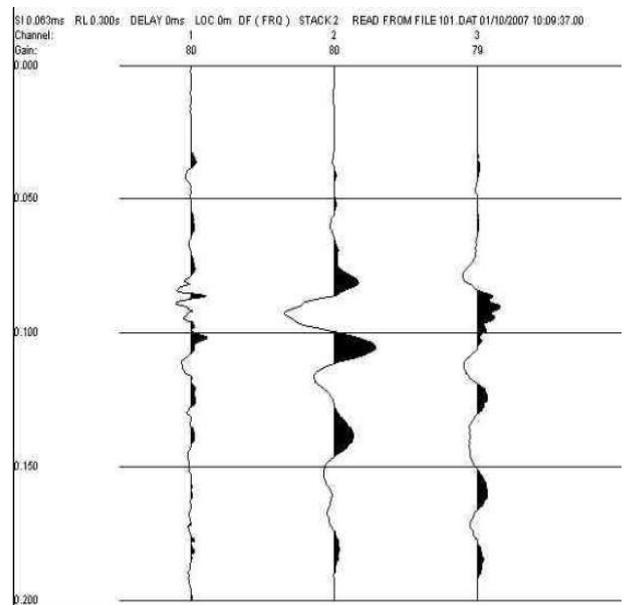
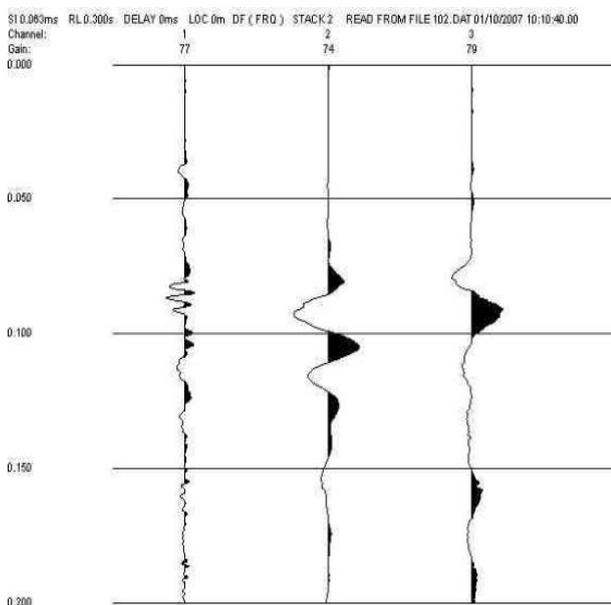
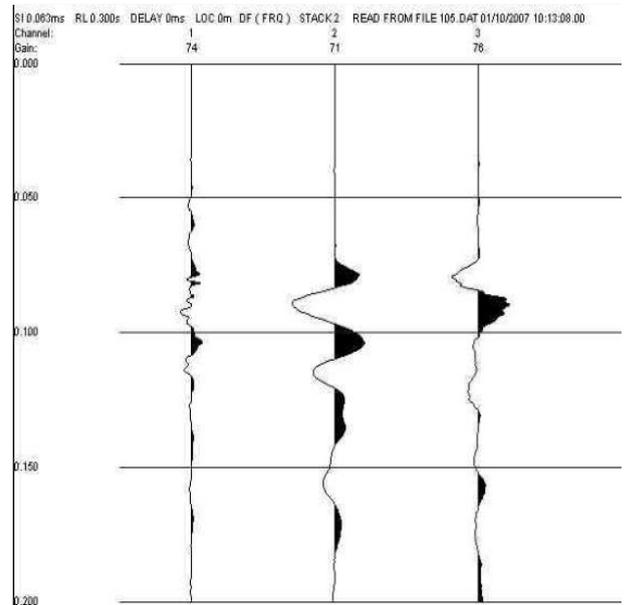
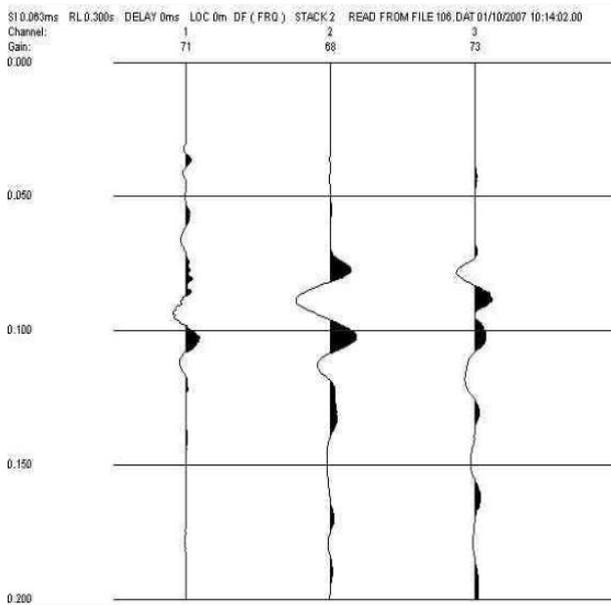
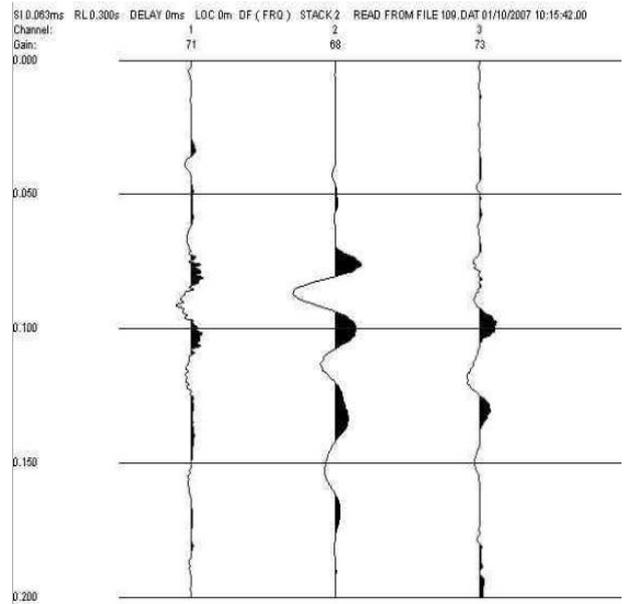
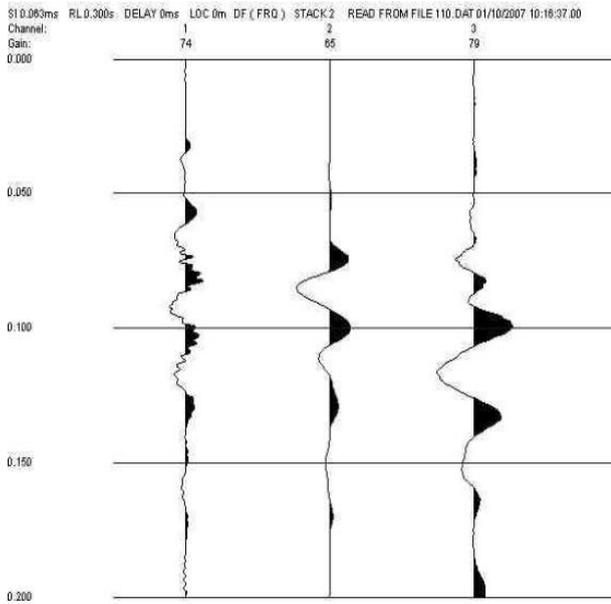
Registrazioni onde SH



Registrazioni onde SH



Registrazioni onde SH





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione Ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Rapporto di Prova n°64/07/S

<u>SETTORE:</u>	Geofisica – sismica a rifrazione e sismica down-hole
<u>COMMITTENTE:</u>	Acque Ingegneria S.r.l.
<u>D.L. :</u>	Dott. C. Ferri
<u>CANTIERE:</u>	Lago Cepparello, Poggibonsi SI
<u>RIFERIMENTO:</u>	R.P.E. n°02/07 - 32/07

Indice:

Premessa

- 1 Indagine mediante sismica down-hole
 - 1.1 Correlazione tra velocità delle onde sismiche e parametri elastici e geomeccanici
 - 1.2 Procedure di campagna
 - 1.3 Metodo di elaborazione dei dati
 - 1.4 Risultati dell'indagine
- 2 Indagine mediante sismica a rifrazione
 - 2.1 Procedure di campagna
 - 2.2 Metodo di elaborazione dei dati
 - 2.3 Risultati dell'indagine
- 3 Presentazione dei dati
- 4 Caratteristiche della strumentazione

Il Direttore del Laboratorio

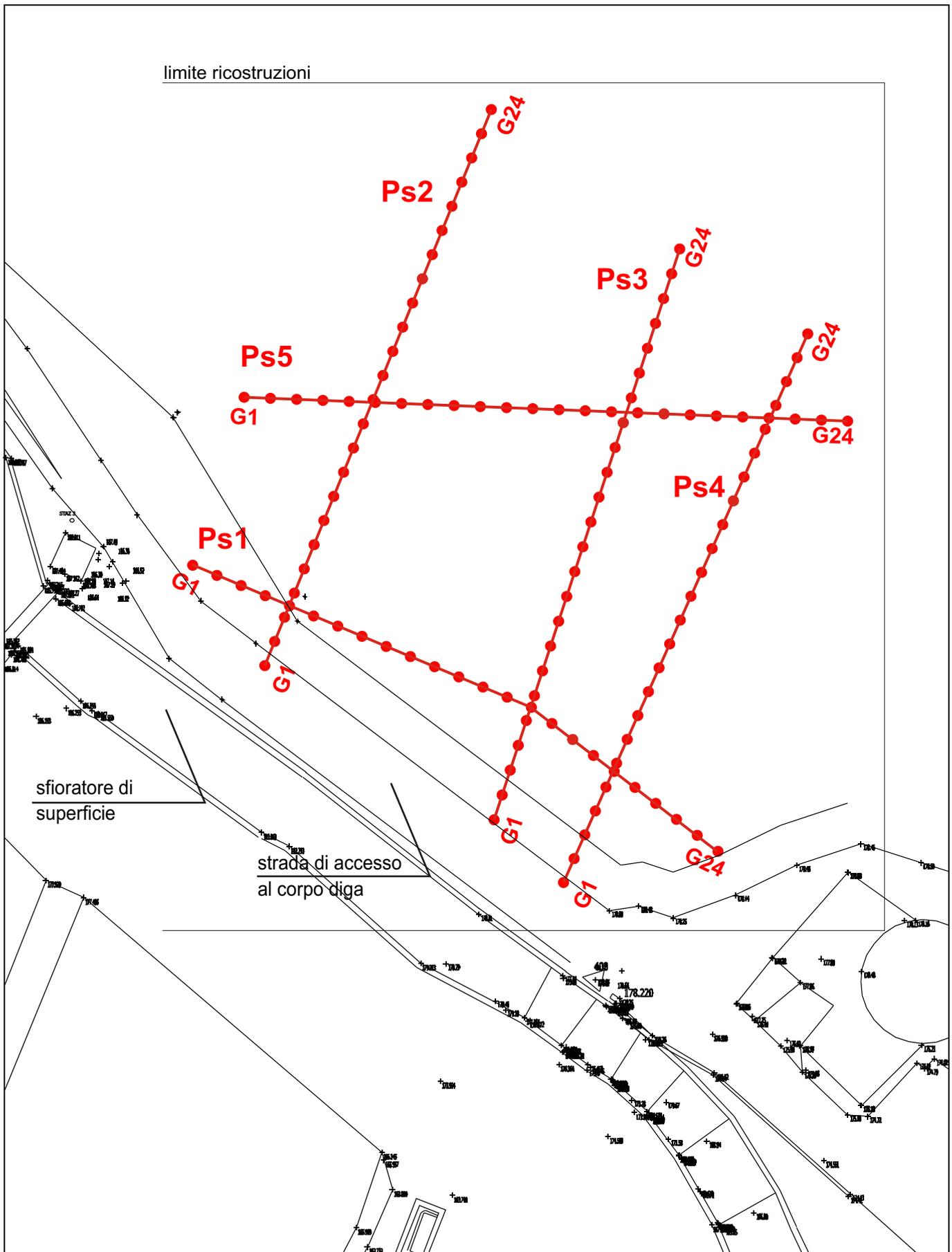
Ing. F. Politi

Il Tecnico

Geol. L. Gambassi

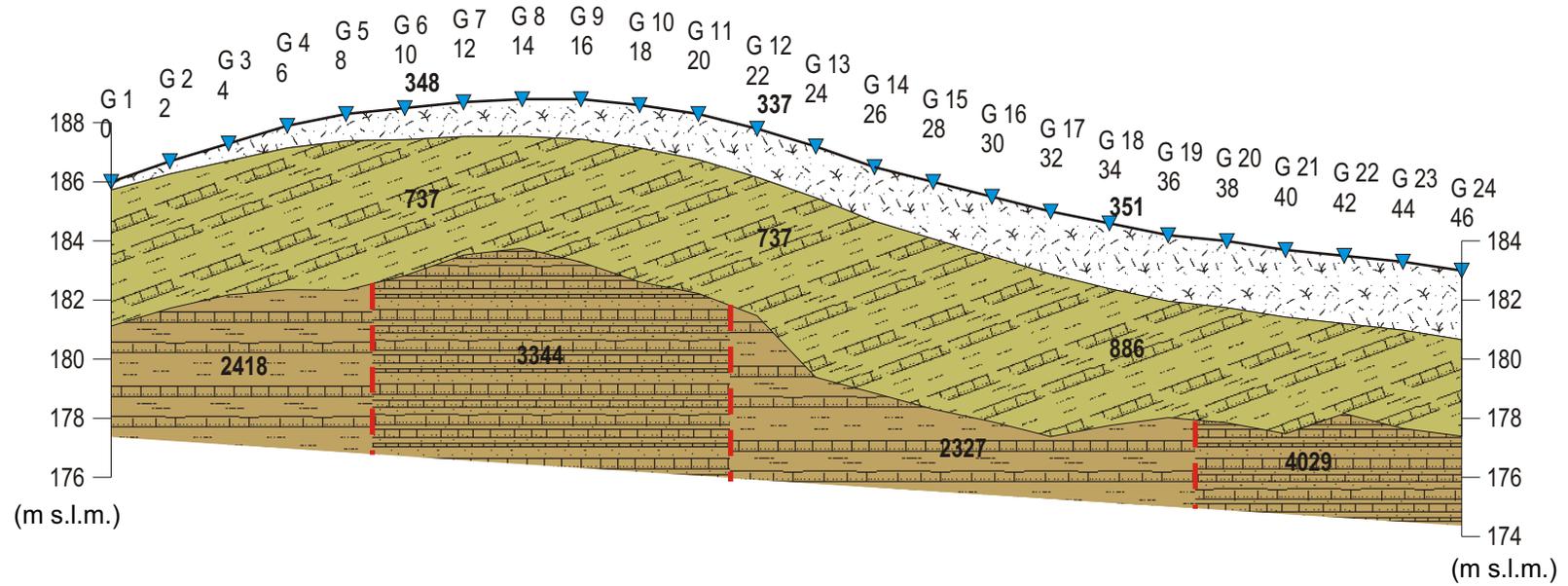
Ubicazione Profili di sismica a rifrazione

