

**“INDAGINI GEOGNOSTICHE, MONITORAGGIO INCLINOMETRICO E
MONITORAGGIO STRUTTURALE DEL QUADRO FESSURATIVO SU
ELEMENTI MURARI DEL CIMITERO DI AVIGLIANO (PZ)”**



Società Operaia di Mutuo Soccorso - Avigliano

maggio 2018

Geol. Andrea Pace



SOMMARIO

1.	Premessa.....	Pag. 2
2.	Monitoraggio inclinometrico.....	Pag. 3
	All. 1 – Tabelle	Pag. 6
	All. 2 – Grafici	Pag. 9
	All. 3 – Ubicazione e foto sondaggio S1	Pag. 13
3.	Monitoraggio strutturale.....	Pag. 12
4.	Considerazioni tecniche conclusive	Pag. 22
	All. 4 – Stratigrafia sondaggio S1	Pag. 24
	All. 5 – Analisi geotecniche di laboratorio	Pag. 26
	All. 6 – Allegato fotografico	Pag. 68

1. PREMESSA

La Società Operaia di Mutuo Soccorso, ha incaricato lo scrivente di eseguire un'indagine geognostica e un monitoraggio geotecnico e strutturale nel sottore orientale del Cimitero comunale di Avigliano, allo scopo di accertare cause del dissesto delle opere murarie. In particolare, il lavoro è consistito nell'esecuzione di un sondaggio geognostico a carotaggio continuo della profondità di 27 m dal p.c., attrezzato con tubo inclinometrico.

Nel corso della perforazione si è proceduti al prelievo di n. 2 campioni indisturbati di terreno sottoposti successivamente ad analisi geotecniche di laboratorio e all'esecuzione di n. 2 SPT in foro.

La stratigrafia dei terreni e i certificati delle prove geotecniche di laboratorio sono allegati al presente elaborato.

Sulla colonna inclinometrica (S1) installata, lo scrivente ha eseguito n. 4 misure, allo scopo di accertare l'eventuale instabilità del pendio di interesse. Inoltre, al fine di verificare una eventuale evoluzione del quadro fessurativo presente su alcuni elementi portanti della struttura muraria, è stato installato un sistema di monitoraggio costituito da sensori e da una centralina di acquisizione automatica.

2. MONITORAGGIO INCLINOMETRICO

Le misure sono state eseguite con sonda inclinometrica SISGEO (mod. OS242SV3000) sensore servo $\pm 30^\circ$.

Le letture di campagna sono elaborate e archiviate attraverso il programma INCLI2 (versione 3 - serie n°022/01).

In allegato sono riportati tutti i dati riguardanti le misure con i relativi grafici, effettuate lungo il tubo inclinometrico.

Di seguito, dopo una prima parte descrittiva riguardante il funzionamento dei tubi inclinometrici e della sonda per l'esecuzione delle misure, si effettua un'analisi dei dati ottenuti.

2.1 Descrizione del sistema inclinometrico

Le colonne inclinometriche sono formate da una serie di spezzoni di tubo giuntati da appositi manicotti, e vengono installate più frequentemente nel terreno, nell'ambito delle indagini su movimenti franosi.

I tubi, che possono essere di materiale e diametro diversi, presentano quattro scanalature longitudinali lungo altrettante direttrici disposte in sezione a 90° tra loro (Fig.1).

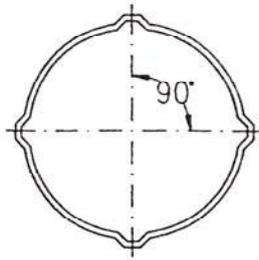


FIG. 1 – SEZIONE DI UN TUBO INCLINOMETRICO

Ciò che va misurato, ai fini di successive elaborazioni, sono le inclinazioni della tubazione a diverse quote rispetto alla verticale.

La sonda inclinometrica biassiale è essenzialmente costituita da un corpo cilindrico in acciaio inossidabile contenente i sensori inclinometrici e dotata di carrelli per permettere la discesa nel tubo mantenendo un orientamento costante.

I carrelli sono costituiti da due coppie di rotelle opposte e basculanti che vanno inserite nelle scanalature dei tubi. Gli assi delle rotelle sono distanti 50 cm.

I sensori rilevano le componenti dell'inclinazione delle colonna rispettivamente nel piano delle rotelle e nel piano a questo perpendicolare (Fig. 2).

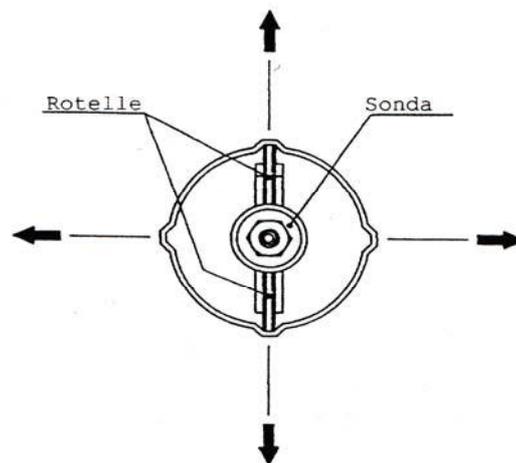


Fig. 2 – Piani di rilevamento delle inclinazioni di una tubazione inclinometrica

La lettura, per ogni tubazione, viene eseguita in risalita per ogni metro e vengono registrati i segnali della centralina di misura, collegata alla sonda inclinometrica.

Successivamente, tramite l'elaborazione si risale alla risultante dello spostamento relativo a tutta la colonna ed alla direzione della stessa.

2.2 Commento alle letture eseguite

Nelle schede allegate vengono riportati, per ogni tubo inclinometrico, i seguenti dati:

- *tabella con le letture di campagna;*
- *grafico spostamenti totali – profondità [ELABORAZIONE DIFFERENZIALE INTEGRALE];*
- *grafico¹ azimut integrale - profondità;*
- *diagramma polare della deviazione.*

Nel periodo di osservazione considerato non si sono registrati spostamenti tipici di movimenti franosi.

¹ Per convenzione l'angolo 0 (o 360) si riferisce all'Est e aumenta verso destra (90° = Nord Magnetico; 180° = Ovest; 270° = Sud).

All.1

TABELLE

Località: **Cimitero di Avigliano (PZ)**
 N.ro Misura: **000**

Tubo inclin.: **S1**
 Data Misura: **19/11/2016**

**** Letture di campagna ****

Metri	A1	A3	B1	B3	Metri	A1	A3	B1	B3
1,00	22	-30	-166		15,00	-33	27	-95	
177					107				
2,00	-1	-6	-211		16,00	-5	-2	4	
224					9				
3,00	0	-10	-196		17,00	-21	13	28	-
211					13				
4,00	117	-126	-112		18,00	-31	24	-27	
119					39				
5,00	114	-129	-131		19,00	-68	60	-82	
143					96				
6,00	127	-137	-146		20,00	-78	70	-89	
155					102				
7,00	85	-94	-235		21,00	-122	113	-115	
247					127				
8,00	43	-51	-243	254	22,00	-253	244	-133	
9,00	8	-16	-204	215	148				
10,00	109	-117	-160	172	23,00	-289	280	-97	
11,00	99	-107	-128	139	112				
12,00	74	-82	-120	130	24,00	-305	297	-109	
13,00	9	-17	-63	74	124				
14,00	-14	6	-62		25,00	-368	360	-186	
75					199				
					203				
					26,00	-352	344	-190	
					216				
					27,00	-389	382	-205	

Località: **Cimitero di Avigliano (PZ)**
 N.ro Misura: **001**

Tubo inclin.: **S1**
 Data Misura: **16/01/2017**

**** Letture di campagna ****

Metri	A1	A3	B1	B3	Metri	A1	A3	B1	B3
1,00	16	-27	-163	177	15,00	-35	26	-93	
2,00	-3	-7	-207	223	109				
3,00	-2	-10	-195	211	16,00	-7	-3	5	8
4,00	116	-126	-109	120	17,00	-23	11	29	-16
5,00	113	-130	-129	145	18,00	-34	23	-26	39
6,00	126	-137	-144	157	19,00	-71	60	-82	96
7,00	85	-95	-233	248	20,00	-80	69	-89	104
8,00	42	-52	-239	256	21,00	-124	111	-114	129
9,00	7	-16	-199	215	22,00	-255	243	-132	148
10,00	109	-119	-157	174	23,00	-291	279	-95	112
11,00	98	-109	-126	141	24,00	-307	297	-108	125
12,00	72	-83	-117	132	25,00	-369	359	-185	198
13,00	7	-17	-59	74	26,00	-353	342	-189	203
14,00	-16	6	-59		27,00	-391	381	-203	
75					218				

Località: **Cimitero di Avigliano (PZ)**
 N.ro Misura: **002**

Tubo inclin.: **S1**
 Data Misura: **16/06/2017**

**** Letture di campagna ****

Metri	A1	A3	B1	B3	Metri	A1	A3	B1	B3
1,00	6	-15	-229	256	15,00	-17	18	-88	117
2,00	6	-15	-190	219	16,00	-3	-4	12	15
3,00	3	-14	-188	217	17,00	-19	9	37	-10
4,00	120	-128	-100	125	18,00	-30	22	-19	44
5,00	116	-131	-120	151	19,00	-68	60	-74	101
6,00	128	-138	-134	162	20,00	-76	68	-82	107
7,00	84	-94	-224	251	21,00	-119	110	-108	134
8,00	43	-52	-233	259	22,00	-251	244	-125	154
9,00	4	-13	-189	218	23,00	-287	279	-90	118
10,00	112	-121	-151	179	24,00	-303	296	-103	130
11,00	99	-108	-117	148	25,00	-365	358	-178	205
12,00	73	-81	-110	138	26,00	-348	342	-183	211
13,00	8	-18	-49	77	27,00	-387	380	-197	225
14,00	-12	3	-50	79					

Località: **Cimitero di Avigliano (PZ)**
 N.ro Misura: **003**

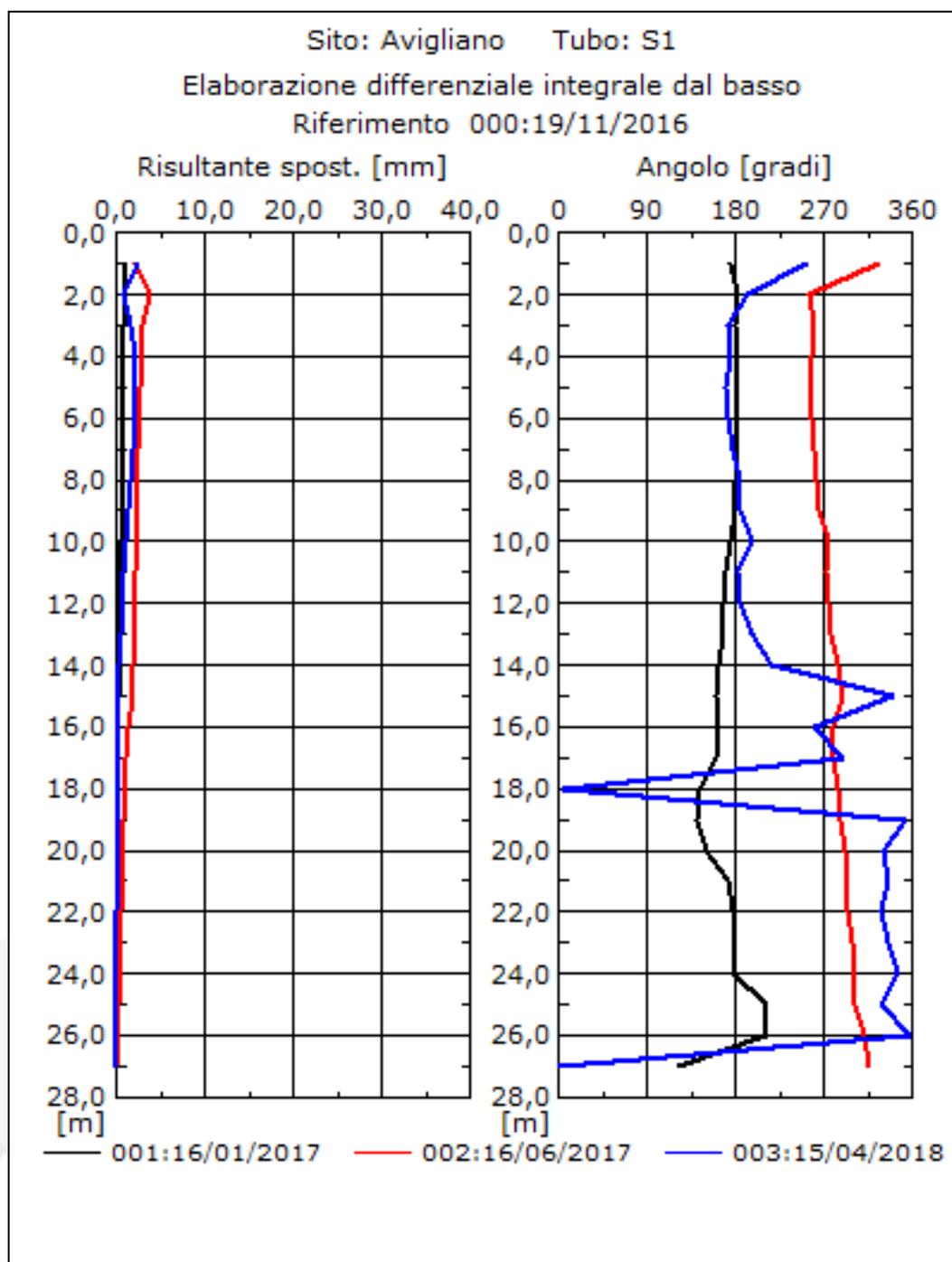
Tubo inclin.: **S1**
 Data Misura: **15/04/2018**

**** Letture di campagna ****

Metri	A1	A3	B1	B3	Metri	A1	A3	B1	B3
1,00	60	-69	-137		15,00	-34	27	-92	
156					119				
2,00	12	-21	-217		16,00	-4	-2	11	12
239					17,00	-20	12	36	-12
3,00	7	-17	-204		18,00	-32	24	-23	44
227					19,00	-70	61	-78	
4,00	121	-129	-106		101				
125					20,00	-78	69	-85	
5,00	113	-126	-123		106				
147					21,00	-120	111	-112	
6,00	122	-130	-137		133				
159					22,00	-253	245	-129	
7,00	78	-86	-227		151				
249					23,00	-288	281	-93	
8,00	41	-49	-233		115				
257					24,00	-305	298	-105	
9,00	2	-9	-192		129				
216					25,00	-367	359	-181	
10,00	113	-120	-152		203				
175					26,00	-351	343	-186	
11,00	98	-105	-120		210				
144					27,00	-390	381	-199	
134					222				
12,00	71	-77	-111						
73									
13,00	6	-13	-51						
73									
14,00	-15	9	-49						
73									

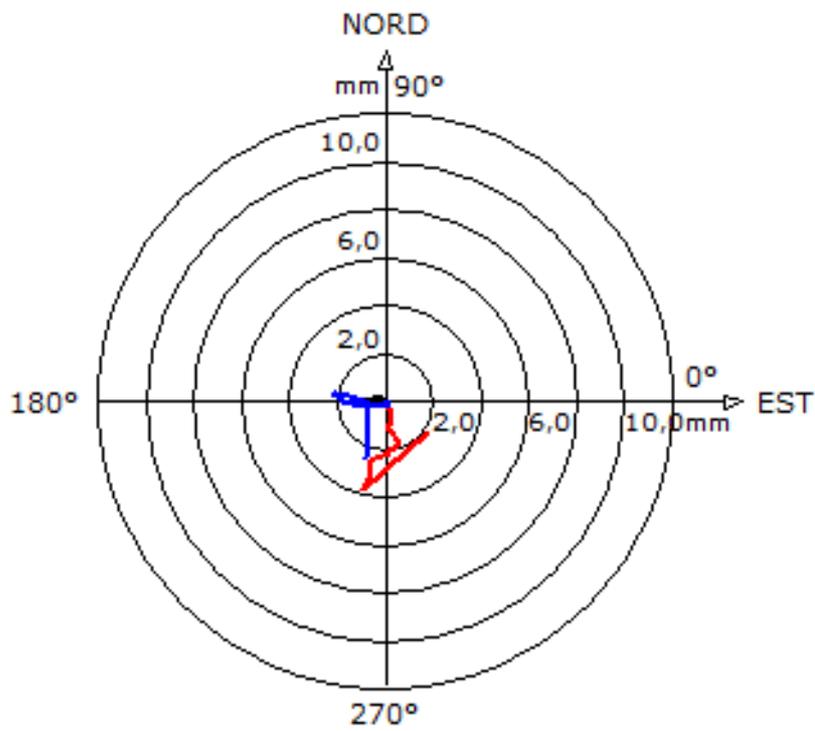
AII.2

GRAFICI



Sito: Avigliano Tubo: S1
Elaborazione differenziale integrale dal basso
Riferimento 000:19/11/2016

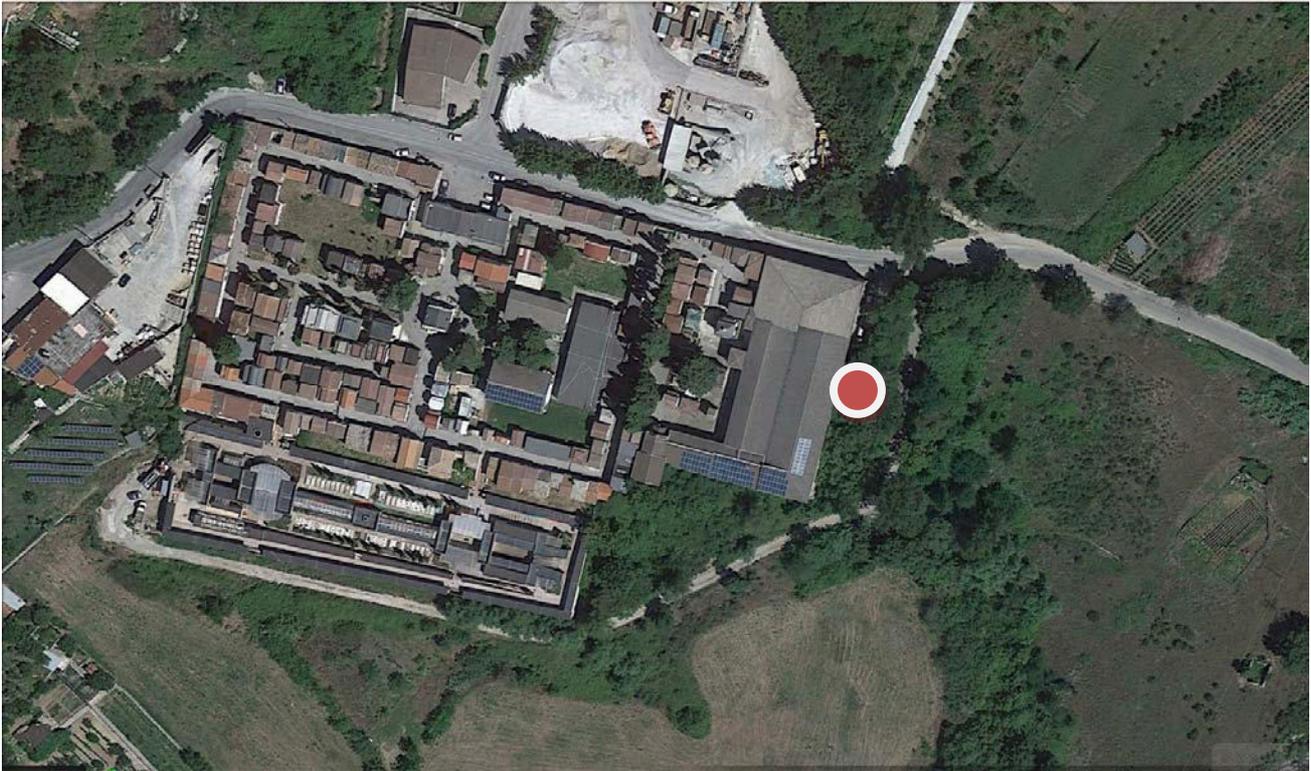
Diagramma polare della deviazione



— 001:16/01/2017 — 002:16/06/2017 — 003:15/04/2018

AII.3

*UBICAZIONE E FOTO TUBO
INCLINOMETRICO S1*



Colonna inclinometrica S1



Misura inclinometrica

3. MONITORAGGIO STRUTTURALE

Allo scopo di verificare la presenza di una eventuale evoluzione del quadro fessurativo riscontrato su alcuni elementi portanti della struttura è stato installato un impianto fisso interrogabile da remoto che effettua la registrazione in continuo e 2 salvataggi giornalieri dei dati di monitoraggio rilevati su alcuni elementi portanti del settore Est del Cimitero di Avigliano.

