

LABORATORIO MATERIALI DA COSTRUZIONE  
LABORATORIO TERRE E ROCCE  
INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

**GEOPROVE** S.R.L.

# COMUNE DI MANDELA (PROVINCIA DI ROMA)

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA

INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE  
FINALIZZATE ALLA PROGETTAZIONE DEL  
NUOVO ACQUEDOTTO MARCIO

**VIA TIBURTINA – sondaggio S17**  
(O.D.S. N. 04/22)

\*\*\*\*\*

Ruffano, agosto 2022

IL DIRETTORE TECNICO  
Dott. Geol. Marcello DE DONATIS



Autorizzazione ministeriale ad effettuare e certificare prove su materiali da costruzione DM 275 del 12 giugno 2018.

Autorizzazione ministeriale ad effettuare e certificare prove su terre, rocce e prove in sito DM 278 del 14 giugno 2018.



ISO 14001:2015, n. SA 00014/19  
OHSAS 18001:2007, n. SA 00015/19



SOA 05208 II Livello



Organismo di Certificazione  
AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE CERTIFICATO  
UNI EN ISO 9001

**GEOPROVE S.R.L. P. IVA 03940580750** • Capitale Sociale € 500.000,00 • Iscrizione alla CCIAA 255978

Sede Legale e Laboratorio Terre e Rocce Via Il Giugno 2, 73049 Ruffano (LE) • Laboratorio Materiali Via Benedetto Falcone snc ZI 73049 Ruffano (LE) •

Unità Locale Via Olanda, Zona Industriale Surbo, 73010 Lecce (LE) • Telefono e Fax 0833 692992 • Cell. 329 359 9093 | [www.geoprove.eu](http://www.geoprove.eu) • [info@geoprove.eu](mailto:info@geoprove.eu)

## Indice

Indice .....	1
<i>PREMESSA</i> .....	2
<i>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO</i> .....	3
<i>INDAGINE GEOGNOSTICA</i> .....	4
<i>Sondaggi geognostici a carotaggio continuo</i> .....	5
<i>Standard Penetration Test (Spt)</i> .....	11
<i>Piezometro</i> .....	12
<i>Prelievo dei campioni e analisi di laboratorio</i> .....	15
<i>Prove Pressiometriche</i> .....	19
<i>ALLEGATI</i> .....	27
<i>ANALISI DI LABORATORIO</i> .....	27
<i>PROVE PRESSIOMETRICHE</i> .....	28

## **PREMESSA**

Su incarico di ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA, la Società Geoprove Srl di Ruffano, ha eseguito, in seno al Contratto Quadro n. 3900014314, delle indagini geognostiche e geofisiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.

L'area di indagine è presso la S.S. 5, tracciato TR4.

Le indagini, eseguite ai sensi del D.M. 17.01.2018, ai fini della caratterizzazione geologica, geotecnica del terreno fondale sono consistite, come richiesto dalla committenza, in:

- n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino ad una profondità di 25.0 metri;
- n. 4 SPT (Standard Penetration Test) in foro di sondaggio;
- prelievo di n. 3 campioni ed analisi di laboratorio geotecnico;
- installazione di n.1 piezometro di tipo a tubo aperto nel foro di sondaggio;
- n. 3 pressimetriche a profondità di 7.0, 14.0 e 21.0 metri.

Al termine delle indagini è stata redatta le presente relazione geologico-tecnica ai sensi del D.M. 17.01.2018.

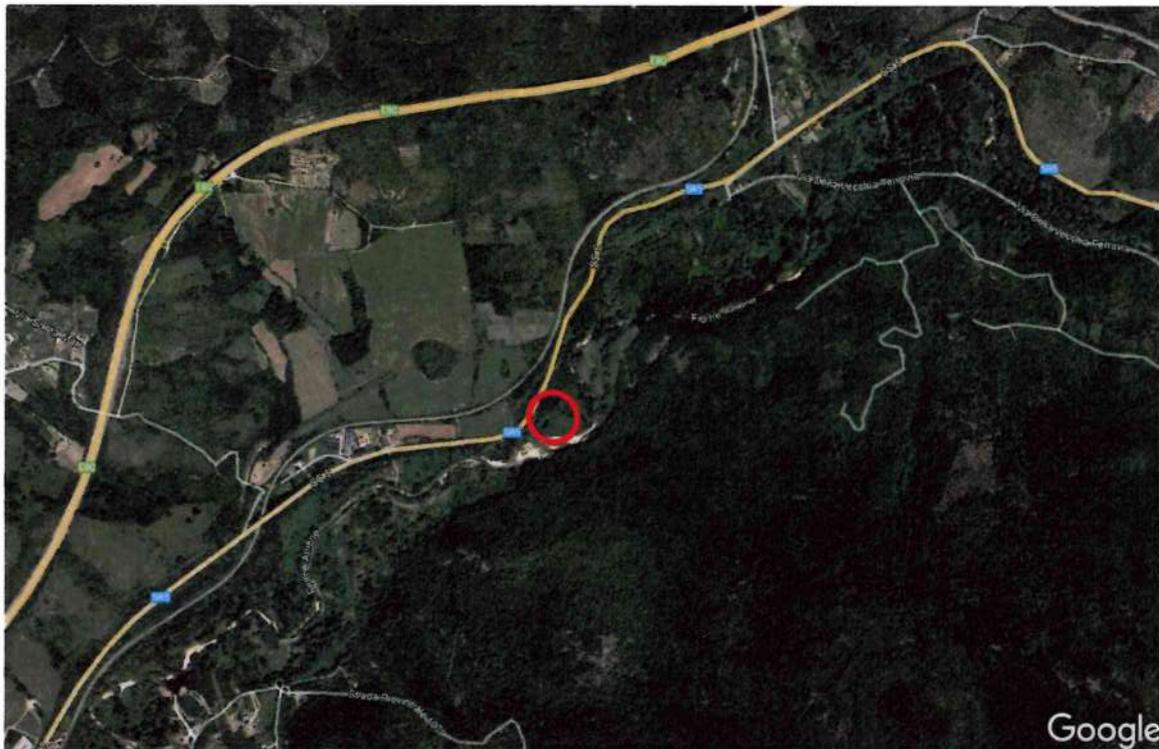
## INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area indagata è ubicata lungo la Strada Statale 5 a nord del Fiume Aniene, ad 1.3 km a est di Mandela (RM).

L'area è individuata dalle seguenti coordinate:

Latitudine: 42°01'43.89"N

Longitudine: 12°56'39.16"E



*Area di indagine, immagine da Google Earth ®*

## **INDAGINE GEOGNOSTICA**

L'indagine geognostica è stata eseguita dalla Ditta Geoprove, in conformità alle direttive del **DM 17/01/2018** recante “Norme Tecniche per le costruzioni” ed è stata finalizzata alla raccolta di dati qualitativi e quantitativi occorrenti per la previsione del comportamento dell'opera in rapporto alle caratteristiche del terreno.

Sono stati pertanto eseguiti, come richiesto dalla committenza:

- n.1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino ad una profondità di 25.0 metri;
- n. 4 SPT (Standard Penetration Test) in foro di sondaggio;
- prelievo di n. 3 campioni ed analisi di laboratorio geotecnico;
- installazione di n.1 piezometro di tipo a tubo aperto nel foro di sondaggio.
- n. 3 pressimetriche a profondità di 7.0, 14.0 e 21.0 metri.

## **Sondaggi geognostici a carotaggio continuo**

Nel mese di luglio 2022 è stato eseguito un sondaggi geognostico a carotaggio continuo della profondità di 25.0 mt dal p.c. situato lungo la Strada Statale 5 a nord del Fiume Aniene.

La terebrazione è stata eseguita impiegando una trivella della CMV mod. MK 600, realizzando un foro di sondaggio del diametro di  $\phi$  101 mm, consentendo di ricostruire l'intera stratigrafia del sottosuolo.

Il metodo utilizzato per l'esecuzione del perforo è stato quello a rotazione con carotaggio continuo. In pratica la macchina perforatrice è dotata di una testa idraulica che fornisce alla batteria d'aste di perforazione un movimento rotatorio. La spinta necessaria all'attrezzo di perforazione per "tagliare" il terreno è invece prodotto da pistoni idraulici.

Il funzionamento consiste nell'infiggere nel terreno un tubo di acciaio (carotiere), munito al fondo di un utensile tagliente (corona), collegato in superficie mediante una batteria di aste cave; l'infissione avviene ruotando e spingendo contemporaneamente le aste in superficie mediante sonda. Il metodo di avanzamento è manuale, dato che la pressione è applicata e regolata dall'operatore.

Con la perforazione a rotazione si può attraversare qualsiasi tipo di terreno, con diametro di perforazione di 101 mm.

Il tipo di utensile di perforazione più comunemente impiegato consiste in un carotiere la cui estremità inferiore è costituita da una corona tagliente provvista di elementi di metallo duro diamantato.

Durante la perforazione, per evitare fenomeni franosi del materiale da non poter eseguire una dettagliata ricostruzione stratigrafica del terreno investigato, il foro è stato rivestito con tubi sottili in acciaio, in giunti filettati, che dopo l'esecuzione del sondaggio sono stati rimossi.

Il materiale perforato è stato conservato in cassette catalogatrici, in PVC della lunghezza di un metro, munite di scomparti divisorii (1 m di lunghezza con 5 compartii) e di coperchio. Sulle cassette è stato indicato il numero di sondaggio e le profondità.

Le cassette sono state documentate da foto allegate alla presente relazione.

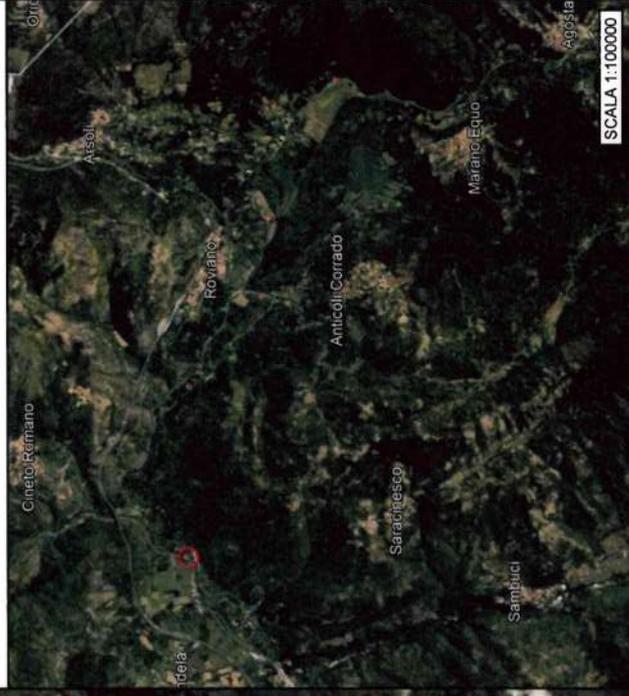
Di seguito si allegano: la restituzione grafica della stratigrafia, nella quale sono riportate anche le profondità di prelievo dei campioni sottoposti ad analisi di laboratorio; si allegano inoltre la documentazione fotografica ed una planimetria con l'ubicazione.

# UBICAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO A CAROTAGGIO CONTINUO



## LEGENDA:

- Sondaggio geognostico a carotaggio continuo
- Area di studio



SCALA 1:100000

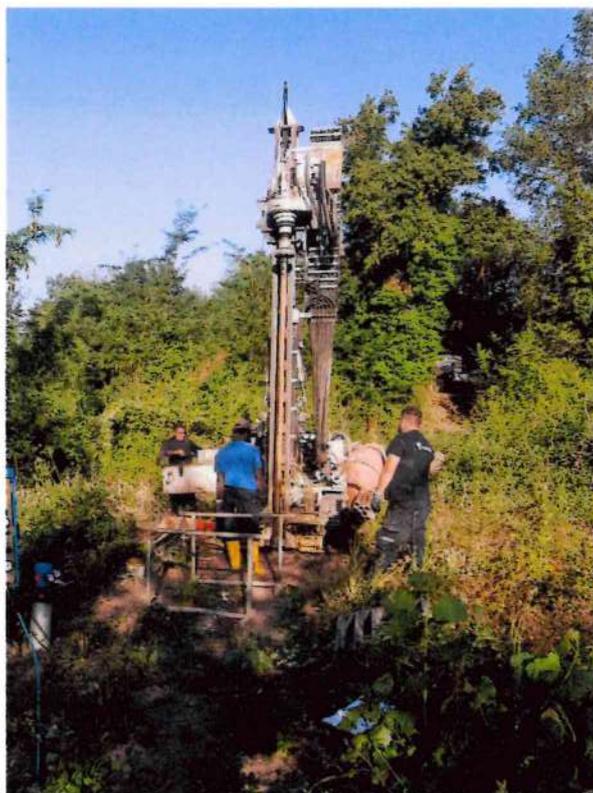
SCALA 1:1250

## **SONDAGGIO S17 (Pz)**

Committente: ACEA Elabori SpA	
Località: S.S. 5	
Quota s.l.m.: 302 m s.l.m.	Data: 06-07/07/2022
Coordinate Lat/Long: 42°01'43.89"N, 12°56'39.16"E	

### ***Caratteristiche generali e modalità di perforazione***

Sonda perforatrice	CMV mod MK-600
Diametro del foro	Ø 101
Profondità raggiunta	25.0 m
Inclinazione del foro di sondaggio	verticale
Tecnica di scavo	A rotazione a carotaggio continuo
Tubo di rivestimento	0.0 m - 25.0 m
Cassette catalogatrici	5



*Esecuzione sondaggio geognostico a carotaggio continuo S17 (Pz)*



*Cassetta n. 1 (0.00 m - 5.00 m)*



*Cassetta n. 2 (5.00 m - 10.00 m)*



*Cassetta n. 3 (10.00 m - 15.00 m)*



*Cassetta n. 4 (15.00 m - 20.00 m)*



*Cassetta n. 5 (20.00 m - 25.00 m)*

Committente: Acea Elabori Spa	Sondaggio: S17 (PZ)
Riferimento: Indagini geognostiche (ods 04-22 Tiburtina TR4 PZ8)	Data: 06-07/07/2022
Coordinate: 42°01'43.89"N 12°56'39,16"E	Quota: 302 s.l.m
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

σ mm	R v	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Standard Penetration Test			Campioni	Pz Cass
							m	S.P.T.	N		
		1				Terreno vegetale sabbioso di colore marrone con intercalati clasti calcarei.					
		2		2.5	2.5						
		3				Ghiaia con sabbia biancastra, da 8.5 a 10m aumenta la componente argillosa e limosa di colore marrone chiaro.			C1) Ind < 2.50 3.00		1
		4									
		5									
		6					6.0	16/2cm	Rif		
		7									
		8									2
		9							C2) Ind < 8.50 9.00		
		10		10.0	7.5	Ghiaia sabbiosa con clasti calcarei spigolosi, colore biancastro					
		11									
		12									
		13									3
		14		13.5	3.5	Argilla limosa debolmente sabbiosa, colore grigio chiaro					
		15							C3) Ind < 15.00 15.50		
		16									
		17									
		18					18.0	3-4-8	12		4
		19									
		20		20.0	6.5	Calcere grigiastro molto fratturato con intercalazioni sabbiose limose verso la fine.					
		21									
		22									
		23									
		24									5
		25		25.0	5.0		24.0	5cm	Rif		

n.3 Pressiometriche: 1) 7m; 2) 14m; 3) 21m

## Standard Penetration Test (Spt)

Durante l'esecuzione del sondaggio S17 (Pz) sono state eseguite quattro prove SPT (Standard penetration test).

La prova S.P.T. si effettua per intervalli di 45 cm, misurando il numero di colpi, sul fondo foro opportunamente pulito. Si tratta di una prova a percussione con un campionatore di forma e dimensioni standard (tipo Raymond), attraverso il quale, in base al numero dei colpi (N) necessari alla penetrazione di 45 cm, misurati separatamente in tre tratti di 15 cm ciascuno, è stato possibile valutare orientativamente lo stato di consistenza dei terreni.

La percussione avviene secondo le modalità contenute nella norma *ASTM n° D 1586/67*.

Complessivamente, durante la prova, il campionatore sarà infisso di  $15+15+15=45$ cm. Si assume quale resistenza alla penetrazione il parametro:  $NSPT = N2 + N3$ .

Il valore di  $N_{spt}$  è dato dalla somma dei colpi misurati nel secondo e terzo tratto di 15 cm, quando il numero di colpi supera 50 la prova viene sospesa, rappresentando tale valore il rifiuto.

Per le prove è stato usato un campionatore di lunghezza 711 mm, diametro esterno di 50.8 mm, diametro interno 34.9 mm ed un dispositivo di guida e di sgancio automatico del maglio, di peso 63.5 kg, che ha assicurato una corsa a caduta libera di 0.76 mm.

I risultati delle prove eseguite si leggono sulla stratigrafia allegata.

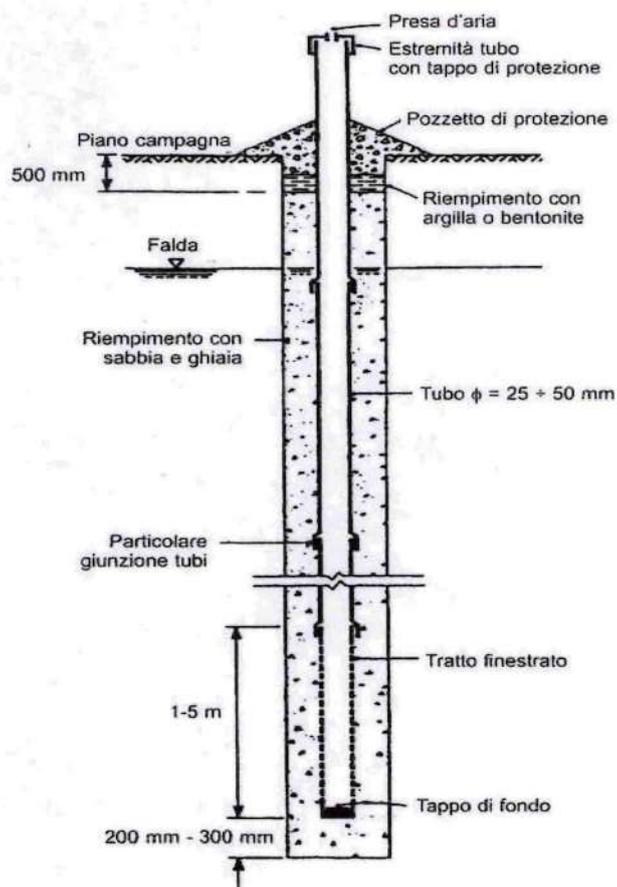
## Piezometro

Dopo aver eseguito la perforazione, il perforo è stato successivamente attrezzato a piezometro per la misura della falda.

Per tali misure è necessaria una stabilizzazione di alcune ore, misurando la profondità a cui si stabilizza il livello dell'acqua nel foro.

La misura del livello piezometrico può essere acquisita mediante piezometri a tubo aperto, i quali sono costituiti da tubazioni metalliche o di materiale plastico, di diametro sufficiente per consentire il passaggio dello strumento di misura del livello dell'acqua.

Nella zona di misura la parete del tubo è finestrata ed è circondata da materiale filtrante.





*Allestimento del sondaggio S17 a Piezometro*

## ***Installazione del Piezometro nei fori di sondaggi***

L'istallazione è avvenuta secondo le seguenti modalità:

1. lavaggio dell'interno del foro con abbondante acqua pulita prima dell'estrazione del rivestimento provvisorio;
2. introduzione del tubo piezometrico immorsandolo nel terreno di base, gettando poi nell'intercapedine tubo-rivestimento materiale granulare pulito (con diametro delle particelle compreso fra 2 e 4 mm) fino a risalire di 1 m dalla estremità superiore del tratto finestrato, estraendo progressivamente il rivestimento senza l'ausilio della rotazione;

3. riempimento del tratto superiore dell'intercapedine con materiale limo-argilloso o sabbioso;
4. protezione dell'estremità dei tubi;
5. inserimento del terminale piezometrico in un pozzetto, cementato nel terreno, con chiusura.

Terminata l'installazione del piezometro, è stata misurato il livello della falda.

Essa si trova a **9.00 metri dal p.c..**

## **Prelievo dei campioni e analisi di laboratorio**

Durante la perforazione del sondaggio geognostico sono stati prelevati complessivamente 3 campioni a diverse profondità; si tratta di campioni indisturbati.

Sui campioni è stata apposta un'etichetta con indicati cantiere, committente, designazione del sondaggio, numero campione, profondità di prelievo, data di prelievo.

I campioni dopo essere stati prelevati, sono stati sigillati e conservati in ambienti umidi, per evitare che venga espulsa l'acqua presente all'interno del campione.

I campioni sono poi stati portati in laboratorio e conservati in celle, che consentono di mantenere una temperatura di 20 °C ed una umidità del 90%.

I campioni sono stati identificati con due codici rappresentativi del sondaggio e del campione.

Sui campioni di terra sono state ricavate le proprietà indice e le proprietà fisiche, peso di volume, contenuto d'acqua, grado di saturazione, peso specifico, porosità, indice dei vuoti ecc; sono inoltre state eseguite le analisi granulometriche e determinati i limiti di Atterberg (liquido, plastico e di ritiro).

Sui campioni sono inoltre state eseguite, le prove di resistenza al taglio e la resistenza a compressione ad espansione laterale libera; nel dettaglio due prove di taglio, una prova triassiale di tipo CD, una prova ELL. Su un campione è stata poi eseguita una prova di colonna risonante.

Per i campioni è stato realizzato un quadro riassuntivo delle Prove Geotecniche di Laboratorio.

## Proprietà fisiche

Sui campioni sono state ricavate le proprietà fisiche, peso di volume, contenuto d'acqua, grado di saturazione, peso specifico, porosità, indice dei vuoti ecc., di cui si allega prospetto con le risultanze.

Riferimento			Caratteristiche fisiche							
Sond n°	Camp. n°	Profondità m	W %	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_{sec}$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_{sat}$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_s$ kN/m <sup>3</sup>	Indice vuoti	Poros. %	Sat %
S17	C1	2.50-3.00	6.9	19.9	18.6	21.2	25.2	0.36	26.2	50.3
S17	C2	8.50-9.00	9.3	22.2	20.3	22.6	26.6	0.31	23.7	81.2
S17	C3	15.00-15.50	30.2	18.7	14.3	18.7	25.8	0.80	44.4	99.5

## Analisi granulometriche

L'analisi granulometrica serve ad individuare la costituzione fisica del terreno. In laboratorio si ricorre generalmente a due metodologie:

- ✓ vagliatura attraverso una serie di setacci di apertura via via decrescente;
- ✓ sedimentazione per la frazione fine passante al setaccio n°200 con apertura 0.075 mm.

Si determinano le percentuali in peso di ciascuna classe granulometrica e si rappresentano i dati su un diagramma semilogaritmico: % passante- log Diametro, per ottenere la curva granulometrica dalla quale si ricava la classificazione del terreno in esame.

I tre campioni analizzati sono risultati ghiaia con sabbia il campione C1, ghiaia con sabbia sabbiosa ed argillosa il campione C2, argilla con limo il campione C3.

Per i dettagli si rimanda ad i certificati allegati, dove si può leggere una stima delle percentuali delle varie classi granulometriche.

### Limiti di Atterberg

I limiti di Atterberg sono stati eseguiti su due dei tre i campioni; sono stati eseguiti per determinare il limite di liquidità, il limite di plasticità, il limite di ritiro, l'indice di plasticità e l'indice di consistenza. Attraverso l'analisi statistica, inseriti nell'Abaco di Plasticità di Casagrande, si può osservare graficamente in quale campo ricadono.

Le determinazioni sono state fatte solo sui campioni C2 e C3; il primo ricade in MI o OI; il secondo in CH.

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

Per le esatte percentuali dei limiti di consistenza si rimanda ad i certificati allegati.

### Prove di taglio

Dal punto di vista delle prove di resistenza meccanica al fine di determinare angolo di attrito e coesione sono state condotte le prove di taglio diretto.

Esse hanno fornito i seguenti risultati:

Sondaggio	Campione	$\Phi$ (°)	c (kPa)
S17	C1	35.1	3.0
S17	C2	34.5	4.1

Sul campione C3 è stata invece eseguita una **prova di taglio triassiale di tipo CD (consolidata-drenata)**; essa ha fornito i seguenti risultati:

Sondaggio	Campione	$\Phi$ (°)	c (kPa)
S17	C3	21.3	11.4

### **Prova di compressione ELL**

La Prova di compressione ad espansione laterale libera ha permesso di stimare il valore della resistenza a compressione e indirettamente anche quello della coesione non drenata (la metà della prima).

La prova è stata eseguita sul solo campione S17-C1, fornendo i seguenti risultati:

<b>Sondaggio</b>	<b>Campione</b>	<b><math>\sigma</math> (kPa)</b>	<b>Cu (kPa)</b>
S17	C1	21	10

### **Prova di Colonna Risonante**

La prova di Colonna Risonante è stata eseguita sul campione S17-C3. Si utilizza per misurare i parametri dinamici dei terreni a livelli deformativi bassi determinando le leggi di decadimento della rigidità  $G$  e dell'incremento del fattore di smorzamento  $D$  in funzione della deformazione tangenziale in condizioni di frequenza di risonanza.

