

PROJECT
Progetto

**MONTALTO DI CASTRO
CAPACITY MARKET ITALY**

Security Index
Indice Sicurezza

**Riservato
Aziendale**

TITLE
Titolo

**Rapporto indagini geotecniche e geofisiche di sito
e prove di laboratorio**

CLIENT
Cliente

ENEL PRODUZIONE S.p.A



JOB no. Document no.

CLIENT SUBMITTAL
Inoltro al Cliente

FOR APPROVAL
Per Approvazione

FOR INFORMATION
ONLY
Per Informazione

NOT REQUESTED
Non Richiesto

SYSTEM
Sistema

DOCUMENT TYPE
Tipo Documento

TK

DISCIPLINE
Disciplina

C

FILE
File

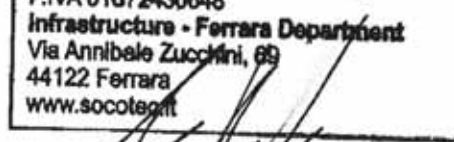
PBMOG2003000.docx

REV

DESCRIPTION OF REVISIONS / Descrizione delle revisioni

00 Prima emissione

SOCOTEC ITALIA S.r.l.
P.IVA 01872430648
Infrastructure - Ferrara Department
Via Annibale Zucchini, 69
44122 Ferrara
www.socotec.it



00

11.02.21

FC



SOCOTEC



BPL



PE

REV

Date
Data

Scope
Scopo

Prepared by
Preparato

Co-operations
Collaborazioni

Approved by
Approvato

Issued by
Emesso

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



ENEL PRODUZIONE S.p.A

Via Carducci n. 1/3 - 20121 Milano



Indagini geotecniche e geofisiche presso Centrale di Montalto di Castro

RELAZIONE METODOLOGICA

dott. geol. Massimo Romagnoli

INDICE

<u>1.</u>	<u>PREMESSA</u>	<u>3</u>
<u>2.</u>	<u>INDAGINI ESEGUITE</u>	<u>4</u>
<u>3.</u>	<u>SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO</u>	<u>6</u>
<u>4.</u>	<u>CAMPIONAMENTO AMBIENTALE</u>	<u>9</u>
<u>5.</u>	<u>LABORATORIO GEOTECNICO</u>	<u>9</u>
<u>6.</u>	<u>ELENCO ALLEGATI</u>	<u>27</u>

1. PREMESSA

Su incarico della Committenza, ENEL Produzione S.p.A., con sede in Via Carducci 1/3 - Milano, la scrivente Società ha eseguito una campagna di indagini geotecniche e geofisiche presso la “Centrale Termoelettrica Alessandro Volta di Montalto di Castro”.

La centrale sorge nell’area destinata a ospitare una delle prime centrali nucleari italiane la cui costruzione è stata interrotta dopo l’incidente di Chernobyl del 1987. L’impianto termoelettrico è entrato in esercizio progressivamente a partire dal 1992. Negli ultimi anni la centrale ha registrato una drastica riduzione della produzione, entrando in servizio sempre più raramente e per periodi brevi. Ad oggi, rientra nelle proposte di riqualificazione.

L’area oggetto di indagine è ubicata all’interno della Centrale termoelettrica “Alessandro Volta” come mostrato in figura 1.

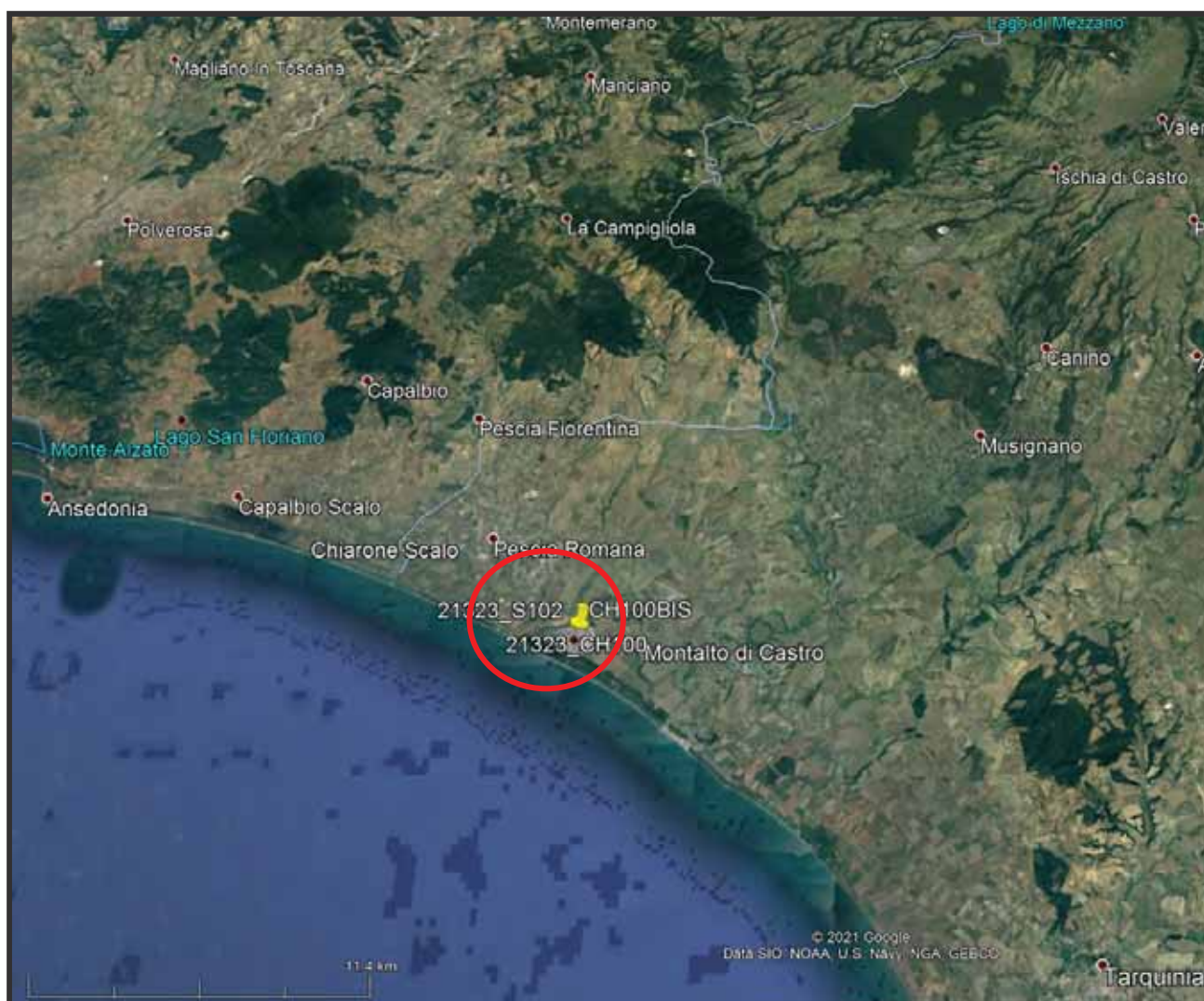


Figura 1 Ubicazione del sito da indagare

2. INDAGINI ESEGUITE

La campagna di indagine si è articolata con l'esecuzione delle seguenti attività:

- n° 2 Sondaggi a carotaggio continuo, spinti alla profondità di 40 m da p.c.;
- n° 1 Sondaggio a distruzione di nucleo;
- n° 4 Prelievo di campioni indisturbati per esecuzione di prove di laboratorio geotecnico;
- n° 12 Prelievo di campioni rimaneggiati per esecuzione di prove di laboratorio geotecnico;
- n° 2 Prelievo campioni ambientali
- n° 2 Stendimenti di sismica per indagini MASW;
- n° 3 Indagini HVSR;
- n° 1 Prospezione cross-hole.

Le coordinate delle prove sono riportate nella tabella sottostante e sui certificati di ciascuna prova eseguita, allegati alla presente relazione.

Le prove geofisiche (MASW, HVSR, Cross-hole) sono descritte nel dettaglio nella relazione "Indagini geofisiche", presente in **Allegato 2** inclusa alla presente.

Le figure 2-3 presentano la planimetria dell'ubicazione delle prove eseguite, come richiesto dal committente (fig.4).

Prova	Profondità (m)	Latitudine	Longitudine
S102	0.00 – 40.00	42.359212°	11.533001°
C100	0.00 – 40.00	42.359493°	11.533487°
C100BIS	0.00 – 40.00	42.359492°	11.533455°



Figura 2 Ubicazione indagini geotecniche



Figura 3 Ubicazione indagini sismiche

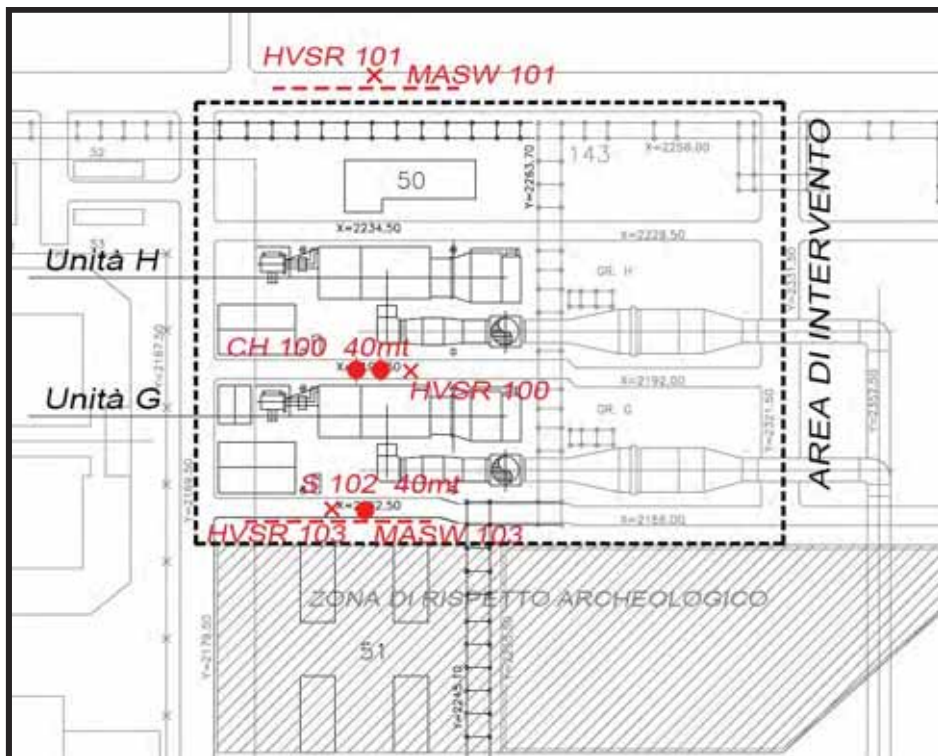



Figura 4 Ubicazione indagini richieste dal committente

3. SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

Il carotaggio è stato eseguito tramite sonda perforatrice IPC 650 DRILL, con le seguenti caratteristiche:

IPC 650 DRILL	
	
Coppia torcente	946 kgm
Velocità di rotazione	0 – 230 rpm
Corsa continua	350 cm
Spinta	4760 kg
Trazione	4760 kg
Portata argano manovra	1000 kg
Pompa fanghi	C.M.O. ps 60/2 da 200 l/min

Il carotaggio è stato eseguito a rotazione verticale con utilizzo di acqua di perforazione, con recupero integrale e rappresentativo dei terreni attraversati, comunque non inferiore all'90%.

Per il carotaggio sono stati utilizzati carotieri semplici di diametro 101 mm e lunghezza 1500 mm, con corone e scarpe taglienti al widia, azionati ad aste di manovra di diametro 76 mm. Le pareti del foro sono state sostenute da tubazione metallica provvisoria di diametro 127 mm, infissa con circolazione di acqua pulita senza l'ausilio di polimeri.

La perforazione è stata eseguita con la supervisione di geologi a tempo pieno, responsabili dell'esecuzione dei lavori, delle misure in situ, delle quote di fondo foro, della compilazione dei dati stratigrafici, ecc.

La descrizione stratigrafica dei terreni attraversati è restituita graficamente nelle schede stratigrafiche in **Allegato 1**.

La tabella sottostante riassume le attività eseguite nei fori di sondaggio.

Sondaggio	Profondità	SPT	Prof. Falda (m)	Campioni indisturbati	Campioni rimaneggiati	Installazione
S102	0.00 - 40.00	12	4.67	2	6	-
CH100	0.00 - 40.00	11	-	2	4	Cross-hole
CH100BIS	0.00 - 40.00	-	-	-	-	Cross-hole

3.2 Standard Penetration Test (SPT)

Durante l'esecuzione dei sondaggi, in corrispondenza degli strati incoerenti (sabbie e ghiaie) sono state eseguite delle prove SPT.

La prova SPT (Standard Penetration Test) consente di determinare la resistenza che un terreno offre alla penetrazione dinamica di un campionatore infisso nel terreno, a partire dal fondo del foro di sondaggio che si sta effettuando. La resistenza offerta dal terreno attraversato è funzione delle sue caratteristiche fisico-meccaniche (granulometria e addensamento/consistenza).

Le modalità e le attrezzature di prova sono normate dallo standard ASTM 1586-99 e dalle Raccomandazioni per le Indagini Geotecniche dell' AGI 1977.

La prova consiste nel far cadere un maglio del peso di 63.5 kg da un'altezza di 760 mm, su una testa di battuta fissata alla sommità di una batteria di aste (del diametro di 50 mm ed un peso per metro lineare di circa 7,2 kg) alla cui estremità inferiore è fissato un campionatore (Raymond) di dimensioni standardizzate, che consente il prelievo di un campione.

Il numero di colpi (N) necessario per una penetrazione del campionatore pari a 300 mm (dopo una infissione preparatoria di 150 mm – di cui si prende nota ma non si considera nei calcoli) è il dato assunto come indice della resistenza alla penetrazione (N_{SPT}).

I fattori che influenzano i risultati della prova SPT sono molteplici. Possono essere raccolti nei seguenti gruppi:

- a. modalità di esecuzione della prova;
- b. pressione del terreno sovrastante;
- c. dispositivo di battitura;
- d. caratteristiche del terreno.

Applicando le procedure di riferimento sopra elencate la variabilità di cui al punto a. può essere minimizzata. Si ricorda che essa è influenzata principalmente dal disturbo provocato al fondo del foro dalla perforazione e della infissione dei rivestimenti, e da possibili refluenti di terreno all'interno del rivestimento, dovuti agli squilibri delle pressioni idrostatiche tra terreno circostante e interno della tubazione.

Riguardo al punto b., i valori di N_{SPT} possono essere normalizzati per tenere conto della pressione del terreno sovrastante, riferendoli ad un valore unitario della pressione verticale efficace secondo la relazione:

$$N_1 = C_N * N_{SPT}$$

dove: è il valore di N riferito ad un valore unitario di σ'_{vo} ; e C_N è un coefficiente di correzione dipendente dal valore di σ'_{vo} ricavato dalla seguente relazione (Jamiołkowski e al., 1985b): $C_N = 1 / \sigma'_{vo}^{(0.56)}$

I fattori di variabilità dovuti alle differenze tra i vari dispositivi di infissione sono stati ridotti al minimo utilizzando un dispositivo standard tipo Pilcon-Nenzi che ha un rendimento medio del 60%, pari al rendimento di riferimento: $N_{SPT} = N_{60}$.

La tabella sottostante riassume le determinazioni svolte nei fori di sondaggio eseguiti.

Sondaggio	Prova	Profondità (m)	Colpi	N_{SPT}
S102	SPT 1	2.00-2.45	9-10-16	26
	SPT 2	4.50-4.95	24-43-35	78
	SPT 3	6.50-6.95	6-12-16	28
	SPT 4	8.50-8.95	8-15-15	30
	SPT 5	10.50-10.95	17-23-36	59
	SPT 6	12.50-12.95	21-27-38	65
	SPT 7	15.50-15.95	2-4-16	20
	SPT 8	18.50-18.95	7-13-17	30
	SPT 9	21.50-21.95	10-15-15	30
	SPT 10	24.50-24.95	7-17-20	37
	SPT 11	27.50-27.95	13-21-27	48
	SPT 12	30.50-30.95	14-23-27	50
CH100	SPT 1	2.00-2.45	3-2-6	9
	SPT 2	4.00-4.45	12-22-21	43
	SPT 3	6.00-6.45	5-4-8	12
	SPT 4	8.00-8.45	4-5-11	16
	SPT 5	10.00-10.45	6-15-25	40
	SPT 6	12.00-12.28	15-R	R
	SPT 7	18.00-18.45	17-27-33	60
	SPT 8	21.00-21.45	22-34-31	65
	SPT 9	24.00-24.45	25-38-40	78
	SPT 10	27.00-27.45	8-13-18	31
	SPT 11	30.00-30.39	16-36-R	R

4. CAMPIONAMENTO AMBIENTALE

Durante l'esecuzione dei carotaggi, sono stati prelevati n. 1 campione di terreno per ciascuna verticale, da sottoporre ad analisi chimica, come previsto dal D.Lgs. 152/06.

I campioni ambientali sono stati prelevati immediatamente a seguito dell'estrusione del materiale dal carotiere. Una volta omogeneizzati e privati della frazione maggiore di 2 cm tramite setaccio, i campioni così ottenuti sono stati posti in appositi contenitori di vetro da 1 kg, conservato a 4°C.

Su ogni barattolo è stata apposta una etichetta indicante nominativo della società scrivente, data e luogo del prelievo, codice campione e profondità del prelievo, oltre alle indicazioni relative all'identificazione della commessa.

La tabella seguente riassume i campioni prelevati:

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA' (m)
S102	CA1	2,00
CH100	SCA1	3,00

Sui ogni campione di terreno, sono state eseguite le analisi chimiche presso il laboratorio certificato Socotec del dipartimento di Milano, adottando metodologie ufficialmente riconosciute.

I rapporti di prova delle determinazioni analitiche sono riportati in **Allegato (3)** alla presente relazione.

5. LABORATORIO GEOTECNICO

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati complessivamente n. 16 campioni di terreno (**Allegato 4**).

Su detti campioni sono state eseguite, presso il laboratorio geotecnico del dipartimento di Ferrara, le determinazioni di carattere geotecnico come indicato nella tabella sotto riportata.

Sui campioni sono state eseguite le determinazioni di carattere geotecnico come indicato nella tabella di seguito riportata.

Sondaggio	Campione	Profondità (m)	Apertura Campione	W%	Gs	γ	Lim. Atter	Granul	TACD	EDO	RC	TXCU	TXUU
CH100	CH100CR1	3.50-4.00	X	X	X	X		X	X				
	CH100CR2	7.00-7.70	X	X				X					
	CH100CR3	11.20-12.00	X	X	X	X		X	X				
	CH100CR4	16.00-16.80	X	X	X	X		X					
	CH100CR5	23.00-23.70	X	X	X	X		X					
	CH100CR6	33.00-33.70	X	X	X	X		X	X				
	CH100SH1	34.50-35.10	X	X	X	X	X	X	X				
	CH100SH2	38.00-38.60	X	X	X	X	X	X		X			X
S102	S102CR1	0.50-1.20	X	X				X					
	S102CR2	4.00-4.50	X	X				X					
	S102CR3	9.00-9.50	X	X	X	X		X	X				
	S102CR4	13.00-13.60	X	X				X					
	S102CR5	19.50-20.00	X	X				X					
	S102CR6	22.40-23.00	X	X	X	X		X	X				
	S102SH1	34.50-35.05	X	X	X	X	X	X		X			X
	S102SH2	37.50-38.15	X	X	X	X	X	X			X	X	

5.1 Apertura dei campioni e determinazioni dei parametri del terreno

I campioni indisturbati ricevuti in laboratorio sono contenuti dentro fustelle di acciaio inox del diametro interno di 88.9 mm e di lunghezza variabile. Il terreno all'interno delle fustelle viene estratto lentamente tramite un estrusore a pistone azionato oleodinamicamente.

Sul campione, estratto dalla fustella di campionamento, ripulito dalle estremità e fotografato, viene eseguita immediatamente la misurazione della lunghezza, la descrizione litologica e la misura della resistenza alla penetrazione con pocket penetrometer e della resistenza al taglio con scissometro tascabile; quindi, si procede alla selezione delle porzioni omogenee da sottoporre a prova, quindi alla determinazione del contenuto d'acqua, del peso di volume e del peso specifico.

Il prelievo del campione rimaneggiato dal sacchetto prevede l'alloggiamento dello stesso in un contenitore, al fine di proseguire con la descrizione geotecnica visivo-manuale, fotografia del materiale e determinazione dei parametri fisici.

I parametri direttamente determinati e quelli calcolati tramite i precedenti vengono presentati nei certificati di prova.

5.2 Umidità (w%)

L'umidità naturale di un terreno, ovvero il contenuto d'acqua (w) si definisce come il rapporto tra il peso dell'acqua interstiziale e quello delle particelle costituenti lo scheletro solido. La determinazione del contenuto d'acqua è di fondamentale importanza, soprattutto per tipologie litologiche con componente coesiva dominante; l'analisi incrociata del contenuto d'acqua con i risultati di altri semplici test quali, ad esempio, i limiti di Atterberg, consente di ottenere non poche indicazioni sul comportamento fisico-meccanico delle terre. La definizione di contenuto d'acqua individua il quantitativo di acqua presente nei vuoti della struttura solida del terreno (ovvero l'acqua libera) e non quella presente nella struttura mineralogica dei minerali argillosi invece contraddistinta da caratteristiche chimico-fisiche assai differenti.

L'umidità naturale del campione viene determinata mediante l'essiccazione in forno a temperatura di 105 – 110°C di un'aliquota rappresentativa dello stesso.

Il contenuto d'acqua è dato da:

$$W(\%) = (P1 - P2) / P2 \times 100$$

Dove P1 = peso iniziale e P2 = peso secco.

5.3 Peso di Volume (γ)

Il peso di volume viene determinato pesando, con la precisione di 0.01 g, un volume noto di campione. Per detta determinazione viene utilizzata la fustella a pareti sottili per la preparazione dei provini per le prove triassiali che ha le seguenti dimensioni:

$$h = 76.2 \text{ mm}; \phi = 38. \text{ mm}; V = 86,88 \text{ cm}^3.$$

Il peso di volume in condizioni di umidità naturale è dato da:

$$\gamma \text{ (kN/m}^3\text{)} = P / V$$

dove: P = peso del campione; V = volume fustella.

Il peso di volume secco è calcolato secondo la relazione:

$$\gamma_d \text{ (kN/m}^3\text{)} = \gamma / (1 + W)$$

dove: γ = peso di volume naturale; W = umidità naturale

5.4 Peso Specifico (Gs)

Il peso specifico, o massa volumica reale di un terreno è definito come il valore medio del peso unitario delle particelle granulari che lo compongono. In altre parole il peso specifico è la massa volumica della sola fase solida che compone un terreno.

Per la sua determinazione un'aliquota di campione viene polverizzata ed essiccata in forno a 110 °C fino a massa costante. Circa 20 – 50 g di materiale vengono pesati con precisione di 0.01 g ed introdotti in un picnometro di 100 cm³ di volume con un po' di acqua distillata. Si fa bollire il contenuto del picnometro per una ventina di minuti. Una volta raffreddato il picnometro si rabbocca con acqua distillata disareata, si pesa e si misura la temperatura del contenuto.

Il peso specifico è dato da:

$$\gamma_r = p / (p + p_2 - p_1) \times \gamma_w$$

dove: p = massa materiale essiccato e contenuto dentro al picnometro; p_2 = massa alla temperatura t del picnometro pieno di sola acqua distillata; p_1 = massa alla temperatura t , del picnometro con terra ed acqua distillata; γ_w = massa dell'acqua distillata e disareata alla temperatura t .

Dalla determinazione di contenuto d'acqua, peso di volume e peso specifico sono calcolate le seguenti grandezze caratteristiche:

porosità: $n = 1 - (\gamma_d / \gamma_r)$;

indice dei vuoti: $e = (\gamma_r / \gamma_d) - 1$;

gradi di saturazione: $S = [(\gamma_r \times \gamma_d) / (\gamma_r - \gamma_d)] \times W$

5.5 Limiti di consistenza

La determinazione dei limiti di consistenza, detti anche limiti di Atterberg, ha lo scopo di indagare il comportamento della frazione fine dei terreni (passante al setaccio 0.425 mm), dove i minerali argillosi che la costituiscono in parte, sono estremamente sensibili a variazioni del contenuto di acqua.

L'acqua fa assumere al terreno comportamenti diversi a seconda della sua percentuale.

Un terreno con un contenuto di acqua molto alto è privo di consistenza, e si comporta come un fluido. Diminuendo il contenuto aumenta la consistenza del terreno fino al punto in cui esso diviene plasmabile. Il contenuto percentuale di acqua che individua questo cambiamento di comportamento è detto *limite liquido*. Se si diminuisce ulteriormente il contenuto di acqua il terreno diventa friabile. Il contenuto percentuale di acqua che individua questo cambiamento di comportamento è detto *limite plastico*. Diminuendo ancora l'umidità il terreno diminuisce di volume. Il contenuto percentuale di acqua al di sotto del quale il terreno non si riduce più di volume è detto *limite di ritiro*.

La differenza tra il limite liquido e limite plastico è detta *indice plastico*. Più l'indice plastico è grande, più il terreno è sensibile alle variazioni del contenuto di acqua.

Il valore dell'indice liquido viene estrapolato in corrispondenza dell'ascissa 25 colpi, dal diagramma semilogaritmico in cui si inseriscono i tre o più valori di umidità con i corrispondenti colpi necessari alla chiusura del solco tracciato nel provino. L'umidità così individuata è per definizione il limite dello stato liquido.

Il limite plastico è l'umidità determinata in un cilindretto di terreno impastato e manipolato fino al diametro di tre millimetri, quando in corrispondenza del quale il terreno si rompe perdendo la sua capacità di essere modellato. L'umidità così determinata indica il limite dello stato plastico della terra.

La differenza $w_L - w_P$ è detta indice di plasticità I_p . Per terre non plastiche si considera convenzionalmente $I_p = 0$.

5.6 Granulometrie

La granulometria è una proprietà fisica del terreno chiamata anche tessitura. La granulometria è la proprietà che identifica la distribuzione quantitativa delle dimensioni delle singole particelle che compongono un terreno.

Le particelle sono distinte in classi granulometriche, ed in generale, a prescindere dai parametri dimensionali adottati dai diversi sistemi di classificazione, le classi principali e caratteristiche sono cinque, in ordine di dimensione crescente: argilla, limo, sabbia, ghiaia, ciottoli.

In questo lavoro si utilizza la classificazione granulometria è quella suggerita dall' Associazione Geotecnica Italiana, dove:

argilla < 2 μ m < limo < 0.060 mm < sabbia < 2 mm < ghiaia < 60 mm < ciottoli

Sui materiali medio grossi, sabbie e ghiaie viene eseguita una granulometria per setacciatura, sulla frazione più fine viene eseguita per decantazione.

- Granulometria per setacciatura

Il campione, dapprima essiccato a temperatura ambiente per poter essere quartato, viene ridotto di massa per ottenerne una quantità che, in relazione al diametro massimo, non sia inferiore a quelle previste dalle raccomandazioni A.G.I 1994, e cioè, per diametri massimi di mm 100,71,60,40,15,10,2, le masse saranno di grammi 35000, 25000, 15000, 10000, 2000, 1000, 200. Il provino viene quindi essiccato in forno fino a massa costante, quindi raffreddato a temperatura ambiente in essiccatore. A questo punto si può procedere per via secca o umida, tenendo conto che la scelta dei setacci dipenderà caso per caso dalle richieste del cliente.

Il procedimento per via secca è possibile solo in materiali perfettamente puliti e privi di quantità significative di limo ed argilla. Ogni singolo setaccio, perfettamente pulito e lavato, viene pesato. Il campione di prova viene parimenti pesato, la massa viene annotata ed il campione viene versato sul setaccio superiore della pila di setacci. Si potrà quindi procedere all'agitazione dei setacci mediante vibro setacciatore o a mano.

Il procedimento per via umida prevede , dopo la preparazione del materiale di prova come sopra, di registrarne la massa secca quindi di immergerlo in un recipiente adeguato pieno di acqua, agitando fino alla completa disgregazione del tutto. A questo punto si versa il tutto su una pila di 2-3 setacci, ad esempio 2-0,42-0,075 mm, lavando accuratamente il materiale fino a che l'acqua non esce limpida. Quindi si seccherà in forno a 105° il materiale recuperato dai setacci , lo si peserà e si eseguirà l'analisi granulometrica a secco.

Si calcoleranno quindi le percentuali in peso dei singoli trattenuti ad ogni setaccio , fondo compreso, e per differenza da 100 le masse dei passanti. Verranno poste in un diagramma, in ascissa, mentre in ordinata in scala logaritmica verranno inseriti i diametri dei setacci.

- Granulometria per sedimentazione

I terreni contenenti sostanza organica devono essere pre-trattati nel seguente modo.

Una massa di circa 75 g di terra, passante al setaccio di apertura 0,075 mm, recuperata dal lavaggio ed essiccata (in alternativa può essere utilizzata la frazione minore di 2 mm, come prescritto dalla Norma ASTM D- 422), viene posta all'interno della bottiglia.

Vengono aggiunti $1,5 \times 10^5 \text{ mm}^3$ (0,150 litri) di acqua ossigenata. La miscela viene lentamente mescolata per alcuni minuti, servendosi di un'astina di vetro, e, dopo aver coperto l'apertura della bottiglia con un piattino di vetro (non deve essere chiusa ermeticamente per evitare che la pressione del gas sviluppato rompa il vetro, lasciata riposare per una notte.

La mattina seguente la miscela viene gradatamente riscaldata, preferibilmente su una piastra elettrica (o in alternativa a fuoco moderato); la bottiglia va frequentemente agitata, con movimenti rotatori, ed il suo contenuto mescolato. E' necessario prestare attenzione alla formazione di schiuma, che non deve risultare eccessiva e che non deve assolutamente fuoriuscire dalla bottiglia. Non appena il fenomeno di schiumatura si riduce sensibilmente, è necessario, attraverso la bollitura, diminuire il volume totale della miscela fino a circa $5 \times 10^4 \text{ mm}^3$ (0,050 litri).

Il provino, impiegato nella prova di sedimentazione, eventualmente selezionato tra il materiale pre-trattato, deve essere pesato (generalmente se ne impiegano circa 50 g.) e trasferito nel recipiente. Viene quindi immerso in $1,25 \times 10^5 \text{ mm}^3$ (0,125 litri) di soluzione disperdente. Lo si mescola al fine di produrne la completa imbibizione e lo si lascia riposare per almeno 12 ore.

Al termine di tale periodo il provino viene travasato nel mescolatore elettrico, viene aggiunta acqua distillata fino a superare di poco la metà del volume totale del recipiente, si aziona quindi la paletta interna per circa 15'.

Il contenuto viene immediatamente trasferito all'interno del cilindro di prova, che viene riempito con acqua fino alla linea di fede (106 mm^3). Chiusa l'estremità superiore con il palmo della mano o con tappo idoneo, si capovolge ripetutamente (10 volte in un minuto) il cilindro fino alla completa omogeneizzazione della sospensione.

Al termine il cilindro viene sistemato in un posto lontano da fonti di calore e di vibrazioni, e si procede alla registrazione della densità della sospensione dopo 1', 2', 5', 15', 30', 60', 2h, 4h, 24h, 48h; la prova si ritiene conclusa quando la densità della sospensione risulta prossima a quella dell'acqua pura; per le terre argillose devono prevedersi all'incirca 2 giorni di prova.

Ciascuna registrazione va preceduta dall'immersione lenta del densimetro nella sospensione 20-25° prima della lettura; al termine della registrazione il densimetro viene lentamente rimosso e posto in acqua distillata pulita.

In corrispondenza di ciascuna registrazione deve essere annotata la temperatura della sospensione.

Calcoli

La densità della sospensione ρ (in Mg/m^3), registrata al generico tempo t con il densimetro in corrispondenza del livello superiore del menisco, può essere espressa per semplicità attraverso la cosiddetta lettura densimetrica R'h' definita nel modo seguente:

$$R'h = \frac{\rho - \rho_w}{\rho_w} \cdot 1000$$

Dove w è la densità dell'acqua distillata a 4°C, pari a 1 Mg/m^3 .

A ciascuna lettera R'h devono essere applicate tre correzioni:

- a. la correzione del menisco Cm;
- b. la correzione della temperatura Ct;
- c. la correzione della soluzione disperdente Cd.

Il densimetro viene calibrato in modo tale da misurare la densità della sospensione in corrispondenza del livello leale. Non essendo la sospensione trasparente nel corso della prova, la lettura densimetrica R'h deve essere eseguita alla sommità del menisco.

La differenza di valori R'h esistente tra i livelli è definita come correzione Cm del menisco; Cm viene determinata una tantum riempiendo $\frac{3}{4}$ del cilindro di prova con acqua distillata e valutando accuratamente la differenza sopraccitata.

Valori usuali di Cm si attestano attorno a 0.5.

Il valore Rh = R'h + Cm

La temperatura di calibrazione del densimetro è di norma pari a 20°C. Nel caso in cui la prova venga eseguita a temperatura differente, la densità dell'acqua e quella del densimetro (quest'ultima dovuta alla dilatazione/ contrazione termica del vetro) varieranno.

Queste variazioni sono computate attraverso un fattore di correzione per temperatura Ct, da definire una tantum per ogni densimetro. La correzione Ct viene sommata algebricamente ad Rh.

La presenza nella soluzione di prova di un agente disperdente produce un aumento della densità del liquido con un effetto sul valore della lettura densimetrica. Per determinare tale correzione Cd si pone un volume di $5 \times 10^4 \text{ mm}^3$ (0,050 litri) di soluzione disperdente in un contenitore tarato; lo si essicca a 105÷110°C e si misura la massa md (in grammi) dell'agente disperdente.

La correzione Cd, sempre da sottrarre a Rh indipendentemente dalla temperatura di prova, è pari a:

$$Cd = 2.5 \text{ md}$$

Se la concentrazione di sodio esametafosfato è quella raccomandata in precedenza la correzione Cd ha il valore di 5.

Valore corretto della lettura densimetrica

La lettura densimetrica R completamente corretta deve essere pertanto determinata dalla somma algebrica delle diverse correzioni:

$$R = R'h + Cm + Ct - Cd$$

La sospensione viene ipotizzata perfettamente omogenea e caratterizzata da una densità iniziale $\rho(0)$:

$$\rho(0) = \rho_w + \frac{G_s - 1}{G_s} \frac{m_s}{V}$$

dove si sono indicati con:

- w la densità dell'acqua;
- Gs gravità specifica;
- ms la massa del provino secco;
- V il volume totale della sospensione.

Se indichiamo con P% la percentuale dei grani rimasti in sospensione aventi diametro minore di d* e con p (t*) la densità della sospensione al tempo t*, si ottiene:

$$P\% = V \frac{100}{m_s} \frac{G_s}{G_s - 1} (\rho(t^*) - \rho_w)$$

In pratica, il passante percentuale P% si calcola in funzione della lettura densimetrica completamente corretta R(t*) al tempo t*:

$$P\% = \frac{V}{10m_s} \rho_w \frac{G_s}{G_s - 1} R(t^*)$$

Il diametro d* dei grani, corrispondente alla percentuale P% (passante percentuale al diametro d*), viene determinato nell'ipotesi che in un intervallo di tempo t* essi abbiano percorso una distanza pari alla profondità effettiva già definita in precedenza. Si ottiene:

$$d^* = 0.0428 \sqrt{\frac{\eta H_r^*}{\rho_w t^* (G_s - 1)}} \text{ (in mm)}$$

dove d* è espresso in mm e per questo deve essere:

h il coefficiente di viscosità dinamica dell'acqua (in milliPascal per secondo (mPa.s) equivalente al centiPoise (cP);

ρ_w in Mg/m³;

t* il tempo trascorso (in secondi);

H_r^* la profondità effettiva determinata al tempo t* (in mm).

Il densimetro viene calibrato in modo tale da misurare la densità della sospensione in corrispondenza del livello leale. Non essendo la sospensione trasparente nel corso della prova, la lettura densimetrica R'h deve essere eseguita alla sommità del menisco.

La differenza di valori R'h esistente tra i livelli è definita come correzione Cm del menisco; Cm viene determinata una tantum riempiendo ¾ del cilindro di prova con acqua distillata e valutando accuratamente la differenza sopraccitata.

Valori usuali di Cm si attestano attorno a 0.5.

Il valore Rh = R'h + Cm

La temperatura di calibrazione del densimetro è di norma pari a 20°C. Nel caso in cui la prova venga eseguita a temperatura differente, la densità dell'acqua e quella del densimetro (quest'ultima dovuta alla dilatazione/ contrazione termica del vetro) varieranno.

Queste variazioni sono computate attraverso un fattore di correzione per temperatura Ct, da definire una tantum per ogni densimetro. La correzione Ct viene sommata algebricamente ad Rh.

La presenza nella soluzione di prova di un agente disperdente produce un aumento della densità del liquido con un effetto sul valore della lettura densimetrica. Per determinare tale correzione Cd si pone un volume di 5x104 mm³ (0,050 litri) di soluzione disperdente in un contenitore tarato; lo si essicca a 105÷110°C e si misura la massa md (in grammi) dell'agente disperdente.

La correzione Cd, sempre da sottrarre a Rh indipendentemente dalla temperatura di prova, è pari a:

$$Cd = 2.5 md$$

Se la concentrazione di sodio esametafosfato è quella raccomandata in precedenza la correzione Cd ha il valore di 5.

Valore corretto della lettura densimetrica

La lettura densimetrica R completamente corretta deve essere pertanto determinata dalla somma algebrica delle diverse correzioni:

$$R = R'h + Cm + Ct - Cd$$

La sospensione viene ipotizzata perfettamente omogenea e caratterizzata da una densità iniziale $\rho(0)$:

$$\rho(0) = \rho_w + \frac{G_s - 1}{G_s} \frac{m_s}{V}$$

dove si sono indicati con:

- w la densità dell'acqua;
- Gs gravità specifica;
- ms la massa del provino secco;
- V il volume totale della sospensione.

Se indichiamo con P% la percentuale dei grani rimasti in sospensione aventi diametro minore di d^* e con t^* la densità della sospensione al tempo t^* , si ottiene:

$$P\% = V \frac{100}{m_s} \frac{G_s}{G_s - 1} (\rho(t^*) - \rho_w)$$

In pratica, il passante percentuale P% si calcola in funzione della lettura densimetrica completamente corretta $R(t^*)$ al tempo t^* :

$$P\% = \frac{V}{10m_s} \rho_w \frac{G_s}{G_s - 1} R(t^*)$$

Il diametro d^* dei grani, corrispondente alla percentuale P% (passante percentuale al diametro d^*), viene determinato nell'ipotesi che in un intervallo di tempo t^* essi abbiano percorso una distanza pari alla profondità effettiva già definita in precedenza. Si ottiene:

$$d^* = 0.0428 \sqrt{\frac{\eta H_r^*}{\rho_w t^* (G_s - 1)}} \quad (\text{in mm})$$

dove d^* è espresso in mm e per questo deve essere:

- h il coefficiente di viscosità dinamica dell'acqua (in milliPascal per secondo (mPa.s) equivalente al centiPoise (cP);
- ρ_w in Mg/m^3 ;
- t^* il tempo trascorso (in secondi);
- H_r^* la profondità effettiva determinata al tempo t^* (in mm).

Il rapporto finale deve inoltre contenere:

- la massima dimensione dei grani;
- la curva granulometrica o la tabella delle percentuali passanti (o trattenute) ad ogni singolo setaccio;
- eventuali osservazioni sulla esecuzione delle prove;
- la classifica granulometrica secondo le Raccomandazioni AGI

5.7 Prova di taglio diretto (TACD)

La prova di taglio consiste nel determinare i parametri di coesione ed angolo di attrito del campione sottoposto a prova in termini di sforzi efficaci (c' e ϕ'). Il provino viene ricavato dal campione indisturbato prelevato nel foro di sondaggio. La dimensione dei provini sottoposti a prova è di un quadrato di 60 mm di lato per 30 mm di altezza.

La prova avviene ad una velocità di deformazione sufficientemente lenta tale da garantire la dissipazione della pressione interstiziale, cioè in condizioni drenate.

- o Attrezzatura di prova

L'attrezzatura di prova utilizzata si compone di.

1. una scatola di taglio quadrata dalle pareti rigide contenente un foro porta campione a sezione quadrata o circolare, divisibile trasversalmente in due parti;
2. una macchina di taglio (mod. Controls T 206 Electronic o T 207 Digital), che agisce come una pressa orizzontale che fa avanzare una delle due metà della scatola a velocità controllata e sufficientemente bassa tale da impedire la creazione di sovrappressioni interstiziali. La macchina è anche dotata di un sistema di leve per l'applicazione del carico verticale di consolidazione;
3. da un sistema di misura ed acquisizione automatica computerizzata, composto da due trasduttori di spostamento LDVT per la misura del consolidamento verticale e della deformazione orizzontale, e da una cella di carico per la misura della forza di taglio.

- o Procedura di prova

La prova si svolge con la consolidazione e la rottura di tre provini dello stesso campione, fatti consolidare a carichi diversi.

Nella fase di consolidazione il provino sottoposto a prova viene consolidato mediante l'applicazione di un carico, di entità variabile in funzione della consistenza del provino. La consolidazione viene protratta fino a quando il cedimento primario non è concluso.

La fase di taglio inizia al termine della fase di consolidazione. In questa fase la parte inferiore della scatola di taglio viene fatta scorrere rispetto a quella superiore che è fissata in contrasto alla cella di carico che così misura la forza necessaria all'avanzamento della parte inferiore dalla scatola.

Come già detto la velocità di avanzamento della metà inferiore della scatola di taglio deve essere tale da consentire il mantenimento delle condizioni drenate. La velocità di avanzamento può variare da 0.001 – 0.003 mm/min per le argille a 1 mm/min per le sabbie.

La fase di rottura si protrae fino a quando non si registrano decrementi del carico, o fino al 20 % della deformazione del provino (20% del diametro o del lato).

- o Procedimento di calcolo e presentazione dei risultati

Lo sforzo di taglio viene calcolato con la seguente relazione:

$$\tau = \frac{N_L \cdot K}{A_0} \cdot 10$$

dove:

A_0 = sezione iniziale del provino (cm^2);

K = costante di taratura della cella di carico ($\text{N}/\mu\text{m}$)

t = tensione di taglio unitaria (kPa)

Nel certificato di prova vengono rappresentate le curve sforzi - deformazione per ciascun provino e l'involuppo di rottura dei tre provini.

Oltre ai diagrammi indicati, viene riportate le seguenti determinazioni per ciascun provino:

- contenuto d'acqua iniziale e finale;
- peso i volume umido e secco;
- dimensioni iniziali;
- carico verticale applicato;
- cedimento in consolidazione;
- cedimento a rottura;
- deformazione a rottura;
- velocità della fase di taglio;
- resistenza al taglio.

5.8 Edometria (EDO)

Le prove edometriche sono state eseguite seguendo le Raccomandazioni A.G.I. 1994 e specificamente la norma ASTM D – 2435 method A.

Esse consistono nell'applicare una sequenza di carichi, ciascuno dei quali mantenuto costante per un periodo di tempo (normalmente 24 ore) sufficiente a garantire la completa dissipazione delle sovrappressioni dell'acqua interstiziale generate dal carico stesso.

Nel corso del processo di consolidazione viene rilevata l'altezza del provino a vari istanti di tempo e i dati così ottenuti sono utilizzati per determinare i parametri di compressibilità e la velocità di consolidazione.

○ Attrezzatura di prova

L'apparecchiatura utilizzata consiste in un anello rigido fisso del diametro di 50 mm e di altezza 20 mm che contiene il provino una base ed una testa di carico e due piastre porose poste tra queste ed il provino.

L'insieme provino – anello rigido – pietre porose è posto in un contenitore pieno d'acqua in modo da prevenire l'essiccamento del materiale nel corso della prova ed a fornire l'acqua di assorbimento durante la fase di scarico (rigonfiamento).

La misura delle deformazioni verticali viene rilevata da un trasduttore di spostamento centesimale LDVT e registrata dal sistema di acquisizione automatico computerizzato.

○ Procedura di prova

Dopo avere posizionato il provino nell'apparecchiatura edometrica, si iniziano ad applicare i carichi. Gli incrementi di pressione verticale $\Delta\sigma_v$ sono applicati in progressione geometrica, secondo la sequenza 12.5 –

25- 50-100- 200-400- 800 e 1600 kN/m². Terminata la sequenza di carico si procede ad eseguire la fase di scarico, passando da 1600 a 400 ed infine a 100 kN/m².

Data la bassa permeabilità dei terreni coesivi, i cedimenti (rilevata con una precisione di 1.0×10^{-6} m) conseguenti all'applicazione di ogni gradino di carico si sviluppano lentamente nel tempo. Ogni incremento di carico quindi viene mantenuto per un periodo di tempo di 24 ore sufficiente all'assestamento del provino. L'entità del consolidamento provocata da ogni incremento di carico è rilevata dopo le 24 ore.

Durante i consolidamenti conseguenti a due incrementi diversi di carico (da 50 a 100 kN/m² e da 100 a 200 kN/m²) vengono misurati gli abbassamenti ad intervalli di tempo prima ad intervalli ravvicinati, poi via via distanziati: 5- 10- 15- 20; 1- 2- 4- 8- 15- 30'; 1- 2- 4- 8 e 24 ore.

○ Presentazione dei risultati

Per la corretta determinazione dei parametri individuati dalla prova edometrica vengono individuati e riportati i dati di umidità naturale (ad inizio e a fine prova), massa volumica e peso specifico del provino.

I parametri calcolati e presentati nel certificato sono i seguenti:

- peso specifico (kN/m³);
- massa volumica apparente ad inizio e fine prova (kN/m³);
- massa volumica apparente secca ad inizio e fine prova (kN/m³);
- umidità ad inizio e fine prova (%);
- indice dei vuoti ad inizio prova;
- grado di saturazione iniziale e finale (%);
- coefficiente di consolidazione C_v (cm²/sec);
- permeabilità (cm/sec);
- pressione di preconsolidazione (kPa);
- indice di compressione C_c ;
- rapporto di compressione CR;

Gi elaborati grafici presentati nel certificato sono:

- curva ΔH (mm) – log t (mm);
- curva $E_v\%$ - log σ_v (kPa).

I coefficienti C_c , C_v e la pressione di preconsolidazione vengono ricavati da costruzioni geometrico - grafiche sulle curve riportate nel certificato secondo i metodi di Casagrande. I parametri di massa volumica, indice dei vuoti, grado di saturazione, modulo edometrico, coefficiente di compressibilità, vengono ricavati attraverso varie relazioni tra grandezze misurate durante la prova (abbassamenti, carico) e caratteristiche determinate del campione: umidità, massa volumica apparente, peso specifico. La permeabilità è calcolata per via indiretta con la seguente relazione: $k = m_v \times \gamma_w \times C_v$.

5.9 Colonna Risonante (RC)

Gli obiettivi delle prove di colonna risonante RC sono: determinare il modulo di taglio ed il rapporto di smorzamento iniziali (G_0 , D_0), ovvero a piccoli livelli deformativi; ricavare le leggi di variazione con la deformazione tangenziale, γ , del modulo di taglio, $G(\gamma)$ e del rapporto di smorzamento, $D(\gamma)$.

Le prove in colonna risonante sono regolamentate dallo standard ASTM D 4015.

Nel corso di prove di RC vengono misurate la frequenza di risonanza e la rotazione del provino. Dal valore della prima grandezza è possibile risalire alla velocità di propagazione delle onde di taglio e quindi al modulo G ; dalla misura delle rotazioni del provino si ricava la deformazione tangenziale, γ . Poiché la prova di RC opera alle frequenze proprie di un provino cilindrico, le frequenze di prova risulteranno relativamente alte ($10 \div 100\text{Hz}$).

Durante le prove di RC viene generato un segnale elettrico sinusoidale, mediante un generatore di funzioni ed un amplificatore di potenza, che è possibile far variare in ampiezza e frequenza. Il segnale elettrico, $V(t)$, è trasformato in sollecitazione meccanica torsionale, $M_t(t)$, da un motore elettromagnetico solidale alla testa del provino mediante una piastra, drive plate.

La frequenza di eccitazione viene fatta variare finché il sistema non raggiunge la condizione di risonanza. Quest'ultima può essere individuata come quel valore della frequenza in corrispondenza del quale si ha: angolo di fase tra eccitazione torsionale e rotazione del sistema pari a $\pi/2$ e massima ampiezza della risposta.

In condizioni di risonanza esiste una relazione fra la velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s , e la frequenza fondamentale, f_n , del tipo $V_s = f(f_n, h)$ dove: h è l'altezza del provino e f una funzione che dipende dalle condizioni di vincolo del provino. Poiché al variare della frequenza varia la risposta del provino (valutata sia in termini di accelerazione che di rotazione) e poiché la frequenza fondamentale è quella in corrispondenza della quale la risposta è massima, disponendo sul provino un accelerometro, è possibile identificare la condizione di risonanza relativamente al primo modo di vibrazione. Nota la densità del provino si può risalire al modulo di taglio, G , attraverso la già citata relazione $G = \rho V_s^2$. Mediante l'apparecchiatura di RC è possibile determinare il rapporto di smorzamento D , agendo in due modi, o considerando il fattore di amplificazione in risonanza (steady state method), oppure, interrompendo l'eccitazione e misurando il decadimento delle oscillazioni libere (amplitude decay method).

I risultati sperimentali ottenuti nel corso di prove RC vengono interpretati facendo riferimento alla teoria di propagazione delle onde di taglio in un mezzo elastico lineare per determinare il modulo di taglio G , oppure, alla teoria delle oscillazioni libere, o forzate, in un mezzo elasto-plastico per determinare il rapporto di smorzamento D .

5.10 Prove triassiali

Triassiale (TXCU) (consolidata non drenata)

La prova consiste nella determinazione dei parametri di resistenza in termini di tensioni totali ed efficaci di un campione di terreno sottoposto a condizioni di sollecitazione triassiale; la prova può inoltre essere utilizzata per la determinazione dei parametri di deformabilità non drenati.

Questa metodologia si applica tipicamente ai terreni limoso argillosi.

La prova viene eseguita su tre provini cilindrici. di diametro non inferiore a 35 mm e rapporto altezza/diametro compreso tra 2 e 2.5. preparati con apposito fustella campionatrice a partire da campioni indisturbati; per materiali poco consistenti si potrà infiggere a pressione direttamente nel campione da analizzare apposita fustella calibrata. Il diametro dei provini sarà in ogni caso maggiore di 6 volte il diametro massimo delle particelle costituenti il materiale in prova.

La prova verrà viene attraverso tre distinte fasi : saturazione. consolidazione e rottura.

Fase di saturazione: la saturazione preliminare viene condotta attraverso l'applicazione di back-pressure in diversi gradini di pressione di entità variabile in funzione delle caratteristiche di consistenza dei terreni in; durante tutta la fase di saturazione viene mantenuta una differenza di pressione tra pressione di cella e back-pressure compresa tra 5 e 20 kPa al fine di evitare premature consolidazioni dei provini.

Dopo ogni gradino di saturazione. una volta raggiunta la completa stabilizzazione delle pressioni. si esegue la misura del grado di saturazione raggiunto attraverso la determinazione del parametro B; la fase di saturazione si può ritenere conclusa quando il parametro B assumerà valori superiori a 0.90/0.95 in funzione del tipo di materiale.

Fase di consolidazione: la fase di consolidazione viene condotta incrementando la pressione di cella fino a raggiungere il prefissato valore della pressione di consolidazione da adottare per ciascun provino. Dopo la stabilizzazione della pressione interstiziale conseguente all'incremento tensionale applicato si avvia la fase di consolidazione consentendo il drenaggio e registrando le variazioni di volume ed eventualmente le variazioni di pressione interstiziale in funzione del tempo.

Dal diagramma variazione di volume - logaritmo del tempo. o in alternativa variazione di volume - radice quadrata del tempo. si determinerà il tempo di fine consolidazione t_{100} che sarà assunto come parametro base per il calcolo della velocità di rottura.

Fase di rottura: durante la fase di rottura. che avviene in condizioni di drenaggio impedito si incrementa progressivamente lo sforzo deviatorico. mantenendo fissa la pressione di cella. fino ad ottenere deformazioni assiali non inferiori al 15%. Al fine di assicurare una uniforme distribuzione ed equalizzazione della sovrappressione idraulica conseguente l'incremento tensionale. la velocità di deformazione v_r viene stabilita sulla base del t_{100} di fine consolidazione e della deformazione attesa a rottura ϵ_r secondo la seguente equazione:

$$v_r = (H_c \cdot \epsilon_r) / (1.5 - 5 \cdot t_{100}).$$

Triassiale TXUU (non consolidata non drenata)

Le prove triassiali UU (non consolidate non drenate) sono state eseguite seguendo le Raccomandazioni A.G.I. 1994.

La prova triassiale UU consiste nel sottoporre il provino ad una pressione di confinamento arbitraria. solitamente prossima al carico litostatico in cui si trovava al momento del prelievo. e quindi applicare un carico assiale crescente con continuità fino alla rottura. La resistenza al taglio non drenata è pari alla metà del carico di rottura misurato.

Il provino viene ricavato dal campione indisturbato prelevato nel foro di sondaggio. La dimensione dei provini sottoposti a prova è di mm 38.1 di diametro per mm 76.2 di altezza.

La compressione avviene ad una velocità costante di 0.76 mm/min, che consente di arrivare a rottura in un tempo vicino ai 15 minuti.

○ Attrezzatura di prova

L'apparecchiatura utilizzata per l'esecuzione della prova è una pressa meccanica a controllo elettronico in grado di esercitare pressioni a velocità costante. Il modello utilizzato è una Controls™ Triaxial tester T401 Electronic, dotata di cella di carico per la misura del carico assiale della portata di 3.5 kN. La deformazione del provino viene misurata con un trasduttore centesimale LDVT con una corsa di 30 mm. I dati di deformazione e carico vengono registrati in automatico da un sistema di acquisizione computerizzato.

○ Procedura di prova

Il provino sottoposto a prova viene ricavato infiggendo la apposita fustella nella parte di campione ritenuta più idonea, in genere la parte a granulometria più fine e plastica. Il provino così ricavato viene misurato e pesato con precisione 0.01 g.

Il provino viene quindi sistemato all'interno di una membrana di lattice che lo isola dall'acqua contenuta nella cella e che trasmette la pressione di confinamento impostata sulla parete cilindrica dello stesso. La cella con il provino viene posta sotto la pressa e portato a contatto con la testa della cella di carico. Dopo avere regolato lo zero del trasduttore e della cella di carico e la velocità della compressione, si inizia la prova.

Ogni 0.5 mm circa viene rilevata l'entità del carico cui è sottoposto il provino. La prova viene portata avanti fino a raggiungere una delle seguenti condizioni:

- la lettura del carico diminuisce in maniera evidente;
- il carico rimane costante per almeno 4 letture;
- la deformazione supera il 20%.

Terminata la prova il provino viene di nuovo pesato e fatto essiccare il forno a temperatura costante di 110°C per la determinazione del contenuto d'acqua.

○ Presentazione dei risultati

Nel certificato fornito vengono indicate e calcolate le seguenti grandezze:

- le dimensioni del provino (mm);
- contenuto d'acqua (%);
- massa volumica apparente, secca e umida (kN/m^3);
- carico a rottura (kPa);
- coesione non drenata (kPa);
- curva sforzi deformazione.

La resistenza a compressione non confinata viene indicata come il massimo valore della tensione di compressione o come la tensione di compressione in corrispondenza della deformazione del 15%.

5.11 Risultati prove laboratorio

Di seguito si riportano le tabelle riassuntive con i parametri ottenuti dalle varie prove geotecniche eseguite.

Sond.	CH100							
	CH100CR1	CH100CR2	CH100CR3	CH100CR4	CH100CR5	CH100CR6	CH100SH1	CH100SH2
Camp.								
Prof. (m da p.c.)	m 3.50 - 4.00	m 7.00 - 7.70	m 11.20 - 12.00	m 16.00 - 16.80	m 23.00 - 23.70	m 33.00 - 33.70	m 34.50 - 35.10	m 38.00 - 38.60
Descrizione	Sabbia medio fina con limo debolment e ghiaioso grigio marrone	Sabbia da grossa a fina limosa debolment e ghiaioso grigio marrone	Sabbia medio fina con limo grigio marrone	Sabbia da grossa a fina limosa debolmente ghiaioso grigio marrone	Sabbia da grossa a fina con ghiaia medio fina limosa marrone	Ghiaia medio fina con sabbia debolmente limosa grigio	Limo argilloso sabbioso grigio	Limo argilloso grigio
UNI 10006	-	-	-	-	-	-	A 7 - 6	A 7 - 6
USCS	-	-	-	-	-	-	CL	CL
ghiaia (> 2 mm)	5,0%	5,2%	1,1%	7,8%	36,4%	52,4%	0,2%	0,6%
sabbia (> 0.60 mm)	55,9%	83,2%	70,4%	63,2%	48,2%	39,9%	18,3%	1,5%
limo (> 2 µm)	37,5%	10,7%	28,0%	24,6%	14,7%	7,7%	62,2%	76,3%
argilla (< 2 µm)	1,5%	0,8%	0,5%	4,3%	0,8%	-	19,3%	21,6%
Wn	30,7%	43,5%	33,2%	25,3%	16,1%	10,6%	23,5%	28,3%
LL	-	-	-	-	-	-	45,3%	47,4%
LP	-	-	-	-	-	-	22,4%	24,9%
IP	-	-	-	-	-	-	22,9%	22,5%
γ (Mg/m³)	1,789		1,566	1,789	1,789	2,160	1,929	1,926
γsecco (Mg/m³)	1,369		1,176	1,428	1,541	1,953	1,562	1,501
γimm (Mg/m³)	0,862		0,740	0,899	0,970	1,230	0,980	0,942
n	49,3%		56,5%	47,1%	42,9%	27,7%	41,8%	44,1%
e	0,97		1,30	0,89	0,75	0,38	0,72	0,79
sat	85%		69%	77%	58%	75%	88%	96%
Gs (Mg/m³)	2,700		2,700	2,700	2,700	2,700	2,685	2,684
Triassiale UU σ₃ - deviatorica (kPa)								100
								151
								200
								201
								300
								189
TaCD (c' φ')	9.12 kPa		13.39 kPa			9.55 kPa	15.38 kPa	
	37°		34			39	25	
Triassiale CIU (c' f') (c φ)								
Pressione di preconsolidazione (σ'_p):								217,13
Grado di sovraconsolidazione (OCR):								0,585
Rapporto di compressione (CR):								0,170
Indice di compressione (Cc):								0,302
Rapporto di ricomprensione (RR):								0,011
Indice di ricomprensione (Cr):								0,019
Rapporto di rigonfiamento (SR):								0,030

Sond.	CH100							
Camp.	CH100CR1	CH100CR2	CH100CR3	CH100CR4	CH100CR5	CH100CR6	CH100SH1	CH100SH2
Prof. (m da p.c.)	m 3.50 - 4.00	m 7.00 - 7.70	m 11.20 - 12.00	m 16.00 - 16.80	m 23.00 - 23.70	m 33.00 - 33.70	m 34.50 - 35.10	m 38.00 - 38.60
Indic di rigonfiamento (Cs):								0,054
Coeff. Cons. (Cv) tra 400 - 800:								7,39E-04
Coeff. Cons. (Cv) tra: 800 - 1600								5,73E-04
Coeff. Cons. (Cv) tra: 1600 - 3200								6,26E-04
Coeff. Sec. (Ca) tra: 400 - 800								4,59E-03
Coeff. Sec. (Ca) tra: 800 - 1600								5,24E-03
Coeff. Sec. (Ca) tra: 1600 - 3200								5,92E-03
Permeabilità tra 400 - 800 (kPa):								6,79E-11
Permeabilità tra 800 - 1600 (kPa):								3,52E-11
Permeabilità tra 1600 - 3200(kPa):								2,00E-11

Sond.	S102							
Camp.	S102CR1	S102CR2	S102CR3	S102CR4	S102CR5	S102CR6	S102SH1	S102SH2
Prof. (m da p.c.)	m 0.50 - 1.20	m 4.00 - 4.50	m 9.00 - 9.50	m 33.00 - 33.70	m 19.50 - 20.00	m 22.40 - 23.00	m 34.50 - 35.05	m 37.50 - 18.15
Descrizione	Sabbia da grossa a fina ghiaioso limosa marrone	Sabbia da grossa a fina limosa debolment e ghiaiosa marrone	Sabbia medio fina limosa grigio marrone	Sabbia da grossa a fina ghiaiosa debolment e limosa grigio marrone	Sabbia da grossa a fina con ghiaia medio fina limosa marrone	Limo con sabbia medio fina argilloso debolment e ghiaioso marrone	Limo argilloso grigio con frammenti di conchigliari grigio	Limo argilloso grigio con frammenti di conchigliari grigio
UNI 10006	-	-	-	-	-	-	A 7 - 6	A 7 - 6
USCS	-	-	-	-	-	-	CL	CL
ghiaia (> 2 mm)	23,6%	5,6%	3,9%	17,6%	31,6%	6,3%	0,0%	0,0%
sabbia (> 0.60 mm)	53,9%	74,0%	85,3%	73,4%	43,3%	34,2%	2,7%	0,3%
limo (> 2 □m)	20,2%	19,0%	9,6%	9,0%	22,6%	49,2%	73,6%	79,6%
argilla (< 2 □m)	2,3%	1,4%	1,2%	0,0%	2,5%	10,3%	23,6%	20,1%
Wn	25,6%	21,6%	40,5%	19,2%	48,0%	21,0%	27,8%	27,6%
LL	-	-	-	-	-	-	49,5%	49,3%
LP	-	-	-	-	-	-	25,7%	25,8%
IP	-	-	-	-	-	-	23,8%	23,5%
□ (Mg/m3)			1,735			1,859	1,934	1,893
□ secco (Mg/m3)			1,235			1,536	1,514	1,483
□ imm (Mg/m3)			0,778			0,967	0,950	0,930
n			54,2%			43,1%	43,7%	44,7%
e			1,19			0,76	0,78	0,81
sat			92%			75%	96%	92%
Gs (Mg/m3)			2,700			2,700	2,688	2,683
Triassiale UU □3 - deviatorica (kPa)							100	
							206	
							200	
							254	
							300	
							252	
TaCD (c' □')			13.44 kPa			17.09 kPa		
			34			32		
Triassiale CIU (c' f) (c □ □)								

Sond.	S102							
Camp.	S102CR1	S102CR2	S102CR3	S102CR4	S102CR5	S102CR6	S102SH1	S102SH2
Prof. (m da p.c.)	m 0.50 - 1.20	m 4.00 - 4.50	m 9.00 - 9.50	m 33.00 - 33.70	m 19.50 - 20.00	m 22.40 - 23.00	m 34.50 - 35.05	m 37.50 - 18.15
								8
								26
								44
								16
Pressione di preconsolidazione (σ'_p):							242,22	
Grado di sovraconsolidazione (OCR):							0,617	
Rapporto di compressione (CR):							0,195	
Indice di compressione (Cc):							0,335	
Rapporto di ricomprensione (RR):							0,007	
Indice di ricomprensione (Cr):							0,011	
Rapporto di rigonfiamento (SR):							0,041	
Indic di rigonfiamento (Cs):							0,070	
Coeff. Cons. (Cv) tra 400 - 800:							2,57E-04	
Coeff. Cons. (Cv) tra: 800 - 1600							2,33E-04	
Coeff. Cons. (Cv) tra: 1600 - 3200							2,36E-04	
Coeff. Sec. (Ca) tra: 400 - 800							3,36E-03	
Coeff. Sec. (Ca) tra: 800 - 1600							4,08E-03	
Coeff. Sec. (Ca) tra: 1600 - 3200							6,74E-03	
Permeabilità tra 400 - 800 (kPa):							2,07E-11	
Permeabilità tra 800 - 1600 (kPa):							1,20E-11	
Permeabilità tra 1600 - 3200(kPa):							8,64E-12	

6. ELENCO ALLEGATI

ALLEGATO 1	SONDAGGI E STRATIGRAFIE
ALLEGATO 2	INDAGINI GEOFISICHE
ALLEGATO 3	ANALISI CHIMICHE
ALLEGATO 4	PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO SU CAMPIONI DA SONDAGGIO

ALLEGATO 1
SONDAGGI E STRATIGRAFIE

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



COMMITTENTE: ENEL Spa, via Carducci 1/3 Milano

CANTIERE: Indagini geologiche presso il cantiere di Montalto di Castro

PERFORAZIONE: S102 C. SITO N°: SF200915

ESECUZIONE: 16-17/09/2020 OPERATORE: BARONE

COMMESSA: 21323/20 RESPONSABILE: FOGLI

PROFONDITA': 40.00 m

RIVESTIMENTO: 37.50 m

QUOTA: p.c.

Indisturbato
 Rimaneggiato
 Ambientale

S.P.T
 Lefranc
 Vane Test

METRI	METRI da P.C.	LITOLOGIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAMPIONI			P.P. kPa	T.V. kPa	PROVE			METODO E UTENSILE	FALDA
				TIPO	NUM.	PROF.			TIPO	NUM.	PROF.		
	0.05		Asfalto										
	0.50		Riporto ghiaioso - sabbioso, rossastro	⊗	CR 1	0.50							
1			Sabbia limosa - ghiaiosa, grigia			1.20							
2	1.90		Sabbia limosa, marrone - grigiastro						SPT 1 (PA) 2.00 - 2.45 m 9 - 10 - 16				
3	2.70		Limo sabbioso, a tratti argilloso, marrone - grigiastro										
4	3.90			⊗	CR 2	4.00							
5						4.50			SPT 2 (PA) 4.50 - 4.95 m 24 - 43 - 35			4.67	
6													
7			Sabbia da fine a media debolmente limosa, grigia a tratti marrone, presenza di lapilli tra 8.50 e 10.10 m						SPT 3 (PA) 6.50 - 6.95 m 6 - 12 - 16				
8													
9				⊗	CR 3	9.00			SPT 4 (PC) 8.50 - 8.95 m 8 - 15 - 15				
10						9.50							
11	10.10		Sabbia fine limosa alternata a limo sabbioso, marrone - nocciola						SPT 5 (PC) 10.50 - 10.95 m 17 - 23 - 36				
12													
13	12.70		Sabbia grossolana debolmente ghiaiosa, marrone	⊗	CR 4	13.00			SPT 6 (PA) 12.50 - 12.95 m 21 - 27 - 38				
14	13.70		Sabbia fine limosa alternata a limo sabbioso, marrone			13.50							
15	14.30		Argilla debolmente limosa da marrone a grigia										
16	14.80		Sabbia fine - limosa, marrone - grigiastro						SPT 7 (PA) 15.50 - 15.95 m 2 - 4 - 16				
17	16.50		Sabbia da media a grossa, limosa - debolmente argillosa										
18	17.20		Argilla debolmente limosa, grigia (da 17.20 a 17.50 m) e grigio - nerastra (da 17.50 a 19.50 m), presente sporadica ghiaia				200	100					
19							175	85					
20	19.50		Sabbia media debolmente limosa con inclusi litici e sottili livelli cinerei, grigia - a tratti verdastra	⊗	CR 5	19.50			SPT 8 (PA) 18.50 - 18.95 m 7 - 13 - 17				
						20.00							

Carotaggio continuo eseguito mediante l'uso di carotiere semplice ø 101 mm, corona widia

Foro non attrezzato

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



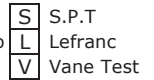
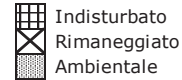
COMMITTENTE: ENEL Spa, via Carducci 1/3 Milano

CANTIERE: Indagini geologiche presso il cantiere di Montalto di Castro

PERFORAZIONE: S102 C. SITO N°: SF200915 PROFONDITA': 40.00 m

ESECUZIONE: 16-17/09/2020 OPERATORE: BARONE RIVESTIMENTO: 37.50 m

COMMESSA: 21323/20 RESPONSABILE: FOGLI QUOTA: p.c.



METRI	METRI da P.C.	LITOLOGIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAMPIONI			P.P. kPa	T.V. kPa	PROVE			METODO E UTENSILE	FALDA
				TIPO	NUM.	PROF.			TIPO	NUM.	PROF.		
21			Sabbia media debolmente limosa con inclusi litici e sottili livelli cinerei, grigia - a tratti verdastra										
	21.50									SPT 9 (PA)			
22			Sabbia grossolana ghiaiosa, grigio - nerastra							21.50 - 21.95 m	10 - 15 - 15		
	22.20												
23			Argilla limosa, marrone	CR 6		22.40 23.00							
24			Sabbia ghiaiosa, marrone, presenza di lapilli										
	24.50									SPT 10 (PC)			
25			Sabbia fine con sporadica ghiaia, verdastra							24.50 - 24.95 m	7 - 17 - 20		
26													
27													
28										SPT 11 (PA)			
29										27.50 - 27.95 m	13 - 21 - 27		
30													
	30.50									SPT 12 (PC)			
31			Ghiaia fine - sabbiosa, marrone							30.50 - 30.95 m	14 - 23 - 27		
	31.20												
32			Sabbia medio - grossa ghiaiosa, da azzurra a marrone chiaro										
	32.60												
33													
34													
35													
36			Argilla debolmente limosa, marrone (da 32.60 a 32.80 m) e grigia (da 32.80 a 40.00 m), presenti frammenti di bivalvi e gasteropodi										
37													
38													
39													
40	40.00		FINE SONDAGGIO										

Carotaggio continuo eseguito mediante l'uso di carotiere semplice ø 101 mm, corona widia

Foro non attrezzato

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
 Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119
 SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
 Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
 Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



COMMITTENTE: ENEL Spa, via Carducci 1/3 Milano

CANTIERE: Indagini geologiche presso il cantiere di Montalto di Castro

PERFORAZIONE:	S102	C. SITO N°:	SF200915	PROFONDITA':	40.00 m
ESECUZIONE:	16-17/09/2020	OPERATORE:	BARONE	RIVESTIMENTO:	37.50 m
COMMESSA:	21323/20	RESPONSABILE:	FOGLI	QUOTA:	p.c.

	Indisturbato		S.P.T
	Rimaneggiato		Lefranc
	Ambientale		Vane Test

UBICAZIONE

LOCALITA': Indagini geologiche presso il cantiere di Montalto di Castro
 PERFORAZIONE: S102

UBICAZIONE: Lat.: 42.359212 ° N
 Long.: 11.533001 ° E



Ubicazione sondaggio



Cassetta 1: da 0.00 a 5.00 m da p.c.

FERRARA DEPARTMENT







Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
 Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119
 SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
 Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
 Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



COMMITTENTE: ENEL Spa, via Carducci 1/3 Milano

CANTIERE: Indagini geologiche presso il cantiere di Montalto di Castro

PERFORAZIONE: S102 C. SITO N°: SF200915 **PROFONDITA':** 40.00 m
ESECUZIONE: 16-17/09/2020 **OPERATORE:** BARONE **RIVESTIMENTO:** 37.50 m
COMMESSA: 21323/20 **RESPONSABILE:** FOGLI **QUOTA:** p.c.

	Indisturbato		S.P.T
	Rimaneggiato		Lefranc
	Ambientale		Vane Test



Cassetta 2: da 5.00 a 10.00 m da p.c.



Cassetta 3: da 10.00 a 15.00 m da p.c.



Cassetta 4: da 15.00 a 20.00 m da p.c.

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
 Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119
 SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
 Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
 Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



COMMITTENTE: ENEL Spa, via Carducci 1/3 Milano

CANTIERE: Indagini geologiche presso il cantiere di Montalto di Castro

PERFORAZIONE:	S102	C. SITO N°:	SF200915	PROFONDITA':	40.00 m
ESECUZIONE:	16-17/09/2020	OPERATORE:	BARONE	RIVESTIMENTO:	37.50 m
COMMESSA:	21323/20	RESPONSABILE:	FOGLI	QUOTA:	p.c.

	Indisturbato		S.P.T
	Rimaneggiato		Lefranc
	Ambientale		Vane Test



Cassetta 5: da 20.00 a 25.00 m da p.c.



Cassetta 6: da 25.00 a 30.00 m da p.c.



Cassetta 7: da 30.00 a 35.00 m da p.c.

FERRARA DEPARTMENT




Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
 Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119
 SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
 Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
 Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



COMMITTENTE: ENEL Spa, via Carducci 1/3 Milano

CANTIERE: Indagini geologiche presso il cantiere di Montalto di Castro

PERFORAZIONE:	S102	C. SITO N°:	SF200915	PROFONDITA':	40.00 m
ESECUZIONE:	16-17/09/2020	OPERATORE:	BARONE	RIVESTIMENTO:	37.50 m
COMMESSA:	21323/20	RESPONSABILE:	FOGLI	QUOTA:	p.c.

	Indisturbato	<table border="1" data-bbox="1374 280 1406 302"><tr><td>S</td></tr></table>	S	S.P.T
S				
	Rimaneggiato	<table border="1" data-bbox="1374 304 1406 327"><tr><td>L</td></tr></table>	L	Lefranc
L				
	Ambientale	<table border="1" data-bbox="1374 329 1406 351"><tr><td>V</td></tr></table>	V	Vane Test
V				



Cassetta 8: da 35.00 a 40.00 m da p.c.

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



COMMITTENTE: ENEL Spa, via Carducci 1/3 Milano

CANTIERE: Indagini geologiche presso il cantiere di Montalto di Castro

PERFORAZIONE: CH100

C. SITO N°: SF200914

PROFONDITA': 40,00 m

ESECUZIONE: 18-24/09/20

OPERATORE: BARONE

RIVESTIMENTO: 40,00 m

COMMESSA: 21323FE/20

RESPONSABILE: FOGLI

QUOTA: p.c.

Indisturbato
 Rimaneggiato
 Ambientale

METRI	METRI da P.C.	LITOLOGIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAMPIONI			P.P. kPa	T.V. kPa	PROVE			METODO E UTENSILE	FALDA	TUBO PVC ø 80 mm PER CROSS - HOLE
				TIPO	NUM.	PROF.			TIPO	NUM.	PROF.			
	0.10		Asfalto											
1			Pozzolana rossastra											
	1.50		Frammenti di calcestruzzo in matrice sabbiosa											
	1.60													
2			Sabbia limosa grigia							SPT 1 (PA) 2.00 - 2.45 m 3 - 2 - 6				
3														
4														
	4.50													
5			Sabbia media debolmente limosa grigio-marrone							SPT 2 (PA) 4.00 - 4.45 m 12 - 22 - 21				
6														
7														
	9.00													
	9.30		Sabbia medio-grossa, marrone chiara, con sporadica ghiaia											
	9.80		Argilla limosa marrone chiaro											
10														
	9.80		Sabbia medio-grossa, marrone chiaro con sporadica ghiaia e livelli limosi							SPT 3 (PA) 6.00 - 6.45 m 5 - 4 - 8				
11														
	12.50													
	13.20		Argilla limosa grigio-marrone											
13														
	14.30		Sabbia limosa marrone chiaro con sporadica ghiaia											
	14.70		Argilla limosa grigia chiara											
15			Alternanze di sabbia limosa e limo sabbioso, grigio-marroni											
	15.90													
	16.80		Sabbia medio-grossa debolmente limosa, grigia											
17														
	17.80		Argilla da debolmente limosa a limosa, grigia											
18														
	19.70		Sabbia media con sporadici lapilli, grigia											
19														
20														
							150	75		SPT 4 (PC) 8.00 - 8.45 m 4 - 5 - 11				
										SPT 5 (PC) 10.00 - 10.45 m 6 - 15 - 25				
										SPT 6 (PC) 12.00 - 12.28 m 15 - R				
										SPT 7 (PC) 18.00 - 18.45 m 17 - 27 - 33				

Carotaggio continuo tramite carotiere semplice 101 mm

Falda non rilevata

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



COMMITTENTE: ENEL Spa, via Carducci 1/3 Milano

CANTIERE: Indagini geologiche presso il cantiere di Montalto di Castro

PERFORAZIONE: CH100

C. SITO N°: SF200914

PROFONDITA': 40,00 m

ESECUZIONE: 18-24/09/20

OPERATORE: BARONE

RIVESTIMENTO: 40,00 m

COMMESSA: 21323FE/20

RESPONSABILE: FOGLI

QUOTA: p.c.

Indisturbato
 Rimaneggiato
 Ambientale

METRI	METRI da P.C.	LITOLOGIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAMPIONI			P.P. kPa	T.V. kPa	PROVE			METODO E UTENSILE	FALDA	TUBO PVC ø 80 mm PER CROSS - HOLE
				TIPO	NUM.	PROF.			TIPO	NUM.	PROF.			
21	21.00		Sabbia fine limosa, grigia											
22			Argilla limosa con ghiaia fine, grigio-verdastra	CR 5		23.00 23.70			SPT 8 (PA) 21.00 - 21.45 m 22 - 34 - 31					
24	24.70		Sabbia fine debolmente limosa, grigio-verdastra, con sottili livelli di cineriti						SPT 9 (PC) 24.00 - 24.45 m 25 - 38 - 40					
25	26.20		Sabbia fine debolmente limosa, marrone - nocciola						SPT 10 (PA) 27.00 - 27.45 m 8 - 13 - 18					
26	27.00		Sabbia media debolmente limosa, grigio-verdastra						SPT 11 (PC) 30.00 - 30.39 m 16 - 36 - R					
27	30.90		Sabbia fine - debolmente limosa, grigio - verdastra											
28	32.00		Sabbia ghiaiosa, marrone - arancio	CR 6		33.00 33.70								
29	32.80		Ghiaia (sub - arrotondata) sabbiosa, da marrone arancio a grigio chiaro	Sh 1		34.50 35.10	175 150	80 75						
30	33.70		Argilla debolmente limosa, da marrone a grigia, sono presenti striature nerastre e frammenti conchigliari	Sh 2		38.00 38.60	150 150	70 70						
31							150 160	75 80						
32							125 125	60 60						
33							150 150	75 70						
34							150 150	70 70						
35							150 150	70 70						
36							125 125	60 60						
37							150 150	75 70						
38							150 150	75 70						
39							150	70						
40	40.00		FINE SONDAGGIO				150	70						40.00

Carotaggio continuo tramite carotiere semplice 101 mm

Falda non rilevata

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



COMMITTENTE: ENEL Spa, via Carducci 1/3 Milano

CANTIERE: Indagini geologiche presso il cantiere di Montalto di Castro

PERFORAZIONE: CH100

ESECUZIONE: 18-24/09/20

COMMESSA: 21323FE/20

C. SITO N°: SF200914

OPERATORE: BARONE

RESPONSABILE: FOGLI

PROFONDITA': 40,00 m

RIVESTIMENTO: 40,00 m

QUOTA: p.c.