3.1 Descrizione del metodo di controllo

Il controllo viene eseguito tramite l'acquisizione dei dati trasmessi alla centralina da 6 trasduttori potenziometrici lineari ad essa collegati. I trasduttori potenziometrici lineari sono realizzati con corpo in alluminio fresato dal pieno con diametro di 9,5 mm e albero in acciaio, corsa da 0 a 50 mm, precisione 1/100 mm. Stabilità alle temperature $-20/+60^{\circ}$.

La centralina di acquisizione delle letture da trasduttori possiede 8 canali di ingresso, un convertitore di risoluzione a 24 bit, memoria interna allo stato solido, gsm per trasferimento dati in remoto, soglie di allarme settabili e pacco di batterie ricaricabili di 2500 mA.

Nel seguito si riportano i dati dell'elaborazione risultanti da un intero anno di osservazione.

3.2 Risultati del periodo di osservazione marzo 2017- aprile 2018.

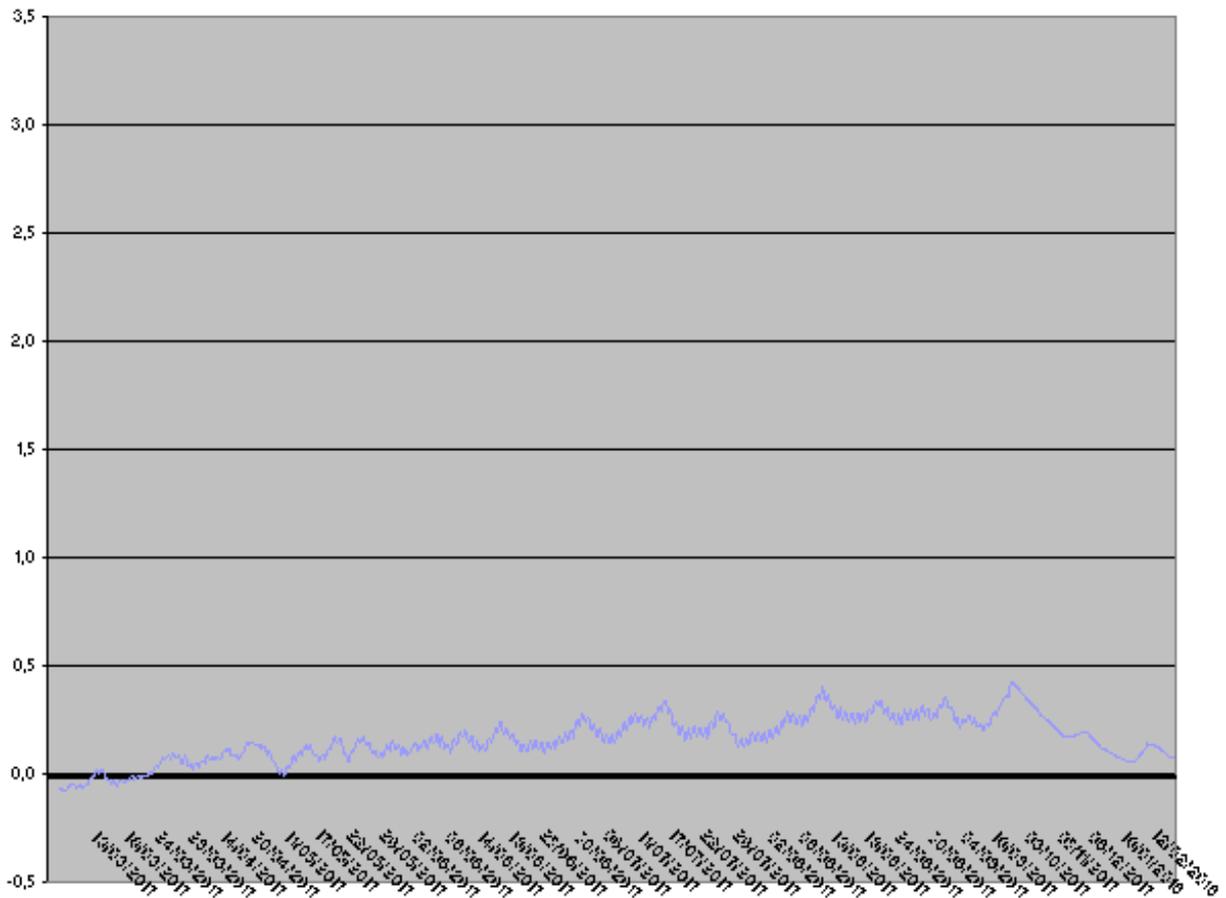


Grafico 1: Ampiezza in mm del fessurimetro lineare 1 in funzione del tempo.



Foto 1: Sensore 1

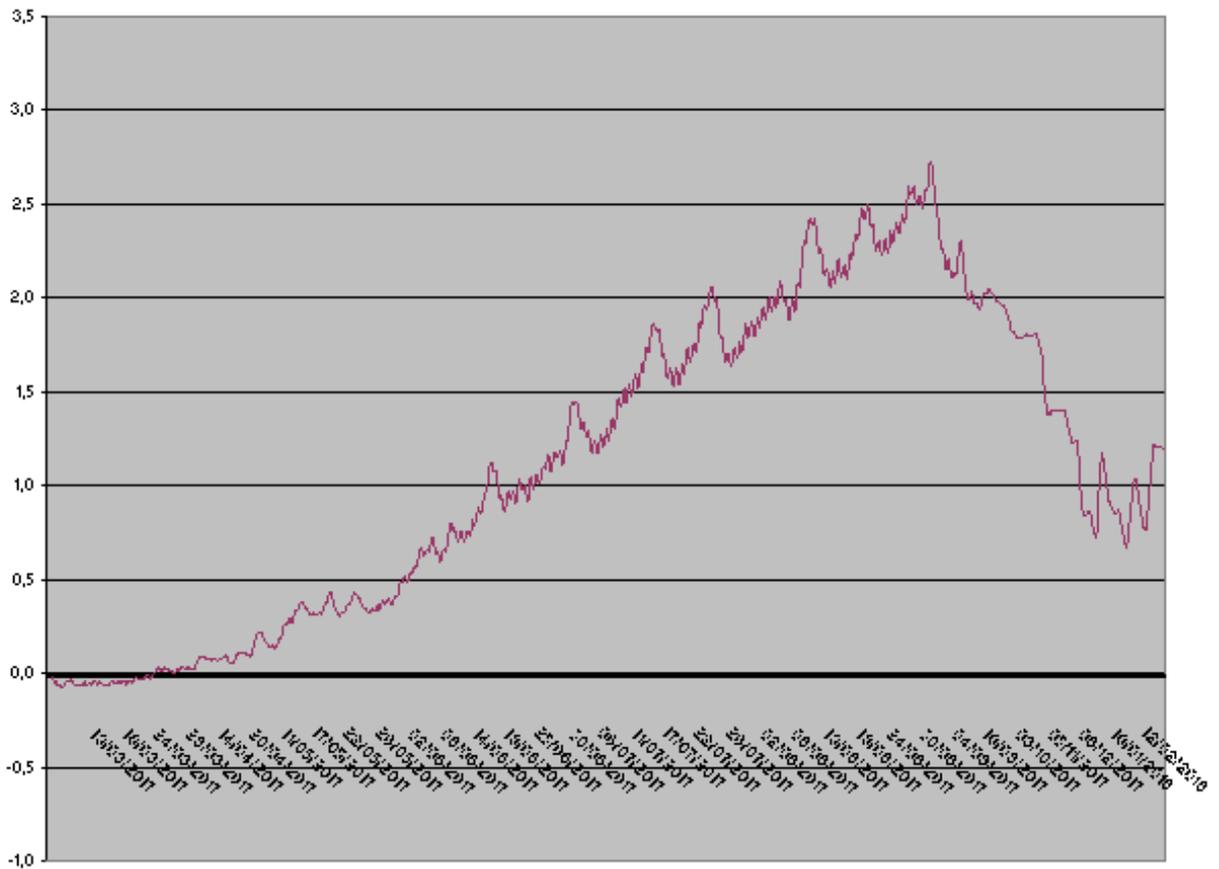


Grafico 2: Ampiezza in mm del fessurimetro lineare 2 in funzione del tempo



Foto 2: Sensore 2

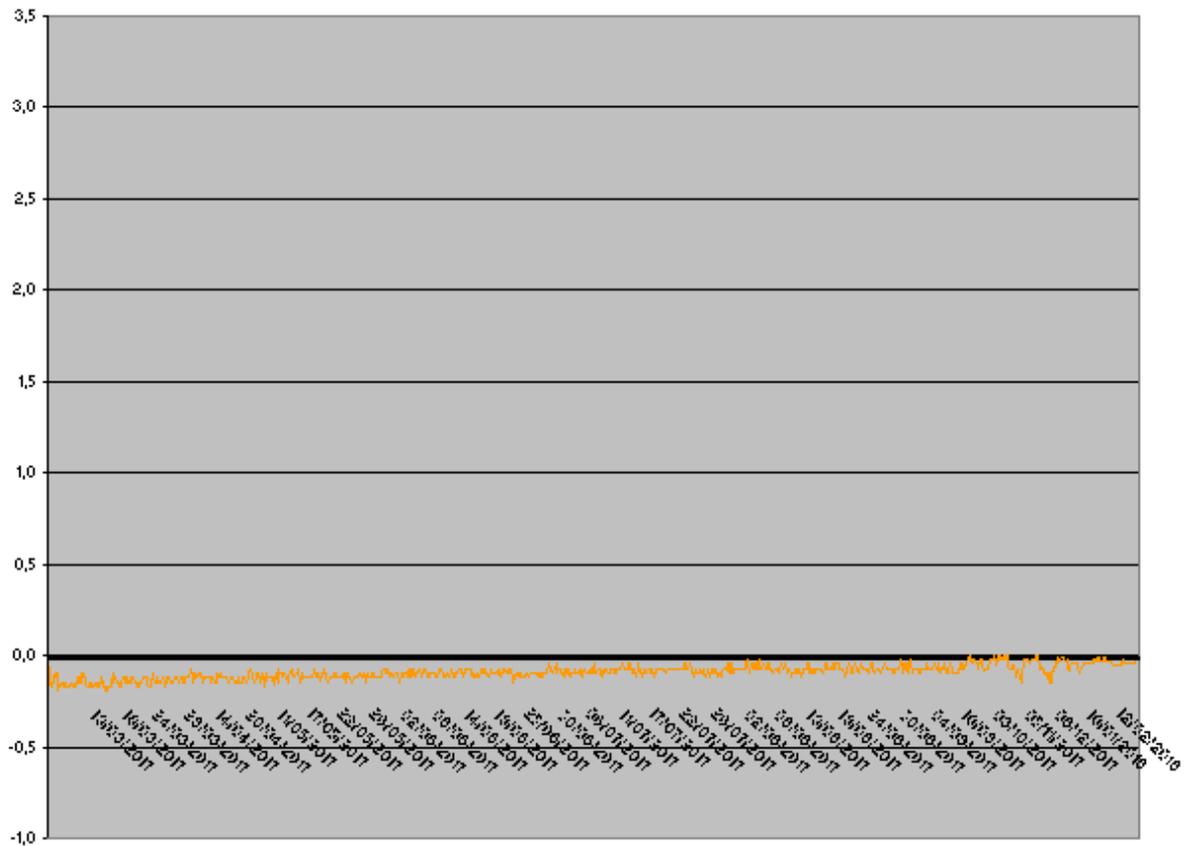


Grafico 3: Ampiezza in mm del fessurimetro lineare 3 in funzione del tempo



Foto 3: Sensore 3

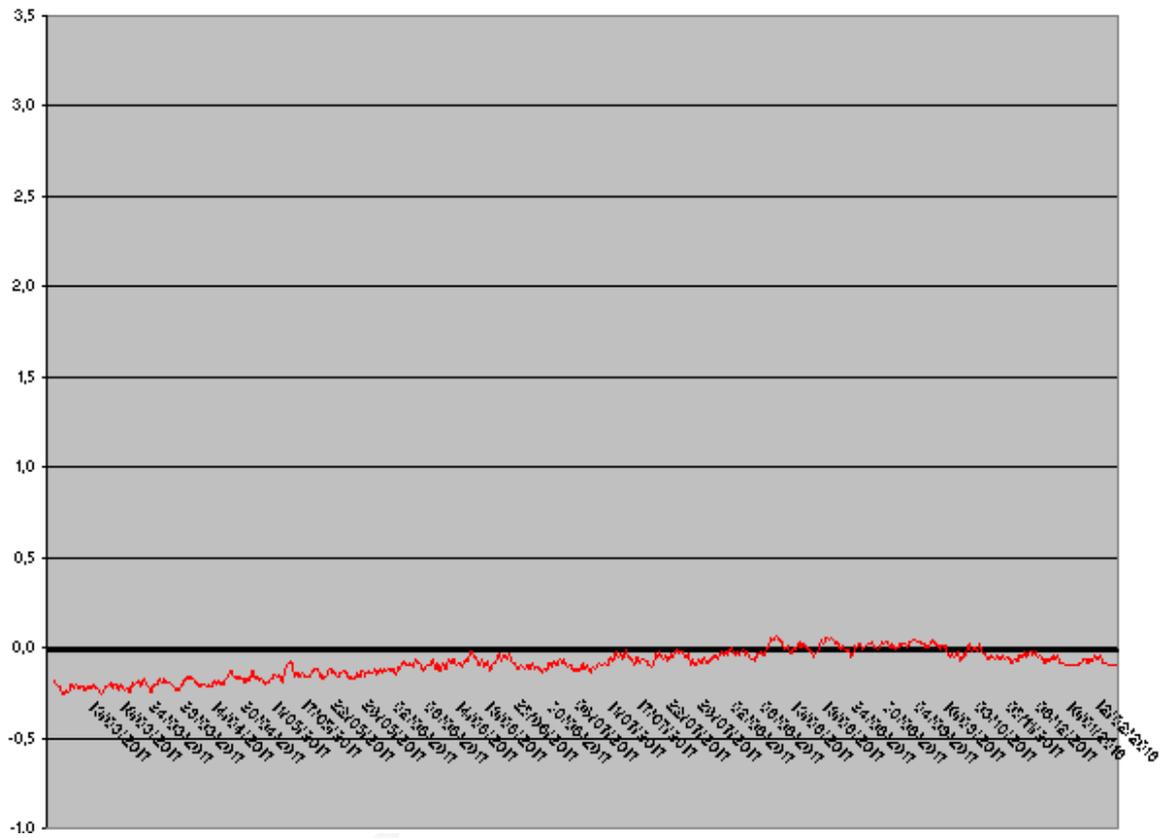


Grafico 4: Ampiezza in mm del fessurimetro lineare 4 in funzione del tempo.