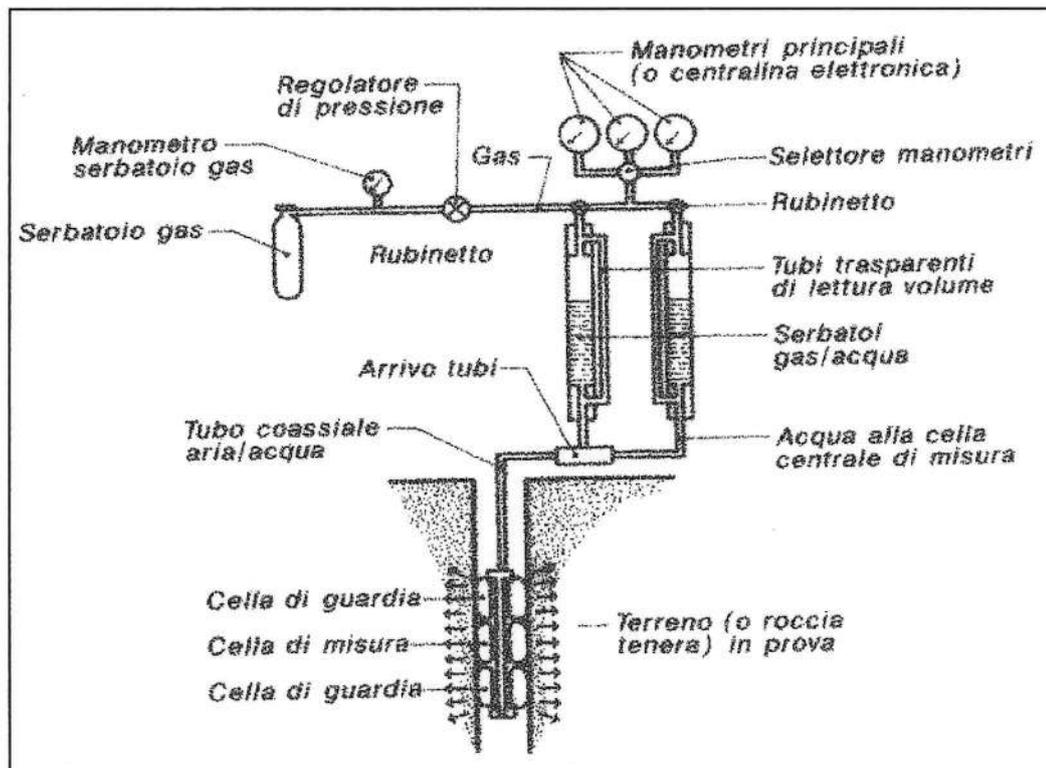
Nel corso delle prove di RC sono misurate la frequenza di risonanza e la deformazione angolare indotta del provino.

Dal valore della prima grandezza è possibile risalire alla velocità di propagazione delle onde di taglio e quindi al modulo di taglio  $G_s$ ; dalla misura delle deformazioni angolari del provino si ricava la deformazione tangenziale  $\gamma$ .

Per i dettagli si rimanda ai certificati di analisi allegati.

## Prove Pressiometriche

Nell'ambito della presente campagna geognostica sono state eseguite complessivamente 3 prove pressiometriche a diverse profondità: a 7.0 m, a 14.0 m e a 21.0 m. Per il cantiere in oggetto è stata utilizzata una sonda pressiométrica del tipo Ménard-Apágeo di cui si allega schema



Schema del pressiometro Ménard

Essa è dotata delle seguenti caratteristiche:

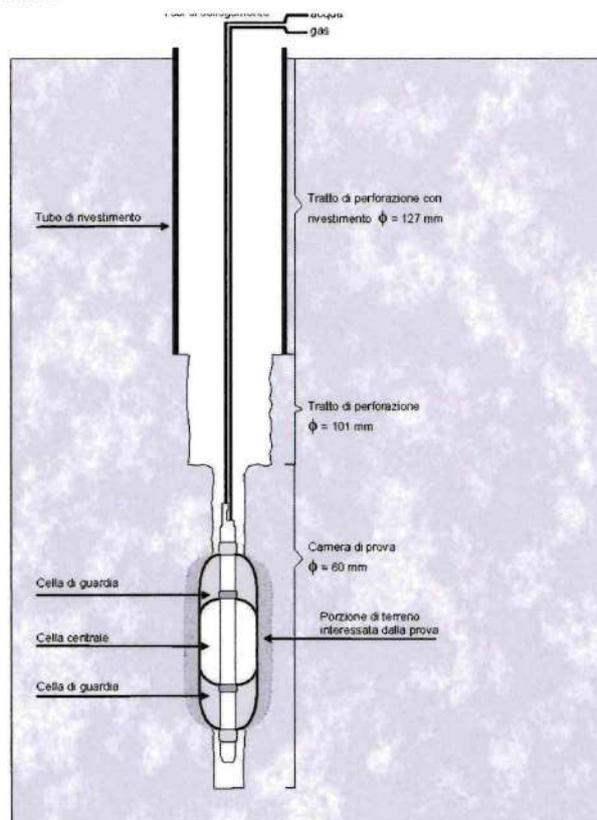
	SONDA	CELLA DI GUARDIA	CELLA CENTRALE
LUNGHEZZA [mm]	600	120 (+/- 20)	210 (+/- 10)
DIAMETRO ESTERNO [mm]	60	58 (+/- 2)	58 (+/- 2)

La prova pressiométrica MPM, eseguita secondo le specifiche di Ménard del 1965, consiste nella misurazione delle dilatazioni indotte in una

cella facente parte di una sonda tricellulare, calata in foro di sondaggio appositamente realizzato con un carotiere da 62 mm attrezzato con corone al widia.

La sonda pressiometrica si compone di una sonda cilindrica ad espansione idraulica costituita da una cella centrale o cella di misurazione e da due celle di guardia laterali; le misurazioni vengono effettuate sulla cella centrale che, messa sotto pressione dalla massa d'acqua iniettata all'interno, si espande radialmente.

Le celle di guardia, dilatate dal gas, mantengono costante la geometria del sistema impedendo che la cella centrale abbia deformazioni diverse da quelle radiali.



Installazione della sonda pressiometrica

La prova viene eseguita imponendo incrementi di carico mantenuti costanti per 60" e con misure intermedie a 30" e misurando le dilatazioni

della cella centrale e, quindi, le corrispondenti deformazioni volumetriche del terreno.

Le pressioni vengono lette in superficie da manometri di precisione dotati di scale differenziate, mentre le deformazioni vengono rilevate da un sistema volumetrico che offre possibilità di inserire un sistema di misurazione ad alta sensibilità qualora i materiali in esame lo richiedano.

Le pressioni lette al manometro vengono depurate della pressione d'inerzia della sonda.

La taratura di pressione della sonda è effettuata quotidianamente facendo espandere liberamente la cella pressiometrica e registrando i volumi di equilibrio a 60" per ogni incremento di pressione fino alla capacità massima tollerata della guaina.

E' stata eseguita anche una taratura dell'insieme sonda - cavi - centralina sulle variazioni di volume (taratura di volume). Le dilatazioni misurate, anche se di entità trascurabile, sono dovute all'elasticità dei tubi ed alla compressibilità del fluido. La membrana viene dilatata all'interno di un tubo metallico indeformabile aumentando la pressione fino al valore massimo di prova.

Essendo le pressioni di circuito lette in superficie in corrispondenza del manometro, ad un'altezza di circa 1 metro dal p.c., le pressioni al livello della cella differiscono da quelle misurate di una quantità pari all'altezza della colonna d'acqua nei tubi, cioè di:

$$(H_p+1) \cdot 10 \text{ (kPa)} \text{ dove } H_p = \text{profondità di prova in metri}$$

Alla pressione letta è stata così sommata la pressione dovuta alla colonna d'acqua (correzione idrostatica).

Per ogni singola prova viene compilata in cantiere una scheda con i dati fondamentali per individuare il sito, il sondaggio e la profondità di prova, oltre ad altri dati raccolti in maniera sistematica (data, tecnico operatore, misure ai manometri ed al volumometro, ecc.). Il litotipo di riferimento è stato rilevato sulla carota estratta dalla sonda impiegata per realizzare il foro da 62 mm.

I dati registrati durante la prova sono:

- pressione letta al manometro;
- volume iniettato a 30”;
- volume iniettato a 60”.

Da questi volumi si mettono in evidenza la variazione del volume fra la lettura a 30” e la lettura a 60” (V60 - V30) a pressione costante (volume di fluage) e la variazione di volume fra le letture a 60” di due gradini di pressione successivi. Queste due variazioni di volume permettono già in campagna di controllare lo sviluppo della prova e stimare la pressione di fine prove.

Oltre ai dati raccolti in campagna (dati sperimentali), è chiaramente indicata la correzione idrostatica da applicare ed i valori delle pressioni corrette.

### **Modalità di elaborazione**

Negli elaborati forniti in allegato oltre ai dati raccolti nella scheda di cantiere vengono presentati le elaborazioni ed i grafici qui di seguito illustrati.

Il grafico pressione - volume è messo in parallelo con il grafico del volume di fluage. La forma della curva di fluage, infatti, è indicativa per

l'individuazione sia della pressione di ricompressione  $P_o$  (e quindi del volume  $V_o$ ) di inizio del tratto pseudo-elastico della curva (lineare) sia della pressione finale del tratto rettilineo  $P_f$  (e quindi del volume  $V_f$ ).

Individuato il tratto rettilineo della curva, si può stimare il modulo pressiometrico normalizzato di Ménard  $E_p$  attraverso la relazione:

$$E_p = 2 \cdot (1 + \nu) \cdot V_m \cdot \Delta P / \Delta V$$

nella quale:

$V_m$  = volume medio della cella nel tratto pseudo-elastico;

$\Delta P$  = variazione di pressione nel tratto pseudo-elastico;

$\Delta V$  = variazione di volume nel tratto pseudo-elastico.

Il volume medio della cella può essere stimato dalla relazione:

$$V_m = V_i + (V_f + V_o) / 2$$

dove  $V_i$  = volume iniziale teorico della cella.

Il valore del modulo di Poisson ( $\nu$ ) varia in funzione del tipo di terreno e del modo con cui viene portato a rottura in relazione alla sua caratteristica di smaltire le sovrappressioni indotte in fase di deformazione plastica.

La pressione limite che corrisponde convenzionalmente alla pressione a cui si raggiunge il volume  $V_l = V_i + 2V_o$ , non è praticamente raggiungibile in fase di prova poiché comporterebbe una rottura totale del terreno con conseguente espansione infinita della sonda. Essa può essere però stimata a partire dal grafico bilogarithmico pressione-variazione relativa di volume ( $\Delta v/v$ ), sul quale in prossimità della pressione limite la curva assume un andamento rettilineo e tende al valore  $\Delta v/v = 1$  in corrispondenza della pressione limite  $P_l$ . Tale procedura per stimare  $P_l$

sembra essere la più conservativa.

Per interpretare con maggiore chiarezza il comportamento del terreno nei segmenti di ricompressione, pseudo-elastico e plastico finale, già individuati nelle curve pressiométrica e di fluage, si costruisce il grafico  $\Delta V - P$ , ossia un diagramma in cui la differenza di letture volumetriche registrate tra uno step di pressione ed il successivo è riferita all'aumento di pressione imposta e corretta.

Esso amplifica, rendendoli più evidenti con una linea spezzata, i passaggi da un comportamento fisico del terreno ad un altro, mostrando con immediatezza, per mezzo di una linea approssimabile ad una retta, l'omogeneità dei valori di differenza di volume nel tratto pseudo-elastico.

I moduli pressiometrici e di Young, calcolati per l'intero range di valori di volume e pressione utilizzati per tracciare la curva pressiométrica, si graficano in funzione della pressione imposta e corretta, mostrando, per ogni parametro osservato, una linea spezzata che segue, anch'essa, le variazioni di risposta fisica del terreno; sia il tratto di ricompressione, sia il tratto plastico finale si presentano come linee oblique in salita ed in discesa, raccordate da una linea a "denti di sega" ad andamento pseudo-orizzontale.

Quest'ultimo tratto raccorda i parametri pressiometrici caratteristici di tutta la fase pseudo-elastica ed evidenzia, con più dettaglio rispetto alle curve pressiometriche, l'uniformità, o meno, della risposta del terreno nel tratto pseudo-elastico e la conseguente affidabilità dei calcoli dei parametri.

Determinati i parametri pressiometrici  $E_p$ ,  $P_l$  ed  $E$  si passa alla stima dei parametri di resistenza del terreno in condizioni drenate  $\varphi'$  e non drenate  $C_u$ .

La resistenza del materiale a rottura può essere ricavata dal valore di  $P'_l$  inteso come pressione limite netta, cioè depurata dalla pressione iniziale

Po. A tale valore è infatti collegabile la resistenza del terreno intesa come contributo totale della coesione e dell'attrito del terreno.

Da come viene condotta la prova e da come viene installata la sonda, i dati più attendibili che possono essere ricavati sono legati alla resistenza non drenata del terreno, quindi la prova risulta sicuramente più attendibile in terreni coesivi saturi.

Per ricavare il valore della “Cu”, in accordo con gli studi più accreditati, si sono utilizzate le seguenti relazioni (Amar e Jezequel 1972):

$$C_u = P'1 / 5,5 \text{ per } P_l < 0,3 \text{ Mpa}$$

$$C_u = P'1 / 10 + 0,025 \text{ per } P_l > 0,3 \text{ MPa}$$

Per la stima della resistenza del materiale in termini di  $\varphi'$ , le interpretazioni della prova pressiométrica non hanno ancora fornito espressioni sicuramente affidabili

D'altronde la caratteristica della prova di essere essenzialmente “rapida” non assicura che terreni con un minimo di matrice fina smaltiscano completamente le sovrappressioni.

In questa ipotesi si è preferito adottare una interpretazione semplice della curva pressiométrica data del Centro Studi Ménard (1963) che a fronte di una relativa imprecisione teorica (sull'uso di pressioni totali anziché efficaci) permette di stimare  $\varphi'$  con una buona approssimazione.

Per cui i valori di  $\varphi'$  sono ricavati dalla relazione:

$$P'1 = 0,25 \cdot 2^{(\varphi'/4 - 6)} \text{ con } P'1 \text{ in Mpa.}$$



*Esecuzione prove pressiometriche*

Per una completa lettura dei parametri e dei grafici, si rimanda agli allegati in cui si riporta, per ciascuna prova eseguita:

- tabella riepilogativa con misure fatte.
- curva pressiometrica
- curva di fluage
- variazione volume pressione
- moduli pressiometrici e modulo di Young

Ruffano, agosto 2022



**IL DIRETTORE TECNICO**

Dott. Geol. Marcello DE DONATIS

**ALLEGATI:**

## **ANALISI DI LABORATORIO**

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.

RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.

SONDAGGIO: S17

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.50-3.00

## MODULO RIASSUNTIVO

### CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	6.9	%
Peso di volume	19.9	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume secco	18.6	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	21.2	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico	25.2	kN/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti	0.355	
Porosità	26.2	%
Grado di saturazione	50.3	%
Limite di liquidità	Non determinabile	
Limite di plasticità	Non plastico	
Indice di plasticità	Non determinabile	
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00	A1-a	I.G. = 0

### ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	58.2	%
Sabbia	36.1	%
Limo	2.0	%
Argilla	3.7	%
D 10	0.195307	mm
D 50	8.150318	mm
D 60	12.337170	mm
D 90	33.033940	mm
Passante set. 10	30.8	%
Passante set. 42	14.9	%
Passante set. 200	5.7	%

### PERMEABILITA'

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

### COMPRESSIONE

$\sigma$	kPa	$\sigma_{Rim}$	21	kPa
$c_u$	kPa	$c_u$ Rim	10	kPa

### TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta				
$c'$	3.0	kPa	$\phi'$	35.1 °
$c'$ Res		kPa	$\phi'$ Res	°

### COMPRESSIONE TRIASSIALE

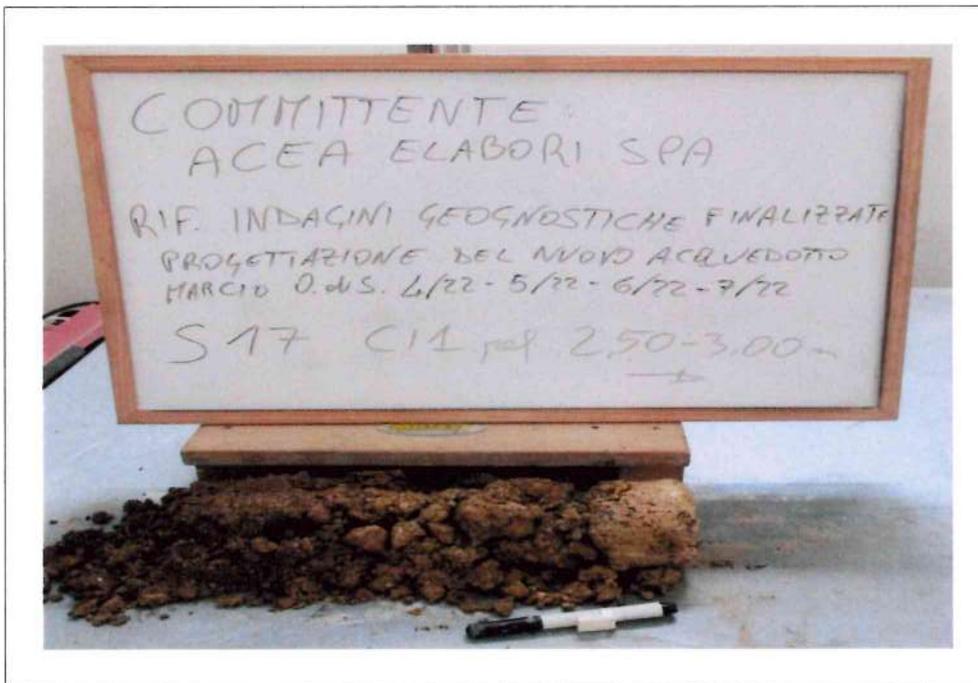
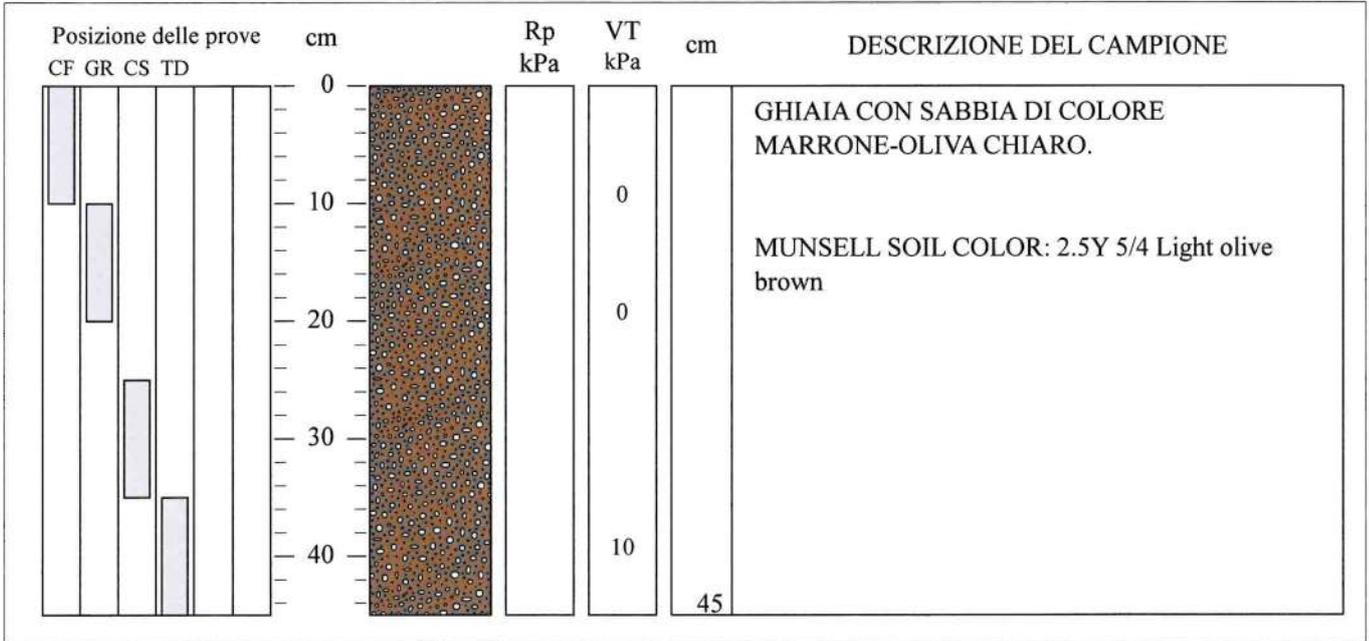
C.D.	$c_d$	kPa	$\phi_d$	°
C.U.	$c'_{cu}$	kPa	$\phi'_{cu}$	°
	$c_{cu}$	kPa	$\phi_{cu}$	°
U.U.	$c_u$	kPa	$\phi_u$	°

### PROVA EDOMETRICA

$\sigma$ kPa	E kPa	$C_v$ cm <sup>2</sup> /sec	k cm/sec

GHIAIA CON SABBIA DI COLORE MARRONE-OLIVA CHIARO.

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.			
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.			
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m	2.50-3.00



**TIPO DI CAMPIONE**

Cilindrico  
 Cubico  
 Massivo  
 Sciolto

**QUALITA' DEL CAMPIONE**

Q5 (Ottima)  
 Q4 (Buona)  
 Q3 (Sufficiente)  
 Q2 (Insufficiente)  
 Q1 (Pessima)

**DIMENSIONE DEL CAMPIONE**

Diametro: 80 mm

**CONTENITORE**

Fustella metallica

GHIAIA CON SABBIA DI COLORE MARRONE-OLIVA CHIARO.

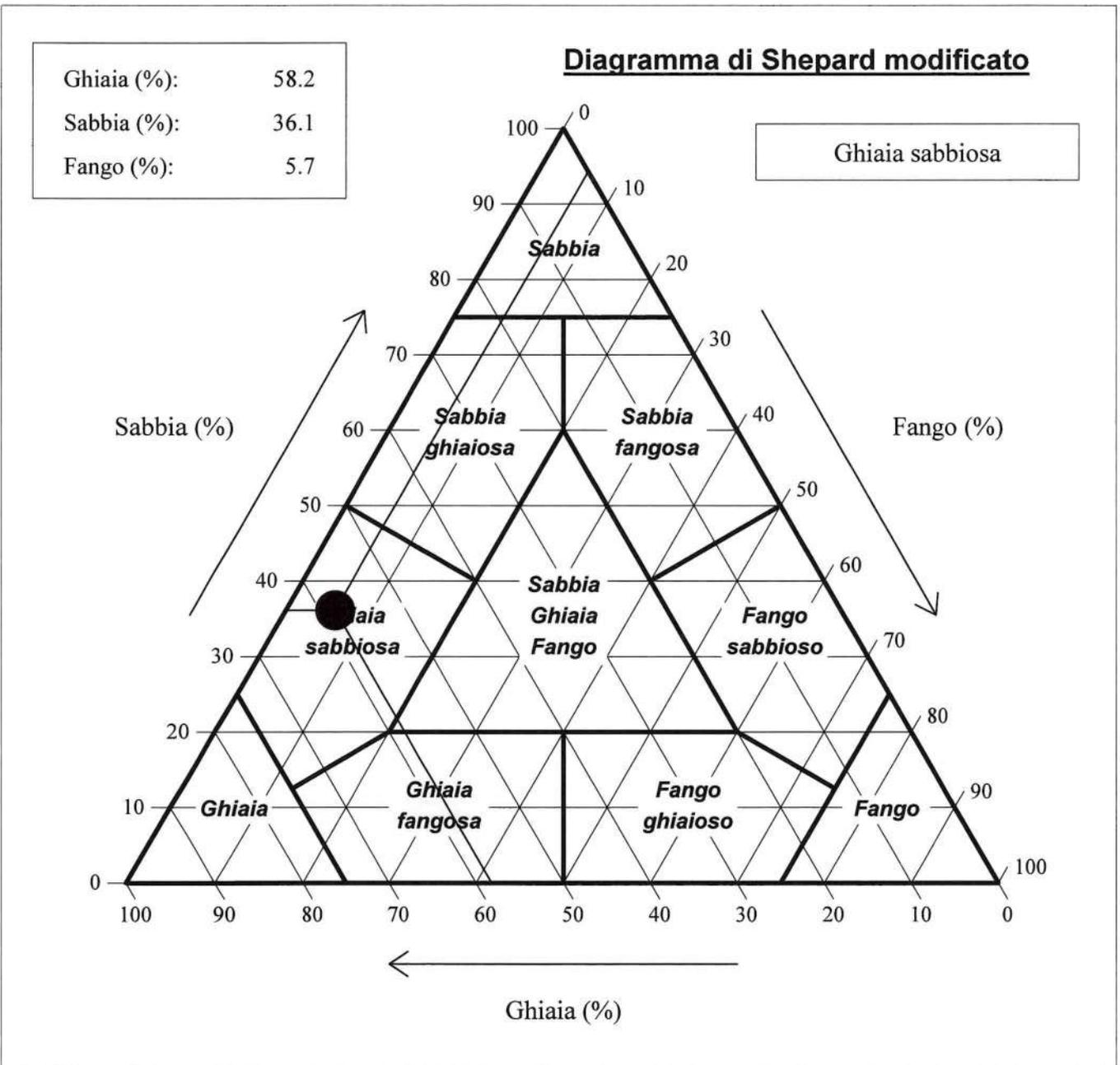


<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1317/g/22</b> Allegato I	DATA DI EMISSIONE: 01/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 30/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S17	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2.50-3.00

**ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-4



GHIAIA CON SABBIA DI COLORE MARRONE-OLIVA CHIARO.

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1317/u/22</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 01/08/22	<b>Inizio analisi:</b> 27/07/22
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 134 del 02/07/22	<b>Apertura campione:</b> 27/07/22	<b>Fine analisi:</b> 28/07/22

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 2.50-3.00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-1

**W<sub>n</sub> = contenuto d'acqua allo stato naturale = 6.9 %**

Struttura del materiale:

- Omogeneo
- Stratificato
- Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 25.00 mm

GHIAIA CON SABBIA DI COLORE MARRONE-OLIVA CHIARO.

