

# Allegato 1

LOGS STRATIGRAFICI DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI

**Dott. Geol. Andrea Cricca**

Viale della Repubblica n.156 - 54100 Massa (MS)  
Cell. 339 6020461 - E-mail: [andrea\\_cricca@gmail.com](mailto:andrea_cricca@gmail.com)

CANTIERE <b>Fosso Poveromo (tratto I), Massa (MS)</b>	SONDAGGIO N. <b>S1</b>	GEOLOGO <b>Dott. Andrea Cricca</b>	IMPRESA ESECUTRICE <b>Mappo Geognostica Srl</b>
QUOTA ASSOLUTA PIANO CAMPAGNA 0.8 m s.l.m.	TIPO DI SONDA DRILL 650 IPC	DATA INIZIO/FINE inizio 29/04/2020, ore 14:30 - fine 30/04/2020, ore 12:00	PERFORATORE Luigi Venneri
SISTEMA DI PERFORAZIONE Carotaggio continuo	METODO DI PERFORAZIONE. Aste	CAROTIERE semplice (0 - 15.0m)	PROFONDITA' RAGGIUNTA 15.0 metri
DIAMETRO CAROTIERE φ 101 mm	DIAMETRO RIVESTIMENTO φ 127 mm	SOGGIACENZA DELLA FALDA 1.62m da p.c. (30/04/2020)	CASSETTE CATALOGATRICI N. 3

METRI	PROFONDITA' m da p.c.	SIMBOLOGIA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE DEI TERRENI ATTRAVERSATI ED INDICAZIONE DEGLI SPESSORI	SPT NUMERO COLPI N <sub>1</sub> N <sub>2</sub> /N <sub>3</sub>	POCKET PENETROMETER Kg/cm <sup>2</sup>	TORVANE Kg/cm <sup>2</sup>	CAMPIONI		FALDA	LEFRANC	CAROTAGGIO IN ROCCIA				GIORNI DI PERFORAZIONE	CAROTIERE	NOTE
							NUMERO	PROFONDITA'			R.Q.D. %	INCLINAZIONE LINEE DI FRATTURA	Descrizione delle discontinuità				
1	1.50		Deposito marino costituito da sabbie medie-grossolane debolmente limose con ghiaietto e rara ghiaia (max dimensione 3 cm) di colorazione beige. Da 0.7m a 0.8m livello limoso sabbioso di colorazione nocciola.														
2			Deposito marino costituito da sabbie medie da limose a debolmente limose di colore grigio plumbeo.														
3	3.00			SPT1 3													
	3.50	S1C1	Campione indisturbato	3/4			S1C1	3.50									
4																	
5			Deposito marino costituito da sabbie medie-grossolane debolmente limose di colorazione grigio plumbeo.														
6	6.00			SPT2 9													
	6.50	S1C2	Campione indisturbato	8/6			S1C2	6.50									
7										7.00							
8			Deposito marino costituito da sabbie medie da limose a debolmente limose di colorazione grigio plumbeo.							S1K1							
	8.70									7.50							
9			Deposito marino costituito da sabbie fini limose di colore grigio plumbeo.														
	9.60																
10			Deposito marino costituito da sabbie medie-grossolane debolmente limose con frammenti di conchiglie di colorazione grigio plumbeo.														
	11.00																
12																	
13			Deposito marino costituito da sabbie fini limose di colore grigio plumbeo.														
14																	
15	15.00																
			FINE SONDAGGIO														
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	

CANTIERE <b>Fosso Poveromo (tratto III), Massa (MS)</b>	SONDAGGIO N. <b>S2</b>	GEOLOGO <b>Dott. Andrea Cricca</b>	IMPRESA ESECUTRICE <b>Mappo Geognostica Srl</b>
QUOTA ASSOLUTA PIANO CAMPAGNA 0.3m s.l.m.	TIPO DI SONDA DRILL 650 IPC	DATA INIZIO/FINE inizio 30/04/2020, ore 14:00 - fine 04/05/2020, ore 12:00	PERFORATORE Luigi Venneri
SISTEMA DI PERFORAZIONE Carotaggio continuo	METODO DI PERFORAZIONE. Aste	CAROTIERE semplice (0 - 15.0m)	PROFONDITA' RAGGIUNTA 15.0 metri
DIAMETRO CAROTIERE φ 101 mm	DIAMETRO RIVESTIMENTO φ 127 mm	SOGGIACENZA DELLA FALDA 1.46m da p.c. (04/05/2020)	CASSETTE CATALOGATRICI N. 3

METRI	PROFONDITA' m da p.c.	SIMBOLOGIA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE DEI TERRENI ATTRAVERSATI ED INDICAZIONE DEGLI SPESSORI	SPT NUMERO COLPI N <sub>1</sub> N <sub>2</sub> /N <sub>3</sub>	POCKET PENETROMETER Kg/cm <sup>2</sup>	TORVANE Kg/cm <sup>2</sup>	CAMPIONI		FALDA	LEFRANC	CAROTAGGIO IN ROCCIA				GIORNI DI PERFORAZIONE	CAROTIERE	NOTE		
							NUMERO	PROFONDITA'			R.Q.D. %	INCLINAZIONE LINEE DI FRATTURA	Descrizione delle discontinuità						
											0	100			1	2	3	4	
1			Terreno di riporto costituito da ghiaia e ciottoli immersi in una matrice limosa-sabbiosa di colore bruno rossastro. Presenza di resti di laterizi e fili di ferro.																
2	2.30		Deposito marino costituito da sabbie medie da limose a debolmente limose di colore grigio plumbeo.	SPT1															
	2.50			3															
3	3.00	S2C1	Campione indisturbato	3/4			S2C1	3.00											
4	3.80		Deposito marino costituito da sabbie medie-grossolane debolmente limose di colorazione grigio plumbeo.																
5	4.50		Deposito marino costituito da sabbie fini limose di colore grigio plumbeo.	SPT2															
	5.00	S2C2	Campione indisturbato	2			S2C2	5.00											
6			Deposito marino costituito da sabbie medie-grossolane debolmente limose di colorazione grigio plumbeo.								5.50								
											S2K1								
											6.00								
7			Deposito marino costituito da sabbie medie-grossolane debolmente limose di colorazione grigio plumbeo.																
8																			
9	8.70		Deposito marino costituito da sabbie fini limose di colore grigio plumbeo.																
	9.00																		
10			Deposito marino costituito da sabbie medie-grossolane debolmente limose con frammenti di conchiglie di colorazione grigio plumbeo.																
11																			
	11.70																		
12			Deposito marino costituito da sabbie fini limose di colore grigio plumbeo.																
13	13.00		Deposito marino costituito da sabbie medie-grossolane debolmente limose con frammenti di conchiglie di colorazione grigio plumbeo.																
	13.40																		
14			Deposito marino costituito da sabbie fini limose di colore grigio plumbeo.																
15	15.00																		
			FINE SONDAGGIO																
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			
30																			

## Allegato 2

CERTIFICATI DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI  
N.94 DEL 12/05/2020  
N.95 DEL 12/05/2020  
(Mappo Geognostica srl)

Cantiere: Fosso Poveromo - tratto 1 Località: loc. Poveromo, Massa Data inizio: 29/04/2020 Data fine: 30/04/2020  
Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/127

Il presente certificato è composto da n. 4 pagine

## SONDAGGIO GEOGNOSTICO



Norma di riferimento: *raccomandazioni AGI 1977.*

Deviazione dalla norma: Nessuna

Verbale di accettazione n. 32/2020 Del. 24/02/2020

Certificato di prova n. 94/2020 del. 12/05/2020

## CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

Perforatrice: Sonda IPC DRILL 650

Caratteristiche tecniche della perforatrice: Il gruppo rotary è costituito da un motore di 315 cm<sup>3</sup> che consente una coppia massima di 745 daNm e un numero di giri massimi di 289 r.p.m. Il gruppo morsa-svitatore, una forza di serraggio di 15904 daN e una coppia di sviamento pari a 3000 daNm.

Diametro perforazione  $\phi$ : 101

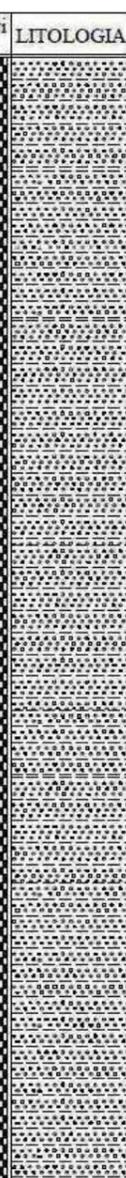
Diametro rivestimento  $\phi$ : 127

Sistema di perforazione:

Carotaggio continuo

Distruzione di nucleo

Cantiere: Fosso Poveromo - tratto 1 Località: loc. Poveromo, Massa Data inizio: 29/04/2020 Data fine: 30/04/2020  
 Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/127  
 Liv. falda (m da p.c.): \_\_\_\_\_ Quota p.c. (m s.l.m.): 0,8 m Redattore stratigrafia Dott. Geol. Giorgio Seghieri

Ø mm	R v	A f	A s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0-100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0-100	prof m	DESCRIZIONE	
					1										Sabbie medio-grossolane debolmente limose con ghiaietto e rara ghiaia (max dimensione 3 cm) di colore beige. Presente livello limoso sabbioso di colore nocciol compreso fra 0,7 m e 0,8 m da p.c.	
					2											Sabbie medie da limose a debolmente limose di colore grigio.
					3			1) She < 3,00 3,50				3-3-4	7		3,5	Sabbie medio-grossolane debolmente limose di colore grigio.
					4											
					5											
					6			2) She < 6,00 6,50				9-8-6	14		6,5	Sabbie medie da limose a debolmente limose di colore grigio.
					7											
					8											
					9										8,7	Sabbie fini limose di colore grigio.
					10										9,6	Sabbie medio-grossolane debolmente limose con frammenti conchigliari di colore grigio.
					11										11,0	Sabbie fini limose di colore grigio.
					12											
					13											
					14											
					15										15,0	

She = Shelby Den = Denison Osl = Osterberg  
 Ar = Livello acqua rinvenuta  
 As = Livello acqua stabilizzata  
 Pz = Piezometro  
 Rp = Penetrometro tascabile  
 V.T. = Vane Test (kg/cm<sup>2</sup>) max-residuo  
 S.P.T. = Standard Penetration Test  
 N = Nspt  
 R.Q.D. = Rock Quality Designation



Riperto



Terreno vegetale



Argilla



Limo



Sabbia



Ghiaia, ciottoli

NOTE: \_\_\_\_\_

Cantiere: Fosso Poveromo - tratto 1 Località: loc. Poveromo, Massa Data inizio: 29/04/2020 Data fine: 30/04/2020  
Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/127

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CAROTE DI SONDAGGIO



Cassetta n. 1: da 0,0 m a - 5,0 m



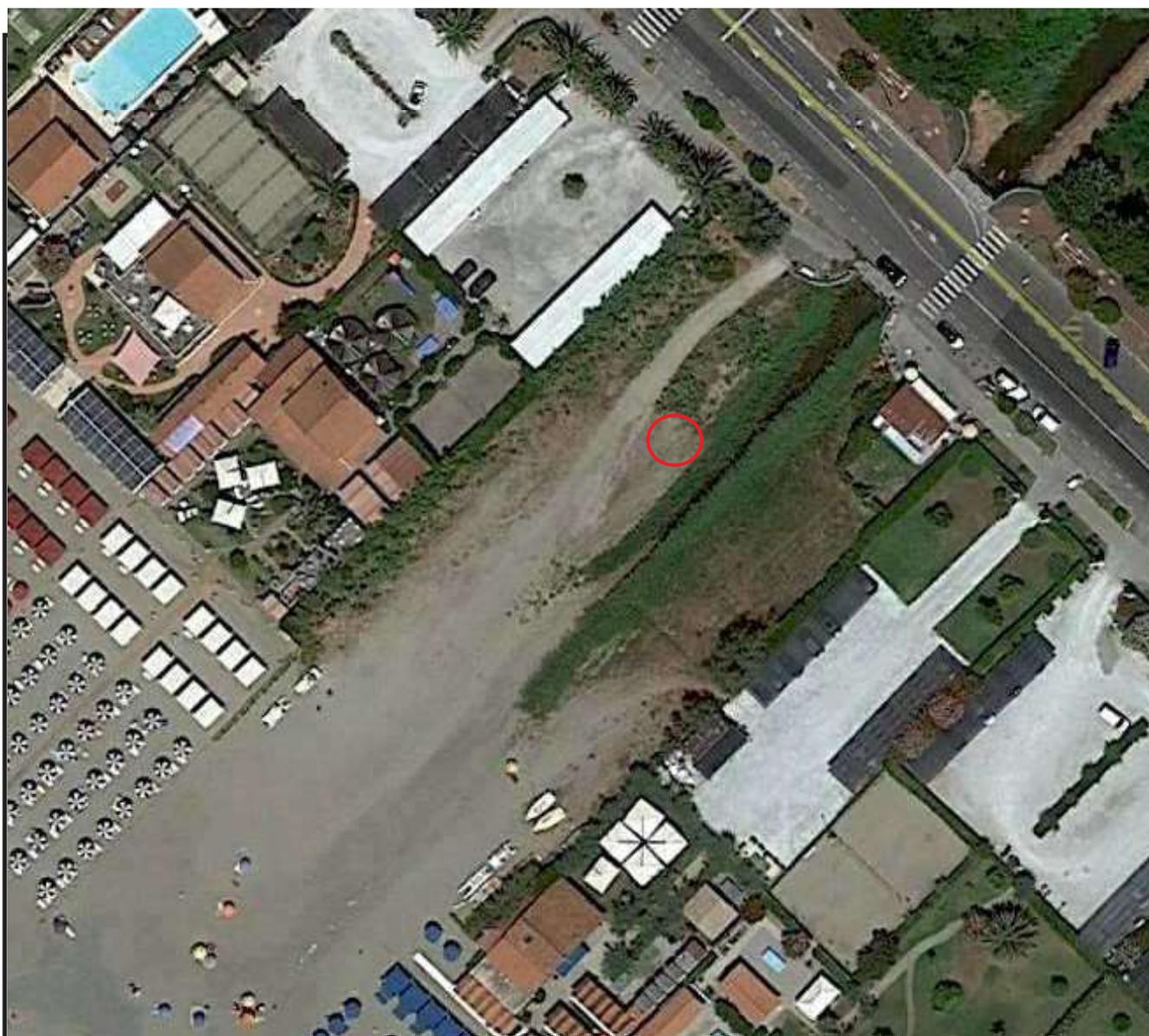
Cassetta n. 2: da - 5,0 m a - 10,0 m



Cassetta n. 3: da - 10,0 m a - 15,0 m

Cantiere: Fosso Poveromo - tratto 1 Località: loc. Poveromo, Massa Data inizio: 29/04/2020 Data fine: 30/04/2020  
Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/127

## UBICAZIONE INDAGINE



Cantiere: Fosso Poveromo - tratto 3 Località: loc. Poveromo, Massa Data inizio: 30/04/2020 Data fine: 04/05/2020  
Sondaggio n.: 2 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/127

Il presente certificato è composto da n. 4 pagine

## SONDAGGIO GEOGNOSTICO



Norma di riferimento: *raccomandazioni AGI 1977.*

Deviazione dalla norma: Nessuna

Verbale di accettazione n. 32/2020 Del. 24/02/2020

Certificato di prova n. 95/2020 del. 12/05/2020

## CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

Perforatrice: Sonda IPC DRILL 650

Caratteristiche tecniche della perforatrice: Il gruppo rotary è costituito da un motore di 315 cm<sup>3</sup> che consente una coppia massima di 745 daNm e un numero di giri massimi di 289 r.p.m. Il gruppo morsa-svitatore, una forza di serraggio di 15904 daN e una coppia di sviamento pari a 3000 daNm.

Diametro perforazione  $\phi$ : 101

Diametro rivestimento  $\phi$ : 127

Sistema di perforazione: Carotaggio continuo   
Distruzione di nucleo

Cantiere: Fosso Poveromo - tratto 3 Località: loc. Poveromo, Massa Data inizio: 30/04/2020 Data fine: 04/05/2020  
 Sondaggio n.: 2 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/127  
 Liv. falda (m da p.c.): \_\_\_\_\_ Quota p.c. (m s.l.m.): 0,3 m Redattore stratigrafia Dott. Geol. Giorgio Seghieri

Ø mm	R v	A f	Pz	metri bat.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VI	Prel. % 0-100	S.P.T.		RQD % 0-100	prof. m	DESCRIZIONE
										S.P.T.	N			
				1										Terreno di riporto costituito da ghiaia e ciottoli immersi in matrice limoso-sabbiosa di colore bruno rossastro. Presenza di resti di laterizi e fili di ferro.
				2		1) She < 2,50 3,00							2,3 2,5	Sabbie medie da limose a debolmente limose di colore grigio.
				3						3-3-4	7		3,8	Sabbie medio-grossolane debolmente limose di colore grigio.
				4									4,5	Sabbie fini limose di colore grigio.
				5		2) She < 4,50 5,00								Sabbie medio-grossolane debolmente limose di colore grigio.
				6										
				7										
				8										
				9									8,7 9,0	Sabbie fini limose di colore grigio.
				10										Sabbie medio-grossolane debolmente limose con frammenti conchigliaridi colore grigio.
				11										
				12									11,7	Sabbie fini limose di colore grigio.
				13									13,0 13,4	Sabbie medio-grossolane debolmente limose con frammenti conchigliaridi colore grigio.
				14										Sabbie fini limose di colore grigio.
				15									15,0	

She = Shelby Den = Denison Osl = Osterberg  
 Ar = Livello acqua rinvenuta  
 As = Livello acqua stabilizzata  
 Pz = Piezometro  
 Rp = Penetrometro tascabile  
 V.T. = Vane Test (kg/cm<sup>2</sup>) max-residuo  
 S.P.T. = Standard Penetration Test  
 N = Nspt  
 R.Q.D. = Rock Quality Designation



Riporto

Terreno vegetale

Argilla

Limo

Sabbia

Ghiaia, ciottoli

NOTE: \_\_\_\_\_

Cantiere: Fosso Poveromo - tratto 3 Località: loc. Poveromo, Massa Data inizio: 30/04/2020 Data fine: 04/05/2020  
Sondaggio n.: 2 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/127

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CAROTE DI SONDAGGIO



Cassetta n. 1: da 0,0 m a - 5,0 m



Cassetta n. 2: da - 5,0 m a - 10,0 m



Cassetta n. 3: da - 10,0 m a - 15,0 m

Cantiere: Fosso Poveromo - tratto 3 Località: loc. Poveromo, Massa Data inizio: 30/04/2020 Data fine: 04/05/2020  
Sondaggio n.: 2 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/127

## UBICAZIONE INDAGINE



## Allegato 3

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI

---

**Dott. Geol. Andrea Cricca**

Viale della Repubblica n.156 - 54100 Massa (MS)  
Cell. 339 6020461 - E-mail: [andreacricca@gmail.com](mailto:andreacricca@gmail.com)

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA - SONDAGGIO S1



Foto 1: Postazione del sondaggio S1.



Foto 2: Stratigrafia da 0 a 5 m del sondaggio S1.

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA - SONDAGGIO S1



Foto 3: Stratigrafia da 5 a 10 m del sondaggio S1.



Foto 4: Stratigrafia da 10 a 15 m del sondaggio S1.

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA - SONDAGGIO S2



Foto 5: Postazione del sondaggio S2.



Foto 6: Stratigrafia da 0 a 5 m del sondaggio S2.

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA - SONDAGGIO S2



Foto 7: Stratigrafia da 5 a 10 m del sondaggio S2.



Foto 8: Stratigrafia da 10 a 15 m del sondaggio S2.

## **Allegato 4**

**CERTIFICATI DELLE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE**

**N.33 DEL 02/03/2020**

**N.34 DEL 02/03/2020**

**N.35 DEL 02/03/2020**

**N.36 DEL 02/03/2020**

**(Mappo Geognostica srl)**

**PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT**

*Il presente certificato è composto da n. 5 pagine*

*norma di riferimento: Raccomandazioni AGI 1977  
deviazioni dalla norma:*

verbale di accettazione n. **032/2020** del **24/02/2020**  
certificato di prova n. **033/2020** del **02/03/2020**

Comm.te: **Consorzio 1 Toscana Nord**  
Località: **Lungomare di Levante. Loc. Poveromo, Massa (MS)**  
prova n. **1**

**CARATTERISTICHE DEL SISTEMA**

*penetrometro: Pagani TG 63-100/200 n. matricola P 001138  
sistema di ancoraggio  $\phi$ : 100 x 1000  
sistema di misura: selettore con cella di carico e scheda elettronica acquisizione dati manuale  
punta: conica meccanica*

<i>diametro</i>	3,57	cm
<i>area punta</i>	10	cm <sup>2</sup>
<i>angolo di apertura</i>	60	°
<i>area manicotto</i>	150	cm <sup>2</sup>

**DATI DI PROVA**

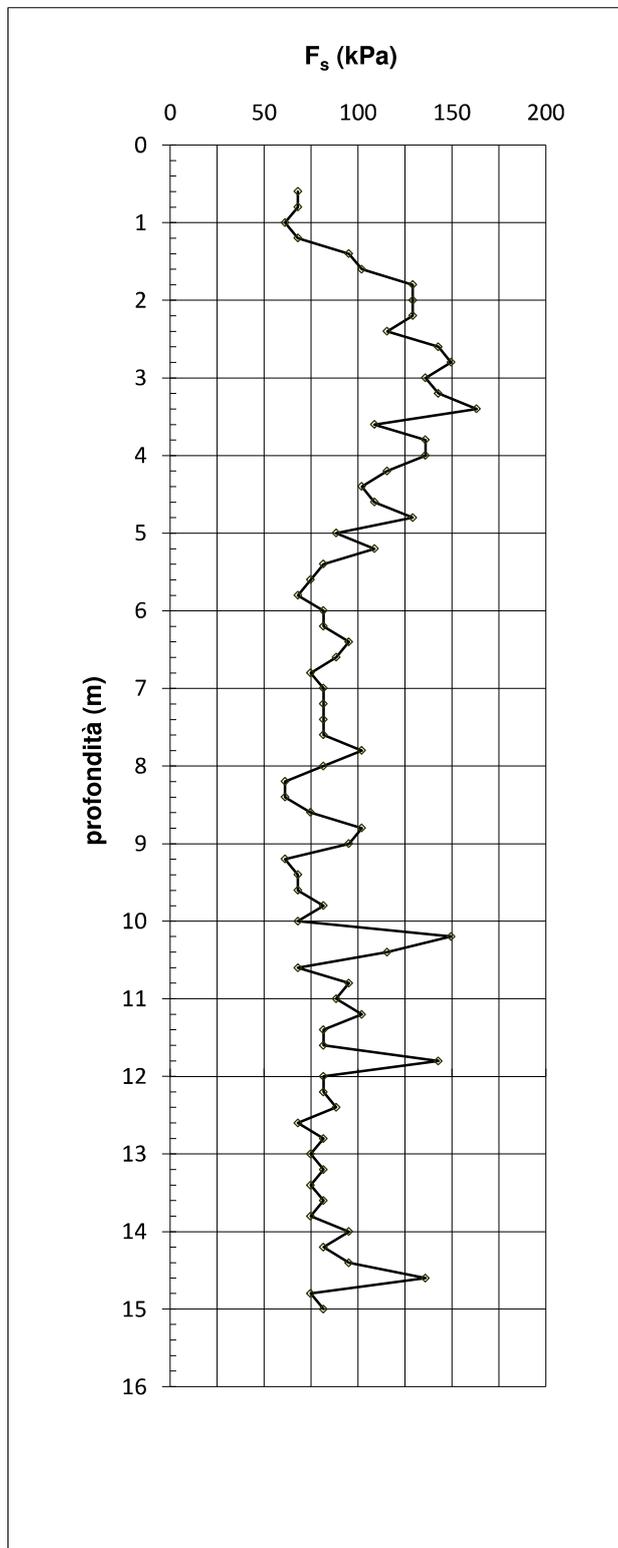
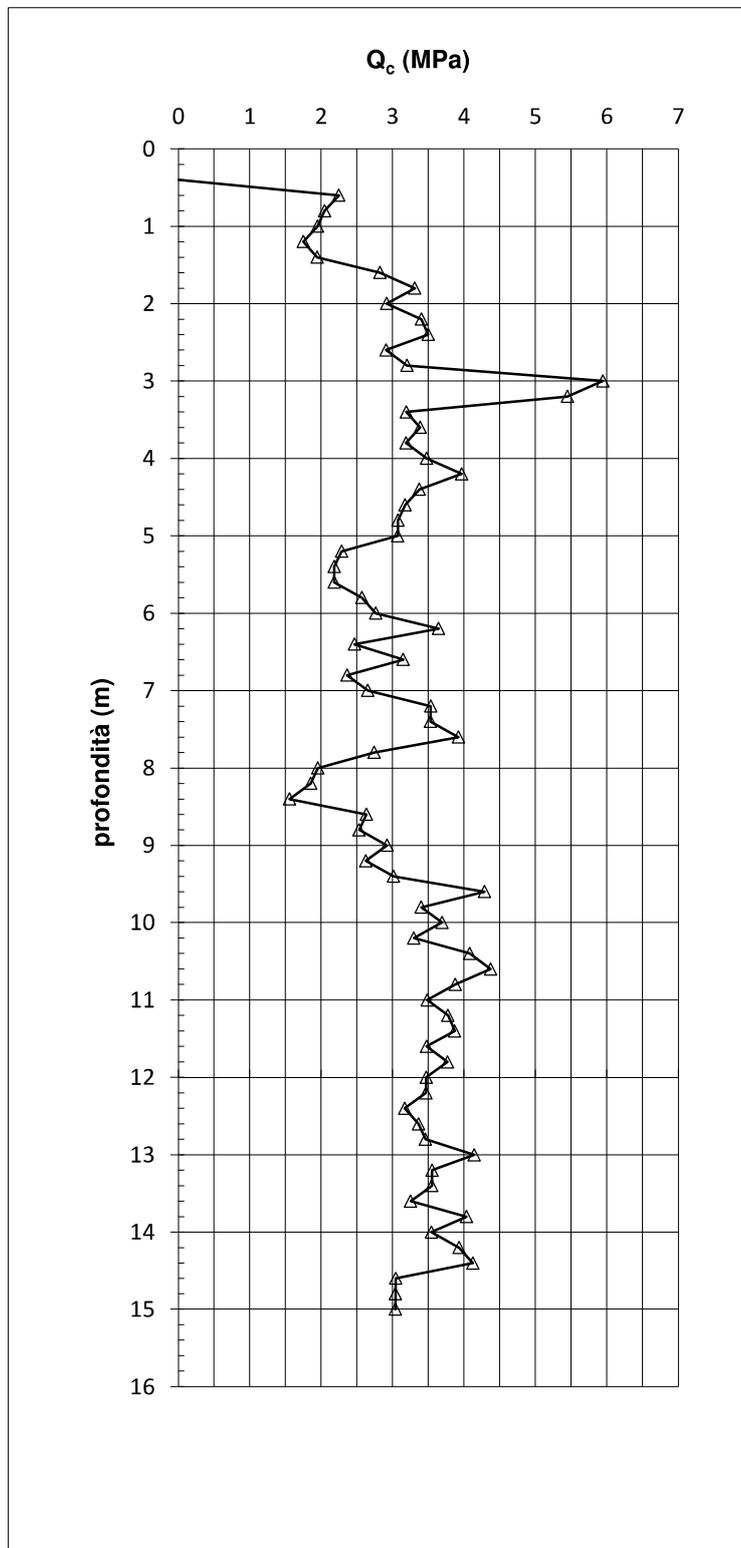
<i>data inizio lavori: 24/02/2020</i>	<i>prof. inizio prova (m): -</i>	0,00	da p.c.
<i>data fine lavori: 24/02/2020</i>	<i>prof. fine prova (m): -</i>	15,00	da p.c.
<b>Prescavo profondità</b> metri 0,00	<i>totale metri prova:</i>	15,00	m
<b>Installato piezometro</b> metri 0,00	<i>livello di falda (m):</i>	n.r.	da p.c.

profondità base strato da p.c. (m)	Lecture di campagna (kg/cm <sup>2</sup> )		Forza assiale (kN)		Resistenza alla punta - q <sub>c</sub> (MPa)	Attrito laterale unitario - f <sub>s</sub> (kPa)	q c/f <sub>s</sub>	note
	punta	punta + manicotto	punta	punta + manicotto				
0,20								
0,40								
0,60	23,00	33,00	2,25	3,23	2,25	67,98	33,08	
0,80	21,00	31,00	2,05	3,03	2,05	61,18	33,51	
1,00	20,00	29,00	1,95	2,83	1,95	67,98	28,68	
1,20	18,00	28,00	1,75	2,73	1,75	95,17	18,39	

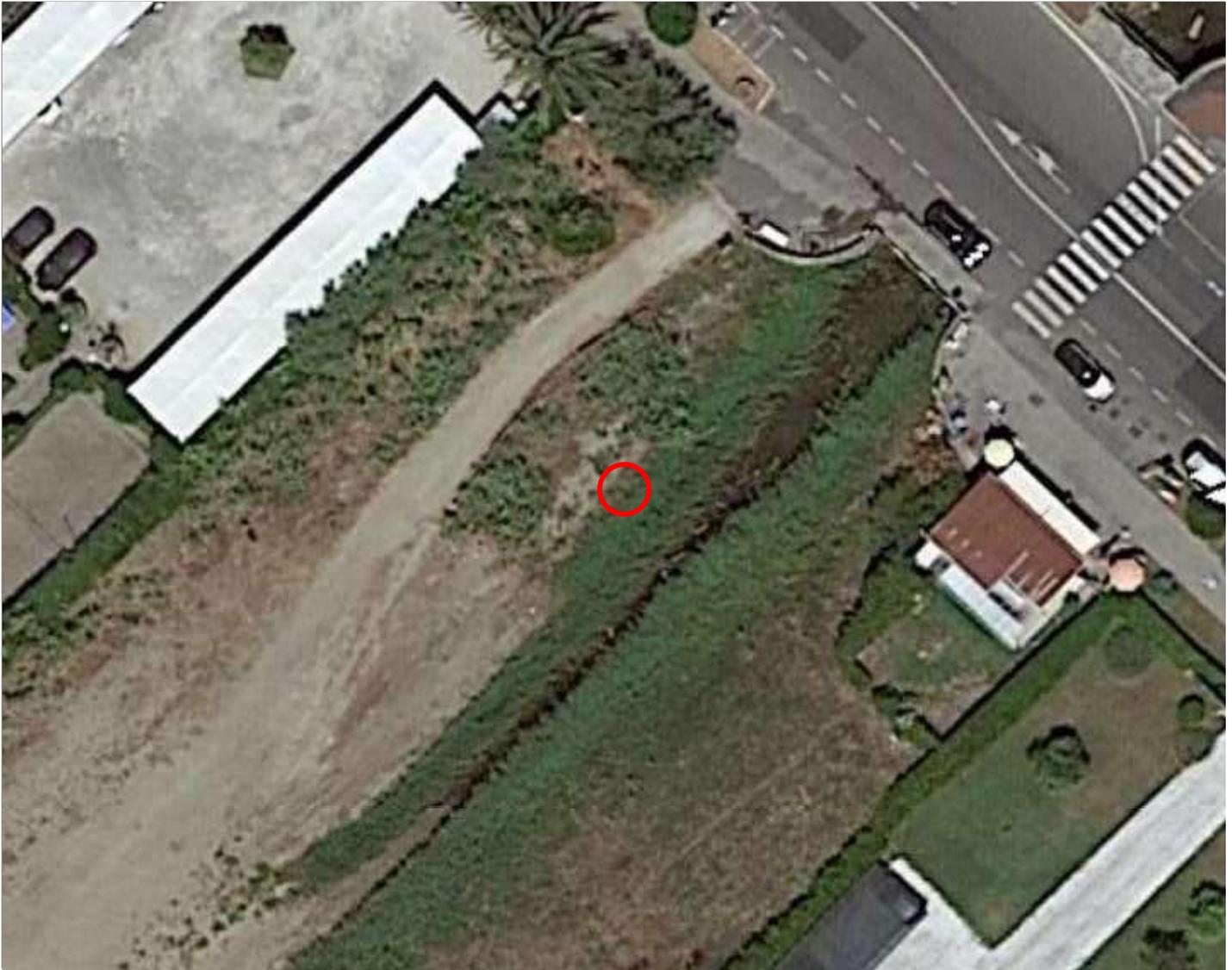
profondità da p.c. (m)	Letture (kg/cm <sup>2</sup> )		Forza assiale (kN)		Resistenza alla punta - $q_c$ (MPa)	Attrito laterale unitario - $f_s$ (kPa)	$q_c/f_s$	note
	punta	punta + manicotto	punta	punta + manicotto				
1,40	20,00	34,00	1,94	3,32	1,94	101,97	19,07	
1,60	29,00	44,00	2,82	4,30	2,82	129,16	21,86	
1,80	34,00	53,00	3,31	5,18	3,31	129,16	25,64	
2,00	30,00	49,00	2,92	4,78	2,92	129,16	22,58	
2,20	35,00	54,00	3,40	5,27	3,40	115,57	29,46	
2,40	36,00	53,00	3,50	5,17	3,50	142,76	24,52	
2,60	30,00	51,00	2,91	4,97	2,91	149,56	19,45	
2,80	33,00	55,00	3,20	5,36	3,20	135,96	23,54	
3,00	61,00	81,00	5,94	7,90	5,94	142,76	41,63	
3,20	56,00	77,00	5,45	7,51	5,45	163,15	33,41	
3,40	33,00	57,00	3,19	5,55	3,19	108,77	29,35	
3,60	35,00	51,00	3,39	4,96	3,39	135,96	24,90	
3,80	33,00	53,00	3,19	5,15	3,19	135,96	23,44	
4,00	36,00	56,00	3,48	5,44	3,48	115,57	30,10	
4,20	41,00	58,00	3,97	5,63	3,97	101,97	38,90	
4,40	35,00	50,00	3,38	4,85	3,38	108,77	31,03	
4,60	33,00	49,00	3,18	4,75	3,18	129,16	24,59	
4,80	32,00	51,00	3,08	4,94	3,08	88,38	34,80	
5,00	32,00	45,00	3,07	4,35	3,07	108,77	28,25	
5,20	24,00	40,00	2,29	3,86	2,29	81,58	28,02	
5,40	23,00	35,00	2,19	3,36	2,19	74,78	29,22	
5,60	23,00	34,00	2,18	3,26	2,18	67,98	32,11	
5,80	27,00	37,00	2,57	3,55	2,57	81,58	31,53	
6,00	29,00	41,00	2,77	3,94	2,77	81,58	33,90	
6,20	38,00	50,00	3,65	4,82	3,65	95,17	38,31	
6,40	26,00	40,00	2,47	3,84	2,47	88,38	27,91	
6,60	33,00	46,00	3,15	4,43	3,15	74,78	42,13	
6,80	25,00	36,00	2,36	3,44	2,36	81,58	28,97	
7,00	28,00	40,00	2,65	3,83	2,65	81,58	32,54	
7,20	37,00	49,00	3,53	4,71	3,53	81,58	43,33	
7,40	37,00	49,00	3,53	4,71	3,53	81,58	43,29	
7,60	41,00	53,00	3,92	5,10	3,92	101,97	38,46	
7,80	29,00	44,00	2,74	4,21	2,74	81,58	33,61	
8,00	21,00	33,00	1,95	3,13	1,95	61,18	31,95	
8,20	20,00	29,00	1,85	2,74	1,85	61,18	30,30	
8,40	17,00	26,00	1,56	2,44	1,56	74,78	20,82	
8,60	28,00	39,00	2,63	3,71	2,63	101,97	25,82	
8,80	27,00	42,00	2,53	4,00	2,53	95,17	26,61	
9,00	31,00	45,00	2,92	4,30	2,92	61,18	47,76	

profondità da p.c. (m)	Lecture (kg/cm <sup>2</sup> )		Forza assiale (kN)		Resistenza alla punta - q <sub>c</sub> (MPa)	Attrito laterale unitario - f <sub>s</sub> (kPa)	q <sub>c</sub> /f <sub>s</sub>	note
	punta	punta + manicotto	punta	punta + manicotto				
9,20	28,00	37,00	2,63	3,51	2,63	67,98	38,62	
9,40	32,00	42,00	3,02	4,00	3,02	67,98	44,35	
9,60	45,00	55,00	4,29	5,27	4,29	81,58	52,55	
9,80	36,00	48,00	3,40	4,58	3,40	67,98	50,04	
10,00	39,00	49,00	3,69	4,67	3,69	149,56	24,70	
10,20	35,00	57,00	3,30	5,46	3,30	115,57	28,54	
10,40	43,00	60,00	4,08	5,75	4,08	67,98	60,02	
10,60	46,00	56,00	4,37	5,35	4,37	95,17	45,94	
10,80	41,00	55,00	3,88	5,25	3,88	88,38	43,89	
11,00	37,00	50,00	3,48	4,76	3,48	101,97	34,17	
11,20	40,00	55,00	3,78	5,25	3,78	81,58	46,28	
11,40	41,00	53,00	3,87	5,05	3,87	81,58	47,45	
11,60	37,00	49,00	3,48	4,65	3,48	142,76	24,35	
11,80	40,00	61,00	3,77	5,83	3,77	81,58	46,19	
12,00	37,00	49,00	3,47	4,65	3,47	81,58	42,55	
12,20	37,00	49,00	3,47	4,65	3,47	88,38	39,24	
12,40	34,00	47,00	3,17	4,45	3,17	67,98	46,65	
12,60	36,00	46,00	3,36	4,35	3,36	81,58	41,25	
12,80	37,00	49,00	3,46	4,64	3,46	74,78	46,27	
13,00	44,00	55,00	4,14	5,22	4,14	81,58	50,80	
13,20	38,00	50,00	3,55	4,73	3,55	74,78	47,51	
13,40	38,00	49,00	3,55	4,63	3,55	81,58	43,52	
13,60	35,00	47,00	3,25	4,43	3,25	74,78	43,51	
13,80	43,00	54,00	4,04	5,11	4,04	95,17	42,40	
14,00	38,00	52,00	3,54	4,92	3,54	81,58	43,43	
14,20	42,00	54,00	3,93	5,11	3,93	95,17	41,32	
14,40	44,00	58,00	4,13	5,50	4,13	135,96	30,34	
14,60	33,00	53,00	3,04	5,01	3,04	74,78	40,71	
14,80	33,00	44,00	3,04	4,12	3,04	81,58	37,28	
15,00	33,00	45,00	3,04	4,22	3,04			
15,20								
15,40								
15,60								
15,80								
16,00								
16,20								
16,40								
16,60								
16,80								
17,00								