Scala 1:400



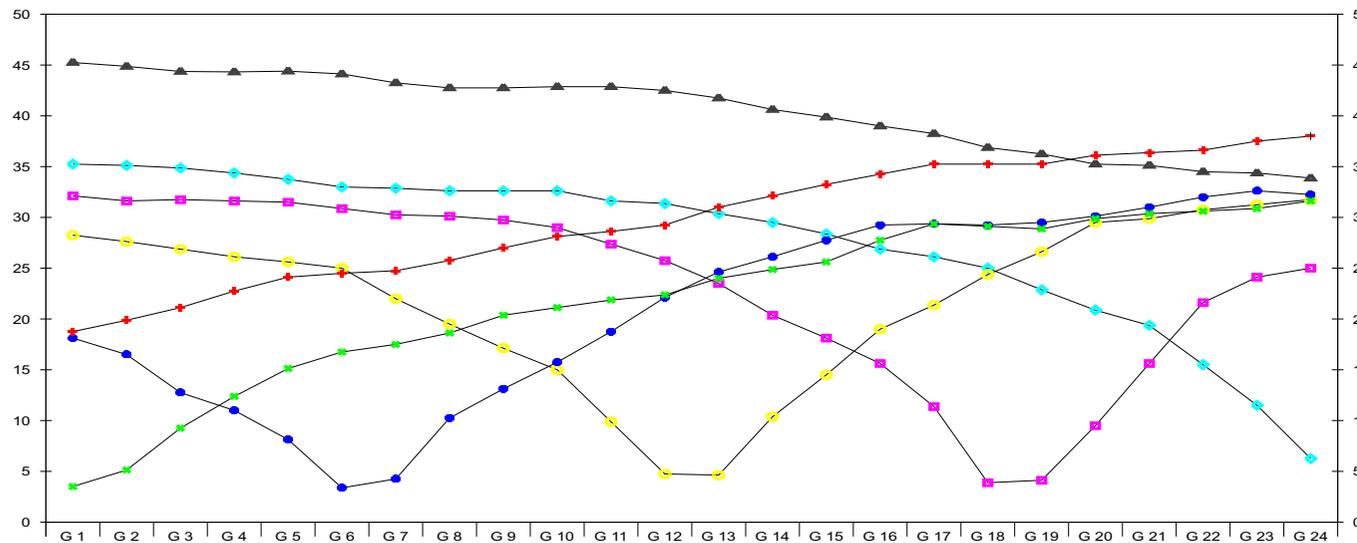
Profilo di sismica a Rifrazione Ps1

-  Materiali di copertura
-  Alterazione di Pietraforte
-  Pietraforte



Scala orizzontale 1:250
 Scala verticale 1:250

Dromocrone

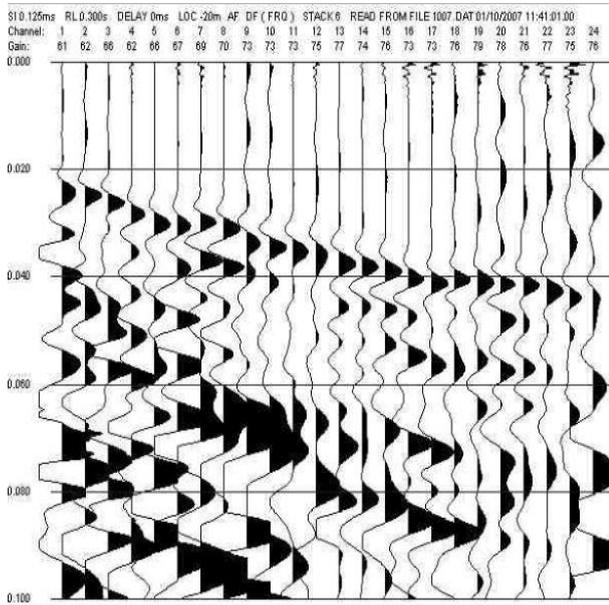


Dati Ps1

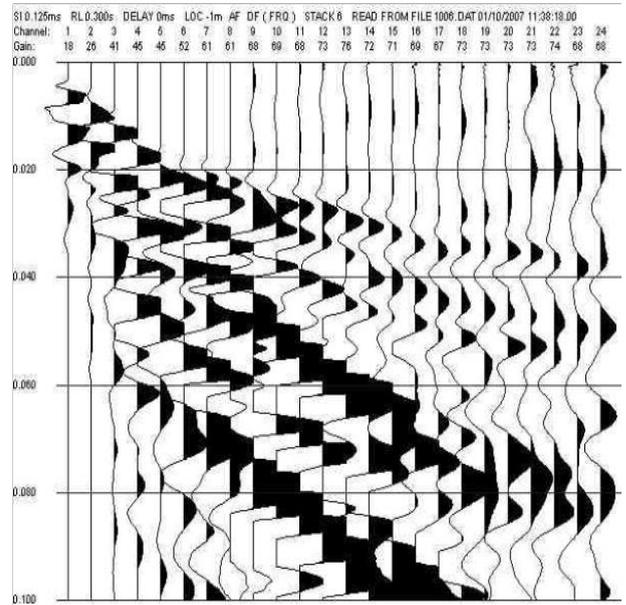
Geo. N°	ShotA ms	ShotB ms	ShotC ms	ShotD ms	ShotE ms	ShotF ms	ShotG ms
1	18.75	3.50	18.12	28.25	32.12	35.25	45.25
2	19.87	5.12	16.50	27.62	31.62	35.12	44.87
3	21.12	9.25	12.75	26.87	31.75	34.87	44.37
4	22.75	12.37	11.00	26.12	31.62	34.37	44.32
5	24.12	15.12	8.12	25.62	31.50	33.75	44.40
6	24.50	16.75	3.38	25.00	30.87	33.00	44.12
7	24.75	17.50	4.25	22.00	30.25	32.87	43.25
8	25.75	18.62	10.25	19.50	30.12	32.62	42.75
9	27.00	20.37	13.12	17.12	29.75	32.62	42.75
10	28.12	21.12	15.75	15.00	29.00	32.62	42.87
11	28.62	21.87	18.75	9.88	27.37	31.62	42.87
12	29.25	22.37	22.12	4.75	25.75	31.37	42.50
13	31.00	24.00	24.62	4.62	23.50	30.37	41.75
14	32.12	24.87	26.12	10.37	20.37	29.50	40.62
15	33.25	25.62	27.75	14.50	18.12	28.37	39.87
16	34.25	27.75	29.25	19.00	15.62	26.87	39.00
17	35.25	29.37	29.37	21.37	11.37	26.12	38.25
18	35.25	29.12	29.25	24.37	3.88	25.00	36.87
19	35.25	28.87	29.50	26.62	4.12	22.87	36.25
20	36.12	29.87	30.12	29.50	9.50	20.87	35.25
21	36.37	30.37	31.00	29.87	15.62	19.37	35.12
22	36.62	30.62	32.00	30.75	21.62	15.50	34.50
23	37.50	30.87	32.62	31.25	24.12	11.50	34.37
24	38.00	31.62	32.25	31.75	25.00	6.25	33.87

Geo. N°	Dist. m	Q m slm	V1 m/sec.	Z1 m	Q1 m slm	V2 m/sec.	Z2 m	H2 m	Q2 m slm	V3 m/sec.
1	0	186.0	285	0.3	185.7	737	4.6	4.9	181.1	2418
2	2	186.7	306	0.4	186.3	737	4.5	5.0	181.7	2418
3	4	187.3	327	0.6	186.7	737	4.5	5.1	182.2	2418
4	6	187.9	348	0.8	187.1	737	4.8	5.5	182.4	2418
5	8	188.3	369	0.9	187.4	737	5.1	6.0	182.3	2418
6	10	188.5	348	1.1	187.4	737	4.6	5.7	182.8	3344
7	12	188.7	328	1.2	187.5	737	4.0	5.2	183.5	3344
8	14	188.8	307	1.3	187.5	737	3.8	5.0	183.8	3344
9	16	188.8	320	1.4	187.4	737	4.2	5.5	183.3	3344
10	18	188.6	333	1.5	187.1	737	4.5	6.0	182.6	3344
11	20	188.3	335	1.5	186.8	737	4.5	6.1	182.2	3344
12	22	187.8	337	1.6	186.2	737	4.7	6.3	181.5	2327
13	24	187.2	339	1.7	185.5	886	6.1	7.8	179.4	2327
14	26	186.5	340	1.8	184.7	886	5.8	7.6	178.9	2327
15	28	186.0	342	1.9	184.1	886	5.8	7.7	178.3	2327
16	30	185.5	344	2.0	183.5	886	5.6	7.6	177.9	2327
17	32	185.0	347	2.1	182.9	886	5.5	7.6	177.4	2327
18	34	184.6	351	2.2	182.4	886	4.6	6.8	177.8	2327
19	36	184.2	354	2.2	182.0	886	3.9	6.2	178.0	2327
20	38	184.0	358	2.3	181.7	886	3.9	6.1	177.9	2327
21	40	183.7	361	2.3	181.4	886	3.9	6.2	177.5	4029
22	42	183.5	323	2.3	181.2	886	3.0	5.3	178.2	4029
23	44	183.3	323	2.3	181.0	886	3.3	5.6	177.7	4029
24	46	183.0	323	2.3	180.7	886	3.3	5.6	177.4	4029