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1317/pdv/22</b> pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 01/08/22	<b>Inizio analisi:</b> 27/07/22
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 134 del 02/07/22	<b>Apertura campione:</b> 27/07/22	<b>Fine analisi:</b> 27/07/22
<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA': m</b> 2.50-3.00
<b><u>PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE</u></b>		
Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-2		

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 19.9 kN/m<sup>3</sup>**

GHIAIA CON SABBIA DI COLORE MARRONE-OLIVA CHIARO.

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1317/ps/22</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 01/08/22	<b>Inizio analisi:</b> 28/07/22
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134</b> del 02/07/22	<b>Apertura campione:</b> 27/07/22	<b>Fine analisi:</b> 28/07/22

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 2.50-3.00

**PESO SPECIFICO DEI GRANULI**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-3

$\gamma_s$  = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 25.2 kN/m³**  
 $\gamma_{sc}$  = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 25.2 kN/m³**

Metodo:      A      B

Capacità del picnometro:     100 ml

Temperatura di prova:     26.8 °C

Dimensione massima delle particelle:     25.00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

**GHIAIA CON SABBIA DI COLORE MARRONE-OLIVA CHIARO.**

Tecnico di laboratorio  
 Dott. Raffaele Corvaglia

Direttore del laboratorio  
 Dott. Marcello De Donatis  
 DIRETTORE  
 DI LABORATORIO

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1317/g/22</b> Allegato 1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 01/08/22	<b>Inizio analisi:</b> 27/07/22
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134</b> del 02/07/22	<b>Apertura campione:</b> 27/07/22	<b>Fine analisi:</b> 30/07/22

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 2.50-3.00

**CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO**

Classificazione secondo: CNR-UNI 10006/00

**ANALISI GRANULOMETRICA**

Passante setaccio 10 (2 mm)	30.8	%
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	14.9	%
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	5.7	%

**LIMITI DI CONSISTENZA**

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

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

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

**GHIAIA CON SABBIA DI COLORE MARRONE-OLIVA CHIARO.**



Tecnico di laboratorio  
 Dott. Raffaele Corvaglia



Direttore del laboratorio  
 Dott. Marcello De Donatis

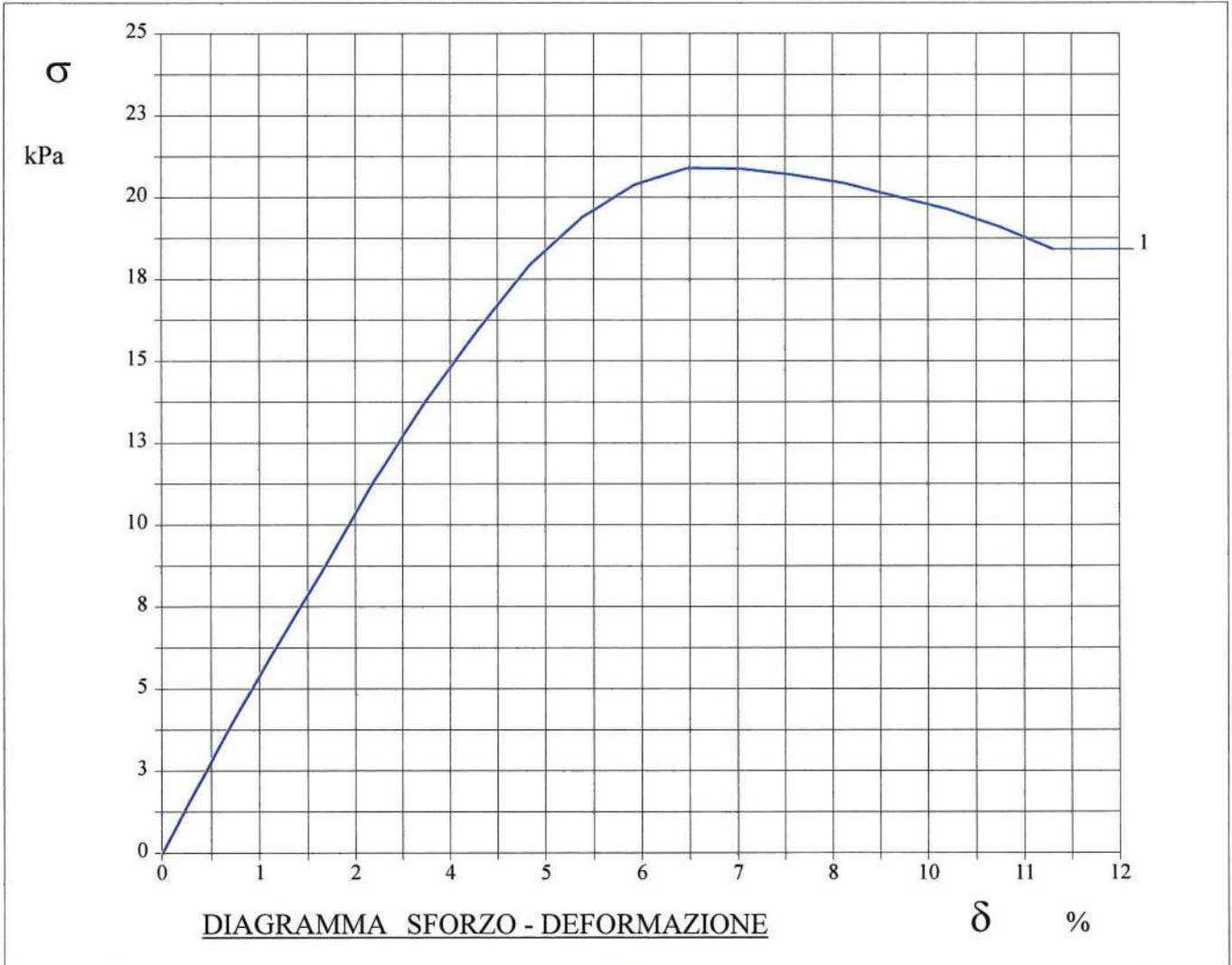
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1317/ed/22</b> Pagina 1/2	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 01/08/22	<b>Inizio analisi:</b> 29/07/22
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 134 del 02/07/22	<b>Apertura campione:</b> 27/07/22	<b>Fine analisi:</b> 29/07/22

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 2.50-3.00

**PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-7

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Ricostituito	-----	-----
Velocità di deformazione (mm/min):	1.270	-----	-----
Peso di volume (kN/m³):	20.0	-----	-----
Deformazione a rottura (%):	6.56	-----	-----
Sforzo a rottura (kPa):	20.9	-----	-----



GHIAIA CON SABBIA DI COLORE MARRONE-OLIVA CHIARO.







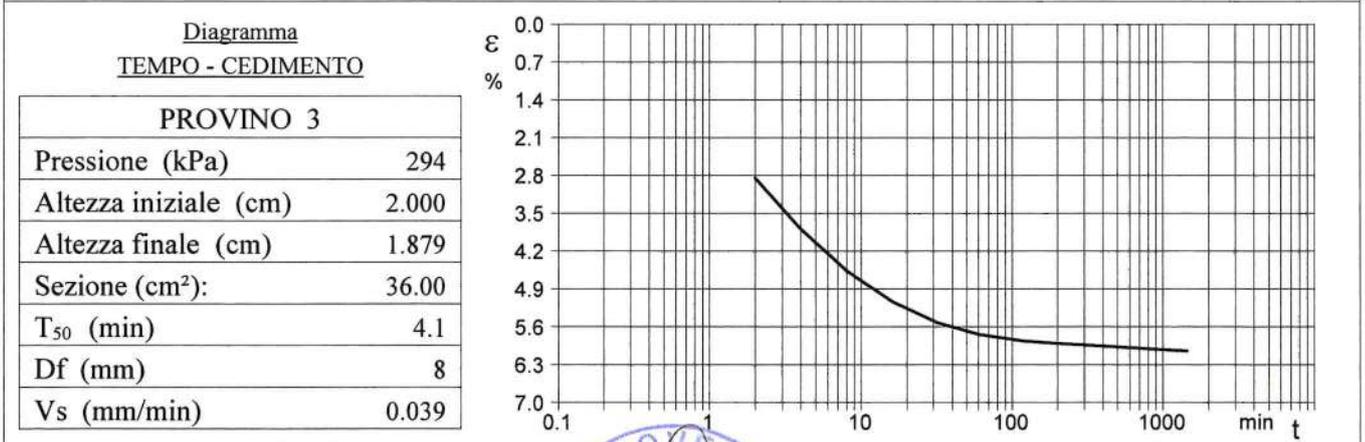
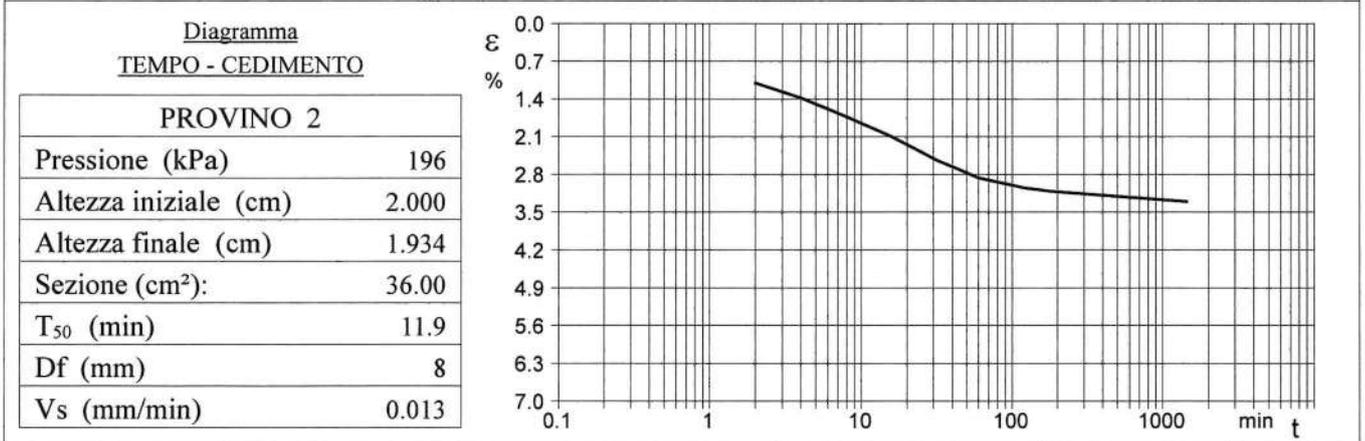
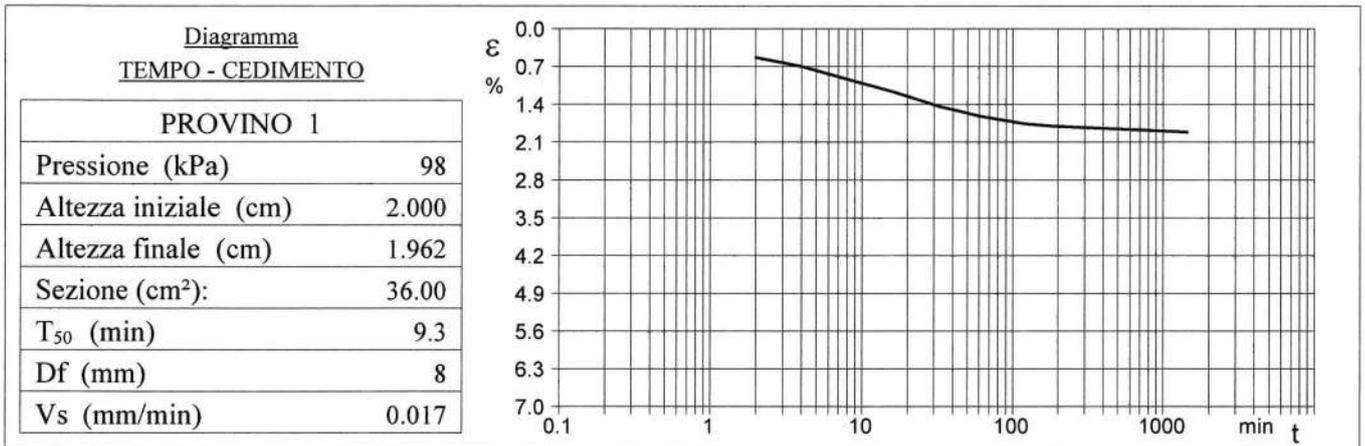


<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1317/TD/22</b> Pagina 3/4	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 01/08/22	<b>Inizio analisi:</b> 27/07/22
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22</b>	<b>Apertura campione:</b> 27/07/22	<b>Fine analisi:</b> 31/07/22

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 2.50-3.00

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

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-10



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



<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 2.50-3.00

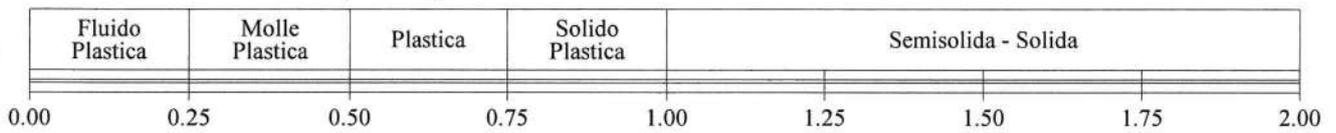
**CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA**

Classifica A.G.I.	Ghiaia con sabbia
-------------------	-------------------

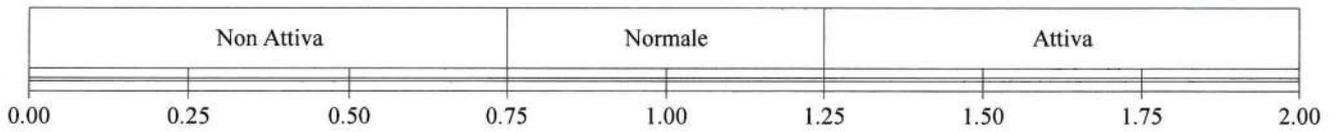
**CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA**

Abaco di plasticità di Casagrande	
-----------------------------------	--

**I.C. = Indice di consistenza =  $(LL - W_n) / IP = 0.00$**



**A = Attività (Skempton) =  $IP / CF$  (clay fraction) = 0.00**



**CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA**

<b>Coesione non drenata = 0 kPa</b>	
	<p>1 - Molto molle 2 - Molle 3 - Mediamente compatto</p>

**CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE**

<b>Pressione del campione in sito = 0.0kPa</b>	
<b>Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 0.0kPa</b>	
<b>O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 0.00</b>	

**GHIAIA CON SABBIA DI COLORE MARRONE-OLIVA CHIARO.**

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.

RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.

SONDAGGIO: S17

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 8.50-9.00

## MODULO RIASSUNTIVO

### CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	9.3	%
Peso di volume	22.2	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume secco	20.3	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	22.6	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico	26.6	kN/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti	0.310	
Porosità	23.7	%
Grado di saturazione	81.2	%
Limite di liquidità	38.3	%
Limite di plasticità	26.3	%
Indice di plasticità	12.0	%
Indice di consistenza	2.42	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00	A2-6	I.G. = 0

### ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	41.0	%
Sabbia	30.6	%
Limo	14.0	%
Argilla	14.4	%
D 10	0.000577	mm
D 50	2.035995	mm
D 60	5.077133	mm
D 90	23.013640	mm
Passante set. 10	49.8	%
Passante set. 42	38.3	%
Passante set. 200	28.4	%

### PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

### COMPRESSIONE

$\sigma$	kPa	$\sigma_{Rim}$	kPa
$c_u$	kPa	$c_u$ Rim	kPa

### TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
$c'$	4.1	kPa	$\phi'$ 34.5 °
$c'_{Res}$		kPa	$\phi'_{Res}$ °

### COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	$c_d$	kPa	$\phi_d$ °
C.U.	$c'_{cu}$	kPa	$\phi'_{cu}$ °
	$c_{cu}$	kPa	$\phi_{cu}$ °
U.U.	$c_u$	kPa	$\phi_u$ °

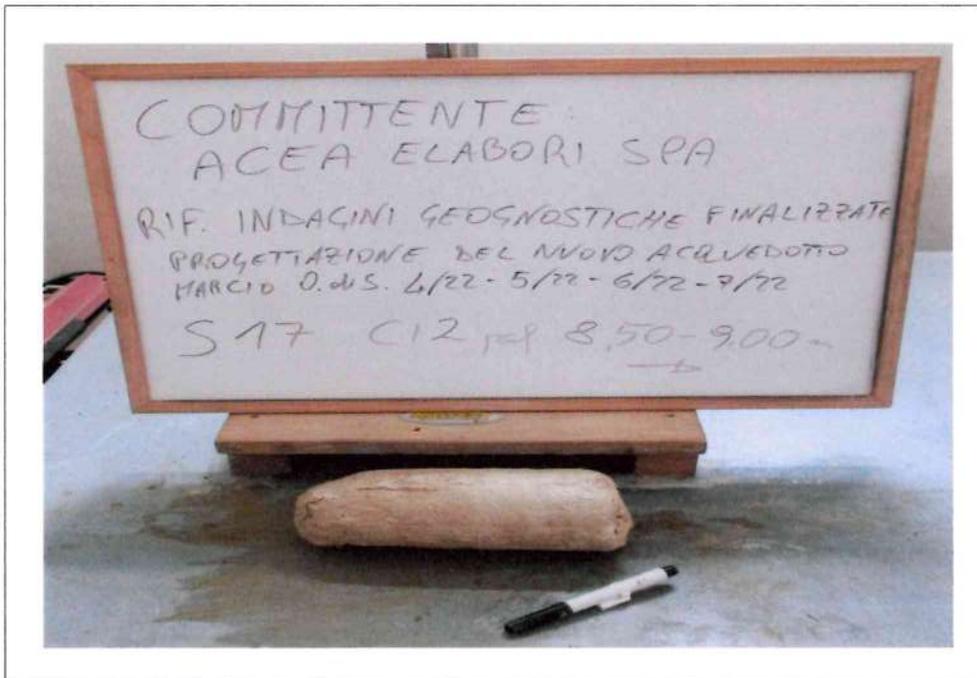
### PROVA EDOMETRICA

$\sigma$ kPa	E kPa	$C_v$ cm <sup>2</sup> /sec	k cm/sec

GHIAIA CON SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA DI COLORE MARRONE-CHIARO.

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 8.50-9.00

Posizione delle prove		cm	Rp	VT	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
CF	GR	TD	kPa	kPa		
					0	GHIAIA CON SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA DI COLORE MARRONE-CHIARO.  CLASSIFICAZIONE BASATA SUI LIMITI DI CONSISTENZA: MI o OI - Limi inorganici o argille e limi organici a media compressibilità dell'abaco di plasticità di Casagrande.  MUNSELL SOIL COLOR: 2.5Y 7/3 Pale brown
					20	
					20	
					25	
					40	



**TIPO DI CAMPIONE**

- Cilindrico
- Cubico
- Massivo
- Sciolto

**QUALITA' DEL CAMPIONE**

- Q5 (Ottima)
- Q4 (Buona)
- Q3 (Sufficiente)
- Q2 (Insufficiente)
- Q1 (Pessima)

**DIMENSIONE DEL CAMPIONE**

Diametro: 80 mm

**CONTENITORE**

Fustella metallica

GHIAIA CON SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA DI COLORE MARRONE-CHIARO.

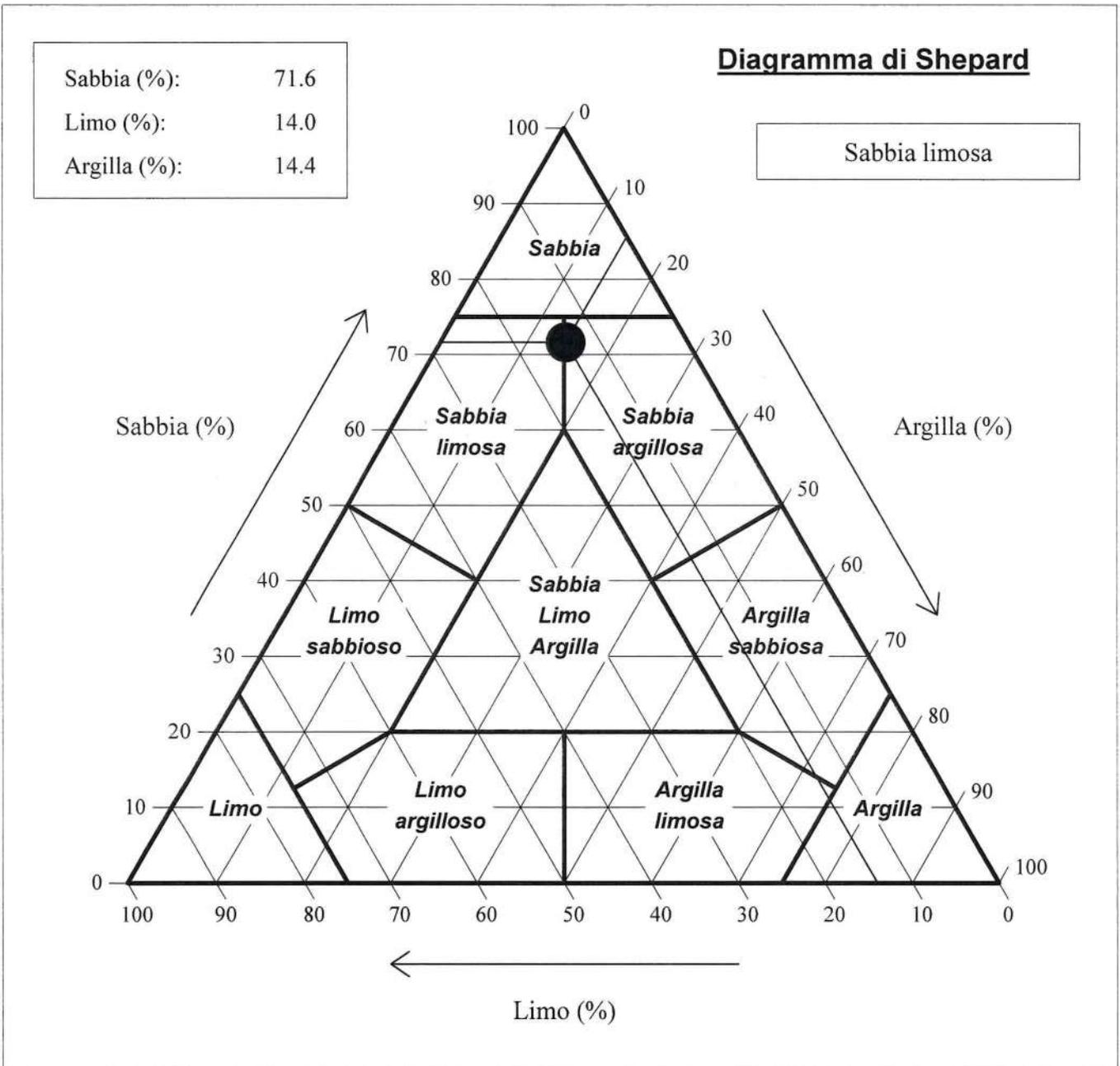


<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1318/g/22</b> Allegato 1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 01/08/22	<b>Inizio analisi:</b> 27/07/22
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 134 del 02/07/22	<b>Apertura campione:</b> 27/07/22	<b>Fine analisi:</b> 30/07/22

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 8.50-9.00

**ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-4



**GHIAIA CON SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA DI COLORE MARRONE-CHIARO.**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1318/u/22</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 01/08/22	<b>Inizio analisi:</b> 27/07/22
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 134 del 02/07/22	<b>Apertura campione:</b> 27/07/22	<b>Fine analisi:</b> 28/07/22

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.			
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.			
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m	8.50-9.00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-1

**W<sub>n</sub> = contenuto d'acqua allo stato naturale = 9.3 %**

Struttura del materiale:

Omogeneo  
 Stratificato  
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 25.00 mm

GHIAIA CON SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA DI COLORE MARRONE-CHIARO.



Tecnico di laboratorio  
 Dott. Raffaele Corvaglia



Direttore del laboratorio  
 Dott. Marcello De Donatis

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1318/pdv/22</b> pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 01/08/22	<b>Inizio analisi:</b> 27/07/22
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 134 del 02/07/22	<b>Apertura campione:</b> 27/07/22	<b>Fine analisi:</b> 27/07/22

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.			
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.			
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m	8.50-9.00

**PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-2

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 22.2 kN/m<sup>3</sup>**

**GHIAIA CON SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA DI COLORE MARRONE-CHIARO.**

Tecnico di laboratorio  
 Dott. Raffaele Corvaglia

Direttore del laboratorio  
 Dott. Marcello De Donatis

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1318/ps/22</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 01/08/22	<b>Inizio analisi:</b> 28/07/22
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134</b> del 02/07/22	<b>Apertura campione:</b> 27/07/22	<b>Fine analisi:</b> 28/07/22

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA': m</b> 8.50-9.00

**PESO SPECIFICO DEI GRANULI**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-3

$\gamma_s$  = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26.6 kN/m³**  
 $\gamma_{sc}$  = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26.6 kN/m³**

Metodo:       A       B

Capacità del picnometro:      100 ml

Temperatura di prova:      27.0 °C

Dimensione massima delle particelle:      25.00 mm

Disaerazione eseguita sotto vuoto

GHIAIA CON SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA DI COLORE MARRONE-CHIARO.