DIAGRAMMI



### UBICAZIONE DELLA PROVA



**PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT**

*Il presente certificato è composto da n. 5 pagine*

*norma di riferimento: Raccomandazioni AGI 1977  
deviazioni dalla norma:*

verbale di accettazione n. **032/2020** del **24/02/2020**  
certificato di prova n. **034/2020** del **02/03/2020**

Comm.te: **Consorzio 1 Toscana Nord**  
Località: **Via G. Verdi, loc. Poveromo, Massa (MS)**  
prova n. **2**

**CARATTERISTICHE DEL SISTEMA**

*penetrometro:* Pagani TG 63-100/200 n. matricola P 001138  
*sistema di ancoraggio  $\phi$ :* 100 x 1000  
*sistema di misura:* selettore con cella di carico e scheda elettronica acquisizione dati manuale  
*punta:* conica meccanica

<i>diametro</i>	3,57	cm
<i>area punta</i>	10	cm <sup>2</sup>
<i>angolo di apertura</i>	60	°
<i>area manicotto</i>	150	cm <sup>2</sup>

**DATI DI PROVA**

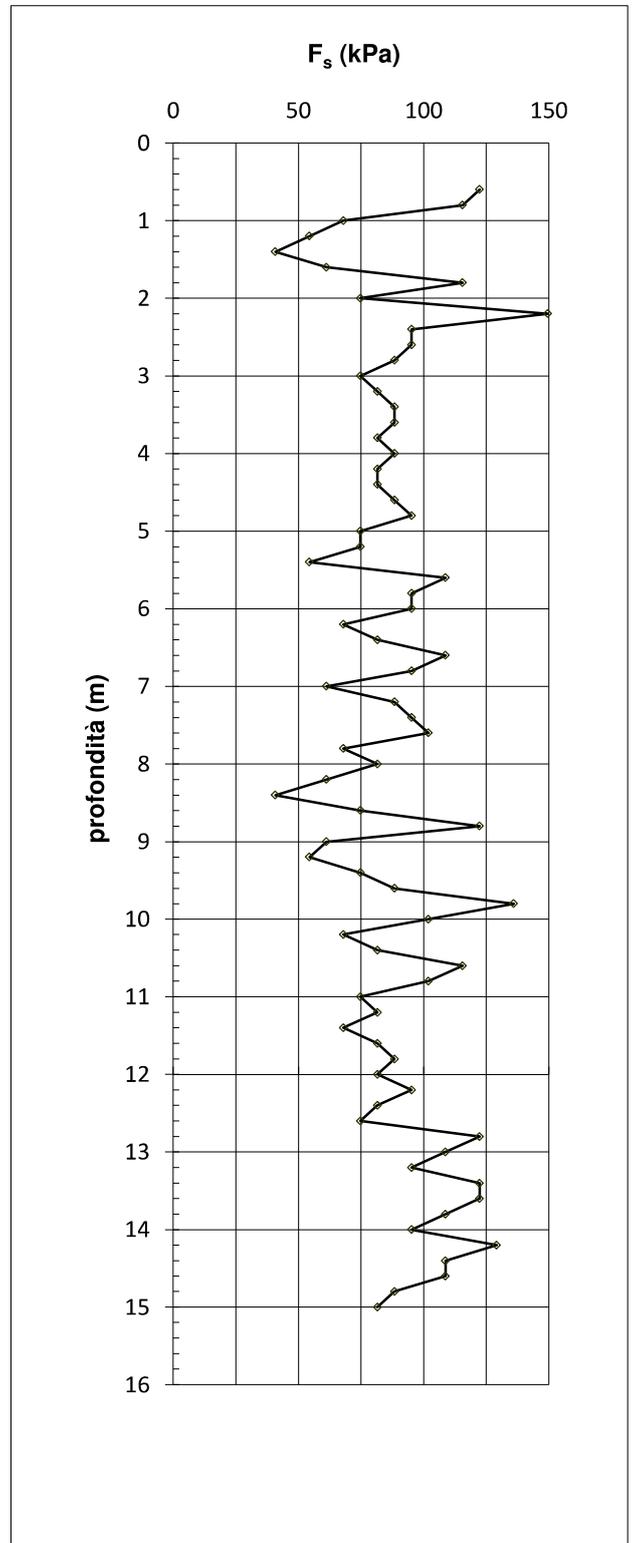
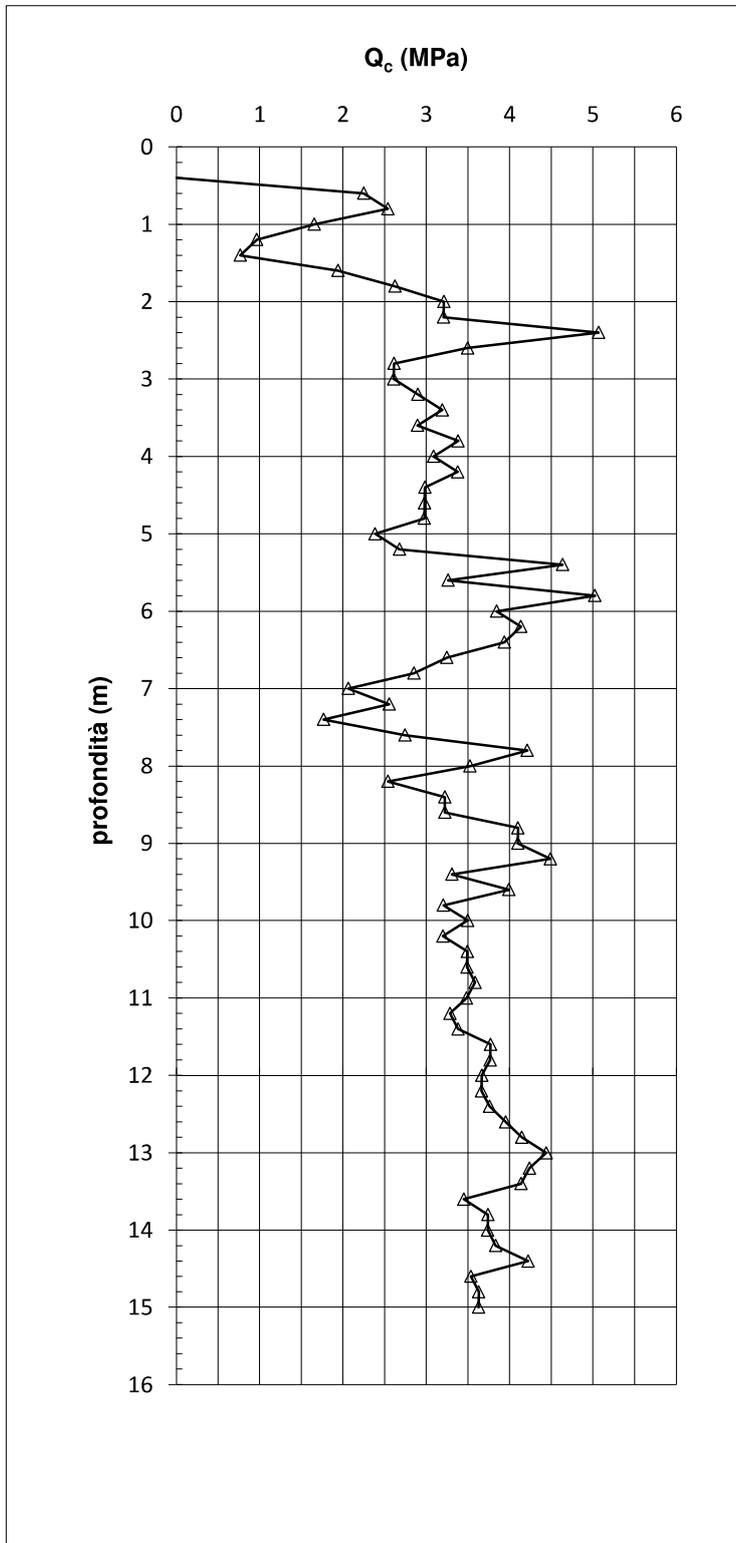
<i>data inizio lavori:</i> 24/02/2020	<i>prof. inizio prova (m):</i> -	0,00	da p.c.
<i>data fine lavori:</i> 24/02/2020	<i>prof. fine prova (m):</i> -	15,00	da p.c.
<b>Prescavo profondità</b> metri 0,00	<i>totale metri prova:</i>	15,00	m
<b>Installato piezometro</b> metri 0,00	<i>livello di falda (m):</i>	n.r.	da p.c.

profondità base strato da p.c. (m)	Lecture di campagna (kg/cm <sup>2</sup> )		Forza assiale (kN)		Resistenza alla punta - $q_c$ (MPa)	Attrito laterale unitario - $f_s$ (kPa)	$q_c/f_s$	note
	punta	punta + manicotto	punta	punta + manicotto				
0,20								
0,40								
0,60	23,00	41,00	2,25	4,01	2,25	115,57	19,46	
0,80	26,00	43,00	2,54	4,21	2,54	67,98	37,37	
1,00	17,00	27,00	1,66	2,64	1,66	54,38	30,44	
1,20	10,00	18,00	0,97	1,75	0,97	40,79	23,69	

profondità da p.c. (m)	Letture (kg/cm <sup>2</sup> )		Forza assiale (kN)		Resistenza alla punta - $q_c$ (MPa)	Attrito laterale unitario - $f_s$ (kPa)	$q_c/f_s$	note
	punta	punta + manicotto	punta	punta + manicotto				
1,40	8,00	14,00	0,77	1,36	0,77	61,18	12,54	
1,60	20,00	29,00	1,94	2,82	1,94	115,57	16,80	
1,80	27,00	44,00	2,63	4,29	2,63	74,78	35,11	
2,00	33,00	44,00	3,21	4,29	3,21	149,56	21,47	
2,20	33,00	55,00	3,21	5,37	3,21	95,17	33,71	
2,40	52,00	66,00	5,07	6,44	5,07	95,17	53,26	
2,60	36,00	50,00	3,50	4,87	3,50	88,38	39,57	
2,80	27,00	40,00	2,61	3,89	2,61	74,78	34,93	
3,00	27,00	38,00	2,61	3,69	2,61	81,58	31,99	
3,20	30,00	42,00	2,90	4,08	2,90	88,38	32,83	
3,40	33,00	46,00	3,19	4,47	3,19	88,38	36,12	
3,60	30,00	43,00	2,90	4,17	2,90	81,58	35,50	
3,80	35,00	47,00	3,38	4,56	3,38	88,38	38,28	
4,00	32,00	45,00	3,09	4,36	3,09	81,58	37,84	
4,20	35,00	47,00	3,38	4,55	3,38	81,58	41,41	
4,40	31,00	43,00	2,98	4,16	2,98	88,38	33,76	
4,60	31,00	44,00	2,98	4,26	2,98	95,17	31,32	
4,80	31,00	45,00	2,98	4,35	2,98	74,78	39,82	
5,00	25,00	36,00	2,39	3,47	2,39	74,78	31,92	
5,20	28,00	39,00	2,68	3,76	2,68	54,38	49,25	
5,40	48,00	56,00	4,64	5,42	4,64	108,77	42,63	
5,60	34,00	50,00	3,26	4,83	3,26	95,17	34,27	
5,80	52,00	66,00	5,02	6,40	5,02	95,17	52,79	
6,00	40,00	54,00	3,84	5,22	3,84	67,98	56,55	
6,20	43,00	53,00	4,14	5,12	4,14	81,58	50,70	
6,40	41,00	53,00	3,94	5,11	3,94	108,77	36,20	
6,60	34,00	50,00	3,25	4,82	3,25	95,17	34,13	
6,80	30,00	44,00	2,85	4,23	2,85	61,18	46,64	
7,00	22,00	31,00	2,07	2,95	2,07	88,38	23,38	
7,20	27,00	40,00	2,55	3,83	2,55	95,17	26,83	
7,40	19,00	33,00	1,77	3,14	1,77	101,97	17,32	
7,60	29,00	44,00	2,74	4,22	2,74	67,98	40,37	
7,80	44,00	54,00	4,21	5,19	4,21	81,58	51,64	
8,00	37,00	49,00	3,52	4,70	3,52	61,18	57,60	
8,20	27,00	36,00	2,54	3,42	2,54	40,79	62,29	
8,40	34,00	40,00	3,22	3,81	3,22	74,78	43,12	
8,60	34,00	45,00	3,22	4,30	3,22	122,37	26,33	
8,80	43,00	61,00	4,10	5,87	4,10	61,18	67,04	
9,00	43,00	52,00	4,10	4,98	4,10	54,38	75,37	

profondità da p.c. (m)	Letture (kg/cm <sup>2</sup> )		Forza assiale (kN)		Resistenza alla punta - $q_c$ (MPa)	Attrito laterale unitario - $f_s$ (kPa)	$q_c/f_s$	note
	punta	punta + manicotto	punta	punta + manicotto				
9,20	47,00	55,00	4,49	5,27	4,49	74,78	60,03	
9,40	35,00	46,00	3,31	4,39	3,31	88,38	37,44	
9,60	42,00	55,00	3,99	5,27	3,99	135,96	29,37	
9,80	34,00	54,00	3,21	5,17	3,21	101,97	31,44	
10,00	37,00	52,00	3,50	4,97	3,50	67,98	51,45	
10,20	34,00	44,00	3,20	4,18	3,20	81,58	39,23	
10,40	37,00	49,00	3,49	4,67	3,49	115,57	30,22	
10,60	37,00	54,00	3,49	5,16	3,49	101,97	34,22	
10,80	38,00	53,00	3,58	5,06	3,58	74,78	47,94	
11,00	37,00	48,00	3,48	4,56	3,48	81,58	42,71	
11,20	35,00	47,00	3,29	4,46	3,29	67,98	48,33	
11,40	36,00	46,00	3,38	4,36	3,38	81,58	41,44	
11,60	40,00	52,00	3,77	4,95	3,77	88,38	42,66	
11,80	40,00	53,00	3,77	5,04	3,77	81,58	46,19	
12,00	39,00	51,00	3,67	4,84	3,67	95,17	38,53	
12,20	39,00	53,00	3,66	5,04	3,66	81,58	44,92	
12,40	40,00	52,00	3,76	4,94	3,76	74,78	50,28	
12,60	42,00	53,00	3,95	5,03	3,95	122,37	32,31	
12,80	44,00	62,00	4,15	5,91	4,15	108,77	38,12	
13,00	47,00	63,00	4,44	6,01	4,44	95,17	46,63	
13,20	45,00	59,00	4,24	5,61	4,24	122,37	34,65	
13,40	44,00	62,00	4,14	5,90	4,14	122,37	33,82	
13,60	37,00	55,00	3,45	5,21	3,45	108,77	31,72	
13,80	40,00	56,00	3,74	5,31	3,74	95,17	39,31	
14,00	40,00	54,00	3,74	5,11	3,74	129,16	28,94	
14,20	41,00	60,00	3,83	5,70	3,83	108,77	35,25	
14,40	45,00	61,00	4,22	5,79	4,22	108,77	38,83	
14,60	38,00	54,00	3,53	5,10	3,53	88,38	39,99	
14,80	39,00	52,00	3,63	4,90	3,63	81,58	44,50	
15,00	39,00	51,00	3,63	4,80	3,63			
15,20								
15,40								
15,60								
15,80								
16,00								
16,20								
16,40								
16,60								
16,80								
17,00								

DIAGRAMMI



## UBICAZIONE DELLA PROVA



**PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT**

*Il presente certificato è composto da n. 5 pagine*

*norma di riferimento: Raccomandazioni AGI 1977*  
*deviazioni dalla norma:*

verbale di accettazione n. **032/2020** del **24/02/2020**  
certificato di prova n. **035/2020** del **02/03/2020**

Comm.te: **Consorzio 1 Toscana Nord**  
Località: **Via delle Macchie, loc. Poveromo, Massa (MS)**  
prova n. **3**

**CARATTERISTICHE DEL SISTEMA**

*penetrometro:* Pagani TG 63-100/200 n. matricola P 001138  
*sistema di ancoraggio  $\phi$ :* 100 x 1000  
*sistema di misura:* selettore con cella di carico e scheda elettronica acquisizione dati manuale  
*punta:* conica meccanica

*diametro* 3,57 cm  
*area punta* 10 cm<sup>2</sup>  
*angolo di apertura* 60 °  
*area manicotto* 150 cm<sup>2</sup>

**DATI DI PROVA**

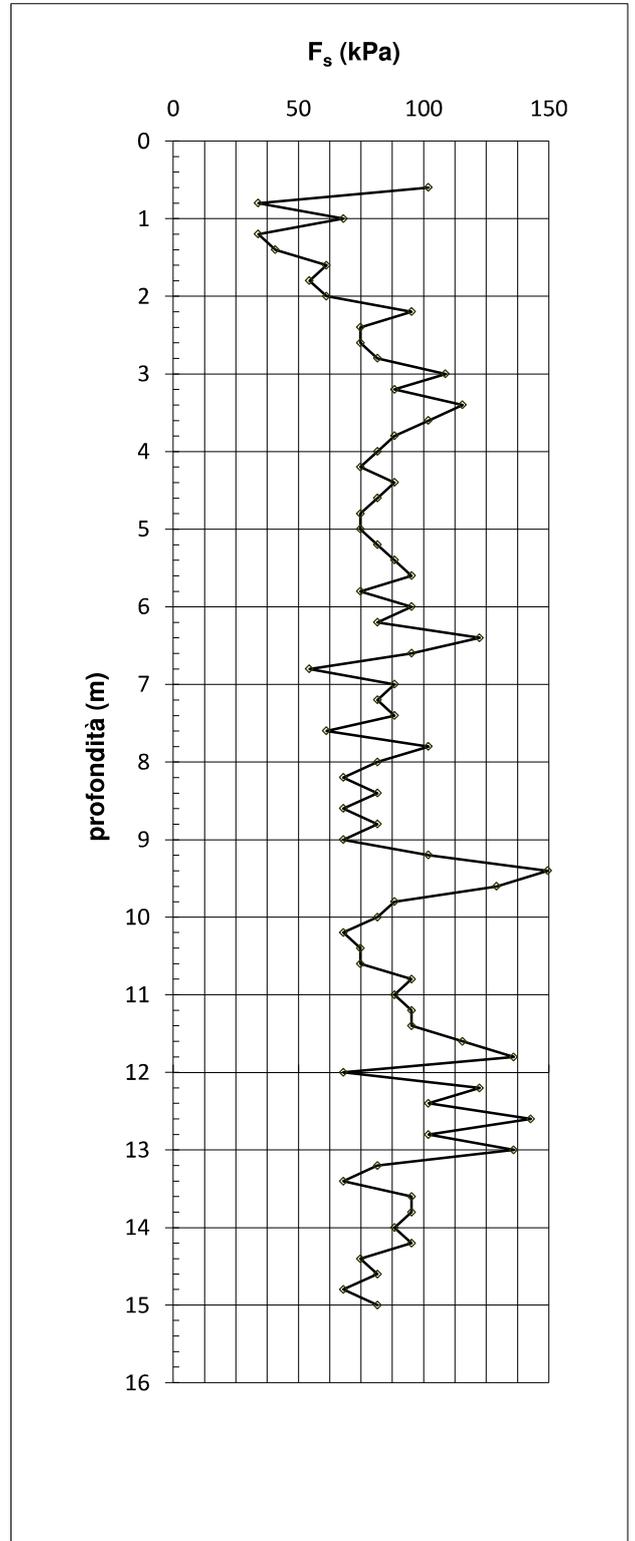
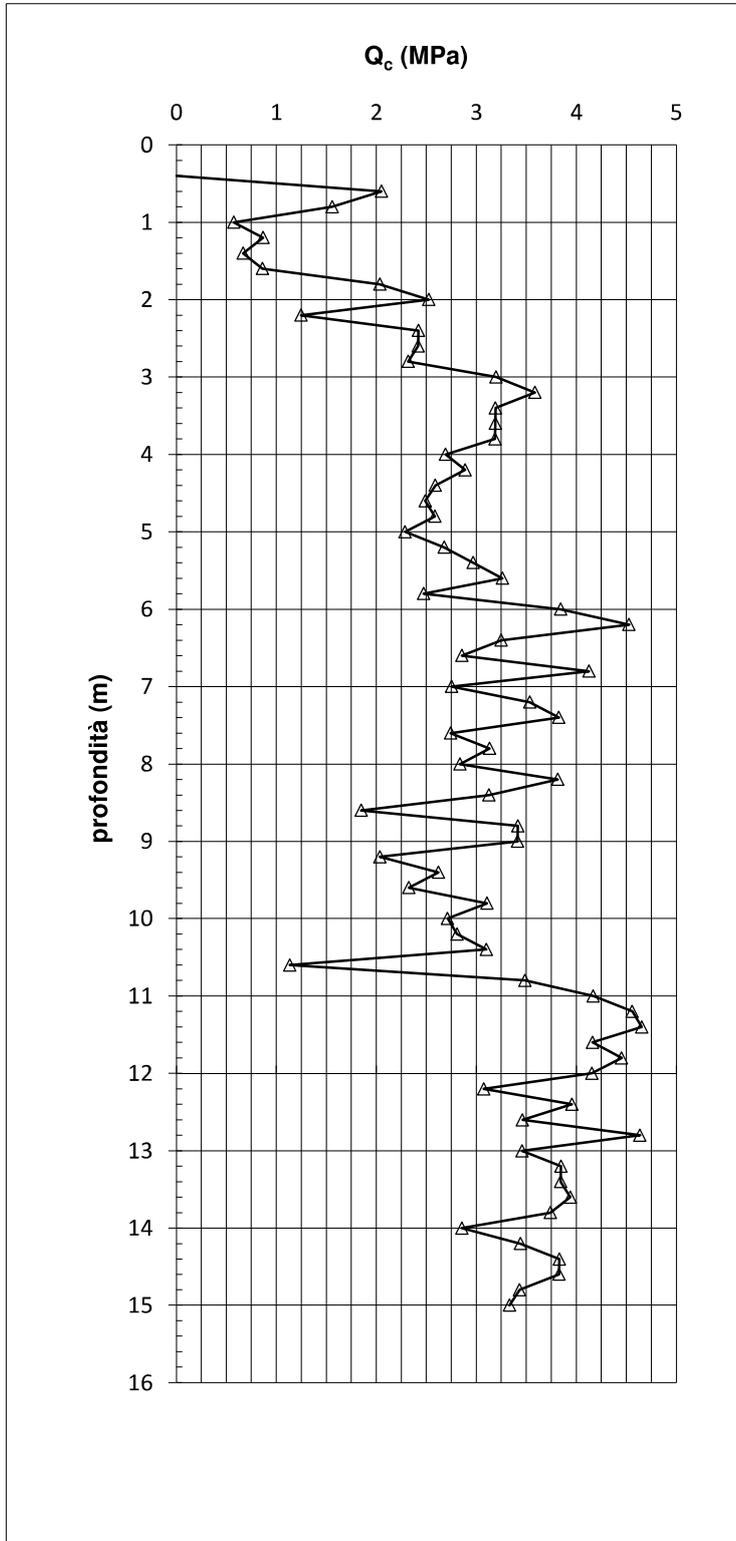
*data inizio lavori:* 24/02/2020 *prof. inizio prova (m):* - 0,00 da p.c.  
*data fine lavori:* 24/02/2020 *prof. fine prova (m):* - 15,00 da p.c.  
**Prescavo profondità** metri 0,00 *totale metri prova:* 15,00 m  
**Installato piezometro** metri 0,00 *livello di falda (m):* n.r. da p.c.

profondità base strato da p.c. (m)	Lecture di campagna (kg/cm <sup>2</sup> )		Forza assiale (kN)		Resistenza alla punta - q <sub>c</sub> (MPa)	Attrito laterale unitario - f <sub>s</sub> (kPa)	q c/f <sub>s</sub>	note
	punta	punta + manicotto	punta	punta + manicotto				
0,20								
0,40								
0,60	21,00	36,00	2,05	3,52	2,05	33,99	60,39	
0,80	16,00	21,00	1,56	2,05	1,56	67,98	22,94	
1,00	6,00	16,00	0,58	1,56	0,58	33,99	16,96	
1,20	9,00	14,00	0,87	1,36	0,87	40,79	21,28	

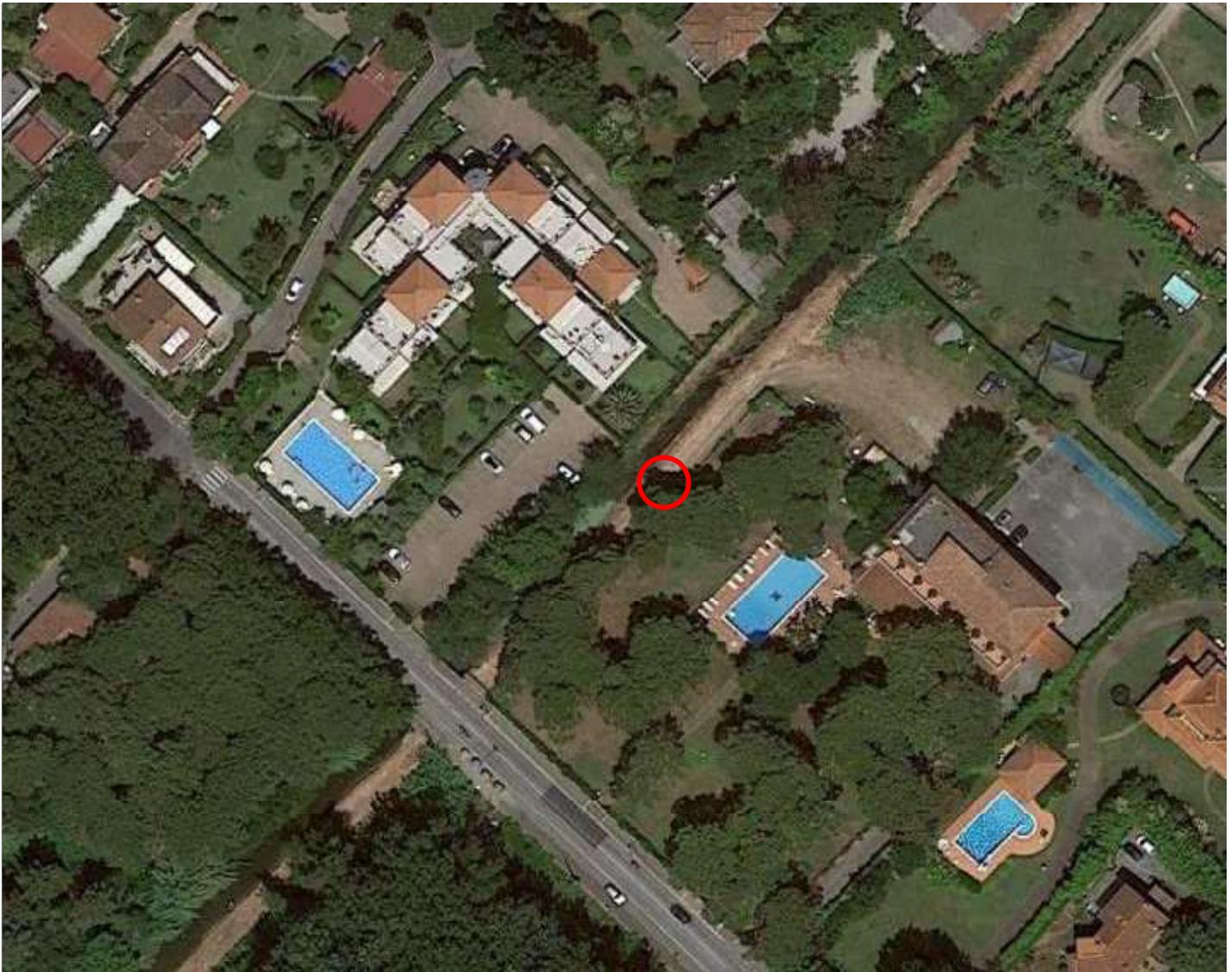
profondità da p.c. (m)	Letture (kg/cm <sup>2</sup> )		Forza assiale (kN)		Resistenza alla punta - $q_c$ (MPa)	Attrito laterale unitario - $f_s$ (kPa)	$q_c/f_s$	note
	punta	punta + manicotto	punta	punta + manicotto				
1,40	7,00	13,00	0,67	1,26	0,67	61,18	10,94	
1,60	9,00	18,00	0,86	1,75	0,86	54,38	15,86	
1,80	21,00	29,00	2,04	2,82	2,04	61,18	33,29	
2,00	26,00	35,00	2,52	3,41	2,52	95,17	26,53	
2,20	13,00	27,00	1,25	2,62	1,25	74,78	16,68	
2,40	25,00	36,00	2,42	3,50	2,42	74,78	32,38	
2,60	25,00	36,00	2,42	3,50	2,42	81,58	29,65	
2,80	24,00	36,00	2,32	3,49	2,32	108,77	21,31	
3,00	33,00	49,00	3,20	4,77	3,20	88,38	36,18	
3,20	37,00	50,00	3,59	4,86	3,59	115,57	31,04	
3,40	33,00	50,00	3,19	4,86	3,19	101,97	31,31	
3,60	33,00	48,00	3,19	4,66	3,19	88,38	36,09	
3,80	33,00	46,00	3,19	4,46	3,19	81,58	39,07	
4,00	28,00	40,00	2,69	3,87	2,69	74,78	36,03	
4,20	30,00	41,00	2,89	3,97	2,89	88,38	32,68	
4,40	27,00	40,00	2,59	3,87	2,59	81,58	31,76	
4,60	26,00	38,00	2,49	3,67	2,49	74,78	33,30	
4,80	27,00	38,00	2,59	3,66	2,59	74,78	34,58	
5,00	24,00	35,00	2,29	3,37	2,29	81,58	28,06	
5,20	28,00	40,00	2,68	3,86	2,68	88,38	30,31	
5,40	31,00	44,00	2,97	4,24	2,97	95,17	31,21	
5,60	34,00	48,00	3,26	4,63	3,26	74,78	43,61	
5,80	26,00	37,00	2,47	3,55	2,47	95,17	26,00	
6,00	40,00	54,00	3,84	5,22	3,84	81,58	47,13	
6,20	47,00	59,00	4,53	5,71	4,53	122,37	37,01	
6,40	34,00	52,00	3,25	5,02	3,25	95,17	34,16	
6,60	30,00	44,00	2,86	4,23	2,86	54,38	52,51	
6,80	43,00	51,00	4,13	4,91	4,13	88,38	46,71	
7,00	29,00	42,00	2,75	4,03	2,75	81,58	33,74	
7,20	37,00	49,00	3,53	4,71	3,53	88,38	39,99	
7,40	40,00	53,00	3,83	5,10	3,83	61,18	62,53	
7,60	29,00	38,00	2,74	3,63	2,74	101,97	26,92	
7,80	33,00	48,00	3,13	4,61	3,13	81,58	38,42	
8,00	30,00	42,00	2,84	4,01	2,84	67,98	41,74	
8,20	40,00	50,00	3,82	4,80	3,82	81,58	46,77	
8,40	33,00	45,00	3,13	4,30	3,13	67,98	45,99	
8,60	20,00	30,00	1,85	2,83	1,85	81,58	22,66	
8,80	36,00	48,00	3,42	4,59	3,42	67,98	50,24	
9,00	36,00	46,00	3,41	4,39	3,41	101,97	33,47	

profondità da p.c. (m)	Lecture (kg/cm <sup>2</sup> )		Forza assiale (kN)		Resistenza alla punta - q <sub>c</sub> (MPa)	Attrito laterale unitario - f <sub>s</sub> (kPa)	q <sub>c</sub> /f <sub>s</sub>	note
	punta	punta + manicotto	punta	punta + manicotto				
9,20	22,00	37,00	2,04	3,51	2,04	149,56	13,62	
9,40	28,00	50,00	2,62	4,78	2,62	129,16	20,31	
9,60	25,00	44,00	2,33	4,19	2,33	88,38	26,32	
9,80	33,00	46,00	3,11	4,38	3,11	81,58	38,10	
10,00	29,00	41,00	2,71	3,89	2,71	67,98	39,91	
10,20	30,00	40,00	2,81	3,79	2,81	74,78	37,55	
10,40	33,00	44,00	3,10	4,18	3,10	74,78	41,45	
10,60	13,00	24,00	1,14	2,21	1,14	95,17	11,93	
10,80	37,00	51,00	3,49	4,86	3,49	88,38	39,45	
11,00	44,00	57,00	4,17	5,45	4,17	95,17	43,82	
11,20	48,00	62,00	4,56	5,93	4,56	95,17	47,92	
11,40	49,00	63,00	4,66	6,03	4,66	115,57	40,29	
11,60	44,00	61,00	4,16	5,83	4,16	135,96	30,62	
11,80	47,00	67,00	4,45	6,42	4,45	67,98	65,52	
12,00	44,00	54,00	4,16	5,14	4,16	122,37	33,97	
12,20	33,00	51,00	3,08	4,84	3,08	101,97	30,17	
12,40	42,00	57,00	3,96	5,43	3,96	142,76	27,71	
12,60	37,00	58,00	3,46	5,52	3,46	101,97	33,96	
12,80	49,00	64,00	4,64	6,11	4,64	135,96	34,11	
13,00	37,00	57,00	3,46	5,42	3,46	81,58	42,39	
13,20	41,00	53,00	3,85	5,02	3,85	67,98	56,59	
13,40	41,00	51,00	3,84	4,83	3,84	95,17	40,40	
13,60	42,00	56,00	3,94	5,31	3,94	95,17	41,40	
13,80	40,00	54,00	3,74	5,11	3,74	88,38	42,33	
14,00	31,00	44,00	2,86	4,13	2,86	95,17	30,01	
14,20	37,00	51,00	3,44	4,81	3,44	74,78	46,03	
14,40	41,00	52,00	3,83	4,91	3,83	81,58	46,97	
14,60	41,00	53,00	3,83	5,01	3,83	67,98	56,32	
14,80	37,00	47,00	3,43	4,41	3,43	81,58	42,09	
15,00	36,00	48,00	3,33	4,51	3,33			
15,20								
15,40								
15,60								
15,80								
16,00								
16,20								
16,40								
16,60								
16,80								
17,00								

DIAGRAMMI



## UBICAZIONE DELLA PROVA



**PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT**

*Il presente certificato è composto da n. 5 pagine*

*norma di riferimento: Raccomandazioni AGI 1977  
deviazioni dalla norma:*

verbale di accettazione n. **032/2020** del **24/02/2020**  
certificato di prova n. **036/2020** del **02/03/2020**

Comm.te: **Consorzio 1 Toscana Nord**  
Località: **Via delle Macchie, loc. Poveromo, Massa (MS)**  
prova n. **4**

**CARATTERISTICHE DEL SISTEMA**

*penetrometro:* Pagani TG 63-100/200 n. matricola P 001138  
*sistema di ancoraggio  $\phi$ :* 100 x 1000  
*sistema di misura:* selettore con cella di carico e scheda elettronica acquisizione dati manuale  
*punta:* conica meccanica

*diametro* 3,57 cm  
*area punta* 10 cm<sup>2</sup>  
*angolo di apertura* 60 °  
*area manicotto* 150 cm<sup>2</sup>