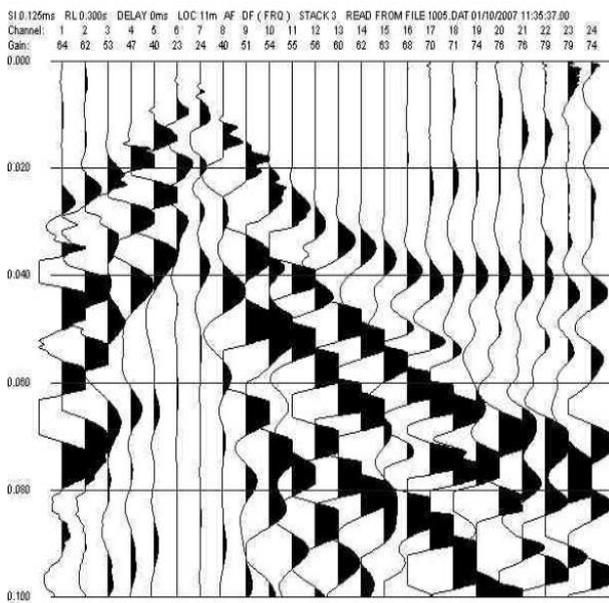
A Esterno sinistro



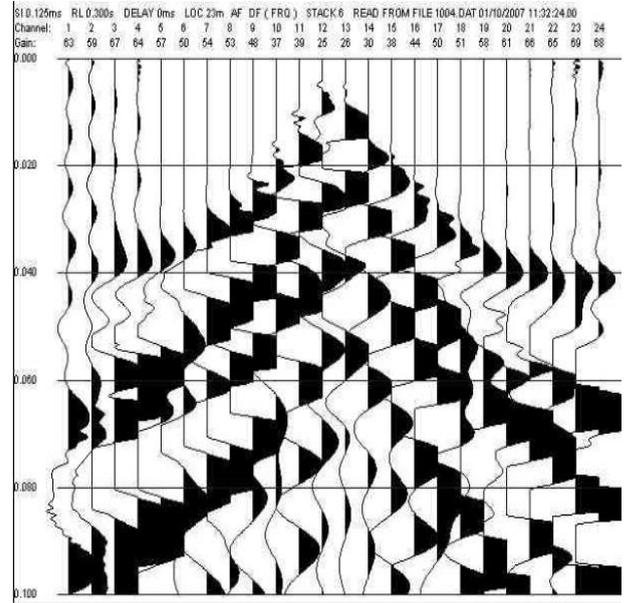
B Estremo sinistro



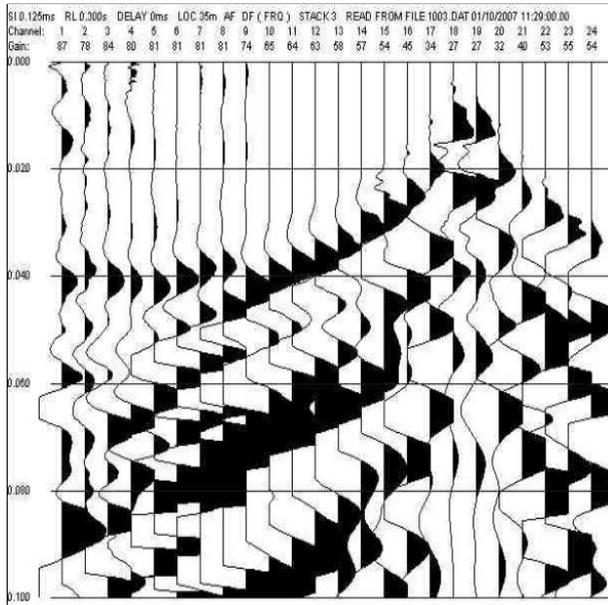
C Intermedio sinistro



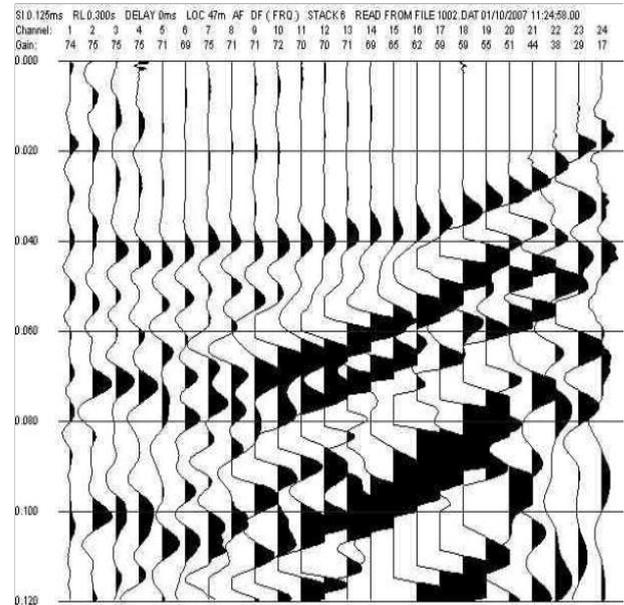
D Estremo destro



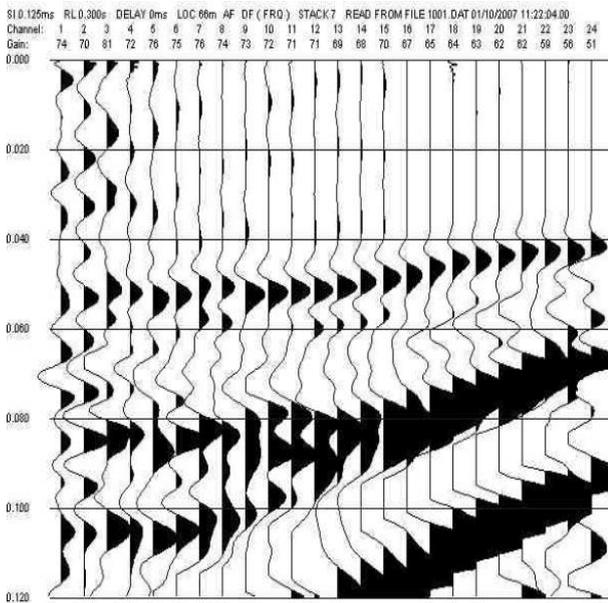
E Intermedio destro



F Esterno destro

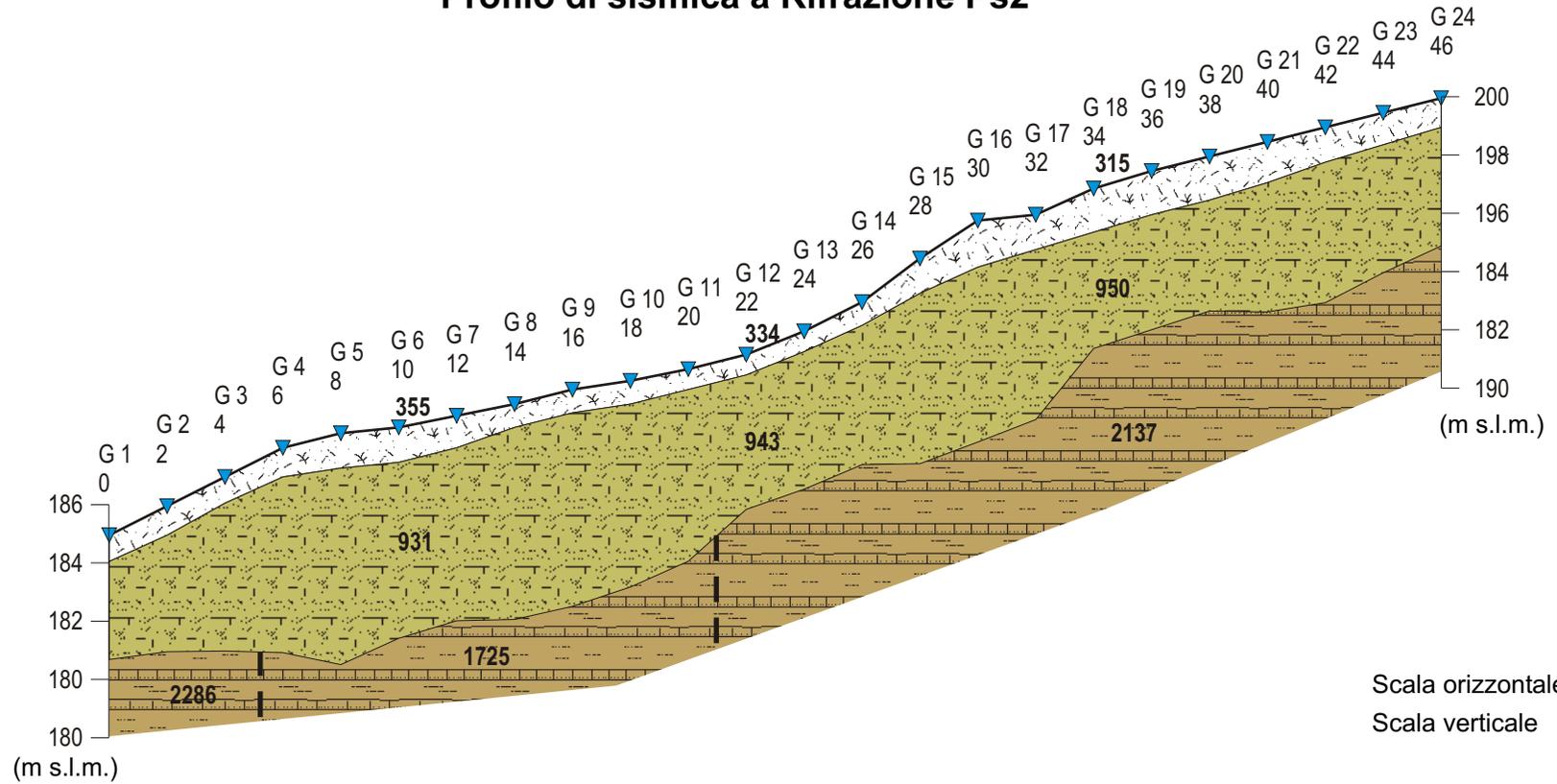


G Esterno destro

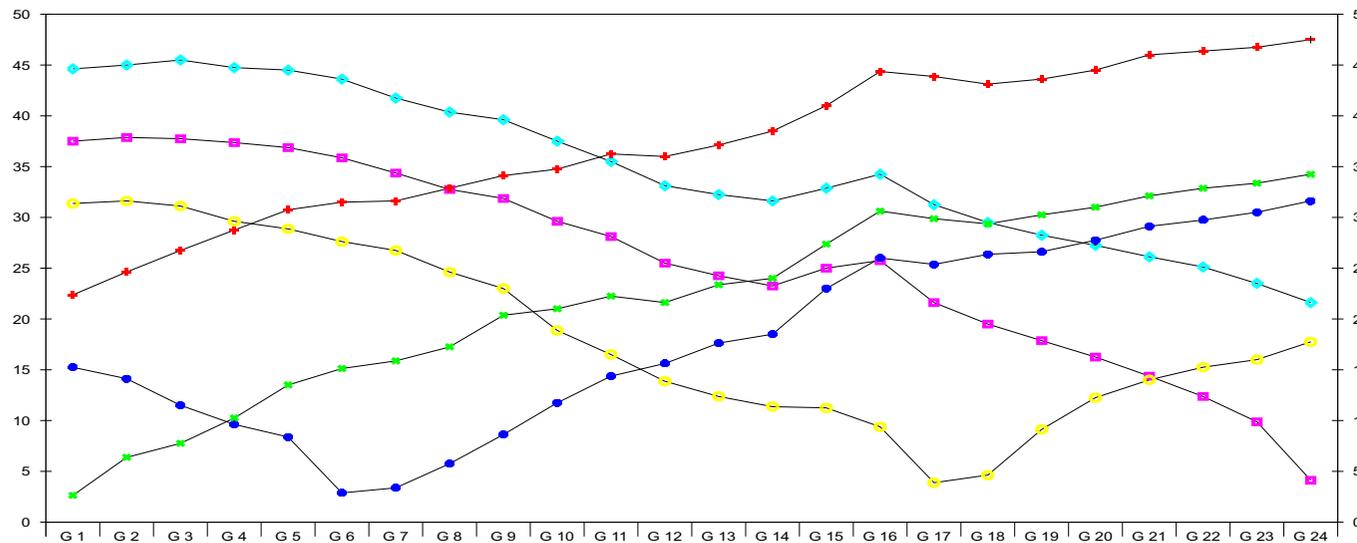


Profilo di sismica a Rifrazione Ps2

-  Materiali di copertura
-  Alterazione di Pietraforte
-  Pietraforte



Dromocrone

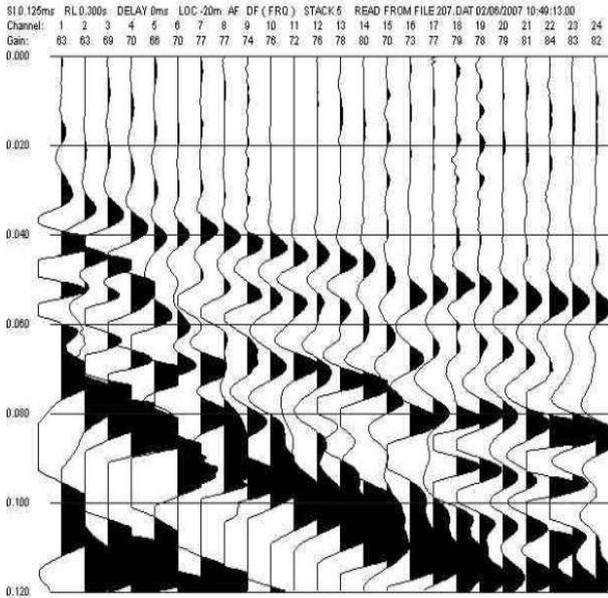


Dati Ps2

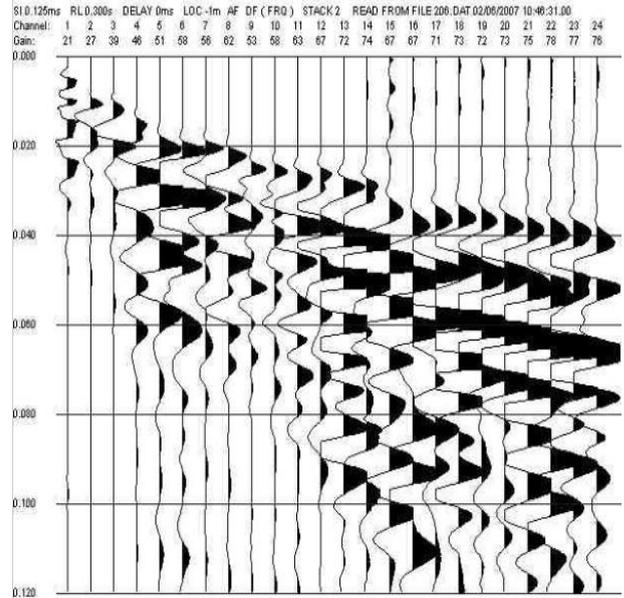
Geo. N°	ShotA ms	ShotB ms	ShotC ms	ShotD ms	ShotE ms	ShotF ms
1	22.37	2.62	15.25	31.37	37.50	44.62
2	24.62	6.38	14.12	31.62	37.87	45.00
3	26.75	7.75	11.50	31.12	37.75	45.50
4	28.75	10.25	9.62	29.62	37.37	44.75
5	30.75	13.50	8.38	28.87	36.87	44.50
6	31.50	15.12	2.88	27.62	35.87	43.62
7	31.62	15.87	3.38	26.75	34.37	41.75
8	32.87	17.25	5.75	24.62	32.75	40.37
9	34.12	20.37	8.62	23.00	31.87	39.62
10	34.75	21.00	11.75	18.87	29.62	37.50
11	36.25	22.25	14.37	16.50	28.12	35.50
12	36.00	21.62	15.62	13.87	25.50	33.12
13	37.12	23.37	17.62	12.37	24.25	32.25
14	38.50	24.00	18.50	11.37	23.25	31.62
15	41.00	27.37	23.00	11.25	25.00	32.87
16	44.37	30.62	26.00	9.38	25.75	34.25
17	43.87	29.87	25.37	3.88	21.62	31.25
18	43.12	29.37	26.37	4.62	19.50	29.50
19	43.62	30.25	26.62	9.12	17.87	28.25
20	44.50	31.00	27.75	12.25	16.25	27.25
21	46.00	32.12	29.12	14.00	14.37	26.12
22	46.37	32.87	29.75	15.25	12.37	25.12
23	46.75	33.37	30.50	16.00	9.88	23.50
24	47.50	34.25	31.62	17.75	4.12	21.62

Geo. N°	Dist. m	Q m slm	V1 m/sec.	Z1 m	Q1 m slm	V2 m/sec.	Z2 m	H2 m	Q2 m slm	V3 m/sec.
1	0	185.0	380	0.9	184.1	931	3.4	4.3	180.7	2286
2	2	186.0	374	1.0	185.0	931	4.0	5.0	181.0	2286
3	4	187.0	369	0.9	186.1	931	5.1	6.0	181.0	2286
4	6	188.0	364	1.0	187.0	931	6.0	7.0	181.0	1725
5	8	188.5	358	1.2	187.3	931	6.7	7.9	180.6	1725
6	10	188.7	355	1.2	187.5	931	6.0	7.2	181.5	1725
7	12	189.1	351	1.1	188.0	931	5.9	7.0	182.1	1725
8	14	189.5	348	0.8	188.7	943	6.6	7.4	182.1	1725
9	16	190.0	344	0.8	189.2	943	6.6	7.4	182.6	1725
10	18	190.3	341	0.8	189.5	943	6.3	7.1	183.2	1725
11	20	190.7	337	0.7	190.0	943	5.9	6.6	184.1	1725
12	22	191.2	334	0.7	190.5	943	4.6	5.3	185.9	2137
13	24	192.0	330	0.7	191.3	943	4.7	5.4	186.6	2137
14	26	193.0	327	0.8	192.2	943	4.8	5.6	187.4	2137
15	28	194.5	323	1.2	193.3	950	5.8	7.0	187.5	2137
16	30	195.8	320	1.6	194.2	950	6.0	7.6	188.2	2137
17	32	196.0	318	1.2	194.8	950	5.8	7.0	189.0	2137
18	34	196.9	315	1.5	195.4	950	4.0	5.5	191.4	2137
19	36	197.5	313	1.5	196.0	1092	3.9	5.4	192.1	2137
20	38	198.0	310	1.5	196.5	1092	3.8	5.3	192.7	2137
21	40	198.5	308	1.4	197.1	1092	4.4	5.8	192.7	2137
22	42	199.0	305	1.2	197.8	1092	4.8	6.0	193.0	2137
23	44	199.5	303	1.1	198.4	1092	4.4	5.5	194.0	2137
24	46	200.0	303	1.0	199.0	1092	4.1	5.1	194.9	2137

