



**AREA CIMITERIALE DI
SAN MARTINO A QUONA – AMBITO P5
PIANO ATTUATIVO**



QUADERNO ALLEGATI GEOLOGICI


*Studio tecnico
Capparelli - Renai*

Rufina, v.le Duca della Vittoria n.c. 2
tel. 055/8397013 fax 055/8399283
e-mail info@capparellirenai.it

STRUTTURE - GEOTECNICA - IDRAULICA
Daniele Ing. Lapi - Francesco Geom. Battista
Via Pietro Nenni, 13 Sieci 50065 Pontassieve (FI)
Tel. Fax . 0558328513
LAPI : cell. 3296337711 - BATTISTA :cell. 3296337716
sginglapi@gmail.com
laba.strutt@gmail.com

Dott. Enrico Focardi
Geologo



Via F. Brunelleschi, n° 5 - 50065 Pontassieve (FI) - Cod. Fisc. FCRNRC59L13G325Q - P. IVA 02114710483
Telefono e fax 055/8316307 - Cell. 3666335848
E-Mail enfogeo@libero.it - P.E.C. enrico.focardi@cpap.securitazapostale.it

Pontassieve 12 giugno 2018

Confraternita Misericordia di Pontassieve

Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

SCALA

1:100

Data

marzo 2001

Sondaggio n.

1

Attrezzatura e metodo di perforazione:		Sonda a rotazione		LIVELLI ACQUA			
				SERÀ		MATTINO	
				Data	H	Data	H
<input type="checkbox"/>	Campione rimaneggiato	<input type="checkbox"/>	Campione a percussione	<input type="radio"/>	LEFRANC		
<input type="checkbox"/>	Campione S.P.T.	<input type="checkbox"/>	Campione ind. a pressione	<input type="checkbox"/>	Prova di permeabilità		
<input type="checkbox"/>	Campione da Vaz Test	<input type="checkbox"/>	Campione ind. rotativo	<input type="radio"/>	LUGEON		

Quota di riferim. m	Spessore m	Profondità m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere	Rivestimento	Pocke	RDD%	Piezometro	Profondità m	S.P.T.	Falda	% carotaggio
	1,00	1,00			Limi argillosi con porzioni sabbiose e frammenti calcarei. Molto alterati.									
	3,00	4,00			Limi argillosi grigi con noduletti calcarei, più o meno alterati.						5,00	10 12 15		
	6,00	10,00			Argille limose da consistenti a molto consistenti con qualche livello di minore consistenza. Talora sono presenti livelletti con una certa componente sabbiosa.						10,00	40 R.R.		
	2,00	12,00			Marne argillose molto alterate									
	1,00	13,00			Argille limose molto consistenti con livelli calcarei									
	2,00	15,00			Argilliti e marne dure.						15,00	R.R.		

Attrezzatura e metodo di perforazione: Sonda a rotazione			LIVELLI ACQUA					
<input type="checkbox"/> Campione rimaneggiato	<input type="checkbox"/> Campione a percussione	<input type="radio"/> LEFRANC	PROFONDITA' m		SERA		MATTINO	
<input type="checkbox"/> Campione S.P.T.	<input type="checkbox"/> Campione ind. a pressione	Prova di permeabilità	Rivest.	Foro	Data	H	Data	H
<input type="checkbox"/> Campione da Vana Test	<input type="checkbox"/> Campione ind. rotativo	<input type="radio"/> LUGEON						

Quota di riferim. m	Spessore m	Profondita' m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	C	R	P	R	V	Profondita' m	%
	1,80	1,80			Suolo e limo sabbioso argilloso di colore marrone scuro, molto alterati con screziature biancastre e rossastre.							
	7,10	8,90			Marne ed argilliti, mediamente alterate e fratturate, con screziature di colore vinaccia						8,50	
	1,10	10,00			Numerosi trovanti calcarei, fratturati							
	5,00	15,00			Marne ed argilliti fogliettate							

Confraternita Misericordia di Pontassieve

Localita': Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

SCALA

1:100

Data

marzo 2001

Sondaggio n.

5

Attrezzatura e metodo di perforazione: Sonda a rotazione		LIVELLI ACQUA			
<input type="checkbox"/> Campione rimaneggiato <input checked="" type="checkbox"/> Campione S.P.T. <input checked="" type="checkbox"/> Campione da Vana Test	<input checked="" type="checkbox"/> Campione a percussione <input checked="" type="checkbox"/> Campione ind. a pressione <input type="checkbox"/> Campione ind. rotativo	<input type="radio"/> LEFRANC Prova di permeabilita' <input type="radio"/> LUGEON	PROFONDITA' m Rivest. Foro	SERA Data H	MATTINO Data H

Quota di riferim. m	Spessore in m	Profondita' m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiera	Rivestimento	Protezione	XDOOR	Vane test	Profondita' m	S.P.T.	Falda	% carotaggio
	1,60				Suolo limoso argilloso, molto alterato									
		1,60												
		4,90			Limi sabbiosi argillosi di colore grigio con screziature marroni e biancastre, mediamente alterati									
		6,50												
		8,50			Marne ed argilliti, mediamente alterate e fratturate, di colore grigio turchino con screziature biancastre									
		15,00												
											9,00	17 23 30		



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

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

Rapporto di Prova n°30/08/S

SETTORE: Geofisica - sismica a rifrazione con onde SH
COMMITTENTE: Confraternita della Misericordia di Pontassieve
D.L.: Geol. E. Focardi
CANTIERE: Cimitero di S. Martino a Quona, Pontassieve (FI)
RIFERIMENTO: R.P.E. n°24/08

Indice:

1. Scopo dell'indagine
2. Indagine mediante sismica a rifrazione
 - 2.1 Procedure di campagna
 - 2.2 Metodo di elaborazione dei dati
3. Presentazione dei dati
4. Risultati dell'indagine
5. Normativa sismica e calcolo del V_{S30}
6. Caratteristiche della strumentazione

Il Direttore del Laboratorio
Ing. F. Politi

Il Tecnico
Geol. L. Gambassi

1 Scopo dell'indagine

Su incarico della Confraternita della Misericordia di Pontassieve e sotto la D.L. del Dott. Geol. E. Focardi è stata eseguita una campagna geofisica mediante sismica a rifrazione con onde SH presso il Cimitero di S. Martino a Quona, Pontassieve (FI).

Sono stati eseguiti n°2 profili di sismica a rifrazione con onde SH, utilizzando 24 canali con una spaziatura di 4 m, per un totale di 184 m di rilievo. L'ubicazione è stata decisa in accordo con la D.L. Scopo dell'indagine è stato il calcolo del parametro Vs30.

2 Indagine mediante sismica a rifrazione

2.1 Procedure di campagna

Vengono stesi i cavi sismici lungo la zona di interesse e ad essi vengono collegati i geofoni precedentemente infissi nel terreno alle equidistanze prestabilite.

La produzione di onde di taglio viene effettuata ponendo una trave di legno a diretto contatto con il terreno in senso trasversale al profilo ed energizzando su entrambi i lati dopo averla adeguatamente caricata, l'impatto rende operativo, tramite un accelerometro reso solidale con la fonte di energizzazione (*trigger*), il sistema di acquisizione dati, permettendo così la registrazione ai geofoni della forma d'onda rappresentativa della velocità di spostamento del suolo. Le registrazioni vengono effettuate alternativamente su entrambi i lati, mediante massa battente, e sommate con polarità scambiata in modo da migliorare l'individuazione dell'onda di taglio polarizzata orizzontalmente che viene generata. I

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

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

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

2.2 Metodo di elaborazione dei dati

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

I tempi di primo arrivo delle onde sismiche vengono riportati su diagrammi spazio-tempo (dromocrone) nei quali l'asse dei tempi ha l'origine coincidente con l'istante in cui viene prodotta l'onda sismica (*t₀*), mentre nelle ascisse si hanno le distanze relative fra i geofoni

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

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

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

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

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

evidenziati sul grafico tempo-distanza. L'individuazione di eventuali strati nascosti e/o inversioni di velocità viene effettuata attraverso il confronto fra i valori delle funzioni tempo-velocità misurate e quelle ricalcolate in base al valore di XY utilizzata per l'elaborazione (Palmer 1980).

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

Tabella I – Velocità dei principali materiali.

3 Presentazione dei dati

Nella presente relazione vengono forniti i seguenti elaborati:

- planimetria con ubicazioni delle indagini
- sezioni sismiche interpretate, rappresentazioni bidimensionali delle velocità sismiche e degli spessori degli strati individuati lungo il profilo
- tabulati numerici delle velocità delle onde sismiche e degli spessori relativi ad ogni strato rilevato per ciascuna sezione sismica
- registrazioni di campagna e dromocrone relative.

4 Risultati dell'indagine

L'indagine ha messo in evidenza la presenza di tre orizzonti sismici con le seguenti classi di velocità:

$$V1 = 79 - 178 \text{ m/sec.}$$

$$V2 = 250 - 260 \text{ m/sec.}$$

$$V3 = 466 - 648 \text{ m/sec.}$$

Il primo orizzonte, con uno spessore compreso tra 0.9 m e 7.3 m, è riferibile, sulla base delle stratigrafie fornite dalla D.L., al terreno naturale arenato ed a limi ed argille. Il secondo orizzonte sismico ha spessori da 6.0 a 12.0 m e raggiunge profondità comprese fra 6.8 m e 16.0 m, può essere riferito ad argille limose e a marne alterate. Il terzo orizzonte è riferibile al passaggio a marne non alterate.

5 Normativa sismica e calcolo del parametro V_{s30}

L'Ordinanza P.C.M. n°3274/03 istituisce diverse categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto. Tali categorie vengono definite in base al calcolo del parametro V_{s30} che è dato da:

$$V_{s30} = 30 / \sum_{i=1,N} (h_i / V_i)$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio SH (in m/sec.) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

I valori di V_{s30} calcolati lungo il profilo **Ps1** variano fra 290 m/sec. e 402 m/sec. con un valore medio di **348 m/sec.** che rientra nella **categoria C** dei suoli di fondazione.

I valori di V_{s30} calcolati lungo il profilo **Ps2** variano fra 341 m/sec. e 410 m/sec. con un valore medio di **364 m/sec.** che rientra nella **categoria B** dei suoli di fondazione.

Categorie di Suolo di Fondazione	$V_s 30$ m/sec.	$N_{spt} - C_u$
A Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/sec, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5m.	$V_{s30} > 800$	
B Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero resistenza penetrometrica $N_{spt} > 50$, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa)	$360 < V_{s30} < 800$	$N_{spt} > 50$ $C_u > 250$ kPa
C Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec ($15 < N_{spt} < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa)	$180 < V_{s30} < 360$	$15 < N_{spt} < 50$ $70 < C_u < 250$ kPa
D Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/sec ($N_{spt} < 15$, $c_u < 70$ kPa)	$V_{s30} < 180$	$N_{spt} < 15$ $C_u < 70$ kPa
E Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con	$V_{s30} < 360$	

valori di Vs30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con Vs30 > 800 m/sec.		
<p style="text-align: center;">S1</p> Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($I_p > 40$) e contenuto d'acqua, caratterizzati da valori di Vs30 < 100 m/sec.	$V_{s30} < 100$	$10 < C_u < 20$ kPa
<p style="text-align: center;">S2</p> Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.		

Tabella III – Categorie di suolo di fondazione

6 Caratteristiche della strumentazione

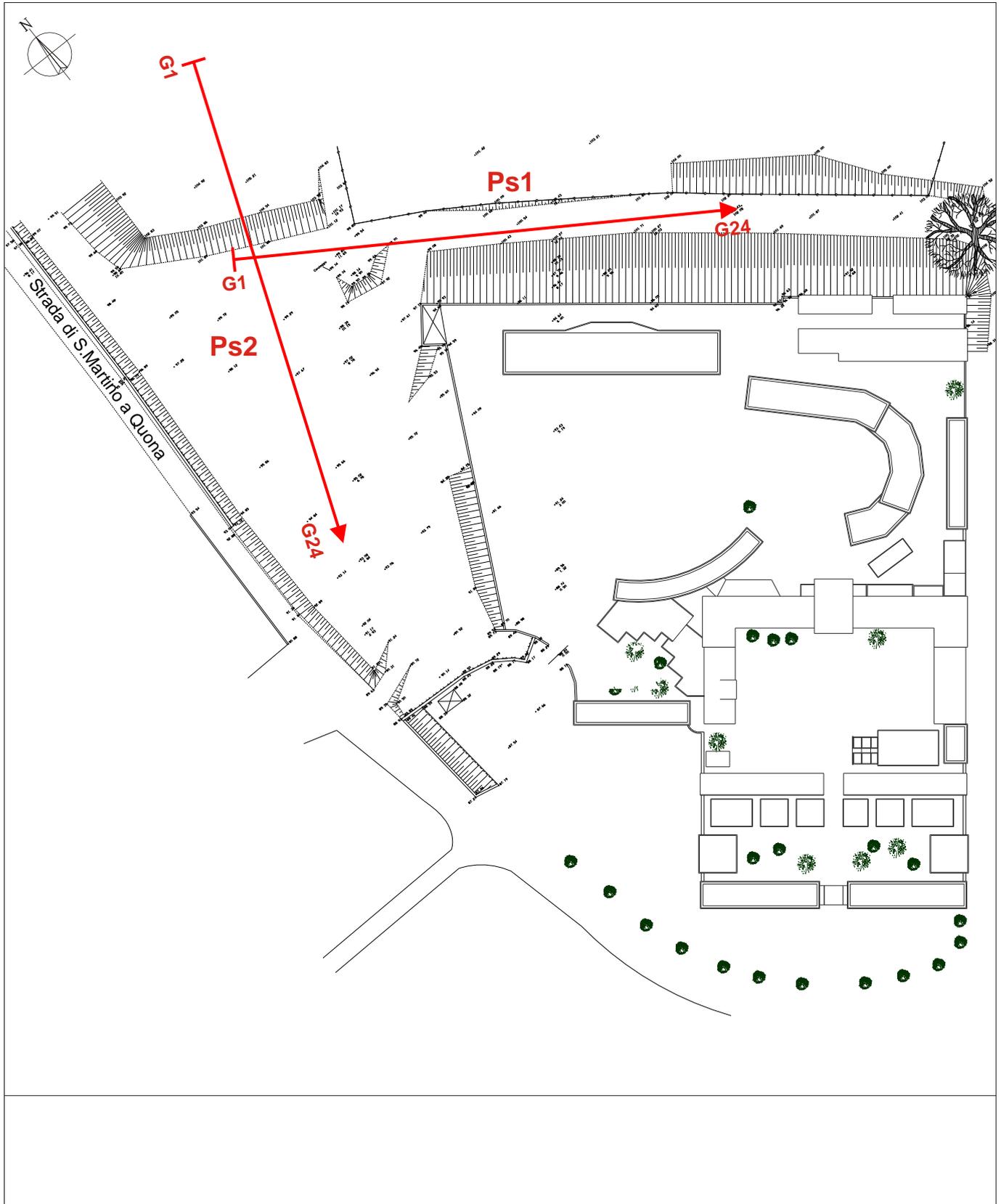
Il sistema di acquisizione usato nella presente campagna d'indagini è composto da un sistema modulare della Geometrics così configurato:

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

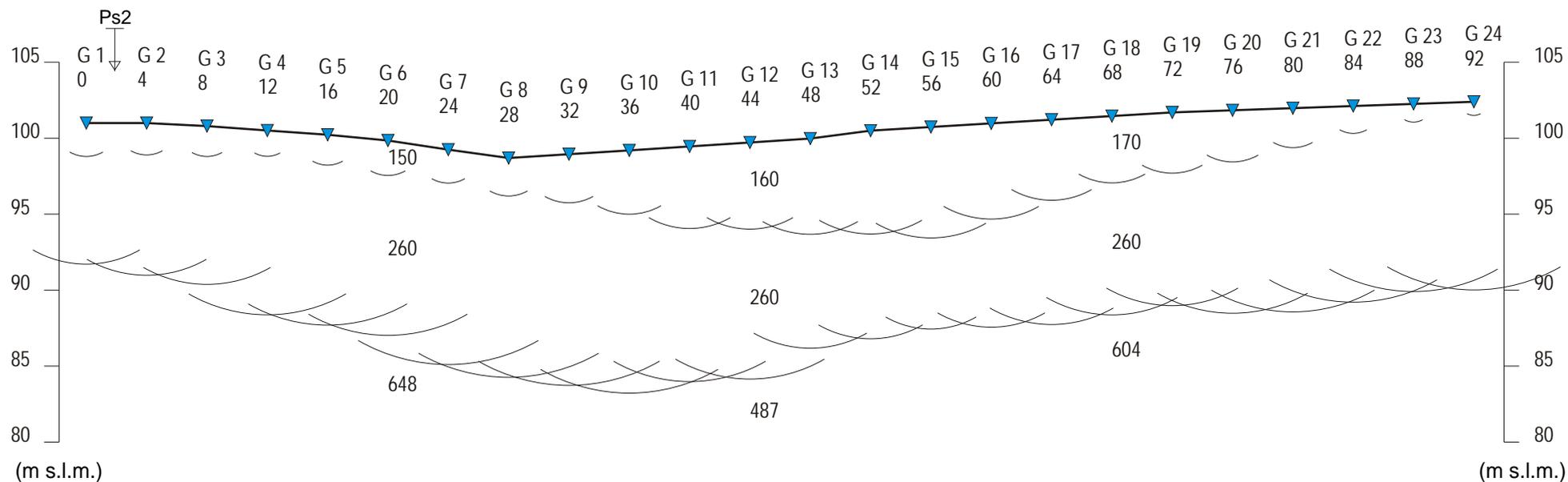
- risoluzione segnale A/D 24 bit;
- escursione dinamica 144 dB, 110 dB istantanea a 2 ms;
- passo di campionamento da 0.02 a 16 ms indipendente dal tempo d'acquisizione;
- fino a 64000 campioni per traccia;
- distorsione 0.0005% a 2ms, 1.75 – 208 Hz;
- amplificazione del segnale da 0 a 36 dB;
- filtri anti-aliasing a 90 dB della frequenza di Nyquist;
- filtri digitali low-cut, high-cut, notch;
- precisione trigger in sommatoria 1/32 del passo di campionamento;
- pre-trigger fino a 4096 campioni, delay sino a 1.000 ms;
- salvataggio dati in formato SEG-2 su hard-disk incorporato;
- 24 geofoni orizzontali con frequenza propria di 4.5 Hz;
- sistema di starter (trigger) mediante accelerometro;
- energizzazione mediante mazza da 5 Kg, minibang calibro 8, grave da 30/60 kg.

Ubicazione profili di sismica a rifrazione

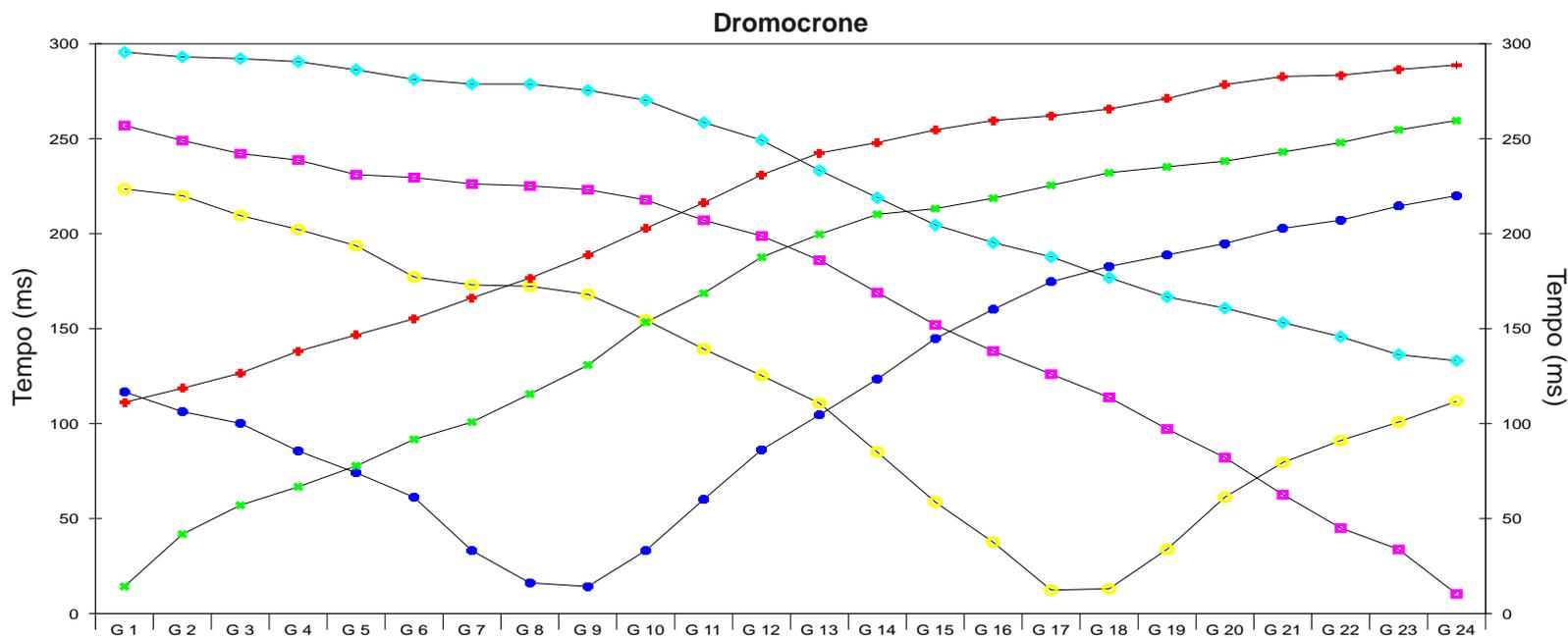
Scala 1:1000



Profilo di sismica a Rifrazione Ps1 - onde SH



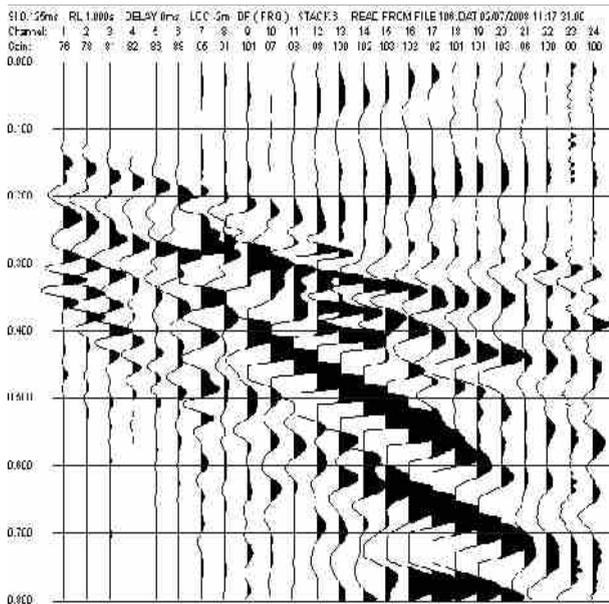
Scala orizzontale 1:400
Scala verticale 1:400