**DATI DI PROVA**

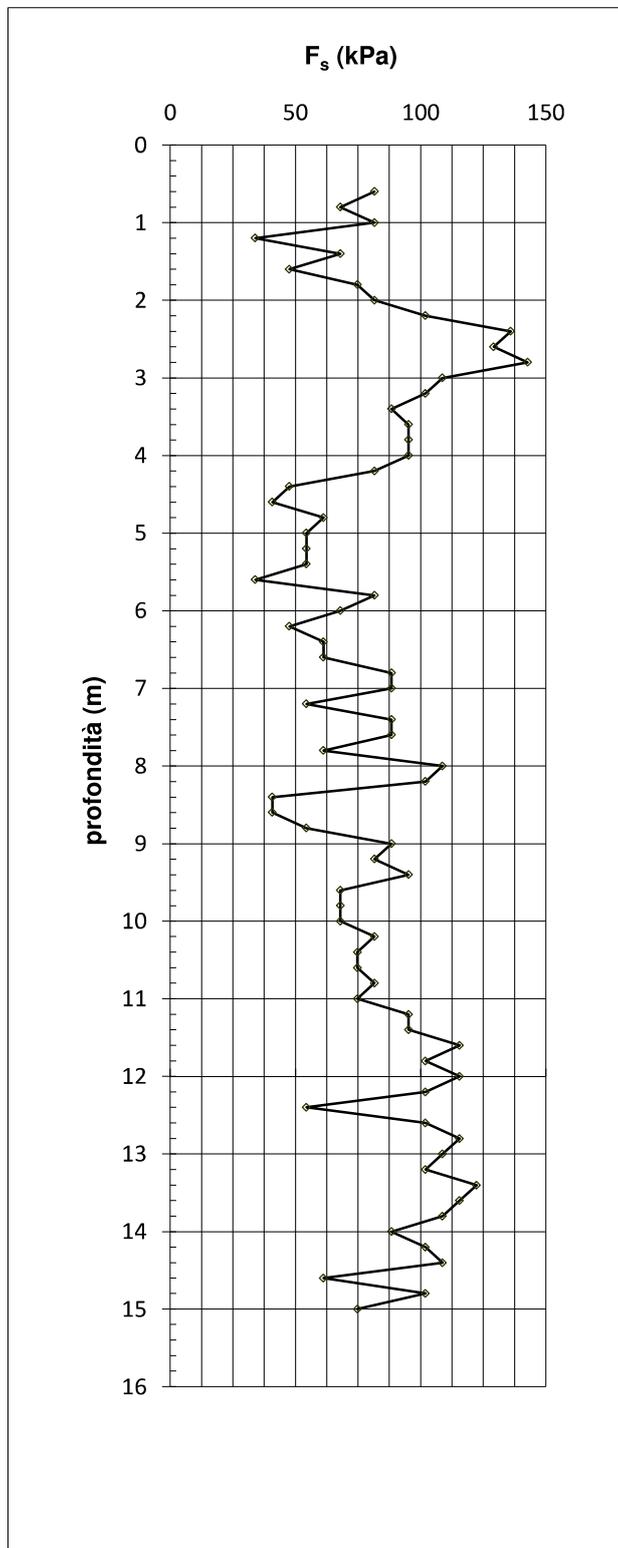
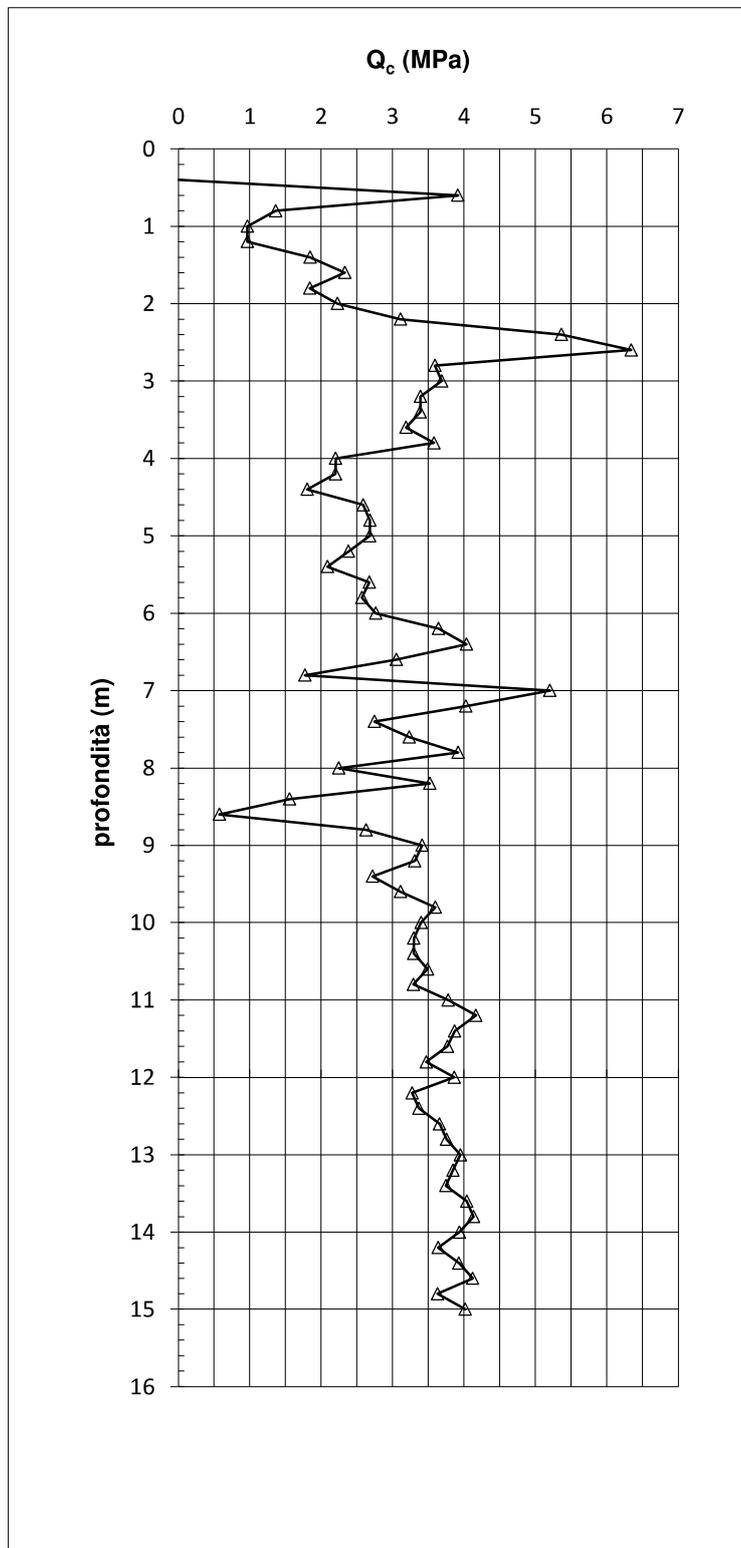
*data inizio lavori:* 25/02/2020 *prof. inizio prova (m):* - 0,00 da p.c.  
*data fine lavori:* 25/02/2020 *prof. fine prova (m):* - 15,00 da p.c.  
*Prescavo profondità* metri 0,00 *totale metri prova:* 15,00 m  
*Installato piezometro* metri 0,00 *livello di falda (m):* n.r. da p.c.

profondità base strato da p.c. (m)	Lecture di campagna (kg/cm <sup>2</sup> )		Forza assiale (kN)		Resistenza alla punta - q <sub>c</sub> (MPa)	Attrito laterale unitario - f <sub>s</sub> (kPa)	q c/f <sub>s</sub>	note
	punta	punta + manicotto	punta	punta + manicotto				
0,20								
0,40								
0,60	40,00	52,00	3,92	5,09	3,92	67,98	57,60	
0,80	14,00	24,00	1,36	2,34	1,36	81,58	16,72	
1,00	10,00	22,00	0,97	2,15	0,97	33,99	28,50	
1,20	10,00	15,00	0,97	1,46	0,97	67,98	14,21	

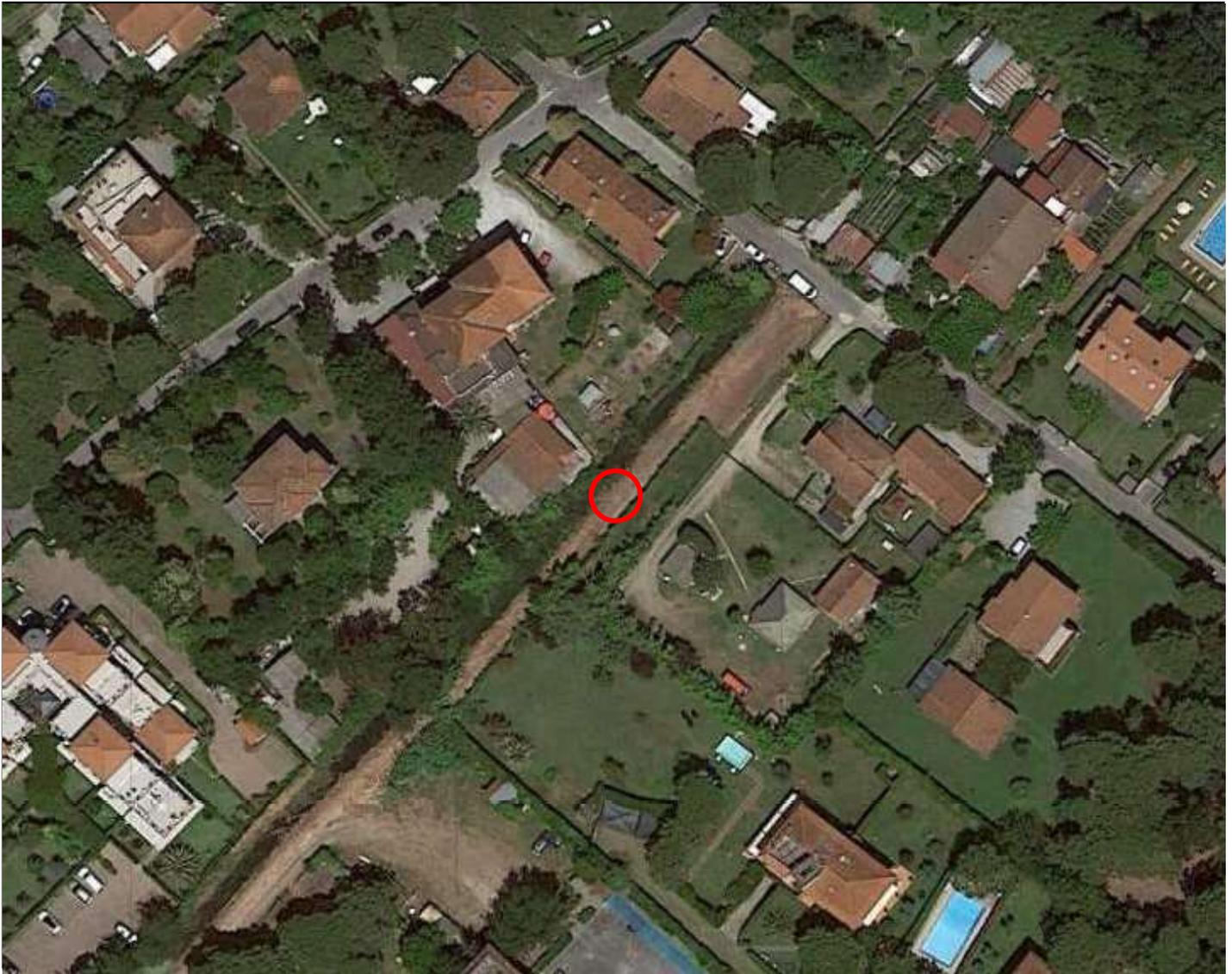
profondità da p.c. (m)	Letture (kg/cm <sup>2</sup> )		Forza assiale (kN)		Resistenza alla punta - $q_c$ (MPa)	Attrito laterale unitario - $f_s$ (kPa)	$q_c/f_s$	note
	punta	punta + manicotto	punta	punta + manicotto				
1,40	19,00	29,00	1,85	2,83	1,85	47,59	38,79	
1,60	24,00	31,00	2,33	3,02	2,33	74,78	31,21	
1,80	19,00	30,00	1,84	2,92	1,84	81,58	22,56	
2,00	23,00	35,00	2,23	3,41	2,23	101,97	21,87	
2,20	32,00	47,00	3,11	4,58	3,11	135,96	22,88	
2,40	55,00	75,00	5,36	7,32	5,36	129,16	41,52	
2,60	65,00	84,00	6,34	8,20	6,34	142,76	44,42	
2,80	37,00	58,00	3,59	5,65	3,59	108,77	33,03	
3,00	38,00	54,00	3,69	5,26	3,69	101,97	36,17	
3,20	35,00	50,00	3,39	4,86	3,39	88,38	38,37	
3,40	35,00	48,00	3,39	4,66	3,39	95,17	35,60	
3,60	33,00	47,00	3,19	4,56	3,19	95,17	33,52	
3,80	37,00	51,00	3,58	4,95	3,58	95,17	37,61	
4,00	23,00	37,00	2,20	3,58	2,20	81,58	27,02	
4,20	23,00	35,00	2,20	3,38	2,20	47,59	46,26	
4,40	19,00	26,00	1,81	2,49	1,81	40,79	44,29	
4,60	27,00	33,00	2,59	3,18	2,59	61,18	42,30	
4,80	28,00	37,00	2,68	3,57	2,68	54,38	49,35	
5,00	28,00	36,00	2,68	3,47	2,68	54,38	49,30	
5,20	25,00	33,00	2,38	3,17	2,38	54,38	43,84	
5,40	22,00	30,00	2,09	2,87	2,09	33,99	61,41	
5,60	28,00	33,00	2,67	3,16	2,67	81,58	32,77	
5,80	27,00	39,00	2,57	3,75	2,57	67,98	37,84	
6,00	29,00	39,00	2,77	3,75	2,77	47,59	58,12	
6,20	38,00	45,00	3,65	4,33	3,65	61,18	59,59	
6,40	42,00	51,00	4,04	4,92	4,04	61,18	65,96	
6,60	32,00	41,00	3,05	3,93	3,05	88,38	34,54	
6,80	19,00	32,00	1,77	3,05	1,77	88,38	20,08	
7,00	54,00	67,00	5,20	6,48	5,20	54,38	95,69	
7,20	42,00	50,00	4,02	4,81	4,02	88,38	45,54	
7,40	29,00	42,00	2,75	4,02	2,75	88,38	31,09	
7,60	34,00	47,00	3,23	4,51	3,23	61,18	52,87	
7,80	41,00	50,00	3,92	4,80	3,92	108,77	36,03	
8,00	24,00	40,00	2,25	3,82	2,25	101,97	22,06	
8,20	37,00	52,00	3,52	4,99	3,52	40,79	86,33	
8,40	17,00	23,00	1,56	2,15	1,56	40,79	38,18	
8,60	7,00	13,00	0,57	1,16	0,57	54,38	10,55	
8,80	28,00	36,00	2,63	3,42	2,63	88,38	29,77	
9,00	36,00	49,00	3,41	4,69	3,41	81,58	41,83	

profondità da p.c. (m)	Letture (kg/cm <sup>2</sup> )		Forza assiale (kN)		Resistenza alla punta - $q_c$ (MPa)	Attrito laterale unitario - $f_s$ (kPa)	$q_c/f_s$	note
	punta	punta + manicotto	punta	punta + manicotto				
9,20	35,00	47,00	3,31	4,49	3,31	95,17	34,80	
9,40	29,00	43,00	2,72	4,09	2,72	67,98	40,02	
9,60	33,00	43,00	3,11	4,09	3,11	67,98	45,75	
9,80	38,00	48,00	3,60	4,58	3,60	67,98	52,93	
10,00	36,00	46,00	3,40	4,38	3,40	81,58	41,67	
10,20	35,00	47,00	3,30	4,48	3,30	74,78	44,11	
10,40	35,00	46,00	3,30	4,37	3,30	74,78	44,08	
10,60	37,00	48,00	3,49	4,57	3,49	81,58	42,77	
10,80	35,00	47,00	3,29	4,47	3,29	74,78	44,01	
11,00	40,00	51,00	3,78	4,86	3,78	95,17	39,70	
11,20	44,00	58,00	4,17	5,54	4,17	95,17	43,79	
11,40	41,00	55,00	3,87	5,24	3,87	115,57	33,50	
11,60	40,00	57,00	3,77	5,44	3,77	101,97	36,98	
11,80	37,00	52,00	3,47	4,94	3,47	115,57	30,06	
12,00	41,00	58,00	3,86	5,53	3,86	101,97	37,88	
12,20	35,00	50,00	3,27	4,74	3,27	54,38	60,17	
12,40	36,00	44,00	3,37	4,15	3,37	101,97	33,02	
12,60	39,00	54,00	3,66	5,13	3,66	115,57	31,66	
12,80	40,00	57,00	3,75	5,42	3,75	108,77	34,52	
13,00	42,00	58,00	3,95	5,52	3,95	101,97	38,72	
13,20	41,00	56,00	3,85	5,32	3,85	122,37	31,44	
13,40	40,00	58,00	3,75	5,51	3,75	115,57	32,42	
13,60	43,00	60,00	4,04	5,71	4,04	108,77	37,13	
13,80	44,00	60,00	4,13	5,70	4,13	88,38	46,77	
14,00	42,00	55,00	3,93	5,21	3,93	101,97	38,59	
14,20	39,00	54,00	3,64	5,11	3,64	108,77	33,45	
14,40	42,00	58,00	3,93	5,50	3,93	61,18	64,22	
14,60	44,00	53,00	4,12	5,01	4,12	101,97	40,43	
14,80	39,00	54,00	3,63	5,10	3,63	74,78	48,54	
15,00	43,00	54,00	4,02	5,10	4,02			
15,20								
15,40								
15,60								
15,80								
16,00								
16,20								
16,40								
16,60								
16,80								
17,00								

DIAGRAMMI



## UBICAZIONE DELLA PROVA



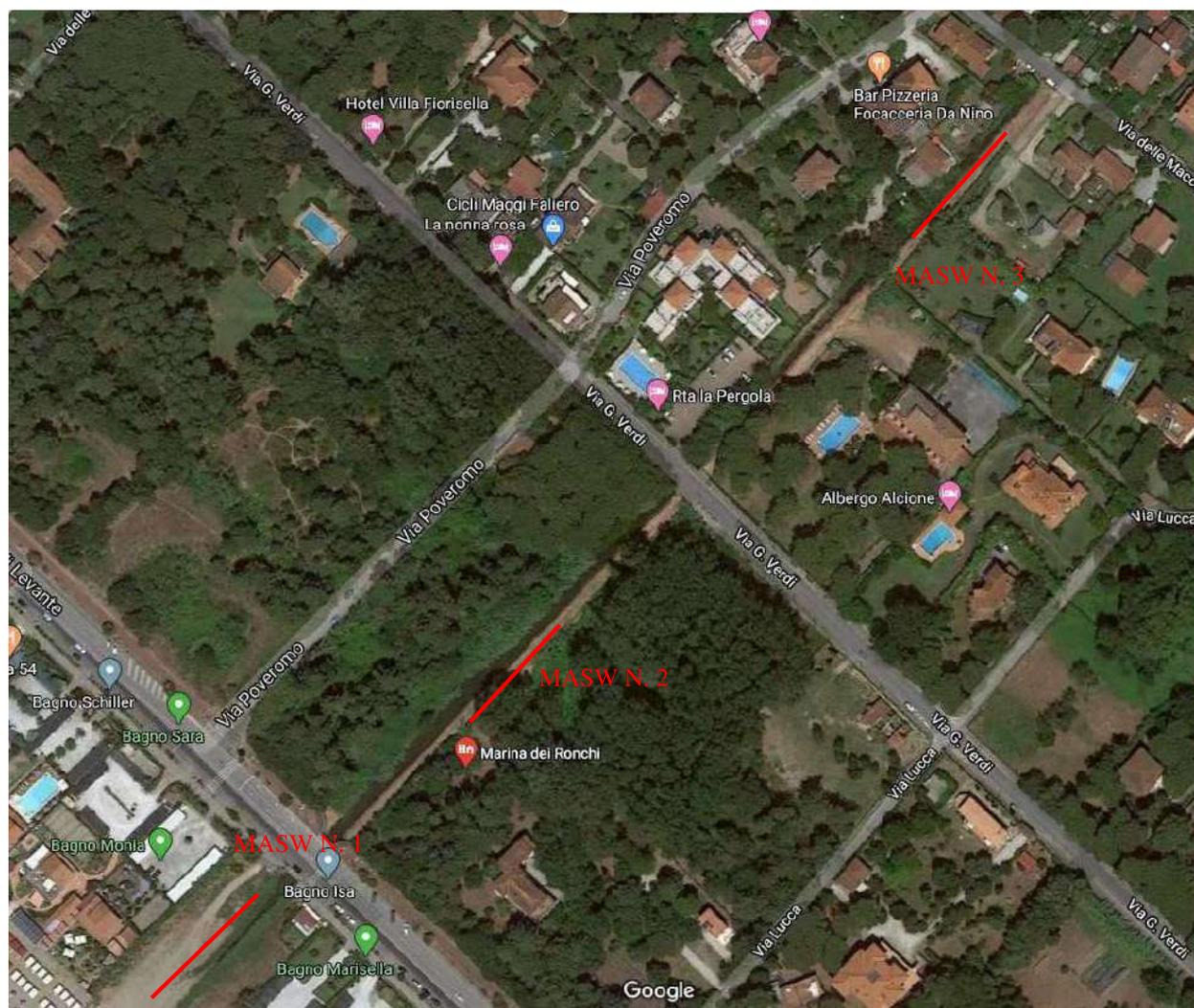
## **Allegato 5**

**INDAGINI GEOFISICHE MASW  
(Mappo Geognostica srl)**

**Dott. Geol. Andrea Cricca**

Viale della Repubblica n.156 - 54100 Massa (MS)  
Cell. 339 6020461 - E-mail: [andreacricca@gmail.com](mailto:andreacricca@gmail.com)

**ESECUZIONE DI N. 3 INDAGINI GEOFISICHE MASW ESEGUITE PER  
IL RIPRISTINO DEL RETICOLO IDRAULICO MINORE DELL'ABITATO  
RONCHI POVEROMO ED ALTRI COMUNI DI MASSA E CARRARA**



Comm.te:

**CONSORZIO 1 TOSCANA NORD**

**Marzo 2020**

## PREMESSE

La presente relazione sintetizza e illustra i risultati di n. 3 indagini sismiche effettuate, mediante il metodo MASW, per il ripristino del reticolo idraulico minore dell'abitato Ronchi-Poveromo ed altri comuni di Massa e Carrara.

Le indagini MASW sono state effettuate per la caratterizzazione della velocità delle onde Sh dei terreni presenti, per determinare il parametro VS30, necessario al fine della classificazione dei suoli per la definizione dell'azione sismica di progetto, come richiesto dalle "Norme Tecniche per le Costruzioni" (D.M. 2018).

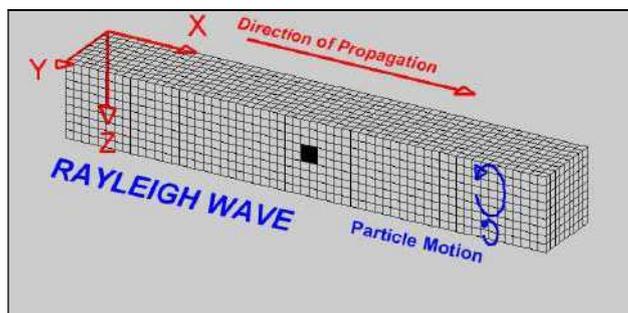
L'interpretazione dei dati acquisiti in campagna ha consentito di ricavare una sequenza sismo-stratigrafica relativamente all'area di indagine, con suddivisione in strati aventi analoghe caratteristiche delle velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali.

E' stato possibile, per ottimizzare l'interpretazione, riferirsi al locale assetto geolitologico e geotecnica derivante da prove penetrometriche eseguite per il medesimo incarico.

## GENERALITÀ SUL METODO MASW

Le onde sismiche che si propagano in un mezzo si dividono, principalmente, in Onde di corpo e onde di superficie. Fra queste ultime si hanno le onde di Rayleigh, le onde di Love e le onde di Lamb.

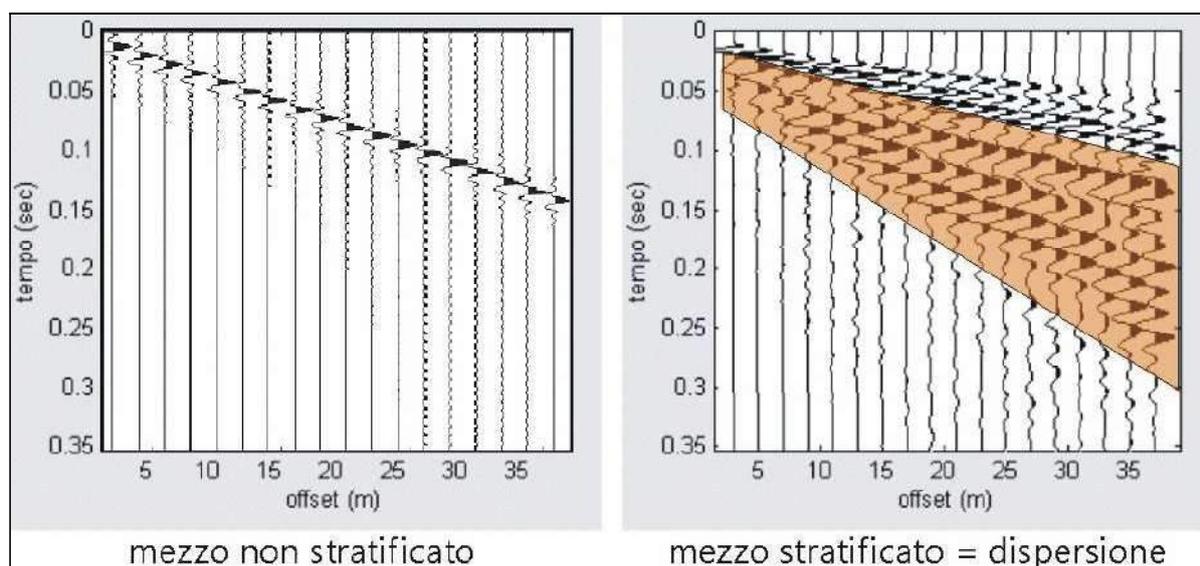
Le onde di Rayleigh, in particolare, sono originate dall'interazione fra le onde di pressione e le onde di taglio verticali quando esista una superficie libera in un mezzo omogeneo e isotropo.



Il moto delle particelle è di tipo ellittico retrogrado, il quale si inverte a una profondità di  $\lambda/2\pi$ . L'ampiezza dello spostamento decresce secondo una legge esponenziale.

L'energia convertita in onde di Rayleigh è, in percentuale, molto maggiore rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P ed S. Inoltre l'ampiezza delle onde di superficie varia con la radice quadrata di  $r$ , e non con  $r$  come avviene per le onde di corpo. Le onde di Rayleigh presentano una velocità del 90% circa rispetto a quella delle onde di taglio.

In presenza di un semispazio omogeneo, la velocità di tali onde non varia in funzione della frequenza, non si ha cioè *dispersione*, la deformazione di un treno di onde dovuta alla variazione della velocità di propagazione in funzione della frequenza. Questa deformazione si manifesta invece quando il terreno presenti una stratificazione; la velocità di propagazione per una certa lunghezza d'onda viene influenzata dalle proprietà che il mezzo possiede fino a una profondità dell'ordine di  $\lambda/2$  circa.



Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Quindi una metodologia che utilizzi le onde superficiali è in grado di rilevare variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità.

Nel caso che l'obiettivo sia di verificare le caratteristiche delle velocità delle onde S nel terreno, questo tipo di indagine è molto utile, in quanto la  $V_s$  è il fattore che governa le caratteristiche della dispersione.

Inoltre il metodo non è limitato dalla presenza di inversioni di velocità, e presenta una buona risoluzione.

L'indagine secondo la tecnica MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*) prevede l'energizzazione mediante sorgente attiva, con registrazione simultanea su 12 o più canali. Vengono utilizzati geofoni a componente verticale sensibili alle basse frequenze (un valore tipico sono 4,5 Hz).

La distanza dalla sorgente di energizzazione e il primo ricevitore condiziona  $\lambda_{max}$ , e quindi la profondità di indagine; anche la lunghezza dello stendimento geofonico è in relazione alla profondità di indagine, mentre la distanza intergeofonica condiziona lo spessore dello strato più sottile rilevabile.

E' importante osservare che nel sismogramma possono comparire diversi tipi di onde: onde di corpo, onde superficiali non piane, onde riverberate dalle disomogeneità superficiali, oltre al rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane. Questo comporta una difficoltà aggiuntiva nella "lettura" dello spettro di velocità e quindi nella successiva individuazione della curva di dispersione.

Le onde di corpo sono di solito riconoscibili; le onde superficiali riverberate (back scattered) possono risultare prevalenti in un sismogramma quando siano presenti discontinuità orizzontali. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente. Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

In sintesi l'indagine comporta:

- l'acquisizione delle onde superficiali (*ground roll*);
- la determinazione di uno spettro di velocità, con velocità di fase in funzione della frequenza;
- l'identificazione della curva di dispersione, cioè la determinazione dei punti che, sullo spettro di velocità, appartengono a un certo modo di propagazione dell'onda superficiale di Rayleigh;
- l'inversione della curva di dispersione, al fine di ottenere il profilo verticale delle  $V_s$ .

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando come riferimento la curva di dispersione precedentemente ottenuta. Per ottenere il profilo verticale  $V_s$  dalla curva di dispersione è necessaria l'assunzione di valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità.

La procedura di inversione utilizzata dal software *winMASW* è legata agli "algoritmi genetici", il quale approccio consente di ottenere risultati più affidabili rispetto ai metodi di inversione basati sulla matrice Jacobiana.

E' estremamente utile, per una interpretazione affidabile, poter disporre di dati di riferimento, sia per fornire uno spazio di ricerca iniziale al processo di inversione, sia per effettuare una "modellazione diretta" di ausilio a un corretto "picking" della curva di dispersione.

#### ATTREZZATURA E METODOLOGIE IMPIEGATE

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

- . numero di canali: 24
- . sampler interval: 0,296 msec
- . A/D conversion: 16 bit
- . input impedance: 1KOhm
- . Gain: 10 dB – 100 dB (step 1 dB)
- . saturation tension: +/- 2,3 V
- . saturation level: 100 dB
- . distortion: 0,01%
- . sampler:
  - 25 msec (191 punti)
  - 50 msec (383 punti)
  - 100 msec (756 punti)
  - 200 msec (1530 punti)
  - 400 msec (3060 punti)
  - 1000 msec (7560 punti)
- . sampling: 130 microsec
- . filter low pass: 50/950 Hz, step 1 Hz
- . digital filter low pass: 1000-50
- . digital filter high pass: 0-250
- . frequency response: 7-950 Hz, filter at 950 Hz
- . dynamic range: 93 dB
- . noise: 0,66 uV RMS, gain = 55 dB
- . crosstalk: 52 dB, gain = 55 dB
- . power: 12 V.

Il software di acquisizione dati è “ECHO 12-24” vers. 7.00. L’attrezzatura è completata da 1 cavo sismico a 24 takes out spazati a 3 m, con connettori *cannon*, montati su rullo, geofoni “Geospace” a 4,5 Hz, cannoncino per cartucce industriali, mazza di battuta da 8 Kg con interruttore starter, geofono starter, cavo trigger da 200 m montato su rullo.

Gli stendimenti impiegati per i profili MASW in oggetto hanno le seguenti caratteristiche, in particolare:

- n. geofoni: 24
- spaziatura fra i geofoni: 2 m
- n. shots: sono state effettuate 2 rilevazioni, impiegando esclusivamente la mazza di battuta, a distanze di 8.0 e 10.0 metri dalla linea geofonica.
- tempo di acquisizione: 1.000 msec.

I profili sono da considerare orizzontali, in quanto i dislivelli massimi lungo lo stendimento sono modesti (nell’ordine dei centimetri).

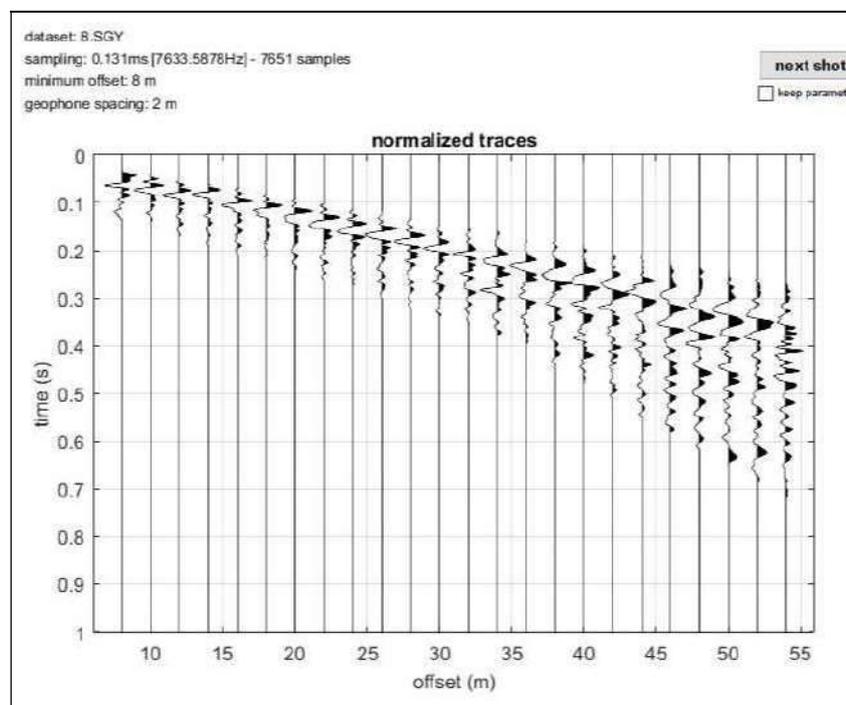
#### MASW N. 1 - INTERPRETAZIONE DEI DATI

Per il processo di interpretazione è stato utilizzata la curva di dispersione relativa allo “shot” posto a un offset di 8,0 m dalla linea geofonica.

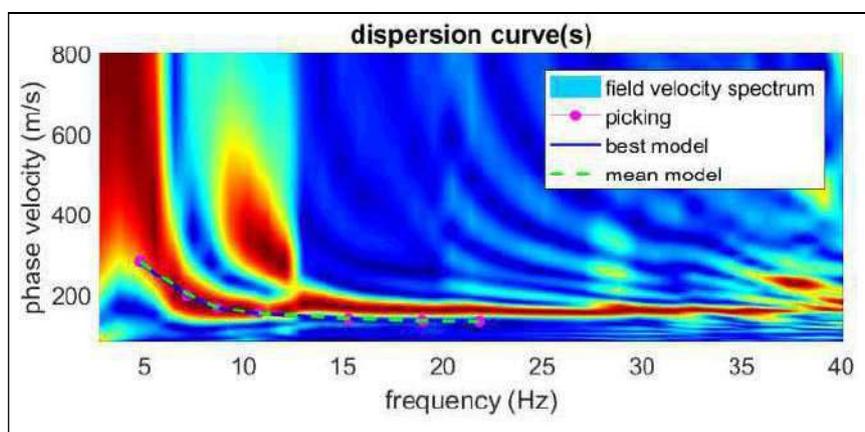
Per l’interpretazione dei dati è stato impiegato il software winMASW, il quale consente la determinazione di profili verticali della velocità delle onde di taglio Vs tramite l’inversione delle curve di dispersione ottenute, effettuata con algoritmi “genetici”. Tale programma è in grado di operare sui records in formato SGY prodotti dalla strumentazione Ambrogeo secondo la procedura specifica descritta nel capitolo introduttivo.

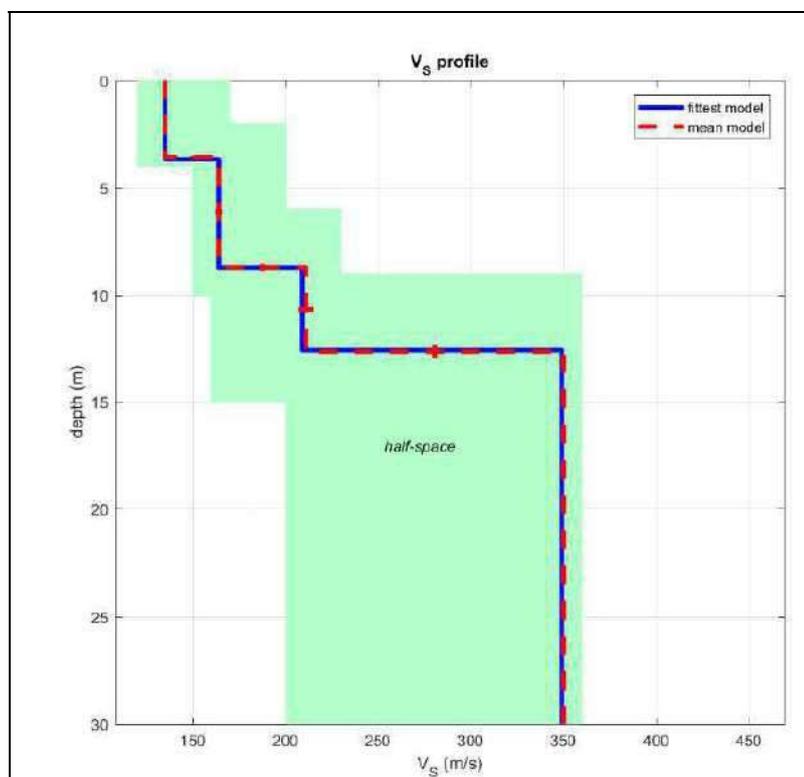
Come già accennato, per dare uno spazio di ricerca significativo al processo di inversione, e per avere un ausilio tramite modellazione diretta, ci si è basati anche su dati del contesto geolitologico locale.

La rappresentazione del file dei dati acquisiti (“common-shot gather” – segnale per i vari geofoni nel tempo di acquisizione di 1000 msec) è la seguente:



Quello che segue è lo *spettro di velocità* (velocità di fase in funzione della frequenza), con relativo picking della curva di dispersione delle onde di superficie, cioè la determinazione dei punti che si ritengono appartenere, in questo caso, al *modo fondamentale* di propagazione dell’onda superficiale di Rayleigh:





Sono stati perciò individuati 4 strati a diversa velocità Vsh, e precisamente:

- secondo il MODELLO MEDIO:

strato	1	2	3	4
VSh (m/sec)	135	164	211	350
Spessore(m)	3.6	5.1	3.9	

Si rimanda alla valutazione del progettista circa la definizione della categoria di suolo di fondazione in funzione della tipologia e delle caratteristiche dell'opera prevista.

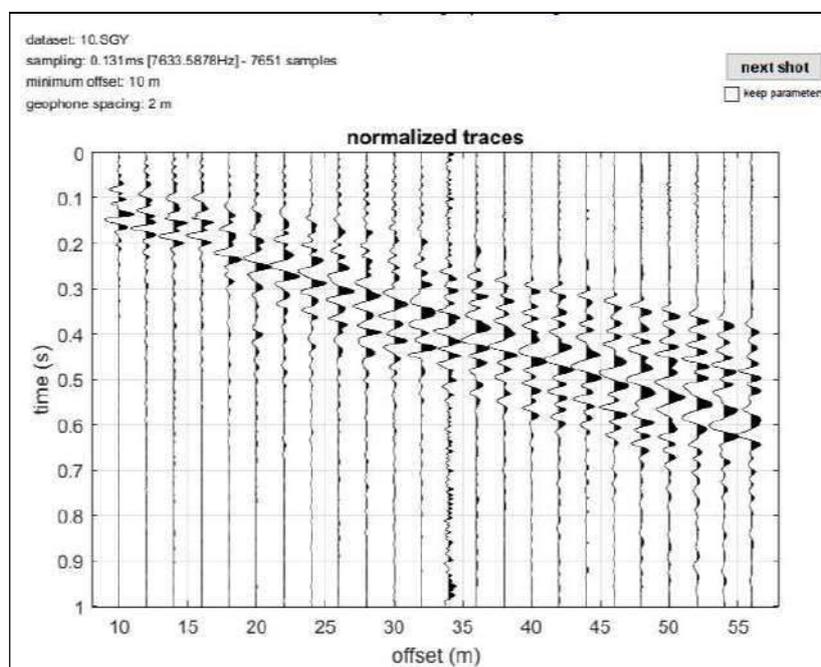
## MASW N. 2 - INTERPRETAZIONE DEI DATI

Per il processo di interpretazione sono state utilizzate le curve di dispersione relative allo “shot” posto a un offset di 10,0 m dalla linea geofonica.