Foto 4: Sensore 4

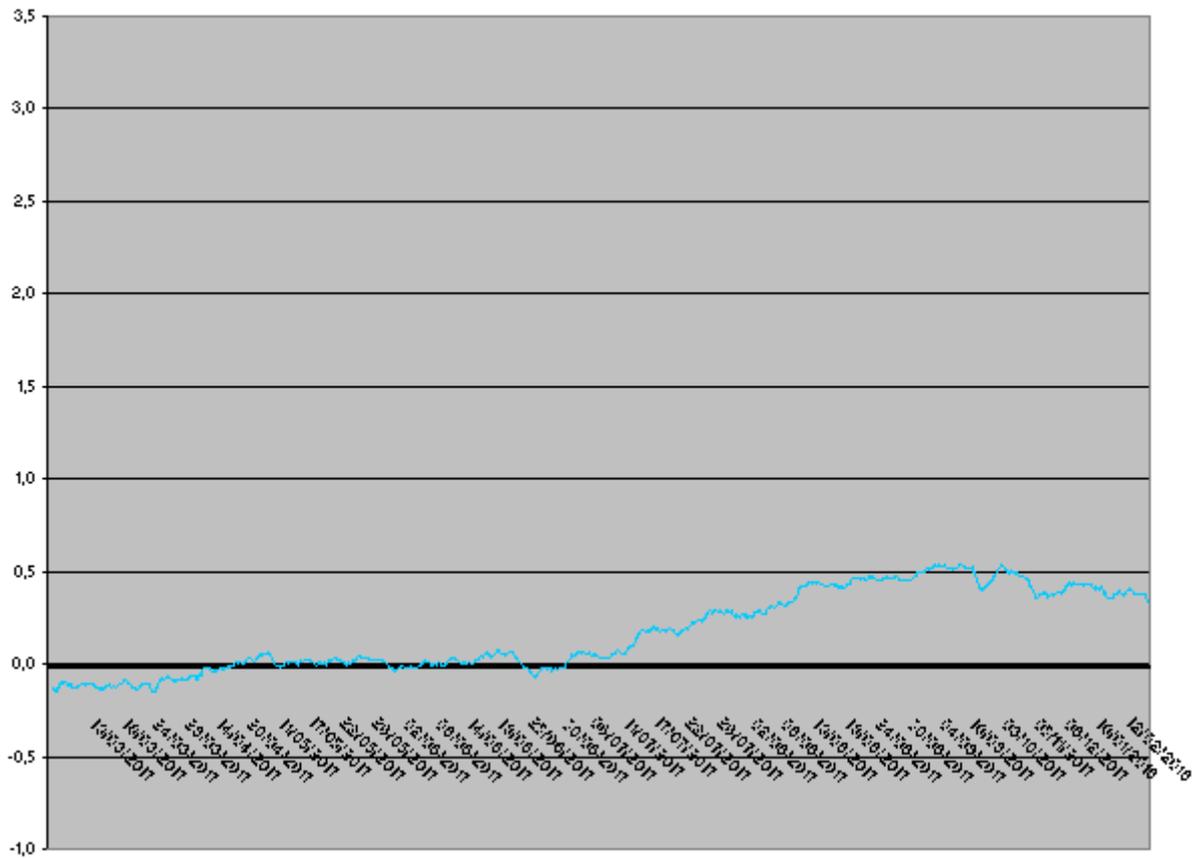


Grafico 5: Ampiezza in mm del fessurimetro lineare 5 in funzione del tempo



Foto 5: Sensore 5

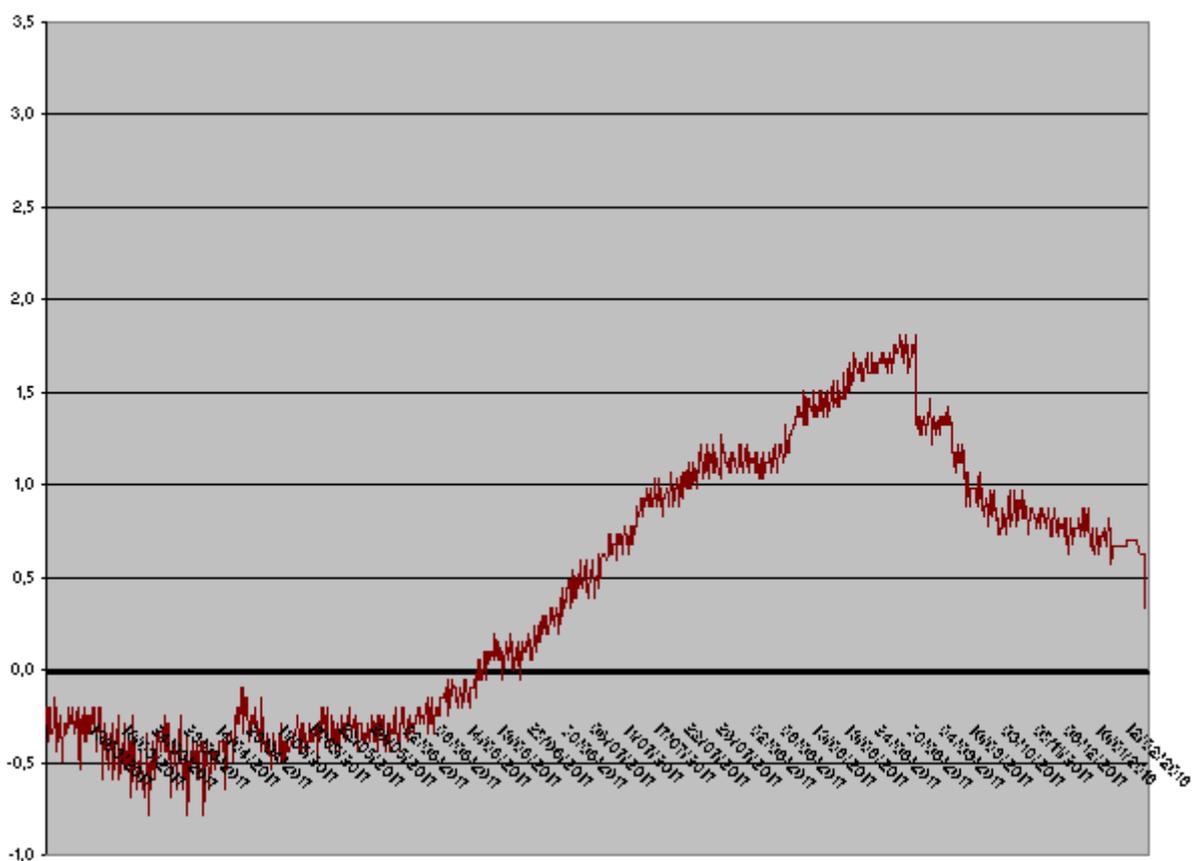


Grafico 6: Ampiezza in mm del fessurimetro lineare 6 in funzione del tempo



Foto 6: Sensore 6

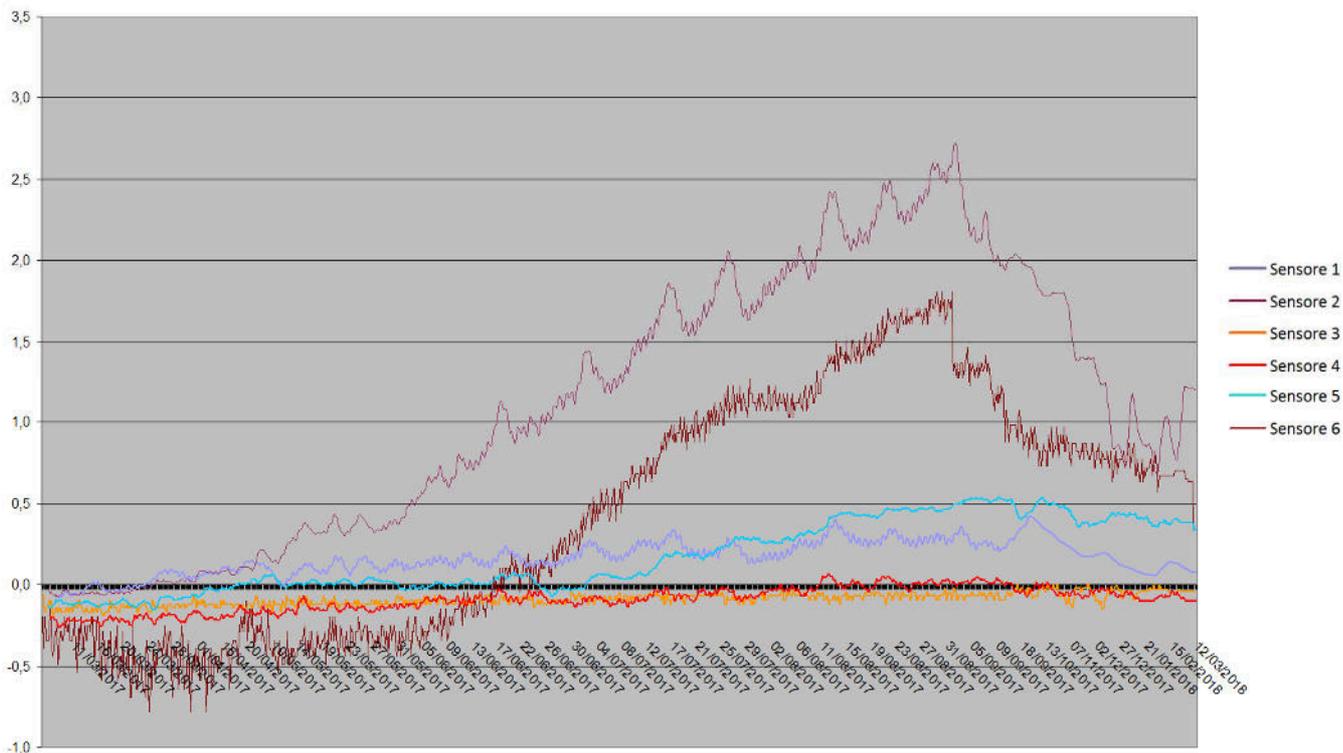


Grafico 7: Ampiezza in mm di tutti i fessurimetri installati

3.3 Conclusioni monitoraggio strutturale

L'elaborazione dei dati registrati durante l'intero anno di osservazione (marzo 2017 – aprile 2018) evidenzia un andamento significativo della variazione dell'ampiezza delle fessure. Per i sensori 2 e 6 lo stesso è pari a circa 2.5 mm. Inoltre la morfologia della curva che descrive tali variazioni mostra un andamento marcatamente ciclico di tipo residuale.

La tipologia della deformazione sembrerebbe compatibile con un fenomeno relativo alla sola struttura fondale, pertanto di tipo locale e probabilmente non legato ad una condizione generale del suolo. L'entità complessiva dell'escursione però è tale da interferire, a medio-lungo termine, con la conservazione delle caratteristiche statiche del manufatto.

4. CONSIDERAZIONI TECNICHE CONCLUSIVE

Dall'esame della stratigrafia di seguito allegata e da quanto rilevato in un pozzetto saggio eseguito in adiacenza alla fondazione (vedi allegato fotografico), si rileva che la fondazione poggia su di un livello di terreno di riporto argilloso, organico, plastico e scarsamente consistente dello spessore di 2.50 m. Al di sotto e fino alla profondità di 5.70 m, si rinviene uno strato di terreno detritico argillo-limoso mediamente consistente, poggiante sui terreni in posto (vedi stratigrafia allegata).

Il monitoraggio inclinometrico per il periodo *novembre 2016 – aprile 2018*, non ha rilevato movimenti del pendio tipici di fenomeni franosi in atto, anche a cinematica lenta, compatibili con il dissesto della struttura.

Il monitoraggio strutturale ha evidenziato variazione dell'ampiezza delle fessure significativo per il periodo *marzo 2017 – aprile 2018*.

Il monitoraggio inclinometrico eseguito ha, dunque, escluso come causa del dissesto un eventuale fenomeno franoso a cinematica lenta, in quanto le misure inclinometriche non hanno rilevato spostamenti lungo piani di rottura del terreno, effettuate nello stesso periodo in cui il monitoraggio strutturale ha evidenziato, invece, un progredire dell'evoluzione del quadro fessurativo.

Da quanto detto, il dissesto della struttura è da imputarsi esclusivamente ad un fenomeno locale per cedimento del sistema fondale. Tale ipotesi è confermata sia dalla natura detritica del terreno di fondazione, fortemente plastico e compressibile, sia per l'andamento ciclico residuale delle ampiezze delle fessure rilevate, attribuibile alla variazione del grado di saturazione delle argille.

Considerando che l'evoluzione dell'ampiezza complessiva delle fessure risulta non trascurabile, il grado del dissesto nel tempo tenderà ad aumentare in modo tale da interferire con la conservazione delle caratteristiche statiche del manufatto; si rende necessario, quindi, eseguire un adeguato intervento di consolidamento e adeguamento del sistema fondale.

Geol. Andrea PACE



All. 4

Stratigrafia Sondaggio S1



SONDAGGIO S1

COMMITTENTE: Società Operaia di Mutuo Soccorso
 CANTIERE : Cimitero di Avigliano
 PERFORATORE : Rizzoni Srl
 DATA : 06/10/2016

METODO PERF.: carotaggio continuo
 QUOTA: 838 m s.l.m.
 GEOLOGO: Andrea Pace

Profondità (m)	Spessore (m)	Colonna Incl.	Litologia	DESCRIZIONE	Camp (m)	S.P.T. Mt. n
0.00	2.50			<i>Terreno di riporto argilloso di colore brunastro, organico, plastico e scarsamente consistente.</i>		
2.50	3.20			<i>Detrito argillo-limoso di colore marrone, inglobante un fitto scheletro di clasti lapidei centimetrici, mediamente consistente.</i>	2.50	12 3.00 19 13
5.70	1.80			<i>Conglomerato costituito da clasti centimetrici sub-arrotondati e a spigoli vivi di natura prevalentemente calcarea e calcareo-marnosa, debolmente cementato.</i>		
7.50	5.40			<i>Limi argillosi e argille limose di colore grigio-azzurro con livelletti sabbioso-limosi, ben consistenti.</i>	7.60	13 3.00 13 14
12.90	2.60			<i>Conglomerato poligenico costituito da clasti centimetrici sub-arrotondati e a spigoli vivi intercalato a livelli di sabbie grossolane; mediamente cementato.</i>		
15.50	0.50			<i>Limi argillosi e argille limose di colore grigio-azzurro con livelletti sabbioso-limosi, ben consistenti.</i>		
16.00	7.80			<i>Conglomerato poligenico costituito da clasti centimetrici sub-arrotondati e a spigoli vivi. Tra 17.30 - 18.00 m e 18.50 - 20.00 m i clasti si rinvengono in abbondante matrice argillo-limoso.</i>		
23.80	3.20			<i>Limi argillosi e argille limose di colore grigio-azzurro con livelletti sabbioso-limosi, ben consistenti.</i>		
27.00						

Cassette catalogatrici n. 5 - Rivestimento provvisorio in acciaio 24.00 m.

All. 5

Analisi geotecniche di laboratorio

QUADRO RIASSUNTIVO PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Committente: **Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 – FILIANO (PZ)**

Cantiere: **Cimitero Avigliano**

Verbale n.: **263** del **07 ottobre 2016**

Data emissione certificati: **07 novembre 2016**

N° d'ordine	Rif. interno	Sond.	Camp.	Classe campione (AGI)	Profondità		γ_n	W_n	γ_s	LL	LP	I.P.	I.C.	Sr	Granulometria				Prova Edometrica				Taglio Diretto		Taglio Residuo			
					da metri	a metri									(kN/m ³)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	Pc	Moduli Edometrici (kPa)			c'	ϕ'	
					(n.)	(n.)									(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(kPa)		49,0 - 98,1	98,1 - 196,1				196,1 - 392,3
1	544-16	S1	C1	Q5	2,50	2,90	20,5	14,1	2,68	44,9	20,9	24,0	1,28	81	3,2	20,6	35,9	40,3	376	12264	7912	9885	48,5	21,7	17,2			
2	545-16	S1	C2	Q5	7,60	7,90	20,3	16,3	2,68	44,7	22,5	22,2	1,28	86	0,0	6,4	49,9	43,7	•	•	•	•	11,4	21,5	16,6			

Tipo campionatore: S = Shelby - D = Denison - O = Osterberg - M = Mazier - C = Craps - N = NK3 - Sp = SPT

γ_n = Densità naturale - W_n = Umidità naturale - γ_s = Peso specifico - LL = Limite Liquido - LP = Limite Plastico - IP = Indice di Plasticità - I.C. = Indice di Consistenza - Sr = Grado di saturazione - G = Ghiaia - S = Sabbia - L = Limo - A = Argilla - Pc = Pressione di Preconsolidazione - c', ϕ' = Coesione e angolo di resistenza al taglio (tensioni efficaci da Taglio Diretto) - ϕ_r = Angolo di resistenza al taglio residuo (da Taglio Reverse)

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

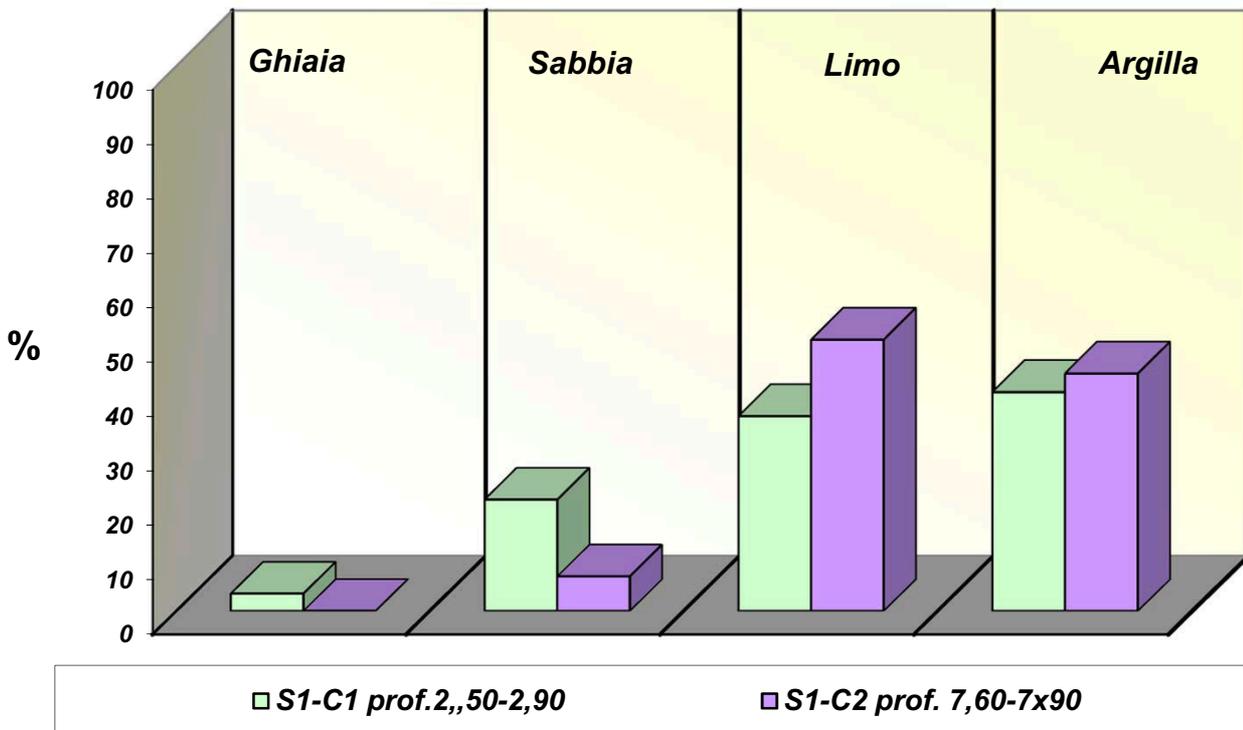
ddg. Carbone Raffaele
Raffaele Carbone

CONFRONTO FRA CLASSI GRANULOMETRICHE

Committente: *Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 – FILIANO (PZ)*

Cantiere: *Cimitero Avigliano*

N° d'ordine	Rif. interno	Sond.	Camp.	Profondità		Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
1	544-16	S1	C1	2,50	2,90	3,2	20,6	35,9	40,3
2	545-16	S1	C2	7,60	7,90	0,0	6,4	49,9	43,7

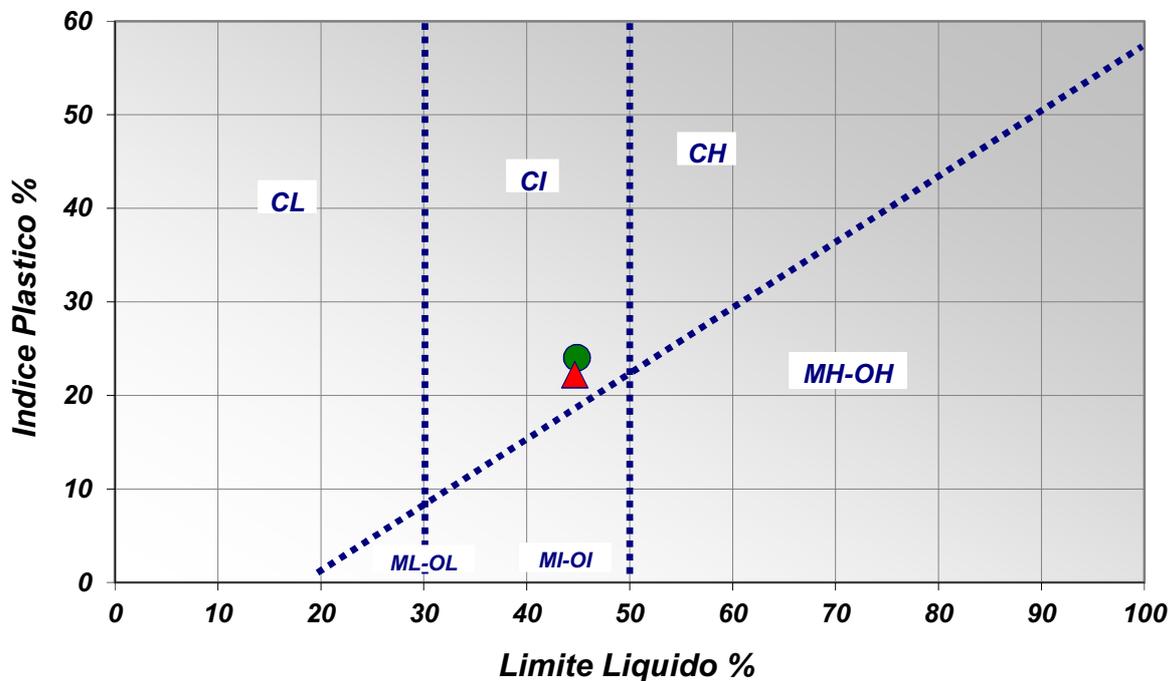


ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

Committente: **Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 – FILIANO (PZ)**

Cantiere: **Cimitero Avigliano**

N° d'ordine	Rif. interno	Sond.	Camp.	Profondità		Limite liquido	Indice plastico	Simbolo
1	544-16	S1	C1	2,50	2,90	44,9	24,0	●
2	545-16	S1	C2	7,60	7,90	44,7	22,2	▲



C = Argille inorganiche - M = Limi inorganici - O = Argille e limi organici
L = Bassa compressibilità - I = Media compressibilità - H = Alta compressibilità

ANALISI STATISTICA DEI PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI

Committente: **Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 – FILIANO (PZ)**

Cantiere: **Cimitero Avigliano**

PARAMETRI FISICI

N° d'ordine	Rif. interno	Sond.	Camp.	Profondità		Analisi Granulometrica											
						γ_n (kN/m ³)	Wn (%)	γ_s	LL (%)	LP (%)	I.P. (%)	I.C.	Sr (%)	G	S	L	A
1	544-16	S1	C1	2,50	2,90	20,5	14,1	2,68	44,9	20,9	24,0	1,28	81	3,2	20,6	35,9	40,3
2	545-16	S1	C2	7,60	7,90	20,3	16,3	2,68	44,7	22,5	22,2	1,28	86	0,0	6,4	49,9	43,7
VALORE MASSIMO						20,50	16,30	2,68	44,90	22,50	24,00	1,28	86	3,20	20,60	49,90	43,70
VALORE MINIMO						20,30	14,10	2,68	44,70	20,90	22,20	1,28	81	0,00	6,40	35,90	40,30
MEDIA						20,40	15,20	2,68	44,80	21,70	23,10	1,28	84	1,60	13,50	42,90	42,00
MEDIANA						20,40	15,20	2,68	44,80	21,70	23,10	1,28	84	1,60	13,50	42,90	42,00
DEVIAZIONE STANDARD						0,14	1,56	0,00	0,14	1,13	1,27	0,00	3,82	2,26	10,04	9,90	2,40
COEFFICIENTE DI VARIAZIONE %						0,7	10,2	0,0	0,3	5,2	5,5	0,2	4,6	0,0	74,4	23,1	5,7

PARAMETRI GEOMECCANICI

N° d'ordine	Rif. interno	Sond.	Camp.	Profondità						
						C' (kPa)	ϕ' (°)	tg ϕ'	ϕ_r (°)	tg ϕ_r
1	544-16	S1	C1	2,50	2,90	48,5	21,7	0,40	17,2	0,31
2	545-16	S1	C2	7,60	7,90	11,4	21,5	0,39	16,6	0,30
VALORE MASSIMO						48,50	21,70	0,40	17,2	0,31
VALORE MINIMO						11,40	21,50	0,39	16,6	0,30
MEDIA						29,95	21,60	0,40	16,9	0,30
MEDIANA						29,95	21,60	0,40	16,9	0,30
DEVIAZIONE STANDARD						26,23	0,14	0,00	0,4	0,01
COEFFICIENTE DI VARIAZIONE %						87,6	0,7	0,7	2,5	2,7

γ_n = Densità naturale - Wn = Umidità naturale - γ_s = Peso specifico - LL = Limite Liquido - LP = Limite Plastico - IP = Indice di Plasticità - I.C. = Indice di Consistenza - Sr = Grado di saturazione - G = Ghiaia - S = Sabbia - L = Limo - A = Argilla - C', ϕ' = Coesione e angolo di resistenza al taglio (tensioni efficaci da Taglio Diretto) - ϕ_r = Angolo di resistenza al taglio residuo (da Taglio Reverse)



DEFINIZIONI ADOTTATE PER LA DESCRIZIONE DEI CAMPIONI

CONSERVAZIONE ED APERTURA DEI CAMPIONI

Dopo il controllo dei dati identificativi, i campioni ricevuti sono stati ricoverati in camera climatica in cui temperatura e umidità relativa vengono mantenute costanti rispettivamente a 20°C e oltre 85 %.