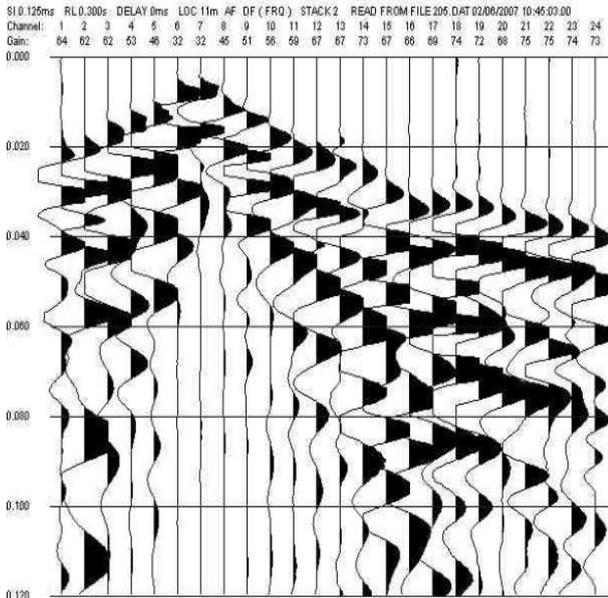
A Esterno sinistro



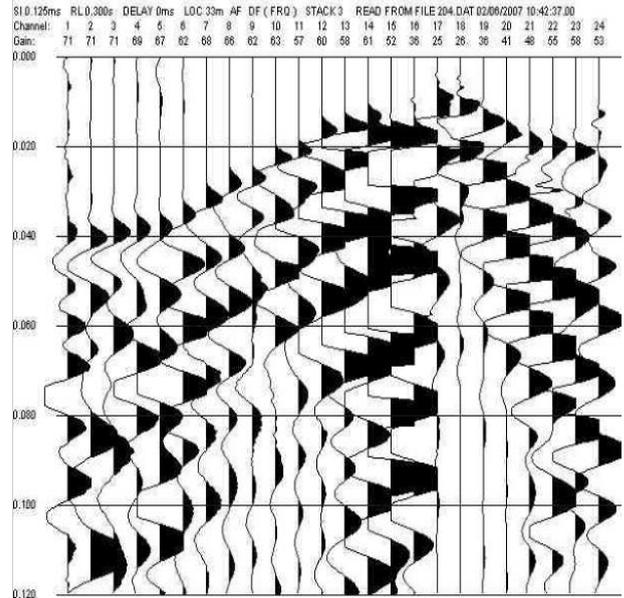
B Estremo sinistro



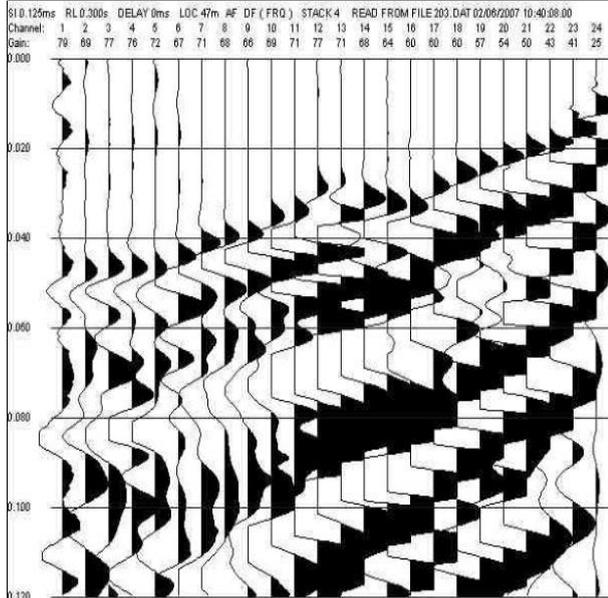
C Centrale



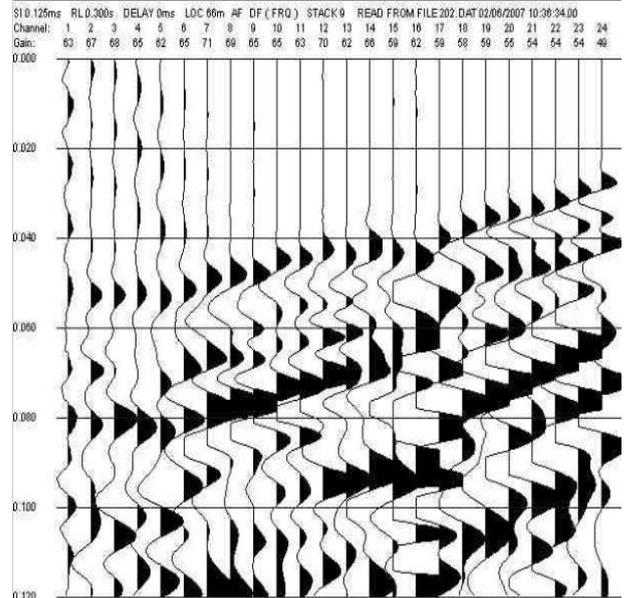
D Centrale



E Estremo destro

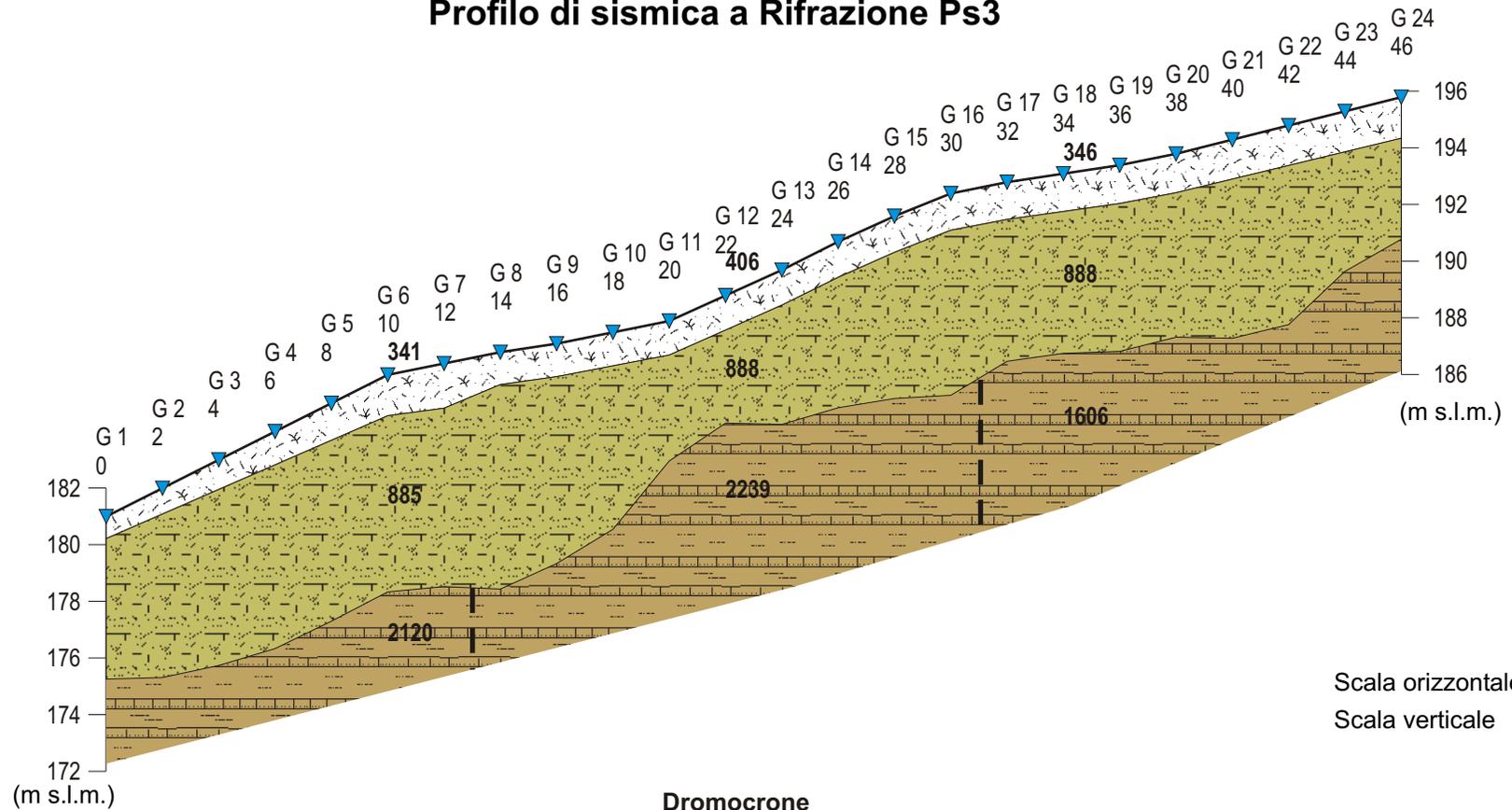


E Esterno destro



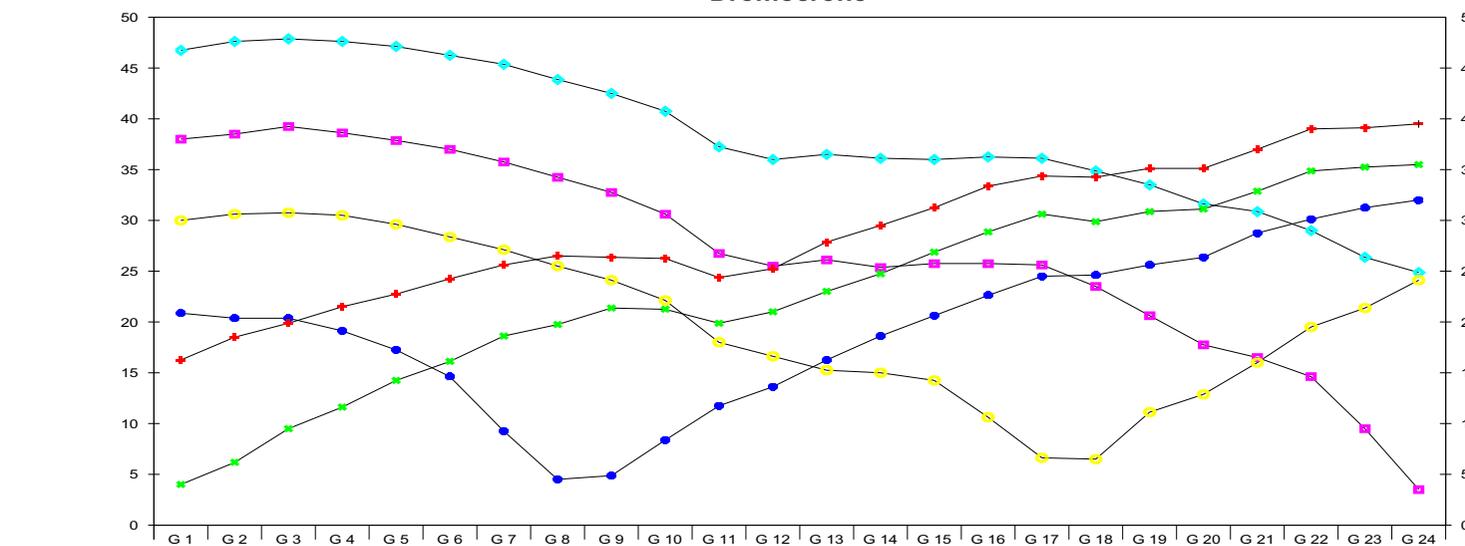
Profilo di sismica a Rifrazione Ps3

-  Materiali di copertura
-  Alterazione di Pietraforte
-  Pietraforte



Scala orizzontale 1:250
 Scala verticale 1:250

Dromocrone



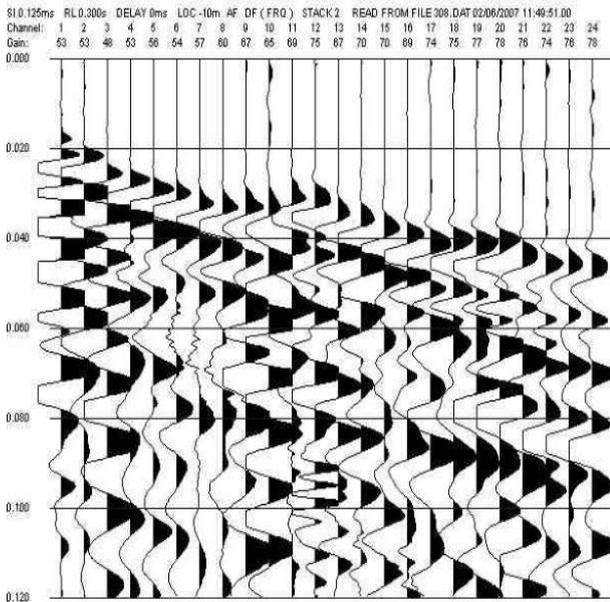
Dati Ps3

Geo. N°	ShotA ms	ShotB ms	ShotC ms	ShotD ms	ShotE ms	ShotF ms
1	16.25	4.00	20.87	30.00	38.00	46.75
2	18.50	6.18	20.37	30.62	38.50	47.62
3	19.87	9.50	20.37	30.75	39.25	47.87
4	21.50	11.62	19.12	30.50	38.62	47.62
5	22.75	14.25	17.25	29.62	37.87	47.12
6	24.25	16.12	14.62	28.37	37.00	46.25
7	25.62	18.62	9.25	27.12	35.75	45.37
8	26.50	19.75	4.50	25.50	34.25	43.87
9	26.37	21.37	4.88	24.12	32.75	42.50
10	26.25	21.25	8.38	22.12	30.62	40.75
11	24.37	19.87	11.75	18.00	26.75	37.25
12	25.25	21.00	13.62	16.62	25.50	36.00
13	27.87	23.00	16.25	15.25	26.12	36.50
14	29.50	24.75	18.62	15.00	25.37	36.12
15	31.25	26.87	20.62	14.25	25.75	36.00
16	33.37	28.87	22.62	10.62	25.75	36.25
17	34.37	30.62	24.50	6.62	25.62	36.12
18	34.25	29.87	24.62	6.50	23.50	34.87
19	35.12	30.87	25.62	11.12	20.62	33.50
20	35.12	31.12	26.37	12.87	17.75	31.62
21	37.00	32.87	28.75	16.00	16.50	30.87
22	39.00	34.87	30.12	19.50	14.62	29.00
23	39.12	35.25	31.25	21.38	9.50	26.37
24	39.50	35.50	32.00	24.12	3.50	24.87