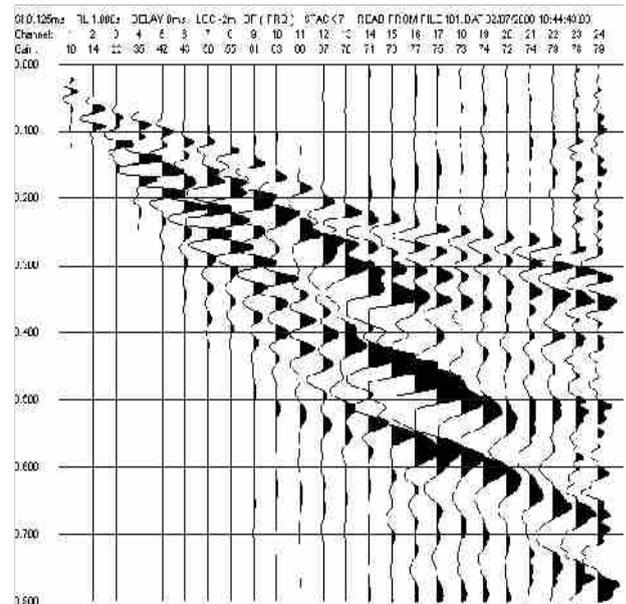
Geo. N°	ShotA ms	ShotB ms	ShotC ms	ShotD ms	ShotE ms	ShotF ms
1	111.20	14.20	116.70	223.60	257.00	295.60
2	118.60	41.70	106.30	220.00	249.10	293.10
3	126.50	57.00	100.20	209.60	242.20	292.20
4	138.10	66.70	85.60	202.20	238.80	290.60
5	146.70	77.70	74.10	193.70	231.10	286.30
6	155.20	91.70	61.20	177.20	229.60	281.30
7	166.20	100.80	33.10	173.00	226.20	278.80
8	176.60	115.60	16.10	172.30	225.20	278.80
9	188.80	130.80	14.20	168.10	223.20	275.50
10	202.80	153.30	33.10	154.60	217.80	270.30
11	216.20	168.60	60.00	139.30	207.10	258.60
12	231.00	187.60	86.20	125.30	198.80	249.30
13	242.50	199.70	104.60	110.70	186.10	233.30
14	248.00	210.20	123.50	85.00	169.00	219.00
15	254.70	213.20	144.80	58.70	152.00	204.60
16	259.60	218.70	160.10	37.50	138.20	195.30
17	262.10	225.50	174.70	12.30	126.10	187.80
18	265.70	232.10	182.70	13.00	113.80	176.80
19	271.20	235.20	188.80	33.70	97.20	166.70
20	278.50	238.20	194.80	61.20	82.10	160.80
21	282.80	243.10	202.80	79.50	62.60	153.20
22	283.50	248.00	207.10	91.10	45.00	145.70
23	286.50	254.70	214.50	100.80	33.70	136.30
24	288.80	259.60	220.00	111.80	10.30	133.10

Geo. N°	Dist. m	Q m slm	V1 m/sec.	Z1 m	Q1 m slm	V2 m/sec.	Z2 m	H2 m	Q2 m slm	V3 m/sec.	Vs30	Classe
1	0	101.0	143	2.2	98.8	260	7.1	9.3	91.7	648	402	B
2	4	101.0	143	2.1	98.9	260	7.9	10.0	91.0	648	395	B
3	8	100.8	145	2.0	98.8	260	8.4	10.4	90.4	648	393	B
4	12	100.5	146	1.7	98.8	260	10.4	12.1	88.4	648	378	B
5	16	100.2	148	2.0	98.2	260	10.5	12.5	87.7	648	371	B
6	20	99.9	150	2.3	97.5	260	10.5	12.8	87.0	648	365	B
7	24	99.3	151	2.2	97.1	260	11.9	14.1	85.1	648	353	C
8	28	98.7	153	2.5	96.2	260	11.9	14.4	84.3	648	348	C
9	32	99.0	155	3.2	95.8	260	12.0	15.2	83.7	648	335	C
10	36	99.2	156	4.2	95.0	260	11.8	16.0	83.2	487	297	C
11	40	99.5	158	5.4	94.1	260	10.1	15.5	84.0	487	292	C
12	44	99.7	160	5.7	94.0	260	9.9	15.6	84.1	487	290	C
13	48	100.0	161	6.3	93.7	260	7.5	13.8	86.2	604	316	C
14	52	100.5	163	6.8	93.7	260	6.9	13.7	86.8	604	315	C
15	56	100.7	165	7.3	93.4	260	6.0	13.3	87.4	604	316	C
16	60	101.0	166	6.3	94.7	260	7.1	13.4	87.6	604	323	C
17	64	101.2	168	5.3	95.9	260	8.2	13.5	87.7	604	332	C
18	68	101.5	170	4.4	97.1	260	8.7	13.1	88.4	604	344	C
19	72	101.7	171	4.0	97.7	260	8.7	12.7	89.0	604	351	C
20	76	101.8	173	3.4	98.4	260	10.0	13.4	88.4	604	350	C
21	80	102.0	175	2.6	99.4	260	10.8	13.4	88.6	604	358	C
22	84	102.1	176	1.8	100.3	260	11.1	12.9	89.2	604	369	B
23	88	102.3	178	1.2	101.1	260	11.1	12.3	90.0	604	381	B
24	92	102.4	178	0.9	101.5	260	11.5	12.4	90.0	604	383	B
Vs30 media:											348	C

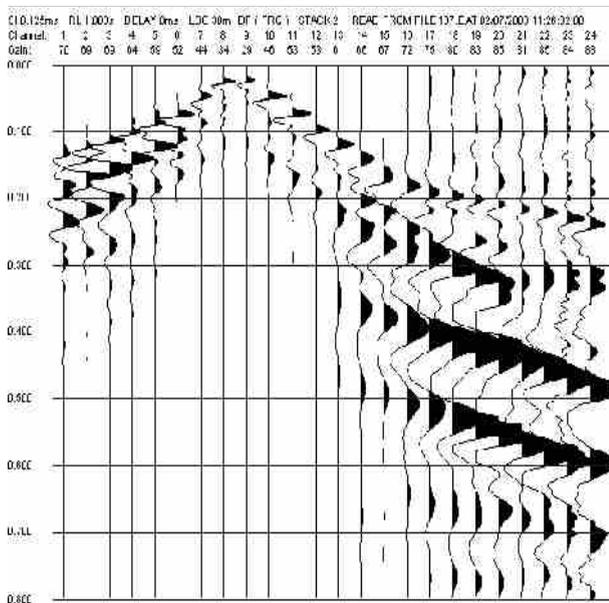
A Esterno sinistro



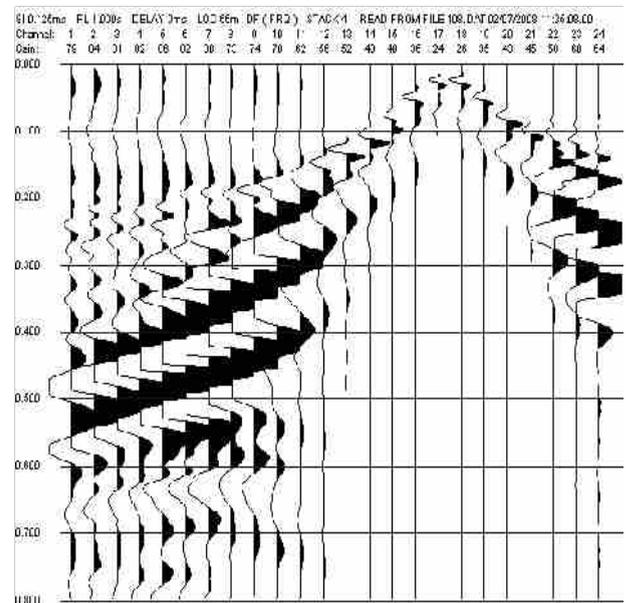
B Estremo sinistro



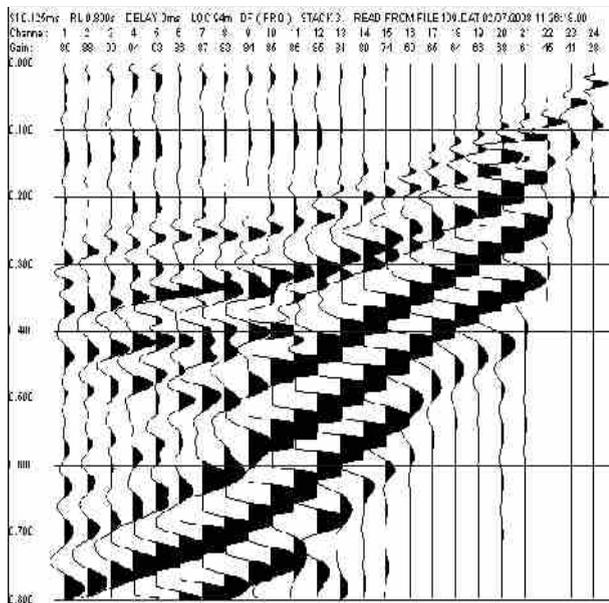
C Centrale



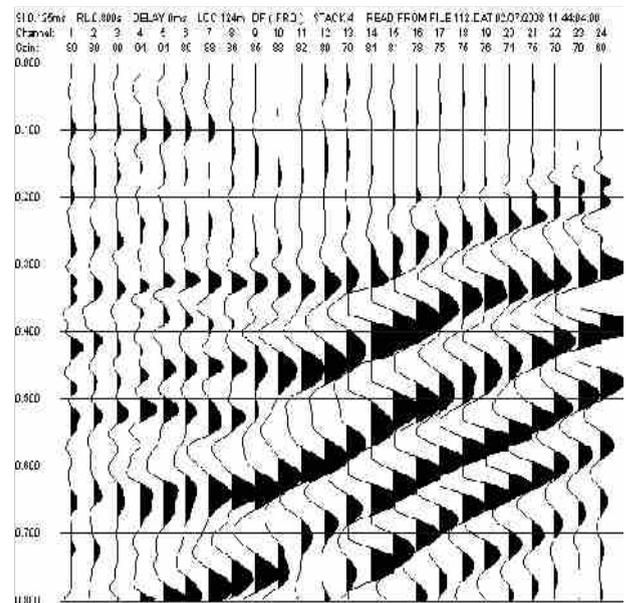
D Centrale



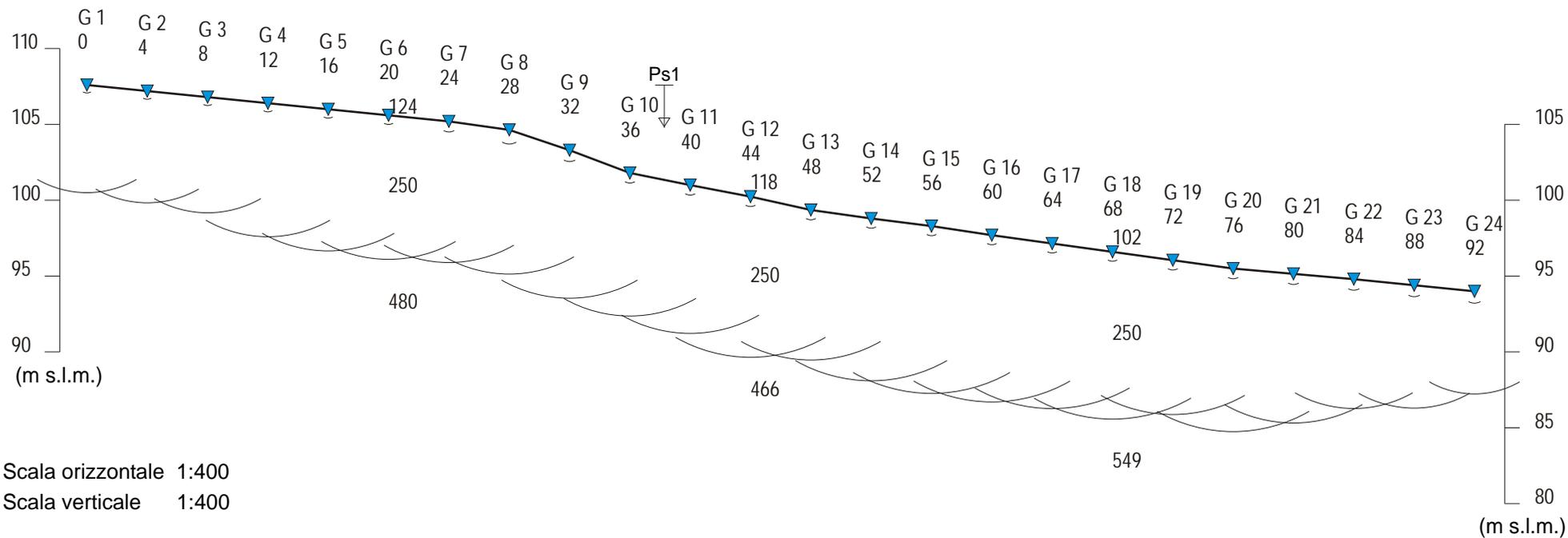
E Esterno destro



E Estremo destro



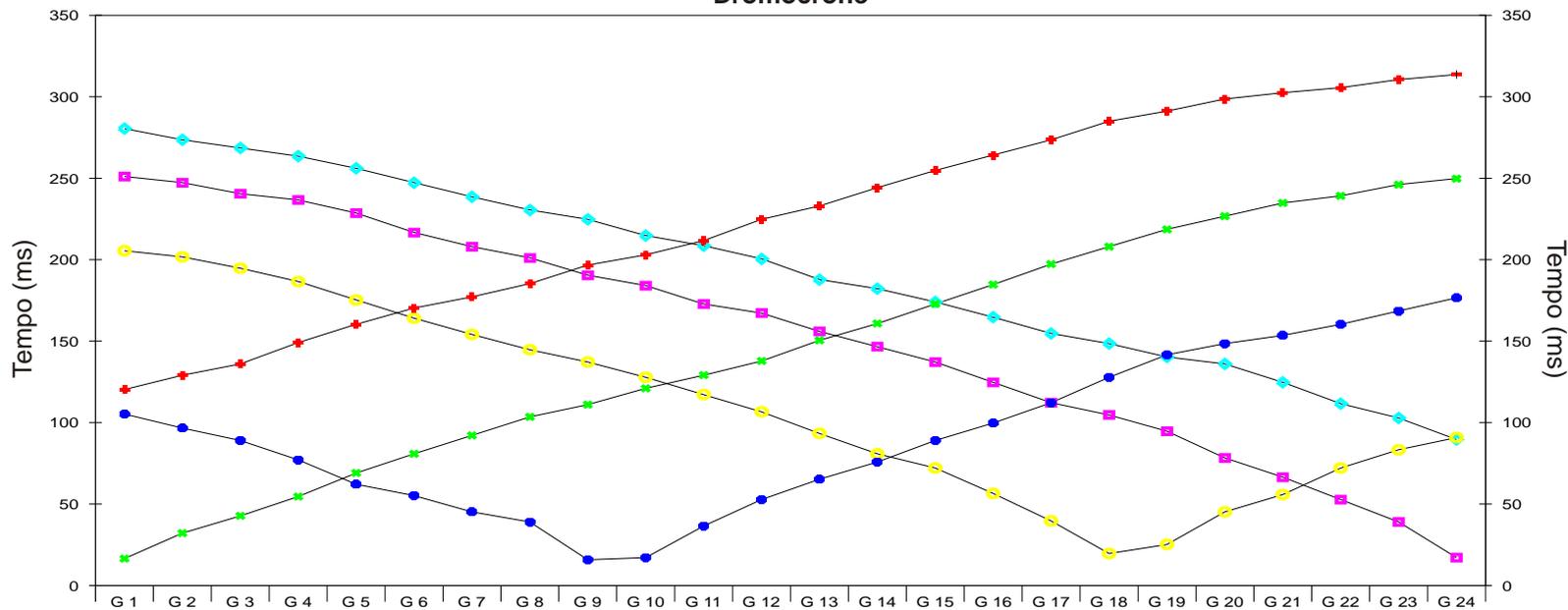
Profilo di sismica a Rifrazione Ps2 - onde SH



Scala orizzontale 1:400

Scala verticale 1:400

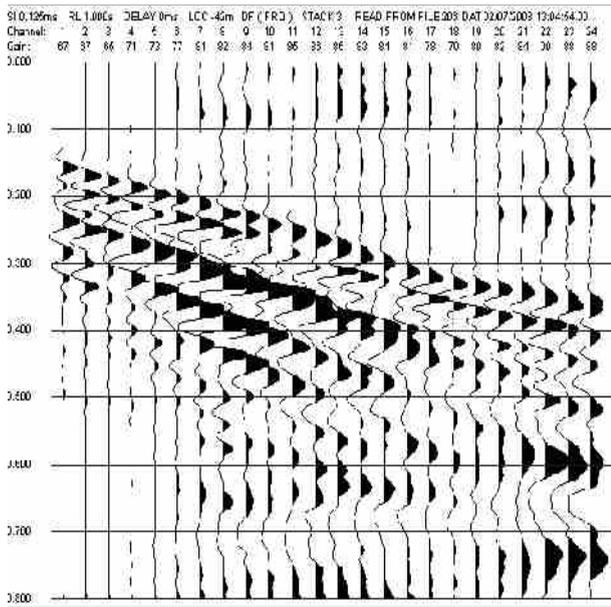
Dromocrone



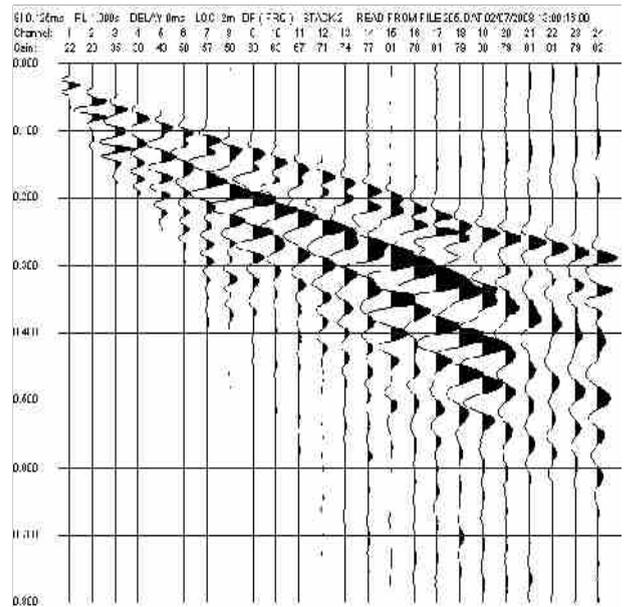
Geo. N°	ShotA ms	ShotB ms	ShotC ms	ShotD ms	ShotE ms	ShotF ms
1	120.30	16.50	105.30	205.50	251.10	280.50
2	129.10	32.10	96.60	201.70	247.30	273.60
3	136.00	42.70	89.00	194.80	240.50	268.60
4	149.10	54.60	77.10	186.60	236.70	263.60
5	160.30	69.00	62.10	175.30	228.60	256.10
6	170.30	80.80	55.20	164.10	216.70	247.30
7	177.20	92.10	45.20	154.10	208.00	238.60
8	185.30	103.50	39.00	144.70	201.10	230.50
9	196.70	111.00	15.80	137.20	190.50	224.80
10	203.00	121.00	17.10	127.80	184.10	214.80
11	211.70	129.10	36.50	117.20	172.80	208.60
12	224.80	137.80	52.70	106.60	167.20	200.50
13	233.00	150.50	65.20	93.30	156.00	187.80
14	244.20	160.80	75.80	80.80	146.60	182.20
15	254.80	172.80	89.00	72.10	137.20	174.10
16	264.20	184.70	99.70	56.50	124.70	164.70
17	273.60	197.30	112.20	39.60	112.20	154.70
18	285.00	208.00	127.80	19.60	104.70	148.50
19	291.20	218.60	141.60	25.20	94.70	140.30
20	298.70	226.70	148.50	45.20	78.30	136.00
21	302.50	234.80	153.50	55.80	66.50	124.70
22	305.60	239.20	160.30	72.10	52.70	111.60
23	310.60	246.10	168.50	83.30	39.00	102.80
24	313.70	249.80	176.60	90.80	17.10	89.60

Geo. N°	Dist. m	Q m slm	V1 m/sec.	Z1 m	Q1 m slm	V2 m/sec.	Z2 m	H2 m	Q2 m slm	V3 m/sec.	Vs30	Classe
1	0	107.6	121	0.5	107.1	250	6.6	7.1	100.5	480	383	B
2	4	107.2	122	0.5	106.7	250	6.8	7.4	99.8	480	382	B
3	8	106.8	122	0.6	106.2	250	7.1	7.6	99.2	480	376	B
4	12	106.4	123	0.6	105.8	250	8.2	8.8	97.6	480	367	B
5	16	106.0	124	0.6	105.4	250	8.7	9.3	96.7	480	362	B
6	20	105.6	124	0.6	105.0	250	8.9	9.5	96.1	480	361	B
7	24	105.2	125	0.7	104.5	250	8.6	9.3	95.9	480	361	B
8	28	104.6	125	0.9	103.7	250	8.6	9.5	95.1	480	356	C
9	32	103.3	126	0.7	102.6	250	9.0	9.8	93.5	480	358	C
10	36	101.8	123	0.7	101.1	250	8.8	9.4	92.4	480	359	C
11	40	101.0	121	0.7	100.3	250	9.1	9.8	91.2	480	356	C
12	44	100.2	118	0.7	99.6	250	9.9	10.6	89.6	466	344	C
13	48	99.4	115	0.6	98.7	250	9.2	9.9	89.5	466	351	C
14	52	98.8	113	0.6	98.2	250	10.1	10.7	88.1	466	344	C
15	56	98.3	110	0.6	97.7	250	10.4	11.0	87.3	466	342	C
16	60	97.7	107	0.6	97.1	250	10.4	11.0	86.7	466	341	C
17	64	97.2	105	0.6	96.5	250	10.3	10.9	86.3	466	341	C
18	68	96.6	102	0.6	96.0	250	10.4	11.0	85.6	549	365	B
19	72	96.1	79	0.6	95.4	250	9.5	10.2	85.9	549	367	B
20	76	95.5	86	0.7	94.8	250	10.1	10.7	84.8	549	359	C
21	80	95.2	94	0.7	94.5	250	9.1	9.8	85.4	549	372	B
22	84	94.8	101	0.7	94.1	250	7.8	8.5	86.3	549	388	B
23	88	94.4	109	0.8	93.6	250	7.3	8.1	86.3	549	393	B
24	92	94.0	116	0.8	93.2	250	6.0	6.8	87.2	549	410	B
Vs30 media:											364	B

