



## LABORATORIO GEOTECNICO

Laboratorio certificato ISO 9001:2015

Laboratorio autorizzato ad effettuare prove sulle terre e sulle rocce con decreto di concessione n. 179 del 17/06/2015, rilasciato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Servizio Tecnico Centrale



### PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO DIPARTIMENTO PROTEZIONE CIVILE SERVIZIO GEOLOGICO

## ***ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO***

- Committente: dott. Matteo Collareda  
Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI
- Opera: Microzonazione sismica di livello 3 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)
- Commessa: **ES 01 18**

IL RESPONSABILE DELLA QUALITÀ  
Per. Ind. Fabio Fedrizzi

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Andrea Franceschini

# ELENCO CERTIFICATI

**Commessa: ES 01 18**

*Committente:* dott. Matteo Collareda

Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI

*Opera:* Microzonazione sismica di livello 3 del

Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)

Data emissione: 12/02/18

<b>N° certif.</b>	<b>CERTIFICATO</b>	<b>Sigla certificato</b>	<b>Sondaggio</b>	<b>Campione</b>	<b>Profondità</b>
4109	APERTURA CAMPIONE INDISTURBATO	AP0218	S1	C1	13,00 - 13,50 m
4110	DETERMINAZ. CONTENUTO IN ACQUA NATURALE	W0218	S1	C1	13,00 - 13,50 m
4111	DETERMINAZ. PESO DELL'UNITA' DI VOLUME	MV0218	S1	C1	13,00 - 13,50 m
4112	DETERMINAZ. MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI	GS0618	S1	C1	13,00 - 13,50 m
4113	GRANULOM. COMPLETA PER VAGLIATURA E SEDIMENTAZIONE	AE0318	S1	C1	13,00 - 13,50 m
4114	DETERMIN. DEI LIMITI DI LIQUIDITA' E DI PLASTICITA'	SCL0118	S1	C1	13,00 - 13,50 m
4115	PROVA DINAMICA DI COLONNA RISONANTE	RC0218	S1	C1	13,00 - 13,50 m
4116	APERTURA CAMPIONE INDISTURBATO	AP0118	S2	C1	7,50 - 8,07 m
4117	DETERMINAZ. CONTENUTO IN ACQUA NATURALE	W0118	S2	C1	7,50 - 8,07 m
4118	DETERMINAZ. PESO DELL'UNITA' DI VOLUME	MV0118	S2	C1	7,50 - 8,07 m
4119	DETERMINAZ. MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI	GS0118	S2	C1	7,50 - 8,07 m
4120	GRANULOM. COMPLETA PER VAGLIATURA E SEDIMENTAZIONE	AE0118	S2	C1	7,50 - 8,07 m
4121	PROVA DINAMICA DI COLONNA RISONANTE	RC0118	S2	C1	7,50 - 8,07 m

Il presente fascicolo raccoglie n° 13 Certificati. Esso è redatto in n° 2 copie.

La riproduzione parziale dei Certificati deve essere autorizzata per iscritto dal Laboratorio Geotecnico.

In conformità alla norma UNI CEI ISO 80000-1:2009 "Grandezze ed unità di misura – Parte1: Generalità", si chiarisce che il segno decimale è rappresentato con una virgola in linea.

I risultati esposti nei certificati e le loro incertezze (ove indicate) si riferiscono ai provini sottoposti alle prove. Essi non considerano le incertezze dovute al campionamento od alla variabilità dei parametri geotecnici dei volumi che rappresentano in quanto al Laboratorio non compete l'individuazione dei punti di prelievo.

CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE n. 4109

Committente: dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		Opera : Microzonazione sismica di livello 3 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)		
Prot. verbale accettazione:	13921	Commessa:	ES0118	Certificato : AP0218
Località:	S. Giovanni P.			
Richiesta N°:	1031	Normativa di riferimento:		

Informazioni sul campione

Sondaggio:	S1	Coordinate WGS 84:	Prelevato da:	dott. Collareda	Data accettazione:	10/01/18
Campione:	C1	Est = 11,178139	Data prelievo:	-	Data inizio prova:	11/01/18
Profondità:	13,00 - 13,50 m	Nord = 44,628669	Contenitore:	Fustella	Data fine prova:	11/01/18
Descrizione:	limo con argilla		Condizione:	1	Stoccaggio:	sala umida

CLASSIFICAZIONE A VISTA			PROVE	TORVANE	POCKET
Profondità [ m ]	DESCRIZIONE	FOTOGRAFIA		N/cm <sup>2</sup>	kPa
13,00	argilla e limo compatta omogenea solido plastica		Munsell © Soil Color Chart: 1 FOR GLEY 4/N "grigio scuro"  granulometria aerometria prova di colonna risonante limiti di Atterberg massa volumica dei granuli solidi contenuto in acqua	5,5	1180
13,50				8,5	1180
				11,0	1230
				10,3	
				11,0	1020

Lo Sperimentatore  
Per. Ind. Fabio Fedrizzi

Il Direttore del Laboratorio  
dott. Andrea Franceschini



**CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE n. 4110**

<b>Committente:</b> dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		<b>Opera :</b> Microzonazione sismica di livello 3 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)		
<b>Prot.verb.acc.:</b> 13921	<b>Commessa:</b> <b>ES0118</b>	<b>Certificato:</b> <b>W0218</b>	<b>Località:</b> S. Giovanni P.	
<b>Richiesta N°:</b> 1031		<b>Normativa di riferimento:</b> UNI EN ISO 17892-1:2015		

**Informazioni sul campione**

<b>Sondaggio:</b> S1	<b>Coordinate WGS 84:</b> Est = 11,178139 Nord = 44,628669	<b>Prelevato da:</b> dott. Collareda	<b>Data accettazione:</b> 10/01/18
<b>Campione:</b> C1		<b>Data prelievo:</b> -	<b>Data inizio prova:</b> 11/01/18
<b>Profondità:</b> 13,00 - 13,50 m		<b>Contenitore:</b> Fustella	<b>Data fine prova:</b> 12/01/18
<b>Descrizione:</b> limo con argilla		<b>Condizione:</b> 1	<b>Stoccaggio:</b> sala umida

**dettagli sul prelievo dei provini (cfr. 5.1.3)**

- provino selezionato da campione sciolto (terreno incoerente) dopo accurata miscelatura
- selezione di un campione rappresentativo da terreno fino omogeneo
- selezione di più provini da terreno fino eterogeneo

**altre informazioni**

- massa del campione utilizzato minore del minimo (cfr. tabella 1 della norma) perché:
  - disponibilità di campione ridotto avente grani grossi
  - altro motivo:
- non esclusione di singole particelle grossolane da un campione ridotto
- essiccazione a temperatura di \_\_\_\_\_ °C per presenza di organico o acqua legata chimicamente

numero tara		263	269	270		
massa umida lorda	$m_1$ [g]	161,331	150,771	151,295		
massa secca lorda	$m_2$ [g]	136,607	128,375	128,981		
massa della tara	$m_c$ [g]	55,081	55,015	55,036		
massa dell'acqua	$m_w$ [g]	24,724	22,396	22,314		
massa secca	$m_d$ [g]	81,526	73,360	73,945		
<b>contenuto in acqua</b>	<b>w</b> [%]	<b>30,33%</b>	<b>30,53%</b>	<b>30,18%</b>		

<b>contenuto in acqua w [%]</b>	<b>30,3%</b>
---------------------------------	--------------

Lo Sperimentatore  
Claudia Tomazzoli

Il Direttore del Laboratorio  
dott. Andrea Franceschini



**CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE n. 4111**

Committente: dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		Opera : Microzonazione sismica di livello 3 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)	
Prot.verb.acc.: 13921	Commessa: <b>ES0118</b>	Certificato : <b>MV0218</b>	Località: nni Persiceto
Richiesta N°: 1031	Normativa di riferimento: UNI EN ISO 17892-2:2015		

**Informazioni sul campione**

Sondaggio: S1	Coordinate WGS 84:	Prelevato da: dott. Collareda	Data accettaz.: 10/01/2018
Campione: C1	Est = 11,178139	Data prelievo: -	Data inizio prova: 11/01/2018
Profondità: 13,00 - 13,50 m	Nord = 44,628669	Contenitore: Fustella	Data fine prova: 11/01/2018
Descrizione: limo con argilla	Condizione: 1	Stoccaggio: sala umida	

**METODO DELLE MISURE LINEARI SU PROVINI DI FORMA REGOLARE**

Numero tara	1	2	3
Massa lorda [ g ]	240,260	402,860	
Massa della tara [ g ]	74,539	0,000	
Massa netta <i>m</i> [ g ]	165,721	402,860	
Volume netto <i>V</i> [ cm <sup>3</sup> ]	85,189	207,160	
<b>Massa volumica apparente <math>\rho</math> [ Mg/m<sup>3</sup> ]</b>	<b>1,95</b>	<b>1,94</b>	

**Prova eseguita su:**

- provini risagomati da campione in blocco
- provini direttamente estrusi da campionatore
- provini ridotti rispetto al campionatore:
  - prismatici da fustella
  - cilindrici da fustella
  - cilindrici da tornietto

**METODO CON IMMERSIONE IN ACQUA**

Numero provino	A	B	
Massa del provino <i>m</i> [ g ]			
Massa provino stuccato <i>m<sub>f</sub></i> [ g ]			
Massa provino paraffinato <i>m<sub>c</sub></i> [ g ]			
Massa provino immerso <i>m<sub>g</sub></i> [ g ]			
Densità dell'acqua $\rho_{fl}$ [ g/cm <sup>3</sup> ]			
Densità della paraffina $\rho_p$ [ g/cm <sup>3</sup> ]			
Volume lordo <i>V<sub>tot</sub></i> [ cm <sup>3</sup> ]			
Volume strato di paraffina <i>V<sub>c</sub></i> [ cm <sup>3</sup> ]			
Volume netto <i>V</i> [ cm <sup>3</sup> ]			
<b>Massa volumica apparente <math>\rho</math> [ Mg/m<sup>3</sup> ]</b>			

**DETERMINAZIONE DENSITÀ SECCA ATTRAVERSO IL CONTENUTO IN ACQUA**

Numero provino	A	B	
Contenuto in acqua <i>w</i>			
<b>Densità secca <math>\rho_d</math> [ Mg/m<sup>3</sup> ]</b>			

<b>MASSA VOLUMICA APPARENTE [ Mg/m<sup>3</sup> ]</b>	<b>1,95</b>
<b>DENSITÀ SECCA [ Mg/m<sup>3</sup> ]</b>	

Lo Sperimentatore  
Per. Ind. Fabio Fedrizzi

Il Direttore del Laboratorio  
dott. Andrea Franceschini



**CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE n. 4112**

<b>Committente:</b> dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		<b>Opera :</b> Microzonazione sismica di livello 3 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)	
<b>Prot.verb.acc.:</b> 13921	<b>Commessa:</b> <b>ES0118</b>	<b>Certificato:</b> <b>GS0618</b>	<b>Località:</b> anni Persiceto
<b>Richiesta N°:</b> 1031	<b>Normativa di riferimento:</b> UNI EN ISO 17892-3:2015		

**Informazioni sul campione**

<b>Sondaggio:</b> S1	Coordinate WGS 84: Est = 11,178139 Nord = 44,628669	<b>Prelevato da:</b> dott. Matteo Collareda	<b>Data accettazione:</b> 10/01/18
<b>Campione:</b> C1		<b>Data prelievo:</b> -	<b>Data inizio prova:</b> 16/01/18
<b>Profondità:</b> 13,00 - 13,50		<b>Contenitore:</b> Fustella	<b>Data fine prova:</b> 16/01/18
<b>Descrizione:</b> limo con argilla		<b>Condizione:</b> 1	<b>Stoccaggio:</b> sala umida

**Informazioni relative alla prova:**

Determinazione della massa volumica dei granuli solidi (densità assoluta) con il metodo del picnometro a fluido (par. 5.1 della norma)

**esecuzione della prova:**

- Metodo A: provini essiccati in forno (cfr. 5.1.4.1 della norma)
- Metodo B: provini umidi (cfr. 5.1.4.2 della norma)

**picnometro utilizzato (cfr. 5.1.3.2):**

- picnometro 50 ml
- picnometro di capacità: 100 ml

**altro (cfr. 5.1.3.3 e 5.1.3.4):**

- provino particolarmente organico
- frantumazione dei grani con frantoio

**saturazione con (cfr. 5.1.4.1.2 e 5.1.4.2.2):**

- agitazione meccanica
- applicazione di vuoto
- riscaldamento blando

**Esecuzione di due determinazioni:**

numero picnometro usato		107	120
massa del picnometro	$m_0$ [g]	55,958	55,308
massa del picnometro con acqua alla marca di fede	$m_1$ [g]	155,293	154,521
temperatura con cui è determinata $m_1$	$T_1$ [°C]	23,0	23,0
densità dell'acqua alla temperatura $T_1$	$\rho_{L1}$ [Mg/m <sup>3</sup> ]	0,9976	0,9976
massa picnometro con provino secco	$m_2$ [g]	74,935	74,250
massa picnometro con provino saturo e acqua	$m_3$ [g]	167,037	166,325
temperatura con cui è determinata $m_3$	$T_3$ [°C]	22,5	22,5
densità dell'acqua alla temperatura $T_3$	$\rho_{L3}$ [Mg/m <sup>3</sup> ]	0,9977	0,9977
massa del provino secco	$m_4$ [g]	18,977	18,942
<b>massa volumica dei granuli solidi</b>	<b><math>\rho_s</math> [Mg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>2,613</b>	<b>2,643</b>

<b>massa volumica dei granuli solidi (media) <math>\rho_s</math> [Mg/m<sup>3</sup>] 2,63</b>
--

Lo Sperimentatore  
Claudia Tomazzoli

Il Direttore del Laboratorio  
dott. Andrea Franceschini



**CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE n. 4113**

<b>Committente:</b> dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		<b>Opera:</b> Microzonazione sismica di livello 3 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)	
<b>Prot.verb.acc.:</b> 13921	<b>Commessa:</b> ES0118	<b>Certificato :</b> AE0318	<b>Località:</b> S. Giovanni Persiceto
<b>Richiesta N°:</b> 1031	<b>Normativa di riferimento:</b> UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005		

**Informazioni sul campione**

<b>Sondaggio:</b> S1	<b>Coordinate WGS 84:</b>	<b>Prelevato da:</b> dott. Collareda	<b>Data accettazione:</b> 10/01/18
<b>Campione:</b> C1	<b>Est =</b> 11,17814	<b>Data prelievo:</b> -	<b>Data inizio prova:</b> 16/01/18
<b>Profondità:</b> 13,00 - 13,50 m	<b>Nord =</b> 44,62867	<b>Contenitore:</b> Fustella	<b>Data fine prova:</b> 12/02/18
<b>Descrizione:</b> limo con argilla		<b>Condizione:</b> 1	<b>Stoccaggio:</b> sala umida

Massa totale secca iniziale g 78,083

**PRETRATTAMENTO MATERIA ORGANICA E/O CALCEA**

Ammontare della quantità rimossa g

**METODO UMIDO**

Massa del trattenuto dopo lavaggio g 0,099

**SEPARAZIONE DEL GROSSOLANO**

Massa secca trattenuto > 4 mm g

Massa secca trattenuto < 4 mm g

**QUARTATURA DEL FINO**

Massa tratt. < 4 mm dopo quartatura g

**AEROMETRIA**

Massa volumica grani  valore determinato 2,63  
 valore assunto

NUMERO SETACCIO	DIAMETRO NOMINALE μm	MASSA PARZIALE			MASSA CUMULATIVA g	PERCENTUALE PASSANTE	
		GROSSO g	FINO				GROSSO + FINO g
			quartato g	non quartato g			
1	90000				0,000	0,000	100,00%
2	63000				0,000	0,000	100,00%
3	45000				0,000	0,000	100,00%
4	22400				0,000	0,000	100,00%
5	11200				0,000	0,000	100,00%
6	6300				0,000	0,000	100,00%
7	4000				0,000	0,000	100,00%
8	2000				0,000	0,000	100,00%
9	1000				0,000	0,000	100,00%
10	500				0,000	0,000	100,00%
11	250				0,000	0,000	100,00%
12	125				0,000	0,000	100,00%
13	63				0,099	0,099	99,87%
FONDO DI RACCOLTA					0,000	0,099	
TOTALE					0,099		

Lo Sperimentatore  
Claudia Tomazzoli

Il Direttore del Laboratorio  
dott. Andrea Franceschini

**CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE n. 4113**

Committente: dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		Opera : Microzonazione sismica di livello 3 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)	
Prot.verb.acc.: 13921	Commessa: <b>ES0118</b>	<b>AE0318</b>	Certificato: S. Giovanni Persiceto
Richiesta N°: 1031	Normativa di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005		

**Informazioni sul campione**

Sondaggio: S1	Coordinate WGS 84:	Prelevato da: dott. Collareda	Data accettazione: 10/01/18
Campione: C1	Est = 11,17814	Data prelievo: -	Data inizio prova: 16/01/18
Profondità: 13,00 - 13,50 m	Nord = 44,62867	Contenitore: Fustella	Data fine prova: 12/02/18
Descrizione: limo con argilla		Condizione: 1	Stoccaggio: sala umida

Descrizione terreno :	Massa secca : [ g ]	50,039
	Massa volumica dei grani:	2,63
	Correzione menisco	0,5
	Correzione disperdente	3,5
Percentuale passante al setaccio da 63 micron:		<b>99,87%</b>
Tipo di aerometro:		A.S.T.M. 151 H

Tempo [ min,sec ]	Lecture	Temperatura [ °C ]	Correzione temperatura	Profondità effettiva [mm]	Lecture corrette	Percentuale in sospensione	Diametro grani [ µm ]	Percentuale assoluta
0,15								
0,30								
1,00	1,0330	22,5	0,48	75,68	30,48	98,28%	37,69	98,15%
2,00	1,0325	22,5	0,48	77,00	29,98	96,67%	26,88	96,54%
5,00	1,0320	22,0	0,38	78,32	29,38	94,72%	17,15	94,60%
10,00	1,0315	21,5	0,28	79,65	28,78	92,79%	12,23	92,67%
20,00	1,0300	21,5	0,28	83,61	27,28	87,95%	8,86	87,84%
40,00	1,0280	21,0	0,18	88,90	25,18	81,19%	6,46	81,08%
60,00	1,0260	20,0	0,00	94,20	23,00	74,16%	5,43	74,07%
120,00	1,0230	20,0	0,00	102,13	20,00	64,49%	4,00	64,41%
240,00	1,0200	20,0	0,00	110,07	17,00	54,82%	2,93	54,75%
480,00	1,0170	20,5	0,08	118,01	14,08	45,41%	2,15	45,35%
1440,00	1,0140	20,0	0,00	125,94	11,00	35,47%	1,28	35,42%
2880,00	1,0120	20,0	0,00	131,23	9,00	29,02%	0,92	28,98%
4320,00	1,0120	20,0	0,00	131,23	9,00	29,02%	0,76	28,98%
5760,00	1,0110	20,0	0,00	133,88	8,00	25,80%	0,66	25,76%
10080,00	1,0100	20,5	0,08	136,52	7,08	22,84%	0,50	22,81%
11520,00	1,0100	20,0	0,00	136,52	7,00	22,57%	0,47	22,54%
12960,00	1,0095	20,0	0,00	137,85	6,50	20,96%	0,45	20,93%
14400,00	1,0095	20,5	0,08	137,85	6,58	21,23%	0,42	21,20%
15840,00	1,0090	21,5	0,28	139,17	6,28	20,23%	0,41	20,21%
20160,00	1,0090	21,0	0,18	139,17	6,18	19,92%	0,36	19,90%
21600,00	1,0090	20,0	0,00	139,17	6,00	19,35%	0,35	19,32%
23040,00	1,0090	20,0	0,00	139,17	6,00	19,35%	0,34	19,32%
24480,00	1,0085	21,5	0,28	140,49	5,78	18,62%	0,33	18,60%

**CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE n. 4113**

<b>Committente:</b> dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		<b>Opera :</b> Microzonazione sismica di livello 3 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)	
<b>Prot.verb.acc.:</b> 13921	<b>Commessa:</b> <b>ES0118</b>	<b>AE0318</b>	<b>Località:</b> S. Giovanni Persiceto
<b>Richiesta N°:</b> 1031	<b>Normativa di riferimento:</b> UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005		

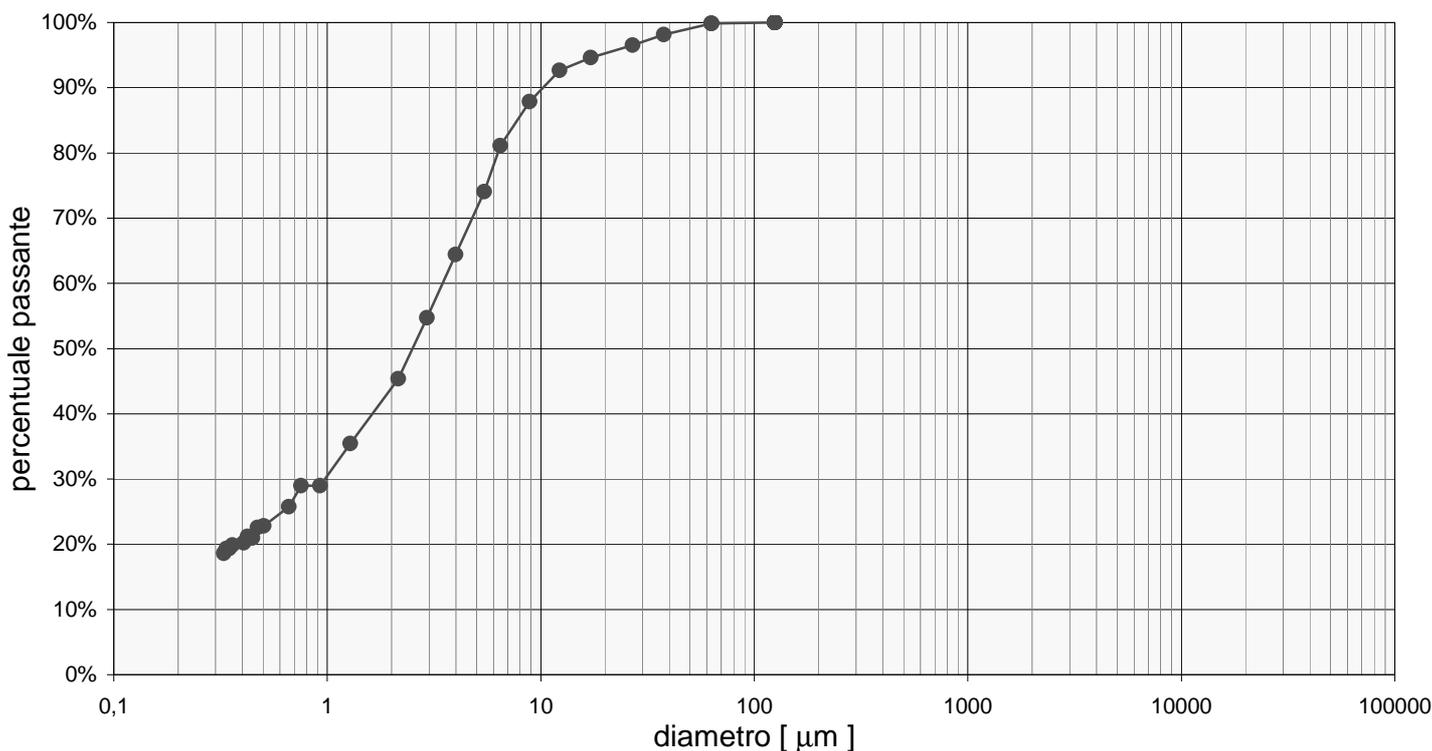
**Informazioni sul campione**

<b>Sondaggio:</b> S1	<b>Coordinate WGS 84:</b>	<b>Prelevato da:</b> dott. Collareda	<b>Data accettazione:</b> 10/01/18
<b>Campione:</b> C1	<b>Est =</b> 11,17814	<b>Data prelievo:</b> -	<b>Data inizio prova:</b> 16/01/18
<b>Profondità:</b> 13,00 - 13,50 m	<b>Nord =</b> 44,62867	<b>Contenitore:</b> Fustella	<b>Data fine prova:</b> 12/02/18
<b>Descrizione:</b> limo con argilla		<b>Condizione:</b> 1	<b>Stoccaggio:</b> sala umida

<b>UNI EN ISO 14688-1:2003</b>	Fino	Medio	Grosso	Fine	Media	Grossa	Fine	Media	Grossa	Ciottoli
	6.3 20			200 630			6300 20000			
Argilla	Limo			Sabbia			Ghiaia			
	2		63			2000			63000	

<b>A.S.T.M. D 2487 - 00</b>	Fine	Media	Grossa	Fine	Grossa	
	425 2000			19000		
Argilla e / o limo	Sabbia			Ghiaia		
	75		4750		75000	

<b>A.G.I. 1977</b>	Argilla	Limo	Sabbia	Ghiaia
	2	60	2000	60000



<b>Coefficiente di uniformità</b> $C_u = D_{60}/D_{10}$	<b>Coefficiente di curvatura</b> $C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60})$

Lo Sperimentatore  
Claudia Tomazzoli

Il Direttore del Laboratorio  
dott. Andrea Franceschini



CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE n. 4114

<b>Committente:</b> dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		<b>Opera :</b> Microzonazione sismica di livello 3 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)	
<b>Prot. verb. accett.:</b> 13921	<b>Commessa:</b> ES0118	<b>Certificato:</b> SCL0118	<b>Località:</b> S. Giovanni P.
<b>Richiesta N°:</b> 1031	<b>Normativa di riferimento:</b> UNI CEN ISO/TS 17892:15		

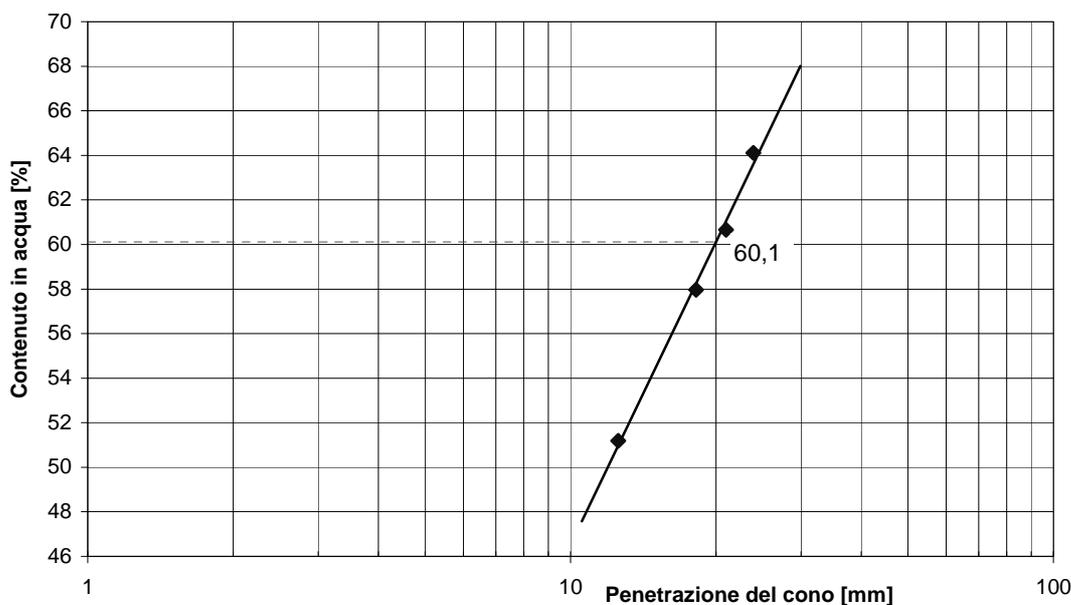
**Informazioni sul campione**

<b>Sondaggio:</b> S1	<b>Coordinate WGS 84:</b>	<b>Prelevato da:</b> dott. Collareda	<b>Data accettazione:</b> 10/01/18
<b>Campione:</b> C1	Est = 11,178139	<b>Data prelievo:</b> -	<b>Data inizio prova:</b> 11/01/18
<b>Profondità:</b> 13,00 - 13,50 m	Nord = 44,628669	<b>Contenitore:</b> Fustella	<b>Data fine prova:</b> 12/01/18
<b>Descrizione:</b> limo con argilla		<b>Condizione:</b> 1	<b>Stoccaggio:</b> sala umida

**Determinazione del limite di liquidità:**

Penetrazione del cono 1	[ mm ]	12,32	18,02	20,80	23,91
Penetrazione del cono 2	[ mm ]	12,77	18,39	21,15	23,95
Penetrazione media del cono	[ mm ]	12,55	18,21	20,98	23,93
Numero tara		202	208	207	218
Massa umida lorda	[ g ]	30,407	32,665	38,858	32,241
Massa secca lorda	[ g ]	24,420	25,334	29,811	24,615
Massa tara	[ g ]	12,724	12,686	14,896	12,719
Massa secca netta	[ g ]	11,696	12,648	14,915	11,896
Massa dell'acqua	[ g ]	5,987	7,331	9,047	7,626
Contenuto in acqua	[ % ]	51,2	58,0	60,7	64,1

**LIMITE DI LIQUIDITÀ [ % ] 60,1**



**Metodo di preparazione:**

- allo stato naturale, privo di materiale grossolano
- rimozione manuale del materiale grossolano
- rimozione del materiale grossolano con metodo umido
- senza rimozione del materiale grossolano

**Tipo di cono utilizzato:**

- 80 g / 30°
- 60 g / 60°

**Post-affondamento durante la caduta del cono:**

- no
- sì

**Altre note:**

- uso di carta assorbente per la determinazione del limite di plasticità
- eventuale determinazione percentuale passante al setaccio 0,4 mm

**Determinazione del limite di plasticità:**

Numero tara		501	504
Massa umida lorda	[ g ]	15,150	16,150
Massa secca lorda	[ g ]	14,003	14,739
Massa tara	[ g ]	10,164	10,125
Massa secca netta	[ g ]	3,839	4,614
Massa dell'acqua	[ g ]	1,147	1,411
Contenuto in acqua	[ % ]	29,88	30,58

**LIMITE DI PLASTICITÀ [ % ] 30,2**

<b>LIMITE DI LIQUIDITÀ [ % ]</b>	<b>60</b>
<b>LIMITE DI PLASTICITÀ [ % ]</b>	<b>30</b>
<b>INDICE DI PLASTICITÀ</b>	<b>30</b>



**PROVA DINAMICA DI COLONNA RISONANTE****CERTIFICATO DI PROVA DI LABORATORIO SU TERRE n. 4115**

<b>Committente:</b> dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		<b>Opera :</b> Microzonazione sismica di livello 3 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)	
<b>Prot. verb. accett.:</b> 13921	<b>Commessa:</b> <b>ES0118</b>	<b>Certificato:</b> <b>RC0218</b>	<b>Località:</b> S. Giovanni Persiceto
<b>Richiesta N°:</b> 1031	<b>Normativa di riferimento:</b> ASTM D 4015-07		

**Informazioni sul campione**

<b>Sondaggio:</b> S1	<b>Coordinate WGS 84:</b>	<b>Prelevato da:</b> dott. Collareda	<b>Data accettazione:</b> 10/01/18
<b>Campione:</b> C1	Est = 11,178139	<b>Data prelievo:</b> -	<b>Data inizio prova:</b> 11/01/18
<b>Profondità:</b> 13,00 - 13,50 m	Nord = 44,628669	<b>Contenitore:</b> Fustella	<b>Data fine prova:</b> 22/01/18
<b>Descrizione:</b> limo con argilla		<b>Condizione:</b> 1	<b>Stoccaggio:</b> sala umida

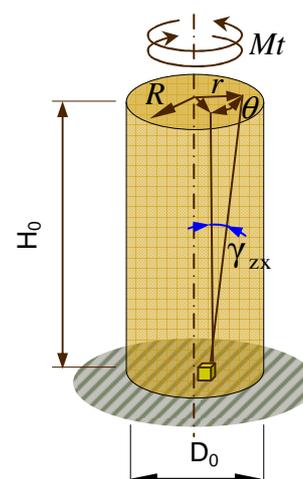
**CARATTERISTICHE FISICHE DEL PROVINO**

Diametro iniziale	$D_0 =$	50,09 mm
Altezza iniziale	$H_0 =$	105,12 mm
Sezione iniziale	$A_0 =$	19,707 cm <sup>2</sup>
Volume iniziale	$V_0 =$	207,160 cm <sup>3</sup>
Massa iniziale	$M_0 =$	402,860 g
Peso di volume iniziale	$\gamma_0 =$	19,069 kN/m <sup>3</sup>

Sezione finale	$A_C =$	19,238 cm <sup>2</sup>
Volume finale	$V_C =$	198,822 cm <sup>3</sup>
Massa finale	$M_F =$	394,018 g
Massa secca	$M_S =$	309,479 g
Peso di volume finale	$\gamma_F =$	19,433 kN/m <sup>3</sup>

Contenuto in acqua iniziale	$w_0 =$	30,2%
Contenuto in acqua finale	$w_F =$	27,3%

Metodo di preparazione provino:  
provino confezionato con tornietto manuale da laboratorio da carota estrusa da Shelby

**DATI RELATIVI ALLA PROVA**

La prova è stata condotta dopo un primo gradino di consolidazione a 140 kPa esplorando un campo di deformazioni fino alla soglia elastico-plastica, in condizioni non drenate. Successivamente è stato condotto un secondo gradino di consolidazione a 420 kPa ed è stata condotta una seconda prova, estesa oltre la soglia elastica (*Large-Strain-Test*) fino alla massima potenza, in condizioni non drenate. Al termine della prima prova, eseguita a 140 kPa senza oltrepassare il campo delle deformazioni elastiche, sono state condotte due misure a bassissima deformazione e confrontate con misure analoghe eseguite all'inizio della prima prova per valutare gli effetti di *pre-straining*.

La misura del fattore di smorzamento D è stata condotta con il metodo della semibanda di potenza (*half-power bandwidth method*) in condizioni di oscillazioni forzate (*steady state method*). Una volta che la frequenza di risonanza è stata identificata, una seconda misura di fattore di smorzamento D è stata condotta utilizzando il metodo del decremento logaritmico in condizioni di oscillazioni libere (*amplitude decay method*), che consiste nell'applicare nuovamente la sollecitazione e mantenerla per il tempo strettamente necessario a raggiungere le condizioni di stazionarietà del moto e quindi nell'interromperla bruscamente.

Il metodo della semibanda di potenza è basato sulla teoria dell'elasticità ed è accurato per piccole deformazioni di taglio  $\gamma$ , generalmente inferiori a 0,005%, per le quali d'altra parte il metodo del decremento logaritmico è più soggetto a disturbi dovuti a rumore di fondo. Per deformazioni maggiori si preferisce il metodo del decremento logaritmico, calcolando il fattore di smorzamento con i primi tre cicli di vibrazione e riferendo i valori ad una deformazione di taglio  $\gamma$  calcolata dalla media delle deformazioni dei primi tre cicli di vibrazione (cfr. Darendeli, 2001 - "*Development of a new family of normalized modulus reduction and material damping curves*").