Per ogni campione aperto sono stati rilevati i dati identificativi (sondaggio e numero d'ordine progressivo). Il modulo di prova è stato quindi compilato con data di consegna, data di apertura e con ogni altra informazione disponibile riguardo le modalità di campionamento. Per tutti i campioni in fustella esaminati è stata adottata l'estrusione orizzontale: con un estrusore pneumatico, provvisto di variatore di pressione e di teste intercambiabili in funzione del diametro interno del carotiere, il campione è stato estratto in una singola corsa e depositato su un banco posto allo stesso livello del bordo della fustella; dopo una cauta scorticazione del terreno per liberarlo dal velo costituito dal fango di perforazione è stata ottenuta una ripresa fotografica.

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

La descrizione del campione, riportata sul "Modulo Riassuntivo", raccoglie tutte le indicazioni desunte dall'osservazione delle caratteristiche del campione immediatamente dopo la sua estrusione e scorticazione. Sono state in primo luogo descritte le caratteristiche generali del campione, evidenziando ad esempio la eventuale presenza di discontinuità, fratture o rammollimenti di alcune parti del campione stesso. Il campione è stato quindi descritto evidenziando le parti aventi caratteristiche omogenee, nel seguito chiamate "settori". Ogni singolo settore è stato analizzato a partire dalla testa del campione, secondo il seguente ordine: delimitazione del settore, natura del materiale, colore, struttura (se riconoscibile), consistenza (se misurabile) e nell'eventualità, presenza di materiale organico vegetale, reattività con acido cloridrico, strutture subordinate, discontinuità, torba e/o fossili. Per i campioni rimaneggiati la descrizione è stata di norma adeguata alle caratteristiche del campione e limitata alle informazioni relative a natura del terreno, colore, reattività con acido cloridrico ed eventuali presenze di strutture subordinate e/o torba o fossili.

I **limiti spaziali** del settore sono stati espressi in metri, attribuendo alla testa del campione la profondità reale di campionamento.

La **natura del terreno** è stata descritta con riferimento alle dimensioni dei grani ed alle percentuali dei diversi tipi di materiali presenti, così come determinati visivamente dall'Operatore e successivamente tramite verifica con le analisi granulometriche secondo lo schema e le definizioni delle Raccomandazioni AGI (AGI, 1977). Al materiale è stato attribuito il nome della percentuale più rilevante seguita da specificazioni per indicare le frazioni minoritarie. **Per la ghiaia è stato descritto l'assortimento, il grado di arrotondamento, la forma e la dimensione maggiore (Lmax) espressa in millimetri; mentre per la sabbia è stato descritto l'assortimento e, per la frazione avente grani ben osservabili ad occhio nudo, è stato anche riportato il grado di arrotondamento.**

Per descrivere l'**assortimento** sono stati utilizzati i termini fine (f), media (m), grossolana (g), medio fine (m/f), medio grossolana (m/g) ed eterogenea.

Per il **grado di arrotondamento** sono stati usati i termini arrotondata, subarrotondata, subangolare, angolare con riferimento alle fig. 1 (Rittenhouse, 1943) per la sabbia e alla fig. 1 per la ghiaia e i ciottoli (Pettijohn, 1949).

Per la **forma** sono stati usati i termini discoidale, sferoidale, lamellare, allungata con riferimento allo schema di fig. 1 (Gnaccolini, 1978), in cui la dimensione dell'elemento di dimensione maggiore (Lmax) è espressa in centimetri.

Il **colore fondamentale** o i colori fondamentali (se più di uno, ma distribuiti senza una struttura particolare)



sono stati descritti con l'ausilio della Tavola dei colori Munsell (Munsell, 1975) fornendo il nome e la sigla.

La **struttura** del settore, cioè l'organizzazione macroscopica delle particelle costituenti il materiale, è stata individuata, quando evidente, con riferimento ai seguenti tipi:

Struttura omogenea: consiste in materiale con organizzazione indifferenziata delle particelle.

Struttura a livelli: consiste nella presenza di livelli (spessore di materiale maggiore di 6 mm) che si alternano nel settore. I livelli possono essere descritti come da schema di fig. 1.

Struttura laminata: consiste nella presenza di laminazioni e livelli (rispettivamente con spessore di materiale inferiore o superiore a 6 mm) che si alternano nel settore. Queste possono essere descritte come da schema di fig. 1 con il termine "*in alternanza*".

Struttura caotica: è individuata da segni evidenti di rimescolamento legato a fenomeni naturali.

Struttura scagliosa: è individuata dall'attitudine del materiale a sfaldarsi secondo "scaglie".

L'assenza di indicazioni segnala una struttura omogenea del materiale.

La **consistenza** è stata descritta per i soli terreni fini sulla base dei risultati del Penetrometro Tascabile condotti sulle teste del campione o sui fianchi previamente scorticati.

Il **materiale organico** è stato descritto mediante i termini resti vegetali e torba cioè materiale vegetale in variabile stato di decomposizione. Di quest'ultimo sono stati indicati: tessitura: fibrosa o amorfa a seconda che sia stato riconosciuto o meno il tessuto vegetale originario; consistenza: compatta o spugnosa a seconda che possa essere stata o meno manipolata; colore: ricavato dal confronto con le tavole "*Munsell Soil Color Chart*".

Per qualificare un terreno contenente percentuali variabili di torba è stato utilizzato il termine "*torboso*". Si è, infine, fatto uso del termine "*frustolo*" per indicare l'eventuale struttura irregolare della torba.

I **fossili** sono stati descritti con riferimento al colore ed alla loro integrità o fratturazione.

La **reazione all'acido cloridrico** è stata descritta con i termini "*debolmente reagente con HCl*", "*reagente con HCl*", "*fortemente reagente con HCl*". Le classi corrispondono rispettivamente ad una debole reazione, ad una reazione evidente e ad una reazione molto intensa. L'assenza di indicazioni segnala la mancata reazione del materiale con HCl.

Le **strutture subordinate** sono state classificate come livelli, laminazioni, lenti, noduli, granuli, identificabili all'interno del settore per diversa granulometria, reazione con HCl o colore. I termini "*livelli*" e "*laminazioni*" sono stati utilizzati per indicare rispettivamente spessori di materiale superiori e inferiori a 6 mm relativi all'intera sezione del campione. La geometria della loro disposizione è stata descritta con riferimento allo schema di fig. 1. Il termine "*lenti*" è stato utilizzato per descrivere materiali con geometria lentiforme; il termine "*noduli*" per materiali subsferoidali di diametro superiore a 2 mm; il termine "*granuli*" per materiali subsferoidali di diametro inferiore a 2 mm. La descrizione dei materiali subordinati, quando significativa, è stata eseguita con le stesse modalità previste per il settore.

Le **discontinuità** sono state segnalate con il termine "*frattura*", con indicazione dell'eventuale assenza di scabrezza.

Di ogni materiale subordinato è stato indicato l'intervallo di profondità all'interno del quale è stato osservato. Nel caso fosse presente in tutto lo strato considerato, è stato utilizzato il termine "*sparso*". Del materiale subordinato è stata indicata anche la frequenza con gli aggettivi "*raro*", "*qualche*" e "*frequente*". Di ogni campione è stata ottenuta documentazione fotografica per meglio evidenziare i tipi di materiali esaminati e le eventuali anomalie strutturali. Le fotografie sono completate con i dati identificativi, una scala cromatica e un riferimento dimensionale.



Via Lucca 55 A-B MELFI (PZ) - tel/fax 0972.238231 -
 E-MAIL: geotest@tiscali.it - http://www.geotest.it - C.Fisc. e P.IVA 01073440768 - C.C.I.A.A. 77714

s.a.s. di Carbone Andrea & C.



Certitalia
 Sistema di Gestione certificato
 UNI EN ISO 9001:2008

Geotest S.a.s. - Melfi (PZ) - Italy has been resulted in compliance with the standard
UNI EN ISO 9001:2008 for the following field of activities: Provision of geotechnical tests -
 Classification EA (European co-operation for Accreditation): 35

.97	○○○○○	SABBIA ARROTONDATA	.63	○○○○○	SABBIA ANGOLARE
.95	○○○○○		.61	○○○○○	
.93	○○○○○		.59	○○○○○	
.91	○○○○○		.57	○○○○○	
.89	○○○○○	.55	○○○○○		
.87	○○○○○	SABBIA SUBARROTONDATA	.53	○○○○○	
.85	○○○○○		.51	○○○○○	
.83	○○○○○		.49	○○○○○	
.81	○○○○○	SABBIA SUBANGOLARE	.47	○○○○○	
.79	○○○○○		.45	○○○○○	
.77	○○○○○	SABBIA ANGOLARE			
.75	○○○○○				
.73	○○○○○				
.71	○○○○○				
.69	○○○○○				
.67	○○○○○				
.65	○○○○○				

Fig. 1/1 - Classificazione delle sabbie in relazione al grado di arrotondamento (Rittenhouse, 1943)

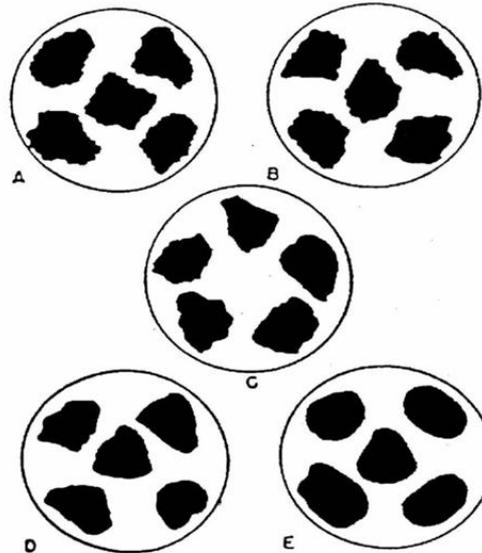


Fig. 1/2 - Classificazione della ghiaia e dei ciottoli in relazione al grado di arrotondamento:
 A = Angolare B = Subangolare,
 C = Subarrotondata D E = Arrotondata

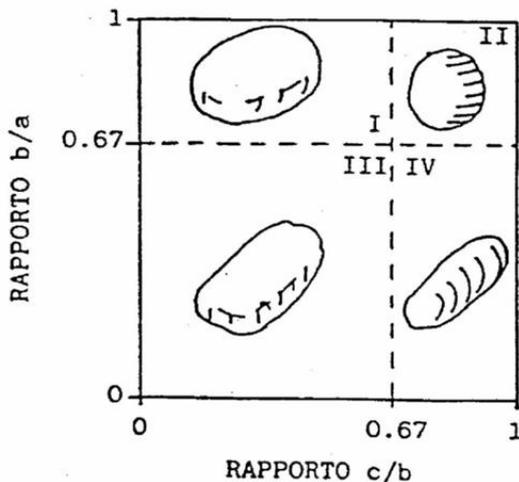


Fig. 1/3 - Classificazione della ghiaia e dei ciottoli in funzione della forma (Gnaccolini, 1978): a, b, c d sono le dimensioni caratteristiche dei grani.
 I = discoidali II = sferoidali
 III = lamellari IV = allungati

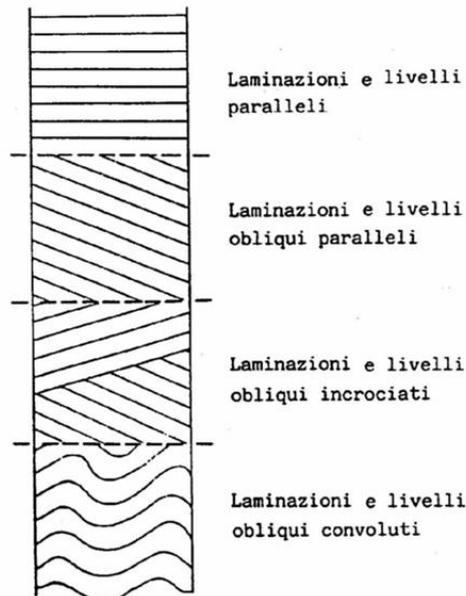


Fig. 1/4 - Schema per la descrizione dei livelli e delle laminazioni.

COMMITTENTE: Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 - FILIANO (PZ)

RIFERIMENTO: Cimitero Avigliano

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2,50-2,90

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	14,0	%
Peso di volume	20,5	kN/m ³
Peso di volume secco	18,0	kN/m ³
Peso di volume saturo	21,1	kN/m ³
Peso specifico	2,68	
Indice dei vuoti	0,464	
Porosità	31,7	%
Grado di saturazione	81,1	%
Limite di liquidità	44,9	%
Limite di plasticità	20,9	%
Indice di plasticità	24,0	%
Indice di consistenza	1,29	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00	A7-6	I.G. = 15

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	3,2	%
Sabbia	20,6	%
Limo	35,9	%
Argilla	40,3	%
D 10		mm
D 50	0,008437	mm
D 60	0,027353	mm
D 90	0,270724	mm
Passante set. 10	96,2	%
Passante set. 42	92,8	%
Passante set. 200	76,2	%

COMPRESSIONE

σ		kPa
C_u		kPa
σ_{Rim}		kPa
$C_u Rim$		kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta		
C	48,5	kPa
ϕ	21,7	°
C_{Res}	1,2	kPa
ϕ_{Res}	17,2	°

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
49,0 ÷ 98,1	12264	0,001458	1,17E-08
98,1 ÷ 196,1	7912	0,001240	1,54E-08
196,1 ÷ 392,3	9885	0,000891	8,84E-09
392,3 ÷ 784,5	16421	---	---
784,5 ÷ 1569,0	27589	---	---
1569,0 ÷ 3138,0	50968	---	---
3138,0 ÷ 6276,1	88815	---	---

FOTOGRAFIA



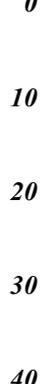
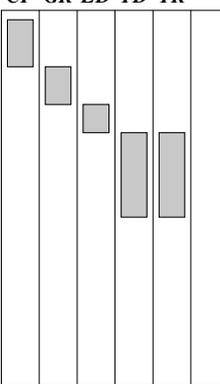
OSSERVAZIONI

Tipo di campione: Cilindrico Qualità del campione: Q 5

Posizione delle prove

CF GR ED TD TR

cm



R_p

kPa

VT

kPa

cm

800

750

910

40

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Argilla sabbiosa (f) con limo e tracce di ghiaia (e) subarrotondata-discoideale, di colore marrone scuro, con tracce di grossi noduli nerastri e biancastri, estremamente compatta. Struttura omogenea. Debolmente reagente all'HCl.

Munsell Soil Color Charts: 10YR Dark Yellowish Brown 4/4

COMMITTENTE: Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 - FILIANO (PZ)

RIFERIMENTO: Cimitero Avigliano

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2,50-2,90

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.