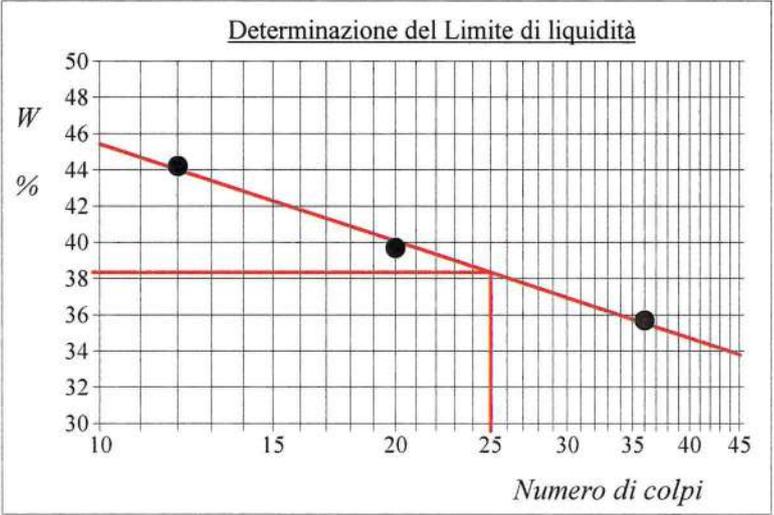
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1318/lc/22</b> Allegato 1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 01/08/22	<b>Inizio analisi:</b> 30/07/22
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 134 del 02/07/22	<b>Apertura campione:</b> 27/07/22	<b>Fine analisi:</b> 01/08/22

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 8.50-9.00

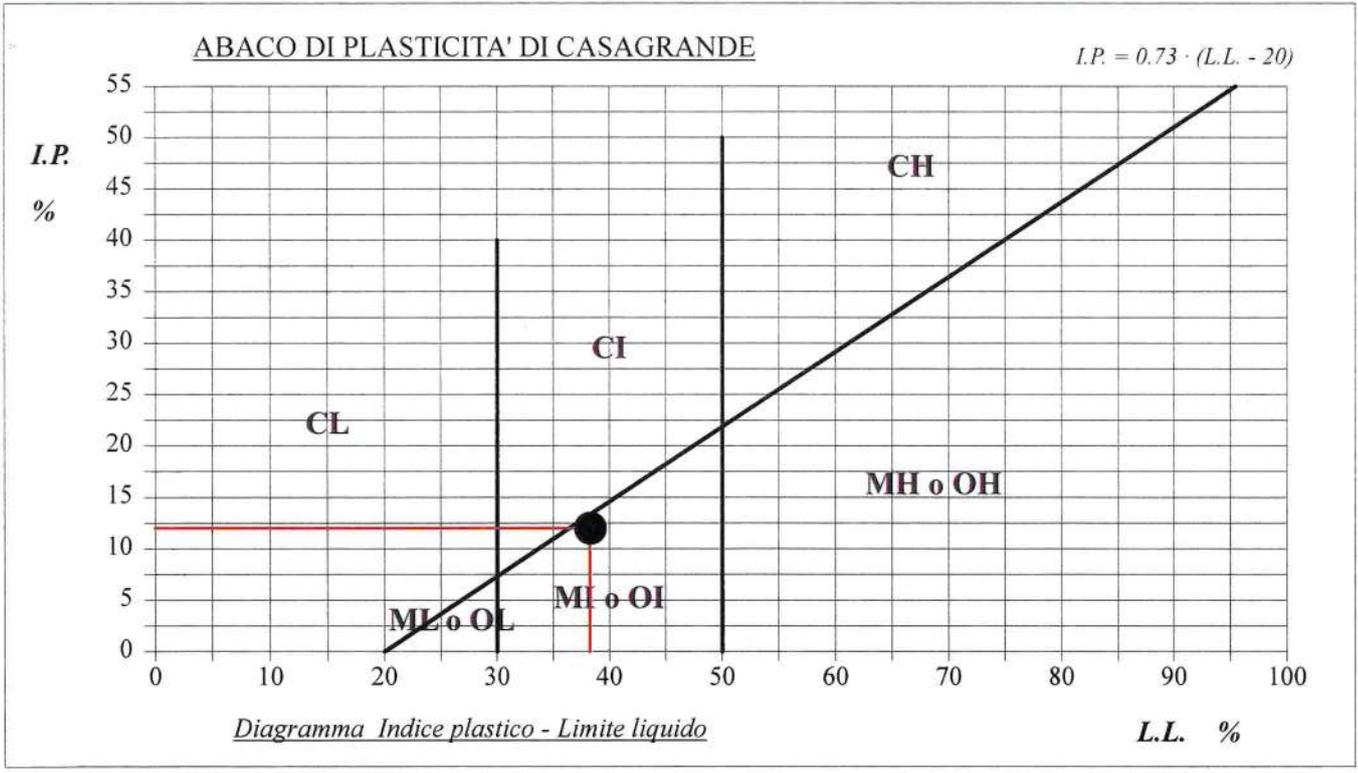
**ABACO DI CASAGRANDE**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12

Limite di liquidità	38.3	%
Limite di plasticità	26.3	%
Indice di plasticità	12.0	%
Indice di consistenza	2.42	
Passante al set. n° 40	SI	



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



**GHIAIA CON SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA DI COLORE MARRONE-CHIARO.**



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1318/lc/22</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 01/08/22	<b>Inizio analisi:</b> 30/07/22
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 134 del 02/07/22	<b>Apertura campione:</b> 27/07/22	<b>Fine analisi:</b> 01/08/22

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 8.50-9.00

**LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12

Limite di liquidità	38.3 %
Limite di plasticità	26.3 %
Indice di plasticità	12.0 %

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	12	20	36		Umidità (%)	26.3	26.3
Umidità (%)	44.2	39.7	35.7		Umidità media	26.3	



**GHIAIA CON SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA DI COLORE MARRONE-CHIARO.**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1318/g/22</b> Allegato 1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 01/08/22	<b>Inizio analisi:</b> 27/07/22
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 134 del 02/07/22	<b>Apertura campione:</b> 27/07/22	<b>Fine analisi:</b> 30/07/22

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 8.50-9.00

**CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO**

Classificazione secondo: CNR-UNI 10006/00

**ANALISI GRANULOMETRICA**

**LIMITI DI CONSISTENZA**

Passante setaccio 10 (2 mm)	49.8 %	Limite di liquidità	38.3 %
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	38.3 %	Limite di plasticità	26.3 %
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	28.4 %	Indice di plasticità	12.0 %

**CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A2-6      INDICE DI GRUPPO: 0**

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

**GHIAIA CON SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA DI COLORE MARRONE-CHIARO.**

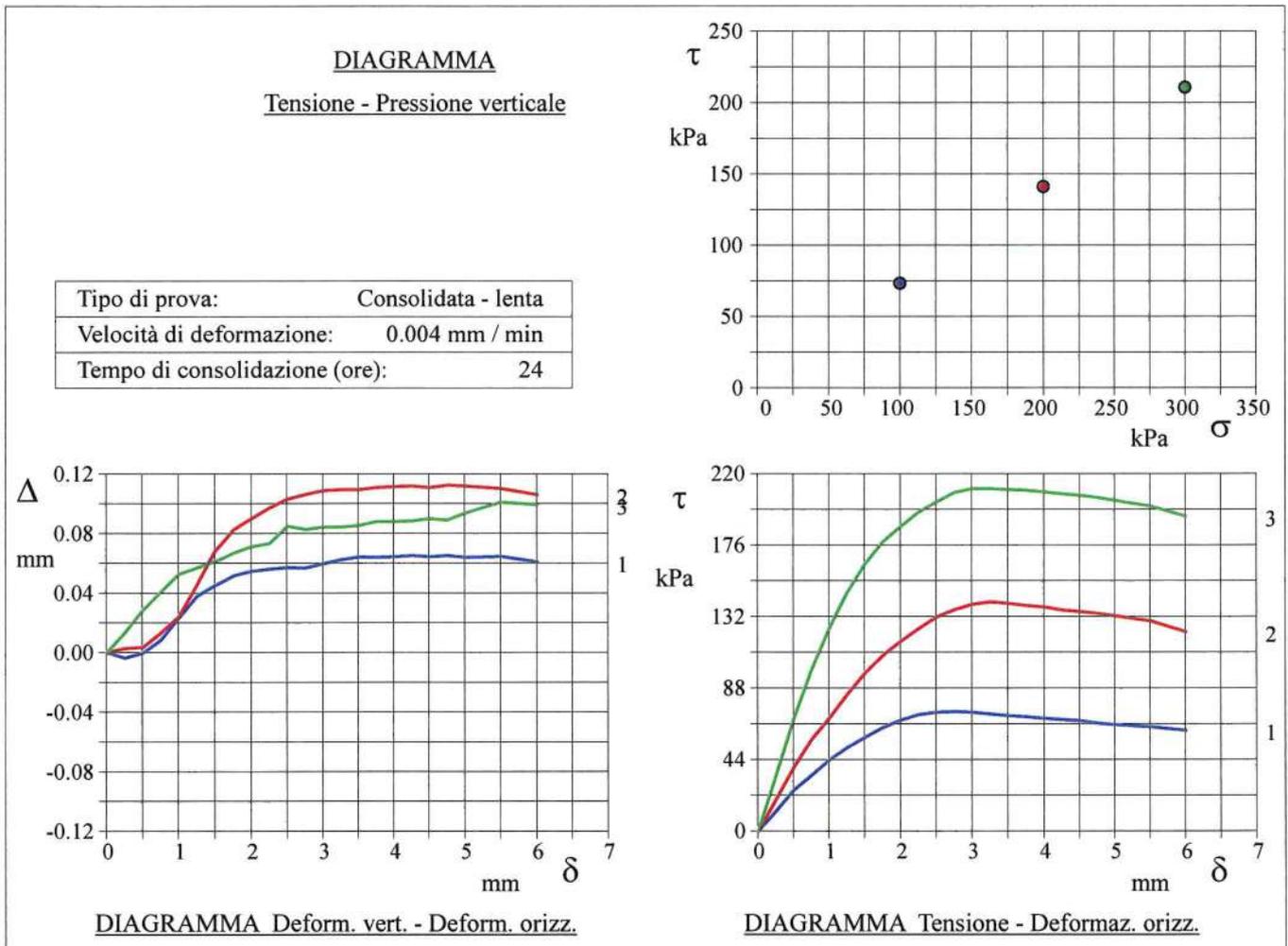
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1318/td/22</b> Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 01/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 31/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S17	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.50-9.00

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-10

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	100		200		300	
Tensione a rottura (kPa):	73		141		211	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	2.75	0.10	3.25	0.18	3.25	0.13
Umidità iniziale e umidità finale (%):	9.8	11.7	9.9	11.0	9.8	11.2
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	22.1	22.9	22.1	23.1	22.2	23.6
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	83.2	100.0	83.5	100.0	85.0	100.0



GHIAIA CON SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA DI COLORE MARRONE-CHIARO.





<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1318/td/22</b> Pagina 3/4	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 01/08/22	<b>Inizio analisi:</b> 27/07/22
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134</b> del 02/07/22	<b>Apertura campione:</b> 27/07/22	<b>Fine analisi:</b> 31/07/22

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 8.50-9.00

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-10

Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2.000
Altezza finale (cm)	1.962
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	36.00
T <sub>50</sub> (min)	4.1
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0.024

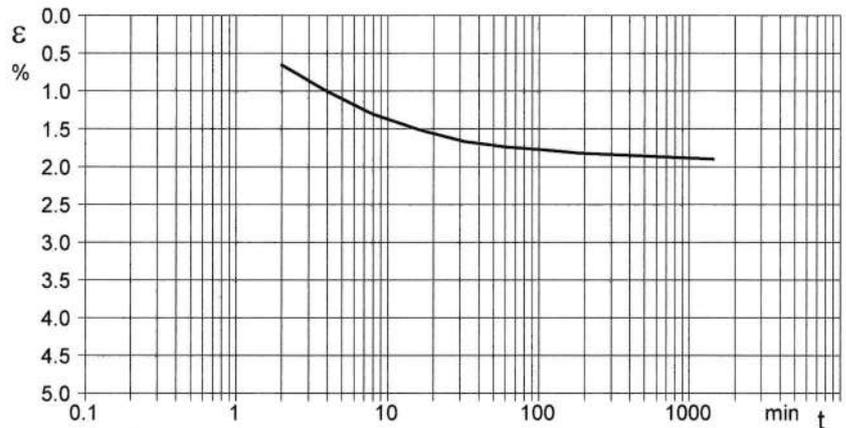


Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2.000
Altezza finale (cm)	1.937
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	36.00
T <sub>50</sub> (min)	4.8
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0.021

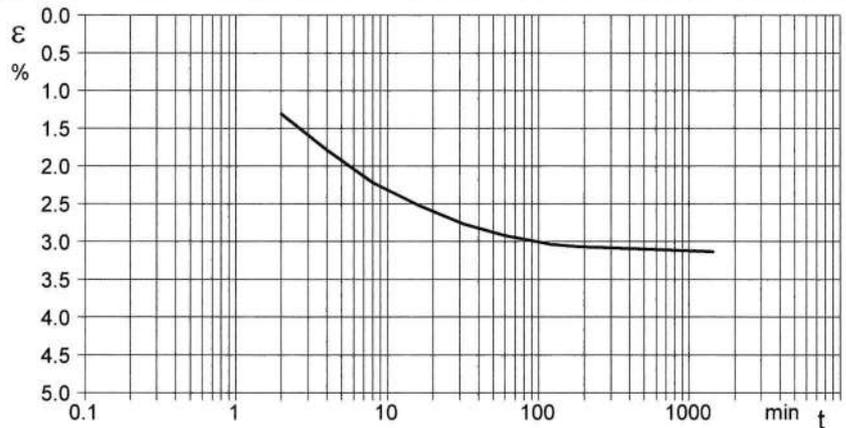
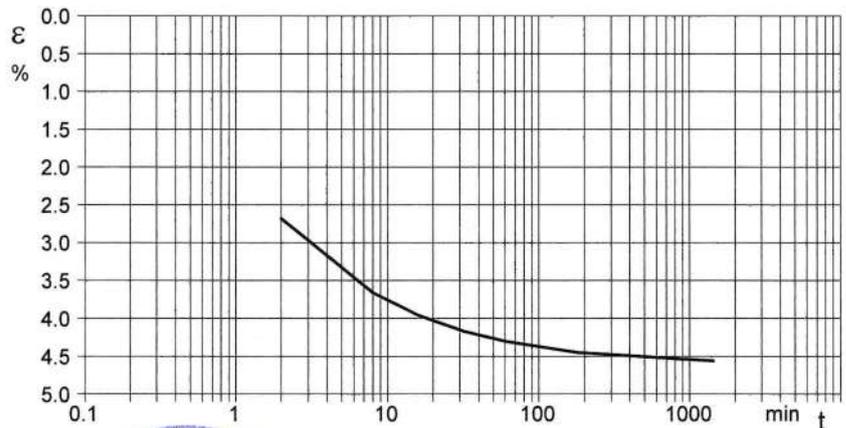


Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2.000
Altezza finale (cm)	1.909
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	36.00
T <sub>50</sub> (min)	4.4
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0.023



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

$t_f = 50 \times T_{50}$     Vs = Df / t<sub>f</sub>



<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 8.50-9.00

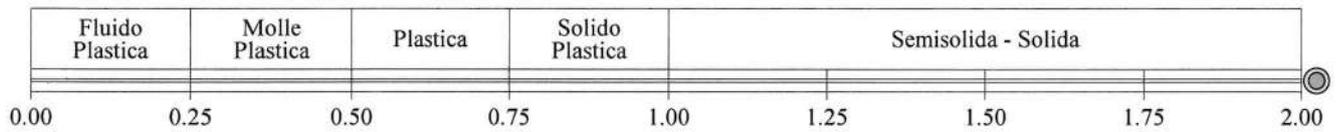
**CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA**

<b>Classifica A.G.I.</b>	Ghiaia con sabbia argillosa e limosa
--------------------------	--------------------------------------

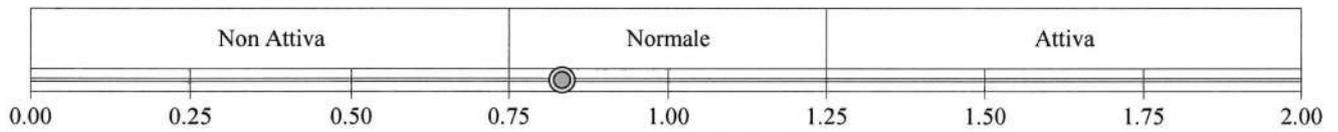
**CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA**

<b>Abaco di plasticità di Casagrande</b>	MI o OI - Limi inorganici o argille e limi organici a media compressibilità
--	---

**I.C. = Indice di consistenza = (LL - W<sub>n</sub>) / IP = 2.42**



**A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0.83**



**CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA**

<b>Coesione non drenata = 0 kPa</b>												
1	2	3	Compatto	Molto compatto	Duro							
0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
kPa												
1 - Molto molle 2 - Molle 3 - Mediamente compatto												

**CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE**

<b>Pressione del campione in sito = 0.0kPa</b>								
<b>Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 0.0kPa</b>								
<b>O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 0.00</b>								
Normal Consolidato	Debolmente Sovraconsolidato	Sovraconsolidato	Fortemente Sovraconsolidato					
0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0

**GHIAIA CON SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA DI COLORE MARRONE-CHIARO.**

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.

RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.

SONDAGGIO: S17

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 15.00-15.50

## MODULO RIASSUNTIVO

### CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	30.2	%
Peso di volume	18.7	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume secco	14.3	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	18.7	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico	25.8	kN/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti	0.799	
Porosità	44.4	%
Grado di saturazione	99.5	%
Limite di liquidità	58.7	%
Limite di plasticità	28.6	%
Indice di plasticità	30.1	%
Indice di consistenza	0.95	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00	A7-6	I.G. = 20

### ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	3.1	%
Limo	40.0	%
Argilla	56.9	%
D 10		mm
D 50	0.003559	mm
D 60	0.005824	mm
D 90	0.034135	mm
Passante set. 10	100.0	%
Passante set. 42	99.6	%
Passante set. 200	96.9	%

### PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

### COMPRESSIONE

$\sigma$	kPa	$\sigma_{Rim}$	kPa
$c_u$	kPa	$c_u$ Rim	kPa

### TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
$c'$	kPa	$\phi'$	°
$c'_{Res}$	kPa	$\phi'_{Res}$	°

### COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	$c_d$	ll	kPa	$\phi_d$	21.3	°
C.U.	$c'_{cu}$		kPa	$\phi'_{cu}$		°
	$c_{cu}$		kPa	$\phi_{cu}$		°
U.U.	$c_u$		kPa	$\phi_u$		°

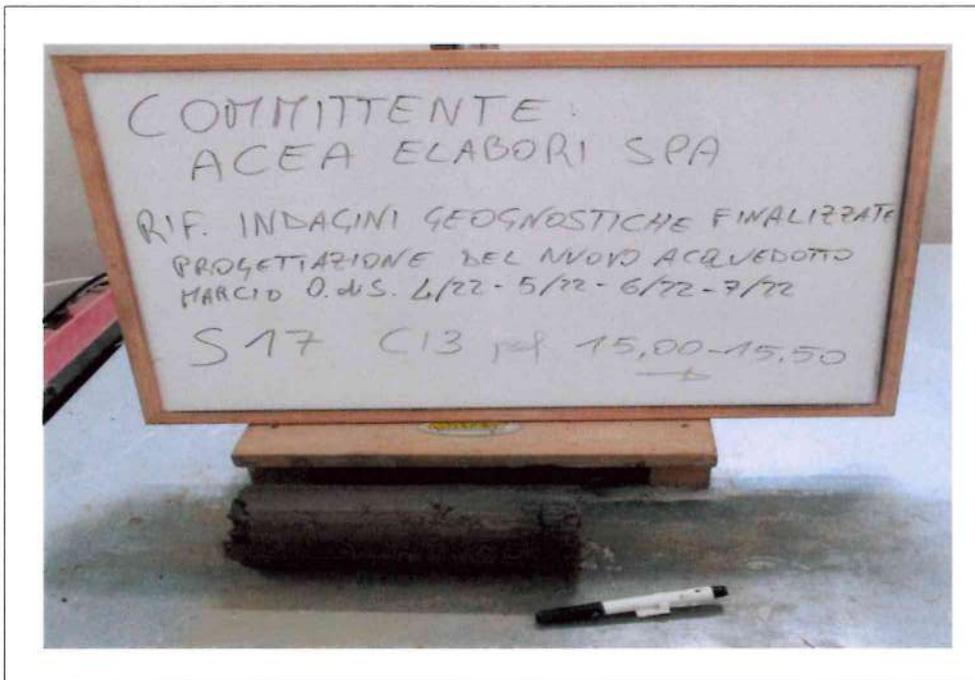
### PROVA EDOMETRICA

$\sigma$ kPa	E kPa	$C_v$ cm <sup>2</sup> /sec	k cm/sec

ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C3	<b>PROFONDITA':</b> m 15.00-15.50

Posizione delle prove CF GR TX CR	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.
	10		40		CLASSIFICAZIONE BASATA SUI LIMITI DI CONSISTENZA: CH - Argille inorganiche ad alta compressibilità dell'abaco di plasticità di casagrande.
	20		40		
	30				MUNSELL SOIL COLOR: 5Y 4/2 Olive gray
	40		40	40	



#### TIPO DI CAMPIONE

- Cilindrico
- Cubico
- Massivo
- Sciolto

#### QUALITA' DEL CAMPIONE

- Q5 (Ottima)
- Q4 (Buona)
- Q3 (Sufficiente)
- Q2 (Insufficiente)
- Q1 (Pessima)

#### DIMENSIONE DEL CAMPIONE

Diametro: 80 mm

#### CONTENITORE

Fustella metallica

ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

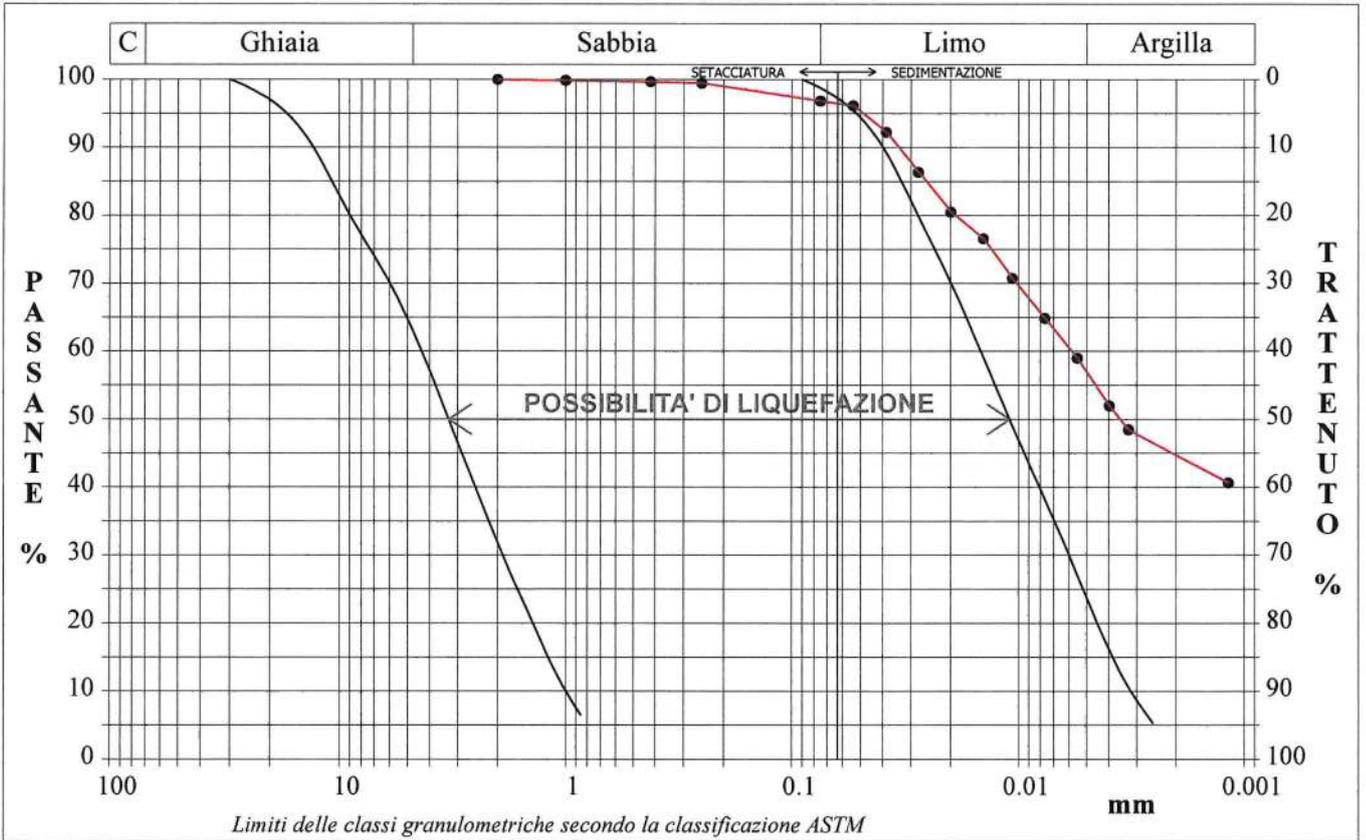
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1319/Gr/22</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 04/08/22	<b>Inizio analisi:</b> 27/07/22
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 134 del 02/07/22	<b>Apertura campione:</b> 27/07/22	<b>Fine analisi:</b> 30/07/22

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C3	<b>PROFONDITA':</b> m 15.00-15.50

## ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-4

Ghiaia	0.0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100.0 %	D10	---	mm		
Sabbia	3.1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99.6 %	D30	---	mm		
Limo	40.0 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	96.9 %	D50	0.00356	mm		
Argilla	56.9 %			D60	0.00582	mm		
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	D90	0.03413	mm



Diametro mm	Passante %								
2.0000	100.00	0.0539	96.12	0.0107	70.72	0.0012	40.64		
1.0000	99.87	0.0386	92.21	0.0077	64.86				
0.4200	99.64	0.0278	86.35	0.0055	59.00				
0.2500	99.45	0.0200	80.49	0.0040	51.97				
0.0750	96.85	0.0143	76.58	0.0033	48.45				

**ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.**

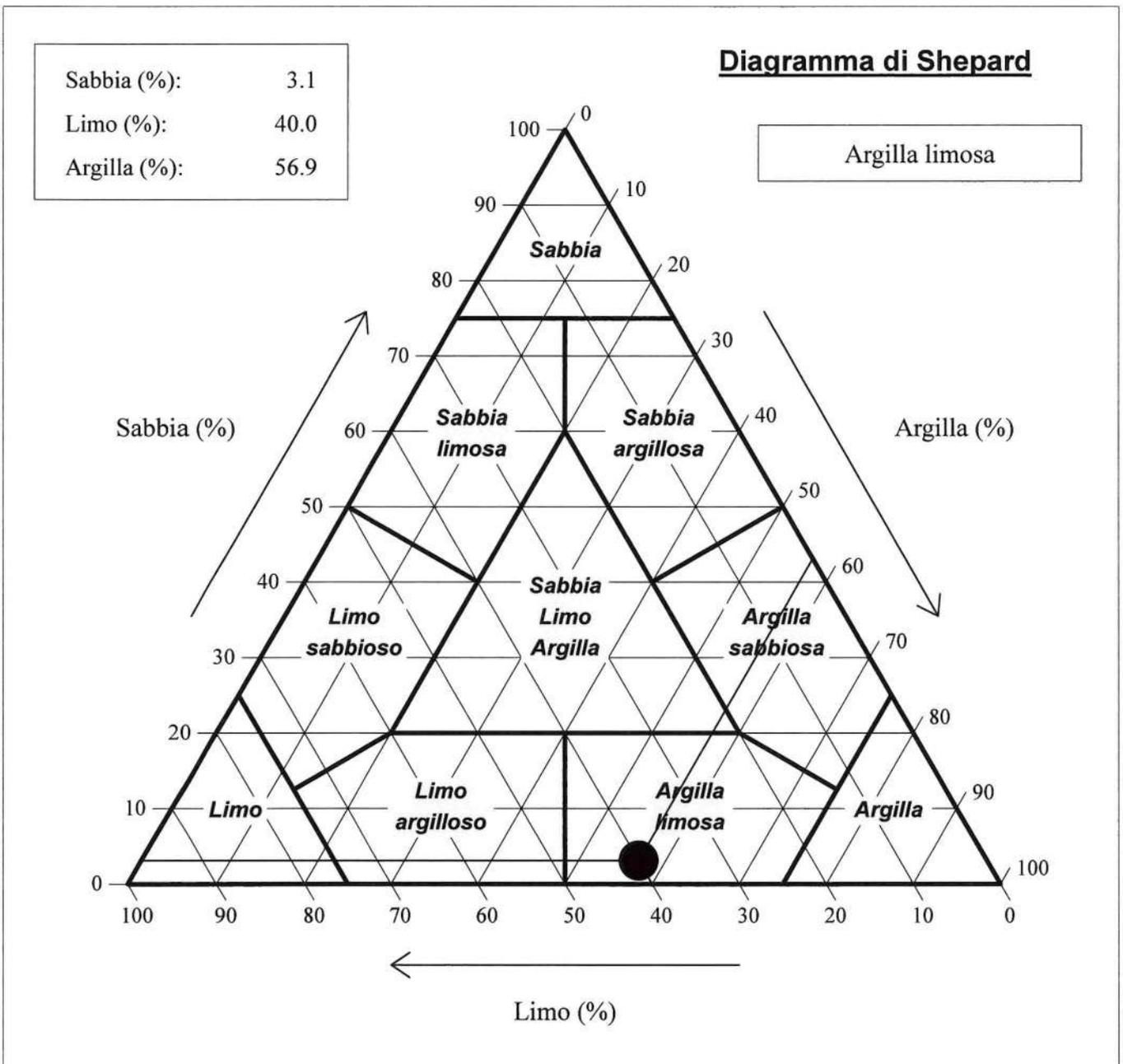


<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1319/Gr/22 Allegato 1</b>	<b>DATA DI EMISSIONE: 04/08/22</b>	<b>Inizio analisi: 27/07/22</b>
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22</b>	<b>Apertura campione: 27/07/22</b>	<b>Fine analisi: 30/07/22</b>

<b>COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.</b>		
<b>RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.</b>		
<b>SONDAGGIO: S17</b>	<b>CAMPIONE: C3</b>	<b>PROFONDITA': m 15.00-15.50</b>

**ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-4



ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1319/U/22</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 04/08/22	<b>Inizio analisi:</b> 27/07/22
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 134 del 02/07/22	<b>Apertura campione:</b> 27/07/22	<b>Fine analisi:</b> 28/07/22

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C3	<b>PROFONDITA':</b> m 15.00-15.50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-1

**W<sub>n</sub> = contenuto d'acqua allo stato naturale = 30.2 %**

Struttura del materiale:

Omogeneo  
 Stratificato  
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 1.00 mm

ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1319/Pdv/22</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 04/08/22	<b>Inizio analisi:</b> 27/07/22
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134</b> del 02/07/22	<b>Apertura campione:</b> 27/07/22	<b>Fine analisi:</b> 27/07/22

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.			
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.			
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C3	<b>PROFONDITA':</b> m	15.00-15.50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-2

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 18.7 kN/m<sup>3</sup>**

ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1319/Ps/22</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 04/08/22	<b>Inizio analisi:</b> 28/07/22
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134</b> del 02/07/22	<b>Apertura campione:</b> 27/07/22	<b>Fine analisi:</b> 28/07/22

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C3	<b>PROFONDITA':</b> m 15.00-15.50

**PESO SPECIFICO DEI GRANULI**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-3

$\gamma_s = \text{Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m}^3) = 25.8 \text{ kN/m}^3$   
 $\gamma_{sc} = \text{Peso specifico dei granuli corretto a } 20^\circ \text{ (kN/m}^3) = 25.7 \text{ kN/m}^3$

Metodo:  A  B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 27.8 °C

Dimensione massima delle particelle: 1.00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO



Tecnico di laboratorio  
 Dott. Raffaele Corvaglia



Direttore del laboratorio  
 Dott. Marcello De Donatis

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1319/Lc/22</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 04/08/22	<b>Inizio analisi:</b> 29/07/22
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134</b> del 02/07/22	<b>Apertura campione:</b> 27/07/22	<b>Fine analisi:</b> 30/07/22

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C3	<b>PROFONDITA':</b> m 15.00-15.50

**LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12

Limite di liquidità	58.7 %
Limite di plasticità	28.6 %
Indice di plasticità	30.1 %

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	23	36		Umidità (%)	28.7	28.5
Umidità (%)	64.8	58.6	55.3		Umidità media	28.6	



**ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO**

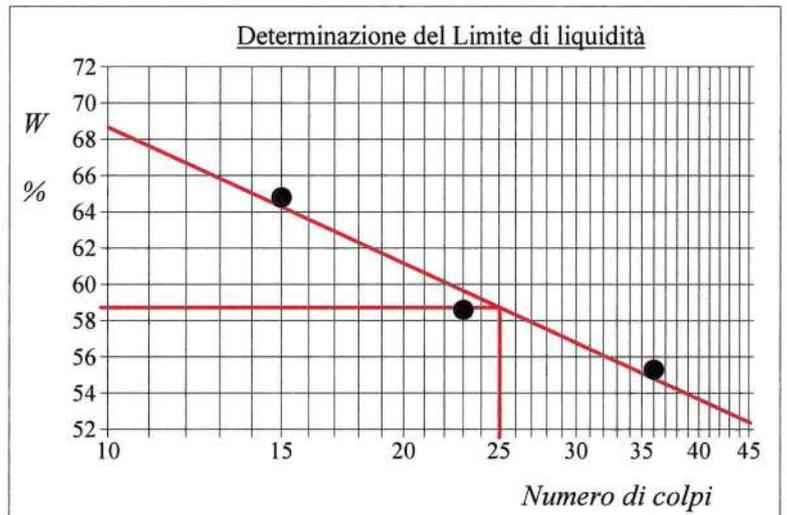
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1319/Lc/22 Allegato 1</b>	<b>DATA DI EMISSIONE: 04/08/22</b>	<b>Inizio analisi: 29/07/22</b>
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22</b>	<b>Apertura campione: 27/07/22</b>	<b>Fine analisi: 30/07/22</b>

<b>COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.</b>		
<b>RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.</b>		
<b>SONDAGGIO: S17</b>	<b>CAMPIONE: C3</b>	<b>PROFONDITA': m 15.00-15.50</b>

## ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12

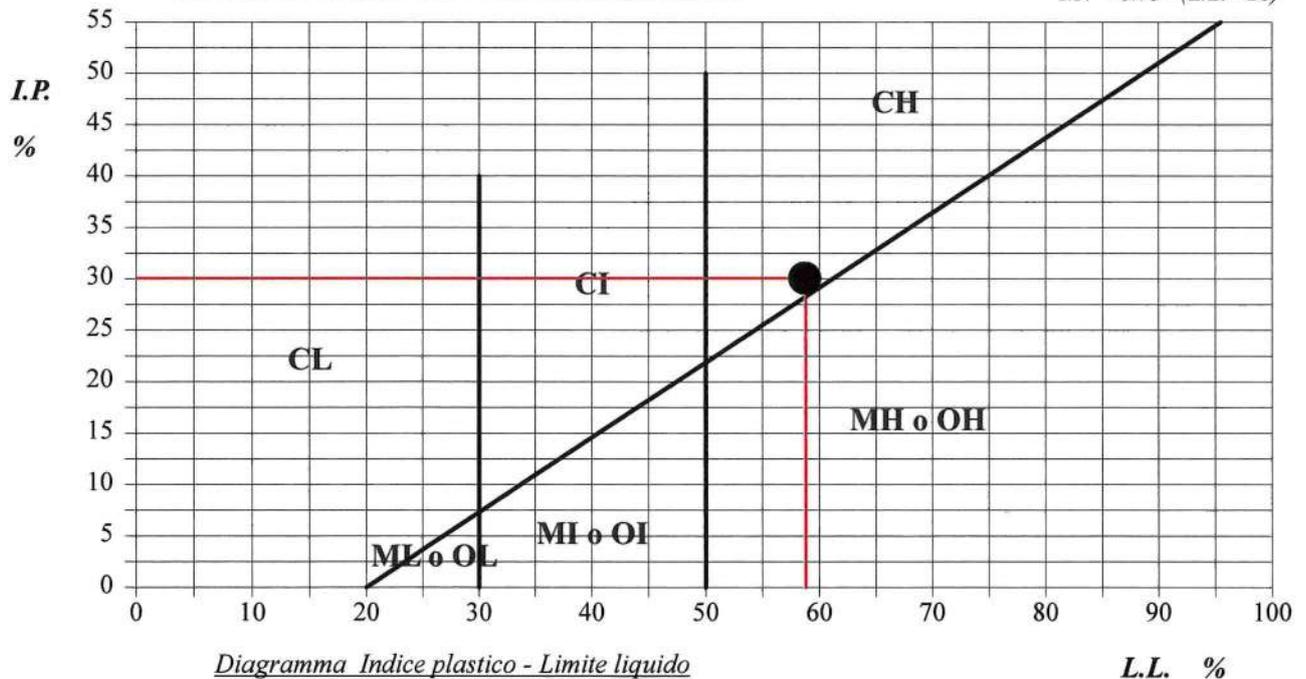
Limite di liquidità	58.7	%
Limite di plasticità	28.6	%
Indice di plasticità	30.1	%
Indice di consistenza	0.95	
Passante al set. n° 40	SI	



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

## ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

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



ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1319/Gr/22</b> Allegato 1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 04/08/22	<b>Inizio analisi:</b> 27/07/22
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 134 del 02/07/22	<b>Apertura campione:</b> 27/07/22	<b>Fine analisi:</b> 30/07/22

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.			
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.			
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C3	<b>PROFONDITA':</b> m	15.00-15.50

**CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO**

Classificazione secondo: CNR-UNI 10006/00

**ANALISI GRANULOMETRICA**

Passante setaccio 10 (2 mm)	100.0	%
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99.6	%
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	96.9	%

**LIMITI DI CONSISTENZA**

Limite di liquidità	58.7	%
Limite di plasticità	28.6	%
Indice di plasticità	30.1	%

**CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A7-6      INDICE DI GRUPPO: 20**

Tipi usuali dei materiali principali:  
 Argille fortemente compressibili fortemente plastiche

ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1319/Txd/22</b> pagina 1/6	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 04/08/22	<b>Inizio analisi:</b> 27/07/22
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22</b>	<b>Apertura campione:</b> 27/07/22	<b>Fine analisi:</b> 04/08/22

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C3	<b>PROFONDITA':</b> m 15.00-15.50

**PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE C.I.D.**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-9

TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI DELLA PROVA

PROVINO	1	2	3	PROVINO	1	2	3
<b>Condizioni</b>	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato	<b>Pressioni iniziali</b>			
<b>Caratteristiche iniziali dei provini</b>				Pressione di cella (kPa)	400	500	600
Massa (g)	165.71	165.81	165.21	Back pressure (kPa)	300	300	300
Altezza (cm)	7.62	7.62	7.62	Pressione efficace (kPa)	100	200	300
Diametro (cm)	3.81	3.81	3.81	<b>Valori finali o a rottura</b>			
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	11.40	11.40	11.40	Deformazione verticale (%)	11.8	9.8	9.8
Volume (cm <sup>3</sup> )	86.87	86.87	86.87	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	189	256	402
Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	18.7	18.7	18.6	Pressione interstiziale (kPa)	300	300	300
Umidità (%)	30.4	30.3	30.1	$(\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ (kPa)	194	328	501
Peso specifico	25.8	25.8	25.8	$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)	94	128	201
Peso di volume secco (kN/m <sup>3</sup> )	14.3	14.4	14.3	<b>Calcolo della velocità di prova</b>			
Grado di saturazione (%)	100.0	100.0	99.1	T100 (minuti)	12.6	29.1	22.0
<b>Parametri di saturazione</b>				Deformazione stimata (%)	7	7	7
Coefficiente B	0.82	0.80	0.80	Velocità di prova (mm/min)	0.000	0.012	0.015
<b>Caratteristiche dopo la consolidazione</b>				Velocità di prova (mm/min)	0.004		
Altezza (cm)	7.62	7.61	7.61				
Variazione altezza (%)	0.0	-0.1	-0.1				
Volume (cm <sup>3</sup> )	86.18	85.07	84.27				
Variazione volume (%)	-0.8	-2.1	-3.0				
Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	19.4	19.7	20.1				
Umidità (%)	34.15	34.54	35.78				
Grado di saturazione (%)	100.0	100.0	100.0				
<b>Caratteristiche dopo la rottura</b>							
Altezza (cm)	6.52	6.56	6.56				
Volume (cm <sup>3</sup> )	84.23	82.31	81.40				
Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	18.7	18.8	19.1				
Umidità (%)	33.60	33.12	33.74				
Grado di saturazione (%)	100.0	100.0	100.0				

ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1319/Txd/22</b> pagina 2/6	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 04/08/22	<b>Inizio analisi:</b> 27/07/22
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 134 del 02/07/22	<b>Apertura campione:</b> 27/07/22	<b>Fine analisi:</b> 04/08/22

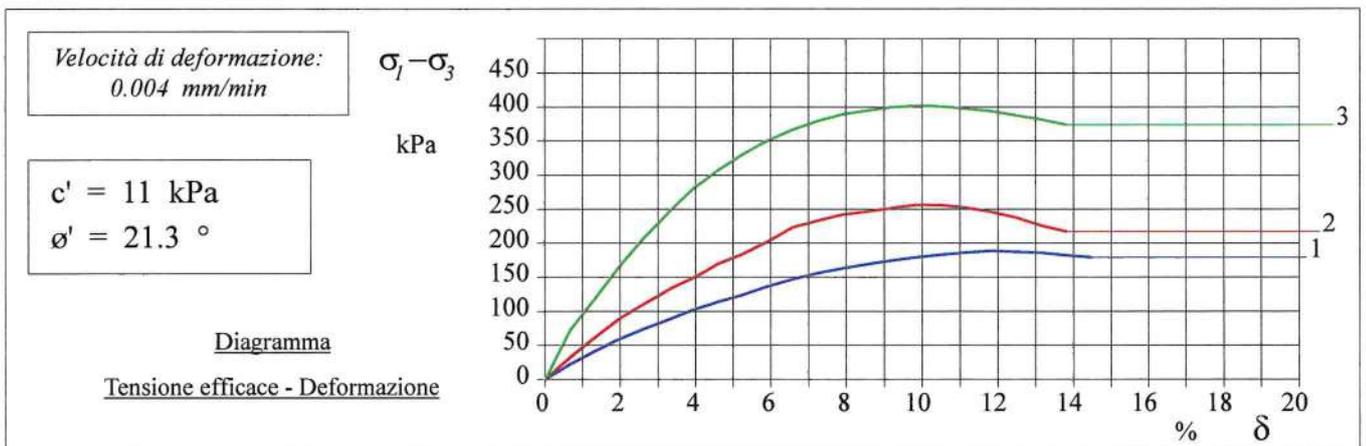
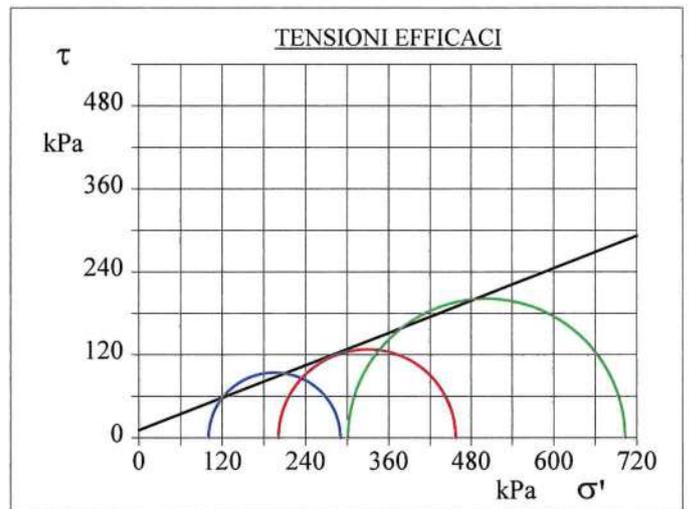
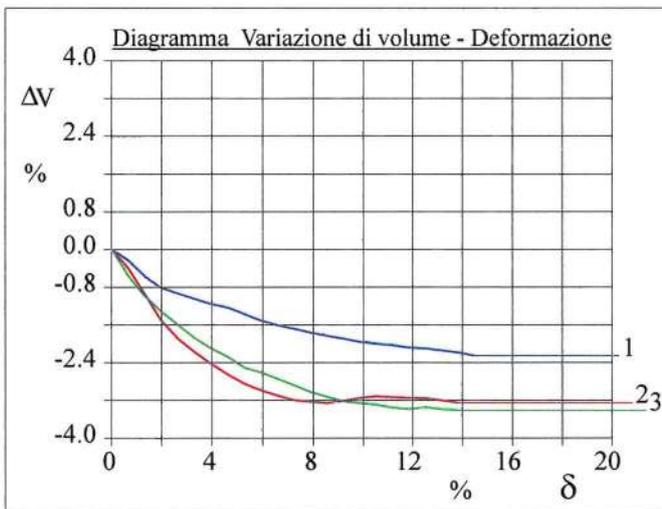
<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C3	<b>PROFONDITA':</b> m 15.00-15.50

**PROVA DI COMPRESIONE TRIASSIALE C.I.D.**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-9

Pr. n°	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Consolidazione					Valori finali o a rottura				
	$H_o$ cm	$\phi$ cm	$\gamma$ kN/m³	$\gamma_s$ kN/m³	$w_o$ %	$S_o$ %	$\sigma_3$ kPa	$u_o$ kPa	$\sigma'_3$ kPa	$\Delta V/V$ %	$\Delta H/H$ %	$w_f$ %	$\delta_f$ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	$\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}$ kPa	$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$ kPa
1	7.62	3.81	18.7	25.8	30.4	100.0	400	300	100	0.8	0.0	33.6	11.8	189	194	94
2	7.62	3.81	18.7	25.8	30.3	100.0	500	300	200	2.1	0.1	33.1	9.8	256	328	128
3	7.62	3.81	18.6	25.8	30.1	99.1	600	300	300	3.0	0.1	33.7	9.8	402	501	201

$H_o \phi$  - Altezza e diametro provini  
 $w_o w_f$  - Umidità iniziale e finale  
 $\gamma \gamma_s$  - Peso di volume e peso specifico  
 $S$  - Grado di saturazione  
 $\Delta H \Delta V$  - Variaz. di altezza e volume  
 $\sigma_3/u_o$  - Press. di cella/Back pressure  
 $\delta_f$  - Deformazione a rottura  
 $\sigma_1 \sigma_3$  - Tensioni totali



ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1319/Txd/22</b> pagina 3/6	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 04/08/22	<b>Inizio analisi:</b> 27/07/22
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22</b>	<b>Apertura campione:</b> 27/07/22	<b>Fine analisi:</b> 04/08/22

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C3	<b>PROFONDITA':</b> m 15.00-15.50

**PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE C.I.D.**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-9

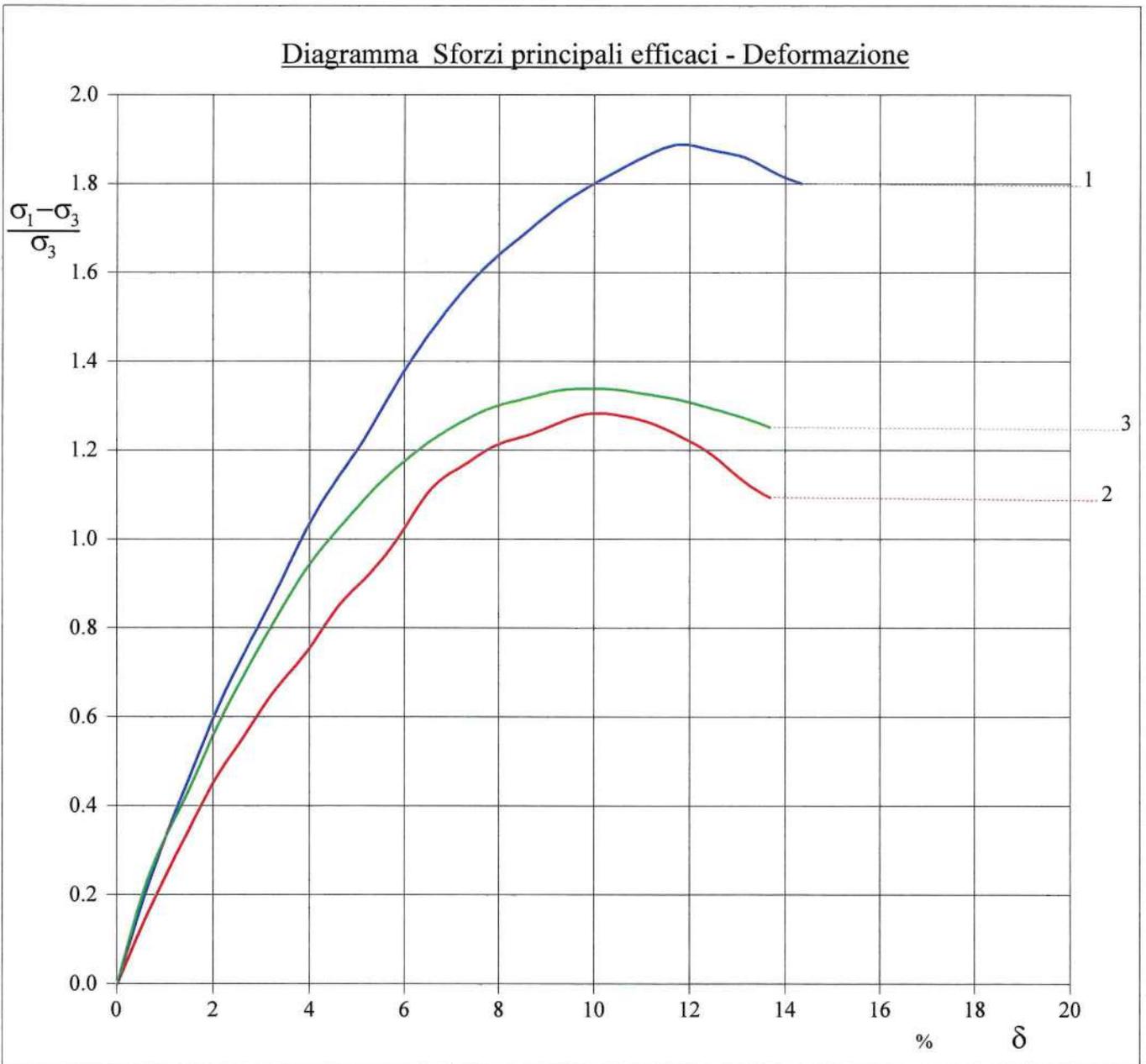
PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
$\delta$ mm	$\delta$ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	$\Delta V$ %	$\delta$ mm	$\delta$ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	$\Delta V$ %	$\delta$ mm	$\delta$ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	$\Delta V$ %
0.50	0.66	22.4	-0.23	0.50	0.66	32.6	-0.40	0.50	0.66	72.4	-0.56
1.00	1.31	41.4	-0.58	1.00	1.31	61.8	-0.95	1.00	1.31	118.8	-1.00
1.50	1.97	59.2	-0.81	1.50	1.97	89.6	-1.51	1.50	1.97	166.1	-1.31
2.00	2.62	74.3	-0.93	2.00	2.62	111.4	-1.89	2.00	2.62	208.4	-1.60
2.50	3.28	88.0	-1.04	2.50	3.28	132.4	-2.16	2.50	3.28	246.1	-1.87
3.00	3.94	102.6	-1.15	3.00	3.94	149.5	-2.42	3.00	3.94	280.8	-2.09
3.50	4.59	114.1	-1.24	3.50	4.59	170.0	-2.65	3.50	4.59	307.2	-2.29
4.00	5.25	124.6	-1.37	4.00	5.25	184.5	-2.85	4.00	5.25	330.8	-2.51
4.50	5.91	136.5	-1.50	4.50	5.91	202.3	-2.98	4.50	5.91	350.5	-2.60
5.00	6.56	146.9	-1.61	5.00	6.56	222.9	-3.10	5.00	6.56	366.7	-2.74
5.50	7.22	155.8	-1.68	5.50	7.22	233.0	-3.19	5.50	7.22	379.4	-2.88
6.00	7.87	163.0	-1.76	6.00	7.87	241.8	-3.23	6.00	7.87	389.2	-3.02
6.50	8.53	168.8	-1.83	6.50	8.53	246.4	-3.25	6.50	8.53	394.8	-3.12
7.00	9.19	174.5	-1.89	7.00	9.19	251.9	-3.20	7.00	9.19	400.1	-3.22
7.50	9.84	179.1	-1.96	7.50	9.84	256.4	-3.15	7.50	9.84	401.8	-3.26
8.00	10.50	183.1	-2.00	8.00	10.50	255.8	-3.11	8.00	10.50	400.8	-3.29
8.50	11.15	186.7	-2.03	8.50	11.15	252.3	-3.13	8.50	11.15	397.5	-3.36
9.00	11.81	188.8	-2.08	9.00	11.81	246.0	-3.15	9.00	11.81	393.8	-3.38
9.50	12.47	187.5	-2.10	9.50	12.47	237.6	-3.15	9.50	12.47	388.0	-3.34
10.00	13.12	185.9	-2.14	10.00	13.12	225.8	-3.20	10.00	13.12	381.8	-3.39
10.50	13.78	182.3	-2.18	10.50	13.78	217.4	-3.25	10.50	13.78	374.0	-3.41
11.00	14.44	179.6	-2.25								