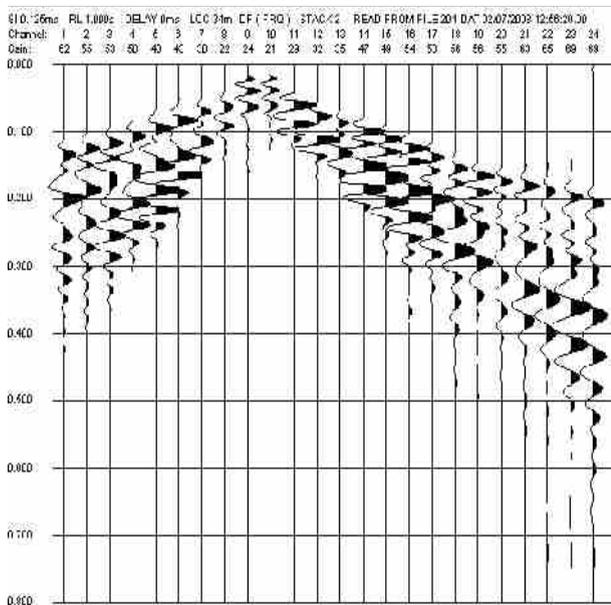
A Esterno sinistro



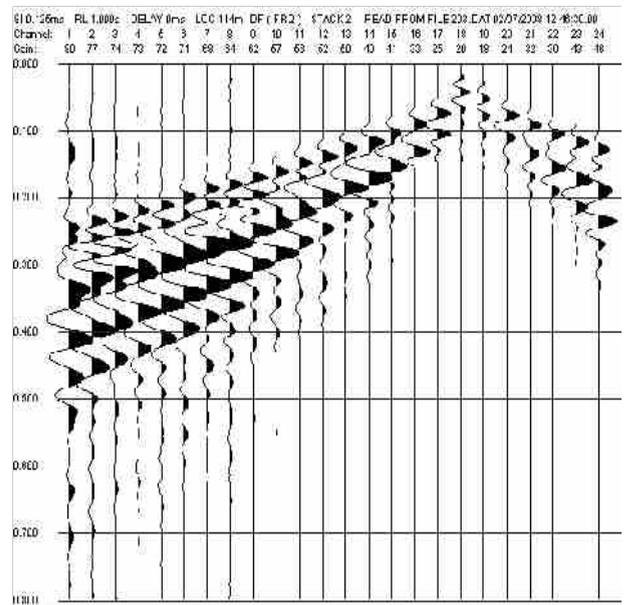
B Estremo sinistro



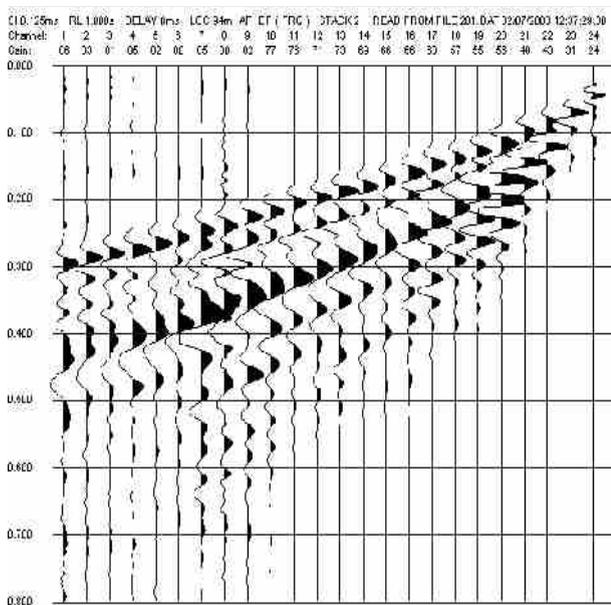
C Centrale



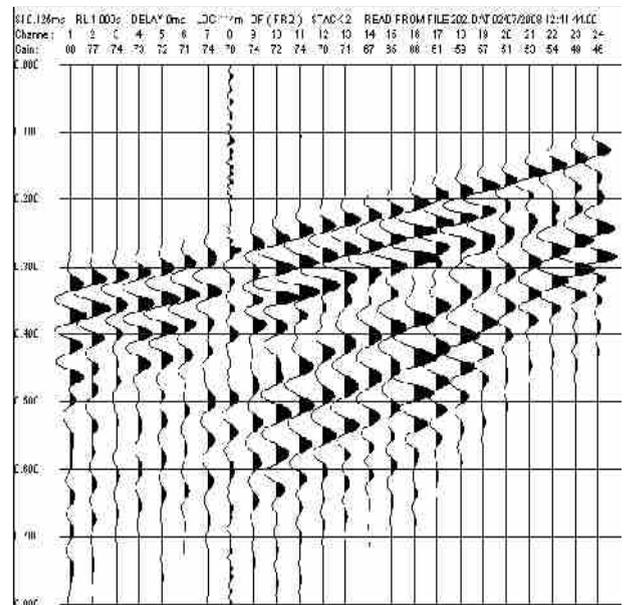
D Centrale



E Esterno destro



E Estremo destro





VERBALE DI ACCETTAZIONE N. 177/2017

Settore: **indagini geognostiche**

Committente: **Venerabile Confraternita di Misericordia di Pontassieve**

Località: **San Martino a Quona, Pontassieve (FI)**

Indice

Premessa

- 1 - La campagna geognostica
 - 1.1 - Modalità esecutive del sondaggio
 - 1.2 - Campionamento (Metodo Shelby)
 - 1.3 - Prove SPT (Standard Penetration Test)
 - 1.4 - Installazione tubo inclinometrico
 - 1.5 - Installazione tubo piezometrico
- 2 - Scheda tecnico-informativa del macchinario usato per la perforazione.

Allegati

I - Descrizione stratigrafica dei sondaggi

II - Documentazione fotografica

Premessa

Su incarico della Venerabile Confraternita di Misericordia di Pontassieve è stata effettuata una campagna geognostica presso il Cimitero di Pontassieve in loc. San Martino a Quona.

Durante la campagna geognostica, coordinata con il Dott. Enrico Focardi, sono stati eseguiti due sondaggi in parte a carotaggio continuo e in parte a distruzione di nucleo con l'installazione di un tubo piezometrico ed uno inclinometrico

1- La campagna geognostica

1.1 - Modalità esecutive del sondaggio

I sondaggi verticali a carotaggio continuo sono eseguiti a secco in terreni sciolti o argilla utilizzando come utensile di perforazione un carotiere semplice con corona con prismi in widia avente diametro 101 mm; utilizzando acqua come fluido di circolazione in caso di terreni cementati o roccia tenera. In presenza di roccia viene montato un carotiere doppio dotato di una corona diamantata .

A sostegno della parete del foro viene installata una tubazione metallica di rivestimento del diametro 127 mm, utilizzando acqua come fluido di circolazione.

Durante l'indagine geognostica sono stati eseguiti n. 2 sondaggio denominati S1 e S2; il sondaggio S1 è stato eseguito a carotaggio continuo fino a 15.00 m di profondità e poi proseguito a distruzione di nucleo fino a raggiungere la quota di 25.00 m d.p.c. mentre il sondaggio S2 è stato eseguito completamente a distruzione di nucleo fino alla profondità di 10.00 m d.p.c..

La stratigrafia del sondaggio S1 è descritta in allegato I, mentre in allegato II è riportata la documentazione fotografica delle carote estratte .

Il riepilogo dell'attività di sondaggio è indicato in Tab. I.

Il materiale prelevato viene posto in apposite cassette catalogatrici a tenuta, costituite da cinque scomparti di 1 ml cadauno.

Su ogni cassetta sono segnati i seguenti dati:

- Cantiere
- Committente
- Tipo e numero del sondaggio
- Profondità del sondaggio
- Data di inizio e fine sondaggio

Sondaggio	S1	S2
Profondità dal p.c. (m)	25.00	10.00
Metodo di perforazione	CC	DN
Utensile	CS	tricono
N° Campioni	2	-
N° SPT	2	-

Legenda: CC: carotaggio continuo;

DN: distruzione di nucleo

CS - carotiere semplice

Tab. I - Riepilogo delle attività di sondaggio.

1.2 - Campionamento

Durante la perforazione, si possono prelevare campioni indisturbati mediante campionatori a pareti sottili del tipo a pressione o a pistone. Il tubo campionatore consiste in una fustella in acciaio inox trafilato a freddo di lunghezza 600 mm e diametro interno 84 mm. L'estremità tagliente della fustella permette di penetrare nel terreno senza creare disturbi rilevanti.

Effettuato il campionamento la fustella viene recuperata dal carotiere, ripulita, paraffinata al fine di far rimanere integre il più possibile le caratteristiche fisiche del campione e quindi sigillata alle due estremità con appositi tappi.

Ogni fustella è stata etichettata indicando:

- Cantiere;
- Committente;
- Data di prelievo;
- Quota di prelievo;
- Tipo di campione;
- Polarità (alto, basso).

Durante la campagna geognostica sono stati prelevati n. 2 campioni indisturbati. (Tab. II)

I campioni prelevati sono state poi consegnati alla società IGETECMA s.n.c. per eseguire le prove geotecniche di laboratorio concordate con la Direzione Lavori.

Sondaggio	S1
CI 1	2.00-2.40
CI 2	6.00-6.50

Legenda: CI – Campione indisturbati

Tab. II - Riepilogo dei campioni prelevati

1.3 – Prova S.P.T.

Per le prove S.P.T. (Standard Penetration Test) viene utilizzata una batteria di aste con diametro $\phi=50$ mm collegata ad un campionatore di forma e dimensioni normalizzate (tipo Raymond).

Il sistema di percussione è costituito da una massa battente (tipo Pilcon) del peso di 63.5 kg che cade liberamente da un'altezza di 76 cm.

Questa prova consente così di determinare la resistenza che il terreno offre alla penetrazione dinamica del campionatore infisso in avanzamento. A questo scopo viene contato il numero di colpi necessari alla penetrazione nel terreno in tratti di 15 cm per un totale di 45 cm; il primo tratto viene escluso dal conteggio poiché attraversa una porzione di terreno eventualmente disturbata dalla perforazione, cosicché il valore N (SPT) che verrà utilizzato nei calcoli geotecnici sarà riferito agli ultimi 30 cm di penetrazione. Il campione di terreno prelevato con questo campionatore viene classificato come i campioni prelevati con campionatori statici.

Nel caso di attraversamento di terreni ghiaiosi o comunque molto addensati, la scarpa tagliente del campionatore viene sostituita da una punta chiusa, per cui non ci sarà in questo caso prelievo di terreno ma solo indicazioni quantitative sulla consistenza del terreno testato.

Sondaggio	Profondità (m)	Numero di colpi
S1	2.40-2.85	12/12/12
S1	6.50-6.95	10/11/11

Tab. III - Prove SPT eseguite.

1.4 - Posa in opera del tubo inclinometrico

Nel sondaggio S1 è stato posto in opera un tubo inclinometrico fino alla profondità di 25.00 m d.p.c..

I tubi inclinometrici sono costituiti da spezzoni di tubo in alluminio a sezione circolare, con diametro interno di 80 mm, provvisti di quattro scanalature tra loro ortogonali presenti per tutta la loro lunghezza, giuntati tra loro con collante e rivetti, provvisti di tappo di fondo a tenuta.

I tubi sono resi solidali al terreno circostante mediante sigillatura con miscela cemento – bentonite eseguendo la cementazione dal basso a bassa pressione con tubicini a sezione ridotta posti a diverse profondità.

Durante l'operazione di cementazione il tubo viene riempito con acqua e, ad operazione terminata viene controllata la profondità e l'integrità tramite una sonda inclinometrica testimone.

Il boccaforo viene protetto con pozzetto metallico.

1.5 - Posa in opera di tubo piezometrico a tubo aperto

Nel sondaggio S2 è stato immesso un tubo piezometrico in PVC (tipo Norton) di 10.00 m d.p.c., formato da barre di 1 e/o 3 m di lunghezza, del diametro di 40 mm, fenestrate dalla profondità di 2.00 m da piano campagna.

All'intorno del tubo è stato eseguito un dreno costituito da ghiaia silicea calibrata.

Da piano campagna ad un metro di profondità è stato eseguito un tappo impermeabile di cemento e bentonite.

Il boccaforo è stato protetto con pozzetto metallico.

2 - Scheda tecnico-informativa del macchinario usato per la perforazione.

2.1 - Sonda di perforazione

- Perforatrice idraulica Boart Longyear "Deltabase 520"
- motore: diesel da 85 kw a 2.800 g/1'
- coppia max.: 750 kgm
- velocità g/1': 20/50/70/110/181/211/342/550

- tiro: 6000 kg
- spinta: 4500 kg
- corsa: 4500 mm

2.1.1 - Pompa acqua-fanghi

- Nenzi “Delta Triplex “a piston; trasmissione con motore idraulico
- portata: 100 l/1'
- pressione max.: 50 bar

2.2 - Accessori per sonde

2.2.1 - Carotieri

Carotiere semplice $\phi=101$ mm, $\phi=134$ mm $\phi=152$ mm, (l=1.500-3000 mm)

Carotiere doppio T2 $\phi=101$ mm e l=1.500-3000 mm

Carotiere doppio T6 $\phi=101$ mm e l=1.500-3000 mm

Carotiere doppio T6S $\phi=101$ mm e l=1.500 mm

2.2.2 - Aste di perforazione

In acciaio N7Y coniche con $\phi=76$ mm,(l=500 mm,1000 mm, 1.500 mm e 3.000 mm)

2.2.3 - Tubi di rivestimento

In acciaio con $\phi=127$ mm, 152 mm, 194 mm, (l=1.500 mm)

2.2.4 - Corone

Con prismi al widia tipo H1, SG1, Kal, Diamante, corone e scarpe speciali per carotaggi in RSU

2.2.5. – Campionatori

Campionatore SHELBY per Fustelle Inox $\phi=88,9$ mm.

ALLEGATI:

I - Descrizione stratigrafica dei sondaggi

II - Documentazione fotografica

ALLEGATO I

STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI

SONDAGGIO: 1

DA METRI: 0,0 A METRI: 25,0

Responsabile: Dott. Enrico Focardi

LUNGHEZZA (m): 25,0

Sonda tipo: Boart Longyear Deltabase 520

Operatore: Sciortino Biagio

COMMITTENTE: Venerabile Confraternita di Misericordia di Pontassieve

CANTIERE: Cimitero di San Martino a Quona

LOCALITA': Pontassieve (FI)

DATA INIZIO: 16-10-2017 DATA FINE: 17-10-2017

QUOTA BOCCAFORO (m s.l.m.):

LEGENDA:

PROVE S.P.T.: PA Punta aperta - PC Punta chiusa
 CAMPIONI: S Pareti sottili - O Osterberg - M Mazier
 R Rimaneggiato - Rs Rimaneggiato da S.P.T.
 PIEZOMETRI: A Aperto - C Casagrande - E Elettrico
 PERFORAZIONE: CS Carotiere semplice - CD Carotiere doppio - EC Elica continua
 STABILIZZAZIONE: RM Rivestimento metallico
 FB Fanghi bentonitici

% CAROTAGGIO ——— R.Q.D. ———

S.P.T. Prof. Tipo Valori	CAMPIONI		STRATIGRAFIA E DESCRIZIONE	Prof. (m)	Carot. (%) RQD (%) 20 40 60 80	Pocket Test kg/cmq	Vane Test	FALDA Rinv Stab	Inclino- metro	Diam. (mm)	Metodo Perf.ne	Metodo Stab.ne
Prof.	Tipo	Prof.										
2,4 PC 12 12 12	1		Suolo limoso argilloso, molto alterato	1,1								
	2	2,0-2,4	S	Materiale detritico costituito da limi argilloso sabbiosi giallo grigiastri con numerosi frammenti litoidi eterometrici prevalentemente calcarei	2,0							
	3											
	4											
	5											
6,5 PC 10 11 11	6	6,0-6,5	S	Limi argilloso sabbiosi grigio giallastri, mediamente alterati, molto consistenti	7,5							
	7											
	8			Argille grigie passanti ad argilliti grigie, dure								
	9											
	10											
	11											
	12											
	13											
	14											
	15				15,0							15,0 CS
16			Perforazione a distruzione di nucleo da 15,0 a 25,0 m									
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25				25,0						25,0 101	25,0 EC	25,0 RM

ALLEGATO II

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

San Martino a Quona - Pontassieve



Sondaggio S1 - da p.c. a 5.00 m.



Sondaggio S1 - da 5.00 m. a 10.00 m.

San Martino a Quona - Pontassieve



Sondaggio S1 - da 10.00 a 15.00 m.



IGETECMA s.n.c.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

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

Certificati di Prova n. 1642-1644/2017

Montelupo Fiorentino li 25/11/2017

SETTORE: meccanica delle terre

V.A. n. 199/2017 del 17/10/17

COMMITTENTE: Venerabile Confraternita della Misericordia di Pontassieve

LOCALITA': Cimitero San Martino a Quona, Pontassieve (Fi)

DATA ESECUZIONE PROVE: 02/11/17 - 15/11/17

CAMPIONI:

S1C1 profondità 2.0 - 2.4 m

Prove eseguite

- 1 - Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)
- 2 - Peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2)
- 3 - Limiti di Atterberg (UNI CEN ISO/TS 17892-12)
- 4 - Prova di permeabilità in cella edometrica a gradini di carico costante (UNI CEN ISO/TS 17892-5)
- 5 - Prova di taglio (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni



Il direttore del Laboratorio
Geol. Michele Caloni



CERTIFICATO DI PROVA N.1642/2017

CAMPIONE S1C1 profondità 2.0 - 2.4 m	Montelupo Fiorentino li 25/11/2017
COMMITTENTE: Venerabile Confraternita della Misericordia	V.A. n. 199/2017 del 17/10/17
LOCALITA': Cimitero San Martino a Quona (Fi)	Data apertura campione: 02/11/17

Descrizione del campione

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

0 - 28 cm: argillite in parte alterato a limo argilloso con elementi litici argillitici colore grigio verdastro scuro

prove eseguite: umidità naturale, peso di volume, limiti, permeabilità e taglio



Classe e grado di qualità (sec. A.G.I.)

Campione indisturbato Q-5

n.b.: sono stati eseguiti i limiti di Atterberg al posto della granulometria perché data la natura del materiale non era possibile eseguire quest'ultima prova in modo attendibile

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni



Il direttore del Laboratorio
Geol. Michele Caloni

**CERTIFICATO DI PROVA N.1642/2017****CAMPIONE S1C1** profondità 2.0 - 2.4 m

Montelupo Fiorentino li 25/11/2017

COMMITTENTE: Venerabile Confraternita della Misericordia

V.A. n. 199/2017 del 17/10/17

LOCALITA': Cimitero San Martino a Quona (Fi)

Data prova: 16/11/17 - 24/11/17

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Limiti di Atterberg (UNI CEN ISO/TS 17892-12)

Contenuto d'acqua (W_n) = 15.43%

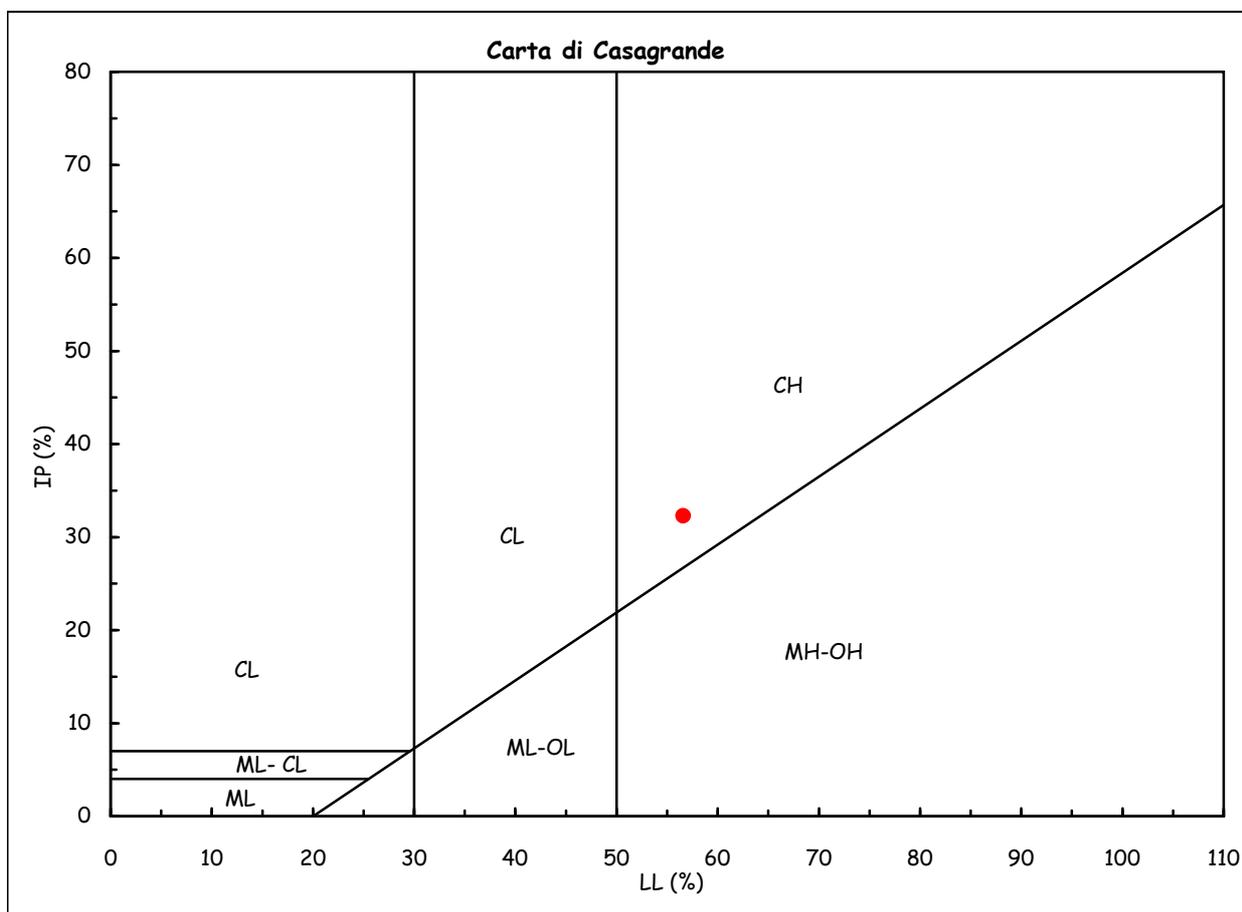
Limite di liquidità (LL) = 56.6%

Limite di plasticità (LP) = 24.3%

Indice di plasticità (IP) = 32.3%

Indice di consistenza (I_c) = 1.28Indice di attività (I_{at}) = --

CH = argille inorganiche di
alta plasticità

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro CaloniIl direttore del Laboratorio
Geol. Michele Caloni