Argilla con limo sabbiosa

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

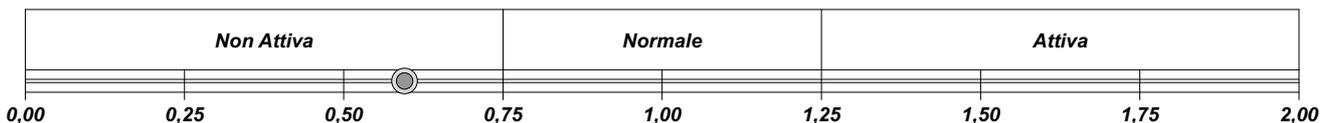
Abaco di plasticità di Casagrande

CI - Argille inorganiche a media compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 1,29$

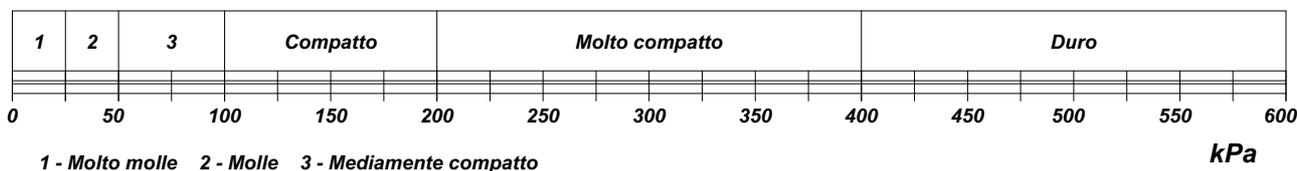


A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0,60



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata = 0 kPa

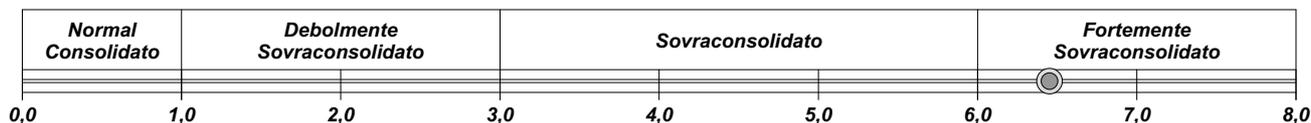


CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 58,2kPa

Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 375,5kPa

O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 6,45



CERTIFICATO DI PROVA N°: 03018 <i>Pagina 1/1</i>	DATA DI EMISSIONE: 07/11/16	Inizio analisi: 10/10/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263 del 07/10/16	Apertura campione: 10/10/16	Fine analisi: 11/10/16

COMMITTENTE: Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 – FILIANO (PZ)		
RIFERIMENTO: Cimitero Avigliano		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2,50-2,90

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 14,0 %

Struttura del materiale:

- Omogeneo**
- Stratificato**
- Caotico**

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 10,00 mm

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03019	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/11/16	Inizio analisi: 10/10/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263 del 07/10/16		Apertura campione: 10/10/16	Fine analisi: 10/10/16

COMMITTENTE: Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 – FILIANO (PZ)			
RIFERIMENTO: Cimitero Avigliano			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	2,50-2,90

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 20,5 kN/m³

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03020 <i>Pagina 1/1</i>	DATA DI EMISSIONE: 07/11/16	Inizio analisi: 12/10/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263 del 07/10/16	Apertura campione: 10/10/16	Fine analisi: 13/10/16

COMMITTENTE: Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 – FILIANO (PZ)		
RIFERIMENTO: Cimitero Avigliano		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2,50-2,90

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,68**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,68**

Metodo: **A** **B**

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 21,3 °C

Dimensione massima delle particelle: 10,00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03021	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/11/16	Inizio analisi: 24/10/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263 del 07/10/16		Apertura campione: 10/10/16	Fine analisi: 25/10/16

COMMITTENTE: Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 – FILIANO (PZ)			
RIFERIMENTO: Cimitero Avigliano			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2,50-2,90	

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

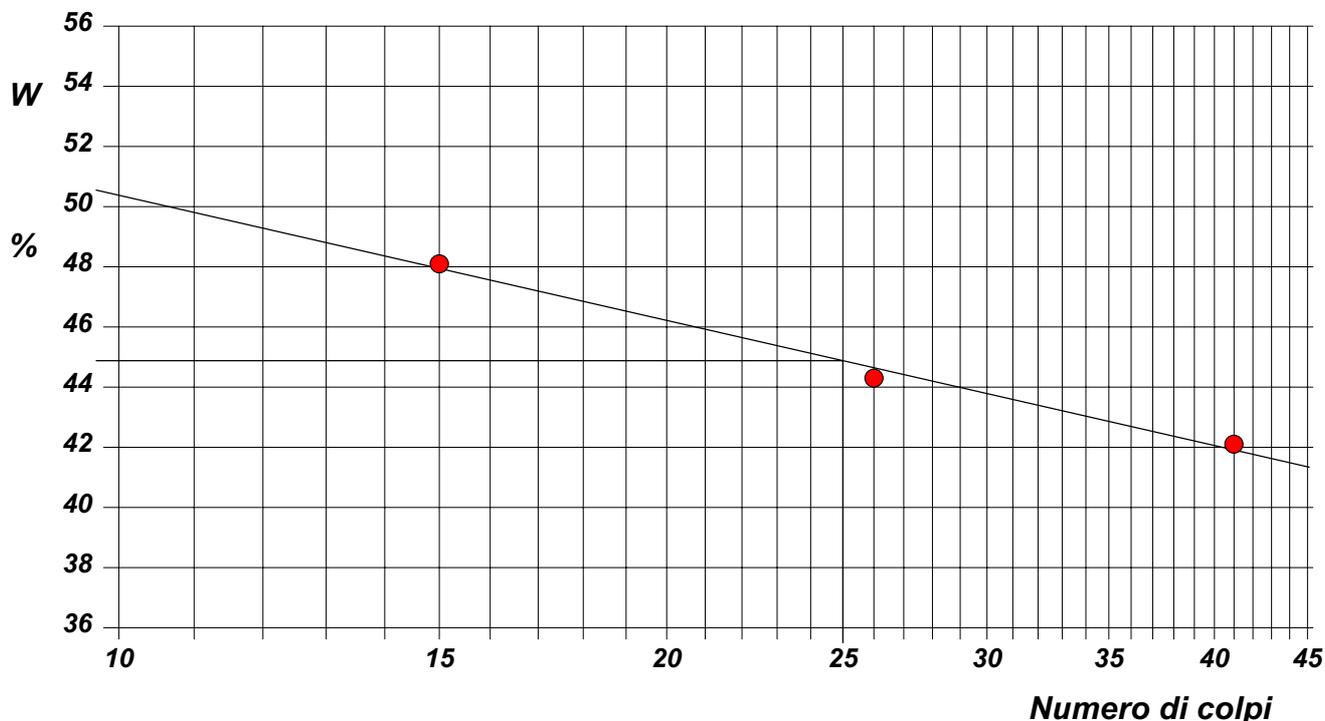
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	44,9 %
Limite di plasticità	20,9 %
Indice di plasticità	24,0 %

La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	15	26	41		Umidità (%)	20,9	20,9
Umidità (%)	48,1	44,3	42,1		Umidità media	20,9	

Determinazione del Limite di liquidità



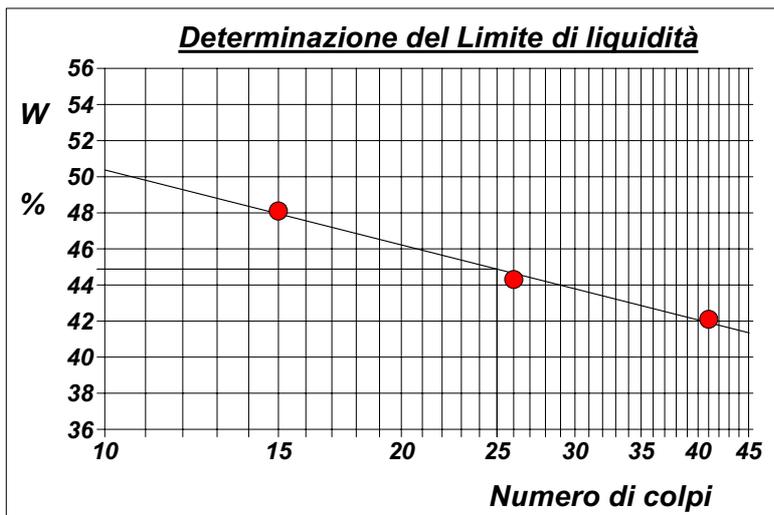
CERTIFICATO DI PROVA N°: 03021 <i>Allegato 1</i>	DATA DI EMISSIONE: 07/11/16	Inizio analisi: 24/10/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263 del 07/10/16	Apertura campione: 10/10/16	Fine analisi: 25/10/16

COMMITTENTE: Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 – FILIANO (PZ)		
RIFERIMENTO: Cimitero Avigliano		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2,50-2,90

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

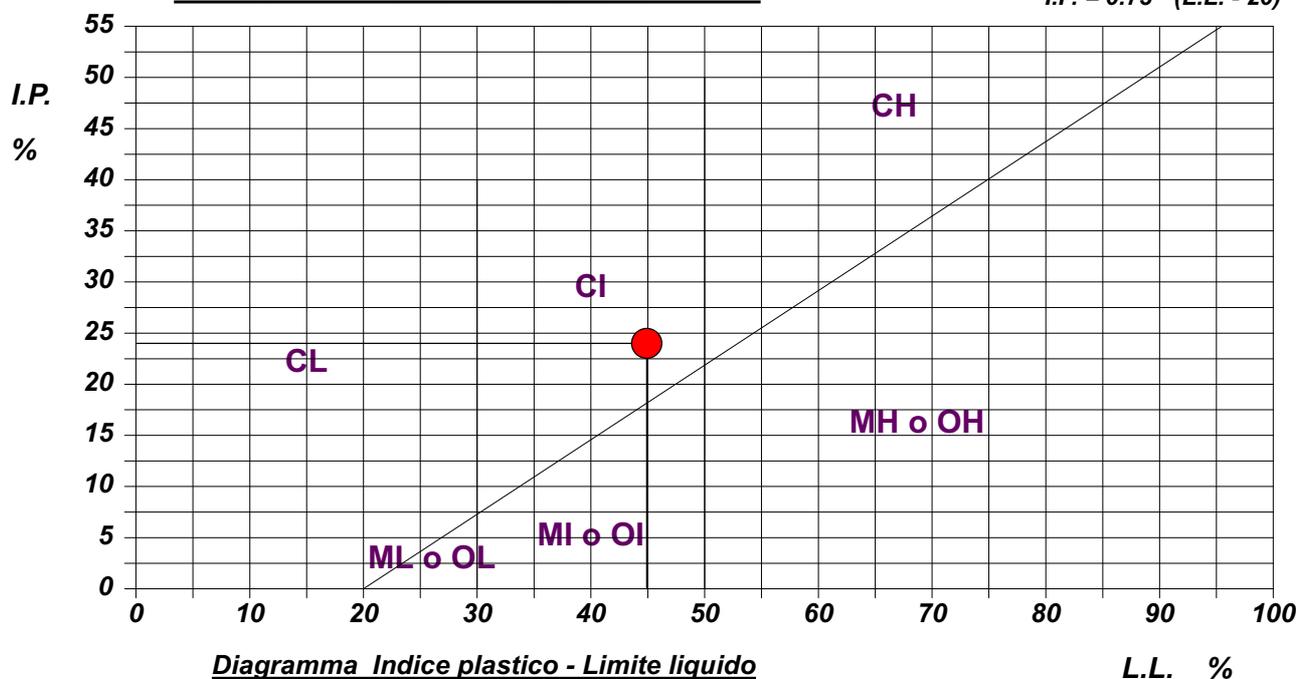
Limite di liquidità	44,9	%
Limite di plasticità	20,9	%
Indice di plasticità	24,0	%
Indice di consistenza	1,29	
Passante al set. n° 40	SI	



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

ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$$



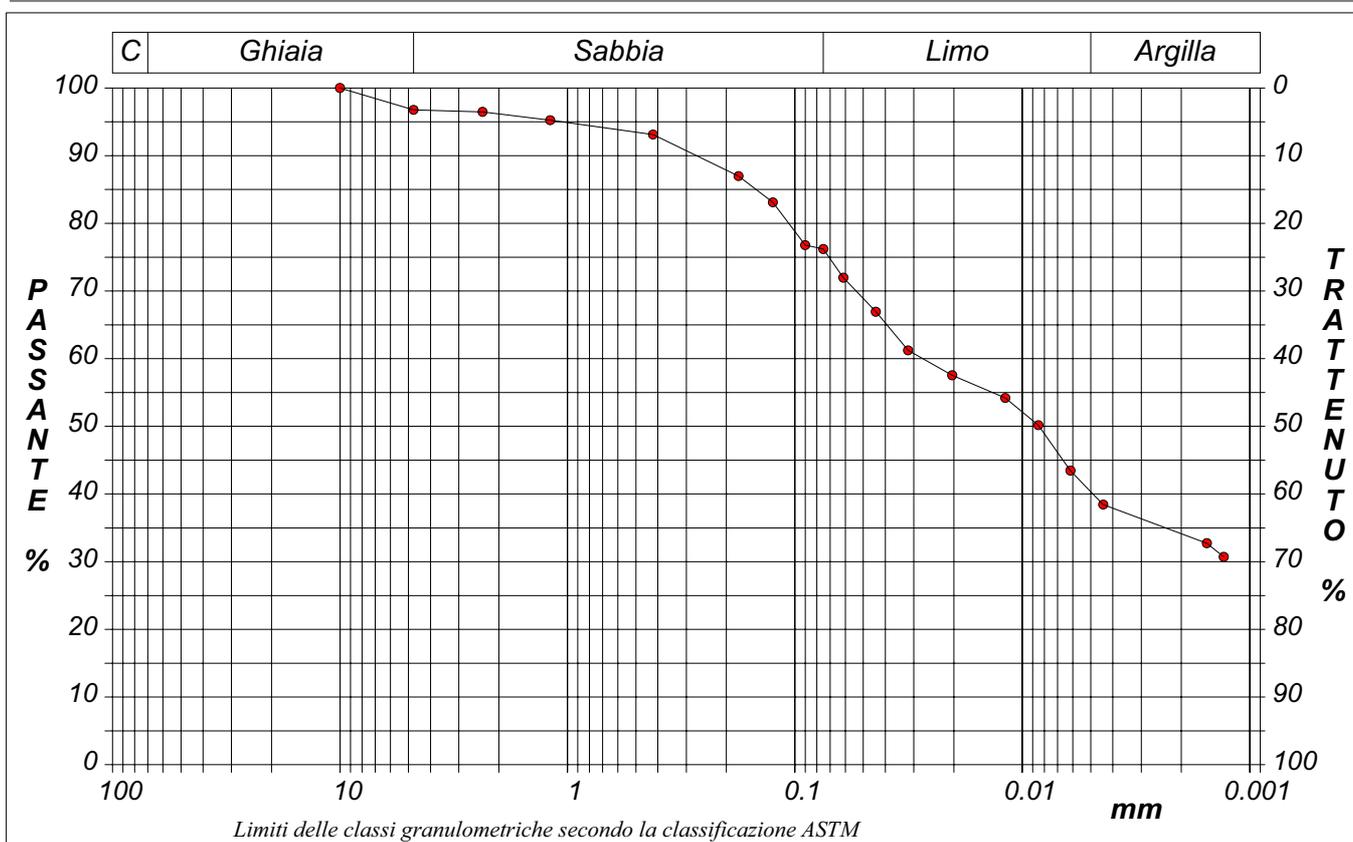
CERTIFICATO DI PROVA N°: 03022	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/11/16	Inizio analisi: 10/10/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263 del 07/10/16		Apertura campione: 10/10/16	Fine analisi: 17/10/16

COMMITTENTE: Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 - FILIANO (PZ)			
RIFERIMENTO: Cimitero Avigliano			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2,50-2,90	

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia 3,2 %	Passante setaccio 10 (2 mm) 96,2 %	D10 --- mm
Sabbia 20,6 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm) 92,8 %	D30 --- mm
Limo 35,9 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm) 76,2 %	D50 0,00844 mm
Argilla 40,3 %		D60 0,02735 mm
Coefficiente di uniformità ---	Coefficiente di curvatura ---	D90 0,27072 mm



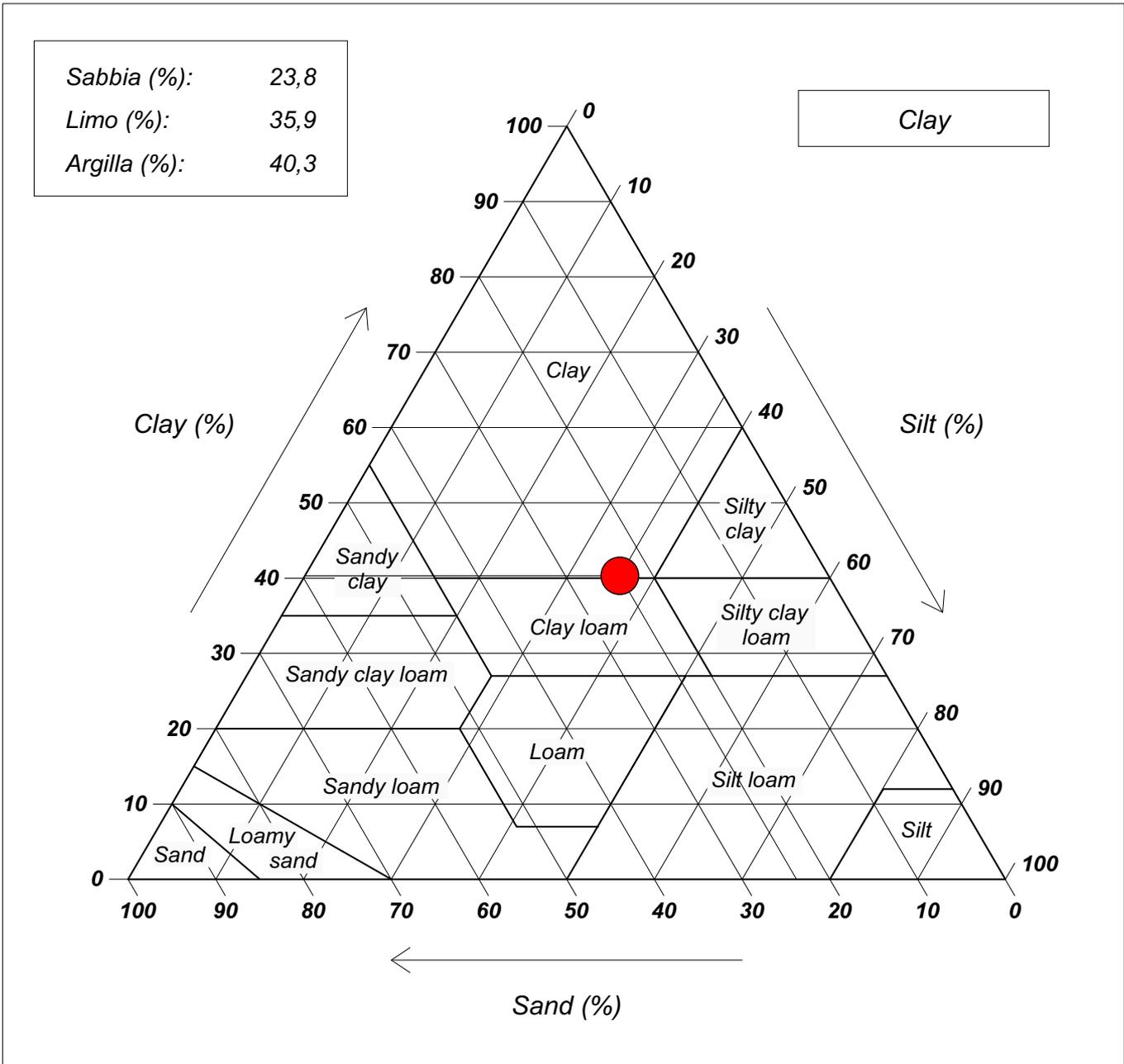
Diametro mm	Passante %								
10,0000	100,00	0,1770	86,98	0,0441	66,94	0,0061	43,47		
4,7500	96,76	0,1250	83,11	0,0318	61,24	0,0044	38,43		
2,3600	96,47	0,0900	76,78	0,0203	57,55	0,0015	32,73		
1,1900	95,25	0,0750	76,21	0,0119	54,20	0,0013	30,72		
0,4200	93,12	0,0612	71,97	0,0085	50,17				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03022 Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 07/11/16	Inizio analisi: 10/10/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263 del 07/10/16	Apertura campione: 10/10/16	Fine analisi: 17/10/16

COMMITTENTE: Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 - FILIANO (PZ)		
RIFERIMENTO: Cimitero Avigliano		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2,50-2,90

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422



LO SPERIMENTATORE
dott. Geol. MAURO Susy
Susy Mauro

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
dott. Geol. CARBONE Raffaele
Raffaele Carbone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03023 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263 del 07/10/16

DATA DI EMISSIONE: 07/11/16

Inizio analisi: 10/10/16

Apertura campione: 10/10/16

Fine analisi: 20/10/16

COMMITTENTE: Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 - FILIANO (PZ)

RIFERIMENTO: Cimitero Avigliano

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2,50-2,90

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	20,47
Umidità (%)	14,1
Peso specifico	2,68
Altezza provino (cm)	2,00
Diametro provino (cm)	5,05
Sezione provino (cm ²)	20,01
Volume provino (cm ³)	40,03
Volume dei vuoti (cm ³)	12,72
Indice dei vuoti	0,47
Porosità (%)	31,77
Saturazione (%)	81,0