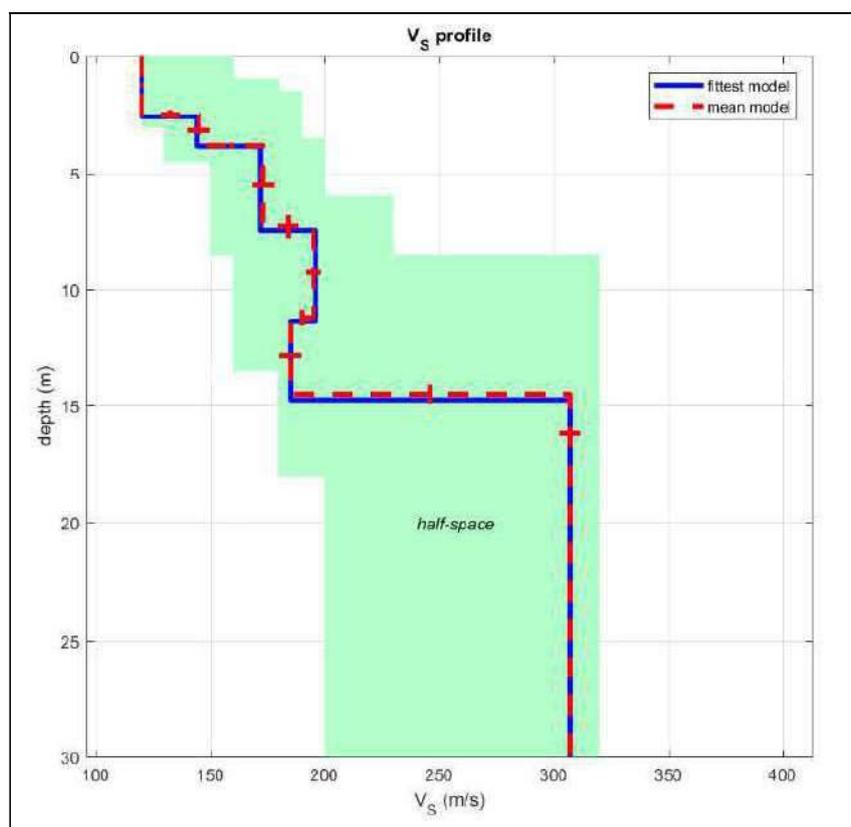
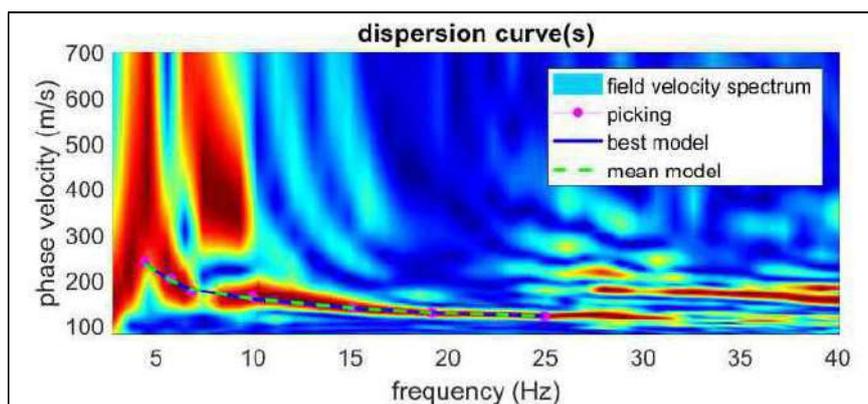
Per l'interpretazione dei dati è stato impiegato il software winMASW, il quale consente la determinazione di profili verticali della velocità delle onde di taglio Vs tramite l'inversione delle curve di dispersione ottenute, effettuata con algoritmi “genetici”. Tale programma è in grado di operare sui records in formato SGY prodotti dalla strumentazione Ambrogeo secondo la procedura specifica descritta nel capitolo introduttivo.

Come già accennato, per dare uno spazio di ricerca significativo al processo di inversione, e per avere un ausilio tramite modellazione diretta, ci si è basati anche su dati del contesto geolitologico locale.

La rappresentazione del file dei dati acquisiti (“common-shot gather” – segnale per i vari geofoni nel tempo di acquisizione di 1000 msec) è la seguente:



Quello che segue è lo *spettro di velocità* (velocità di fase in funzione della frequenza), con relativo picking della curva di dispersione delle onde di superficie, cioè la determinazione dei punti che si ritengono appartenere, in questo caso, al *modo fondamentale* di propagazione dell'onda superficiale di Rayleigh:



Sono stati perciò individuati 6 strati a diversa velocità Vsh, e precisamente:

- secondo il MODELLO MEDIO:

strato	1	2	3	4	5	6
VSh (m/sec)	120	145	173	195	185	307
Spessore(m)	2.5	1.3	3.5	3.9	3.3	

Si rimanda alla valutazione del progettista circa la definizione della categoria di suolo di fondazione in funzione della tipologia e delle caratteristiche dell'opera prevista.

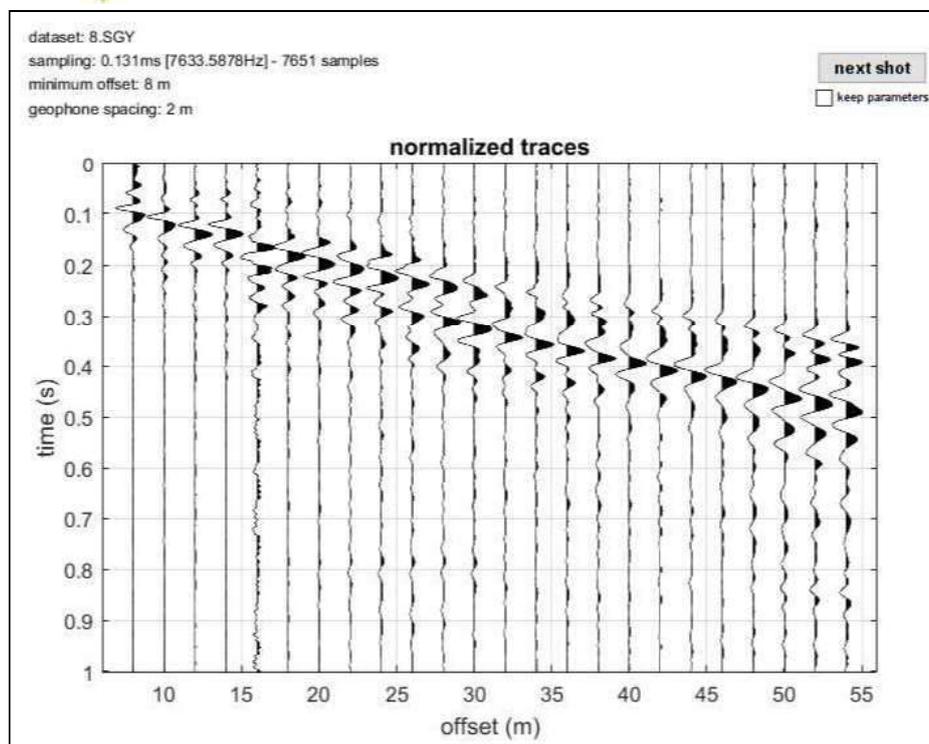
### MASW N. 3 - INTERPRETAZIONE DEI DATI

Per il processo di interpretazione sono state utilizzate le curve di dispersione relative allo "shot" posto a un offset di 6,0 m dalla linea geofonica.

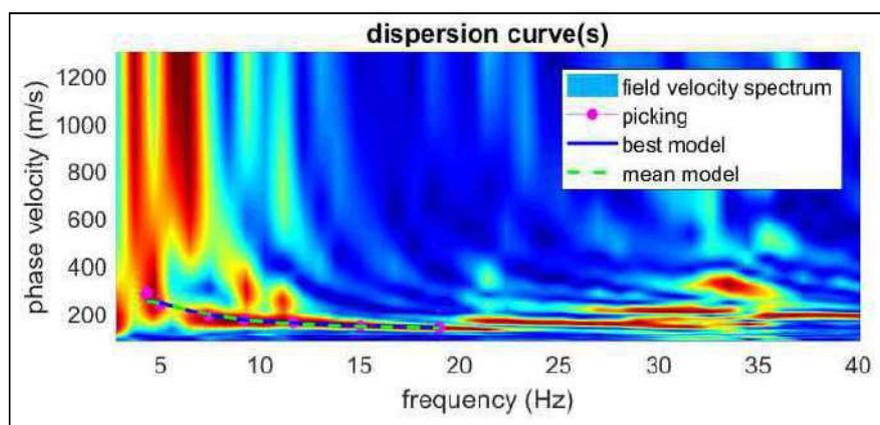
Per l'interpretazione dei dati è stato impiegato il software winMASW, il quale consente la determinazione di profili verticali della velocità delle onde di taglio Vs tramite l'inversione delle curve di dispersione ottenute, effettuata con algoritmi "genetici". Tale programma è in grado di operare sui records in formato SGY prodotti dalla strumentazione Ambrogeo secondo la procedura specifica descritta nel capitolo introduttivo.

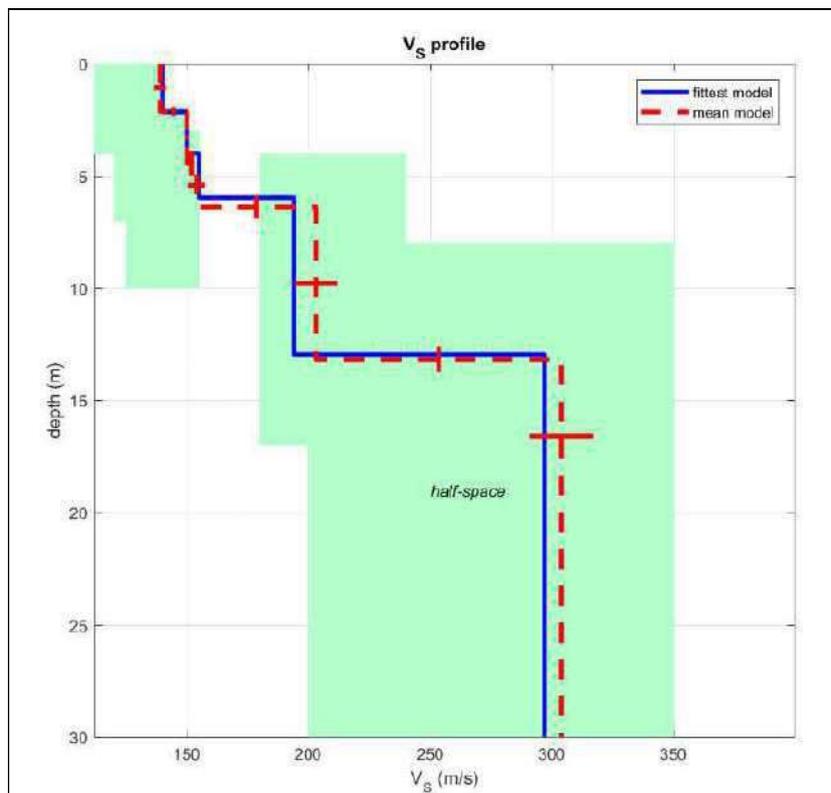
Come già accennato, per dare uno spazio di ricerca significativo al processo di inversione, e per avere un ausilio tramite modellazione diretta, ci si è basati anche su dati del contesto geolitologico locale.

La rappresentazione del file dei dati acquisiti ("common-shot gather" – segnale per i vari geofoni nel tempo di acquisizione di 1000 msec) è la seguente:



Quello che segue è lo *spettro di velocità* (velocità di fase in funzione della frequenza), con relativo picking della curva di dispersione delle onde di superficie, cioè la determinazione dei punti che si ritengono appartenere, in questo caso, al *modo fondamentale* di propagazione dell'onda superficiale di Rayleigh:





Sono stati perciò individuati 5 strati a diversa velocità V<sub>sh</sub>, e precisamente:

- secondo il MODELLO MEDIO:

strato	1	2	3	4	5
V <sub>Sh</sub> (m/sec)	139	150	154	203	304
Spessore(m)	2.1	2.3	2.0	6.8	

Si rimanda alla valutazione del progettista circa la definizione della categoria di suolo di fondazione in funzione della tipologia e delle caratteristiche dell'opera prevista.



*Allegati:*

- Risultato elaborazione masw

*Altopascio, marzo 2020*

**Mappo Geognostica**  
*Geol. Massimo Benedetti*

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

A handwritten signature in black ink, appearing to read "M. Benedetti", is written over the bottom right portion of the company contact information.

A decorative line starts as a solid black line from the left edge of the page, then zig-zags upwards and to the right, ending at the top-left corner of a white rectangular box. The background of the page is a light blue and green globe showing continents and oceans.

**Mappo Geognostica Srl**

Loc. Biagioni, 60  
55010 Spianate (LU)  
Tel. 0583.20799 Fax 0572.930069  
P.IVA 02019570460  
[www.mappogeognostica.it](http://www.mappogeognostica.it)

**ESECUZIONE DI N. 3 INDAGINI GEOFISICHE MASW ESEGUITE PER  
IL RIPRISTINO DEL RETICOLO IDRAULICO MINORE DELL'ABITATO  
RONCHI POVEROMO ED ALTRI COMUNI DI MASSA E CARRARA**

**MASW N. 1**



==o== SECTION#1

dataset: 8.SGY  
sampling (ms): 0.131  
minimum offset (m): 8  
geophone spacing (m): 2  
Dispersion curve: 8pick.cdp  
Number of individuals: 32  
Number of generations: 33

## Rayleigh-wave dispersion analysis

Analyzing phase velocities

Adopted search space (minimum Vs): 120 150 160 200

Adopted search space (maximum Vs): 170 200 230 360

Adopted search space (minimum Poisson): 0.2 0.2 0.2 0.2

Adopted search space (maximum Poisson): 0.499 0.499 0.499 0.499

### SECTION#2

Rayleigh-wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -3.8728 -0.42903

Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -3.2473 -0.42903

Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -3.2642 -0.42903

Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -3.2485 -0.42903

Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -2.8836 -0.42903

Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -2.697 -0.42903

Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -2.7077 -0.42903

Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -2.8596 -0.42903

Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -3.0337 -0.42903

Model after the Vs & Thickness optimization (fixed Poisson values):

Vs (m/s): 135 164 209 349

Thickness (m): 3.7 5.1 3.8

Number of models considered to calculate the average model: 12

#####

RESULTS winMASW Pro

#####

Dataset: 8.SGY

Analyzed curve/spectrum: 8pick.cdp

### SECTION#3

MEAN MODEL

Vs (m/s): 135 164 211 350

Standard deviations (m/s): 0 2 4 1

Thickness (m): 3.6 5.1 3.9

Standard deviations (m): 0.1 0.2 0.3

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 413 328 653 672

Density (gr/cm3): 1.84 1.78 1.95 1.96

Vp/Vs ratio: 3.06 2.00 3.09 1.92

Poisson: 0.44 0.33 0.44 0.31  
Shear modulus (MPa): 34 48 87 240

Fundamental mode

Mean model

f(Hz)	VR(m/s)
4.79632	280.5142
7.14314	202.6182
8.68991	169.5121
10.77	153.3947
15.2503	140.6198
18.9839	135.5322
21.8641	133.0596

SECTION#4

BEST MODEL

Vs (m/s): 135 164 209 349  
thickness (m): 3.6525 5.0511 3.8247

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s):	493	334	562	646
Density (gr/cm <sup>3</sup> ):	1.88	1.79	1.91	1.95
Vp/Vs ratio:	3.65	2.04	2.69	1.85
Poisson:	0.46	0.34	0.42	0.29
Shear modulus (MPa):	34	48	84	237

dispersion curve (frequency - velocity)

Fundamental mode)

best model

F(Hz)	VR(m/s)
4.79632	277.8042
7.14314	199.4435
8.68991	168.2345
10.77	152.7131
15.2503	140.2441
18.9839	135.3507
21.8641	133.0185

SECTION#5

Maximum penetration depth according to the "Steady State Rayleigh Method": 30 m

winMASW - Surface Waves & Beyond

[www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)

## MASW N. 2



==o== SECTION#1

atasset: 10.SGY  
sampling (ms): 0.131  
minimum offset (m): 10  
geophone spacing (m): 2  
Dispersion curve: 10pick.cdp  
Number of individuals: 32  
Number of generations: 33

Rayleigh-wave dispersion analysis

Analyzing phase velocities

Adopted search space (minimum Vs): 120 130 150 160 180 200

Adopted search space (maximum Vs): 160 180 190 200 230 320

Adopted search space (minimum Poisson): 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2

Adopted search space (maximum Poisson): 0.499 0.499 0.499 0.499 0.499 0.499

SECTION#2

Rayleigh-wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -2.2517 -0.5723

Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -2.2391 -0.5723

Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -2.4946 -0.5723

Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -2.5941 -0.5634

Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -2.2609 -0.5634

Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -2.3564 -0.5634

Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -2.2532 -0.5634

Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -2.5491 -0.5634

Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -2.4342 -0.5634

Model after the Vs & Thickness optimization (fixed Poisson values):

Vs (m/s): 120 144 172 196 185 307

Thickness (m): 2.6 1.3 3.6 3.9 3.4

Number of models considered to calculate the average model: 53

#####  
RESULTS winMASW Pro  
#####

Dataset: 10.SGY

Analyzed curve/spectrum: 10pick.cdp

SECTION#3

MEAN MODEL

Vs (m/s): 120 145 173 195 185 307

Standard deviations (m/s): 1 5 5 3 5 5

Thickness (m): 2.5 1.3 3.5 3.9 3.3

Standard deviations (m): 0.2 0.1 0.5 0.3 0.4

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 276 349 323 470 316 887

Density (gr/cm3): 1.74 1.80 1.78 1.87 1.78 2.02

Vp/Vs ratio: 2.30 2.41 1.87 2.41 1.71 2.89

Poisson: 0.38 0.40 0.30 0.40 0.24 0.43

Shear modulus (MPa): 25 38 53 71 61 191

Fundamental mode

Mean model

f(Hz)	VR(m/s)
4.42296	235.4197
5.75638	198.8282
6.82312	179.8842
9.97	157.8794
15.0903	138.8789
19.1973	127.961
24.9577	119.8116

SECTION#4

BEST MODEL

Vs (m/s): 120 144 172 196 185 307  
thickness (m): 2.5654 1.2688 3.6348 3.858 3.4119

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s):	291	632	311	500	304	1369
Density (gr/cm <sup>3</sup> ):	1.76	1.94	1.77	1.89	1.77	2.13
Vp/Vs ratio:	2.42	4.39	1.81	2.55	1.64	4.46
Poisson:	0.40	0.47	0.28	0.41	0.21	0.47
Shear modulus (MPa):	25	40	52	72	60	201

dispersion curve (frequency - velocity)

Fundamental mode)

best model

4.42296	236.7348
5.75638	198.0091
6.82312	179.3522
9.97	157.7044
15.0903	138.9407
19.1973	128.1702
24.9577	119.9794

SECTION#5

Maximum penetration depth according to the "Steady State Rayleigh Method": 30 m

## MASW N. 3



==o== SECTION#1

dataset: 8.SGY

sampling (ms): 0.131

minimum offset (m): 8

geophone spacing (m): 2

Dispersion curve: 8pick.cdp

Number of individuals: 32

Number of generations: 33

Rayleigh-wave dispersion analysis

Analyzing phase velocities

Adopted search space (minimum Vs): 110 120 125 180 200

Adopted search space (maximum Vs): 140 150 155 240 350

Adopted search space (minimum Poisson): 0.175 0.175 0.175 0.175 0.175

Adopted search space (maximum Poisson): 0.499 0.499 0.499 0.499 0.499

SECTION#2

Rayleigh-wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -3.3163 -1.6429

Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -3.3847 -1.6429

Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -3.5503 -1.6429

Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -3.6168 -1.6429

Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -3.2494 -1.5071

Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -3.5355 -1.5071

Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -3.3726 -1.5071

Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -3.5957 -1.5071

Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -3.5038 -1.5071

Model after the Vs & Thickness optimization (fixed Poisson values):

Vs (m/s): 140 150 155 194 297

Thickness (m): 2.1 1.8 2 7

Number of models considered to calculate the average model: 158

#####  
RESULTS winMASW Pro  
#####

Dataset: 8.SGY

Analyzed curve/spectrum: 8pick.cdp

SECTION#3

MEAN MODEL

Vs (m/s): 139 150 154 203 304

Standard deviations (m/s): 2 1 3 9 13

Thickness (m): 2.1 2.3 2.0 6.8

Standard deviations (m): 0.2 0.6 0.5 0.6

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 400 342 477 489 596

Density (gr/cm3): 1.83 1.79 1.88 1.88 1.93

Vp/Vs ratio: 2.88 2.28 3.10 2.41 1.96

Poisson: 0.43 0.38 0.44 0.40 0.32

Shear modulus (MPa): 35 40 44 78 178Fundamental mode

Mean model

f(Hz)	VR(m/s)
4.31629	252.732
5.00967	245.0839
7.40983	196.7683
9.16994	172.8269
11.6768	156.1854
15.037	145.9728
18.9839	140.6259

SECTION#4

BEST MODEL

Vs (m/s): 140 150 155 194 297  
thickness (m): 2.1351 1.8455 1.9698 7

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s):	452	357	2007	501	1273
Density (gr/cm <sup>3</sup> ):	1.86	1.81	2.22	1.89	2.11
Vp/Vs ratio:	3.23	2.38	12.95	2.58	4.29
Poisson:	0.45	0.39	0.50	0.41	0.47
Shear modulus (MPa):	36	41	53	71	186

dispersion curve (frequency - velocity)

Fundamental mode)

best model

F(Hz)	VR(m/s)
4.31629	255.786
5.00967	247.1997
7.40983	194.7316
9.16994	173.7688
11.6768	159.9671
15.037	150.1365
18.9839	143.6722

SECTION#5

Maximum penetration depth according to the "Steady State Rayleigh Method": 30 m

winMASW - Surface Waves & Beyond

[www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)

## **Allegato 6**

MISURA PASSIVA DI RUMORE AMBIENTALE HVSR  
(Mappo Geognostica srl)

**Dott. Geol. Andrea Cricca**

Viale della Repubblica n.156 - 54100 Massa (MS)  
Cell. 339 6020461 - E-mail: [andreacricca@gmail.com](mailto:andreacricca@gmail.com)

**ESECUZIONE DI N. 1 INDAGINE GEOFISICA ESEGUITA PER IL  
RIPRISTINO DEL RETICOLO IDRAULICO MINORE DELL'ABITATO  
RONCHI POVEROMO ED ALTRI COMUNI DI MASSA E CARRARA**



**Committente:**

**CONSORZIO 1 TOSCANA NORD**

**MAGGIO 2020**

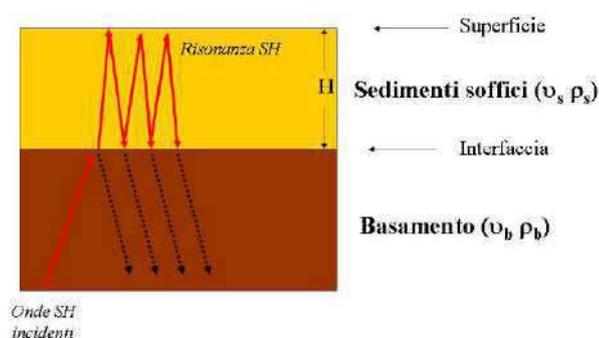
## GENERALITÀ

La sismica passiva studia il *microtremore sismico ambientale* (rumore sismico); questa sfrutta il fatto che il “rumore”, pur non recando l’informazione relativa alla sua sorgente, risulta sensibile alla locale struttura presso la stazione di misura.

La strumentazione per eseguire misure di sismica passiva può operare in spazi ridotti, non necessita di energizzazioni e permette di indagare profondità molto elevate. I tempi di esecuzione sono relativamente bassi.

Il rumore sismico ambientale deriva dalla composizione di molte sorgenti che agiscono in tempi diversi e in zone diverse nel campo del rumore sono rappresentate sia *onde di volume* (fronte d’onda sferico) sia *onde di superficie* (fronte d’onda cilindrico), ma le onde di superficie hanno carattere dominante, perché caratterizzate da minore attenuazione.

Quando fra 2 superfici esiste una variazione significativa dell’impedenza acustica si ha il fenomeno della *risonanza*, che deriva dall’intrappolamento di energia sismica (essenzialmente delle fasi SH) all’interno delle coperture ovvero fra la superficie e un basamento rigido qui inteso come una formazione “caratterizzata da valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio S significativamente maggiori di quelli relativi alle coperture localmente presenti” delle onde.



L'equazione della risonanza è la seguente:

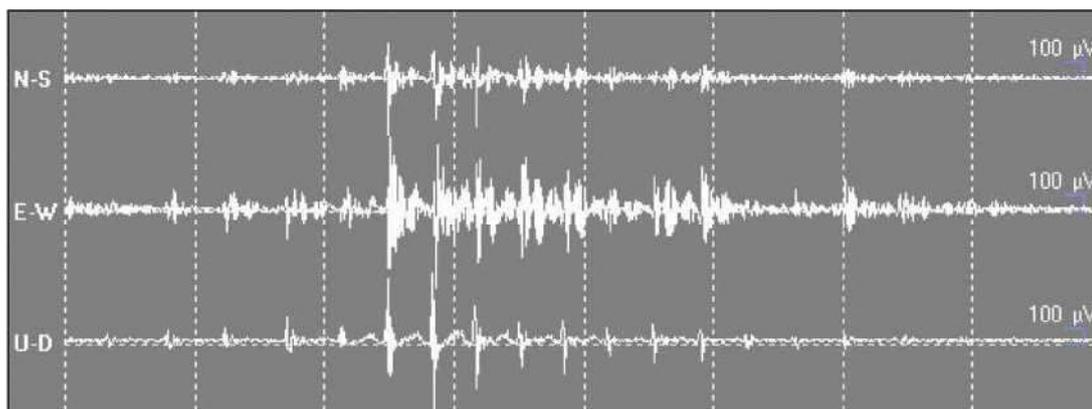
$$f = n \frac{Vs}{4H} \quad n=1,3,5,\dots$$

dove  $n$  indica l'ordine del modo di vibrare (fondamentale, primo superiore ecc.),  $Vs$  è la velocità delle onde di taglio nello strato oggetto di risonanza e  $H$  è lo spessore di detto strato.

Nella maggior parte dei casi, a causa dell'attenuazione delle coperture, il solo modo visibile è il fondamentale.

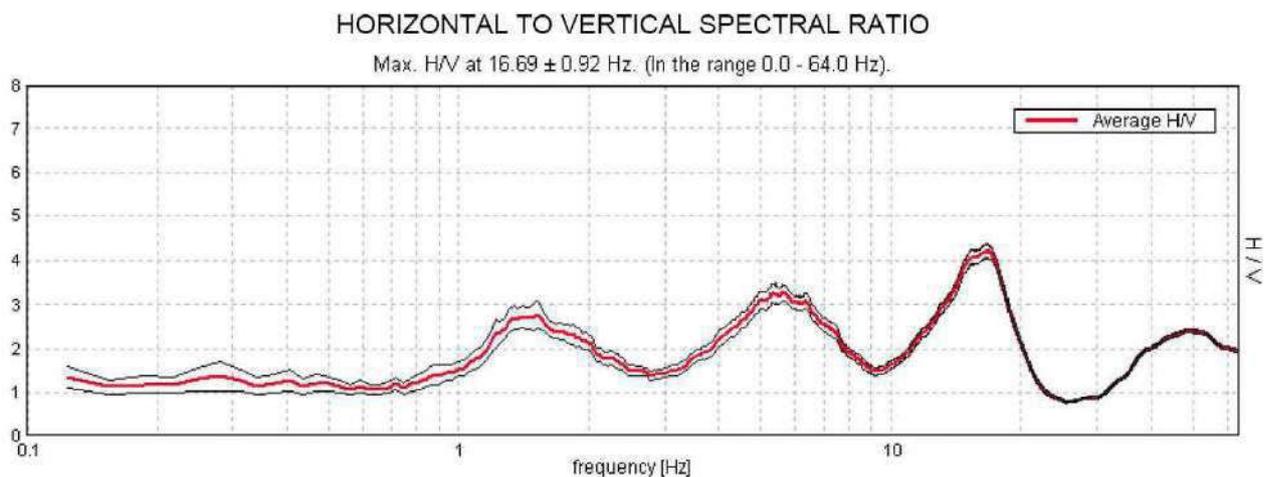
Le registrazioni in campagna vengono effettuate mediante un *tromografo*, che consiste in un'apparecchiatura che riunisce una terna di sensori velocimetrici orientati su tre direzioni ortogonali:

- 2 nella componente orizzontale dello spostamento (tra loro ortogonali) per misure su suoli ordinariamente corrispondenti alle direzioni NS ed EW;
- 1 nella componente verticale (up-down).



I diagrammi relativi a tali registrazioni vengono elaborati attraverso la determinazione dell'intensità del segnale in sottofinestre di determinata durata, e trasformati in *spettri H/V*. nella pratica si utilizza il rapporto H/V perché è un buon *normalizzatore* e un buon estimatore delle frequenze di risonanza dei terreni; i valori assoluti degli spettri orizzontali e verticali variano infatti con il livello assoluto del rumore ambientale, mentre la forma dello spettro e in particolare il rapporto tra le ampiezze orizzontale e verticale si mantiene più stabile, e per il suo carattere stocastico mostra caratteristiche correlabili con la struttura locale del suolo.

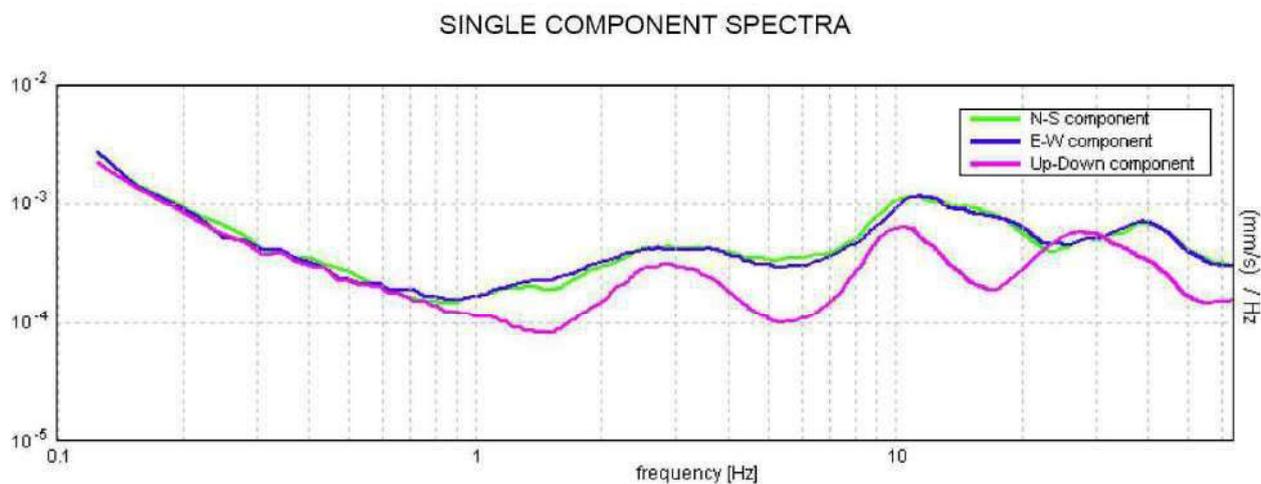
Alle frequenze caratteristiche di vibrazione dei suoli corrisponde infatti un decremento del segnale della componente verticale, che determina un picco nel rapporto spettrale rappresentato dal grafico seguente.



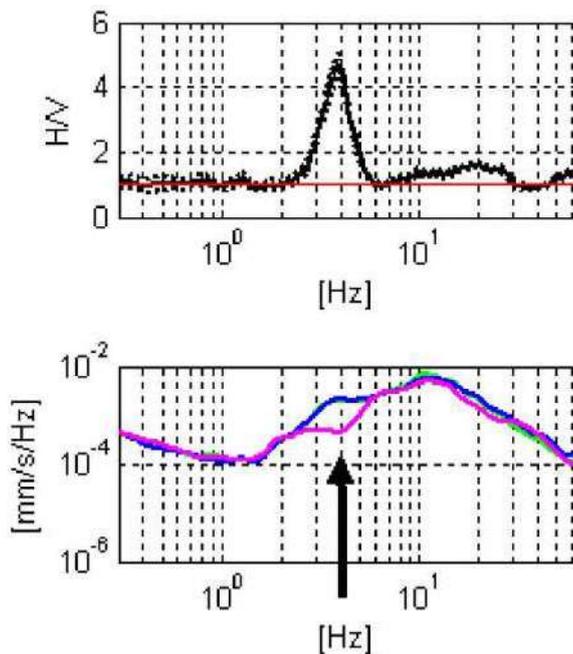
In un mezzo senza contrasti di impedenza (per esempio un ammasso roccioso sano) la curva H/V risulta teoricamente piatta e con valore medio tra 0,7 e 1,0 (in funzione del modulo  $\mu$ ).

La presenza di un picco nella curva H/V può essere data da un fenomeno di *risonanza*, causato da una variazione di velocità delle onde sismiche nel terreno, e quindi di passaggi stratigrafici caratterizzati da un notevole contrasto tra le velocità sismiche stesse.

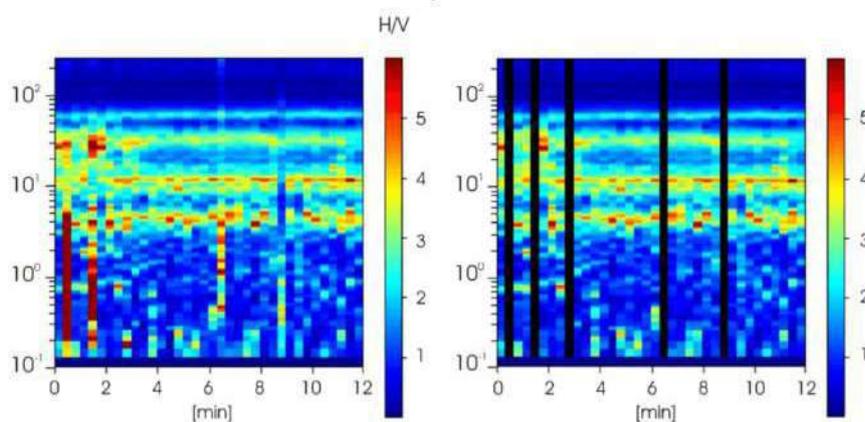
Dato che tali picchi su H/V possono essere dovuti anche ad *artefatti* e *transienti*, H/V deve essere sempre analizzato alla luce degli spettri delle singole componenti.



Un picco di natura stratigrafica (e non artefattuale) presenta un minimo locale della componente spettrale verticale, mentre picchi spettrali (di solito aguzzi) su tutte le 3 componenti del moto sono di origine antropica.



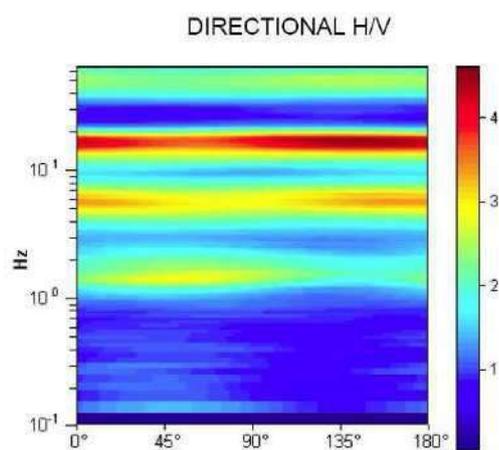
L'elaborazione degli spettri H/V comporta quindi un'analisi ragionata dei vari picchi, uno *smoothing* (nel nostro caso triangolare al 10%) e una valutazione sugli spettri nelle varie "finestre" di tempo in cui è stata suddivisa l'acquisizione, in modo da poter eventualmente rimuovere gli intervalli di misura caratterizzati da disturbi.



Di solito è consigliabile effettuare le correzioni nel dominio delle frequenze, e non

operare nel dominio del tempo, in quanto in tale contesto non è agevole identificare quali siano artefatti e transienti.

Altro aspetto importante da considerare è la *stabilità direzionale* del segnale, che è un elemento a favore della valenza stratigrafica del picco analizzato.



## CAMPAGNA DI PROSPEZIONI IN OGGETTO

Le prospezioni sono state eseguite mediante l'utilizzo di uno strumento TROMINO® della Società *Micromed Geophysics* di Mogliano Veneto (TV), espressamente progettato per misure di microtremore.



TROMINO® è uno strumento efficiente per la misura del rumore sismico; presenta ridotte dimensioni e peso, e bassissimo consumo di energia.

---

L'alta risoluzione dell'elettronica digitale impiegata consente di ottimizzare la misura del microtremore nell'intervallo di frequenze compreso fra 0.1 e 200 Hz; i sensori sono costituiti da una terna di velocimetri smorzati criticamente che trasmettono il segnale ad un sistema di acquisizione digitale a basso rumore a dinamica non inferiore a 23 bit. Le caratteristiche progettuali consentono una accuratezza relativa maggiore di  $10^{-4}$  sulle componenti spettrali al di sopra di 0.1 Hz.

L'assenza di cavi esterni consente inoltre di lasciare virtualmente imperturbato il campo d'onda presente nell'ambiente.

Lo strumento dispone di tre canali analogici connessi a tre velocimetri elettrodinamici ad alta risoluzione disposti secondo tre direzioni ortogonali. Il moto del terreno viene amplificato, convertito in forma digitale, organizzato e salvato su una memoria digitale di tipo Flash.

I dati registrati da TROMINO® possono essere scaricati, organizzati, archiviati, visualizzati e analizzati tramite il programma *Grilla* fornito assieme allo strumento. Esso include inoltre procedure per l'analisi spettrale di base e per l'analisi *HVSR* e la classificazione anche secondo le direttive fornite dal progetto di ricerca europeo *SESAME*.