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1319/Txd/22</b> pagina 4/6	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 04/08/22	<b>Inizio analisi:</b> 27/07/22
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 134 del 02/07/22	<b>Apertura campione:</b> 27/07/22	<b>Fine analisi:</b> 04/08/22

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C3	<b>PROFONDITA':</b> m 15.00-15.50

**PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE C.I.D.**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-9



ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO

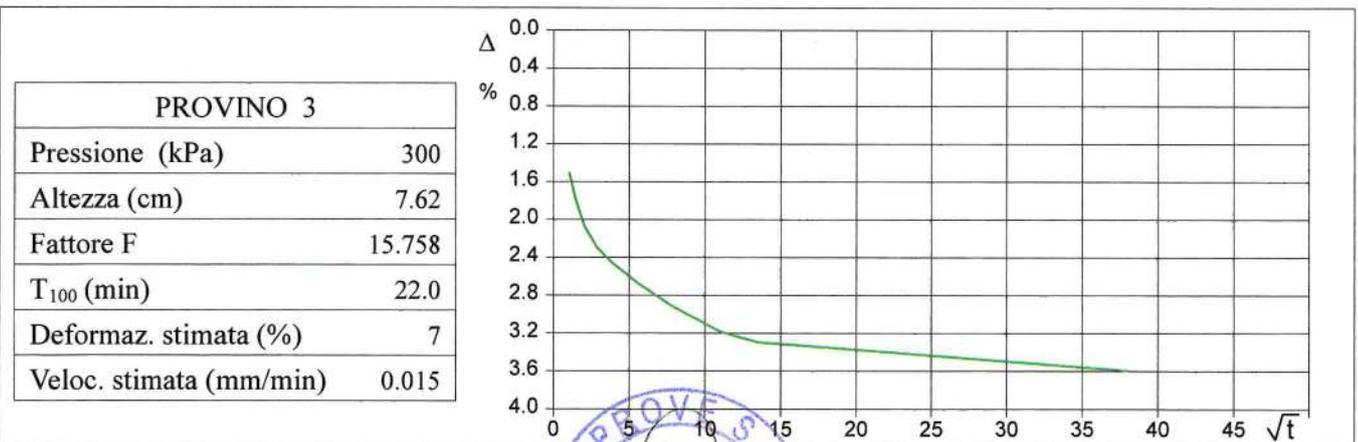
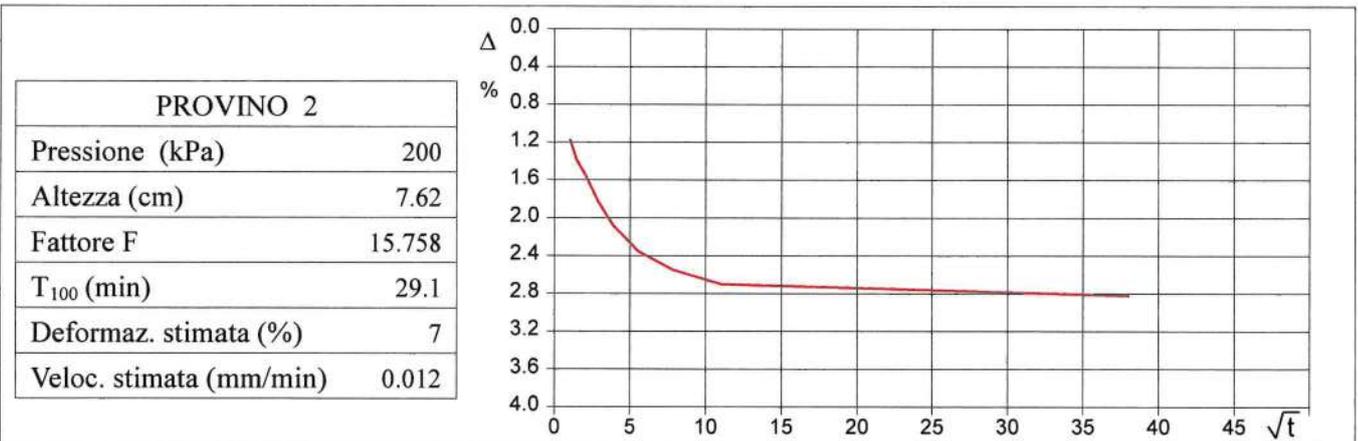
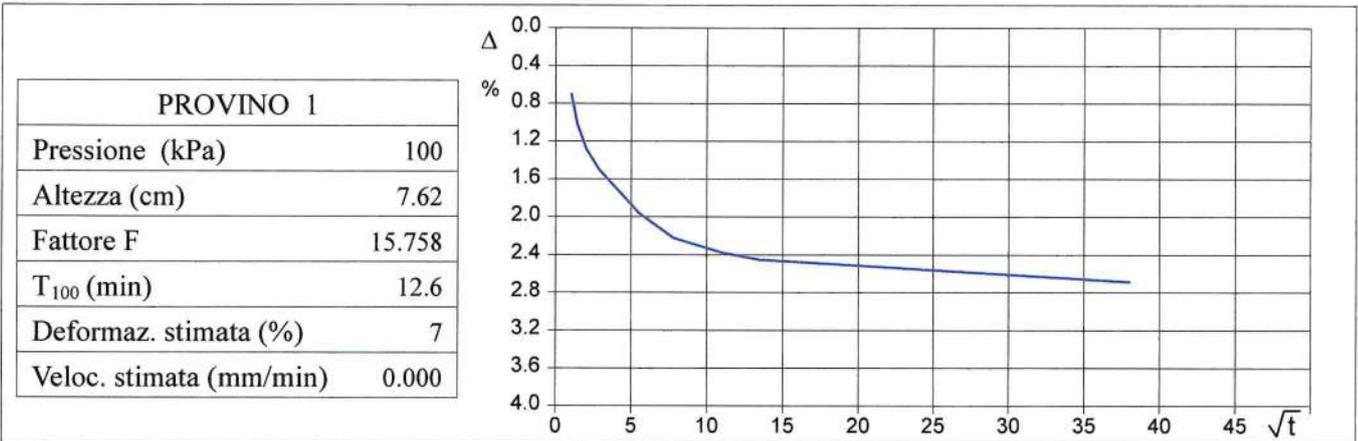
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1319/Txd/22</b> pagina 5/6	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 04/08/22	<b>Inizio analisi:</b> 27/07/22
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22</b>	<b>Apertura campione:</b> 27/07/22	<b>Fine analisi:</b> 04/08/22

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C3	<b>PROFONDITA':</b> m 15.00-15.50

**PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-9

**DIAGRAMMI TEMPO - VARIAZIONE DI VOLUME**



Velocità stimata di prova =  $(H \cdot DefV) / (100 \cdot F \cdot T_{100})$  - Velocità stimata media di prova (mm/min): 0.004





<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.			
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.			
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C3	<b>PROFONDITA':</b> m	15.00-15.50

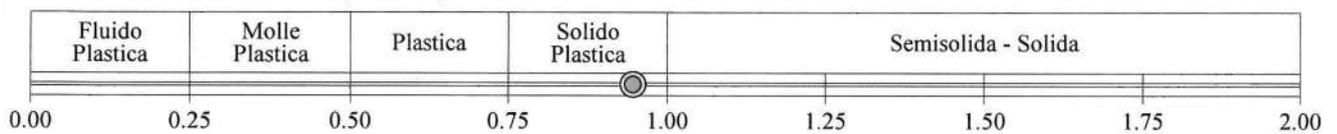
**CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA**

Classifica A.G.I.	Argilla con limo
-------------------	------------------

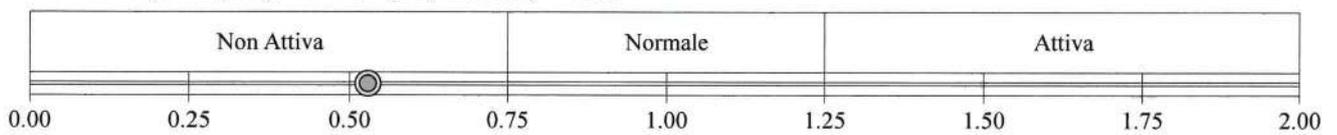
**CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA**

Abaco di plasticità di Casagrande	CH - Argille inorganiche ad alta compressibilità
-----------------------------------	--

I.C. = Indice di consistenza =  $(LL - W_n) / IP = 0.95$



A = Attività (Skempton) =  $IP / CF$  (clay fraction) = 0.53



**CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA**

Coesione non drenata = 0 kPa							
<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>Compatto</td> <td>Molto compatto</td> <td>Duro</td> </tr> </table>	1	2	3	Compatto	Molto compatto	Duro	
1	2	3	Compatto	Molto compatto	Duro		
1 - Molto molle 2 - Molle 3 - Mediamente compatto							

**CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE**

Pressione del campione in sito = 0.0kPa				
Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 0.0kPa				
O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 0.00				
<table border="1"> <tr> <td>Normal Consolidato</td> <td>Debolmente Sovraconsolidato</td> <td>Sovraconsolidato</td> <td>Fortemente Sovraconsolidato</td> </tr> </table>	Normal Consolidato	Debolmente Sovraconsolidato	Sovraconsolidato	Fortemente Sovraconsolidato
Normal Consolidato	Debolmente Sovraconsolidato	Sovraconsolidato	Fortemente Sovraconsolidato	

**ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1319/CR/22</b> pagina 1/2	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 04/08/22	<b>Inizio analisi:</b> 28/07/22
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22</b>	<b>Apertura campione:</b> 27/07/22	<b>Fine analisi:</b> 30/07/22

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
<b>SONDAGGIO:</b> S17	<b>CAMPIONE:</b> C3	<b>PROFONDITA':</b> m 15.00-15.50

## PROVA DI COLONNA RISONANTE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4015

DATI INIZIALI		DATI INIZIO PROVA	
Massa del provino (g):	371.99	Condizioni del campione:	Indisturbato
Altezza del provino (mm):	100.00	Pressione di cella (kPa):	600
Diametro del provino (mm):	49.90	Contropressione (kPa):	300
Umidità del provino (%):	30.22	Coefficiente B:	0.93
Peso di volume (kN/m³):	18.65	Altezza iniziale (mm):	98.400
Peso specifico (kN/m³):	25.8	Deformazione assiale (mm):	1.600
Grado di saturazione (%):	99.3	Deformazione assiale (%):	1.600
Fattore raggio equivalente:	0.666	Deformazione volumetrica (cm³):	2.700
Raggio equivalente (mm):	24.740	Deformazione volumetrica (%):	1.381

Test	Frequenza di risonanza Hz	Momento torcente Nm	Deformazione di taglio max %	Modulo di taglio G MPa	G/Go	Rapporto di smorzam. D %
1 *	85.1	0.00150	1.600E-03	70.81	1.00	1.810
2	83.9	0.00460	4.300E-03	68.77	0.97	1.930
3	82.9	0.00760	6.500E-03	67.15	0.95	2.190
4	81.6	0.01220	9.300E-03	65.00	0.92	2.180
5	79.4	0.01520	1.110E-02	62.64	0.88	2.970
6	77.2	0.03040	1.760E-02	58.18	0.82	3.460
7	75.1	0.03800	2.130E-02	55.16	0.78	4.110
8	73.2	0.04560	2.470E-02	52.31	0.74	4.400
9	71.6	0.05320	2.820E-02	50.05	0.71	4.680
10	69.9	0.06080	3.140E-02	47.75	0.67	4.850
11	68.5	0.00680	3.460E-02	45.91	0.65	5.190
12	67.4	0.07600	3.750E-02	44.35	0.63	5.520
13	65.9	0.08360	4.070E-02	42.44	0.60	5.750
14	64.5	0.09120	4.370E-02	40.65	0.57	6.048
15	62.8	0.10640	4.970E-02	38.45	0.54	6.730
16	63.1	0.11400	5.220E-02	37.30	0.53	7.120
17	60.2	0.12160	5.560E-02	35.40	0.50	8.900
18	58.7	0.12920	5.910E-02	33.70	0.48	9.600
19	54.5	0.13680	6.590E-02	28.98	0.41	10.590
20	52.7	0.14440	7.880E-02	27.14	0.38	11.300

\* Test corrispondente al valore di Go

ARGILLA CON LIMO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO

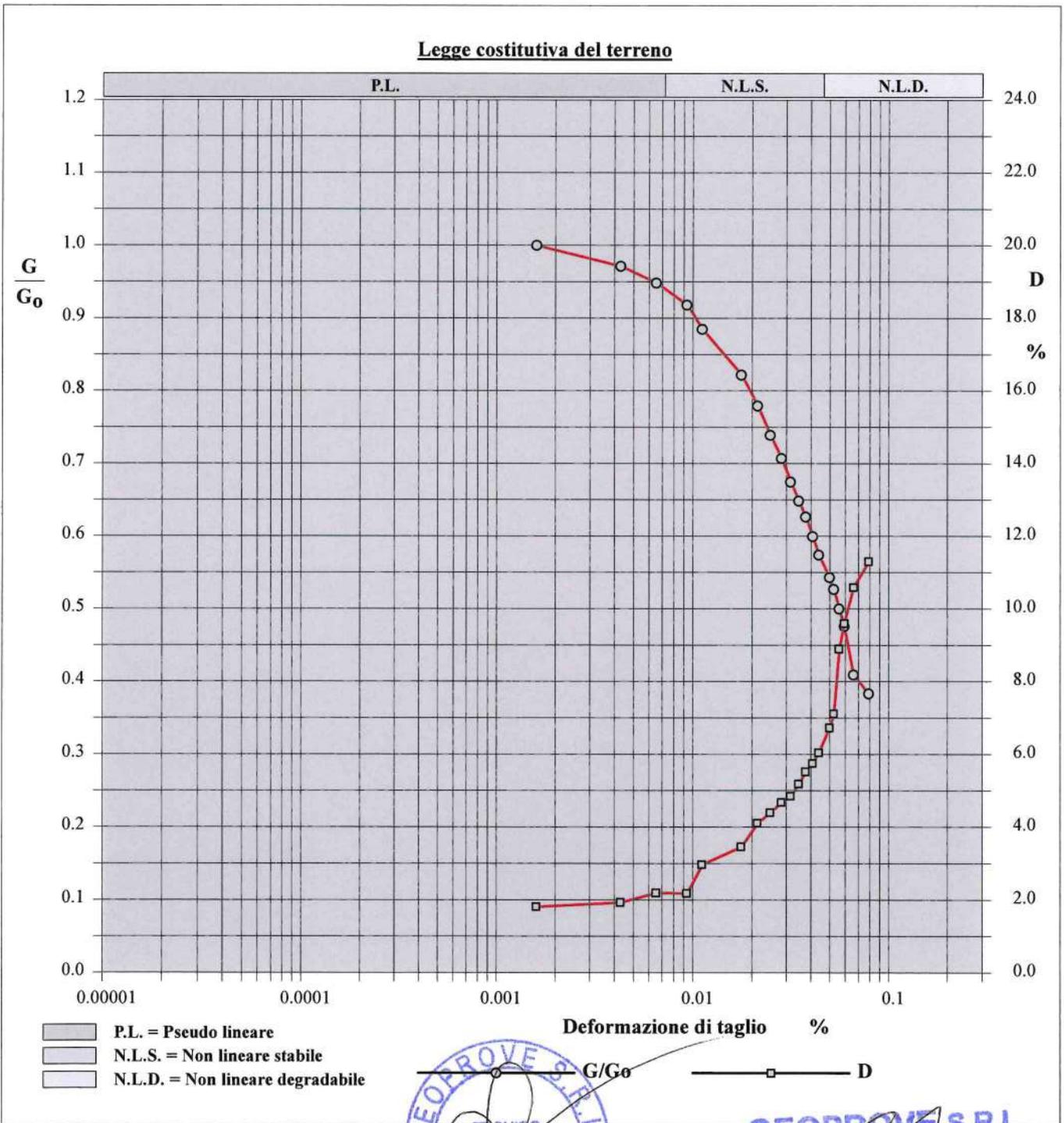


<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1319/CR/22</b> pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 28/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 30/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S17	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 15.00-15.50

**PROVA DI COLONNA RISONANTE**

Modalità di prova: Norma ASTM D 4015



## **PROVE PRESSIOMETRICHE**

**PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)**

<b>Certificato n° del</b>	<b>Verbale di accettazione n° del</b>	<b>Commessa:</b>
---------------------------	---------------------------------------	------------------

Committente: Acea Elabiori Spa	
Riferimento: Indagini geognostiche	Prova: 1
Località: Ods 04-22 Tiburtina TR4 PZ8	Data: 06/07/2022
Sondaggio: S17 (PZ)	Orario prova:

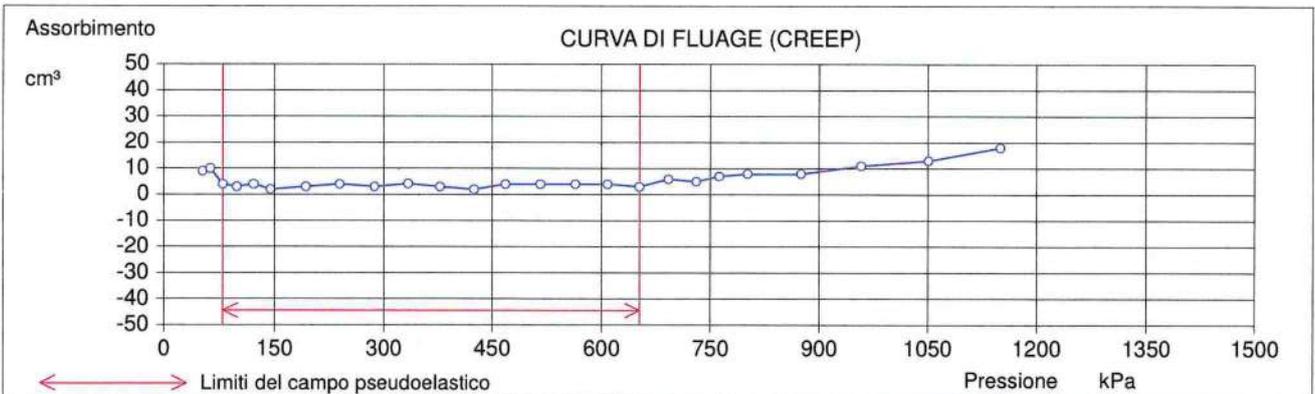
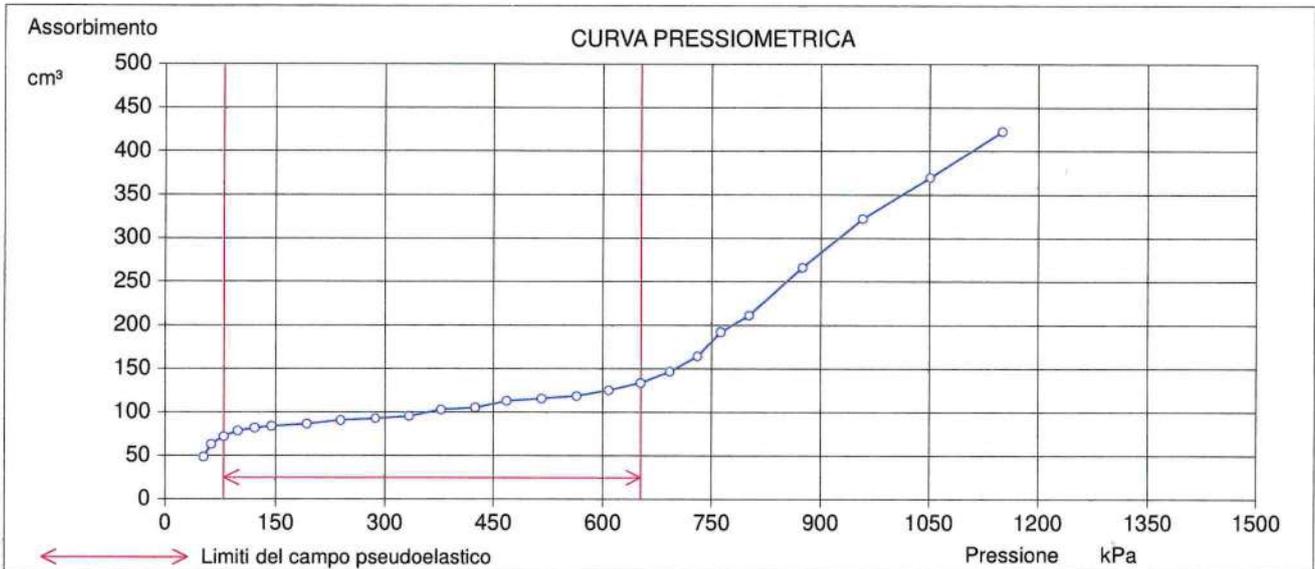
Profondità di prova (centro della cella) (m)	7.00	Profondità della falda (m)	9.00
Altezza del serbatoio dal p. c. (m)	0.90	Pressione idrostatica (prof. di prova) (kPa)	79
Litologia: Ghiaie in matrice sabbiosa			

**Tabella riepilogativa**

Gradino di pressione	Pressione misurata	Taratura sonda (Pt)	Correzione idrostatica	Pressione corretta	Volume a 30"	Volume a 60"	Fluage V60-V30	dV a 60" V-(V-1)	Taratura sonda (Vt)	Volume corretto	Variazione di volume
	kPa	kPa	kPa	kPa	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	%
1	25	52	104	52	41	50	9	50	1.5	48	7.6
2	50	67	129	62	55	65	10	15	1.8	63	9.5
3	75	75	154	79	70	74	4	9	2.1	72	10.5
4	100	81	179	98	78	81	3	7	2.3	78	11.3
5	125	84	204	120	80	84	4	4	2.6	82	11.7
6	150	86	229	143	85	87	2	2	2.8	84	11.9
7	200	88	279	191	87	90	3	3	3.3	86	12.1
8	250	92	329	237	90	94	4	5	3.8	91	12.6
9	300	94	379	285	94	97	3	3	4.3	93	12.8
10	350	97	429	332	96	100	4	3	4.8	95	13.1
11	400	103	479	376	105	108	3	8	5.2	103	13.8
12	450	105	529	424	109	111	2	3	5.7	105	14.1
13	500	112	579	467	115	119	4	8	6.1	113	14.8
14	550	114	629	515	118	122	4	3	6.5	116	15.0
15	600	116	679	563	122	126	4	3	7.0	119	15.3
16	650	122	729	607	129	133	4	7	7.4	125	15.9
17	700	128	779	651	139	142	3	9	7.8	134	16.6
18	750	138	829	691	149	155	6	13	8.2	147	17.7
19	800	150	879	729	168	173	5	18	8.5	164	19.0
20	850	168	929	761	194	201	7	28	8.9	192	20.8
21	900	179	979	800	213	221	8	20	9.3	211	22.0
22	1000	205	1079	874	268	276	8	56	9.9	266	24.9
23	1100	222	1179	957	322	333	11	57	10.6	322	27.3
24	1200	229	1279	1050	368	381	13	48	11.2	370	28.9
25	1300	230	1379	1149	416	434	18	53	11.8	422	30.5

<b>Certificato n° del</b>	<b>Verbale di accettazione n° del</b>	<b>Commessa:</b>
---------------------------	---------------------------------------	------------------

Committente: Acea Elabori Spa	
Riferimento: Indagini geognostiche	Prova: 1
Località: Ods 04-22 Tiburtina TR4 PZ8	Data: 06/07/2022
Sondaggio: S17 (PZ)	Orario prova:



--	--

LIMITI DEL CAMPO PSEUDOELASTICO	
Pressione di ricompressione [Po] (kPa):	79
Volume di ricompressione [Vo] (cm³):	72
Pressione di scorrimento finale [Pf] (kPa):	651
Volume di scorrimento finale [Vf] (cm³):	134

PARAMETRI DI CALCOLO	
Volume limite [Vl] (cm³):	682
Volume medio della cella [Vm] (cm³):	641
Parametro di controllo [Ep/P'l]:	9