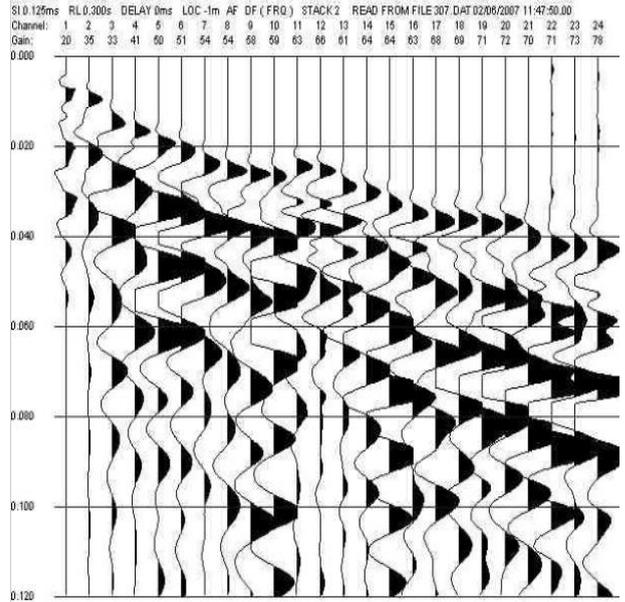
Geo. N°	Dist. m	Q m slm	V1 m/sec.	Z1 m	Q1 m slm	V2 m/sec.	Z2 m	H2 m	Q2 m slm	V3 m/sec.
1	0	181.0	367	0.8	180.2	885	5.0	5.7	175.3	2120
2	2	182.0	367	0.9	181.1	885	5.8	6.7	175.3	2120
3	4	183.0	367	1.0	182.0	885	6.2	7.3	175.7	2120
4	6	184.0	361	1.2	182.8	885	6.5	7.7	176.3	2120
5	8	185.0	350	1.3	183.7	885	6.4	7.7	177.3	2120
6	10	186.0	341	1.4	184.6	885	6.2	7.7	178.3	2120
7	12	186.4	358	1.6	184.8	885	6.3	7.9	178.5	2120
8	14	186.8	375	1.1	185.7	885	7.2	8.4	178.4	2239
9	16	187.1	391	1.2	185.9	888	6.6	7.8	179.3	2239
10	18	187.5	408	1.2	186.3	888	5.8	7.0	180.5	2239
11	20	187.9	425	1.2	186.7	888	3.7	4.9	183.0	2239
12	22	188.8	406	1.2	187.6	888	3.3	4.5	184.3	2239
13	24	189.7	388	1.2	188.5	888	4.2	5.4	184.3	2239
14	26	190.7	369	1.3	189.4	888	4.6	5.9	184.8	2239
15	28	191.6	350	1.3	190.3	888	5.2	6.4	185.2	2239
16	30	192.4	349	1.3	191.1	888	5.8	7.1	185.3	2239
17	32	192.8	347	1.3	191.5	888	5.0	6.3	186.5	1606
18	34	193.1	346	1.3	191.8	888	5.0	6.3	186.8	1606
19	36	193.4	345	1.4	192.0	888	5.2	6.6	186.8	1606
20	38	193.8	344	1.4	192.4	888	5.1	6.5	187.3	1606
21	40	194.3	342	1.4	192.9	888	5.6	7.0	187.3	1606
22	42	194.8	341	1.4	193.4	888	5.6	7.0	187.8	1606
23	44	195.3	341	1.4	193.9	888	4.2	5.6	189.7	1606
24	46	195.8	341	1.4	194.4	888	3.6	5.0	190.8	1606

Registrazioni Ps3

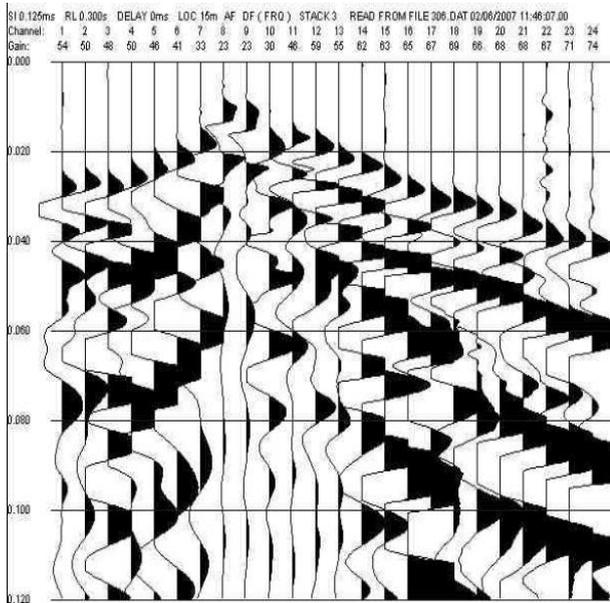
A Esterno sinistro



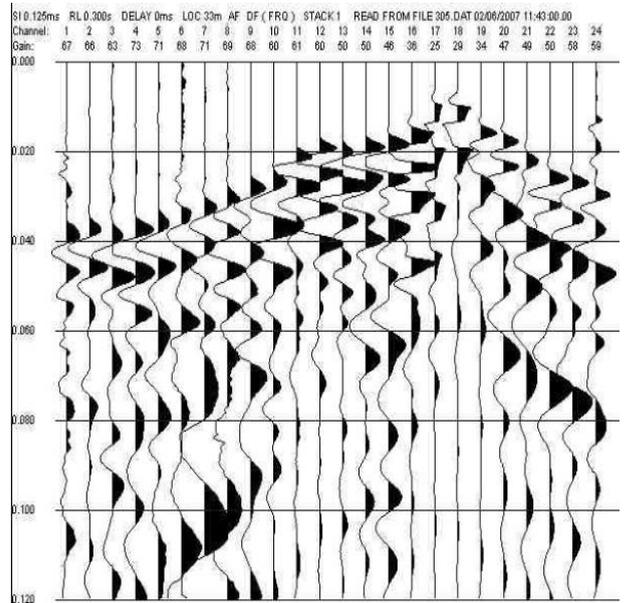
B Estremo sinistro



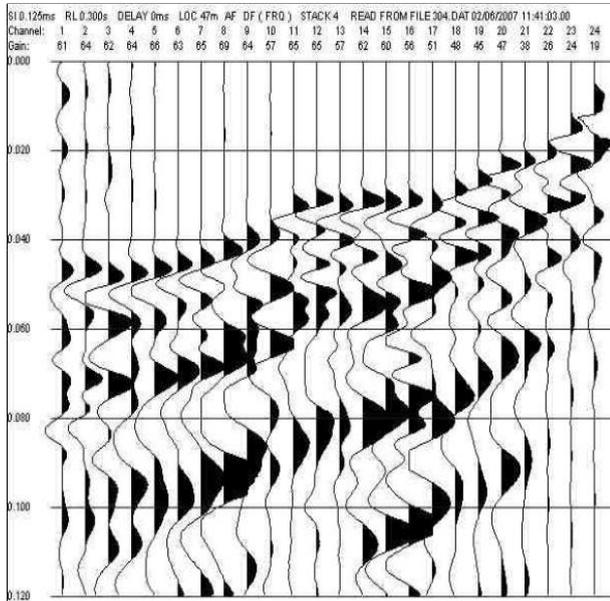
C Centrale



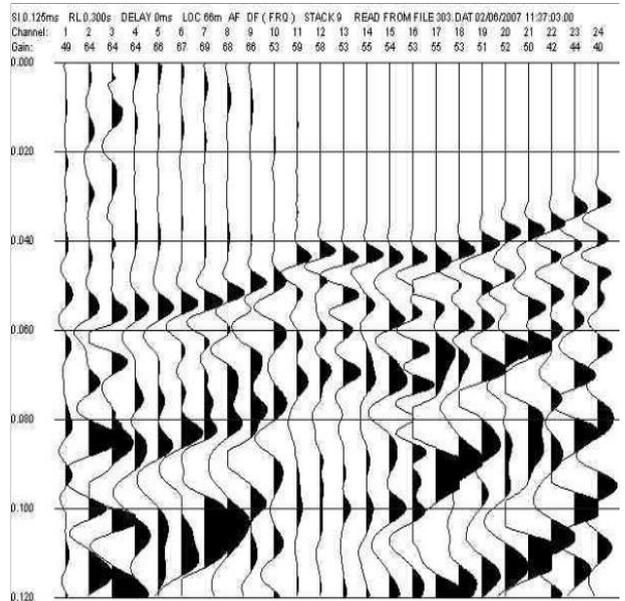
D Centrale



E Estremo destro

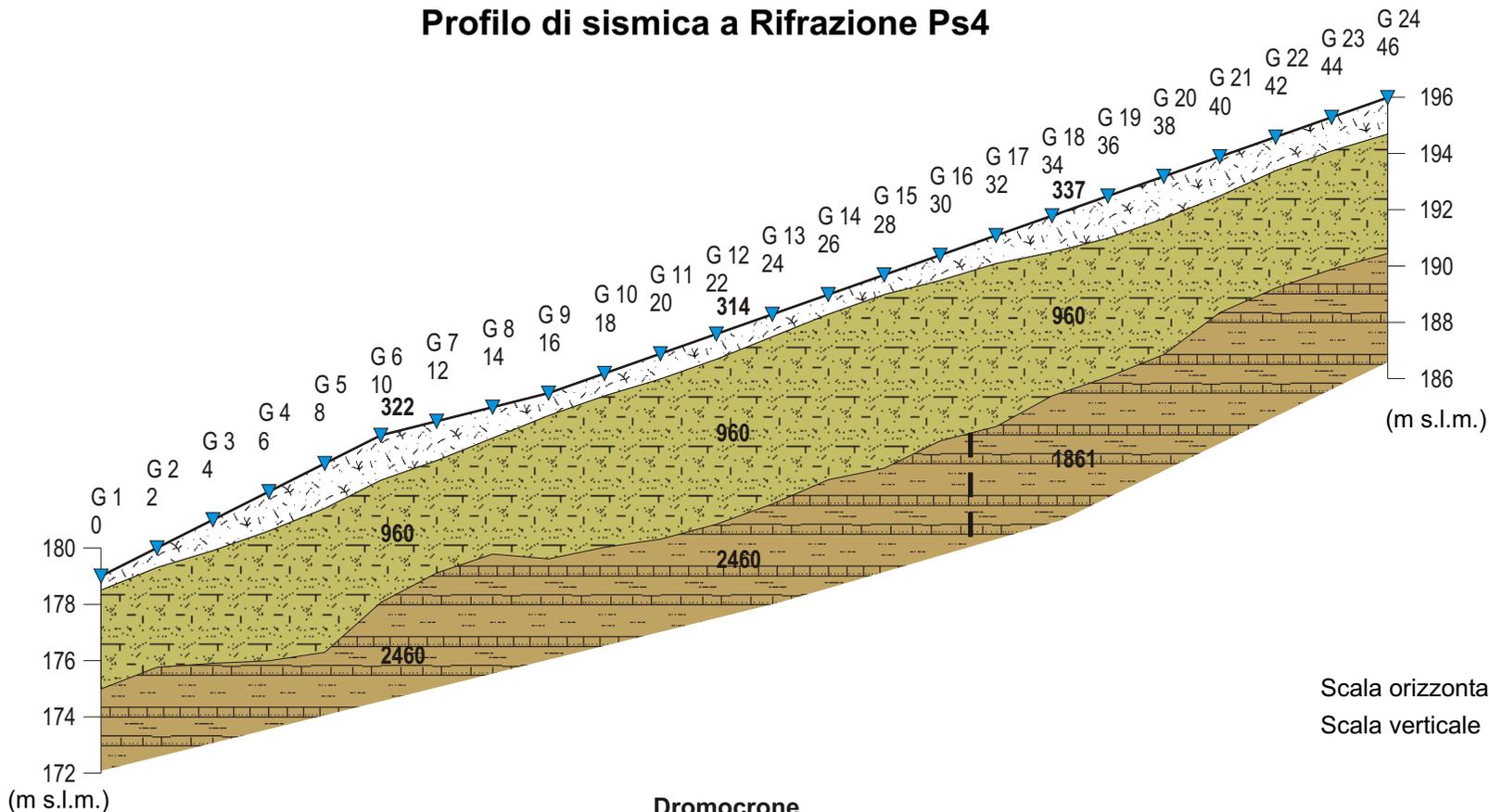


E Esterno destro



Profilo di sismica a Rifrazione Ps4

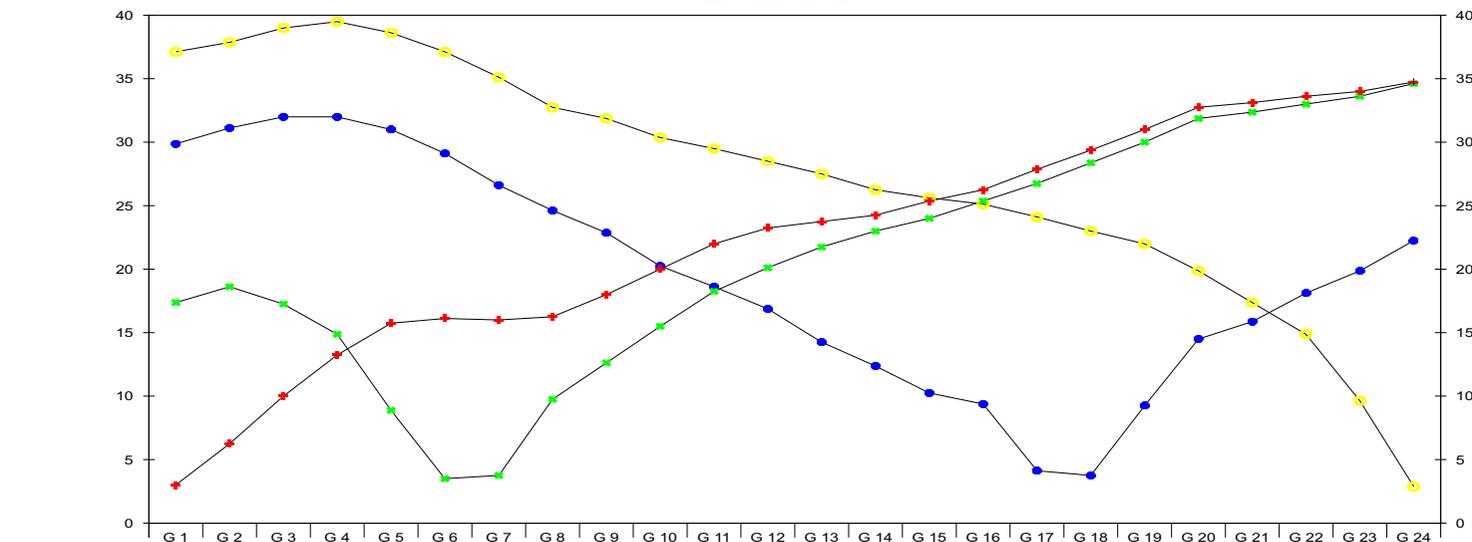
-  Materiali di copertura
-  Alterazione di Pietraforte
-  Pietraforte