Indisturbato
 Rimaneggiato
 Ambientale

UBICAZIONE

LOCALITA': Indagini geologiche presso il cantiere di Montalto di Castro

PERFORAZIONE: CH100

UBICAZIONE: Lat.: 42.359493 °

Long.: 11.533487 °



Ubicazione sondaggio



Cassetta 1: 0.00 - 5.00 m da p.c.

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



COMMITTENTE: ENEL Spa, via Carducci 1/3 Milano

CANTIERE: Indagini geologiche presso il cantiere di Montalto di Castro

PERFORAZIONE: CH100

C. SITO N°: SF200914

PROFONDITA': 40,00 m

ESECUZIONE: 18-24/09/20

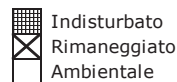
OPERATORE: BARONE

RIVESTIMENTO: 40,00 m

COMMESSA: 21323FE/20

RESPONSABILE: FOGLI

QUOTA: p.c.



Cassetta 2: 5.00 - 10.00 m da p.c.



Cassetta 3: 10.00 - 15.00 m da p.c.



Cassetta 4: 15.00 - 20.00 m da p.c.

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



COMMITTENTE: ENEL Spa, via Carducci 1/3 Milano

CANTIERE: Indagini geologiche presso il cantiere di Montalto di Castro

PERFORAZIONE: CH100 C. SITO N°: SF200914



ESECUZIONE: 18-24/09/20 OPERATORE: BARONE

COMMESSA: 21323FE/20 RESPONSABILE: FOGLI

PROFONDITA': 40,00 m

RIVESTIMENTO: 40,00 m

QUOTA: p.c.

 Indisturbato
 Rimaneggiato
 Ambientale



Cassetta 5: 20.00 - 25.00 m da p.c.



Cassetta 6: 25.00 - 30.00 m da p.c.



Cassetta 7: 30.00 - 35.00 m da p.c.

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



COMMITTENTE: ENEL Spa, via Carducci 1/3 Milano

CANTIERE: Indagini geologiche presso il cantiere di Montalto di Castro

PERFORAZIONE: CH100

C. SITO N°: SF200914

PROFONDITA': 40,00 m

ESECUZIONE: 18-24/09/20

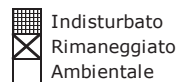
OPERATORE: BARONE

RIVESTIMENTO: 40,00 m

COMMESSA: 21323FE/20

RESPONSABILE: FOGLI

QUOTA: p.c.



Cassetta 8: 35.00 - 40.00 m da p.c.

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



COMMITTENTE: ENEL Spa, via Carducci 1/3 Milano

CANTIERE: Indagini geologiche presso il cantiere di Montalto di Castro

PERFORAZIONE: CH100

C. SITO N°: SF200914

PROFONDITA': 40,00 m

ESECUZIONE: 18-24/09/20

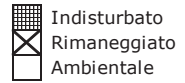
OPERATORE: BARONE

RIVESTIMENTO: 40,00 m

COMMESSA: 21323FE/20

RESPONSABILE: FOGLI

QUOTA: p.c.



FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



COMMITTENTE: ENEL Spa, via Carducci 1/3 Milano

CANTIERE: Indagini geologiche presso il cantiere di Montalto di Castro

PERFORAZIONE: CH100 bis C. SITO N°: SF210290


ESECUZIONE: 24-25/09/2020 OPERATORE: BARONE

COMMESSA: 21323FE/20 RESPONSABILE: FOGLI

PROFONDITA': 40,00 m

RIVESTIMENTO: 40,00 m

QUOTA: p.c.

 Indisturbato
 Rimaneggiato
 Ambientale

METRI	METRI da P.C.	NOTE	CAMPIONI			P.P. kPa	T.V. kPa	PROVE			METODO E UTENSILE	FALDA	TUBO PVC ø 80 mm PER CROSS - HOLE
			TIPO	NUM.	PROF.			TIPO	NUM.	PROF.			
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10		Perforazione a distruzione di nucleo senza recupero di materiale											
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

Carotaggio continuo tramite carotiere semplice 101 mm

Falda non rilevata

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



COMMITTENTE: ENEL Spa, via Carducci 1/3 Milano

CANTIERE: Indagini geologiche presso il cantiere di Montalto di Castro

PERFORAZIONE: CH100 bis C. SITO N°: SF210290

ESECUZIONE: 24-25/09/2020 OPERATORE: BARONE

COMMESSA: 21323FE/20 RESPONSABILE: FOGLI

PROFONDITA': 40,00 m

RIVESTIMENTO: 40,00 m

QUOTA: p.c.

Indisturbato
 Rimaneggiato
 Ambientale

METRI	METRI da P.C.	NOTE	CAMPIONI			P.P. kPa	T.V. kPa	PROVE			METODO E UTENSIL E	FALDA	TUBO PVC ø 80 mm PER CROSS - HOLE
			TIPO	NUM.	PROF.			TIPO	NUM.	PROF.			
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30		Perforazione a distruzione di nucleo senza recupero di materiale											
31													
32													
33													
34													
35													
36													
37													
38													
39													
40	40.00	FINE SONDAGGIO											

Carotaggio continuo tramite carotiere semplice 101 mm

Falda non rilevata

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



COMMITTENTE: ENEL Spa, via Carducci 1/3 Milano

CANTIERE: Indagini geologiche presso il cantiere di Montalto di Castro

PERFORAZIONE: CH100 bis C. SITO N°: SF210290



ESECUZIONE: 24-25/09/2020 OPERATORE: BARONE

COMMESSA: 21323FE/20 RESPONSABILE: FOGLI

PROFONDITA': 40,00 m

RIVESTIMENTO: 40,00 m

QUOTA: p.c.

 Indisturbato
 Rimaneggiato
 Ambientale

UBICAZIONE

LOCALITA': Indagini geologiche presso il cantiere di Montalto di Castro

PERFORAZIONE: CH100 bis

UBICAZIONE: Lat.: 42.359422° N

Long.: 11.533455° E



Ubicazione sondaggio

ALLEGATO 2
INDAGINI GEOFISICHE

CENTRALE DI MONTALTO DI CASTRO - Progetto Nuovi TG INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE IN SITO E PROVE DI LABORATORIO (2020)

Indagini geofisiche

Emissione	Data	Elaborato	Verificato	Approvato
Rev. 00	19/10/2020	Marco Taddeo	Donato Fiore	Massimo De Iasi
		<i>Marco Taddeo</i>	<i>Donato Fiore</i>	<i>Massimo De Iasi</i>

Indice

1.	PREMESSA	2
2.	METODO MASW.....	3
2.1.	PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO E CENNI SUL METODO	3
2.2.	STRUMENTAZIONE IMPIEGATA	5
2.3.	SCHEMA DI ACQUISIZIONE	7
2.4.	RISULTATI INDAGINI MASW	8
3.	METODO HVSR	9
3.1.	PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO E CENNI SUL METODO	9
3.2.	FREQUENZA FONDAMENTALE DEL SITO.....	10
3.3.	ACQUISIZIONE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	12
3.4.	RISULTATI INDAGINI HVSR.....	14
4.	METODO CROSS HOLE (CH).....	15
4.1.	PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO E CENNI SUL METODO	15
4.2.	STRUMENTAZIONE IMPIEGATA	15
4.3.	FATTORI DI INFLUENZA DELLE VELOCITÀ SISMICHE	17
4.4.	SCHEMA DI ACQUISIZIONE	19
4.5.	PROCESSING CROSS HOLE.....	20
4.6.	PRESENTAZIONE DEI DATI	21
4.7.	RISULTATI INDAGINE CROSS HOLE.....	23
5.	INDAGINE DEVIOMETRICA	23
5.1.	STRUMENTAZIONE IMPIEGATA	24
6.	CONCLUSIONI	25
7.	BIBLIOGRAFIA	26
	ALLEGATI	27

1. **PREMESSA**

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati delle indagini geofisiche eseguite per il progetto: “Centrale di Montalto di castro - Progetto nuovi TG indagini geotecniche e geofisiche in sito e prove di laboratorio (2020)”. Nello specifico sono state eseguite 2 prove MASW, 3 HVSR, 1 Cross Hole.

Le indagini sono state eseguite nelle giornate del 29 e del 30 settembre 2020 e sono ubicate come in figura 1, secondo le disposizioni del committente.



Figura 1 – Ubicazione generale indagini.

Si riporta di seguito il riepilogo delle indagini eseguite:

ID Prova	Lunghezza (m)	Coordinate
MASW_101	79	708642.12 mE, 4692869.44 mN
MASW_103	79	708584.68 mE , 4692774.23 mN

Tabella 1 - Coordinate indagini MASW

ID Foro	Profondità (m)	Coordinate
CH 100 S	40	708610.35 mE, 4692800.85 mN
CH 100 R	40	708613.80 mE, 4692797.67 mN

Tabella 2 - Coordinate indagine Cross Hole

ID Prova	Coordinate
HVSR 100	708622.40 mE , 4692798.06 mN
HVSR 101	708642.12 mE, 4692869.44 mN
HVSR 103	708584.68 mE, 4692774.23 mN

Tabella 3 - Coordinate indagini HVSR

2. METODO MASW

2.1. Principi di funzionamento e cenni sul metodo

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva, che individua il profilo di velocità delle onde di taglio V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo. La determinazione delle V_s viene ottenuta tramite l'inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh (Fig. 2).

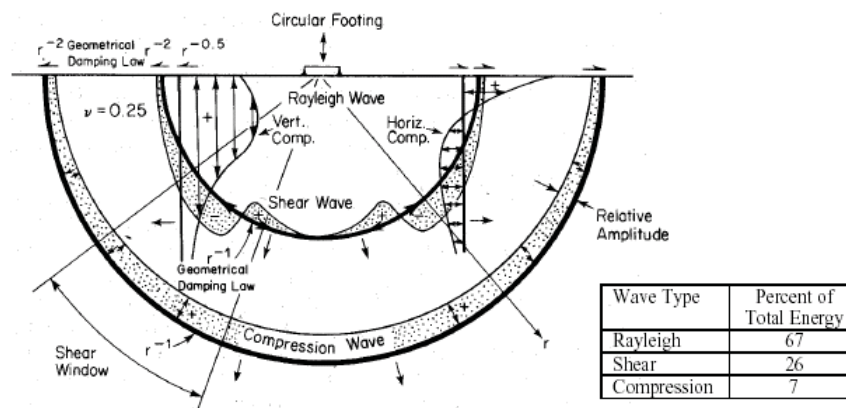


Figura 2 - Distribuzione delle onde di Rayleigh nel sottosuolo.

In un mezzo stratificato, le onde di Rayleigh sono dispersive, ossia onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999; Aki, K. and Richards, P.G., 1980). La velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh, quindi, dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza, ossia con lunghezza d'onda corta, si propagano negli strati più superficiali dando, quindi, informazioni sulla porzione più superficiale del suolo. Onde a bassa frequenza, invece, si propagano negli strati più profondi dando informazioni, quindi, sulla parte più profonda del suolo. Le indagini MASW si distinguono in attive e passive o in una combinazione di entrambe. Nel metodo attivo, le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Nel metodo passivo, lo stendimento dei sensori può essere sia lineare, sia circolare e consente di misurare anche il rumore ambientale di fondo esistente.

Facendo riferimento al metodo attivo da noi utilizzato, possiamo dire che, una generica acquisizione di segnali sismici lungo uno stendimento lineare, con sorgente esterna alla linea sismica, può essere rappresentata come una funzione $u(x, t)$ dove x è lo spazio e t il tempo.

Applicando ai segnali la trasformata di Fourier lungo l'asse dei tempi, otteniamo la funzione $U(x, f)$:

$$U(x, f) = \int u(x, t) e^{ift} dt \quad (2.1)$$

La funzione $U(x, f)$ può essere espressa come la moltiplicazione di due termini separati:

$$U(x, f) = P(x, f)A(x, f) \quad (2.2)$$

dove $P(x, f)$ e $A(x, f)$ rappresentano, rispettivamente, lo spettro di fase e di ampiezza.

Nella funzione $U(x, f)$, ogni componente in frequenza è completamente separata dalle altre e l'informazione del tempo di arrivo è preservata nello spettro di fase $P(x, f)$.

Nella funzione $P(x, f)$, sono contenute inoltre tutte le informazioni relative alla dispersione delle onde superficiali di Rayleigh mentre la funzione $A(x, f)$ contiene tutte le informazioni inerenti l'attenuazione e la divergenza sferica. Tenendo conto della rappresentazione esponenziale dello spettro di fase, la (2.2) può essere espressa come:

$$U(x, f) = e^{-i\theta x} A(x, f) \quad (2.3)$$

Dove $F=f/cf$ con f = frequenza angolare e cf = velocità di fase per ogni frequenza.

Operando un integrale di linea in dx e normalizzando per il modulo della funzione $|U(x, f)|$, otteniamo la funzione $V(f, \phi)$:

$$V(f, \phi) = \int e^{i\phi x} [U(x, f) / |U(x, f)|] dx = \int e^{-i(\Phi-\phi)x} [A(x, f) / |A(x, f)|] dx \quad (2.4)$$

La funzione $V(f, \phi)$, ottenuta dalla trasformazione integrale, può essere pensata come la somma, lungo tutto lo stendimento, del campo d'onda relativo ad ogni frequenza, applicando uno shift di fase dipendente dall'offset, al campo d'onda, per un'assunta velocità di fase $cf = f/\phi$.

La normalizzazione al modulo della funzione $|U(x, f)|$, minimizza i fenomeni di attenuazione e di divergenza sferica. Risulta ovvio che la funzione $V(f, \phi)$ avrà un massimo in corrispondenza di un valore:

$$\phi = F = f / cf \quad (2.5)$$

Per un dato valore di ϕ , dove si verifica un massimo della funzione $V(f, \phi)$, la velocità di fase cf può essere determinata. Tenendo conto che $cf = f/\phi$, la funzione $V(f, \phi)$ può essere trasformata nella funzione $I(f, cf)$ che viene definita "spettro di velocità di fase". In essa, lungo l'asse cf , appariranno dei picchi che soddisferanno, per ogni frequenza, l'equazione (2.5). Il luogo dei punti lungo questi massimi, per differenti valori di frequenza f , permette di identificare le curve di dispersione delle velocità di fase dei modi di oscillazione dell'onda superficiale di Rayleigh.

La curva di dispersione media delle velocità di fase dell'onda di Rayleigh, estratta con la metodologia MASW, è invertita al fine ottenere un modello monodimensionale di onde di taglio.

2.2. Strumentazione impiegata

L'apparecchiatura utilizzata per questo tipo di prove si compone delle seguenti parti:

- sistema energizzante;
- sistema di ricezione;
- trigger;

- sistema di acquisizione dati.

Nel dettaglio:

sistema energizzante: tale sistema deve essere in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza ricche di energia, con forme d'onda ripetibili e direzionali. Per generare le onde di compressione P è stata utilizzata una massa battente da 5kg.

sistema di ricezione: per l'indagine sono stati utilizzati 24 geofoni del tipo elettromagnetico a bobina mobile (oscillazione verticale), con frequenza caratteristica di 4.5 Hz. (Fig. 3).

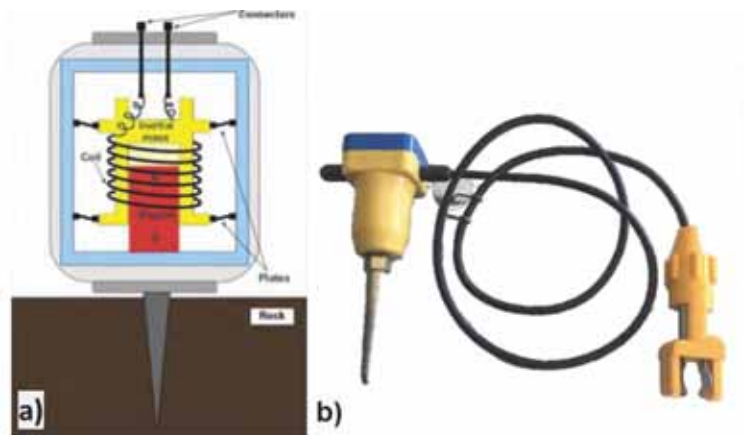


Figura 3 - Geofoni per onda P ed Sh; a) schema di funzionamento del geofono per onda P; b) geofono per onda P con frequenza caratteristica di 4.5 Hz;

trigger: la metodologia utilizzata, in quanto attiva, prevede che l'inizio della registrazione sia individuato mediante un *trigger*: consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui la massa battente colpisce la piastra o la trave (nel nostro caso si è usato un geofono starter) e l'impulso generato, inviato al sistema di acquisizione, consente di fissare il tempo zero di riferimento per il calcolo dei tempi di percorso delle onde generate.

sistema di acquisizione dati: sismografo costituito da un sistema multicanale a conversione digitale. Il modello è denominato *GEODE* (prodotto dalla *GEOMETRICS*, Fig. 4; Tab. 4) ed è caratterizzato da una risoluzione di acquisizione pari a 24 bit (Tecnologia Delta Sigma). Tale sistema è in grado di registrare, su ciascun canale in forma digitale, le forme d'onda e di conservarle su memoria di massa dinamica minima

a 24 bit. Esso è collegato a ciascuno dei geofoni ed al sensore del trigger, consentendo quindi di registrare in forma numerica e visualizzare sotto forma di tracce, su un apposito monitor, le vibrazioni a partire dall'impulso inviato dal trigger.



Figura 4 - smografo GEODE (Geometrics)

A/D Conversion:	24 bit (Crystal Semiconductor sigma-delta converters)
DynamicRange:	144 dB (system), 110 dB (instantaneous, measured) at 2ms, 24dB.
Distortion:	0.0005% @ 2 ms, 1.75 to 208 Hz.
Bandwidth:	1.75 Hz to 20 kHz
Common Mode Rejection:	> -100 dB at <=100 Hz, 36 dB.
Crosstalk:	-125 dB at 23.5 Hz, 24 dB, 2 ms.
Noise Floor:	0.2uV, RFI at 2 ms, 36 dB, 1.75 to 208 Hz.
Stacking Trigger Accuracy:	1/32 of sample interval.
Maximum Input Signal:	2.8 VPP.
Input Impedance:	20 kOhm, 0.02 uf.
Preamplifier Gains: dB, or 0dB.	24 or 36 dB
Anti-alias Filters:	-3 dB at 83% of Nyquist frequency, down 90 dB.
Pre-trigger Data:	Up to 4,096 Samples.
Sample Interval:	0.02, 0.03125, 0.0625, 0.125, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0, 16.0 ms.
Record Length:	16,000 samples standard
Delay:	0 to 9999 ms in 1 ms steps.
Data Transmission:	Ethernet connections

Tabella 4 - Specifiche tecniche Sismografo GEODE.

2.3. Schema di acquisizione

Gli stendimenti sismici sono stati realizzati utilizzando 24 canali d'acquisizione (geofoni) con passo intergeofonico pari a 3 m, più 10 m di offset (Fig. 5

). L'acquisizione dei dati sismici è stata condotta secondo la seguente configurazione spazio temporale:

- n° geofoni: 24;

- n° 10/15 *shot* posizionati in linea con lo stendimento ad una distanza dal geofono 1 pari a -10 m da sottoporre al processo di stacking in fase di processing per ottimizzare il rapporto *signal/noise*;
- tempo di acquisizione: 1 s;
- intervallo di campionamento 0.125 μ s;



Figura 5 - Fasi di acquisizione

2.4. Risultati indagini MASW

L'indagine MASW ha consentito di ottenere un modello monodimensionale di Vs che, com'è noto, può essere ritenuto esaustivo del profilo verticale di Vs nel punto centrale dello stendimento. Pertanto, in entrambe le prove, si riscontra la presenza di terreno che va a collocarsi nella categoria di suolo **C**, secondo la normativa NTC2018.

Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)	Vs _{eq(0-30)}	348 m/s
1	0.00	2.00	2.00	290.00		
2	2.00	8.00	6.00	340.00		
3	8.00	24.60	16.60	350.00	Suolo	C
4	24.60	inf.	inf.	380.00		

Tabella 5 - Modello 1D Vsh, Vs_{eq(0-30)} e categoria di suolo, MASW_101

Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)	V _{seq(0-30)}	357 m/s
1	0.00	2.00	2.00	280.00		
2	2.00	7.00	5.00	330.00		
3	7.00	22.20	15.20	360.00	Suolo	C
4	22.20	inf.	inf.	400.00		

Tabella 6 - Modello 1D Vsh, V_{seq(0-30)} e categoria di suolo, MASW_103

Per i dettagli si rimanda agli elaborati grafici allegati alla presente relazione.

3. METODO HVSR

3.1. Principi di funzionamento e cenni sul metodo

La tecnica di sismica passiva a stazione sismica o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è una tecnica totalmente non invasiva. Si può applicare ovunque senza nessun tipo di perforazione e non ha bisogno di energizzazioni esterne diverse dal rumore ambientale che in natura esiste ovunque. Le registrazioni di microtremore ambientale, nelle sue tre componenti spaziali, rappresentano uno strumento per una microzonazione speditiva. Il microtremore ambientale (*noise* sismico) è un movimento minimo (nell'ordine di 10^{-2} - 10^{-6} mm) del terreno presente in qualsiasi punto della superficie terrestre e consiste per lo più nelle onde di superficie (Rayleigh e Love) prodotte dall'interferenza costruttiva delle onde P e S negli strati superficiali. Viene prodotto anche dal vento e dalle onde del mare e a frequenze alte da sorgenti di carattere antropico (industrie e traffico veicolare; Cessaro, 1994; Gutenberg, 1958). I risultati che si possono ottenere sono:

- la frequenza caratteristica di risonanza del sito, parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici così da evitare l'effetto della "doppia risonanza";
- la frequenza fondamentale di risonanza di un edificio qualora la misura viene effettuata all'interno dello stesso;

- stimare la velocità delle onde di taglio V_s a patto che si dispone di informazioni aggiuntive sul modello geologico del sottosuolo o si hanno informazioni di letteratura sul sito in esame (per es. profondità del bedrock sismico, stratigrafie da sondaggi a carotaggio continuo o profili V_s da prove MASW o di sismica a rifrazione).

Il metodo si basa sul rapporto spettrale tra la componente orizzontale (H) e quella verticale (V) (eseguito nel dominio delle frequenze). Esso fu introdotto come strumento speditivo per stimare l'incidenza delle condizioni locali sull'amplificazione dello scuotimento dovuto ad un sisma. Il principio si basa sul fatto che, misurando il rapporto H/V determinabile da microtremori, si stimano le frequenze che possono essere amplificate in caso di sisma.

3.2. Frequenza fondamentale del sito

La prova sismica passiva a stazione singola mette in luce le frequenze alle quali il moto del terreno viene amplificato per *risonanza stratigrafica* (si ha risonanza stratigrafica quando si è in presenza di terreni di copertura con spessore superiore a tre metri su di un substrato rigido), in quanto il rumore sismico agisce come sorgente di eccitazione. Un suolo vibra con maggiore ampiezza a specifiche frequenze non solo quando è eccitato da un terremoto ma anche quando è eccitato da un tremore di qualsiasi origine. Questo fa sì che la misura delle frequenze di risonanza dei terreni sia possibile ovunque ed in modo semplice, anche in assenza di terremoti. Le frequenze a cui si manifesta la risonanza sono descritte dalla relazione: $f=V_s/4h$ (formula semplificata) dove V_s è la velocità delle onde di taglio nello strato che risuona e h è lo spessore di detto strato. Dal grafico del rapporto tra le componenti spettrali orizzontale e verticale (Esempio in Fig.6a) viene evidenziata la frequenza (o più frequenze se si è in presenza di un profilo stratigrafico multistrato con contrasti di impedenza significativi) attraverso un "picco" della curva (in genere dovuto ad un minimo della componente verticale, riscontrabile negli spettri delle singole componenti; Fig.6b). La frequenza fondamentale del sito è da intendersi quella più significativa a bassa frequenza. Eventuali altre frequenze evidenziate (picchi secondari) se vicine alle frequenze di interesse ingegneristico (struttura) possono essere comunque significative.

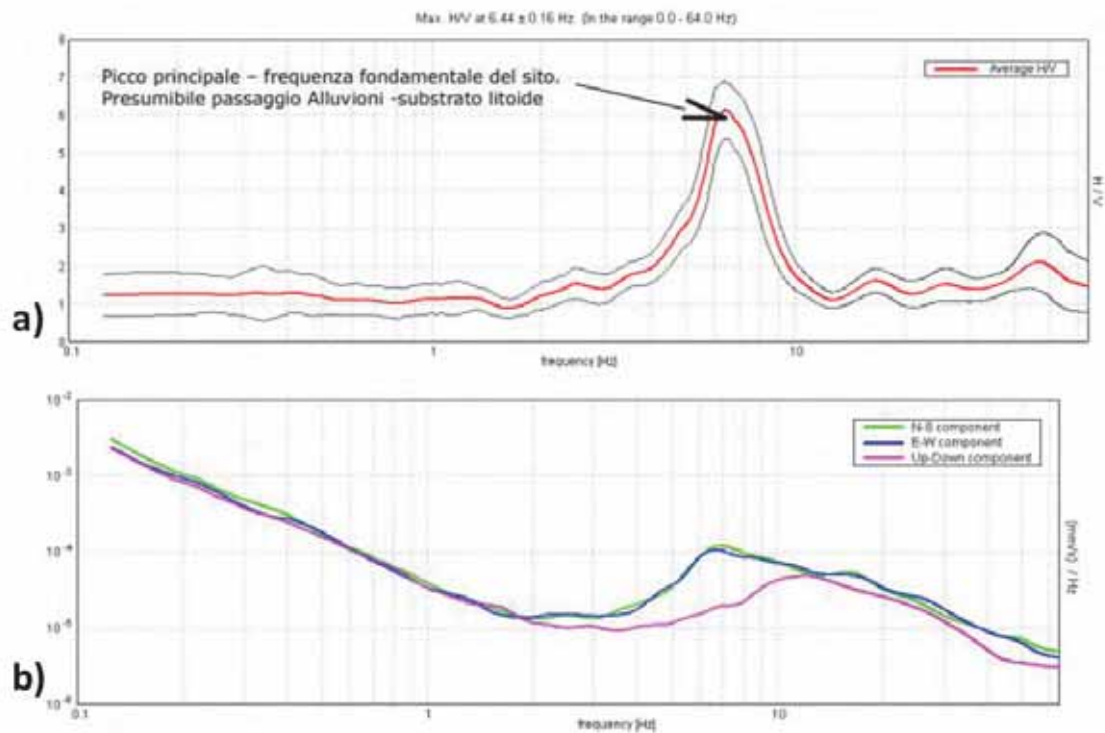


Figura 6 - a) Rapporto spettrale H/V; b) Esempio di spettri a singole componenti

Le frequenze di risonanza del sottosuolo costituiscono un parametro fondamentale per i progettisti, i quali devono evitare, o se non è possibile quanto meno tenere in debita considerazione nel dimensionamento delle strutture, i fenomeni di "doppia risonanza" che costituiscono la vera causa delle distruzioni generate da un terremoto.

La curva sperimentale HVSR viene "fittata" con una curva teorica usando come vincolo lo spessore dello strato più superficiale (o altro orizzonte il cui picco H/V è individuabile sulla curva sperimentale) di sottosuolo (generalmente noto dalle indagini geotecniche necessarie per legge per ogni progettazione edilizia, come ad esempio prove penetrometriche; Fig.7), basandosi sulla nota equazione che lega la frequenza di risonanza (f) allo spessore (h) dello strato e alla velocità delle onde di taglio (V_s): $f=V_s/4h$ (da cui $h=V_s/4f$).

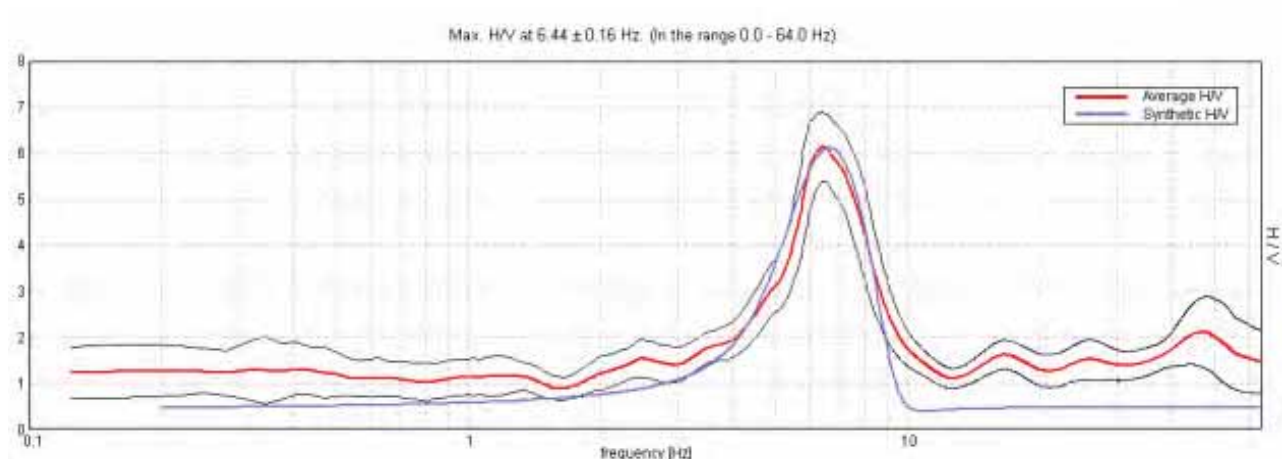


Figura 7 - esempio di fittaggio del modello teorico

3.3. Acquisizione e strumentazione utilizzata

Esistono delle note linee guida (progetto SESAME) per acquisire dati utili alle analisi HVSR (Guidelines for the Implementation of the H/V Spectral Ratio Technique on Ambient Vibrations Measurements, Processing and Interpretation, http://sesame-fp5.obs.ujfgrenoble.fr/Delivrables/Del-D23_HV_User_Guidelines.pdf). I dati vengono acquisiti attraverso il Tromino della Micromed (Fig. 8).



Figura 8 -Tromino della Micromed

In Tabella 7 sono elencate le caratteristiche dello strumento.

Tromino	
Numero dei canali velocimetrici	3 canali velocimetrici per l'acquisizione del microtremore sismico ambientale e 3 per la registrazione di vibrazioni forti.
Numero dei canali accelerometrici	3 canali per il monitoraggio di vibrazioni.
Numero dei canali analogici	1 (es. trigger esterno).
GPS	ricevitore GPS integrato, antenna interna e/o esterna per localizzazione e/o sincronizzazione tra diverse unità.
Intervallo di frequenza	0.1 – 1024 Hz con conversione A/D > 24 bit equivalenti a 128 Hz.
Cavo esterno	Nessuno

Tabella 7 - Specifiche tecniche del Tromino

Per tutte le misure l'intervallo di registrazione utilizzato è di 20 minuti con una frequenza di campionamento pari a 128 Hz. Per una migliore valutazione della direzionalità del segnale, lo strumento è stato messo in bolla ed orientato con il nord strumentale rispetto al nord magnetico.

Importante è la messa in bolla dello strumento al fine di minimizzare gli errori come, ad esempio, il cosiddetto "effetto del tilting" che può essere provocato da un cambiamento della livellazione mentre si effettua la misura producendo una perturbazione della forma della curva H/V risultante soprattutto nella sua parte in bassa frequenza. Importante è anche orientare il N sul sensore secondo il nord geografico, per convenzione; in questo caso il terzo canale, (connessione al geofono orizzontale N-S) è quello maggiormente eccitato. Le registrazioni sono state suddivise in intervalli temporali di durata di 20 secondi; è stata eseguita, quindi, un'analisi spettrale delle tre componenti e calcolato il rapporto spettrale per ognuno dei segmenti temporali ottenuti. Durante tale operazione è stata eseguita una "lisciatura" dello spettro, con una finestra temporale pari al 10 % della frequenza centrale. La curva H/V finale è stata ottenuta come media dei rapporti spettrali su tutti i segmenti.

In alcuni casi è stato necessario eliminare alcuni dei segmenti temporali in cui erano presenti i cosiddetti "transienti", cioè rumore sismico elevato e occasionale (in genere di origine antropica). I risultati finali

dell'elaborazione consistono in modelli modimensionali che riportano una stima delle velocità delle onde di taglio in relazione alla profondità.

I dati acquisiti attraverso le misure a stazione singola HVSR sono stati elaborati mediante il software Grilla V.6.1 (Micromed). Nello specifico, Grilla è il software creato per archiviare, gestire, visualizzare ed analizzare le registrazioni del Tromino. I diversi moduli del software permettono di effettuare:

- Analisi spettrale completa delle tracce, calcolo delle curve H/V per la determinazione delle frequenze di risonanza del sottosuolo;
- Procedure di pulizia dei tracciati nel dominio del tempo e della frequenza, test sulla significatività dei picchi secondo le linee guida europee;
- determinazione delle frequenze dei modi di vibrare delle strutture con rimozione dell'effetto di sottosuolo;
- analisi direzionale, confronto tra analisi e registrazioni diverse, numerosi altri strumenti matematici di analisi;
- Referto automatico con tabelle e illustrazioni.



Figura 9 - Fasi di acquisizione

3.4. Risultati indagini HVSR

Le prove HVSR hanno permesso di individuare la profondità del bedrock sismico ($V_s \geq 800$ m/s), a circa 70 m dal p.c.

Per i dettagli si rimanda agli elaborati grafici allegati alla presente relazione.

4. METODO CROSS HOLE (CH)

4.1. Principi di funzionamento e cenni sul metodo

La prova geofisica Cross-hole (CH) è un metodo d'indagine sismica in foro finalizzato alla determinazione dei profili di velocità delle onde di taglio e di compressione (onde S e P rispettivamente) in mezzi stratificati. Facendo riferimento allo standard di riferimento (ossia: American Society for Testing and Materials (2014) "Standard Test Methods for Crosshole Seismic Testing", ASTM D 4428/D 4428M – 14) la prova verrà eseguita con geometria a 2 fori, denominati sorgente e ricevitore.

Preliminarmente alla prova CH, verranno eseguite appropriate misure di verticalità dei fori di sondaggio.

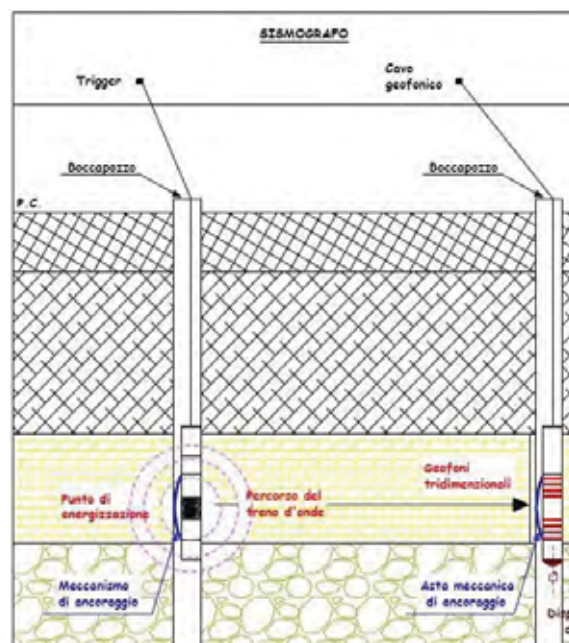


Figura 8 - Schema acquisizione CH

4.2. Strumentazione impiegata

L'attrezzatura è costituita da quanto segue:

- Sorgente: Le sorgenti di energia, di tipo meccanico, pneumatico o piezoelettrico, dovranno essere in grado di generare impulsi stabili in ampiezza e frequenza, ricchi in onde P e in onde S. Nel caso di utilizzo di una sola sorgente per entrambi i modi di propagazione, è molto

importante che la sorgente sia capace di generare impulsi in onde S aventi ampiezza almeno doppia di quelli in onde P ad essi associati, per facilitare l'identificazione degli istanti di arrivo dei due tipi di onde, soprattutto a basse profondità. Ad ogni profondità di misura verrà garantito l'accoppiamento della sorgente al rivestimento del foro attraverso opportuni sistemi di ancoraggio (clamping), siano essi meccanici o pneumatici. Nel caso di impiego di una sorgente in onde P di tipo sparker, l'accoppiamento tra sorgente e terreno verrà garantito mantenendo il foro saturo lungo tutta la sua lunghezza durante la prova. In tali acquisizioni, il sistema di energizzazione per onde P ed S è costituito da martello da foro strumentato (del peso di 10 Kg) attivato mediante cordino metallico a strappo azionato manualmente in superficie. I colpi sono stati dati mediante trazione e caduta per invertire le polarità di impatto.

- Sensori: I sensori usati nella prova CH, dovranno avere adeguate caratteristiche di sensibilità e di risposta in frequenza in relazione alle proprietà dei segnali sismici ed alle caratteristiche della catena di misura. È in ogni caso essenziale utilizzare la stessa classe e tipo di sensori nelle diverse direzioni di misura. Al fine di ottenere misure di buona qualità in onde S, andrà garantito un buon accoppiamento tra la sonda ricevitore e le pareti del foro di sondaggio. Un adeguato sistema di ancoraggio può essere fornito da appositi dispositivi pneumatici, meccanici e/o idraulici o di tipo elettrico e la verifica del suo funzionamento dovrà essere costantemente condotta ogniqualvolta vengano spostati i ricevitori in foro. Per la misura delle onde P è preferibile l'uso di idrofoni, accoppiati acusticamente al rivestimento del foro (ed al terreno) attraverso un costante riempimento dei fori con acqua. Per questa prova è stato utilizzato il geofono da foro triassiale "BHG-2 Borehole Geophone" della Codevintec (Fig.11).
- Sistema di acquisizione dati costituito da un sismografo modulare Geometrics modello Geode a 24 canali (utilizzato anche per le masw). I ricevitori all'interno del foro di sondaggio e la sorgente di energia verranno collegati in superficie ad un sistema di acquisizione costituito da:
 - Amplificatori del segnale con controllo del guadagno ("gain control") da configurare su energizzazioni di prova prima dell'avvio del test vero e proprio.

- Presa in conto del tempo di energizzazione (o di “trigger”), obbligatoriamente misurato in laboratorio (in media e scarto) e certificato nel report fattuale di misura.
- Analizzatore digitale in tempo reale dei segnali registrati con strumenti di analisi sia nel dominio del tempo, sia in quello delle frequenze, per una stima preliminare dei tempi di arrivo (e delle velocità ad essi correlate), oltre ad una rapida valutazione della qualità del dato.
- La frequenza di campionamento nel dominio del tempo dei segnali non deve essere inferiore a 50 kHz.
- La lunghezza dei segnali registrati deve essere pari ad almeno tre volte il tempo massimo di arrivo delle onde S in prossimità della superficie (e generalmente almeno pari a 100-120 ms).



Figura 9 - Geofono da foro triassiale della Geostuff, modello BHG-2

4.3. Fattori di influenza delle velocità sismiche

Sebbene la velocità dell'onda P sia un buon indicatore del tipo di terreno o di roccia, non è un indicatore univoco. Ogni tipo di sedimento o roccia ha una vasta gamma di velocità sismiche e molti di questi range si sovrappongono tra loro. Ci sono molte variabili che influenzano il modulo elastico e quindi la velocità

delle onde di compressione delle rocce e dei terreni. Nelle tabelle 8 e 9, si riportano le velocità da bibliografia di alcune delle principali litologie.

VELOCITA' ONDE DI COMPRESSIONE		
LITOLOGIA	VELOCITA' [m/sec]	
Suoli superficiali	300	700
Limi ed argille sature	1100	2500
Arenarie sature e porose	2000	3500
Acqua	1450	1500
Sabbie asciutte	400	1200
Sabbie sature	1500	2000
Arenarie	2100	4400
Argilliti	2000	6000
Calcari	2000	7000
Dolomie	2500	6500
Marne	2000	3000

Tabella 8 - Velocità delle onde di compressione di alcuni terreni

VELOCITA' ONDE DI TAGLIO		
LITOLOGIA	VELOCITA' [m/sec]	
Suoli superficiali	50	300
Limi ed argille sature	200	800
Arenarie sature e porose	800	1800
Acqua	-	-
Sabbie asciutte	100	500
Sabbie sature	400	600
Arenarie	900	3100
Argilliti	500	2100
Calcari	1000	3500
Dolomie	1200	3800
Marne	750	1500

Tabella 9 - Velocità delle onde di taglio di alcuni terreni.

I primi esperimenti sulla variazione delle proprietà elastiche delle rocce sono iniziate tra il 1950 e il 1960. A quel tempo molti ricercatori (Wyllie et al., 1956; 1962; 1963; 1985) hanno studiato i cambiamenti della velocità di elasticità onde in funzione di saturazione, porosità e contenuto in argilla, fratturazione. In particolare:

- Saturazione: in condizioni di saturazione totale, la velocità delle onde P è controllata dal mezzo liquido (che è incompressibile) se superiore a quello dello scheletro solido: questo perché la velocità delle onde S non risulta influenzata da tale parametro (l'acqua non può sostenere sforzi di taglio). Per saturazioni parziali, invece, la velocità delle onde P è inferiore a quella ottenibile alla massima saturazione ma, nel contempo, è inferiore anche a quella che si ottiene per gli stati secchi.
- Porosità e contenuto in argilla: la diminuzione della velocità associata ad un aumento del contenuto di argilla può essere confrontata con la diminuzione della velocità associata ad un aumento della porosità. Infatti, le particelle di argilla creano una microporosità composta da piccoli pori di 1 μm riducendo notevolmente la dimensione dei pori. Da vari studi effettuati in merito, si evince che una gran parte della variazione della velocità dovuta al cambiamento di contenuto di argilla, è attribuibile alla significativa quantità di microporosità presente all'interno di minerali di argilla. Si riscontra, infatti, un brusco cambiamento delle proprietà della matrice rocciosa con l'aggiunta di una piccola quantità d'argilla.
- Fratturazione: il grado di fratturazione di una formazione rocciosa è legato alle proprietà idrogeologiche delle rocce, come la porosità e la permeabilità (capacità delle rocce di farsi attraversare dalle acque). L'importanza dell'impiego del metodo sismico per la valutazione del grado di fratturazione di una formazione rocciosa, è basata sulle evidenze sperimentali che indicano una diminuzione della velocità delle onde di compressione (VP) e di taglio (VS) e un aumento del coefficiente di attenuazione α al crescere della densità di frattura. In sintesi, le indagini suggeriscono che le velocità delle onde P e S decrescono con l'aumentare dei parametri di frattura, mentre il rapporto V_p/V_s aumenta con il decrescere dei parametri di frattura.

Le velocità sismiche che si andranno a misurare su rocce o terreni, pertanto, saranno spesso influenzate dall'effetto contemporaneo di tutti i fattori citati (oltre che ad altri meno importanti nel nostro contesto).

4.4. Schema di acquisizione

La sorgente è stata ubicata nel foro CH100 S, mentre la sonda è stata calata nel foro CH100 R

Tutte le tracce acquisite sono caratterizzate da:

- tempo di acquisizione: 0.1 s;
- intervallo di campionamento 0.125 μ s.



Figura 12 - Fasi di acquisizione della prova Cross Hole.

4.5. Processing Cross Hole

La misura dei tempi dei primi arrivi delle onde sismiche deve essere realizzata con precisione e con un dettaglio pari a circa un decimo di millisecondo. La prima fase dell'elaborazione consiste nella determinazione dei primi arrivi sia delle onde P che delle onde S. Il picking dei tempi delle onde P è una operazione relativamente semplice, mentre per la corretta individuazione dei tempi di arrivo delle onde S è necessario evidenziare l'inversione di fase dell'onda di taglio: per tale scopo si effettua la sovrapposizione dei sismogrammi ricavati per la stessa profondità dai due punti di battuta; sovrapponendo le tracce si avrà la corretta localizzazione delle onde S quando si noterà il movimento uguale ed opposto della fase d'onda.

Ottenuti i tempi di primo arrivo si andrà a calcolare la velocità del mezzo attraversato mediante la semplice relazione:

$$V=s/t$$

E' necessario calcolare preventivamente la distanza effettiva tra sorgente e ricevitore ad ogni metro di profondità fino a fondo foro. Tale distanza, viene accuratamente ricavata dalle misure deviometriche nei diversi fori.

4.6. Presentazione dei dati

Nell'elaborato (in allegato), vengono forniti i tempi e le velocità di onde p ed onde s, sia riferiti alla distanza sorgente-ricevitore 1, che alla distanza sorgente-ricevitore 2. Le velocità dei due ricevitori possono fornire risultati leggermente differenti. Ciò può essere dovuto a cause diverse, tra cui l'errore legato al tempo di attivazione del trigger; per eliminare questo tipo di errore, le velocità finali della prova cross hole, vengono definite mediante il calcolo della "Velocità incrementale", ottenuta dividendo la distanza tra ricevitore 1 e ricevitore 2 con la differenza tra i tempi di arrivo tra sorgente-ricevitore 2 e sorgente-ricevitore 1 ($\Delta T R2-R1$) ("Standard Test Methods for Crosshole Seismic Testing", ASTM D 4428/D 4428M – 14). Vengono inoltre forniti i moduli elastici per ogni metro di indagine.

Il modulo di Young E (o modulo di elasticità longitudinale) è definito a partire dalla legge di Hooke:

$$E = \sigma/\epsilon$$

Con σ : sforzo, viene misurato in Pascal; ϵ : deformazione, è una grandezza adimensionale, spesso la si esprime in percentuale. Il modulo di Young viene determinato dal diagramma sforzo-deformazione mediante la formula appena vista, nel tratto in cui il materiale subisce una deformazione elastica (ovvero rimuovendo lo sforzo il materiale deve essere in grado di ritornare alle dimensioni iniziali, Fig. 13).



Figura 10 - Diagramma sforzo - deformazione di un materiale duttile

Il **modulo di taglio** μ , detto anche modulo di scorrimento, di rigidità o di elasticità tangenziale, è una costante di Lamè che esprime il rapporto sforzo-deformazione tangenziali.

Data una piastra di lunghezza indefinita di spessore h , perpendicolare all'asse x , sulle cui facce agisce una coppia di tensioni tangenziali (o di taglio) di verso opposto T_1 e $-T_1$, si produrrà uno spostamento $\delta l/2$ nel senso delle z positive e $\delta l/2$ nel senso opposto. In pratica è come se una faccia rimanesse ferma e si producesse uno spostamento di δl .

Lo spostamento totale δl sarà in relazione allo sforzo di taglio T_1 e allo spessore h secondo la relazione:

$$dl = \frac{1}{\mu} h T_1$$

dove μ è il modulo di taglio. Considerando lo spostamento angolare α , ponendo l'angolo uguale alla sua tangente, la relazione diventerà semplicemente:

$$\alpha = \frac{T_1}{\mu}$$

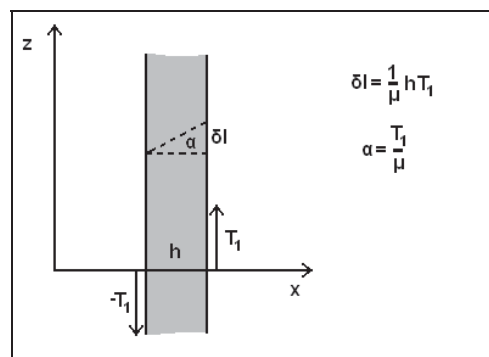


Figura 11 - Esempio di resistenza al taglio

Il **modulo bulk K** (o modulo di compressibilità) di una materiale definisce la capacità dello stesso di resistere ad una forza di compressione uniforme. È definito come l'incremento di pressione necessario a causare un relativo decremento di volume secondo la relazione:

$$K = -V \frac{\partial p}{\partial V}$$

dove K è appunto il modulo di compressibilità, p la pressione e V il volume.

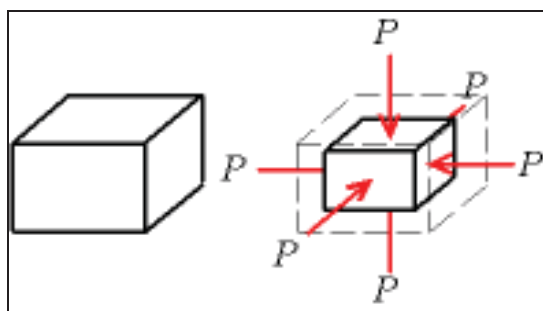


Figura 15 - Esempio di compressione uniforme

4.7. Risultati indagine Cross Hole

L'indagine ha consentito di ricostruire il modello monodimensionale dell'area investigata. Per il dettaglio dell'indagine si rimanda all'allegato grafico. L'andamento delle velocità trova buon riscontro con la stratigrafia del sondaggio CH100. I parametri sono quelli tipici delle litologie sabbioso/argillose. Si segnala, dal metro 25, una leggera inversione delle velocità in onda s.

Per i dettagli si rimanda all'allegato grafico.

5. INDAGINE DEVIOMETRICA

Per "deviazione" del foro ad una certa profondità, s'intende la misura dello spostamento orizzontale del centro foro dall'asse verticale passante per il centro in superficie. Lo spostamento è rappresentato da un vettore orizzontale, orientato in senso orario rispetto al Nord magnetico. Le misure di deviazione condotte su fori tubati sub-verticali hanno lo scopo di determinarne il reale assetto geometrico alle diverse profondità. Per fare questo viene calata nei fori, all'interno dei quali è stata poi realizzata l'indagine geofisica di tipo Cross-hole, un'apposita strumentazione. Dalle misure dello strumento, si ricava la deviazione rispetto alla verticale ad ogni metro di misura. In questo modo è possibile conoscere la distanza reciproca tra i due fori d'indagine utilizzata per il trattamento dati delle misure geofisiche cross-hole, al fine di ottenere una corretta misura dei tempi di percorrenza tra sistema di energizzazione e i ricevitori triassiali.

5.1. Strumentazione impiegata

La strumentazione impiegata per il rilievo della verticalità e distanza tra i fori (Deviometro fornito da Ambrogeo), è riassunta di seguito:

- Deviometro – Unità di alimentazione e lettura;
- Corpo sensori inclinometrici biassiali amagnetico;
- Bussola elettronica fluxgate;
- Cavo multipolare.

Nel corpo sensori sono inseriti: un inclinometro verticale a due sensori ortogonali, che misura l'inclinazione locale con risoluzione di 1/100 di grado, ed una bussola elettronica fluxgate, che misura l'orientazione dell'inclinometro rispetto al Nord. Misurata la distanza tra le due boccafori al piano campagna e l'Azimuth, rappresentato dall'angolo tra la congiungente le due boccafori citate e il Nord magnetico, sono stati acquisiti in fase di misura consecutivamente, per ogni metro in profondità lungo la verticale di ciascuno dei fori, i due valori di inclinazione (convenzionalmente denominati Pitch –X e Roll – Y) ed il relativo valore di azimuth magnetico.

Nella figura 16 è mostrato il deviometro impiegato per le misure di verticalità nel presente lavoro:



Figura 12 - Sistema di misura verticalità fori – Deviometro Ambrogeo

6. CONCLUSIONI

Le indagini hanno consentito la caratterizzazione sismostratigrafica dell'area in esame. Dalle prove MASW è emerso un contesto tipico dei terreni sabbioso-argillosi. Il parametro del Vs Equivalente assume valori al limite della soglia dei 360 m/s, senza tuttavia raggiungerla, pertanto il sito in esame viene classificato nella categoria di suolo C. Inoltre, la prova di dettaglio Cross Hole, ha permesso di individuare una lieve inversione di velocità nelle Vs dal m 25 in giù. Le prove HVSR, infine, hanno consentito di individuare la profondità del bedrock sismico ($V_s > 800$ m/s) a circa 70 m dal p.c..

7. BIBLIOGRAFIA

- American Society for Testing and Materials (2014) "Standard Test Methods for Crosshole Seismic Testing", ASTM D 4428/D 4428M – 14
- Biot M. A., 1956. Theory of propagation of elastic waves in a fluid-saturated porous solid. *Journal of the Acoustic Society of America*, 28, 2, 168-191.
- Biot M. A., 1962. Mechanism of deformation and acoustic propagation in porous media. *Journal of Applied Physics*, 33, 4, 1482-1498.
- Boadu F. K., 1997. Fractured rock mass characterization parameters and seismic properties: Analytical studies. *Journal of Applied Geophysics*, 36, 1-19.
- Cessaro R.K., 1994. Sources of Primary and Secondary Microseisms. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 84, 1, 142-148.
- Gutenberg, 1958. Two types of microseisms. *JGR*, 63, 3, 595-597.
- Jones G.M. and Jovanovich D.B., 1985. A ray inversion method for refraction analysis. *Geophysics*, 50, 11, 1701-1720. <https://doi.org/10.1190/1.1441861>.
- Kahraman S., 2002. The effects of fracture roughness on P-wave velocity. *Engineering Geology*, 63, 347-350.
- Klimentos T. & McCann C., 1990. Relationships among compressional wave attenuation, porosity, clay content, and permeability in sandstones. *Geophysics*, 55, 8, 998-1014.
- Kovallis B. J., Jones L. E. & Wang H. F., 1984. Velocity Porosity Clay content systematics of poorly consolidated sandstones. *Journal of Geophysical Research*, 89, B12, 10355-10364.
- Liu Z., Rector J. W., Nihei K. T., Tomusa L., Myer L. R. & Nakagawa S., 2001. Extensional wave attenuation and velocity in partially-saturated sand in the sonic frequency range. *EG Technical Program Expanded Abstracts 2001*, 1808-1811. DOI:10.1190/1.1816479.
- Watanabe T. & Sassa K., 1995. Velocity and amplitude of P-waves transmitted through fractured zones composed of multiple thin low-velocity layers. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 32, 4, 313-324.
- Wyllie M. R., Gregory A. R. & Gardner G. H., 1956. Elastic wave velocities in heterogeneous and porous media. *Geophysics*, 21, 1, 41-70.
- Wyllie M. R., Gregory A. R. & Gardner G. H., 1962. Studies of elastic wave attenuation in porous media. *Geophysics*, 27, 3, 569-589.
- Wyllie M. R., Gregory A. R., & Gardner G. H., 1963. Addendum to "Studies of elastic wave attenuation in porous media". *Geophysics*, 28, 6, 1074-1074.
- Wyllie M. R., Gregory, A. R. & Gardner G. H., 1985. An experimental investigation of factors affecting elastic wave velocities in porous media. *Geophysics*, 23, 3, 459-493.

ALLEGATI



TEST REPORT

1/4

MASW

CLIENTE:	ENEL Spa		
LAVORO:	CENTRALE DI MONTALTO DI CASTRO - Progetto Nuovi TG INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE IN SITO E PROVE DI LABORATORIO (2020)		
UBICAZIONE:	Centrale elettrica "Alessandro Volta", Montalto di Castro (VT)		
NOME TEST:	MASW 101		
DATA DI ESECUZIONE	29/09/2020		
COORDINATE	X	708642.12 m E	
	Y	4692869.44 m N	





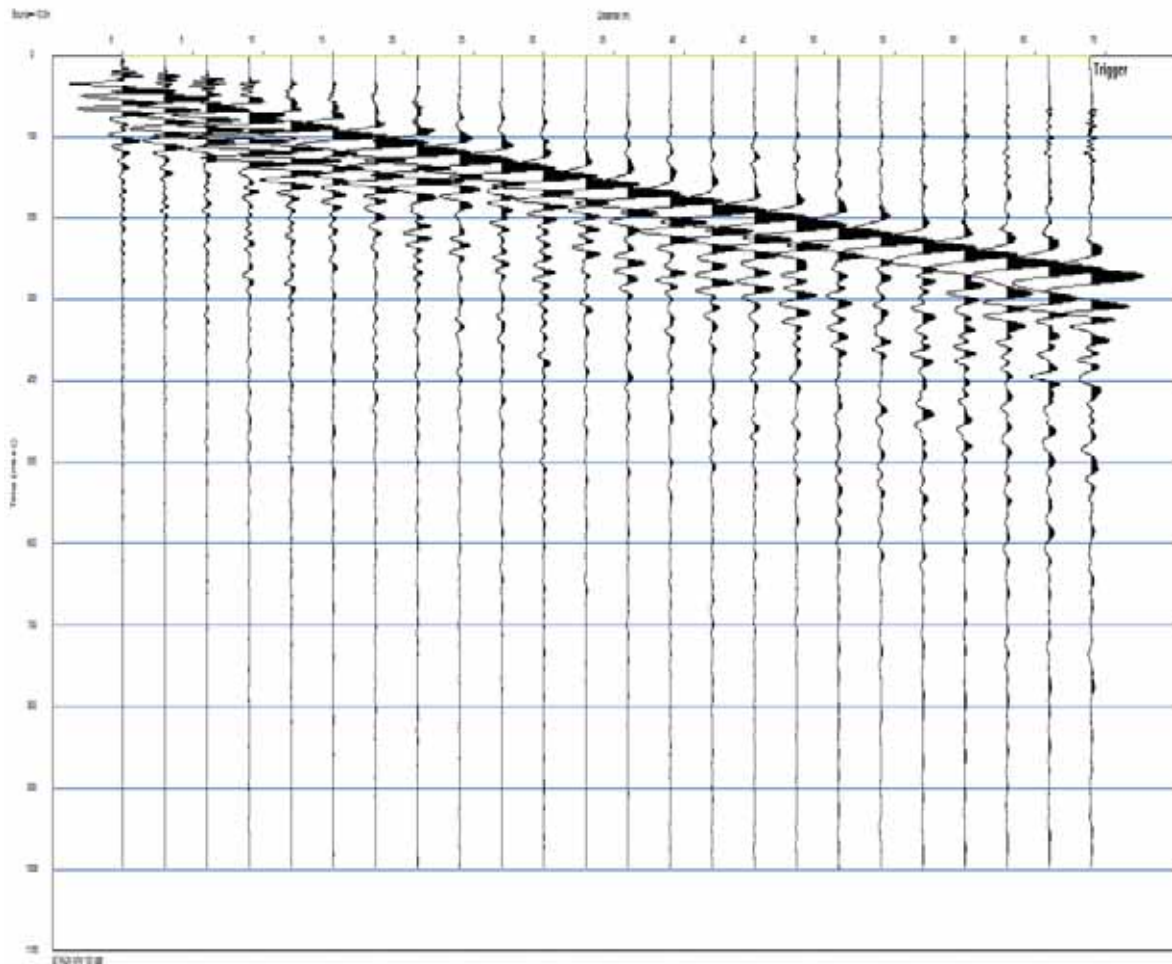
TEST REPORT

2/4

MASW

CLIENTE:	ENEL Spa		
LAVORO:	CENTRALE DI MONTALTO DI CASTRO - Progetto Nuovi TG INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE IN SITO E PROVE DI LABORATORIO (2020)		
UBICAZIONE:	Centrale elettrica "Alessandro Volta", Montalto di Castro (VT)		
NOME TEST:	MASW 101		
DATA DI ESECUZIONE	29/09/2020		
COORDINATE	Y	708642.12 m E	
	X	4692869.44 m N	

SISMOGRAMMA





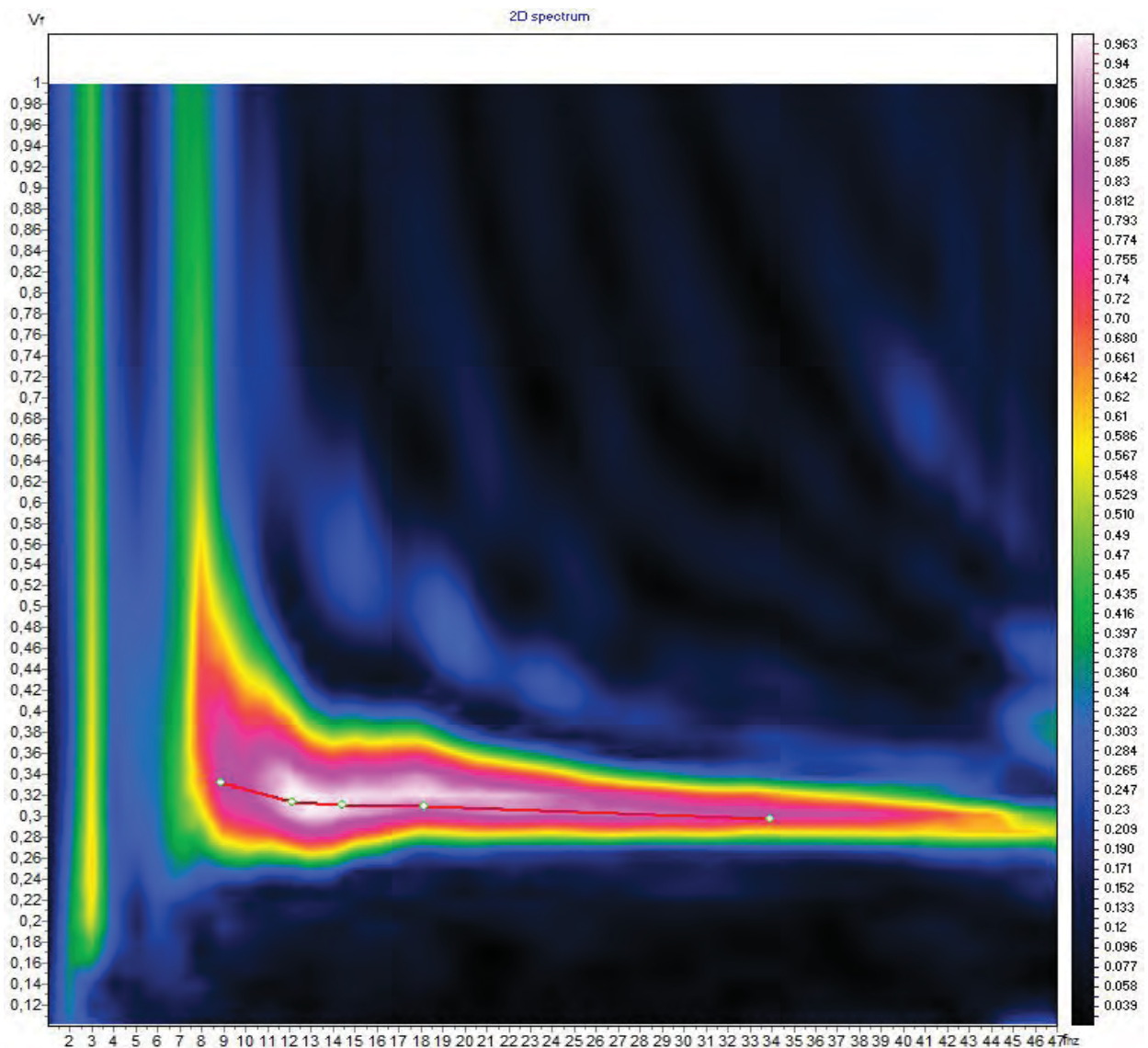
TEST REPORT

3/4

MASW

CLIENTE:	ENEL Spa		
LAVORO:	CENTRALE DI MONTALTO DI CASTRO - Progetto Nuovi TG INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE IN SITO E PROVE DI LABORATORIO (2020)		
UBICAZIONE:	Centrale elettrica "Alessandro Volta", Montalto di Castro (VT)		
NOME TEST:	MASW 101		
DATA DI ESECUZIONE	29/09/2020		
COORDINATE	Y	708642.12 m E	
	X	4692869.44 m N	

SPETTRO OSSERVATO E CURVA DI DISPERSIONE





TEST REPORT

4/4

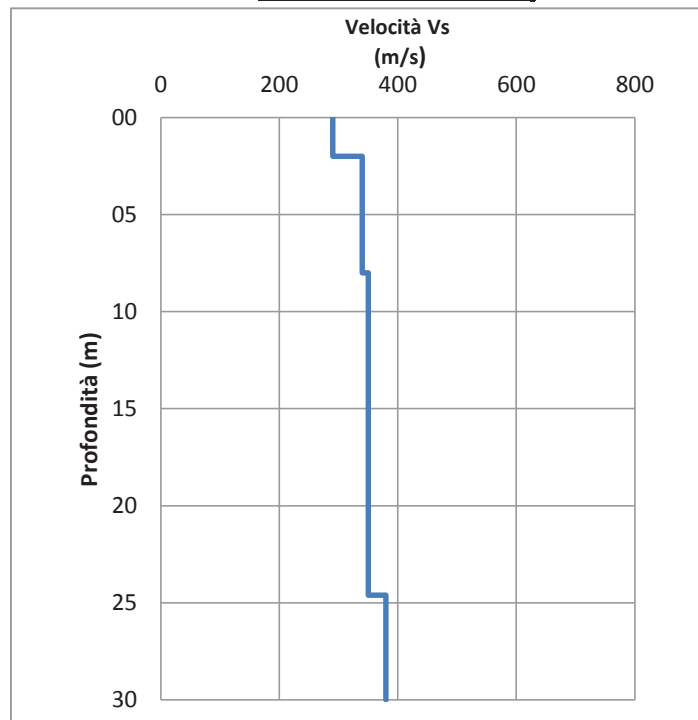
MASW

CLIENTE:	ENEL Spa		
LAVORO:	CENTRALE DI MONTALTO DI CASTRO - Progetto Nuovi TG INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE IN SITO E PROVE DI LABORATORIO (2020)		
UBICAZIONE:	Centrale elettrica "Alessandro Volta", Montalto di Castro (VT)		
NOME TEST:	MASW 101		
DATA DI ESECUZIONE	29/09/2020		
COORDINATE	Y	708642.12 m E	
	X	4692869.44 m N	

GRAFICO & TABELLA Vs - h

Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)
1	0.00	2.00	2.00	290.00
2	2.00	8.00	6.00	340.00
3	8.00	24.60	16.60	350.00
4	24.60	inf.	inf.	380.00

Vs eq (0 - 30) **348**
Suolo **C**





TEST REPORT

1/4


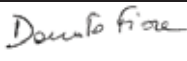

MASW

CLIENTE:	ENEL Spa	
LAVORO:	CENTRALE DI MONTALTO DI CASTRO - Progetto Nuovi TG INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE IN SITO E PROVE DI LABORATORIO (2020)	
UBICAZIONE:	Centrale elettrica "Alessandro Volta", Montalto di Castro (VT)	
NOME TEST:	MASW 103	
DATA DI ESECUZIONE	29/09/2020	
COORDINATE	X	708584.68 m E
	Y	4692774.23 m N



CENTRALE DI MONTALTO DI CASTRO - Progetto Nuovi TG INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE IN SITO E PROVE DI LABORATORIO (2020)

HVSR 100

Emissione	Data	Elaborato	Verificato	Approvato
Rev. 00	19/10/2020	Marco Taddeo	Donato Fiore	Massimo De Iasi
				

AVELLINO DEPARTMENT
Via Campo di Fiume, 13 – 83030 Montefredane (AV)
Tel.: +39 0825 24353 - Fax.: +39 0825 248705

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648 - Capitale sociale 7.144.000,00 euro
Sede Legale: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it

Ubicazione



Foto Acquisizione



WGS84 Fuso 32T	
708622.40 m E	4692798.06 m N

ENEL MONTALTO DI CASTRO, MONTALTO DI CASTRO HVSr 100

Instrument: TE3-0338/02-17

Data format: 16 bit

Full scale [mV]: 51

Start recording: 29/09/2020 13:52:32 End recording: 29/09/2020 14:32:32

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; north south; east west ; up down ; Y + Y - ; X+ X- ; Z+ Z-

GPS data not available

Trace length: 0h40'00". Analyzed 91% trace (automatic window selection)

Sampling rate: 128 Hz

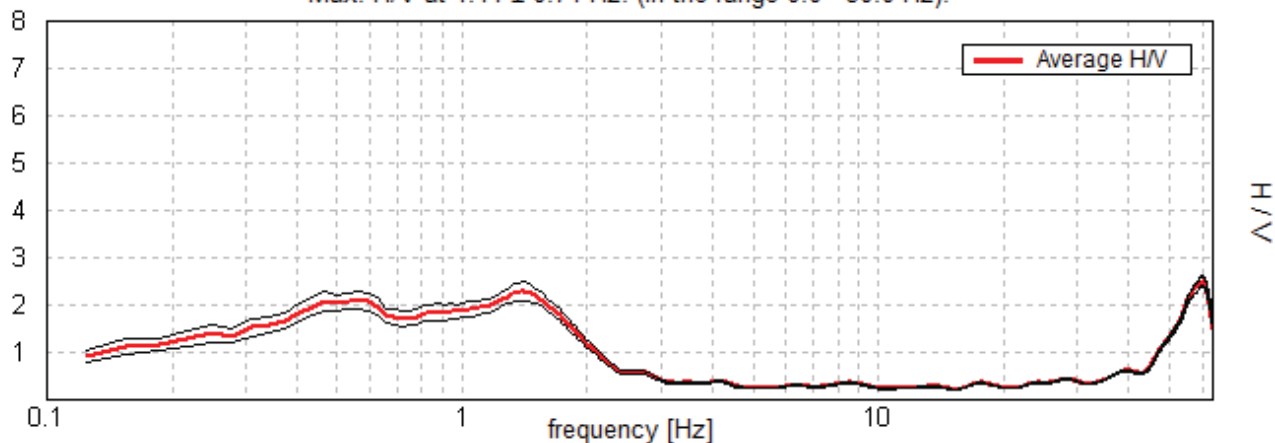
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

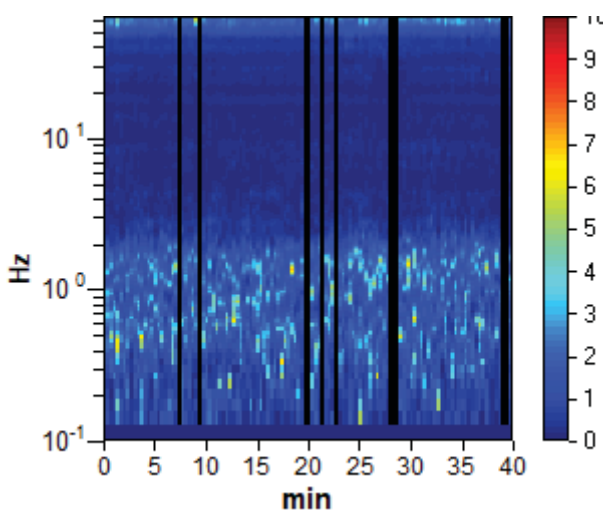
Smoothing: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

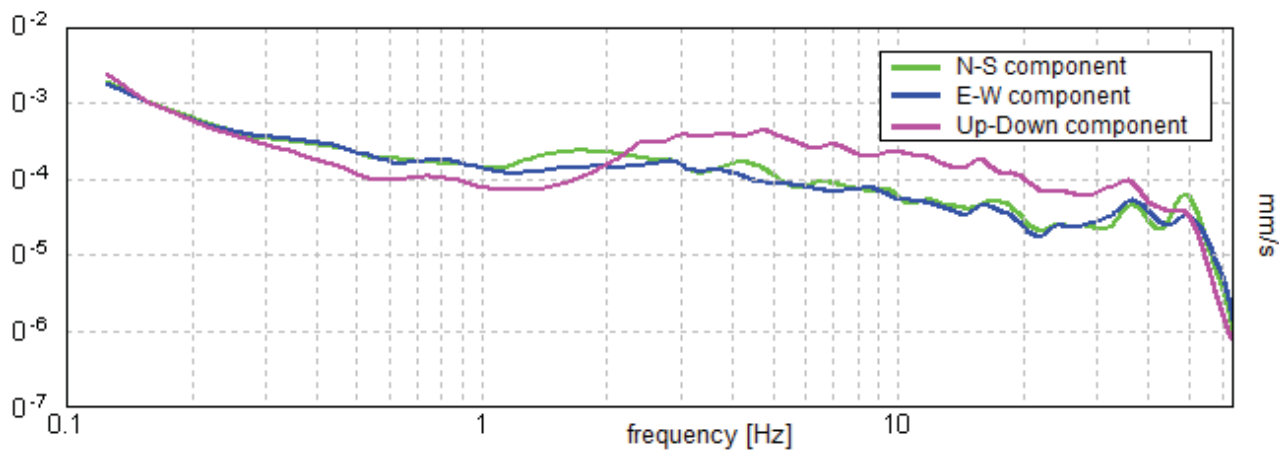
Max. H/V at 1.41 ± 0.71 Hz. (In the range 0.0 - 50.0 Hz).



SERIE TEMPORALE H/V

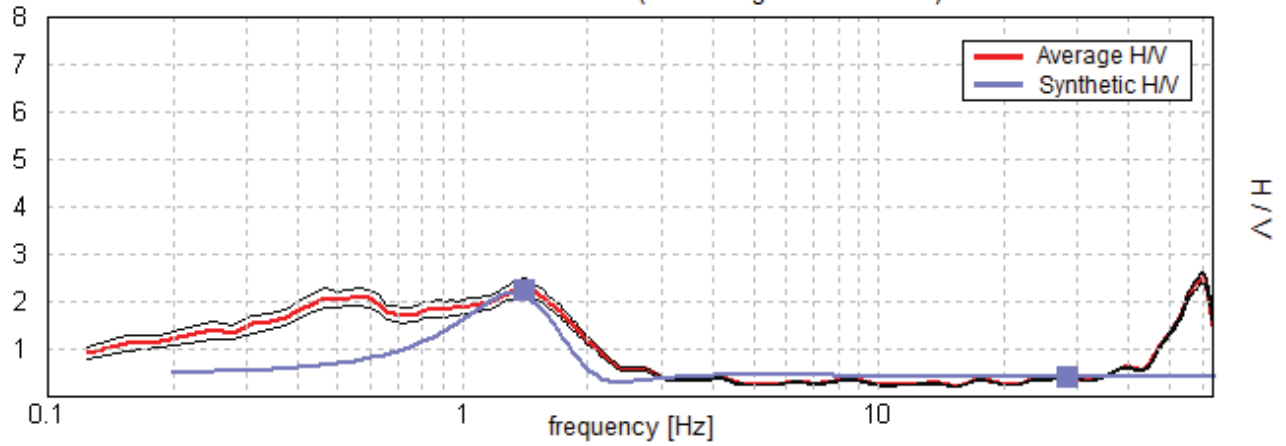


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

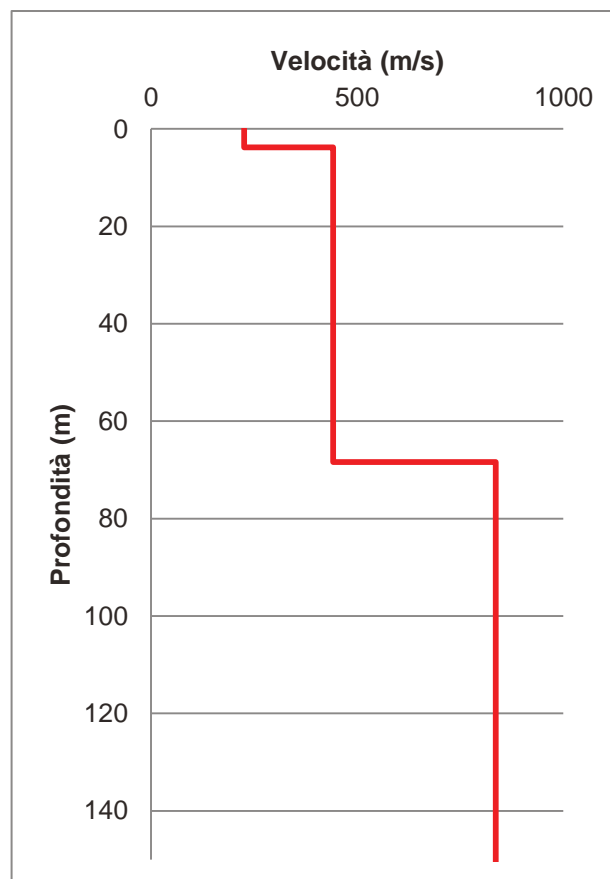


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at 1.41 ± 0.71 Hz. (In the range 0.0 - 50.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
3.80	3.80	226	0.42
68.40	64.6	442	0.42
inf.	inf.	836	0.45



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 1.41 ± 0.71 Hz (in the range 0.0 - 50.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.00 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$4800.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 97 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.781 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.156 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$6.82 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03375 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.06751 < 0.1$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.389 < 1.58$	OK	


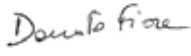

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

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

CENTRALE DI MONTALTO DI CASTRO - Progetto Nuovi TG INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE IN SITO E PROVE DI LABORATORIO (2020)

HVSR 101

Emissione	Data	Elaborato	Verificato	Approvato
Rev. 00	19/10/2020	Marco Taddeo	Donato Fiore	Massimo De Iasi
				

AVELLINO DEPARTMENT
Via Campo di Fiume, 13 – 83030 Montefredane (AV)
Tel.: +39 0825 24353 - Fax.: +39 0825 248705

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648 - Capitale sociale 7.144.000,00 euro
Sede Legale: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it

Ubicazione



Foto Acquisizione



WGS84 Fuso 32T	
708642.12 m E	4692869.44 m N

ENEL MONTALTO DI CASTRO, MONTALTO DI CASTRO HVSR 101

Instrument: TE3-0338/02-17

Data format: 16 bit

Full scale [mV]: 51

Start recording: 30/09/2020 09:09:22 End recording: 30/09/2020 09:49:22

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; north south; east west ; up down ; Y + Y - ; X+ X- ; Z+ Z-

GPS data not available

Trace length: 0h40'00". Analyzed 95% trace (automatic window selection)

Sampling rate: 128 Hz

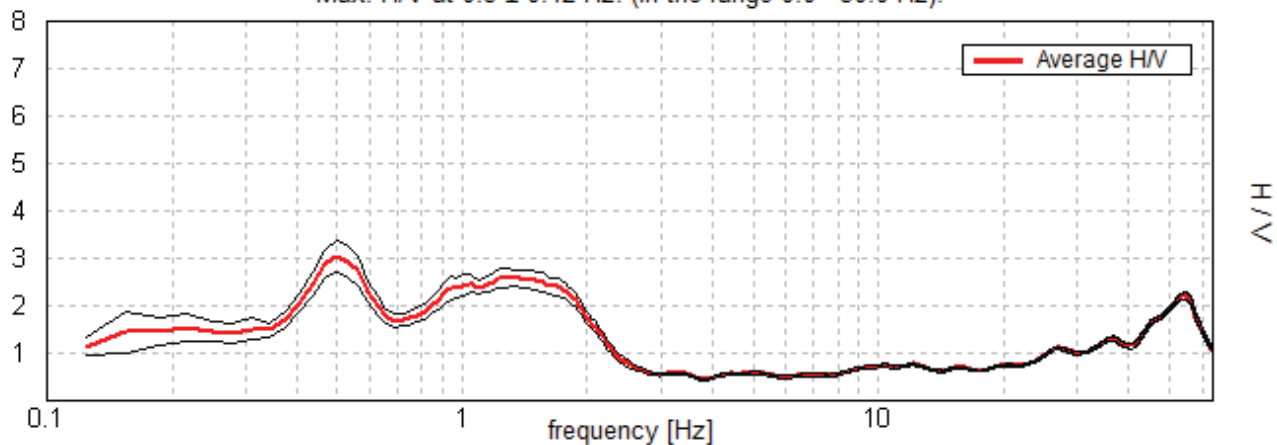
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

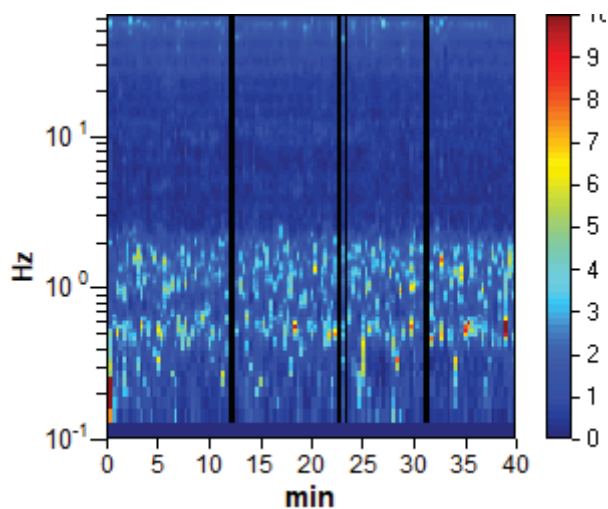
Smoothing: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

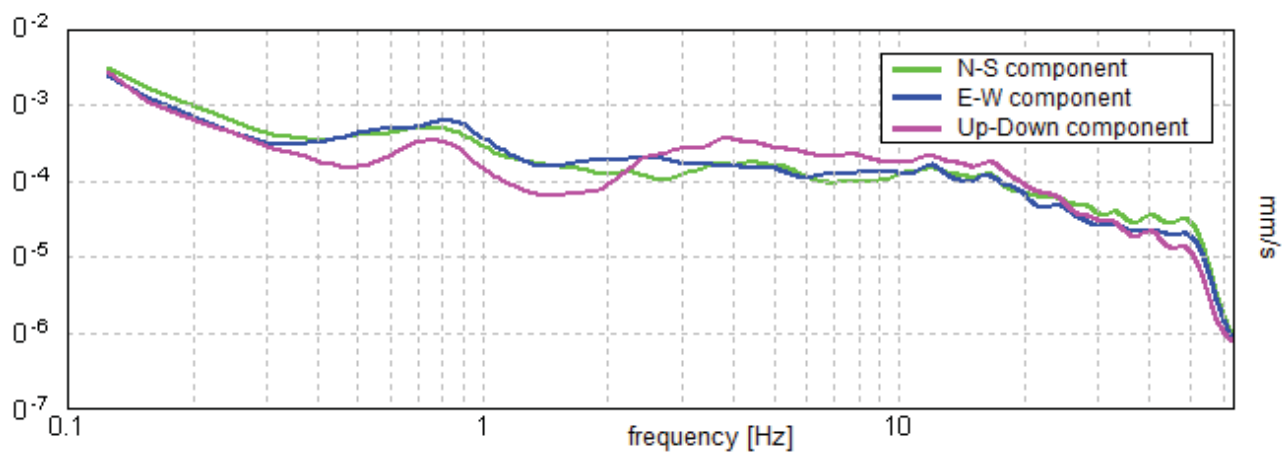
Max. H/V at 0.5 ± 0.12 Hz. (In the range 0.0 - 50.0 Hz).