Lo Sperimentatore  
Per. Ind. Fabio Fedrizzi

Il Direttore del Laboratorio  
dott. Andrea Franceschini

**PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO - SERVIZIO GEOLOGICO - LABORATORIO GEOTECNICO**

Sede: Via Vienna, 17 - 38121 TRENTO - tel. 0461-492521 - fax 0461-492525

## PROVA DINAMICA DI COLONNA RISONANTE

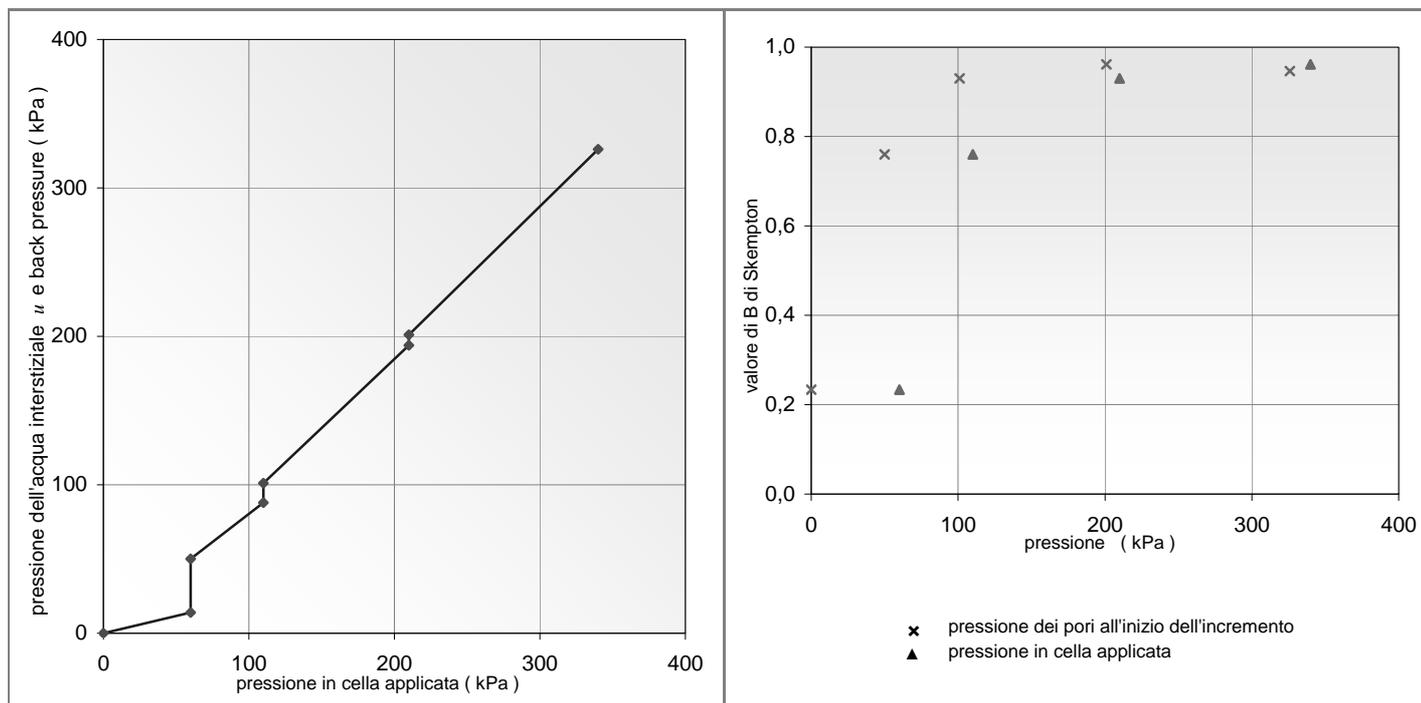
### CERTIFICATO DI PROVA DI LABORATORIO SU TERRE n. 4115

Committente: dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		Opera : Microzonazione sismica di livello 3 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)		
Prot. verbale accettaz.:	13921	Commessa:	<b>ES0118</b>	Certificato: <b>RC0218</b> Località: S. Giovanni Persiceto
Richiesta N°:	1 031	Normativa di riferimento: ASTM D 4015-07		

#### Informazioni sul campione

Sondaggio:	S1	Coordinate WGS 84:	Prelevato da:	dott. Collareda	Data accettazione:	10/01/18
Campione:	C1	Est = 11,178139	Data prelievo:	-	Data inizio prova:	11/01/18
Profondità:	13,00 - 13,50 m	Nord = 44,628669	Contenitore:	Fustella	Data fine prova:	22/01/18
Descrizione:	limo con argilla		Condizione:	1	Stoccaggio:	sala umida

#### FASE DI SATURAZIONE



Data	Ora	Pressione in cella	Back Pressure	Pressione dell'acqua dei pori	Differenza pwp	Valore di B	Variazione di volume sulla linea di Back Pressure		
							prima	dopo	differenza
gg/mm/aa	hh.mm	kPa	kPa	kPa	kPa		cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
11/01/18	11.16	0	0	0			0,00	0,00	0,00
11/01/18	11.27	60	-	14	14	0,233			
12/01/18	8.22	60	50	50			0,00	-1,73	-1,73
12/01/18	8.48	110	-	88	38	0,760			
15/01/18	10.43	110	100	101			-1,75	-5,86	-4,11
15/01/18	11.11	210	-	194	93	0,930			
15/01/18	11.54	210	200	201			-5,86	-6,00	-0,14
15/01/18	12.30	340	-	326	125	<b>0,962</b>			
19/01/18	11.28	620	-	466	265	<b>0,946</b>			

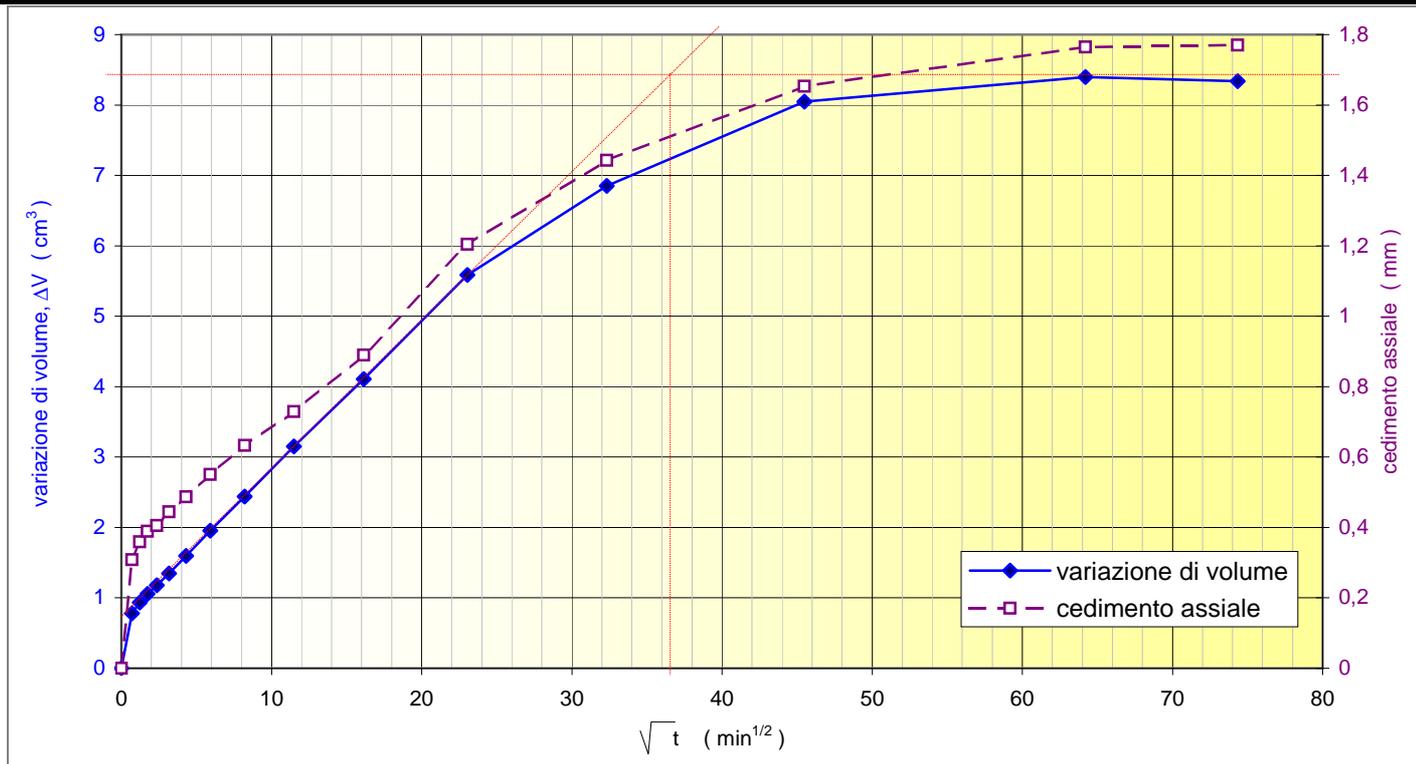
CERTIFICATO DI PROVA DI LABORATORIO SU TERRE n. 4115

Committente: dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		Opera : Microzonazione sismica di livello 3 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)			
Prot. verbale accettaz.:	13921	Commessa:	ES0118	Certificato:	RC0218
Località:	S. Giovanni Persiceto				
Richiesta N°:	1 031	Normativa di riferimento:	ASTM D 4015-07		

Informazioni sul campione

Sondaggio:	S1	Coordinate WGS 84:	Prelevato da:	dott. Collareda	Data accettazione:	10/01/18	
Campione:	C1	Est =	11,178139	Data prelievo:	-	Data inizio prova:	11/01/18
Profondità:	13,00 - 13,50 m	Nord =	44,628669	Contenitore:	Fustella	Data fine prova:	22/01/18
Descrizione:	limo con argilla	Condizione:	1	Stoccaggio:	sala umida		

FASE DI CONSOLIDAZIONE



Pressione efficace	140 kPa	Data	Ora	Tempo t minuti	sqrt(t)	Variaz. di volume		Cedimento assiale	
						lettura cm <sup>3</sup>	differenza cm <sup>3</sup>	lettura mm	differenza mm
Pressione di cella	340 kPa								
Back Pressure	200 kPa								
Pwp dopo build-up	326 kPa	15/01/18	12.29	0,0	0,0	-5,552	0,000	-3,640	0
Differenza	126 kPa	15/01/18	12.29	0,5	0,7	-4,771	0,781	-3,332	0,308
□ con ✓ senza	drenaggi laterali	15/01/18	12.30	1,5	1,2	-4,618	0,934	-3,281	0,359
		15/01/18	12.32	3,0	1,7	-4,495	1,057	-3,251	0,389
D <sub>0</sub> =	50,09 mm	15/01/18	12.34	5,5	2,3	-4,371	1,181	-3,235	0,405
H <sub>0</sub> =	105,12 mm	15/01/18	12.39	10,0	3,2	-4,206	1,346	-3,196	0,444
A <sub>0</sub> =	19,707 cm <sup>2</sup>	15/01/18	12.47	18,5	4,3	-3,957	1,595	-3,153	0,487
V <sub>0</sub> =	207,16 cm <sup>3</sup>	15/01/18	13.04	35,0	5,9	-3,596	1,956	-3,090	0,55
sqrt(t) <sub>100</sub> =	36,5 min <sup>1/2</sup>	15/01/18	13.37	67,6	8,2	-3,112	2,440	-3,007	0,633
t <sub>100</sub> =	1332,25 min	15/01/18	14.41	132,2	11,5	-2,402	3,150	-2,911	0,729
ΔV <sub>1</sub> =	8,338 cm <sup>3</sup>	15/01/18	16.50	260,8	16,1	-1,444	4,108	-2,750	0,89
V <sub>C1</sub> =	198,82 cm <sup>3</sup>	15/01/18	21.20	531,5	23,1	0,0342	5,586	-2,436	1,204
ΔH <sub>1</sub> =	1,77 mm	16/01/18	5.53	1044,5	32,3	1,301	6,853	-2,197	1,443
H <sub>C1</sub> =	103,35 mm	16/01/18	22.59	2070,1	45,5	2,497	8,049	-1,987	1,653
ε <sub>V1</sub> =	4,02 %	18/01/18	9.10	4120,8	64,2	2,847	8,399	-1,875	1,765
A <sub>C1</sub> =	19,238 cm <sup>2</sup>	19/01/18	8.34	5525,3	74,3	2,786	8,338	-1,870	1,77
D <sub>C1</sub> =	49,49 mm								

Lo Sperimentatore  
Per. Ind. Fabio Fedrizzi

Il Direttore del Laboratorio  
dott. Andrea Franceschini

**PROVA DINAMICA DI COLONNA RISONANTE****CERTIFICATO DI PROVA DI LABORATORIO SU TERRE n. 4115**

Committente: dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI			Opera : Microzonazione sismica di livello 3 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)		
Prot. verbale accett.:	13921	Commessa:	<b>ES0118</b>	Certificato:	<b>RC0218</b>
Località:	S. Giovanni Persiceto				
Richiesta N°:	1 031	Normativa di riferimento:	ASTM D 4015-07		

**Informazioni sul campione**

Sondaggio:	S1	Coordinate WGS 84:	Prelevato da:	dott. Collareda	Data accettazione:	10/01/18	
Campione:	C1	Est =	11,178139	Data prelievo:	-	Data inizio prova:	11/01/18
Profondità:	13,00 - 13,50 m	Nord =	44,628669	Contenitore:	Fustella	Data fine prova:	22/01/18
Descrizione:	limo con argilla		Condizione:	1	Stoccaggio:	sala umida	

**MISURA DI G E D IN COLONNA RISONANTE - valori**

Valore di rigidità iniziale $G_0$ :	$G_0 =$	56,175	MPa
Valore di smorzamento iniziale pari al minimo misurato:	$D_{min} =$	1,74	%
Il valore di $G_0$ è stato: <input checked="" type="checkbox"/> determinato attraverso estrapolazione secondo il modello di <i>Hardin e Drnevich (1972)</i> computando le prime 8 misure di modulo di taglio G			
<input type="checkbox"/> scelto dal valore massimo dalle misure effettuate in laboratorio, a deformazioni bassissime			

Dati misurati					Smorzamento (vedi nota)		Dati normalizzati			Dati per modelli			
pressione consolidaz.	ampiezza tensione	deformazione semiampiezz	modulo di taglio	sovrappressione neutra	deformazione semiampiezz	smorzamento	$G / G_0$	$D / D_{min}$	$\Delta u / \sigma'_c$	Hardin e Drnevich	Yokota et al.		
$\sigma'_c$ kPa	U V	$\gamma$ %	G MPa	$\Delta u$ kPa	$\gamma$ %	D %				1 / G	log ( $\gamma$ )	log ( $G_0/G-1$ )	In(D)
140	0,002	0,00042	55,692	0	0,00042	1,74	0,99	1,00	0,000	0,0180	-3,377	-2,062	<b>0,554</b>
140	0,003	0,00061	55,913	0	0,00061	1,97	1,00	1,13	0,000	0,0179	-3,215	-2,329	<b>0,679</b>
140	0,005	0,00083	55,943	0	0,00083	1,98	1,00	1,14	0,000	0,0179	-3,081	-2,382	<b>0,682</b>
140	0,010	0,00152	55,689	0	0,00152	1,94	0,99	1,11	0,000	0,0180	-2,818	-2,059	<b>0,661</b>
140	0,015	0,00216	55,742	0	0,00216	2,01	0,99	1,15	0,000	0,0179	-2,666	-2,110	<b>0,698</b>
140	0,030	0,00412	55,170	0	0,00412	2,06	0,98	1,18	0,000	0,0181	-2,385	-1,739	<b>0,722</b>
140	0,050	0,00658	54,622	0	0,00658	2,38	0,97	1,37	0,000	0,0183	-2,182	-1,546	<b>0,867</b>
140	0,080	0,00982	53,012	0	0,00982	2,35	0,94	1,35	0,000	0,0189	-2,008	-1,224	<b>0,856</b>
140	0,100	0,01176	52,118	0	0,01176	2,37	0,93	1,36	0,000	0,0192	-1,930	-1,109	<b>0,864</b>
140	0,150	0,01577	49,836	0	0,01577	2,62	0,89	1,51	0,000	0,0201	-1,802	-0,896	<b>0,965</b>
140	0,200	0,01942	47,387	0	0,01942	3,26	0,84	1,87	0,000	0,0211	-1,712	-0,732	<b>1,181</b>
140	0,300	0,02556	44,016	0	0,02556	3,72	0,78	2,13	0,000	0,0227	-1,592	-0,559	<b>1,313</b>
140	0,400	0,03167	40,333	1	0,03167	4,31	0,72	2,48	0,007	0,0248	-1,499	-0,406	<b>1,462</b>
140	0,500	0,03736	37,178	1	0,03736	4,90	0,66	2,81	0,007	0,0269	-1,428	-0,292	<b>1,588</b>
140	0,600	0,04294	33,554	2	0,04294	5,02	0,60	2,89	0,014	0,0298	-1,367	-0,171	<b>1,614</b>

Nota: i valori di fattore di smorzamento D elencati in tabella si riferiscono al metodo della semibanda di potenza fino a  $\gamma = 0,00412\%$  (primi sei valori). Per deformazioni di taglio maggiori, sono indicati i fattori di smorzamento determinati con il metodo del decremento logaritmico, considerando i primi tre cicli di vibrazioni libere. La deformazione di taglio  $\gamma$  a cui la misura è riferita è la media delle ampiezze dei primi tre cicli di deformazione.

Nella penultima ed ultima colonna sono indicati in grassetto i valori impiegati per la interpolazione secondo il modello di Yokota et al. (1981) per quanto riguarda il modulo di taglio normalizzato e lo smorzamento, rispettivamente.

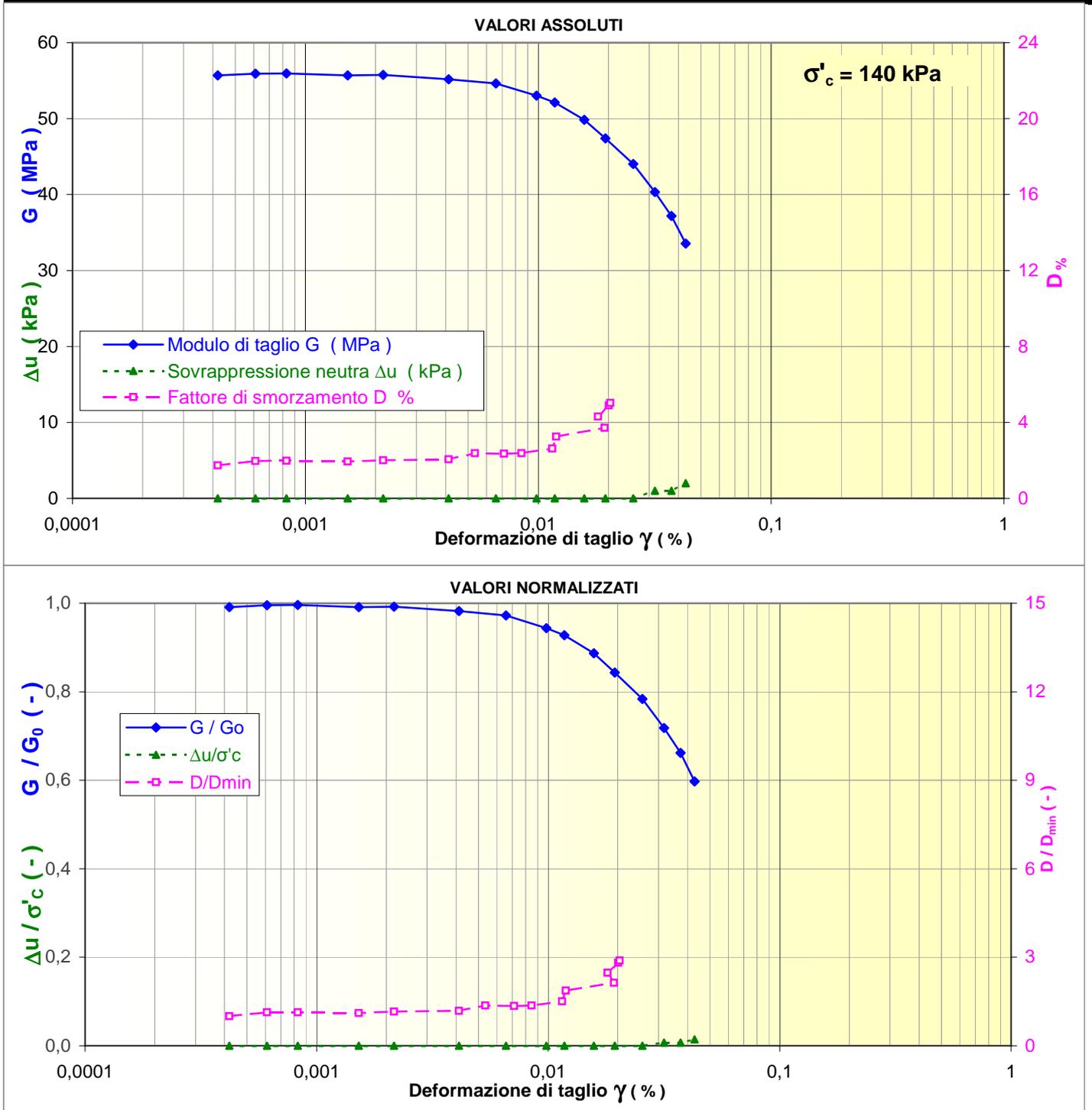
CERTIFICATO DI PROVA DI LABORATORIO SU TERRE n. 4115