Scala orizzontale 1:250

Scala verticale 1:250

Dromocrone

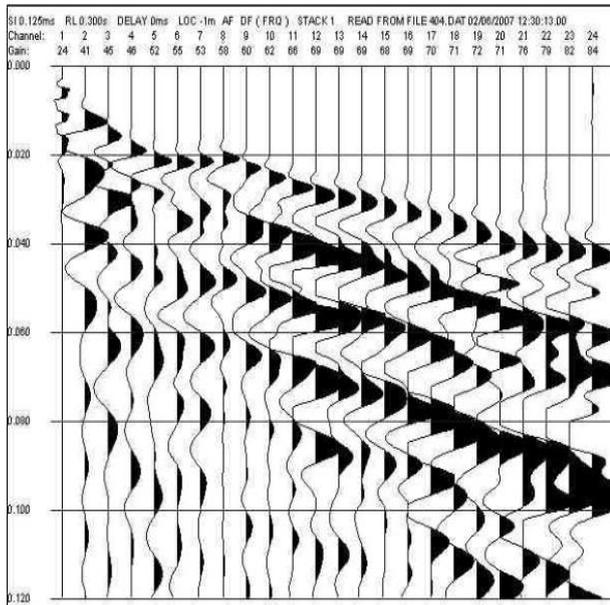


Dati Ps4

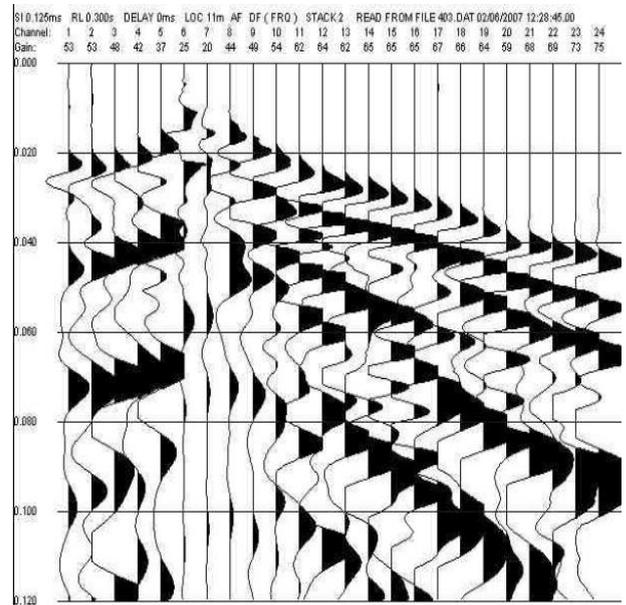
Geo. N°	ShotA ms	ShotB ms	ShotC ms	ShotD ms
1	3.00	17.37	29.87	37.12
2	6.25	18.62	31.12	37.87
3	10.00	17.25	32.00	39.00
4	13.25	14.87	32.00	39.50
5	15.75	8.88	31.00	38.62
6	16.12	3.50	29.12	37.12
7	16.00	3.75	26.62	35.12
8	16.25	9.75	24.62	32.75
9	18.00	12.62	22.87	31.87
10	20.00	15.50	20.25	30.37
11	22.00	18.25	18.62	29.50
12	23.25	20.12	16.87	28.50
13	23.75	21.75	14.25	27.50
14	24.25	23.00	12.37	26.25
15	25.37	24.00	10.25	25.62
16	26.25	25.37	9.38	25.12
17	27.87	26.75	4.12	24.12
18	29.37	28.37	3.75	23.00
19	31.00	30.00	9.25	22.00
20	32.75	31.87	14.50	19.87
21	33.12	32.37	15.87	17.37
22	33.62	33.00	18.12	14.87
23	34.00	33.62	19.87	9.62
24	34.75	34.62	22.25	2.88

Geo. N°	Dist. m	Q m slm	V1 m/sec.	Z1 m	Q1 m slm	V2 m/sec.	Z2 m	H2 m	Q2 m slm	V3 m/sec.
1	0	179.0	336	0.5	178.5	960	3.5	4.0	175.0	2460
2	2	180.0	336	0.7	179.3	960	3.5	4.2	175.8	2460
3	4	181.0	336	1.1	179.9	960	4.0	5.1	175.9	2460
4	6	182.0	336	1.4	180.6	960	4.6	6.0	176.0	2460
5	8	183.0	329	1.6	181.4	960	5.1	6.7	176.3	2460
6	10	184.0	322	1.6	182.4	960	4.3	5.9	178.1	2460
7	12	184.5	314	1.4	183.1	960	4.0	5.4	179.1	2460
8	14	185.0	307	1.1	183.9	960	4.1	5.2	179.8	2460
9	16	185.5	309	0.8	184.7	960	5.1	5.9	179.6	2460
10	18	186.2	310	0.8	185.4	960	5.4	6.2	180.0	2460
11	20	186.9	312	0.9	186.0	960	5.7	6.6	180.3	2460
12	22	187.6	314	0.9	186.7	960	5.9	6.8	180.8	2460
13	24	188.3	315	0.8	187.5	960	5.9	6.7	181.6	2460
14	26	189.0	317	0.7	188.3	960	5.9	6.6	182.4	2460
15	28	189.7	318	0.7	189.0	960	6.2	6.9	182.8	2460
16	30	190.4	320	0.9	189.5	960	5.7	6.6	183.8	2460
17	32	191.1	328	1.0	190.1	960	5.8	6.8	184.3	1861
18	34	191.8	337	1.3	190.5	960	5.1	6.4	185.4	1861
19	36	192.5	346	1.5	191.0	960	4.9	6.4	186.1	1861
20	38	193.2	354	1.5	191.7	960	4.8	6.3	186.9	1861
21	40	193.9	344	1.4	192.5	960	4.1	5.5	188.4	1861
22	42	194.6	333	1.2	193.4	960	4.2	5.4	189.2	1861
23	44	195.3	333	1.2	194.1	960	4.2	5.4	189.9	1861
24	46	196.0	333	1.3	194.7	960	4.2	5.5	190.5	1861