**CERTIFICATO DI PROVA N.1643/2017**

CAMPIONE S1C1 profondità 2.0 - 2.4 m	Montelupo Fiorentino li 25/11/2017
COMMITTENTE: Venerabile Confraternita della Misericordia	V.A. n. 199/2017 del 17/10/17
LOCALITA': Cimitero San Martino a Quona (Fi)	Data prova: 07/11/17 - 15/11/17

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Prova di permeabilità in edometrica a gradini di carico costante (UNI CEN ISO/TS 17892-5)

	Iniziale	Finale
Altezza (mm)	18.202	18.276
Volume (cmc)	36.768	36.917
Peso di volume naturale (kN/m ³)	20.2	20.7
Peso di volume secco (kN/m ³)	17.4	17.4
Contenuto d'acqua (%)	15.70	19.42

Pressione (kPa)	Cedimento (%)	Mv (m ² /kN)	Cv (cm ² /sec)	K (cm/sec)
48.6	-1.044	--		
97.1	-0.906	0.0000283	7.183E-03	9.988E-09
194.2	-0.407	0.0000515	5.748E-03	9.293E-09

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro CaloniIl direttore del Laboratorio
Geol. Michele Caloni

**CERTIFICATO DI PROVA N.1643/2017**

CAMPIONE S1C1 profondità 2.0 - 2.4 m	Montelupo Fiorentino li 25/11/2017
COMMITTENTE: Venerabile Confraternita della Misericordia	V.A. n. 199/2017 del 17/10/17
LOCALITA': Cimitero San Martino a Quona (Fi)	Data prova: 07/11/17 - 15/11/17

Prova di permeabilità in edometrica a gradini di carico costante (UNI CEN ISO/TS 17892-5)**Cedimento in funzione del tempo**

carico da 48.6 a 97.1 kPa		carico da 97.1 a 194.2 kPa	
tempo (minuti)	Cedimento (10 ⁻³ mm)	tempo (minuti)	Cedimento (10 ⁻³ mm)
0.10	-131.00	0.10	-28.00
0.13	-129.00	0.13	-25.00
0.17	-129.00	0.17	-24.00
0.20	-128.00	0.20	-21.00
0.25	-127.00	0.25	-19.00
0.33	-126.00	0.33	-17.00
0.50	-125.00	0.50	-14.00
0.75	-123.00	0.75	-11.00
1.00	-122.00	1.00	-8.00
1.50	-121.00	1.50	-5.00
2.00	-120.00	2.00	-3.00
3.00	-118.00	3.00	0.00
4.00	-117.00	4.00	2.00
6.00	-116.00	6.00	6.00
8.00	-115.00	8.00	8.00
11.50	-113.00	11.50	11.00
15.00	-112.00	15.00	13.00
22.50	-111.00	22.50	16.00
30.00	-110.00	30.00	18.00
45.00	-108.00	45.00	20.00
60.00	-107.00	60.00	22.00
90.00	-106.00	90.00	25.00
120.00	-105.00	120.00	27.00
180.00	-103.00	180.00	30.00
240.00	-101.50	240.00	32.00
360.00	-100.00	360.00	34.00
480.00	-99.50	480.00	35.00
720.00	-99.00	720.00	36.00
960.00	-99.00	960.00	36.50
1200.00	-99.00	1200.00	37.00
1410.00	-99.00	1410.00	37.00

Sig. Alessandro Caloni



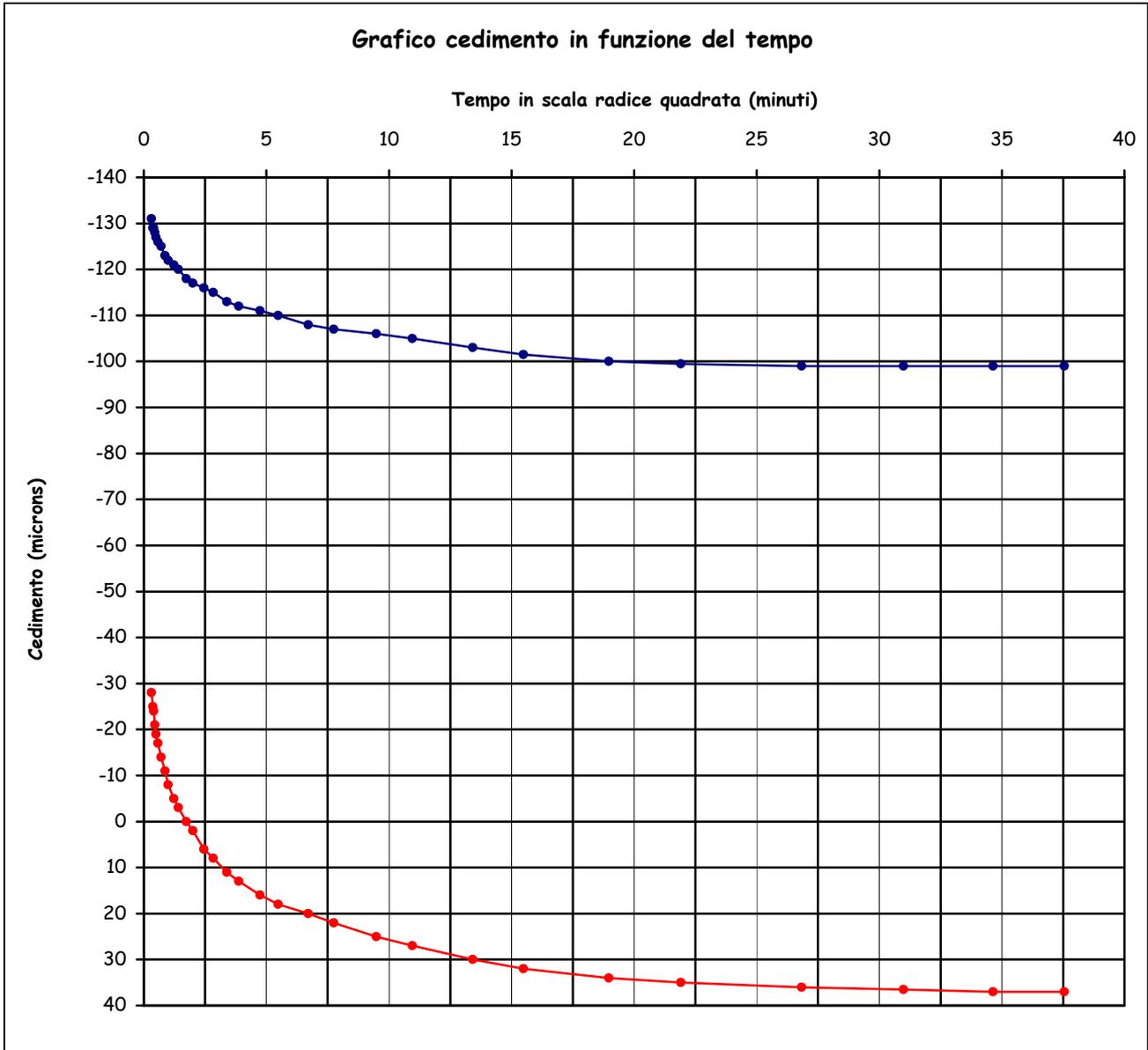
Geol. Michele Caloni



CERTIFICATO DI PROVA N.1643/2017

CAMPIONE S1C1 profondità 2.0 - 2.4 m	Montelupo Fiorentino li 25/11/2017
COMMITTENTE: Venerabile Confraternita della Misericordia	V.A. n. 199/2017 del 17/10/17
LOCALITA': Cimitero San Martino a Quona (Fi)	Data prova: 07/11/17 - 15/11/17

Prova di permeabilità in edometrica a gradini di carico costante (UNI CEN ISO/TS 17892-5)
Cedimento in funzione del tempo



Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni



Il direttore del Laboratorio
Geol. Michele Caloni

**CERTIFICATO DI PROVA N.1644/2017****CAMPIONE S1C1** profondità 2.0 - 2.4 m

Montelupo Fiorentino li 25/11/2017

COMMITTENTE: Venerabile Confraternita della Misericordia

V.A. n. 199/2017 del 17/10/17

LOCALITA': Cimitero San Martino a Quona (Fi)

Data prova: 02/11/17 - 13/11/17

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Prova di taglio (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Peso di volume naturale iniziale (kN/m ³)	19.4	19.3	19.3
Peso di volume umido finale (kN/m ³)	20.6	21.2	21.9
Peso di volume secco iniziale (kN/m ³)	16.5	16.4	16.3
Peso di volume secco finale (kN/m ³)	16.7	17.0	17.3
Contenuto d'acqua iniziale (%)	17.74	17.90	18.16
Contenuto d'acqua finale (%)	23.34	24.85	26.88
Velocità di deformazione (mm/min.)	0.00175	0.00175	0.00175
Sigma (kPa)	73.6	122.6	171.6
Tau a rottura (kPa)	43.8	58.5	78.3

Provino 1		Provino 2		Provino 3	
Scorrimento (mm)	Tau (kPa)	Scorrimento (mm)	Tau (kPa)	Scorrimento (mm)	Tau (kPa)
0.07	2.3	0.06	7.1	0.02	7.4
0.15	4.4	0.16	13.4	0.03	9.8
0.23	8.4	0.24	19.0	0.08	15.7
0.35	13.7	0.37	26.0	0.19	26.6
0.49	17.6	0.49	30.8	0.31	35.8
0.63	20.4	0.63	34.6	0.43	42.5
0.81	24.1	0.80	39.6	0.62	51.3
0.99	26.9	0.98	42.5	0.83	58.0
1.19	29.6	1.19	45.5	1.06	62.7
1.40	32.2	1.42	48.3	1.33	65.7
1.66	34.6	1.65	50.5	1.62	69.6
1.91	36.9	1.91	52.5	1.94	71.6
2.17	38.5	2.17	54.1	2.31	73.8
2.47	40.2	2.46	55.5	2.70	74.9
2.78	41.6	2.75	56.6	3.08	75.7
3.10	42.5	3.07	57.5	3.53	76.6
3.43	43.2	3.43	58.0	4.01	77.4
3.78	43.8	3.78	58.5	4.51	78.3
4.13	43.0	4.13	58.5	4.91	78.0
4.49	42.7	4.51	58.5	5.33	77.2
4.85	41.9	4.86	58.0	5.75	76.3

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni*Alessandro Caloni*Il direttore del Laboratorio
Geol. Michele Caloni*Michele Caloni*



CERTIFICATO DI PROVA N.1644/2017

CAMPIONE S1C1 profondità 2.0 - 2.4 m

COMMITTENTE: Venerabile Confraternita della Misericordia

LOCALITA': Cimitero San Martino a Quona (Fi)

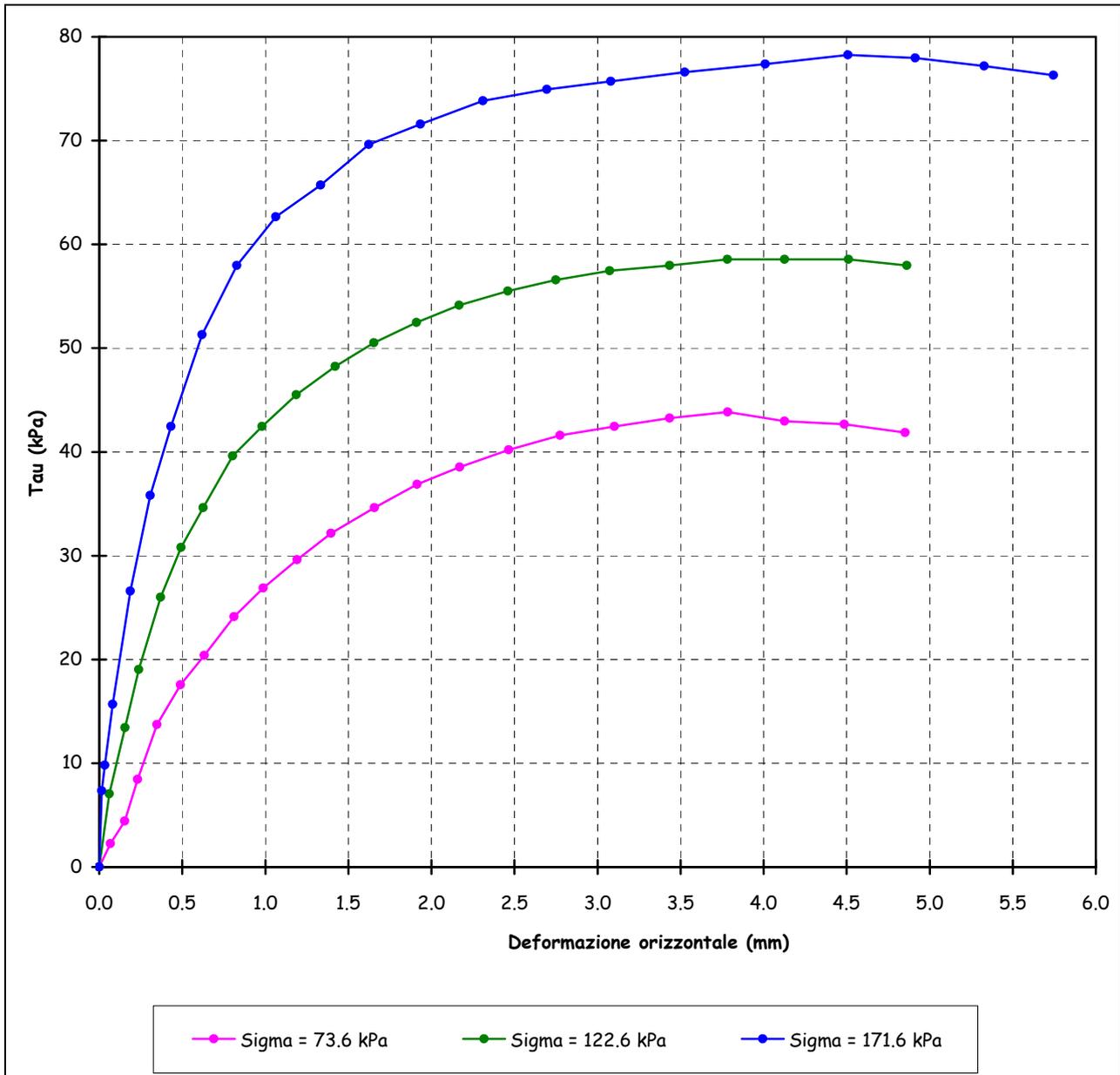
Montelupo Fiorentino li 25/11/2017

V.A. n. 199/2017 del 17/10/17

Data prova: 02/11/17 - 13/11/17

Prova di taglio (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Grafico deformazione orizzontale - Tau



Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni



Il direttore del Laboratorio
Geol. Michele Caloni



IGETECMA s.n.c.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

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

COMMITTENTE: Venerabile Confraternita della Misericordia
LOCALITA': Cimitero San Martino a Quona (Fi)

Montelupo Fiorentino li 25/11/2017
V.A. n. 199/2017 del 17/10/17

Tabella riassuntiva Certificati di Prova n. 1642-1644/2017

CAMPIONE	S1C1
Profondità metri	2.0 - 2.4
Limiti di Atterberg	
Umidità naturale (%)	15.43
Limite liquido (%)	56.6
Limite plastico (%)	24.3
Indice di plasticità (%)	32.3
Indice di consistenza	1.28
Indice di attività	--
Classificaz. Casagrande	CH
Parametri fisici	
Peso volume naturale (kN/m ³)	19.5
Peso volume secco (kN/m ³)	16.7
Prova di permeabilità in cella edometrica	
Coefficiente di consolidazione verticale, C _v (cm ² /sec)	7.183E-03
Permeabilità, K (cm/sec)	9.99E-09
Coefficiente di consolidazione verticale, C _v (cm ² /sec)	5.748E-03
Permeabilità, K (cm/sec)	9.29E-09
Prova di taglio	
Coesione, C' (kPa)	17.2
Angolo di resistenza al taglio, φ' (°)	19.4

Michael Salom



IGETECMA s.n.c.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

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

Certificato di Prova n. 1645/2017

Montelupo Fiorentino li 25/11/2017

SETTORE: meccanica delle terre

V.A. n. 199/2017 del 17/10/17

COMMITTENTE: Venerabile Confraternita della Misericordia di Pontassieve

LOCALITA': Cimitero San Martino a Quona, Pontassieve (Fi)

DATA ESECUZIONE PROVE: 06/11/17 - 08/11/17

CAMPIONI:

S1C2 profondità 6.0 - 6.5 m

Prove eseguite

- 1 - Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)
- 2 - Peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2)
- 3 - Prova di espansione laterale libera (UNI CEN ISO/TS 17892-7)

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni



Il direttore del Laboratorio
Geol. Michele Caloni



IGETECMA s.n.c.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

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

Pag. 1 di 2

CERTIFICATO DI PROVA N.1645/2017

CAMPIONE S1C2 profondità 6.0 - 6.5 m	Montelupo Fiorentino li 25/11/2017
COMMITTENTE: Venerabile Confraternita della Misericordia	V.A. n. 199/2017 del 17/10/17
LOCALITA': Cimitero San Martino a Quona (Fi)	Data apertura campione: 02/11/17

Descrizione del campione

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

0 - 58 cm: argillite alterata

colore grigio verdastro

prove eseguite: umidità naturale, peso di volume e E.L.L.



Classe e grado di qualità (sec. A.G.I.)

Campione indisturbato Q-5

Lo sperimentatore

Sig. Alessandro Caloni



Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni



CERTIFICATO DI PROVA N.1645/2017

CAMPIONE S1C2 profondità 6.0 - 6.5 m	Montelupo Fiorentino li 25/11/2017
COMMITTENTE: Venerabile Confraternita della Misericordia	V.A. n. 199/2017 del 17/10/17
LOCALITA': Cimitero San Martino a Quona (Fi)	Data prova: 06/11/17 - 08/11/17

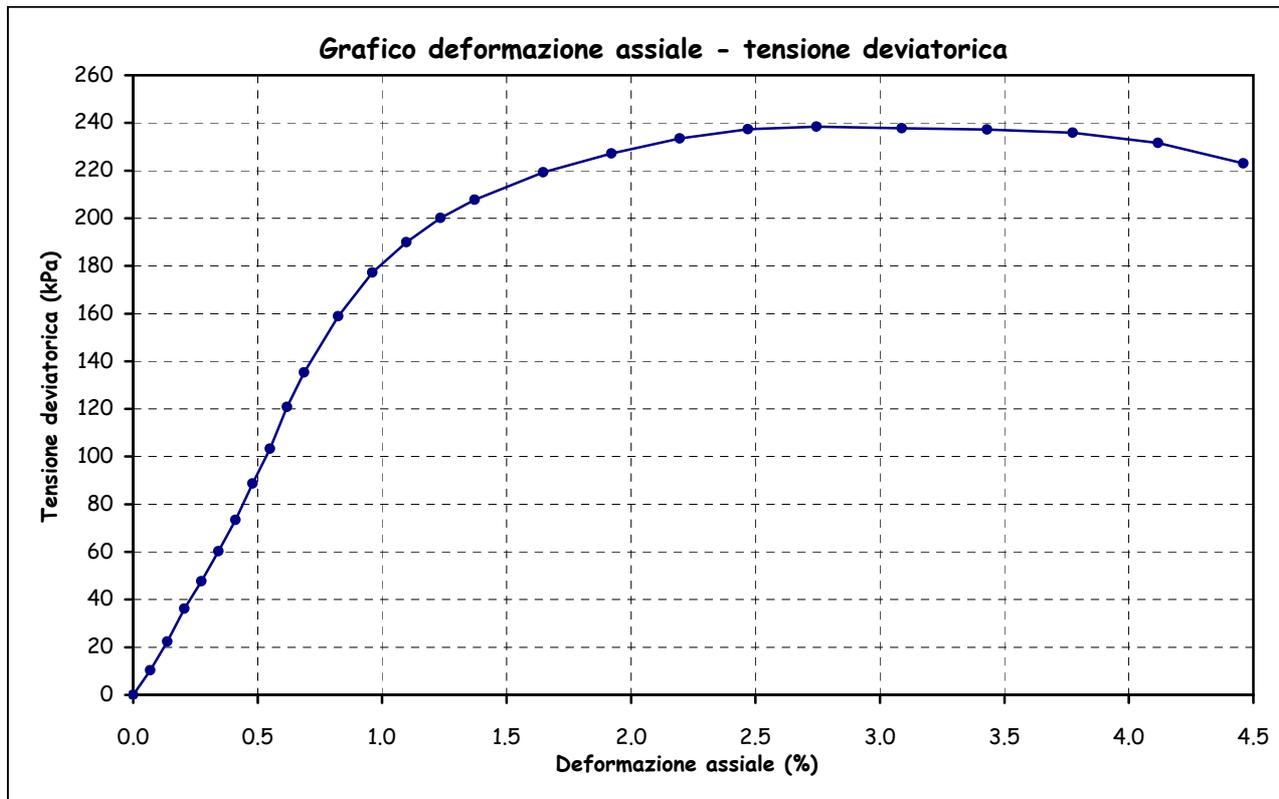
Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Prova di espansione laterale libera (UNI CEN ISO/TS 17892-7)

Peso di volume naturale (kN/m ³)	21.7	Sigma a rottura (kPa)	238.4
Peso di volume secco (kN/m ³)	19.1	Coesione non drenata (kPa)	119.2
Contenuto d'acqua (%)	13.68	Modulo elastico	20107
Vel. def. (mm/min)	1.27	tangente iniziale (kPa)	

ϵ (%)	σ (kPa)	ϵ (%)	σ (kPa)	ϵ (%)	σ (kPa)
0.07	10.4	0.69	135.2	2.47	237.3
0.14	22.4	0.82	158.9	2.74	238.4
0.21	36.2	0.96	177.3	3.09	237.8
0.27	47.7	1.10	189.9	3.43	237.3
0.34	60.3	1.24	200.1	3.77	235.9
0.41	73.4	1.37	207.7	4.12	231.5
0.48	88.6	1.65	219.3	4.46	223.0
0.55	103.3	1.92	227.2		
0.62	120.8	2.20	233.5		



Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

Alessandro Caloni



Il direttore del Laboratorio
Geol. Michele Caloni

Michele Caloni



IGETECMA s.n.c.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

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

COMMITTENTE: Venerabile Confraternita della Misericordia
LOCALITA': Cimitero San Martino a Quona (Fi)

Montelupo Fiorentino lì 25/11/2017
V.A. n. 199/2017 del 17/10/17

Tabella riassuntiva Certificato di Prova n. 1645/2017

CAMPIONE	S1C2
Profondità metri	6.0 - 6.5
Parametri fisici	
Peso volume naturale (kN/m ³)	21.7
Peso volume secco (kN/m ³)	19.1
Contenuto d'acqua (%)	13.68
Prova Espansione Laterale Libera	
Coesione non drenata, C_u (kPa)	119.2
Modulo elastico tangente iniziale, E_{ti} (kPa)	20107



Michele Colom



IGETECMA s.n.c. Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Laboratorio autorizzato con D.M. n. 54143 del 07/11/2005 ai sensi della Circolare 08/09/10 n. 7618/STC

Esecuzione e certificazione prove geotecniche – settore A

Laboratorio autorizzato con D.M. n. 162 del 19/04/2011 ai sensi dell'art. 20 della L. n. 1086/71

Prove e controlli su strutture e materiali da costruzione – settore A

Rapporto di Prova n°345/17/S

Montelupo Fiorentino 7/11/2017

SETTORE: Geofisica - HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)

COMMITTENTE: VENERABILE CONFRATERNITA DI MISERICORDIA

CANTIERE: Cimitero di San Martino a Quona, Pontassieve (FI)

RICHIEDENTE: Geol. E. Focardi

RIFERIMENTO: 353/17

Indice:

- 1 Scopo dell'indagine
- 2 HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)
 - 2.1 Principi teorici
 - 2.2 Acquisizione ed elaborazione
- 3 Presentazione dei dati
- 4 Risultati dell'indagine
- 5 Caratteristiche della strumentazione

Il Direttore del Laboratorio

Ing. F. Politi

Il Tecnico

Geol. A. Farolfi

1 Scopo dell'indagine

Per conto della VENERABILE CONFRATERNITA DI MISERICORDIA, su richiesta del Dott. Geol. E. Focardi, è stata eseguita una campagna geofisica composta da 1 misura di rumore a stazione singola HVSR, presso il cimitero di San Martino a Quona, Pontassieve (FI). Scopo dell'indagine è stata l'individuazione delle frequenze di sito.