\* \* \* \* \*

Nel caso in oggetto, su incarico della committenza, è stata realizzata n. 1 postazione di misura in via Lungomare di Levante, loc. Poveromo nel comune di Massa. Le registrazioni sono state eseguite, con durata dell'acquisizione pari a 20' suddivisa nella successiva analisi in "finestre" temporali di 20", in un area attualmente ricoperta da vegetazione spontanea.

Le allegate schede-report illustrano le varie stazioni di misura, riportandone le note identificative. Per ciascuna postazione è riportata l'analisi effettuata sul picco di H/V ritenuto più significativo, oltre alle osservazioni generali che ne descrivono i risultati.

---

## CRITERI DI ANALISI DELLE MISURE

I dati di campagna sono stati in primo luogo trattati con una procedura di analisi o trattamento consistente in:

- ❖ lisciatura triangolare al 10%
- ❖ analisi temporale dell'intero spettro (0-64 Hz) in sottofinestre di 20 s
- ❖ analisi direzionale con step di 5°

Successivamente sono stati analizzati i dati ottenuti, scelto il dataset della stazione di misura, ed effettuata se necessario la pulizia tramite eliminazione delle sottofinestre temporali contenenti sollecitazioni transienti, ed eventuale nuova analisi sulle sole finestre selezionate, fino al raggiungimento di un risultato il più possibile chiaro.

*Spianate, maggio 2020*

**MAPPO GEOGNOSTICA srl**

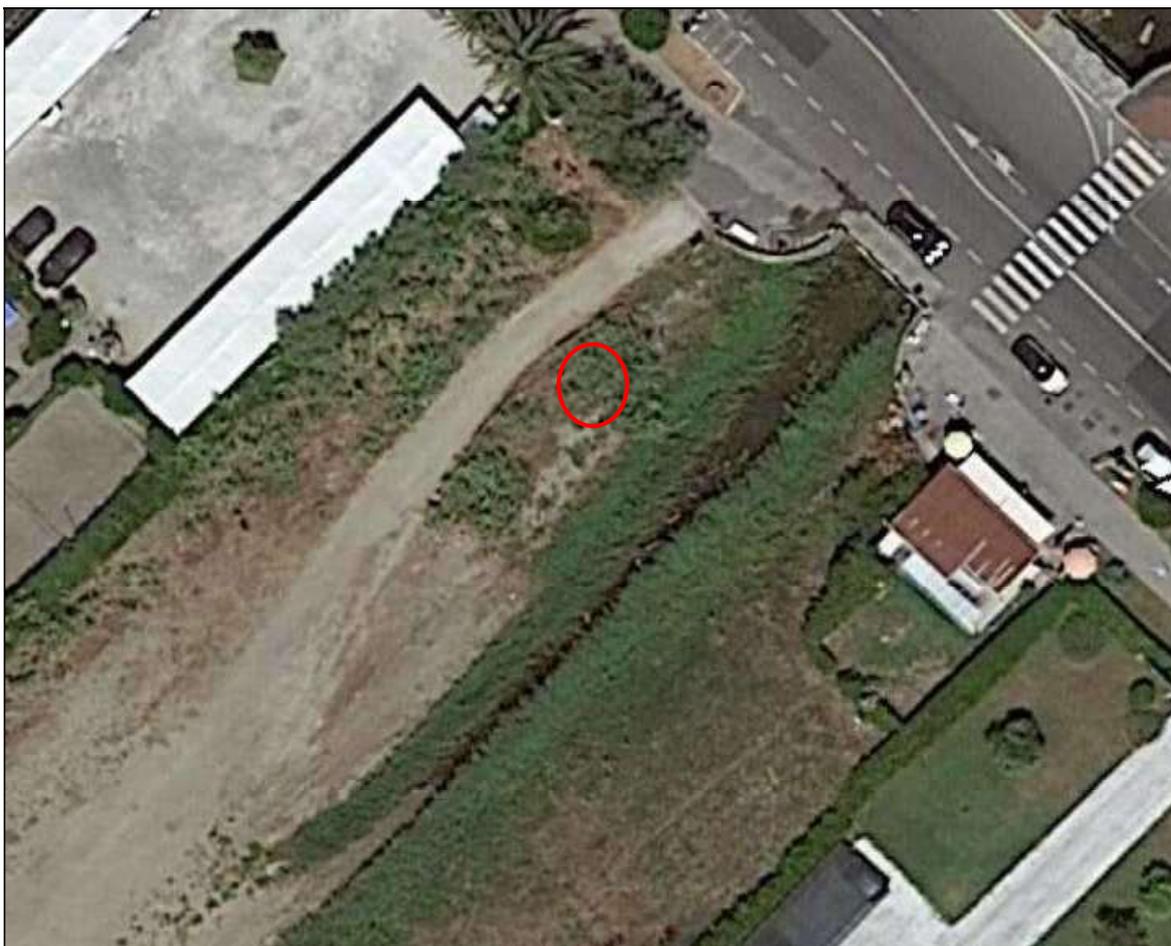
**Geol. Massimo Benedetti**



## **ALLEGATI**

- ❖ *Report elaborazioni acquisizioni con ubicazione postazioni*

## INDAGINE HVSR

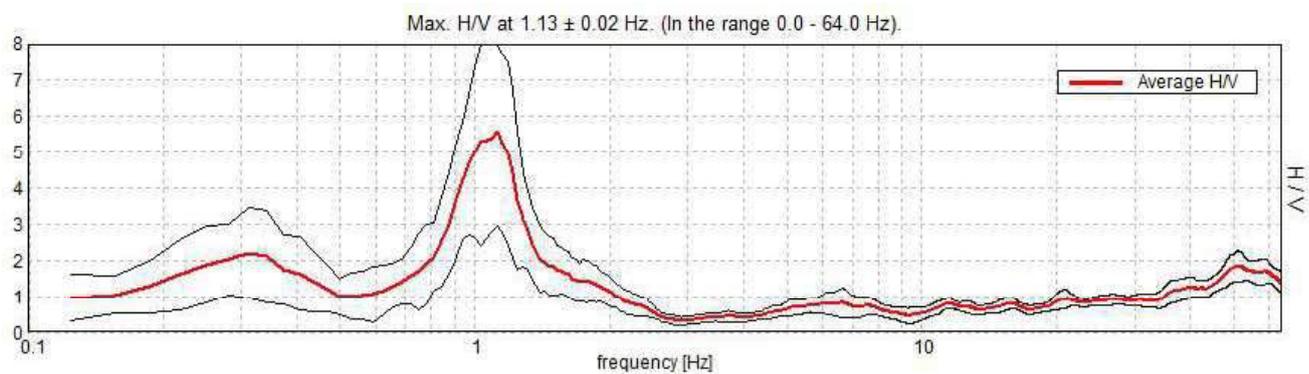


Orientamento > N  
Contesto Globale: PIANURA  
Contesto locale: AREA A VERDE SPONTANEO  
Condizioni atmosferiche: PARZIALMENTE COPERTO

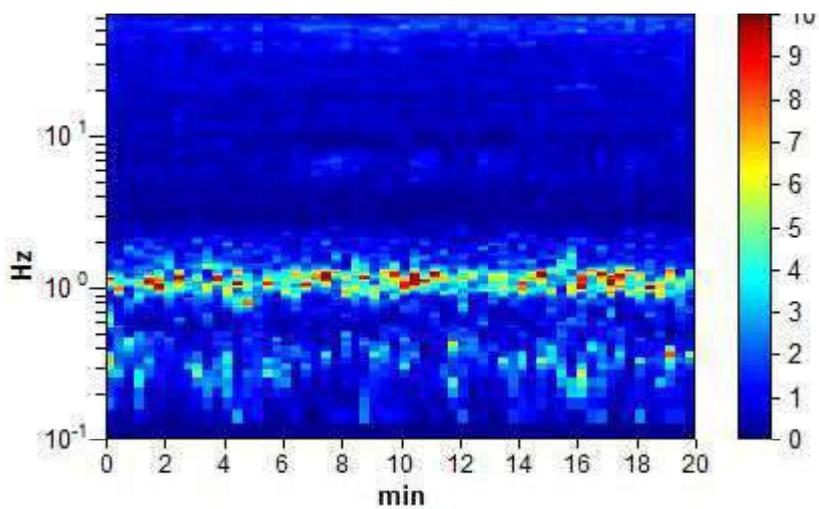
Strumento: TRZ-0158/01-11  
Inizio registrazione: 29/04/20 14:47:11 Fine registrazione: 29/04/20 15:07:11  
Tipo di lisciamento: Triangular window  
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN  
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.  
Freq. campionamento: 128 Hz  
Lunghezza finestre: 20 s  
Tipo di lisciamento: Triangular window  
Lisciamento: 5%

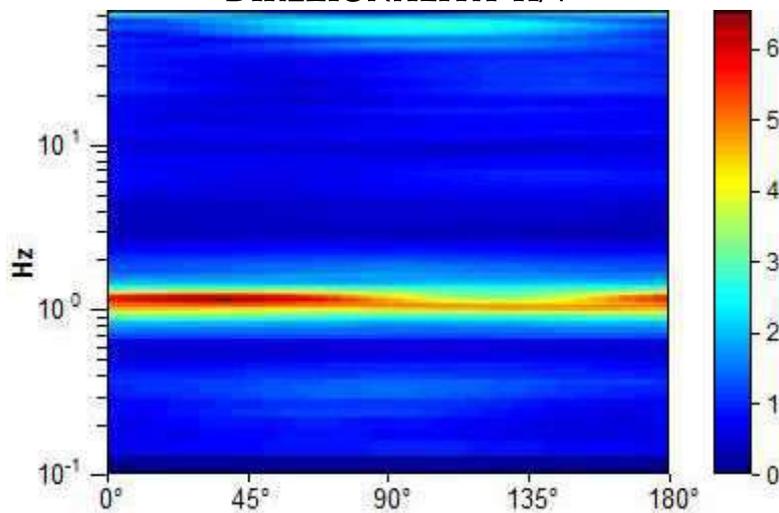
## RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE SERIE TEMPORALE H/V



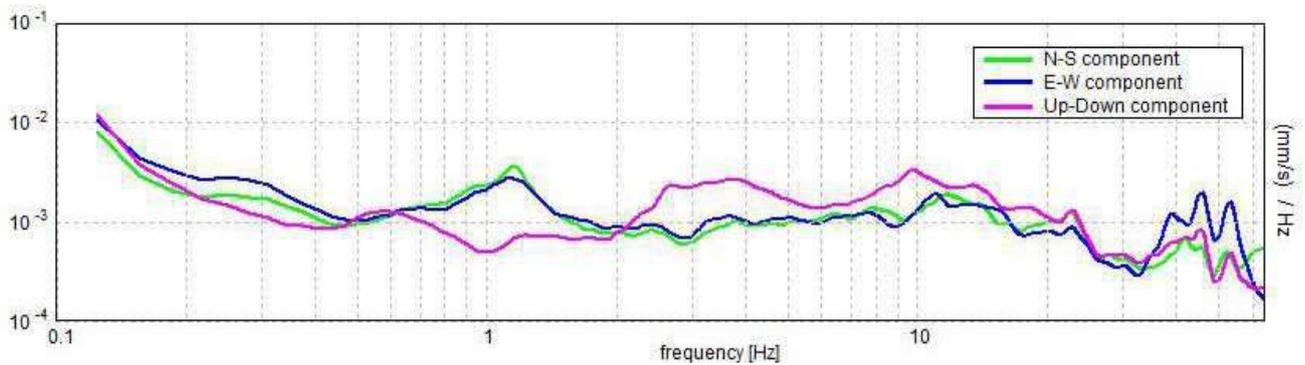
## SERIE TEMPORALE H/V



## DIREZIONALITA' H/V



## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Secondo le linee guida SESAME (2005).

Picco H/V a  $1.13 \pm 0.02$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

$f_0 > 10 / L_w$ :  $1.13 > 0.50$  [ OK ]

$n_c(f_0) > 200$   $1350.0 > 200$  [ OK ]

$s_A(f) < 2$  per  $0.5f_0 < f < 2f_0$  se  $f_0 > 0.5$ Hz

$s_A(f) < 3$  per  $0.5f_0 < f < 2f_0$  se  $f_0 < 0.5$ Hz

.....

Esiste  $f^-$  in  $[f_0/4, f_0]$  |  $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$   $0.844$  Hz [ OK ]

Esiste  $f^+$  in  $[f_0, 4f_0]$  |  $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$   $1.344$  Hz [ OK ]

$A_0 > 2$ :  $5.58 > 2$  [ OK ]

$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$   $10.006661 < 0.05$  [ OK ]

$\sigma_f < \sigma(f_0)$ :  $0.00749 < 0.1125$  [ OK ]

$\sigma_A(f_0) < \sigma(f_0)$ :  $1.3032 < 1.78$  [ OK ]

## **Allegato 7**

**ANALISI DI LABORATORIO  
(Laboter snc)**

**Dott. Geol. Andrea Cricca**

Viale della Repubblica n.156 - 54100 Massa (MS)  
Cell. 339 6020461 - E-mail: [andreacricca@gmail.com](mailto:andreacricca@gmail.com)



**Autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**  
Settore A – Prove di laboratorio su terre  
Decreto 2436 del 14/03/2013 – ART. 59 DPR 380/2001 – Circolare 7618/STC 2010

# LABOTER snc di Paolo Tognelli e C. Lab. Geotecnico - C.S.LL.PP. Decr. 2436/13

<b>Committente :</b>	<b>Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord</b>
<b>Cantiere :</b>	<b>Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara</b>
<b>Verbale Accettazione n° :</b>	<b>136 del 05/05/2020</b>
<b>Data Certificazione :</b>	<b>22/05/2020</b>
<b>Campioni n°:</b>	<b>4</b>
<b>Certificati da n° a n° :</b>	<b>01732 a 01755</b>





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

Riferimento			Caratteristiche fisiche								Granulometria				Classificazione	Taglio diretto	
Sond. n°	Camp. n°	Profondità m	W %	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_{sec}$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_{sat}$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_s$ kN/m <sup>3</sup>	Indice vuoti	Poros. %	Sat. %	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	CNR-UNI	$\phi$ °	c kPa
1	1	3.0-3.5	21,7	19,3	15,9	19,8	26,3	0,66	39,7	88,4	0,4	95,4	4,2		A1-b - I.G. = 0	32,2	5,6
1	2	6.0-6.5	22,9	19,9	16,2	19,9	26,2	0,62	38,3	99,0	1,2	90,9	7,9		A3 - I.G. = 0	36,4	7,5
2	1	2.5-3.0	23,7	18,9	15,2	19,3	26,2	0,72	41,9	87,9	0,7	91,3	8,0		A1-b - I.G. = 0	32,7	5,0
2	2	4.5-5.0	21,1	20,0	16,5	20,0	25,7	0,55	35,7	99,6	0,3	83,8	9,9	6,0	A2-4 - I.G. = 0	36,8	6,7





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

DNV Business Assurance  
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

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

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 01736</b>	Allegato 1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 22/05/20	Inizio analisi: 19/05/20
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 136 del 05/05/20</b>		<b>Apertura campione:</b> 18/05/20	Fine analisi: 22/05/20

<b>COMMITTENTE:</b> Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord			
<b>RIFERIMENTO:</b> Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara			
<b>SONDAGGIO:</b> 1	<b>CAMPIONE:</b> 1	<b>PROFONDITA':</b> m	3.0-3.5

**CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO**

Classificazione secondo: UNI 11531/14

**ANALISI GRANULOMETRICA**

Passante setaccio 10 (2 mm)	99,6	%
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	22,4	%
Passante setaccio 230 (0.063 mm)	---	%

**LIMITI DI CONSISTENZA**

Limite di liquidità	N.D.	%
Limite di plasticità	N.D.	%
Indice di plasticità	---	%

**CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A1-b      INDICE DI GRUPPO: 0**

Tipi usuali dei materiali principali:  
Ghiaia o breccia, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane





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

DNV Business Assurance  
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

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

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 01732</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 22/05/20	Inizio analisi: 18/05/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 136 del 05/05/20		Apertura campione: 18/05/20	Fine analisi: 19/05/20

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord		
RIFERIMENTO: Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 3.0-3.5

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

**Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 21,7 %**

Struttura del materiale:

Omogeneo  
 Stratificato  
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



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

DNV Business Assurance  
Certificato N° 11117-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

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

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 01733</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 22/05/20	Inizio analisi: 18/05/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 136 del 05/05/20		Apertura campione: 18/05/20	Fine analisi: 18/05/20

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord		
RIFERIMENTO: Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 3.0-3.5

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 19,3 kN/m<sup>3</sup>**





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

DNV Business Assurance  
Certificato N° 11117-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

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

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 01734</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 22/05/20	Inizio analisi: 19/05/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 136 del 05/05/20		Apertura campione: 18/05/20	Fine analisi: 19/05/20

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord		
RIFERIMENTO: Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 3.0-3.5

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-10

$\gamma_s$  = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,3 kN/m³**  
 $\gamma_{sc}$  = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,3 kN/m³**

Metodo:  A  B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20,0 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto









<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 01737</b>	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 22/05/20	Inizio analisi: 18/05/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 136 del 05/05/20		Apertura campione: 18/05/20	Fine analisi: 19/05/20

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord			
RIFERIMENTO: Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.0-3.5

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	67	129	191
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	1,09	2,44	3,60
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,14	0,14	0,11
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 25,1	--- 25,9	--- 25,0
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19,3 24,8	19,3 24,5	19,4 25,2

**DIAGRAMMA**  
Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova:	Consolidata - rapida
Velocità di deformazione:	0,100 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

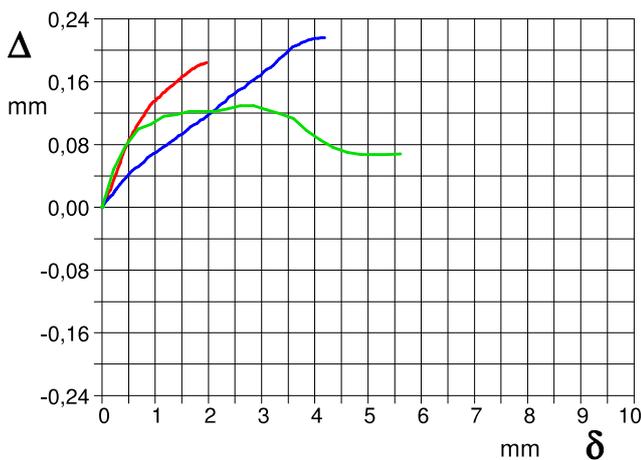
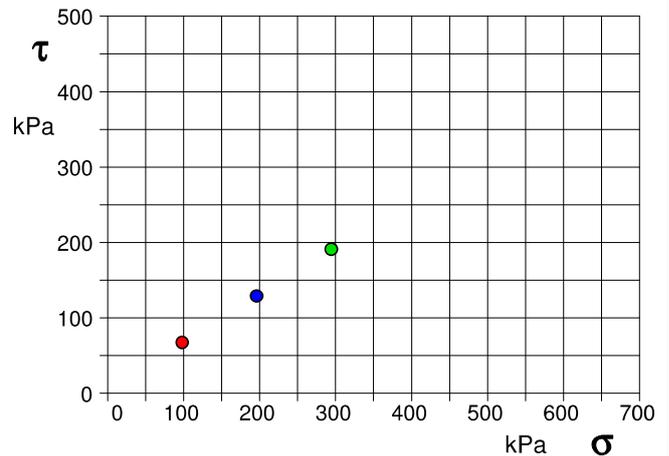


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

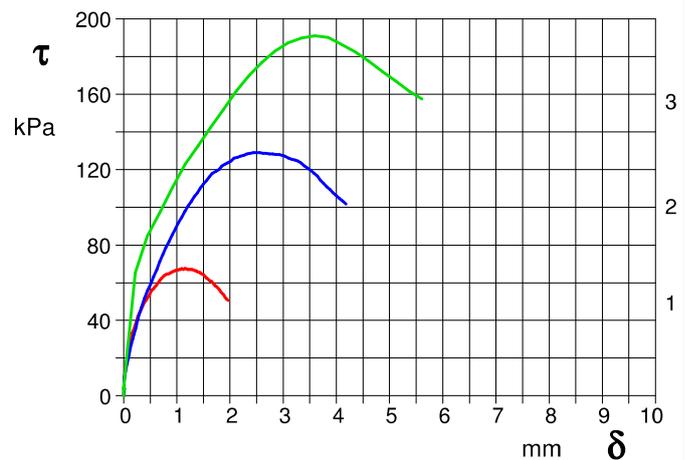


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.





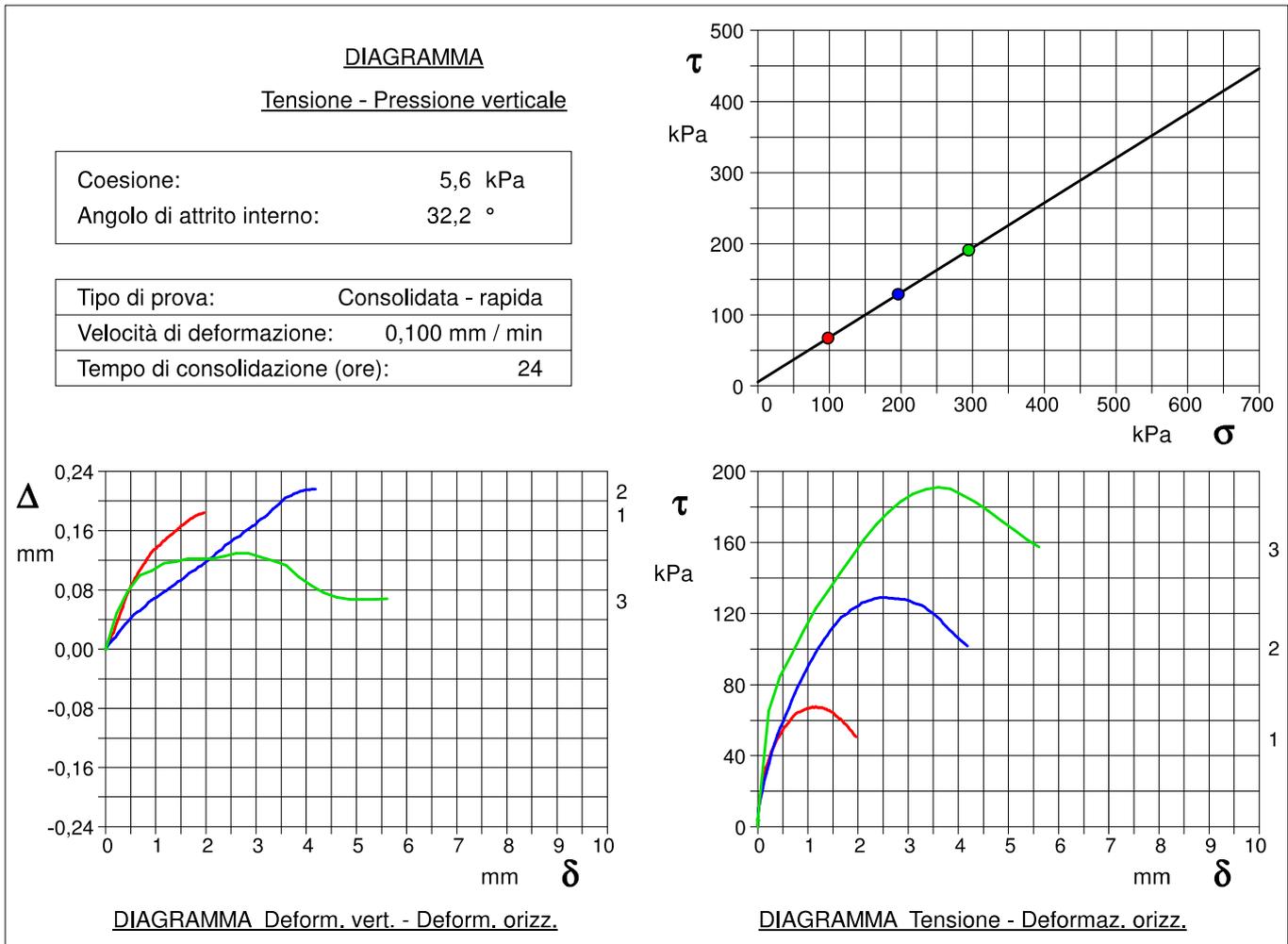


COMMITTENTE: Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord			
RIFERIMENTO: Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.0-3.5

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	67	129	191
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	1,09	2,44	3,60
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,14	0,14	0,11
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 25,1	--- 25,9	--- 25,0
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19,3 24,8	19,3 24,5	19,4 25,2







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

DNV Business Assurance  
Certificato N° 11117-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

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

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 01742</b>	Allegato 1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 22/05/20	Inizio analisi: 20/05/20
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 136 del 05/05/20</b>		<b>Apertura campione:</b> 18/05/20	Fine analisi: 22/05/20

<b>COMMITTENTE:</b> Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord			
<b>RIFERIMENTO:</b> Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara			
<b>SONDAGGIO:</b> 1	<b>CAMPIONE:</b> 2	<b>PROFONDITA':</b> m	6.0-6.5

**CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO**

Classificazione secondo: UNI 11531/14

**ANALISI GRANULOMETRICA**

**LIMITI DI CONSISTENZA**

Passante setaccio 10 (2 mm)	98,8 %	Limite di liquidità	N.D. %
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	52,1 %	Limite di plasticità	N.D. %
Passante setaccio 230 (0.063 mm)	- - - %	Indice di plasticità	- - - %

**CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A3      INDICE DI GRUPPO: 0**

Tipi usuali dei materiali principali:  
Sabbia fine





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

DNV Business Assurance  
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

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

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 01738</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 22/05/20	Inizio analisi: 18/05/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 136 del 05/05/20		Apertura campione: 18/05/20	Fine analisi: 19/05/20

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord		
RIFERIMENTO: Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 6.0-6.5

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

**Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 22,9 %**

Struttura del materiale:

Omogeneo  
 Stratificato  
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



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

DNV Business Assurance  
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

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

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 01739</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 22/05/20	Inizio analisi: 18/05/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 136 del 05/05/20		Apertura campione: 18/05/20	Fine analisi: 18/05/20

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord			
RIFERIMENTO: Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	6.0-6.5

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 19,9 kN/m<sup>3</sup>**





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

DNV Business Assurance  
Certificato N° 11117-2012-AQ-ITA-ACCREDITA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

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

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 01740</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 22/05/20	Inizio analisi: 19/05/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 136 del 05/05/20		Apertura campione: 18/05/20	Fine analisi: 19/05/20

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord			
RIFERIMENTO: Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	6.0-6.5

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-10

$\gamma_s$  = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m<sup>3</sup>) = 26,2 kN/m<sup>3</sup>**  
 $\gamma_{sc}$  = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m<sup>3</sup>) = 26,2 kN/m<sup>3</sup>**

Metodo:  A  B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20,0 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto





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

DNV Business Assurance  
Certificato N° 11117-2012-AQ-ITA-ACCREDITA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

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

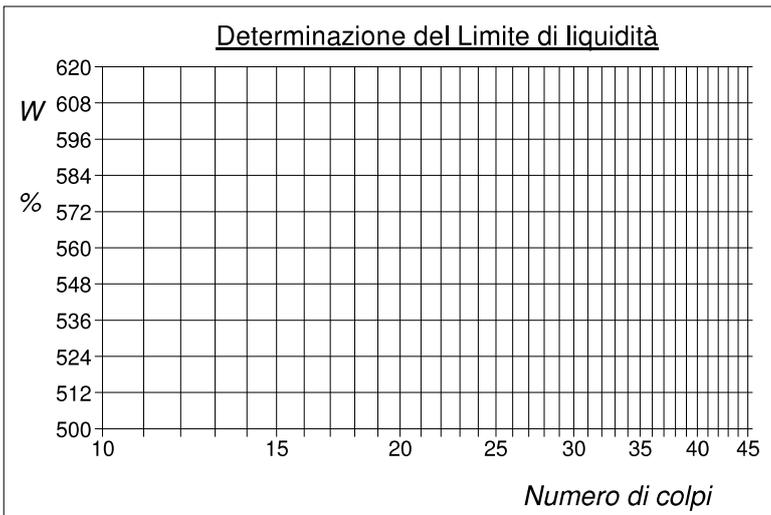
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 01741</b>	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 22/05/20	Inizio analisi: 19/05/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 136 del 05/05/20		Apertura campione: 18/05/20	Fine analisi: 20/05/20

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord		
RIFERIMENTO: Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 6.0-6.5

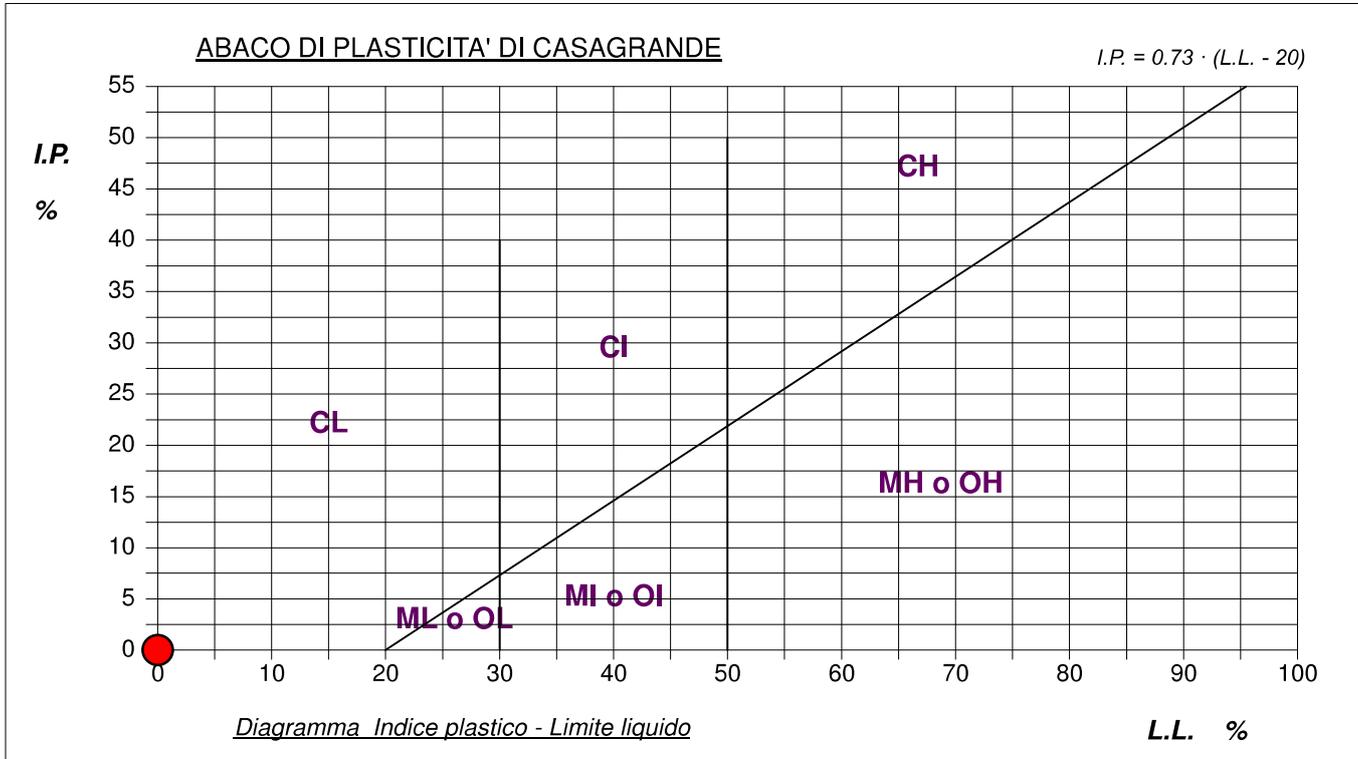
**ABACO DI CASAGRANDE**

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-10

Limite di liquidità	N.D.	%
Limite di plasticità	N.D.	%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		



<b>C - Argille inorganiche</b>	<b>L - Bassa compressibilità</b>
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici	H - Alta compressibilità







<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 01743</b>	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 22/05/20	Inizio analisi: 19/05/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 136 del 05/05/20		Apertura campione: 18/05/20	Fine analisi: 20/05/20

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord		
RIFERIMENTO: Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 6.0-6.5

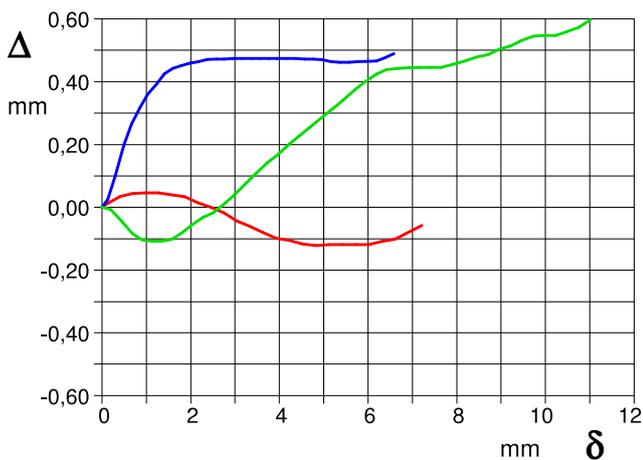
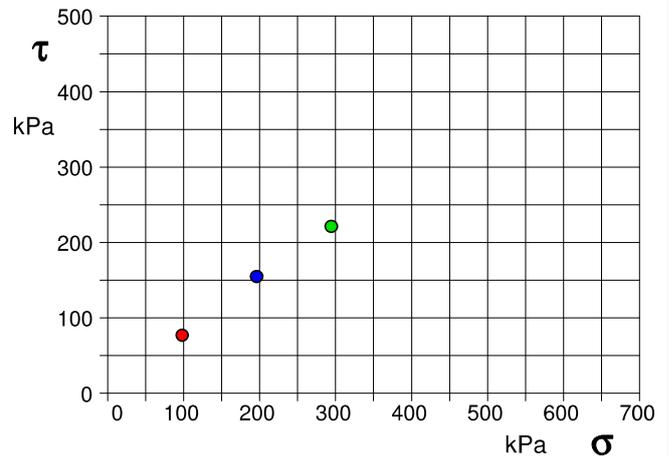
**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

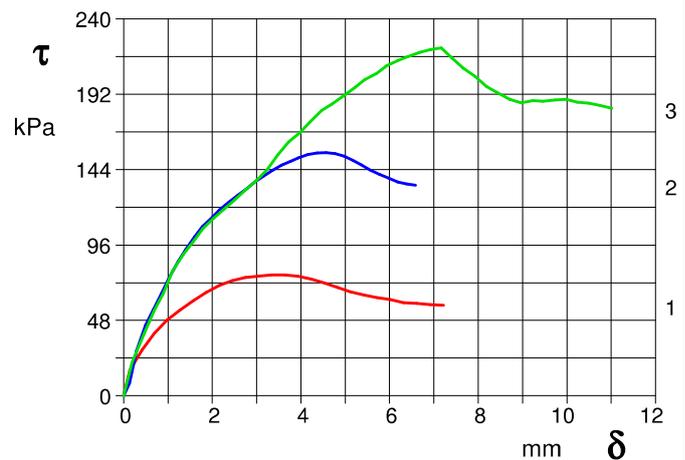
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	77	155	221
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	3,34	4,57	7,16
Deformazione verticale a rottura (mm):	-0,06	0,47	0,45
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 26,1	--- 27,0	--- 23,7
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	20,1 25,4	19,6 24,9	20,0 24,8

**DIAGRAMMA**  
Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova:	Consolidata - rapida
Velocità di deformazione:	0,100 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24



**DIAGRAMMA** Deform. vert. - Deform. orizz.



**DIAGRAMMA** Tensione - Deformaz. orizz.





CERTIFICATO DI PROVA N°: 01743 Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 136 del 05/05/20

DATA DI EMISSIONE: 22/05/20

Inizio analisi: 19/05/20

Apertura campione: 18/05/20

Fine analisi: 20/05/20

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord

RIFERIMENTO: Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 6.0-6.5

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1

Pressione (kPa)	98
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,919
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	36,00
T <sub>50</sub> (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

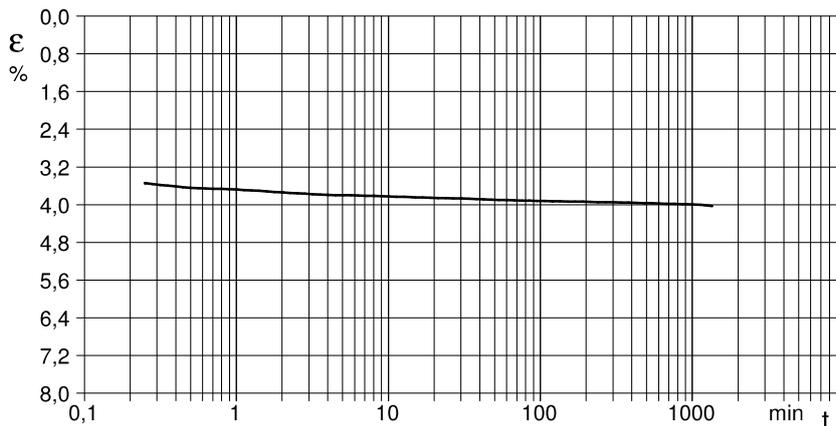


Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2

Pressione (kPa)	196
Altezza iniziale (cm)	1,970
Altezza finale (cm)	1,910
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	36,24
T <sub>50</sub> (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