SERIE TEMPORALE H/V

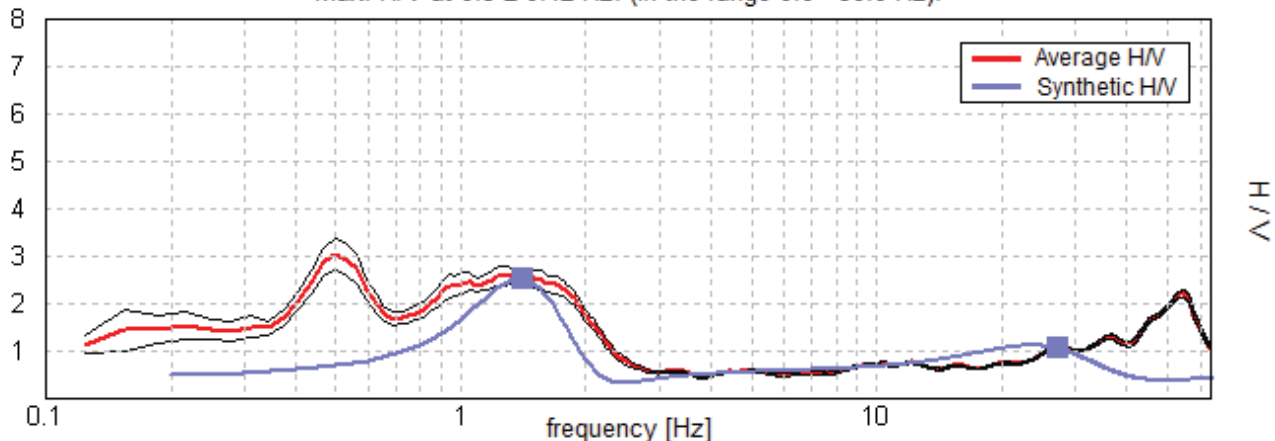


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

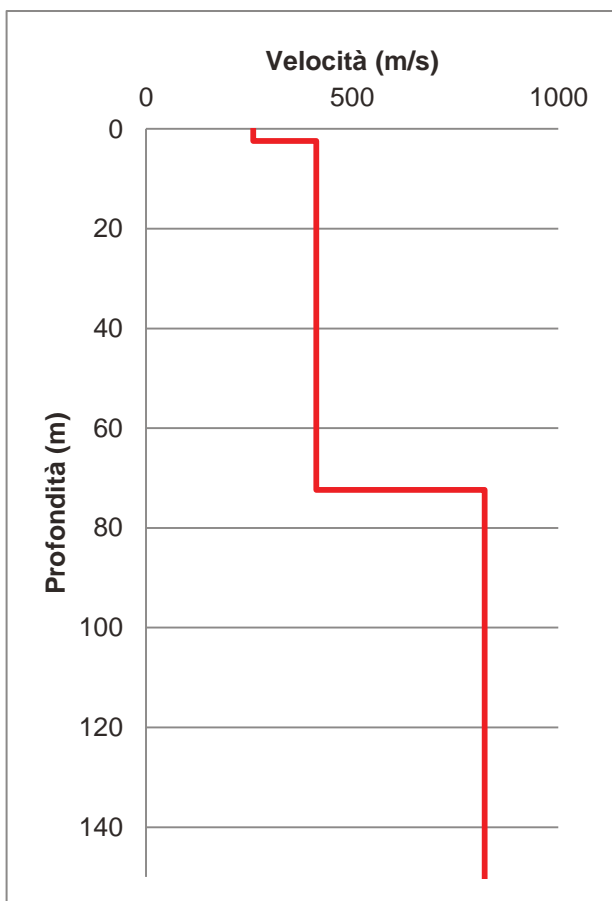


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at 0.5 ± 0.12 Hz. (In the range 0.0 - 50.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
2.40	2.40	260	0.42
72.40	70.00	413	0.42
inf.	inf.	821	0.45



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 0.5 ± 0.12 Hz (in the range 0.0 - 50.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.00 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$4800.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 97 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.781 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.156 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$6.82 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03375 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.06751 < 0.1$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.389 < 1.58$	OK	


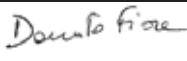

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

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

CENTRALE DI MONTALTO DI CASTRO - Progetto Nuovi TG INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE IN SITO E PROVE DI LABORATORIO (2020)

HVSR 103

Emissione	Data	Elaborato	Verificato	Approvato
Rev. 00	19/10/2020	Marco Taddeo	Donato Fiore	Massimo De Iasi
				

AVELLINO DEPARTMENT
Via Campo di Fiume, 13 – 83030 Montefredane (AV)
Tel.: +39 0825 24353 - Fax.: +39 0825 248705

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648 - Capitale sociale 7.144.000,00 euro
Sede Legale: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it

Ubicazione



Foto Acquisizione



WGS84 Fuso 32T	
708584.68 m E	4692774.23 m N

ENEL MONTALTO DI CASTRO, MONTALTO DI CASTRO HVSr 103

Instrument: TE3-0338/02-17

Data format: 16 bit

Full scale [mV]: 51

Start recording: 29/09/2020 12:47:12 End recording: 29/09/2020 13:27:12

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; north south; east west ; up down ; Y + Y - ; X+ X - ; Z+ Z -

GPS data not available

Trace length: 0h40'00". Analyzed 92% trace (automatic window selection)

Sampling rate: 128 Hz

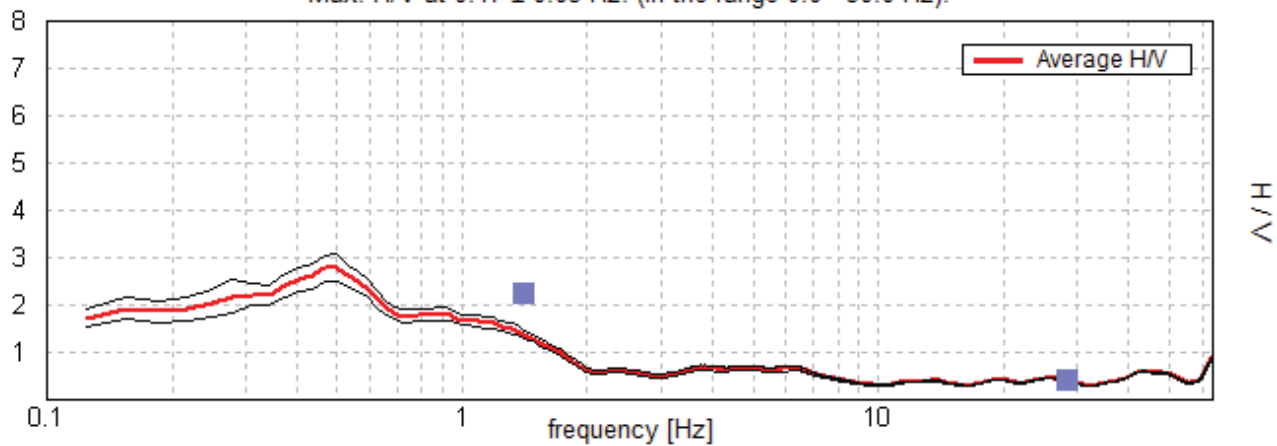
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

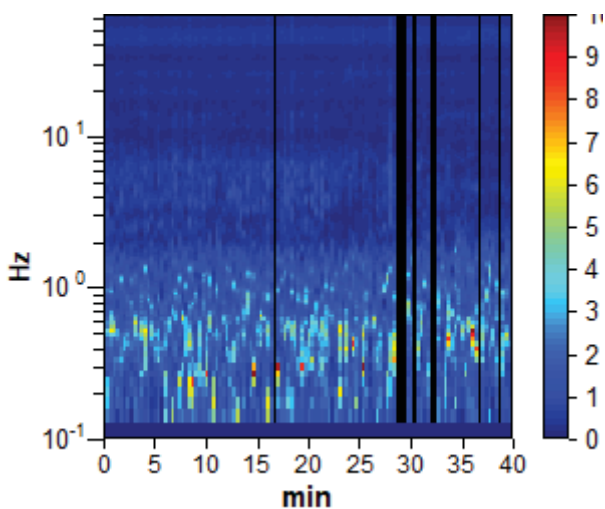
Smoothing: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

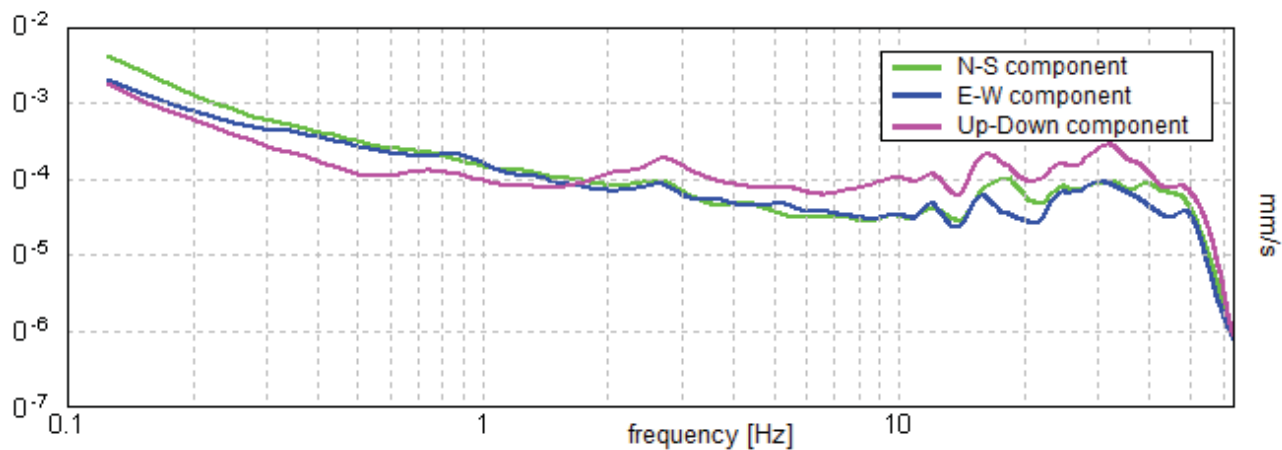
Max. H/V at 0.47 ± 0.03 Hz. (In the range 0.0 - 50.0 Hz).



SERIE TEMPORALE H/V

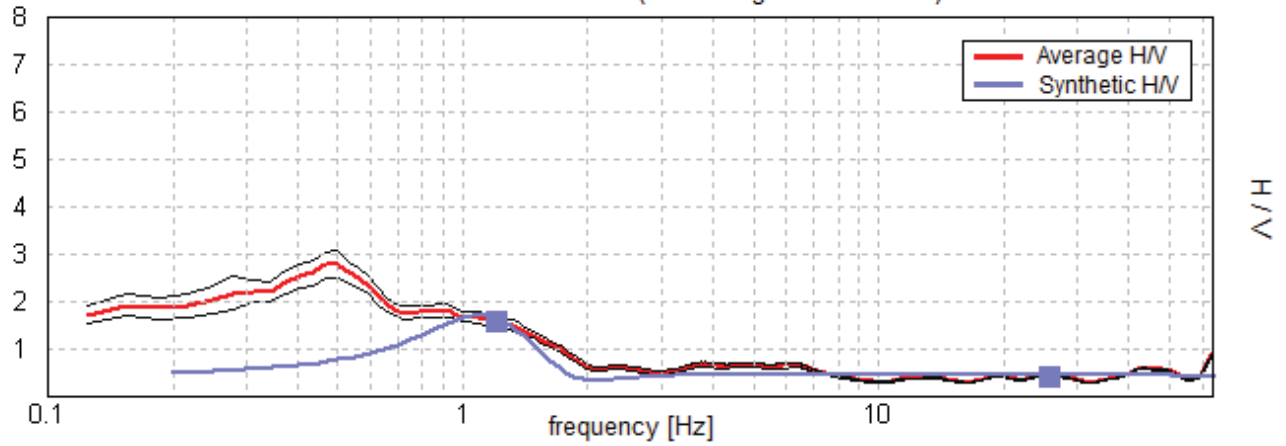


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

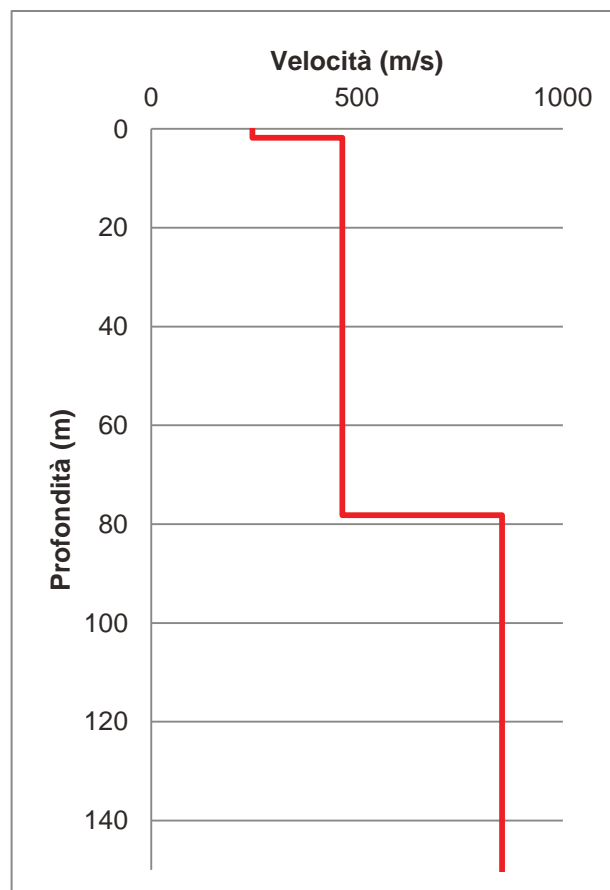


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at 0.47 ± 0.03 Hz. (In the range 0.0 - 50.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
1.80	1.80	246	0.42
78.20	76.4	464	0.42
inf.	inf.	852	0.45



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 0.47 ± 0.03 Hz (in the range 0.0 - 50.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.00 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$4800.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 97 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.781 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.156 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$6.82 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03375 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.06751 < 0.1$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.389 < 1.58$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

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

**SOCOTEC****TEST REPORT - PROVA DEVIOMETRICA**

1/2

CLIENTE:	ENELSpa
LAVORO:	CENTRALE DI MONTALTO DI CASTRO - Progetto Nuovi TG INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE IN SITO E PROVE DI LABORATORIO (2020)
UBICAZIONE:	Centrale elettrica "Alessandro Volta", Montalto di Castro (VT)
DENOMINAZIONE FORO:	CH100 S
DATA:	30/09/2020

Depth [m]	Probe Readings			Deviation		TVD [m]	Coordinates		
	East [m]	North [m]	azimuth [°]	East [m]	North [m]		East [m]	North [m]	Elevation [m]
0.0				0.00	0.00	0.000	708610.340	4692800.850	55.900
1.0	0	0	358	0.00	0.00	-1.000	708610.340	4692800.850	54.900
2.0	-0.2	0	351	0.00	0.00	-2.000	708610.343	4692800.851	53.900
3.0	-0.2	0	347	0.01	0.00	-3.000	708610.347	4692800.851	52.900
4.0	-0.3	0	346	0.01	0.00	-4.000	708610.352	4692800.853	51.900
5.0	0	0	327	0.01	0.00	-5.000	708610.352	4692800.853	50.900
6.0	0	0	350	0.01	0.00	-6.000	708610.352	4692800.853	49.900
7.0	0	0	340	0.01	0.00	-7.000	708610.352	4692800.853	48.900
8.0	0	0	317	0.01	0.00	-8.000	708610.352	4692800.853	47.900
9.0	0	0	277	0.01	0.00	-9.000	708610.352	4692800.853	46.900
10.0	0	0	261	0.01	0.00	-10.000	708610.352	4692800.853	45.900
11.0	0	0	253	0.01	0.00	-11.000	708610.352	4692800.853	44.900
12.0	-0.1	0	339	0.01	0.00	-12.000	708610.354	4692800.853	43.900
13.0	-0.2	0	285	0.01	0.01	-13.000	708610.354	4692800.857	42.900
14.0	0	0	260	0.01	0.01	-14.000	708610.354	4692800.857	41.900
15.0	0	0	320	0.01	0.01	-15.000	708610.354	4692800.857	40.900
16.0	-0.1	0	300	0.02	0.01	-16.000	708610.355	4692800.858	39.900
17.0	0	0	269	0.02	0.01	-17.000	708610.355	4692800.858	38.900
18.0	0	1	261	0.03	0.01	-18.000	708610.373	4692800.861	37.900
19.0	0	1	256	0.05	0.02	-19.000	708610.390	4692800.865	36.900
20.0	0	1	258	0.07	0.02	-20.000	708610.407	4692800.869	35.900
21.0	-0.3	0	259	0.07	0.02	-20.999	708610.406	4692800.874	34.901
22.0	-0.1	0	304	0.07	0.03	-21.999	708610.407	4692800.875	33.901
23.0	-0.1	1	256	0.08	0.03	-22.999	708610.423	4692800.881	32.901
24.0	0	1	305	0.10	0.02	-23.999	708610.437	4692800.871	31.901
25.0	-0.4	1	270	0.11	0.03	-24.999	708610.455	4692800.878	30.901
26.0	0	0	338	0.11	0.03	-25.999	708610.455	4692800.878	29.901
27.0	0	1	340	0.12	0.01	-26.999	708610.461	4692800.862	28.901
28.0	-0.6	0	316	0.13	0.02	-27.999	708610.468	4692800.869	27.901
29.0	-0.1	0	312	0.13	0.02	-28.999	708610.469	4692800.870	26.901
30.0	0	0	320	0.13	0.02	-29.999	708610.469	4692800.870	25.901
31.0	0	0	269	0.13	0.02	-30.999	708610.469	4692800.870	24.901
32.0	0	1	338	0.14	0.00	-31.999	708610.476	4692800.854	23.901
33.0	0	1	337	0.14	-0.01	-32.998	708610.483	4692800.838	22.902
34.0	0	1	340	0.15	-0.03	-33.998	708610.489	4692800.822	21.902
35.0	0	1	325	0.16	-0.04	-34.998	708610.499	4692800.807	20.902
36.0	0	1	345	0.16	-0.06	-35.998	708610.503	4692800.791	19.902
37.0	0	1	246	0.18	-0.05	-36.998	708610.519	4692800.798	18.902
38.0	-0.1	1	327	0.19	-0.07	-37.998	708610.530	4692800.784	17.902
39.0	-0.1	1	342	0.20	-0.08	-38.998	708610.537	4692800.768	16.902
40.0	-0.1	1	357	0.20	-0.10	-39.997	708610.540	4692800.751	15.903

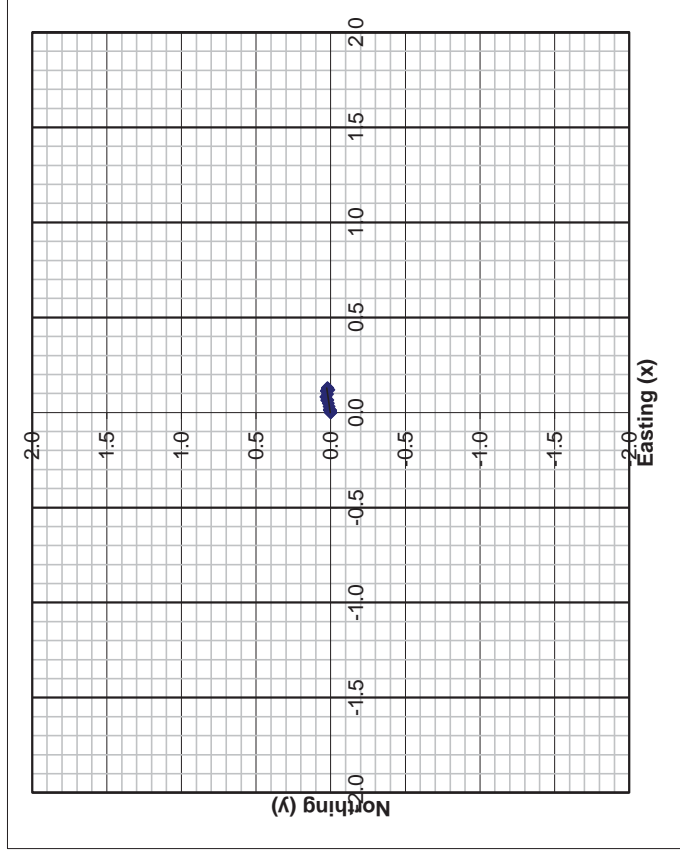
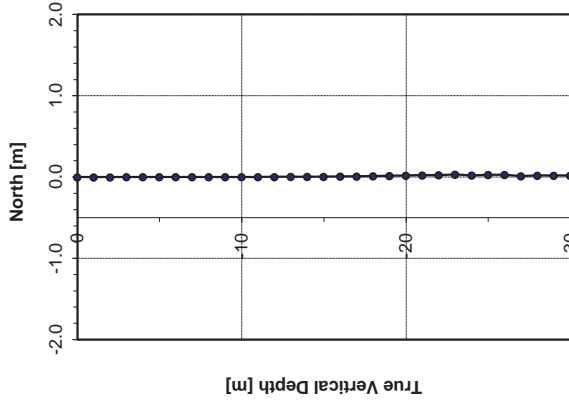
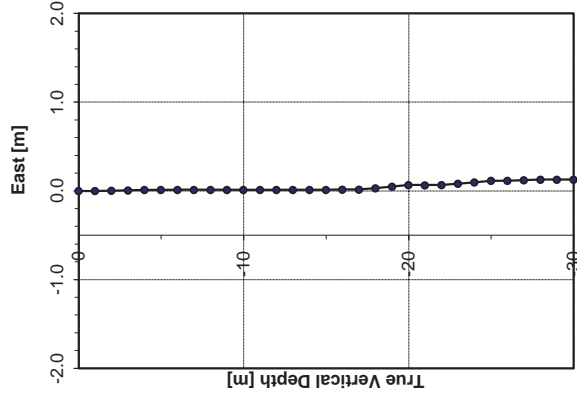


SOCOTEC

TEST REPORT - PROVA DEVIOMETRICA

1/2

CLIENTE:	ENELSpa
LAVORO:	CENTRALE DI MONTALTO DI CASTRO - Progetto Nuovi TG INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE IN SITO E PROVE DI LABORATORIO (2020)
UBICAZIONE:	Centrale elettrica "Alessandro Volta", Montalto di Castro (VT)
DENOMINAZIONE FORO:	CH100 S
DATA:	30/09/2020



**SOCOTEC****TEST REPORT - PROVA DEVIOMETRICA**

1/2

CLIENTE:	ENELSpa
LAVORO:	CENTRALE DI MONTALTO DI CASTRO - Progetto Nuovi TG INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE IN SITO E PROVE DI LABORATORIO (2020)
UBICAZIONE:	Centrale elettrica "Alessandro Volta", Montalto di Castro (VT)
DENOMINAZIONE FORO:	CH100 R
DATA:	30/09/2020

Depth [m]	Probe Readings			Deviation		TVD [m]	Coordinates		
	East [m]	North [m]	azimuth [°]	East [m]	North [m]		East [m]	North [m]	Elevation [m]
0.0				0.00	0.00	0.000	708613.800	4692797.670	55.900
1.0	0	0	306	0.00	0.00	-1.000	708613.800	4692797.670	54.900
2.0	-0.1	0	337	0.00	0.00	-2.000	708613.802	4692797.671	53.900
3.0	-0.3	0	323	0.01	0.00	-3.000	708613.806	4692797.674	52.900
4.0	-0.6	0	331	0.01	0.01	-4.000	708613.815	4692797.679	51.900
5.0	-0.3	0	342	0.02	0.01	-5.000	708613.820	4692797.681	50.900
6.0	-0.8	-0.5	299	0.02	0.03	-6.000	708613.819	4692797.697	49.900
7.0	-0.3	-0.2	310	0.02	0.03	-7.000	708613.820	4692797.703	48.900
8.0	-0.2	-0.1	301	0.02	0.04	-8.000	708613.820	4692797.707	47.900
9.0	-1	0	250	0.01	0.05	-9.000	708613.814	4692797.724	46.900
10.0	-1.1	0	289	0.02	0.07	-9.999	708613.820	4692797.742	45.901
11.0	-0.5	1	339	0.03	0.06	-10.999	708613.835	4692797.729	44.901
12.0	0	0	331	0.03	0.06	-11.999	708613.835	4692797.729	43.901
13.0	0	0	326	0.03	0.06	-12.999	708613.835	4692797.729	42.901
14.0	0	0	310	0.03	0.06	-13.999	708613.835	4692797.729	41.901
15.0	-0.5	-0.5	275	0.03	0.07	-14.999	708613.827	4692797.738	40.901
16.0	-1.4	0	261	0.02	0.09	-15.999	708613.823	4692797.762	39.901
17.0	-1	1	310	0.05	0.09	-16.999	708613.848	4692797.764	38.901
18.0	-0.3	1	325	0.06	0.08	-17.998	708613.862	4692797.753	37.902
19.0	-0.3	0	342	0.07	0.08	-18.998	708613.867	4692797.755	36.902
20.0	-0.8	1	282	0.09	0.09	-19.998	708613.887	4692797.765	35.902
21.0	-0.2	0	341	0.09	0.10	-20.998	708613.890	4692797.766	34.902
22.0	0	-0.2	315	0.09	0.10	-21.998	708613.888	4692797.768	33.902
23.0	0	-1	295	0.07	0.11	-22.998	708613.872	4692797.776	32.902
24.0	-0.6	-0.6	276	0.06	0.12	-23.998	708613.863	4692797.787	31.902
25.0	-0.9	0	261	0.06	0.13	-24.998	708613.860	4692797.803	30.902
26.0	-1.3	0	253	0.05	0.15	-25.997	708613.853	4692797.824	29.903
27.0	-0.6	1	339	0.07	0.14	-26.997	708613.869	4692797.812	28.903
28.0	0	0	321	0.07	0.14	-27.997	708613.869	4692797.812	27.903
29.0	-0.5	-0.8	278	0.06	0.15	-28.997	708613.857	4692797.822	26.903
30.0	-0.8	-0.8	273	0.04	0.17	-29.997	708613.844	4692797.837	25.903
31.0	-1.2	-0.6	260	0.03	0.19	-30.997	708613.830	4692797.856	24.903
32.0	-1.6	1	257	0.04	0.22	-31.996	708613.840	4692797.887	23.904
33.0	-1	1	296	0.06	0.22	-32.996	708613.864	4692797.895	22.904
34.0	-1.3	1	256	0.08	0.25	-33.995	708613.875	4692797.921	21.905
35.0	0.1	1	267	0.09	0.25	-34.995	708613.893	4692797.920	20.905
36.0	-0.2	-0.8	354	0.09	0.26	-35.995	708613.895	4692797.935	19.905
37.0	0.3	-0.9	349	0.09	0.28	-36.995	708613.887	4692797.949	18.905
38.0	1.2	1	260	0.11	0.26	-37.995	708613.907	4692797.931	17.905
39.0	0.2	-0.85	346	0.10	0.28	-38.995	708613.900	4692797.945	16.905
40.0	0.1	1	271	0.12	0.27	-39.994	708613.918	4692797.943	15.906

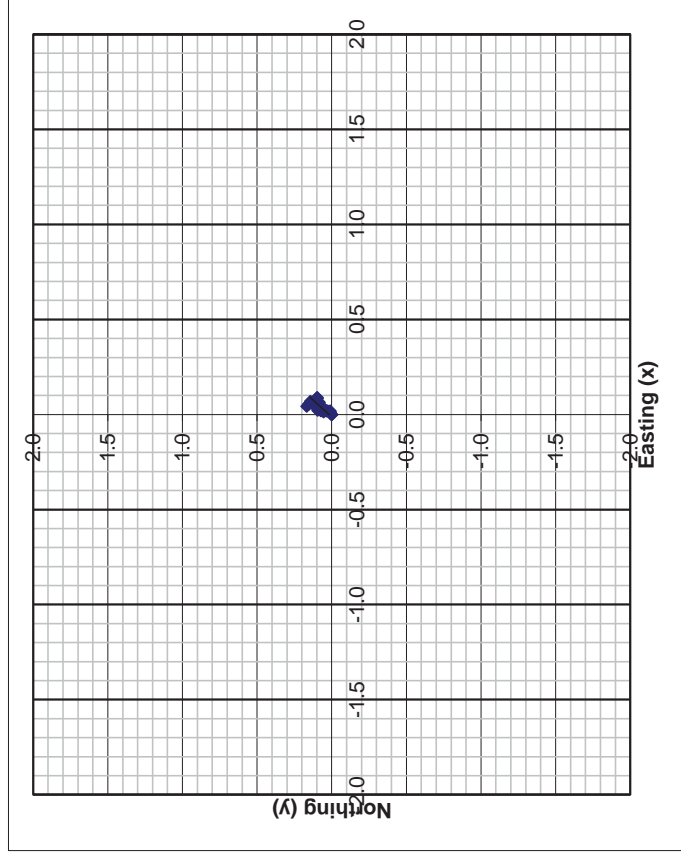
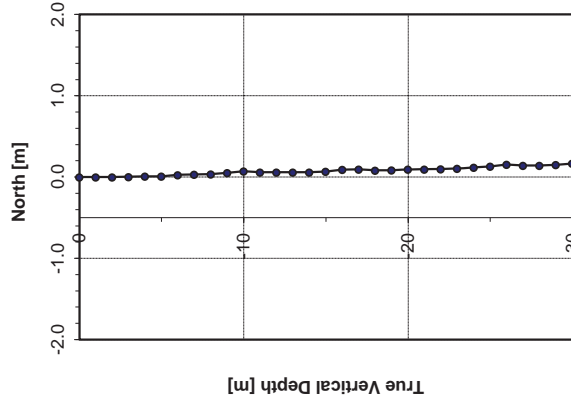
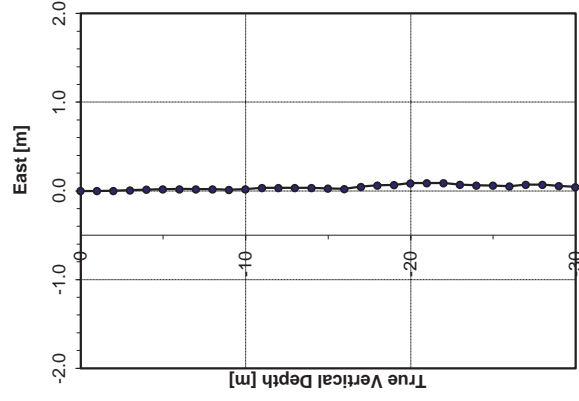


SOCOTEC

TEST REPORT - PROVA DEVIOMETRICA

1/2

CLIENTE:	ENELSpa
LAVORO:	CENTRALE DI MONTALTO DI CASTRO - Progetto Nuovi TG INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE IN SITO E PROVE DI LABORATORIO (2020)
UBICAZIONE:	Centrale elettrica "Alessandro Volta", Montalto di Castro (VT)
DENOMINAZIONE FORO:	CH100 R
DATA:	30/09/2020



**SOCOTEC****TEST REPORT**

1/3

CROSS HOLE

CLIENTE:	ENEL Spa		
LAVORO:	CENTRALE DI MONTALTO DI CASTRO - Progetto Nuovi TG INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE IN SITO E PROVE DI LABORATORIO (2020)		
UBICAZIONE:	Centrale elettrica "Alessandro Volta", Montalto di Castro (VT)		
NOME TEST:	CH 100		
DENOMINAZIONE FORI DI INDAGINE:	CH100 S, CH100 R		
DATA DI ESECUZIONE	30/09/2020		
COORDINATE UTM FORO "SORGENTE"	708610.35 mE, 4692800.85 mN		Interasse tra i fori in superficie: 4.75 m
COORDINATE UTM FORO "RICEVITORE"	708613.80 mE, 4692797.67 mN		

Profondità (m)	Interasse (m)	Onde P		Onde S		Poisson	Young (MPa)	Taglio (MPa)	Bulk (MPa)	γ (kN/m ³)
		(ms)	(m/sec)	(ms)	(m/sec)					
1.00	4.76	8.10	586.87	30.14	157.82	0.46	125.0	42.8	534.5	17.2
2.00	4.75	11.30	420.60	26.55	179.10	0.39	150.1	54.0	225.9	16.8
3.00	4.75	10.58	449.58	24.73	192.29	0.39	173.5	62.5	258.3	16.9
4.00	4.76	6.91	688.68	19.58	243.02	0.43	293.3	102.6	687.3	17.4
5.00	4.76	3.76	1267.20	16.92	281.38	0.47	432.6	146.7	2780.6	18.5
6.00	4.76	3.06	1555.29	20.67	230.13	0.49	301.4	101.2	4487.8	19.1
7.00	4.76	2.77	1715.46	21.32	223.06	0.49	288.4	96.7	5589.2	19.4
8.00	4.75	3.24	1467.34	17.29	275.04	0.48	424.5	143.2	3885.8	18.9
9.00	4.74	3.14	1512.83	15.91	298.25	0.48	500.9	169.2	4128.7	19.0
10.00	4.75	2.69	1761.56	11.93	397.85	0.47	910.4	309.0	5646.2	19.5
11.00	4.76	2.61	1822.63	9.67	492.76	0.46	1393.4	477.0	5890.1	19.6
12.00	4.76	2.88	1655.48	10.86	438.35	0.46	1085.2	371.1	4797.6	19.3
13.00	4.76	2.59	1837.48	12.14	392.32	0.48	894.0	302.8	6239.1	19.7
14.00	4.76	2.51	1894.49	13.70	347.61	0.48	709.0	239.1	6783.6	19.8
15.00	4.75	2.70	1762.81	14.24	333.58	0.48	643.8	217.3	5777.9	19.5
16.00	4.74	2.88	1647.67	13.52	350.80	0.48	701.1	237.4	4921.7	19.3
17.00	4.76	2.51	1896.44	12.42	383.47	0.48	860.7	291.1	6730.4	19.8
18.00	4.76	2.23	2140.62	10.86	438.65	0.48	1153.6	390.2	8773.0	20.3
19.00	4.75	2.40	1976.72	11.38	417.67	0.48	1028.0	348.1	7332.5	20.0
20.00	4.76	2.49	1912.80	12.05	394.76	0.48	913.1	308.9	6841.8	19.8
21.00	4.76	2.41	1976.90	12.50	380.79	0.48	856.8	289.3	7412.5	20.0
22.00	4.76	2.15	2214.70	12.75	373.13	0.49	845.0	284.4	9641.2	20.4
23.00	4.73	1.94	2436.41	10.13	466.35	0.48	1344.6	453.9	11785.1	20.9
24.00	4.70	2.33	2016.43	8.49	553.60	0.46	1791.8	614.0	7326.7	20.0
25.00	4.68	2.59	1805.81	11.77	397.29	0.47	912.9	309.5	5982.5	19.6
26.00	4.67	2.59	1801.25	14.00	333.31	0.48	645.6	217.8	6069.7	19.6
27.00	4.67	2.51	1860.60	15.52	301.18	0.49	531.8	178.9	6588.6	19.7
28.00	4.67	2.33	2003.76	9.83	475.05	0.47	1327.7	451.5	7431.1	20.0
29.00	4.65	2.59	1796.58	10.95	424.82	0.47	1039.9	353.6	5852.6	19.6
30.00	4.64	2.59	1790.34	10.56	438.99	0.47	1107.9	377.3	5773.1	19.6
31.00	4.62	2.77	1666.29	11.66	396.30	0.47	892.7	303.6	4962.9	19.3
32.00	4.61	2.45	1881.30	12.86	358.46	0.48	752.2	253.9	6656.0	19.8
33.00	4.62	2.33	1983.61	15.64	295.58	0.49	519.4	174.5	7623.9	20.0
34.00	4.62	2.15	2149.67	16.27	283.73	0.49	487.3	163.4	9162.6	20.3
35.00	4.62	2.28	2023.35	13.36	345.79	0.48	711.9	239.7	7887.4	20.0
36.00	4.61	2.20	2097.35	12.66	364.35	0.48	795.9	268.1	8525.9	20.2
37.00	4.59	2.13	2157.10	12.94	354.47	0.49	758.6	255.2	9112.0	20.3
38.00	4.60	2.27	2021.44	11.86	387.69	0.48	892.2	301.2	7788.3	20.0
39.00	4.58	2.05	2230.40	12.63	362.54	0.49	799.5	268.9	9820.1	20.5
40.00	4.59	2.10	2188.47	11.66	393.57	0.48	936.3	315.6	9338.4	20.4

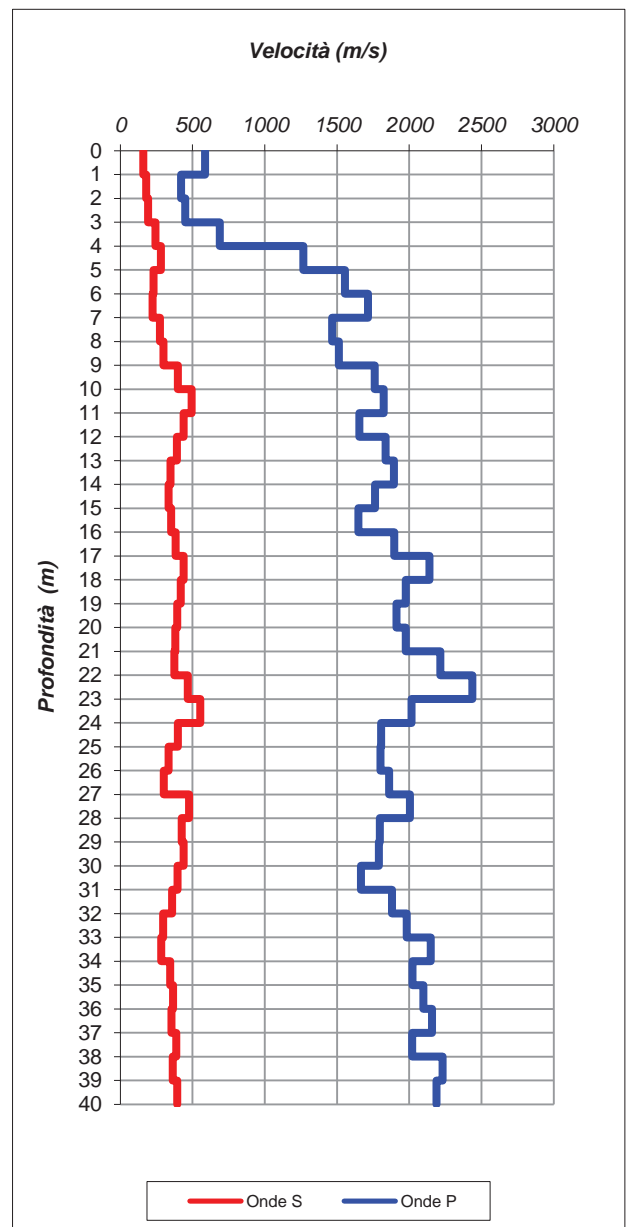
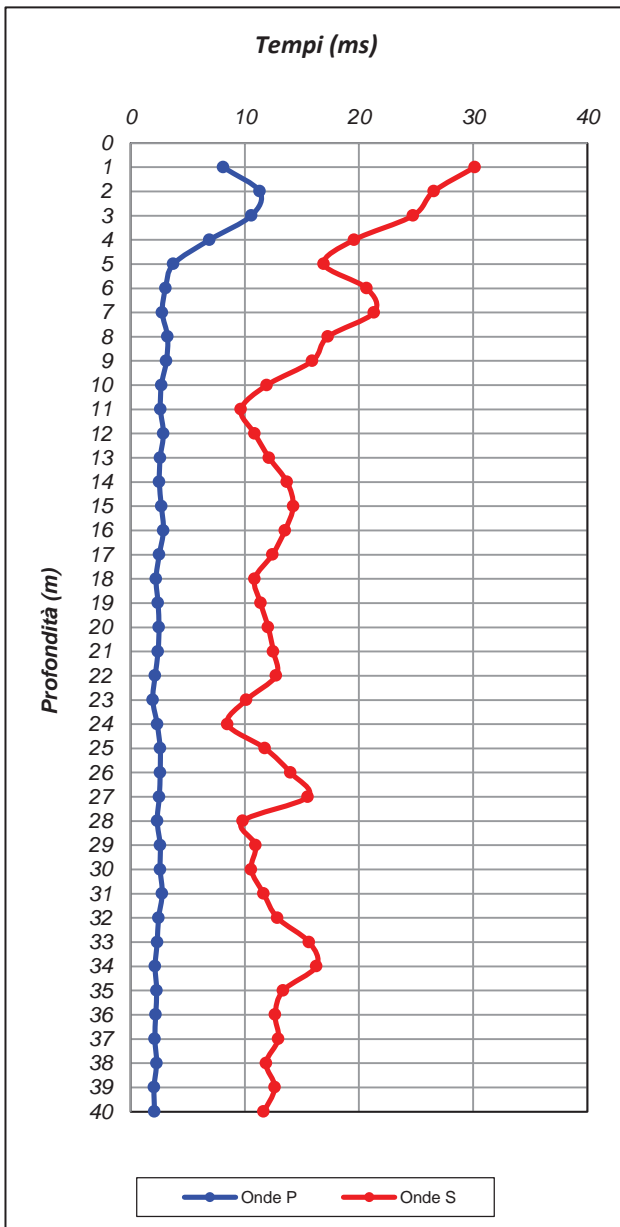


SOCOTEC

TEST REPORT

CROSS HOLE

CLIENTE:	ENEL Spa	
LAVORO:	CENTRALE DI MONTALTO DI CASTRO - Progetto Nuovi TG INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE IN SITO E PROVE DI LABORATORIO (2020)	
UBICAZIONE:	Centrale elettrica "Alessandro Volta", Montalto di Castro (VT)	
NOME TEST:	CH 100	
DENOMINAZIONE FORI DI INDAGINE:	CH100 S, CH100 R	
DATA DI ESECUZIONE	30/09/2020	
COORDINATE UTM FORO "SORGENTE"	708610.35 mE, 4692800.85 mN	Interasse tra i fori in superficie: 4.75 m
COORDINATE UTM FORO "RICEVITORE"	708613.80 mE, 4692797.67 mN	





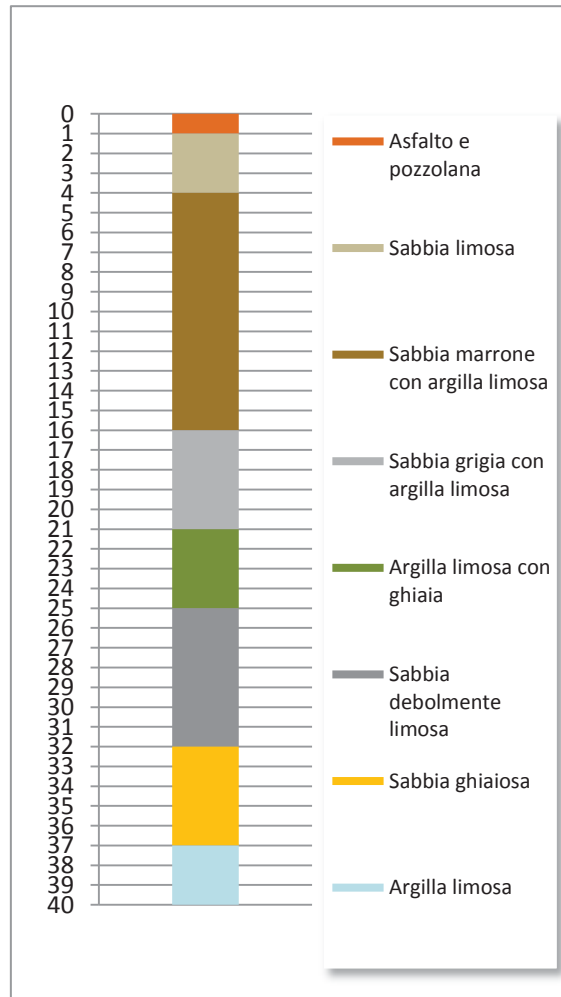
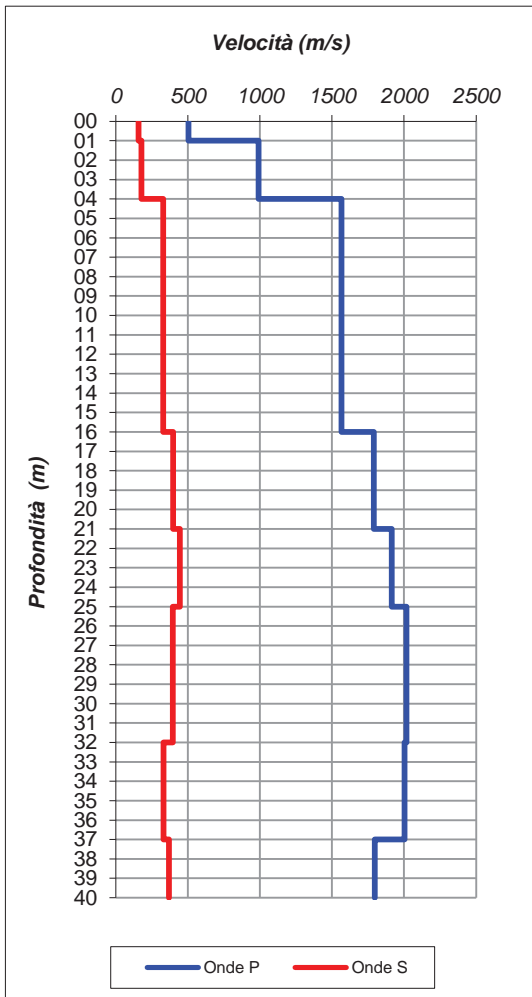
SOCOTEC

TEST REPORT

CROSS HOLE

CLIENTE:	ENEL Spa	
LAVORO:	CENTRALE DI MONTALTO DI CASTRO - Progetto Nuovi TG INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE IN SITO E PROVE DI LABORATORIO (2020)	
UBICAZIONE:	Centrale elettrica "Alessandro Volta", Montalto di Castro (VT)	
NOME TEST:	CH 100	
DENOMINAZIONE FORI DI INDAGINE:	CH100 S, CH100 R	
DATA DI ESECUZIONE	30/09/2020	
COORDINATE UTM FORO "SORGENTE"	708610.35 mE, 4692800.85 mN	Interasse tra i fori in superficie: 4.75 m
COORDINATE UTM FORO "RICEVITORE"	708613.80 mE, 4692797.67 mN	

Profondità base(m)	Onde P	Onde S	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	γ (kN/m ³)
	Velocità (m/sec)	Velocità (m/sec)					
1.00	503.74	157.82	0.45	122.48	42.36	375.08	17.0
4.00	990.19	176.40	0.48	166.02	55.95	1688.32	18.0
16.00	1565.21	329.44	0.48	613.26	207.63	4409.88	19.1
21.00	1789.07	397.07	0.47	910.03	308.68	5854.99	19.6
25.00	1914.85	443.47	0.47	1147.84	389.98	6750.86	19.8
32.00	2016.02	395.28	0.48	926.45	312.99	7724.34	20.0
37.00	2003.76	329.58	0.49	645.94	217.33	7743.34	20.0
40.00	1796.58	368.23	0.48	785.36	265.67	5969.86	19.6



ALLEGATO 3
ANALISI CHIMICHE

RAPPORTO DI PROVA n° 20LA11011 DEL 06/11/2020

COMMITTENTE : **Enel Produzione S.p.A.**
Via Carducci 1/3
20121 - Milano - Centrale di La Spezia (MI)

DATI DEL CAMPIONE :
Descrizione : **Sondaggio 102 prof. 2.00 m - CA1**

Matrice : Terreno

DATI DEL PRELIEVO :
Luogo di prelievo : **Centrale di Montalto di Castro**
Prelevato da : Personale Socotec Infrastructure
Piano di campionamento : Effettuato da Cliente
Data prelievo : 02/10/2020
Data arrivo campione : 12/10/2020
Data inizio prove : 14/10/2020
Data fine prove : 05/11/2020

Il campione sottoposto a prova ha dato i seguenti risultati:

Parametro	U.M.	Valore	I.M.	Limiti		Metodo	LQ
				min	max		
pH	unità di pH	8,6				CNR IRSA 1 Q 64 Vol 3 1985	
Solfati	mg/kg	< 50				APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	50
Carbonati	%	0,66				LABO 40 Ed.01^ (2019)	0.1
Cloruri	mg/kg	< 50				APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	50

Il parametro contrassegnato con il simbolo (E) indica che la prova è stata eseguita presso laboratorio esterno.

Le analisi, se non specificato altrimenti sono da considerarsi effettuate in unica replica sul campione tal quale.

LQ (limite di quantificazione), il risultato preceduto dal simbolo "<" indica un valore inferiore a LR (limite di rilevabilità), I.M. (incertezza di misura).

L'incertezza di misura è espressa come incertezza di misura estesa $U = k \cdot uc$ ed è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$, corrispondente a un livello di probabilità di circa il 95%.

Ove non specificato altrimenti, i campioni sono costituiti dalla frazione granulometrica inferiore a 2cm.

I risultati sono espressi riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro.

Le sommatorie dei dati inferiori al limite di rilevabilità, dove non diversamente esplicitato, sono state eseguite in conformità al Rapporto ISTISAN 04/15 secondo il criterio "Lower-Bound" ($<LR=0$).

I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a Prova.

Le registrazioni relative al campione provato verranno conservate presso il laboratorio per dieci anni.

Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto in forma parziale senza autorizzazione scritta di Socotec Italia S.r.l. .

La Responsabile del Laboratorio
Dr. Silvia Longhi
(Ord. Naz.le Biologi Sez. A n°AA_081148)



RAPPORTO DI PROVA n° 20LA11010 DEL 06/11/2020

COMMITTENTE : **Enel Produzione S.p.A.**
Via Carducci 1/3
20121 - Milano - Centrale di La Spezia (MI)

DATI DEL CAMPIONE :
Descrizione : **Sondaggio CH100 prof. 3.00 m - SCA1**

Matrice : Terreno

DATI DEL PRELIEVO :
Luogo di prelievo : **Centrale di Montalto di Castro**
Prelevato da : Personale Socotec Infrastructure
Piano di campionamento : Effettuato da Cliente
Data prelievo : 02/10/2020
Data arrivo campione : 12/10/2020
Data inizio prove : 14/10/2020
Data fine prove : 05/11/2020

Il campione sottoposto a prova ha dato i seguenti risultati:

Parametro	U.M.	Valore	I.M.	Limiti		Metodo	LQ
				min	max		
pH	unità di pH	8,6				CNR IRSA 1 Q 64 Vol 3 1985	
Solfati	mg/kg	< 50				APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	50
Carbonati	%	1,8				LABO 40 Ed.01^ (2019)	0.1
Cloruri	mg/kg	< 50				APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	50

Il parametro contrassegnato con il simbolo (E) indica che la prova è stata eseguita presso laboratorio esterno.

Le analisi, se non specificato altrimenti sono da considerarsi effettuate in unica replica sul campione tal quale.

LQ (limite di quantificazione), il risultato preceduto dal simbolo "<" indica un valore inferiore a LR (limite di rilevabilità), I.M. (incertezza di misura).

L'incertezza di misura è espressa come incertezza di misura estesa $U = k \cdot uc$ ed è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$, corrispondente a un livello di probabilità di circa il 95%.

Ove non specificato altrimenti, i campioni sono costituiti dalla frazione granulometrica inferiore a 2cm.

I risultati sono espressi riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro.

Le sommatorie dei dati inferiori al limite di rilevabilità, dove non diversamente esplicitato, sono state eseguite in conformità al Rapporto ISTISAN 04/15 secondo il criterio "Lower-Bound" ($<LR=0$).

I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a Prova.

Le registrazioni relative al campione provato verranno conservate presso il laboratorio per dieci anni.

Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto in forma parziale senza autorizzazione scritta di Socotec Italia S.r.l. .

La Responsabile del Laboratorio
Dr. Silvia Longhi
(Ord. Naz.le Biologi Sez. A n°AA_081148)



ALLEGATO 4

PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO SU CAMPIONI DA SONDAGGIO

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**
CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**
CAMPIONE: **CH100SH1 m 34.50 - 35.10**
COMMESSA: 21323FE/20
VERBALE ACC.: 526/20
DATA CONSEGNA: 28/09/20

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

alto 34.50	P.P. kPa	T.V. kPa	LUNGHEZZA (cm): 59 GRADO DI QUALITA': AGI Q5 EC 7-3 Q1																															
	165	-	DESCRIZIONE: 0-15 limo argilloso grigio 15-34 limo argilloso sabbioso 34-47 limo sabbioso grigio 47-59 limo argilloso sabbioso grigio con presenza di gusci bianchi																															
	185	-	<table border="0"> <tr><td>W naturale (%)</td><td>23.5</td></tr> <tr><td>γ naturale(Mg/m³)</td><td>1.93</td></tr> <tr><td>γ secco (Mg/m³)</td><td>1.56</td></tr> <tr><td>γ immerso (Mg/m³)</td><td>0.98</td></tr> <tr><td>porosità (%)</td><td>42</td></tr> <tr><td>indice dei vuoti</td><td>0.72</td></tr> <tr><td>grado di saturazione (%)</td><td>88</td></tr> <tr><td>massa specifica (Mg/m³)</td><td>2.685</td></tr> </table>	W naturale (%)	23.5	γ naturale(Mg/m ³)	1.93	γ secco (Mg/m ³)	1.56	γ immerso (Mg/m ³)	0.98	porosità (%)	42	indice dei vuoti	0.72	grado di saturazione (%)	88	massa specifica (Mg/m ³)	2.685															
	W naturale (%)	23.5																																
γ naturale(Mg/m ³)	1.93																																	
γ secco (Mg/m ³)	1.56																																	
γ immerso (Mg/m ³)	0.98																																	
porosità (%)	42																																	
indice dei vuoti	0.72																																	
grado di saturazione (%)	88																																	
massa specifica (Mg/m ³)	2.685																																	
130	-	PROVE ESEGUITE <table border="0"> <tr><td>Umidità Naturale</td><td>SI</td><td>Trassiale UU</td><td>-</td></tr> <tr><td>Limiti Atterberg</td><td>SI</td><td>Trassiale CIU</td><td>-</td></tr> <tr><td>Gran. Setacciatura</td><td>SI</td><td>Edometria</td><td>-</td></tr> <tr><td>Gran. Sedimentazione</td><td>SI</td><td>Taglio Diretto</td><td>SI</td></tr> <tr><td>Peso di Volume</td><td>SI</td><td>Espansione L.L.</td><td>-</td></tr> <tr><td>Peso Specifico</td><td>SI</td><td>Trassiale Cicl. + C.M.</td><td>-</td></tr> <tr><td>Analisi Chimica</td><td>-</td><td>Colonna Risonante</td><td>-</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Taglio Torsionale Cicl.</td><td>-</td></tr> </table>	Umidità Naturale	SI	Trassiale UU	-	Limiti Atterberg	SI	Trassiale CIU	-	Gran. Setacciatura	SI	Edometria	-	Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	SI	Peso di Volume	SI	Espansione L.L.	-	Peso Specifico	SI	Trassiale Cicl. + C.M.	-	Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-			Taglio Torsionale Cicl.	-
Umidità Naturale	SI	Trassiale UU	-																															
Limiti Atterberg	SI	Trassiale CIU	-																															
Gran. Setacciatura	SI	Edometria	-																															
Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	SI																															
Peso di Volume	SI	Espansione L.L.	-																															
Peso Specifico	SI	Trassiale Cicl. + C.M.	-																															
Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-																															
		Taglio Torsionale Cicl.	-																															
basso 35.10			NOTE: -																															

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UMIDITA' DI UNA TERRA

UNI EN ISO 17892-1

COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**

CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**

CAMPIONE: **CH100SH1 m 34.50 - 35.10**

COMMESSA: 21323FE/20 DURATA PROVE: 04/01 - 10/02/21

VERBALE ACC.: 526/20 DATA CONSEGNA: 28/09/20

GEO - CERT. n°: GF2101008 rev.00 del: 15/02/21

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso sabbioso grigio

cod.bilancia 480 - cod. stufa 567

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	292.7	3.24
TERRA UMIDA (g)	457.52	132.43
TERRA ESSICATA* (g)	426.47	107.53
UMDITA' DETERMINATA (%)	23.2	23.9
UMDITA' CALCOLATA (%)	=	23.5

* materiale essiccato instufa a 105 - 110 °C, fino a massa costante.

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

MASSA VOLUMICA APPARENTE

UNI EN ISO 17892-2

COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**

CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**

CAMPIONE: **CH100SH1 m 34.50 - 35.10**

COMMESSA: 21323FE/20

DURATA PROVE:

04/01 - 10/02/21

VERBALE ACC.: 526/20

DATA CONSEGNA:

28/09/20

GEO - CERT. n°: GF2101009

rev.00 del:

15/02/21

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso sabbioso grigio

cod.bilancia 480 - cod. calibro 708

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	42.78	42.82
ALTEZZA (cm)	2.01	2.01
DIAMETRO (cm)	5.99	5.99
MASSA LORDA (g)	151.38	152.62
MASSA VOLUMICA (Mg/m ³)	1.92	1.94

MEDIA (Mg/m³)	=	1.93
---------------------------------	----------	-------------

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT**Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)****Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119**

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO CON PICNOMETRO
UNI EN ISO 17892-3**

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100SH1 m 34.50 - 35.10		
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101010	rev.00 del:	15/02/21

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:**Limo argilloso sabbioso grigio**

cod.bilancia 480

determinazione	1	2
picnometro n:	(pic. 001)	(pic. 002)
terra (g):	19.00	21.57
temperatura (°C):	15.0	15.0
picnometro + acqua (g):	145.65	145.65
picnometro + terra (g):	157.58	159.17
fattore K	1.0007	1.0007
Peso specifico determinato (Mg/m³):	2.689	2.681

Peso specifico calcolato (Mg/m³):	2.685
---	--------------

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

LIMITI DI ATTERBERG (norma ASTM D4318 metodo A)

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100SH1	m 34.50 - 35.10	
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101011	rev.00 del:	15/02/21

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

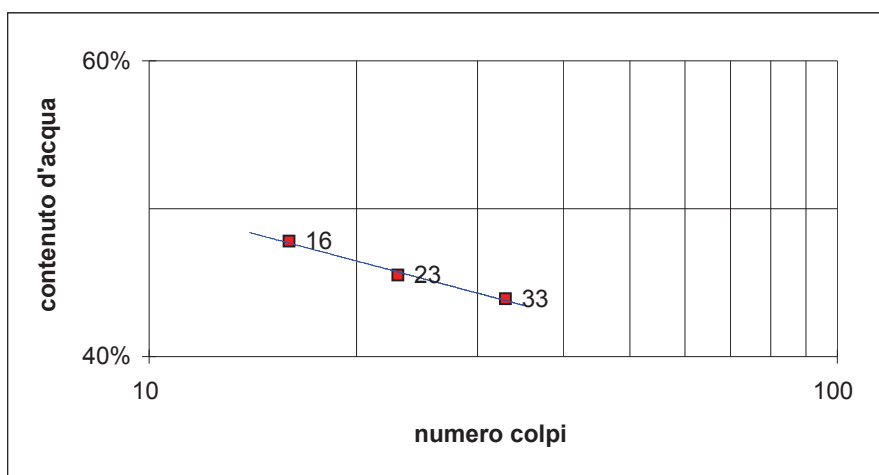
ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso sabbioso grigio

codice cucchiaino: 344; codice bilancia: 480; codice stufa: 419

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		UMIDITA'
	1	2	3	1	2	
impasto						
N° colpi	33	23	16			
massa umida+ tara (g)	20.92	21.07	21.89	13.84	13.22	457.52
massa secca+ tara (g)	15.52	15.49	15.84	11.91	11.37	426.47
acqua contenuta (g)	5.40	5.58	6.05	1.93	1.85	31.05
tara (g)	3.22	3.22	3.18	3.22	3.18	292.70
peso secco (g)	12.30	12.27	12.66	8.69	8.19	133.77
contenuto d'acqua	43.9%	45.5%	47.8%	22.2%	22.6%	23.2%

Umidità Naturale **Wn = 23%**
Limite Liquido **LL = 45%**
Limite Plastico **LP = 22%**
Indice Plastico **IP = 23%**



Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/S1

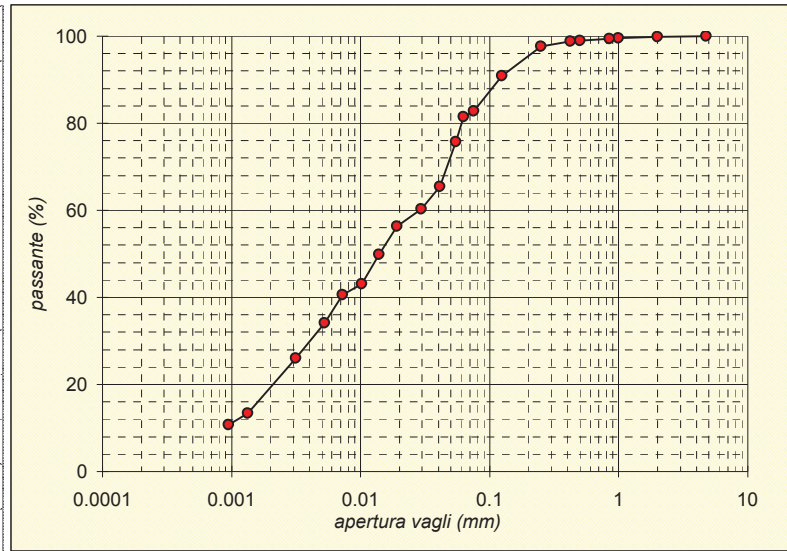
ANALISI GRANULOMETRICA (per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422			
COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalzo di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100SH1	m 34.50 - 35.10	
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101012	rev.00 del:	15/02/21

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica Codici strumentazione: bilancia 480, vasca 557, stufa 419, densimetro 151H 348, termometro 588mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso sabbioso grigio						
codici	vaglio	trattenuto	trattenuto	cum. tratt.	passante	
	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)	(%)
571	setaccio	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
572	setaccio	2	0.24	0.18	0.18	99.82
573	setaccio	1	0.28	0.21	0.39	99.61
290	setaccio	0.85	0.19	0.14	0.53	99.47
291	setaccio	0.5	0.63	0.47	1.00	99.00
292	setaccio	0.425	0.29	0.22	1.22	98.78
293	setaccio	0.250	1.58	1.18	2.40	97.60
282	setaccio	0.125	9.08	6.79	9.19	90.81
283	setaccio	0.075	10.65	7.96	17.15	82.85
286	setaccio	0.063	1.80	1.35	18.49	81.51
-	calcolato	0.0548	7.65	5.72	24.22	75.78
-	calcolato	0.0409	13.87	10.37	34.59	65.41
-	calcolato	0.0297	6.94	5.19	39.77	60.23
-	calcolato	0.0191	5.20	3.89	43.66	56.34
-	calcolato	0.0139	8.67	6.48	50.14	49.86
-	calcolato	0.0102	8.98	6.71	56.85	43.15
-	calcolato	0.0073	3.47	2.59	59.44	40.56
-	calcolato	0.0053	8.67	6.48	65.93	34.07
-	calcolato	0.0031	10.71	8.01	73.93	26.07
-	calcolato	0.0013	17.03	12.73	86.67	13.33
-	calcolato	0.0010	3.47	2.59	89.26	10.74
-	fondo	14.37	10.74	100.00	0.00	
TOTALE		133.77			φ max (mm) = 2.5	

Passante effettivo setaccio 0.063 (g) in areometro	50.02	
t° C	Tempo (s)	Letture
18.5	30	33.0
18.5	60	29.0
18.5	120	27.0
18.5	300	25.5
18.5	600	23.0
18	1200	20.5
18	2400	19.5
18	4800	17.0
17.5	14400	14.0
18	86400	9.0
18	172800	8.0
Rapporti granulometrici		
USCS		
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	0.0%	0.2%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	17.1%	18.3%
LIMO	> 2 μ	> 2 μ
	63.5%	62.2%
ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
	19.3%	19.3%



Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanovz

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagnol

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

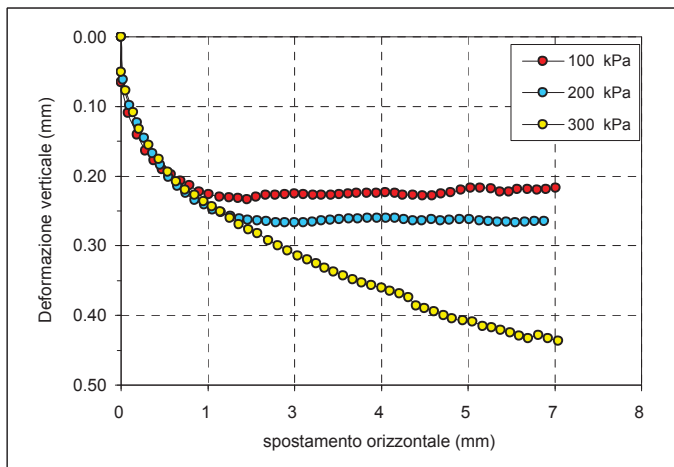
COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100SH1	m 34.50 - 35.10	
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101013	rev.00 del:	15/02/21

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

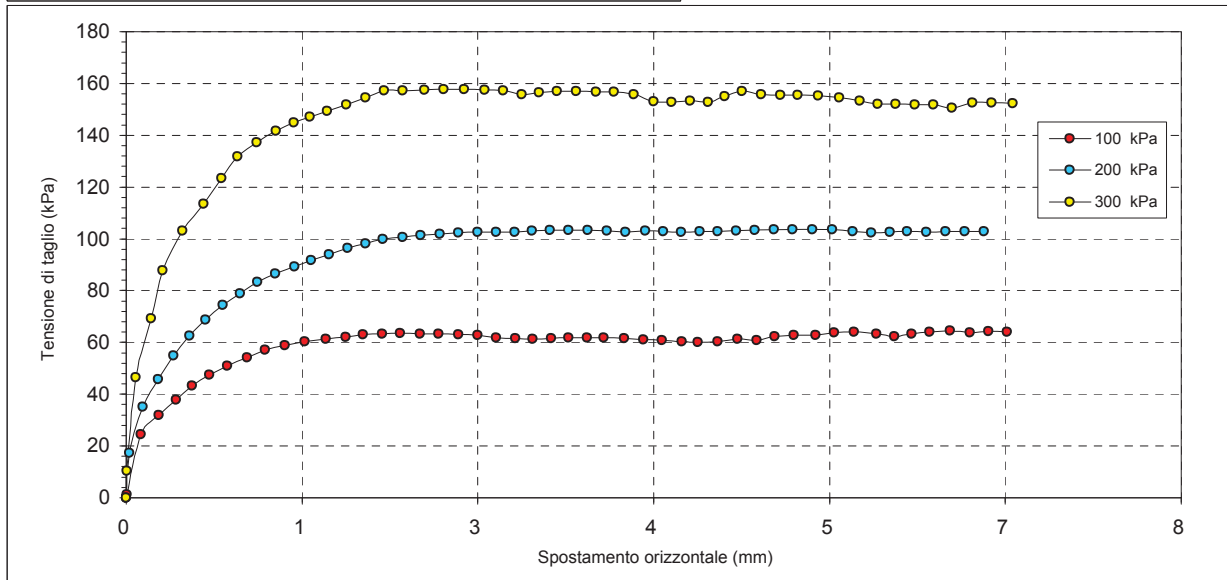
CODICI STRUMENTAZIONE: calibro 12; bilancia 480; trasduttori LVDT 540, 540, 543, 544; SG 539, 542.

Macchina:	CONTROLS T206 Electronic/T207 Digital
Prova:	CONSOLIDATA DRENATA
Dimensioni provino:	$\phi \times h = 60 \times 20$ mm
Velocità prova:	0,004 mm/min

NATURA DEL CAMPIONE: Limo argilloso sabbioso grigio



	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
σ_v (kPa)	100	200	300
W ini (%)	23.2	23.9	23.9
γ ini (Mg/m ³)	1.92	1.93	1.94
γ_d ini (Mg/m ³)	1.56	1.56	1.57
S ini (%)	86	88	90
W fin (%)	25.7	23.9	21.0
γ fin (Mg/m ³)	2.00	2.03	2.08
γ_d fin (Mg/m ³)	1.59	1.64	1.72
S fin (%)	100	100	100
G (Mg/m ³)	2.685		
H fine cons (mm)	19.518	19.358	19.193



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100SH1	m 34.50 - 35.10	
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101013	rev.00 del:	15/02/21

PROVINO 1 100 kPa			PROVINO 2 200 kPa			PROVINO 3 300 kPa		
Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.005	1.273	0.065	0.026	17.259	0.062	0.003	10.398	0.051
0.116	24.368	0.109	0.131	35.155	0.098	0.074	46.473	0.077
0.255	31.796	0.141	0.251	45.660	0.123	0.193	69.250	0.108
0.388	37.879	0.164	0.369	54.926	0.145	0.287	87.676	0.132
0.517	43.149	0.177	0.496	62.601	0.167	0.440	103.061	0.155
0.652	47.499	0.190	0.621	68.755	0.184	0.603	113.495	0.176
0.790	50.894	0.198	0.753	74.414	0.201	0.743	123.327	0.194
0.948	54.113	0.207	0.891	78.764	0.214	0.870	131.674	0.208
1.088	57.154	0.213	1.026	83.291	0.224	1.019	137.227	0.220
1.241	58.852	0.222	1.166	86.439	0.234	1.170	141.683	0.227
1.394	60.302	0.226	1.314	89.339	0.241	1.312	144.795	0.236
1.561	61.328	0.230	1.446	91.779	0.248	1.436	147.130	0.244
1.718	62.035	0.231	1.586	93.972	0.252	1.571	149.287	0.251
1.853	63.096	0.232	1.730	96.518	0.257	1.721	151.869	0.260
2.003	63.414	0.233	1.873	98.251	0.261	1.871	154.521	0.269
2.140	63.591	0.230	2.006	99.914	0.263	2.017	157.245	0.277
2.295	63.379	0.227	2.159	100.550	0.264	2.162	157.280	0.282
2.443	63.273	0.227	2.302	101.293	0.265	2.334	157.492	0.292
2.599	62.954	0.226	2.451	101.788	0.267	2.481	157.704	0.300
2.746	62.707	0.225	2.599	102.248	0.267	2.640	157.634	0.307
2.892	61.858	0.226	2.747	102.566	0.267	2.803	157.598	0.314
3.042	61.504	0.227	2.894	102.637	0.267	2.948	157.209	0.320
3.176	61.292	0.227	3.037	102.566	0.266	3.092	155.795	0.325
3.322	61.504	0.227	3.174	103.026	0.264	3.226	156.431	0.332
3.458	61.929	0.226	3.312	103.415	0.263	3.369	156.962	0.337
3.601	61.752	0.225	3.459	103.415	0.262	3.519	156.997	0.343
3.734	61.717	0.224	3.606	103.380	0.261	3.671	156.820	0.348
3.895	61.469	0.224	3.757	103.097	0.261	3.813	156.820	0.353
4.044	61.080	0.224	3.905	102.602	0.260	3.969	155.689	0.357
4.189	60.868	0.223	4.058	103.097	0.260	4.123	153.142	0.360
4.341	60.267	0.224	4.197	102.743	0.260	4.261	152.859	0.365
4.467	60.019	0.227	4.337	102.566	0.260	4.409	153.248	0.369
4.624	60.443	0.227	4.484	102.743	0.262	4.550	152.859	0.374
4.777	61.221	0.228	4.625	102.955	0.264	4.676	154.981	0.386
4.926	60.868	0.228	4.767	103.026	0.264	4.812	156.926	0.390
5.070	62.318	0.225	4.914	103.309	0.262	4.961	155.795	0.394
5.220	62.813	0.223	5.062	103.521	0.264	5.114	155.582	0.400
5.390	62.884	0.220	5.207	103.592	0.263	5.248	155.441	0.404
5.535	63.768	0.217	5.363	103.663	0.262	5.411	155.193	0.407
5.689	64.051	0.217	5.521	103.663	0.262	5.572	154.628	0.409
5.864	63.344	0.218	5.677	102.814	0.264	5.732	153.284	0.415
6.002	62.424	0.222	5.822	102.389	0.265	5.873	152.116	0.417
6.141	63.273	0.222	5.967	102.672	0.266	6.013	152.081	0.421
6.278	64.157	0.219	6.104	102.955	0.266	6.165	151.763	0.425
6.438	64.475	0.219	6.252	102.672	0.267	6.308	151.869	0.429
6.594	63.768	0.220	6.404	102.920	0.266	6.453	150.525	0.433
6.739	64.405	0.219	6.554	102.920	0.265	6.614	152.541	0.428
6.887	63.980	0.217	6.706	102.849	0.265	6.763	152.612	0.433
						6.930	152.293	0.437

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
 Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
 Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100SH1	m 34.50 - 35.10	
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101013	rev.00 del:	15/02/21

Consolidazione Provino 1

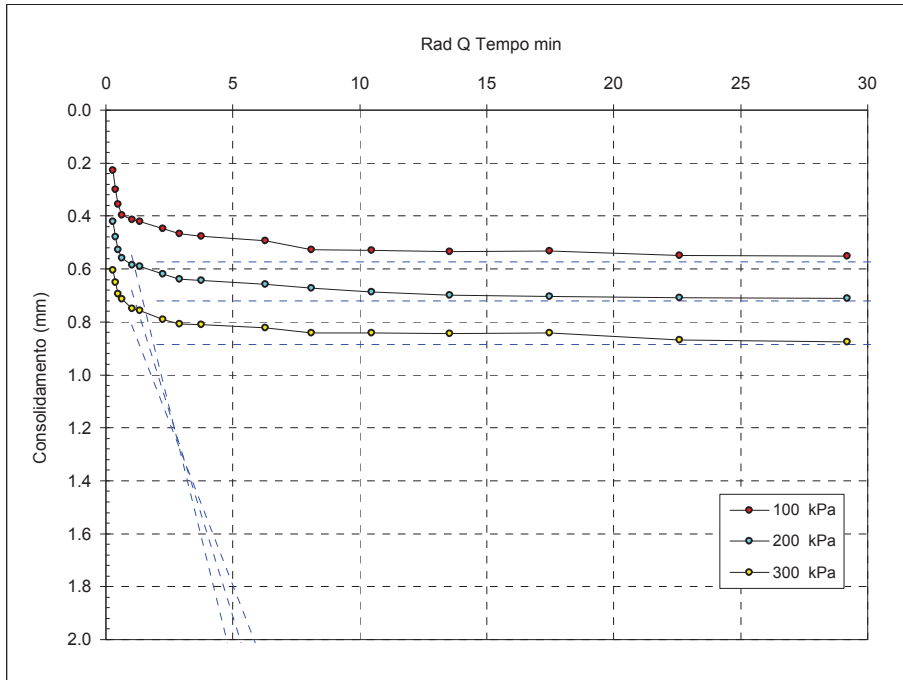
100 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.227
0.14	0.299
0.23	0.354
0.39	0.397
1.08	0.414
1.81	0.421
5.05	0.447
8.44	0.466
14.09	0.476
39.29	0.494
65.61	0.527
109.58	0.531
182.98	0.534
305.58	0.533
510.33	0.550
852.27	0.553

Consolidazione Provino 2

200 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.421
0.14	0.480
0.23	0.527
0.39	0.558
1.08	0.584
1.81	0.591
5.05	0.620
8.44	0.638
14.09	0.643
39.29	0.659
65.61	0.673
109.58	0.686
182.98	0.700
305.58	0.703
510.33	0.708
852.27	0.712

Consolidazione Provino 3

300 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.604
0.14	0.651
0.23	0.693
0.39	0.714
1.08	0.751
1.81	0.758
5.05	0.791
8.44	0.809
14.09	0.810
39.29	0.823
65.61	0.841
109.58	0.842
182.98	0.843
305.58	0.842
510.33	0.869
852.27	0.874



t_{100} min
 (Bishop ed Henkel)

Provino 1
 1.1

Provino 2
 1.3

Provino 3
 1.7

Il Direttore del Laboratorio terre:
 dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
 dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
 Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
 Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
 Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



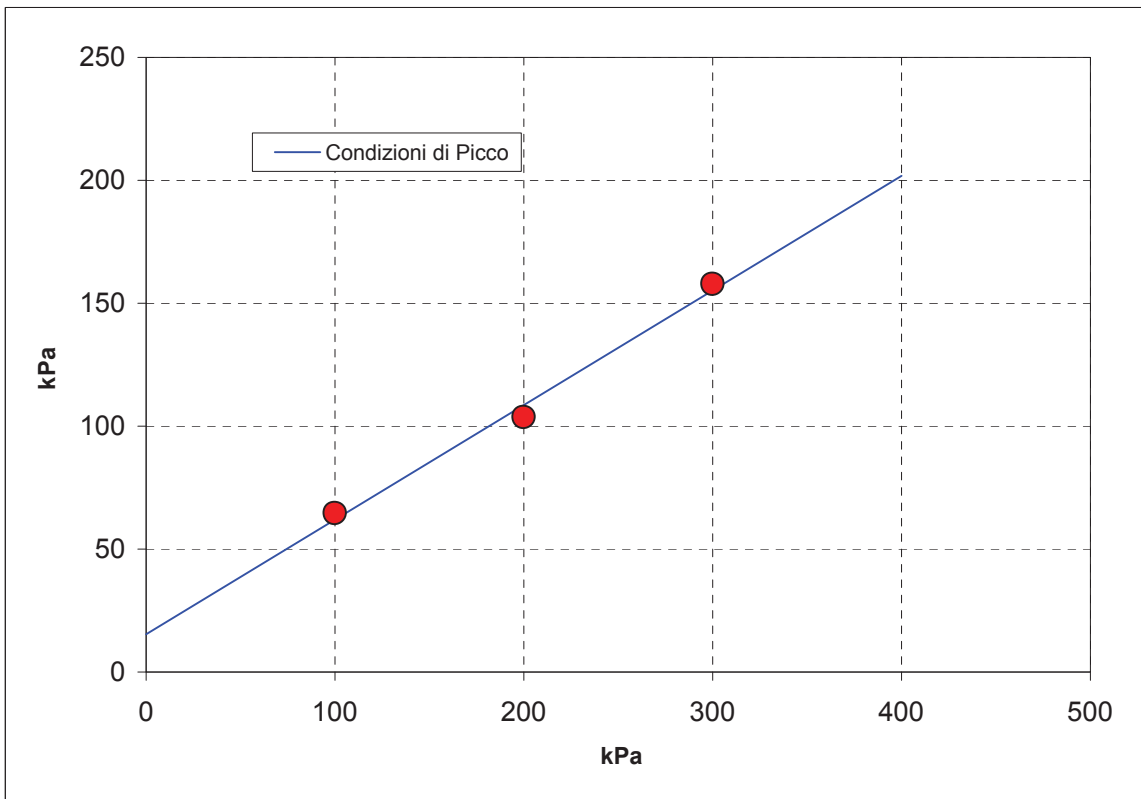
Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma ASTM D 3080)

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100SH1		
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpretazione soggettiva dei risultati di prova.