2 HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)

2.1 Principi teorici

La tecnica dei rapporti spettrali deriva dal lavoro di Nakamura (1989). La frequenza fondamentale dei terreni è importante al fine di evitare, in caso di sisma, fenomeni di risonanza fra la frequenza degli edifici e la frequenza dei terreni su cui sono poggiati.

Il rapporto fra lo spettro delle componenti orizzontale e verticale dei tremori è una tecnica che permette di valutare alcune caratteristiche dei terreni, principalmente il periodo fondamentale. Nei terreni soffici la componente orizzontale del moto tende ad essere superiore alla componente verticale, mentre in roccia le due componenti tendono ad avere la stessa ampiezza. Il picco di frequenza individuato sulle curve H/V è legato alla velocità delle onde di taglio dalla relazione:

$f_0 = V_s / (4 * H)$ dove f_0 è la frequenza, V_s la velocità delle onde di taglio e H lo spessore di

sdimenti la cui frequenza di risonanza è f_0 .

La natura della sorgente di energia utilizzata, ovvero il rumore ambientale, non è direttamente riferibile ad un determinato tipo di onde, di compressione, di taglio, rayleigh, per cui va ricordato che non può essere utilizzato direttamente per il calcolo delle onde di taglio e del parametro V_s30 ai fini della categoria di appartenenza. Nel presente lavoro sono state seguite le specifiche definite dal progetto Europeo SESAME (Site Effects Assessment Using Ambient Excitations) che ha studiato in dettaglio l'uso delle vibrazioni dovute a rumori ambientali per capire gli effetti di sito collegati ad eventi sismici. Come ricordato nel lavoro del progetto SESAME, la caratteristica principale dei rapporti H/V è di essere sperimentali, quindi la scelta in fase di acquisizione dati ed elaborazione, può influenzare il risultato finale. Al fine di limitare questi effetti indesiderati il progetto SESAME ha definito una serie di linee guida per l'acquisizione e l'individuazione delle frequenze fondamentali sulle curve H/V. Di seguito si riporta la tabella di prescrizioni finalizzate alla corretta acquisizione di dati secondo le specifiche del SESAME (Tabella I).

Tipo di parametro	Raccomandazioni principali	
Durata delle registrazioni	Frequenza minima di interesse: 0.2 0.5 1.0 2.0 5.0 10.0	Tempo minimo di registrazione: 30' 20' 10' 10' 5' 2'
Densità spaziale delle misure	<p><u>Microzonazione</u>: iniziare con una maglia larga (circa 500 m) e in caso di variazioni laterali intensificare le misure fino a 250 m di spaziatura</p> <p><u>Risposta di sito singola</u>: non usare mai una misura singola, ma almeno tre misure</p>	
Parametri di registrazione	Livellare il sensore come raccomandato dal costruttore. Fissare il gain massimo possibile evitando la saturazione del segnale.	
Accoppiamento sensore terreno	Poggiare il sensore direttamente sul terreno tutte le volte che è possibile Evitare di poggiare il sensore su terreno soffice (fango, erba, etc..) o saturato dalla pioggia.	
Accoppiamento artificiale con il terreno	Evitare di poggiare il sensore su gommapiuma, cartone o simili. Su pendii che non consentono il livellamento del sensore utilizzare un ripiano fatto con sabbia per ottenere una superficie piana. Su neve o ghiaccio utilizzare poggiare il sensore su una piastra metallica per evitare che si inclini a causa dello scioglimento della neve o del ghiaccio.	
Prossimità di strutture	Evitare di effettuare le registrazioni in prossimità di strutture come edifici e alberi alti, soprattutto in caso di vento (con velocità superiore a 5 m/s), possono inserire picchi a bassa frequenza nelle registrazioni. Evitare di effettuare le registrazioni al di sopra di tubature o vani interrati.	
Condizioni meteorologiche	<p><u>Vento</u>: proteggere il sensore dal vento.</p> <p><u>Pioggia</u>: evitare le registrazioni in caso di pioggia forte.</p> <p><u>Temperatura</u>: controllare le indicazioni del costruttore riguardo gli shock termici.</p> <p><u>Perturbazioni meteorologiche</u>: indicare se le registrazioni sono state effettuate in un periodo di bassa pressione.</p>	
Disturbi	<p><u>Sorgenti monocromatiche</u>: evitare di registrare in prossimità di macchine da cantiere, pompe idrauliche, generatori, etc... etc...</p> <p><u>Transienti</u>: in caso di presenza di eventi transienti (traffico, pedoni, etc ...) si raccomanda di aumentare la durata delle registrazioni al fine di ottenere un numero sufficiente di finestre prive di transienti.</p>	

Tabella - I

2.2 Acquisizione ed elaborazione

L'acquisizione del rumore ambientale è stata effettuata con una stazione singola composta da tre velocimetri, geofoni, con frequenza naturale di 2 Hz di cui uno verticale e due orizzontali, disposti in direzioni perpendicolari fra. La registrazione ha avuto una durata di 30 min. La registrazione è stata poi suddivisa in finestre della lunghezza di 60 s in relazione alla presenza o meno di transienti. Le finestre sono state poi filtrate per eliminare quelle con noise.

Delle singole finestre è stato calcolato lo spettro di Fourier per le tre componenti. I singoli spettri sono stati liscati con il metodo di Konno & Homaci e successivamente è stato effettuato il rapporto fra le componenti orizzontali e quella verticale per ogni singola finestra. In relazione vengono

<p>Criteria for a reliable H/V curve</p> <p>i) $f_0 > 10 / l_w$ <i>and</i></p> <p>ii) $n_c(f_0) > 200$ <i>and</i></p> <p>iii) $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ or $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$</p>	<ul style="list-style-type: none"> • l_w = window length • n_w = number of windows selected for the average H/V curve • $n_c = l_w \cdot n_w$, f_0 = number of significant cycles • f = current frequency • f_{sensor} = sensor cut-off frequency • f_0 = H/V peak frequency • σ_f = standard deviation of H/V peak frequency ($f_0 \pm \sigma_f$) • $\varepsilon(f_0)$ = threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ • A_0 = H/V peak amplitude at frequency f_0 • $A_{H/V}(f)$ = H/V curve amplitude at frequency f • f = frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f) < A_0/2$ • f^* = frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$ • $\sigma_A(f)$ = "standard deviation" of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided • $\sigma_{\log H/V}(f)$ = standard deviation of the $\log A_{H/V}(f)$ curve, $\sigma_{\log H/V}(f)$ is an absolute value which should be added to or subtracted from the mean $\log A_{H/V}(f)$ curve • $\theta(f_0)$ = threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ • $V_{s,av}$ = average S-wave velocity of the total deposits • $V_{s,surf}$ = S-wave velocity of the surface layer • h = depth to bedrock • h_{min} = lower-bound estimate of h
<p>Criteria for a clear H/V peak (at least 5 out of 6 criteria fulfilled)</p> <p>i) $\exists f \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$</p> <p>ii) $\exists f^* \in [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^*) < A_0/2$</p> <p>iii) $A_0 > 2$</p> <p>iv) $f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$</p> <p>v) $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$</p> <p>vi) $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$</p>	

Threshold Values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Frequency range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.20 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Tabella – II

riportate le registrazioni effettuate e le finestre scelte per l'elaborazione, i rapporti H/V per ogni singola finestra e la curva media risultante. Per ogni stazione è stato calcolato anche l'angolo di arrivo delle componenti del rumore, per valutare se il picco individuato è fonte di un rumore direzionale o se è generato da vibrazioni che provengono da tutte le direzioni.

I criteri per la valutazione in maniera obiettiva del picco di frequenza e la sua qualità sono stati stabiliti dal progetto SESAME e sono riportati in tabella II.

3 Presentazione dei dati

Nella presente relazione vengono forniti i seguenti elaborati:

- Registrazioni delle misure a stazione singola con suddivisione delle finestre di elaborazione.
- Curve dei rapporti H/V per ogni finestra.
- Curva media risultante con individuazione del picco di frequenza.
- Grafico ampiezza del rapporto H/V azimuth di provenienza.
- Ubicazione delle indagini.

4 Risultati dell'indagine

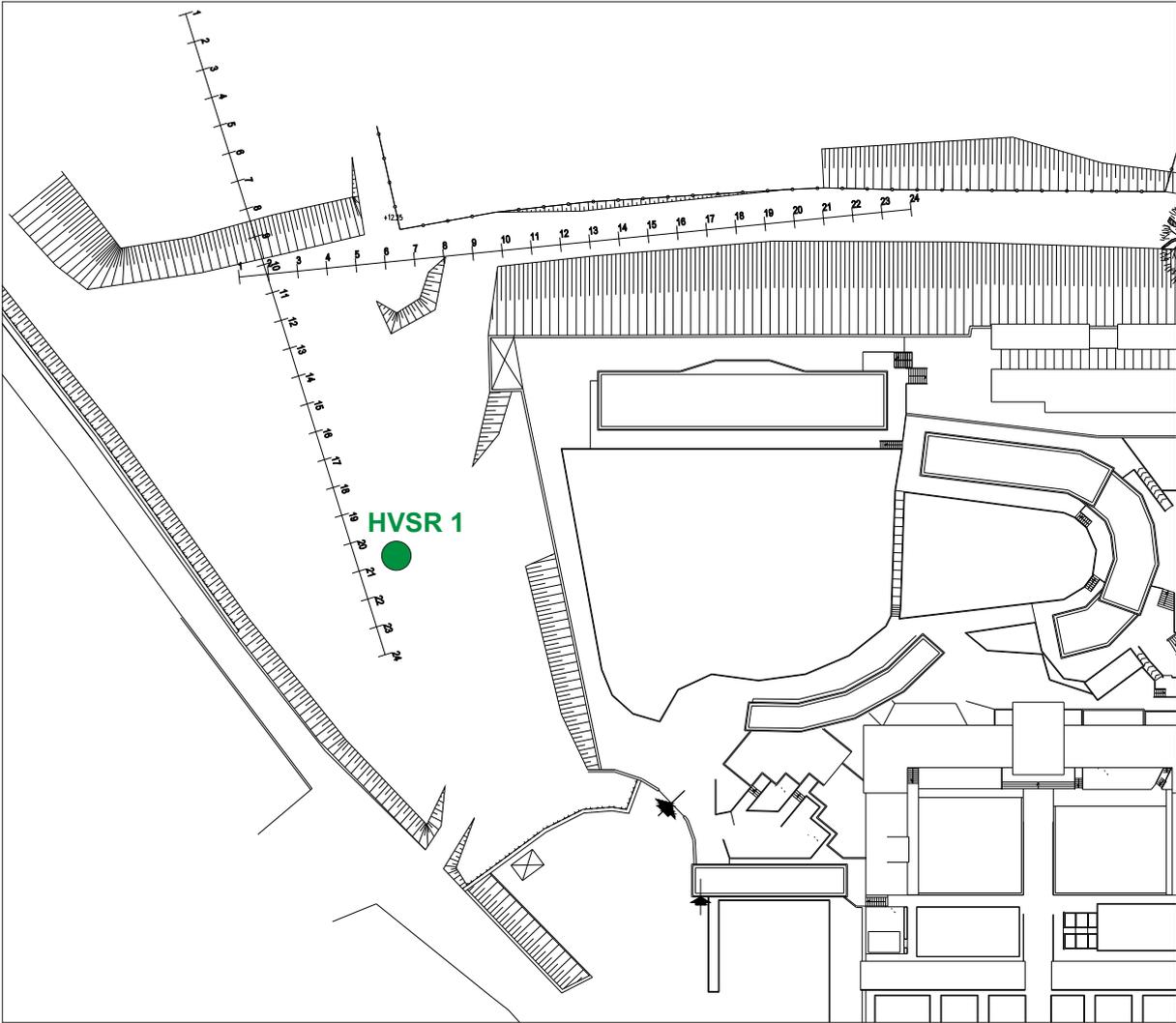
La misura ha messo in evidenza la presenza di un picco principale con frequenza di 10.1 Hz e ampiezza del rapporto H/V di 4.09. Tale picco può essere correlato al contrasto di velocità presente a circa 7-8 m di profondità evidenziato nella indagine a rifrazione in onde SH eseguita nel 2008. Va comunque evidenziato che il picco presenta una marcata direzionalità e il rapporto H/V potrebbe essere influenzato da effetti antropici.

5 Caratteristiche della strumentazione

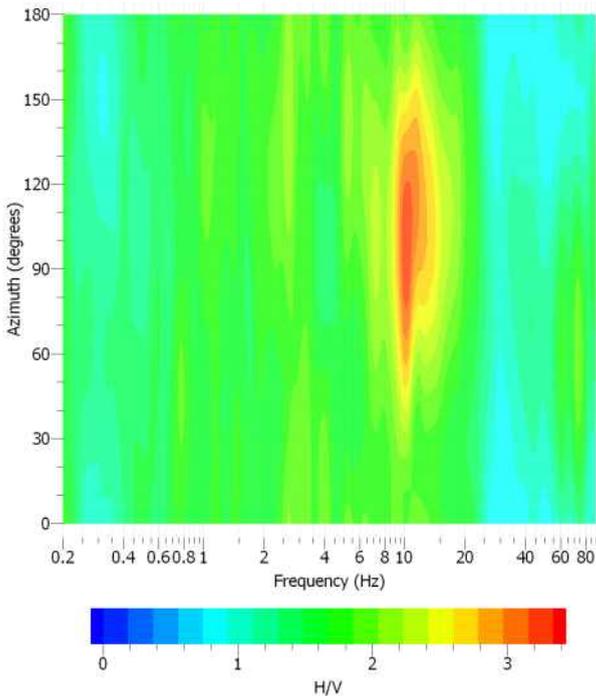
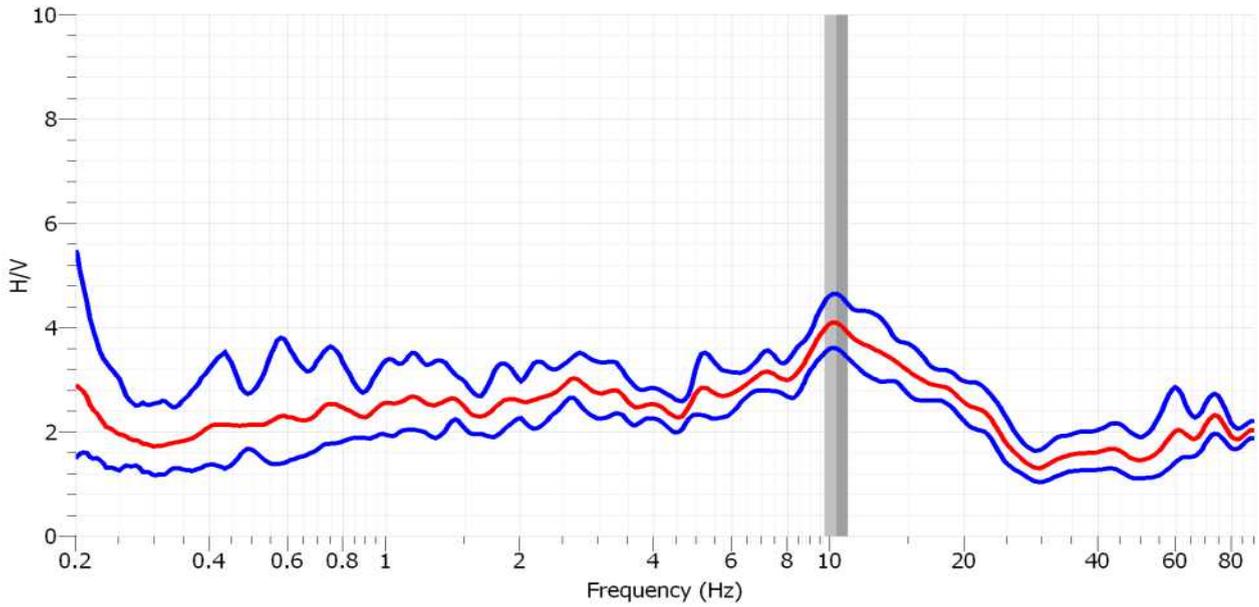
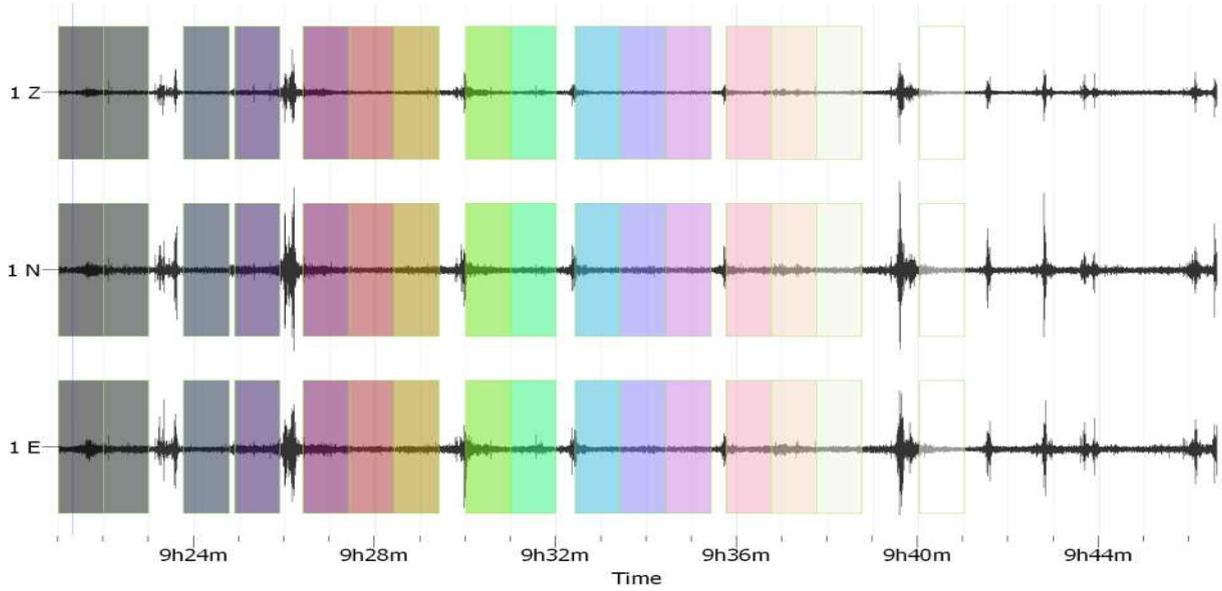
Il sistema di acquisizione usato nella presente campagna di indagini è composto da un sistema modulare della SARA ELECTRONICS così configurato:

- Digitalizzatore 24 bit, 3 canali
- Range di ingresso 2 V peak-to-peak
- Filtro antialias 1 pole 8.8 Hz standard
- Soglia di rumore ≤ -124 dB @ 100 SPS
- Sensore composto da tripletta di geofoni con frequenza propria di **2 Hz**