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

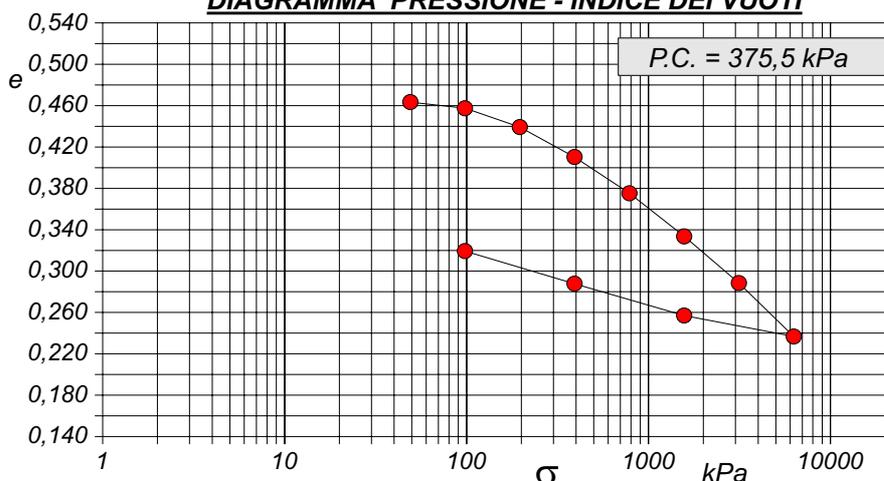
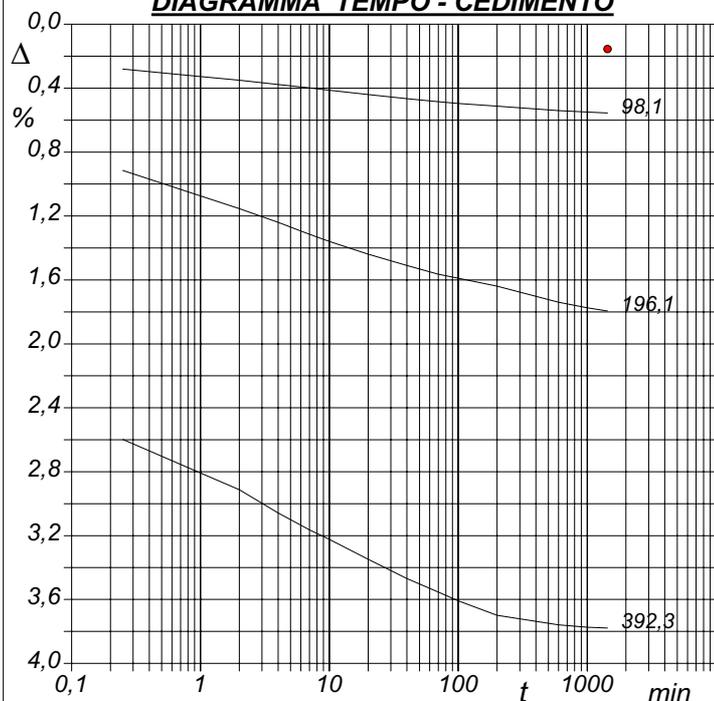
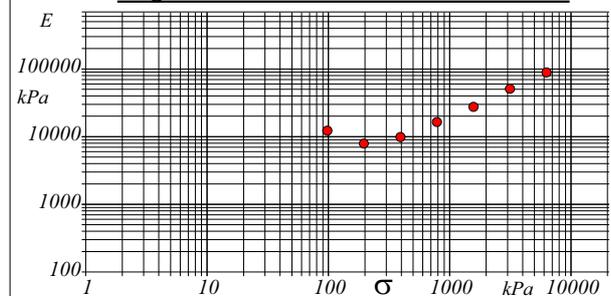


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
49,0	3,1	0,463				
98,1	11,1	0,457	0,019	12264	0,001458	1,17E-08
196,1	35,9	0,439	0,060	7912	0,001240	1,54E-08
392,3	75,6	0,410	0,097	9885	0,000891	8,84E-09
784,5	123,4	0,375	0,116	16421		
1569,0	180,3	0,334	0,138	27589		
3138,0	241,9	0,288	0,150	50968		
6276,1	312,6	0,237	0,172	88815		
1569,0	284,8	0,257				
392,3	242,8	0,288				
98,1	199,8	0,319				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



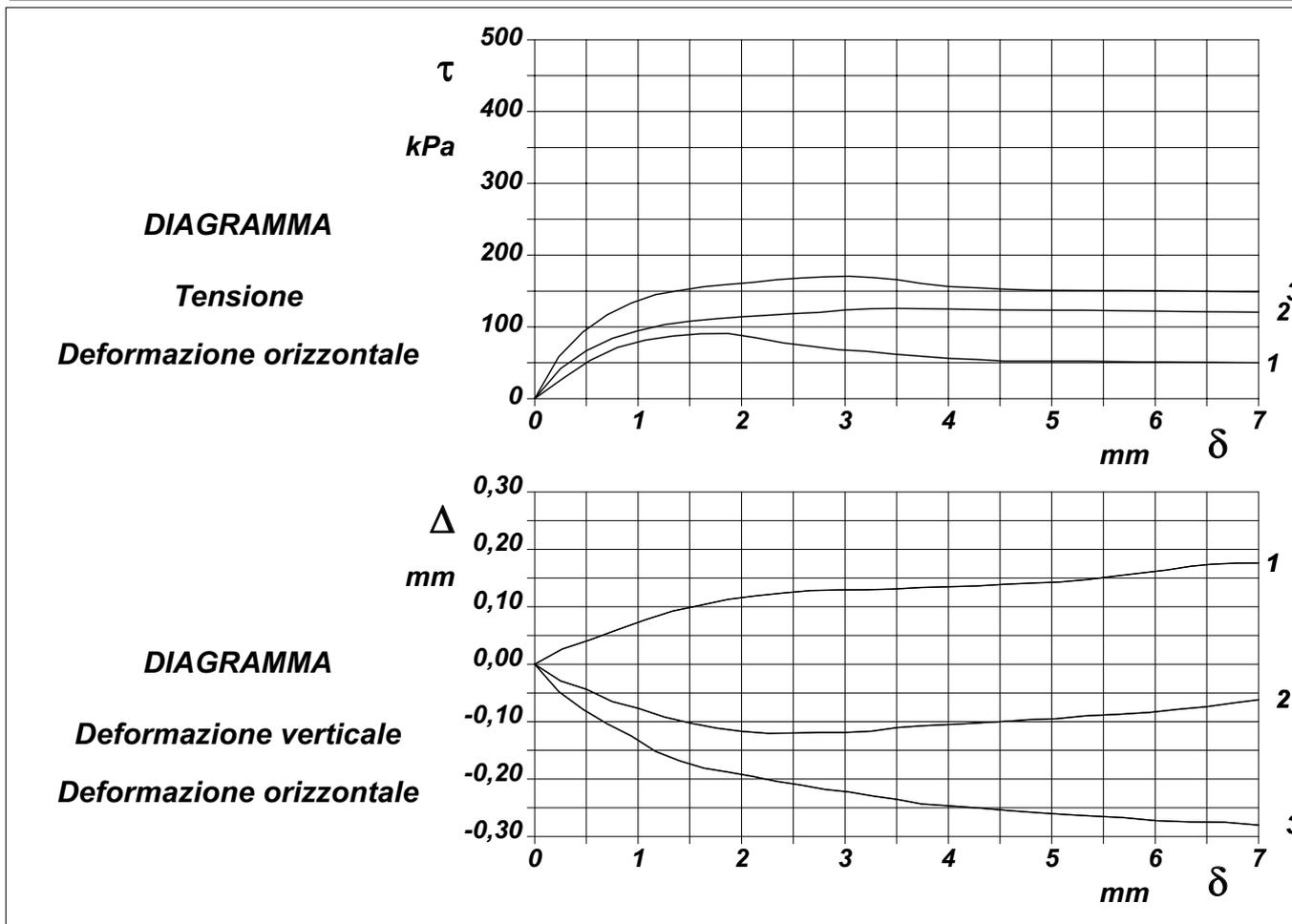
CERTIFICATO DI PROVA N°: 03024	Pagina 1/5	DATA DI EMISSIONE: 07/11/16	Inizio analisi: 12/10/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263 del 07/10/16		Apertura campione: 10/10/16	Fine analisi: 15/10/16

COMMITTENTE: Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 - FILIANO (PZ)			
RIFERIMENTO: Cimitero Avigliano			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2,50-2,90	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	14,0 14,9	14,3 14,6	13,7 14,0
Peso di volume (kN/m³):	20,4	20,6	20,5
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0,004 mm / min		



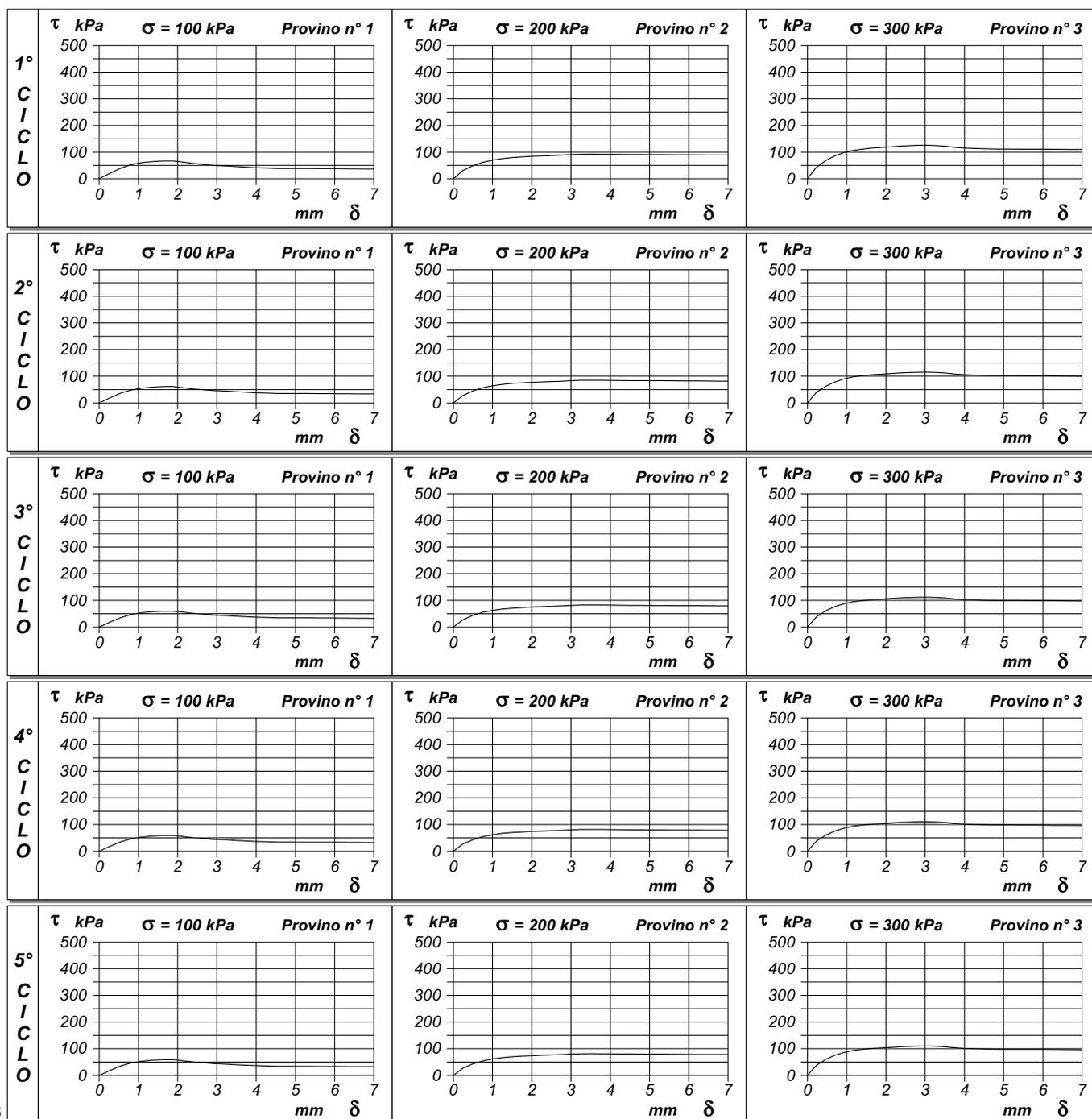
CERTIFICATO DI PROVA N°: 03024	Pagina 3/5	DATA DI EMISSIONE: 07/11/16	Inizio analisi: 12/10/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263 del 07/10/16		Apertura campione: 10/10/16	Fine analisi: 15/10/16

COMMITTENTE: Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 - FILIANO (PZ)			
RIFERIMENTO: Cimitero Avigliano			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2,50-2,90	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - RESISTENZA RESIDUA - CICLI DI TAGLIO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

DIAGRAMMI TENSIONE - DEFORMAZIONE ORIZZONTALE



544-16

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03024 Pagina 4/5

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263 del 07/10/16

DATA DI EMISSIONE: 07/11/16

Inizio analisi: 12/10/16

Apertura campione: 10/10/16

Fine analisi: 15/10/16

COMMITTENTE: Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 - FILIANO (PZ)

RIFERIMENTO: Cimitero Avigliano

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2,50-2,90

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,00
Altezza finale (cm)	1,91
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	10,6
Df (mm)	2
Vs (mm/min)	0,019

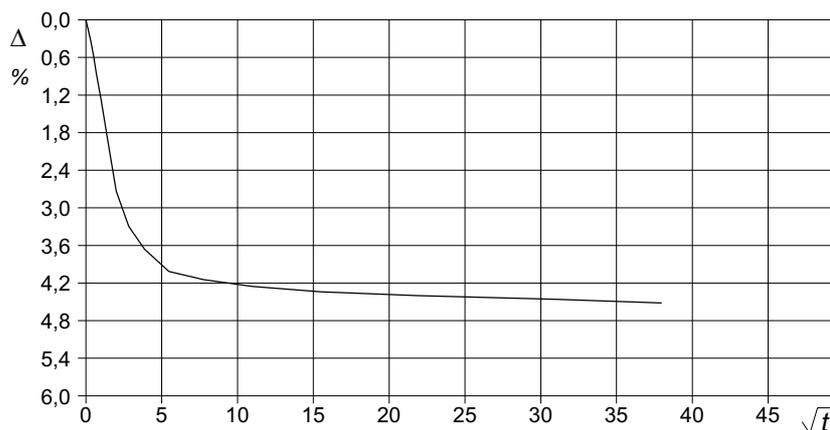


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,00
Altezza finale (cm)	1,90
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	17,3
Df (mm)	3
Vs (mm/min)	0,017

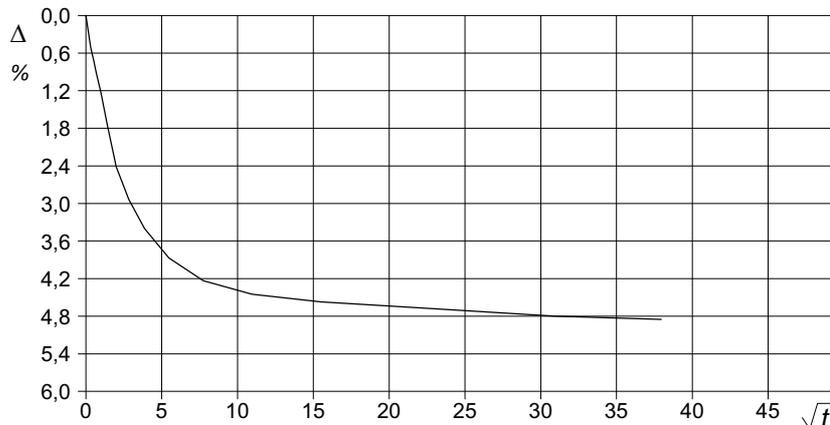
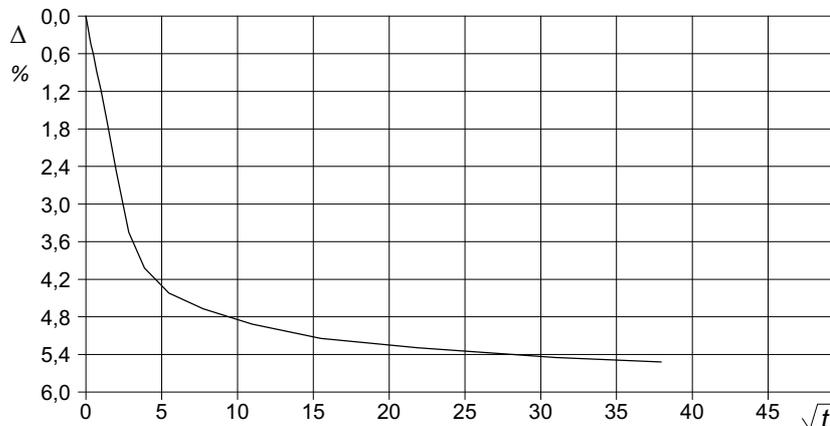


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,00
Altezza finale (cm)	1,89
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	20,4
Df (mm)	3
Vs (mm/min)	0,015



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

$tf = 10 \times T_{100}$

$Vs = Df / tf$

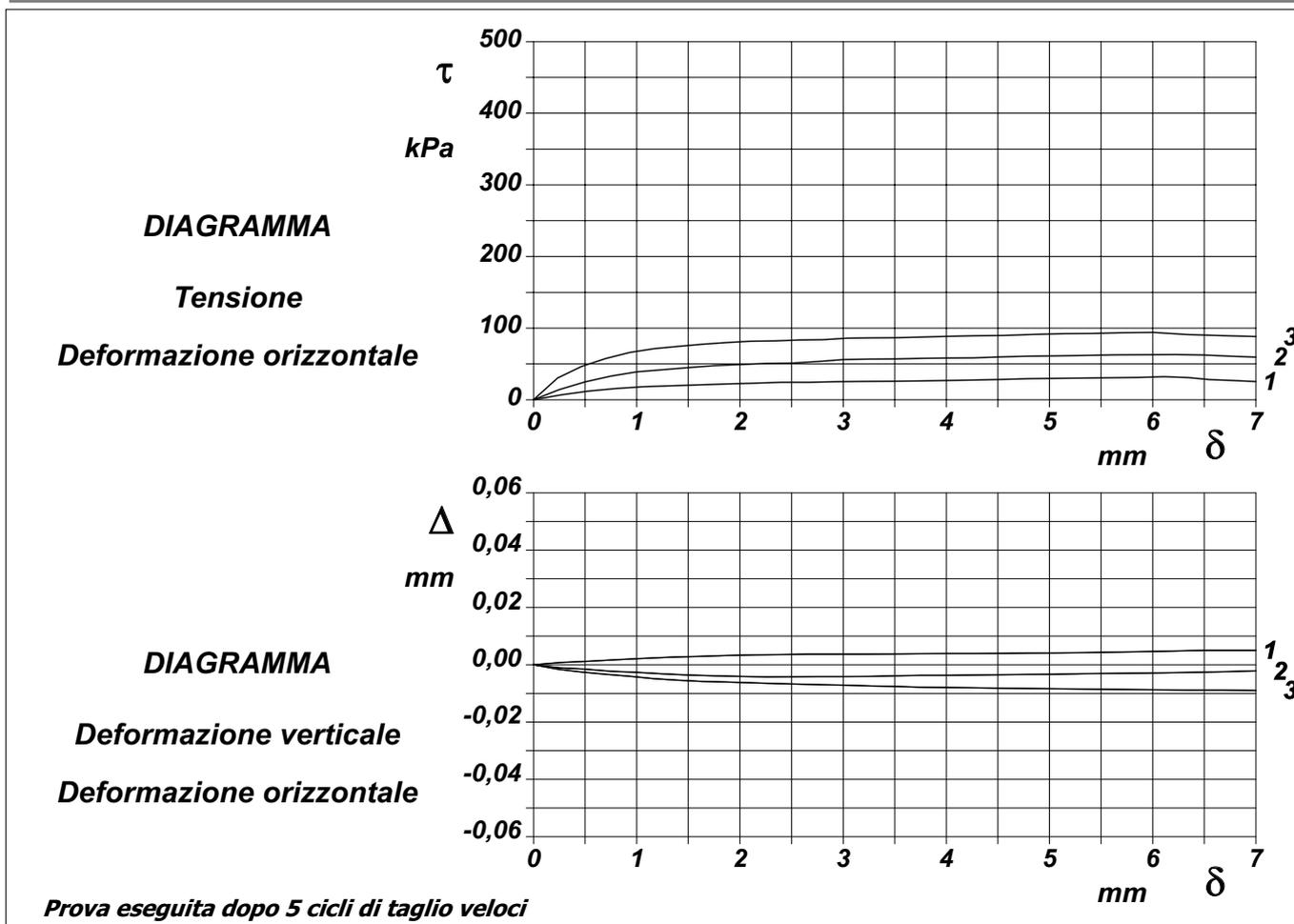
CERTIFICATO DI PROVA N°: 03025	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 07/11/16	Inizio analisi: 12/10/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263 del 07/10/16		Apertura campione: 10/10/16	Fine analisi: 17/10/16

COMMITTENTE: Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 - FILIANO (PZ)			
RIFERIMENTO: Cimitero Avigliano			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2,50-2,90	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - RESISTENZA RESIDUA

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Rimaneggiato	Rimaneggiato	Rimaneggiato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	14,0 14,9	14,3 14,6	13,7 14,0
Peso di volume (kN/m³):	20,4	20,6	20,5
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0,004 mm / min		



COMMITTENTE: Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 – FILIANO (PZ)
RIFERIMENTO: Cimitero Avigliano
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 7,60-7,90

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	16,3	%
Peso di volume	20,3	kN/m ³
Peso di volume secco	17,5	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,8	kN/m ³
Peso specifico	2,68	
Indice dei vuoti	0,505	
Porosità	33,6	%
Grado di saturazione	86,4	%
Limite di liquidità	44,7	%
Limite di plasticità	22,5	%
Indice di plasticità	22,2	%
Indice di consistenza	1,28	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00	A7-6	I.G. = 14

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	6,4	%
Limo	49,9	%
Argilla	43,7	%
D 10		mm
D 50	0,007081	mm
D 60	0,011594	mm
D 90	0,065164	mm
Passante set. 10	99,8	%
Passante set. 42	99,4	%
Passante set. 200	93,6	%

COMPRESSIONE

σ	kPa
C_u	kPa
σ_{Rim}	kPa
$C_u Rim$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta		
C	11,4	kPa
ϕ	21,5	°
C_{Res}	1,2	kPa
ϕ_{Res}	16,6	°

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec

FOTOGRAFIA



OSSERVAZIONI

Tipo di campione: Cilindrico Qualità del campione: Q 5

Posizione delle prove CF GR TD TR	cm	R_p kPa	V_T kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				
	5	490			Limo debolmente sabbioso (f) con argilla, di colore verdastro, estremamente compatta. Struttura omogenea. Reagente all'HCl.
	10				
	15	450			Munsell Soil Color Charts: 5Y Olive 4/3
	20				
	25	470			
	30			30	

545-16

COMMITTENTE: Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 - FILIANO (PZ)

RIFERIMENTO: Cimitero Avigliano

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 7,60-7,90

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.