	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
Pressione verticale (kPa)	100	200	300
Tensione di taglio (kPa)	64.48	103.66	157.70
Condizioni di Picco	Coesione:	15.38 kPa	Angolo di attrito: 25°



FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)
CAMPIONE:	CH100SH2 m 34.50 - 35.10
COMMESSA:	21323FE/20
VERBALE ACC.:	526/20
DATA CONSEGNA:	28/09/20

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

alto 34.50	P.P. kPa	T.V. kPa	LUNGHEZZA (cm): 58 GRADO DI QUALITA': AGI Q5 EC 7-3 Q1																																
	150	-	DESCRIZIONE: Limo argilloso grigio																																
	190	-	<table border="0"> <tr><td>W naturale (%)</td><td>28.3</td></tr> <tr><td>γ naturale(Mg/m³)</td><td>1.93</td></tr> <tr><td>γ secco (Mg/m³)</td><td>1.50</td></tr> <tr><td>γ immerso (Mg/m³)</td><td>0.94</td></tr> <tr><td>porosità (%)</td><td>44</td></tr> <tr><td>indice dei vuoti</td><td>0.79</td></tr> <tr><td>grado di saturazione (%)</td><td>96</td></tr> <tr><td>massa specifica (Mg/m³)</td><td>2.684</td></tr> </table>	W naturale (%)	28.3	γ naturale(Mg/m ³)	1.93	γ secco (Mg/m ³)	1.50	γ immerso (Mg/m ³)	0.94	porosità (%)	44	indice dei vuoti	0.79	grado di saturazione (%)	96	massa specifica (Mg/m ³)	2.684																
W naturale (%)	28.3																																		
γ naturale(Mg/m ³)	1.93																																		
γ secco (Mg/m ³)	1.50																																		
γ immerso (Mg/m ³)	0.94																																		
porosità (%)	44																																		
indice dei vuoti	0.79																																		
grado di saturazione (%)	96																																		
massa specifica (Mg/m ³)	2.684																																		
	195	-	PROVE ESEGUITE <table border="0"> <tr><td>Umidità Naturale</td><td>SI</td><td>Trassiale UU</td><td>SI</td></tr> <tr><td>Limiti Atterberg</td><td>SI</td><td>Trassiale CIU</td><td>-</td></tr> <tr><td>Gran. Setacciatura</td><td>SI</td><td>Edometria</td><td>SI</td></tr> <tr><td>Gran. Sedimentazione</td><td>SI</td><td>Taglio Diretto</td><td>-</td></tr> <tr><td>Peso di Volume</td><td>SI</td><td>Espansione L.L.</td><td>-</td></tr> <tr><td>Peso Specifico</td><td>SI</td><td>Trassiale Cicl. + C.M.</td><td>-</td></tr> <tr><td>Analisi Chimica</td><td>-</td><td>Colonna Risonante</td><td>-</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Taglio Torsionale Cicl.</td><td>-</td></tr> </table>	Umidità Naturale	SI	Trassiale UU	SI	Limiti Atterberg	SI	Trassiale CIU	-	Gran. Setacciatura	SI	Edometria	SI	Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	-	Peso di Volume	SI	Espansione L.L.	-	Peso Specifico	SI	Trassiale Cicl. + C.M.	-	Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-			Taglio Torsionale Cicl.	-
	Umidità Naturale	SI	Trassiale UU	SI																															
Limiti Atterberg	SI	Trassiale CIU	-																																
Gran. Setacciatura	SI	Edometria	SI																																
Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	-																																
Peso di Volume	SI	Espansione L.L.	-																																
Peso Specifico	SI	Trassiale Cicl. + C.M.	-																																
Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-																																
		Taglio Torsionale Cicl.	-																																
35.10 basso	190	-	NOTE: -																																

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UMIDITA' DI UNA TERRA**UNI EN ISO 17892-1**COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**CAMPIONE: **CH100SH2 m 34.50 - 35.10**

COMMESSA: 21323FE/20

DURATA PROVE:

04/01 - 10/02/21

VERBALE ACC.: 526/20

DATA CONSEGNA:

28/09/20

GEO - CERT. n°: GF2101014

rev.00 del:

15/02/21

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:**Limo argilloso grigio**

cod.bilancia 480 - cod. stufa 567

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	174.83	3.22
TERRA UMIDA (g)	415.36	133.18
TERRA ESSICATA* (g)	362.19	104.53
UMDITA' DETERMINATA (%)	28.4	28.3
UMDITA' CALCOLATA (%)	=	28.3

* materiale essiccato instufa a 105 - 110 °C, fino a massa costante.

Io Sperimentatore:
dott. Roberto BellanovaIl Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

MASSA VOLUMICA APPARENTE

UNI EN ISO 17892-2

COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**

CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**

CAMPIONE: **CH100SH2 m 34.50 - 35.10**

COMMESSA: 21323FE/20

DURATA PROVE:

04/01 - 10/02/21

VERBALE ACC.: 526/20

DATA CONSEGNA:

28/09/20

GEO - CERT. n°: GF2101015

rev.00 del:

15/02/21

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso grigio

cod.bilancia 480 - cod. calibro 708

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	136.84	136.11
ALTEZZA (cm)	7.64	7.63
DIAMETRO (cm)	3.84	3.84
MASSA LORDA (g)	306.79	305.70
MASSA VOLUMICA (Mg/m ³)	1.93	1.93

MEDIA (Mg/m³)	=	1.93
---------------------------------	----------	-------------

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO CON PICNOMETRO
UNI EN ISO 17892-3**

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100SH2 m 34.50 - 35.10		
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101016	rev.00 del:	15/02/21

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso grigio

cod.bilancia 480

determinazione	1	2
picnometro n:	(pic. 001)	(pic. 002)
terra (g):	19.46	20.77
temperatura (°C):	15.0	15.0
picnometro + acqua (g):	149.74	149.74
picnometro + terra (g):	161.94	162.77
fattore K	1.0007	1.0007
Peso specifico determinato (Mg/m³):	2.682	2.685

Peso specifico calcolato (Mg/m³):	2.684
---	--------------

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

LIMITI DI ATTERBERG (norma ASTM D4318 metodo A)			
COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100SH2	m 34.50 - 35.10	
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101017	rev.00 del:	15/02/21

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

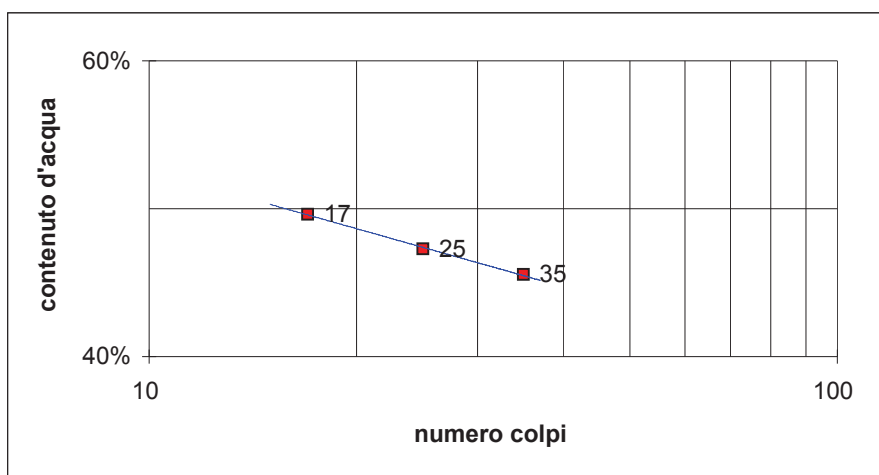
ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso grigio

codice cucchiaino: 344; codice bilancia: 480; codice stufa: 419

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		UMIDITA'
	1	2	3	1	2	
impasto						
N° colpi	35	25	17			
massa umida+ tara (g)	16.41	16.17	17.41	16.49	15.18	415.36
massa secca+ tara (g)	12.28	12.01	12.69	13.85	12.80	362.19
acqua contenuta (g)	4.13	4.16	4.72	2.64	2.38	53.17
tara (g)	3.21	3.21	3.18	3.22	3.26	174.83
peso secco (g)	9.07	8.80	9.51	10.63	9.54	187.36
contenuto d'acqua	45.5%	47.3%	49.6%	24.8%	24.9%	28.4%

Umidità Naturale **Wn = 28%**
Limite Liquido **LL = 47%**
Limite Plastico **LP = 25%**
Indice Plastico **IP = 22%**



Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/S1

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**

CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**

CAMPIONE: **CH100SH2 m 34.50 - 35.10**

COMMESSA: 21323FE/20 DURATA PROVE: 04/01 - 10/02/21

VERBALE ACC.: 526/20 DATA CONSEGNA: 28/09/20

GEO - CERT. n°: GF2101018 rev.00 del: 15/02/21

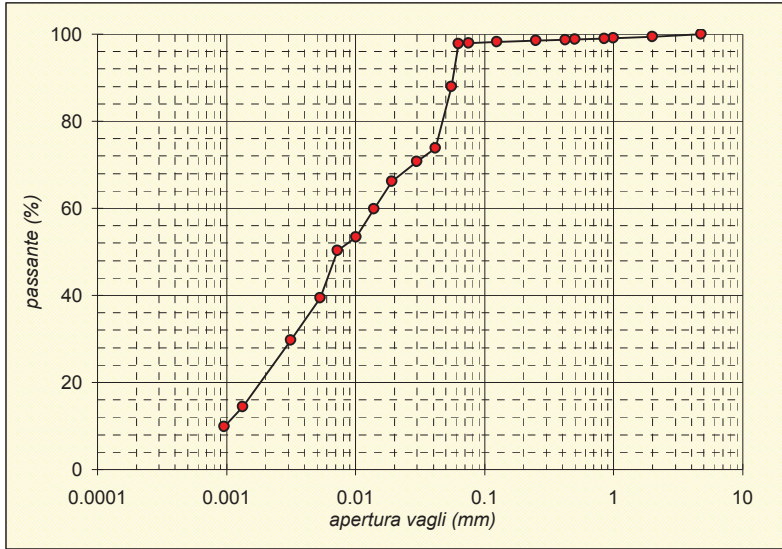
il campione è stato conservato in vasca umida termostatica Codici strumentazione: bilancia 480, vasca 557, stufa 419, densimetro 151H 348, termometro 588mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso grigio

codici	vaglio	trattenuto	trattenuto	trattenuto	cum. tratt.	passante
	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)	(%)
571	setaccio	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
572	setaccio	2	1.21	0.65	0.65	99.35
573	setaccio	1	0.53	0.28	0.93	99.07
290	setaccio	0.85	0.10	0.05	0.98	99.02
291	setaccio	0.5	0.39	0.21	1.19	98.81
292	setaccio	0.425	0.13	0.07	1.26	98.74
293	setaccio	0.250	0.44	0.23	1.49	98.51
282	setaccio	0.125	0.47	0.25	1.75	98.25
283	setaccio	0.075	0.45	0.24	1.99	98.01
286	setaccio	0.063	0.31	0.17	2.15	97.85
-	calcolato	0.0556	18.65	9.95	12.10	87.90
-	calcolato	0.0417	26.25	14.01	26.11	73.89
-	calcolato	0.0298	5.83	3.11	29.23	70.77
-	calcolato	0.0192	8.75	4.67	33.90	66.10
-	calcolato	0.0139	11.67	6.23	40.12	59.88
-	calcolato	0.0101	12.18	6.50	46.62	53.38
-	calcolato	0.0072	5.83	3.11	49.74	50.26
-	calcolato	0.0053	20.42	10.90	60.64	39.36
-	calcolato	0.0032	18.02	9.62	70.25	29.75
-	calcolato	0.0013	28.65	15.29	85.55	14.45
-	calcolato	0.0010	8.75	4.67	90.22	9.78
-	fondo	18.33	9.78	100.00	0.00	0.00
TOTALE		187.36			φ max (mm) = 2.7	

Passante effettivo setaccio 0.063 (g) in areometro	50.02	
t° C	Tempo (s)	Lettura
18.5	30	32.0
18.5	60	27.5
18.5	120	26.5
18.5	300	25.0
18.5	600	23.0
18	1200	21.0
18	2400	20.0
18	4800	16.5
17.5	14400	13.5
18	86400	8.5
18	172800	7.0
Rapporti granulometrici		
USCS		
UNI		
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	0.0%	0.6%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	2.0%	1.5%
LIMO	> 2 μ	> 2 μ
	76.4%	76.3%
ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
	21.6%	21.6%



Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanovz

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagnol

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
 Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA
norma ASTM D 2435 - method A

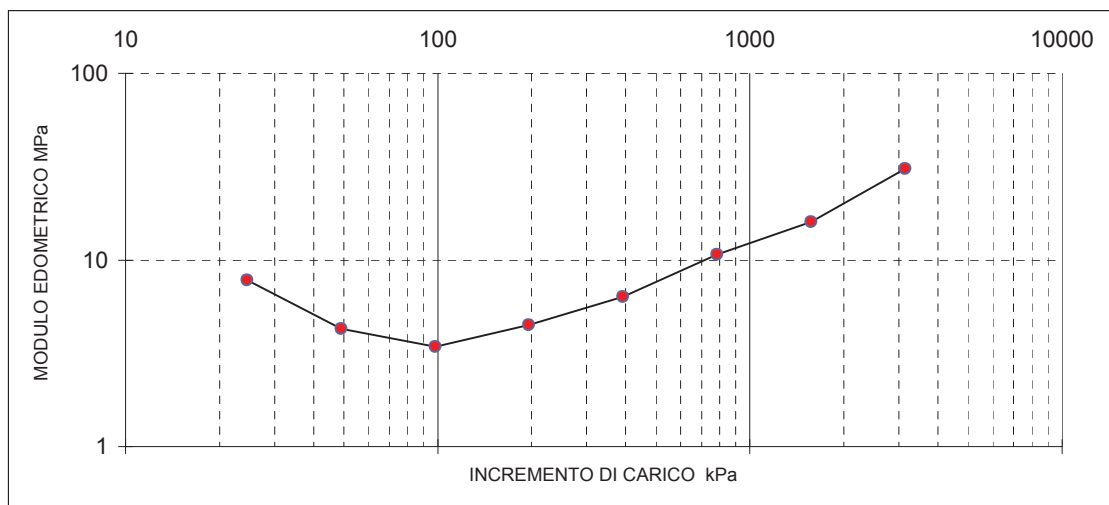
COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100SH2 m 34.50 - 35.10		
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101019	rev.00 del:	15/02/21

edometro n: Ed 6 bilancia cod. 480 - calibro cod. 708 - trasduttore cod. 902

NATURA DEL CAMPIONE: Limo argilloso grigio

Dp	DH	epsilon	e	e (t100)	av	mv	M
(kPa)	(mm)	(%)			(cm ² /daN)	(cm ² /daN)	(MPa)
12.3	0.039	0.19	0.780	0.780			
24.5	0.070	0.35	0.777	0.777	0.023	0.013	7.81
49.1	0.185	0.93	0.767	0.768	0.042	0.023	4.27
98.1	0.472	2.36	0.741	0.744	0.052	0.029	3.42
196.2	0.910	4.55	0.702	0.706	0.040	0.022	4.48
392.4	1.529	7.65	0.647	0.653	0.028	0.016	6.34
784.8	2.264	11.32	0.581	0.594	0.017	0.009	10.68
1569.6	3.247	16.24	0.494	0.507	0.011	0.006	15.97
3139.2	4.268	21.34	0.403	0.417	0.006	0.003	30.76
784.8	3.998	19.99	0.427	0.426			
196.2	3.548	17.74	0.467	0.464			
49.1	2.979	14.90	0.518	0.514			

Dati provino	Iniziale	Finale
Altezza provino (mm)	20.000	17.021
Umidità (%):	28.4	19.3
Massa volumica apparente (Mg/m ³):	1.93	2.11
Massa volumica apparente secca (Mg/m ³):	1.50	1.77
Indice dei vuoti:	0.78	0.52
Grado di Saturazione (%):	97	100
Massa volumica reale (Mg/m ³)	2.68	



Il Direttore del Laboratorio terre:
 dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
 dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

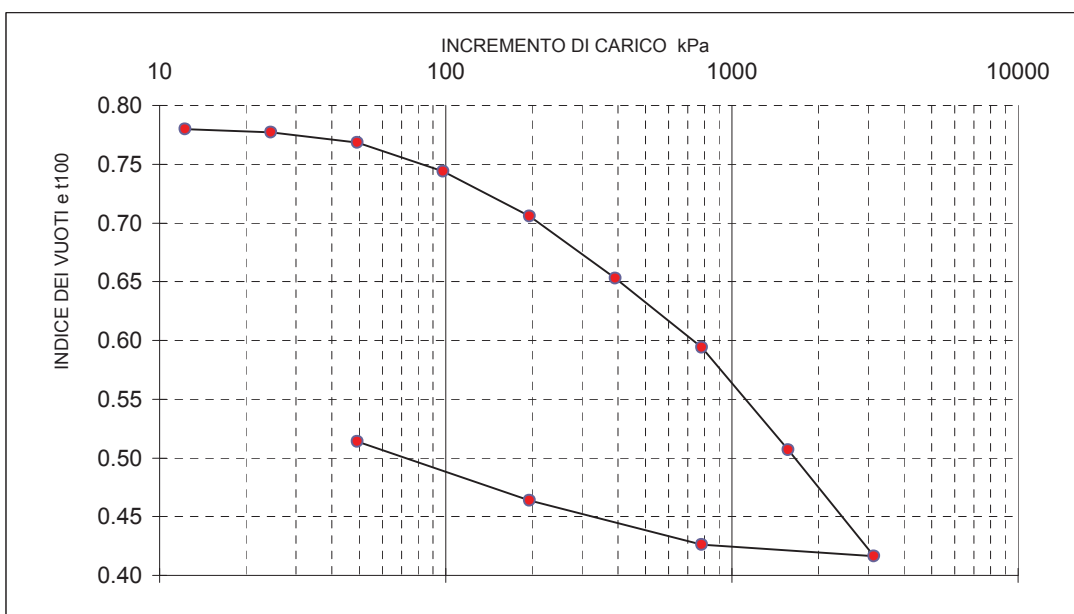
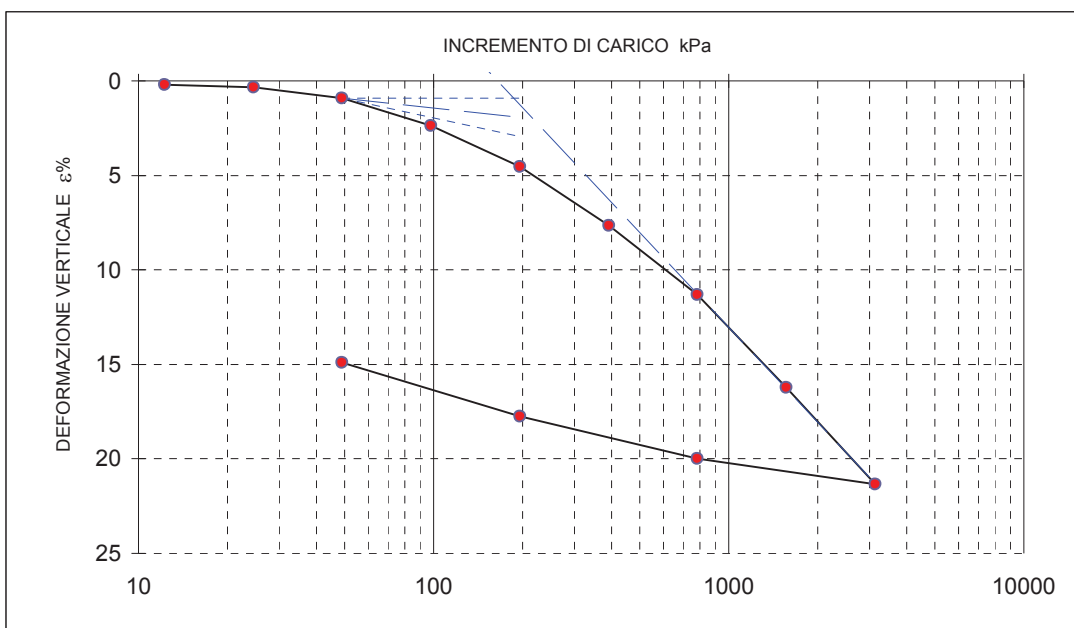
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA
norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100SH2 m 34.50 - 35.10		
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101019	rev.00 del:	15/02/21



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100SH2 m 34.50 - 35.10		
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101019	rev.00 del:	15/02/21

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)					
	12.3	24.5	49.1	98.1	196.2	392.4
0.08	0.037	0.059	0.111	0.248	0.558	1.024
0.14	0.038	0.062	0.114	0.263	0.568	1.035
0.23	0.039	0.062	0.120	0.277	0.581	1.053
0.39	0.039	0.064	0.126	0.289	0.593	1.071
1.08	0.039	0.067	0.138	0.313	0.624	1.121
1.81		0.070	0.143	0.326	0.646	1.156
5.05		0.070	0.156	0.360	0.697	1.233
8.44		0.070	0.162	0.378	0.729	1.290
14.09		0.070	0.166	0.398	0.771	1.339
39.29			0.174	0.426	0.823	1.413
65.61			0.178	0.436	0.842	1.438
109.58			0.185	0.445	0.859	1.459
182.98			0.185	0.452	0.872	1.477
305.58				0.458	0.885	1.494
510.33				0.463	0.896	1.509
852.27				0.468	0.904	1.521
1423.30				0.472	0.910	1.529

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)					
	784.8	1569.6	3139.2	784.8	196.2	49.1
0.08	1.602	2.366	3.250	4.220	3.971	3.542
0.14	1.613	2.381	3.278	4.184	3.966	3.539
0.23	1.633	2.403	3.322	4.170	3.958	3.535
0.39	1.656	2.431	3.358	4.158	3.949	3.530
1.08	1.720	2.512	3.447	4.128	3.921	3.516
1.81	1.758	2.567	3.510	4.107	3.903	3.506
5.05	1.871	2.729	3.691	4.069	3.844	3.469
8.44	1.945	2.820	3.801	4.044	3.803	3.442
14.09	2.013	2.914	3.915	4.029	3.755	3.409
39.29	2.110	3.051	4.069	4.010	3.670	3.305
65.61	2.142	3.093	4.109	4.005	3.633	3.250
109.58	2.167	3.128	4.143	4.003	3.606	3.198
182.98	2.188	3.158	4.174	4.001	3.588	3.139
305.58	2.208	3.183	4.198	4.001	3.574	3.075
510.33	2.226	3.206	4.224	4.000	3.563	3.025
852.27	2.245	3.226	4.246	3.999	3.555	2.985
1423.30	2.264	3.247	4.268	3.998	3.548	2.979

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

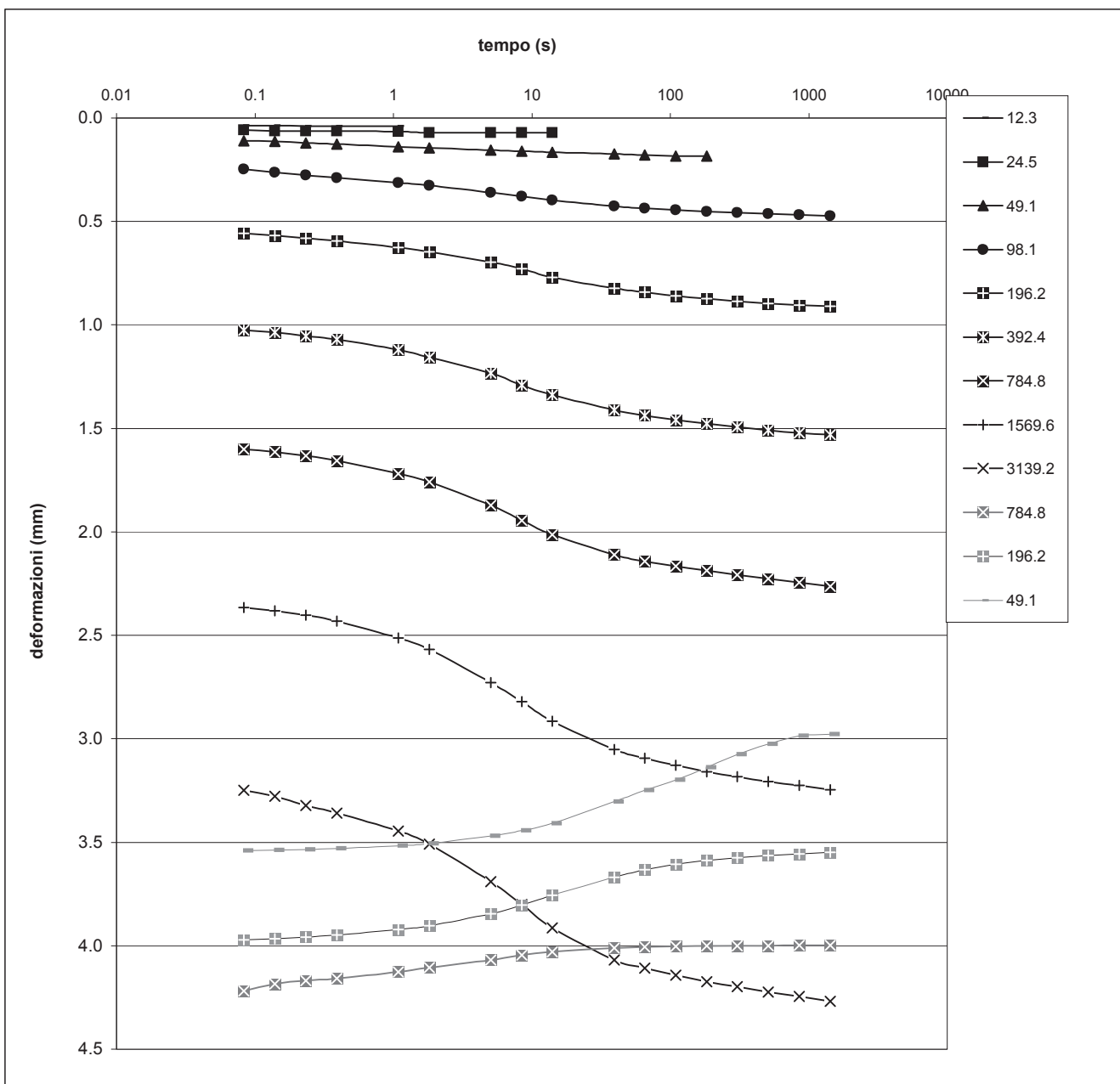
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA
norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100SH2 m 34.50 - 35.10		
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101019	rev.00 del:	15/02/21



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

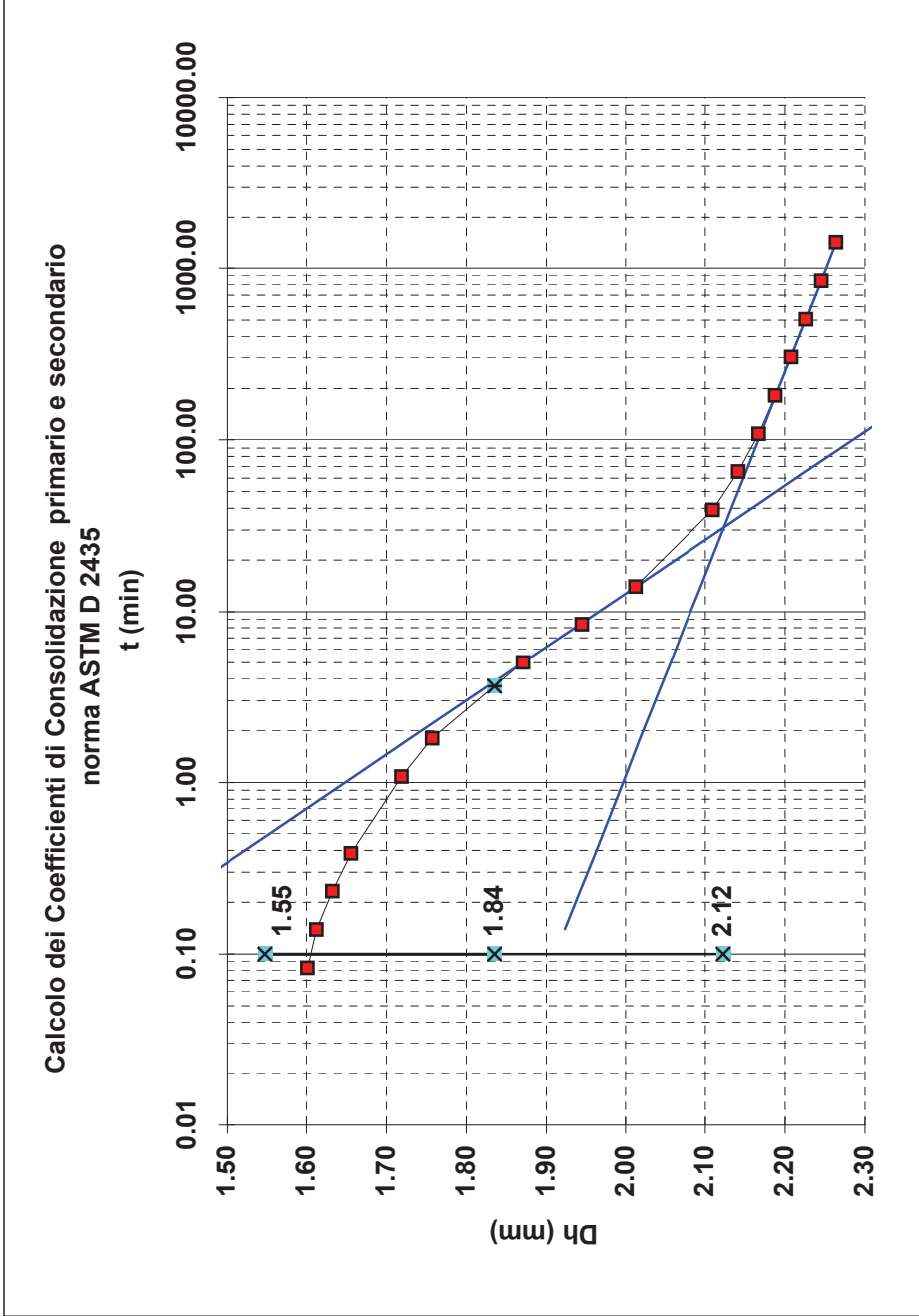
FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	1.529
0.08	1.602
0.14	1.613
0.23	1.633
0.39	1.656
1.08	1.720
1.81	1.758
5.05	1.871
8.44	1.945
14.09	2.013
39.29	2.110
65.61	2.142
109.58	2.167
182.98	2.188
305.58	2.208
510.33	2.226
852.27	2.245
1423.30	2.264

ts50 (min)	3.65
ts50 (sec)	219
k (m/s)	6.79E-11
Cv (cm ² /s)	7.39E-04
C alfa	4.59E-03

Pressione
da(kPa) 392.4
a (kPa) 784.8

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)
CAMPIONE/PROFONDITA':	CH100SH2
DATA DI CONSEGNA:	00/01/00
DURATA DELLE PROVE DAL:	12/09/11
AL:	13/09/11
COMMESSA:	21323FE/20
VERBALE ACC.:	526/20
CERTIFICATO n°:	GF2101019
rev.0 del:	00/01/00
Natura del Campione:	Limo argilloso grigio

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

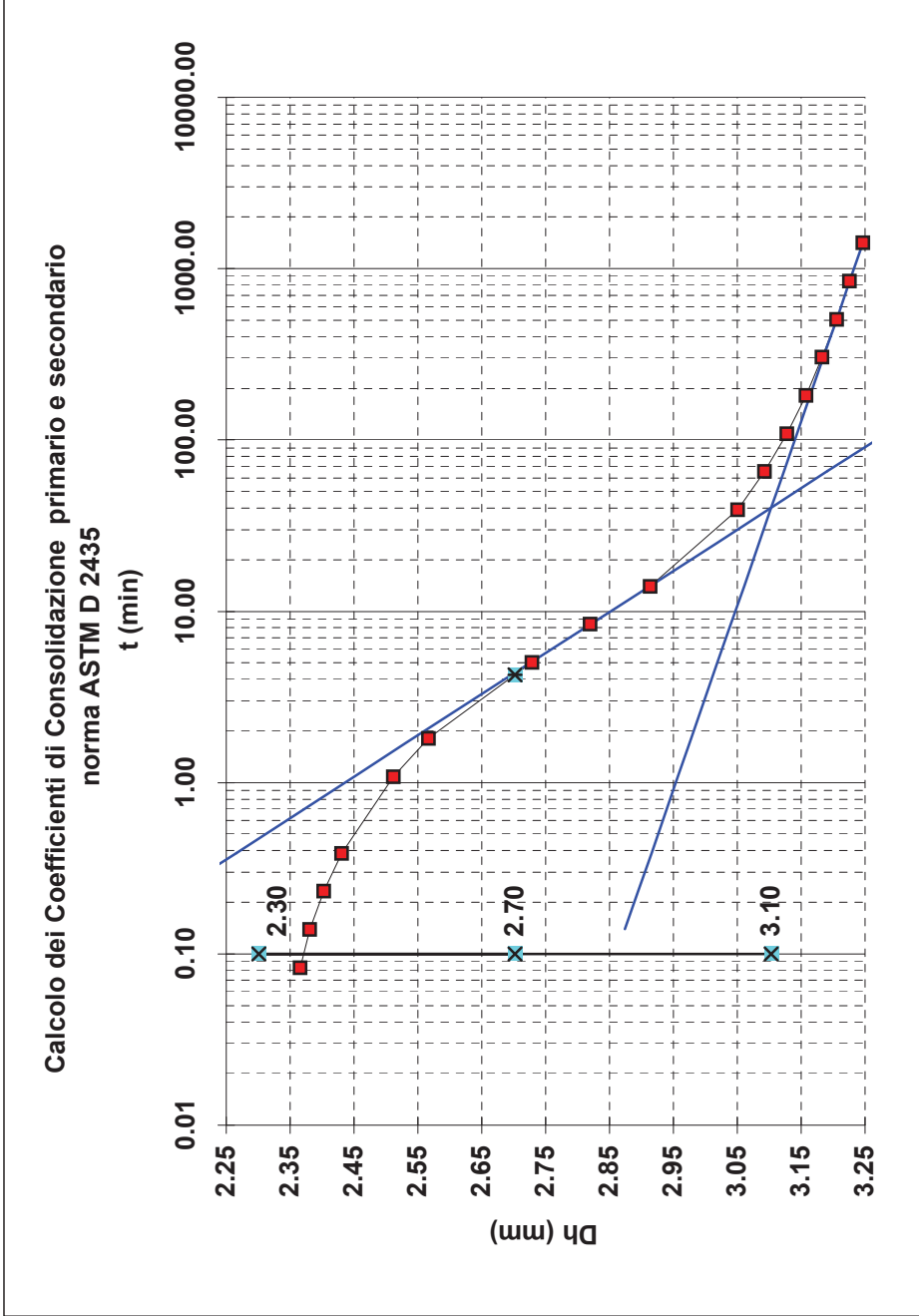
FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	2.264
0.08	2.366
0.14	2.381
0.23	2.403
0.39	2.431
1.08	2.512
1.81	2.567
5.05	2.729
8.44	2.820
14.09	2.914
39.29	3.051
65.61	3.093
109.58	3.128
182.98	3.158
305.58	3.183
510.33	3.206
852.27	3.226
1423.30	3.247

tf50 (min)	4.27
tf50 (sec)	256
k (m/s)	3.52E-11
Cv (cm ² /s)	5.73E-04
C alfa	5.24E-03

Pressione
da(kPa) 784.8
a (kPa) 1569.6

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)
CAMPIONE/PROFONDITA':	CH100SH2
DATA DI CONSEGNA:	00/01/00
DURATA DELLE PROVE DAL:	13/09/11
AL:	14/09/11
COMMESSA:	21323FE/20
VERBALE ACC.:	526/20
CERTIFICATO n°:	GF2101019
rev.0 del:	00/01/00
Natura del Campione:	Limo argilloso grigio

Il Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

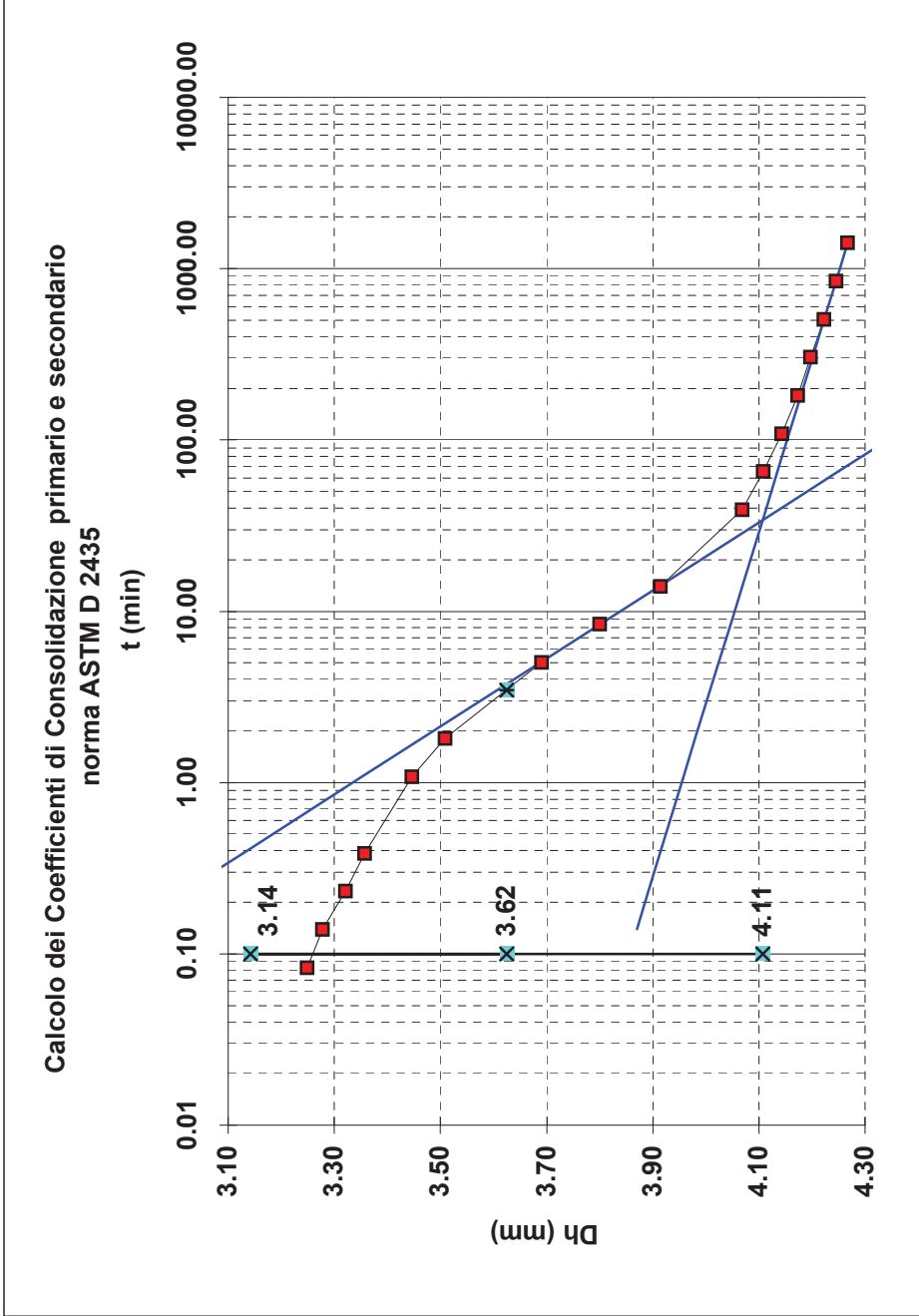
FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	3.247
0.08	3.250
0.14	3.278
0.23	3.322
0.39	3.358
1.08	3.447
1.81	3.510
5.05	3.691
8.44	3.801
14.09	3.915
39.29	4.069
65.61	4.109
109.58	4.143
182.98	4.174
305.58	4.198
510.33	4.224
852.27	4.246
1423.30	4.268

ts50 (min)	3.47
ts50 (sec)	208
k (m/s)	2.00E-11
Cv (cm ² /s)	6.26E-04
C alfa	5.92E-03

Pressione
da(kPa) 1569.6
a (kPa) 3139.2

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)
CAMPIONE/PROFONDITA':	CH100SH2
DATA DI CONSEGNA:	00/01/00
DURATA DELLE PROVE DAL:	14/09/11
AL:	15/09/11
COMMESSA:	21323FE/20
VERBALE ACC.:	526/20
CERTIFICATO n°:	GF2101019
rev.0 del:	00/01/00
Natura del Campione:	Limo argilloso grigio

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA

ASTM 2850 - 95

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100SH2 m 34.50 - 35.10		
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101020	rev.0 del:	15/02/21

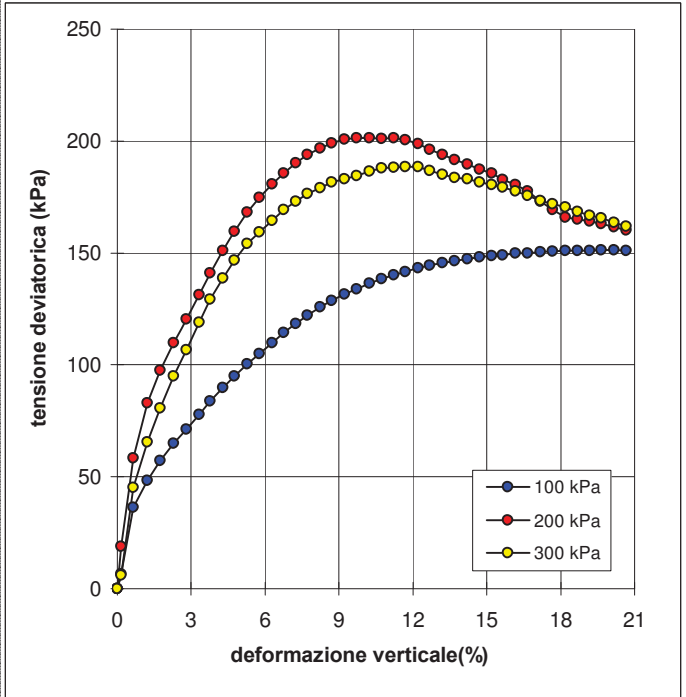
cod. int. Strumentazione: 480 - 537 - 470 - 471 - 469 - 708 - 476

Modello pressa: **TECNOTEST TR 115/300**

Velocità della pressa: **0,75 mm/min**

NATURA DEL CAMPIONE: **Limo argilloso grigio**

PROVINO 1		PROVINO 2		PROVINO 3		CARATTERISTICHE DEI PROVINI			
DEF. VERTICALE (%)	TENSIONE A ROTTURA ($\sigma_1 - \sigma_3$) kPa	DEF. VERTICALE (%)	TENSIONE A ROTTURA ($\sigma_1 - \sigma_3$) kPa	DEF. VERTICALE (%)	TENSIONE A ROTTURA ($\sigma_1 - \sigma_3$) kPa	Provino numero:	1	2	3
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Dimensioni h x ϕ (cm):	7.62 x 3.83	7.61 x 3.83	7.63 x 3.83
0.14	6.59	0.14	18.89	0.14	5.98	Peso (g):	170.0	169.6	172.0
0.66	36.39	0.66	58.38	0.66	45.27	Umidità naturale (%):	28.4	28.4	28.4
1.23	48.44	1.23	82.81	1.23	65.50	Massa volumica umida (Mg/m ³):	1.94	1.93	1.96
1.75	57.14	1.75	97.65	1.75	80.76	Massa volumica secca (Mg/m ³):	1.51	1.51	1.52
2.28	64.80	2.28	109.84	2.28	94.91	sigma 3:	100 kPa	200 kPa	300 kPa
2.80	71.13	2.80	120.31	2.80	106.82				
3.32	77.71	3.32	131.16	3.32	118.91				
3.77	83.78	3.77	140.91	3.77	129.22				
4.28	89.73	4.28	150.97	4.28	138.75				
4.76	94.98	4.76	159.71	4.76	146.65				
5.28	100.31	5.28	168.06	5.28	154.08				
5.76	104.86	5.76	174.88	5.76	159.34				
6.29	109.81	6.29	180.90	6.29	164.47				
6.76	114.28	6.76	185.58	6.76	169.23				
7.26	118.49	7.26	190.14	7.26	173.15				
7.73	122.06	7.73	193.82	7.73	176.44				
8.23	125.78	8.23	196.91	8.23	179.15				
8.71	128.60	8.71	198.96	8.71	181.53				
9.24	131.56	9.24	200.73	9.24	182.93				
9.72	133.84	9.72	201.38	9.72	184.53				
10.25	136.33	10.25	201.38	10.25	186.58				
10.73	138.46	10.73	201.14	10.73	187.81				
11.23	140.15	11.23	201.25	11.23	188.23				
11.69	141.65	11.69	200.51	11.69	188.63				
12.20	143.19	12.20	198.89	12.20	188.53				
12.69	144.37	12.69	196.20	12.69	186.81				
13.22	145.53	13.22	193.97	13.22	185.16				
13.69	146.46	13.69	191.79	13.69	183.77				
14.21	147.36	14.21	189.51	14.21	183.03				
14.70	148.23	14.70	187.40	14.70	181.62				
15.20	148.69	15.20	185.64	15.20	180.56				
15.66	149.13	15.66	182.73	15.66	179.36				
16.17	149.82	16.17	180.60	16.17	177.69				
16.67	150.02	16.67	177.65	16.67	175.62				
17.19	150.37	17.19	173.15	17.19	173.29				
17.68	150.63	17.68	169.28	17.68	171.85				
18.20	150.94	18.20	166.00	18.20	170.54				
18.69	151.04	18.69	165.01	18.69	168.47				
19.17	151.12	19.17	164.10	19.17	166.69				
19.66	151.25	19.66	163.04	19.66	165.48				
20.17	151.19	20.17	161.52	20.17	163.73				
20.66	151.17	20.66	160.19	20.66	161.91				



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA
ASTM 2850 - 95

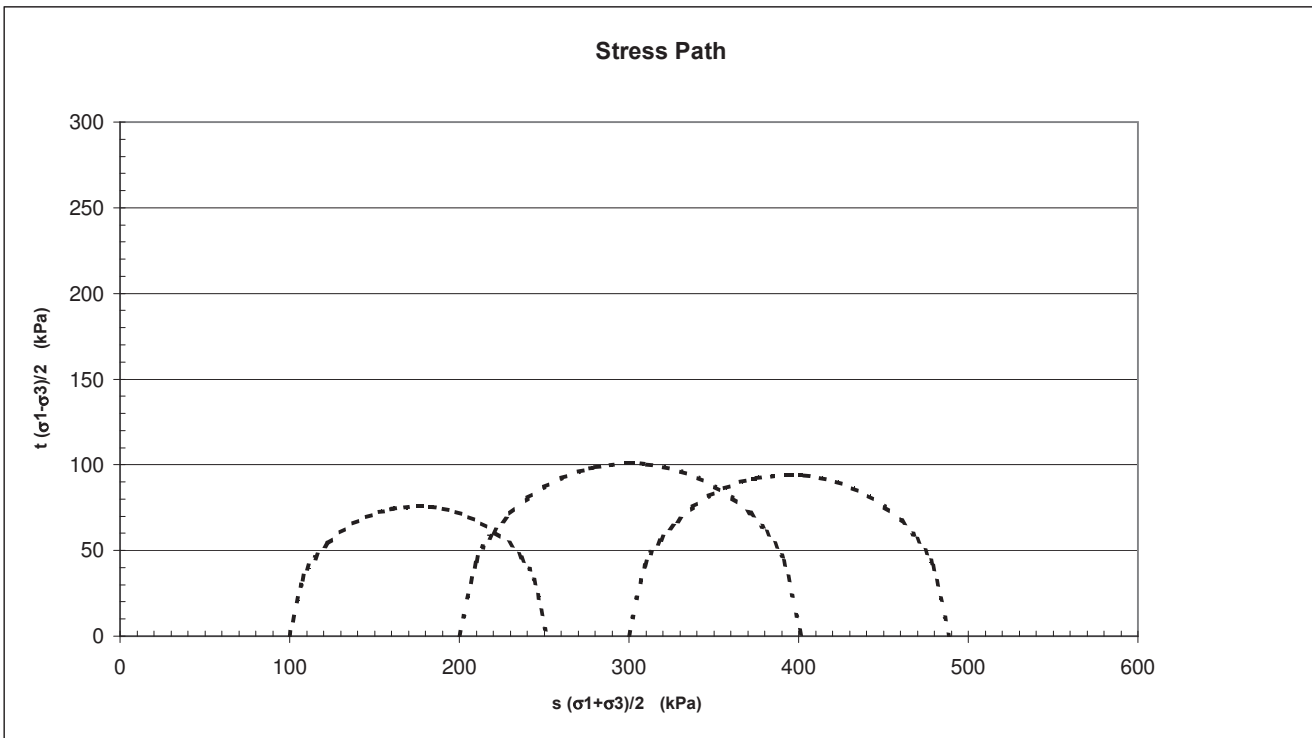
COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100SH2		
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpretazione soggettiva dei risultati di prova.

CONDIZIONI A ROTTURA

Sigma 3:	100	200	300
Tensione deviatorica a rottura (kPa):	151.25	201.38	188.63
Deformazione a rottura (%):	19.66	9.72	11.69
Cu (kPa):	75.63	100.69	94.32
Cu Media (kPa):	90.21		
Dev. Standard Cu (kPa):	13.03		

Stress Path



FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it




Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**
CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**
CAMPIONE: **CH100CR1 m 3.50 - 4.00**
COMMESSA: 21323FE
VERBALE ACC.: 526/20
DATA CONSEGNA: 28/09/20

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

alto 3.50	LUNGHEZZA (cm): - GRADO DI QUALITA': AGI Q3 EC 7-3 Q3																																
	DESCRIZIONE: Sabbia medio fina con limo debolmente ghiaioso grigio marrone																																
	<table border="0"> <tr><td>W naturale (%)</td><td style="text-align: right;">30.7</td></tr> <tr><td>γ ricostituita(Mg/m³)</td><td style="text-align: right;">1.79</td></tr> <tr><td>γ secco (Mg/m³)</td><td style="text-align: right;">1.37</td></tr> <tr><td>γ immerso (Mg/m³)</td><td style="text-align: right;">0.86</td></tr> <tr><td>porosità (%)</td><td style="text-align: right;">49</td></tr> <tr><td>indice dei vuoti</td><td style="text-align: right;">0.97</td></tr> <tr><td>grado di saturazione (%)</td><td style="text-align: right;">85</td></tr> <tr><td>massa specifica stimata(Mg/m³)</td><td style="text-align: right;">2.700</td></tr> </table>	W naturale (%)	30.7	γ ricostituita(Mg/m ³)	1.79	γ secco (Mg/m ³)	1.37	γ immerso (Mg/m ³)	0.86	porosità (%)	49	indice dei vuoti	0.97	grado di saturazione (%)	85	massa specifica stimata(Mg/m ³)	2.700																
W naturale (%)	30.7																																
γ ricostituita(Mg/m ³)	1.79																																
γ secco (Mg/m ³)	1.37																																
γ immerso (Mg/m ³)	0.86																																
porosità (%)	49																																
indice dei vuoti	0.97																																
grado di saturazione (%)	85																																
massa specifica stimata(Mg/m ³)	2.700																																
	<p>PROVE ESEGUITE</p> <table border="0"> <tr><td>Umidità Naturale</td><td>-</td><td>Trassiale CID</td><td>-</td></tr> <tr><td>Limiti Atterberg</td><td>-</td><td>Trassiale CIU</td><td>-</td></tr> <tr><td>Gran. Setacciatura</td><td>SI</td><td>Edometria</td><td>-</td></tr> <tr><td>Gran. Sedimentazione</td><td>SI</td><td>Taglio Diretto</td><td>SI</td></tr> <tr><td>Peso di Volume</td><td>-</td><td>Espansione L.L.</td><td>-</td></tr> <tr><td>Peso Specifico</td><td>-</td><td>Trassiale Cicl. + C.M.</td><td>-</td></tr> <tr><td>Analisi Chimica</td><td>-</td><td>Colonna Risonante</td><td>-</td></tr> <tr><td>Permeabilità</td><td>-</td><td>Taglio Torsionale Cicl.</td><td>-</td></tr> </table>	Umidità Naturale	-	Trassiale CID	-	Limiti Atterberg	-	Trassiale CIU	-	Gran. Setacciatura	SI	Edometria	-	Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	SI	Peso di Volume	-	Espansione L.L.	-	Peso Specifico	-	Trassiale Cicl. + C.M.	-	Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-	Permeabilità	-	Taglio Torsionale Cicl.	-
Umidità Naturale	-	Trassiale CID	-																														
Limiti Atterberg	-	Trassiale CIU	-																														
Gran. Setacciatura	SI	Edometria	-																														
Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	SI																														
Peso di Volume	-	Espansione L.L.	-																														
Peso Specifico	-	Trassiale Cicl. + C.M.	-																														
Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-																														
Permeabilità	-	Taglio Torsionale Cicl.	-																														
	NOTE: -																																
4.00 basso																																	

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/S1

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100CR1	m 3.50 - 4.00	
COMMESSA:	21323FE	DURATA PROVE:	04 - 31/01/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2100999	rev.00 del:	15/02/21

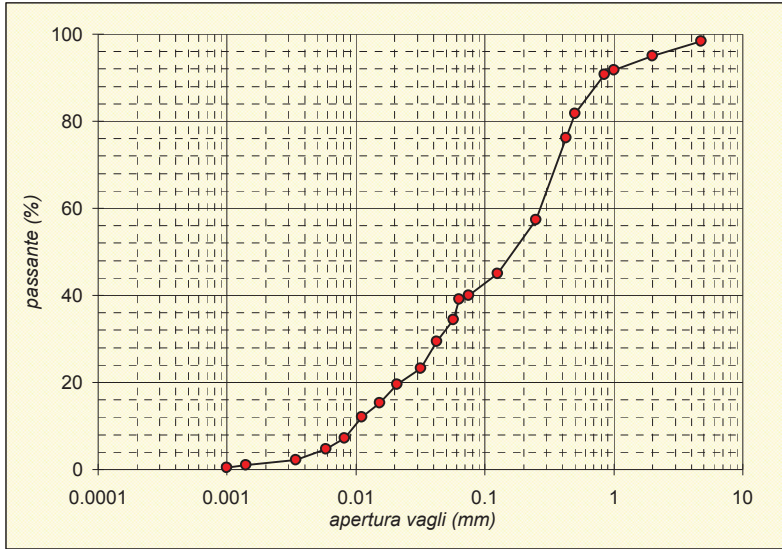
il campione è stato conservato in vasca umida termostatica Codici strumentazione: bilancia 480, vasca 557, stufa 419, densimetro 151H 348, termometro 588mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Sabbia medio fina con limo debolmente ghiaioso grigio marrone

codici	vaglio	trattenuto	trattenuto	trattenuto	cum. tratt.	passante
	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)	(%)
571	setaccio	4.75	5.30	1.67	1.67	98.33
572	setaccio	2	10.65	3.36	5.02	94.98
573	setaccio	1	10.00	3.15	8.18	91.82
290	setaccio	0.85	3.58	1.13	9.30	90.70
291	setaccio	0.5	28.34	8.93	18.23	81.77
292	setaccio	0.425	17.82	5.61	23.85	76.15
293	setaccio	0.250	59.73	18.82	42.66	57.34
282	setaccio	0.125	38.93	12.26	54.93	45.07
283	setaccio	0.075	16.06	5.06	59.99	40.01
286	setaccio	0.063	3.01	0.95	60.94	39.06
-	calcolato	0.0571	14.69	4.63	65.56	34.44
-	calcolato	0.0426	15.74	4.96	70.52	29.48
-	calcolato	0.0319	19.67	6.20	76.72	23.28
-	calcolato	0.0209	11.80	3.72	80.44	19.56
-	calcolato	0.0153	13.77	4.34	84.77	15.23
-	calcolato	0.0111	9.84	3.10	87.87	12.13
-	calcolato	0.0081	15.74	4.96	92.83	7.17
-	calcolato	0.0058	7.87	2.48	95.31	4.69
-	calcolato	0.0034	7.87	2.48	97.79	2.21
-	calcolato	0.0014	3.58	1.13	98.92	1.08
-	calcolato	0.0010	1.97	0.62	99.54	0.46
-	fondo	1.47	0.46	0.46	100.00	0.00
TOTALE		317.42			φ max (mm) = 5.7	

Passante effettivo setaccio 0.063 (g) in areometro	50.01	
t° C	Tempo (s)	Lettura
16	30	32.0
16	60	28.0
16	120	23.0
16	300	20.0
16	600	16.5
16	1200	14.0
16	2400	10.0
16	4800	8.0
16	14400	6.0
16.5	86400	5.0
16.5	172800	4.5
Rapporti granulometrici		
USCS		
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	1.7%	5.0%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	58.3%	55.9%
LIMO	> 2 μ	> 2 μ
	38.5%	37.5%
ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
	1.5%	1.5%



Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanovè

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagnol

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

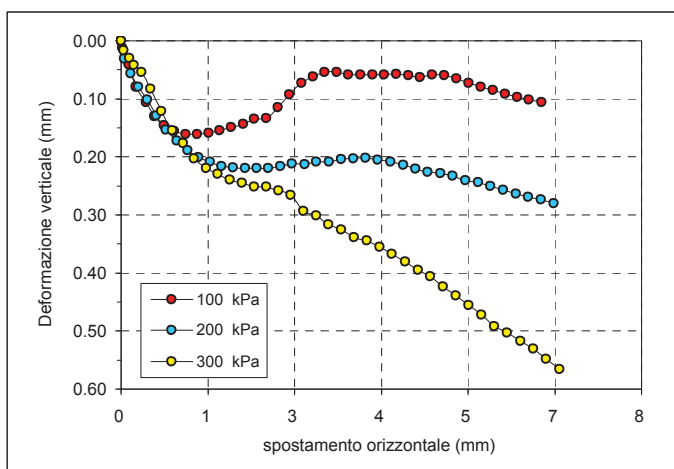
COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100CR1	m 3.50 - 4.00	
COMMESSA:	21323FE	DURATA PROVE:	04 - 31/01/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101000	rev.00 del:	15/02/21

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

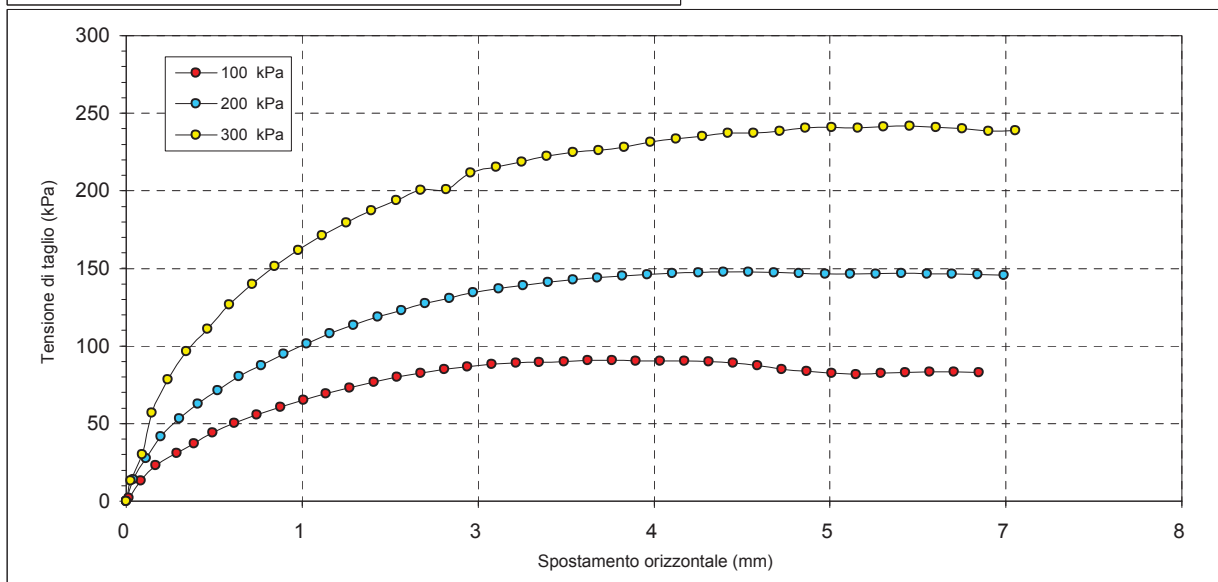
CODICI STRUMENTAZIONE: calibro 12; bilancia 480; trasduttori LVDT 540, 540, 543, 544; SG 539, 542.

Macchina:	CONTROLS T206 Electronic/T207 Digital
Prova:	CONSOLIDATA DRENATA
Dimensioni provino:	$\phi \times h = 60 \times 20$ mm
Velocità prova:	0,004 mm/min

NATURA DEL CAMPIONE: Sabbia medio fina con limo debolmente ghiaioso grigio marrone



	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
σ_v (kPa)	100	200	300
W ini (%)	31.8	29.6	29.6
γ ini (Mg/m ³)	1.77	1.79	1.81
γ_d ini (Mg/m ³)	1.34	1.38	1.39
S ini (%)	85	84	85
W fin (%)	38.7	34.0	29.4
γ fin (Mg/m ³)	1.83	1.89	1.95
γ_d fin (Mg/m ³)	1.32	1.41	1.50
S fin (%)	100	100	100
G (Mg/m ³)	2.700		
H fine cons (mm)	19.520	19.356	19.191



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100CR1	m 3.50 - 4.00	
COMMESSA:	21323FE	DURATA PROVE:	04 - 31/01/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101000	rev.00 del:	15/02/21

PROVINO 1 100 kPa			PROVINO 2 200 kPa			PROVINO 3 300 kPa		
Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.021	2.157	0.012	0.055	13.864	0.031	0.037	13.369	0.017
0.117	13.369	0.041	0.157	27.693	0.056	0.127	29.921	0.030
0.230	23.272	0.079	0.270	41.875	0.079	0.200	56.836	0.042
0.393	31.053	0.106	0.417	53.052	0.102	0.323	78.339	0.054
0.532	37.313	0.130	0.561	62.672	0.129	0.469	96.518	0.083
0.677	43.962	0.146	0.714	71.549	0.153	0.636	110.984	0.121
0.843	50.222	0.155	0.880	80.426	0.172	0.807	126.510	0.154
1.020	55.633	0.161	1.054	87.606	0.189	0.983	139.844	0.177
1.205	60.479	0.161	1.229	95.068	0.201	1.159	151.303	0.203
1.385	65.006	0.159	1.409	101.435	0.209	1.344	161.630	0.220
1.562	69.285	0.154	1.591	107.942	0.216	1.531	171.215	0.229
1.743	73.034	0.149	1.776	113.460	0.218	1.722	179.597	0.239
1.934	76.642	0.143	1.966	118.659	0.220	1.916	187.201	0.245
2.114	79.931	0.135	2.150	123.009	0.219	2.109	193.744	0.251
2.298	82.548	0.133	2.335	127.359	0.220	2.300	200.605	0.252
2.485	84.953	0.115	2.523	130.790	0.216	2.499	200.818	0.258
2.663	86.757	0.093	2.710	134.539	0.212	2.691	211.569	0.266
2.857	88.455	0.073	2.909	136.944	0.213	2.891	215.460	0.293
3.045	89.056	0.062	3.098	138.889	0.209	3.092	218.714	0.301
3.227	89.657	0.054	3.294	141.117	0.208	3.286	222.286	0.316
3.419	89.905	0.054	3.488	142.921	0.204	3.490	224.868	0.325
3.605	90.753	0.058	3.681	144.088	0.203	3.689	226.141	0.339
3.797	90.753	0.059	3.877	145.078	0.202	3.890	228.086	0.344
3.982	90.435	0.059	4.071	146.104	0.205	4.094	231.446	0.355
4.170	90.506	0.059	4.267	146.811	0.209	4.293	233.745	0.367
4.359	90.364	0.057	4.469	147.342	0.214	4.500	235.089	0.380
4.549	89.905	0.060	4.665	147.695	0.221	4.701	237.282	0.395
4.738	88.950	0.063	4.861	147.625	0.226	4.901	237.459	0.406
4.930	87.323	0.059	5.058	147.483	0.228	5.106	238.520	0.424
5.120	84.953	0.060	5.256	147.023	0.233	5.304	240.430	0.439
5.314	83.751	0.065	5.460	146.564	0.240	5.512	241.172	0.455
5.511	82.407	0.073	5.657	146.458	0.244	5.713	240.748	0.472
5.700	81.841	0.079	5.854	146.458	0.250	5.917	241.208	0.492
5.893	82.548	0.085	6.053	146.847	0.257	6.119	241.667	0.503
6.084	82.796	0.092	6.253	146.458	0.264	6.325	240.819	0.517
6.275	83.503	0.097	6.450	146.387	0.269	6.528	240.253	0.530
6.464	83.326	0.102	6.649	145.962	0.273	6.736	238.449	0.548
6.661	82.973	0.106	6.853	145.786	0.280	6.946	238.838	0.566

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT
 Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
 Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
 Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
 Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100CR1	m 3.50 - 4.00	
COMMESSA:	21323FE	DURATA PROVE:	04 - 31/01/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101000	rev.00 del:	15/02/21

Consolidazione Provino 1

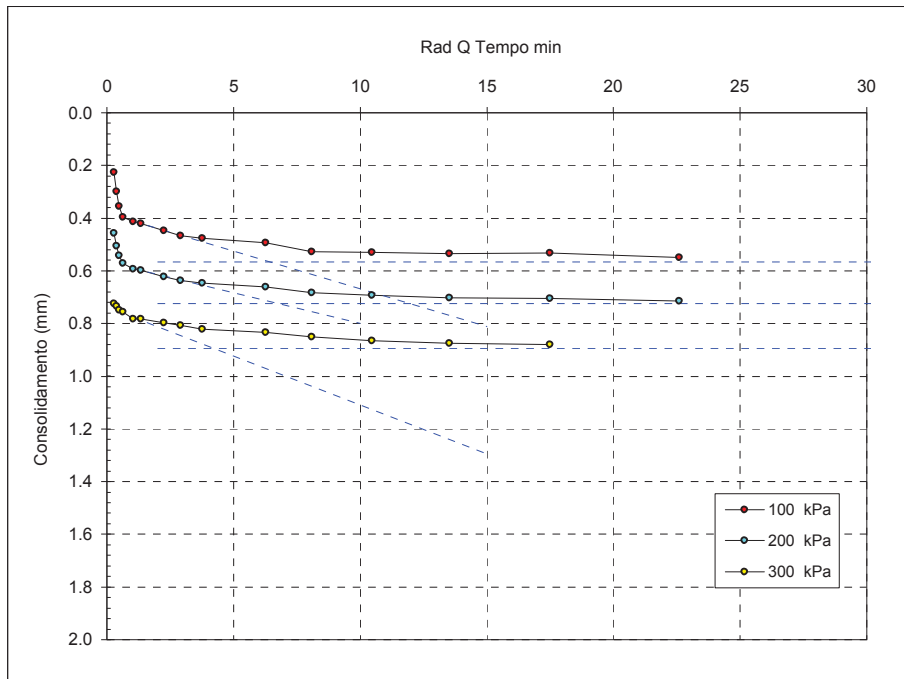
100 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.227
0.14	0.299
0.23	0.354
0.39	0.397
1.08	0.414
1.81	0.421
5.05	0.447
8.44	0.466
14.09	0.476
39.29	0.494
65.61	0.527
109.58	0.531
182.98	0.534
305.58	0.533
510.33	0.550
852.27	

Consolidazione Provino 2

200 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.457
0.14	0.504
0.23	0.543
0.39	0.571
1.08	0.594
1.81	0.598
5.05	0.621
8.44	0.637
14.09	0.647
39.29	0.662
65.61	0.684
109.58	0.694
182.98	0.703
305.58	0.705
510.33	0.714
852.27	

Consolidazione Provino 3

300 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.723
0.14	0.734
0.23	0.748
0.39	0.757
1.08	0.783
1.81	0.783
5.05	0.796
8.44	0.808
14.09	0.822
39.29	0.834
65.61	0.851
109.58	0.864
182.98	0.876
305.58	0.879
510.33	
852.27	



t_{100} min (Bishop ed Henkel)
Provino 1
41.3
Provino 2
44.9
Provino 3
17.8

Il Direttore del Laboratorio terre:
 dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
 dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
 Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
 Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
 Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



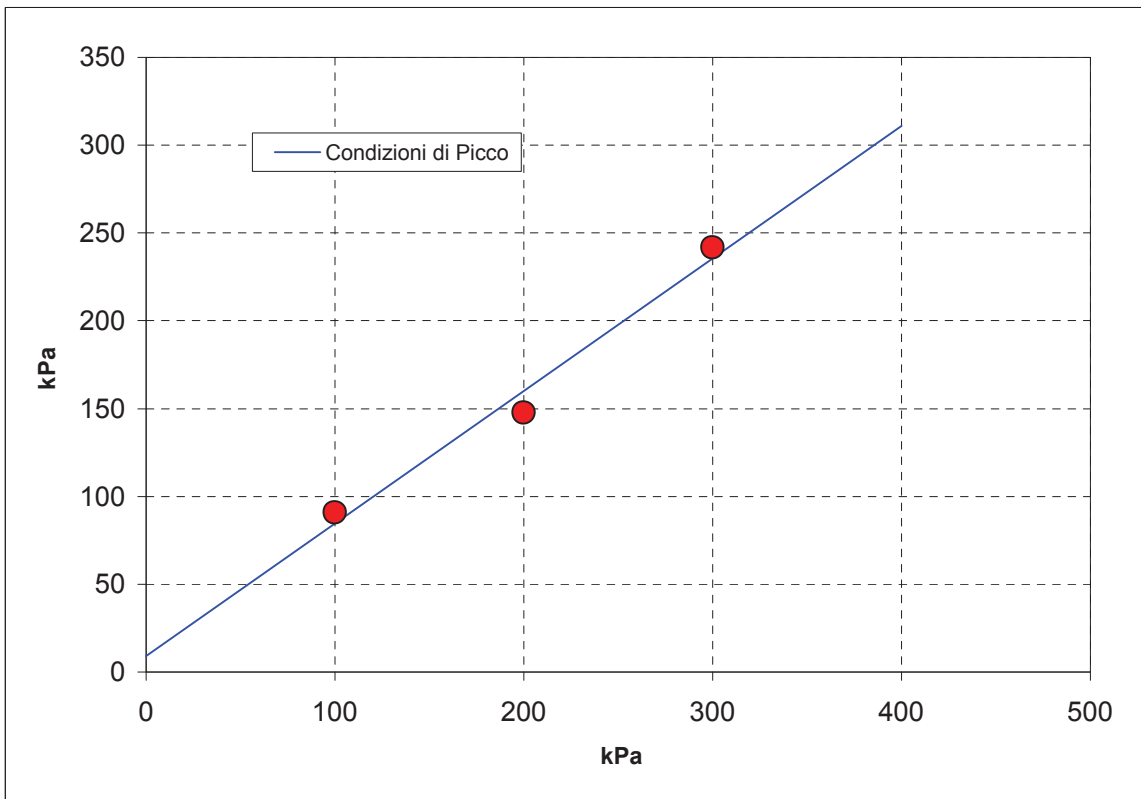
Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma ASTM D 3080)

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100CR1		
COMMESSA:	21323FE	DURATA PROVE:	04 - 31/01/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpretazione soggettiva dei risultati di prova.