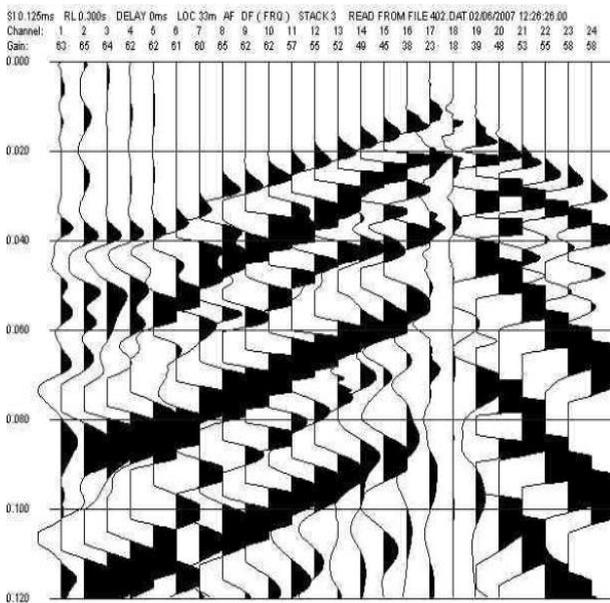
A Estremo sinistro



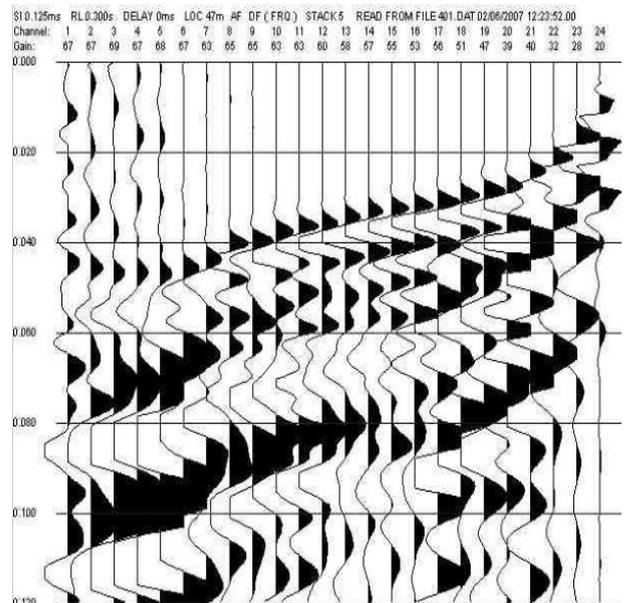
B Centrale



C Centrale

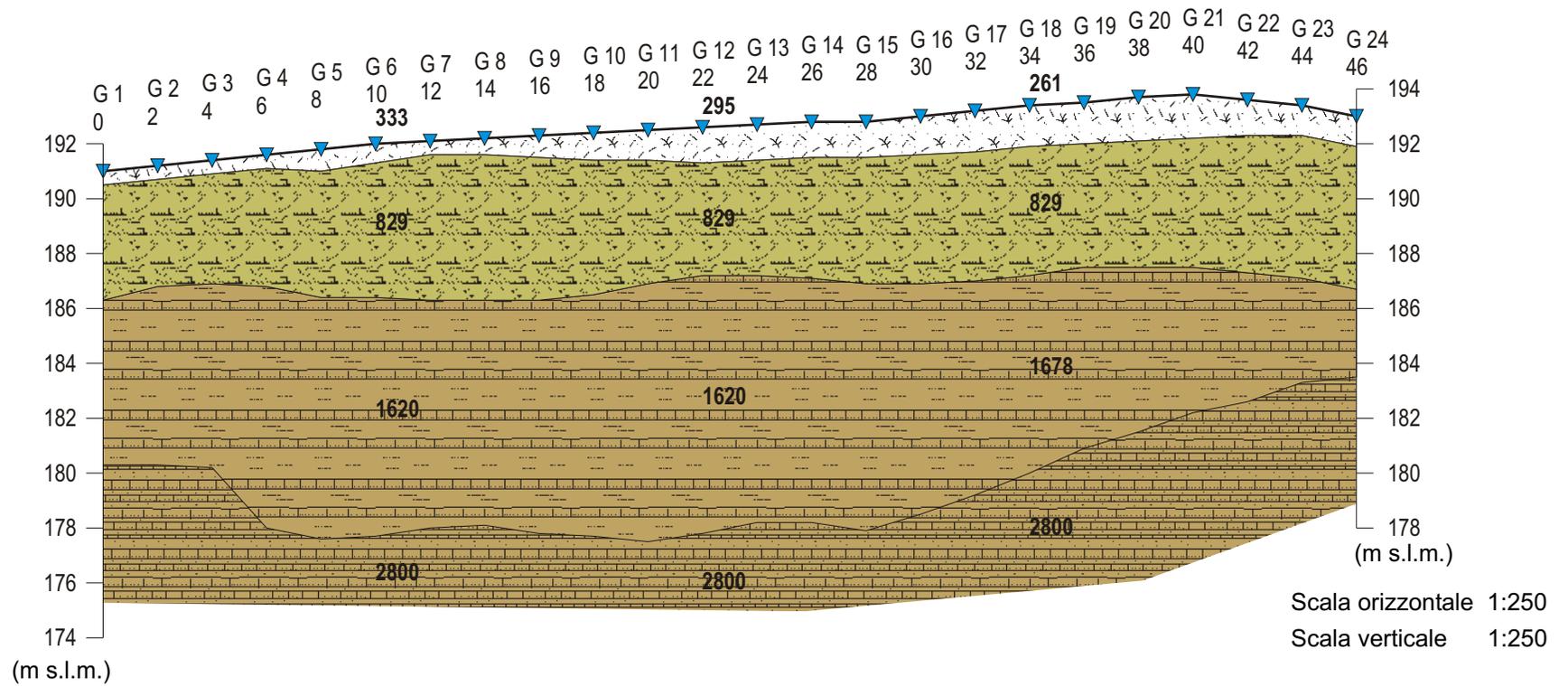


D Estremo destro

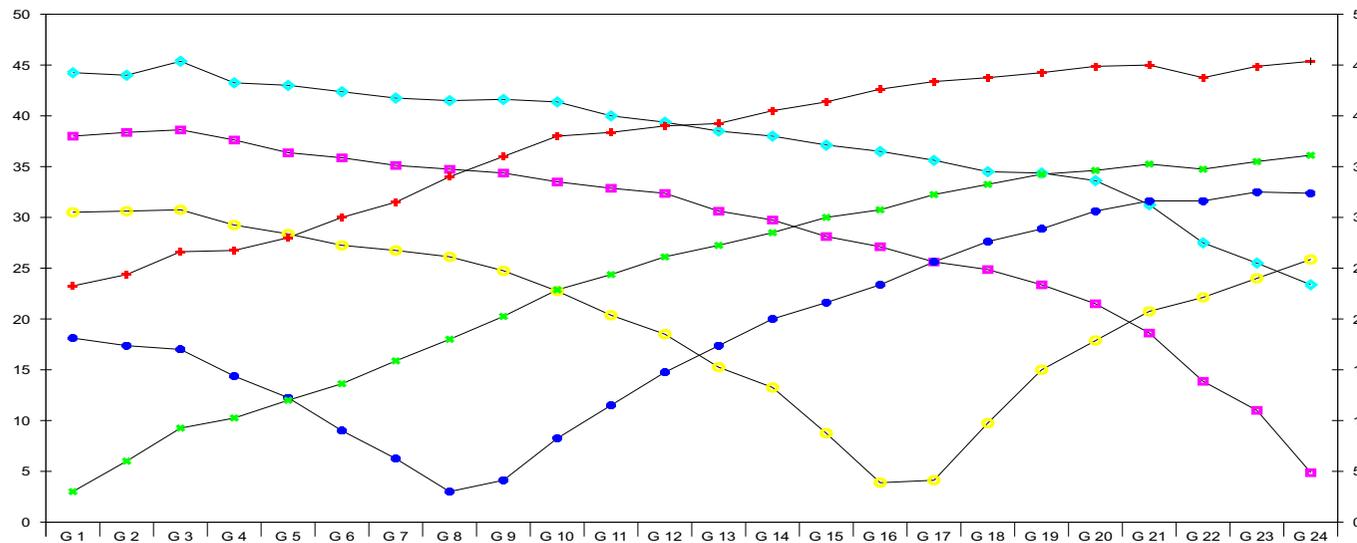


Profilo di sismica a Rifrazione Ps5

-  Materiali di copertura
-  Alterazione di Pietraforte
-  Pietraforte



Dromocrone



Dati Ps5

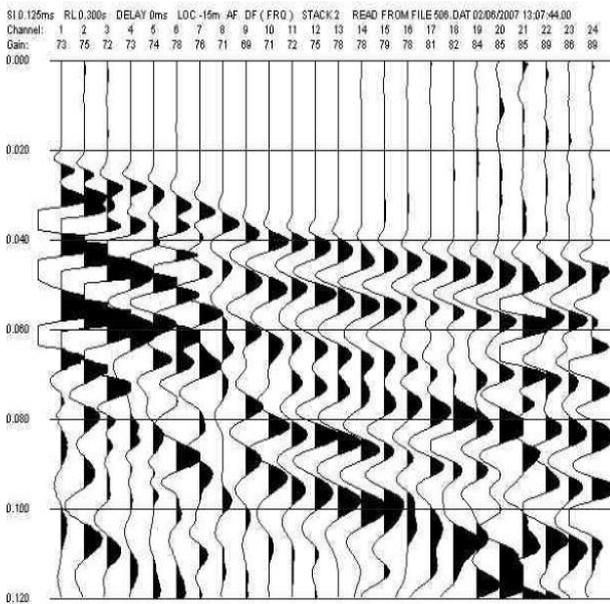
Geo. N°	ShotA ms	ShotB ms	ShotC ms	ShotD ms	ShotE ms	ShotF ms
1	23.25	3.00	18.12	30.50	38.00	44.25
2	24.37	6.00	17.37	30.62	38.37	44.00
3	26.62	9.25	17.00	30.75	38.62	45.37
4	26.75	10.25	14.37	29.25	37.62	43.25
5	28.00	12.00	12.25	28.37	36.37	43.00
6	30.00	13.62	9.00	27.25	35.87	42.37
7	31.50	15.87	6.25	26.75	35.12	41.75
8	34.00	18.00	3.00	26.12	34.75	41.50
9	36.00	20.25	4.12	24.75	34.37	41.62
10	38.00	22.87	8.25	22.75	33.50	41.37
11	38.37	24.37	11.50	20.37	32.87	40.00
12	39.00	26.12	14.75	18.50	32.37	39.37
13	39.25	27.25	17.37	15.25	30.62	38.50
14	40.50	28.50	20.00	13.25	29.75	38.00
15	41.37	30.00	21.62	8.75	28.12	37.12
16	42.62	30.75	23.37	3.88	27.12	36.50
17	43.37	32.25	25.62	4.12	25.62	35.62
18	43.75	33.25	27.62	9.75	24.87	34.50
19	44.25	34.25	28.87	15.00	23.37	34.37
20	44.87	34.62	30.62	17.87	21.50	33.62
21	45.00	35.25	31.62	20.75	18.62	31.25
22	43.75	34.75	31.62	22.12	13.87	27.50
23	44.87	35.50	32.50	24.00	11.00	25.50
24	45.37	36.12	32.37	25.87	4.88	23.37

Dati Ps5

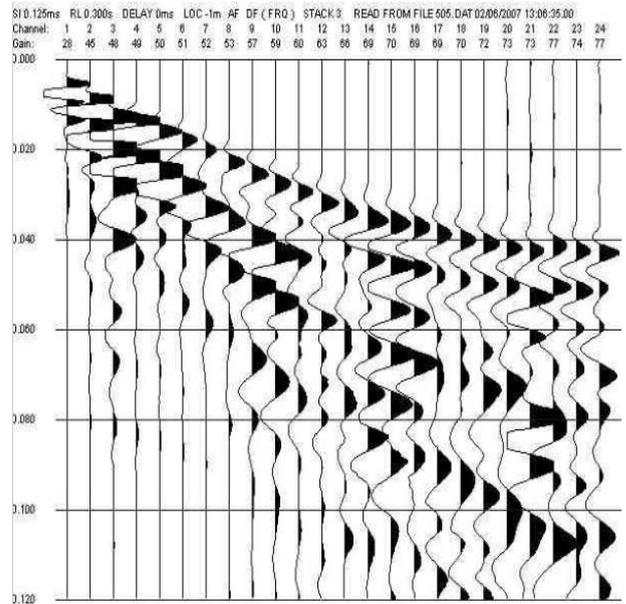
Geo. N°	Dist. m	Q m slm	V1 m/sec.	Z1 m	Q1 m slm	V2 m/sec.	Z2 m	H2 m	Q2 m slm	V3 m/sec.	Z3 m	H3 m	Q3 m slm	V4 m/sec.
1	0	191.0	333	0.5	190.5	829	4.2	4.7	186.3	1620	6.0	10.7	180.3	2800
2	2	191.2	333	0.5	190.7	829	3.9	4.4	186.8	1620	6.5	10.9	180.3	2800
3	4	191.4	333	0.5	190.9	829	4.0	4.5	186.9	1620	6.7	11.2	180.2	2800
4	6	191.6	333	0.5	191.1	829	4.3	4.8	186.8	1620	8.8	13.6	178.0	2800
5	8	191.8	333	0.8	191.0	829	4.6	5.4	186.4	1620	8.8	14.2	177.6	2800
6	10	192.0	333	0.7	191.3	829	4.9	5.6	186.4	1620	8.7	14.3	177.7	2800
7	12	192.1	333	0.5	191.6	829	5.3	5.8	186.3	1620	8.3	14.1	178.0	2800
8	14	192.2	333	0.6	191.6	829	5.3	5.9	186.3	1620	8.2	14.1	178.1	2800
9	16	192.3	324	0.8	191.5	829	5.2	6.0	186.3	1620	8.5	14.5	177.8	2800
10	18	192.4	314	1.0	191.4	829	4.9	5.9	186.5	1620	8.8	14.7	177.7	2800
11	20	192.5	304	1.1	191.4	829	4.5	5.6	186.9	1620	9.4	15.0	177.5	2800
12	22	192.6	295	1.3	191.3	829	4.1	5.4	187.2	1620	9.4	14.8	177.8	2800
13	24	192.7	286	1.3	191.4	829	4.2	5.5	187.2	1678	9.0	14.5	178.2	2800
14	26	192.8	276	1.3	191.5	829	4.4	5.7	187.1	1678	8.9	14.6	178.2	2800
15	28	192.8	266	1.3	191.5	829	4.6	5.9	186.9	1678	9.0	14.9	177.9	2800
16	30	193.0	257	1.4	191.6	829	4.7	6.1	186.9	1678	8.4	14.5	178.5	2800
17	32	193.2	259	1.5	191.7	829	4.7	6.2	187.0	1678	7.8	14.0	179.2	2800
18	34	193.4	261	1.5	191.9	829	4.7	6.2	187.2	1678	7.2	13.4	180.0	2800
19	36	193.5	263	1.5	192.0	829	4.5	6.0	187.5	1678	6.6	12.6	180.9	2800
20	38	193.7	266	1.6	192.1	829	4.6	6.2	187.5	1678	6.0	12.2	181.5	2800
21	40	193.8	268	1.6	192.2	829	4.7	6.3	187.5	1678	5.3	11.6	182.2	2800
22	42	193.6	270	1.3	192.3	829	5.0	6.3	187.3	1678	4.7	11.0	182.6	2800
23	44	193.4	272	1.1	192.3	829	5.2	6.3	187.1	1678	3.8	10.1	183.3	2800
24	46	193.0	272	1.1	191.9	829	5.2	6.3	186.7	1678	3.2	9.5	183.5	2800