Limo con argilla debolmente sabbioso

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

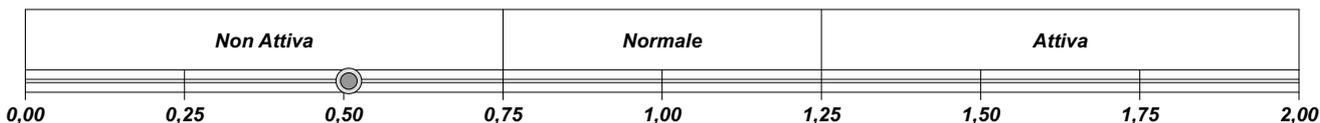
Abaco di plasticità di Casagrande

CI - Argille inorganiche a media compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 1,28$

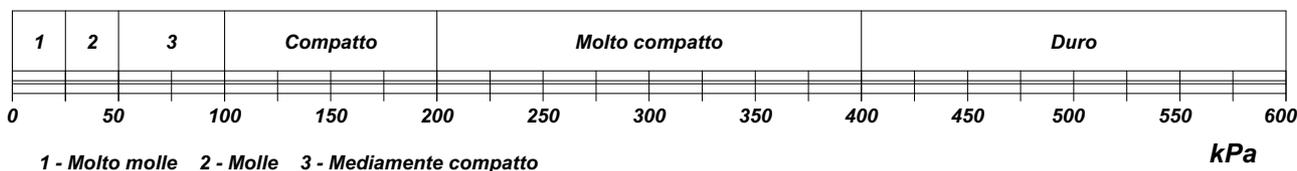


A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0,51



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata = 0 kPa

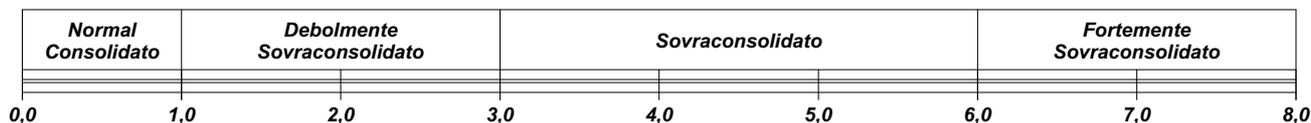


CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 157,3kPa

Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 0,0kPa

O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 0,00



CERTIFICATO DI PROVA N°: 03026 <i>Pagina 1/1</i>	DATA DI EMISSIONE: 07/11/16	Inizio analisi: 10/10/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263 del 07/10/16	Apertura campione: 10/10/16	Fine analisi: 11/10/16

COMMITTENTE: Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 – FILIANO (PZ)		
RIFERIMENTO: Cimitero Avigliano		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7,60-7,90

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 16,3 %

Struttura del materiale:

Omogeneo

Stratificato

Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 3,00 mm

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03027	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/11/16	Inizio analisi: 10/10/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263 del 07/10/16		Apertura campione: 10/10/16	Fine analisi: 10/10/16

COMMITTENTE: Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 – FILIANO (PZ)			
RIFERIMENTO: Cimitero Avigliano			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7,60-7,90	

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 20,3 kN/m³

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03028 <i>Pagina 1/1</i>	DATA DI EMISSIONE: 07/11/16	Inizio analisi: 12/10/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263 del 07/10/16	Apertura campione: 10/10/16	Fine analisi: 13/10/16

COMMITTENTE: Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 – FILIANO (PZ)		
RIFERIMENTO: Cimitero Avigliano		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7,60-7,90

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,68**
 γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,68**

Metodo: **A** **B**

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 21,3 °C

Dimensione massima delle particelle: 3,00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03029	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/11/16	Inizio analisi: 26/10/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263 del 07/10/16		Apertura campione: 10/10/16	Fine analisi: 27/10/16

COMMITTENTE: Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 - FILIANO (PZ)			
RIFERIMENTO: Cimitero Avigliano			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7,60-7,90	

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

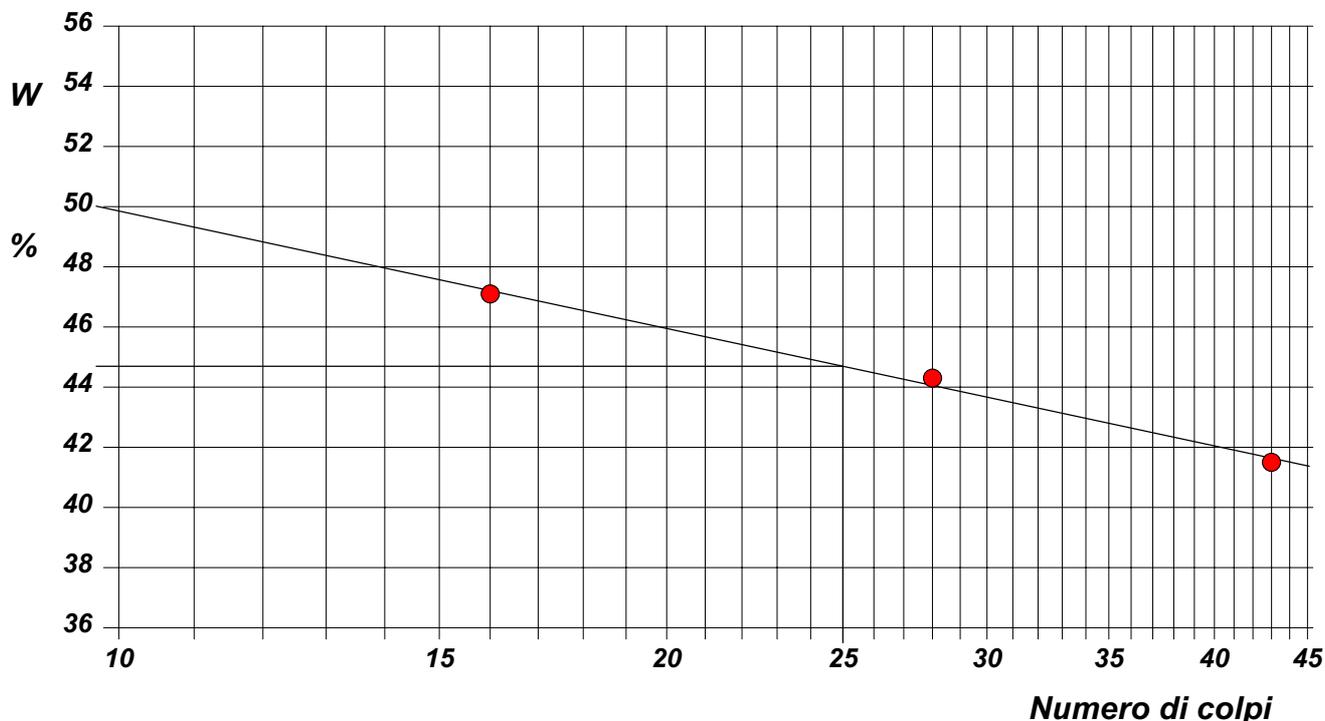
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	44,7 %
Limite di plasticità	22,5 %
Indice di plasticità	22,2 %

La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	16	28	43		Umidità (%)	22,5	22,5
Umidità (%)	47,1	44,3	41,5		Umidità media	22,5	

Determinazione del Limite di liquidità



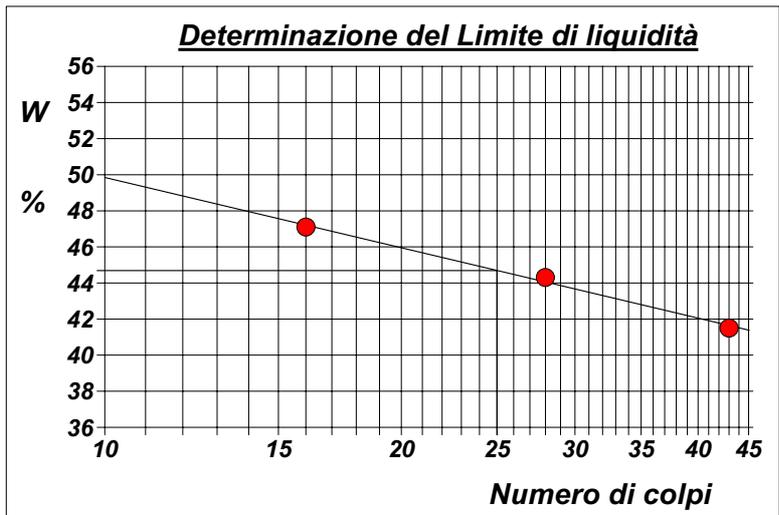
CERTIFICATO DI PROVA N°: 03029 <i>Allegato 1</i>	DATA DI EMISSIONE: 07/11/16	Inizio analisi: 26/10/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263 del 07/10/16	Apertura campione: 10/10/16	Fine analisi: 27/10/16

COMMITTENTE: Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 – FILIANO (PZ)		
RIFERIMENTO: Cimitero Avigliano		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7,60-7,90

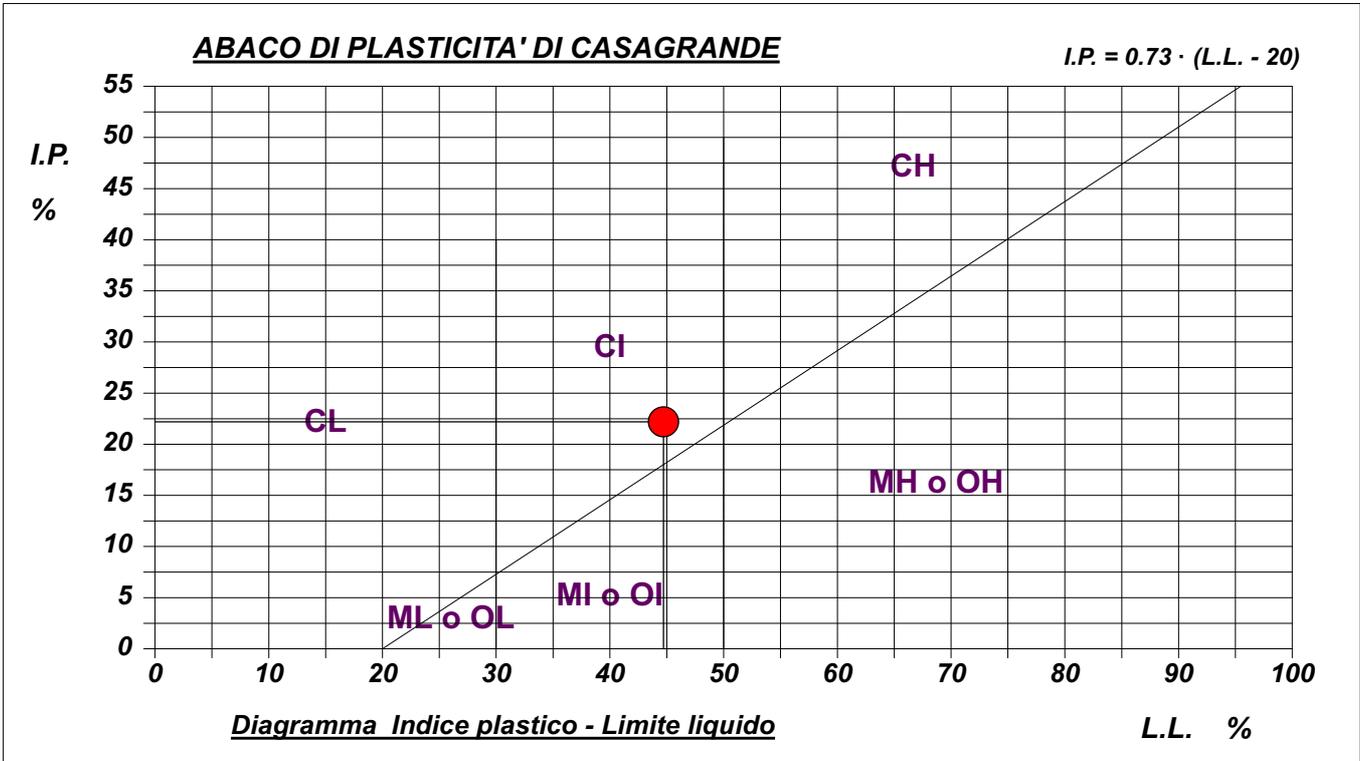
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	44,7	%
Limite di plasticità	22,5	%
Indice di plasticità	22,2	%
Indice di consistenza	1,28	
Passante al set. n° 40	SI	



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



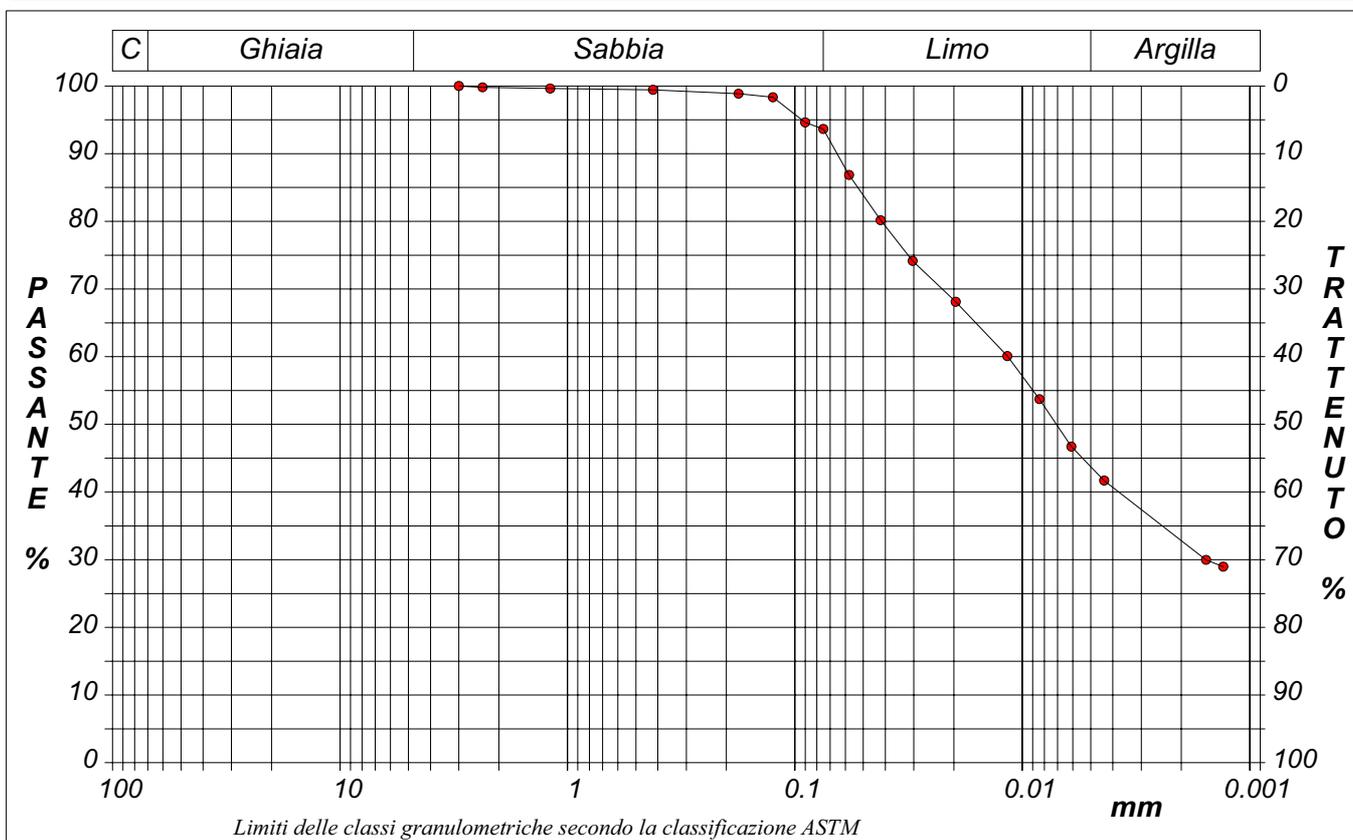
CERTIFICATO DI PROVA N°: 03030	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/11/16	Inizio analisi: 10/10/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263 del 07/10/16		Apertura campione: 10/10/16	Fine analisi: 17/10/16

COMMITTENTE: Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 - FILIANO (PZ)			
RIFERIMENTO: Cimitero Avigliano			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7,60-7,90	

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia 0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm) 99,8 %	D10 --- mm
Sabbia 6,4 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm) 99,4 %	D30 0,00156 mm
Limo 49,9 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm) 93,6 %	D50 0,00708 mm
Argilla 43,7 %		D60 0,01159 mm
Coefficiente di uniformità ---	Coefficiente di curvatura ---	D90 0,06516 mm