	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
Pressione verticale (kPa)	100	200	300
Tensione di taglio (kPa)	90.75	147.70	241.67
Condizioni di Picco	Coesione:	9.12 kPa	Angolo di attrito: 37°



FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC


SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONECOMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**CAMPIONE: **CH100CR2 m 7.00 - 7.70**

COMMESSA: 21323FE

VERBALE ACC.: 526/20

DATA CONSEGNA: 28/09/20

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

alto 7.00	LUNGHEZZA (cm): - GRADO DI QUALITA': AGI Q3 EC 7-3 Q3																																
	DESCRIZIONE: Sabbia da grossa a fina limosa debolmente ghiaioso grigio marrone																																
	<table> <tr> <td>W naturale (%)</td> <td style="text-align: right;">43.5</td> </tr> <tr> <td>γ ricostituita (Mg/m³)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>γ secco (Mg/m³)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>γ immerso (Mg/m³)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>porosità (%)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>indice dei vuoti</td> <td></td> </tr> <tr> <td>grado di saturazione (%)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>massa specifica stimata (Mg/m³)</td> <td style="text-align: right;">2.700</td> </tr> </table>	W naturale (%)	43.5	γ ricostituita (Mg/m ³)		γ secco (Mg/m ³)		γ immerso (Mg/m ³)		porosità (%)		indice dei vuoti		grado di saturazione (%)		massa specifica stimata (Mg/m ³)	2.700																
W naturale (%)	43.5																																
γ ricostituita (Mg/m ³)																																	
γ secco (Mg/m ³)																																	
γ immerso (Mg/m ³)																																	
porosità (%)																																	
indice dei vuoti																																	
grado di saturazione (%)																																	
massa specifica stimata (Mg/m ³)	2.700																																
	PROVE ESEGUITE <table> <tr> <td>Umidità Naturale</td> <td>-</td> <td>Trassiale CID</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Limiti Atterberg</td> <td>-</td> <td>Trassiale CIU</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Gran. Setacciatura</td> <td>SI</td> <td>Edometria</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Gran. Sedimentazione</td> <td>SI</td> <td>Taglio Diretto</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Peso di Volume</td> <td>-</td> <td>Espansione L.L.</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Peso Specifico</td> <td>-</td> <td>Trassiale Cicl. + C.M.</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Analisi Chimica</td> <td>-</td> <td>Colonna Risonante</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Permeabilità</td> <td>-</td> <td>Taglio Torsionale Cicl.</td> <td>-</td> </tr> </table>	Umidità Naturale	-	Trassiale CID	-	Limiti Atterberg	-	Trassiale CIU	-	Gran. Setacciatura	SI	Edometria	-	Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	-	Peso di Volume	-	Espansione L.L.	-	Peso Specifico	-	Trassiale Cicl. + C.M.	-	Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-	Permeabilità	-	Taglio Torsionale Cicl.	-
Umidità Naturale	-	Trassiale CID	-																														
Limiti Atterberg	-	Trassiale CIU	-																														
Gran. Setacciatura	SI	Edometria	-																														
Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	-																														
Peso di Volume	-	Espansione L.L.	-																														
Peso Specifico	-	Trassiale Cicl. + C.M.	-																														
Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-																														
Permeabilità	-	Taglio Torsionale Cicl.	-																														
	NOTE: -																																
7.70 basso																																	

Io Sperimentatore:
dott. Roberto BellanovaIl Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/S1

**ANALISI GRANULOMETRICA**

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE: ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano

CANTIERE: Montalto di Castro (VT)

CAMPIONE: CH100CR2 m 7.00 - 7.70

COMMESSA: 21323FE DURATA PROVE: 04 - 31/01/21

VERBALE ACC.: 526/20 DATA CONSEGNA: 28/09/20

GEO - CERT. n°: GF2101001 rev.00 del: 15/02/21

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica Codici strumentazione: bilancia 480, vasca 557, stufa 419, densimetro 151H 348, termometro 588mescolatore 432.

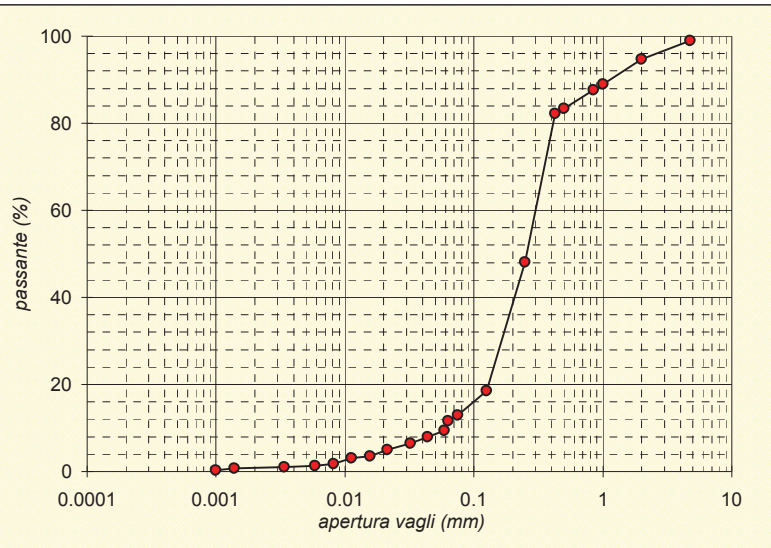
ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Sabbia da grossa a fina limosa debolmente ghiaioso grigio marrone

codici	vaglio (mm)	trattenuto (g)	trattenuto (%)	cum. tratt. (%)	passante (%)
571	setaccio 4.75	4.85	0.98	0.98	99.02
572	setaccio 2	21.15	4.27	5.25	94.75
573	setaccio 1	28.57	5.76	11.01	88.99
290	setaccio 0.85	6.90	1.39	12.40	87.60
291	setaccio 0.5	20.70	4.18	16.58	83.42
292	setaccio 0.425	6.24	1.26	17.84	82.16
293	setaccio 0.250	169.12	34.12	51.96	48.04
282	setaccio 0.125	146.28	29.51	81.47	18.53
283	setaccio 0.075	27.68	5.58	87.06	12.94
286	setaccio 0.063	6.91	1.39	88.45	11.55
-	calcolato 0.0587	10.41	2.10	90.55	9.45
-	calcolato 0.0436	7.27	1.47	92.02	7.98
-	calcolato 0.0323	7.27	1.47	93.48	6.52
-	calcolato 0.0213	7.27	1.47	94.95	5.05
-	calcolato 0.0157	7.27	1.47	96.41	3.59
-	calcolato 0.0112	2.72	0.55	96.96	3.04
-	calcolato 0.0082	6.36	1.28	98.25	1.75
-	calcolato 0.0058	1.82	0.37	98.61	1.39
-	calcolato 0.0034	1.82	0.37	98.98	1.02
-	calcolato 0.0014	1.65	0.33	99.31	0.69
-	calcolato 0.0010	1.82	0.37	99.68	0.32
-	fondo	1.59	0.32	100.00	0.00
TOTALE		495.64		ϕ max (mm) = 5.3	

Passante effettivo setaccio 0.063 (g) in areometro	50.00	
t° C	Tempo (s)	Lettura
16	30	30.0
16	60	26.0
16	120	22.0
16	300	18.0
16	600	14.0
16	1200	12.5
16	2400	9.0
16	4800	8.0
16	14400	7.0
16.5	86400	6.0
16.5	172800	5.0
Rapporti granulometrici		
USCS		
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	1.0%	5.2%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	86.1%	83.2%
LIMO	> 2 μ	> 2 μ
	12.1%	10.7%
ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
	0.8%	0.8%

Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:
dott. Roberto BellanovzIl Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagnol

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC


SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONECOMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**CAMPIONE: **CH100CR3 m 11.20 - 12.00**

COMMESSA: 21323FE

VERBALE ACC.: 526/20

DATA CONSEGNA: 28/09/20

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

alto 11.20	LUNGHEZZA (cm): - GRADO DI QUALITA': AGI Q3 EC 7-3 Q3																																
	DESCRIZIONE: Sabbia medio fina con limo grigio marrone																																
	<table> <tr><td>W naturale (%)</td><td>33.2</td></tr> <tr><td>γ ricostituita (Mg/m³)</td><td>1.57</td></tr> <tr><td>γ secco (Mg/m³)</td><td>1.18</td></tr> <tr><td>γ immerso (Mg/m³)</td><td>0.74</td></tr> <tr><td>porosità (%)</td><td>56</td></tr> <tr><td>indice dei vuoti</td><td>1.30</td></tr> <tr><td>grado di saturazione (%)</td><td>69</td></tr> <tr><td>massa specifica stimata (Mg/m³)</td><td>2.700</td></tr> </table>	W naturale (%)	33.2	γ ricostituita (Mg/m ³)	1.57	γ secco (Mg/m ³)	1.18	γ immerso (Mg/m ³)	0.74	porosità (%)	56	indice dei vuoti	1.30	grado di saturazione (%)	69	massa specifica stimata (Mg/m ³)	2.700																
W naturale (%)	33.2																																
γ ricostituita (Mg/m ³)	1.57																																
γ secco (Mg/m ³)	1.18																																
γ immerso (Mg/m ³)	0.74																																
porosità (%)	56																																
indice dei vuoti	1.30																																
grado di saturazione (%)	69																																
massa specifica stimata (Mg/m ³)	2.700																																
12.00 basso	PROVE ESEGUITE <table> <tr><td>Umidità Naturale</td><td>-</td><td>Trassiale CID</td><td>-</td></tr> <tr><td>Limiti Atterberg</td><td>-</td><td>Trassiale CIU</td><td>-</td></tr> <tr><td>Gran. Setacciatura</td><td>SI</td><td>Edometria</td><td>-</td></tr> <tr><td>Gran. Sedimentazione</td><td>SI</td><td>Taglio Diretto</td><td>SI</td></tr> <tr><td>Peso di Volume</td><td>-</td><td>Espansione L.L.</td><td>-</td></tr> <tr><td>Peso Specifico</td><td>-</td><td>Trassiale Cicl. + C.M.</td><td>-</td></tr> <tr><td>Analisi Chimica</td><td>-</td><td>Colonna Risonante</td><td>-</td></tr> <tr><td>Permeabilità</td><td>-</td><td>Taglio Torsionale Cicl.</td><td>-</td></tr> </table>	Umidità Naturale	-	Trassiale CID	-	Limiti Atterberg	-	Trassiale CIU	-	Gran. Setacciatura	SI	Edometria	-	Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	SI	Peso di Volume	-	Espansione L.L.	-	Peso Specifico	-	Trassiale Cicl. + C.M.	-	Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-	Permeabilità	-	Taglio Torsionale Cicl.	-
	Umidità Naturale	-	Trassiale CID	-																													
Limiti Atterberg	-	Trassiale CIU	-																														
Gran. Setacciatura	SI	Edometria	-																														
Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	SI																														
Peso di Volume	-	Espansione L.L.	-																														
Peso Specifico	-	Trassiale Cicl. + C.M.	-																														
Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-																														
Permeabilità	-	Taglio Torsionale Cicl.	-																														
	NOTE: -																																

Io Sperimentatore:
dott. Roberto BellanovaIl Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/S1

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**

CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**

CAMPIONE: **CH100CR3 m 11.20 - 12.00**

COMMESSA: 21323FE DURATA PROVE: 04 - 31/01/21

VERBALE ACC.: 526/20 DATA CONSEGNA: 28/09/20

GEO - CERT. n°: GF2101002 rev.00 del: 15/02/21

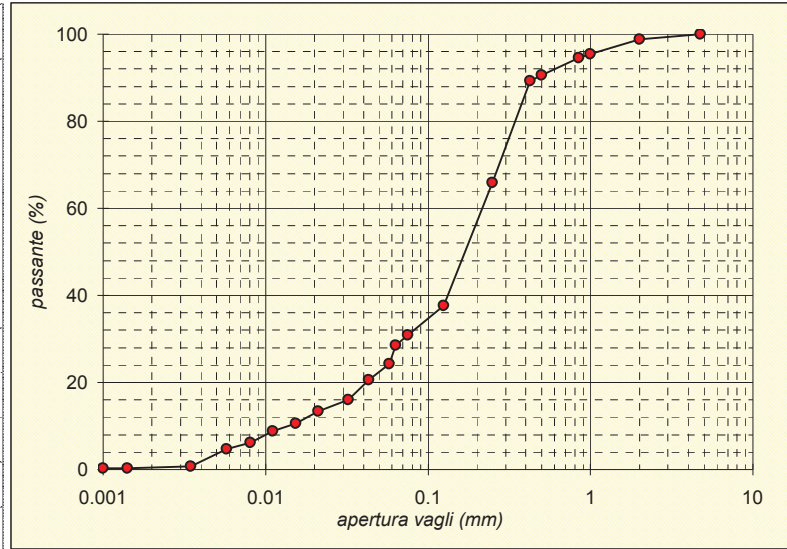
il campione è stato conservato in vasca umida termostatica Codici strumentazione: bilancia 480, vasca 557, stufa 419, densimetro 151H 348, termometro 588mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Sabbia medio fina con limo grigio marrone

codici	vaglio (mm)	trattenuto (g)	trattenuto (%)	cum. tratt. (%)	passante (%)
571	setaccio 4.75	0.19	0.05	0.05	99.95
572	setaccio 2	4.50	1.07	1.12	98.88
573	setaccio 1	14.17	3.38	4.50	95.50
290	setaccio 0.85	3.85	0.92	5.42	94.58
291	setaccio 0.5	16.44	3.93	9.35	90.65
292	setaccio 0.425	5.71	1.36	10.71	89.29
293	setaccio 0.250	98.10	23.43	34.14	65.86
282	setaccio 0.125	118.08	28.20	62.35	37.65
283	setaccio 0.075	28.20	6.74	69.08	30.92
286	setaccio 0.063	10.18	2.43	71.51	28.49
-	calcolato 0.0579	17.88	4.27	75.78	24.22
-	calcolato 0.0431	15.14	3.62	79.40	20.60
-	calcolato 0.0323	18.93	4.52	83.92	16.08
-	calcolato 0.0211	11.36	2.71	86.63	13.37
-	calcolato 0.0154	11.36	2.71	89.35	10.65
-	calcolato 0.0111	7.57	1.81	91.15	8.85
-	calcolato 0.0080	11.36	2.71	93.87	6.13
-	calcolato 0.0058	5.68	1.36	95.22	4.78
-	calcolato 0.0035	17.03	4.07	99.29	0.71
-	calcolato 0.0014	1.55	0.37	99.66	0.34
-	calcolato 0.0010	0.34	0.08	99.74	0.26
-	fondo	1.08	0.26	100.00	0.00
TOTALE		418.69		φ max (mm) = 4.9	

Passante effettivo setaccio 0.063 (g) in areometro	49.99	
t° C	Tempo (s)	Letture
16	30	31.0
16	60	27.0
16	120	22.0
16	300	19.0
16	600	16.0
16	1200	14.0
16	2400	11.0
16	4800	9.5
16	14400	5.0
16.5	86400	4.5
16	172800	4.5
Rapporti granulometrici		
USCS		
UNI		
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	0.0%	1.1%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	69.0%	70.4%
LIMO	> 2 μ	> 2 μ
	30.4%	28.0%
ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
	0.5%	0.5%



Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanove

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagnol

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

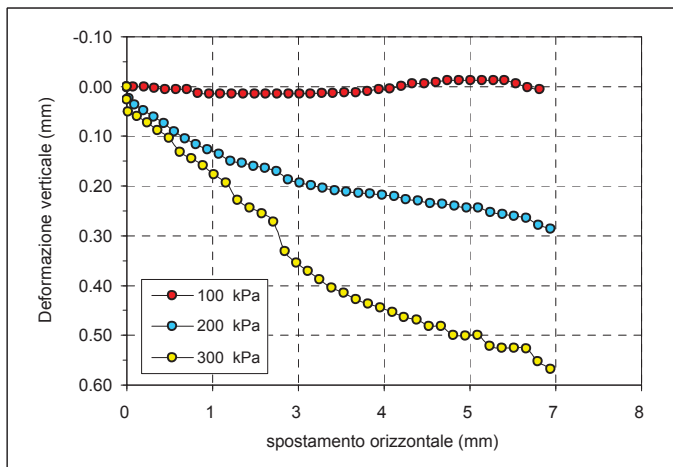
COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100CR3	m 11.20 - 12.00	
COMMESSA:	21323FE	DURATA PROVE:	04 - 31/01/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101003	rev.00 del:	15/02/21

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

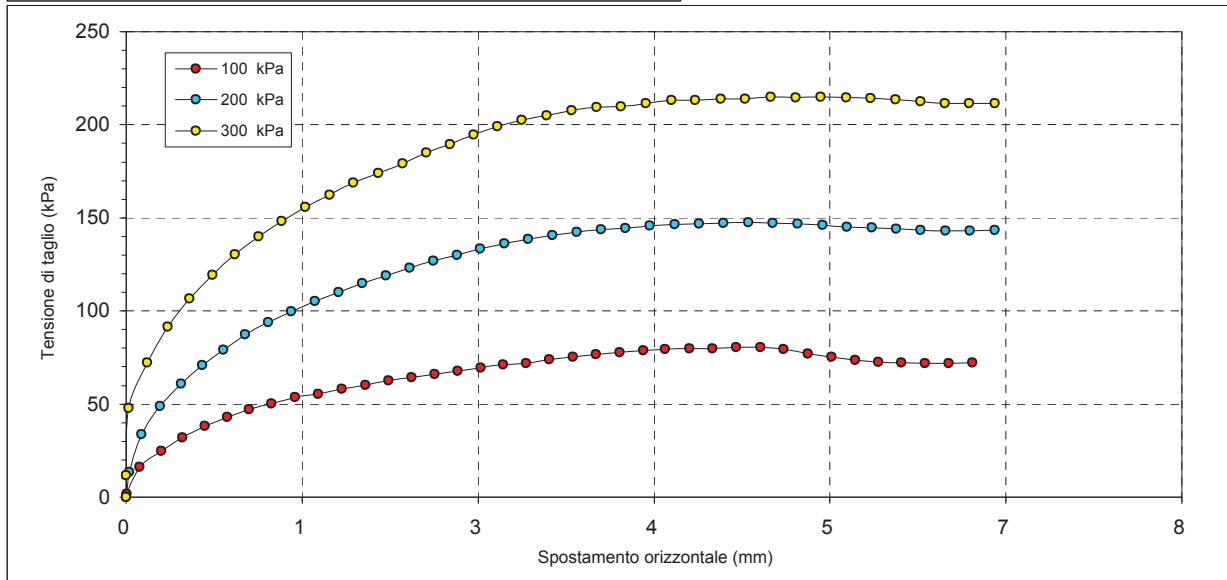
CODICI STRUMENTAZIONE: calibro 12; bilancia 480; trasduttori LVDT 540, 540, 543, 544; SG 539, 542.

Macchina:	CONTROLS T206 Electronic/T207 Digital
Prova:	CONSOLIDATA DRENATA
Dimensioni provino:	$\phi \times h = 60 \times 20$ mm
Velocità prova:	0,004 mm/min

NATURA DEL CAMPIONE: Sabbia medio fina con limo grigio marrone



	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
σ_v (kPa)	100	200	300
W ini (%)	31.8	34.5	34.5
γ ini (Mg/m ³)	1.57	1.57	1.56
γ_d ini (Mg/m ³)	1.19	1.17	1.16
S ini (%)	68	71	70
W fin (%)	70.7	64.0	57.2
γ fin (Mg/m ³)	1.58	1.62	1.67
γ_d fin (Mg/m ³)	0.93	0.99	1.06
S fin (%)	100	100	100
G (Mg/m ³)	2.700		
H fine cons (mm)	19.880	19.756	19.353



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100CR3	m 11.20 - 12.00	
COMMESSA:	21323FE	DURATA PROVE:	04 - 31/01/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101003	rev.00 del:	15/02/21

PROVINO 1 100 kPa			PROVINO 2 200 kPa			PROVINO 3 300 kPa		
Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.003	1.627	0.002	0.027	13.263	0.024	0.000	11.777	0.026
0.103	16.269	0.001	0.122	33.564	0.036	0.019	47.923	0.050
0.273	24.687	0.001	0.267	48.843	0.048	0.163	72.327	0.060
0.442	32.078	0.003	0.430	60.974	0.061	0.326	91.532	0.073
0.616	38.056	0.005	0.593	70.912	0.074	0.496	106.527	0.088
0.792	43.113	0.005	0.761	79.118	0.091	0.677	119.224	0.103
0.960	46.968	0.006	0.931	87.181	0.104	0.852	130.401	0.131
1.135	50.257	0.013	1.111	93.830	0.116	1.033	140.021	0.145
1.322	53.582	0.014	1.289	99.843	0.126	1.216	148.120	0.159
1.501	55.527	0.014	1.474	105.113	0.135	1.399	155.865	0.177
1.685	58.109	0.014	1.658	109.958	0.149	1.592	162.338	0.193
1.871	60.267	0.014	1.845	114.839	0.154	1.777	168.810	0.228
2.048	62.459	0.014	2.030	119.012	0.160	1.968	173.903	0.243
2.230	64.263	0.014	2.215	122.938	0.164	2.162	179.279	0.255
2.411	66.031	0.014	2.399	126.864	0.170	2.344	185.114	0.272
2.591	67.871	0.014	2.583	130.082	0.187	2.532	189.323	0.331
2.771	69.497	0.014	2.766	133.513	0.194	2.715	194.805	0.354
2.947	71.124	0.014	2.954	136.272	0.199	2.900	199.085	0.371
3.125	71.867	0.013	3.141	138.500	0.204	3.092	202.515	0.388
3.307	73.989	0.013	3.332	140.551	0.209	3.284	205.026	0.404
3.488	75.227	0.012	3.520	142.355	0.211	3.480	207.538	0.415
3.671	76.571	0.012	3.711	143.593	0.214	3.673	209.377	0.427
3.854	77.880	0.009	3.902	144.583	0.215	3.867	209.907	0.436
4.038	78.587	0.006	4.091	145.679	0.218	4.061	211.428	0.444
4.212	79.507	0.004	4.283	146.458	0.220	4.258	213.055	0.453
4.399	79.754	-0.001	4.475	146.847	0.227	4.444	213.126	0.464
4.579	79.931	-0.006	4.666	147.165	0.230	4.643	214.010	0.469
4.767	80.638	-0.006	4.858	147.625	0.234	4.836	213.904	0.481
4.953	80.355	-0.009	5.051	147.342	0.236	5.036	215.000	0.482
5.133	79.436	-0.012	5.246	146.847	0.240	5.229	214.576	0.499
5.326	77.137	-0.012	5.442	145.998	0.243	5.427	215.000	0.501
5.509	75.262	-0.013	5.632	145.078	0.244	5.624	214.646	0.500
5.693	73.636	-0.013	5.824	144.654	0.253	5.813	214.257	0.521
5.874	72.539	-0.013	6.015	144.229	0.257	6.009	213.409	0.526
6.055	72.115	-0.012	6.207	143.557	0.260	6.204	212.454	0.526
6.239	71.761	-0.006	6.398	143.204	0.264	6.397	211.499	0.527
6.424	71.973	0.002	6.590	142.992	0.278	6.587	211.393	0.553
6.611	72.292	0.006	6.787	143.487	0.286	6.786	211.640	0.568

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100CR3	m 11.20 - 12.00	
COMMESSA:	21323FE	DURATA PROVE:	04 - 31/01/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101003	rev.00 del:	15/02/21

Consolidazione Provino 1

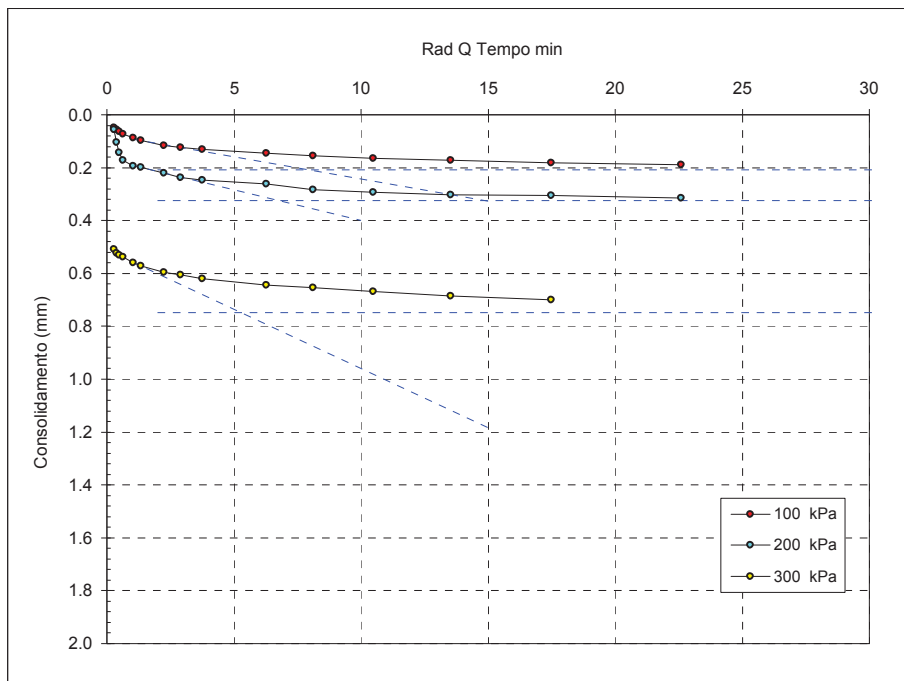
100 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.048
0.14	0.055
0.23	0.064
0.39	0.072
1.08	0.087
1.81	0.098
5.05	0.117
8.44	0.123
14.09	0.131
39.29	0.145
65.61	0.154
109.58	0.164
182.98	0.171
305.58	0.181
510.33	0.190
852.27	

Consolidazione Provino 2

200 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.057
0.14	0.104
0.23	0.143
0.39	0.171
1.08	0.194
1.81	0.198
5.05	0.221
8.44	0.237
14.09	0.247
39.29	0.262
65.61	0.284
109.58	0.294
182.98	0.303
305.58	0.305
510.33	0.314
852.27	

Consolidazione Provino 3

300 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.509
0.14	0.524
0.23	0.530
0.39	0.539
1.08	0.560
1.81	0.571
5.05	0.595
8.44	0.606
14.09	0.621
39.29	0.644
65.61	0.655
109.58	0.669
182.98	0.685
305.58	0.700
510.33	
852.27	



t_{100} min (Bishop ed Henkel)
Provino 1
62.9
Provino 2
44.9
Provino 3
27.8

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
 Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
 Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
 Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



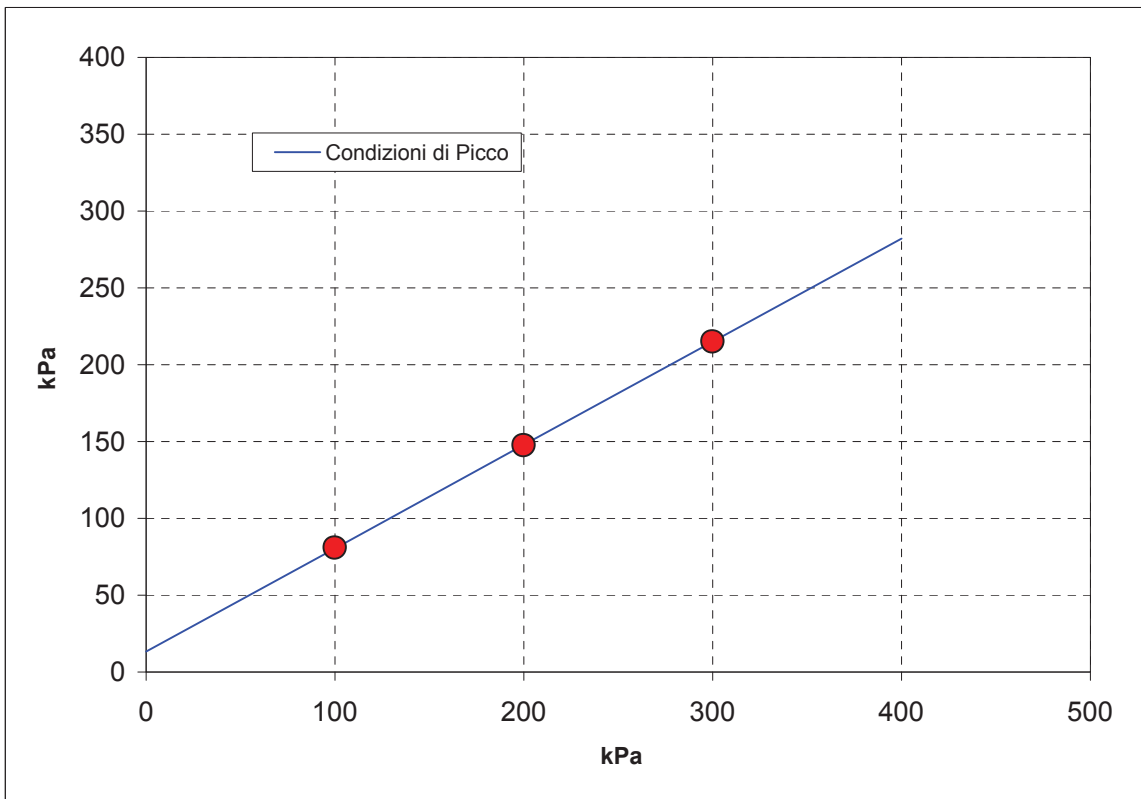
Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma ASTM D 3080)

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100CR3		
COMMESSA:	21323FE	DURATA PROVE:	04 - 31/01/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpretazione soggettiva dei risultati di prova.

	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
Pressione verticale (kPa)	100	200	300
Tensione di taglio (kPa)	80.64	147.62	215.00
Condizioni di Picco	Coesione:	13.39 kPa	Angolo di attrito: 34°



FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

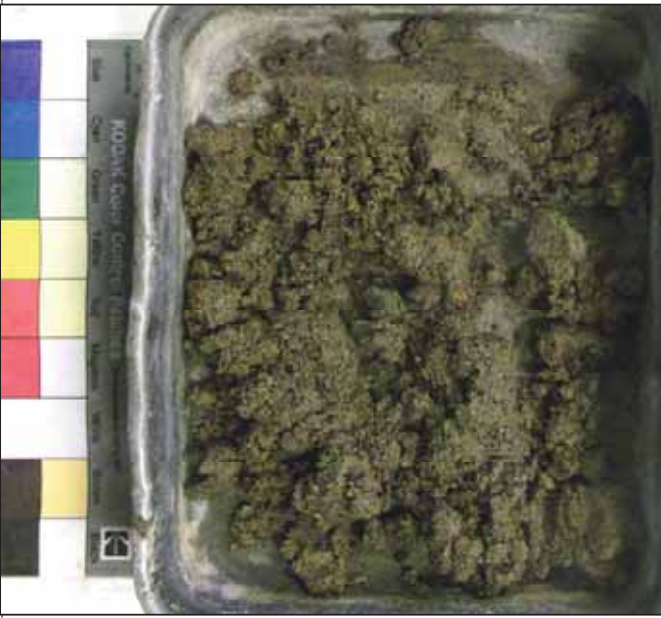
SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONECOMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**CAMPIONE: **CH100CR4 m 16.00 - 16.80**

COMMESSA: 21323FE

VERBALE ACC.: 526/20

DATA CONSEGNA: 28/09/20

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

alto 16.00	LUNGHEZZA (cm): - GRADO DI QUALITA': AGI Q3 EC 7-3 Q3
	DESCRIZIONE: Sabbia da grossa a fina limosa debolmente ghiaioso grigio marrone
	W naturale (%) 25.3 γ ricostituita (Mg/m ³) γ secco (Mg/m ³) γ immerso (Mg/m ³) porosità (%) indice dei vuoti grado di saturazione (%) massa specifica stimata (Mg/m ³) 2.700
	PROVE ESEGUITE Umidità Naturale - Trassiale CID - Limiti Atterberg - Trassiale CIU - Gran. Setacciatura SI Edometria - Gran. Sedimentazione SI Taglio Diretto - Peso di Volume - Espansione L.L. - Peso Specifico - Trassiale Cicl. + C.M. - Analisi Chimica - Colonna Risonante - Permeabilità - Taglio Torsionale Cicl. -
	NOTE: -
16.80 basso	

Io Sperimentatore:
dott. Roberto BellanovaIl Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/S1

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**

CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**

CAMPIONE: **CH100CR4 m 16.00 - 16.80**

COMMESSA: 21323FE DURATA PROVE: 04 - 31/01/21

VERBALE ACC.: 526/20 DATA CONSEGNA: 28/09/20

GEO - CERT. n°: GF2101004 rev.00 del: 15/02/21

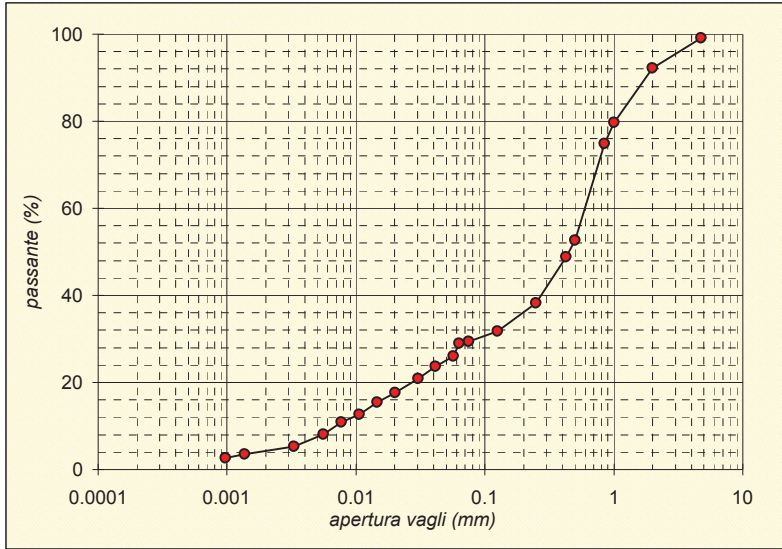
il campione è stato conservato in vasca umida termostatica Codici strumentazione: bilancia 480, vasca 557, stufa 419, densimetro 151H 348, termometro 588mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Sabbia da grossa a fina limosa debolmente ghiaioso grigio marrone

codici	vaglio	trattenuto	trattenuto	cum. tratt.	passante
	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
571	setaccio	4.75	7.49	0.90	99.10
572	setaccio	2	57.42	6.90	92.20
573	setaccio	1	104.06	12.50	79.70
290	setaccio	0.85	40.65	4.88	74.81
291	setaccio	0.5	183.93	22.10	52.71
292	setaccio	0.425	32.01	3.85	48.87
293	setaccio	0.250	88.21	10.60	38.27
282	setaccio	0.125	54.72	6.57	31.69
283	setaccio	0.075	18.53	2.23	29.47
286	setaccio	0.063	4.24	0.51	28.96
-	calcolato	0.0567	24.74	2.97	25.99
-	calcolato	0.0415	19.12	2.30	23.69
-	calcolato	0.0305	22.94	2.76	20.93
-	calcolato	0.0201	26.76	3.22	17.72
-	calcolato	0.0146	19.12	2.30	15.42
-	calcolato	0.0106	22.94	2.76	12.66
-	calcolato	0.0077	15.29	1.84	10.83
-	calcolato	0.0056	22.94	2.76	8.07
-	calcolato	0.0033	22.94	2.76	5.31
-	calcolato	0.0014	14.61	1.76	3.56
-	calcolato	0.0010	7.65	0.92	2.64
	fondo	21.97	2.64	100.00	0.00
TOTALE		832.28			φ max (mm) = 5.1

Passante effettivo setaccio 0.063 (g) in areometro	50.01	
t° C	Tempo (s)	Lettura
16	30	32.5
16	60	30.0
16	120	27.0
16	300	23.5
16	600	21.0
16	1200	18.0
16	2400	16.0
16	4800	13.0
16	14400	10.0
16.5	86400	8.0
16.5	172800	7.0
Rapporti granulometrici		
USCS		
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	0.9%	7.8%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	69.6%	63.2%
LIMO	> 2 μ	> 2 μ
	25.2%	24.6%
ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
	4.3%	4.3%



Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanove

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagnol

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

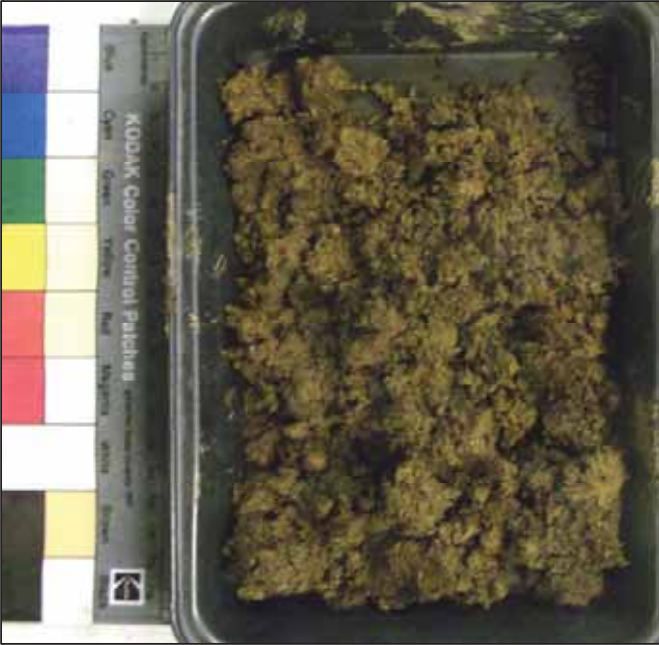
SCHEDE GENERALE DEL CAMPIONECOMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**CAMPIONE: **CH100CR5 m 23.00 - 23.70**

COMMESSA: 21323FE

VERBALE ACC.: 526/20

DATA CONSEGNA: 28/09/20

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

alto 23.00	LUNGHEZZA (cm): - GRADO DI QUALITA': AGI Q3 EC 7-3 Q3
	DESCRIZIONE: Sabbia da grossa a fina con ghiaia medio fina limosa marrone
	W naturale (%) 16.1 γ ricostituita (Mg/m ³) γ secco (Mg/m ³) γ immerso (Mg/m ³) porosità (%) indice dei vuoti grado di saturazione (%) massa specifica stimata (Mg/m ³) 2.700
	PROVE ESEGUITE Umidità Naturale - Trassiale CID - Limiti Atterberg - Trassiale CIU - Gran. Setacciatura SI Edometria - Gran. Sedimentazione SI Taglio Diretto - Peso di Volume - Espansione L.L. - Peso Specifico - Trassiale Cicl. + C.M. - Analisi Chimica - Colonna Risonante - Permeabilità - Taglio Torsionale Cicl. -
23.70 basso	NOTE: -

Io Sperimentatore:
dott. Roberto BellanovaIl Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/S1

ANALISI GRANULOMETRICA (per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422			
COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100CR5 m 23.00 - 23.70		
COMMESSA:	21323FE	DURATA PROVE:	04 - 31/01/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101005	rev.00 del:	15/02/21

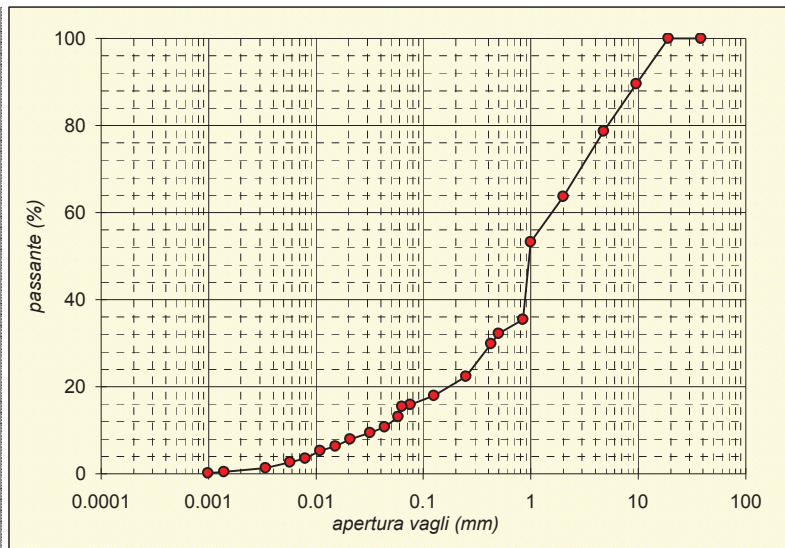
il campione è stato conservato in vasca umida termostatica Codici strumentazione: bilancia 480, vasca 557, stufa 419, densimetro 151H 348, termometro 588mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Sabbia da grossa a fina con ghiaia medio fina limosa marrone

codici	vaglio	trattenuto	trattenuto	cum. tratt.	passante
	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
568	setaccio 38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
569	setaccio 19.1	0.00	0.00	0.00	100.00
570	setaccio 9.51	127.88	10.39	10.39	89.61
571	setaccio 4.75	135.39	11.00	21.39	78.61
572	setaccio 2	184.58	15.00	36.38	63.62
573	setaccio 1	128.09	10.41	46.79	53.21
290	setaccio 0.85	218.04	17.71	64.51	35.49
291	setaccio 0.5	40.09	3.26	67.76	32.24
292	setaccio 0.425	28.74	2.33	70.10	29.90
293	setaccio 0.250	93.38	7.59	77.68	22.32
282	setaccio 0.125	53.30	4.33	82.01	17.99
283	setaccio 0.075	25.70	2.09	84.10	15.90
286	setaccio 0.063	5.35	0.43	84.54	15.46
-	calcolato 0.0579	28.56	2.32	86.86	13.14
-	calcolato 0.0436	30.20	2.45	89.31	10.69
-	calcolato 0.0318	15.10	1.23	90.54	9.46
-	calcolato 0.0208	18.12	1.47	92.01	7.99
-	calcolato 0.0152	21.14	1.72	93.73	6.27
-	calcolato 0.0110	12.08	0.98	94.71	5.29
-	calcolato 0.0080	21.14	1.72	96.43	3.57
-	calcolato 0.0058	12.08	0.98	97.41	2.59
-	calcolato 0.0034	15.10	1.23	98.63	1.37
-	calcolato 0.0014	11.54	0.94	99.57	0.43
-	calcolato 0.0010	3.02	0.25	99.82	0.18
-	fondo 2.26	0.18	0.18	100.00	0.00
TOTALE		1230.87		φ max (mm) = 6.4	

Passante effettivo setaccio 0.063 (g) in areometro	50.00	
t° C	Tempo (s)	Letture
16	30	31.0
16	60	26.0
16	120	23.5
16	300	20.5
16	600	17.0
16	1200	15.0
16	2400	11.5
16	4800	9.5
16	14400	7.0
16.5	86400	5.0
16.5	172800	4.5
Rapporti granulometrici		
	USCS	UNI
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	21.4%	36.4%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	62.7%	48.2%
LIMO	> 2 μ	> 2 μ
	15.1%	14.7%
ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
	0.8%	0.8%



Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanovà

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONECOMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**CAMPIONE: **CH100CR6 m 33.00 - 33.70**

COMMESSA: 21323FE

VERBALE ACC.: 526/20

DATA CONSEGNA: 28/09/20

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

alto 33.00	LUNGHEZZA (cm): - GRADO DI QUALITA': AGI Q3 EC 7-3 Q3																																
	DESCRIZIONE: Ghiaia medio fina con sabbia debolmente limosa grigio																																
	<table> <tr><td>W naturale (%)</td><td>10.6</td></tr> <tr><td>γ ricostituita (Mg/m³)</td><td>2.16</td></tr> <tr><td>γ secco (Mg/m³)</td><td>1.95</td></tr> <tr><td>γ immerso (Mg/m³)</td><td>1.23</td></tr> <tr><td>porosità (%)</td><td>28</td></tr> <tr><td>indice dei vuoti</td><td>0.38</td></tr> <tr><td>grado di saturazione (%)</td><td>75</td></tr> <tr><td>massa specifica stimata (Mg/m³)</td><td>2.700</td></tr> </table>	W naturale (%)	10.6	γ ricostituita (Mg/m ³)	2.16	γ secco (Mg/m ³)	1.95	γ immerso (Mg/m ³)	1.23	porosità (%)	28	indice dei vuoti	0.38	grado di saturazione (%)	75	massa specifica stimata (Mg/m ³)	2.700																
W naturale (%)	10.6																																
γ ricostituita (Mg/m ³)	2.16																																
γ secco (Mg/m ³)	1.95																																
γ immerso (Mg/m ³)	1.23																																
porosità (%)	28																																
indice dei vuoti	0.38																																
grado di saturazione (%)	75																																
massa specifica stimata (Mg/m ³)	2.700																																
33.70 basso	PROVE ESEGUITE <table> <tr><td>Umidità Naturale</td><td>-</td><td>Trassiale CID</td><td>-</td></tr> <tr><td>Limiti Atterberg</td><td>-</td><td>Trassiale CIU</td><td>-</td></tr> <tr><td>Gran. Setacciatura</td><td>SI</td><td>Edometria</td><td>-</td></tr> <tr><td>Gran. Sedimentazione</td><td>-</td><td>Taglio Diretto</td><td>SI</td></tr> <tr><td>Peso di Volume</td><td>-</td><td>Espansione L.L.</td><td>-</td></tr> <tr><td>Peso Specifico</td><td>-</td><td>Trassiale Cicl. + C.M.</td><td>-</td></tr> <tr><td>Analisi Chimica</td><td>-</td><td>Colonna Risonante</td><td>-</td></tr> <tr><td>Permeabilità</td><td>-</td><td>Taglio Torsionale Cicl.</td><td>-</td></tr> </table>	Umidità Naturale	-	Trassiale CID	-	Limiti Atterberg	-	Trassiale CIU	-	Gran. Setacciatura	SI	Edometria	-	Gran. Sedimentazione	-	Taglio Diretto	SI	Peso di Volume	-	Espansione L.L.	-	Peso Specifico	-	Trassiale Cicl. + C.M.	-	Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-	Permeabilità	-	Taglio Torsionale Cicl.	-
	Umidità Naturale	-	Trassiale CID	-																													
Limiti Atterberg	-	Trassiale CIU	-																														
Gran. Setacciatura	SI	Edometria	-																														
Gran. Sedimentazione	-	Taglio Diretto	SI																														
Peso di Volume	-	Espansione L.L.	-																														
Peso Specifico	-	Trassiale Cicl. + C.M.	-																														
Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-																														
Permeabilità	-	Taglio Torsionale Cicl.	-																														
	NOTE: -																																

Io Sperimentatore:
dott. Roberto BellanovaIl Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/S1

ANALISI GRANULOMETRICA (per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422			
COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100CR6 m 33.00 - 33.70		
COMMESSA:	21323FE	DURATA PROVE:	04 - 31/01/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101006	rev.00 del:	15/02/21

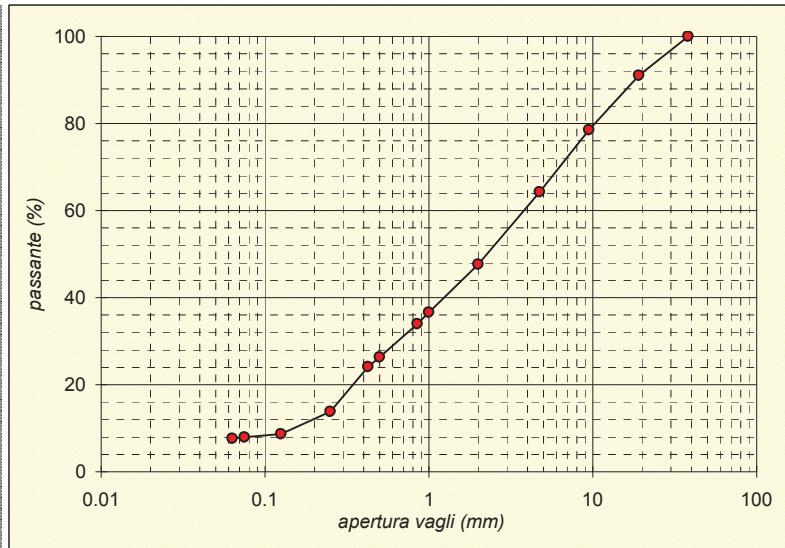
il campione è stato conservato in vasca umida termostatica Codici strumentazione: bilancia 480, vasca 557, stufa 419, densimetro 151H 348, termometro 588mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Ghiaia medio fina con sabbia debolmente limosa grigio

codici	vaglio	trattenuto	trattenuto	cum. tratt.	passante
	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
568	setaccio	38.1	0.00	0.00	100.00
569	setaccio	19.1	152.44	8.91	91.09
570	setaccio	9.51	214.55	12.53	78.56
571	setaccio	4.75	244.66	14.29	64.27
572	setaccio	2	285.61	16.68	47.58
573	setaccio	1	187.35	10.94	36.64
290	setaccio	0.85	45.93	2.68	33.96
291	setaccio	0.5	130.24	7.61	26.35
292	setaccio	0.425	39.35	2.30	24.05
293	setaccio	0.250	174.84	10.21	13.83
282	setaccio	0.125	89.04	5.20	8.63
283	setaccio	0.075	11.72	0.68	7.95
286	setaccio	0.063	4.71	0.28	7.67
	fondo	131.35	7.67	100.00	0.00
TOTALE		1711.79			φ max (mm) = 23.1

Passante effettivo setaccio 0.063 (g) in areometro		
t° C	Tempo (s)	Letture
	30	
	60	
	120	
	300	
	600	
	1200	
	2400	
	4800	
	14400	
	86400	
	172800	
Rapporti granulometrici		
USCS		
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	35.7%	52.4%
SABBIA		
	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	56.3%	39.9%
LIMO + ARGILLA		
	< 0,075 mm	< 0,063 mm
	7.9%	7.7%



Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

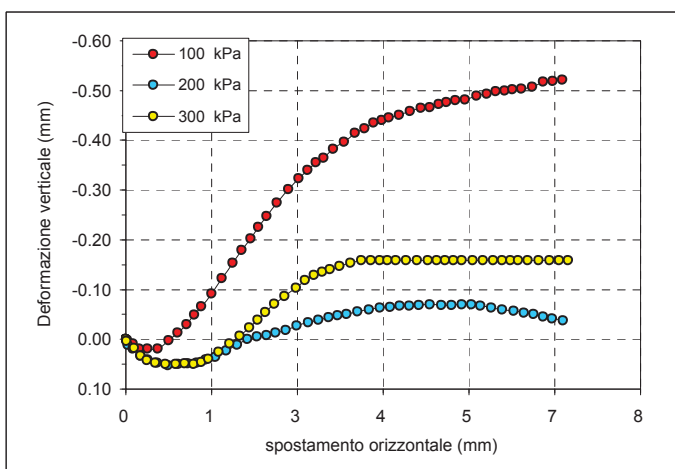
COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100CR6	m 33.00 - 33.70	
COMMESSA:	21323FE	DURATA PROVE:	04 - 31/01/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101007	rev.00 del:	15/02/21

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

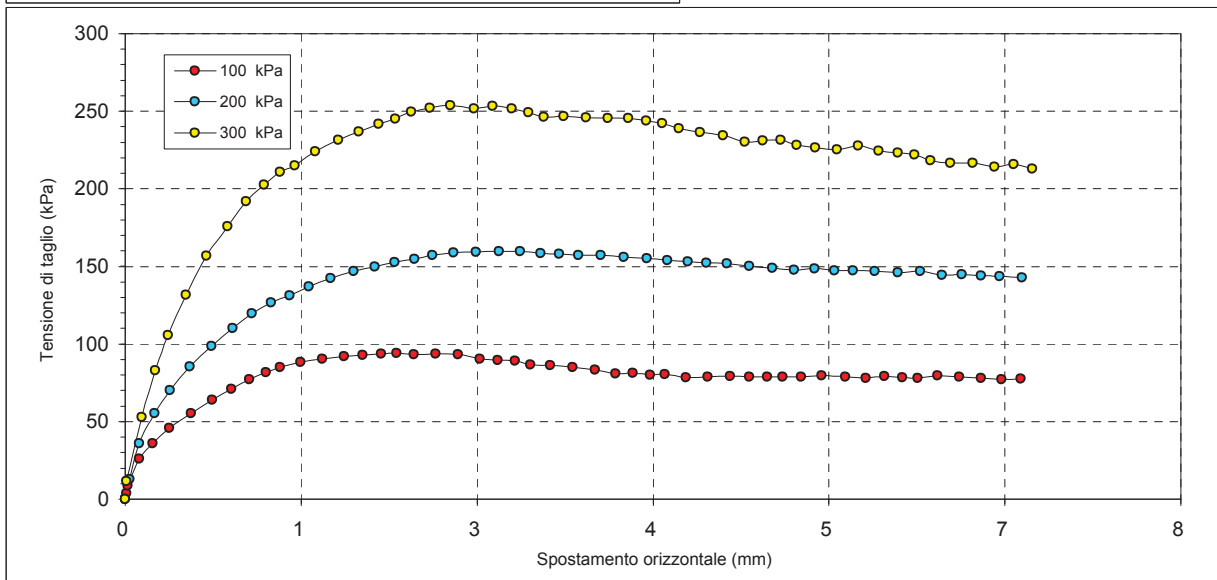
CODICI STRUMENTAZIONE: calibro 12; bilancia 480; trasduttori LVDT 540, 540, 543, 544; SG 539, 542.

Macchina:	CONTROLS T206 Electronic/T207 Digital
Prova:	CONSOLIDATA DRENATA (provini ricostituiti con materiale passante al setaccio 4.75 mm)
Dimensioni provino:	φ x h = 60 x 20 mm
Velocità prova:	0,004 mm/min

NATURA DEL CAMPIONE: Sabbia medio fina con limo grigio marrone



	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
σ_v (kPa)	100	200	300
W ini (%)	10.2	10.2	11.0
γ ini (Mg/m ³)	2.16	2.16	2.17
γ_d ini (Mg/m ³)	1.96	1.96	1.95
S ini (%)	73	73	77
W fin (%)	19.4	15.9	15.1
γ fin (Mg/m ³)	2.12	2.19	2.21
γ_d fin (Mg/m ³)	1.77	1.89	1.92
S fin (%)	100	100	100
G (Mg/m ³)	2.700		
H fine cons (mm)	19.978	19.761	19.547



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100CR6	m 33.00 - 33.70	
COMMESSA:	21323FE	DURATA PROVE:	04 - 31/01/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101007	rev.00 del:	15/02/21

PROVINO 1 100 kPa			PROVINO 2 200 kPa			PROVINO 3 300 kPa		
Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.008	3.537	0.001	0.033	12.732	0.011	0.012	11.671	0.003
0.019	8.488	0.001	0.110	36.075	0.019	0.131	52.698	0.018
0.112	25.818	0.009	0.231	55.174	0.033	0.237	83.114	0.033
0.216	35.721	0.019	0.351	70.028	0.041	0.337	105.749	0.042
0.347	45.624	0.019	0.507	85.590	0.047	0.476	131.568	0.047
0.517	55.174	0.019	0.674	98.676	0.052	0.635	156.679	0.050
0.682	64.016	0.002	0.838	110.347	0.050	0.802	175.777	0.050
0.828	71.089	-0.013	0.990	119.543	0.049	0.947	191.693	0.049
0.972	77.102	-0.030	1.141	126.616	0.047	1.085	202.657	0.050
1.100	81.699	-0.049	1.284	131.214	0.041	1.209	210.791	0.046
1.211	84.882	-0.066	1.436	136.873	0.036	1.327	215.036	0.039
1.372	88.419	-0.092	1.606	142.532	0.023	1.486	223.877	0.025
1.542	90.541	-0.122	1.785	146.776	0.011	1.665	231.658	0.009
1.708	91.956	-0.153	1.951	149.605	0.000	1.825	236.963	-0.007
1.856	93.017	-0.179	2.107	152.788	-0.006	1.978	241.915	-0.023
2.000	93.724	-0.203	2.260	154.557	-0.008	2.112	245.098	-0.039
2.122	94.078	-0.226	2.402	157.033	-0.013	2.233	249.696	-0.055
2.257	93.371	-0.248	2.566	158.801	-0.019	2.379	252.172	-0.071
2.423	93.724	-0.274	2.741	159.155	-0.027	2.541	253.586	-0.087
2.601	93.371	-0.302	2.921	159.508	-0.034	2.723	251.818	-0.103
2.768	90.541	-0.323	3.085	159.508	-0.039	2.872	253.233	-0.119
2.912	89.480	-0.340	3.246	158.447	-0.044	3.018	251.818	-0.129
3.044	89.127	-0.355	3.392	158.094	-0.048	3.151	249.342	-0.135
3.165	86.651	-0.365	3.541	157.033	-0.051	3.268	246.159	-0.141
3.318	86.297	-0.382	3.714	157.386	-0.056	3.426	246.866	-0.147
3.494	84.882	-0.397	3.897	155.971	-0.059	3.600	245.805	-0.153
3.670	83.468	-0.415	4.074	155.264	-0.063	3.771	245.452	-0.159
3.828	80.992	-0.424	4.236	153.849	-0.065	3.929	245.452	-0.159
3.967	81.346	-0.435	4.394	153.142	-0.067	4.072	244.037	-0.159
4.098	79.931	-0.440	4.540	152.435	-0.067	4.196	242.269	-0.159
4.215	80.285	-0.446	4.699	151.727	-0.069	4.326	238.732	-0.159
4.379	78.516	-0.451	4.873	150.313	-0.070	4.491	236.610	-0.159
4.551	78.870	-0.458	5.054	148.898	-0.069	4.670	234.488	-0.159
4.725	79.224	-0.465	5.224	147.837	-0.069	4.838	230.244	-0.159
4.874	78.870	-0.466	5.387	148.544	-0.070	4.980	230.951	-0.159
5.013	78.870	-0.473	5.541	147.130	-0.070	5.121	231.658	-0.159
5.133	78.870	-0.477	5.684	147.483	-0.067	5.246	228.122	-0.159
5.281	78.870	-0.480	5.853	146.776	-0.063	5.389	226.707	-0.159
5.440	79.577	-0.482	6.034	146.069	-0.060	5.559	225.292	-0.159
5.623	78.870	-0.489	6.210	146.776	-0.057	5.726	227.768	-0.159
5.786	77.809	-0.493	6.379	144.300	-0.053	5.883	224.585	-0.159
5.929	79.224	-0.498	6.536	144.654	-0.050	6.033	223.170	-0.159
6.070	78.516	-0.500	6.684	143.946	-0.046	6.164	222.109	-0.159
6.190	78.163	-0.502	6.832	143.593	-0.042	6.289	218.219	-0.159
6.343	79.577	-0.503	7.006	142.885	-0.038	6.443	216.804	-0.159
6.513	78.870	-0.507				6.619	216.450	-0.159
6.687	77.809	-0.518				6.789	214.328	-0.159
6.845	77.102	-0.519				6.942	215.743	-0.159
6.997	77.455	-0.522				7.084	212.913	-0.159

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100CR6	m 33.00 - 33.70	
COMMESSA:	21323FE	DURATA PROVE:	04 - 31/01/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101007	rev.00 del:	15/02/21

Consolidazione Provino 1

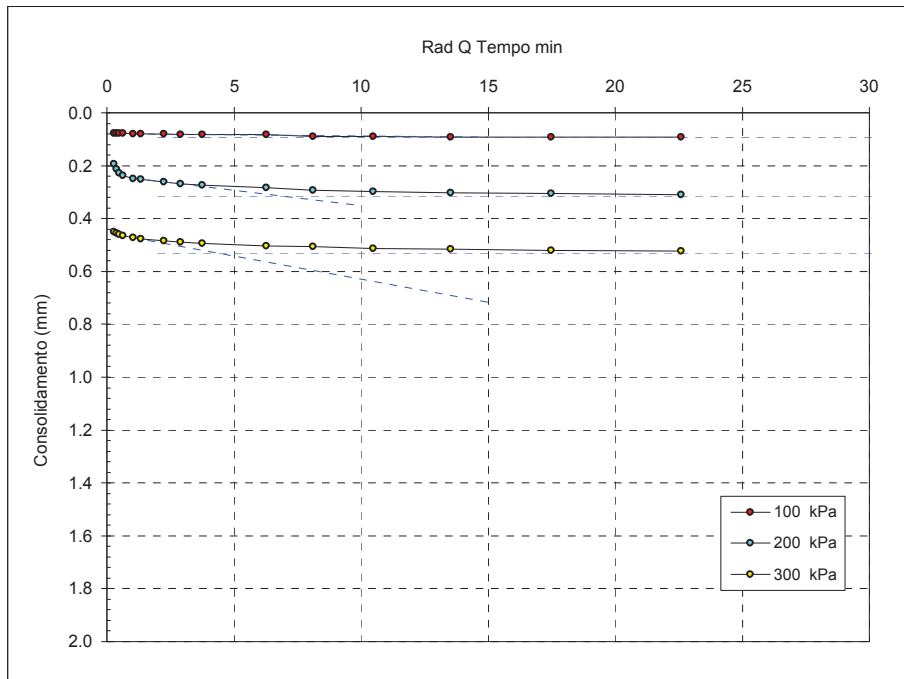
100 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.077
0.14	0.077
0.23	0.078
0.39	0.078
1.08	0.080
1.81	0.080
5.05	0.081
8.44	0.081
14.09	0.082
39.29	0.083
65.61	0.090
109.58	0.090
182.98	0.091
305.58	0.091
510.33	0.092
852.27	

Consolidazione Provino 2

200 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.195
0.14	0.212
0.23	0.227
0.39	0.238
1.08	0.249
1.81	0.252
5.05	0.262
8.44	0.269
14.09	0.275
39.29	0.283
65.61	0.293
109.58	0.299
182.98	0.304
305.58	0.305
510.33	0.310
852.27	

Consolidazione Provino 3

300 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.451
0.14	0.455
0.23	0.460
0.39	0.465
1.08	0.472
1.81	0.477
5.05	0.485
8.44	0.489
14.09	0.495
39.29	0.504
65.61	0.507
109.58	0.513
182.98	0.516
305.58	0.520
510.33	0.523
852.27	



t_{100} min (Bishop ed Henkel)
Provino 1
237.5
Provino 2
47.7
Provino 3
19.2

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
 Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
 Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
 Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



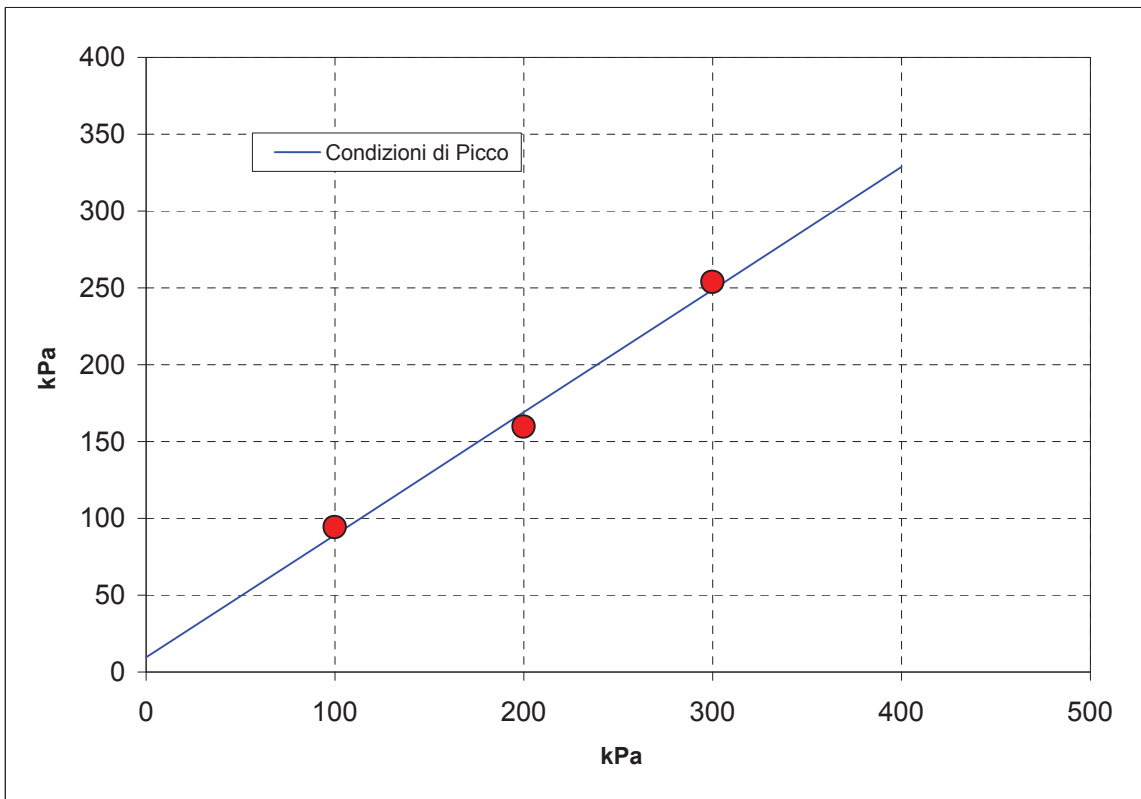
Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma ASTM D 3080)

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	CH100CR6		
COMMESSA:	21323FE	DURATA PROVE:	04 - 31/01/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpretazione soggettiva dei risultati di prova.

	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
Pressione verticale (kPa)	100	200	300
Tensione di taglio (kPa)	94.08	159.51	253.59
Condizioni di Picco	Coesione:	9.55 kPa	Angolo di attrito: 39°



FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEMA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)
CAMPIONE:	S102SH1 m 34.50 - 35.05
COMMESSA:	21323FE/20
VERBALE ACC.:	526/20
DATA CONSEGNA:	28/09/20

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

alto 34.50	P.P. kPa	T.V. kPa	LUNGHEZZA (cm): 48 GRADO DI QUALITA': AGI Q5 EC 7-3 Q1																																			
	170	-	DESCRIZIONE: Limo argilloso grigio con frammenti di conchigliari grigio																																			
	200	-	<table border="0"> <tr> <td>W naturale (%)</td> <td>27.8</td> </tr> <tr> <td>γ naturale (Mg/m³)</td> <td>1.93</td> </tr> <tr> <td>γ secco (Mg/m³)</td> <td>1.51</td> </tr> <tr> <td>γ immerso (Mg/m³)</td> <td>0.95</td> </tr> <tr> <td>porosità (%)</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>indice dei vuoti</td> <td>0.78</td> </tr> <tr> <td>grado di saturazione (%)</td> <td>96</td> </tr> <tr> <td>massa specifica (Mg/m³)</td> <td>2.688</td> </tr> </table>	W naturale (%)	27.8	γ naturale (Mg/m ³)	1.93	γ secco (Mg/m ³)	1.51	γ immerso (Mg/m ³)	0.95	porosità (%)	44	indice dei vuoti	0.78	grado di saturazione (%)	96	massa specifica (Mg/m ³)	2.688																			
	W naturale (%)	27.8																																				
γ naturale (Mg/m ³)	1.93																																					
γ secco (Mg/m ³)	1.51																																					
γ immerso (Mg/m ³)	0.95																																					
porosità (%)	44																																					
indice dei vuoti	0.78																																					
grado di saturazione (%)	96																																					
massa specifica (Mg/m ³)	2.688																																					
190	-	<table border="0"> <tr> <td colspan="4">PROVE ESEGUITE</td> </tr> <tr> <td>Umidità Naturale</td> <td>SI</td> <td>Trassiale UU</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>Limiti Atterberg</td> <td>SI</td> <td>Trassiale CIU</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Gran. Setacciatura</td> <td>SI</td> <td>Edometria</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>Gran. Sedimentazione</td> <td>SI</td> <td>Taglio Diretto</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Peso di Volume</td> <td>SI</td> <td>Espansione L.L.</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Peso Specifico</td> <td>SI</td> <td>Trassiale Cicl. + C.M.</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Analisi Chimica</td> <td>-</td> <td>Colonna Risonante</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Taglio Torsionale Cicl.</td> <td>-</td> </tr> </table>	PROVE ESEGUITE				Umidità Naturale	SI	Trassiale UU	SI	Limiti Atterberg	SI	Trassiale CIU	-	Gran. Setacciatura	SI	Edometria	SI	Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	-	Peso di Volume	SI	Espansione L.L.	-	Peso Specifico	SI	Trassiale Cicl. + C.M.	-	Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-			Taglio Torsionale Cicl.	-
PROVE ESEGUITE																																						
Umidità Naturale	SI	Trassiale UU	SI																																			
Limiti Atterberg	SI	Trassiale CIU	-																																			
Gran. Setacciatura	SI	Edometria	SI																																			
Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	-																																			
Peso di Volume	SI	Espansione L.L.	-																																			
Peso Specifico	SI	Trassiale Cicl. + C.M.	-																																			
Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-																																			
		Taglio Torsionale Cicl.	-																																			
35.05 basso			NOTE: -																																			

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UMIDITA' DI UNA TERRA

UNI EN ISO 17892-1

COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**

CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**

CAMPIONE: **S102SH1 m 34.50 - 35.05**

COMMESSA: 21323FE/20 DURATA PROVE: 04/01 - 10/02/21

VERBALE ACC.: 526/20 DATA CONSEGNA: 28/09/20

GEO - CERT. n°: GF2101029 rev.00 del: 15/02/21

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:
Limo argilloso grigio con frammenti di conchigliari grigio

cod.bilancia 480 - cod. stufa 567

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	173.54	3.22
TERRA UMIDA (g)	386.18	124.43
TERRA ESSICATA* (g)	340.14	98
UMDITA' DETERMINATA (%)	27.6	27.9
UMDITA' CALCOLATA (%)	=	27.8

* materiale essiccato instufa a 105 - 110 °C, fino a massa costante.