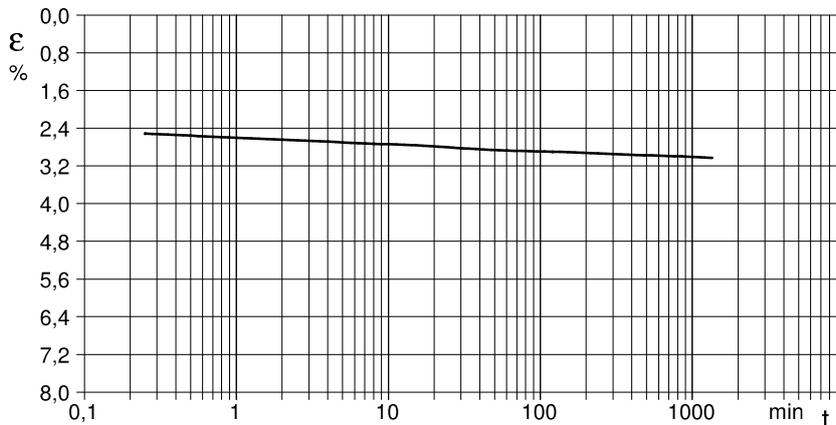
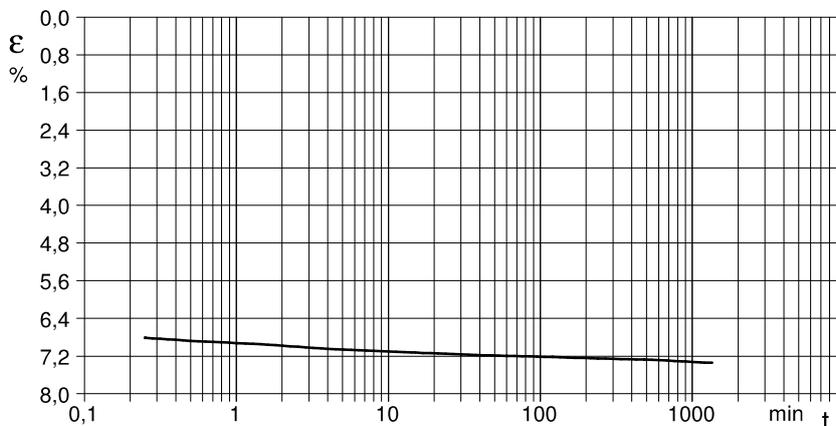


Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3

Pressione (kPa)	294
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,853
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	36,00
T <sub>50</sub> (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 50 x T<sub>50</sub>

Vs = Df / tf

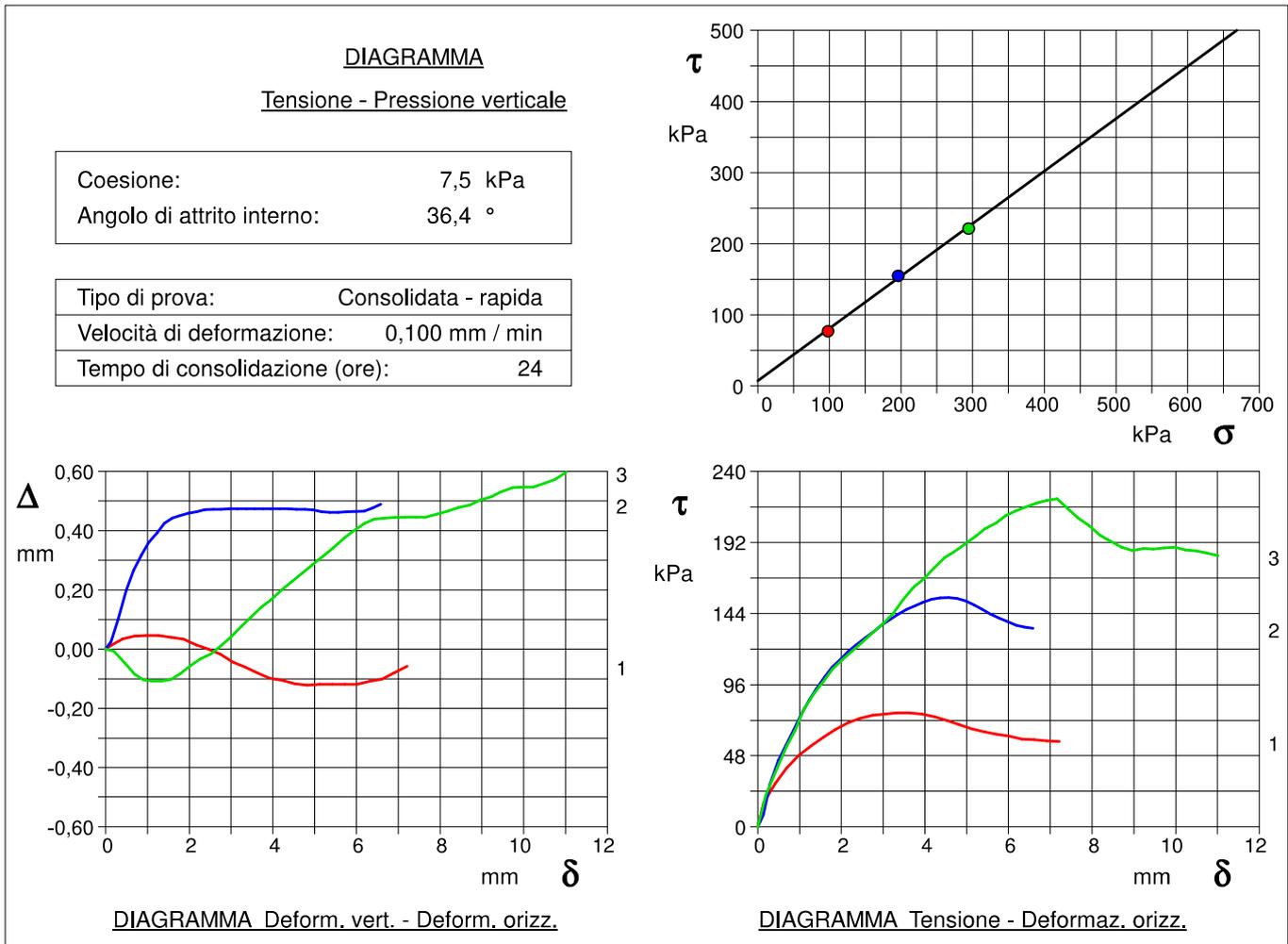


COMMITTENTE: Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord		
RIFERIMENTO: Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 6.0-6.5

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	77	155	221
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	3,34	4,57	7,16
Deformazione verticale a rottura (mm):	-0,06	0,47	0,45
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 26,1	--- 27,0	--- 23,7
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	20,1 25,4	19,6 24,9	20,0 24,8







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

DNV Business Assurance  
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

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

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 01748</b>	Allegato 1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 22/05/20	Inizio analisi: 20/05/20
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 136 del 05/05/20</b>		<b>Apertura campione:</b> 18/05/20	Fine analisi: 22/05/20

<b>COMMITTENTE:</b> Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord			
<b>RIFERIMENTO:</b> Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara			
<b>SONDAGGIO:</b> 2	<b>CAMPIONE:</b> 1	<b>PROFONDITA':</b> m	2.5-3.0

**CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO**

Classificazione secondo: UNI 11531/14

**ANALISI GRANULOMETRICA**

**LIMITI DI CONSISTENZA**

Passante setaccio 10 (2 mm)	99,3 %	Limite di liquidità	N.D. %
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	44,0 %	Limite di plasticità	N.D. %
Passante setaccio 230 (0.063 mm)	--- %	Indice di plasticità	--- %

**CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A1-b      INDICE DI GRUPPO: 0**

Tipi usuali dei materiali principali:  
Ghiaia o breccia, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane





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

DNV Business Assurance  
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

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

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 01744</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 22/05/20	Inizio analisi: 18/05/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 136 del 05/05/20		Apertura campione: 18/05/20	Fine analisi: 19/05/20

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord		
RIFERIMENTO: Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.5-3.0

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

**Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 23,7 %**

Struttura del materiale:

Omogeneo  
 Stratificato  
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



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

DNV Business Assurance  
Certificato N° 11117-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

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

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 01745</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 22/05/20	Inizio analisi: 18/05/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 136 del 05/05/20		Apertura campione: 18/05/20	Fine analisi: 18/05/20

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord		
RIFERIMENTO: Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.5-3.0

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 18,9 kN/m<sup>3</sup>**





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

DNV Business Assurance  
Certificato N° 11117-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

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

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 01746</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 22/05/20	Inizio analisi: 19/05/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 136 del 05/05/20		Apertura campione: 18/05/20	Fine analisi: 19/05/20

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord		
RIFERIMENTO: Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.5-3.0

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-10

$\gamma_s$  = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,2 kN/m³**  
 $\gamma_{sc}$  = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,2 kN/m³**

Metodo:  A  B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20,0 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto





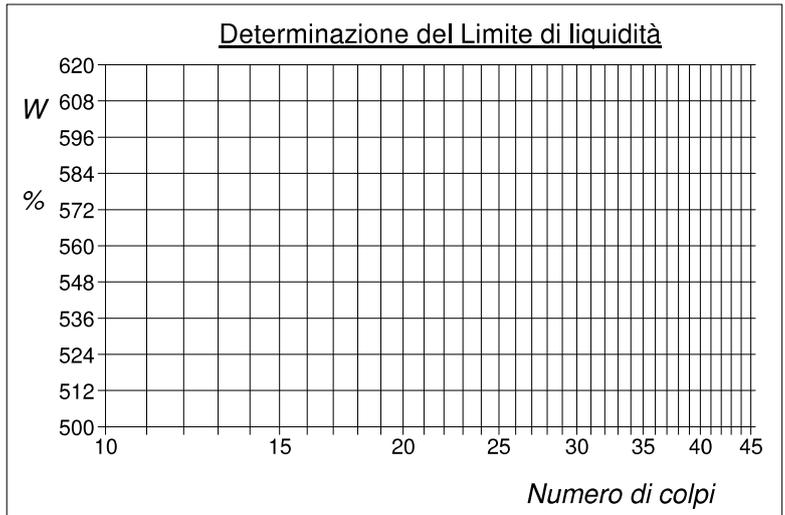
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 01747</b>	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 22/05/20	Inizio analisi: 19/05/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 136 del 05/05/20		Apertura campione: 18/05/20	Fine analisi: 20/05/20

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord			
RIFERIMENTO: Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.5-3.0	

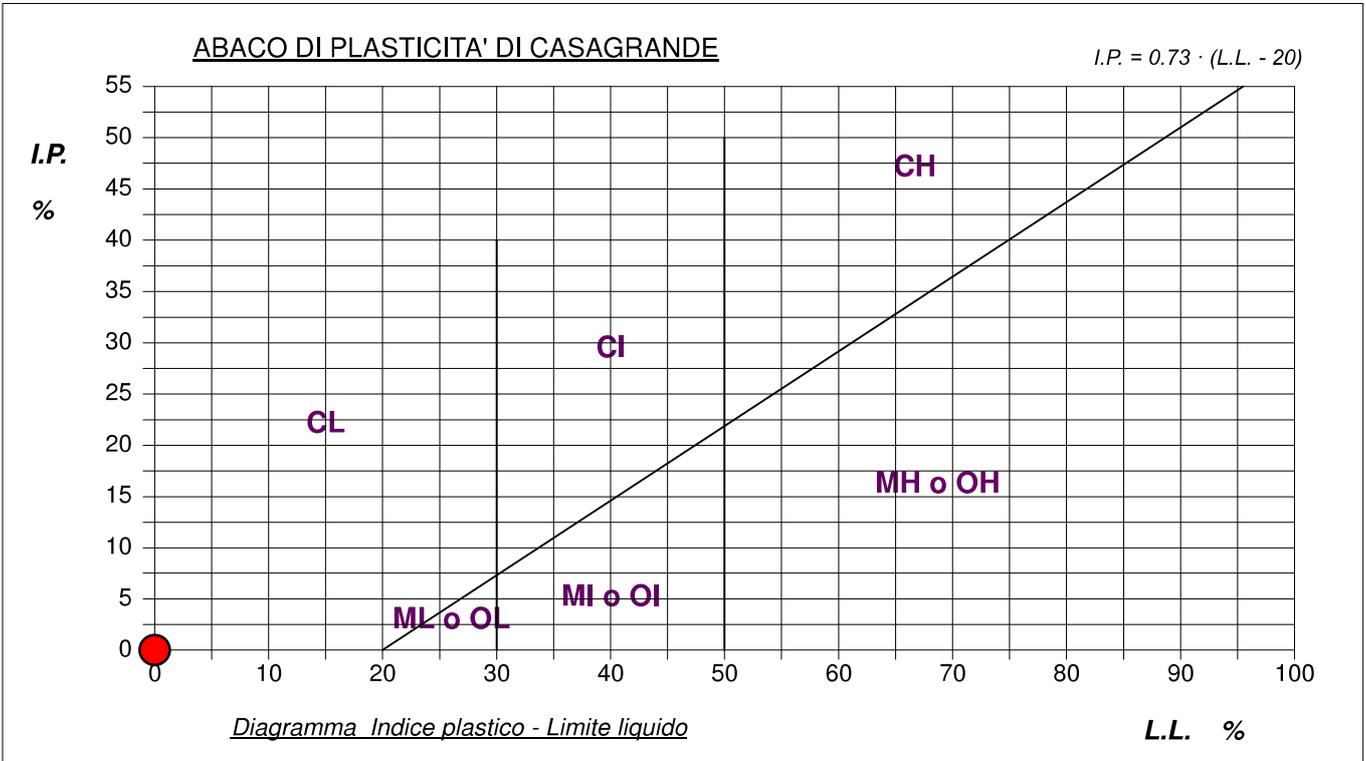
**ABACO DI CASAGRANDE**

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-10

Limite di liquidità	N.D.	%
Limite di plasticità	N.D.	%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		



<b>C - Argille inorganiche</b>	<b>L - Bassa compressibilità</b>
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici	H - Alta compressibilità











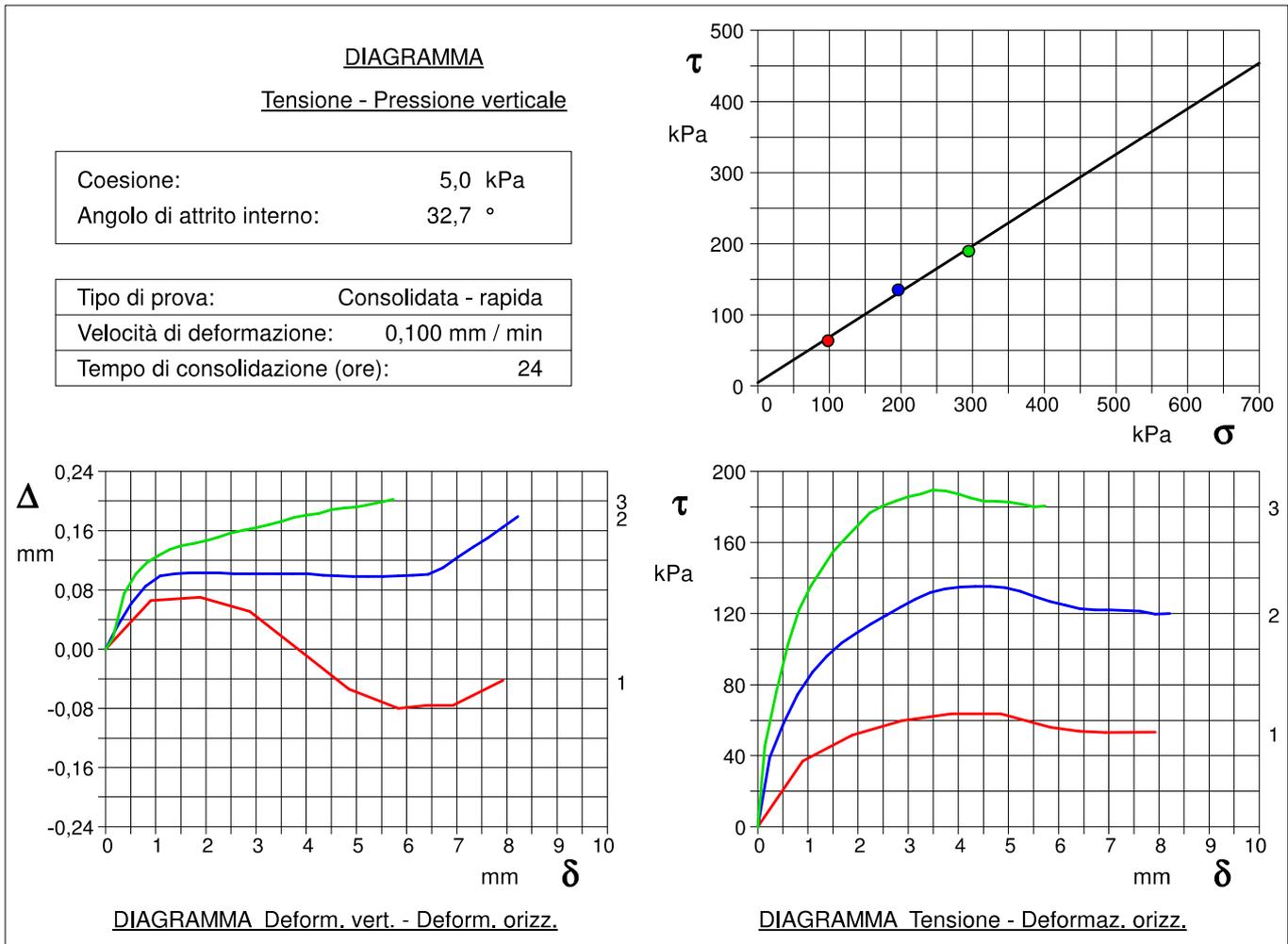


COMMITTENTE: Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord			
RIFERIMENTO: Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	2.5-3.0

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	98		196		294	
Tensione a rottura (kPa):	64		135		189	
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	3,86		4,34		3,49	
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,00		0,10		0,17	
Umidità iniziale e umidità finale (%):	---	26,8	---	26,7	---	27,1
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19,3	24,5	18,5	23,4	18,8	23,8







<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 01754</b>	Allegato 1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 22/05/20	Inizio analisi: 19/05/20
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 136 del 05/05/20</b>		<b>Apertura campione:</b> 18/05/20	Fine analisi: 22/05/20

<b>COMMITTENTE:</b> Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord			
<b>RIFERIMENTO:</b> Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara			
<b>SONDAGGIO:</b> 2	<b>CAMPIONE:</b> 2	<b>PROFONDITA': m</b> 4.5-5.0	

**CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO**

Classificazione secondo: UNI 11531/14

ANALISI GRANULOMETRICA		LIMITI DI CONSISTENZA	
Passante setaccio 10 (2 mm)	99,7 %	Limite di liquidità	N.D. %
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	66,5 %	Limite di plasticità	N.D. %
Passante setaccio 230 (0.063 mm)	16,1 %	Indice di plasticità	- - - %

**CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A2-4      INDICE DI GRUPPO: 0**

Tipi usuali dei materiali principali:  
Ghiaia limosa o argillosa e sabbia





<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 01750</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 22/05/20	Inizio analisi: 18/05/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 136 del 05/05/20		Apertura campione: 18/05/20	Fine analisi: 19/05/20

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord		
RIFERIMENTO: Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 4.5-5.0

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

**Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 21,1 %**

- Struttura del materiale:
- Omogeneo
  - Stratificato
  - Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



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

DNV Business Assurance  
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

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

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 01751</b>	Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 22/05/20	<b>Inizio analisi:</b> 18/05/20
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 136 del 05/05/20</b>		<b>Apertura campione:</b> 18/05/20	<b>Fine analisi:</b> 18/05/20

<b>COMMITTENTE:</b> Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord			
<b>RIFERIMENTO:</b> Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara			
<b>SONDAGGIO:</b> 2	<b>CAMPIONE:</b> 2	<b>PROFONDITA':</b> m	4.5-5.0

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 20,0 kN/m<sup>3</sup>**





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

DNV Business Assurance  
Certificato N° 11117-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA: 35)

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

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 01752</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 22/05/20	Inizio analisi: 19/05/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 136 del 05/05/20		Apertura campione: 18/05/20	Fine analisi: 19/05/20

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord		
RIFERIMENTO: Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 4.5-5.0

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854-10

$\gamma_s$  = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m<sup>3</sup>) = 25,7 kN/m<sup>3</sup>  
 $\gamma_{sc}$  = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m<sup>3</sup>) = 25,7 kN/m<sup>3</sup>

Metodo:  A  B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20,0 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto





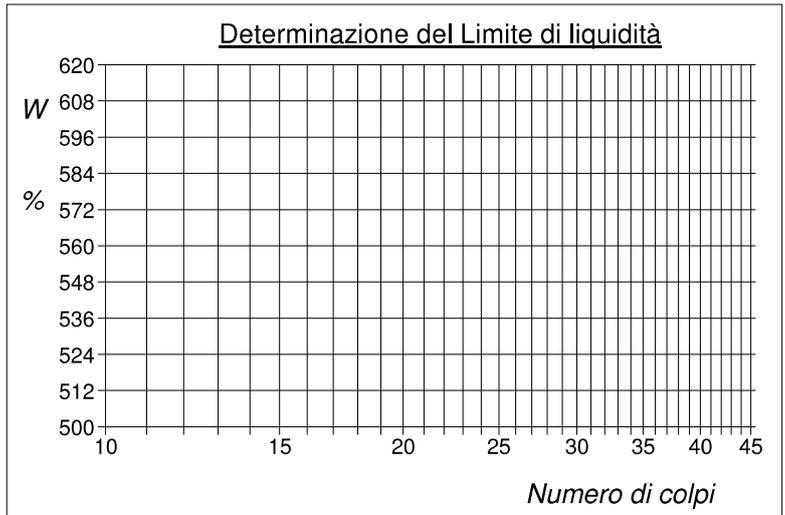
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 01753</b>	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 22/05/20	Inizio analisi: 19/05/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 136 del 05/05/20		Apertura campione: 18/05/20	Fine analisi: 20/05/20

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord			
RIFERIMENTO: Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 4.5-5.0	

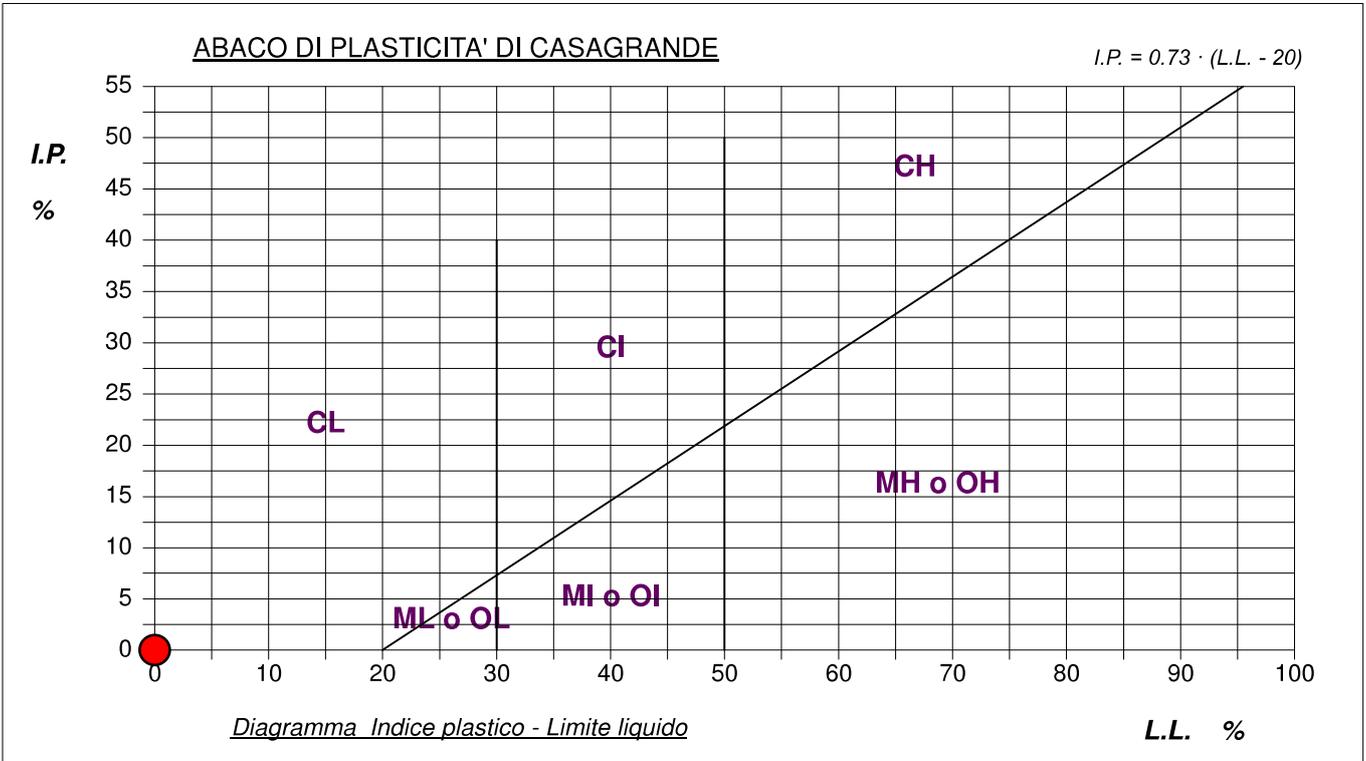
**ABACO DI CASAGRANDE**

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318-10

Limite di liquidità	N.D.	%
Limite di plasticità	N.D.	%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		



<b>C - Argille inorganiche</b>	<b>L - Bassa compressibilità</b>
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici	H - Alta compressibilità







<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 01755</b>	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 22/05/20	Inizio analisi: 19/05/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 136 del 05/05/20		Apertura campione: 18/05/20	Fine analisi: 20/05/20

COMMITTENTE: Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord			
RIFERIMENTO: Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	4.5-5.0

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	98		196		294	
Tensione a rottura (kPa):	85		148		232	
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	2,95		4,27		4,44	
Deformazione verticale a rottura (mm):	-0,02		0,02		0,15	
Umidità iniziale e umidità finale (%):	---	20,9	---	26,8	---	18,5
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	20,2	24,4	19,5	24,8	20,2	24,0

**DIAGRAMMA**  
Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova:	Consolidata - rapida
Velocità di deformazione:	0,100 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

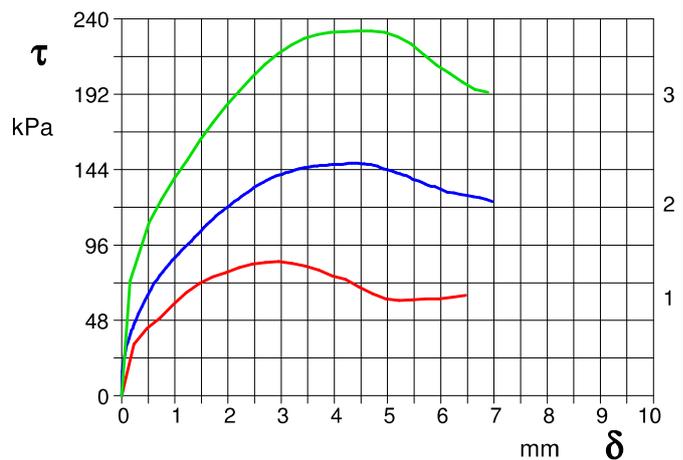
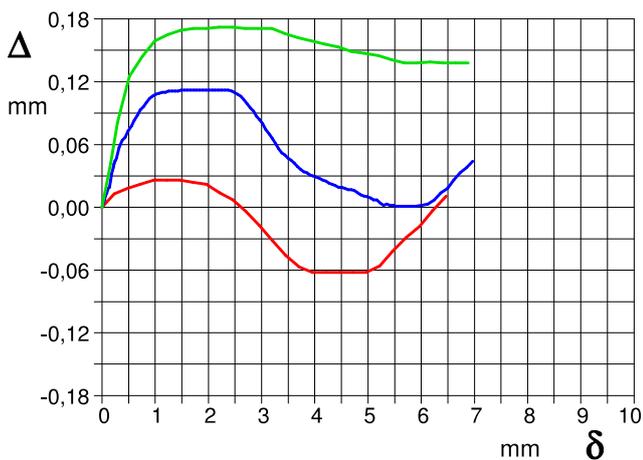
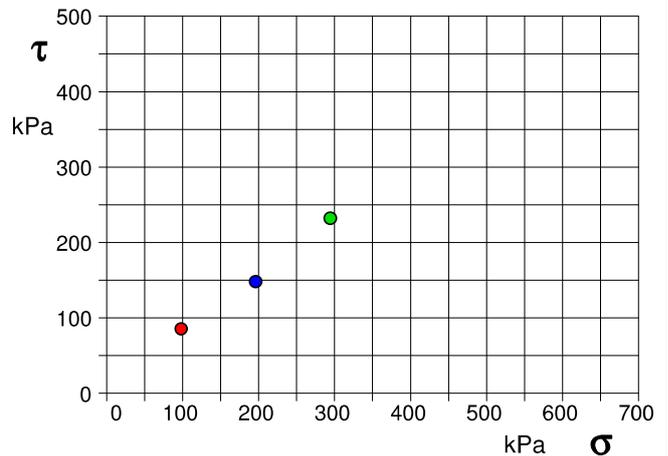


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.





<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 01755</b>	Pagina 3/4	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 22/05/20	Inizio analisi: 19/05/20
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 136 del 05/05/20</b>		<b>Apertura campione:</b> 18/05/20	Fine analisi: 20/05/20

<b>COMMITTENTE:</b> Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord			
<b>RIFERIMENTO:</b> Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara			
<b>SONDAGGIO:</b> 2	<b>CAMPIONE:</b> 2	<b>PROFONDITA': m</b> 4.5-5.0	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	98
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,985
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	28,27
T <sub>50</sub> (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

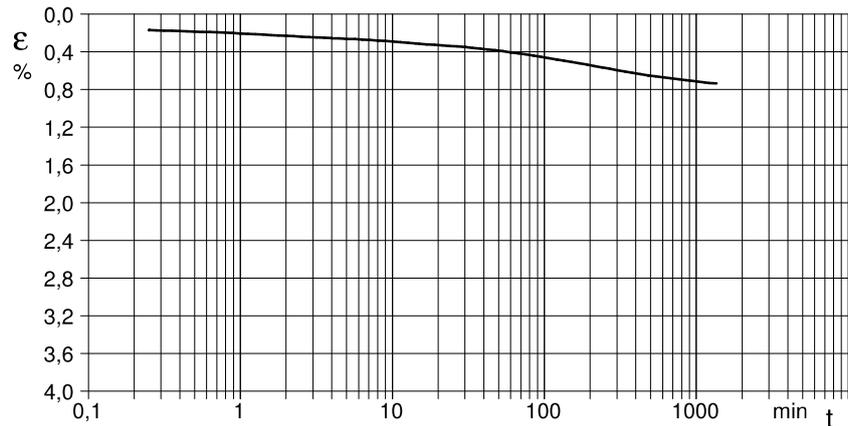


Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	196
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,963
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	28,27
T <sub>50</sub> (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

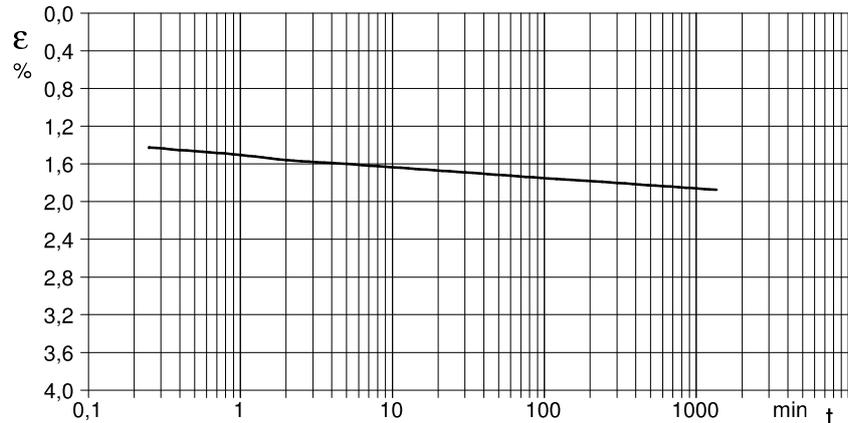
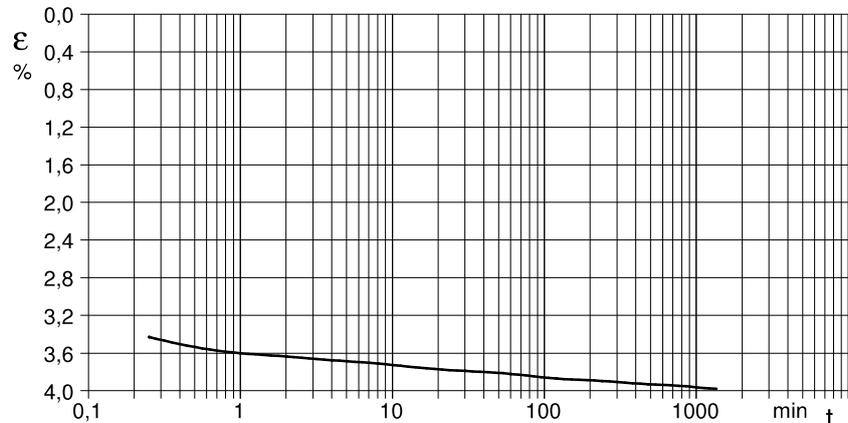


Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	294
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,920
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	28,27
T <sub>50</sub> (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000



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



COMMITTENTE: Mappogeognostica per Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord			
RIFERIMENTO: Loc. Ronchi - Poveromo - Massa e Carrara			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	4.5-5.0

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	85	148	232
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	2,95	4,27	4,44
Deformazione verticale a rottura (mm):	-0,02	0,02	0,15
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 20,9	--- 26,8	--- 18,5
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	20,2 24,4	19,5 24,8	20,2 24,0

**DIAGRAMMA**  
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	6,7 kPa
Angolo di attrito interno:	36,8 °

Tipo di prova:	Consolidata - rapida
Velocità di deformazione:	0,100 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

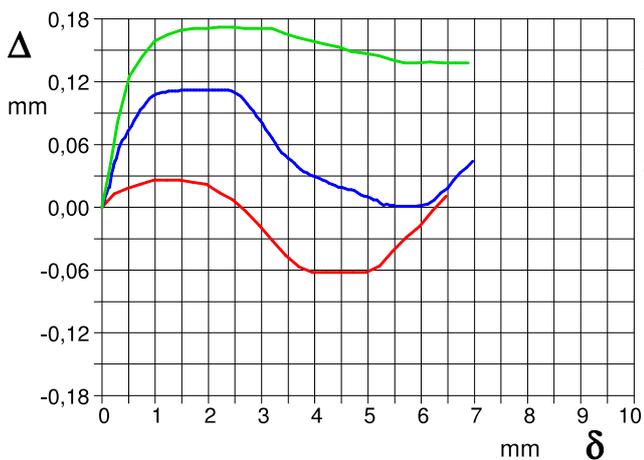
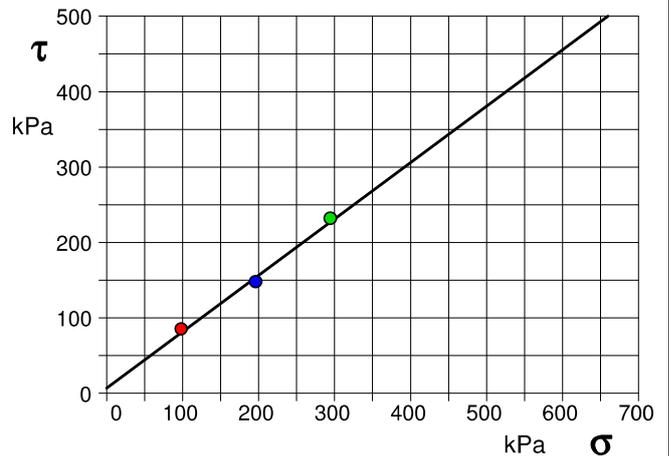


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

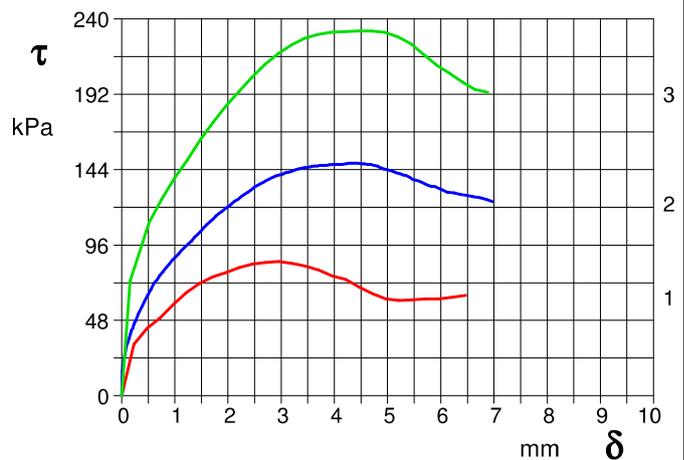


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

## Allegato 8

CERTIFICATI DELLE PROVE LEFRANC  
N.77 DEL 06/05/2020  
N.78 DEL 06/05/2020  
(Mappo Geognostica srl)

**PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC (carico variabile)**

*Il presente certificato è composto da n. 3 pagine*

*norma di riferimento: Raccomandazioni AGI 1977*  
*deviazioni dalla norma:*

Verbale di accettazione n° **032/2020** del **24/04/2020**  
Certificato di prova n° **077/2020** del **06/05/2020**

Comm.te: **Consorzio 1 Toscana Nord**  
Località: **Lungomare di Levante - loc. Poveromo, Massa (MS)**  
prova n° **1 - Sondaggio S 1**

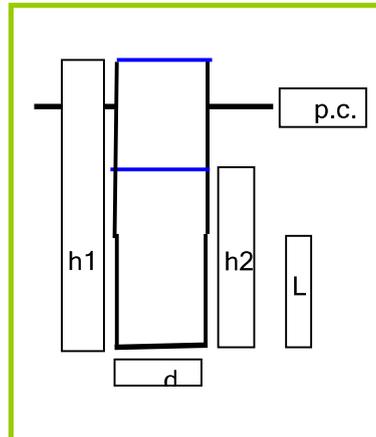
**DATI DI PROVA**

*data inizio lavori: 29/04/2020*

*data fine lavori: 29/04/2020*

*prof. inizio prova (m):* 7,00 da p.c.  
*livello di falda (m):* n.r. da p.c.  
*tempo di saturazione (min.):* 30  
*prova in discesa:* x  
*prova in risalita:*

tempi (min)	abbassamento (cm)
0,3	13
1	24
1,5	34,0
2	44,0
3	61,0
4	77,0
5	90,0
6	100,0
7	110,0
8	119,0
9	126,0
10	133,0
11	138,0
12	144,0
13	147,0
14	151,0
15	154,0
16	157,0
18	161,0
20	165,0
25	173,0
30	179,0
35	183,0
40	186,0
45	188,0
50	190,0
60	194,0