Committente: dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		Opera : Microzonazione sismica di livello 3 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)					
Prot. verbale accett.:	13921	Commessa:	ES0118	Certificato:	RC0218	Località:	S. Giovanni Persiceto
Richiesta N°:	1 031	Normativa di riferimento:		ASTM D 4015-07			

Informazioni sul campione

Sondaggio:	S1	Coordinate WGS 84: Est = 11,178139 Nord = 44,628669	Prelevato da:	dott. Collareda	Data accettazione:	10/01/18
Campione:	C1		Data prelievo:	-	Data inizio prova:	11/01/18
Profondità:	13,00 - 13,50 m		Contenitore:	Fustella	Data fine prova:	22/01/18
Descrizione:	limo con argilla		Condizione:	1	Stoccaggio:	sala umida

MISURA DI G E D IN COLONNA RISONANTE - diagrammi



Lo Sperimentatore  
Per. Ind. Fabio Fedrizzi

Il Direttore del Laboratorio  
dott. Andrea Franceschini

## PROVA DINAMICA DI COLONNA RISONANTE

### CERTIFICATO DI PROVA DI LABORATORIO SU TERRE n. 4115

Committente: dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI			Opera : Microzonazione sismica di livello 3 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)		
Prot. verbale accett.:	13921	Commessa:	<b>ES0118</b>	Certificato:	<b>RC0218</b>
Località:	S. Giovanni Persiceto				
Richiesta N°:	1 031	Normativa di riferimento:	ASTM D 4015-07		

#### Informazioni sul campione

Sondaggio:	S1	Coordinate WGS 84:	Prelevato da:	dott. Collareda	Data accettazione:	10/01/18
Campione:	C1	Est =	Data prelievo:	-	Data inizio prova:	11/01/18
Profondità:	13,00 - 13,50 m	Nord =	Contenitore:	Fustella	Data fine prova:	22/01/18
Descrizione:	limo con argilla		Condizione:	1	Stoccaggio:	sala umida

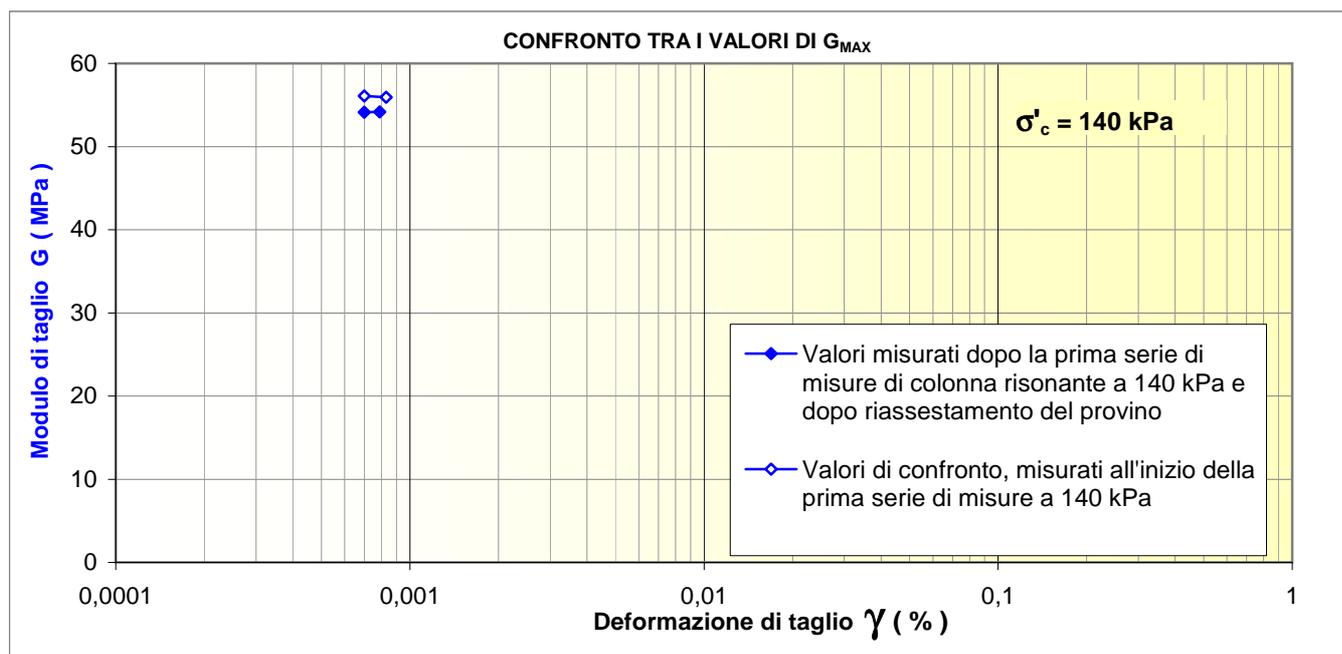
#### VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DEL PRE-STRAINING CICLICO

##### MISURA DI $G \sim G_{MAX}$ E $D$ A BASSISSIMA DEFORMAZIONE DOPO LA PRIMA SERIE DI MISURE A 140 kPa

Pressione di Consolidazione	Ampiezza Tensione	Frequenza di risonanza	Deformazione	Modulo di taglio	Smorzamento	Sovrappressione neutra
$\sigma'_c$ kPa	$U$ V	$f_{RES}$ Hz	$\gamma$ %	$G_{MAX}$ MPa	$D$ %	$\Delta u$ kPa
140	0,0040	77,94	0,00070	54,144	2,08	0
140	0,0050	77,91	0,00079	54,146	2,10	0

##### VALORI DI CONFRONTO, RILEVATI ALL'INIZIO DELLA PRIMA SERIE DI MISURE A 140 kPa

Pressione di Consolidazione	Ampiezza Tensione	Frequenza di risonanza	Deformazione	Modulo di taglio	Smorzamento	Sovrappressione neutra
$\sigma'_c$ kPa	$U$ V	$f_{RES}$ Hz	$\gamma$ %	$G_{MAX}$ MPa	$D$ %	$\Delta u$ kPa
140	0,0040	79,28	0,00070	56,086	1,91	0
140	0,0050	79,19	0,00083	55,943	1,98	0



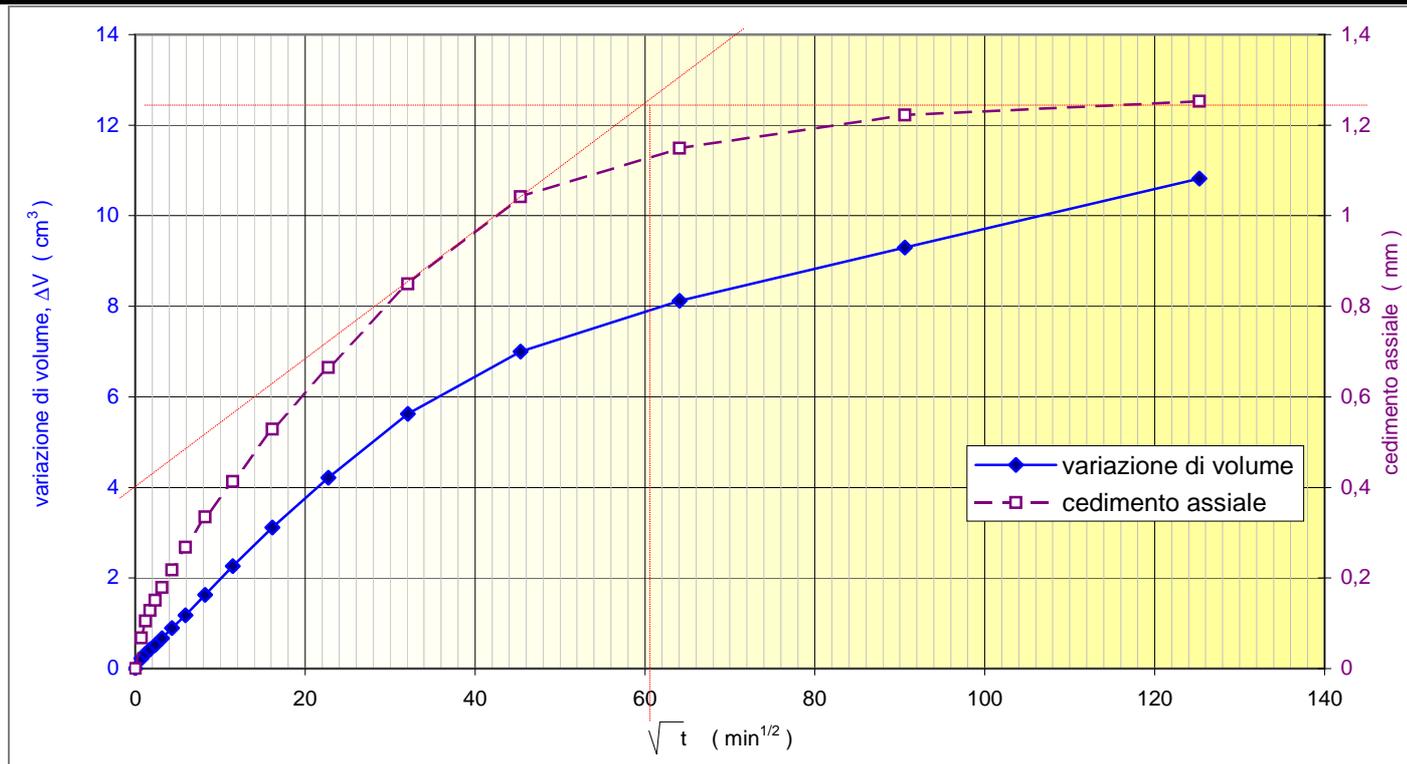
CERTIFICATO DI PROVA DI LABORATORIO SU TERRE n. 4115

Committente: dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		Opera : Microzonazione sismica di livello 3 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)		
Prot. verbale accettaz.:	13921	Commessa:	ES0118	Certificato: RC0218
Località:	S. Giovanni Persiceto			
Richiesta N°:	1 031	Normativa di riferimento:	ASTM D 4015-07	

Informazioni sul campione

Sondaggio:	S1	Coordinate WGS 84:	Prelevato da:	dott. Collareda	Data accettazione:	10/01/18
Campione:	C1	Est =	Data prelievo:	-	Data inizio prova:	11/01/18
Profondità:	13,00 - 13,50 m	Nord =	Contenitore:	Fustella	Data fine prova:	22/01/18
Descrizione:	limo con argilla	Condizione:	1	Stoccaggio:	sala umida	

FASE DI CONSOLIDAZIONE



Pressione efficace	420 kPa	Data	Ora	Tempo t	$\sqrt{t}$	Variaz. di volume		Cedimento assiale	
						lettura	differenza	lettura	differenza
Pressione di cella	620 kPa			minuti		cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	mm	mm
Back Pressure	200 kPa								
Pwp dopo build-up	458 kPa	19/01/18	11.29	0,0	0,0	2,791	0,000	-1,802	0
Differenza	258 kPa	19/01/18	11.30	0,5	0,7	3,019	0,228	-1,734	0,068
□ con ✓ senza	drenaggi laterali	19/01/18	11.31	1,5	1,2	3,123	0,332	-1,697	0,105
		19/01/18	11.32	3,0	1,7	3,217	0,426	-1,674	0,128
D <sub>C1</sub> =	49,49 mm	19/01/18	11.35	5,5	2,3	3,315	0,524	-1,651	0,151
H <sub>C1</sub> =	103,35 mm	19/01/18	11.39	10,0	3,2	3,462	0,671	-1,623	0,179
A <sub>C1</sub> =	19,238 cm <sup>2</sup>	19/01/18	11.48	18,5	4,3	3,684	0,893	-1,584	0,218
V <sub>C1</sub> =	198,82 cm <sup>3</sup>	19/01/18	12.04	35,0	5,9	3,971	1,180	-1,534	0,268
$\sqrt{t_{100}}$ =	60,2 min <sup>1/2</sup>	19/01/18	12.37	67,6	8,2	4,422	1,631	-1,467	0,335
t <sub>100</sub> =	3624,04 min	19/01/18	13.41	132,1	11,5	5,051	2,260	-1,389	0,413
ΔV <sub>2</sub> =	10,819 cm <sup>3</sup>	19/01/18	15.50	260,8	16,1	5,909	3,118	-1,273	0,529
V <sub>C2</sub> =	188,00 cm <sup>3</sup>	19/01/18	20.07	517,5	22,7	7,004	4,213	-1,137	0,665
ΔH <sub>2</sub> =	1,2524 mm	20/01/18	4.40	1030,6	32,1	8,415	5,624	-0,952	0,8497
H <sub>C2</sub> =	102,098 mm	20/01/18	21.45	2056,1	45,3	9,788	6,997	-0,760	1,0416
ε <sub>V2</sub> =	5,44 %	22/01/18	7.55	4106,2	64,1	10,91	8,119	-0,653	1,1492
A <sub>C2</sub> =	18,414 cm <sup>2</sup>	25/01/18	4.16	8207,0	90,6	12,09	9,299	-0,579	1,2226
D <sub>C2</sub> =	48,42 mm	30/01/18	9.02	15692,7	125,3	13,61	10,819	-0,550	1,2524

Lo Sperimentatore  
Per. Ind. Fabio Fedrizzi

Il Direttore del Laboratorio  
dott. Andrea Franceschini

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO - SERVIZIO GEOLOGICO - LABORATORIO GEOTECNICO

Sede: Via Vienna, 17 - 38121 TRENTO - tel. 0461-492521 - fax 0461-492525

## PROVA DINAMICA DI COLONNA RISONANTE

### CERTIFICATO DI PROVA DI LABORATORIO SU TERRE n. 4115

Committente: dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI			Opera : Microzonazione sismica di livello 3 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)			
Prot. verbale accett.:	13921	Commessa:	<b>ES0118</b>	Certificato:	<b>RC0218</b>	Località: S. Giovanni Persiceto
Richiesta N°:	1 031	Normativa di riferimento:	ASTM D 4015-07			

#### Informazioni sul campione

Sondaggio:	S1	Coordinate WGS 84:	Prelevato da:	dott. Collareda	Data accettazione:	10/01/18
Campione:	C1	Est = 11,178139	Data prelievo:	-	Data inizio prova:	11/01/18
Profondità:	13,00 - 13,50 m	Nord = 44,628669	Contenitore:	Fustella	Data fine prova:	22/01/18
Descrizione:	limo con argilla		Condizione:	1	Stoccaggio:	sala umida

#### MISURA DI G E D IN COLONNA RISONANTE - valori

Valore di rigidezza iniziale $G_0$ :	$G_0 =$	127,532	MPa
Valore di smorzamento iniziale pari al minimo misurato:	$D_{min} =$	0,83	%
Il valore di $G_0$ è stato: <input checked="" type="checkbox"/> determinato attraverso estrapolazione secondo il modello di <i>Hardin e Drnevich (1972)</i> computando le prime 8 misure di modulo di taglio G			
<input type="checkbox"/> scelto dal valore massimo dalle misure effettuate in laboratorio, a deformazioni bassissime			

Dati misurati					Smorzamento (vedi nota)		Dati normalizzati			Dati per modelli			
pressione consolidaz.	ampiezza tensione	deformazione semiampiezz	modulo di taglio	sovrappressione neutra	deformazione semiampiezz	smorzamento	$G / G_0$	$D / D_{min}$	$\Delta u / \sigma'_c$	Hardin e Drnevich	Yokota et al.		
$\sigma'_c$ kPa	U V	$\gamma$ %	G MPa	$\Delta u$ kPa	$\gamma$ %	D %				1 / G	log ( $\gamma$ )	log ( $G_0/G-1$ )	In(D)
420	0,002	0,00020	127,048	1	0,00020	0,83	1,00	1,00	0,002	0,0079	-3,699	-2,419	-0,186
420	0,005	0,00035	126,801	1	0,00035	1,61	0,99	1,94	0,002	0,0079	-3,456	-2,239	<b>0,476</b>
420	0,010	0,00055	127,395	1	0,00055	1,67	1,00	2,01	0,002	0,0078	-3,260	-2,968	<b>0,513</b>
420	0,015	0,00081	126,567	1	0,00081	1,72	0,99	2,07	0,002	0,0079	-3,092	-2,118	<b>0,542</b>
420	0,030	0,00151	126,216	1	0,00151	1,77	0,99	2,13	0,002	0,0079	-2,821	-1,982	<b>0,571</b>
420	0,050	0,00249	126,371	2	0,00249	1,75	0,99	2,11	0,005	0,0079	-2,604	<b>-2,037</b>	<b>0,560</b>
420	0,100	0,00478	125,525	2	0,00478	1,73	0,98	2,08	0,005	0,0080	-2,321	<b>-1,796</b>	<b>0,548</b>
420	0,200	0,00886	120,667	2	0,01087	2,34	0,95	2,82	0,005	0,0083	-2,053	<b>-1,245</b>	<b>0,849</b>
420	0,500	0,01736	109,709	3	0,01510	3,01	0,86	3,63	0,007	0,0091	-1,760	<b>-0,789</b>	<b>1,104</b>
420	0,800	0,02367	102,291	3	0,02139	4,06	0,80	4,89	0,007	0,0098	-1,626	<b>-0,608</b>	<b>1,402</b>
420	1,000	0,02809	95,511	3	0,02417	4,72	0,75	5,68	0,007	0,0105	-1,551	<b>-0,475</b>	<b>1,551</b>
420	1,200	0,03224	89,829	3	0,02706	5,30	0,70	6,39	0,007	0,0111	-1,492	<b>-0,377</b>	<b>1,668</b>
420	1,500	0,03822	83,612	4	0,03225	6,27	0,66	7,55	0,010	0,0120	-1,418	<b>-0,280</b>	<b>1,836</b>
420	2,000	0,04829	74,472	4	0,03856	7,08	0,58	8,53	0,010	0,0134	-1,316	<b>-0,147</b>	<b>1,958</b>
420	2,500	0,05980	66,226	5	0,04605	9,16	0,52	11,04	0,012	0,0151	-1,223	<b>-0,034</b>	<b>2,215</b>
420	3,000	0,07300	57,563	5	0,05477	10,16	0,45	12,24	0,012	0,0174	-1,137	<b>0,085</b>	<b>2,319</b>
420	3,500	0,08808	51,212	6	0,06267	12,88	0,40	15,52	0,014	0,0195	-1,055	<b>0,173</b>	<b>2,556</b>
420	4,000	0,10406	45,750	7	0,07118	13,61	0,36	16,40	0,017	0,0219	-0,983	<b>0,252</b>	<b>2,611</b>
420	4,500	0,12466	39,339	8	0,08158	14,29	0,31	17,22	0,019	0,0254	-0,904	<b>0,351</b>	2,660
420	5,000	0,14788	35,044	9	0,09000	14,31	0,27	17,24	0,021	0,0285	-0,830	<b>0,421</b>	2,661
420	5,500	0,17370	31,011	11	0,10285	15,68	0,24	18,89	0,026	0,0322	-0,760	<b>0,493</b>	2,752
420	6,000	0,20566	27,188	12	0,11547	15,91	0,21	19,17	0,029	0,0368	-0,687	0,567	2,767
420	7,000	0,26746	23,287	14			0,18	0,00	0,033	0,0429	-0,573	0,651	
420	7,500	0,32681	19,702	15			0,15	0,00	0,036	0,0508	-0,486	0,738	
420	8,000	0,39012	17,323	18			0,14	0,00	0,043	0,0577	-0,409	0,804	
420	8,500	0,45189	15,834	20			0,12	0,00	0,048	0,0632	-0,345	0,848	
420	9,000	0,50888	14,212	22			0,11	0,00	0,052	0,0704	-0,293	0,902	

**Nota:** i valori di fattore di smorzamento D elencati in tabella si riferiscono al metodo della semibanda di potenza fino a  $\gamma = 0,00478\%$  (primi sette valori). Per deformazioni di taglio maggiori, sono indicati i fattori di smorzamento determinati con il metodo del decremento logaritmico.