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

MASSA VOLUMICA APPARENTE

UNI EN ISO 17892-2

COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**

CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**

CAMPIONE: **S102SH1 m 34.50 - 35.05**

COMMESSA: 21323FE/20

DURATA PROVE:

04/01 - 10/02/21

VERBALE ACC.: 526/20

DATA CONSEGNA:

28/09/20

GEO - CERT. n°: GF2101030

rev.00 del:

15/02/21

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso grigio con frammenti di conchigliari grigio

cod.bilancia 480 - cod. calibro 708

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	136.83	135.96
ALTEZZA (cm)	7.64	7.63
DIAMETRO (cm)	3.84	3.84
MASSA LORDA (g)	306.58	307.12
MASSA VOLUMICA (Mg/m ³)	1.92	1.94

MEDIA (Mg/m³)	=	1.93
---------------------------------	----------	-------------

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO CON PICNOMETRO
UNI EN ISO 17892-3**

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	S102SH1 m 34.50 - 35.05		
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101031	rev.00 del:	15/02/21

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

**ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:
Limo argilloso grigio con frammenti di conchigliari grigio**

cod.bilancia 480

determinazione	1	2
picnometro n:	(pic. 001)	(pic. 002)
terra (g):	19.41	24.20
temperatura (°C):	15.0	15.0
picnometro + acqua (g):	154.95	154.95
picnometro + terra (g):	167.14	170.13
fattore K	1.0007	1.0007
Peso specifico determinato (Mg/m³):	2.690	2.685

Peso specifico calcolato (Mg/m³): 2.688

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

LIMITI DI ATTERBERG (norma ASTM D4318 metodo A)

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	S102SH1	m 34.50 - 35.05	
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101032	rev.00 del:	15/02/21

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

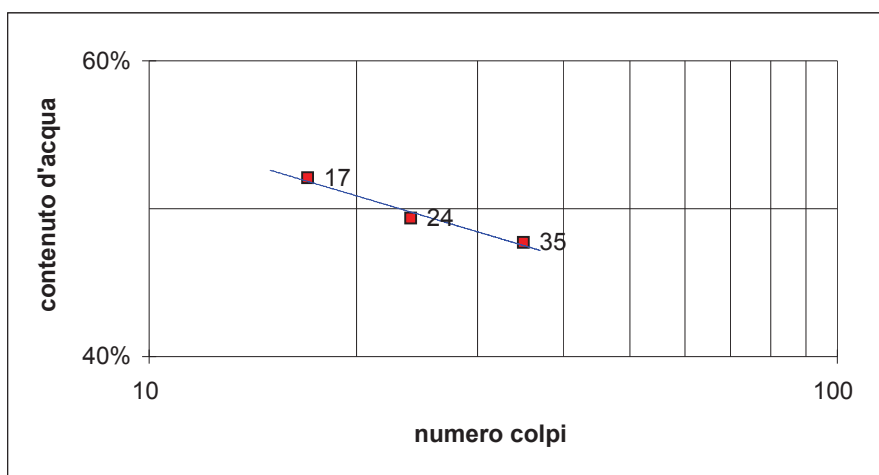
ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso grigio con frammenti di conchigliari grigio

codice cucchiaino: 344; codice bilancia: 480; codice stufa: 419

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		UMIDITA'
	1	2	3	1	2	
impasto						
N° colpi	35	24	17			
massa umida+ tara (g)	19.63	19.75	19.77	13.55	13.88	386.18
massa secca+ tara (g)	14.32	14.28	14.09	11.44	11.50	340.14
acqua contenuta (g)	5.31	5.47	5.68	2.11	2.38	46.04
tara (g)	3.19	3.20	3.18	3.21	2.28	173.54
peso secco (g)	11.13	11.08	10.91	8.23	9.22	166.60
contenuto d'acqua	47.7%	49.4%	52.1%	25.6%	25.8%	27.6%

Umidità Naturale **Wn = 28%**
Limite Liquido **LL = 50%**
Limite Plastico **LP = 26%**
Indice Plastico **IP = 24%**



Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/S1

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	S102SH1	m 34.50 - 35.05	
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101033	rev.00 del:	15/02/21

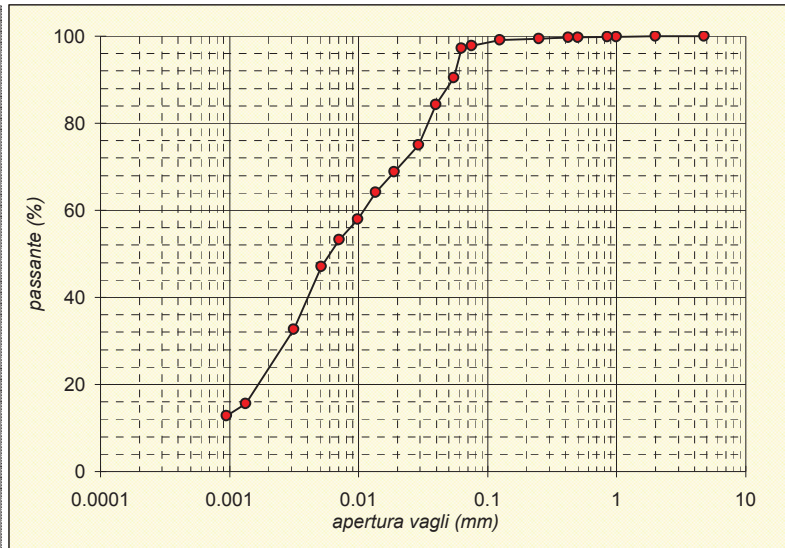
il campione è stato conservato in vasca umida termostatica Codici strumentazione: bilancia 480, vasca 557, stufa 419, densimetro 151H 348, termometro 588mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso grigio con frammenti di conchigliari grigio

codici	vaglio	trattenuto	trattenuto	cum. tratt.	passante
	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
571	setaccio	4.75	0.00	0.00	100.00
572	setaccio	2	0.05	0.03	99.97
573	setaccio	1	0.12	0.10	99.90
290	setaccio	0.85	0.04	0.13	99.87
291	setaccio	0.5	0.21	0.25	99.75
292	setaccio	0.425	0.18	0.36	99.64
293	setaccio	0.250	0.36	0.58	99.42
282	setaccio	0.125	0.62	0.37	99.05
283	setaccio	0.075	2.04	1.22	97.83
286	setaccio	0.063	0.98	0.59	97.24
-	calcolato	0.0547	11.38	6.83	90.41
-	calcolato	0.0398	10.30	6.19	84.22
-	calcolato	0.0293	15.46	9.28	74.94
-	calcolato	0.0190	10.30	6.19	68.76
-	calcolato	0.0137	7.73	4.64	64.12
-	calcolato	0.0099	10.30	6.19	57.93
-	calcolato	0.0071	7.73	4.64	53.29
-	calcolato	0.0051	10.30	6.19	47.11
-	calcolato	0.0031	24.10	14.46	32.64
-	calcolato	0.0013	28.34	17.01	15.63
-	calcolato	0.0010	4.69	2.82	12.81
-	fondo	21.34	12.81	100.00	0.00
TOTALE		166.60		φ max (mm) = 2.3	

Passante effettivo setaccio 0.063 (g) in areometro	50.00	
t° C	Tempo (s)	Letture
18.5	30	33.0
18.5	60	31.0
18.5	120	28.0
18.5	300	26.0
18.5	600	24.5
18.5	1200	22.5
18.5	2400	21.0
18.5	4800	19.0
17.5	14400	14.5
17.5	86400	9.0
18	172800	8.0
Rapporti granulometrici		
USCS		
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	0.0%	0.0%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	2.2%	2.7%
LIMO	> 2 μ	> 2 μ
	74.2%	73.6%
ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
	23.6%	23.6%



Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanovè

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagnol

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
 Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
 Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
 Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA
norma ASTM D 2435 - method A

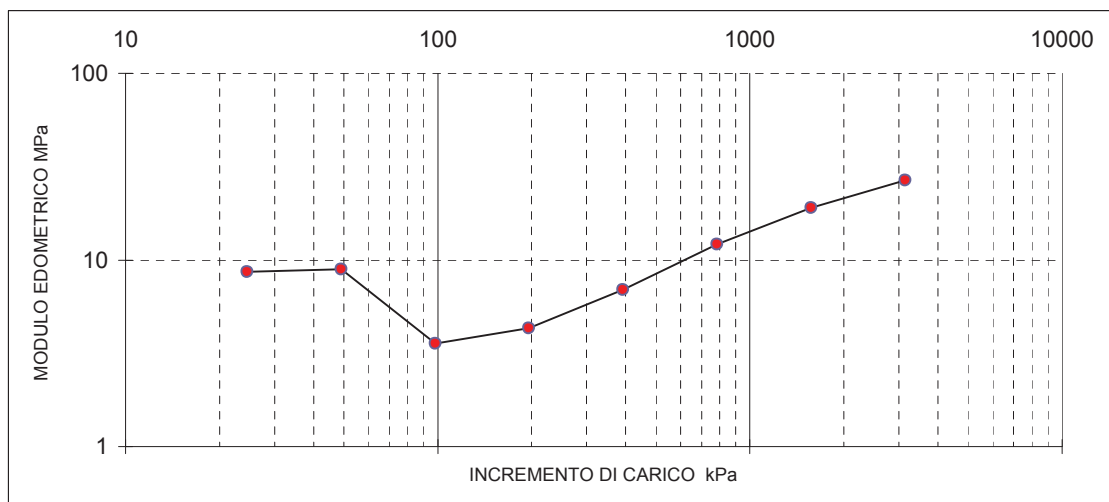
COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	S102SH1 m 34.50 - 35.05		
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101034	rev.00 del:	15/02/21

edometro n: Ed 3 bilancia cod. 480 - calibro cod. 708 - trasduttore cod. 902

NATURA DEL CAMPIONE: Limo argilloso grigio con frammenti di conchigliari grigio

Dp	DH	epsilon	e	e (t100)	av	mv	M
(kPa)	(mm)	(%)			(cm ² /daN)	(cm ² /daN)	(MPa)
12.3	0.029	0.15	0.721	0.721			
24.5	0.058	0.29	0.718	0.718	0.020	0.012	8.67
49.1	0.113	0.56	0.713	0.714	0.019	0.011	8.90
98.1	0.387	1.94	0.690	0.693	0.048	0.028	3.57
196.2	0.841	4.21	0.651	0.656	0.040	0.023	4.32
392.4	1.410	7.05	0.602	0.606	0.025	0.014	6.90
784.8	2.055	10.27	0.546	0.552	0.014	0.008	12.17
1569.6	2.881	14.40	0.475	0.482	0.009	0.005	19.00
3139.2	4.053	20.26	0.374	0.386	0.006	0.004	26.79
784.8	3.660	18.30	0.408	0.403			
196.2	3.107	15.53	0.455	0.455			
49.1	2.387	11.94	0.517	0.513			

Dati provino	Iniziale	Finale
Altezza provino (mm)	20.000	17.613
Umidità (%):	27.9	7.5
Massa volumica apparente (Mg/m ³):	1.99	1.90
Massa volumica apparente secca (Mg/m ³):	1.56	1.77
Indice dei vuoti:	0.72	0.52
Grado di Saturazione (%):	104	39
Massa volumica reale (Mg/m ³)	2.69	



Il Direttore del Laboratorio terre:
 dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
 dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

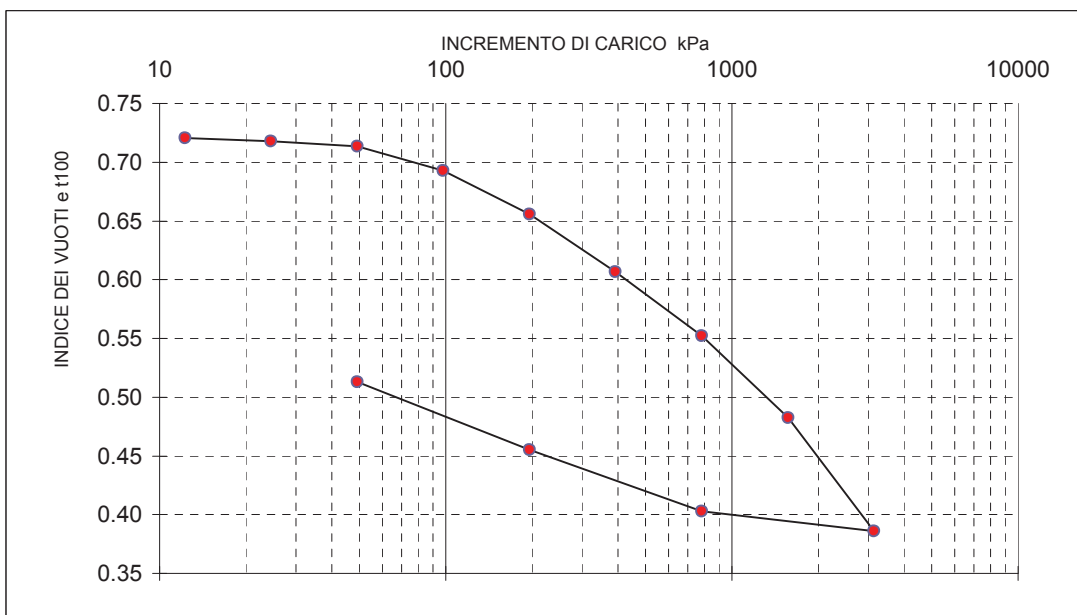
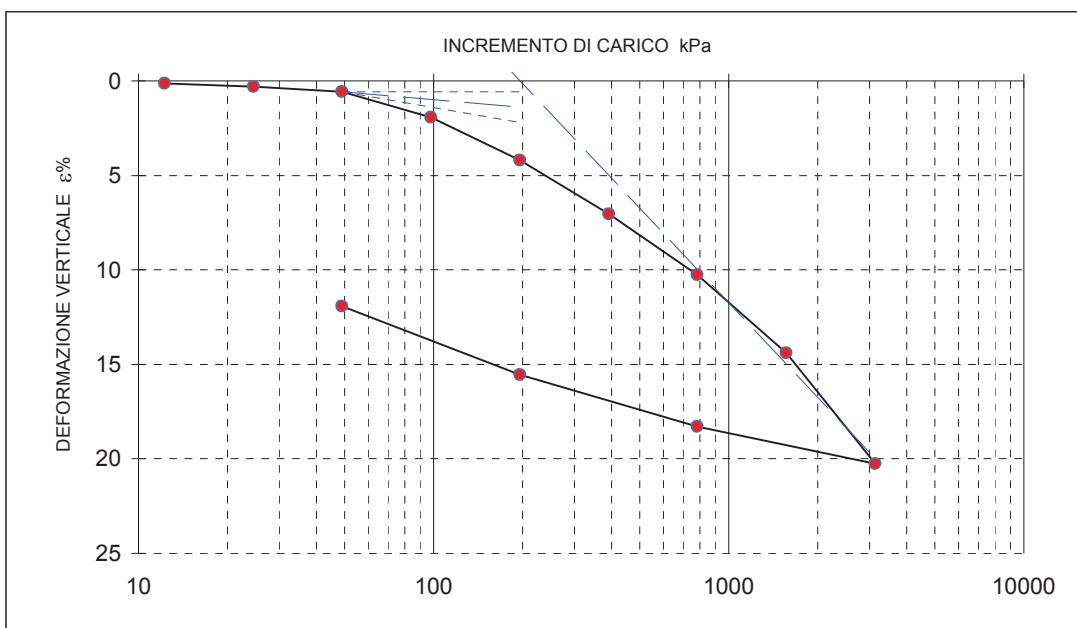
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA
norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	S102SH1 m 34.50 - 35.05		
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101034	rev.00 del:	15/02/21



Il Direttore del Laboratorio terre:
 dott. Massimo Romagnoli

lo Sperimentatore:
 dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	S102SH1 m 34.50 - 35.05		
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101034	rev.00 del:	15/02/21

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)					
	12.3	24.5	49.1	98.1	196.2	392.4
0.08	0.029	0.053	0.066	0.142	0.425	0.881
0.14	0.029	0.054	0.067	0.147	0.433	0.887
0.23	0.029	0.054	0.069	0.153	0.442	0.895
0.39	0.029	0.055	0.071	0.159	0.450	0.905
1.08	0.029	0.056	0.075	0.177	0.475	0.937
1.81		0.057	0.079	0.186	0.491	0.961
5.05		0.058	0.086	0.213	0.540	1.013
8.44		0.058	0.089	0.235	0.571	1.053
14.09		0.058	0.096	0.257	0.610	1.100
39.29		0.058	0.105	0.308	0.691	1.210
65.61			0.110	0.330	0.726	1.258
109.58			0.111	0.344	0.759	1.305
182.98			0.113	0.357	0.786	1.342
305.58				0.368	0.803	1.366
510.33				0.375	0.816	1.384
852.27				0.381	0.829	1.400
1423.30				0.387	0.841	1.410

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)					
	784.8	1569.6	3139.2	784.8	196.2	49.1
0.08	1.464	2.150	2.927	3.987	3.624	3.055
0.14	1.473	2.159	2.978	3.923	3.621	3.054
0.23	1.488	2.175	2.999	3.914	3.614	3.051
0.39	1.500	2.190	3.018	3.905	3.605	3.047
1.08	1.535	2.231	3.078	3.882	3.585	3.034
1.81	1.563	2.259	3.121	3.868	3.571	3.025
5.05	1.637	2.346	3.257	3.827	3.526	2.995
8.44	1.681	2.412	3.344	3.798	3.494	2.978
14.09	1.738	2.494	3.461	3.773	3.454	2.951
39.29	1.862	2.657	3.722	3.725	3.343	2.868
65.61	1.914	2.720	3.825	3.712	3.280	2.807
109.58	1.958	2.764	3.891	3.704	3.211	2.733
182.98	1.986	2.798	3.936	3.696	3.153	2.642
305.58	2.010	2.827	3.974	3.690	3.115	2.544
510.33	2.027	2.848	4.001	3.676	3.108	2.454
852.27	2.041	2.864	4.023	3.669	3.107	2.394
1423.30	2.055	2.881	4.053	3.660	3.107	2.387

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

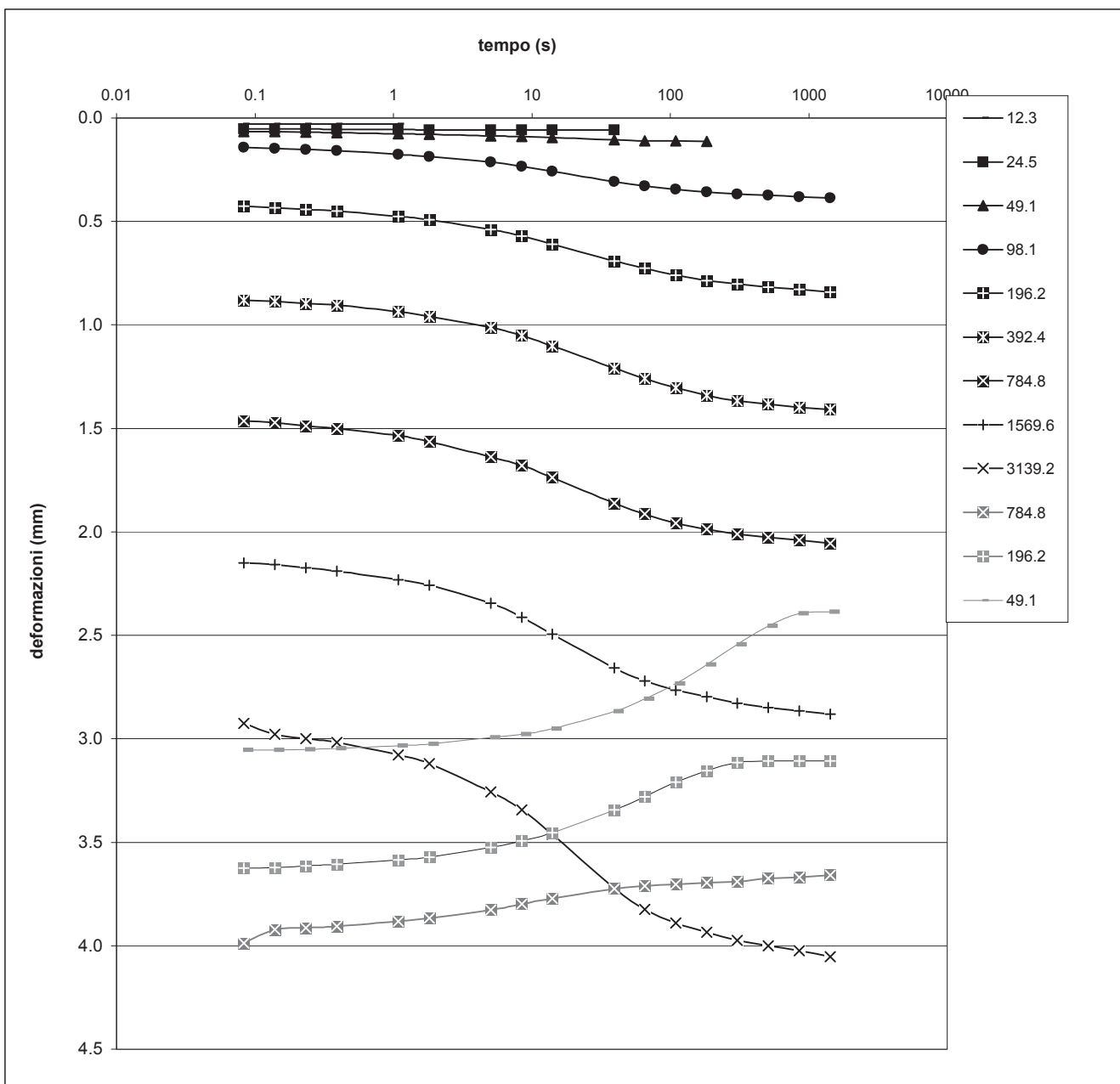
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA
norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	S102SH1 m 34.50 - 35.05		
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101034	rev.00 del:	15/02/21



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

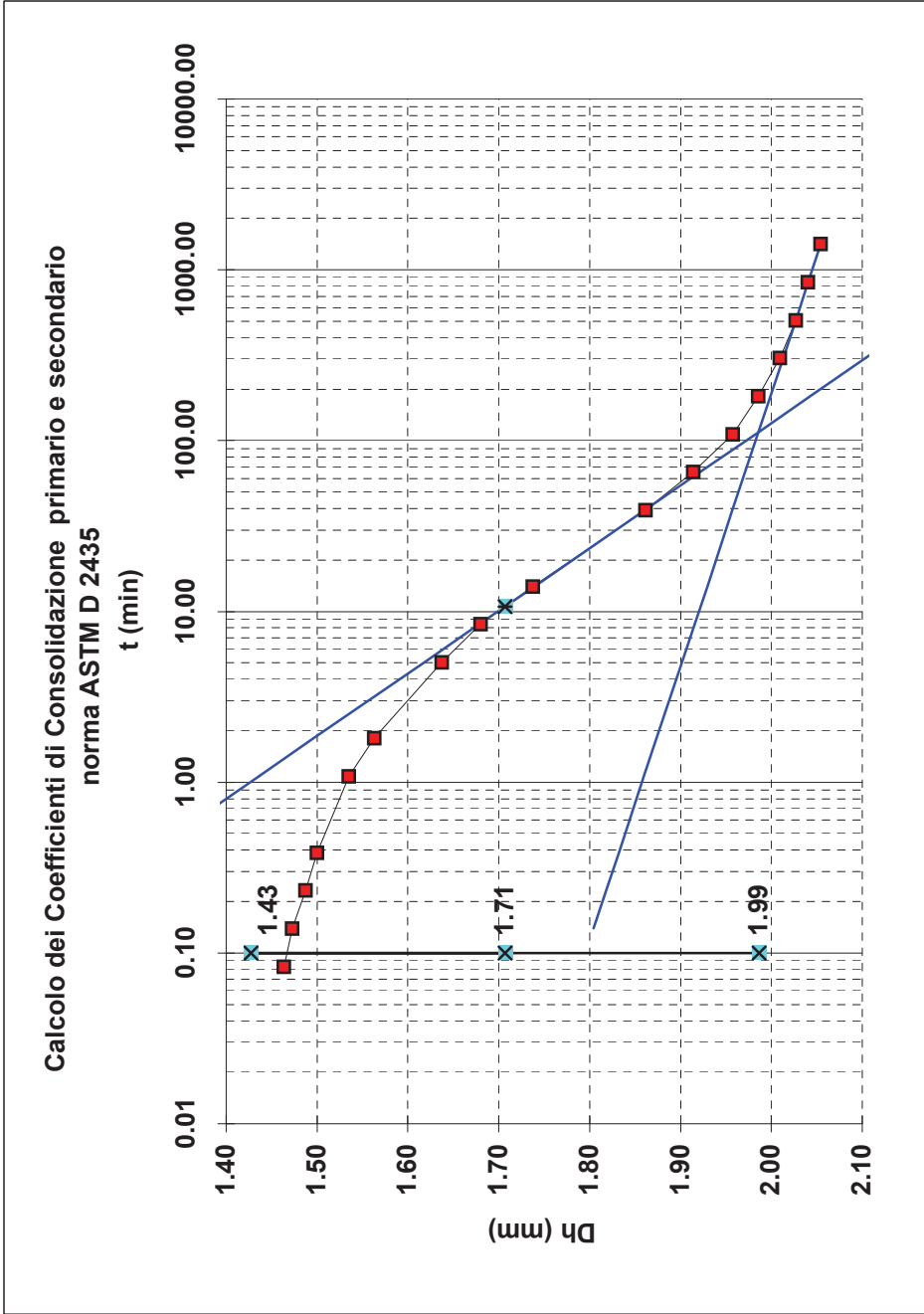
FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	1.410
0.08	1.464
0.14	1.473
0.23	1.488
0.39	1.500
1.08	1.535
1.81	1.563
5.05	1.637
8.44	1.681
14.09	1.738
39.29	1.862
65.61	1.914
109.58	1.958
182.98	1.986
305.58	2.010
510.33	2.027
852.27	2.041
1423.30	2.055

tf50 (min)	10.68
tf50 (sec)	641
k (m/s)	2.07E-11
Cv (cm ² /s)	2.57E-04
C alfa	3.36E-03

Pressione
da(kPa) 392.4
a (kPa) 784.8

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)
CAMPIONE/PROFONDITA':	S102SH1
DATA DI CONSEGNA:	00/01/00
DURATA DELLE PROVE DAL:	12/09/11
AL:	13/09/11
COMMESSA:	21323FE/20
VERBALE ACC.:	526/20
CERTIFICATO n°:	GF2101034
rev.0 del:	00/01/00
Natura del Campione:	Limo argilloso grigio con frammenti di conchigliari grigio

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

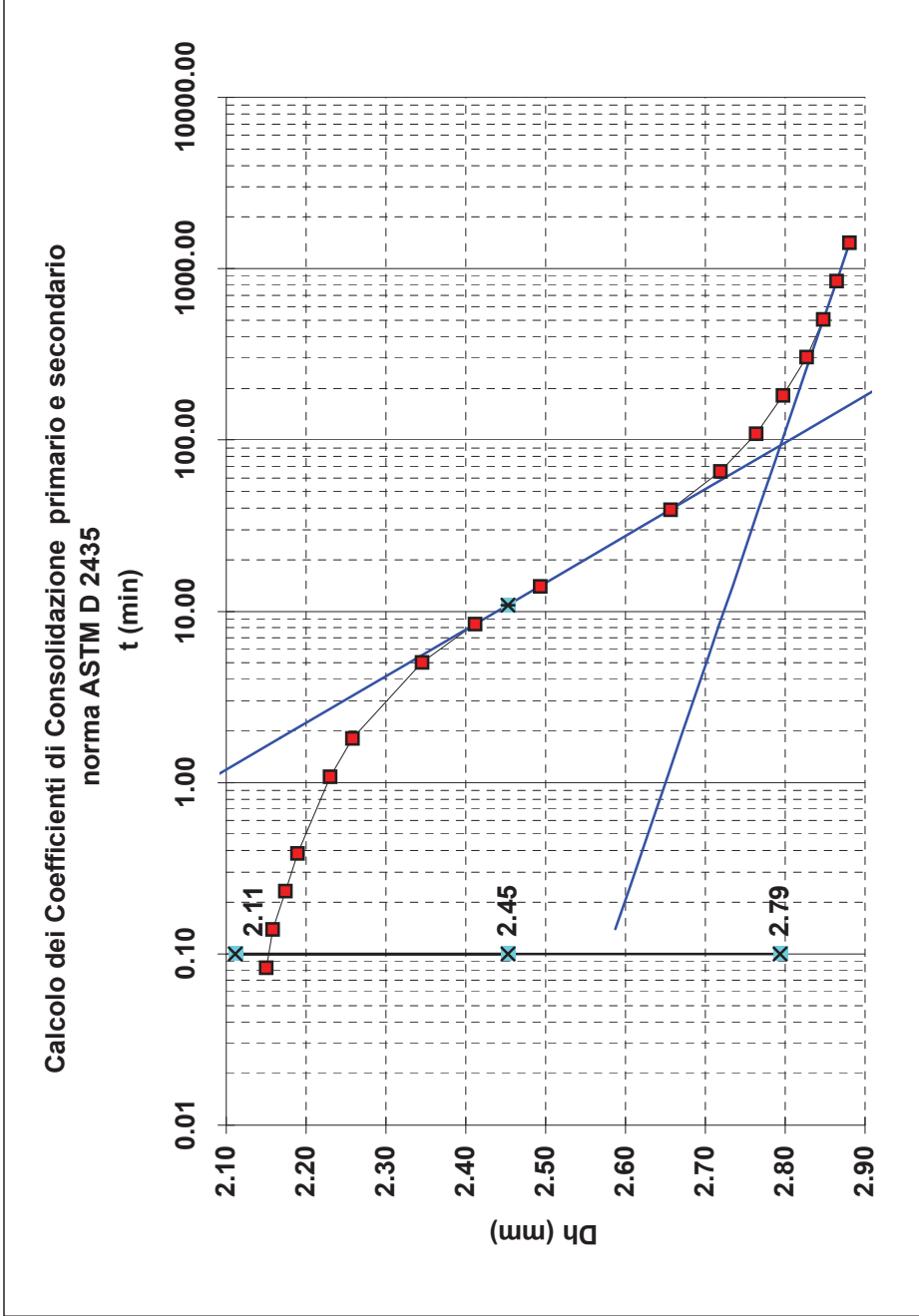
FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	2.055
0.08	2.150
0.14	2.159
0.23	2.175
0.39	2.190
1.08	2.231
1.81	2.259
5.05	2.346
8.44	2.412
14.09	2.494
39.29	2.657
65.61	2.720
109.58	2.764
182.98	2.798
305.58	2.827
510.33	2.848
852.27	2.864
1423.30	2.881

ts50 (min)	10.86
tf50 (sec)	652
k (m/s)	1.20E-11
Cv (cm ² /s)	2.33E-04
C alfa	4.08E-03

Pressione
da(kPa) 784.8
a (kPa) 1569.6

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)
CAMPIONE/PROFONDITA':	S102SH1
DATA DI CONSEGNA:	00/01/00
DURATA DELLE PROVE DAL:	13/09/11
AL:	14/09/11
COMMESSA:	21323FE/20
VERBALE ACC.:	526/20
CERTIFICATO n°:	GF2101034
rev.0 del:	00/01/00
Natura del Campione:	Limo argilloso grigio con frammenti di conchigliari grigio

Il Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

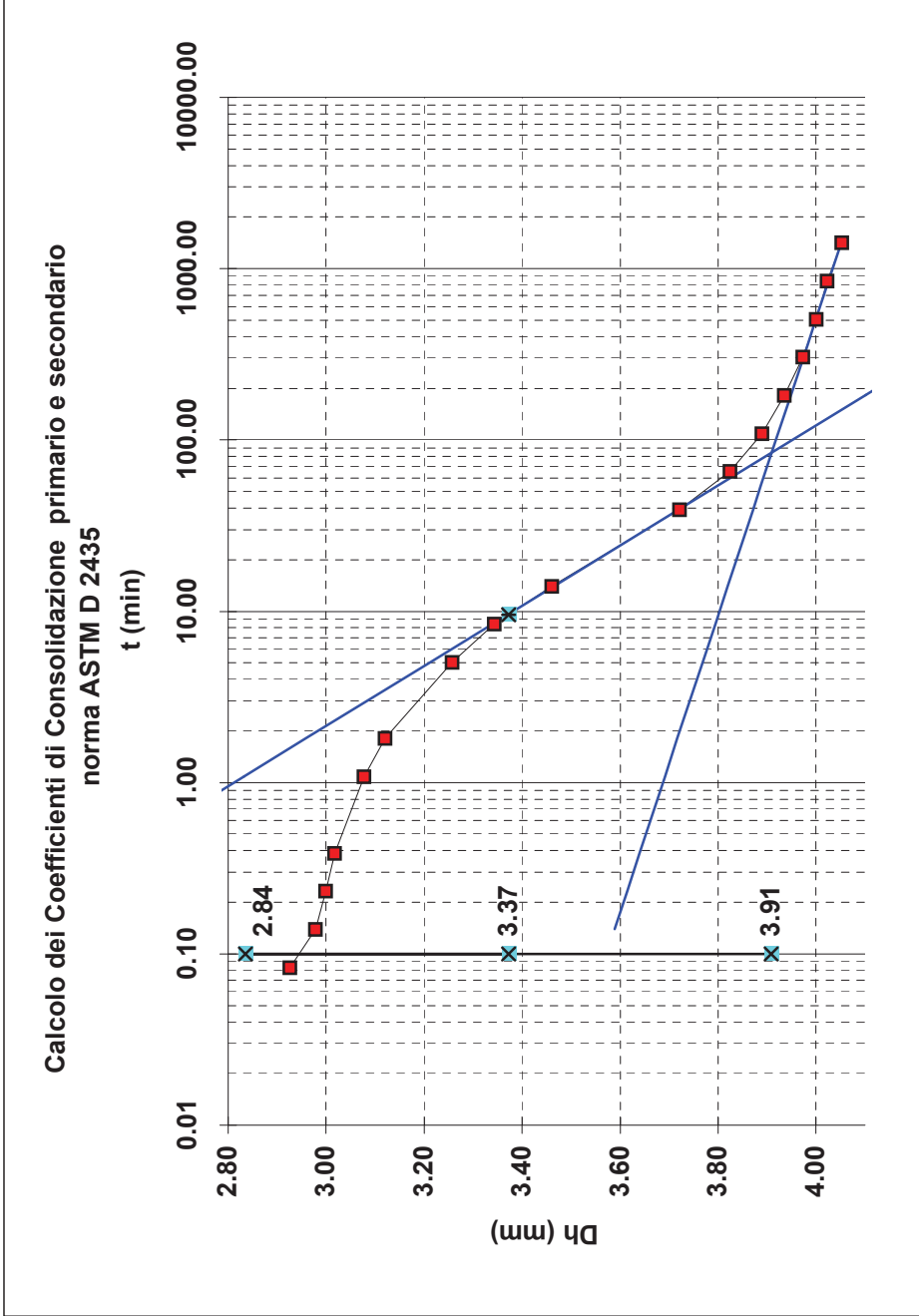
FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	2.881
0.08	2.927
0.14	2.978
0.23	2.999
0.39	3.018
1.08	3.078
1.81	3.121
5.05	3.257
8.44	3.344
14.09	3.461
39.29	3.722
65.61	3.825
109.58	3.891
182.98	3.936
305.58	3.974
510.33	4.001
852.27	4.023
1423.30	4.053

tf50 (min)	9.54
tf50 (sec)	573
k (m/s)	8.64E-12
Cv (cm ² /s)	2.36E-04
C alfa	6.74E-03

Pressione
da(kPa) 1569.6
a (kPa) 3139.2

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)
CAMPIONE/PROFONDITA':	S102SH1
DATA DI CONSEGNA:	00/01/00
DURATA DELLE PROVE DAL:	14/09/11
AL:	15/09/11
COMMESSA:	21323FE/20
VERBALE ACC.:	526/20
CERTIFICATO n°:	GF2101034
rev.0 del:	00/01/00
Natura del Campione:	Limo argilloso grigio con frammenti di conchigliari grigio

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA

ASTM 2850 - 95

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	S102SH1 m 34.50 - 35.05		
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101035	rev.0 del:	15/02/21

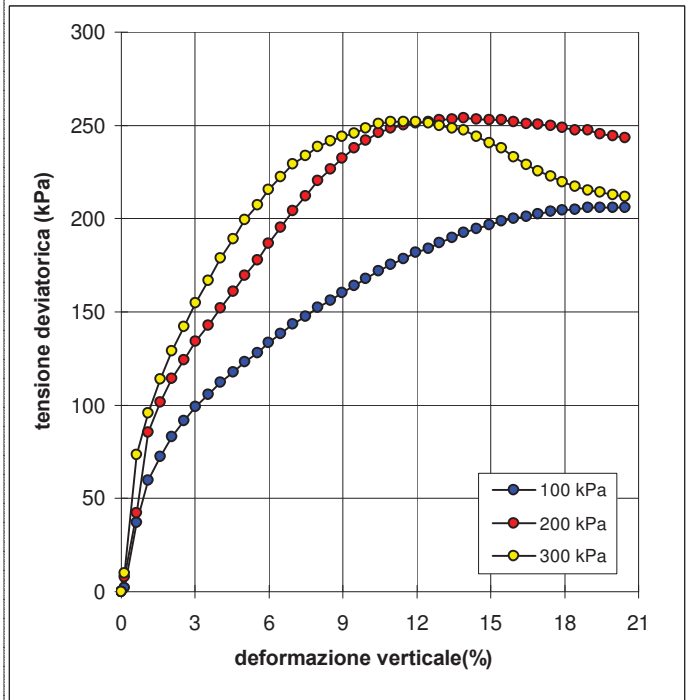
cod. int. Strumentazione: 480 - 537 - 470 - 471 - 469 - 708 - 476

Modello pressa: **TECNOTEST TR 115/300**

Velocità della pressa: **0,75 mm/min**

NATURA DEL CAMPIONE: **Limo argilloso grigio con frammenti di conchigliari grigio**

PROVINO 1		PROVINO 2		PROVINO 3		CARATTERISTICHE DEI PROVINI			
DEF. VERTICALE (%)	TENSIONE A ROTTURA ($\sigma_1 - \sigma_3$) kPa	DEF. VERTICALE (%)	TENSIONE A ROTTURA ($\sigma_1 - \sigma_3$) kPa	DEF. VERTICALE (%)	TENSIONE A ROTTURA ($\sigma_1 - \sigma_3$) kPa	Provino numero:	1	2	3
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Dimensioni h x ϕ (cm):	7.62 x 3.83	7.61 x 3.83	7.63 x 3.83
0.12	1.91	0.12	7.98	0.12	9.97	Peso (g):	169.8	171.2	169.9
0.62	37.09	0.62	42.18	0.62	73.50	Umidità naturale (%):	28.4	28.4	28.4
1.09	59.75	1.09	85.51	1.09	95.81	Massa volumica umida (Mg/m ³):	1.93	1.95	1.93
1.57	72.45	1.57	101.66	1.57	113.88	Massa volumica secca (Mg/m ³):	1.51	1.52	1.51
2.05	83.07	2.05	114.18	2.05	129.15	sigma 3:	100 kPa	200 kPa	300 kPa
2.55	91.52	2.55	124.18	2.55	142.11				
3.02	99.08	3.02	134.18	3.02	154.97				
3.54	105.57	3.54	142.75	3.54	166.94				
4.03	112.12	4.03	152.11	4.03	178.68				
4.54	117.57	4.54	161.07	4.54	189.08				
5.01	123.34	5.01	169.43	5.01	199.36				
5.52	128.09	5.52	177.70	5.52	207.39				
5.98	133.59	5.98	186.87	5.98	215.68				
6.48	138.32	6.48	195.30	6.48	222.49				
6.97	143.57	6.97	204.38	6.97	229.17				
7.49	147.58	7.49	211.98	7.49	233.82				
7.98	152.32	7.98	220.21	7.98	238.50				
8.49	156.08	8.49	226.45	8.49	241.78				
8.98	160.31	8.98	232.36	8.98	244.05				
9.46	164.09	9.46	238.04	9.46	245.74				
9.93	168.00	9.93	242.03	9.93	248.52				
10.46	171.92	10.46	245.98	10.46	250.80				
10.94	175.54	10.94	248.51	10.94	251.92				
11.47	178.58	11.47	250.20	11.47	252.04				
11.96	181.88	11.96	251.27	11.96	251.88				
12.47	184.02	12.47	251.79	12.47	251.18				
12.93	187.13	12.93	252.96	12.93	249.94				
13.43	189.82	13.43	253.39	13.43	248.43				
13.91	192.71	13.91	253.91	13.91	247.49				
14.44	194.73	14.44	253.40	14.44	244.12				
14.93	196.55	14.93	253.03	14.93	240.70				
15.45	198.60	15.45	253.13	15.45	238.01				
15.94	199.98	15.94	251.78	15.94	233.18				
16.46	201.08	16.46	251.04	16.46	228.85				
16.93	202.47	16.93	250.71	16.93	225.47				
17.43	203.90	17.43	249.77	17.43	222.83				
17.91	204.63	17.91	248.73	17.91	219.73				
18.44	204.95	18.44	247.64	18.44	217.20				
18.94	205.81	18.94	247.32	18.94	215.24				
19.45	205.84	19.45	245.55	19.45	214.16				
19.95	206.02	19.95	244.45	19.95	212.76				
20.46	206.02	20.46	243.44	20.46	211.68				



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



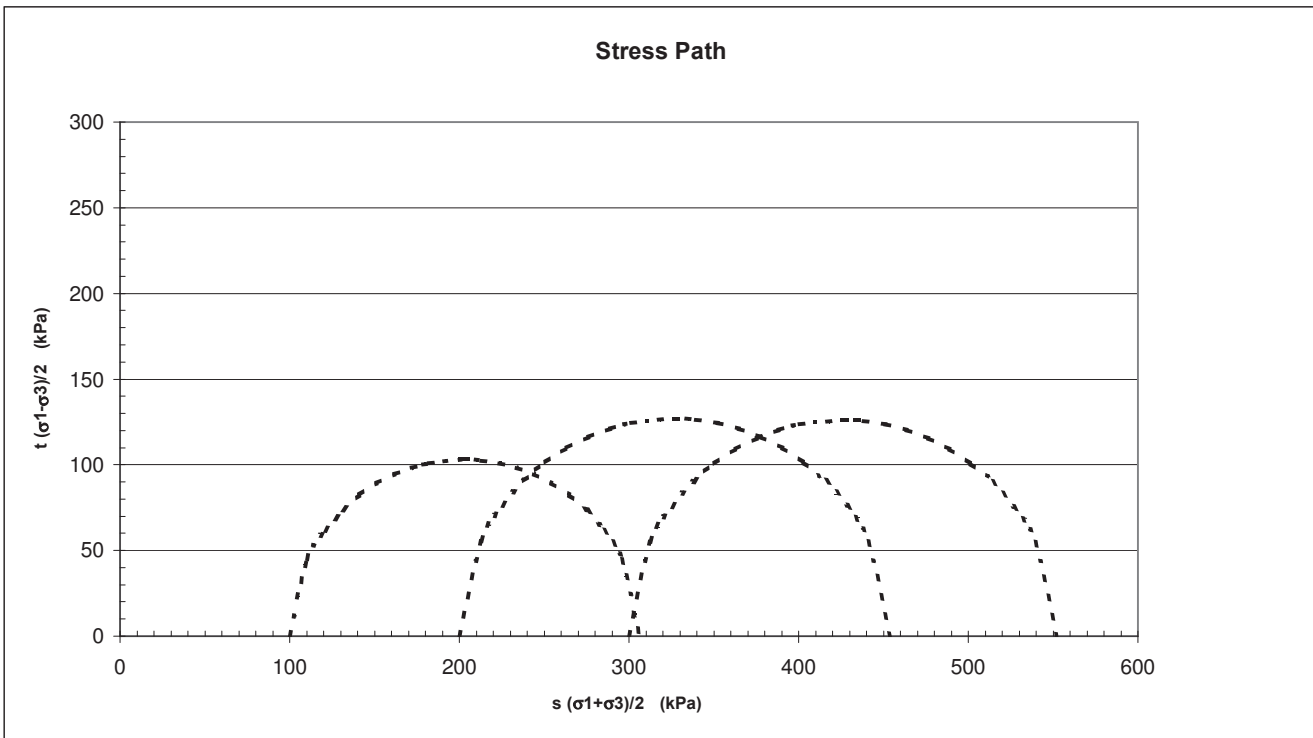
Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA
ASTM 2850 - 95**

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	S102SH1		
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpretazione soggettiva dei risultati di prova.

CONDIZIONI A ROTTURA			
Sigma 3:	100	200	300
Tensione deviatorica a rottura (kPa):	205.84	253.91	252.04
Deformazione a rottura (%):	19.45	13.91	11.47
Cu (kPa):	102.92	126.96	126.02
Cu Media (kPa):	118.63		
Dev. Standard Cu (kPa):	13.62		



FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONECOMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**CAMPIONE: **S102CR1 m 0.50 - 1.20**

COMMESSA: 21323FE/20

VERBALE ACC.: 526/20

DATA CONSEGNA: 28/09/20

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

alto 0.50	LUNGHEZZA (cm): - GRADO DI QUALITA': AGI Q3 EC 7-3 Q3
	DESCRIZIONE: Sabbia da grossa a fina ghiaioso limosa marrone
	W naturale (%) 25.6 γ ricostituita (Mg/m ³) γ secco (Mg/m ³) γ immerso (Mg/m ³) porosità (%) indice dei vuoti grado di saturazione (%) massa specifica stimata (Mg/m ³) 2.700
	PROVE ESEGUITE Umidità Naturale - Trassiale CID - Limiti Atterberg - Trassiale CIU - Gran. Setacciatura SI Edometria - Gran. Sedimentazione SI Taglio Diretto - Peso di Volume - Espansione L.L. - Peso Specifico - Trassiale Cicl. + C.M. - Analisi Chimica - Colonna Risonante - Permeabilità - Taglio Torsionale Cicl. -
1.20 basso	NOTE: -

Io Sperimentatore:
dott. Roberto BellanovaIl Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/S1

ANALISI GRANULOMETRICA (per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422			
COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	S102CR1 m 0.50 - 1.20		
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04 - 31/01/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101021	rev.00 del:	15/02/21

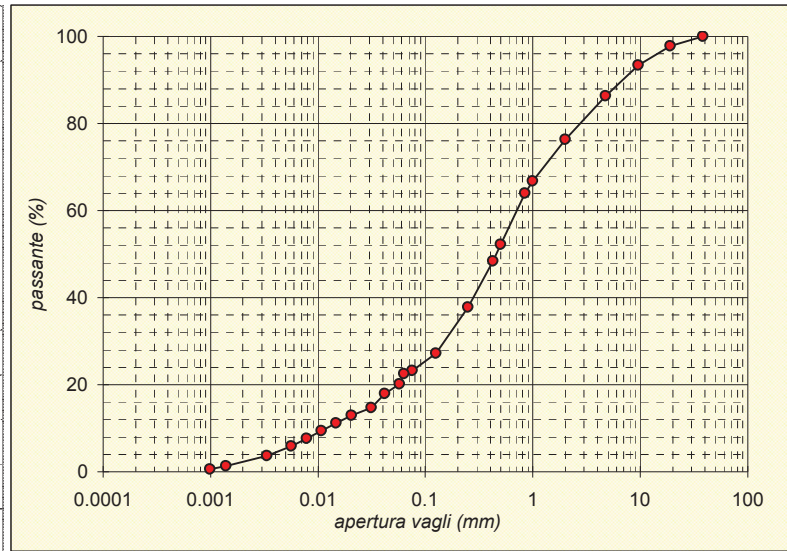
il campione è stato conservato in vasca umida termostatica Codici strumentazione: bilancia 480, vasca 557, stufa 419, densimetro 151H 348, termometro 588mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Sabbia da grossa a fina ghiaioso limosa marrone

codici	vaglio	trattenuto	trattenuto	cum. tratt.	passante
	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
568	setaccio	38.1	0.00	0.00	100.00
569	setaccio	19.1	4.48	2.25	97.75
570	setaccio	9.51	8.69	4.37	93.37
571	setaccio	4.75	14.00	7.04	86.33
572	setaccio	2	19.75	9.94	76.39
573	setaccio	1	19.16	9.64	66.76
290	setaccio	0.85	5.68	2.86	63.90
291	setaccio	0.5	23.17	11.66	52.24
292	setaccio	0.425	7.73	3.89	48.35
293	setaccio	0.250	21.11	10.62	37.73
282	setaccio	0.125	20.82	10.47	27.26
283	setaccio	0.075	8.06	4.05	23.20
286	setaccio	0.063	1.40	0.70	22.50
-	calcolato	0.0571	4.71	2.37	20.13
-	calcolato	0.0420	4.26	2.14	17.99
-	calcolato	0.0314	6.39	3.21	14.78
-	calcolato	0.0204	3.55	1.78	12.99
-	calcolato	0.0149	3.55	1.78	11.21
-	calcolato	0.0108	3.49	1.76	9.45
-	calcolato	0.0078	3.60	1.81	7.64
-	calcolato	0.0056	3.55	1.78	5.85
-	calcolato	0.0033	4.26	2.14	3.71
-	calcolato	0.0014	4.84	2.44	1.27
-	calcolato	0.0010	1.29	0.65	0.62
-	fondo	1.24	0.62	100.00	0.00
TOTALE		198.77		φ max (mm) = 22.4	

Passante effettivo setaccio 0.063 (g) in areometro	50.00	
t° C	Tempo (s)	Lettura
15.5	30	32.5
15.5	60	29.5
15.5	120	25.0
15.5	300	22.5
15.5	600	20.0
15.5	1200	17.5
15.5	2400	15.0
15.5	4800	12.5
15.5	14400	9.5
16	86400	6.0
16.5	172800	5.0
Rapporti granulometrici		
	USCS	UNI
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	13.7%	23.6%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	63.1%	53.9%
LIMO	> 2 μ	> 2 μ
	20.9%	20.2%
ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
	2.3%	2.3%



Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanovà

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONECOMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**CAMPIONE: **S102CR2 m 4.00 - 4.50**

COMMESSA: 21323FE

VERBALE ACC.: 526/20

DATA CONSEGNA: 28/09/20

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

alto 4.00	LUNGHEZZA (cm): - GRADO DI QUALITA': AGI Q3 EC 7-3 Q3
	DESCRIZIONE: Sabbia da grossa a fina limosa debolmente ghiaiosa marrone
	W naturale (%) 21.6 γ ricostituita (Mg/m ³) γ secco (Mg/m ³) γ immerso (Mg/m ³) porosità (%) indice dei vuoti grado di saturazione (%) massa specifica stimata (Mg/m ³) 2.700
	PROVE ESEGUITE Umidità Naturale - Trassiale CID - Limiti Atterberg - Trassiale CIU - Gran. Setacciatura SI Edometria - Gran. Sedimentazione SI Taglio Diretto - Peso di Volume - Espansione L.L. - Peso Specifico - Trassiale Cicl. + C.M. - Analisi Chimica - Colonna Risonante - Permeabilità - Taglio Torsionale Cicl. -
4.50 basso	NOTE: -

Io Sperimentatore:
dott. Roberto BellanovaIl Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/S1

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**

CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**

CAMPIONE: **S102CR2 m 4.00 - 4.50**

COMMESSA: 21323FE DURATA PROVE: 04 - 31/01/21

VERBALE ACC.: 526/20 DATA CONSEGNA: 28/09/20

GEO - CERT. n°: GF2101022 rev.00 del: 15/02/21

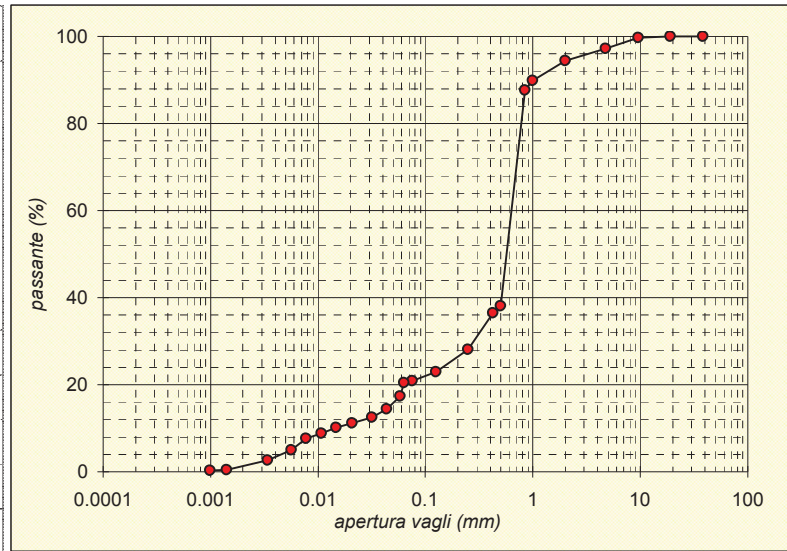
il campione è stato conservato in vasca umida termostatica Codici strumentazione: bilancia 480, vasca 557, stufa 419, densimetro 151H 348, termometro 588mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Sabbia da grossa a fina limosa debolmente ghiaiosa marrone

codici	vaglio	trattenuto	trattenuto	trattenuto	cum. tratt.	passante
	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)	(%)
568	setaccio	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
569	setaccio	19.1	0.00	0.00	0.00	100.00
570	setaccio	9.51	3.93	0.37	0.37	99.63
571	setaccio	4.75	25.55	2.38	2.75	97.25
572	setaccio	2	30.75	2.86	5.61	94.39
573	setaccio	1	47.99	4.47	10.08	89.92
290	setaccio	0.85	24.42	2.27	12.35	87.65
291	setaccio	0.5	532.48	49.59	61.95	38.05
292	setaccio	0.425	16.37	1.52	63.47	36.53
293	setaccio	0.250	90.18	8.40	71.87	28.13
282	setaccio	0.125	55.71	5.19	77.06	22.94
283	setaccio	0.075	21.42	2.00	79.06	20.94
286	setaccio	0.063	5.62	0.52	79.58	20.42
-	calcolato	0.0583	33.62	3.13	82.71	17.29
-	calcolato	0.0436	31.29	2.91	85.62	14.38
-	calcolato	0.0320	20.86	1.94	87.57	12.43
-	calcolato	0.0207	13.91	1.30	88.86	11.14
-	calcolato	0.0149	10.43	0.97	89.83	10.17
-	calcolato	0.0107	13.91	1.30	91.13	8.87
-	calcolato	0.0077	13.91	1.30	92.43	7.57
-	calcolato	0.0057	27.82	2.59	95.02	4.98
-	calcolato	0.0034	24.34	2.27	97.28	2.72
-	calcolato	0.0014	23.72	2.21	99.49	0.51
-	calcolato	0.0010	2.85	0.27	99.76	0.24
-	fondo	2.60	0.24	0.24	100.00	0.00
TOTALE		1073.68				ϕ max (mm) = 10.1

Passante effettivo setaccio 0.063 (g) in areometro	50.03	
t° C	Tempo (s)	Letture
15.5	30	31.0
15.5	60	26.5
15.5	120	23.5
15.5	300	21.5
15.5	600	20.0
15.5	1200	18.0
15.5	2400	16.0
15.5	4800	12.0
15.5	14400	8.5
16	86400	5.0
16.5	172800	4.5
Rapporti granulometrici		
USCS		
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	2.7%	5.6%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	76.3%	74.0%
LIMO	> 2 μ	> 2 μ
	19.6%	19.0%
ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
	1.4%	1.4%



Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanovà

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONECOMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**CAMPIONE: **S102CR3 m 9.00 - 9.50**

COMMESSA: 21323FE

VERBALE ACC.: 526/20

DATA CONSEGNA: 28/09/20

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

alto 9.00	LUNGHEZZA (cm): - GRADO DI QUALITA': AGI Q3 EC 7-3 Q3																																
	DESCRIZIONE: Sabbia medio fina limosa grigio marrone																																
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>W naturale (%)</td> <td style="text-align: right;">40.5</td> </tr> <tr> <td>γ ricostituita (Mg/m³)</td> <td style="text-align: right;">1.74</td> </tr> <tr> <td>γ secco (Mg/m³)</td> <td style="text-align: right;">1.24</td> </tr> <tr> <td>γ immerso (Mg/m³)</td> <td style="text-align: right;">0.78</td> </tr> <tr> <td>porosità (%)</td> <td style="text-align: right;">54</td> </tr> <tr> <td>indice dei vuoti</td> <td style="text-align: right;">1.19</td> </tr> <tr> <td>grado di saturazione (%)</td> <td style="text-align: right;">92</td> </tr> <tr> <td>massa specifica stimata (Mg/m³)</td> <td style="text-align: right;">2.700</td> </tr> </table>	W naturale (%)	40.5	γ ricostituita (Mg/m ³)	1.74	γ secco (Mg/m ³)	1.24	γ immerso (Mg/m ³)	0.78	porosità (%)	54	indice dei vuoti	1.19	grado di saturazione (%)	92	massa specifica stimata (Mg/m ³)	2.700																
W naturale (%)	40.5																																
γ ricostituita (Mg/m ³)	1.74																																
γ secco (Mg/m ³)	1.24																																
γ immerso (Mg/m ³)	0.78																																
porosità (%)	54																																
indice dei vuoti	1.19																																
grado di saturazione (%)	92																																
massa specifica stimata (Mg/m ³)	2.700																																
9.50 basso	PROVE ESEGUITE <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Umidità Naturale</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td>Trassiale CID</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Limiti Atterberg</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td>Trassiale CIU</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Gran. Setacciatura</td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td>Edometria</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Gran. Sedimentazione</td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td>Taglio Diretto</td> <td style="text-align: center;">SI</td> </tr> <tr> <td>Peso di Volume</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td>Espansione L.L.</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Peso Specifico</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td>Trassiale Cicl. + C.M.</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Analisi Chimica</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td>Colonna Risonante</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Permeabilità</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td>Taglio Torsionale Cicl.</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> </table>	Umidità Naturale	-	Trassiale CID	-	Limiti Atterberg	-	Trassiale CIU	-	Gran. Setacciatura	SI	Edometria	-	Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	SI	Peso di Volume	-	Espansione L.L.	-	Peso Specifico	-	Trassiale Cicl. + C.M.	-	Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-	Permeabilità	-	Taglio Torsionale Cicl.	-
	Umidità Naturale	-	Trassiale CID	-																													
Limiti Atterberg	-	Trassiale CIU	-																														
Gran. Setacciatura	SI	Edometria	-																														
Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	SI																														
Peso di Volume	-	Espansione L.L.	-																														
Peso Specifico	-	Trassiale Cicl. + C.M.	-																														
Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-																														
Permeabilità	-	Taglio Torsionale Cicl.	-																														
	NOTE: -																																

Io Sperimentatore:
dott. Roberto BellanovaIl Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/S1

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**

CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**

CAMPIONE: **S102CR3 m 9.00 - 9.50**

COMMESSA: 21323FE DURATA PROVE: 04 - 31/01/21

VERBALE ACC.: 526/20 DATA CONSEGNA: 28/09/20

GEO - CERT. n°: GF2101023 rev.00 del: 15/02/21

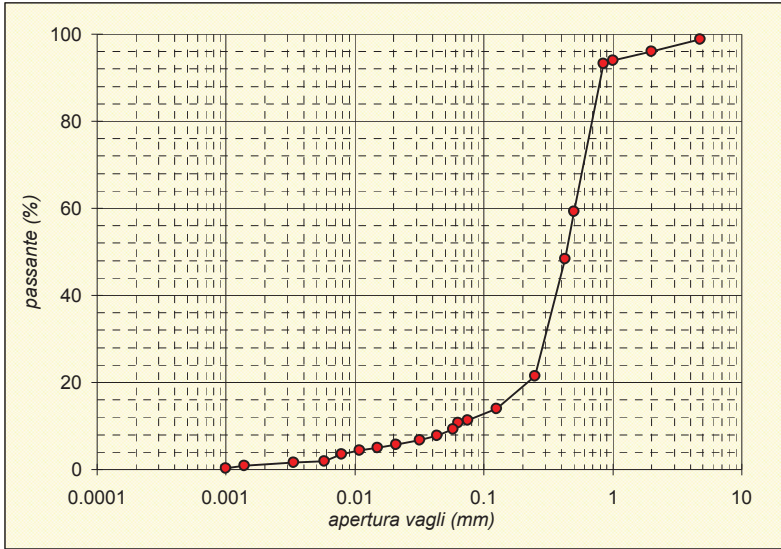
il campione è stato conservato in vasca umida termostatica Codici strumentazione: bilancia 480, vasca 557, stufa 419, densimetro 151H 348, termometro 588mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Sabbia medio fina limosa grigio marrone

codici	vaglio	trattenuto	trattenuto	trattenuto	cum. tratt.	passante
	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)	(%)
571	setaccio	4.75	5.40	1.14	1.14	98.86
572	setaccio	2	13.15	2.77	3.91	96.09
573	setaccio	1	10.20	2.15	6.06	93.94
290	setaccio	0.85	3.10	0.65	6.71	93.29
291	setaccio	0.5	161.80	34.10	40.81	59.19
292	setaccio	0.425	51.00	10.75	51.56	48.44
293	setaccio	0.250	127.84	26.94	78.50	21.50
282	setaccio	0.125	35.60	7.50	86.00	14.00
283	setaccio	0.075	13.00	2.74	88.74	11.26
286	setaccio	0.063	2.25	0.47	89.21	10.79
-	calcolato	0.0579	7.02	1.48	90.69	9.31
-	calcolato	0.0434	7.31	1.54	92.23	7.77
-	calcolato	0.0318	4.87	1.03	93.26	6.74
-	calcolato	0.0208	4.87	1.03	94.29	5.71
-	calcolato	0.0150	3.25	0.68	94.97	5.03
-	calcolato	0.0108	3.25	0.68	95.65	4.35
-	calcolato	0.0078	4.06	0.86	96.51	3.49
-	calcolato	0.0058	7.31	1.54	98.05	1.95
-	calcolato	0.0034	1.62	0.34	98.39	1.61
-	calcolato	0.0014	3.10	0.65	99.05	0.95
-	calcolato	0.0010	3.10	0.65	99.70	0.30
-	fondo	1.42	0.30		100.00	0.00
TOTALE			474.53			φ max (mm) = 5.6

Passante effettivo setaccio 0.063 (g) in areometro	50.01	
t° C	Tempo (s)	Letture
15.5	30	31.5
15.5	60	27.0
15.5	120	24.0
15.5	300	21.0
15.5	600	19.0
15.5	1200	17.0
15.5	2400	14.5
15.5	4800	10.0
15.5	14400	9.0
16	86400	7.0
16.5	172800	5.0
Rapporti granulometrici		
USCS		
UNI		
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	1.1%	3.9%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	87.6%	85.3%
LIMO	> 2 μ	> 2 μ
	10.0%	9.6%
ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
	1.2%	1.2%



Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanovè

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagnol

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

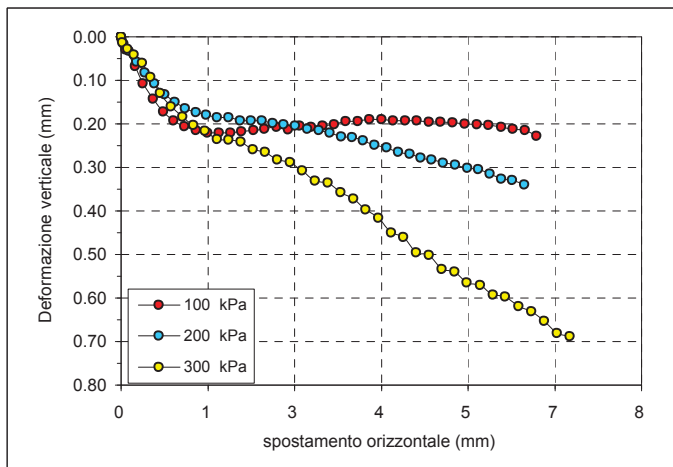
COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	S102CR3	m 9.00 - 9.50	
COMMESSA:	21323FE	DURATA PROVE:	04 - 31/01/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101024	rev.00 del:	15/02/21

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

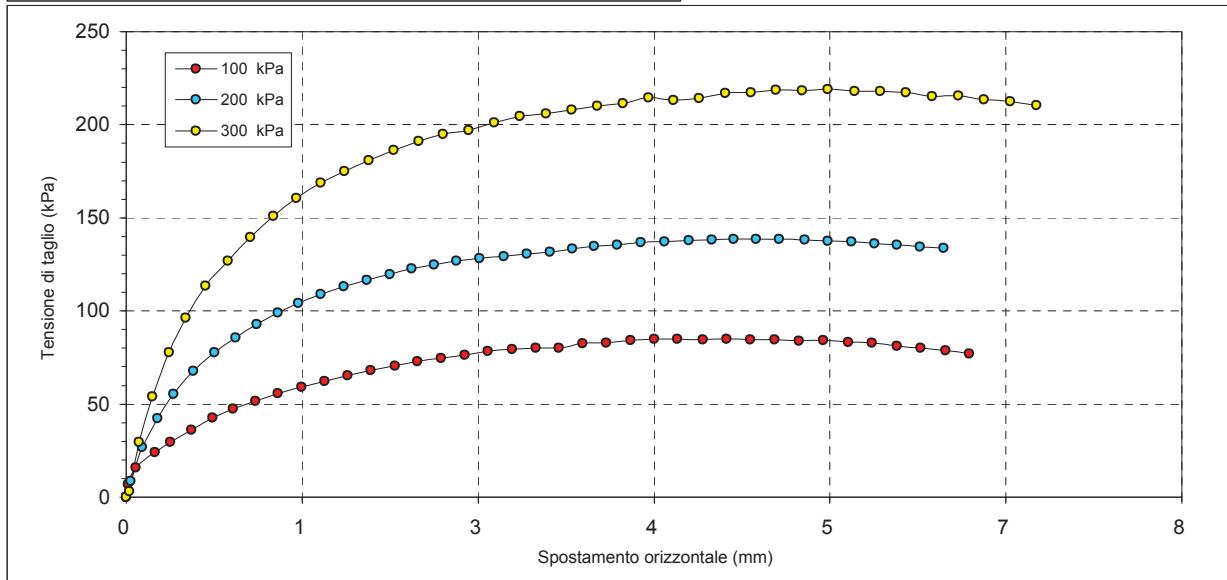
CODICI STRUMENTAZIONE: calibro 12; bilancia 480; trasduttori LVDT 540, 540, 543, 544; SG 539, 542.

Macchina:	CONTROLS T206 Electronic/T207 Digital
Prova:	CONSOLIDATA DRENATA
Dimensioni provino:	φ x h = 60 x 20 mm
Velocità prova:	0,004 mm/min

NATURA DEL CAMPIONE: Sabbia medio fina limosa grigio marrone



	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
σ_v (kPa)	100	200	300
W ini (%)	42.0	42.0	38.9
γ ini (Mg/m ³)	1.72	1.73	1.75
γ_d ini (Mg/m ³)	1.21	1.22	1.26
S ini (%)	92	94	92
W fin (%)	45.5	41.5	35.1
γ fin (Mg/m ³)	1.76	1.80	1.87
γ_d fin (Mg/m ³)	1.21	1.27	1.39
S fin (%)	100	100	100
G (Mg/m ³)	2.700		
H fine cons (mm)	19.779	19.656	19.485



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	S102CR3	m 9.00 - 9.50	
COMMESSA:	21323FE	DURATA PROVE:	04 - 31/01/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101024	rev.00 del:	15/02/21

PROVINO 1 100 kPa			PROVINO 2 200 kPa			PROVINO 3 300 kPa		
Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.013	6.861	0.006	0.037	8.630	0.016	0.023	3.183	0.013
0.073	15.809	0.030	0.124	26.667	0.033	0.100	29.638	0.028
0.223	24.085	0.067	0.247	42.406	0.058	0.203	53.936	0.041
0.344	29.744	0.108	0.372	55.209	0.082	0.333	77.597	0.061
0.511	36.075	0.143	0.524	67.588	0.108	0.464	96.412	0.093
0.673	42.477	0.172	0.689	77.738	0.133	0.621	113.495	0.130
0.834	47.605	0.192	0.854	85.731	0.150	0.796	126.935	0.160
1.008	51.637	0.206	1.018	93.017	0.164	0.969	139.526	0.184
1.185	55.563	0.214	1.184	99.136	0.173	1.151	150.949	0.203
1.369	59.170	0.220	1.346	104.193	0.179	1.329	160.463	0.216
1.552	62.106	0.220	1.521	108.862	0.186	1.519	168.775	0.235
1.730	65.501	0.221	1.701	113.035	0.186	1.705	174.999	0.237
1.911	68.012	0.217	1.882	116.572	0.193	1.896	180.976	0.241
2.098	70.523	0.215	2.061	119.649	0.192	2.088	186.494	0.259
2.276	72.964	0.212	2.232	122.690	0.192	2.283	191.268	0.264
2.462	74.732	0.208	2.404	124.706	0.198	2.474	195.017	0.283
2.646	76.465	0.213	2.578	126.793	0.201	2.675	196.998	0.288
2.825	78.375	0.204	2.761	128.349	0.204	2.875	201.313	0.308
3.015	79.436	0.207	2.948	129.163	0.212	3.077	204.673	0.331
3.199	80.285	0.205	3.131	130.719	0.215	3.278	206.017	0.335
3.379	80.214	0.202	3.310	131.674	0.220	3.479	208.033	0.358
3.564	82.513	0.194	3.485	133.513	0.230	3.682	210.049	0.372
3.751	82.973	0.194	3.657	134.786	0.231	3.878	211.393	0.397
3.939	84.210	0.189	3.835	135.564	0.238	4.079	214.434	0.416
4.123	84.882	0.190	4.020	136.908	0.248	4.275	213.126	0.450
4.307	84.953	0.192	4.207	137.297	0.254	4.475	214.293	0.460
4.503	84.599	0.193	4.394	137.969	0.264	4.680	216.910	0.495
4.688	84.812	0.193	4.573	138.111	0.269	4.880	217.441	0.501
4.875	84.670	0.196	4.747	138.571	0.278	5.077	218.537	0.534
5.065	84.493	0.196	4.922	138.571	0.282	5.279	218.431	0.539
5.254	84.069	0.197	5.101	138.571	0.290	5.478	219.032	0.564
5.446	84.104	0.200	5.298	138.075	0.294	5.689	217.865	0.570
5.638	83.362	0.202	5.482	137.545	0.301	5.889	217.900	0.592
5.826	82.796	0.203	5.664	137.227	0.304	6.088	217.334	0.597
6.022	81.063	0.207	5.845	136.201	0.314	6.295	215.248	0.619
6.206	80.214	0.212	6.022	135.423	0.326	6.499	215.743	0.631
6.400	78.870	0.215	6.199	134.397	0.329	6.700	213.656	0.653
6.586	76.995	0.228	6.386	133.690	0.340	6.904	212.454	0.681
						7.111	210.579	0.688

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo RomagnoliIo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	S102CR3	m 9.00 - 9.50	
COMMESSA:	21323FE	DURATA PROVE:	04 - 31/01/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101024	rev.00 del:	15/02/21

Consolidazione Provino 1

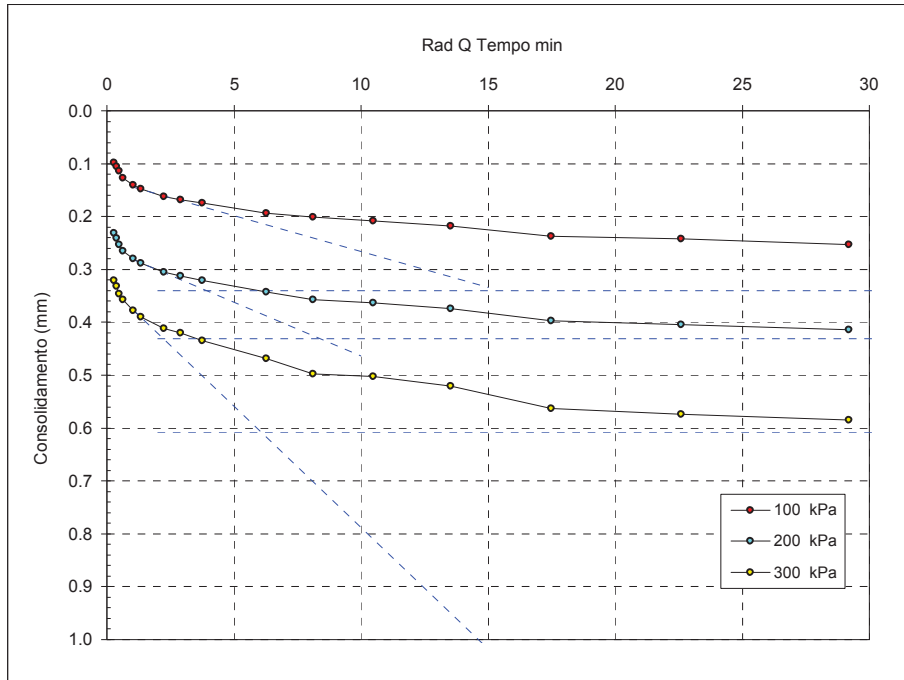
100 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.098
0.14	0.105
0.23	0.114
0.39	0.128
1.08	0.140
1.81	0.148
5.05	0.163
8.44	0.169
14.09	0.174
39.29	0.193
65.61	0.201
109.58	0.208
182.98	0.218
305.58	0.238
510.33	0.242
852.27	0.253

Consolidazione Provino 2

200 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.231
0.14	0.241
0.23	0.254
0.39	0.265
1.08	0.280
1.81	0.289
5.05	0.305
8.44	0.313
14.09	0.321
39.29	0.343
65.61	0.357
109.58	0.363
182.98	0.375
305.58	0.397
510.33	0.404
852.27	0.414

Consolidazione Provino 3

300 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.321
0.14	0.332
0.23	0.346
0.39	0.357
1.08	0.377
1.81	0.390
5.05	0.411
8.44	0.420
14.09	0.435
39.29	0.468
65.61	0.497
109.58	0.502
182.98	0.520
305.58	0.562
510.33	0.574
852.27	0.585



t_{100} min (Bishop ed Henkel)
Provino 1
238.5
Provino 2
71.0
Provino 3
36.9

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
 Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
 Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
 Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



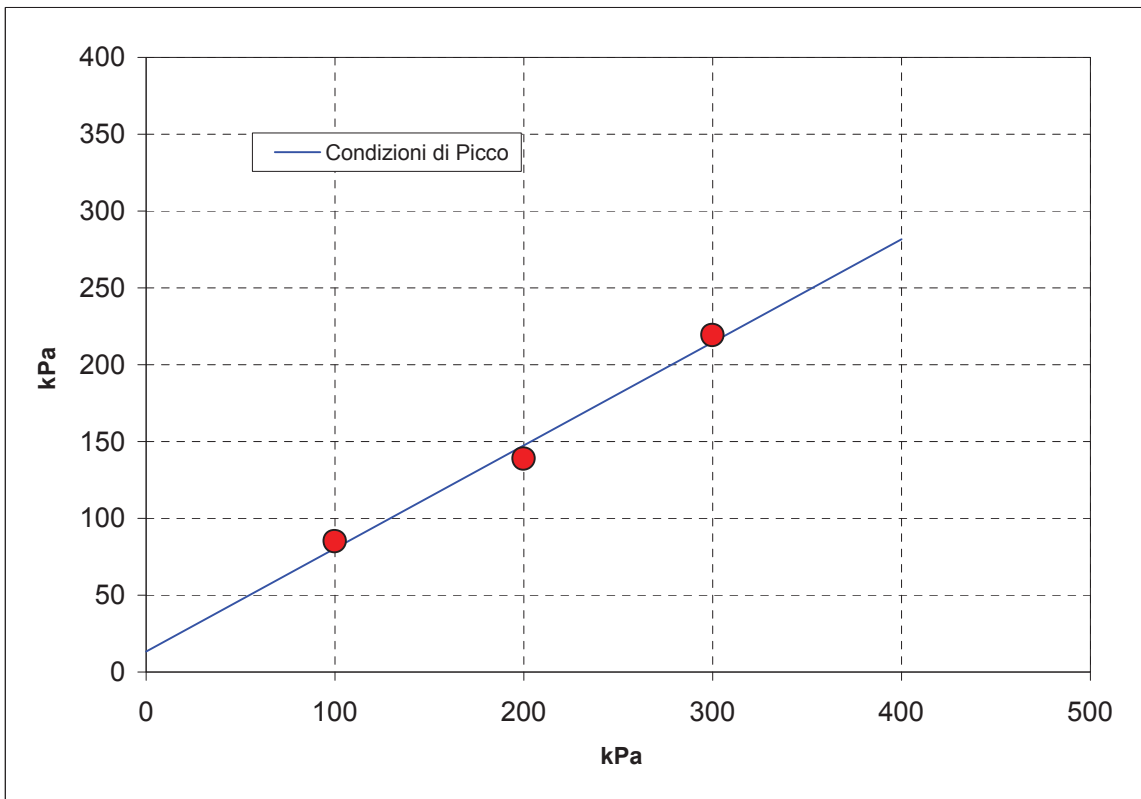
Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma ASTM D 3080)

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	S102CR3		
COMMESSA:	21323FE	DURATA PROVE:	04 - 31/01/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpretazione soggettiva dei risultati di prova.

	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
Pressione verticale (kPa)	100	200	300
Tensione di taglio (kPa)	84.95	138.57	219.03
Condizioni di Picco	Coesione:	13.44 kPa	Angolo di attrito: 34°



FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it




Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDE GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**
CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**
CAMPIONE: **S102CR4 m 33.00 - 33.70**
COMMESSA: 21323FE
VERBALE ACC.: 526/20
DATA CONSEGNA: 28/09/20

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

alto 33.00	LUNGHEZZA (cm): - GRADO DI QUALITA': AGI Q3 EC 7-3 Q3
	DESCRIZIONE: Sabbia da grossa a fina ghiaiosa debolmente limosa grigio marrone
	W naturale (%) 19.2 γ ricostituita(Mg/m ³) γ secco (Mg/m ³) γ immerso (Mg/m ³) porosità (%) indice dei vuoti grado di saturazione (%) massa specifica stimata(Mg/m ³)
	PROVE ESEGUITE Umidità Naturale - Trassiale CID - Limiti Atterberg - Trassiale CIU - Gran. Setacciatura SI Edometria - Gran. Sedimentazione - Taglio Diretto - Peso di Volume - Espansione L.L. - Peso Specifico - Trassiale Cicl. + C.M. - Analisi Chimica - Colonna Risonante - Permeabilità - Taglio Torsionale Cicl. -
33.70 basso	NOTE: -

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/S1

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**

CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**

CAMPIONE: **S102CR4 m 33.00 - 33.70**

COMMESSA: 21323FE DURATA PROVE: 04 - 31/01/21

VERBALE ACC.: 526/20 DATA CONSEGNA: 28/09/20

GEO - CERT. n°: GF2101025 rev.00 del: 15/02/21

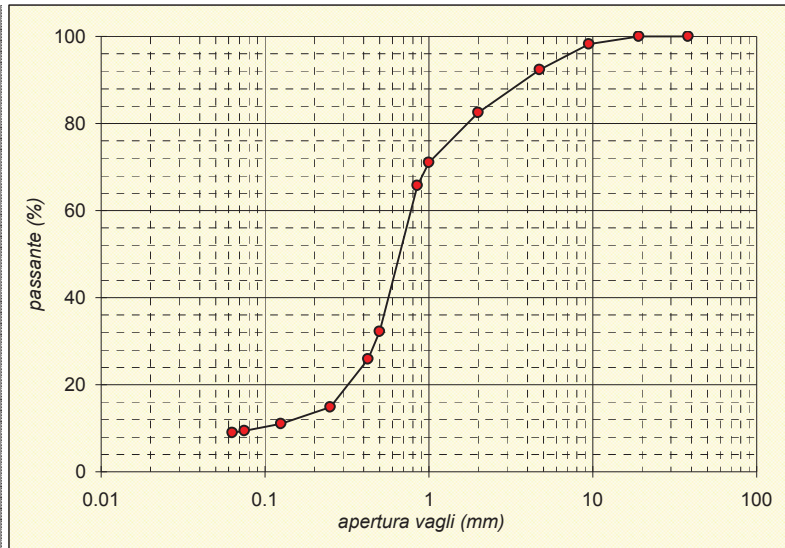
il campione è stato conservato in vasca umida termostatica Codici strumentazione: bilancia 480, vasca 557, stufa 419, densimetro 151H 348, termometro 588 mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Sabbia da grossa a fina ghiaiosa debolmente limosa grigio marrone

codici	vaglio	trattenuto	trattenuto	trattenuto	cum. tratt.	passante
	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)	(%)
568	setaccio	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
569	setaccio	19.1	0.00	0.00	0.00	100.00
570	setaccio	9.51	10.25	1.70	1.70	98.30
571	setaccio	4.75	35.78	5.95	7.65	92.35
572	setaccio	2	59.65	9.91	17.57	82.43
573	setaccio	1	68.78	11.43	29.00	71.00
290	setaccio	0.85	31.49	5.23	34.23	65.77
291	setaccio	0.5	201.80	33.54	67.77	32.23
292	setaccio	0.425	38.09	6.33	74.11	25.89
293	setaccio	0.250	66.15	11.00	85.10	14.90
282	setaccio	0.125	23.47	3.90	89.00	11.00
283	setaccio	0.075	9.59	1.59	90.60	9.40
286	setaccio	0.063	2.26	0.38	90.97	9.03
	fondo	54.32	9.03		100.00	0.00
TOTALE		601.63				ϕ max (mm) = 10.6

Passante effettivo setaccio 0.063 (g) in areometro		
t° C	Tempo (s)	Letture
	30	
	60	
	120	
	300	
	600	
	1200	
	2400	
	4800	
	14400	
	86400	
	172800	
Rapporti granulometrici		
	USCS	UNI
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	7.7%	17.6%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	82.9%	73.4%
LIMO + ARGILLA	< 0,075 mm	< 0,063 mm
	9.4%	9.0%



Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

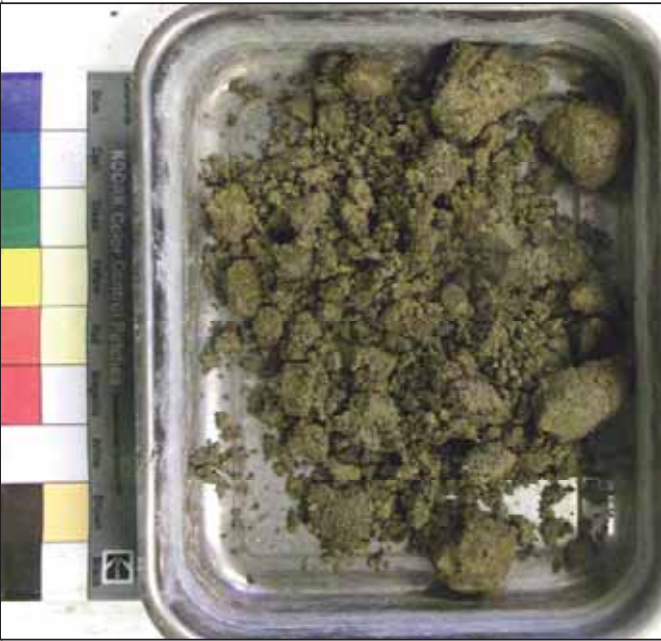
SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONECOMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**CAMPIONE: **S102CR5 m 19.50 - 20.00**

COMMESSA: 21323FE

VERBALE ACC.: 526/20

DATA CONSEGNA: 28/09/20

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

alto 19.50	LUNGHEZZA (cm): - GRADO DI QUALITA': AGI Q3 EC 7-3 Q3
	DESCRIZIONE: Sabbia da grossa a fina con ghiaia medio fina limosa marrone
	W naturale (%) 48.0 γ ricostituita (Mg/m ³) γ secco (Mg/m ³) γ immerso (Mg/m ³) porosità (%) indice dei vuoti grado di saturazione (%) massa specifica stimata (Mg/m ³) 2.700
20.00 basso	PROVE ESEGUITE Umidità Naturale - Trassiale CID - Limiti Atterberg - Trassiale CIU - Gran. Setacciatura SI Edometria - Gran. Sedimentazione SI Taglio Diretto - Peso di Volume - Espansione L.L. - Peso Specifico - Trassiale Cicl. + C.M. - Analisi Chimica - Colonna Risonante - Permeabilità - Taglio Torsionale Cicl. -
	NOTE: -

Io Sperimentatore:
dott. Roberto BellanovaIl Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/S1

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**

CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**

CAMPIONE: **S102CR5 m 19.50 - 20.00**

COMMESSA: 21323FE DURATA PROVE: 04 - 31/01/21

VERBALE ACC.: 526/20 DATA CONSEGNA: 28/09/20

GEO - CERT. n°: GF2101026 rev.00 del: 15/02/21

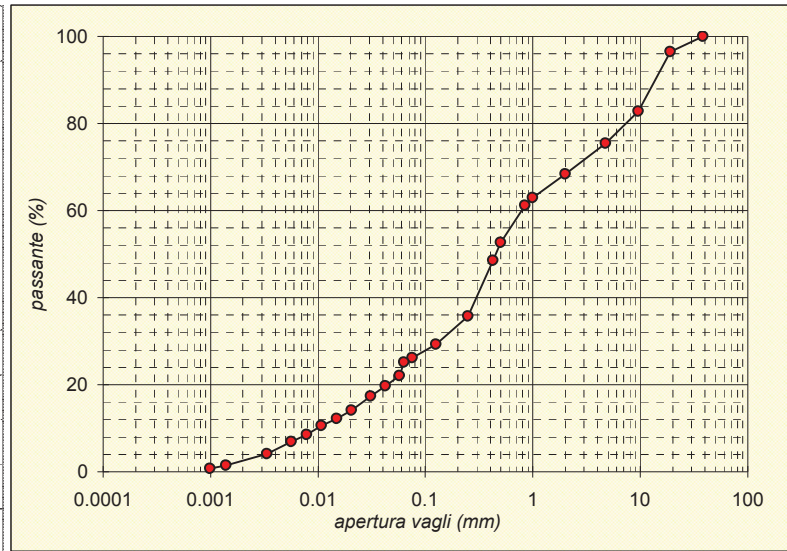
il campione è stato conservato in vasca umida termostatica Codici strumentazione: bilancia 480, vasca 557, stufa 419, densimetro 151H 348, termometro 588mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Sabbia da grossa a fina con ghiaia medio fina limosa marrone

codici	vaglio	trattenuto	trattenuto	trattenuto	cum. tratt.	passante
	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)	(%)
568	setaccio	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
569	setaccio	19.1	18.66	3.50	3.50	96.50
570	setaccio	9.51	73.54	13.78	17.28	82.72
571	setaccio	4.75	38.87	7.28	24.56	75.44
572	setaccio	2	37.35	7.00	31.56	68.44
573	setaccio	1	29.60	5.55	37.10	62.90
290	setaccio	0.85	8.82	1.65	38.76	61.24
291	setaccio	0.5	46.19	8.65	47.41	52.59
292	setaccio	0.425	21.99	4.12	51.53	48.47
293	setaccio	0.250	68.06	12.75	64.28	35.72
282	setaccio	0.125	34.80	6.52	70.81	29.19
283	setaccio	0.075	16.32	3.06	73.86	26.14
286	setaccio	0.063	5.21	0.98	74.84	25.16
-	calcolato	0.0575	16.26	3.05	77.89	22.11
-	calcolato	0.0423	12.78	2.40	80.28	19.72
-	calcolato	0.0310	12.78	2.40	82.68	17.32
-	calcolato	0.0206	17.05	3.19	85.87	14.13
-	calcolato	0.0149	10.65	2.00	87.87	12.13
-	calcolato	0.0108	8.52	1.60	89.46	10.54
-	calcolato	0.0078	10.65	2.00	91.46	8.54
-	calcolato	0.0056	8.52	1.60	93.06	6.94
-	calcolato	0.0033	14.91	2.79	95.85	4.15
-	calcolato	0.0014	14.53	2.72	98.58	1.42
-	calcolato	0.0010	3.88	0.73	99.30	0.70
-	fondo		3.72	0.70	100.00	0.00
TOTALE		533.69			φ max (mm) = 12.9	

Passante effettivo setaccio 0.063 (g) in areometro	50.00	
t° C	Tempo (s)	Letture
15.5	30	32.0
15.5	60	29.0
15.5	120	26.0
15.5	300	22.0
15.5	600	19.5
15.5	1200	17.5
15.5	2400	15.0
15.5	4800	13.0
15.5	14400	9.5
16	86400	6.0
16.5	172800	5.0
Rapporti granulometrici		
	USCS	UNI
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	24.6%	31.6%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	49.3%	43.3%
LIMO	> 2 μ	> 2 μ
	23.6%	22.6%
ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
	2.5%	2.5%



Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanovè

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONECOMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**CAMPIONE: **S102CR6 m 22.40 - 23.00**

COMMESSA: 21323FE

VERBALE ACC.: 526/20

DATA CONSEGNA: 28/09/20

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

alto 22.40	LUNGHEZZA (cm): -
	GRADO DI QUALITA': AGI Q3 EC 7-3 Q3
	DESCRIZIONE: Limo con sabbia medio fina argilloso debolmente ghiaioso marrone
	W naturale (%) 21.0
	γ ricostituita (Mg/m ³) 1.86
	γ secco (Mg/m ³) 1.54
	γ immerso (Mg/m ³) 0.97
	porosità (%) 43
	indice dei vuoti 0.76
	grado di saturazione (%) 75
	massa specifica stimata (Mg/m ³) 2.700
	PROVE ESEGUITE
Umidità Naturale - Trassiale CID -	
Limiti Atterberg - Trassiale CIU -	
Gran. Setacciatura SI Edometria -	
Gran. Sedimentazione SI Taglio Diretto SI	
Peso di Volume - Espansione L.L. -	
Peso Specifico - Trassiale Cicl. + C.M. -	
Analisi Chimica - Colonna Risonante -	
Permeabilità - Taglio Torsionale Cicl. -	
	NOTE: -
23.00 basso	

Io Sperimentatore:
dott. Roberto BellanovaIl Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/S1

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	S102CR6	m 22.40 - 23.00	
COMMESSA:	21323FE	DURATA PROVE:	04 - 31/01/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101027	rev.00 del:	15/02/21

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica Codici strumentazione: bilancia 480, vasca 557, stufa 419, densimetro 151H 348, termometro 588mescolatore 432.