RISULTATI	
Pressione limite [Pl] (kPa):	1800
Pressione limite netta [P'l] (kPa):	1721
Modulo pressiométrico [Ep] (kPa):	15770
Modulo di Young [E] (kPa):	58407
Resistenza al taglio [Ø] (°):	35

CONDIZIONI IDRAULICHE
La prova viene considerata in condizioni drenate

1° CICLO DI ISTERESI	
Volume iniziale [Vi] (cm³):	-
Volume finale [Vf] (cm³):	-
Pressione iniziale [Pi] (kPa):	-
Pressione finale [Pf] (kPa):	-
Modulo pressiométrico [Ep] (kPa):	-

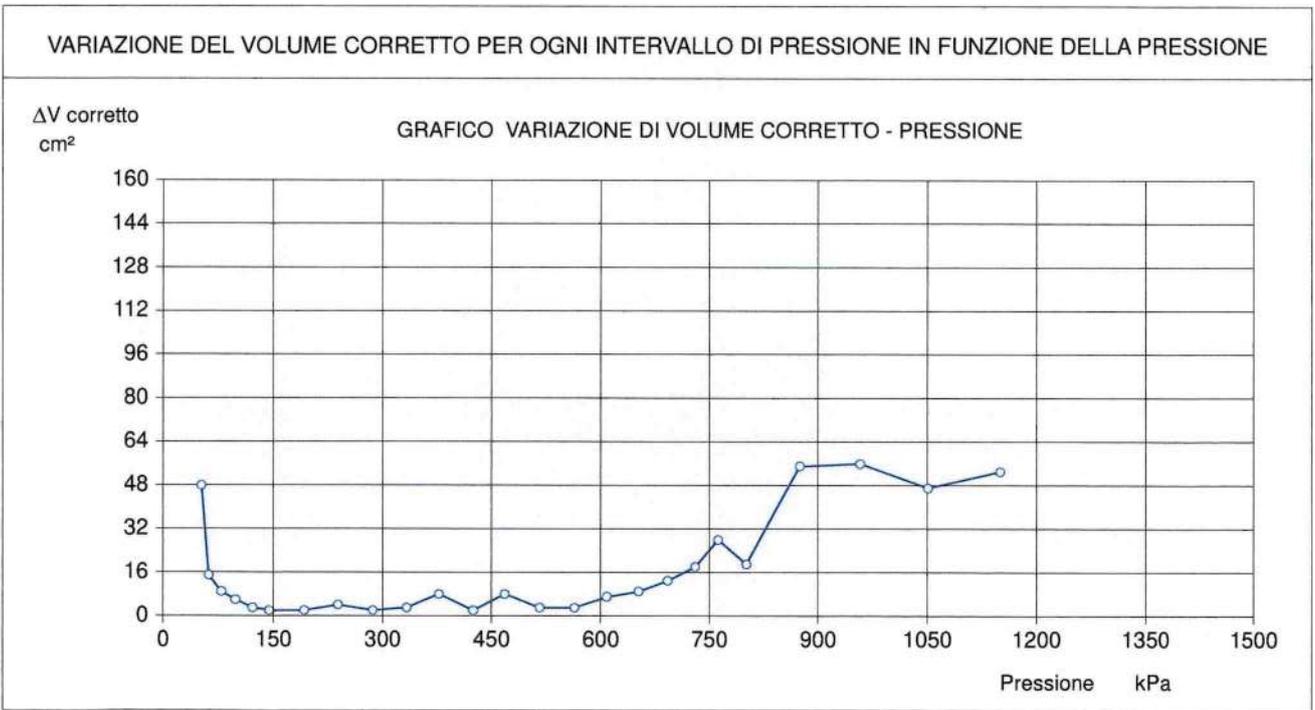
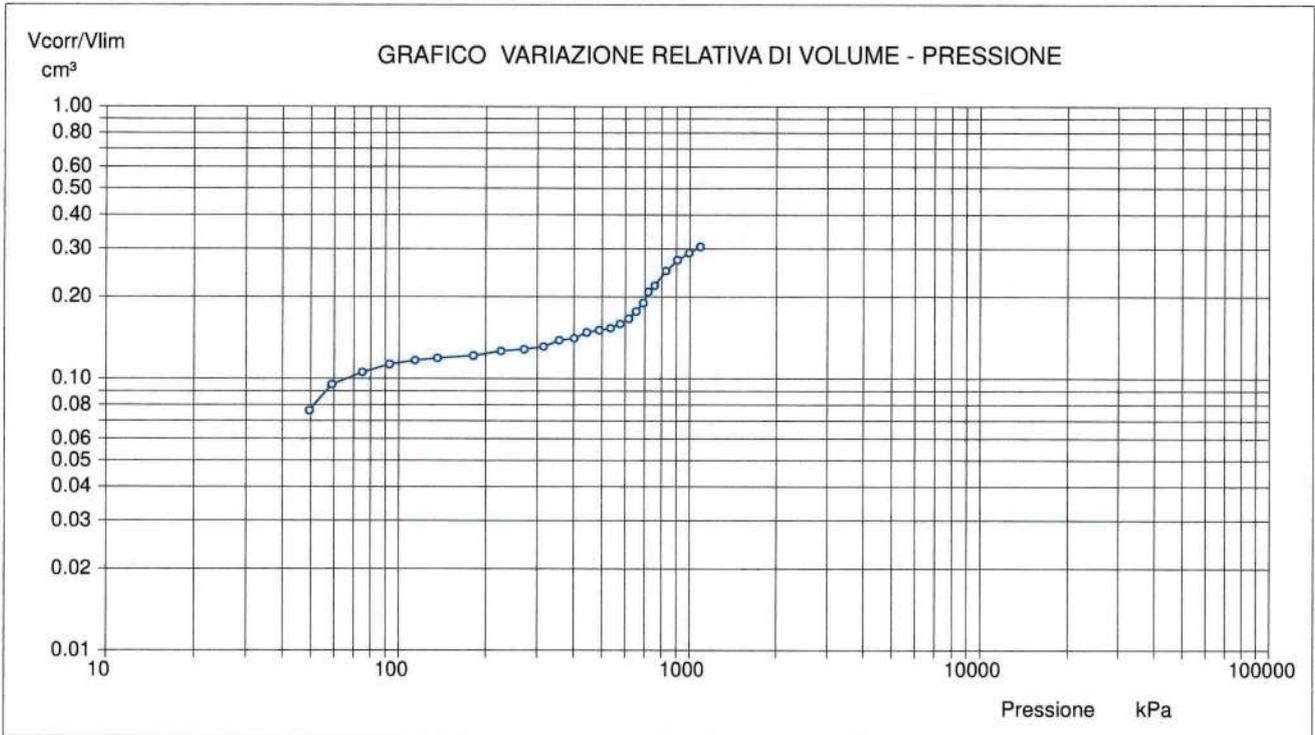
2° CICLO DI ISTERESI	
Volume iniziale [Vi] (cm³):	-
Volume finale [Vf] (cm³):	-
Pressione iniziale [Pi] (kPa):	-
Pressione finale [Pf] (kPa):	-
Modulo pressiométrico [Ep] (kPa):	-

**PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)**

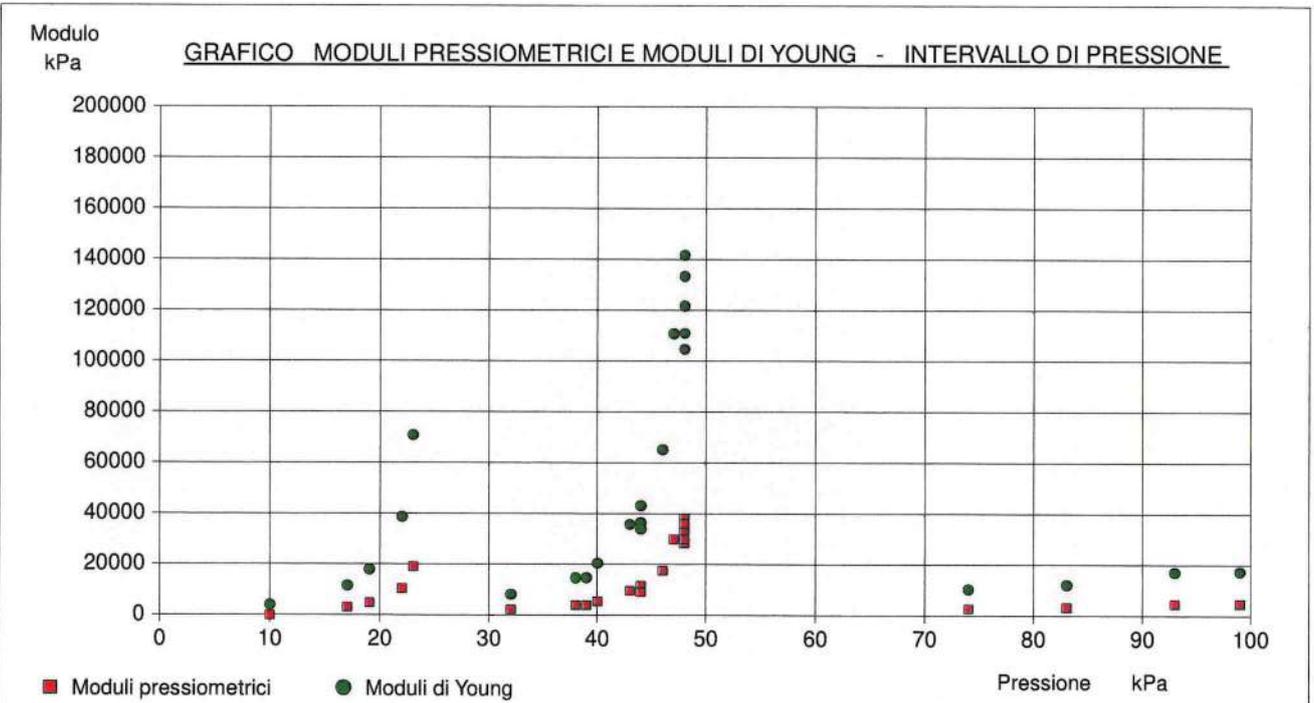
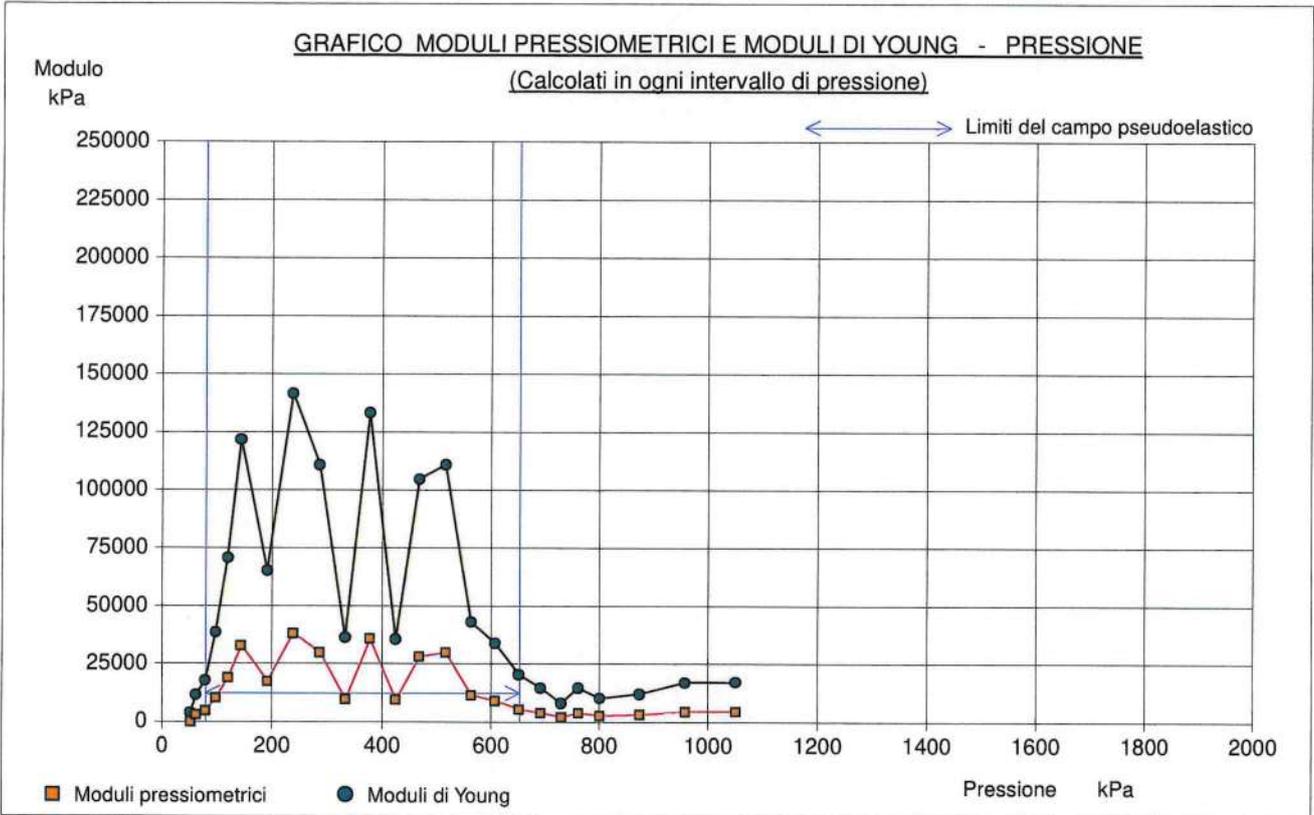
<b>Certificato n° del</b>	<b>Verbale di accettazione n° del</b>	<b>Commessa:</b>
---------------------------	---------------------------------------	------------------

Committente: Acea Elabiori Spa	
Riferimento: Indagini geognostiche	Prova: 1
Località: Ods 04-22 Tiburtina TR4 PZ8	Data: 06/07/2022
Sondaggio: S17 (PZ)	Orario prova:

Pressione limite stimata (kPa): 1800	Coefficiente di Poisson: 0.33	Coefficiente reologico: 0.27
--------------------------------------	-------------------------------	------------------------------



<b>Certificato n° del</b>	<b>Verbale di accettazione n° del</b>	<b>Commessa:</b>
Committente: Acea Elabiori Spa		
Riferimento: Indagini geognostiche	Prova: 1	
Località: Ods 04-22 Tiburtina TR4 PZ8	Data: 06/07/2022	
Sondaggio: S17 (PZ)	Orario prova:	



**PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)**

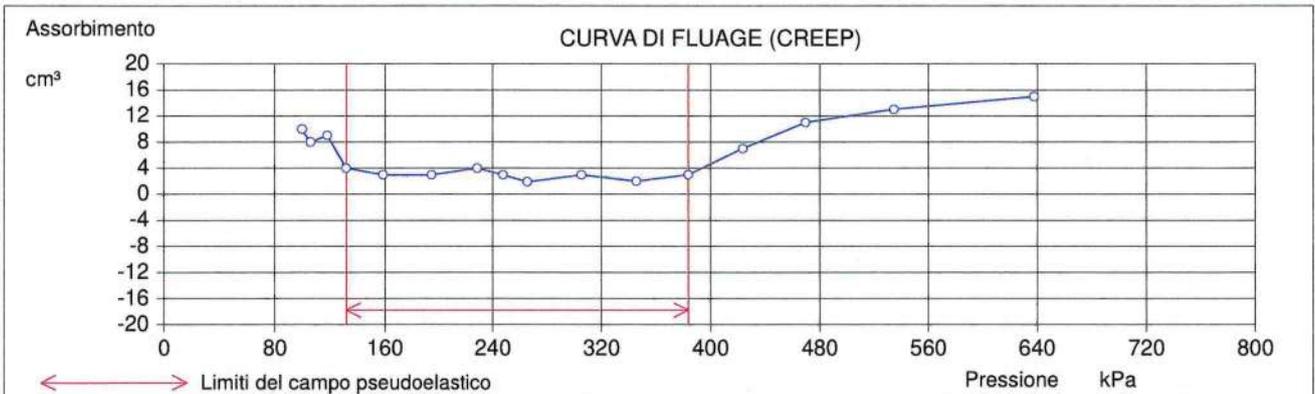
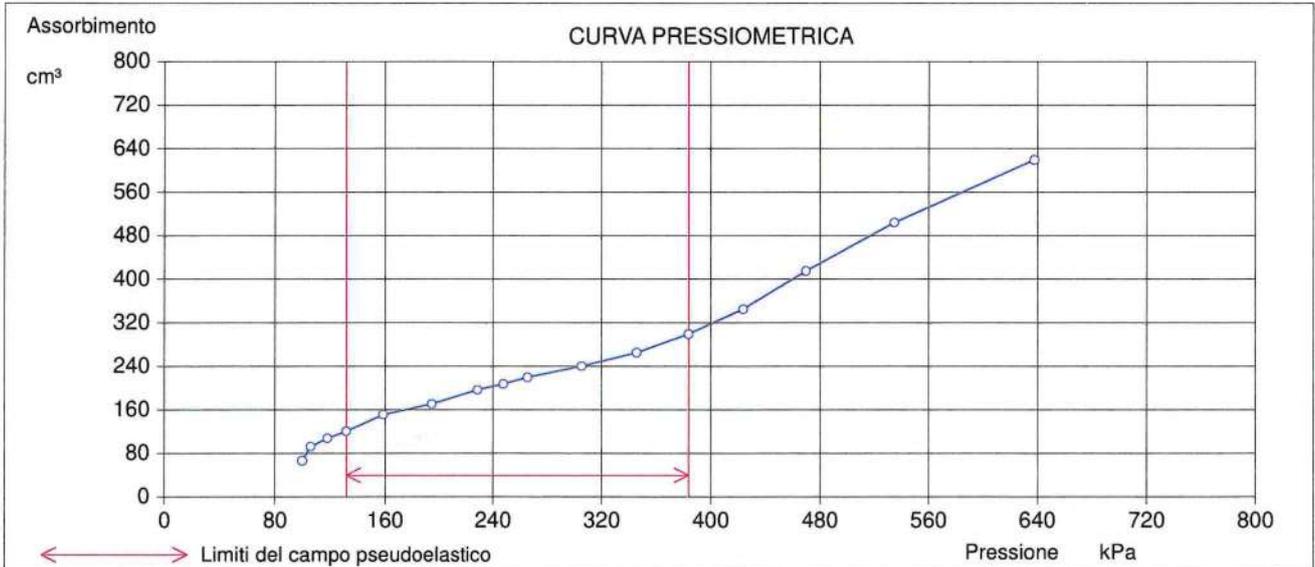
<b>Certificato n° del</b>	<b>Verbale di accettazione n° del</b>	<b>Commessa:</b>
Committente: Acea Elabiori Spa		
Riferimento: Indagini geognostiche	Prova: 2	
Località: Ods 04-22 Tiburtina TR4 PZ8	Data: 06/07/2022	
Sondaggio: S17 (PZ)	Orario prova:	
Profondità di prova (centro della cella) (m)	14.00	Profondità della falda (m) 9.00
Altezza del serbatoio dal p. c. (m)	0.90	Pressione idrostatica (prof. di prova) (kPa) 149
Litologia: Limo argilloso		

**Tabella riepilogativa**

Gradino di pressione	Pressione misurata	Taratura sonda (Pt)	Correzione idrostatica	Pressione corretta	Volume a 30"	Volume a 60"	Fluage V60-V30	dV a 60" V-(V-1)	Taratura sonda (Vt)	Volume corretto	Variazione di volume
	kPa	kPa	kPa	kPa	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	%
1	20	70	169	99	59	69	10	69	2.2	66	9.9
2	50	94	199	105	87	95	8	27	2.5	93	12.8
3	75	107	224	117	102	111	9	15	2.8	108	14.3
4	100	118	249	131	120	124	4	13	3.0	121	15.5
5	150	141	299	158	152	155	3	31	3.5	151	18.0
6	200	155	349	194	172	175	3	20	4.0	171	19.4
7	250	171	399	228	198	202	4	27	4.5	197	21.1
8	275	177	424	247	210	213	3	11	4.7	208	21.8
9	300	184	449	265	223	225	2	12	5.0	220	22.5
10	350	194	499	305	243	246	3	21	5.4	240	23.6
11	400	204	549	345	269	271	2	25	5.9	265	24.8
12	450	216	599	383	303	306	3	35	6.3	299	26.3
13	500	226	649	423	345	352	7	46	6.7	345	28.1
14	550	230	699	469	411	422	11	71	7.1	415	30.3
15	600	215	749	534	499	512	13	89	7.5	504	32.6
16	650	162	799	637	612	627	15	115	7.9	619	34.9

**PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)**

<b>Certificato n° del</b>	<b>Verbale di accettazione n° del</b>	<b>Commessa:</b>
Committente: Acea Elabori Spa		
Riferimento: Indagini geognostiche	Prova: 2	
Località: Ods 04-22 Tiburtina TR4 PZ8	Data: 06/07/2022	
Sondaggio: S17 (PZ)	Orario prova:	



LIMITI DEL CAMPO PSEUDOELASTICO		CONDIZIONI IDRAULICHE	
---------------------------------	--	-----------------------	--

LIMITI DEL CAMPO PSEUDOELASTICO	
Pressione di ricompressione [Po] (kPa):	131
Volume di ricompressione [Vo] (cm³):	121
Pressione di scorrimento finale [Pf] (kPa):	383
Volume di scorrimento finale [Vf] (cm³):	299

CONDIZIONI IDRAULICHE	
La prova viene considerata in condizioni non drenate	

PARAMETRI DI CALCOLO	
Volume limite [Vl] (cm³):	780
Volume medio della cella [Vm] (cm³):	748
Parametro di controllo [Ep/P'l]:	3

1° CICLO DI ISTERESI	
Volume iniziale [Vi] (cm³):	-
Volume finale [Vf] (cm³):	-
Pressione iniziale [Pi] (kPa):	-
Pressione finale [Pf] (kPa):	-
Modulo pressiometrico [Ep] (kPa):	-

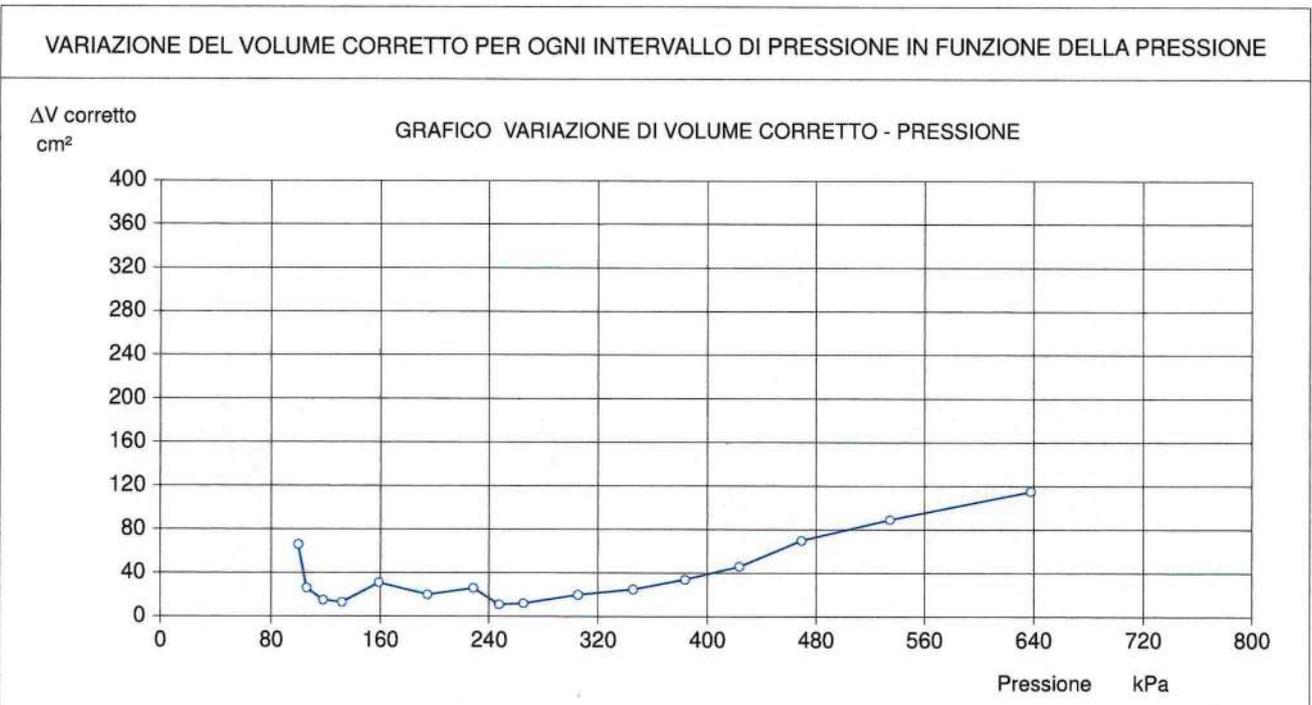
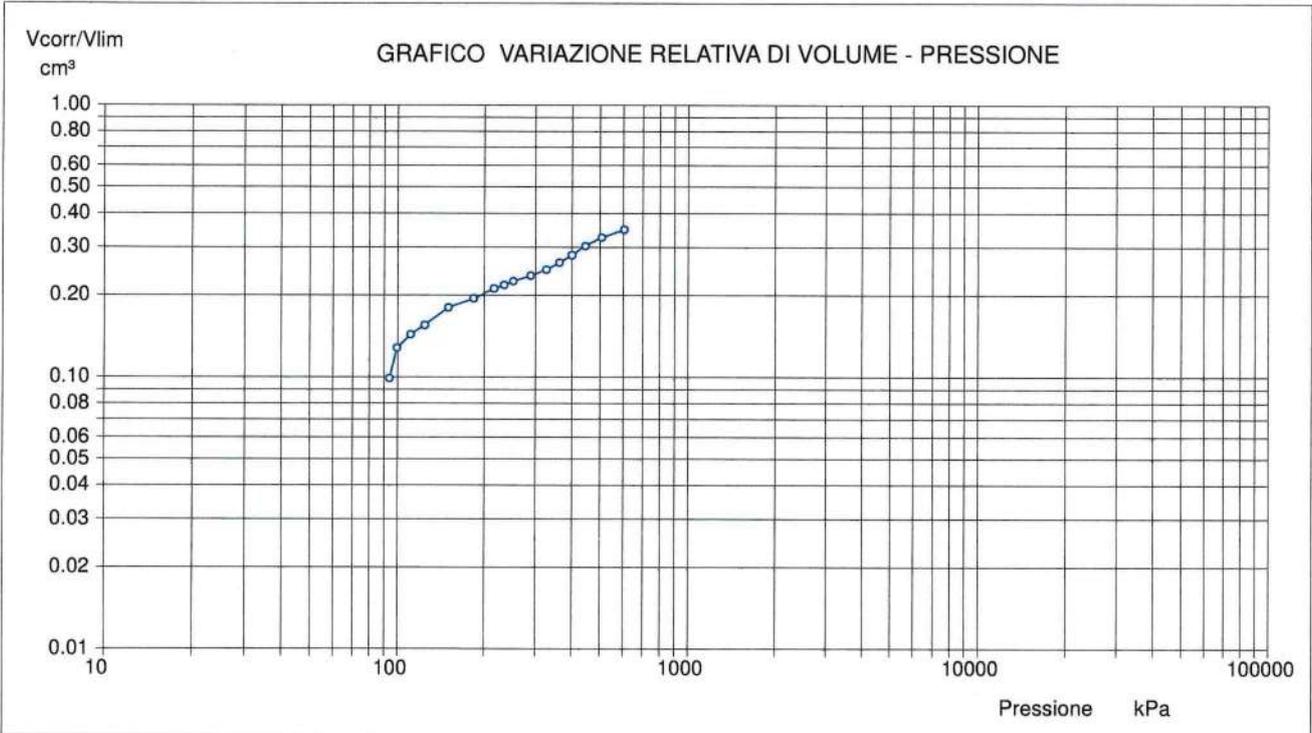
RISULTATI	
Pressione limite [Pl] (kPa):	1100
Pressione limite netta [P'l] (kPa):	969
Modulo pressiometrico [Ep] (kPa):	2915
Modulo di Young [E] (kPa):	5830
Coesione non drenata [Cu] (kPa):	97