Nella penultima ed ultima colonna sono indicati in grassetto i valori impiegati per la interpolazione secondo il modello di Yokota et al. (1981) per quanto riguarda il modulo di taglio normalizzato e lo smorzamento, rispettivamente.

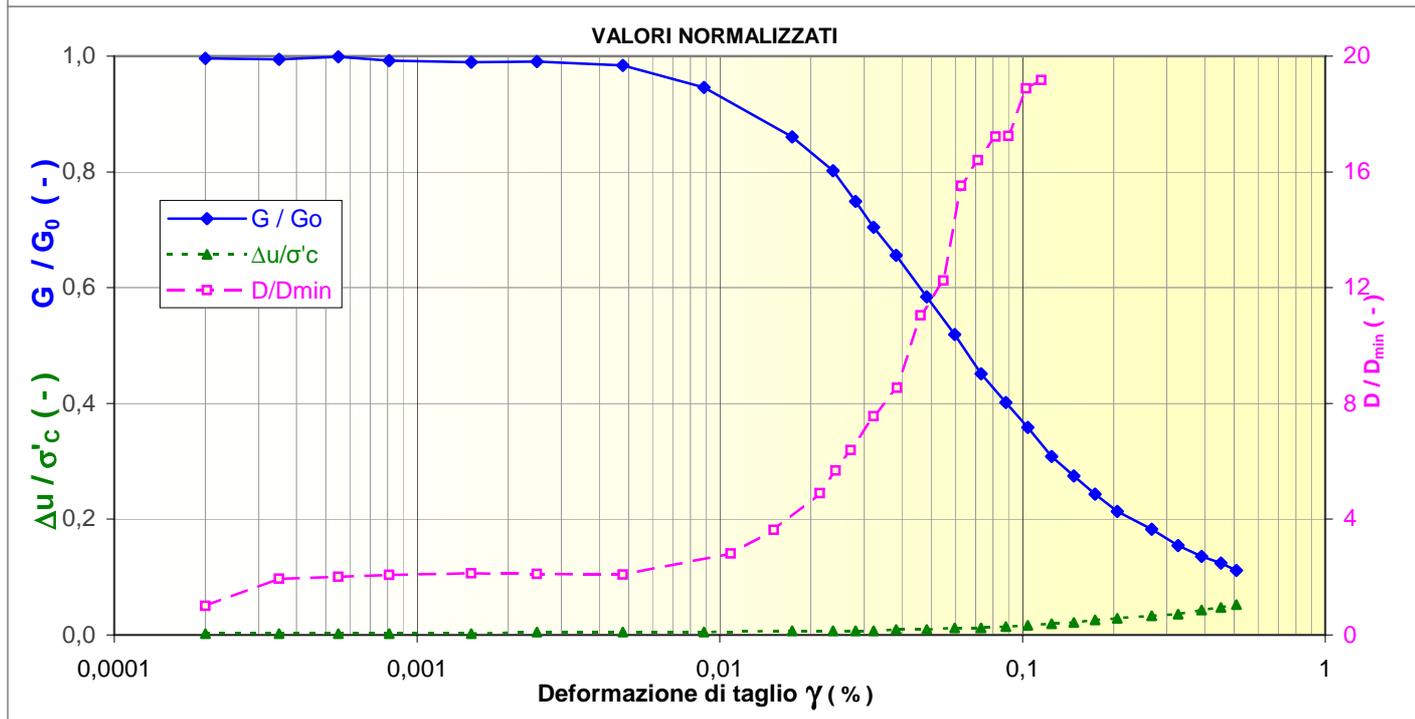
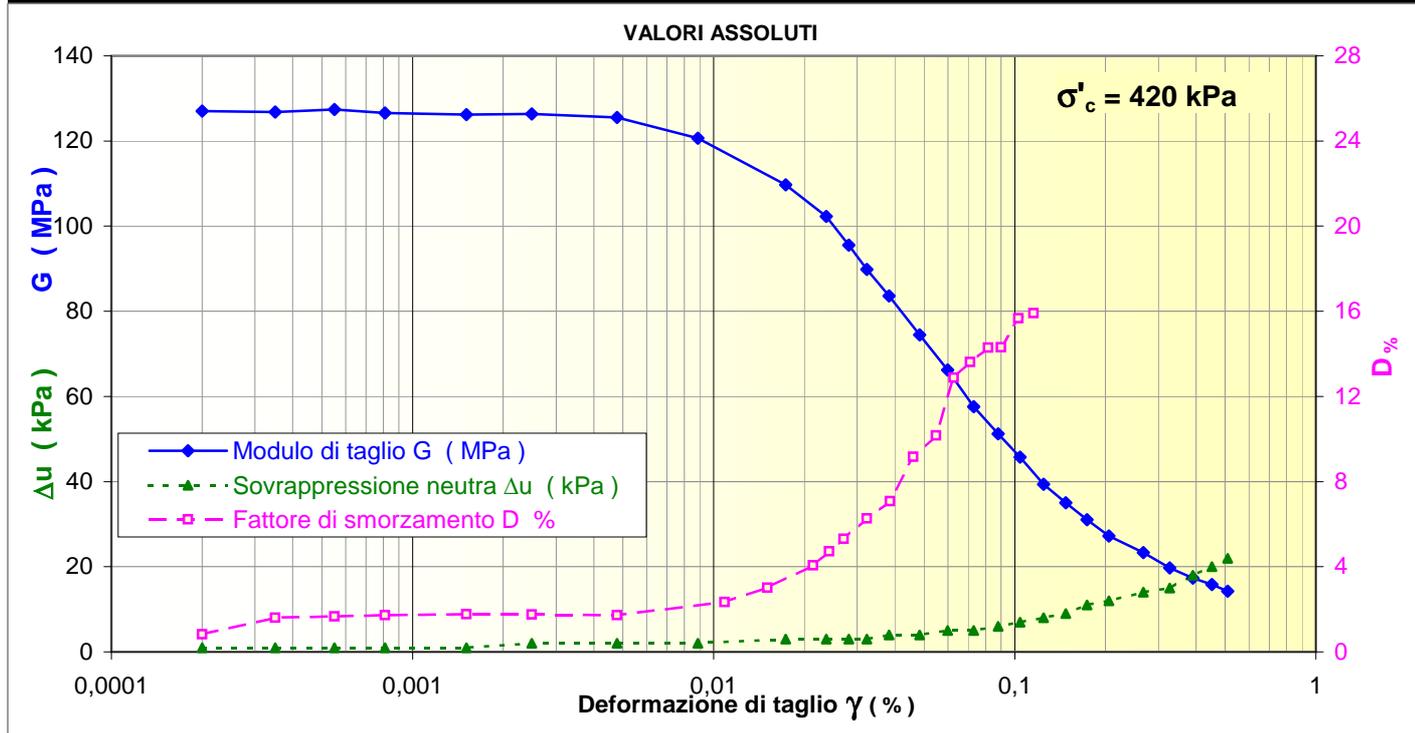
CERTIFICATO DI PROVA DI LABORATORIO SU TERRE n. 4115

Committente: dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		Opera : Microzonazione sismica di livello 3 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)					
Prot. verbale accett.:	13921	Commessa:	ES0118	Certificato:	RC0218	Località:	S. Giovanni Persiceto
Richiesta N°:	1 031	Normativa di riferimento:		ASTM D 4015-07			

Informazioni sul campione

Sondaggio:	S1	Coordinate WGS 84: Est = 11,178139 Nord = 44,628669	Prelevato da:	dott. Collareda	Data accettazione:	10/01/18
Campione:	C1		Data prelievo:	-	Data inizio prova:	11/01/18
Profondità:	13,00 - 13,50 m		Contenitore:	Fustella	Data fine prova:	22/01/18
Descrizione:	limo con argilla		Condizione:	1	Stoccaggio:	sala umida

MISURA DI G E D IN COLONNA RISONANTE - diagrammi



Lo Sperimentatore  
Per. Ind. Fabio Fedrizzi

Il Direttore del Laboratorio  
dott. Andrea Franceschini

## PROVA DINAMICA DI COLONNA RISONANTE

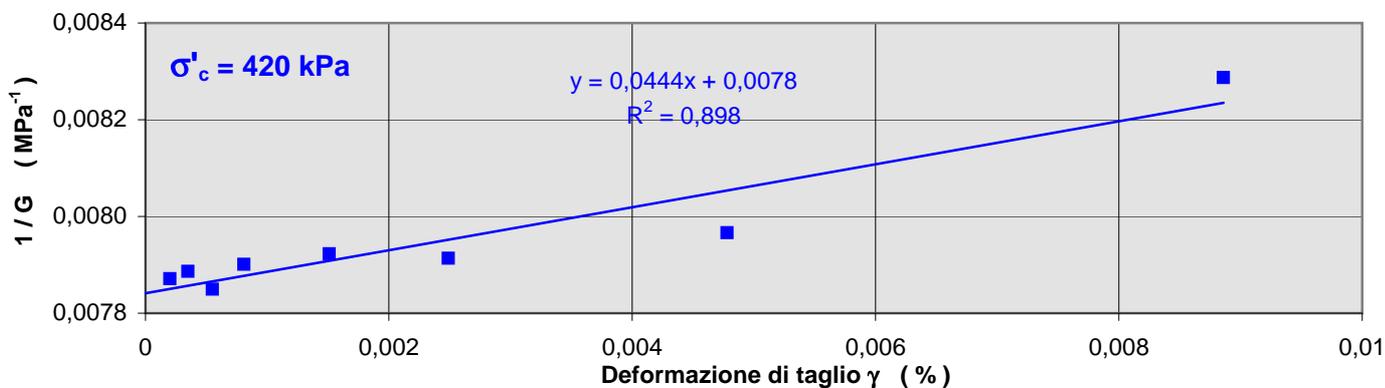
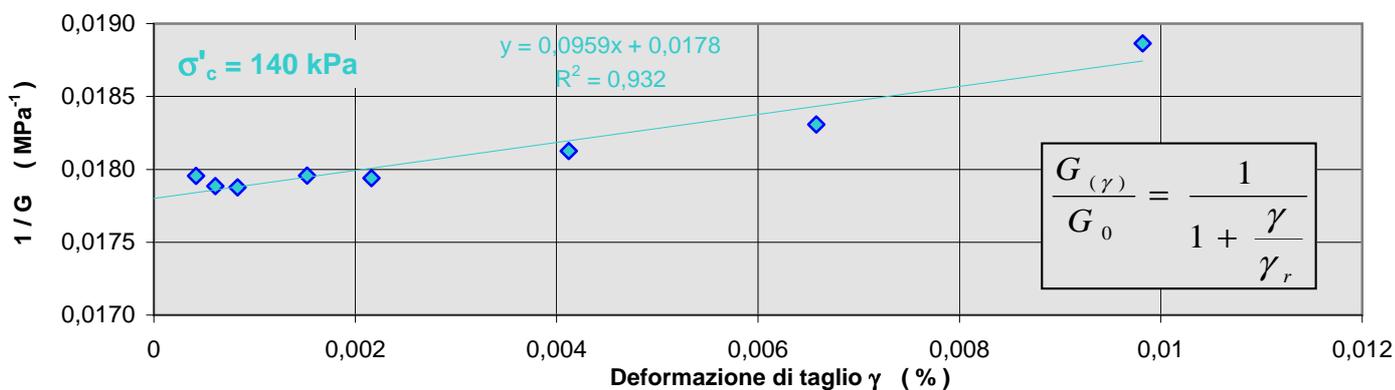
### CERTIFICATO DI PROVA DI LABORATORIO SU TERRE n. 4115

Committente: dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		Opera : Microzonazione sismica di livello 3 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)					
Prot. verbale accett.:	13921	Commessa:	<b>ES0118</b>	Certificato:	<b>RC0218</b>	Località:	S. Giovanni Persiceto
Richiesta N°:	1 031	Normativa di riferimento:		ASTM D 4015-07			

#### Informazioni sul campione

Sondaggio:	S1	Coordinate WGS 84:	Prelevato da:	dott. Collareda	Data accettazione:	10/01/18	
Campione:	C1	Est =	11,178139	Data prelievo:	-	Data inizio prova:	11/01/18
Profondità:	13,00 - 13,50 m	Nord =	44,628669	Contenitore:	Fustella	Data fine prova:	22/01/18
Descrizione:	limo con argilla	Condizione:	1	Stoccaggio:	sala umida		

#### ESTRAPOLAZIONE DI $G_0$ DALLA FUNZIONE IPERBOLICA MODIFICATA DI HARDIN E DRNEVICH (1972)



$\sigma'_c$ kPa	$a = \frac{1}{G_0}$	$b = \frac{1}{\tau_{max}}$	$R^2$	$G_0$ MPa	$\tau_{max}$ kPa	$\gamma_r = \tau_{max}/G_0$ %
140	0,01780	0,0959	0,9320	56,175	10431	0,1857
420	0,00784	0,0444	0,8980	127,532	22507	0,1765

## PROVA DINAMICA DI COLONNA RISONANTE

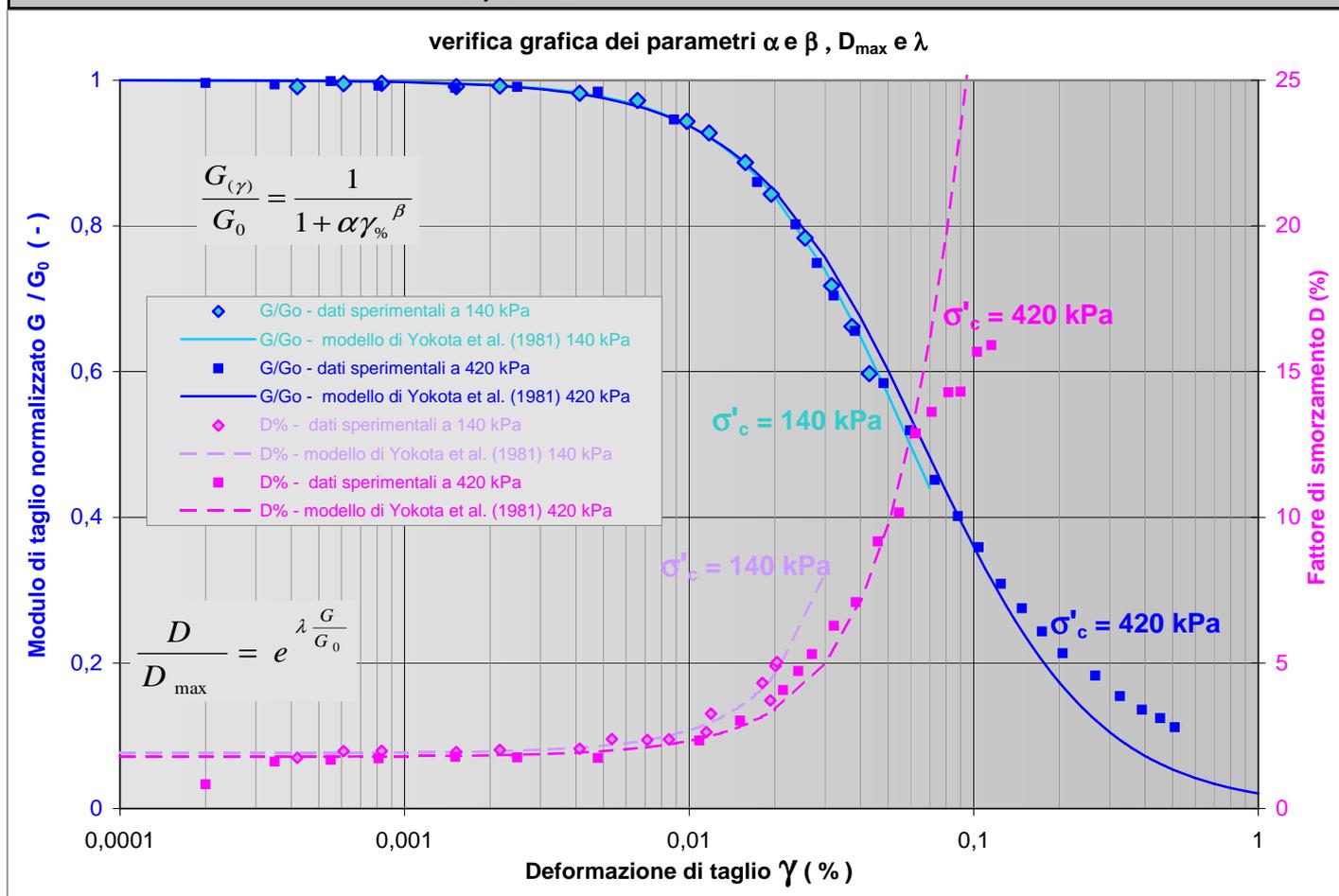
### CERTIFICATO DI PROVA DI LABORATORIO SU TERRE n. 4115

Committente: dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		Opera : Microzonazione sismica di livello 3 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)		
Prot. verbale accett.:	13921	Commessa:	<b>ES0118</b>	Certificato: <b>RC0218</b> Località: S. Giovanni Persiceto
Richiesta N°:	1 031	Normativa di riferimento:	ASTM D 4015-07	

#### Informazioni sul campione

Sondaggio: S1	Coordinate WGS 84:	Prelevato da: dott. Collareda	Data accettazione: 10/01/18
Campione: C1	Est = 11,178139	Data prelievo: -	Data inizio prova: 11/01/18
Profondità: 13,00 - 13,50 m	Nord = 44,628669	Contenitore: Fustella	Data fine prova: 22/01/18
Descrizione: limo con argilla	Condizione: 1	Stoccaggio: sala umida	

#### DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI $\alpha$ , $\beta$ , $D_{max}$ E $\lambda$ DEL MODELLO DI YOKOTA ET AL. (1981)