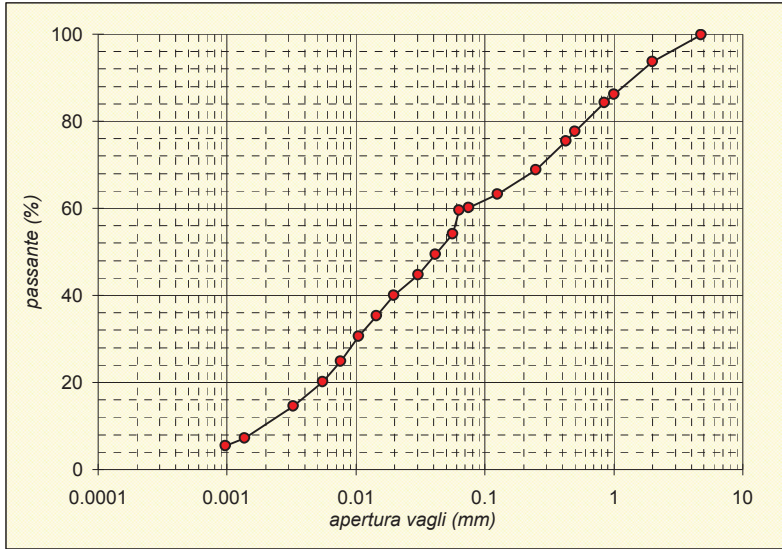
ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo con sabbia medio fina argilloso debolmente ghiaioso marrone

codici	vaglio (mm)	trattenuto (g)	trattenuto (%)	cum. tratt. (%)	passante (%)
571	setaccio 4.75	0.68	0.16	0.16	99.84
572	setaccio 2	25.85	6.10	6.26	93.74
573	setaccio 1	31.79	7.51	13.77	86.23
290	setaccio 0.85	8.24	1.95	15.72	84.28
291	setaccio 0.5	28.03	6.62	22.34	77.66
292	setaccio 0.425	9.34	2.21	24.54	75.46
293	setaccio 0.250	28.08	6.63	31.17	68.83
282	setaccio 0.125	23.80	5.62	36.79	63.21
283	setaccio 0.075	13.16	3.11	39.90	60.10
286	setaccio 0.063	2.58	0.61	40.51	59.49
-	calcolato 0.0566	22.61	5.34	45.85	54.15
-	calcolato 0.0415	19.98	4.72	50.56	49.44
-	calcolato 0.0303	19.98	4.72	55.28	44.72
-	calcolato 0.0198	19.98	4.72	60.00	40.00
-	calcolato 0.0144	19.98	4.72	64.72	35.28
-	calcolato 0.0104	19.98	4.72	69.44	30.56
-	calcolato 0.0076	23.98	5.66	75.10	24.90
-	calcolato 0.0055	19.98	4.72	79.82	20.18
-	calcolato 0.0033	23.98	5.66	85.48	14.52
-	calcolato 0.0014	31.26	7.38	92.86	7.14
-	calcolato 0.0010	7.28	1.72	94.58	5.42
-	fondo	22.97	5.42	100.00	0.00
TOTALE		423.50			

φ max (mm) = 4.8

Passante effettivo setaccio 0.063 (g) in areometro	50.02	
t° C	Tempo (s)	Letture
15.5	30	33.0
15.5	60	30.5
15.5	120	28.0
15.5	300	25.5
15.5	600	23.0
15.5	1200	20.5
15.5	2400	17.5
15.5	4800	15.0
15.5	14400	12.0
16	86400	8.0
16.5	172800	7.0
Rapporti granulometrici		
USCS		
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	0.2%	6.3%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	39.7%	34.2%
LIMO	> 2 μ	> 2 μ
	49.8%	49.2%
ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
	10.3%	10.3%



Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanovè

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagnol

FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
 Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
 Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

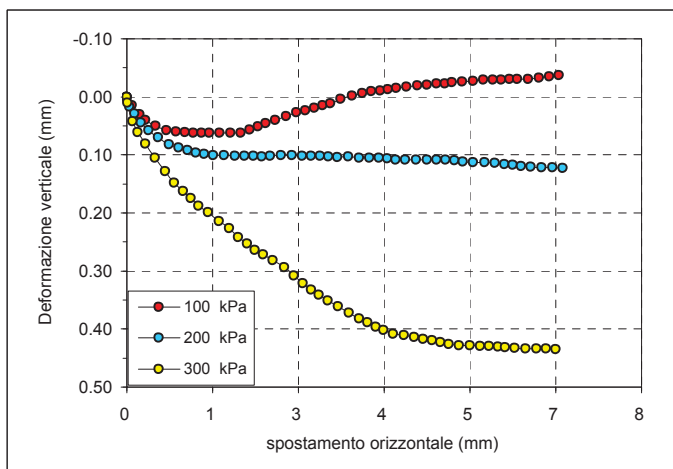
COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	S102CR6	m 22.40 - 23.00	
COMMESSA:	21323FE	DURATA PROVE:	04 - 31/01/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101028	rev.00 del:	15/02/21

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

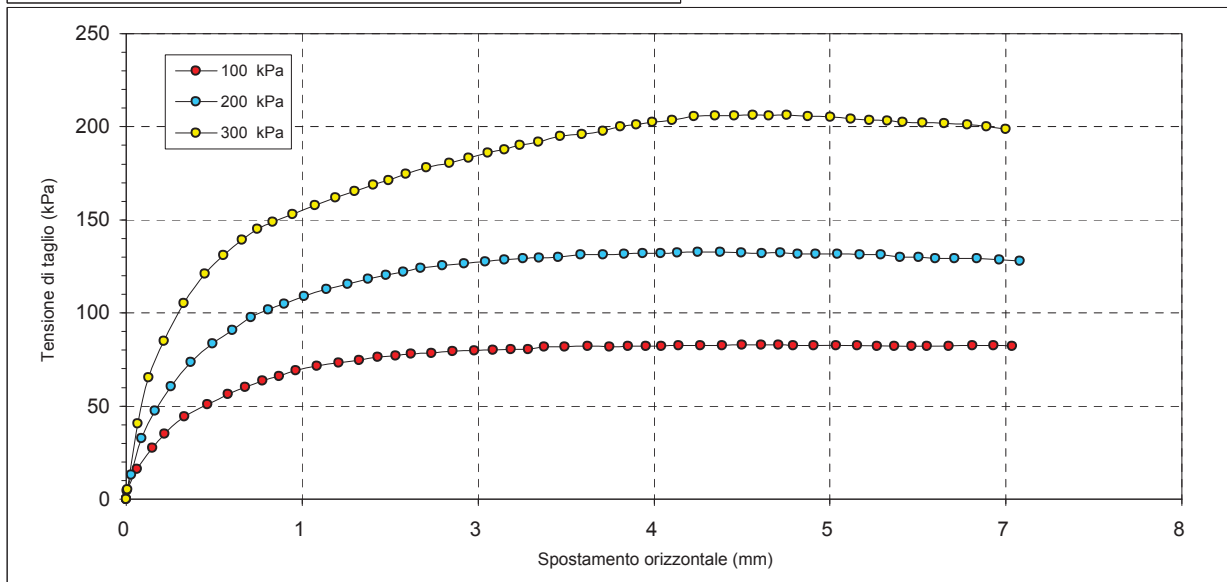
CODICI STRUMENTAZIONE: calibro 12; bilancia 480; trasduttori LVDT 540, 540, 543, 544; SG 539, 542.

Macchina:	CONTROLS T206 Electronic/T207 Digital
Prova:	CONSOLIDATA DRENATA
Dimensioni provino:	$\phi \times h = 60 \times 20$ mm
Velocità prova:	0,004 mm/min

NATURA DEL CAMPIONE: Limo con sabbia medio fina argilloso debolmente ghiaioso marrone



	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
σ_v (kPa)	100	200	300
W ini (%)	20.4	21.6	11.0
γ ini (Mg/m ³)	1.85	1.86	1.86
γ_d ini (Mg/m ³)	1.54	1.53	1.68
S ini (%)	73	76	49
W fin (%)	35.6	33.1	28.7
γ fin (Mg/m ³)	1.87	1.90	1.96
γ_d fin (Mg/m ³)	1.38	1.43	1.52
S fin (%)	100	100	100
G (Mg/m ³)	2.700		
H fine cons (mm)	19.891	19.766	19.549



Il Direttore del Laboratorio terre:
 dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
 dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	S102CR6	m 22.40 - 23.00	
COMMESSA:	21323FE	DURATA PROVE:	04 - 31/01/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101028	rev.00 del:	15/02/21

PROVINO 1 100 kPa			PROVINO 2 200 kPa			PROVINO 3 300 kPa		
Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.005	4.598	0.003	0.038	13.086	0.017	0.009	5.305	0.010
0.087	16.269	0.015	0.118	32.538	0.029	0.092	40.673	0.042
0.203	27.587	0.030	0.227	47.393	0.045	0.177	65.430	0.061
0.298	35.014	0.040	0.348	60.479	0.058	0.295	84.882	0.081
0.457	44.210	0.050	0.507	73.565	0.070	0.452	105.396	0.105
0.634	50.929	0.058	0.675	83.468	0.082	0.615	120.957	0.128
0.793	56.235	0.060	0.830	90.895	0.088	0.760	130.860	0.148
0.932	60.125	0.061	0.973	97.615	0.092	0.905	139.349	0.162
1.066	63.662	0.062	1.109	101.859	0.096	1.026	145.007	0.175
1.195	66.138	0.062	1.236	105.042	0.098	1.146	148.898	0.188
1.324	68.967	0.062	1.389	108.932	0.101	1.301	153.142	0.199
1.492	71.443	0.062	1.563	112.823	0.101	1.473	157.740	0.214
1.662	73.211	0.062	1.731	115.652	0.102	1.636	161.984	0.227
1.822	74.626	0.062	1.888	118.128	0.102	1.787	165.521	0.242
1.966	76.394	0.057	2.030	120.250	0.102	1.929	168.704	0.253
2.107	77.102	0.051	2.164	122.019	0.103	2.050	171.180	0.264
2.224	78.163	0.046	2.302	124.141	0.102	2.183	174.716	0.272
2.383	78.516	0.040	2.469	125.555	0.101	2.343	178.253	0.282
2.550	79.577	0.033	2.641	126.616	0.101	2.523	180.375	0.294
2.718	79.931	0.027	2.806	127.677	0.102	2.675	183.205	0.308
2.865	80.285	0.023	2.957	128.738	0.102	2.823	186.034	0.321
3.007	80.638	0.019	3.098	129.446	0.102	2.955	187.802	0.332
3.140	80.638	0.015	3.227	129.799	0.103	3.074	190.278	0.341
3.265	81.699	0.011	3.376	130.153	0.104	3.220	192.047	0.351
3.427	81.699	0.004	3.550	131.214	0.103	3.389	194.876	0.361
3.606	82.053	-0.002	3.727	131.214	0.105	3.560	195.937	0.372
3.773	81.699	-0.006	3.888	131.568	0.105	3.724	197.705	0.382
3.918	82.053	-0.010	4.036	131.921	0.105	3.860	200.181	0.389
4.060	82.053	-0.011	4.174	131.921	0.106	3.987	201.242	0.396
4.181	82.053	-0.013	4.304	132.275	0.108	4.108	202.657	0.402
4.316	82.407	-0.015	4.463	132.629	0.109	4.266	203.718	0.408
4.483	82.407	-0.017	4.638	132.629	0.108	4.436	205.486	0.411
4.657	82.407	-0.019	4.807	132.275	0.109	4.601	205.840	0.414
4.812	82.760	-0.021	4.963	131.921	0.109	4.751	205.840	0.417
4.961	82.760	-0.023	5.111	132.275	0.109	4.897	206.194	0.420
5.095	82.760	-0.023	5.247	131.568	0.110	5.022	205.840	0.423
5.212	82.407	-0.025	5.386	131.568	0.112	5.158	206.194	0.426
5.369	82.407	-0.026	5.553	131.568	0.113	5.326	205.486	0.428
5.546	82.407	-0.027	5.731	131.214	0.113	5.500	205.133	0.428
5.712	82.407	-0.029	5.896	131.214	0.114	5.661	204.425	0.429
5.864	82.053	-0.029	6.047	130.153	0.116	5.804	203.718	0.429
6.002	82.053	-0.029	6.189	130.153	0.117	5.945	203.364	0.430
6.137	82.053	-0.030	6.321	129.446	0.119	6.063	202.657	0.432
6.253	82.053	-0.030	6.472	129.446	0.121	6.218	202.303	0.433
6.427	82.053	-0.030	6.646	129.446	0.122	6.390	201.949	0.434
6.609	82.407	-0.033	6.820	128.738	0.122	6.568	201.242	0.434
6.773	82.407	-0.035	6.982	128.031	0.123	6.721	200.181	0.434
6.922	82.053	-0.037				6.868	198.766	0.435

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
 Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
 Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	S102CR6	m 22.40 - 23.00	
COMMESSA:	21323FE	DURATA PROVE:	04 - 31/01/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101028	rev.00 del:	15/02/21

Consolidazione Provino 1

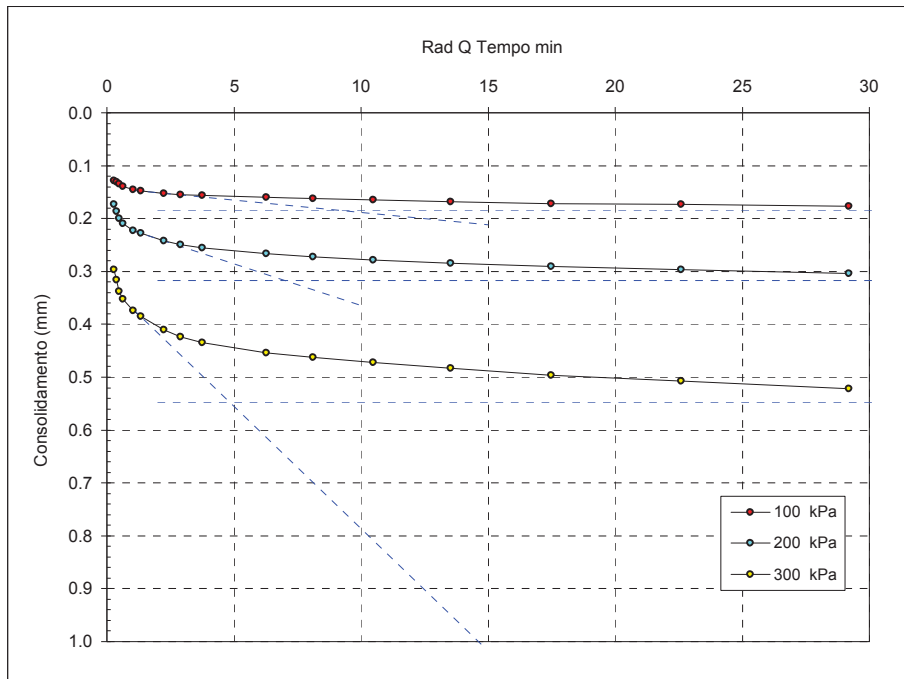
100 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.128
0.14	0.131
0.23	0.135
0.39	0.139
1.08	0.145
1.81	0.148
5.05	0.153
8.44	0.155
14.09	0.157
39.29	0.160
65.61	0.163
109.58	0.165
182.98	0.168
305.58	0.172
510.33	0.174
852.27	0.177

Consolidazione Provino 2

200 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.173
0.14	0.187
0.23	0.200
0.39	0.209
1.08	0.223
1.81	0.228
5.05	0.242
8.44	0.249
14.09	0.255
39.29	0.266
65.61	0.273
109.58	0.279
182.98	0.285
305.58	0.291
510.33	0.297
852.27	0.304

Consolidazione Provino 3

300 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.297
0.14	0.316
0.23	0.338
0.39	0.352
1.08	0.374
1.81	0.385
5.05	0.411
8.44	0.423
14.09	0.435
39.29	0.454
65.61	0.462
109.58	0.472
182.98	0.484
305.58	0.496
510.33	0.508
852.27	0.521



t_{100} min (Bishop ed Henkel)
Provino 1
83.3
Provino 2
48.7
Provino 3
23.3

Il Direttore del Laboratorio terre:
 dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
 dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
 Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
 Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
 Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



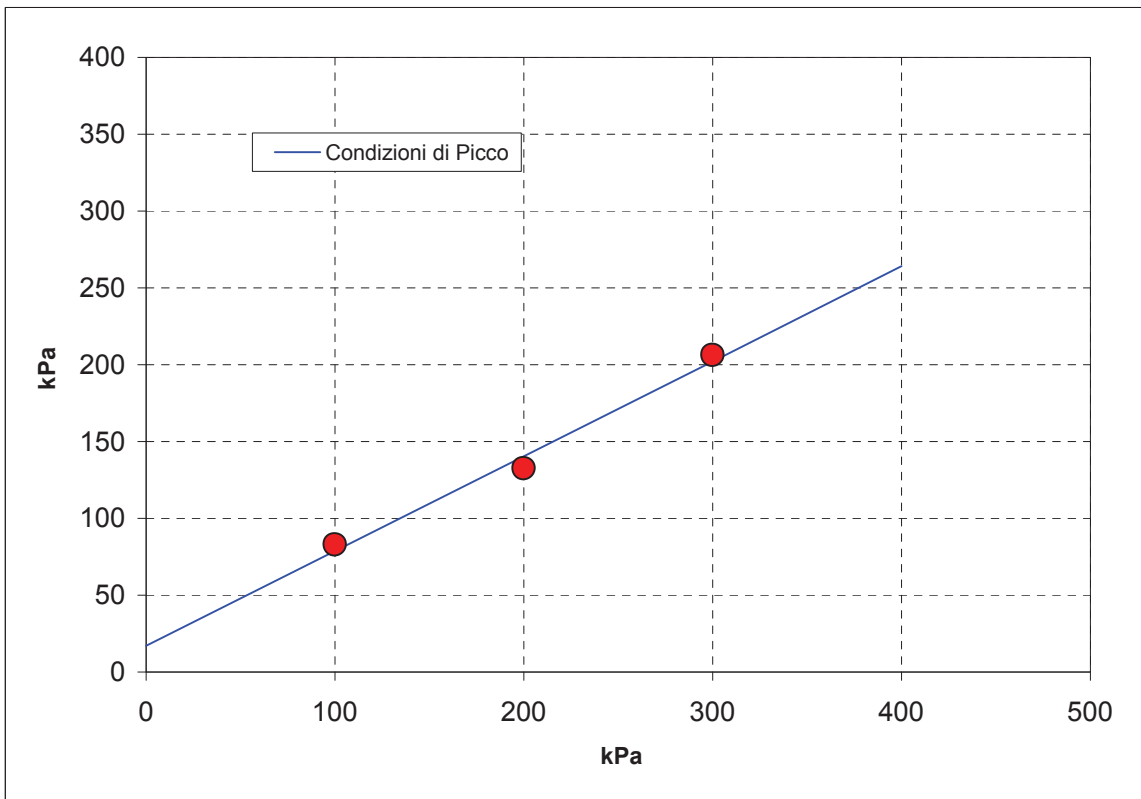
Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma ASTM D 3080)

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	S102CR6		
COMMESSA:	21323FE	DURATA PROVE:	04 - 31/01/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpretazione soggettiva dei risultati di prova.

	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
Pressione verticale (kPa)	100	200	300
Tensione di taglio (kPa)	82.76	132.63	206.19
Condizioni di Picco	Coesione:	17.09 kPa	Angolo di attrito: 32°



FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**
CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**
CAMPIONE: **S102SH2 m 37.50 - 18.15**
COMMESSA: 21323FE/20
VERBALE ACC.: 526/20
DATA CONSEGNA: 28/09/20

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

alto 37.50	P.P. kPa	T.V. kPa	LUNGHEZZA (cm): 62 GRADO DI QUALITA': AGI Q5 EC 7-3 Q1
	160	-	DESCRIZIONE: Limo argilloso grigio con frammenti di conchigliari grigio
	170	-	W naturale (%) 27.6 γ naturale(Mg/m ³) 1.89 γ secco (Mg/m ³) 1.48 γ immerso (Mg/m ³) 0.93 porosità (%) 45 indice dei vuoti 0.81 grado di saturazione (%) 92 massa specifica (Mg/m ³) 2.683
	195	-	PROVE ESEGUITE Umidità Naturale SI Trassiale UU - Limiti Atterberg SI Trassiale CIU SI Gran. Setacciatura SI Edometria - Gran. Sedimentazione SI Taglio Diretto - Peso di Volume SI Espansione L.L. - Peso Specifico SI Trassiale Cicl. + C.M. - Analisi Chimica - Colonna Risonante SI Taglio Torsionale Cicl. -
18.15 basso	175	-	NOTE: -

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UMIDITA' DI UNA TERRA**UNI EN ISO 17892-1**COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**CAMPIONE: **S102SH2 m 37.50 - 18.15**

COMMESSA: 21323FE/20 DURATA PROVE: 04/01 - 10/02/21

VERBALE ACC.: 526/20 DATA CONSEGNA: 28/09/20

GEO - CERT. n°: GF2101036 rev.00 del: 15/02/21

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:
Limo argilloso grigio con frammenti di conchigliari grigio

cod.bilancia 480 - cod. stufa 567

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	406.35	3.21
TERRA UMIDA (g)	718.93	157.07
TERRA ESSICATA* (g)	650.41	124.15
UMDITA' DETERMINATA (%)	28.1	27.2
UMDITA' CALCOLATA (%)	=	27.6

* materiale essiccato instufa a 105 - 110 °C, fino a massa costante.

Io Sperimentatore:
dott. Roberto BellanovaIl Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

MASSA VOLUMICA APPARENTE

UNI EN ISO 17892-2

COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**

CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**

CAMPIONE: **S102SH2 m 37.50 - 18.15**

COMMESSA: 21323FE/20

DURATA PROVE:

04/01 - 10/02/21

VERBALE ACC.: 526/20

DATA CONSEGNA:

28/09/20

GEO - CERT. n°: GF2101037

rev.00 del:

15/02/21

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso grigio con frammenti di conchigliari grigio

cod.bilancia 480 - cod. calibro 708

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	137.10	136.47
ALTEZZA (cm)	7.64	7.63
DIAMETRO (cm)	3.84	3.84
MASSA LORDA (g)	303.19	304.15
MASSA VOLUMICA (Mg/m ³)	1.88	1.90

MEDIA (Mg/m³) = 1.89

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO CON PICNOMETRO
UNI EN ISO 17892-3**

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	S102SH2 m 37.50 - 18.15		
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101038	rev.00 del:	15/02/21

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

**ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:
Limo argilloso grigio con frammenti di conchigliari grigio**

cod.bilancia 480

determinazione	1	2
picnometro n:	(pic. 001)	(pic. 002)
terra (g):	19.68	22.15
temperatura (°C):	15.0	15.0
picnometro + acqua (g):	144.66	144.66
picnometro + terra (g):	156.98	158.57
fattore K	1.0007	1.0007
Peso specifico determinato (Mg/m³):	2.676	2.690

Peso specifico calcolato (Mg/m³): 2.683

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



LIMITI DI ATTERBERG (norma ASTM D4318 metodo A)

COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	S102SH2	m 37.50 - 18.15	
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101039	rev.00 del:	15/02/21

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

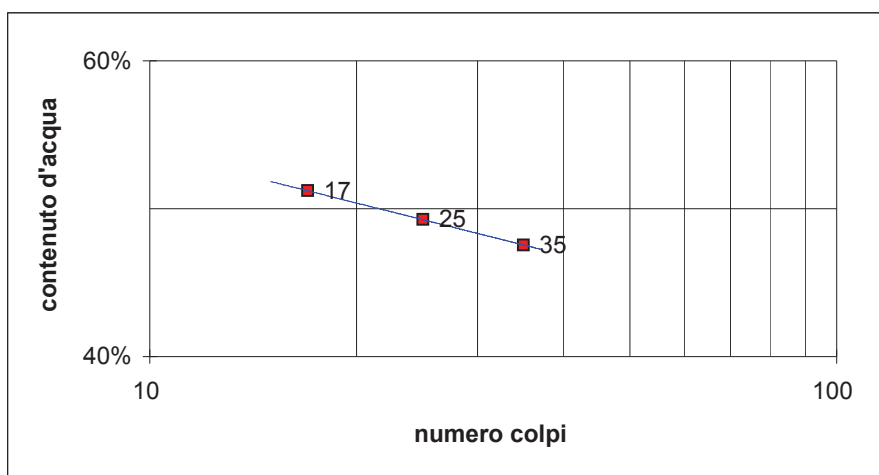
ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso grigio con frammenti di conchigliari grigio

codice cucchiaino: 344; codice bilancia: 480; codice stufa: 419

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		UMIDITA'
	1	2	3	1	2	
impasto						
N° colpi	35	25	17			
massa umida+ tara (g)	22.34	21.87	22.89	13.61	13.90	718.93
massa secca+ tara (g)	16.17	15.70	16.23	11.49	11.69	650.41
acqua contenuta (g)	6.17	6.17	6.66	2.12	2.21	68.52
tara (g)	3.19	3.18	3.22	3.22	3.18	406.35
peso secco (g)	12.98	12.52	13.01	8.27	8.51	244.06
contenuto d'acqua	47.5%	49.3%	51.2%	25.6%	26.0%	28.1%

Umidità Naturale **Wn = 28%**
Limite Liquido **LL = 49%**
Limite Plastico **LP = 26%**
Indice Plastico **IP = 23%**



Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/S1

ANALISI GRANULOMETRICA (per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422			
COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	S102SH2 m 37.50 - 18.15		
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20
GEO - CERT. n°:	GF2101040	rev.00 del:	15/02/21

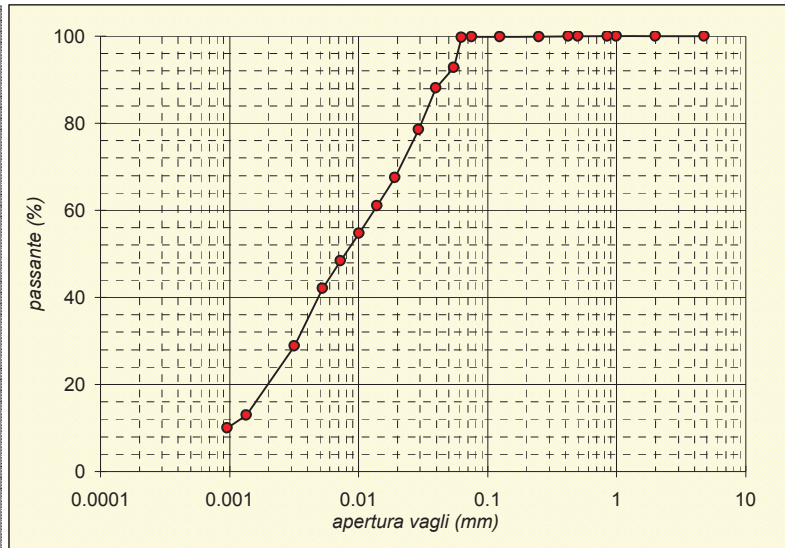
il campione è stato conservato in vasca umida termostatica Codici strumentazione: bilancia 480, vasca 557, stufa 419, densimetro 151H 348, termometro 588mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso grigio con frammenti di conchigliari grigio

codici	vaglio	trattenuto	trattenuto	cum. tratt.	passante
	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
571	setaccio	4.75	0.00	0.00	100.00
572	setaccio	2	0.00	0.00	100.00
573	setaccio	1	0.06	0.02	99.98
290	setaccio	0.85	0.00	0.02	99.98
291	setaccio	0.5	0.04	0.04	99.96
292	setaccio	0.425	0.05	0.06	99.94
293	setaccio	0.250	0.07	0.03	99.91
282	setaccio	0.125	0.13	0.05	99.86
283	setaccio	0.075	0.15	0.06	99.80
286	setaccio	0.063	0.17	0.07	99.73
-	calcolato	0.0548	16.78	6.88	92.85
-	calcolato	0.0396	11.63	4.76	88.09
-	calcolato	0.0291	23.26	9.53	78.56
-	calcolato	0.0192	27.13	11.12	67.44
-	calcolato	0.0139	15.50	6.35	61.09
-	calcolato	0.0101	15.50	6.35	54.73
-	calcolato	0.0073	15.50	6.35	48.38
-	calcolato	0.0052	15.50	6.35	42.03
-	calcolato	0.0032	32.38	13.27	28.76
-	calcolato	0.0014	38.77	15.88	12.88
-	calcolato	0.0010	7.06	2.89	9.98
-	fondo	24.36	9.98	100.00	0.00
TOTALE		244.06		φ max (mm) = 1.2	

Passante effettivo setaccio 0.063 (g) in areometro	49.98	
t° C	Tempo (s)	Letture
18.5	30	33.0
18.5	60	31.5
18.5	120	28.5
18.5	300	25.0
18.5	600	23.0
18.5	1200	21.0
18.5	2400	19.0
18.5	4800	17.0
17.5	14400	13.0
17.5	86400	8.0
18	172800	7.0
Rapporti granulometrici		
USCS		
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	0.0%	0.0%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	0.2%	0.3%
LIMO	> 2 μ	> 2 μ
	79.7%	79.6%
ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
	20.1%	20.1%



Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanovè

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagnol

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)
A.S.T.M. D 4767**

COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**

CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**

CAMPIONE: **S102SH2 m 37.50 - 18.15**

COMMESSA: 21323FE/20 DURATA PROVE: 04/01 - 10/02/21

VERBALE ACC.: 526/20 DATA CONSEGNA: 28/09/20

GEO - CERT. n°: GF2101041 rev.00 del: 15/02/21

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

CODICI STRUMENTAZIONE: calibro 12; bilancia 480; trasduttore LVDT 469; celle di carico 573, 470, 471; manometri 940, 691; celle 473, 474, 475; pressa 476.

Macchina: CONTROLS Triax 50 Digital
 Prova: CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)
 Dimensioni provini: $\phi \times h = 36,80 \times 76,20$ mm
 Velocità prova: 0.01 mm/min

NATURA DEL CAMPIONE: Limo argilloso grigio con frammenti di conchigliari grigio

Peso specifico (Mg/m^3): 2.683

	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
umidità iniziale (%)	28.1	28.1	27.2
massa volumica umida iniziale (Mg/m^3)	1.88	1.90	1.90
massa volumica secca iniziale (Mg/m^3)	1.47	1.49	1.49
indice dei vuoti iniziale	0.83	0.80	0.80
grado di saturazione iniziale (%)	91	94	91
umidità finale (%)	28.4	26.1	24.6
massa volumica umida fine cons. (Mg/m^3)	1.96	1.99	2.01
massa volumica secca fine cons. (Mg/m^3)	1.52	1.58	1.62
indice dei vuoti fine cons.	0.76	0.70	0.66
grado di saturazione fine cons. (%)	100	100	100
pressione in cella (kPa)	550	700	850
contropressione (kPa)	400	400	400
Dimensioni fine consolidazione			
Hc (cm)	7.562	7.487	7.435
Ac (cm^2)	11.322	11.125	10.979
Skempton B	0.98	1.00	1.00
Skempton A	0.1199	0.2762	0.4213
t100 min (Bishop & Henkel)	223	746	938

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)
A.S.T.M. D 4767**

COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**

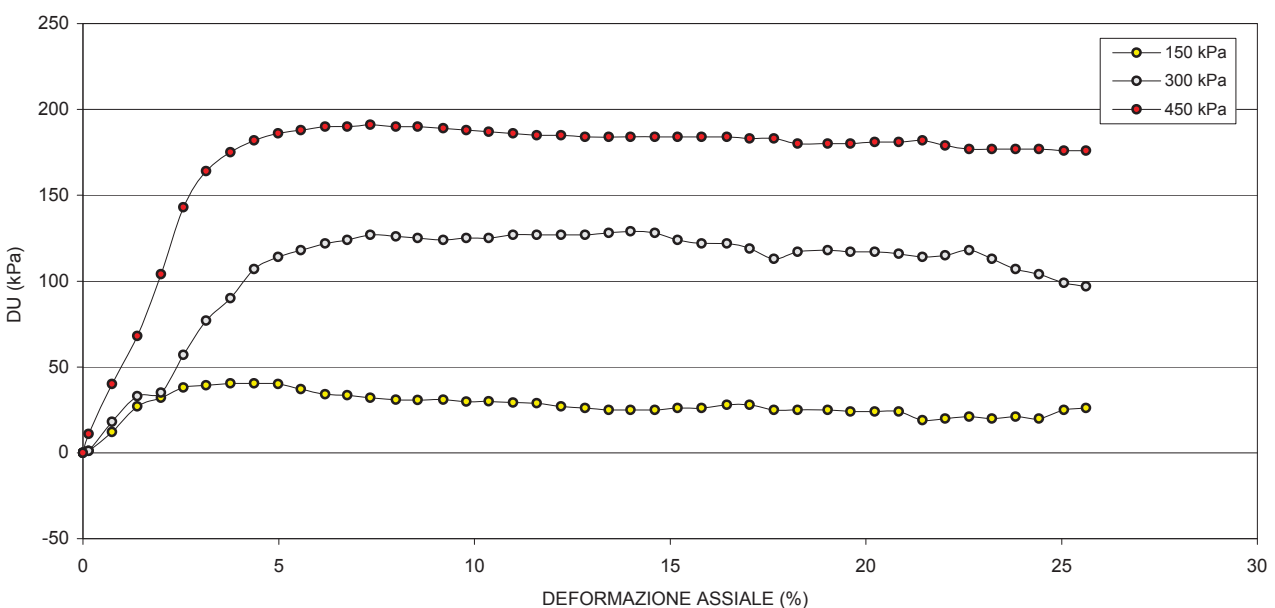
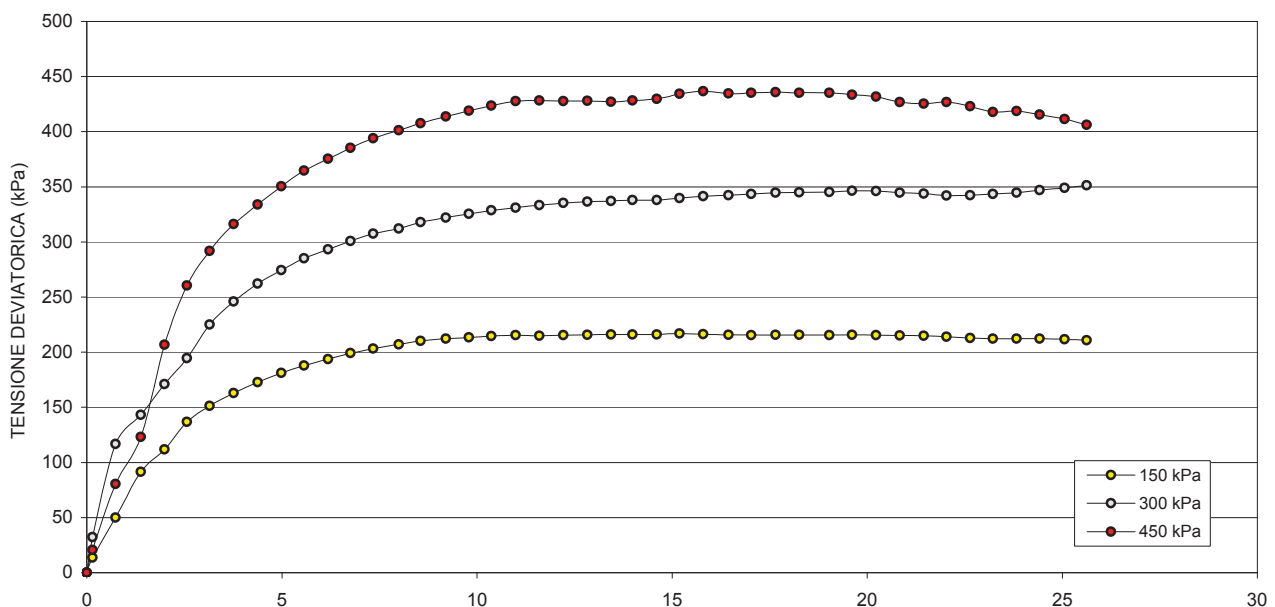
CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**

CAMPIONE: **S102SH2 m 37.50 - 18.15**

COMMESSA: 21323FE/20 DURATA PROVE: 04/01 - 10/02/21

VERBALE ACC.: 526/20 DATA CONSEGNA: 28/09/20

GEO - CERT. n°: GF2101041 rev.00 del: 15/02/21



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)
A.S.T.M. D 4767**

COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**

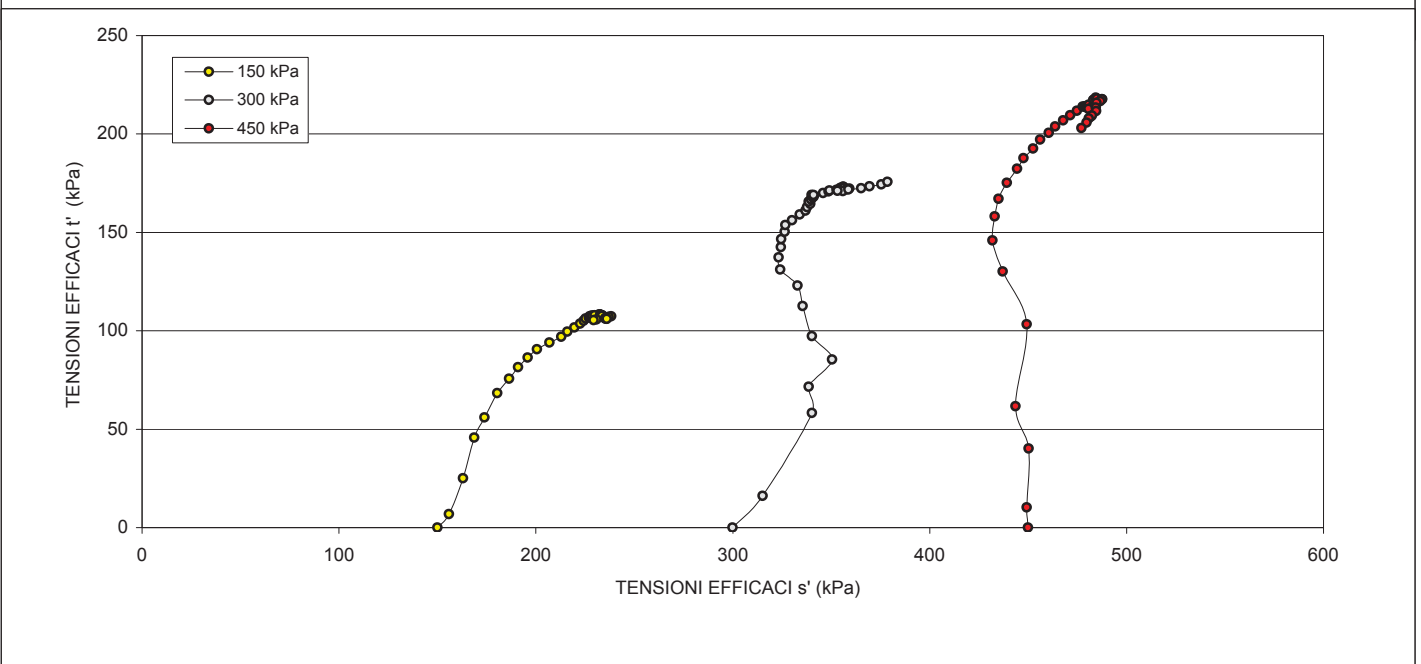
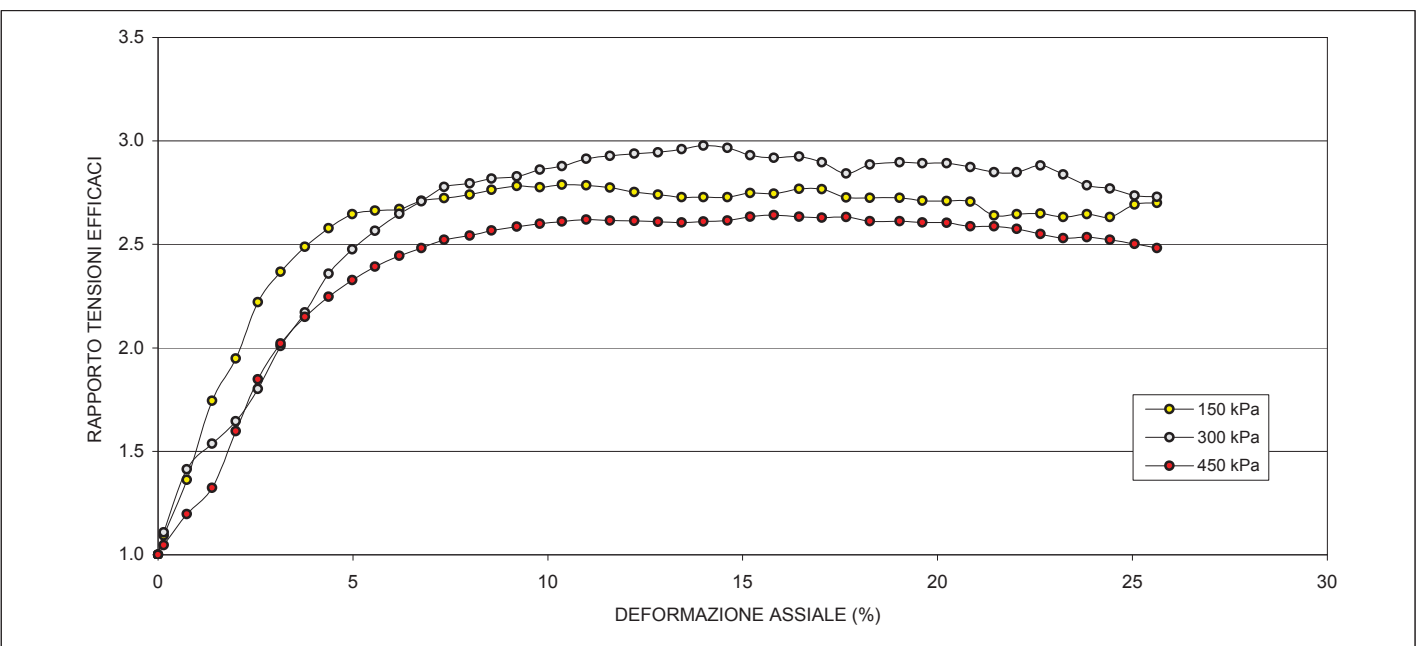
CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**

CAMPIONE: **S102SH2 m 37.50 - 18.15**

COMMESSA: 21323FE/20 DURATA PROVE: 04/01 - 10/02/21

VERBALE ACC.: 526/20 DATA CONSEGNA: 28/09/20

GEO - CERT. n°: GF2101041 rev.00 del: 15/02/21



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)

A.S.T.M. D 4767

COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**

CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**

CAMPIONE: **S102SH2 m 37.50 - 18.15**

COMMESSA: 21323FE/20 DURATA PROVE: 04/01 - 10/02/21

VERBALE ACC.: 526/20 DATA CONSEGNA: 28/09/20

GEO - CERT. n°: GF2101041 rev.00 del: 15/02/21

TENSIONE DEVIATORICA ($\sigma_1 - \sigma_3$)

PROVINO 1 150 kPa		PROVINO 2 300 kPa		PROVINO 3 450 kPa	
Def. (%)	Tens. (kPa)	Def. (%)	Tens. (kPa)	Def. (%)	Tens. (kPa)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.145	13.758	0.145	32.312	0.145	20.645
0.741	49.970	0.741	116.612	0.741	80.460
1.388	91.449	1.388	143.152	1.388	123.226
1.997	111.832	1.997	170.899	1.997	206.727
2.565	136.741	2.565	194.605	2.565	260.371
3.147	151.408	3.147	225.045	3.147	291.896
3.769	162.930	3.769	245.918	3.769	316.141
4.377	172.710	4.377	262.241	4.377	334.000
4.985	181.094	4.985	274.494	4.985	350.481
5.567	187.992	5.567	285.036	5.567	364.763
6.189	193.798	6.189	293.195	6.189	375.520
6.757	199.129	6.757	300.721	6.757	385.218
7.339	203.369	7.339	307.423	7.339	394.123
8.000	207.118	8.000	312.176	8.000	401.199
8.556	210.229	8.556	318.018	8.556	407.605
9.204	212.348	9.204	321.967	9.204	413.731
9.799	213.506	9.799	325.614	9.799	418.906
10.367	214.693	10.367	328.798	10.367	423.612
10.989	215.484	10.989	331.079	10.989	427.647
11.597	214.949	11.597	333.425	11.597	428.187
12.219	215.531	12.219	335.341	12.219	427.735
12.827	215.808	12.827	336.387	12.827	427.867
13.435	216.061	13.435	337.152	13.435	427.010
13.991	215.966	13.991	338.081	13.991	428.188
14.612	216.064	14.612	338.094	14.612	429.604
15.194	216.764	15.194	339.831	15.194	434.401
15.802	216.399	15.802	341.480	15.802	436.730
16.450	215.693	16.450	342.457	16.450	434.662
17.032	215.583	17.032	343.353	17.032	435.111
17.654	215.859	17.654	344.630	17.654	435.752
18.262	215.709	18.262	345.023	18.262	435.362
19.029	215.544	19.029	345.279	19.029	435.112
19.611	215.628	19.611	346.339	19.611	433.449
20.232	215.440	20.232	346.171	20.232	431.624
20.841	215.056	20.841	344.670	20.841	426.963
21.449	214.722	21.449	343.857	21.449	425.470
22.031	214.026	22.031	342.011	22.031	426.721
22.639	212.835	22.639	342.332	22.639	423.181
23.221	212.116	23.221	343.553	23.221	417.830
23.829	212.386	23.829	344.666	23.829	418.821
24.424	212.195	24.424	346.864	24.424	415.618
25.059	211.538	25.059	348.868	25.059	411.445
25.628	210.853	25.628	351.235	25.628	406.088

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)
A.S.T.M. D 4767**

COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**

CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**

CAMPIONE: **S102SH2 m 37.50 - 18.15**

COMMESSA: 21323FE/20 DURATA PROVE: 04/01 - 10/02/21

VERBALE ACC.: 526/20 DATA CONSEGNA: 28/09/20

GEO - CERT. n°: GF2101041 rev.00 del: 15/02/21

PRESSIONE INTERSTIZIALE

PROVINO 1 150 kPa		PROVINO 2 300 kPa		PROVINO 3 450 kPa	
0.000	ΔU. (kPa)	Def. (%)	ΔU. (kPa)	Def. (%)	ΔU. (kPa)
0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
0.145	1.000	0.145	1.000	0.145	11.000
0.741	12.000	0.741	18.000	0.741	40.000
1.388	27.000	1.388	33.000	1.388	68.000
1.997	32.000	1.997	35.000	1.997	104.000
2.565	38.000	2.565	57.000	2.565	143.000
3.147	39.300	3.147	77.000	3.147	164.000
3.769	40.500	3.769	90.000	3.769	175.000
4.377	40.500	4.377	107.000	4.377	182.000
4.985	40.000	4.985	114.000	4.985	186.000
5.567	37.000	5.567	118.000	5.567	188.000
6.189	34.000	6.189	122.000	6.189	190.000
6.757	33.600	6.757	124.000	6.757	190.000
7.339	32.000	7.339	127.000	7.339	191.000
8.000	31.000	8.000	126.000	8.000	190.000
8.556	30.800	8.556	125.000	8.556	190.000
9.204	30.900	9.204	124.000	9.204	189.000
9.799	29.800	9.799	125.000	9.799	188.000
10.367	30.000	10.367	125.000	10.367	187.000
10.989	29.300	10.989	127.000	10.989	186.000
11.597	28.900	11.597	127.000	11.597	185.000
12.219	27.000	12.219	127.000	12.219	185.000
12.827	26.000	12.827	127.000	12.827	184.000
13.435	25.000	13.435	128.000	13.435	184.000
13.991	25.000	13.991	129.000	13.991	184.000
14.612	25.000	14.612	128.000	14.612	184.000
15.194	26.000	15.194	124.000	15.194	184.000
15.802	26.000	15.802	122.000	15.802	184.000
16.450	28.000	16.450	122.000	16.450	184.000
17.032	28.000	17.032	119.000	17.032	183.000
17.654	25.000	17.654	113.000	17.654	183.000
18.262	25.000	18.262	117.000	18.262	180.000
19.029	25.000	19.029	118.000	19.029	180.000
19.611	24.000	19.611	117.000	19.611	180.000
20.232	24.000	20.232	117.000	20.232	181.000
20.841	24.000	20.841	116.000	20.841	181.000
21.449	19.000	21.449	114.000	21.449	182.000
22.031	20.000	22.031	115.000	22.031	179.000
22.639	21.000	22.639	118.000	22.639	177.000
23.221	20.000	23.221	113.000	23.221	177.000
23.829	21.000	23.829	107.000	23.829	177.000
24.424	20.000	24.424	104.000	24.424	177.000
25.059	25.000	25.059	99.000	25.059	176.000
25.628	26.000	25.628	97.000	25.628	176.000

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)**A.S.T.M. D 4767**COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**CAMPIONE: **S102SH2 m 37.50 - 18.15**

COMMESSA: 21323FE/20 DURATA PROVE: 04/01 - 10/02/21

VERBALE ACC.: 526/20 DATA CONSEGNA: 28/09/20

GEO - CERT. n°: GF2101041 rev.00 del: 15/02/21

RAPPORTO TENSIONI EFFICACI (σ'_1 / σ'_3)

PROVINO 1 150 kPa		PROVINO 2 300 kPa		PROVINO 3 450 kPa	
Def. (%)		Def. (%)		Def. (%)	
0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	1.000
0.145	1.092	0.145	1.108	0.145	1.047
0.741	1.362	0.741	1.414	0.741	1.196
1.388	1.743	1.388	1.536	1.388	1.323
1.997	1.948	1.997	1.645	1.997	1.597
2.565	2.221	2.565	1.801	2.565	1.848
3.147	2.368	3.147	2.009	3.147	2.021
3.769	2.488	3.769	2.171	3.769	2.150
4.377	2.577	4.377	2.359	4.377	2.246
4.985	2.646	4.985	2.476	4.985	2.328
5.567	2.664	5.567	2.566	5.567	2.392
6.189	2.671	6.189	2.647	6.189	2.444
6.757	2.711	6.757	2.709	6.757	2.482
7.339	2.723	7.339	2.777	7.339	2.522
8.000	2.740	8.000	2.794	8.000	2.543
8.556	2.764	8.556	2.817	8.556	2.568
9.204	2.783	9.204	2.829	9.204	2.585
9.799	2.776	9.799	2.861	9.799	2.599
10.367	2.789	10.367	2.879	10.367	2.611
10.989	2.785	10.989	2.914	10.989	2.620
11.597	2.775	11.597	2.927	11.597	2.616
12.219	2.752	12.219	2.938	12.219	2.614
12.827	2.740	12.827	2.944	12.827	2.609
13.435	2.728	13.435	2.960	13.435	2.605
13.991	2.728	13.991	2.977	13.991	2.610
14.612	2.729	14.612	2.966	14.612	2.615
15.194	2.748	15.194	2.931	15.194	2.633
15.802	2.745	15.802	2.918	15.802	2.642
16.450	2.768	16.450	2.924	16.450	2.634
17.032	2.767	17.032	2.897	17.032	2.630
17.654	2.727	17.654	2.843	17.654	2.632
18.262	2.726	18.262	2.885	18.262	2.612
19.029	2.724	19.029	2.897	19.029	2.612
19.611	2.711	19.611	2.893	19.611	2.605
20.232	2.710	20.232	2.892	20.232	2.605
20.841	2.707	20.841	2.873	20.841	2.587
21.449	2.639	21.449	2.849	21.449	2.588
22.031	2.646	22.031	2.849	22.031	2.575
22.639	2.650	22.639	2.881	22.639	2.550
23.221	2.632	23.221	2.837	23.221	2.531
23.829	2.646	23.829	2.786	23.829	2.534
24.424	2.632	24.424	2.770	24.424	2.522
25.059	2.692	25.059	2.736	25.059	2.502
25.628	2.700	25.628	2.730	25.628	2.482

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo RomagnoliLo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)
A.S.T.M. D 4767**

COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**

CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**

CAMPIONE: **S102SH2 m 37.50 - 18.15**

COMMESSA: 21323FE/20 DURATA PROVE: 04/01 - 10/02/21

VERBALE ACC.: 526/20 DATA CONSEGNA: 28/09/20

GEO - CERT. n°: GF2101041 rev.00 del: 15/02/21

STRESS PATH $s' = (\sigma'_1 + \sigma'_3)/2$ $t' = (\sigma'_1 - \sigma'_3)/2$

PROVINO 1 150 kPa		PROVINO 2 300 kPa		PROVINO 3 450 kPa	
s' (kPa)	t' (kPa)	s' (kPa)	t' (kPa)	s' (kPa)	t' (kPa)
150.000	0.000	299.999	0.000	450.000	0.000
155.879	6.879	315.156	16.156	449.322	10.322
162.985	24.985	340.306	58.306	450.230	40.230
168.725	45.725	338.576	71.576	443.613	61.613
173.916	55.916	350.449	85.449	449.364	103.364
180.371	68.371	340.302	97.302	437.185	130.185
186.404	75.704	335.522	112.522	431.948	145.948
190.965	81.465	332.959	122.959	433.071	158.071
195.855	86.355	324.121	131.121	435.000	167.000
200.547	90.547	323.247	137.247	439.241	175.241
206.996	93.996	324.518	142.518	444.381	182.381
212.899	96.899	324.597	146.597	447.760	187.760
215.964	99.564	326.360	150.360	452.609	192.609
219.685	101.685	326.712	153.712	456.062	197.062
222.559	103.559	330.088	156.088	460.599	200.599
224.315	105.115	334.009	159.009	463.802	203.802
225.274	106.174	336.984	160.984	467.865	206.865
226.953	106.753	337.807	162.807	471.453	209.453
227.347	107.347	339.399	164.399	474.806	211.806
228.442	107.742	338.539	165.539	477.824	213.824
228.574	107.474	339.712	166.712	479.093	214.093
230.765	107.765	340.671	167.671	478.867	213.867
231.904	107.904	341.193	168.193	479.934	213.934
233.030	108.030	340.576	168.576	479.505	213.505
232.983	107.983	340.041	169.041	480.094	214.094
233.032	108.032	341.047	169.047	480.802	214.802
232.382	108.382	345.915	169.915	483.200	217.200
232.200	108.200	348.740	170.740	484.365	218.365
229.847	107.847	349.228	171.228	483.331	217.331
229.792	107.792	352.677	171.677	484.556	217.556
232.930	107.930	359.315	172.315	484.876	217.876
232.854	107.854	355.512	172.512	487.681	217.681
232.772	107.772	354.640	172.640	487.556	217.556
233.814	107.814	356.170	173.170	486.725	216.725
233.720	107.720	356.085	173.085	484.812	215.812
233.528	107.528	356.335	172.335	482.481	213.481
238.361	107.361	357.928	171.928	480.735	212.735
237.013	107.013	356.005	171.005	484.361	213.361
235.417	106.417	353.166	171.166	484.590	211.590
236.058	106.058	358.777	171.777	481.915	208.915
235.193	106.193	365.333	172.333	482.411	209.411
236.098	106.098	369.432	173.432	480.809	207.809
230.769	105.769	375.434	174.434	479.722	205.722
229.426	105.426	378.618	175.618	477.044	203.044

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)
A.S.T.M. D 4767**

COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**

CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**

CAMPIONE: **S102SH2 m 37.50 - 18.15**

COMMESSA: 21323FE/20 DURATA PROVE: 04/01 - 10/02/21

VERBALE ACC.: 526/20 DATA CONSEGNA: 28/09/20

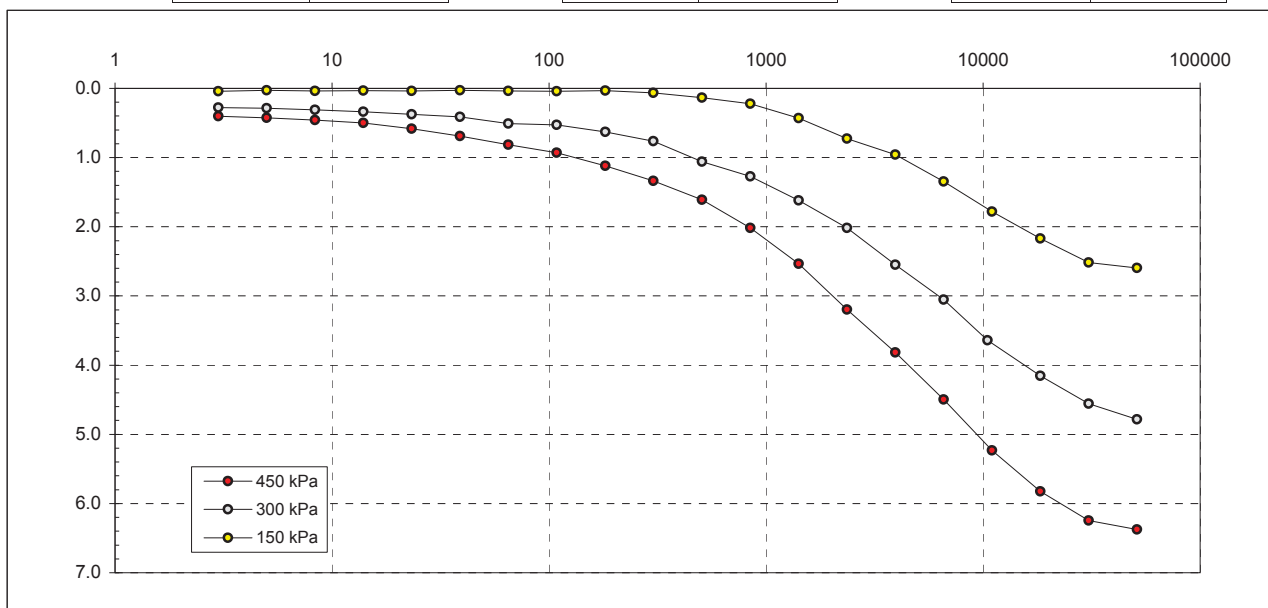
GEO - CERT. n°: GF2101041 rev.00 del: 15/02/21

CONSOLIDAZIONE

PROVINO 1 150 kPa	
Tempo (s)	Vol (cc)
3	0.04
5	0.03
8	0.04
14	0.03
23	0.04
39	0.03
65	0.04
109	0.04
181	0.03
303	0.07
506	0.13
845	0.22
1412	0.43
2357	0.73
3937	0.96
6575	1.35
10979	1.78
18335	2.17
30620	2.52
51136	2.59
85398	

PROVINO 2 300 kPa	
Tempo (s)	Vol (cc)
3	0.28
5	0.29
8	0.31
14	0.34
23	0.37
39	0.41
65	0.51
109	0.53
181	0.63
303	0.76
506	1.06
845	1.27
1412	1.62
2357	2.02
3937	2.55
6575	3.05
10471	3.64
18335	4.15
30620	4.56
51136	4.78
85398	

PROVINO 3 450 kPa	
Tempo (s)	Vol (cc)
3	0.40
5	0.43
8	0.46
14	0.50
23	0.58
39	0.69
65	0.81
109	0.93
181	1.12
303	1.34
506	1.61
845	2.02
1412	2.53
2357	3.20
3937	3.81
6575	4.50
10979	5.23
18335	5.82
30620	6.24
51136	6.37
85398	



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)
A.S.T.M. D 4767**

COMMITTENTE: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**

CANTIERE: **Montalto di Castro (VT)**

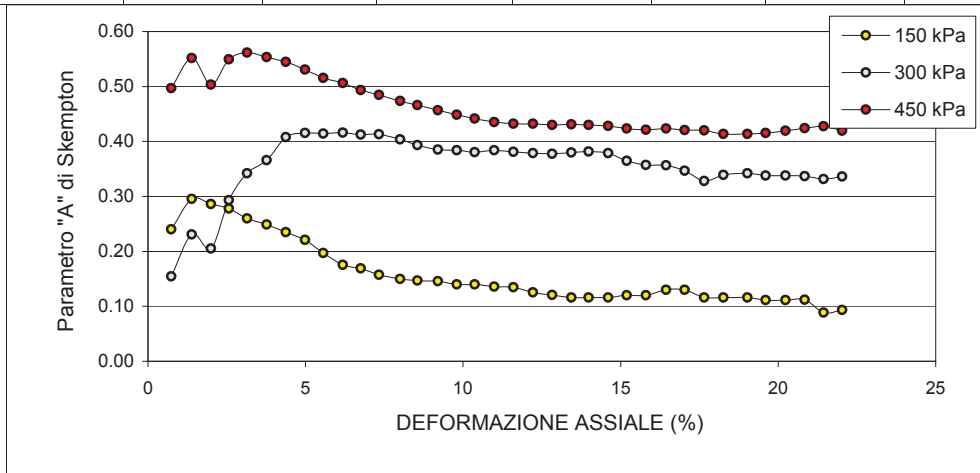
CAMPIONE: **S102SH2 m 37.50 - 18.15**

COMMESSA: 21323FE/20 DURATA PROVE: 04/01 - 10/02/21

VERBALE ACC.: 526/20 DATA CONSEGNA: 28/09/20

GEO - CERT. n°: GF2101041 rev.00 del: 15/02/21

PROVINO 1		PROVINO 2		PROVINO 3	
Def. (%)	Skemp. A	Def. (%)	Skemp. A	Def. (%)	Skemp. A
0.741	0.2401	0.741	0.1544	0.741	0.4971
1.388	0.2952	1.388	0.2305	1.388	0.5518
1.997	0.2861	1.997	0.2048	1.997	0.5031
2.565	0.2779	2.565	0.2929	2.565	0.5492
3.147	0.2596	3.147	0.3422	3.147	0.5618
3.769	0.2486	3.769	0.3660	3.769	0.5535
4.377	0.2345	4.377	0.4080	4.377	0.5449
4.985	0.2209	4.985	0.4153	4.985	0.5307
5.567	0.1968	5.567	0.4140	5.567	0.5154
6.189	0.1754	6.189	0.4161	6.189	0.5060
6.757	0.1687	6.757	0.4123	6.757	0.4932
7.339	0.1573	7.339	0.4131	7.339	0.4846
8.000	0.1497	8.000	0.4036	8.000	0.4736
8.556	0.1465	8.556	0.3931	8.556	0.4661
9.204	0.1455	9.204	0.3851	9.204	0.4568
9.799	0.1396	9.799	0.3839	9.799	0.4488
10.367	0.1397	10.367	0.3802	10.367	0.4414
10.989	0.1360	10.989	0.3836	10.989	0.4349
11.597	0.1345	11.597	0.3809	11.597	0.4321
12.219	0.1253	12.219	0.3787	12.219	0.4325
12.827	0.1205	12.827	0.3775	12.827	0.4300
13.435	0.1157	13.435	0.3797	13.435	0.4309
13.991	0.1158	13.991	0.3816	13.991	0.4297
14.612	0.1157	14.612	0.3786	14.612	0.4283
15.194	0.1199	15.194	0.3649	15.194	0.4236
15.802	0.1201	15.802	0.3573	15.802	0.4213
16.450	0.1298	16.450	0.3562	16.450	0.4233
17.032	0.1299	17.032	0.3466	17.032	0.4206
17.654	0.1158	17.654	0.3279	17.654	0.4200
18.262	0.1159	18.262	0.3391	18.262	0.4134
19.029	0.1160	19.029	0.3418	19.029	0.4137
19.611	0.1113	19.611	0.3378	19.611	0.4153
20.232	0.1114	20.232	0.3380	20.232	0.4193
20.841	0.1116	20.841	0.3366	20.841	0.4239
21.449	0.0885	21.449	0.3315	21.449	0.4278
22.031	0.0934	22.031	0.3362	22.031	0.4195



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
 Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
 Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
 Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



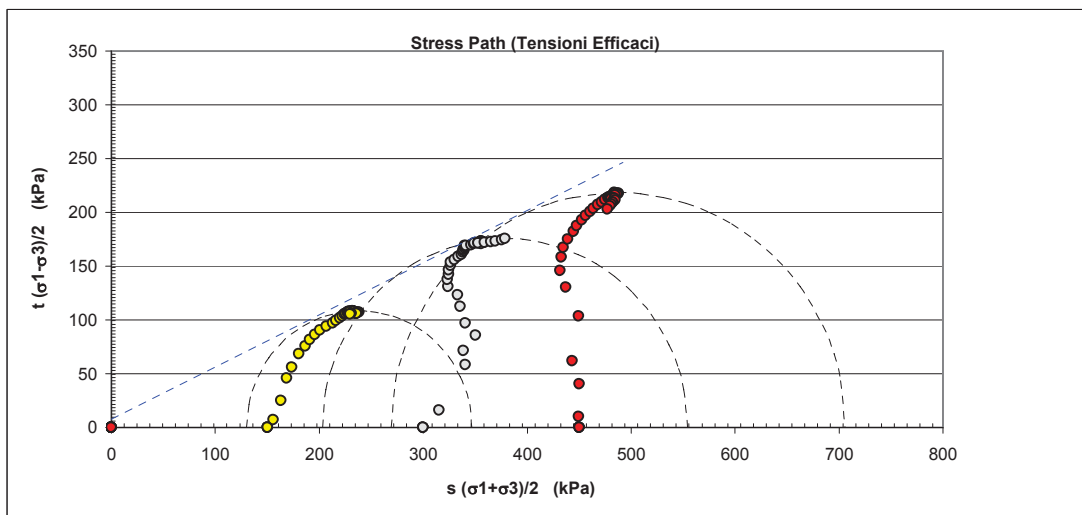
Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)
raccomandazioni A.G.I. 1994

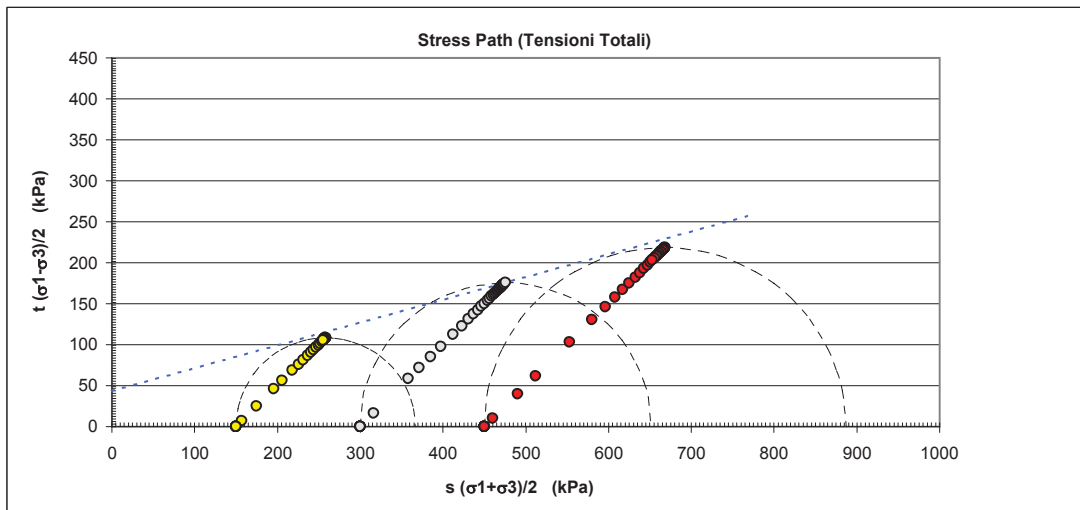
COMMITTENTE:	ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano		
CANTIERE:	Montalto di Castro (VT)		
CAMPIONE:	S102SH2		
COMMESSA:	21323FE/20	DURATA PROVE:	04/01 - 10/02/21
VERBALE ACC.:	526/20	DATA CONSEGNA:	28/09/20

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpretazione soggettiva dei risultati di prova.