Registrazioni Ps5

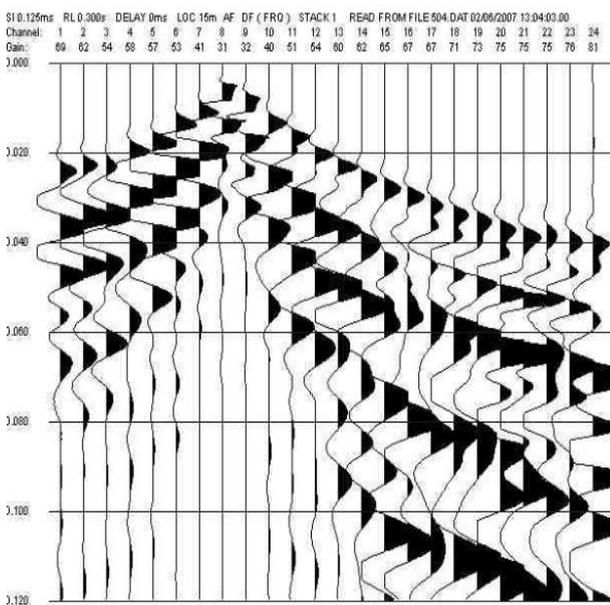
A Esterno sinistro



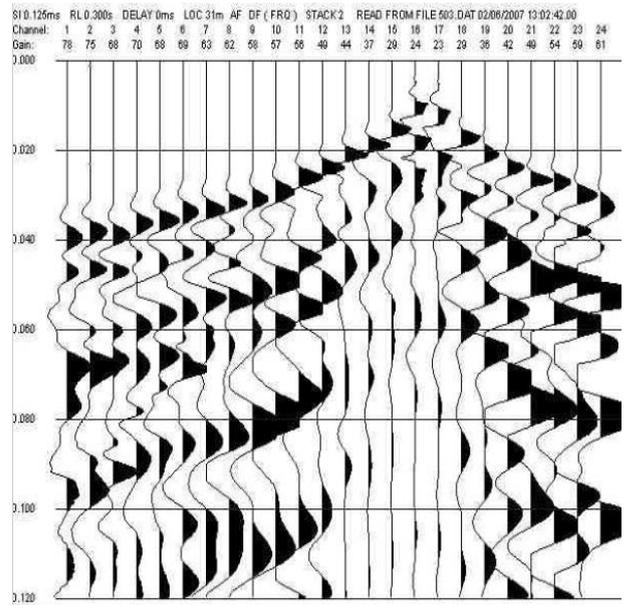
B Estremo sinistro



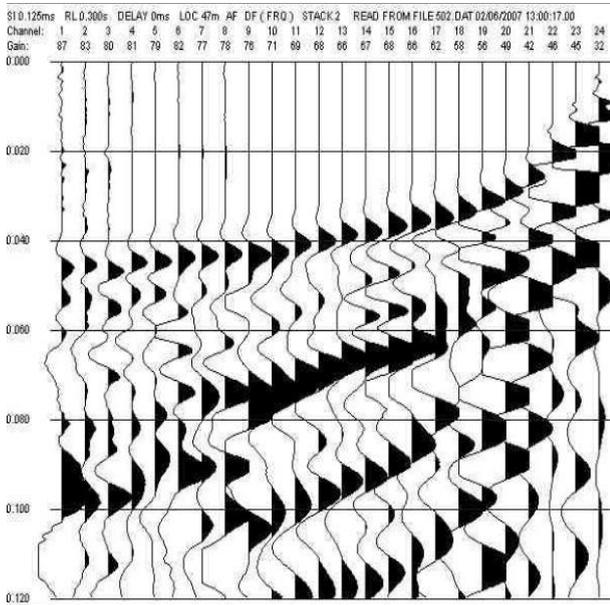
C Centrale



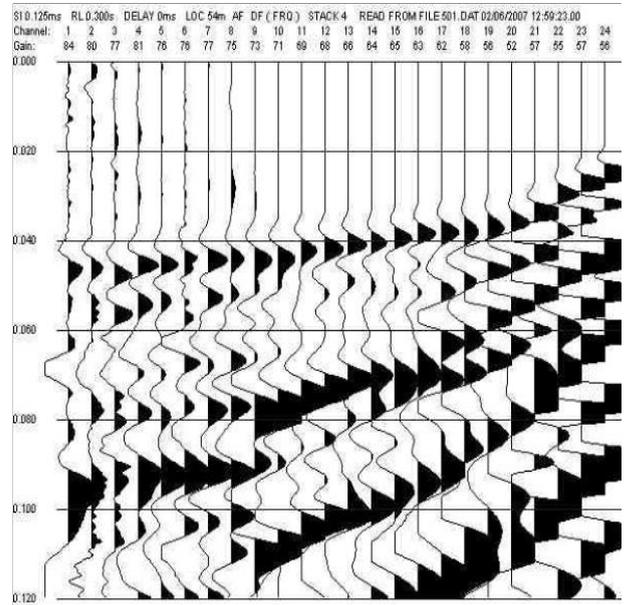
D Centrale



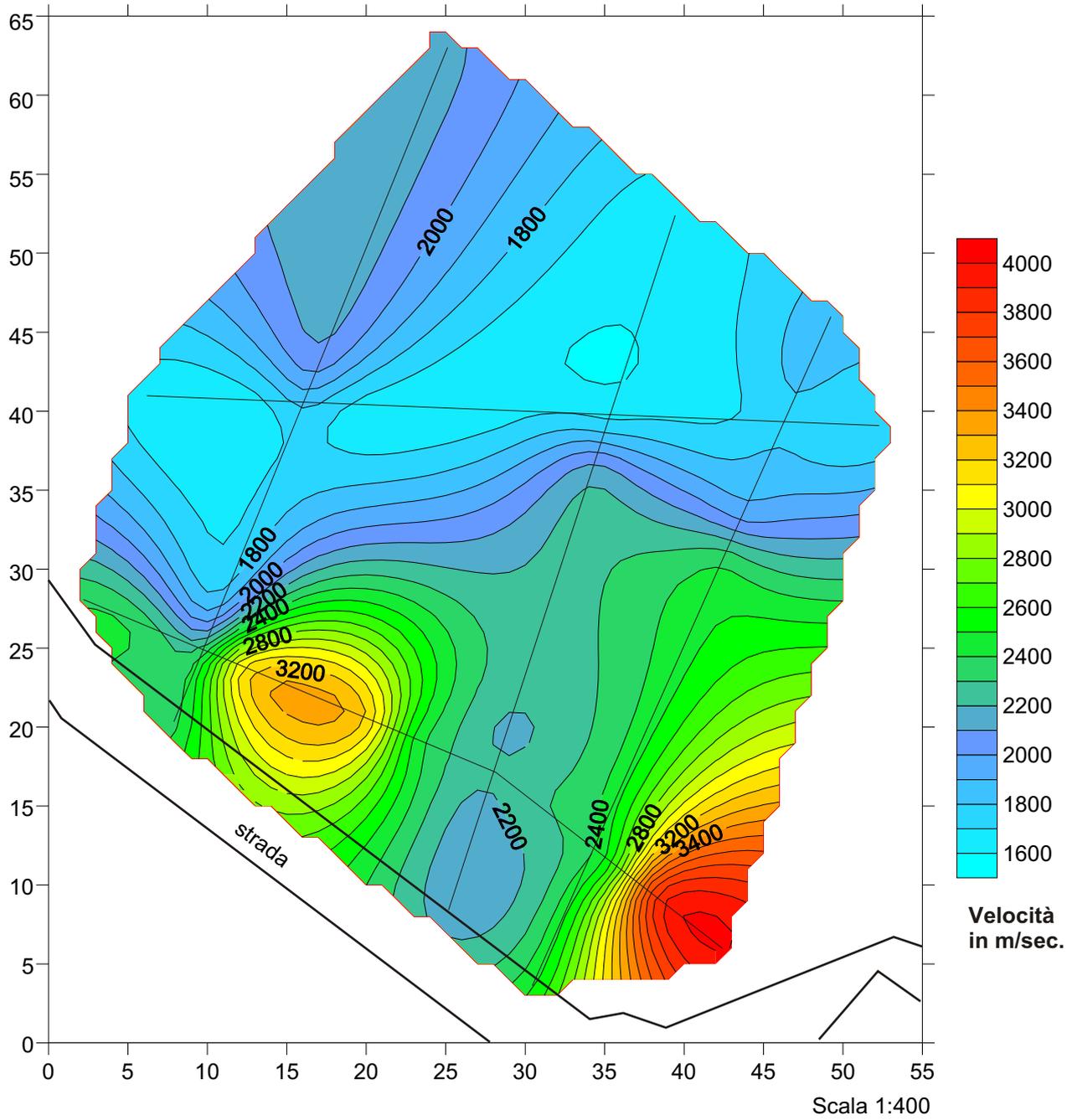
E Estremo destro



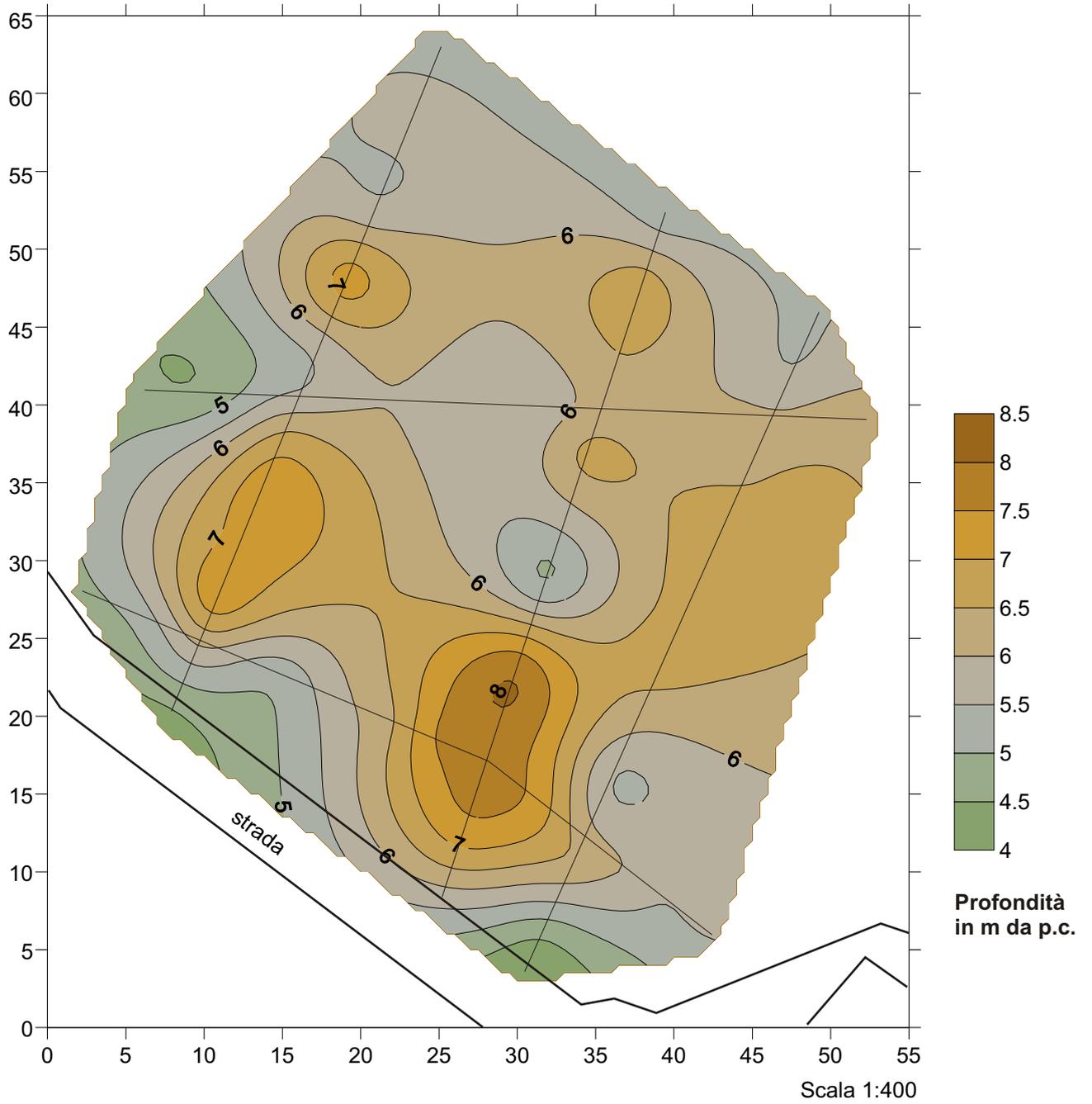
E Esterno destro



Ricostruzione andamento velocità V3 nel substrato



Ricostruzione profondità dell' substrato



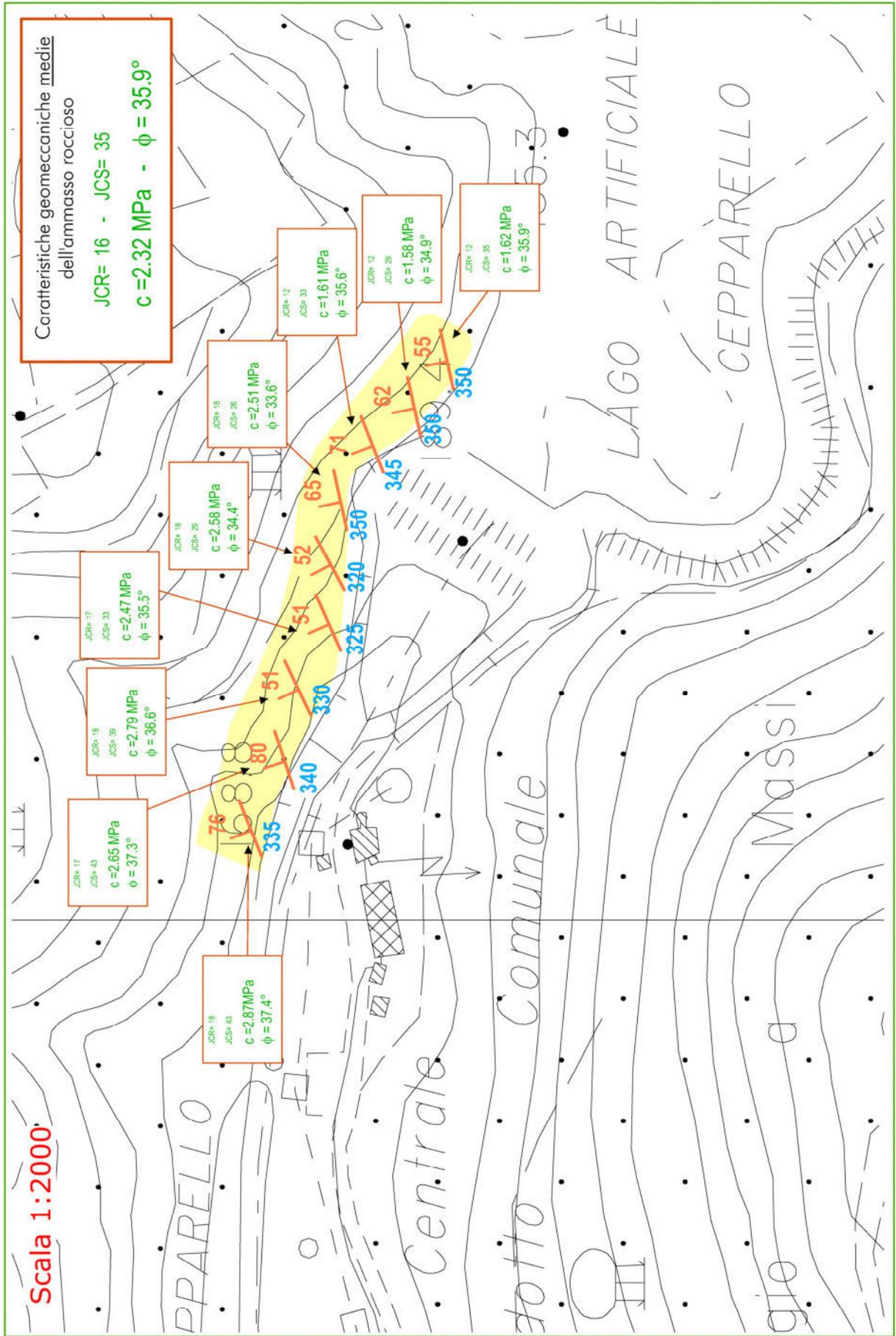


FIGURA 1 - STUDIO GEOMECCANICO DELLA SPONDA DESTRA DELLA DIGA DEL LAGO DEL CEPPARELLO - POGGIBONSI (SI)

*Verifica di stabilità
della sponda destra
della diga del lago del Cepparello
Comune di Poggibonsi (SI)*

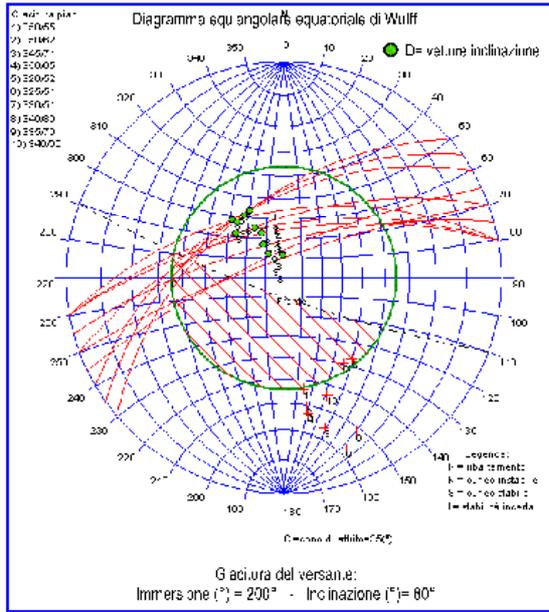


DIAGRAMMA N° 1:
Scivolamenti planari

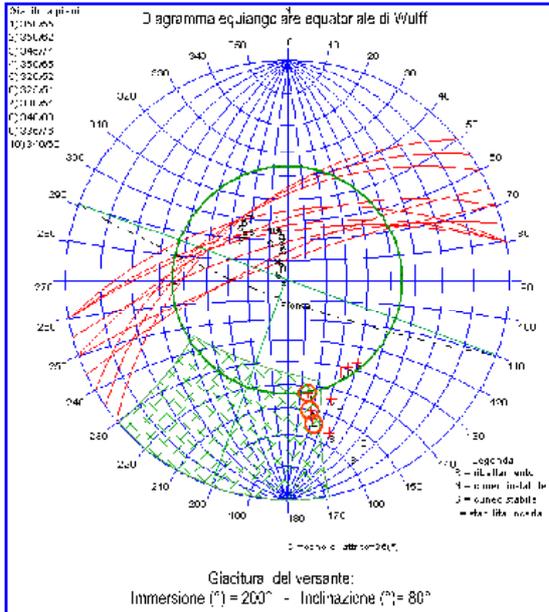


DIAGRAMMA N° 2:
Ribaltamento

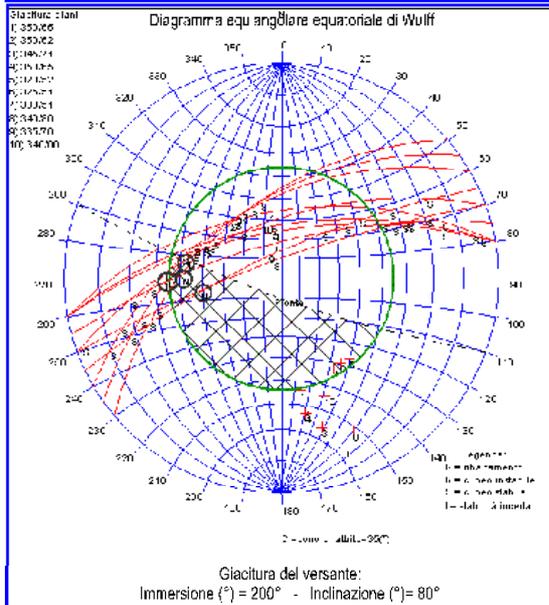


DIAGRAMMA N° 3:
Scivolamenti cunei rocciosi