PRESSIONE MEDIA DI CONSOLIDAZIONE	COSTANTI DEL TERRENO SECONDO IL MODELLO DI YOKOTA ET AL. (1981)					
	$\frac{G_{(\gamma)}}{G_0} = \frac{1}{1 + \alpha \gamma_{\%}^{\beta}}$			$\frac{D}{D_{max}} = e^{\lambda \frac{G}{G_0}}$		
$\sigma'_c$ kPa	$\alpha$	$\beta$	$R^2$	$D_{max}$	$\lambda$	$R^2$
140	71,6231	1,5162	0,9947	475,564	-5,5212	0,9562
420	47,3015	1,4245	0,9926	125,651	-4,2577	0,9810

Lo Sperimentatore  
Per. Ind. Fabio Fedrizzi

Il Direttore del Laboratorio  
dott. Andrea Franceschini



CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE n. 4116

Committente: dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		Opera : Microzonazione sismica di livello 3 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)		
Prot. verbale accettazione:	13921	Commessa:	ES0118	Certificato : AP0118
Località:	S.Giovanni P.			
Richiesta N°:	1031	Normativa di riferimento:		

Informazioni sul campione

Sondaggio:	S2	Coordinate WGS 84:	Prelevato da:	dott. Collareda	Data accettazione:	10/01/18
Campione:	C1	Est = 11,168665	Data prelievo:	-	Data inizio prova:	10/01/18
Profondità:	7,50 - 8,07 m	Nord = 44,642767	Contenitore:	Fustella	Data fine prova:	10/01/18
Descrizione:	sabbia		Condizione:	1	Stoccaggio:	sala umida

CLASSIFICAZIONE A VISTA			PROVE	TORVANE	POCKET		
Profondità [ m ]	DESCRIZIONE	FOTOGRAFIA		N/cm <sup>2</sup>	kPa		
7,50	intervallo di argilla limosa		Munsell © Soil Color Chart: 1 FOR GLEY 3/N "grigio molto scuro"	non applicabile	430		
7,62	sabbia fine omogenea					prova di colonna risonante granulometria aerometria massa volumica dei grani massa volumica apparente contenuto in acqua	210
8,07							340
					640		

Lo Sperimentatore  
Per. Ind. Fabio Fedrizzi

Il Direttore del Laboratorio  
dott. Andrea Franceschini



**CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE n. 4117**

<b>Committente:</b> dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		<b>Opera :</b> Microzonazione sismica di livello 3 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)		
<b>Prot.verb.acc.:</b> 13921	<b>Commessa:</b> <b>ES0118</b>	<b>Certificato:</b> <b>W0118</b>	<b>Località:</b> S. Giovanni P.	
<b>Richiesta N°:</b> 1031	<b>Normativa di riferimento:</b> UNI EN ISO 17892-1:2015			

**Informazioni sul campione**

<b>Sondaggio:</b> S2	<b>Coordinate WGS 84:</b> x = 11,168665 y = 44,642767	<b>Prelevato da:</b> dott. Collareda	<b>Data accettazione:</b> 10/01/18
<b>Campione:</b> C1		<b>Data prelievo:</b> -	<b>Data inizio prova:</b> 10/01/18
<b>Profondità:</b> 7,50 - 8,07 m		<b>Contenitore:</b> Fustella	<b>Data fine prova:</b> 10/01/18
<b>Descrizione:</b> sabbia		<b>Condizione:</b> 1	<b>Stoccaggio:</b> sala umida

**dettagli sul prelievo dei provini (cfr. 5.1.3)**

- provino selezionato da campione sciolto (terreno incoerente) dopo accurata miscelatura
- selezione di un campione rappresentativo da terreno fino omogeneo
- selezione di più provini da terreno fino eterogeneo

**altre informazioni**

- massa del campione utilizzato minore del minimo (cfr. tabella 1 della norma) perché:
  - disponibilità di campione ridotto avente grani grossi
  - altro motivo:
- non esclusione di singole particelle grossolane da un campione ridotto
- essiccazione a temperatura di \_\_\_\_\_ °C per presenza di organico o acqua legata chimicamente

numero tara		270	263	269		
massa umida lorda	$m_1$ [g]	138,074	148,408	152,755		
massa secca lorda	$m_2$ [g]	118,972	128,320	130,240		
massa della tara	$m_c$ [g]	55,036	55,081	55,015		
massa dell'acqua	$m_w$ [g]	19,102	20,088	22,515		
massa secca	$m_d$ [g]	63,936	73,239	75,225		
<b>contenuto in acqua</b>	<b>w</b> [%]	<b>29,88%</b>	<b>27,43%</b>	<b>29,93%</b>		

<b>contenuto in acqua w [%] 29,1%</b>
---------------------------------------

Lo Sperimentatore  
Claudia Tomazzoli

Il Direttore del Laboratorio  
dott. Andrea Franceschini



**CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE n. 4118**

<b>Committente:</b> dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		<b>Opera :</b> Microzonazione sismica di livello 3 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)	
<b>Prot.verb.acc.:</b> 13921	<b>Commessa:</b> <b>ES0118</b>	<b>Certificato :</b> <b>MV0118</b>	<b>Località:</b> S.Giovanni P.
<b>Richiesta N°:</b> 1031	<b>Normativa di riferimento:</b> UNI EN ISO 17892-2:2015		

**Informazioni sul campione**

<b>Sondaggio:</b> S2	<b>Coordinate WGS 84:</b>	<b>Prelevato da:</b> dott. Collareda	<b>Data accettaz.:</b> 10/01/2018
<b>Campione:</b> C1	Est = 11,168665	<b>Data prelievo:</b> -	<b>Data inizio prova:</b> 10/01/2018
<b>Profondità:</b> 7,50 - 8,07 m	Nord = 44,642767	<b>Contenitore:</b> Fustella	<b>Data fine prova:</b> 10/01/2018
<b>Descrizione:</b> sabbia		<b>Condizione:</b> 1	<b>Stoccaggio:</b> sala umida

**METODO DELLE MISURE LINEARI SU PROVINI DI FORMA REGOLARE**

Numero tara		1	2	3
Massa lorda	[ g ]	551,97	542,30	
Massa della tara	[ g ]	184,613	180,668	
Massa netta	<i>m</i> [ g ]	367,357	361,632	
Volume netto	<i>V</i> [ cm <sup>3</sup> ]	196,350	196,350	
<b>Massa volumica apparente</b>	<b><math>\rho</math> [ Mg/m<sup>3</sup> ]</b>	<b>1,87</b>	<b>1,84</b>	

**Prova eseguita su:**

- provini risagomati da campione in blocco
- provini direttamente estrusi da campionatore
- provini ridotti rispetto al campionatore:
  - prismatici da fustella
  - cilindrici da fustella
  - cilindrici da tornietto

**METODO CON IMMERSIONE IN ACQUA**

Numero provino		A	B	
Massa del provino	<i>m</i> [ g ]			
Massa provino stuccato	<i>m<sub>f</sub></i> [ g ]			
Massa provino paraffinato	<i>m<sub>c</sub></i> [ g ]			
Massa provino immerso	<i>m<sub>g</sub></i> [ g ]			
Densità dell'acqua	$\rho_{fl}$ [ g/cm <sup>3</sup> ]			
Densità della paraffina	$\rho_p$ [ g/cm <sup>3</sup> ]			
Volume lordo	<i>V<sub>tot</sub></i> [ cm <sup>3</sup> ]			
Volume strato di paraffina	<i>V<sub>c</sub></i> [ cm <sup>3</sup> ]			
Volume netto	<i>V</i> [ cm <sup>3</sup> ]			
<b>Massa volumica apparente</b>	<b><math>\rho</math> [ Mg/m<sup>3</sup> ]</b>			

**DETERMINAZIONE DENSITÀ SECCA ATTRAVERSO IL CONTENUTO IN ACQUA**

Numero provino		A	B	
Contenuto in acqua	<i>w</i>			
<b>Densità secca</b>	<b><math>\rho_d</math> [ Mg/m<sup>3</sup> ]</b>			

<b>MASSA VOLUMICA APPARENTE</b>	<b>[ Mg/m<sup>3</sup> ]</b>	<b>1,86</b>
<b>DENSITÀ SECCA</b>	<b>[ Mg/m<sup>3</sup> ]</b>	

Lo Sperimentatore  
Per. Ind. Fabio Fedrizzi

Il Direttore del Laboratorio  
dott. Andrea Franceschini



**CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE n. 4119**

<b>Committente:</b> dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		<b>Opera :</b> Microzonazione sismica di livello 3 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)	
<b>Prot.verb.acc.:</b> 13921	<b>Commessa:</b> <b>ES0118</b>	<b>Certificato:</b> <b>GS0118</b>	<b>Località:</b> S. Giovanni P.
<b>Richiesta N°:</b> 1031	<b>Normativa di riferimento:</b> UNI EN ISO 17892-3:2015		

**Informazioni sul campione**

<b>Sondaggio:</b> S2	<b>Coordinate WGS 84:</b> Est = 11,168665 Nord = 44,642767	<b>Prelevato da:</b> dott. Collareda	<b>Data accettazione:</b> 10/01/18
<b>Campione:</b> C1		<b>Data prelievo:</b> -	<b>Data inizio prova:</b> 10/01/18
<b>Profondità:</b> 7,50 - 8,07 m		<b>Contenitore:</b> Fustella	<b>Data fine prova:</b> 10/01/18
<b>Descrizione:</b> sabbia		<b>Condizione:</b> 1	<b>Stoccaggio:</b> sala umida

**Informazioni relative alla prova:**

Determinazione della massa volumica dei granuli solidi (densità assoluta) con il metodo del picnometro a fluido (par. 5.1 della norma)

**esecuzione della prova:**

- Metodo A: provini essiccati in forno (cfr. 5.1.4.1 della norma)
- Metodo B: provini umidi (cfr. 5.1.4.2 della norma)

**picnometro utilizzato (cfr. 5.1.3.2):**

- picnometro 50 ml
- picnometro di capacità: 100 ml

**altro (cfr. 5.1.3.3 e 5.1.3.4):**

- provino particolarmente organico
- frantumazione dei grani con frantoio

**saturazione con (cfr. 5.1.4.1.2 e 5.1.4.2.2):**

- agitazione meccanica
- applicazione di vuoto
- riscaldamento blando

**Esecuzione di due determinazioni:**

numero picnometro usato		113	120
massa del picnometro	$m_0$ [g]	55,887	55,308
massa del picnometro con acqua alla marca di fede	$m_1$ [g]	155,098	154,521
temperatura con cui è determinata $m_1$	$T_1$ [°C]	23,0	23,0
densità dell'acqua alla temperatura $T_1$	$\rho_{L1}$ [Mg/m <sup>3</sup> ]	0,9976	0,9976
massa picnometro con provino secco	$m_2$ [g]	87,662	91,216
massa picnometro con provino saturo e acqua	$m_3$ [g]	175,146	177,163
temperatura con cui è determinata $m_3$	$T_3$ [°C]	23,0	23,0
densità dell'acqua alla temperatura $T_3$	$\rho_{L3}$ [Mg/m <sup>3</sup> ]	0,9976	0,9976
massa del provino secco	$m_4$ [g]	31,775	35,908
<b>massa volumica dei granuli solidi</b>	<b><math>\rho_s</math> [Mg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>2,703</b>	<b>2,700</b>

<b>massa volumica dei granuli solidi (media) <math>\rho_s</math> [Mg/m<sup>3</sup>] 2,70</b>
--

Lo Sperimentatore  
Claudia Tomazzoli

Il Direttore del Laboratorio  
dott. Andrea Franceschini



## CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE n. 4120

Committente: dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		Opera: Microzonazione sismica di livello 3 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)	
Prot.verb.acc.: 13921	Commessa: <b>ES0118</b>	Certificato : <b>AE0118</b>	Località: S. Giovanni Persiceto
Richiesta N°: 1031	Normativa di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005		

## Informazioni sul campione

Sondaggio: S2	Coordinate WGS 84:	Prelevato da: dott. Collareda	Data accettazione: 10/01/18
Campione: C1	Est = 11,16867	Data prelievo: -	Data inizio prova: 10/01/18
Profondità: 7,50 - 8,07 m	Nord = 44,64277	Contenitore: Fustella	Data fine prova: 10/01/18
Descrizione: sabbia		Condizione: 1	Stoccaggio: sala umida

Massa totale secca iniziale g 101,973

 PRETRATTAMENTO MATERIA ORGANICA E/O CALCEA

Ammontare della quantità rimossa g

 METODO UMIDO

Massa del trattenuto dopo lavaggio g 92,213

 SEPARAZIONE DEL GROSSOLANO

Massa secca trattenuto > 4 mm g

Massa secca trattenuto < 4 mm g

 QUARTATURA DEL FINO

Massa tratt. < 4 mm dopo quartatura g

 AEROMETRIA

Massa volumica grani  valore determinato  
 valore assunto

NUMERO SETACCIO	DIAMETRO NOMINALE μm	MASSA PARZIALE			MASSA CUMULATIVA g	PERCENTUALE PASSANTE	
		GROSSO g	FINO				GROSSO + FINO g
			quartato g	non quartato g			
1	90000				0,000	0,000	100,00%
2	63000				0,000	0,000	100,00%
3	45000				0,000	0,000	100,00%
4	22400				0,000	0,000	100,00%
5	11200				0,000	0,000	100,00%
6	6300				0,000	0,000	100,00%
7	4000				0,000	0,000	100,00%
8	2000				0,000	0,000	100,00%
9	1000				0,018	0,018	99,98%
10	500				0,103	0,121	99,88%
11	250				24,819	24,940	75,54%
12	125				61,916	86,856	14,82%
13	63				5,057	91,913	9,87%
FONDO DI RACCOLTA					0,175	92,088	
TOTALE					92,088		

Lo Sperimentatore  
Claudia Tomazzoli

Il Direttore del Laboratorio  
dott. Andrea Franceschini

**CERTIFICATO DI LABORATORIO SU TERRE n. 4120**

Committente: dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		Opera : Microzonazione sismica di livello 3 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO)	
Prot.verb.acc.: 13921	Commessa: <b>ES0118</b>	<b>AE0118</b>	Località: S. Giovanni Persiceto
Richiesta N°: 1031	Normativa di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005		

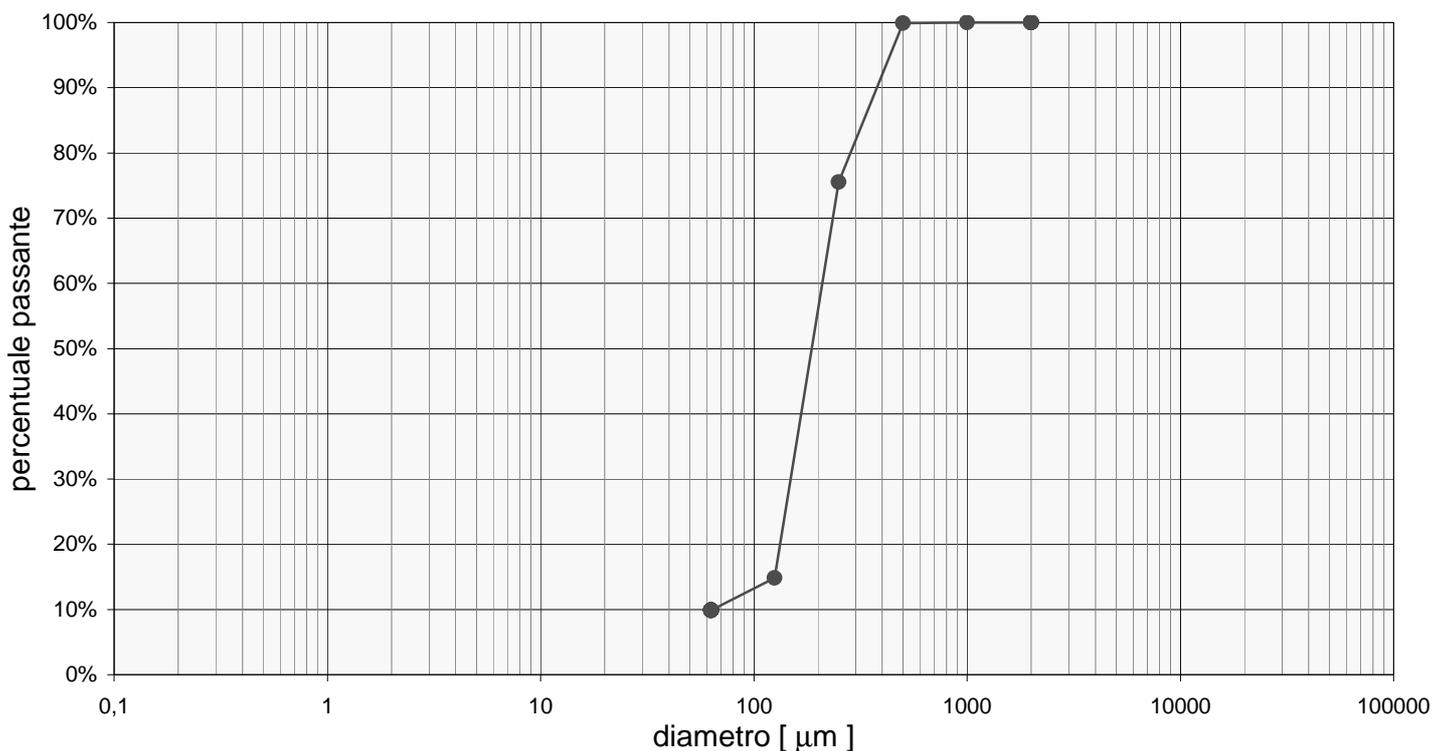
**Informazioni sul campione**

Sondaggio: S2	Coordinate WGS 84: x = 11,16867 y = 44,64277	Prelevato da: dott. Collareda	Data accettazione: 10/01/18
Campione: C1		Data prelievo: -	Data inizio prova: 10/01/18
Profondità: 7,50 - 8,07 m		Contenitore: Fustella	Data fine prova: 10/01/18
Descrizione: sabbia		Condizione: 1	Stoccaggio: sala umida

<b>UNI EN ISO 14688-1:2003</b>	Fino	Medio	Grosso	Fine	Media	Grossa	Fine	Media	Grossa	Ciottoli
	6.3 20			200 630			6300 20000			
Argilla	Limo			Sabbia			Ghiaia			
	2	63			2000			63000		

<b>A.S.T.M. D 2487 - 00</b>	Fine	Media	Grossa	Fine	Grossa	
	425 2000			19000		
Argilla e / o limo	Sabbia			Ghiaia		
	75			4750 75000		

<b>A.G.I. 1977</b>	Argilla	Limo	Sabbia	Ghiaia	
	2	60	2000	60000	



Coefficiente di uniformità $C_u = D_{60}/D_{10}$	Coefficiente di curvatura $C_c = D_{30}^2/(D_{10} \times D_{60})$
3,23	1,65