HVSR 1

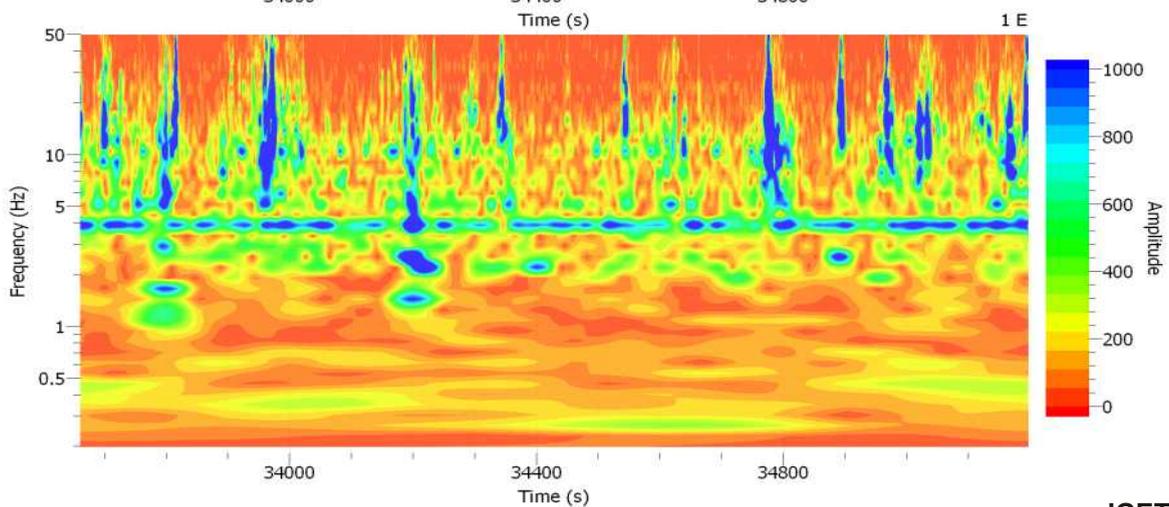
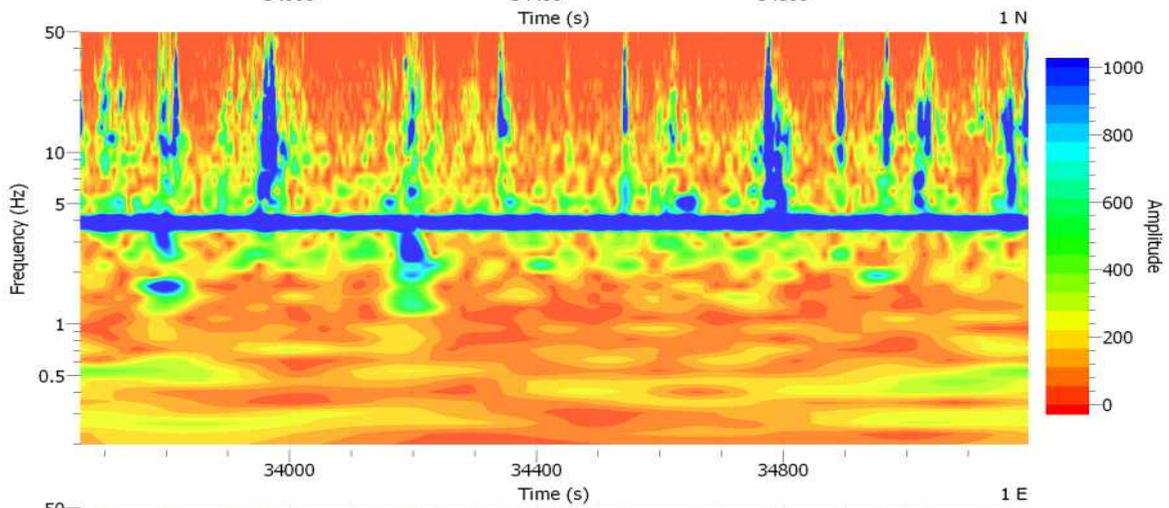
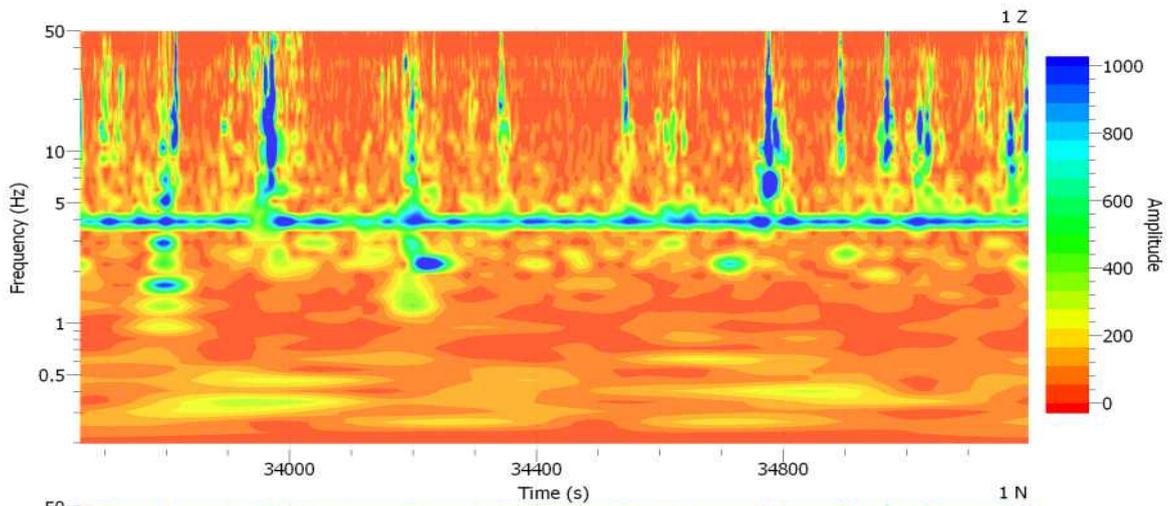
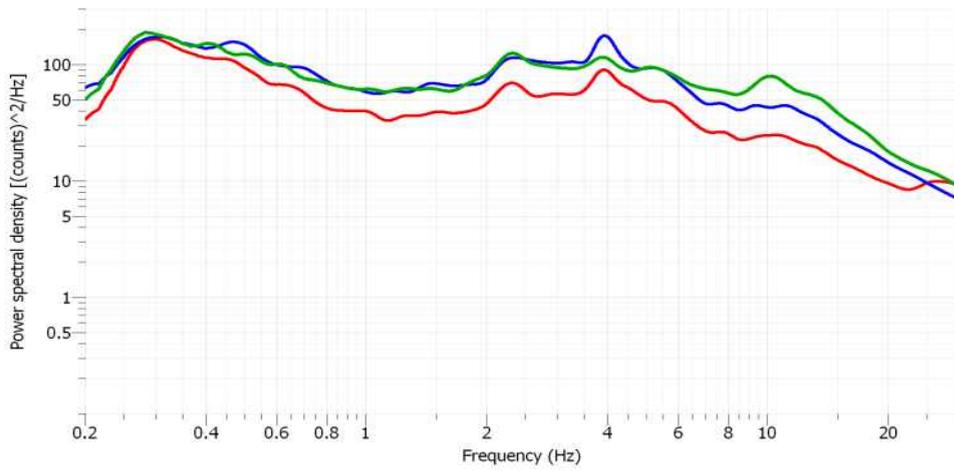


INCD 1



Tempo di registrazione:	30 m	Num. Finestre - nw:	16	
Lung. Finestra (s) - lw:	60	Campionamento (Hz):	200	
f0 Massimo del rapporto H/V a		10.15	0.61 Hz	
		(tra 0.167 e	100 Hz)	
Affidabilita' (3 condizioni verificate)				
1	f0>20/lw	10.15	> 0.33	OK
2	lw*nw*f0>200	9745	> 200	OK
Massimo[(f)]<3 (per f0<0.5)				
3	Massimo[(f)]<2 (per f0>0.5)	1.24	< 2	OK
intervallo: 0.5*f0< f < 2*f0		5.08	- 20.30	
Chiarita' (5 condizioni verificate)				
1	Esiste f- tale che A(f-)<A(f0)/2	0.00		NO
intervallo: f0/4< f < f0		2.54	- 10.15	
2	Esiste f+ tale che A(f+)<A(f0)/2	24.22		OK
intervallo: f0< f < f0*4		10.15	- 40.6	
3	A(f0)>2	4.09	> 2	OK
Fpicco[A(f) (f0)] = f0%		10.15		OK
intervallo: f0%		10.15		
5	(f)]< (f0)	0.605	< 0.508	NO
6	(f0)]< (f0)	1.13	< 1.58	OK

HVSR 1





IGETECMA s.n.c. Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Laboratorio autorizzato con D.M. n. 54143 del 07/11/2005 ai sensi della Circolare 08/09/10 n. 7618/STC

Esecuzione e certificazione prove geotecniche – settore A

Laboratorio autorizzato con D.M. n. 162 del 19/04/2011 ai sensi dell'art. 20 della L. n. 1086/71

Prove e controlli su strutture e materiali da costruzione – settore A

Rapporto di Prova n°175/18/I

Montelupo Fiorentino, 28/05/2018

SETTORE: Misure Inclino metriche

COMMITTENTE: Confraternita di Misericordia di Pontassieve

RICHIEDENTE: Geol. E. Focardi

CANTIERE: Cimitero di San Martino a Quona, Pontassieve (FI)

RIFERIMENTO: R.P.E. n°165/18

Indice:

Premessa

- 1 Procedure di campagna
- 2 Metodo di elaborazione dei dati
- 3 Presentazione dei dati
- 4 Caratteristiche della strumentazione

Il Direttore del Laboratorio

Ing. F. Politi

Il Tecnico

Geol. L. Gambassi

Premessa

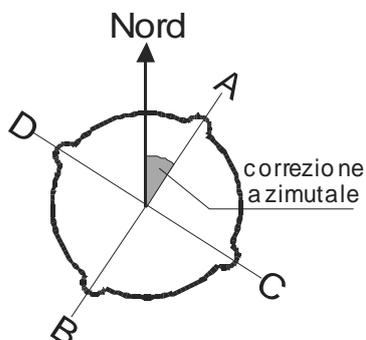
Per conto della Confraternita di Misericordia di Pontassieve su richiesta del Geol. E. Focardi, sono state eseguite le letture per il controllo del versante presso il Cimitero di San Martino a Quona, Pontassieve (FI). Tali letture sono state eseguite con passo di 0.5 m su 2 guide tramite sonda inclinometrica di tipo biassiale con servoaccelerometri, nei fori i1, i3 e i5.

Tramite le misure inclinometriche è possibile ottenere informazione sull'entità e sulla direzione di movimenti orizzontali del terreno: ciò si ottiene mediante la misura, ad intervalli regolari, dell'inclinazione di un tubo infisso nel terreno e munito di apposite guide di riferimento; confrontando letture eseguite a distanza di tempo è possibile calcolare la variazione dell'inclinazione e quindi stabilire l'entità e la direzione di eventuali movimenti del terreno.

1 Procedure di campagna

La misura inclinometrica consiste nel calare mediante un cavo nel tubo provvisto di scanalature dette guide, una sonda in grado di rilevare l'inclinazione del tubo stesso, reso solidale al terreno da cementazione: la sonda inclinometrica è costituita da un fusto d'acciaio con due carrelli, posti a distanza di 0.5 m l'uno dall'altro, muniti di due coppie di ruote che si inseriscono nelle guide.

La sonda inclinometrica è di tipo biassiale, munita cioè di due sensori servoaccelerometrici ortogonali fra di loro, posti nella parte centrale della sonda; in questo modo viene misurata



l'inclinazione dalla verticale del tubo su due piani verticali tra loro ortogonali (piani AB e CD, vedi schema in figura).

Le misure vengono eseguite a coppie su guide diametralmente opposte: la prima risalita misura il seno degli angoli tra la verticale e le guide A e C, e la seconda risalita, fatta dopo aver ruotato la sonda di 180°, misura il seno degli angoli tra la verticale e le guide B e D. Si ottengono così quattro valori (LatoA, LatoB, LatoC e LatoD) che sommati a coppie (lati opposti della guida: A+B e C+D) forniscono

l'inclinazione del tubo alle varie quote; questa metodologia è usata per eliminare eventuali scostamenti dallo zero dei sensori servoaccelerometrici. Le misure sono state eseguite con il passo di 0.5 m. Ciascuna misura è relativa al tratto di tubazione pari alla distanza tra i carrelli e viene riferita alla quota del carrello superiore. Le profondità sono riferite alla testa del tubo inclinometrico.

Come guida di riferimento viene scelta quella che più si avvicina alla direzione della massima pendenza e che viene indicata come guida A; la correzione azimutale è l'angolo formato tra il Nord geografico e la guida A di riferimento, preso in senso orario da Nord verso Est; secondo questa convenzione l'angolo è sempre positivo (compreso tra 0° e 360°).

Tramite il cavo di collegamento multipolare con anima in kevlar inestensibile, i dati vengono inviati ad una centralina digitale che ne permette la visualizzazione e la memorizzazione per le successive elaborazioni.

2 Metodo di elaborazione dei dati

Il software di elaborazione trasforma, per ogni quota, i dati misurati da $\sin \alpha$ in spostamenti cioè in millimetri di deviazione dalla verticale secondo le relazioni:

$$\text{SEN}(\text{Alfa_AB}) = (\text{LatoA} - \text{LatoB}) / 2$$

$$\text{SEN}(\text{Alfa_CD}) = (\text{LatoC} - \text{LatoD}) / 2$$

$$D_AB = P * \text{SEN}(\text{Alfa_AB})$$

$$D_CD = P * \text{SEN}(\text{Alfa_CD})$$

dove LatoA, LatoB, LatoC e LatoD sono le misure dei seni degli angoli alle varie quote, Alfa_AB e Alfa_CD sono gli angoli di deviazione dalla verticale nei due piani ortogonali e D_AB e D_CD sono le deviazioni dalla verticale nel piano AB e nel piano CD; P è l'intervallo di misura detto passo.

Mediante le formule del calcolo vettoriale si ricava la deviazione, che ha come modulo il valore D pari a:

$$D = \text{Sqr} (D_AB^2 + D_CD^2)$$

e come direzione l'angolo Alfa rispetto agli assi AB e CD:

$$\text{Alfa} = \text{ArcTan} (D_AB / D_CD)$$

Questo procedimento viene ripetuto per ciascuna quota, ottenendo l'elaborazione in assoluto per punti (deviazione incrementale); sommando in maniera vettoriale tutti i contributi a partire dal basso si ottiene l'elaborazione in assoluto per sommatoria (deviazione cumulativa), che rappresenta la reale posizione del tubo rispetto alla verticale. Questa elaborazione viene generalmente visualizzata per la sola lettura di zero, al fine di controllare la verticalità del tubo.

Ripetendo le misure a distanza di tempo è possibile confrontare la deviazione del tubo rispetto a quella che aveva alla lettura di zero: questo calcolo, eseguito come differenza tra vettori, fornisce l'elaborazione in differenziale. Mediante l'elaborazione in differenziale viene calcolato lo spostamento avvenuto fra le letture: lo spostamento per punti mostra il contributo

di ciascuna quota, mentre lo spostamento risultante, ottenuto sommando in maniera vettoriale tutti i contributi a partire dal basso, fornisce il totale del movimento.

La direzione del movimento è indicata dall'Azimut, angolo che è formato tra la direzione del vettore spostamento risultante, ed il Nord geografico; anche per questo angolo viene adottata la convenzione di misurarlo da Nord verso Est nel campo 0°-360°.

La Tabella seguente riassume le specifiche dei tre tubi: le coordinate sono state ottenute mediante GPS non differenziale e sono affette da un errore stimabile nell'ordine dei 10 m, mentre le quote è stata ricavata dalla Cartografia Tecnica della Regione Toscana.

Tubo i1	Lunghezza Tubo	14.0 m
	Correzione azimutale:	N215°E
	Quota testa tubo:	193 m slm
	Coordinate:	N 43.781821° E 11.427503°
	Data origine:	27/04/2001
Tubo i3	Lunghezza Tubo	14.5 m
	Correzione azimutale:	N216°E
	Quota testa tubo:	185 m slm
	Coordinate:	N 43.781989° E 11.426906°
	Data origine:	27/04/2001
Tubo i5	Lunghezza tubo	25.0 m
	Correzione azimutale:	N 205°E
	Quota testa tubo:	185 m slm
	Coordinate:	N 43.781936° E 11.426138°
	Data origine:	15/01/2018

3 Presentazione dei dati

Nella presente relazione vengono forniti i seguenti elaborati:

- ubicazione dei tubi inclinometrici
- tabelle (ultima lettura):
 - dati di campagna
 - elaborazione in differenziale - calcolo vettoriale dal basso: spostamento differenziale, azimut differenziale, spostamento risultante, azimut risultante
- grafici (tutte le letture)
 - profondità/azimut differenziale e profondità/spostamento differenziale (per punti)
 - profondità/azimut risultante e profondità/spostamento risultante (per sommatoria)
 - spostamento risultante in proiezione zenitale (assi Nord-Sud e Est-Ovest)
 - spostamento risultante / Tempo (data lettura).

4 Caratteristiche della strumentazione

Il sistema di acquisizione usato nella presente campagna d'indagine è così composto

- Sonda inclinometrica biassiale tipo a servoaccelerometri *SEGEA* mod. *MK4*:
 - Campo di misura operativo $\pm 30^\circ$ dalla verticale
 - Linearità 0.02 % F.S.
 - Temperatura di esercizio da -5°C a $+60^\circ\text{C}$
 - Deriva di sensibilità $\pm 0.15\%$ della lettura per $^\circ\text{C}$
 - Deriva di zero $\pm 0.01\%$ F.S. per $^\circ\text{C}$
 - Lunghezza di riferimento 500 mm
 - Centralina di acquisizione automatica dati *Geotechnical Instrument*.
 - Risoluzione 16 bit (0.0001 sen α)
 - Campo di misura ± 0.50 m
 - Cavi multipolari inestensibili di lunghezza di 35 e 80 m con tacche di misura ogni 50 cm
-
-
-



IGETECMA s.n.c. Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Laboratorio autorizzato con D.M. n.54143 del 07/11/2005 e succ. rinnovi ai sensi della Circolare 08/09/10 n.7618/STC

Laboratorio autorizzato con D.M. n.162 del 19/04/2011 e succ. rinnovi ai sensi dell'art. 20 della L. n.1086/71

Committente:

Confraternita di Misericordia di Pontassieve

Località:

Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Ubicazione tubi inclinometrici



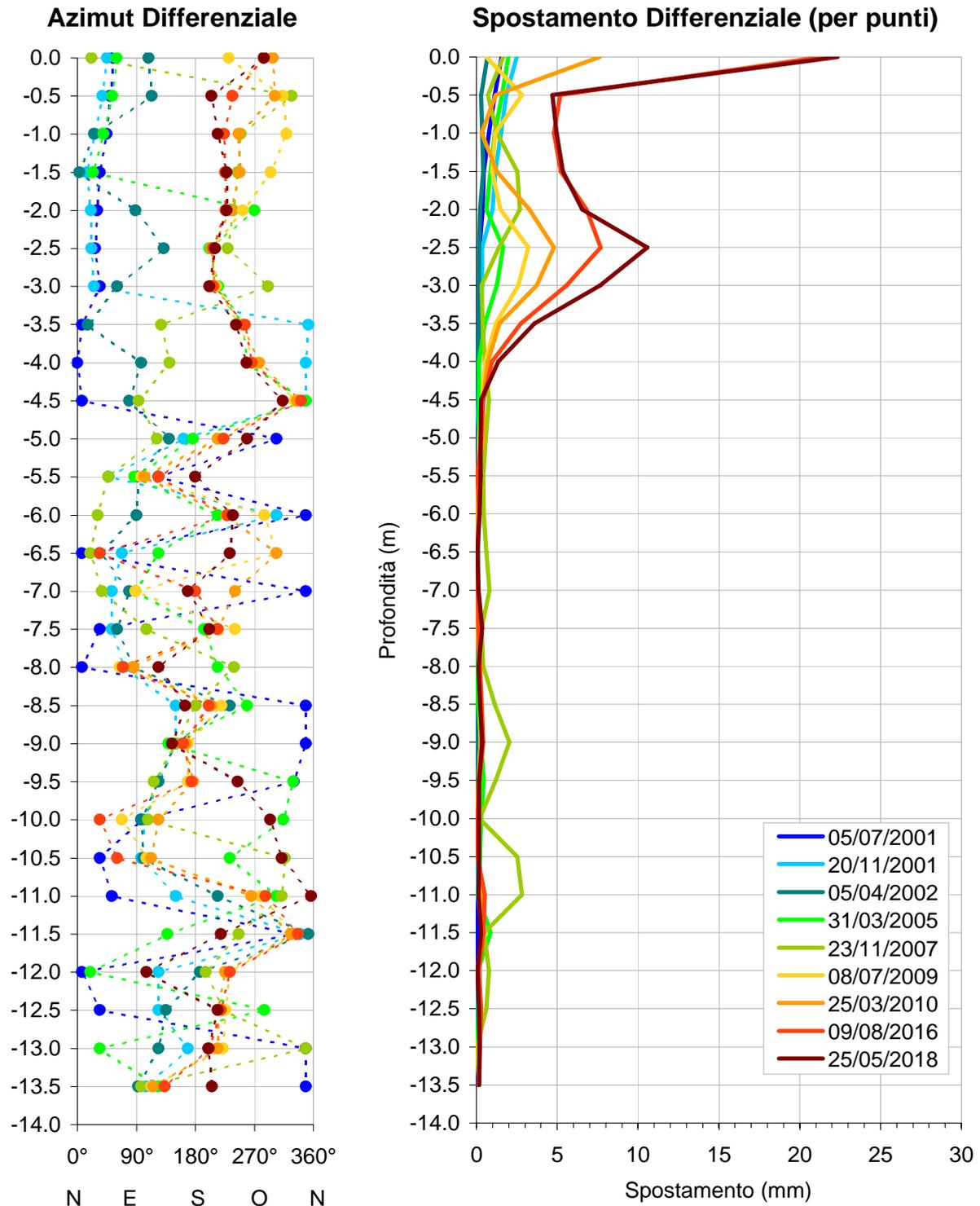


Rapporto di prova n. 175/18

Committente: Confraternita di Misericordia di Pontassieve
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: I1
Data lettura di zero: 27/04/2001
Correzione azimutale: N 214°E

Coordinate: N 43.781821° E 11.427503°
Quota testa tubo: 193.0 m slm
Tipo Sonda: Segea MK4 - 10000 sen(A)



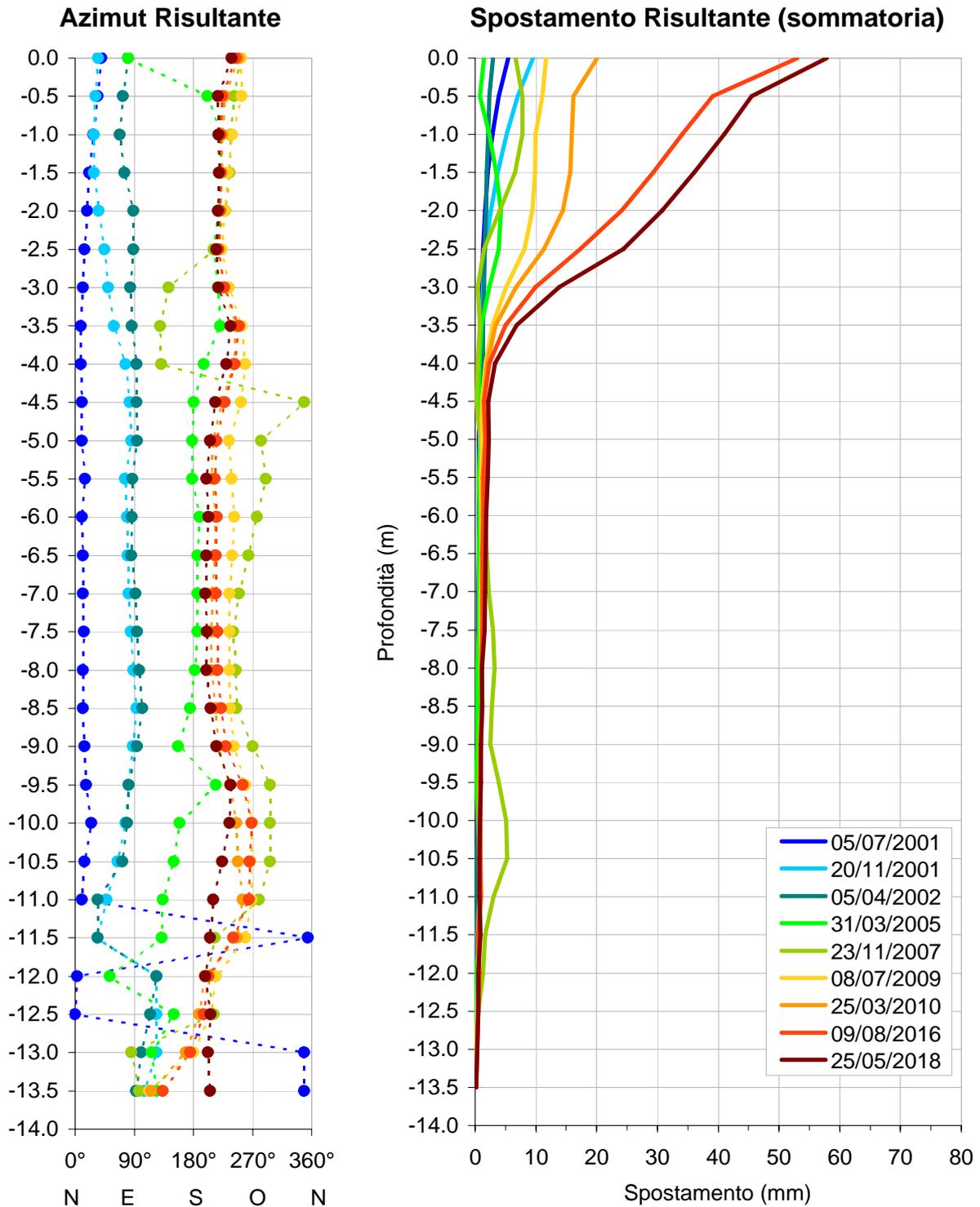


Rapporto di prova n. 175/18

Committente: Confraternita di Misericordia di Pontassieve
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: I1
Data lettura di zero: 27/04/2001
Correzione azimutale: N 214°E