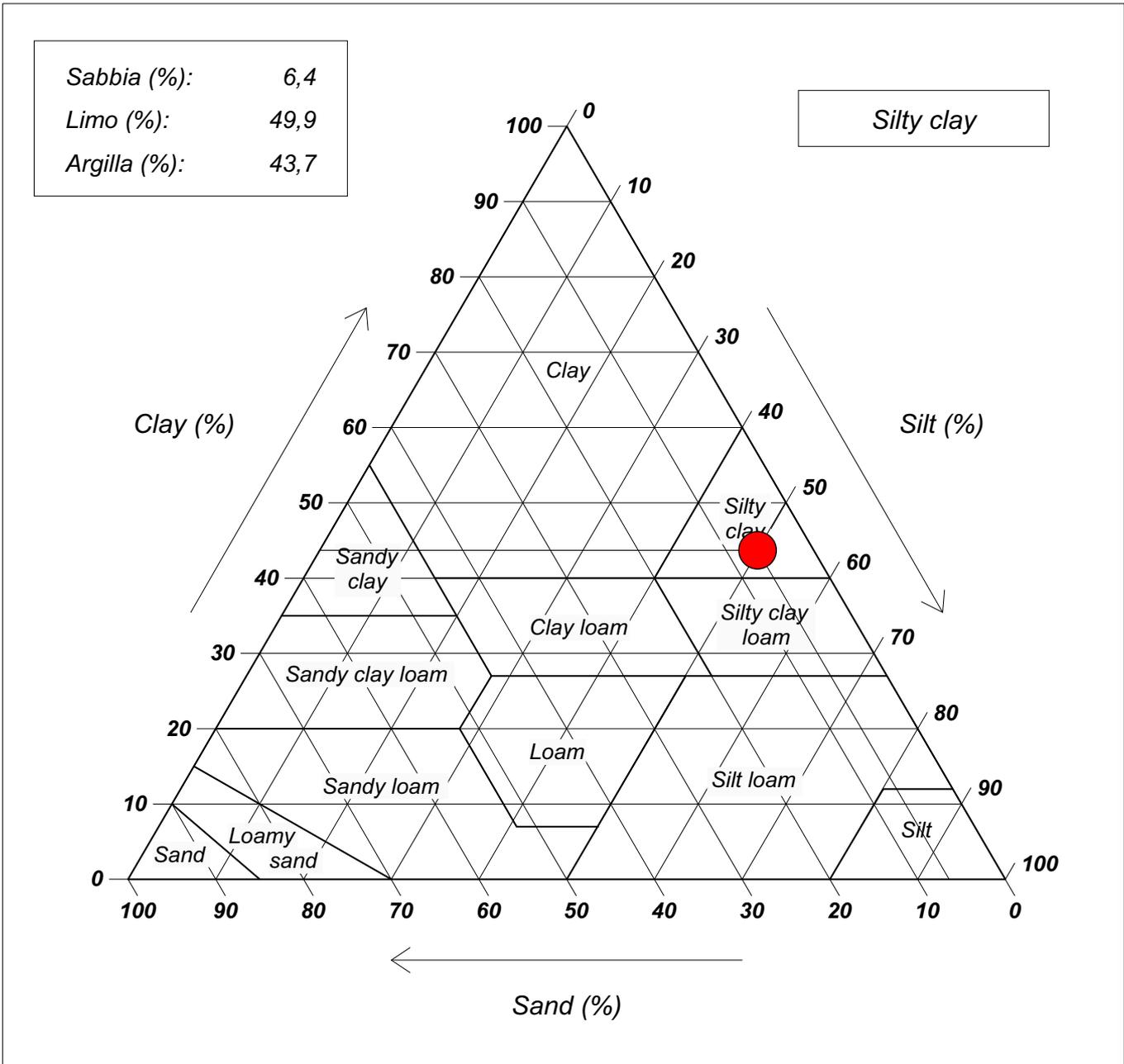
Diametro mm	Passante %								
3,0000	100,00	0,1250	98,34	0,0303	74,14	0,0044	41,69		
2,3600	99,81	0,0900	94,61	0,0196	68,12	0,0016	29,98		
1,1900	99,62	0,0750	93,64	0,0116	60,09	0,0013	28,97		
0,4200	99,43	0,0577	86,86	0,0084	53,73				
0,1770	98,87	0,0419	80,17	0,0061	46,71				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03030 Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 07/11/16	Inizio analisi: 10/10/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263 del 07/10/16	Apertura campione: 10/10/16	Fine analisi: 17/10/16

COMMITTENTE: Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 - FILIANO (PZ)		
RIFERIMENTO: Cimitero Avigliano		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7,60-7,90

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422



CERTIFICATO DI PROVA N°: 03031	Pagina 1/5	DATA DI EMISSIONE: 07/11/16	Inizio analisi: 10/10/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263 del 07/10/16		Apertura campione: 10/10/16	Fine analisi: 14/10/16

COMMITTENTE: Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 - FILIANO (PZ)		
RIFERIMENTO: Cimitero Avigliano		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7,60-7,90

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	16,1 17,3	16,6 16,8	16,3 16,2
Peso di volume (kN/m³):	20,3	20,3	20,4
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0,004 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

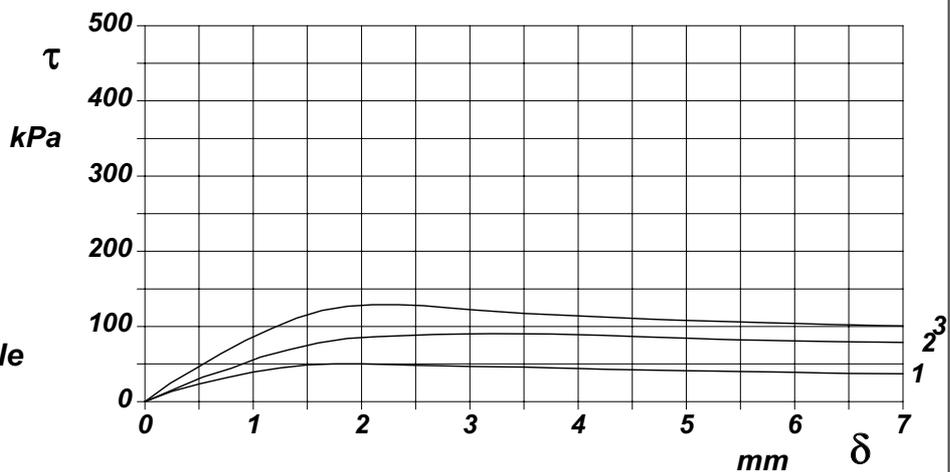
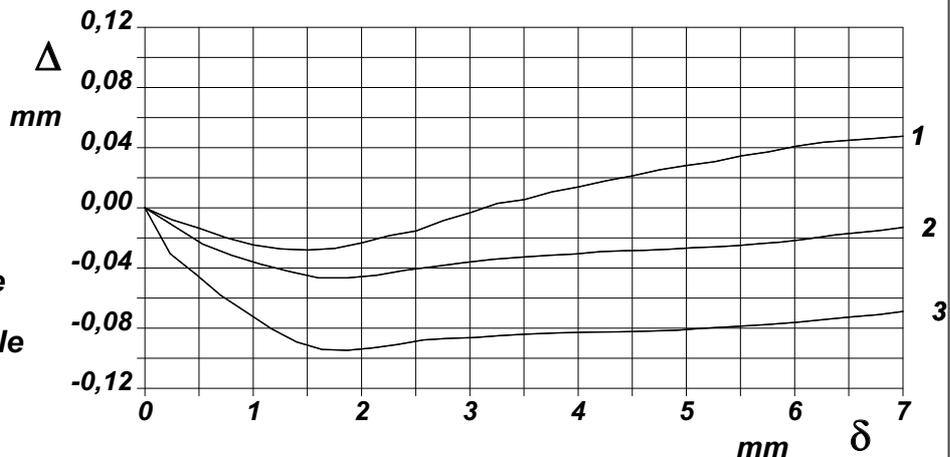


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



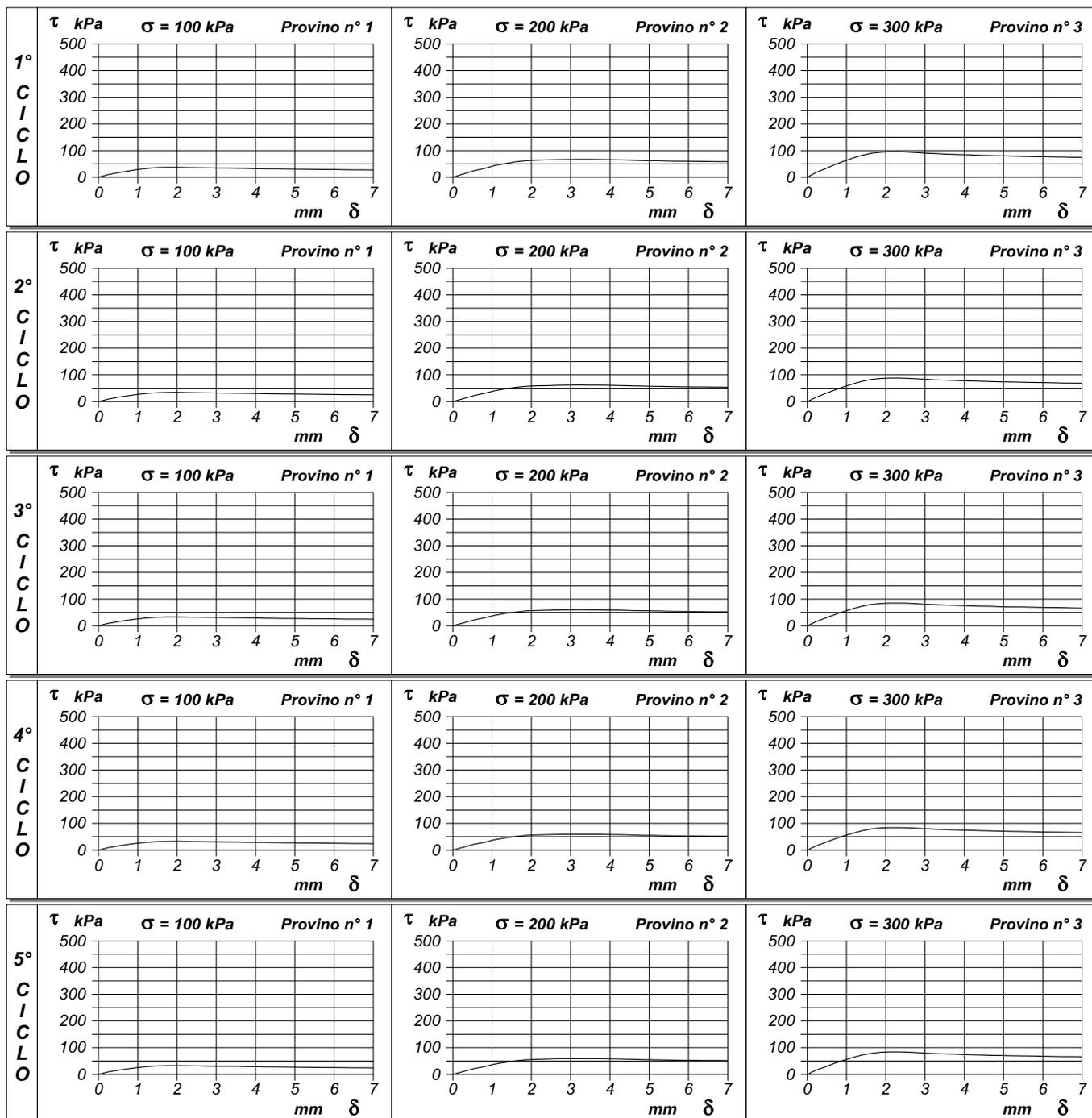
CERTIFICATO DI PROVA N°: 03031	Pagina 3/5	DATA DI EMISSIONE: 07/11/16	Inizio analisi: 10/10/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263 del 07/10/16		Apertura campione: 10/10/16	Fine analisi: 14/10/16

COMMITTENTE: Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 - FILIANO (PZ)			
RIFERIMENTO: Cimitero Avigliano			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7,60-7,90	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - RESISTENZA RESIDUA - CICLI DI TAGLIO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

DIAGRAMMI TENSIONE - DEFORMAZIONE ORIZZONTALE



545-16

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03031 Pagina 4/5

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263 del 07/10/16

DATA DI EMISSIONE: 07/11/16 Inizio analisi: 10/10/16

Apertura campione: 10/10/16 Fine analisi: 14/10/16

COMMITTENTE: Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 - FILIANO (PZ)

RIFERIMENTO: Cimitero Avigliano

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 7,60-7,90

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,00
Altezza finale (cm)	1,95
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	12,5
Df (mm)	2
Vs (mm/min)	0,016

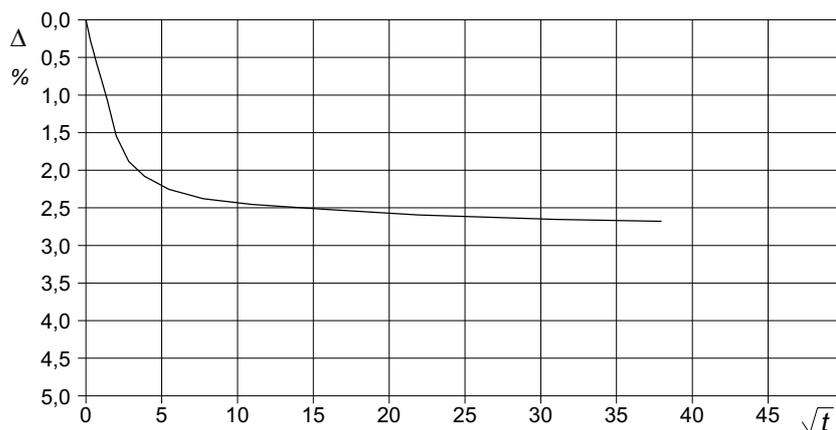


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,00
Altezza finale (cm)	1,93
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	20,7
Df (mm)	3
Vs (mm/min)	0,014

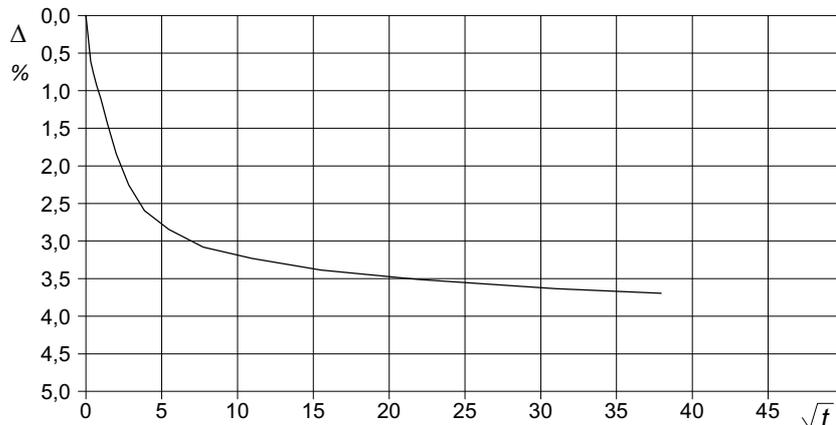
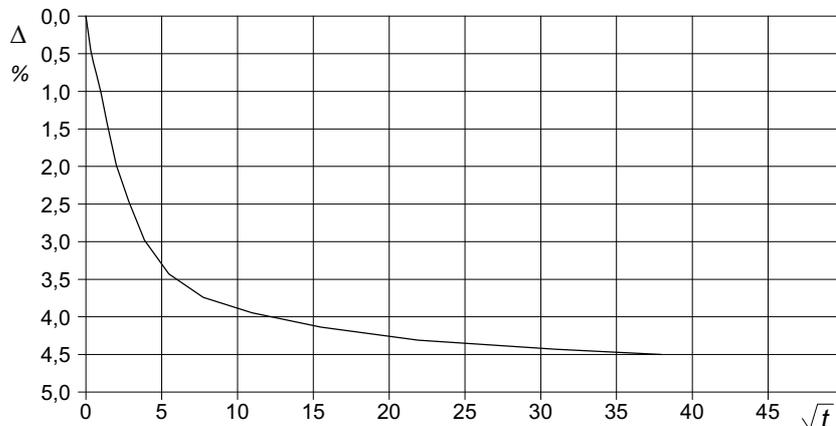


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,00
Altezza finale (cm)	1,91
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	22,9
Df (mm)	2
Vs (mm/min)	0,009



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

tf = 10 x T₁₀₀ Vs = Df / tf

545-16

CERTIFICATO DI PROVA N°: 03032	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 07/11/16	Inizio analisi: 10/10/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263 del 07/10/16		Apertura campione: 10/10/16	Fine analisi: 17/10/16

COMMITTENTE: Geologo Pace Andrea - Rione Pace, 7 - 85020 - FILIANO (PZ)			
RIFERIMENTO: Cimitero Avigliano			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7,60-7,90	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - RESISTENZA RESIDUA

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Rimaneggiato	Rimaneggiato	Rimaneggiato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	16,1 17,3	16,6 16,8	16,3 16,2
Peso di volume (kN/m³):	20,3	20,3	20,4
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0,004 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

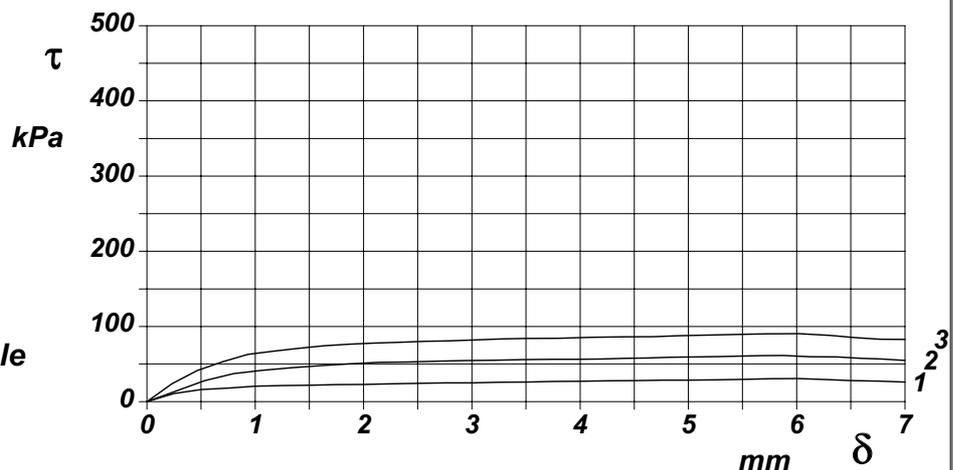
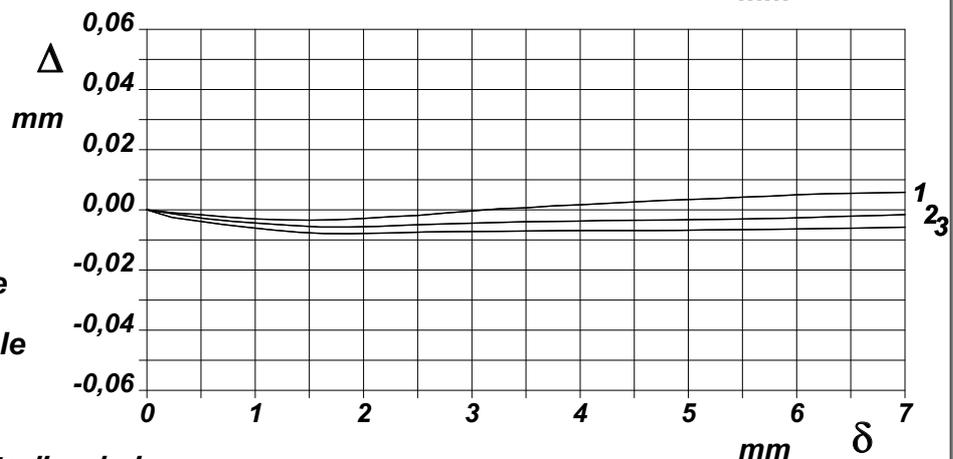


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Prova eseguita dopo 5 cicli di taglio veloci

All. 6

Allegato Fotografico



Foto 1 – Ubicazione sondaggio S1



Foto 2 – Cassa 1



Foto 3 – Cassa 2



Foto 4 – Cassa 3



Foto 5 – Cassa 4



Foto 6 – Cassa 5

SCAVO GEOGNOSTICO



Foto 7- 8 Scavo geognostico in adiacenza alla fondazione