**PROVA DINAMICA DI COLONNA RISONANTE****CERTIFICATO DI PROVA DI LABORATORIO SU TERRE n. 4121**

<b>Committente:</b> dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		<b>Opera :</b> Microzonazione sismica di livello 3 del comune di San Giovanni in Persiceto (BO)	
<b>Prot. verb. accett.:</b> 13921	<b>Commessa:</b> <b>ES0118</b>	<b>Certificato:</b> <b>RC0118</b>	<b>Località:</b> S. Giovanni Persiceto
<b>Richiesta N°:</b> 1031	<b>Normativa di riferimento:</b> ASTM D 4015-07		

**Informazioni sul campione**

<b>Sondaggio:</b> S2	<b>Coordinate WGS 84:</b>	<b>Prelevato da:</b> dott. Collareda	<b>Data accettazione:</b> 10/01/18
<b>Campione:</b> C1	Est = 11,168665	<b>Data prelievo:</b> -	<b>Data inizio prova:</b> 10/01/18
<b>Profondità:</b> 7,50 - 8,07 m	Nord = 44,642767	<b>Contenitore:</b> fustella	<b>Data fine prova:</b> 10/01/18
<b>Descrizione:</b> sabbia		<b>Condizione:</b> 1	<b>Stoccaggio:</b> sala umida

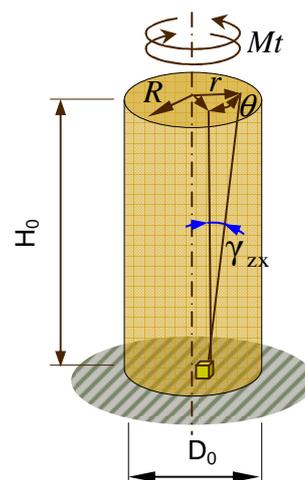
**CARATTERISTICHE FISICHE DEL PROVINO**

Diametro iniziale	$D_0 =$	50,00 mm
Altezza iniziale	$H_0 =$	100,00 mm
Sezione iniziale	$A_0 =$	19,635 cm <sup>2</sup>
Volume iniziale	$V_0 =$	196,350 cm <sup>3</sup>
Massa iniziale	$M_0 =$	367,357 g
Peso di volume iniziale	$\gamma_0 =$	18,346 kN/m <sup>3</sup>

Sezione finale	$A_C =$	19,355 cm <sup>2</sup>
Volume finale	$V_C =$	193,127 cm <sup>3</sup>
Massa finale	$M_F =$	350,531 g
Massa secca	$M_S =$	276,221 g
Peso di volume finale	$\gamma_F =$	17,798 kN/m <sup>3</sup>

Contenuto in acqua iniziale	$w_0 =$	33,0%
Contenuto in acqua finale	$w_F =$	26,9%

Metodo di preparazione provino:  
provino confezionato con fustellatura da carota estrusa da Shelby

**DATI RELATIVI ALLA PROVA**

La prova è stata condotta esplorando un campo di deformazioni esteso oltre la soglia elastica (*Large-Strain-Test*) fino alla massima potenza, in condizioni non drenate. La misura del fattore di smorzamento  $D$  è stata condotta con il metodo della semibanda di potenza (*half-power bandwidth method*) in condizioni di oscillazioni forzate (*steady state method*). Una volta che la frequenza di risonanza è stata identificata, una seconda misura di fattore di smorzamento  $D$  è stata condotta utilizzando il metodo del decremento logaritmico in condizioni di oscillazioni libere (*amplitude decay method*), che consiste nell'applicare nuovamente la sollecitazione e mantenerla per il tempo strettamente necessario a raggiungere le condizioni di stazionarietà del moto e quindi nell'interromperla bruscamente.

Il metodo della semibanda di potenza è basato sulla teoria dell'elasticità ed è accurato per piccole deformazioni di taglio  $\gamma$ , generalmente inferiori a 0,005%, per le quali d'altra parte il metodo del decremento logaritmico è più soggetto a disturbi dovuti a rumore di fondo. Per deformazioni maggiori si preferisce il metodo del decremento logaritmico, calcolando il fattore di smorzamento con i primi tre cicli di vibrazione e riferendo i valori ad una deformazione di taglio  $\gamma$  calcolata dalla media delle deformazioni dei primi tre cicli di vibrazione (cfr. Darendeli, 2001 - "*Development of a new family of normalized modulus reduction and material damping curves*").

Lo Sperimentatore  
Per. Ind. Fabio Fedrizzi

Il Direttore del Laboratorio  
dott. Andrea Franceschini

## PROVA DINAMICA DI COLONNA RISONANTE

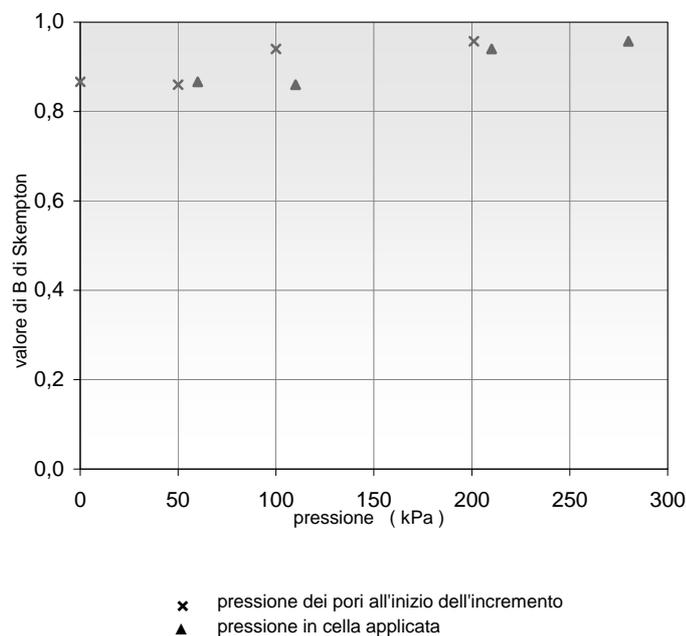
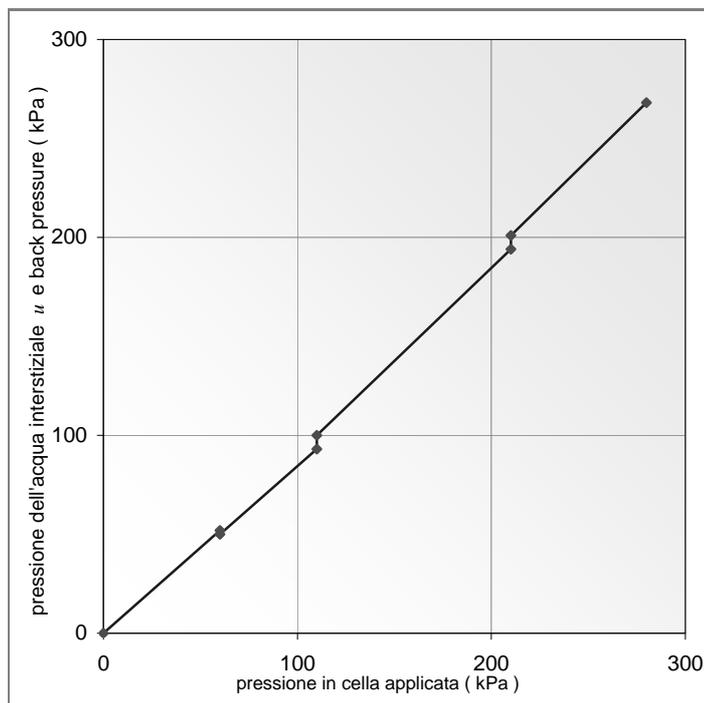
### CERTIFICATO DI PROVA DI LABORATORIO SU TERRE n. 4121

Committente: dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		Opera : Microzonazione sismica di livello 3 del comune di San Giovanni in Persiceto (BO)		
Prot. verbale accettaz.:	13921	Commessa:	<b>ES0118</b>	Certificato: <b>RC0118</b> Località: S. Giovanni Persiceto
Richiesta N°:	1 031	Normativa di riferimento: ASTM D 4015-07		

#### Informazioni sul campione

Sondaggio:	S2	Coordinate WGS 84:	Prelevato da:	dott. Collareda	Data accettazione:	10/01/18
Campione:	C1	Est = 11,168665	Data prelievo:	-	Data inizio prova:	10/01/18
Profondità:	7,50 - 8,07 m	Nord = 44,642767	Contenitore:	fustella	Data fine prova:	10/01/18
Descrizione:	sabbia		Condizione:	1	Stoccaggio:	sala umida

#### FASE DI SATURAZIONE



Data	Ora	Pressione in cella	Back Pressure	Pressione dell'acqua dei pori	Differenza pwp	Valore di B	Variazione di volume sulla linea di Back Pressure		
							prima	dopo	differenza
gg/mm/aa	hh.mm	kPa	kPa	kPa	kPa		cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
08/01/18	9.48	0	0	0			0,00	0,00	0,00
08/01/18	11.51	60	-	52	52	0,867			
08/01/18	13.59	60	50	50			0,00	-0,40	-0,40
08/01/18	14.07	110	-	93	43	0,860			
09/01/18	7.53	110	100	100			-0,50	-2,40	-1,90
09/01/18	8.24	210	-	194	94	0,940			
09/01/18	9.56	210	200	201			-2,46	-2,82	-0,36
09/01/18	11.02	280	-	268	67	<b>0,957</b>			

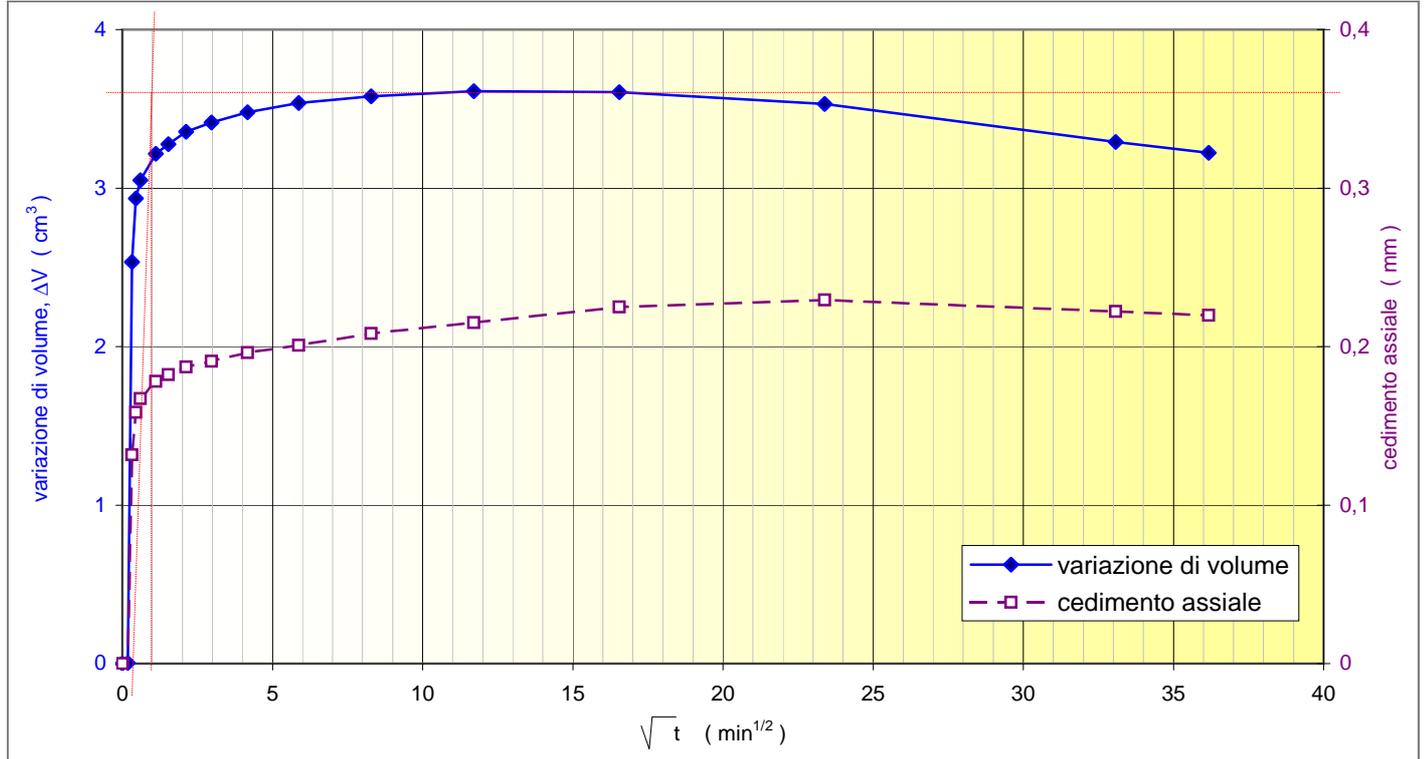
CERTIFICATO DI PROVA DI LABORATORIO SU TERRE n. 4121

Committente: dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		Opera : Microzonazione sismica di livello 3 del comune di San Giovanni in Persiceto (BO)			
Prot. verbale accettaz.:	13921	Commessa:	ES0118	Certificato:	RC0118
Località:	S. Giovanni Persiceto				
Richiesta N°:	1 031	Normativa di riferimento:	ASTM D 4015-07		

Informazioni sul campione

Sondaggio:	S2	Coordinate WGS 84:	Prelevato da:	dott. Collareda	Data accettazione:	10/01/18
Campione:	C1	Est = 11,168665	Data prelievo:	-	Data inizio prova:	10/01/18
Profondità:	7,50 - 8,07 m	Nord = 44,642767	Contenitore:	fustella	Data fine prova:	10/01/18
Descrizione:	sabbia		Condizione:	1	Stoccaggio:	sala umida

FASE DI CONSOLIDAZIONE



Pressione efficace	80 kPa	Data	Ora	Tempo t minuti	$\sqrt{t}$ kPa	Variaz. di volume		Cedimento assiale	
						lettura cm³	differenza cm³	lettura mm	differenza mm
Pressione di cella	280 kPa								
Back Pressure	200 kPa								
Pwp dopo build-up	268 kPa	09/01/18	11.05	0,0	0,0	-1,603	0,000	-0,390	0
Differenza	68 kPa	09/01/18	11.05	0,0	0,2	-1,599	0,004	-0,391	-0,0008
□ con ✓ senza	drenaggi laterali	09/01/18	11.05	0,1	0,3	0,9317	2,535	-0,258	0,1317
		09/01/18	11.05	0,2	0,4	1,331	2,934	-0,231	0,1586
	D <sub>0</sub> = 50,00 mm	09/01/18	11.05	0,4	0,6	1,446	3,049	-0,223	0,1671
	H <sub>0</sub> = 100,00 mm	09/01/18	11.06	1,2	1,1	1,614	3,217	-0,212	0,1781
	A <sub>0</sub> = 19,635 cm²	09/01/18	11.07	2,3	1,5	1,674	3,277	-0,208	0,1822
	V <sub>0</sub> = 196,35 cm³	09/01/18	11.09	4,5	2,1	1,752	3,355	-0,203	0,1871
	$\sqrt{t_{100}}$ = 0,4 min <sup>1/2</sup>	09/01/18	11.14	8,8	3,0	1,811	3,414	-0,199	0,1908
	t <sub>100</sub> = 0,16 min	09/01/18	11.22	17,4	4,2	1,876	3,479	-0,194	0,1961
	ΔV = 3,223 cm³	09/01/18	11.39	34,5	5,9	1,933	3,536	-0,189	0,2009
	V <sub>C</sub> = 193,13 cm³	09/01/18	12.14	68,7	8,3	1,977	3,580	-0,182	0,2083
	ΔH = 0,2197 mm	09/01/18	13.22	137,1	11,7	2,008	3,611	-0,175	0,2152
	H <sub>C</sub> = 99,7803 mm	09/01/18	15.39	273,8	16,5	2,002	3,605	-0,165	0,225
	ε <sub>V</sub> = 1,64 %	09/01/18	20.12	547,2	23,4	1,927	3,530	-0,160	0,2295
	A <sub>C</sub> = 19,355 cm²	10/01/18	5.19	1093,9	33,1	1,688	3,291	-0,168	0,2221
	D <sub>C</sub> = 49,64 mm	10/01/18	8.54	1308,8	36,2	1,62	3,223	-0,170	0,2197

Lo Sperimentatore  
Per. Ind. Fabio Fedrizzi

Il Direttore del Laboratorio  
dott. Andrea Franceschini

## PROVA DINAMICA DI COLONNA RISONANTE

### CERTIFICATO DI PROVA DI LABORATORIO SU TERRE n. 4121

Committente: dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI			Opera : Microzonazione sismica di livello 3 del comune di San Giovanni in Persiceto (BO)		
Prot. verbale accett.:	13921	Commessa:	<b>ES0118</b>	Certificato:	<b>RC0118</b>
Località:	S. Giovanni Persiceto				
Richiesta N°:	1 031	Normativa di riferimento:	ASTM D 4015-07		

#### Informazioni sul campione

Sondaggio:	S2	Coordinate WGS 84:	Prelevato da:	dott. Collareda	Data accettazione:	10/01/18	
Campione:	C1	Est =	11,168665	Data prelievo:	-	Data inizio prova:	10/01/18
Profondità:	7,50 - 8,07 m	Nord =	44,642767	Contenitore:	fustella	Data fine prova:	10/01/18
Descrizione:	sabbia	Condizione:	1	Stoccaggio:	sala umida		

#### MISURA DI G E D IN COLONNA RISONANTE - valori

Valore di rigidità iniziale $G_0$ :	$G_0 =$	64,176	MPa
Valore di smorzamento iniziale pari al minimo misurato:	$D_{min} =$	1,10	%
Il valore di $G_0$ è stato: <input checked="" type="checkbox"/> determinato attraverso estrapolazione secondo il modello di <i>Hardin e Drnevich (1972)</i> computando le prime 8 misure di modulo di taglio G			
<input type="checkbox"/> scelto dal valore massimo dalle misure effettuate in laboratorio, a deformazioni bassissime			

Dati misurati					Smorzamento (vedi nota)		Dati normalizzati			Dati per modelli			
pressione consolidaz.	ampiezza tensione	deformazione semiampiezz	modulo di taglio	pressione neutra	deformazione semiampiezz	smorzamento	$G / G_0$	$D / D_{min}$	$\Delta u / \sigma'_c$	Hardin e Drnevich	Yokota et al.		
$\sigma'_c$ kPa	U V	$\gamma$ %	G MPa	$\Delta u$ kPa	$\gamma$ %	D %				1 / G	log ( $\gamma$ )	log ( $G_0/G-1$ )	ln(D)
80	0,002	0,00050	63,261	0	0,00050	1,10	0,99	1,00	0,000	0,0158	-3,301	<b>-1,840</b>	<b>0,094</b>
80	0,005	0,00105	62,453	0	0,00105	1,29	0,97	1,17	0,000	0,0160	-2,979	<b>-1,559</b>	<b>0,252</b>
80	0,010	0,00184	61,321	0	0,00184	1,39	0,96	1,27	0,000	0,0163	-2,735	<b>-1,332</b>	<b>0,330</b>
80	0,015	0,00248	60,000	0	0,00248	1,52	0,93	1,38	0,000	0,0167	-2,606	<b>-1,157</b>	<b>0,420</b>
80	0,020	0,00313	59,385	0	0,00313	1,53	0,93	1,39	0,000	0,0168	-2,504	<b>-1,093</b>	<b>0,423</b>
80	0,030	0,00426	57,814	0	0,00426	1,68	0,90	1,53	0,000	0,0173	-2,371	<b>-0,958</b>	<b>0,521</b>
80	0,050	0,00621	55,413	0	0,00495	2,11	0,86	1,92	0,000	0,0180	-2,207	<b>-0,801</b>	<b>0,748</b>
80	0,080	0,00883	51,951	0	0,00708	2,72	0,81	2,48	0,000	0,0192	-2,054	<b>-0,628</b>	<b>1,001</b>
80	0,150	0,01396	47,499	2	0,01128	3,54	0,74	3,22	0,025	0,0211	-1,855	<b>-0,455</b>	<b>1,264</b>
80	0,250	0,0226	38,191	10	0,01608	4,62	0,60	4,20	0,125	0,0262	-1,646	<b>-0,167</b>	<b>1,531</b>
80	0,400	0,03265	33,125	19	0,02355	5,92	0,52	5,39	0,238	0,0302	-1,486	<b>-0,028</b>	<b>1,779</b>
80	0,600	0,05886	20,268	34	0,03094	6,77	0,32	6,16	0,425	0,0493	-1,230	<b>0,336</b>	<b>1,912</b>
80	0,800	0,07940	17,428	41	0,04405	10,28	0,27	9,36	0,513	0,0574	-1,100	<b>0,429</b>	<b>2,330</b>
80	1,000	0,11798	12,248	51	0,06970	11,10	0,19	10,10	0,638	0,0816	-0,928	<b>0,627</b>	<b>2,407</b>
80	1,200	0,21427	6,677	63	0,09974	10,53	0,10	9,58	0,788	0,1498	-0,669	<b>0,935</b>	2,354
80	1,000	0,35085	2,708	69	-	-	0,04	-	0,863	0,3693	-0,455	1,356	-
80	1,000	0,65646	1,371	73	-	-	0,02	-	0,913	0,7294	-0,183	1,661	-

Nota: i valori di fattore di smorzamento D elencati in tabella si riferiscono al metodo della semibanda di potenza fino a  $\gamma = 0,00426\%$  (primi sei valori). Per deformazioni di taglio maggiori, sono indicati i fattori di smorzamento determinati con il metodo del decremento logaritmico, considerando i primi tre cicli di vibrazioni libere. La deformazione di taglio  $\gamma$  a cui la misura è riferita è la media delle ampiezze dei primi tre cicli di deformazione.