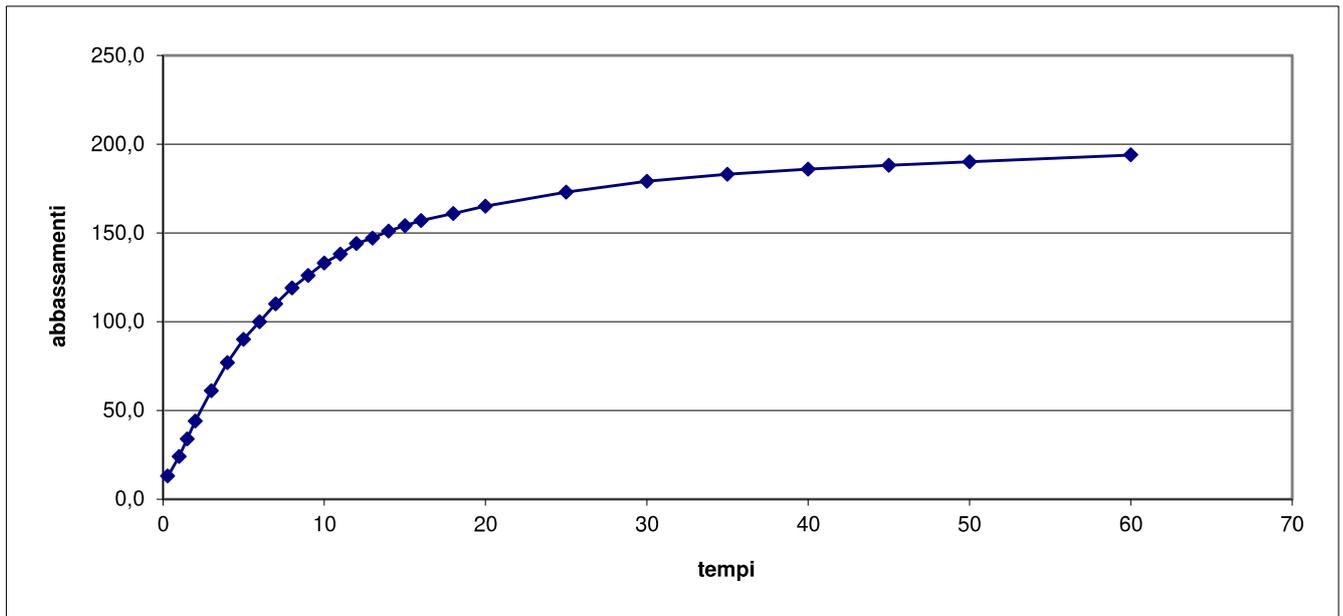
**d/2** - Raggio del foro di prova (m) 0,0635  
**L** - Lunghezza tratto di prova (m) 0,5  
**h1** - Altezza iniziale acqua (da fondo foro in m) 8,16  
**h2** - Altezza finale acqua (da fondo foro in m) 6,22



55010 loc. Biagioni, 60 Spianate (LU)  
tel-fax 0583 20799 cell. 335 7215712  
P.IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero  
delle Infrastrutture e dei  
Trasporti ad effettuare e  
certificare prove  
geotecniche sui terreni n.  
5021 del. 24/05/2011

## GRAFICI



## NOTE



55010 loc. Biagioni, 60 Spianate (LU)  
tel-fax 0583 20799 cell. 335 7215712  
P.IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero  
delle Infrastrutture e dei  
Trasporti ad effettuare e  
certificare prove  
geotecniche sui terreni n.  
5021 del. 24/05/2011

## UBICAZIONE DELLA PROVA



**PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC (carico variabile)**

*Il presente certificato è composto da n. 3 pagine*

*norma di riferimento:* Raccomandazioni AGI 1977  
*deviazioni dalla norma:*

Verbale di accettazione n° **032/2020** del **24/04/2020**  
Certificato di prova n° **078/2020** del **06/05/2020**

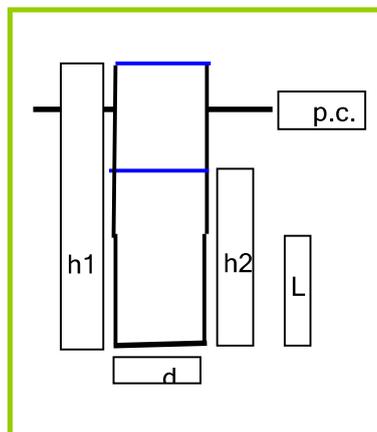
Comm.te: **Consorzio 1 Toscana Nord**  
Località: **via delle Macchie, loc. Poveromo, Massa (MS)**  
prova n° **1 - Sondaggio S 2**

**DATI DI PROVA**

*data inizio lavori:* 30/04/2020  
*data fine lavori:* 30/04/2020

*prof. inizio prova (m):* 5,50 da p.c.  
*livello di falda (m):* n.r. da p.c.  
*tempo di saturazione (min.):* 30  
*prova in discesa:* x  
*prova in risalita:*

tempi (min)	abbassamento (cm)
0,5	7
1	13
2	22,0
3	31,0
4	38,0
5	45,0
6	52,0
7	55,0
8	58,0
9	61,0
10	64,0
12	69,0
14	74,0
16	78,0
18	82,0
20	85,0
25	94,0
30	100,0
35	106,0
40	111,0
45	115,0
50	118,0
60	123,0



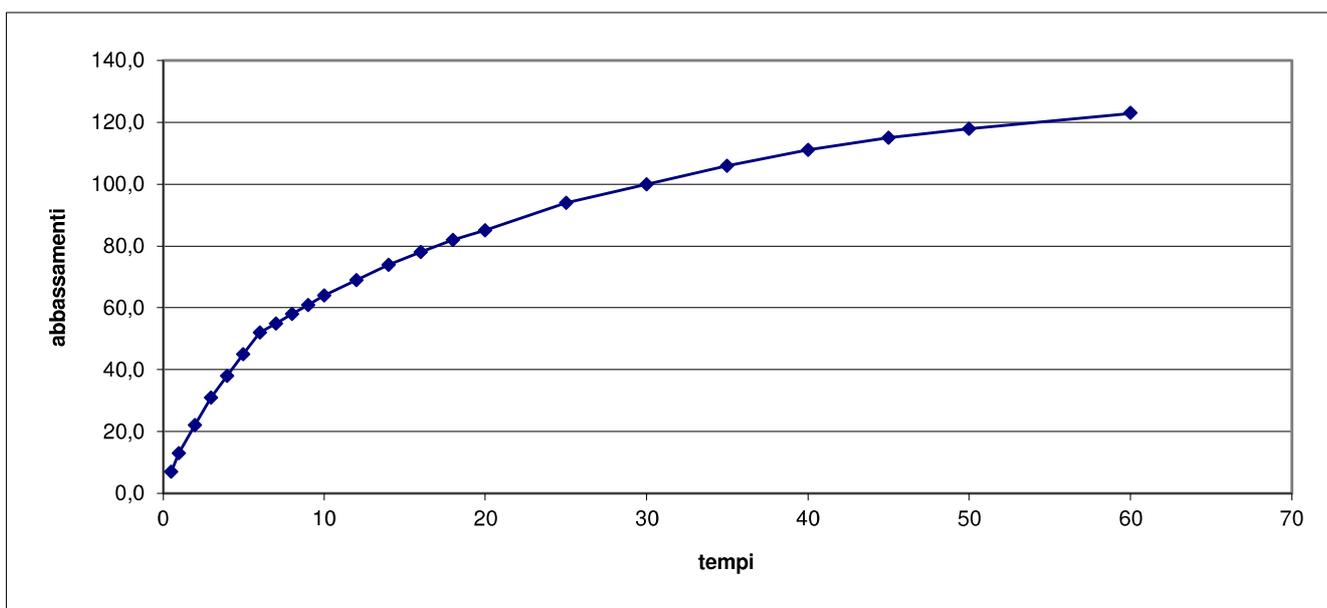
**d/2** - Raggio del foro di prova (m) 0,0635  
**L** - Lunghezza tratto di prova (m) 0,5  
**h1** - Altezza iniziale acqua (da fondo foro in m) 6,65  
**h2** - Altezza finale acqua (da fondo foro in m) 5,42



55010 loc. Biagioni, 60 Spianate (LU)  
tel-fax 0583 20799 cell. 335 7215712  
P.IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero  
delle Infrastrutture e dei  
Trasporti ad effettuare e  
certificare prove  
geotecniche sui terreni n.  
5021 del. 24/05/2011

## GRAFICI



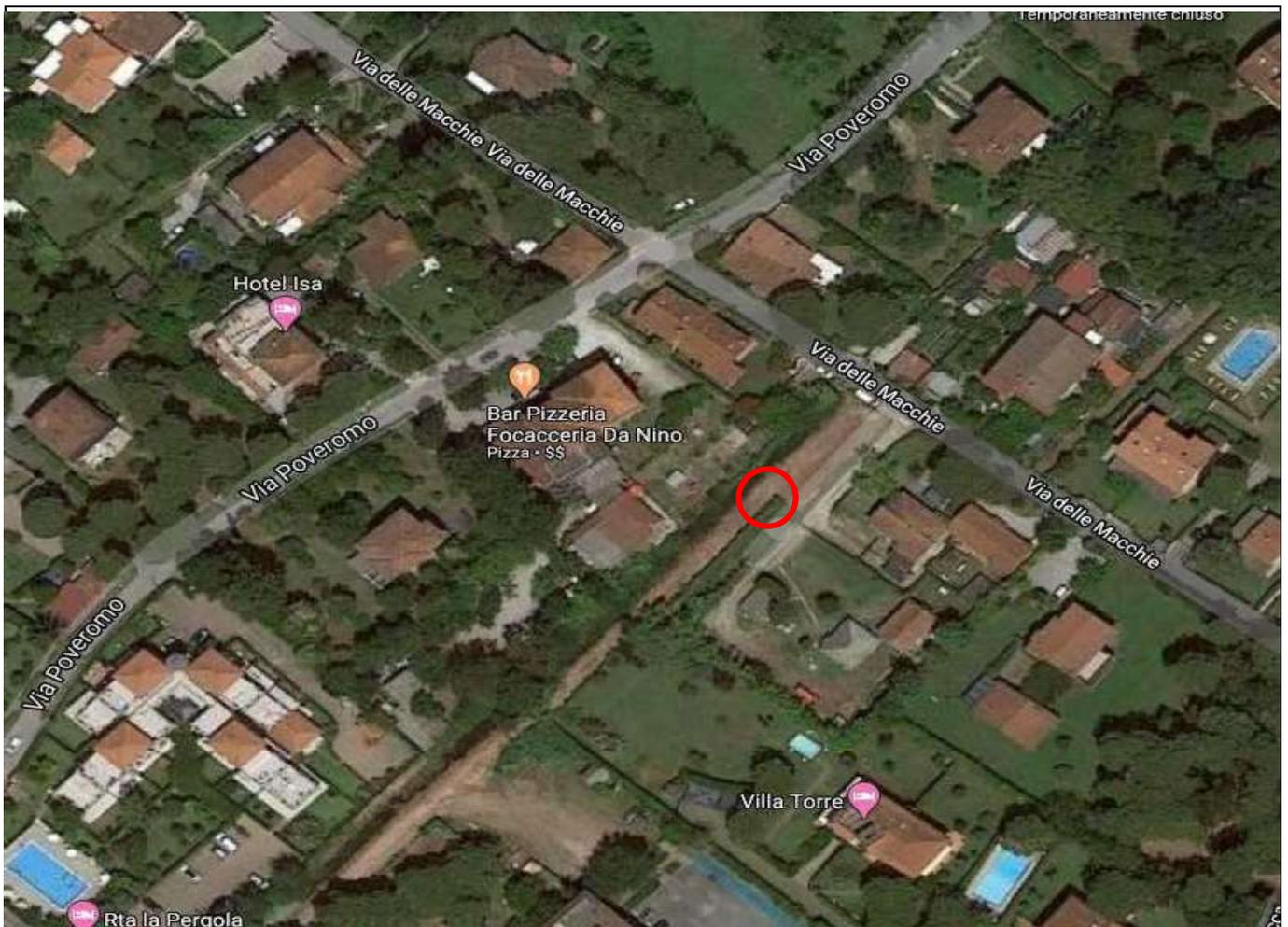
## NOTE



55010 loc. Biagioni, 60 Spianate (LU)  
tel-fax 0583 20799 cell. 335 7215712  
P.IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero  
delle Infrastrutture e dei  
Trasporti ad effettuare e  
certificare prove  
geotecniche sui terreni n.  
5021 del. 24/05/2011

## UBICAZIONE DELLA PROVA



## Allegato 9

PARAMETRI SISMICI  
(Tratto I, II e III del Fosso Poveromo)

---

**Dott. Geol. Andrea Cricca**

Viale della Repubblica n.156 - 54100 Massa (MS)  
Cell. 339 6020461 - E-mail: [andreacricca@gmail.com](mailto:andreacricca@gmail.com)

## Parametri sismici\_Tratto I

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii  
Muro rigido: 0

### Sito in esame.

latitudine: 43,989971  
longitudine: 10,128726  
Classe: 2  
Vita nominale: 50

### Siti di riferimento

Sito 1	ID: 18932	Lat: 43,9857	Lon: 10,0853	Distanza:
3504,611				
Sito 2	ID: 18933	Lat: 43,9877	Lon: 10,1548	Distanza:
2100,290				
Sito 3	ID: 18711	Lat: 44,0376	Lon: 10,1520	Distanza:
5615,982				
Sito 4	ID: 18710	Lat: 44,0356	Lon: 10,0826	Distanza:
6275,571				

### Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C  
Categoria topografica: T1  
Periodo di riferimento: 50anni  
Coefficiente cu: 1

#### Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
Tr: 30 [anni]  
ag: 0,043 g  
Fo: 2,521  
Tc\*: 0,232 [s]

#### Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 50 [anni]  
ag: 0,053 g  
Fo: 2,519  
Tc\*: 0,248 [s]

#### Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 475 [anni]  
ag: 0,130 g  
Fo: 2,410  
Tc\*: 0,291 [s]

#### Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 975 [anni]  
ag: 0,168 g  
Fo: 2,373  
Tc\*: 0,299 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,500  
Cc: 1,700  
St: 1,000  
Kh: 0,013  
Kv: 0,006  
Amax: 0,630  
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500  
Cc: 1,660  
St: 1,000  
Kh: 0,016  
Kv: 0,008  
Amax: 0,786  
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,500  
Cc: 1,580  
St: 1,000  
Kh: 0,047  
Kv: 0,023  
Amax: 1,917  
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,460  
Cc: 1,560  
St: 1,000  
Kh: 0,059  
Kv: 0,029  
Amax: 2,406  
Beta: 0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50  
Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 43.989009  
longitudine: 10.127714

## Parametri sismici\_Tratto II

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii  
Muro rigido: 0

### Sito in esame.

latitudine: 43,990858  
longitudine: 10,130077  
Classe: 2  
Vita nominale: 50

### Siti di riferimento

Sito 1	ID: 18932	Lat: 43,9857	Lon: 10,0853	Distanza:
3626,066				
Sito 2	ID: 18933	Lat: 43,9877	Lon: 10,1548	Distanza:
2008,210				
Sito 3	ID: 18711	Lat: 44,0376	Lon: 10,1520	Distanza:
5487,543				
Sito 4	ID: 18710	Lat: 44,0356	Lon: 10,0826	Distanza:
6260,952				

### Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C  
Categoria topografica: T1  
Periodo di riferimento: 50anni  
Coefficiente cu: 1

#### Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
Tr: 30 [anni]  
ag: 0,043 g  
Fo: 2,520  
Tc\*: 0,232 [s]

#### Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 50 [anni]  
ag: 0,053 g  
Fo: 2,519  
Tc\*: 0,248 [s]

#### Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 475 [anni]  
ag: 0,130 g  
Fo: 2,410  
Tc\*: 0,291 [s]

#### Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 975 [anni]  
ag: 0,168 g  
Fo: 2,373  
Tc\*: 0,299 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,500  
Cc: 1,700  
St: 1,000  
Kh: 0,013  
Kv: 0,006  
Amax: 0,630  
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500  
Cc: 1,660  
St: 1,000  
Kh: 0,016  
Kv: 0,008  
Amax: 0,787  
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,500  
Cc: 1,580  
St: 1,000  
Kh: 0,047  
Kv: 0,023  
Amax: 1,919  
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,460  
Cc: 1,560  
St: 1,000  
Kh: 0,059  
Kv: 0,029  
Amax: 2,408  
Beta: 0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50  
Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 43.989896  
longitudine: 10.129065

### Parametri sismici\_Tratto III

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii  
Muro rigido: 0

#### Sito in esame.

latitudine: 43,991884  
longitudine: 10,131396  
Classe: 2  
Vita nominale: 50

#### Siti di riferimento

Sito 1	ID: 18932	Lat: 43,9857	Lon: 10,0853	Distanza:
3749,590				
Sito 2	ID: 18933	Lat: 43,9877	Lon: 10,1548	Distanza:
1929,070				
Sito 3	ID: 18711	Lat: 44,0376	Lon: 10,1520	Distanza:
5346,101				
Sito 4	ID: 18710	Lat: 44,0356	Lon: 10,0826	Distanza:
6236,057				

#### Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C  
Categoria topografica: T1  
Periodo di riferimento: 50anni  
Coefficiente cu: 1

##### Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
Tr: 30 [anni]  
ag: 0,043 g  
Fo: 2,520  
Tc\*: 0,232 [s]

##### Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 50 [anni]  
ag: 0,054 g  
Fo: 2,519  
Tc\*: 0,248 [s]

##### Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 475 [anni]  
ag: 0,131 g  
Fo: 2,410  
Tc\*: 0,291 [s]

##### Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 975 [anni]  
ag: 0,168 g  
Fo: 2,373  
Tc\*: 0,299 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,500  
Cc: 1,700  
St: 1,000  
Kh: 0,013  
Kv: 0,006  
Amax: 0,631  
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500  
Cc: 1,660  
St: 1,000  
Kh: 0,016  
Kv: 0,008  
Amax: 0,787  
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,500  
Cc: 1,580  
St: 1,000  
Kh: 0,047  
Kv: 0,024  
Amax: 1,920  
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,460  
Cc: 1,560  
St: 1,000  
Kh: 0,059  
Kv: 0,029  
Amax: 2,410  
Beta: 0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50  
Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 43.990922

longitudine: 10.130384

## **Allegato 10**

### RELAZIONE DI CALCOLO VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

**Dott. Geol. Andrea Cricca**

Viale della Repubblica n.156 - 54100 Massa (MS)  
Cell. 339 6020461 - E-mail: [andreamcricca@gmail.com](mailto:andreamcricca@gmail.com)

## Metodo dell'Eurocodice 8 (ENV 1998-5)

Le indicazioni della normativa europea sono contenute al punto 4.1.3 a cui si aggiungono ulteriori indicazioni che si possono trovare nell'appendice B della parte 5 dell'Eurocodice 8 (ENV 1998-5).

Secondo tale normativa si può escludere pericolo di liquefazione per i terreni sabbiosi saturi che si trovano a profondità di 15 m o quando  $a_g < 0,15$  e, contemporaneamente, il terreno soddisfi almeno una delle seguenti condizioni:

- contenuto in argilla superiore al 20%, con indice di plasticità  $> 10$ ;
- contenuto di limo superiore al 10% e resistenza  $N_{1,60} > 20$
- frazione fine trascurabile e resistenza  $N_{1,60} > 25$

Quando nessuna delle precedenti condizioni è soddisfatta, *la suscettibilità a liquefazione deve essere verificata come minimo mediante i metodi generalmente accettati dall'ingegneria geotecnica, basati su correlazioni di campagna tra misure in situ e valori critici dello sforzo ciclico di taglio che hanno causato liquefazione durante terremoti passati.*

Lo sforzo ciclico di taglio **CSR** viene valutato con l'espressione semplificata:

$$CSR = 0,65 \frac{a_g}{g} S \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \frac{r_d}{MSF} \quad (8.0)$$

dove **S** è il coefficiente di profilo stratigrafico, definito come segue:

**Tabella 1-** Coefficienti di profilo stratigrafico

Categoria suolo	Spettri di Tipo 1 $S (M > 5,5)$	Spettri di Tipo 2 $S (M \leq 5,5)$
A	1,00	1,00
B	1,20	1,35
C	1,15	1,50
D	1,35	1,80
E	1,40	1,60

Il fattore di correzione della magnitudo **MSF** consigliato dalla normativa è quello di **Ambraseys** (Tabella 2).

**Tabella 2-** Fattore di scala della magnitudo derivato da diversi ricercatori

Magnitudo	Seed H.B. & Idriss I.M. (1982)	Ambraseys N.N (1988).	NCEER (Seed R. B. et alii) (1997; 2003)
5,5	1,43	2,86	2,21
6,0	1,32	2,20	1,77
6,5	1,19	1,69	1,44
7,0	1,08	1,30	1,19
7,5	1,00	1,00	1,00
8,0	0,94	0,67	0,84
8,5	0,89	0,44	0,73

Nel caso vengano utilizzati dati provenienti da prove **SPT** la resistenza alla liquefazione viene calcolata mediante la seguente relazione di **Blake, 1997**:

$$CRR = \frac{0,04844 - 0,004721(N_{1,60})_{cs} + 0,0006136[(N_{1,60})_{cs}]^2 - 0,00001673[(N_{1,60})_{cs}]^3}{1 - 0,1248(N_{1,60})_{cs} + 0,009578[(N_{1,60})_{cs}]^2 - 0,0003285[(N_{1,60})_{cs}]^3 + 0,000003714[(N_{1,60})_{cs}]^4} \quad (8.1)$$

Il valore di  $N_{1,60}$  misurato in sabbie limose può essere trasformato in una resistenza equivalente  $(N_{1,60})_{cs}$  dove con “cs” si indica “sabbie pulite”. Tale valore viene valutato con il metodo proposto da **Youd e Idriss (1997)** e raccomandato dal **NCEER**:

$$(N_{1,60})_{cs} = \alpha + \beta N_{1,60} \quad (8.2)$$

dove  $N_{1,60}$  è la normalizzazione dei valori misurati dell'indice  $N_m$  (ridotti del 25% per profondità < 3 m) nella prova **SPT** rispetto ad una pressione efficace di confinamento di 100 KPa ed a un valore del rapporto tra l'energia di impatto e l'energia teorica di caduta libera pari al 60%, cioè:

$$N_{1,60} = C_N C_E N_m \quad (8.3a)$$

$$C_N = \left( \frac{100}{\sigma_{vo}} \right)^{0,5} \quad (8.3b)$$

$$C_E = \frac{ER}{60} \quad (8.3c)$$

dove ER è pari al (rapporto dell'energia misurato rispetto al valore teorico) x 100 e dipende dal tipo di strumento utilizzato (Tabella 3).

**Tabella 3- Rendimenti dei sistemi di infissione**

Attrezzatura	$C_E$
Safety Hammer	0,7÷1,2
Donut Hammer (USA)	0,5÷1,0
Donut Hammer (Giappone)	1,1÷1,4
Automatic-Trip Hammer (Tipo Donut o Safety)	0,8÷1,4

I parametri  $\alpha$  e  $\beta$ , invece, dipendono dalla frazione fine FC:

$\alpha = 0$	per $FC \leq 5\%$
$\alpha = \exp[1,76 - (190 / FC^2)]$	per $5\% < FC \leq 35\%$
$\alpha = 5$	per $FC > 35\%$
$\beta = 1,0$	per $FC \leq 5\%$
$\beta = [0,99 + (FC^{1,5} / 1000)]$	per $5\% < FC \leq 35\%$
$\beta = 1,2$	per $FC > 35\%$

Se invece si possiedono dati provenienti da una prova penetrometrica statica (**CPT**), i valori di resistenza alla punta misurati  $q_c$  devono essere normalizzati rispetto ad una pressione efficace di confinamento pari a 100 KPa e vanno calcolati tramite la seguente relazione:

$$q_{c1N} = \frac{q_c}{Pa} \left( \frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n \quad (8.4)$$

Per poter tenere conto della eventuale presenza di fini, il software utilizza il metodo di Robertson e Wride. Poiché, come dimostrato, è possibile assumere:

$$\frac{(q_{c1N})_{cs}}{(N_{1,60})_{cs}} = 5 \quad (8.5)$$

come proposto dall'**EC8**, derivato  $(N_{1,60})_{cs}$  dalla (5.3), si utilizza la (5.2) per il calcolo di **CRR**.

Quando invece si possiedono dati provenienti da prove sismiche di rifrazione, si calcola la velocità di propagazione normalizzata con la (4.9) e la resistenza alla liquefazione mediante la formula di Andrus e Stokoe (5.0):

## CPT1

### DATI GENERALI

#### PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: Ripristino reticolo idraulico minore dell'abitato Ronchi Poveromo ed altri comuni di Massa e Carrara

Cliente: Consorzio 1 Toscana Nord

Indirizzo, Coordinate: Fosso Poveromo\_Tratto I, comune di Massa (MS)

Data 19/05/2020

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa 1.25

#### FALDA

Profondità falda idrica 1.62 m

#### DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0.13

Fattore amplificazione 2.41

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza  $V_{s30}=180-360$

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 5.5

Distanza epicentro 5 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.195

### PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizione	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	1.4	18.6	19.1	0	0	2000.557	72.484	0
2		1.4	5	19.3	19.8	0	0	3563.083	119.656	0
3		5	9.4	19.8	19.8	0	0	2781.523	75.922	0
4		9.4	15	20.1	20.1	0	0	3754.546	84.689	0

Frazione limosa (%)	Frazione argillosa (%)	Indice di plasticità (%)	Tipo Suolo	Validità
5	5	<= 10	3	1
10	5	<= 10	3	1
10	10	<= 10	3	1
10	10	<= 10	3	1

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	Resistenza alla punta corretta qc1 (bar)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Probabilità di liquefazione (%)
1.82	34.246	32.285	1.700	82.636	0.986	0.180	0.047	3.823	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.562
2.02	38.206	34.283	1.700	82.636	0.985	0.180	0.049	3.639	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.655
2.22	42.166	36.282	1.660	80.701	0.983	0.176	0.052	3.409	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.800
2.42	46.126	38.281	1.616	78.566	0.981	0.171	0.053	3.203	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.969
2.62	50.086	40.279	1.576	76.592	0.980	0.167	0.055	3.027	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.152
2.82	54.046	42.278	1.538	74.759	0.978	0.163	0.057	2.875	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.348
3.02	58.006	44.277	1.503	73.052	0.977	0.159	0.058	2.743	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.558
3.22	61.966	46.275	1.470	71.457	0.975	0.156	0.059	2.626	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.779
3.42	65.926	48.274	1.439	69.962	0.974	0.153	0.061	2.522	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.013
3.62	69.886	50.273	1.410	68.558	0.972	0.150	0.062	2.428	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.257
3.82	73.846	52.271	1.383	67.234	0.971	0.147	0.063	2.343	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.512
4.02	77.806	54.270	1.357	65.985	0.969	0.144	0.064	2.267	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.778
4.22	81.766	56.269	1.333	64.802	0.968	0.141	0.064	2.197	Terreno non	3.054

									suscettibile di liquefazione	
4.42	85.726	58.267	1.310	63.681	0.966	0.139	0.065	2.132	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.339
4.62	89.686	60.266	1.288	62.616	0.965	0.137	0.066	2.073	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.633
4.82	93.646	62.265	1.267	61.603	0.963	0.135	0.067	2.018	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.935
5.02	97.606	64.263	1.247	57.878	0.962	0.126	0.067	1.878	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.867
5.22	101.566	66.262	1.228	56.998	0.960	0.125	0.068	1.833	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.228
5.42	105.526	68.261	1.210	56.158	0.959	0.123	0.069	1.791	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.597
5.62	109.486	70.259	1.193	55.353	0.957	0.121	0.069	1.752	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.972
5.82	113.446	72.258	1.176	54.582	0.955	0.119	0.070	1.715	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.353
6.02	117.406	74.257	1.160	53.843	0.954	0.118	0.070	1.680	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.740
6.22	121.366	76.255	1.145	53.132	0.952	0.116	0.071	1.648	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.132
6.42	125.326	78.254	1.130	52.449	0.951	0.115	0.071	1.617	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.528
6.62	129.286	80.253	1.116	51.792	0.949	0.113	0.071	1.588	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.929
6.82	133.246	82.251	1.103	51.159	0.948	0.112	0.072	1.561	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.333
7.02	137.206	84.250	1.089	50.549	0.946	0.111	0.072	1.534	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.740
7.22	141.166	86.249	1.077	49.959	0.945	0.110	0.073	1.510	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.151
7.42	145.126	88.247	1.065	49.390	0.943	0.108	0.073	1.486	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.563
7.62	149.086	90.246	1.053	48.840	0.942	0.107	0.073	1.464	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.977
7.82	153.046	92.245	1.041	48.308	0.940	0.106	0.074	1.443	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.393
8.02	157.006	94.243	1.030	47.793	0.939	0.105	0.074	1.422	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.810
8.22	160.966	96.242	1.019	47.295	0.937	0.104	0.074	1.403	Terreno non suscettibile di	11.228

									liquefazione	
8.42	164.926	98.241	1.009	46.811	0.936	0.103	0.074	1.384	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.646
8.62	168.886	100.240	0.999	46.342	0.934	0.102	0.075	1.367	Terreno non suscettibile di liquefazione	12.064
8.82	172.846	102.238	0.989	45.887	0.933	0.101	0.075	1.350	Terreno non suscettibile di liquefazione	12.482
9.02	176.806	104.237	0.979	45.445	0.931	0.100	0.075	1.333	Terreno non suscettibile di liquefazione	12.899
9.22	180.766	106.236	0.970	45.015	0.928	0.099	0.075	1.318	Terreno non suscettibile di liquefazione	13.316
9.42	184.732	108.240	0.961	60.197	0.922	0.131	0.076	1.738	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.111
9.62	188.752	110.299	0.952	59.632	0.917	0.130	0.076	1.717	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.328
9.82	192.772	112.358	0.943	59.084	0.912	0.129	0.076	1.697	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.548
10.02	196.792	114.416	0.935	58.550	0.906	0.128	0.076	1.678	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.769
10.22	200.812	116.475	0.927	58.030	0.901	0.127	0.076	1.659	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.992
10.42	204.832	118.534	0.919	57.524	0.896	0.126	0.077	1.641	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.217
10.62	208.852	120.592	0.911	57.031	0.890	0.125	0.077	1.623	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.443
10.82	212.872	122.651	0.903	56.550	0.885	0.124	0.077	1.607	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.670
11.02	216.892	124.710	0.895	56.081	0.880	0.123	0.077	1.590	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.899
11.22	220.912	126.768	0.888	55.624	0.874	0.122	0.077	1.574	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.129
11.42	224.932	128.827	0.881	55.178	0.869	0.121	0.077	1.559	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.360
11.62	228.952	130.886	0.874	54.742	0.864	0.120	0.078	1.544	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.593
11.82	232.972	132.944	0.867	54.317	0.858	0.119	0.078	1.529	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.826
12.02	236.992	135.003	0.861	53.901	0.853	0.118	0.078	1.515	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.060
12.22	241.012	137.062	0.854	53.495	0.848	0.117	0.078	1.501	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.295

12.42	245.032	139.120	0.848	53.097	0.842	0.116	0.078	1.488	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.530
12.62	249.052	141.179	0.842	52.709	0.837	0.115	0.078	1.475	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.766
12.82	253.072	143.238	0.836	52.329	0.832	0.115	0.078	1.463	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.003
13.02	257.092	145.296	0.830	51.957	0.826	0.114	0.078	1.450	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.241
13.22	261.112	147.355	0.824	51.592	0.821	0.113	0.079	1.438	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.478
13.42	265.132	149.414	0.818	51.236	0.816	0.112	0.079	1.427	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.717
13.62	269.152	151.472	0.813	50.886	0.810	0.111	0.079	1.415	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.955
13.82	273.172	153.531	0.807	50.544	0.805	0.111	0.079	1.404	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.194
14.02	277.192	155.590	0.802	50.209	0.800	0.110	0.079	1.394	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.432
14.22	281.212	157.648	0.796	49.880	0.794	0.109	0.079	1.383	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.671
14.42	285.232	159.707	0.791	49.557	0.789	0.109	0.079	1.373	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.910
14.62	289.252	161.766	0.786	49.241	0.784	0.108	0.079	1.363	Terreno non suscettibile di liquefazione	12.149
14.82	293.272	163.824	0.781	48.930	0.778	0.107	0.079	1.353	Terreno non suscettibile di liquefazione	12.388
15.02	0.000	0.000						0		

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

## **CPT2**

### **DATI GENERALI**

#### **PROGETTO E LOCALIZZAZIONE**

Titolo lavoro: Ripristino reticolo idraulico minore dell'abitato Ronchi Poveromo ed altri comuni di Massa e Carrara

Cliente: Consorzio 1 Toscana Nord

Indirizzo, Coordinate: Fosso Poveromo\_Tratto II, comune di Massa (MS)

Data 19/05/2020

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa

1.25

## FALDA

Profondità falda idrica 1.15 m

## DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0.13

Fattore amplificazione 2.41

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 5.5

Distanza epicentro 5 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.195

## PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizione	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	1.6	18.6	19.1	0	0	1699.819	69.38	0
2		1.6	5.2	19.3	19.8	0	0	3138.128	81.392	0
3		5.2	9.6	19.8	19.8	0	0	3588.342	76.127	0
4		9.6	15	20.1	20.1	0	0	3864.547	89.633	0

Frazione limosa (%)	Frazione argillosa (%)	Indice di plasticità (%)	Tipo Suolo	Validità
5	5	$\leq 10$	3	1
10	5	$\leq 10$	3	1
10	10	$\leq 10$	3	1
10	10	$\leq 10$	3	1

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	Resistenza alla punta corretta qcl (bar)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Probabilità di liquefazione (%)
1.35	25.210	23.249	1.700	33.349	0.990	0.078	0.048	1.623	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.445
1.55	29.030	25.107	1.700	33.349	0.988	0.078	0.051	1.522	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.938
1.75	32.955	27.071	1.700	72.781	0.987	0.159	0.054	2.941	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.259
1.95	36.915	29.070	1.700	72.781	0.985	0.159	0.056	2.819	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.432
2.15	40.875	31.068	1.700	72.781	0.984	0.159	0.058	2.721	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.596
2.35	44.835	33.067	1.700	72.781	0.982	0.159	0.060	2.641	Terreno non	1.749

									suscettibile di liquefazione	
2.55	48.795	35.066	1.689	72.298	0.980	0.158	0.062	2.556	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.931
2.75	52.755	37.064	1.643	70.322	0.979	0.153	0.063	2.432	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.247
2.95	56.715	39.063	1.600	68.499	0.977	0.149	0.064	2.323	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.581
3.15	60.675	41.062	1.561	66.811	0.976	0.146	0.065	2.227	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.932
3.35	64.635	43.060	1.524	65.242	0.974	0.142	0.067	2.141	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.299
3.55	68.595	45.059	1.490	63.779	0.973	0.139	0.067	2.064	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.681
3.75	72.555	47.058	1.458	62.410	0.971	0.136	0.068	1.994	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.077
3.95	76.515	49.056	1.428	61.125	0.970	0.133	0.069	1.931	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.486
4.15	80.475	51.055	1.400	59.917	0.968	0.131	0.070	1.873	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.907
4.35	84.435	53.054	1.373	58.777	0.967	0.128	0.071	1.820	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.339
4.55	88.395	55.052	1.348	57.700	0.965	0.126	0.071	1.771	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.781
4.75	92.355	57.051	1.324	56.681	0.964	0.124	0.072	1.726	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.233
4.95	96.315	59.050	1.301	55.713	0.962	0.122	0.072	1.684	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.693
5.15	100.275	61.048	1.280	54.794	0.961	0.120	0.073	1.646	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.160
5.35	104.235	63.047	1.259	53.883	0.959	0.118	0.073	2.242	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.873
5.55	108.195	65.046	1.240	53.016	0.958	0.116	0.074	2.194	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.064
5.75	112.155	67.044	1.221	52.201	0.956	0.114	0.074	2.149	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.259
5.95	116.115	69.043	1.203	51.435	0.954	0.112	0.075	2.107	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.458
6.15	120.075	71.042	1.186	50.715	0.953	0.110	0.075	2.068	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.661
6.35	124.035	73.040	1.170	50.036	0.951	0.108	0.075	2.030	Terreno non suscettibile di	3.867

									liquefazione	
6.55	127.995	75.039	1.154	69.097	0.950	0.151	0.076	1.994	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.077
6.75	131.955	77.038	1.139	68.195	0.948	0.149	0.076	1.960	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.291
6.95	135.915	79.036	1.125	67.327	0.947	0.147	0.076	1.928	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.508
7.15	139.875	81.035	1.111	66.492	0.945	0.145	0.076	1.897	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.728
7.35	143.835	83.034	1.097	65.687	0.944	0.143	0.077	1.868	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.951
7.55	147.795	85.032	1.084	64.910	0.942	0.142	0.077	1.839	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.177
7.75	151.755	87.031	1.072	64.160	0.941	0.140	0.077	1.813	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.406
7.95	155.715	89.030	1.060	63.436	0.939	0.138	0.078	1.787	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.638
8.15	159.675	91.028	1.048	62.736	0.938	0.137	0.078	1.762	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.872
8.35	163.635	93.027	1.037	62.058	0.936	0.136	0.078	1.738	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.109
8.55	167.595	95.026	1.026	61.402	0.935	0.134	0.078	1.715	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.349
8.75	171.555	97.024	1.015	60.766	0.933	0.133	0.078	1.693	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.590
8.95	175.515	99.023	1.005	60.150	0.932	0.131	0.079	1.672	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.834
9.15	179.475	101.022	0.995	59.552	0.930	0.130	0.079	1.652	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.080
9.35	183.435	103.021	0.985	58.972	0.924	0.129	0.079	1.632	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.328
9.55	187.395	105.019	0.976	58.408	0.919	0.128	0.079	1.613	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.577
9.75	191.400	107.063	0.966	62.300	0.914	0.136	0.079	1.717	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.332
9.95	195.420	109.122	0.957	61.710	0.908	0.135	0.079	1.698	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.541
10.15	199.440	111.180	0.948	61.136	0.903	0.134	0.079	1.679	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.752
10.35	203.460	113.239	0.940	60.578	0.898	0.132	0.080	1.661	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.965