Coordinate: N 43.781821° E 11.427503°
Quota testa tubo: 193.0 m slm
Tipo Sonda: Segea MK4 - 10000 sen(A)



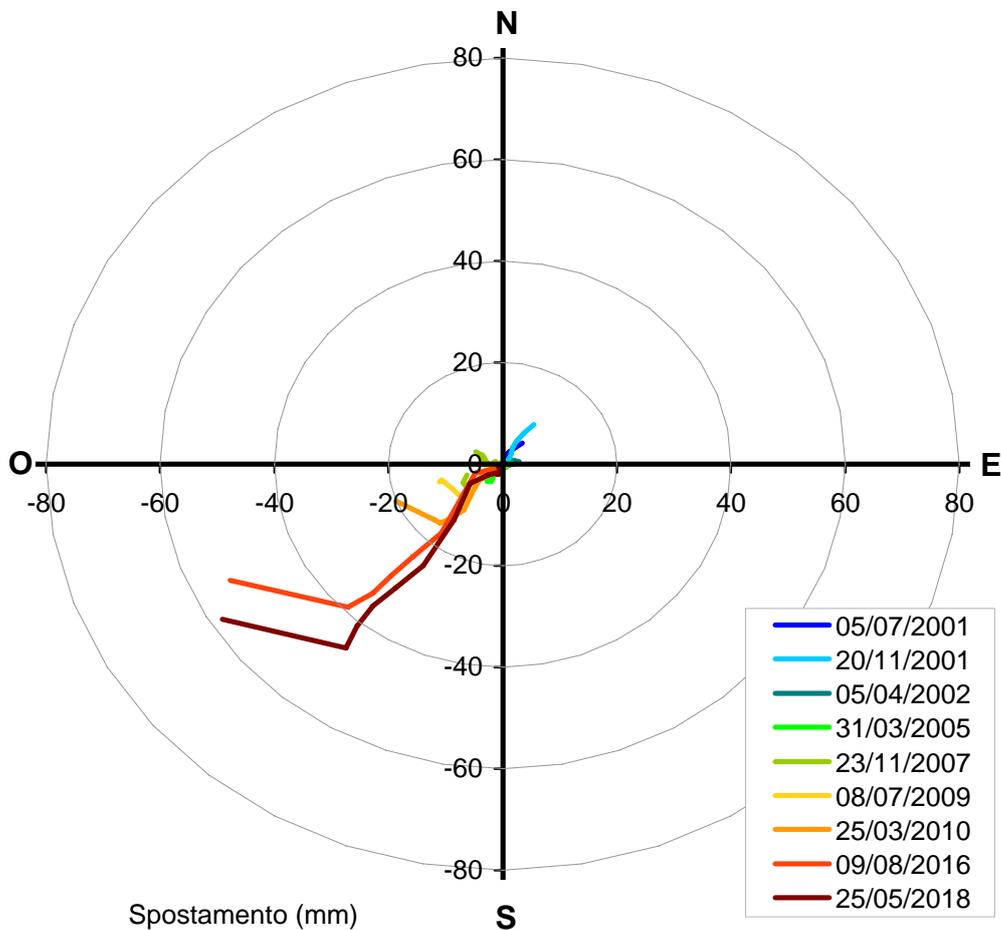


Rapporto di prova n. 175/18

Committente: Confraternita di Misericordia di Pontassieve
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: **I1** Coordinate: N 43.781821° E 11.427503°
Data lettura di zero: 27/04/2001 Quota testa tubo: 193.0 m slm
Correzione azimutale: N 214°E Tipo Sonda: Segea MK4 - 10000 sen(A)

Direzione (proiezione zenitale)



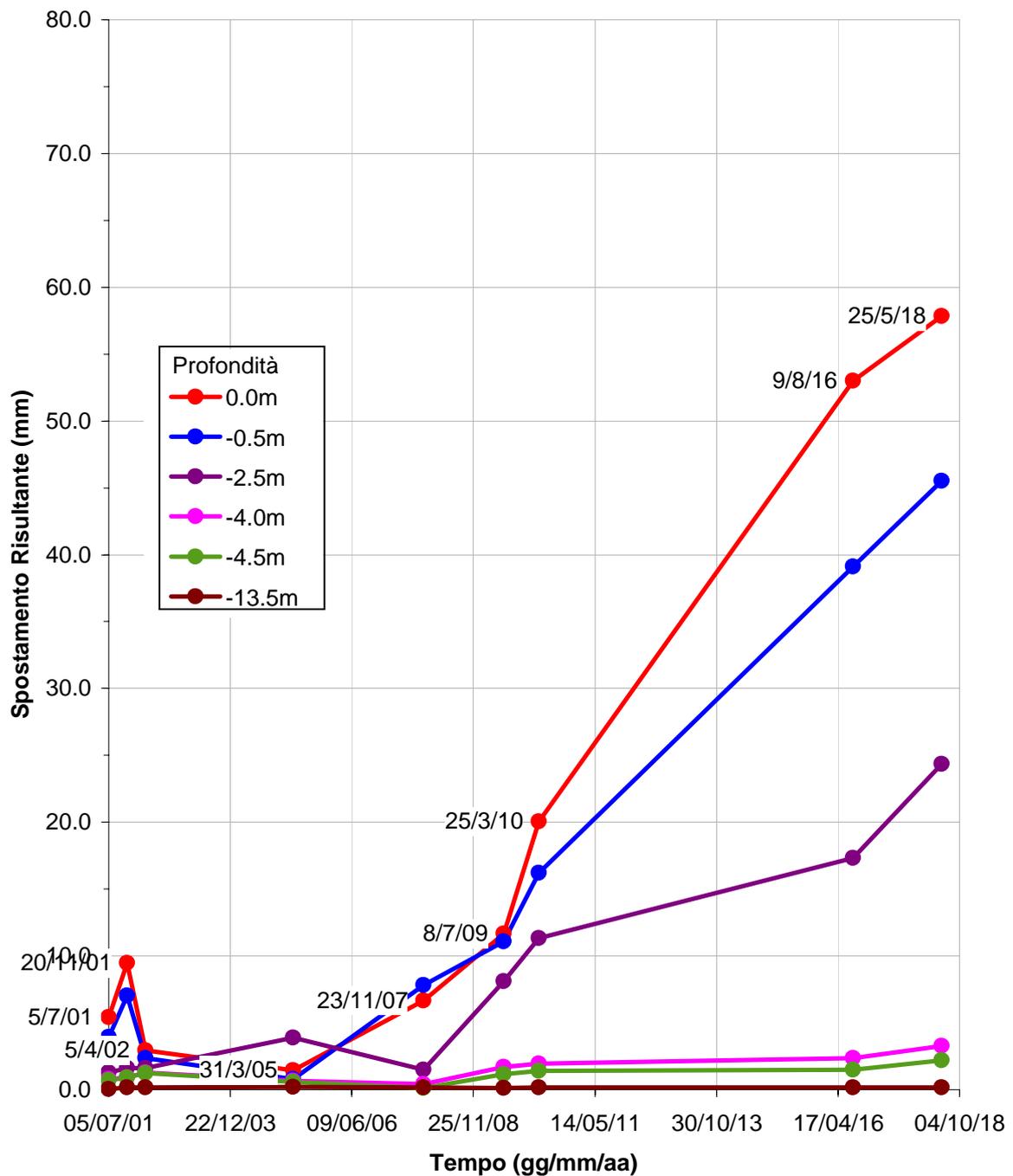


Rapporto di prova n. 175/18

Committente: Confraternita di Misericordia di Pontassieve
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: **I1** Coordinate: N 43.781821° E 11.427503°
Data lettura di zero: 27/04/2001 Quota testa tubo: 193 m slm
Correzione azimutale: N 214°E Tipo Sonda: Segea MK4 - 10000 sen(A)

Spostamento Risultante / Tempo



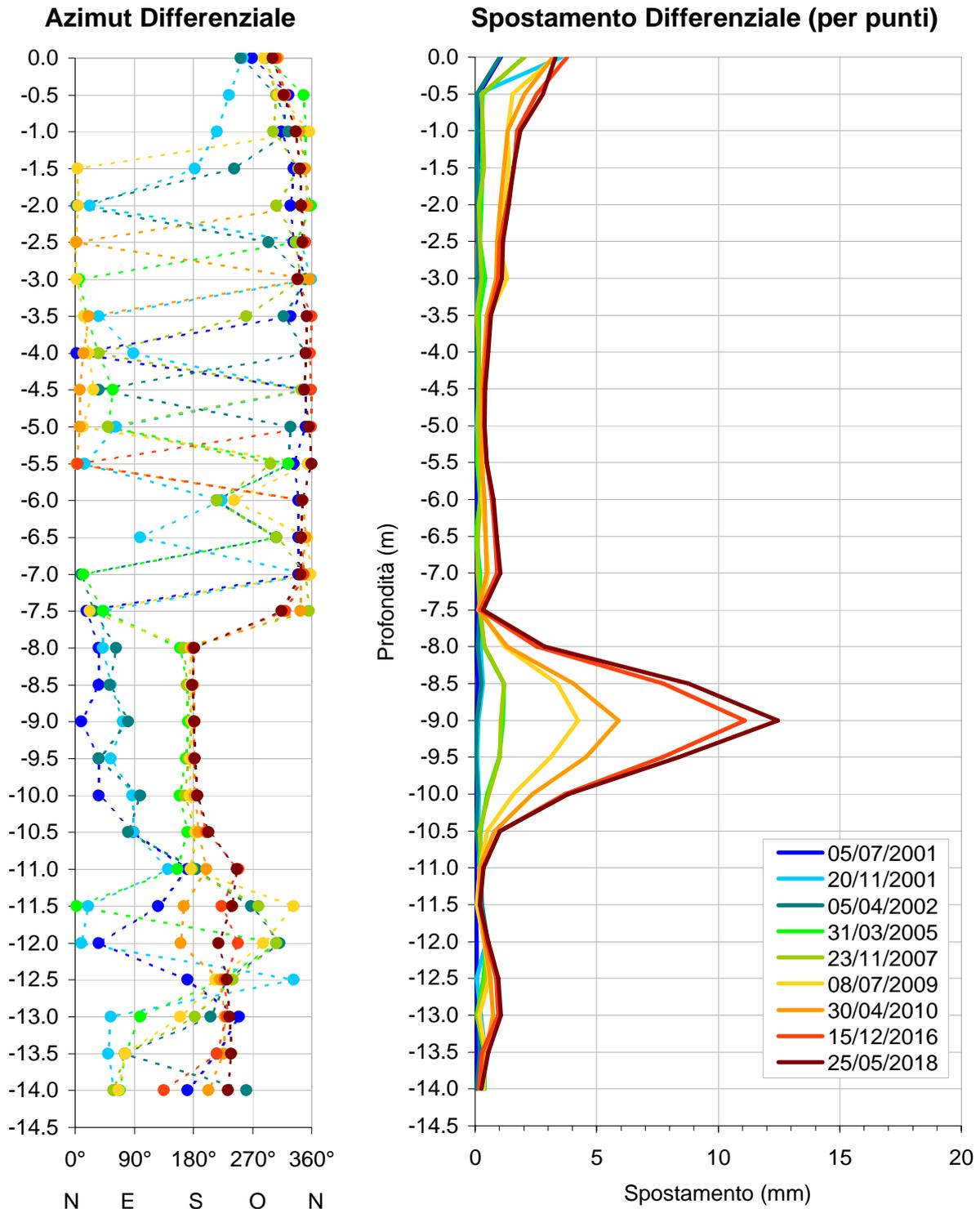


Rapporto di prova n. 175/18

Committente: Confraternita di Misericordia di Pontassieve
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: I3
Data lettura di zero: 27/04/2001
Correzione azimutale: N 216°E

Coordinate: N 43.781989° E 11.426906°
Quota testa tubo: 185.0 m slm
Tipo Sonda: Segea MK4 - 10000 sen(A)





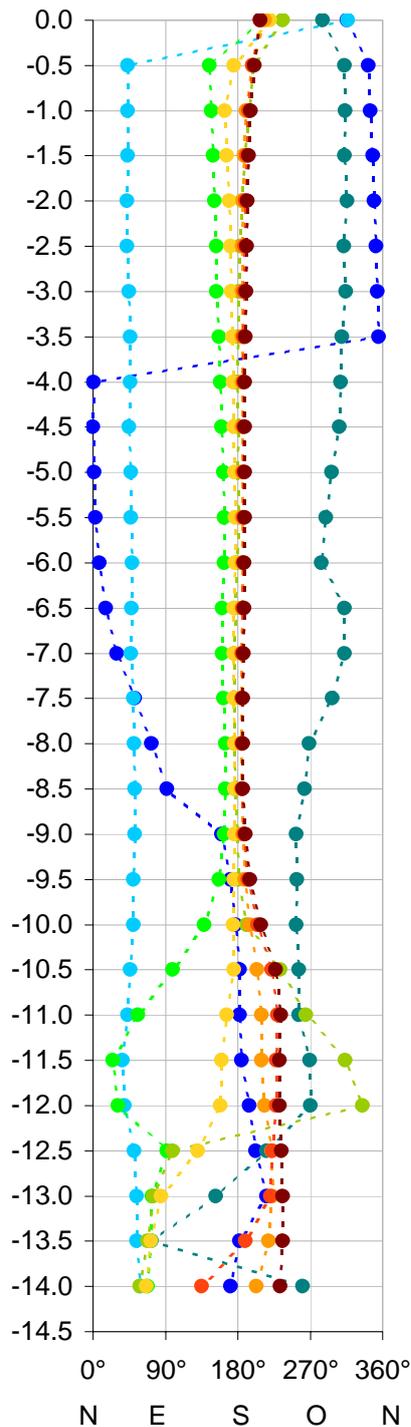
Rapporto di prova n. 175/18

Committente: Confraternita di Misericordia di Pontassieve
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

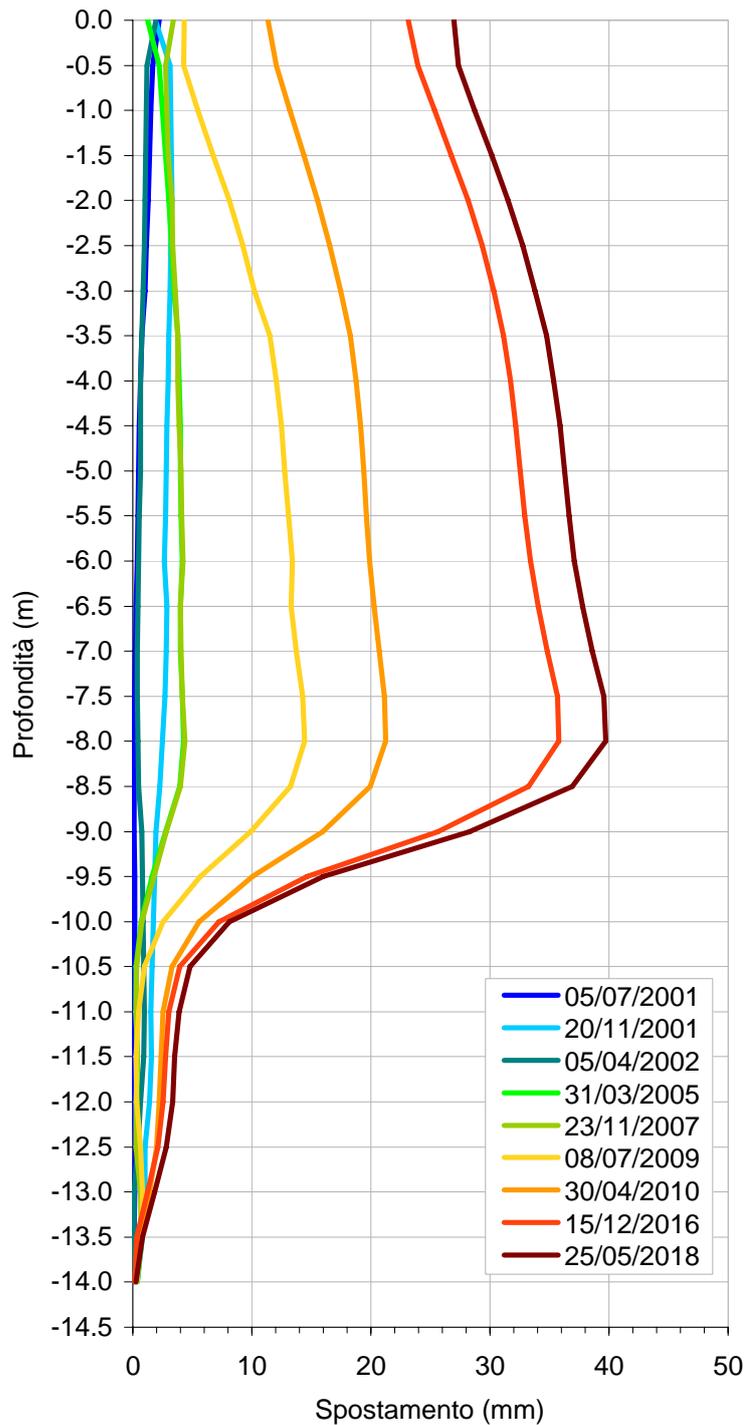
Tubo: I3
Data lettura di zero: 27/04/2001
Correzione azimutale: N 216°E

Coordinate: N 43.781989° E 11.426906°
Quota testa tubo: 185.0 m slm
Tipo Sonda: Segea MK4 - 10000 sen(A)

Azimut Risultante



Spostamento Risultante (sommatoria)



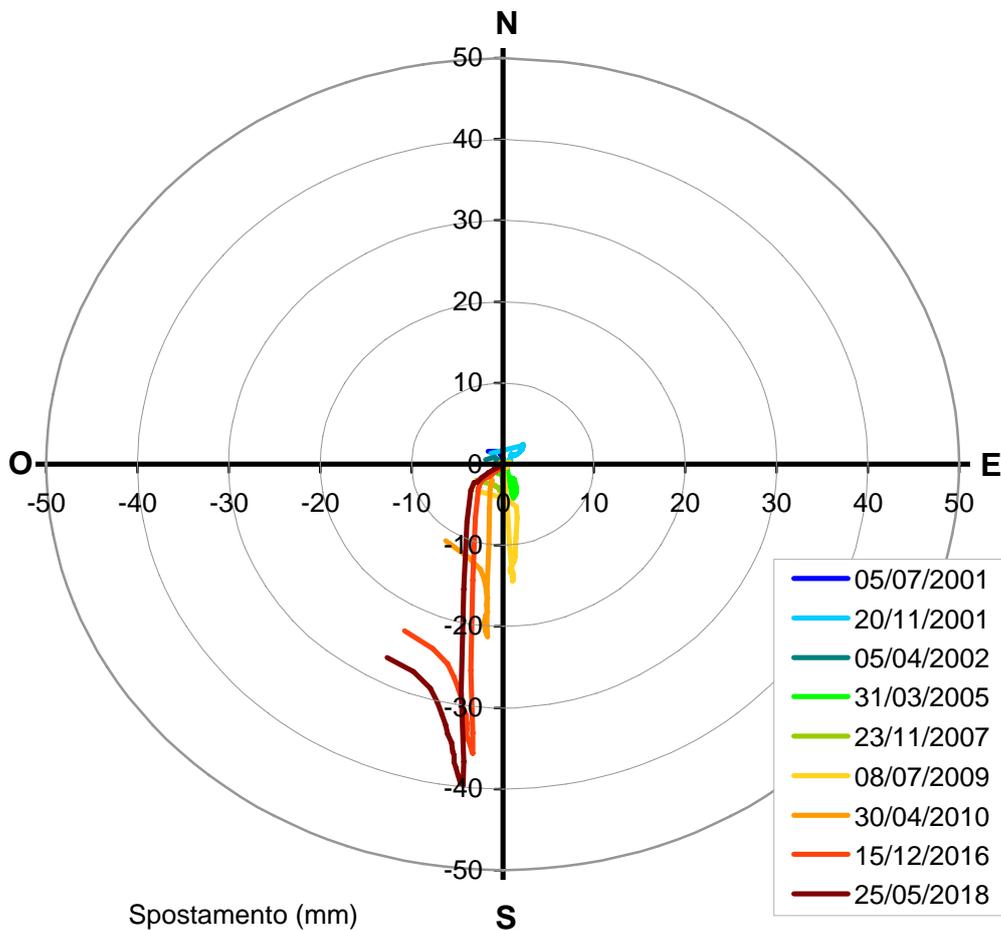


Rapporto di prova n. 175/18

Committente: Confraternita di Misericordia di Pontassieve
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: **I3** Coordinate: N 43.781989° E 11.426906°
Data lettura di zero: 27/04/2001 Quota testa tubo: 185.0 m slm
Correzione azimutale: N 216°E Tipo Sonda: Segea MK4 - 10000 sen(A)

Direzione (proiezione zenitale)