Nella penultima ed ultima colonna sono indicati in grassetto i valori impiegati per la interpolazione secondo il modello di Yokota et al. (1981) per quanto riguarda il modulo di taglio normalizzato e lo smorzamento, rispettivamente.

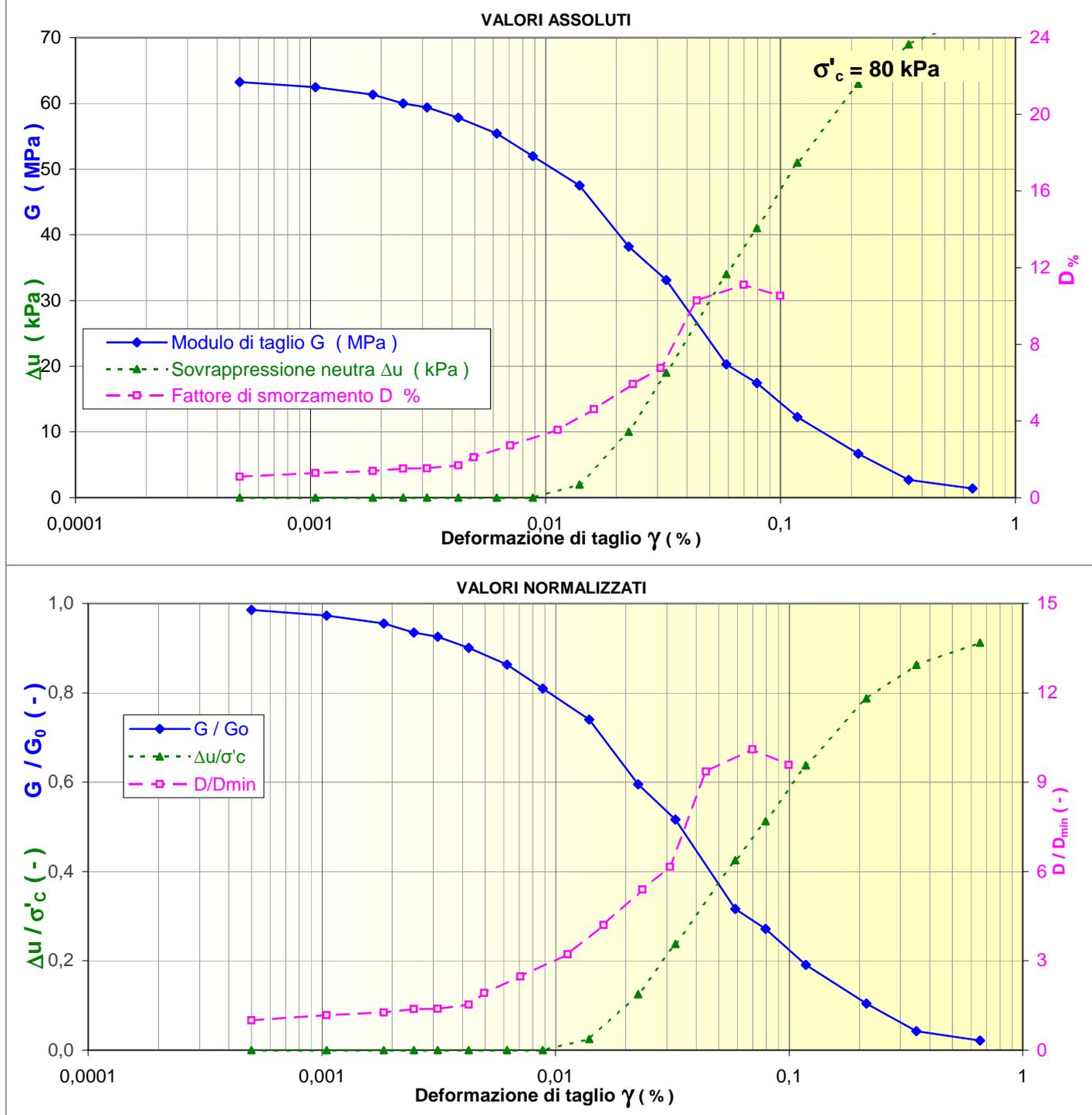
CERTIFICATO DI PROVA DI LABORATORIO SU TERRE n. 4121

Committente: dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		Opera : Microzonazione sismica di livello 3 del comune di San Giovanni in Persiceto (BO)					
Prot. verbale accett.:	13921	Commessa:	ES0118	Certificato:	RC0118	Località:	S. Giovanni Persiceto
Richiesta N°:	1 031	Normativa di riferimento:		ASTM D 4015-07			

Informazioni sul campione

Sondaggio:	S2	Coordinate WGS 84: Est = 11,168665 Nord = 44,642767	Prelevato da:	dott. Collareda	Data accettazione:	10/01/18
Campione:	C1		Data prelievo:	-	Data inizio prova:	10/01/18
Profondità:	7,50 - 8,07 m		Contenitore:	fustella	Data fine prova:	10/01/18
Descrizione:	sabbia		Condizione:	1	Stoccaggio:	sala umida

MISURA DI G E D IN COLONNA RISONANTE - diagrammi



Lo Sperimentatore  
Per. Ind. Fabio Fedrizzi

Il Direttore del Laboratorio  
dott. Andrea Franceschini

## PROVA DINAMICA DI COLONNA RISONANTE

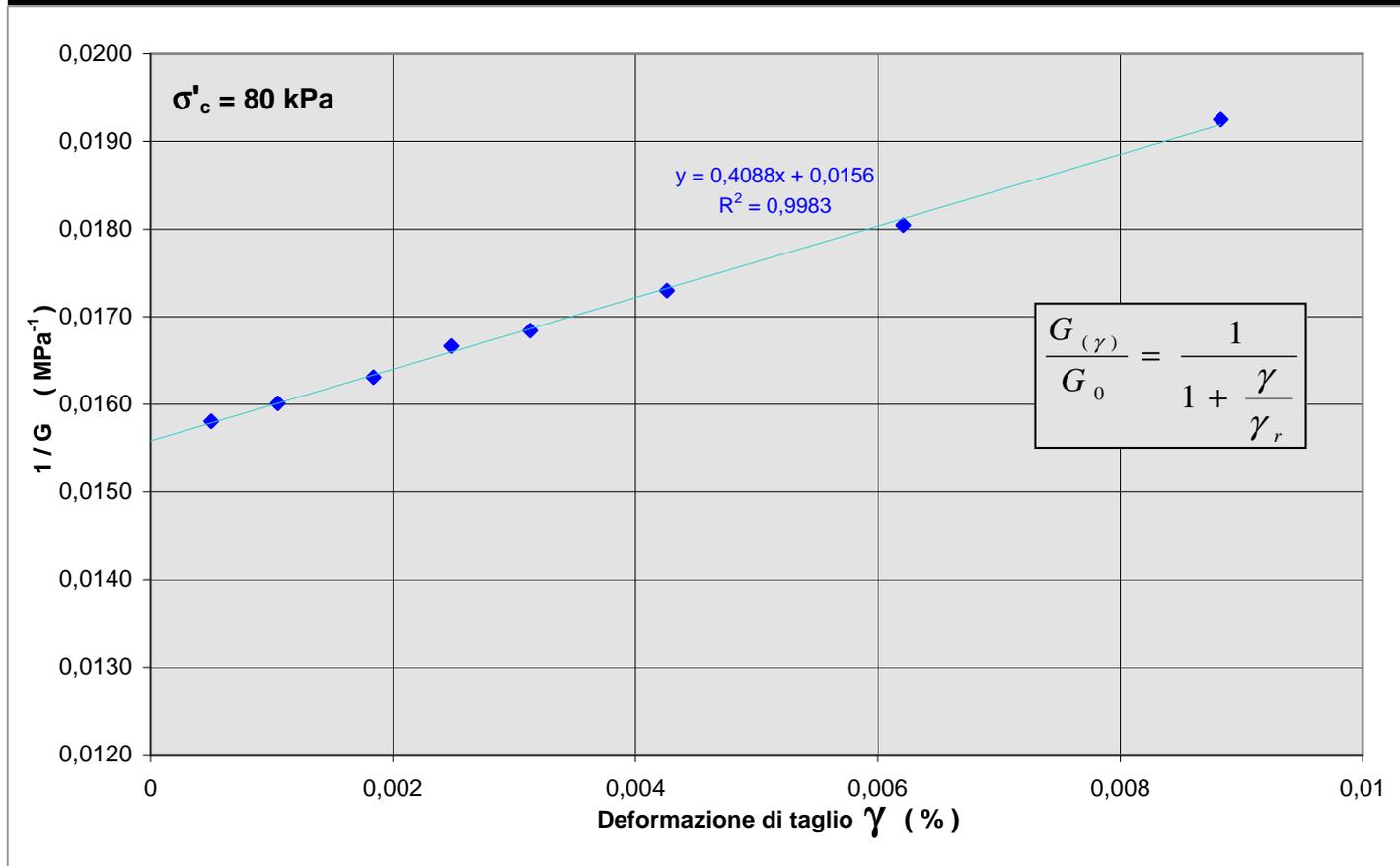
### CERTIFICATO DI PROVA DI LABORATORIO SU TERRE n. 4121

Committente: dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		Opera : Microzonazione sismica di livello 3 del comune di San Giovanni in Persiceto (BO)				
Prot. verbale accett.:	13921	Commessa:	<b>ES0118</b>	Certificato:	<b>RC0118</b>	Località: S. Giovanni Persiceto
Richiesta N°:	1 031	Normativa di riferimento:	ASTM D 4015-07			

#### Informazioni sul campione

Sondaggio: S2	Coordinate WGS 84: Est = 11,168665 Nord = 44,642767	Prelevato da: dott. Collareda	Data accettazione: 10/01/18
Campione: C1		Data prelievo: -	Data inizio prova: 10/01/18
Profondità: 7,50 - 8,07 m		Contenitore: fustella	Data fine prova: 10/01/18
Descrizione: sabbia		Condizione: 1	Stoccaggio: sala umida

#### ESTRAPOLAZIONE DI $G_0$ DALLA FUNZIONE IPERBOLICA MODIFICATA DI HARDIN E DRNEVICH (1972)



$\sigma'_c$ kPa	$a = \frac{1}{G_0}$	$b = \frac{1}{\tau_{max}}$	$R^2$	$G_0$ MPa	$\tau_{max}$ kPa	$\gamma_r = \tau_{max}/G_0$ %
80	0,01558	0,4088	0,9983	64,176	2446	0,0381

## PROVA DINAMICA DI COLONNA RISONANTE

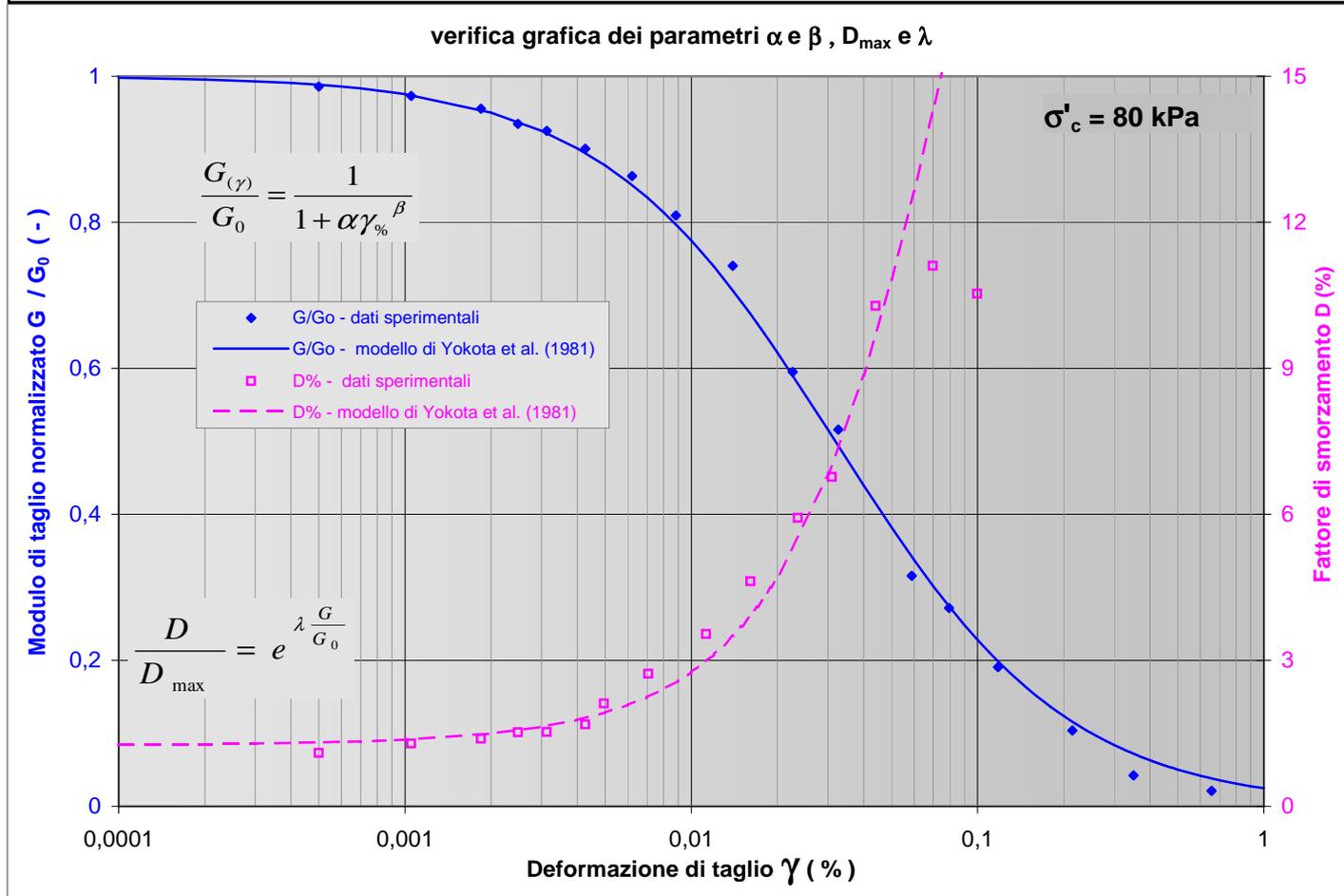
### CERTIFICATO DI PROVA DI LABORATORIO SU TERRE n. 4121

Committente: dott. Matteo Collareda Via Biron, 102/5 - 36050 Monteviale VI		Opera : Microzonazione sismica di livello 3 del comune di San Giovanni in Persiceto (BO)					
Prot. verbale accett.:	13921	Commessa:	<b>ES0118</b>	Certificato:	<b>RC0118</b>	Località:	S. Giovanni Persiceto
Richiesta N°:	1 031	Normativa di riferimento:	ASTM D 4015-07				

#### Informazioni sul campione

Sondaggio:	S2	Coordinate WGS 84:	Prelevato da:	dott. Collareda	Data accettazione:	10/01/18	
Campione:	C1	Est =	11,168665	Data prelievo:	-	Data inizio prova:	10/01/18
Profondità:	7,50 - 8,07 m	Nord =	44,642767	Contenitore:	fustella	Data fine prova:	10/01/18
Descrizione:	sabbia	Condizione:	1	Stoccaggio:	sala umida		

#### DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI $\alpha$ , $\beta$ , $D_{max}$ E $\lambda$ DEL MODELLO DI YOKOTA ET AL. (1981)



PRESSIONE MEDIA DI CONSOLIDAZIONE	COSTANTI DEL TERRENO SECONDO IL MODELLO DI YOKOTA ET AL. (1981)					
	$\frac{G_{(\gamma)}}{G_0} = \frac{1}{1 + \alpha \gamma_{\%}^{\beta}}$			$\frac{D}{D_{max}} = e^{\lambda \frac{G}{G_0}}$		
$\sigma'_c$ kPa	$\alpha$	$\beta$	$R^2$	$D_{max}$	$\lambda$	$R^2$
80	39,4159	1,0659	0,9975	40,830	-3,4782	0,9725

Lo Sperimentatore  
Per. Ind. Fabio Fedrizzi

Il Direttore del Laboratorio  
dott. Andrea Franceschini