10.55	207.480	115.298	0.931	60.034	0.892	0.131	0.080	1.644	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.179
10.75	211.500	117.356	0.923	59.505	0.887	0.130	0.080	1.627	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.394
10.95	215.520	119.415	0.915	58.990	0.882	0.129	0.080	1.611	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.610
11.15	219.540	121.474	0.907	58.488	0.876	0.128	0.080	1.595	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.828
11.35	223.560	123.532	0.900	57.999	0.871	0.127	0.080	1.580	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.047
11.55	227.580	125.591	0.892	57.522	0.866	0.126	0.080	1.565	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.268
11.75	231.600	127.650	0.885	57.056	0.860	0.125	0.080	1.550	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.489
11.95	235.620	129.708	0.878	56.601	0.855	0.124	0.081	1.536	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.711
12.15	239.640	131.767	0.871	56.157	0.850	0.123	0.081	1.523	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.934
12.35	243.660	133.826	0.864	55.724	0.844	0.122	0.081	1.509	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.158
12.55	247.680	135.884	0.858	55.300	0.839	0.121	0.081	1.496	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.383
12.75	251.700	137.943	0.851	54.886	0.834	0.120	0.081	1.484	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.608
12.95	255.720	140.002	0.845	54.481	0.828	0.119	0.081	1.471	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.834
13.15	259.740	142.060	0.839	54.085	0.823	0.118	0.081	1.460	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.061
13.35	263.760	144.119	0.833	53.697	0.818	0.117	0.081	1.448	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.288
13.55	267.780	146.178	0.827	53.317	0.812	0.117	0.081	1.437	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.515
13.75	271.800	148.236	0.821	52.946	0.807	0.116	0.081	1.425	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.743
13.95	275.820	150.295	0.816	52.582	0.802	0.115	0.081	1.415	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.971
14.15	279.840	152.354	0.810	52.226	0.796	0.114	0.081	1.404	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.200
14.35	283.860	154.412	0.805	51.876	0.791	0.114	0.081	1.394	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.428
14.55	287.880	156.471	0.799	51.534	0.786	0.113	0.082	1.384	Terreno non	11.657

									suscettibile di liquefazione	
14.75	291.900	158.530	0.794	51.198	0.780	0.112	0.082	1.374	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.886
14.95	295.920	160.588	0.789	50.869	0.775	0.111	0.082	1.364	Terreno non suscettibile di liquefazione	12.115

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

### **CPT3**

#### **DATI GENERALI**

##### **PROGETTO E LOCALIZZAZIONE**

Titolo lavoro: Ripristino reticolo idraulico minore dell'abitato Ronchi Poveromo ed altri comuni di Massa e Carrara

Cliente: Consorzio 1 Toscana Nord

Indirizzo, Coordinate: Fosso Poveromo\_Tratto III, comune di Massa (MS)

Data 19/05/2020

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa 1.25

##### **FALDA**

Profondità falda idrica 1.55 m

##### **DATI SIMICI**

Accelerazione Bedrock 0.131

Fattore amplificazione 2.41

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 5.5

Distanza epicentro 5 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.1965

#### **PARAMETRI GEOTECNICI**

Strato Nr	Descrizione	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza a qc (KPa)	Resistenza a attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	1.6	18.1	19.1	0	0	1062.387	50.192	0
2		1.6	2.8	18.8	19.3	0	0	2190.152	78.22	0
3		2.8	5.8	20	20	0	0	2941.995	83.107	0
4		5.8	10.6	20.1	20.1	0	0	3146.3	78.987	0
5		10.6	15	20.1	20.1	0	0	4002.896	89.047	0

Frazione limosa (%)	Frazione argillosa (%)	Indice di plasticità (%)	Tipo Suolo	Validità
5	5	<= 10	3	1
5	5	<= 10	3	1
10	5	<= 10	3	1
10	10	<= 10	3	1
10	10	<= 10	3	1

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	Resistenza alla punta corretta qc1 (bar)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Probabilità di liquefazione (%)
1.75	31.905	29.944	1.700	42.969	0.987	0.095	0.048	2.003	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.025
1.95	35.765	31.842	1.700	42.969	0.985	0.095	0.050	1.900	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.706
2.15	39.625	33.741	1.700	42.969	0.984	0.095	0.052	1.817	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.366
2.35	43.485	35.640	1.675	42.339	0.982	0.094	0.054	1.727	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.230
2.55	47.345	37.538	1.632	41.254	0.980	0.092	0.056	1.633	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.315
2.75	51.205	39.437	1.592	40.249	0.979	0.090	0.058	1.554	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.435
2.95	55.170	41.441	1.553	62.348	0.977	0.136	0.059	2.290	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.695
3.15	59.170	43.479	1.517	60.869	0.976	0.133	0.061	2.187	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.093
3.35	63.170	45.518	1.482	59.490	0.974	0.130	0.062	2.096	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.512
3.55	67.170	47.557	1.450	58.201	0.973	0.127	0.063	2.016	Terreno non suscettibile di liquefazione	3.949
3.75	71.170	49.595	1.420	56.992	0.971	0.125	0.064	1.943	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.404
3.95	75.170	51.634	1.392	55.856	0.970	0.122	0.065	1.878	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.874
4.15	79.170	53.673	1.365	54.785	0.968	0.120	0.066	1.818	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.358
4.35	83.170	55.711	1.340	53.773	0.967	0.118	0.067	1.764	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.854
4.55	87.170	57.750	1.316	52.816	0.965	0.116	0.067	1.714	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.362

4.75	91.170	59.789	1.293	51.907	0.964	0.114	0.068	1.668	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.880
4.95	95.170	61.827	1.272	51.044	0.962	0.112	0.069	1.626	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.406
5.15	99.170	63.866	1.251	50.223	0.961	0.110	0.069	1.587	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.940
5.35	103.170	65.905	1.232	49.440	0.959	0.108	0.070	1.551	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.481
5.55	107.170	67.943	1.213	48.693	0.958	0.107	0.070	1.517	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.026
5.75	111.170	69.982	1.195	47.978	0.956	0.105	0.071	1.486	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.576
5.95	115.185	72.036	1.178	61.835	0.954	0.135	0.071	1.891	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.774
6.15	119.205	74.094	1.162	60.970	0.953	0.133	0.072	1.853	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.066
6.35	123.225	76.153	1.146	60.141	0.951	0.131	0.072	1.818	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.362
6.55	127.245	78.212	1.131	59.344	0.950	0.130	0.073	1.784	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.664
6.75	131.265	80.270	1.116	58.578	0.948	0.128	0.073	1.752	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.970
6.95	135.285	82.329	1.102	57.841	0.947	0.126	0.073	1.722	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.280
7.15	139.305	84.388	1.089	57.131	0.945	0.125	0.074	1.693	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.593
7.35	143.325	86.446	1.076	56.447	0.944	0.123	0.074	1.666	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.911
7.55	147.345	88.505	1.063	55.786	0.942	0.122	0.074	1.640	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.231
7.75	151.365	90.564	1.051	55.149	0.941	0.121	0.075	1.615	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.555
7.95	155.385	92.622	1.039	54.532	0.939	0.119	0.075	1.591	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.881
8.15	159.405	94.681	1.028	53.936	0.938	0.118	0.075	1.569	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.210
8.35	163.425	96.740	1.017	53.359	0.936	0.117	0.075	1.547	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.541
8.55	167.445	98.798	1.006	52.800	0.935	0.116	0.076	1.526	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.874
8.75	171.465	100.857	0.996	52.259	0.933	0.114	0.076	1.506	Terreno non	9.209

									suscettibile di liquefazione	
8.95	175.485	102.916	0.986	51.733	0.932	0.113	0.076	1.487	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.545
9.15	179.505	104.974	0.976	51.223	0.930	0.112	0.076	1.469	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.883
9.35	183.525	107.033	0.967	50.728	0.924	0.111	0.077	1.451	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.221
9.55	187.545	109.092	0.957	50.248	0.919	0.110	0.077	1.434	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.561
9.75	191.565	111.151	0.949	49.780	0.914	0.109	0.077	1.418	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.901
9.95	195.585	113.209	0.940	49.325	0.908	0.108	0.077	1.402	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.242
10.15	199.605	115.268	0.931	48.883	0.903	0.107	0.077	1.387	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.583
10.35	203.625	117.327	0.923	48.452	0.898	0.106	0.078	1.372	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.924
10.55	207.645	119.385	0.915	48.033	0.892	0.106	0.078	1.358	Terreno non suscettibile di liquefazione	12.265
10.75	211.665	121.444	0.907	60.590	0.887	0.132	0.078	1.700	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.518
10.95	215.685	123.503	0.900	60.082	0.882	0.131	0.078	1.682	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.716
11.15	219.705	125.561	0.892	59.588	0.876	0.130	0.078	1.665	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.916
11.35	223.725	127.620	0.885	59.105	0.871	0.129	0.078	1.649	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.117
11.55	227.745	129.679	0.878	58.634	0.866	0.128	0.078	1.633	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.319
11.75	231.765	131.737	0.871	58.174	0.860	0.127	0.079	1.617	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.522
11.95	235.785	133.796	0.865	57.725	0.855	0.126	0.079	1.602	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.727
12.15	239.805	135.855	0.858	57.286	0.850	0.125	0.079	1.588	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.933
12.35	243.825	137.913	0.852	56.857	0.844	0.124	0.079	1.573	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.140
12.55	247.845	139.972	0.845	56.437	0.839	0.123	0.079	1.560	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.347
12.75	251.865	142.031	0.839	56.027	0.834	0.122	0.079	1.546	Terreno non suscettibile di	8.556

									liquefazione	
12.95	255.885	144.089	0.833	55.625	0.828	0.122	0.079	1.533	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.765
13.15	259.905	146.148	0.827	55.232	0.823	0.121	0.079	1.520	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.975
13.35	263.925	148.207	0.821	54.847	0.818	0.120	0.080	1.508	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.186
13.55	267.945	150.265	0.816	54.470	0.812	0.119	0.080	1.496	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.398
13.75	271.965	152.324	0.810	54.100	0.807	0.118	0.080	1.484	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.610
13.95	275.985	154.383	0.805	53.739	0.802	0.118	0.080	1.472	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.823
14.15	280.005	156.441	0.800	53.384	0.796	0.117	0.080	1.461	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.036
14.35	284.025	158.500	0.794	53.036	0.791	0.116	0.080	1.450	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.250
14.55	288.045	160.559	0.789	52.695	0.786	0.115	0.080	1.439	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.464
14.75	292.065	162.617	0.784	52.360	0.780	0.115	0.080	1.429	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.678
14.95	296.085	164.676	0.779	52.032	0.775	0.114	0.080	1.418	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.893

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

## **CPT4**

### **DATI GENERALI**

#### **PROGETTO E LOCALIZZAZIONE**

Titolo lavoro: Ripristino reticolo idraulico minore dell'abitato Ronchi Poveromo ed altri comuni di Massa e Carrara

Cliente: Consorzio 1 Toscana Nord

Indirizzo, Coordinate: Fosso Poveromo\_tratto III, comune di Massa (MS)

Data 19/05/2020

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa 1.25

#### **FALDA**

Profondità falda idrica 1.46 m

#### **DATI SIMICI**

Accelerazione Bedrock 0.131

Fattore amplificazione

2.41

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS)	1.5
Coefficiente amplificazione topografica (ST)	1
Magnitudo momento sismico (Mw)	5.5
Distanza epicentro	5 Km
Peak ground acceleration (PGA)	0.1965

#### PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizione	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	2	18.1	19.1	0	0	1949.072	64.167	0
2		2	3.8	18.8	19.3	0	0	3998.934	106.48	0
3		3.8	6	20	20	0	0	2487.323	52.215	0
4		6	10.8	20.1	20.1	0	0	3248.453	67.912	0
5		10.8	15	20.1	20.1	0	0	3978.698	91.887	0

Frazione limosa (%)	Frazione argillosa (%)	Indice di plasticità (%)	Tipo Suolo	Validità
5	5	$\leq 10$	3	1
5	5	$\leq 10$	3	1
10	5	$\leq 10$	3	1
10	10	$\leq 10$	3	1
10	10	$\leq 10$	3	1

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	Resistenza alla punta corretta qc1 (bar)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Probabilità di liquefazione (%)
1.66	30.246	28.285	1.700	38.239	0.987	0.086	0.048	1.809	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.435
1.86	34.066	30.143	1.700	38.239	0.986	0.086	0.050	1.712	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.387
2.06	37.898	32.014	1.700	78.456	0.984	0.171	0.053	3.231	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.944
2.26	41.758	33.913	1.700	78.456	0.983	0.171	0.055	3.106	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.065
2.46	45.618	35.811	1.671	77.120	0.981	0.168	0.057	2.952	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.244
2.66	49.478	37.710	1.628	75.153	0.980	0.164	0.059	2.795	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.471
2.86	53.338	39.609	1.589	73.330	0.978	0.160	0.060	2.658	Terreno non suscettibile di	1.714

									liquefazione	
3.06	57.198	41.507	1.552	71.633	0.977	0.156	0.062	2.538	Terreno non suscettibile di liquefazione	1.973
3.26	61.058	43.406	1.518	70.049	0.975	0.153	0.063	2.432	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.245
3.46	64.918	45.305	1.486	68.565	0.974	0.150	0.064	2.338	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.531
3.66	68.778	47.203	1.456	67.172	0.972	0.147	0.065	2.253	Terreno non suscettibile di liquefazione	2.830
3.86	72.680	49.144	1.426	48.405	0.970	0.106	0.066	1.609	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.636
4.06	76.680	51.183	1.398	47.431	0.969	0.104	0.067	1.558	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.366
4.26	80.680	53.221	1.371	46.514	0.967	0.102	0.068	1.512	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.106
4.46	84.680	55.260	1.345	45.648	0.966	0.101	0.068	1.470	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.853
4.66	88.680	57.299	1.321	44.829	0.964	0.099	0.069	1.432	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.605
4.86	92.680	59.337	1.298	44.052	0.963	0.097	0.070	1.397	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.360
5.06	96.680	61.376	1.276	43.314	0.961	0.096	0.070	1.364	Terreno non suscettibile di liquefazione	12.115
5.26	100.680	63.415	1.256	42.612	0.960	0.095	0.071	1.334	Terreno non suscettibile di liquefazione	12.868
5.46	104.680	65.453	1.236	41.943	0.958	0.093	0.071	1.307	Terreno non suscettibile di liquefazione	13.619
5.66	108.680	67.492	1.217	41.305	0.957	0.092	0.072	1.281	Terreno non suscettibile di liquefazione	14.366
5.86	112.680	69.531	1.199	40.695	0.955	0.091	0.072	1.257	Terreno non suscettibile di liquefazione	15.107
6.06	116.686	71.575	1.182	64.048	0.954	0.140	0.073	1.921	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.559
6.26	120.706	73.634	1.165	63.146	0.952	0.138	0.073	1.883	Terreno non suscettibile di liquefazione	4.831
6.46	124.726	75.693	1.149	62.282	0.951	0.136	0.074	1.848	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.107
6.66	128.746	77.751	1.134	61.452	0.949	0.134	0.074	1.815	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.388
6.86	132.766	79.810	1.119	60.654	0.948	0.132	0.074	1.783	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.673

7.06	136.786	81.869	1.105	59.886	0.946	0.131	0.075	1.753	Terreno non suscettibile di liquefazione	5.962
7.26	140.806	83.927	1.092	59.147	0.944	0.129	0.075	1.724	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.254
7.46	144.826	85.986	1.078	58.435	0.943	0.128	0.075	1.697	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.551
7.66	148.846	88.045	1.066	57.748	0.941	0.126	0.075	1.671	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.850
7.86	152.866	90.103	1.053	57.084	0.940	0.125	0.076	1.646	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.152
8.06	156.886	92.162	1.042	56.443	0.938	0.123	0.076	1.622	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.457
8.26	160.906	94.221	1.030	55.823	0.937	0.122	0.076	1.600	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.765
8.46	164.926	96.279	1.019	55.223	0.935	0.121	0.077	1.578	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.074
8.66	168.946	98.338	1.008	54.642	0.934	0.119	0.077	1.557	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.386
8.86	172.966	100.397	0.998	54.079	0.932	0.118	0.077	1.537	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.700
9.06	176.986	102.456	0.988	53.533	0.931	0.117	0.077	1.518	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.016
9.26	181.006	104.514	0.978	53.003	0.927	0.116	0.077	1.499	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.333
9.46	185.026	106.573	0.969	52.489	0.921	0.115	0.078	1.481	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.652
9.66	189.046	108.632	0.959	51.989	0.916	0.114	0.078	1.464	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.971
9.86	193.066	110.690	0.950	51.503	0.911	0.113	0.078	1.448	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.292
10.06	197.086	112.749	0.942	51.031	0.905	0.112	0.078	1.432	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.613
10.26	201.106	114.808	0.933	50.571	0.900	0.111	0.078	1.416	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.935
10.46	205.126	116.866	0.925	50.124	0.895	0.110	0.078	1.401	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.258
10.66	209.146	118.925	0.917	49.688	0.889	0.109	0.079	1.387	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.580
10.86	213.166	120.984	0.909	60.338	0.884	0.132	0.079	1.675	Terreno non suscettibile di liquefazione	6.807
11.06	217.186	123.042	0.902	59.831	0.879	0.131	0.079	1.658	Terreno non	7.010

									suscettibile di liquefazione	
11.26	221.206	125.101	0.894	59.336	0.873	0.130	0.079	1.641	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.214
11.46	225.226	127.160	0.887	58.854	0.868	0.129	0.079	1.625	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.420
11.66	229.246	129.218	0.880	58.383	0.863	0.128	0.079	1.610	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.627
11.86	233.266	131.277	0.873	57.924	0.857	0.127	0.079	1.595	Terreno non suscettibile di liquefazione	7.835
12.06	237.286	133.336	0.866	57.475	0.852	0.126	0.079	1.580	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.044
12.26	241.306	135.394	0.859	57.036	0.847	0.125	0.080	1.566	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.255
12.46	245.326	137.453	0.853	56.608	0.841	0.124	0.080	1.552	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.466
12.66	249.346	139.512	0.847	56.188	0.836	0.123	0.080	1.538	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.678
12.86	253.366	141.570	0.840	55.778	0.831	0.122	0.080	1.525	Terreno non suscettibile di liquefazione	8.891
13.06	257.386	143.629	0.834	55.377	0.825	0.121	0.080	1.512	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.104
13.26	261.406	145.688	0.828	54.985	0.820	0.120	0.080	1.500	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.319
13.46	265.426	147.746	0.823	54.600	0.815	0.119	0.080	1.488	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.534
13.66	269.446	149.805	0.817	54.224	0.809	0.119	0.080	1.476	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.749
13.86	273.466	151.864	0.811	53.855	0.804	0.118	0.080	1.465	Terreno non suscettibile di liquefazione	9.966
14.06	277.486	153.922	0.806	53.494	0.799	0.117	0.081	1.453	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.182
14.26	281.506	155.981	0.801	53.139	0.793	0.116	0.081	1.442	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.399
14.46	285.526	158.040	0.795	52.792	0.788	0.116	0.081	1.432	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.617
14.66	289.546	160.098	0.790	52.452	0.783	0.115	0.081	1.421	Terreno non suscettibile di liquefazione	10.834
14.86	293.566	162.157	0.785	52.118	0.777	0.114	0.081	1.411	Terreno non suscettibile di liquefazione	11.053
15.06	0.000	0.000						0		

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

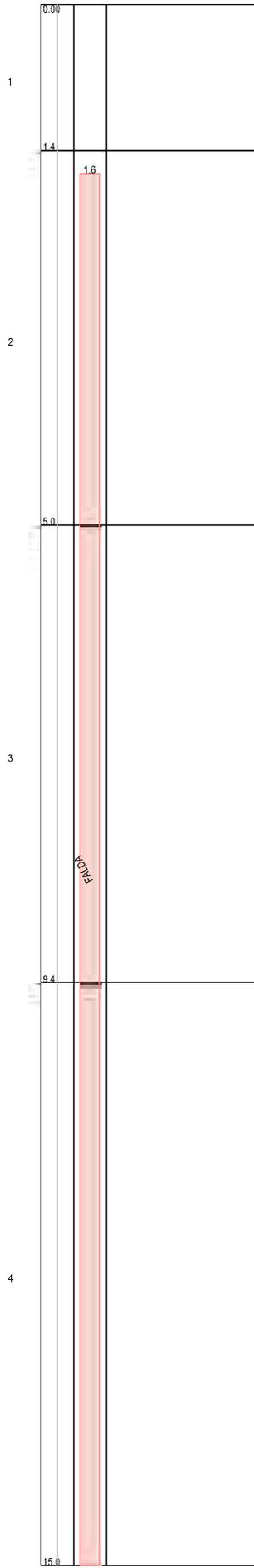
Ripristino reticolo idraulico minore dell'abitato Ronchi Poveromo ed altri comuni di Massa e Carrara

Fosso Poveromo\_Tratto I, comune di Massa (MS)\_CPT1

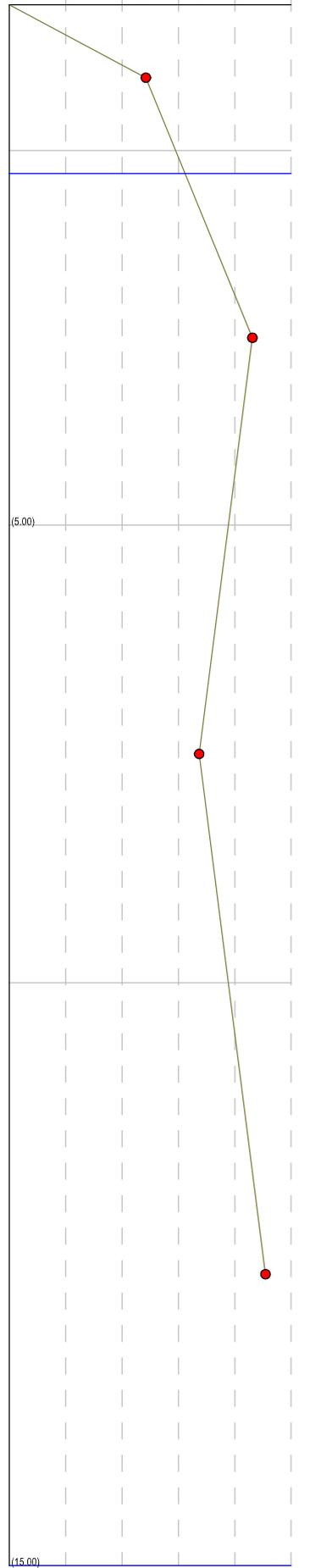
Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Eurocodice 8 CPT

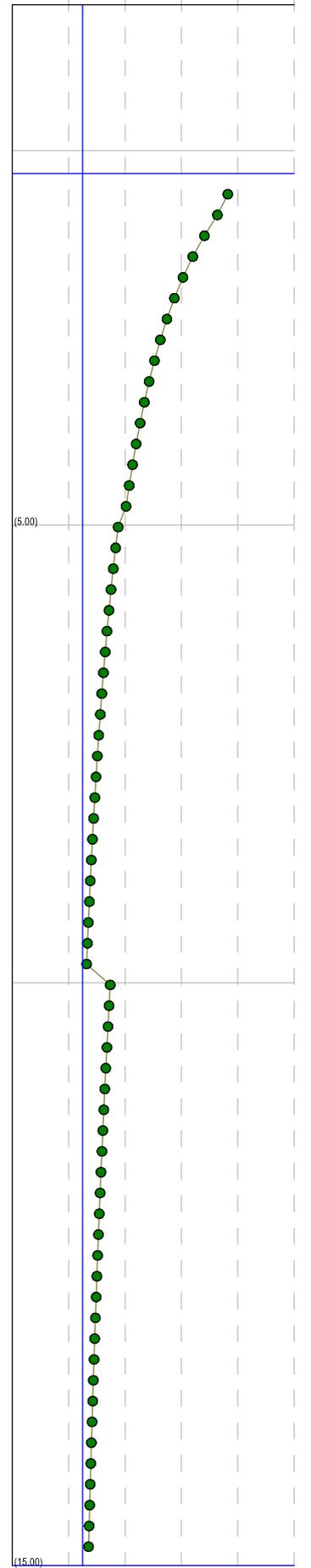
Colonna stratigrafica



Qc (kPa)



Fattore di sicurezza Fs



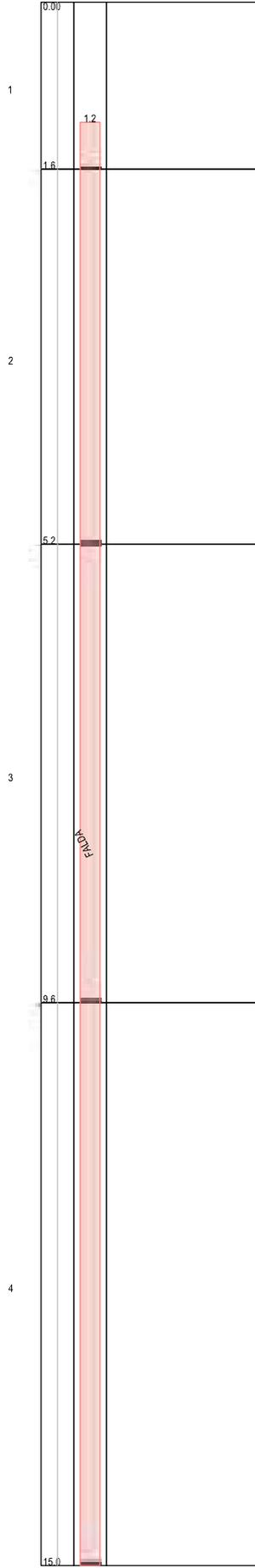
Ripristino reticolo idraulico minore dell'abitato Ronchi Poveromo ed altri comuni di Massa e Carrara

Fosso Poveromo\_Tratto II, comune di Massa (MS)\_CPT2

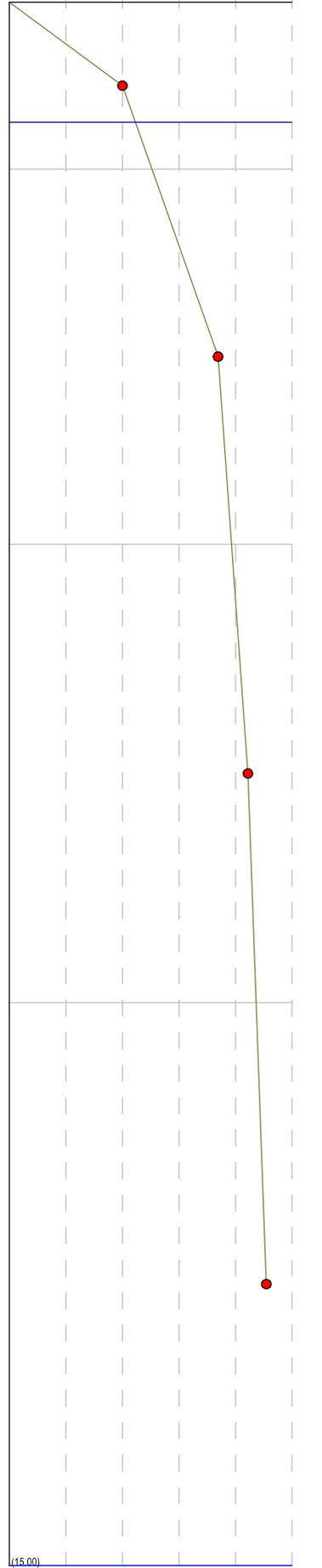
Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Eurocodice 8 CPT

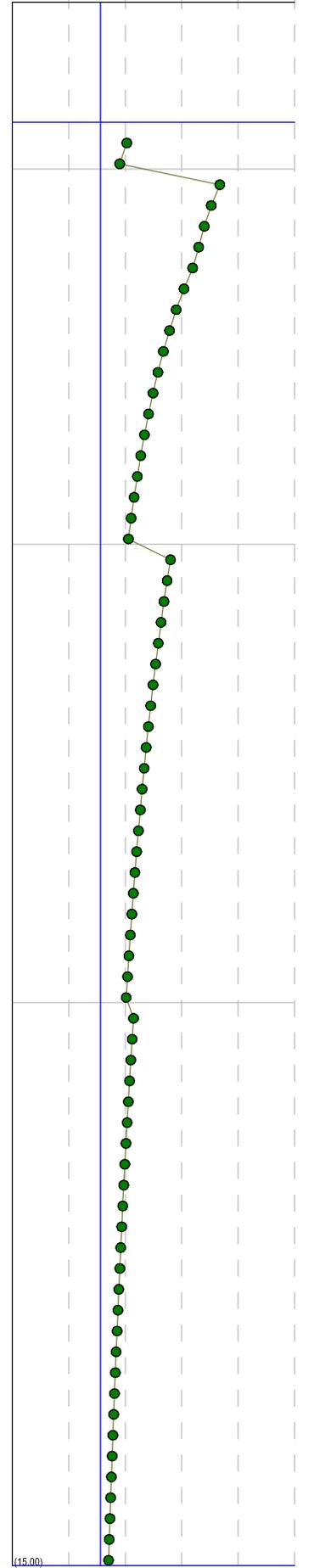
Colonna stratigrafica



Q<sub>c</sub> (kPa)



Fattore di sicurezza F<sub>s</sub>



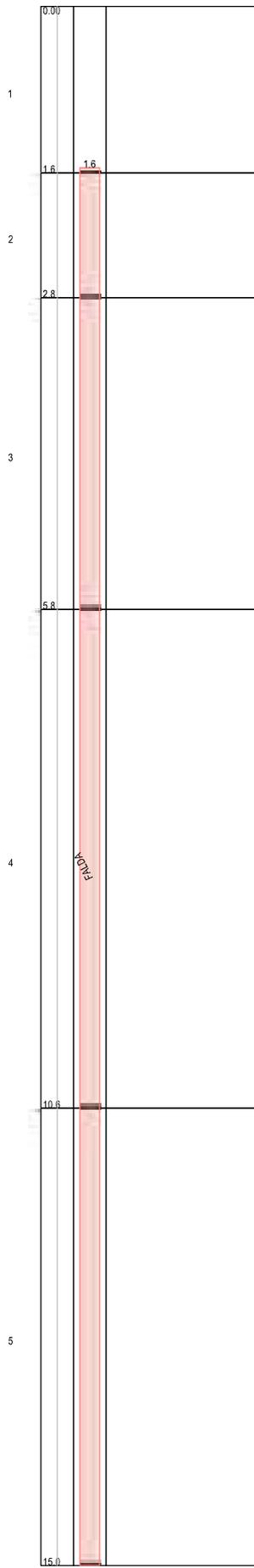
Ripristino reticolo idraulico minore dell'abitato Ronchi Poveromo ed altri comuni di Massa e Carrara

Fosso Poveromo\_Tratto III, comune di Massa (MS)\_CPT3

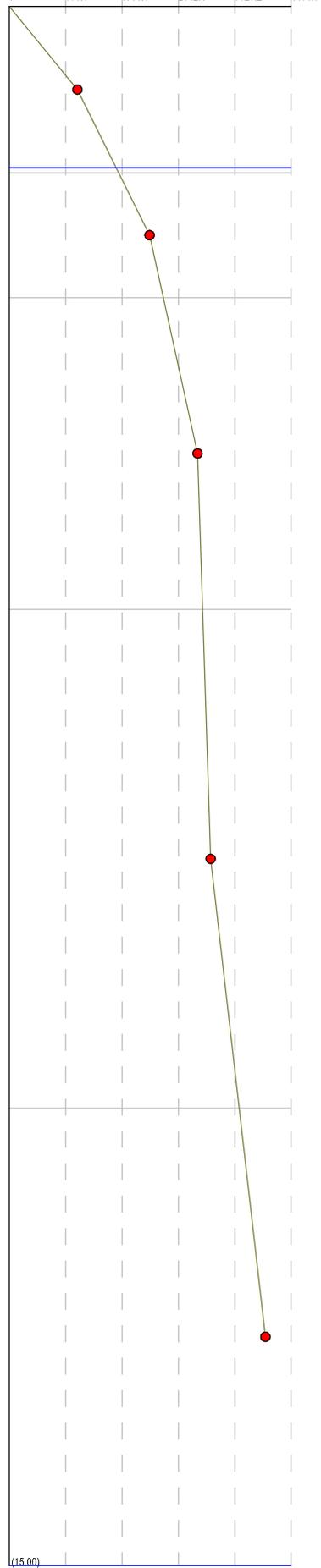
Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Eurocodice 8 CPT

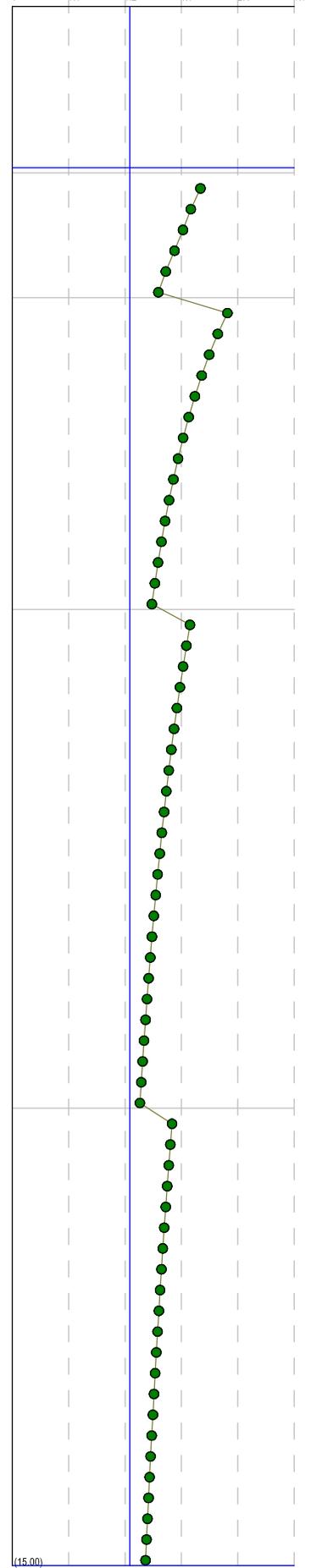
Colonna stratigrafica



Qc (kPa)



Fattore di sicurezza Fs



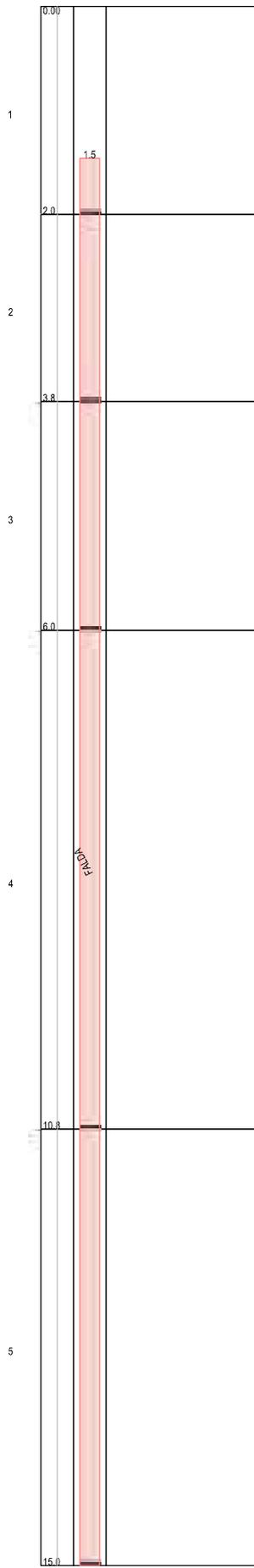
Ripristino reticolo idraulico minore dell'abitato Ronchi Poveromo ed altri comuni di Massa e Carrara

Fosso Poveromo\_tratto III, comune di Massa (MS)\_CPT4

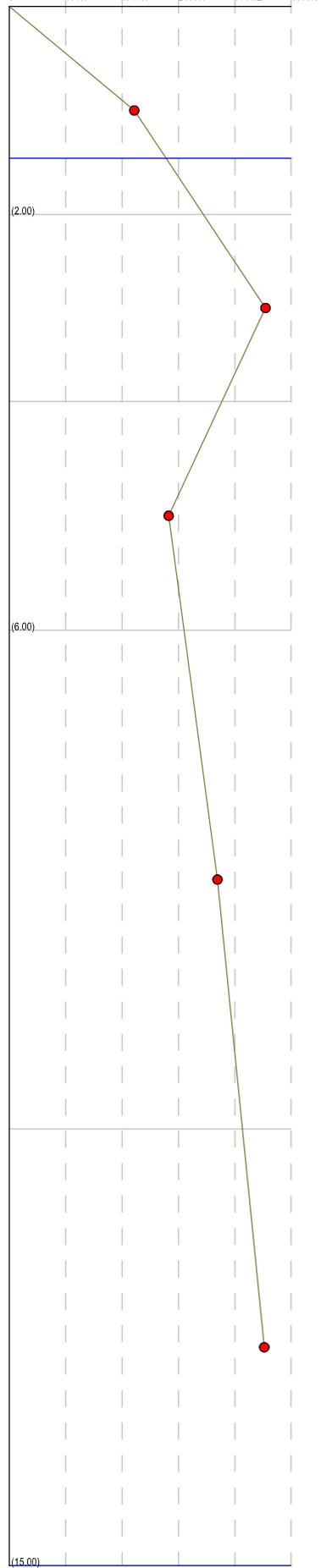
Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Eurocodice 8 CPT

Colonna stratigrafica



Q<sub>c</sub> (kPa)



Fattore di sicurezza F<sub>s</sub>