2° CICLO DI ISTERESI	
Volume iniziale [Vi] (cm³):	-
Volume finale [Vf] (cm³):	-
Pressione iniziale [Pi] (kPa):	-
Pressione finale [Pf] (kPa):	-
Modulo pressiometrico [Ep] (kPa):	-

**PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)**

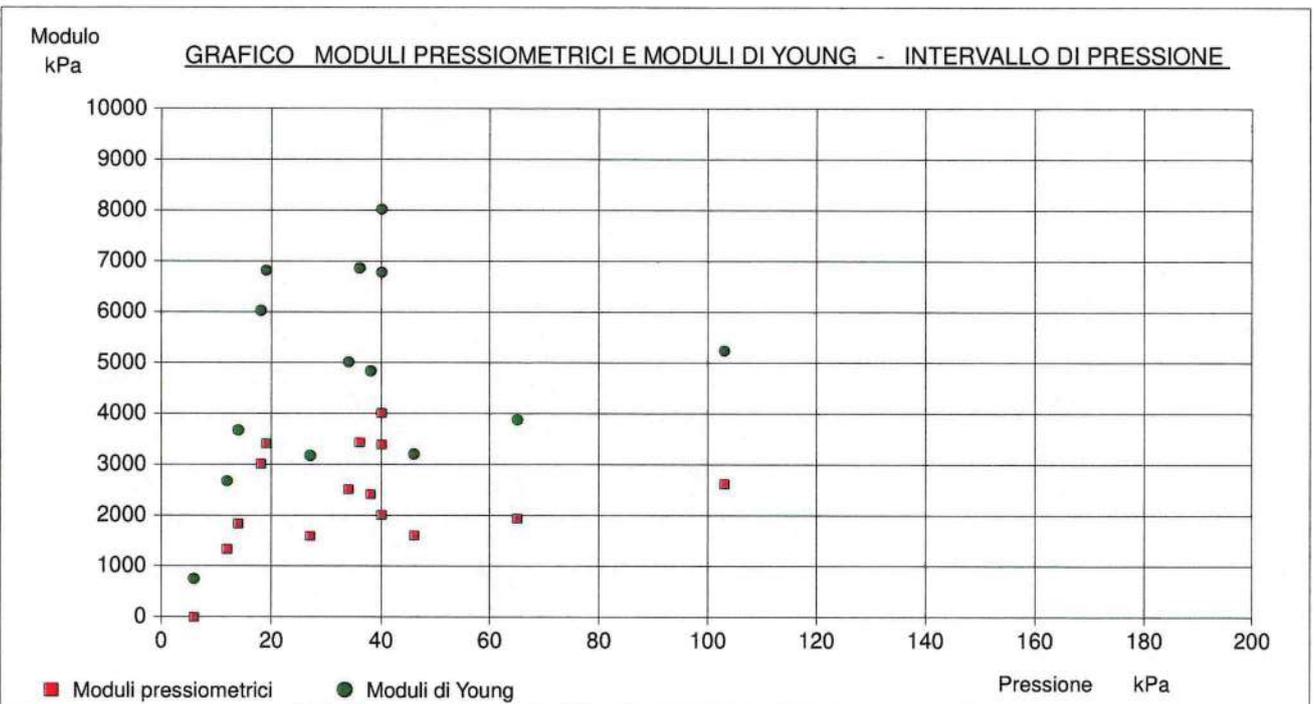
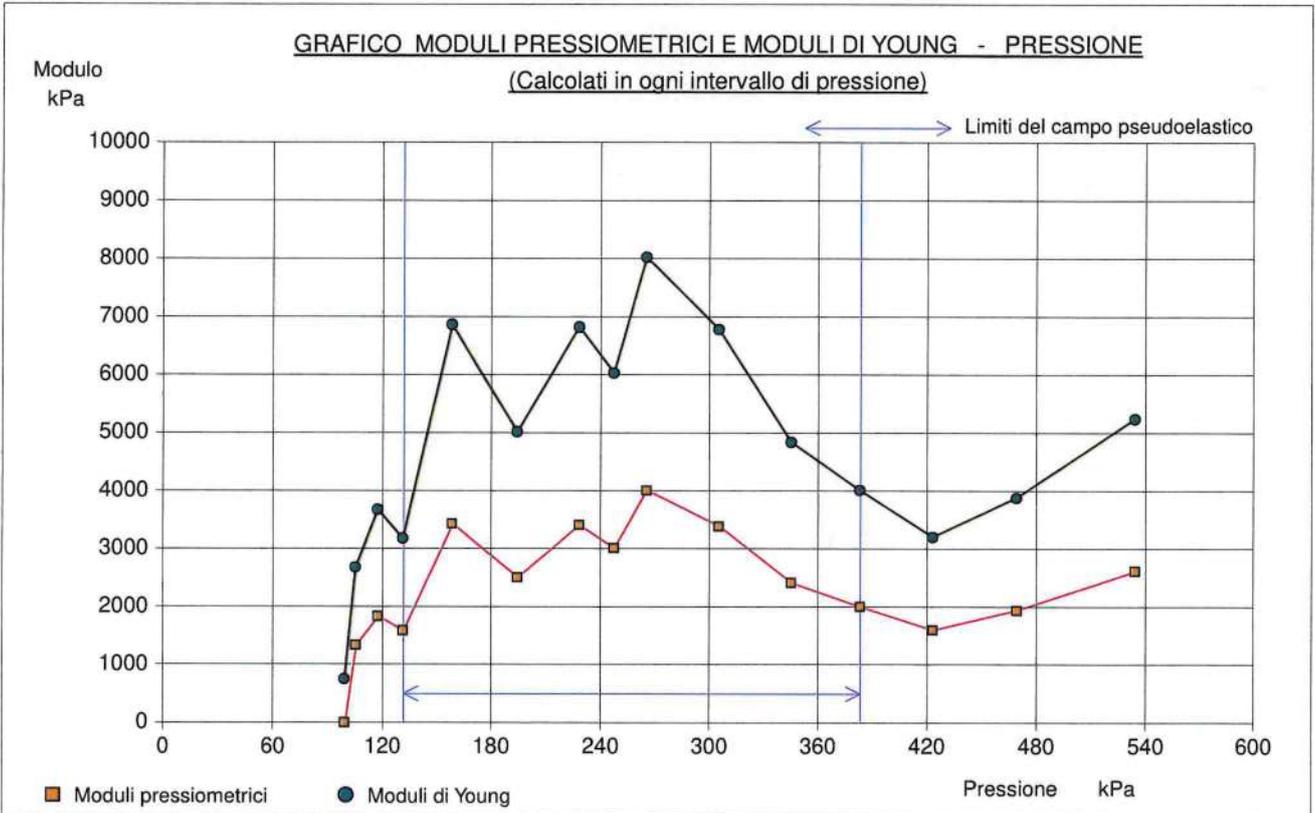
<b>Certificato n° del</b>	<b>Verbale di accettazione n° del</b>	<b>Commessa:</b>
Committente: Acea Elabiori Spa		
Riferimento: Indagini geognostiche	Prova: 2	
Località: Ods 04-22 Tiburtina TR4 PZ8	Data: 06/07/2022	
Sondaggio: S17 (PZ)	Orario prova:	

Pressione limite stimata (kPa): 1100	Coefficiente di Poisson: 0.38	Coefficiente reologico: 0.50
--------------------------------------	-------------------------------	------------------------------



**PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)**

<b>Certificato n° del</b>	<b>Verbale di accettazione n° del</b>	<b>Commessa:</b>
Committente: Acea Elabori Spa		
Riferimento: Indagini geognostiche	Prova: 2	
Località: Ods 04-22 Tiburtina TR4 PZ8	Data: 06/07/2022	
Sondaggio: S17 (PZ)	Orario prova:	



**PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)**

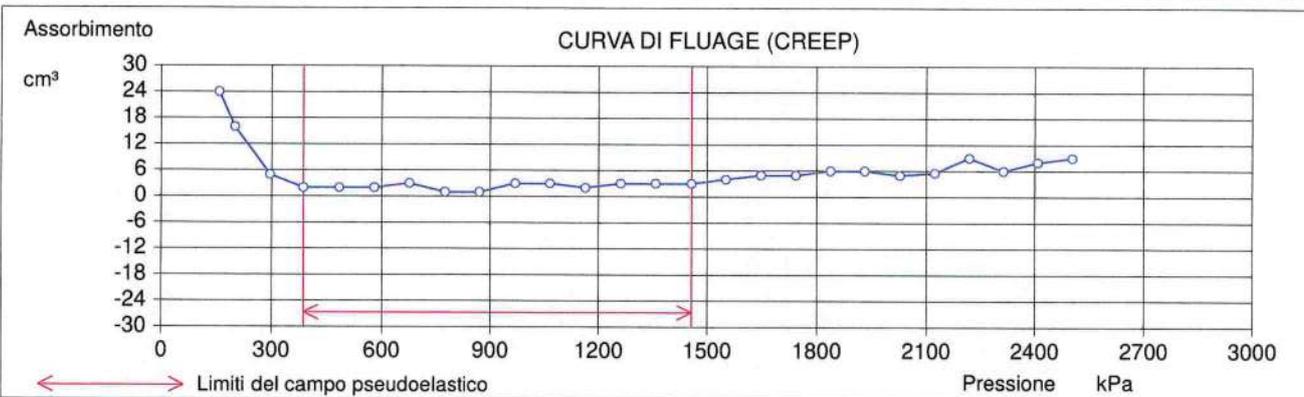
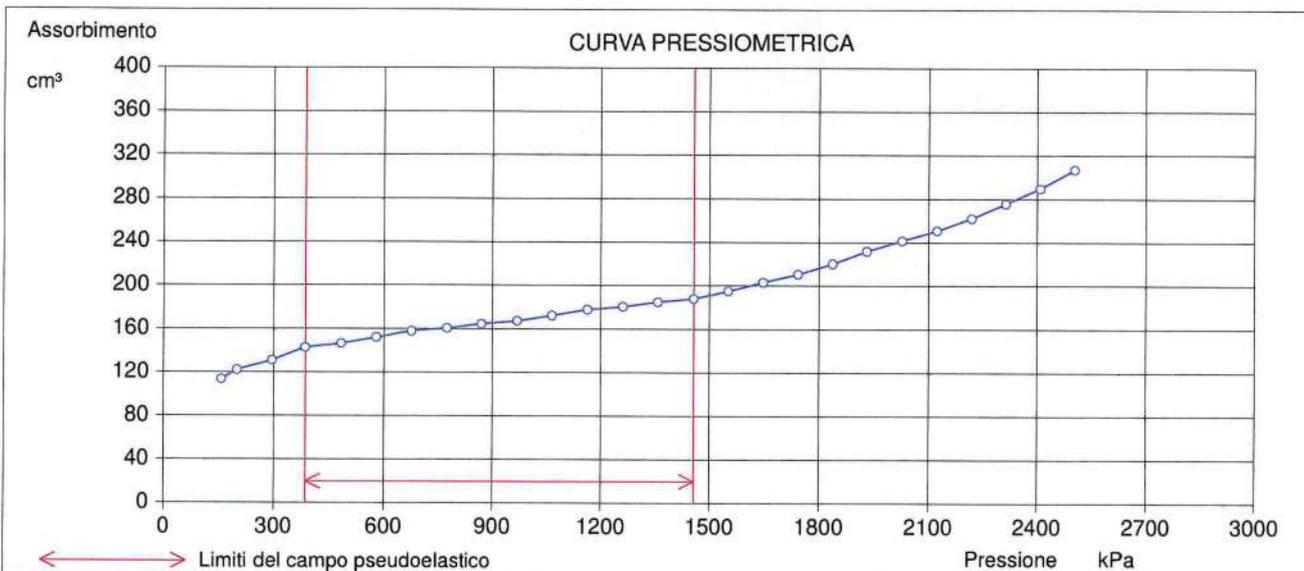
<b>Certificato n° del</b>	<b>Verbale di accettazione n° del</b>	<b>Commessa:</b>
Committente: Acea Elabiori Spa		
Riferimento: Indagini geognostiche		Prova: 3
Località: Ods 04-22 Tiburtina TR4 PZ8		Data: 07/07/2022
Sondaggio: S17 (PZ)		Orario prova:

Profondità di prova (centro della cella) (m)	21.00	Profondità della falda (m)	-
Altezza del serbatoio dal p. c. (m)	0.90	Pressione idrostatica (prof. di prova) (kPa)	219
Litologia: Calcare fratturato con intercalazioni sabbiose			

**Tabella riepilogativa**

Gradino di pressione	Pressione misurata	Taratura sonda (Pt)	Correzione idrostatica	Pressione corretta	Volume a 30"	Volume a 60"	Fluage V60-V30	dV a 60" V-(V-1)	Taratura sonda (Vt)	Volume corretto	Variazione di volume
	kPa	kPa	kPa	kPa	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	%
1	50	112	269	157	93	117	24	117	3.2	114	14.9
2	100	119	319	200	110	126	16	9	3.7	122	15.6
3	200	126	419	293	131	136	5	10	4.7	131	16.4
4	300	135	519	384	146	148	2	13	5.6	143	17.3
5	400	138	619	481	151	153	2	5	6.5	147	17.6
6	500	142	719	577	157	159	2	6	7.3	152	18.1
7	600	146	819	673	163	166	3	7	8.1	158	18.5
8	700	148	919	771	168	169	1	3	8.8	161	18.7
9	800	151	1019	868	173	174	1	5	9.5	165	19.0
10	900	153	1119	966	175	178	3	4	10.2	167	19.2
11	1000	156	1219	1063	180	183	3	5	10.8	172	19.5
12	1100	159	1319	1160	187	189	2	6	11.4	178	19.9
13	1200	161	1419	1258	190	193	3	3	12.0	181	20.1
14	1300	164	1519	1355	194	197	3	5	12.6	185	20.4
15	1400	166	1619	1453	198	201	3	4	13.1	188	20.6
16	1500	170	1719	1549	205	209	4	8	13.5	195	21.0
17	1600	175	1819	1644	212	217	5	8	14.0	203	21.5
18	1700	179	1919	1740	220	225	5	8	14.4	211	22.0
19	1800	184	2019	1835	229	235	6	10	14.8	220	22.5
20	1900	190	2119	1929	241	247	6	12	15.1	232	23.1
21	2000	194	2219	2025	252	257	5	10	15.5	242	23.7
22	2100	198	2319	2121	261	267	6	10	15.8	251	24.1
23	2200	203	2419	2216	269	278	9	12	16.1	262	24.7
24	2300	208	2519	2311	286	292	6	14	16.3	276	25.3
25	2400	213	2619	2406	298	306	8	14	16.6	290	25.9
26	2500	218	2719	2501	315	324	9	18	16.8	307	26.7

<b>Certificato n° del</b>	<b>Verbale di accettazione n° del</b>	<b>Commessa:</b>
Committente: Acea Elabori Spa		
Riferimento: Indagini geognostiche	Prova: 3	
Località: Ods 04-22 Tiburtina TR4 PZ8	Data: 07/07/2022	
Sondaggio: S17 (PZ)	Orario prova:	



--	--

LIMITI DEL CAMPO PSEUDOELASTICO	
Pressione di ricompressione [Po] (kPa):	384
Volume di ricompressione [Vo] (cm³):	143
Pressione di scorrimento finale [Pf] (kPa):	1453
Volume di scorrimento finale [Vf] (cm³):	188

PARAMETRI DI CALCOLO	
Volume limite [Vl] (cm³):	823
Volume medio della cella [Vm] (cm³):	703
Parametro di controllo [Ep/P'l]:	7

RISULTATI	
Pressione limite [Pl] (kPa):	6500
Pressione limite netta [P'l] (kPa):	6116
Modulo pressiométrico [Ep] (kPa):	43218
Modulo di Young [E] (kPa):	172872
Resistenza al taglio [Ø] (°):	42

CONDIZIONI IDRAULICHE
La prova viene considerata in condizioni drenate

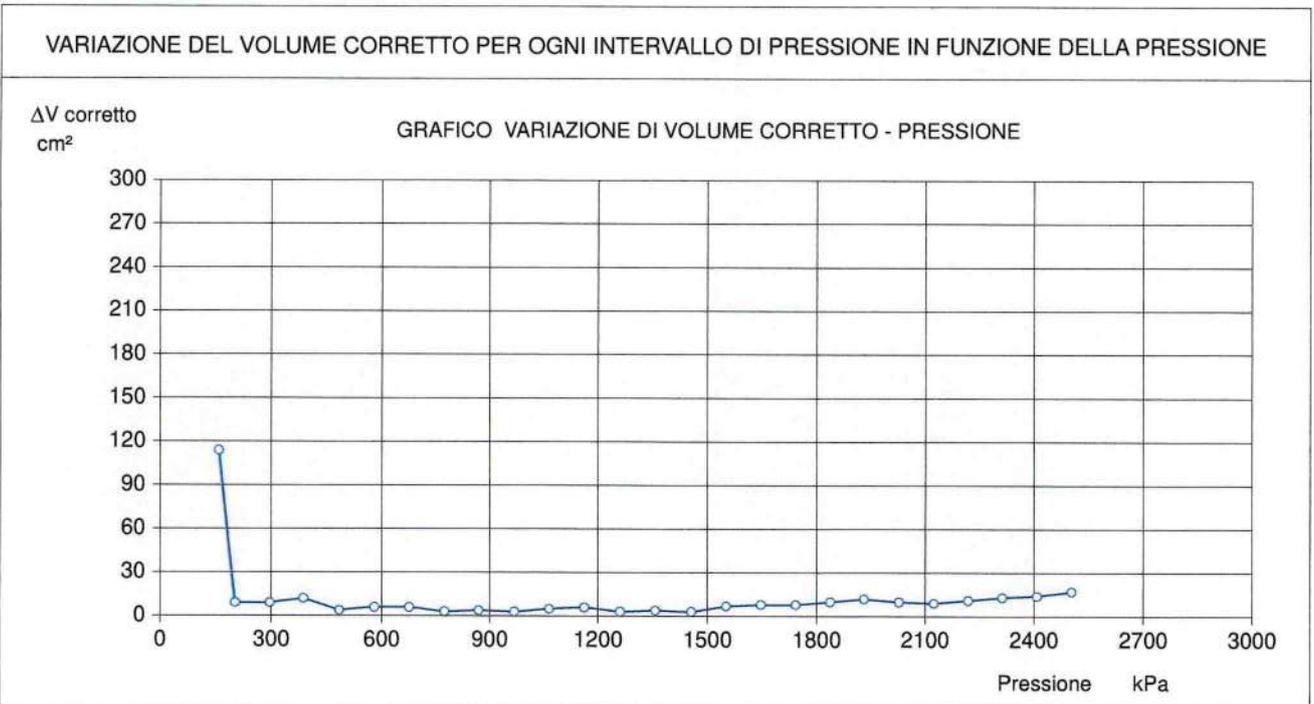
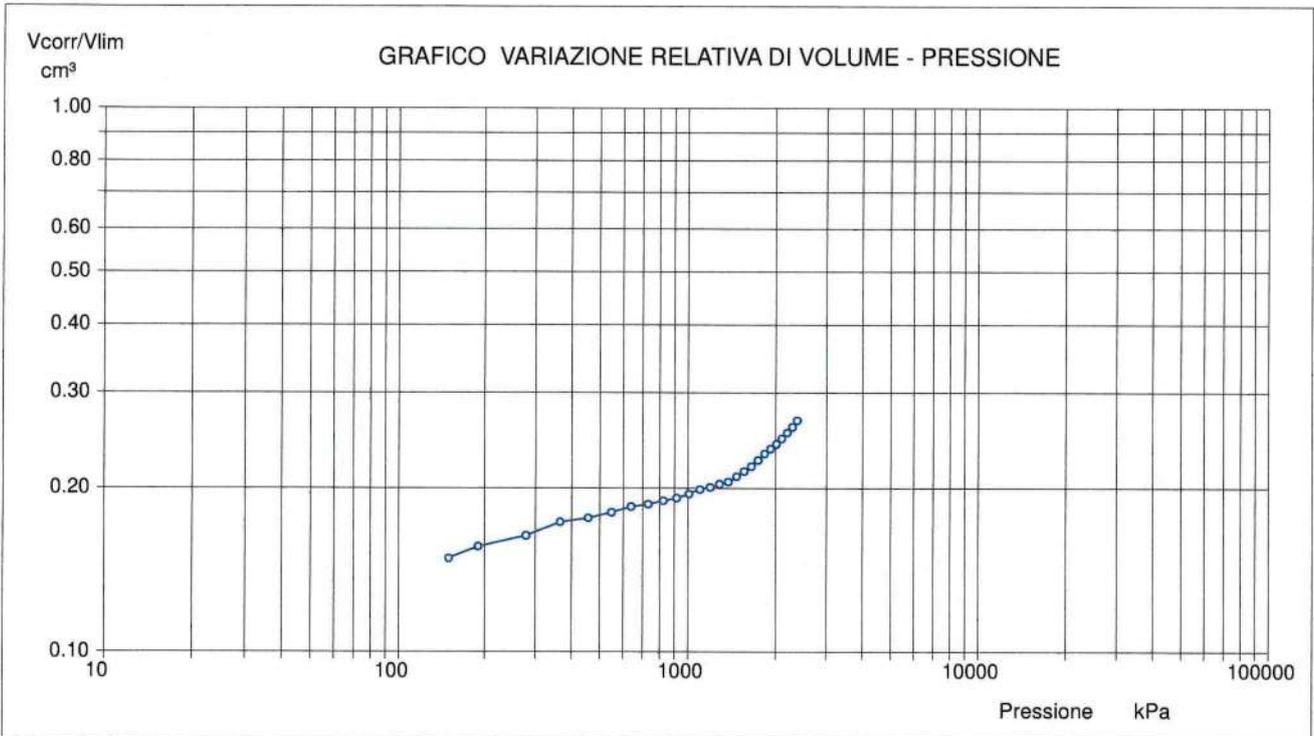
1° CICLO DI ISTERESI	
Volume iniziale [Vi] (cm³):	-
Volume finale [Vf] (cm³):	-
Pressione iniziale [Pi] (kPa):	-
Pressione finale [Pf] (kPa):	-
Modulo pressiométrico [Ep] (kPa):	-

2° CICLO DI ISTERESI	
Volume iniziale [Vi] (cm³):	-
Volume finale [Vf] (cm³):	-
Pressione iniziale [Pi] (kPa):	-
Pressione finale [Pf] (kPa):	-
Modulo pressiométrico [Ep] (kPa):	-

<b>Certificato n° del</b>	<b>Verbale di accettazione n° del</b>	<b>Commessa:</b>
---------------------------	---------------------------------------	------------------

Committente: Acea Elabori Spa	
Riferimento: Indagini geognostiche	Prova: 3
Località: Ods 04-22 Tiburtina TR4 PZ8	Data: 07/07/2022
Sondaggio: S17 (PZ)	Orario prova:

Pressione limite stimata (kPa): 6500	Coefficiente di Poisson: 0.30	Coefficiente reologico: 0.25
--------------------------------------	-------------------------------	------------------------------



<b>Certificato n° del</b>	<b>Verbale di accettazione n° del</b>	<b>Commessa:</b>
Committente: Acea Elabori Spa		
Riferimento: Indagini geognostiche	Prova: 3	
Località: Ods 04-22 Tiburtina TR4 PZ8	Data: 07/07/2022	
Sondaggio: S17 (PZ)	Orario prova:	