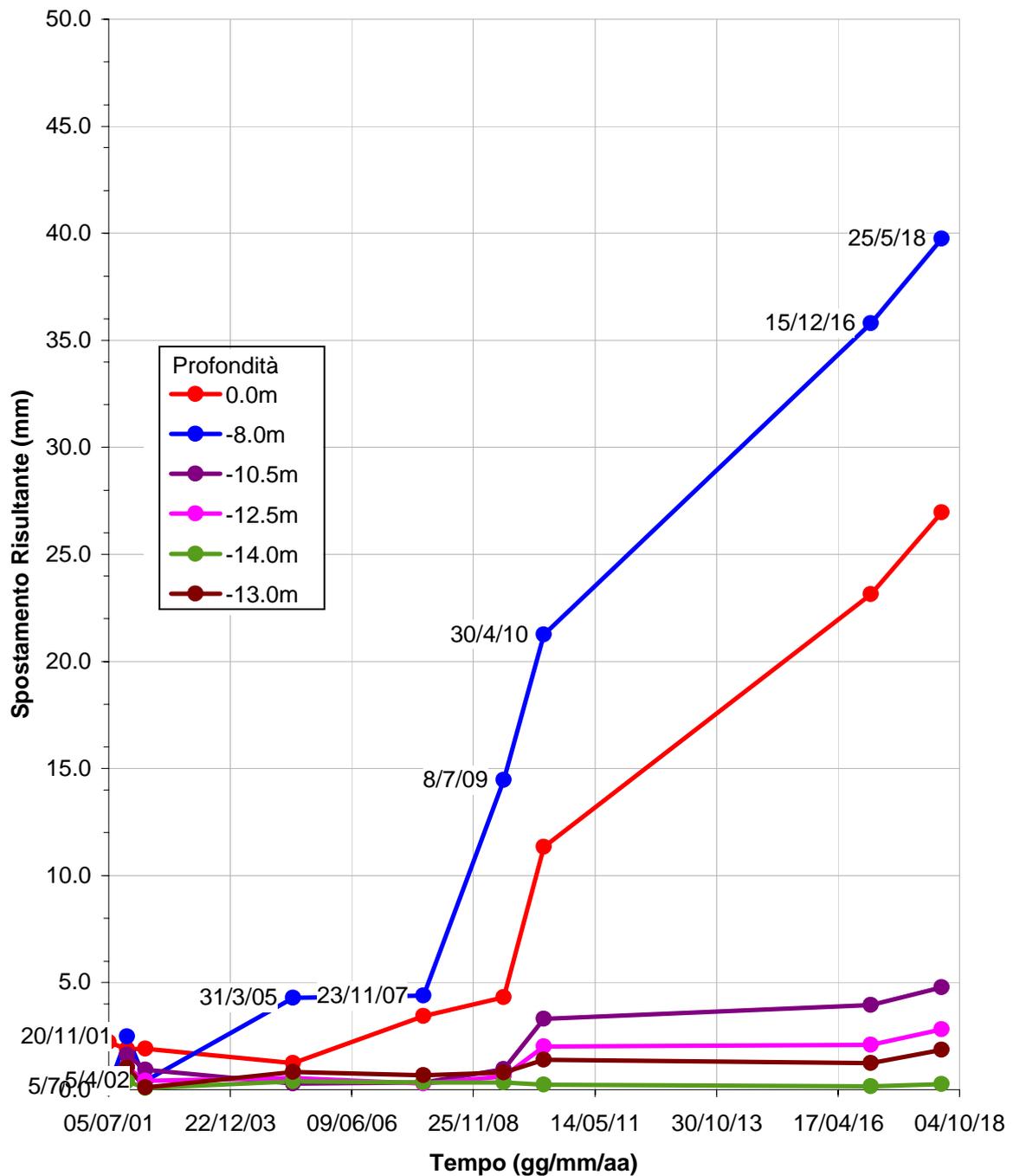


Rapporto di prova n. 175/18

Committente: Confraternita di Misericordia di Pontassieve
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: I3 Coordinate: N 43.781989° E 11.426906°
Data lettura di zero: 27/04/2001 Quota testa tubo: 185 m slm
Correzione azimutale: N 216°E Tipo Sonda: Segea MK4 - 10000 sen(A)

Spostamento Risultante / Tempo



**Rapporto di prova n. 175/18**

Committente: Confraternita di Misericordia di Pontassieve
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: **I5** Coordinate: N 43.781936° E11.426138°
Data lettura di zero: 15/01/2018 Quota testa tubo: 185.0 m slm
Correzione azimutale: N 205°E Tipo Sonda: Segea MK4 - 10000 sen(A)

Dati di campagna - valori di sen(alfa)

Letture n. 2 del 25/05/2018

Misura n°	Prof. da a (m)	LatoA	LatoB	LatoC	LatoD
		sen(alfa)	sen(alfa)	sen(alfa)	sen(alfa)
1	0.0-0.5	0.00390	-0.00410	-0.00690	0.00560
2	0.5-1.0	0.00460	-0.00490	-0.00700	0.00580
3	1.0-1.5	0.00430	-0.00460	-0.00780	0.00640
4	1.5-2.0	0.00590	-0.00630	-0.00270	0.00110
5	2.0-2.5	0.00590	-0.00630	-0.00070	-0.00070
6	2.5-3.0	0.00410	-0.00450	-0.00030	-0.00100
7	3.0-3.5	0.00170	-0.00200	0.00000	-0.00130
8	3.5-4.0	0.00030	-0.00060	0.00050	-0.00190
9	4.0-4.5	-0.00120	0.00090	0.00270	-0.00410
10	4.5-5.0	0.00000	-0.00030	0.00610	-0.00740
11	5.0-5.5	0.00040	-0.00070	0.00650	-0.00760
12	5.5-6.0	0.00050	-0.00080	0.00700	-0.00800
13	6.0-6.5	0.00040	-0.00070	0.00750	-0.00840
14	6.5-7.0	-0.00040	0.00010	0.00790	-0.00890
15	7.0-7.5	-0.00390	0.00350	0.00600	-0.00720
16	7.5-8.0	-0.00670	0.00630	0.00390	-0.00540
17	8.0-8.5	-0.00660	0.00640	0.00420	-0.00560
18	8.5-9.0	-0.00660	0.00630	0.00380	-0.00540
19	9.0-9.5	-0.00650	0.00620	0.00390	-0.00530
20	9.5-10.0	-0.00630	0.00610	0.00440	-0.00580
21	10.0-10.5	-0.00650	0.00620	0.00560	-0.00670
22	10.5-11.0	-0.00490	0.00450	0.00430	-0.00550
23	11.0-11.5	-0.00310	0.00280	0.00440	-0.00550
24	11.5-12.0	-0.00330	0.00310	0.00540	-0.00620
25	12.0-12.5	-0.00630	0.00600	0.00570	-0.00650
26	12.5-13.0	-0.00790	0.00760	0.00580	-0.00650
27	13.0-13.5	-0.00640	0.00600	0.00440	-0.00520
28	13.5-14.0	-0.00480	0.00450	0.00620	-0.00720
29	14.0-14.5	-0.00440	0.00410	0.00720	-0.00800
30	14.5-15.0	-0.00440	0.00410	0.00780	-0.00870
31	15.0-15.5	-0.00430	0.00410	0.00810	-0.00910
32	15.5-16.0	-0.00400	0.00370	0.00850	-0.00930
33	16.0-16.5	-0.00590	0.00570	0.00790	-0.00870
34	16.5-17.0	-0.00720	0.00690	0.00920	-0.00980
35	17.0-17.5	-0.00570	0.00540	0.00870	-0.00920
36	17.5-18.0	-0.00580	0.00550	0.01020	-0.01100
37	18.0-18.5	-0.00540	0.00510	0.00960	-0.01060
38	18.5-19.0	-0.00630	0.00610	0.00930	-0.01040
39	19.0-19.5	-0.00480	0.00450	0.00920	-0.01000
40	19.5-20.0	-0.00500	0.00480	0.00950	-0.01010
41	20.0-20.5	-0.00500	0.00480	0.00980	-0.01030

**Rapporto di prova n. 175/18**

Committente: Confraternita di Misericordia di Pontassieve
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: **I5** Coordinate: N 43.781936° E11.426138°
Data lettura di zero: 15/01/2018 Quota testa tubo: 185.0 m slm
Correzione azimutale: N 205°E Tipo Sonda: Segea MK4 - 10000 sen(A)

Elaborazione in differenziale - Calcolo vettoriale dal basso

Letture n. 2 del 25/05/2018

Misura n°	Prof. da a (m)	Spostamento Differenziale (per punti - mm)	Azimut Differenziale (da Nord verso Est)	Spostamento Risultante (sommatoria - mm)	Azimut Risultante (da Nord verso Est)
1	0.0-0.5	0.43	357°	1.92	244°
2	0.5-1.0	0.04	340°	2.13	233°
3	1.0-1.5	0.22	170°	2.14	232°
4	1.5-2.0	0.13	242°	2.05	238°
5	2.0-2.5	0.35	235°	1.92	237°
6	2.5-3.0	0.40	223°	1.57	238°
7	3.0-3.5	0.32	228°	1.20	242°
8	3.5-4.0	0.15	215°	0.88	248°
9	4.0-4.5	0.10	11°	0.76	254°
10	4.5-5.0	0.09	351°	0.81	248°
11	5.0-5.5	0.03	25°	0.84	242°
12	5.5-6.0	0.00	89°	0.86	241°
13	6.0-6.5	0.09	239°	0.86	241°
14	6.5-7.0	0.20	235°	0.77	241°
15	7.0-7.5	0.07	160°	0.57	243°
16	7.5-8.0	0.03	115°	0.57	250°
17	8.0-8.5	0.08	115°	0.58	252°
18	8.5-9.0	0.06	142°	0.64	256°
19	9.0-9.5	0.08	205°	0.67	261°
20	9.5-10.0	0.11	232°	0.63	266°
21	10.0-10.5	0.15	35°	0.54	273°
22	10.5-11.0	0.10	115°	0.63	261°
23	11.0-11.5	0.09	149°	0.72	266°
24	11.5-12.0	0.13	242°	0.76	272°
25	12.0-12.5	0.10	295°	0.66	277°
26	12.5-13.0	0.10	309°	0.56	274°
27	13.0-13.5	0.06	142°	0.48	267°
28	13.5-14.0	0.03	205°	0.51	272°
29	14.0-14.5	0.06	322°	0.51	275°
30	14.5-15.0	0.14	317°	0.47	270°
31	15.0-15.5	0.18	311°	0.39	255°
32	15.5-16.0	0.23	289°	0.32	228°
33	16.0-16.5	0.08	223°	0.29	185°
34	16.5-17.0	0.16	223°	0.24	173°
35	17.0-17.5	0.16	223°	0.18	131°
36	17.5-18.0	0.10	191°	0.25	91°
37	18.0-18.5	0.08	205°	0.28	70°
38	18.5-19.0	0.09	171°	0.34	61°
39	19.0-19.5	0.07	70°	0.38	48°
40	19.5-20.0	0.19	75°	0.32	43°
41	20.0-20.5	0.16	64°	0.18	9°

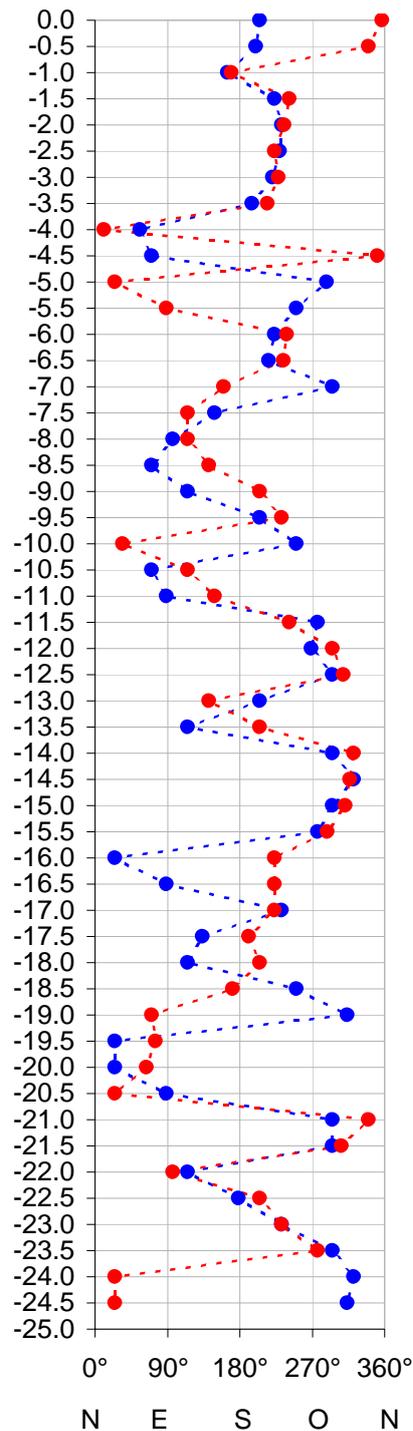


Rapporto di prova n. 175/18

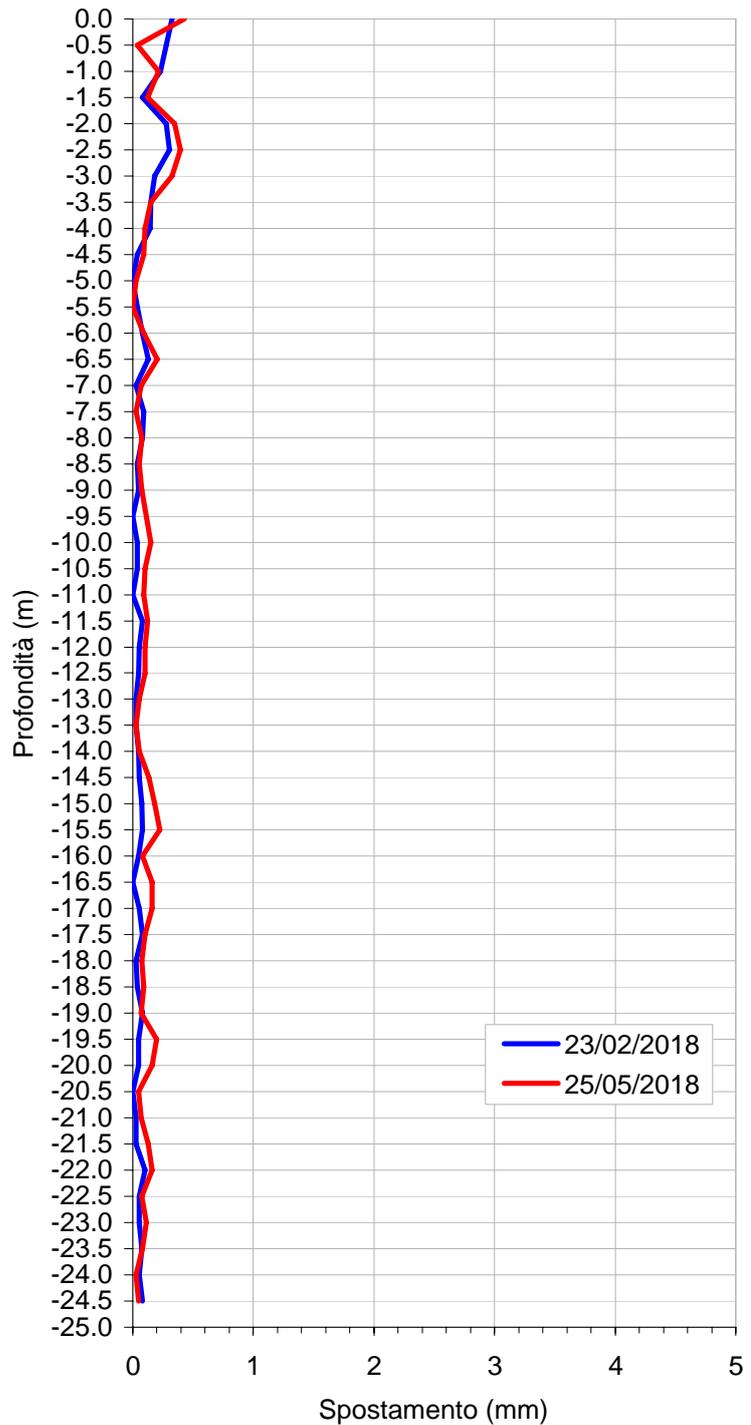
Committente: Confraternita di Misericordia di Pontassieve
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: **I5** Coordinate: N 43.781936° E11.426138°
Data lettura di zero: 15/01/2018 Quota testa tubo: 185.0 m slm
Correzione azimutale: N 205°E Tipo Sonda: Segea MK4 - 10000 sen(A)

Azimut Differenziale



Spostamento Differenziale (per punti)



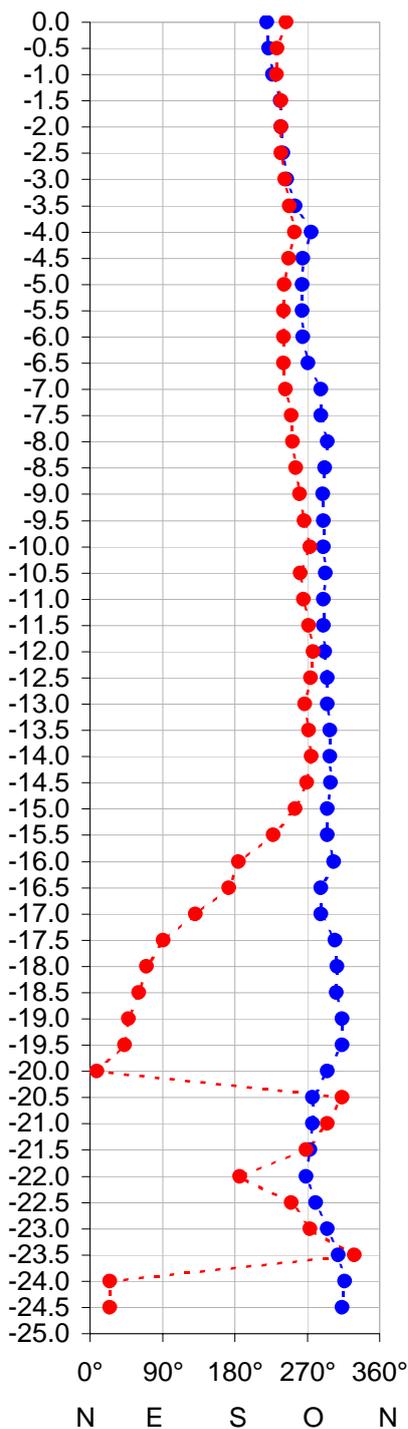


Rapporto di prova n. 175/18

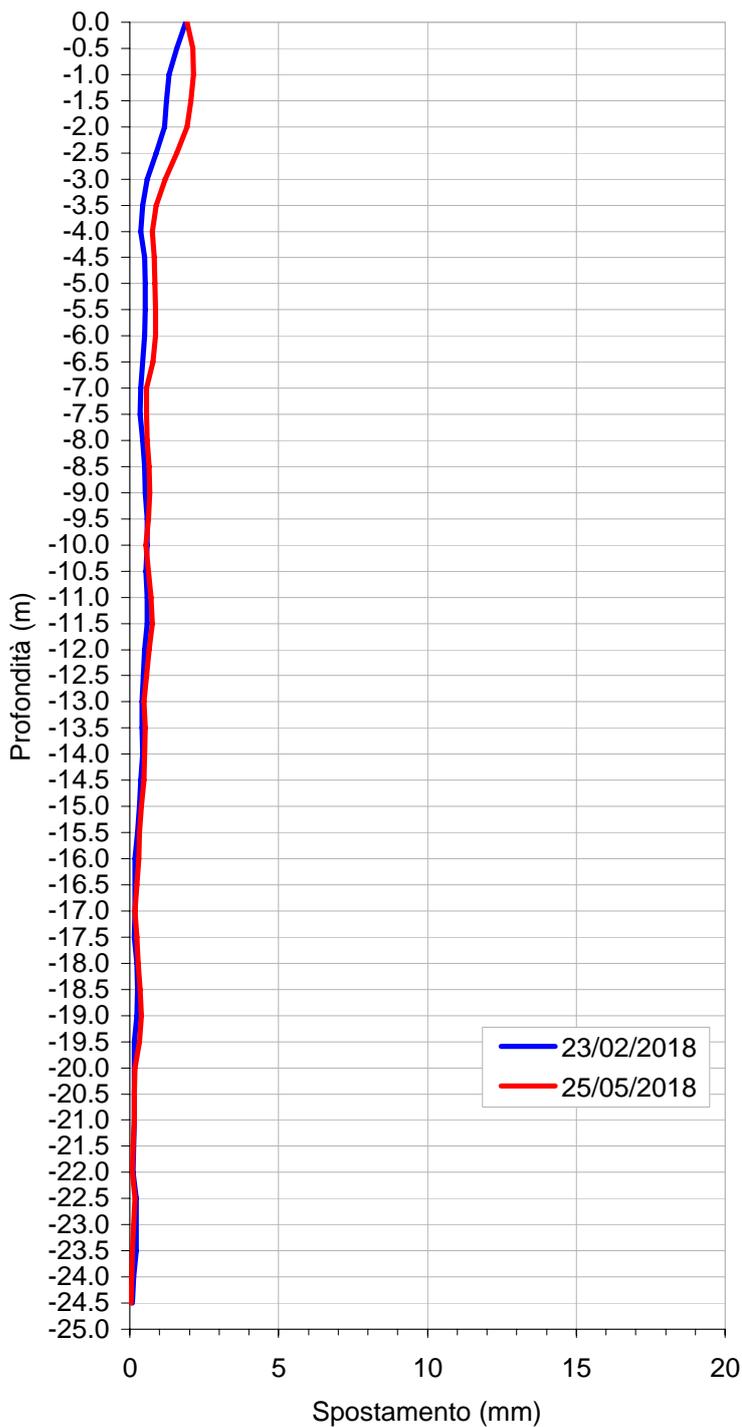
Committente: Confraternita di Misericordia di Pontassieve
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: **I5** Coordinate: N 43.781936° E11.426138°
Data lettura di zero: 15/01/2018 Quota testa tubo: 185.0 m slm
Correzione azimutale: N 205°E Tipo Sonda: Segea MK4 - 10000 sen(A)

Azimut Risultante



Spostamento Risultante (sommatoria)





IGETECMA s.n.c. Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Laboratorio autorizzato con D.M. n.54143 del 07/11/2005 e succ. rinnovi ai sensi della Circolare 08/09/10 n.7618/STC

Laboratorio autorizzato con D.M. n.162 del 19/04/2011 e succ. rinnovi ai sensi dell'art. 20 della L. n.1086/71

Rapporto di prova n. 175/18

Committente: Confraternita di Misericordia di Pontassieve
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: **I5** Coordinate: N 43.781936° E11.426138°
Data lettura di zero: 15/01/2018 Quota testa tubo: 185.0 m slm
Correzione azimutale: N 205°E Tipo Sonda: Segea MK4 - 10000 sen(A)

Direzione (proiezione zenitale)