CONDIZIONI A ROTTURA (TENSIONI EFFICACI)			
sforzio deviatorico (kPa)	217	351	437
deformazione (%)	25.6	25.6	24.4
tensione efficace s' (kPa)	232	379	484
tensione efficace t' (kPa)	108	176	218
c' (kPa):	8.4	ϕ' (°):	26.0



CONDIZIONI A ROTTURA (TENSIONI TOTALI)			
sforzio deviatorico (kPa)	217	351	437
deformazione (%)	25.6	25.6	24.4
tensione totale s (kPa)	258.4	475.6	668.4
tensione efficace t (kPa)	108.4	175.6	218.4
c (kPa):	43.7	ϕ' (°):	15.6



FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)**Committente:** ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**Località:** Montalto di Castro (VT)**Cantiere:** Montalto di Castro (VT)**Sondaggio:** S102**Campione:** SH2**Profondità (m):** 37,50 - 38,15**Certificato di prova N°:** GF2101042**Verbale di accettazione N°:** 526/20**Commessa:** 21323FE/20**Data ricevimento campione:** 28/09/2020**Data prova:** 02/02/21**Data emissione certificato:** 15/02/2021**DATI INIZIALI**

Altezza: 100.00 mm
Diametro: 50.00 mm
Raggio eq.: 17.675 mm
Massa: 375.8 g
W: 26.9 %
 γ : 18.78 kN/m³
 γ_d : 14.80 kN/m³
e: 0.79 -

DATI DI PROVA

Tipo di campione: Limo con argilla grigio
Fattore Raggio Eq.: 0,707 -
Coefficiente B: 0.97 %
Pressione cella: 780 kPa
Contropressione: 400 kPa

DATI FINALI

Altezza: 98.22 mm
Diametro: 49.08 mm
Raggio eq.: 17.354 mm
Massa: 365.3 g
W: 28.2 %
 γ : 19.66 kN/m³
 γ_d : 15.34 kN/m³
e: 0.76 -

	Frequenza Risonanza (Hz)	Momento Torcente (Nm)	Def. Taglio max (%)	Vel. Onde Taglio V_s (m/s)	Modulo Taglio G (MPa)	G/G₀	Rapporto Smorz. D (%)	$\Delta U/\sigma^3$
Test 1*	156.20	0.0001	1.27E-04	277.68	147.57	1.000	0.42	0.000
Test 2	156.20	0.0002	1.66E-04	277.68	147.57	1.000	0.44	0.000
Test 3	156.20	0.0003	2.25E-04	277.68	147.57	1.000	0.47	0.000
Test 4	155.80	0.0005	3.32E-04	277.68	147.57	1.000	0.50	0.000
Test 5	156.20	0.0009	5.56E-04	277.68	147.57	1.000	0.55	0.000
Test 6	156.20	0.0015	8.03E-04	277.68	147.57	1.000	0.75	0.000
Test 7	155.80	0.0050	3.26E-03	276.96	146.82	0.995	0.95	0.000
Test 8	153.40	0.0060	5.80E-03	272.70	142.33	0.964	1.47	0.000
Test 9	153.00	0.0070	6.60E-03	271.99	141.59	0.959	1.75	0.000
Test 10	152.20	0.0090	8.05E-03	270.57	140.11	0.949	1.83	0.000
Test 11	152.20	0.0110	8.96E-03	270.57	140.11	0.949	1.94	0.000
Test 12	144.80	0.0300	1.73E-02	257.41	126.82	0.859	1.98	0.000
Test 13	136.00	0.0598	2.75E-02	241.77	111.87	0.758	3.54	0.000
Test 14	126.40	0.0999	4.06E-02	224.70	96.64	0.655	6.26	0.000
Test 15	116.40	0.1499	5.62E-02	206.92	81.95	0.555	9.15	0.002
Test 16	102.40	0.2500	9.10E-02	182.04	63.42	0.430	14.94	0.004
Test 17	83.60	0.3996	1.66E-01	148.62	42.27	0.286	21.33	0.013
Test 18	66.20	0.5999	3.32E-01	117.68	26.51	0.180	28.74	0.043
Test 19								
Test 20								

* Test 1 corrispondente al valore G₀
 lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

 Il Direttore del Laboratorio Terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**

Località: **Montalto di Castro (VT)**

Cantiere: **Montalto di Castro (VT)**

Sondaggio: **S102**

Campione: **SH2**

Profondità (m): **37,50 - 38,15**

Certificato di prova N°: **GF2101042**

Verbale di accettazione N°: **526/20**

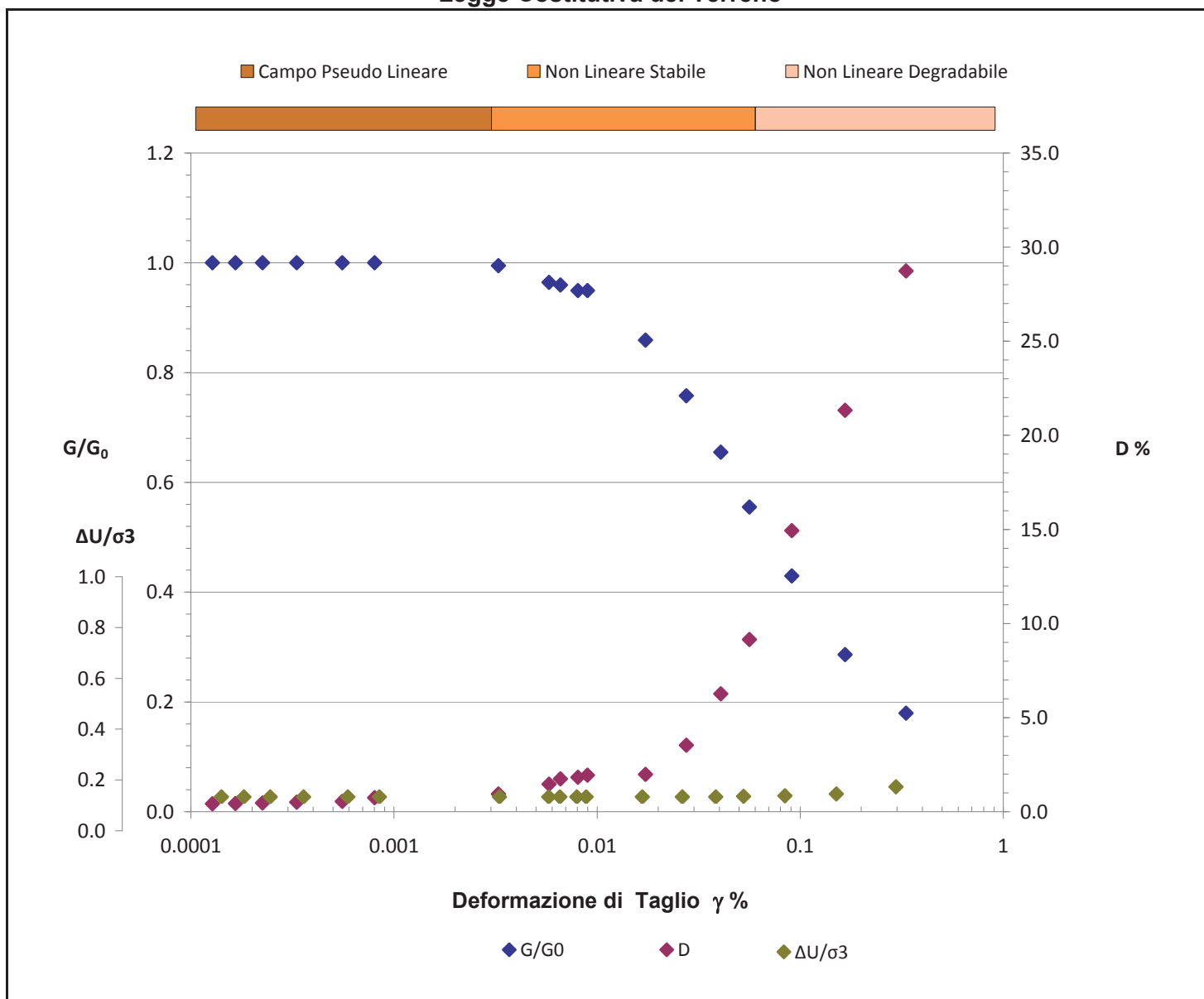
Commessa: **21323FE/20**

Data ricevimento campione: **28/09/2020**

Data prova: **02/02/21**

Data emissione certificato: **15/02/2021**

Legge Costitutiva del Terreno



Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio Terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano

Località: Montalto di Castro (VT)

Cantiere: Montalto di Castro (VT)

Sondaggio: S102

Campione: SH2

Profondità (m): 37,50 - 38,15

Certificato di prova N°: GF2101042

Verbale di accettazione N°: 526/20

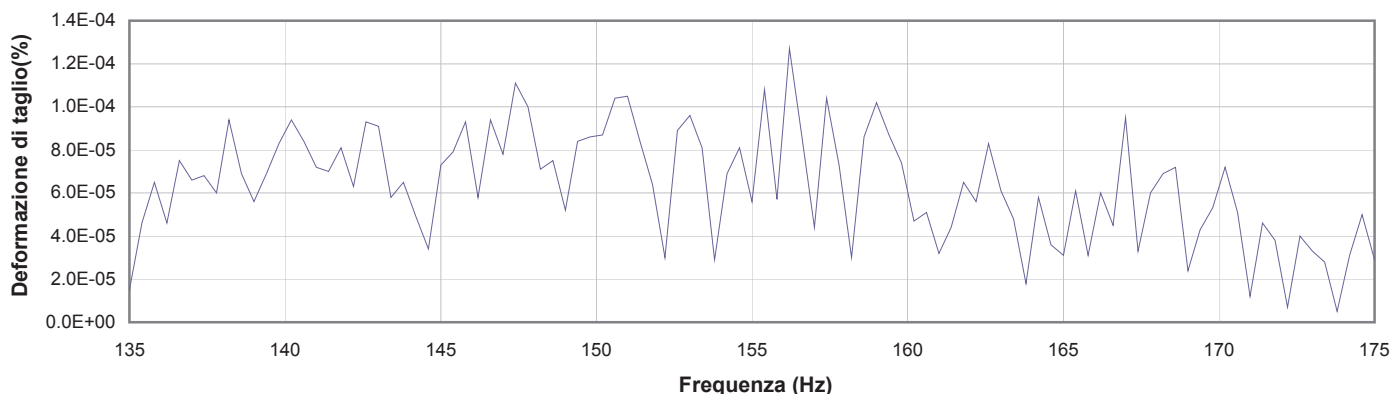
Commessa: 21323FE/20

Data ricevimento campione: 28/09/2020

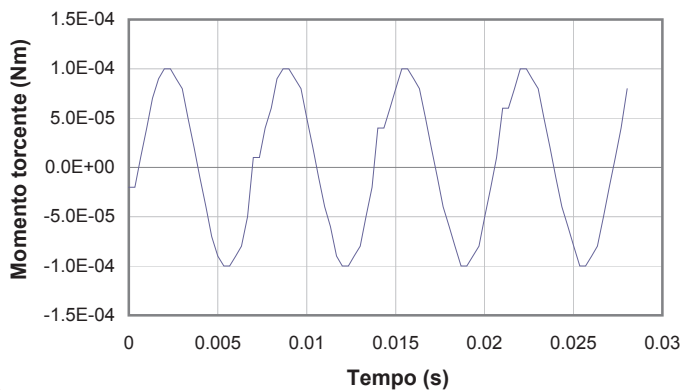
Data prova: 02/02/21

Data emissione certificato: 15/02/2021

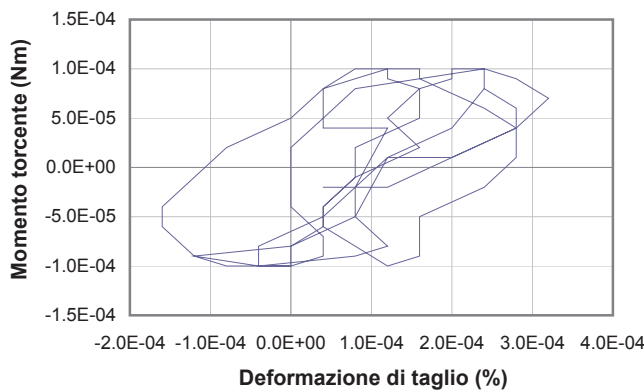
Test 1



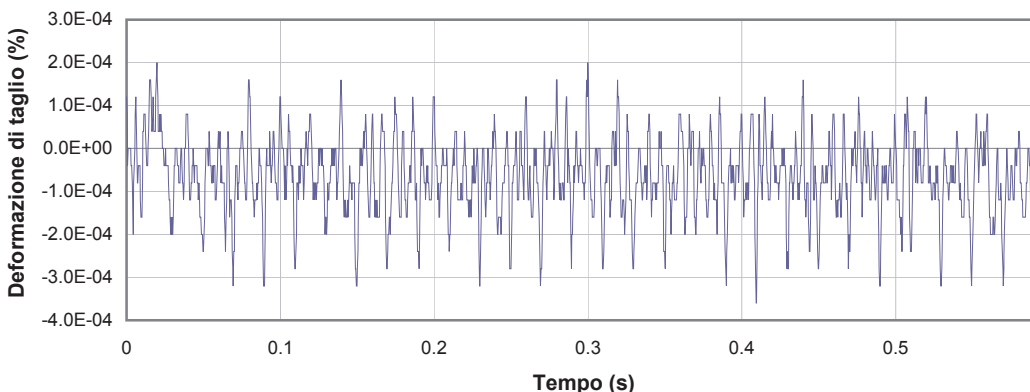
1



2



3



4

1 Campo delle frequenze indagate

2 Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

3 Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

4 Smorzamento per oscillazioni libere

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio Terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano

Località: Montalto di Castro (VT)

Cantiere: Montalto di Castro (VT)

Sondaggio: S102

Campione: SH2

Profondità (m): 37,50 - 38,15

Certificato di prova N°: GF2101042

Verbale di accettazione N°: 526/20

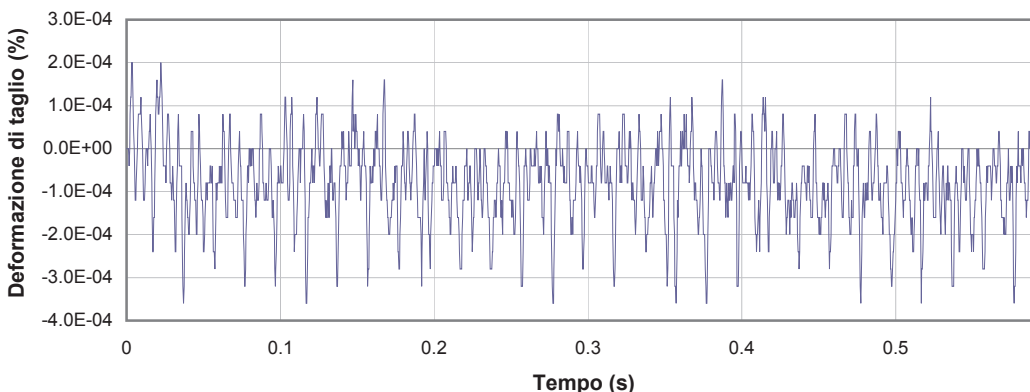
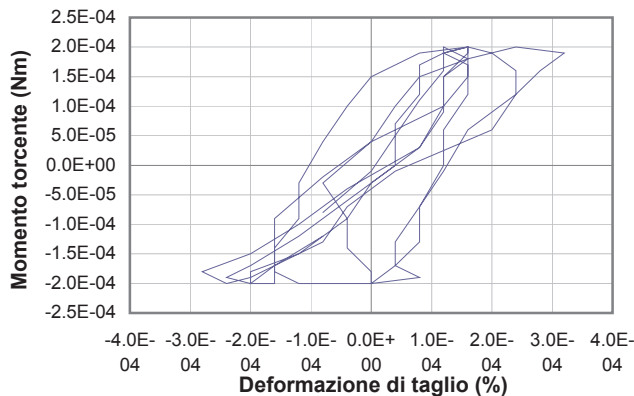
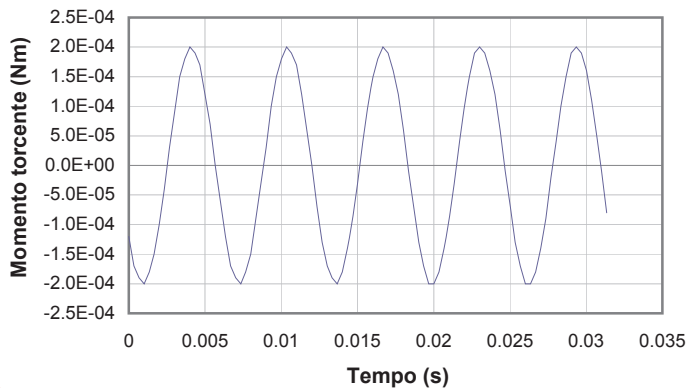
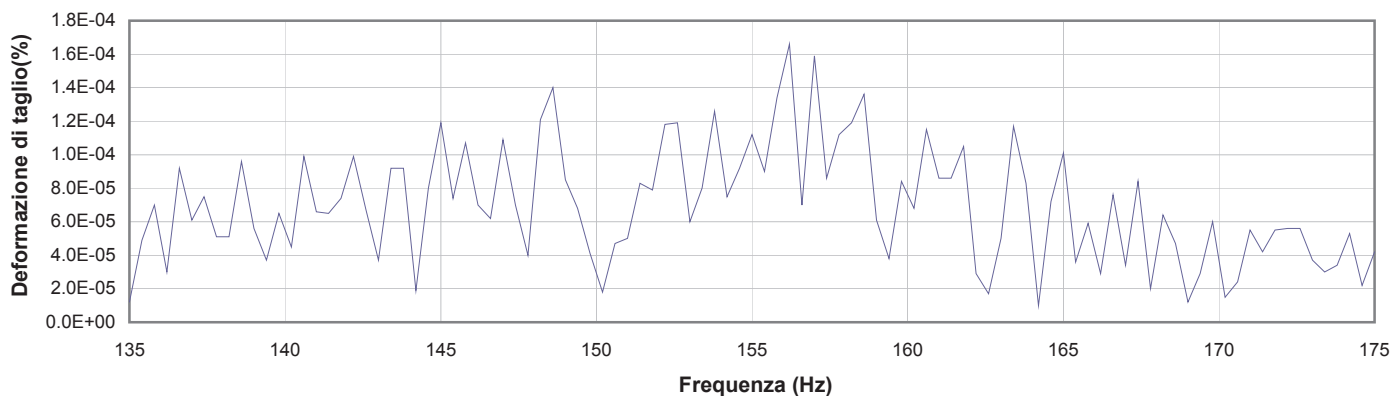
Commessa: 21323FE/20

Data ricevimento campione: 28/09/2020

Data prova: 02/02/21

Data emissione certificato: 15/02/2021

Test 2



1 Campo delle frequenze indagate

2 Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

3 Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

4 Smorzamento per oscillazioni libere

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio Terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**

Località: **Montalto di Castro (VT)**

Cantiere: **Montalto di Castro (VT)**

Sondaggio: **S102**

Campione: **SH2**

Profondità (m): **37,50 - 38,15**

Certificato di prova N°: **GF2101042**

Verbale di accettazione N°: **526/20**

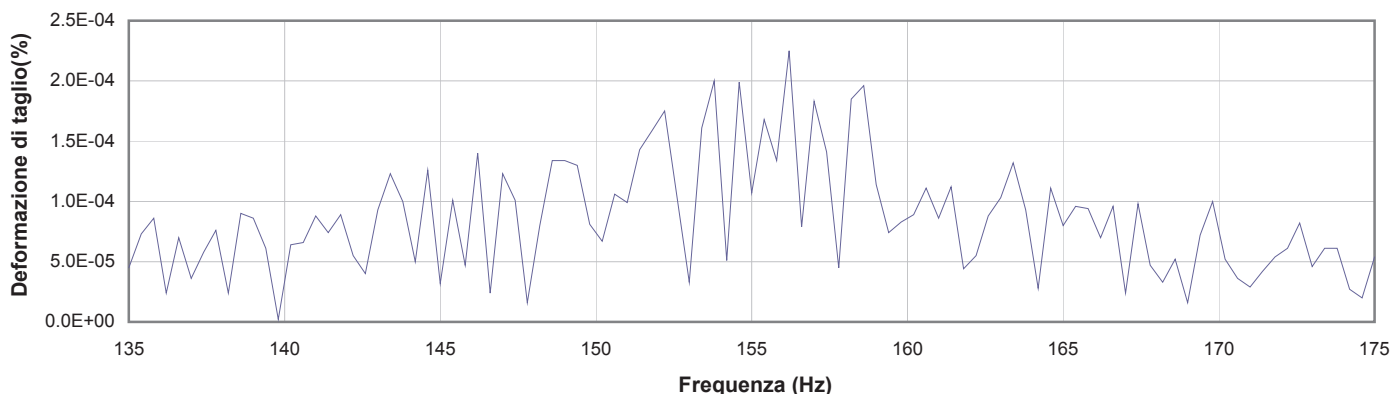
Commessa: **21323FE/20**

Data ricevimento campione: **28/09/2020**

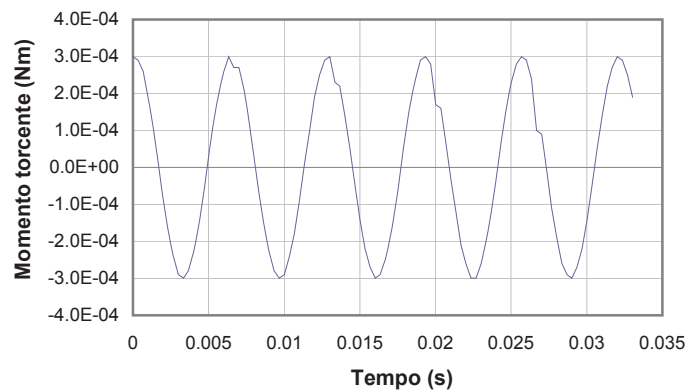
Data prova: **02/02/21**

Data emissione certificato: **15/02/2021**

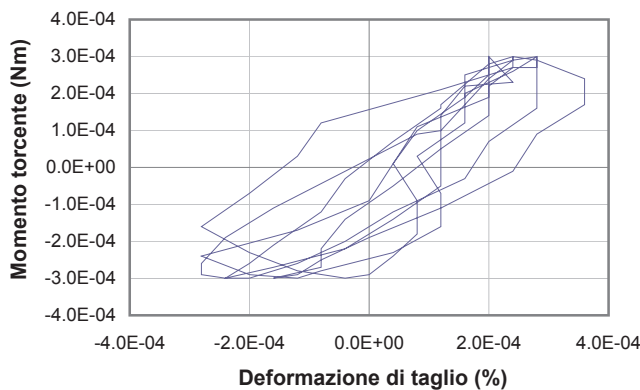
Test 3



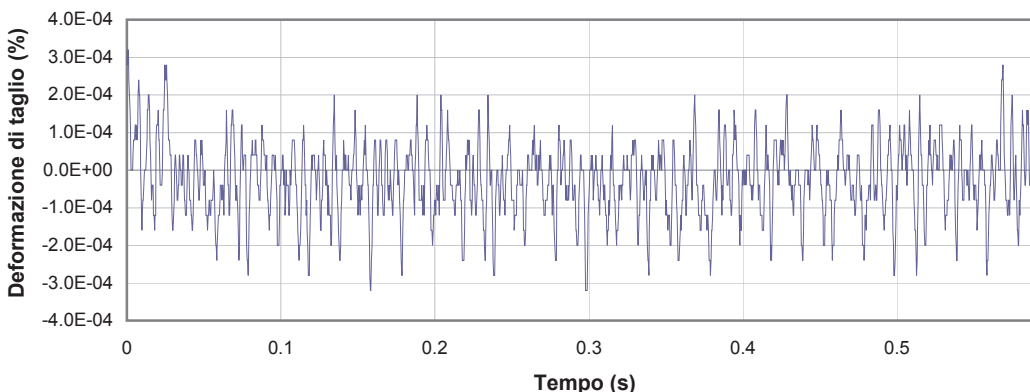
1



2



3



4

1 Campo delle frequenze indagate

2 Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

3 Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

4 Smorzamento per oscillazioni libere

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio Terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

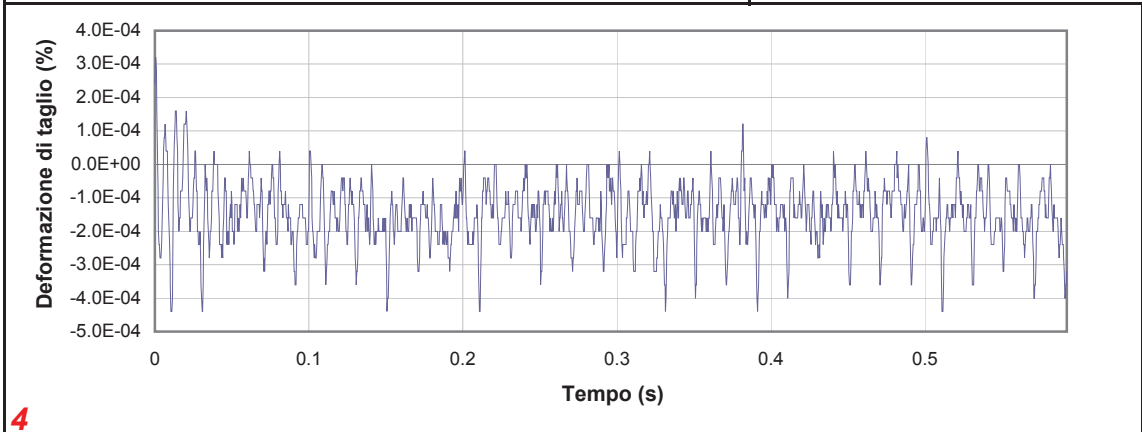
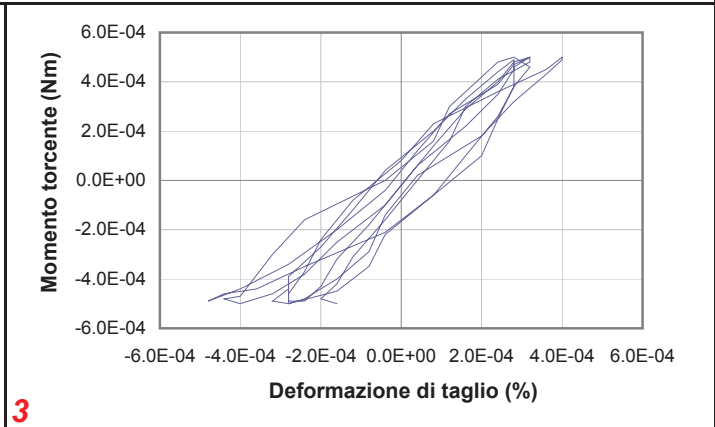
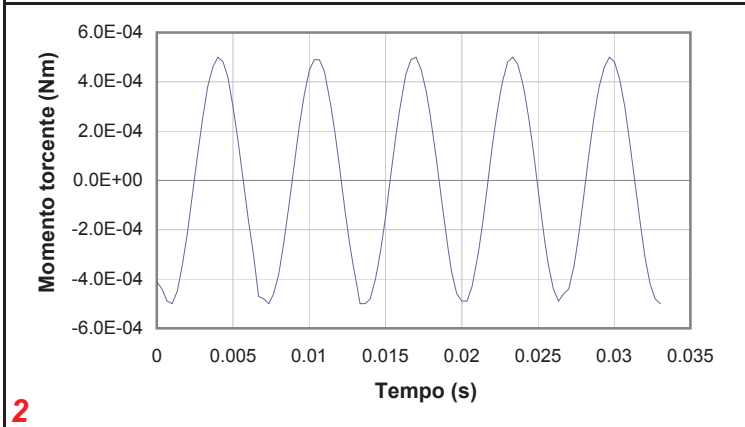
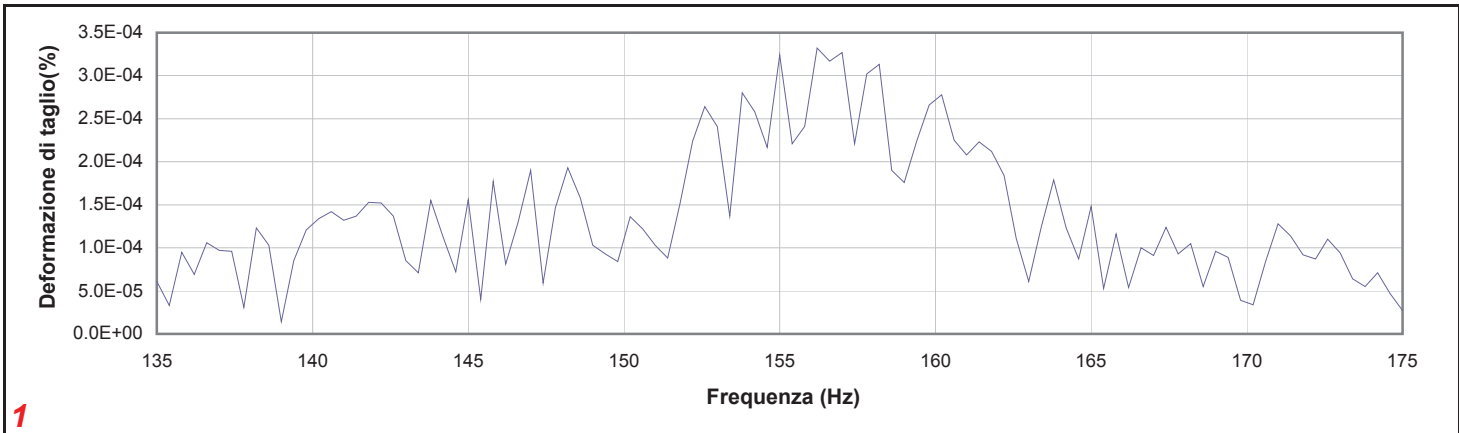
PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano
Località: Montalto di Castro (VT)
Cantiere: Montalto di Castro (VT)
Sondaggio: S102
Campione: SH2
Profondità (m): 37,50 - 38,15

Certificato di prova N°: GF2101042
Verbale di accettazione N°: 526/20

Commessa: 21323FE/20
Data ricevimento campione: 28/09/2020
Data prova: 02/02/21
Data emissione certificato: 15/02/2021

Test 4



- 1** Campo delle frequenze indagate
- 2** Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate
- 3** Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza
- 4** Smorzamento per oscillazioni libere

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio Terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: **ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano**

Località: **Montalto di Castro (VT)**

Cantiere: **Montalto di Castro (VT)**

Sondaggio: **S102**

Campione: **SH2**

Profondità (m): **37,50 - 38,15**

Certificato di prova N°: **GF2101042**

Verbale di accettazione N°: **526/20**

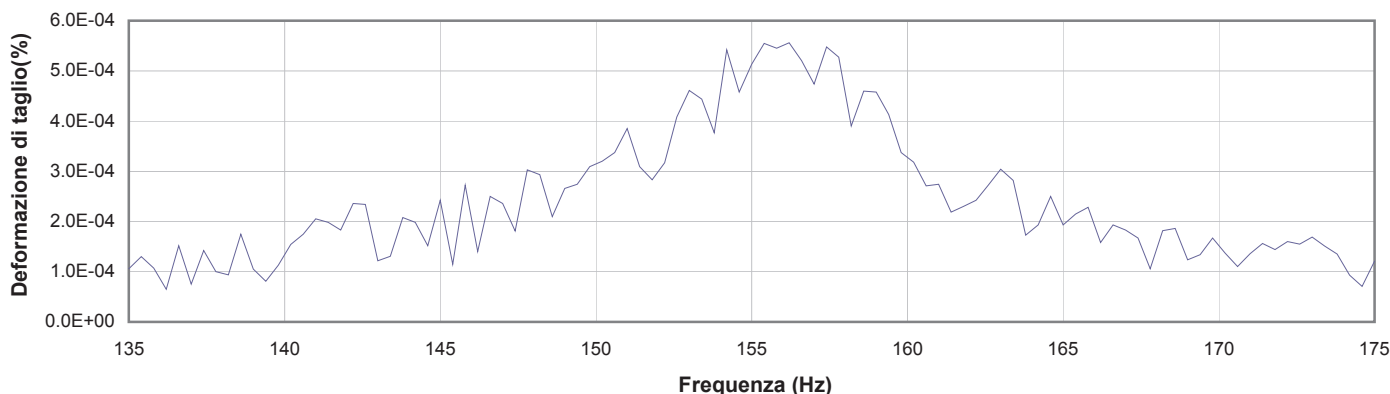
Commessa: **21323FE/20**

Data ricevimento campione: **28/09/2020**

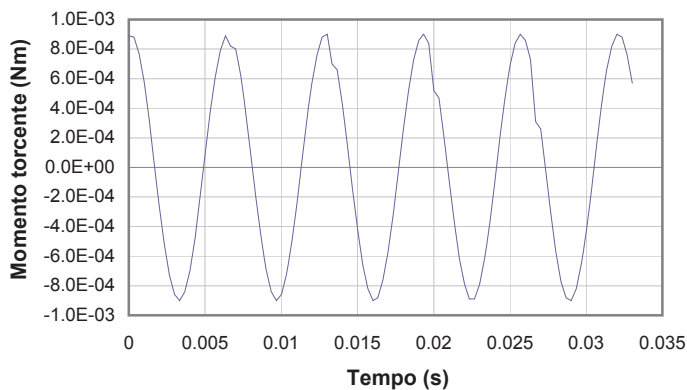
Data prova: **02/02/21**

Data emissione certificato: **15/02/2021**

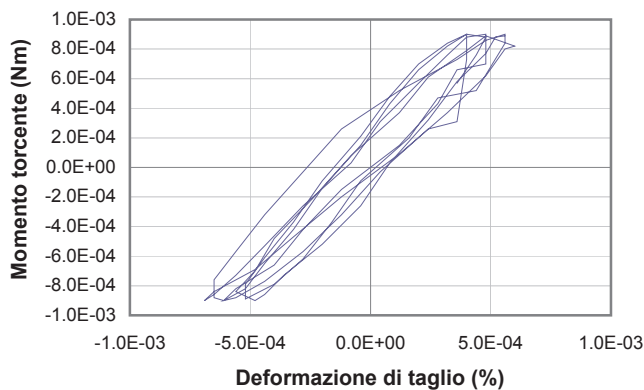
Test 5



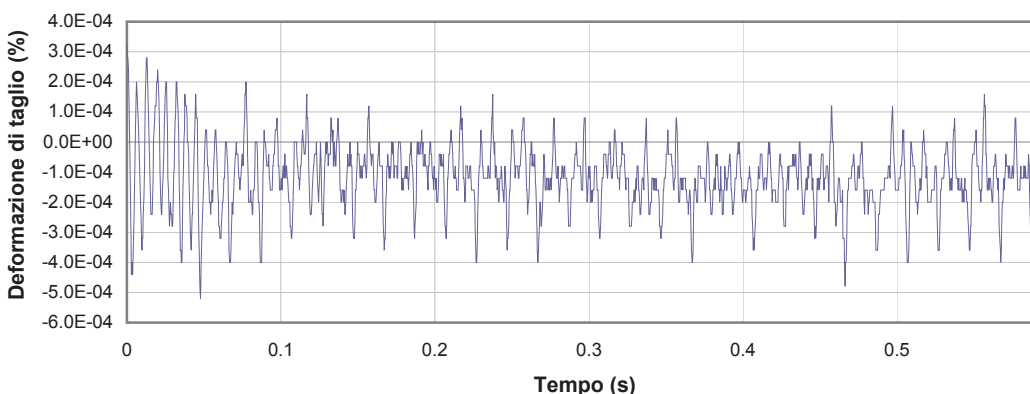
1



2



3



4

1 Campo delle frequenze indagate

2 Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

3 Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

4 Smorzamento per oscillazioni libere

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio Terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano

Località: Montalto di Castro (VT)

Cantiere: Montalto di Castro (VT)

Sondaggio: S102

Campione: SH2

Profondità (m): 37,50 - 38,15

Certificato di prova N°: GF2101042

Verbale di accettazione N°: 526/20

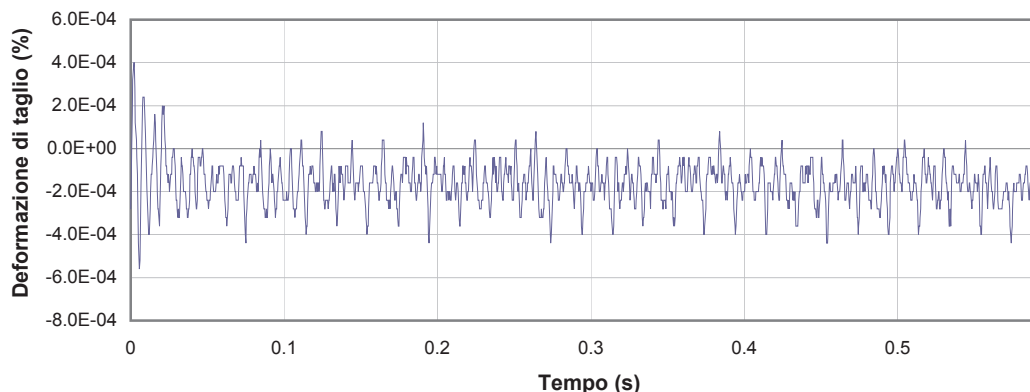
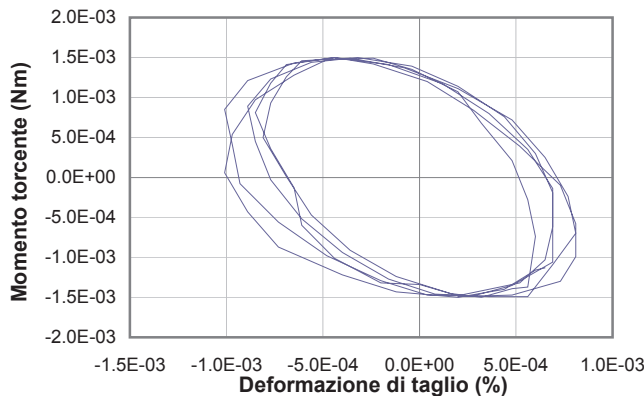
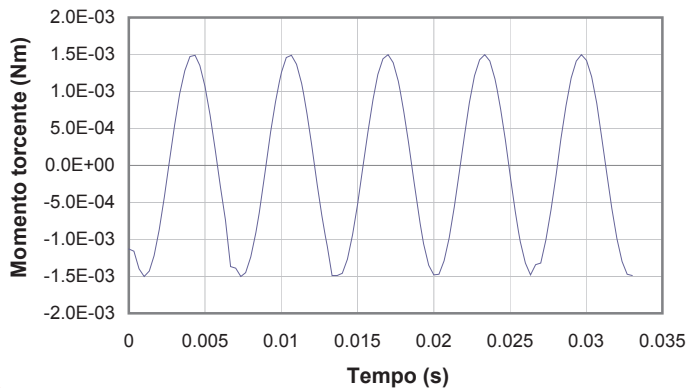
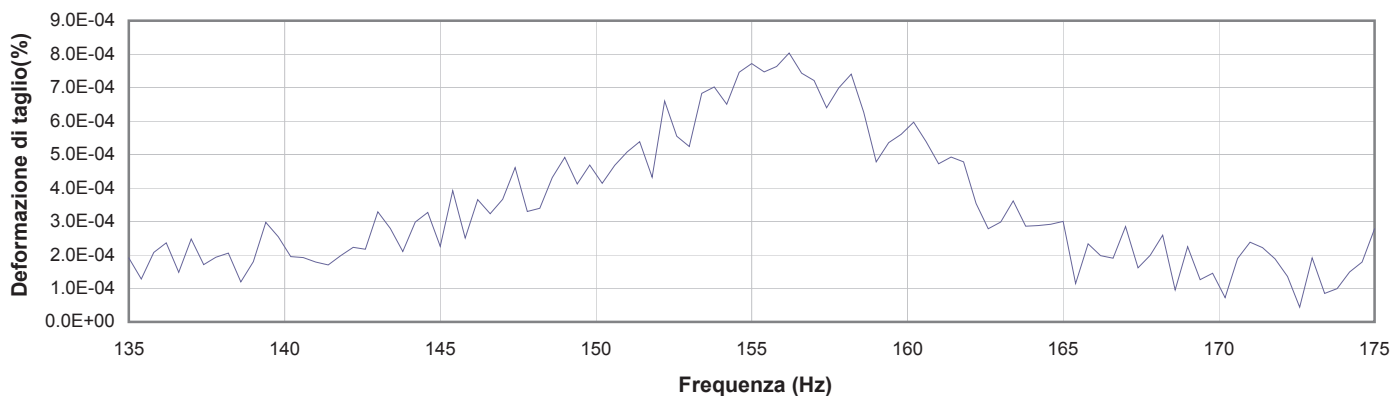
Commessa: 21323FE/20

Data ricevimento campione: 28/09/2020

Data prova: 02/02/21

Data emissione certificato: 15/02/2021

Test 6



1 Campo delle frequenze indagate

2 Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

3 Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

4 Smorzamento per oscillazioni libere

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio Terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano

Località: Montalto di Castro (VT)

Cantiere: Montalto di Castro (VT)

Sondaggio: S102

Campione: SH2

Profondità (m): 37,50 - 38,15

Certificato di prova N°: GF2101042

Verbale di accettazione N°: 526/20

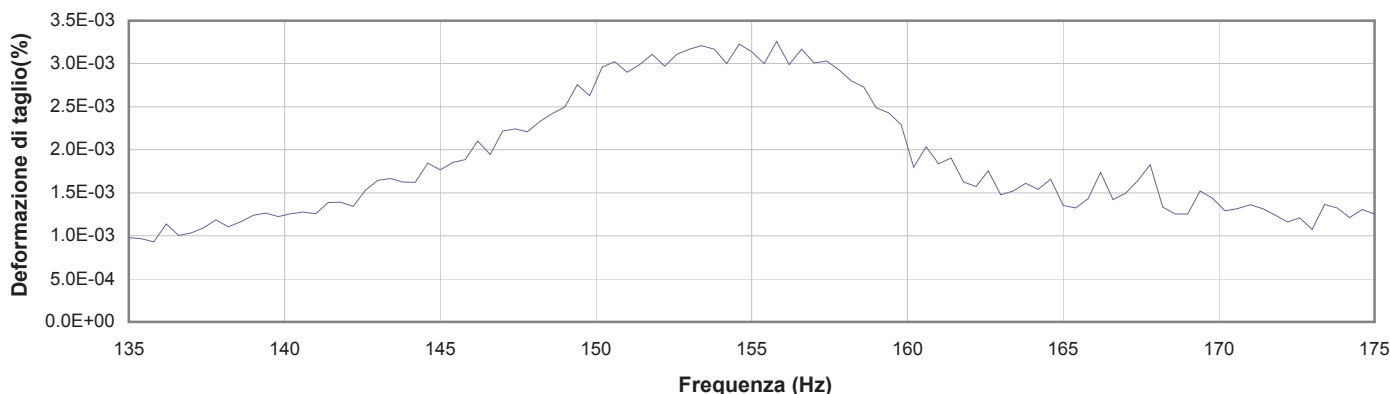
Commessa: 21323FE/20

Data ricevimento campione: 28/09/2020

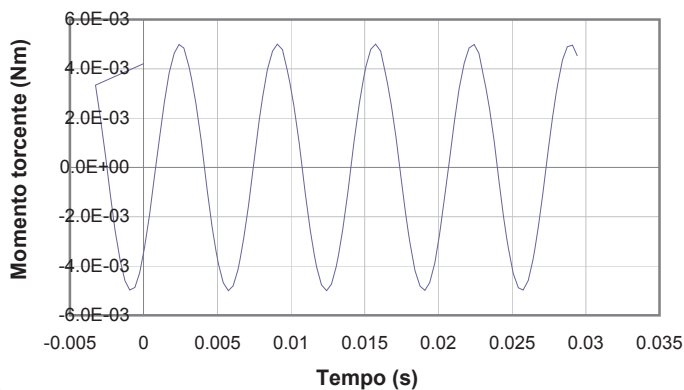
Data prova: 02/02/21

Data emissione certificato: 15/02/2021

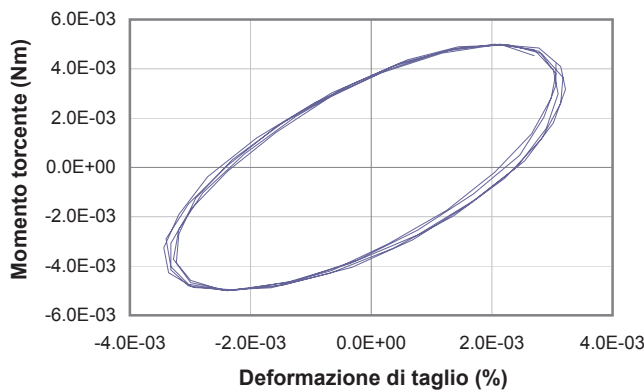
Test 7



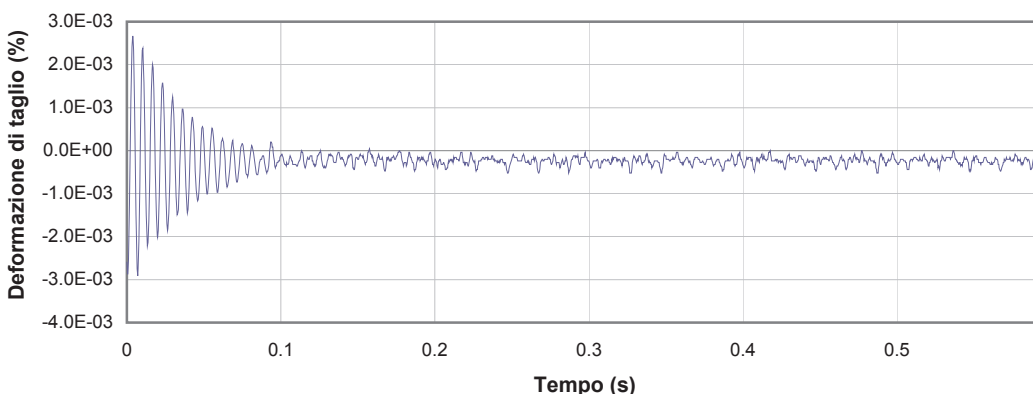
1



2



3



4

- 1** Campo delle frequenze indagate
- 2** Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate
- 3** Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza
- 4** Smorzamento per oscillazioni libere

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio Terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano

Località: Montalto di Castro (VT)

Cantiere: Montalto di Castro (VT)

Sondaggio: S102

Campione: SH2

Profondità (m): 37,50 - 38,15

Certificato di prova N°: GF2101042

Verbale di accettazione N°: 526/20

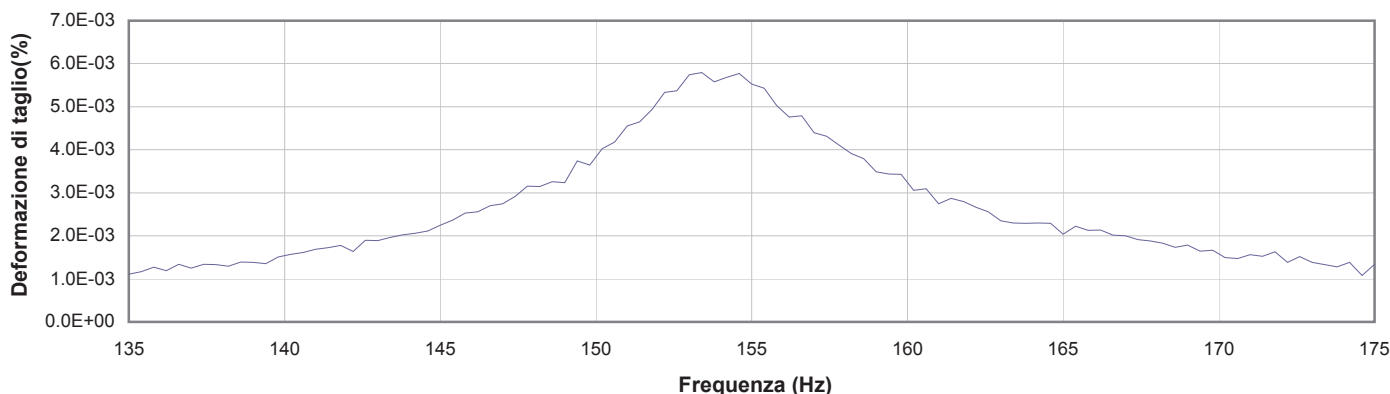
Commessa: 21323FE/20

Data ricevimento campione: 28/09/2020

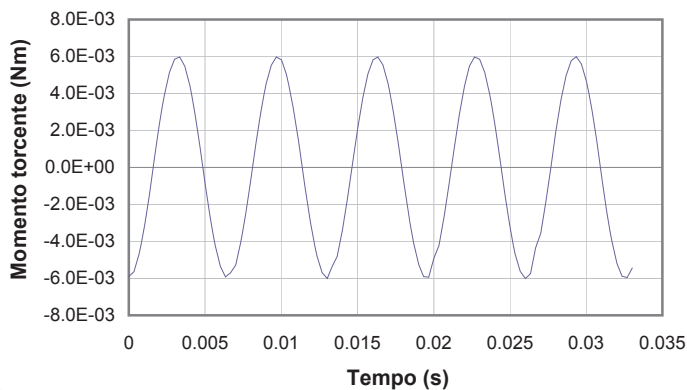
Data prova: 02/02/21

Data emissione certificato: 15/02/2021

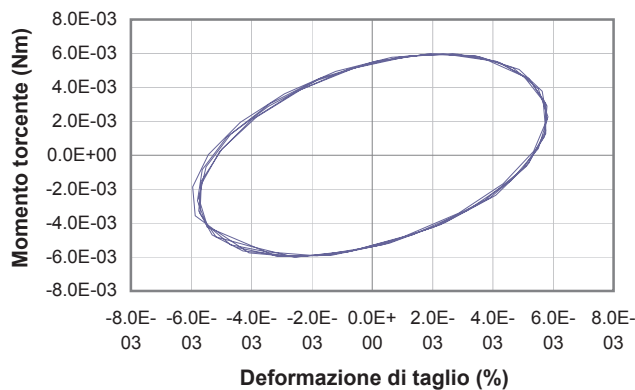
Test 8



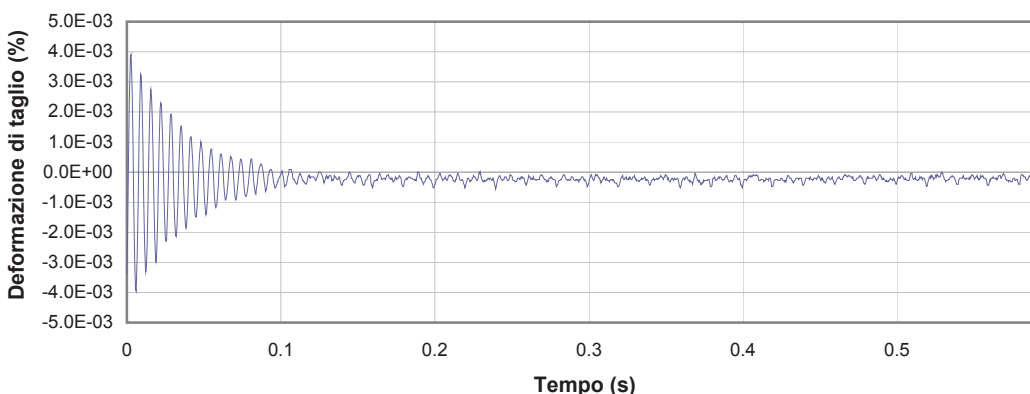
1



2



3



4

1 Campo delle frequenze indagate

2 Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

3 Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

4 Smorzamento per oscillazioni libere

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio Terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano

Località: Montalto di Castro (VT)

Cantiere: Montalto di Castro (VT)

Sondaggio: S102

Campione: SH2

Profondità (m): 37,50 - 38,15

Certificato di prova N°: GF2101042

Verbale di accettazione N°: 526/20

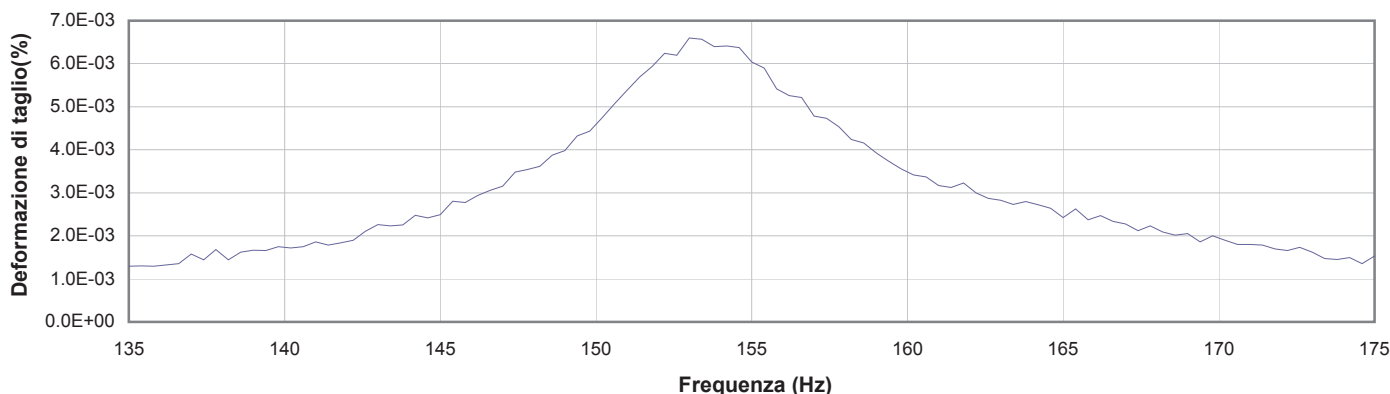
Commessa: 21323FE/20

Data ricevimento campione: 28/09/2020

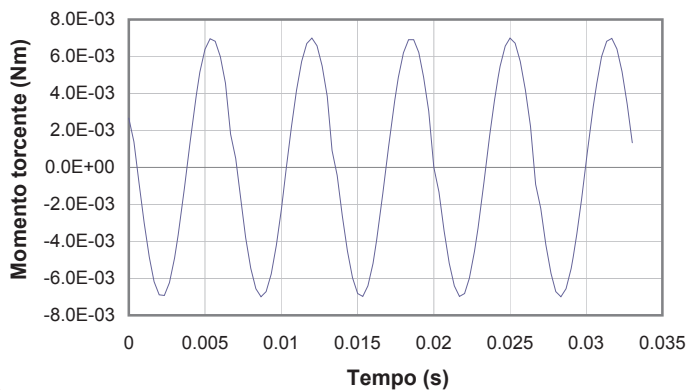
Data prova: 02/02/21

Data emissione certificato: 15/02/2021

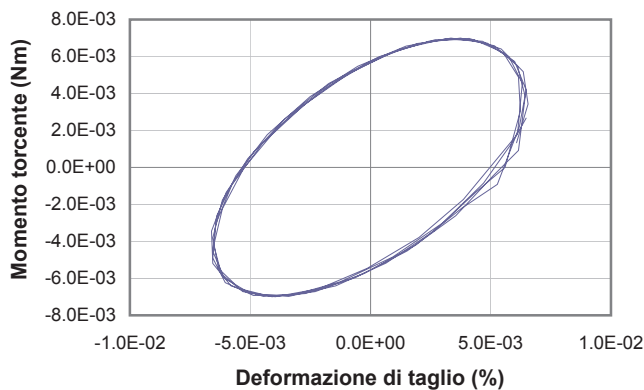
Test 9



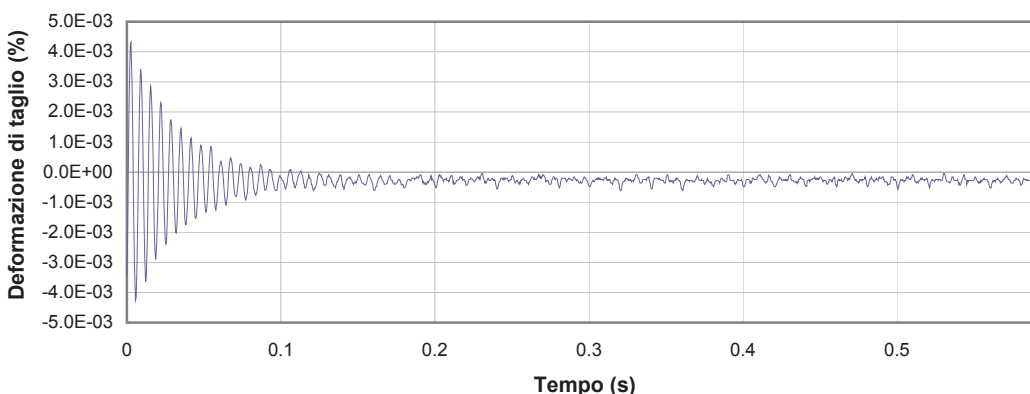
1



2



3



4

1 Campo delle frequenze indagate

2 Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

3 Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

4 Smorzamento per oscillazioni libere

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio Terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
 Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
 Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
 Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

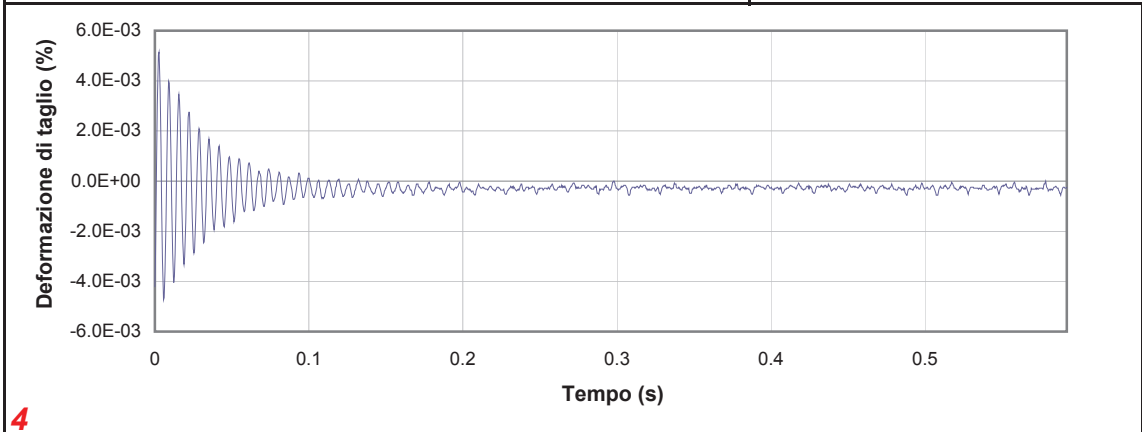
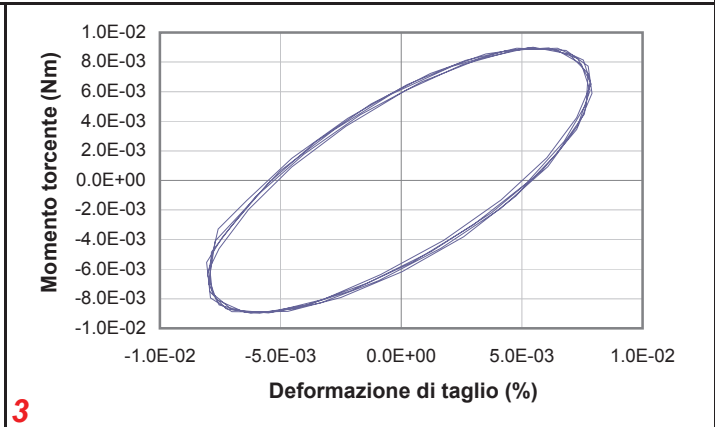
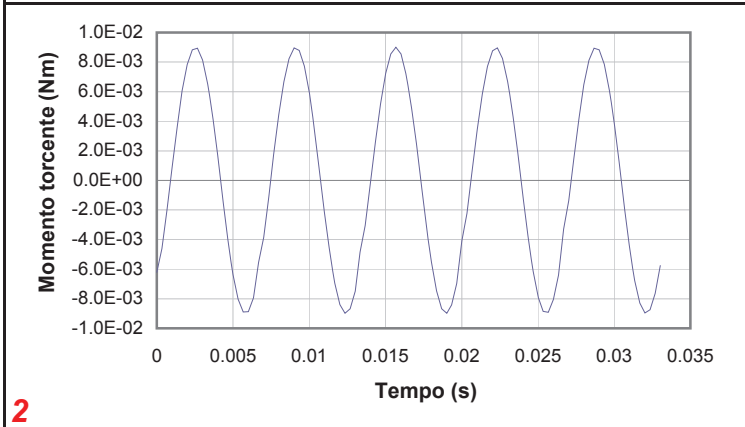
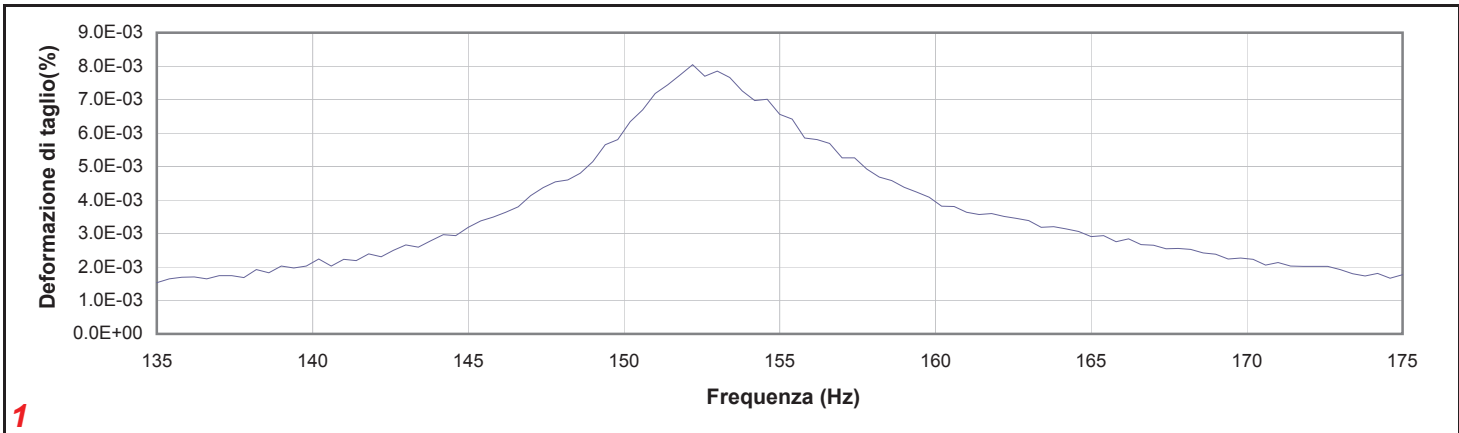
PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano
Località: Montalto di Castro (VT)
Cantiere: Montalto di Castro (VT)
Sondaggio: S102
Campione: SH2
Profondità (m): 37,50 - 38,15

Certificato di prova N°: GF2101042
Verbale di accettazione N°: 526/20

Commessa: 21323FE/20
Data ricevimento campione: 28/09/2020
Data prova: 02/02/21
Data emissione certificato: 15/02/2021

Test 10



- 1** Campo delle frequenze indagate
- 2** Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate
- 3** Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza
- 4** Smorzamento per oscillazioni libere

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio Terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano

Località: Montalto di Castro (VT)

Cantiere: Montalto di Castro (VT)

Sondaggio: S102

Campione: SH2

Profondità (m): 37,50 - 38,15

Certificato di prova N°: GF2101042

Verbale di accettazione N°: 526/20

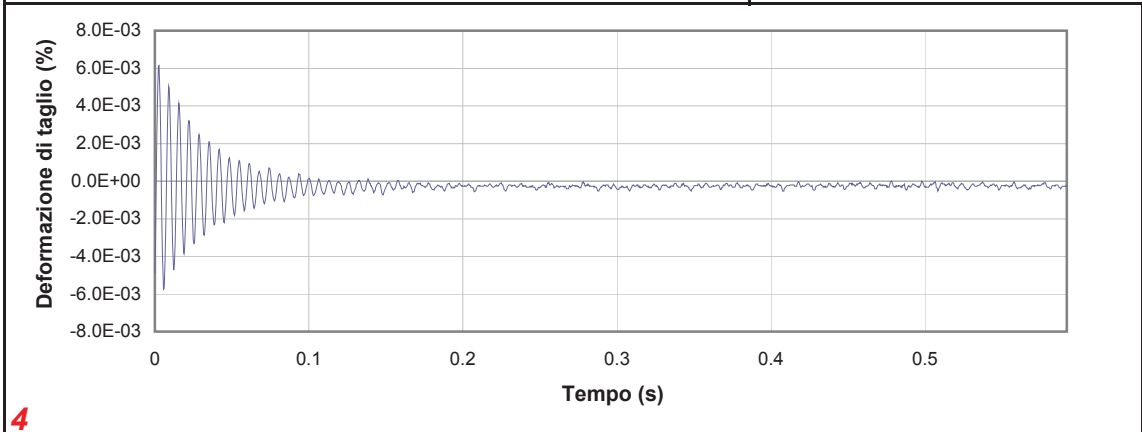
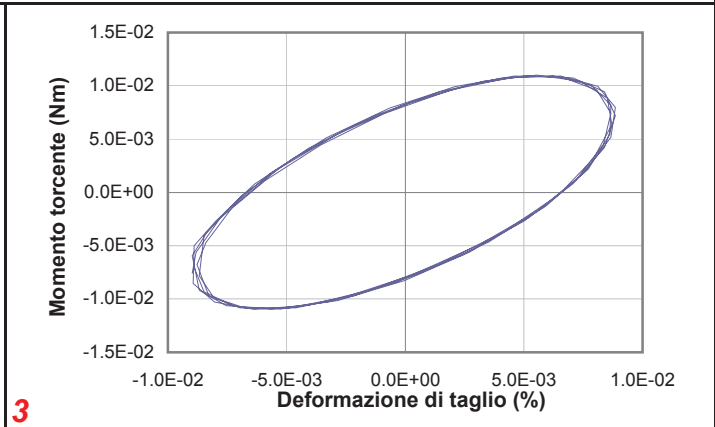
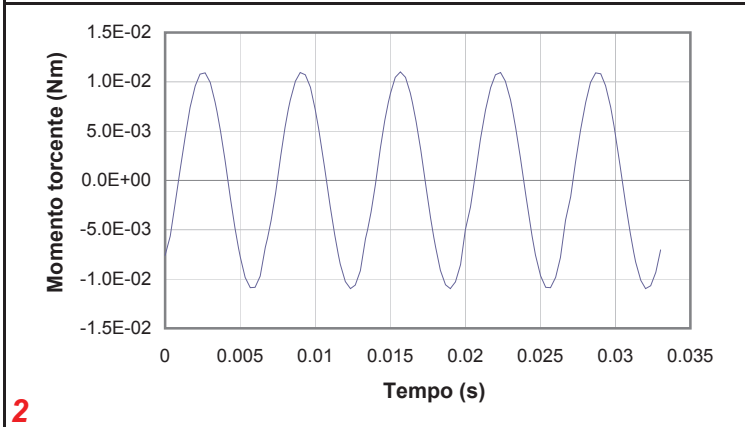
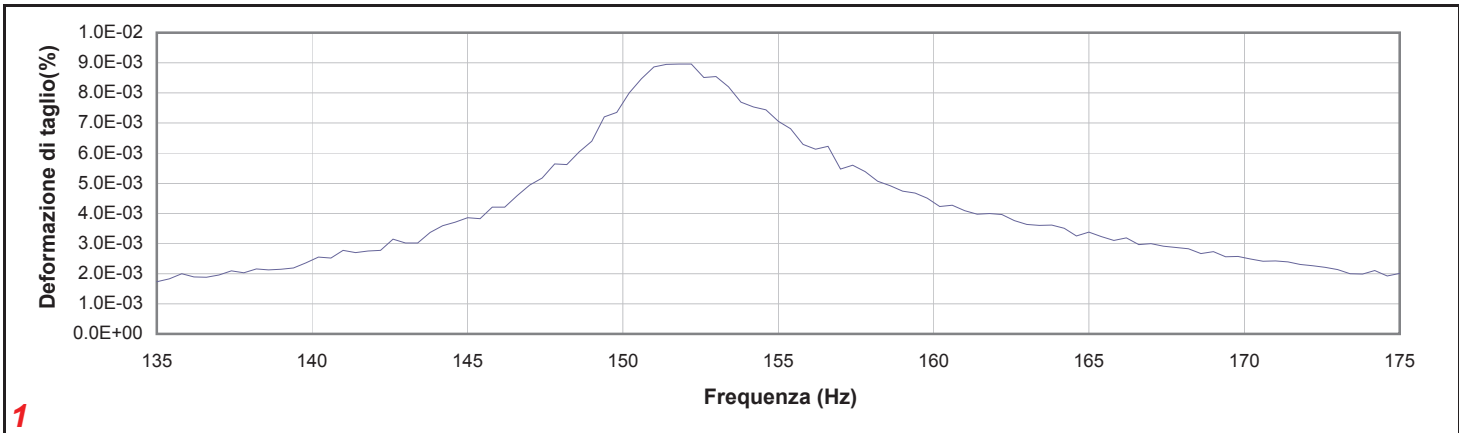
Commessa: 21323FE/20

Data ricevimento campione: 28/09/2020

Data prova: 02/02/21

Data emissione certificato: 15/02/2021

Test 11



- 1** Campo delle frequenze indagate
- 2** Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate
- 3** Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza
- 4** Smorzamento per oscillazioni libere

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio Terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano

Località: Montalto di Castro (VT)

Cantiere: Montalto di Castro (VT)

Sondaggio: S102

Campione: SH2

Profondità (m): 37,50 - 38,15

Certificato di prova N°: GF2101042

Verbale di accettazione N°: 526/20

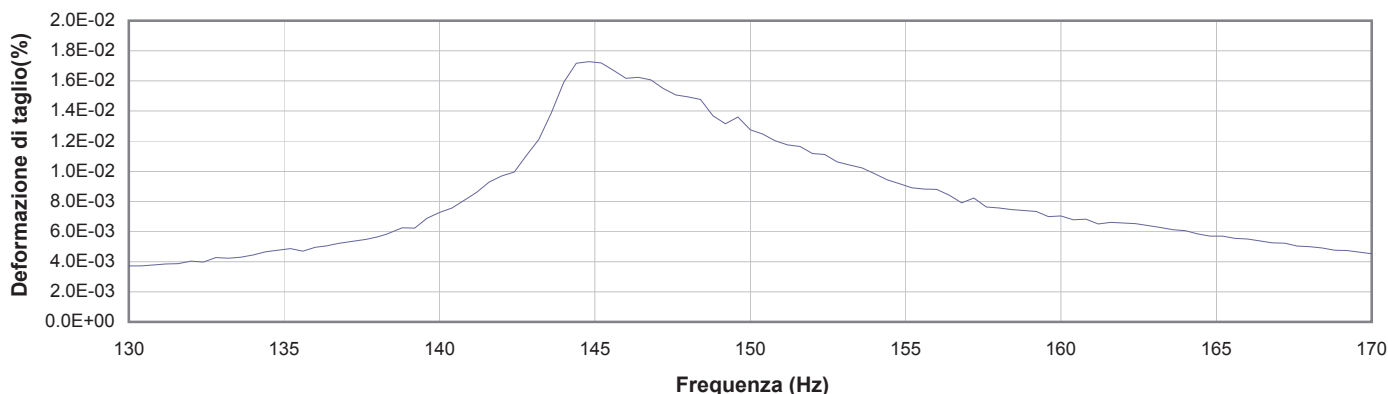
Commessa: 21323FE/20

Data ricevimento campione: 28/09/2020

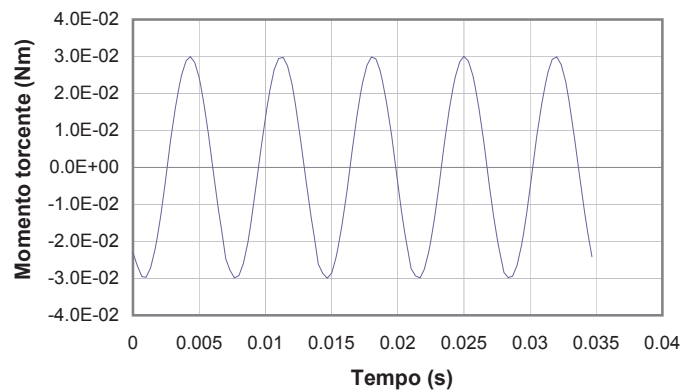
Data prova: 02/02/21

Data emissione certificato: 15/02/2021

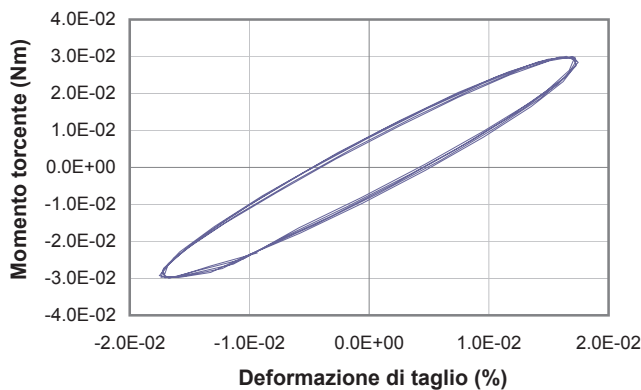
Test 12



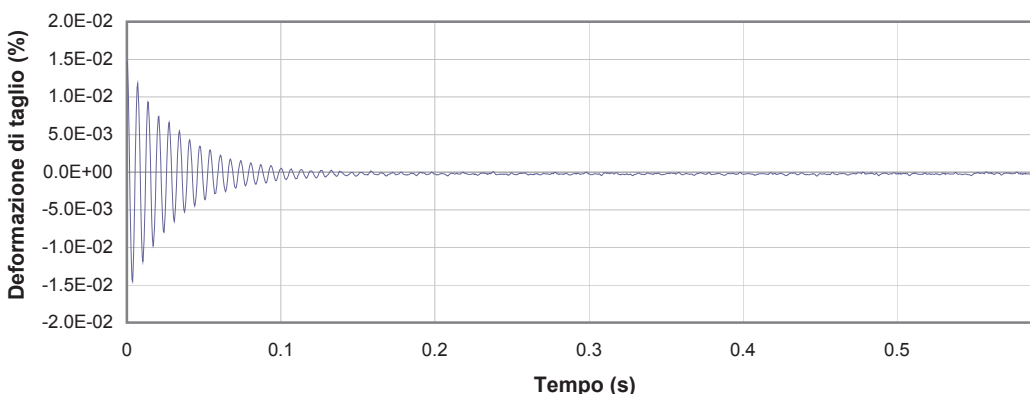
1



2



3



4

1 Campo delle frequenze indagate

2 Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

3 Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

4 Smorzamento per oscillazioni libere

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio Terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano

Località: Montalto di Castro (VT)

Cantiere: Montalto di Castro (VT)

Sondaggio: S102

Campione: SH2

Profondità (m): 37,50 - 38,15

Certificato di prova N°: GF2101042

Verbale di accettazione N°: 526/20

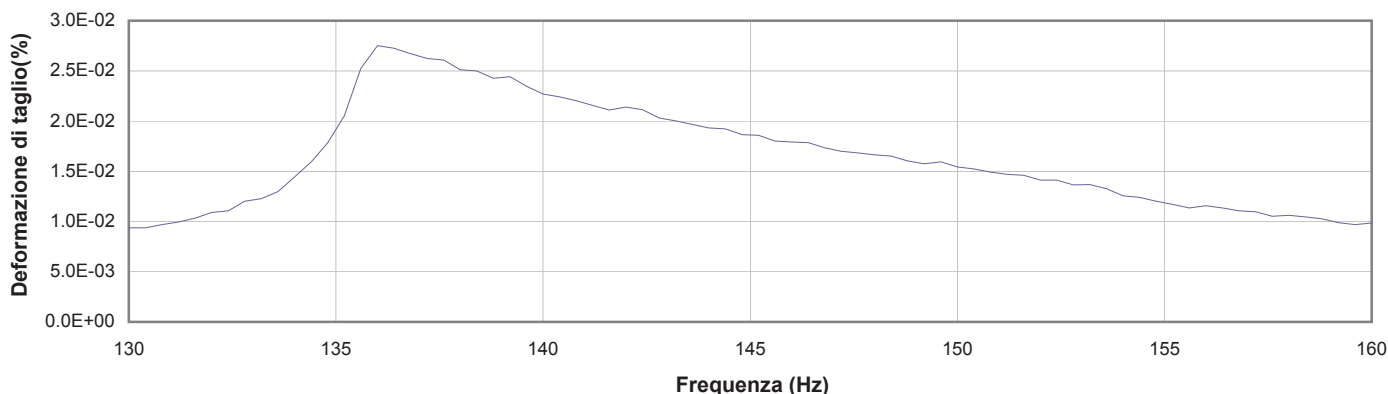
Commessa: 21323FE/20

Data ricevimento campione: 28/09/2020

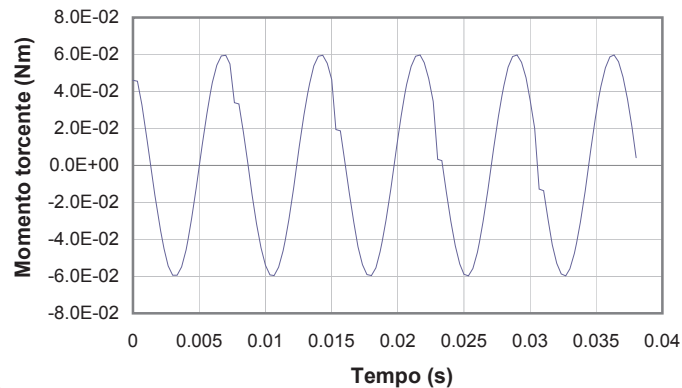
Data prova: 02/02/21

Data emissione certificato: 15/02/2021

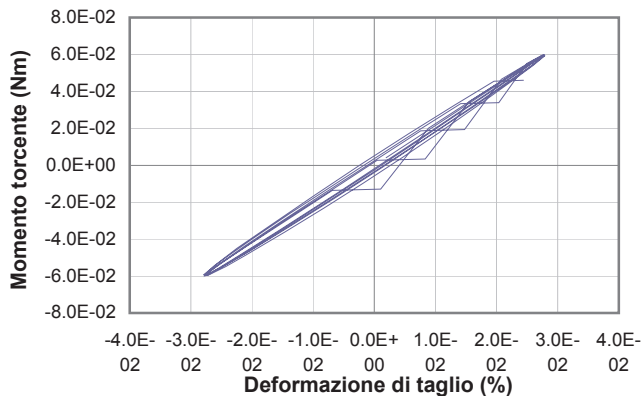
Test 13



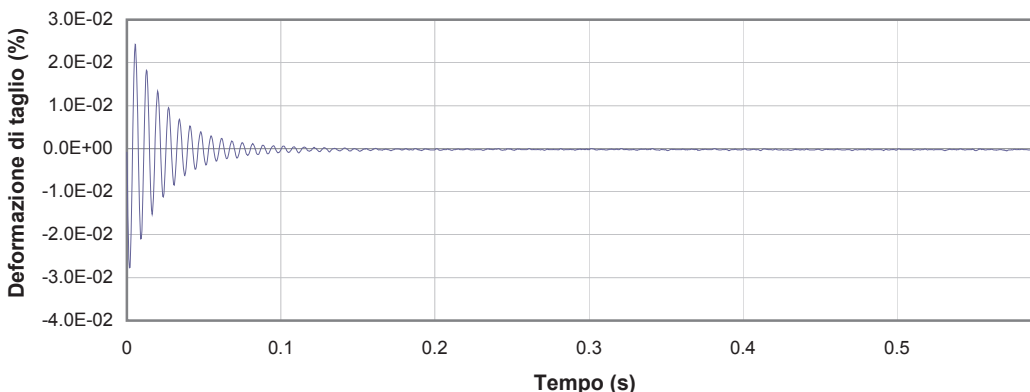
1



2



3



4

1 Campo delle frequenze indagate

2 Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

3 Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

4 Smorzamento per oscillazioni libere

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio Terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano

Località: Montalto di Castro (VT)

Cantiere: Montalto di Castro (VT)

Sondaggio: S102

Campione: SH2

Profondità (m): 37,50 - 38,15

Certificato di prova N°: GF2101042

Verbale di accettazione N°: 526/20

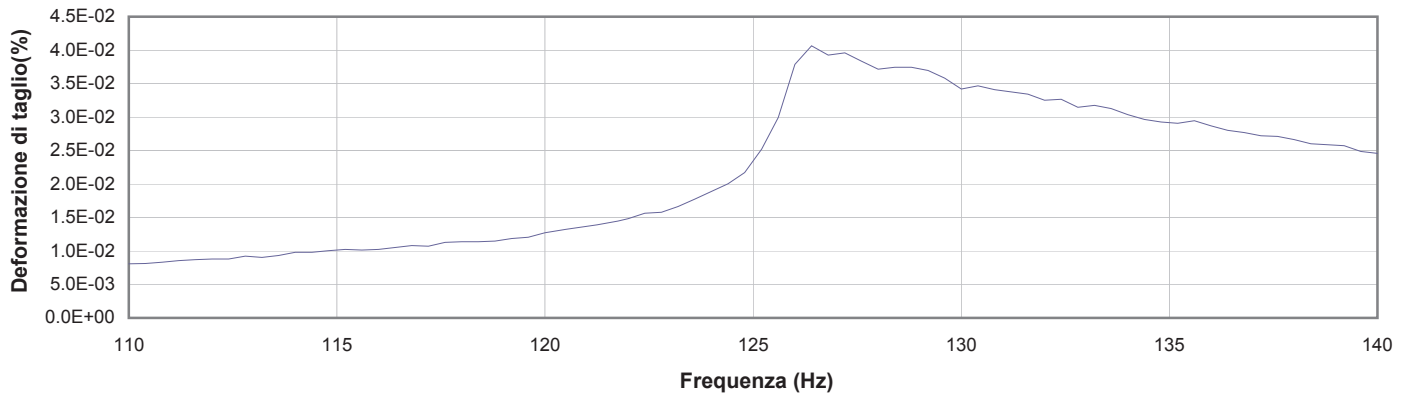
Commessa: 21323FE/20

Data ricevimento campione: 28/09/2020

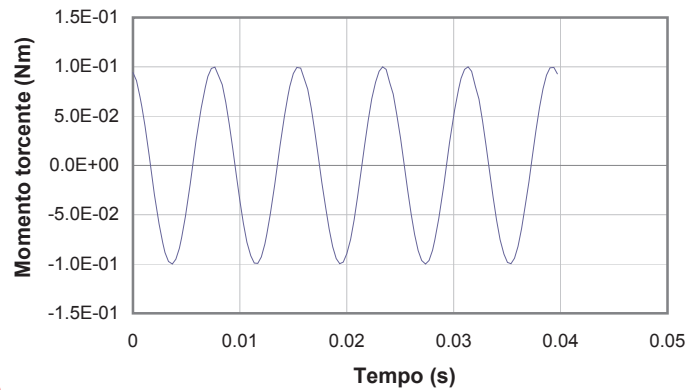
Data prova: 02/02/21

Data emissione certificato: 15/02/2021

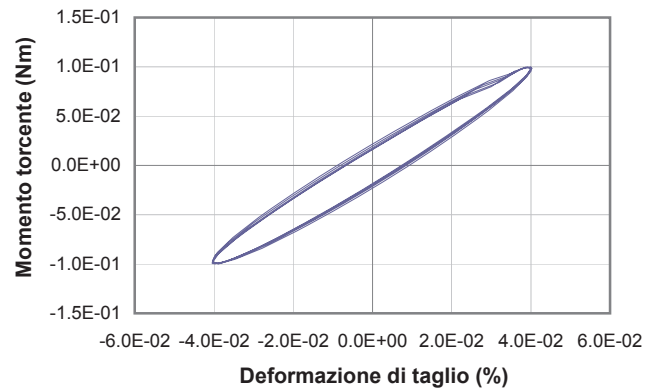
Test 14



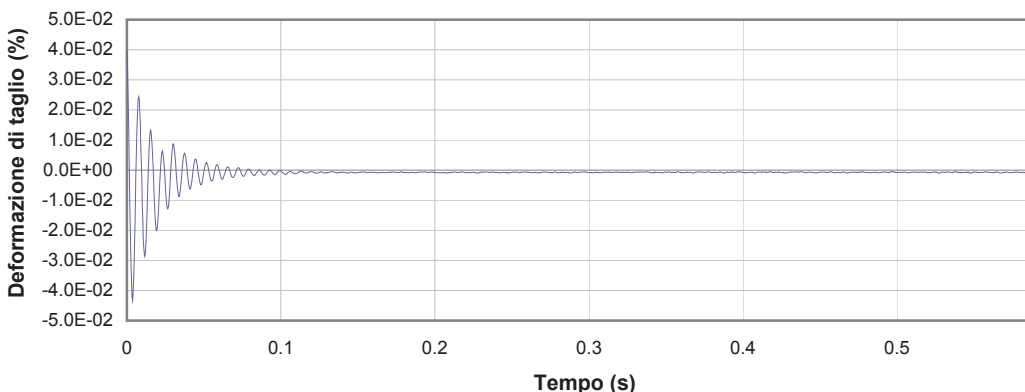
1



2



3



4

1 Campo delle frequenze indagate

2 Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

3 Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

4 Smorzamento per oscillazioni libere

lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio Terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
 Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
 Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
 Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

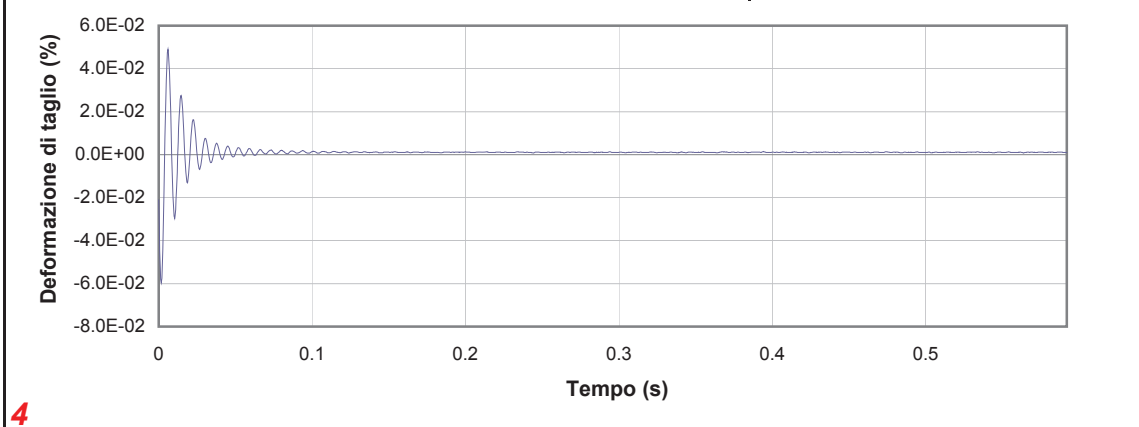
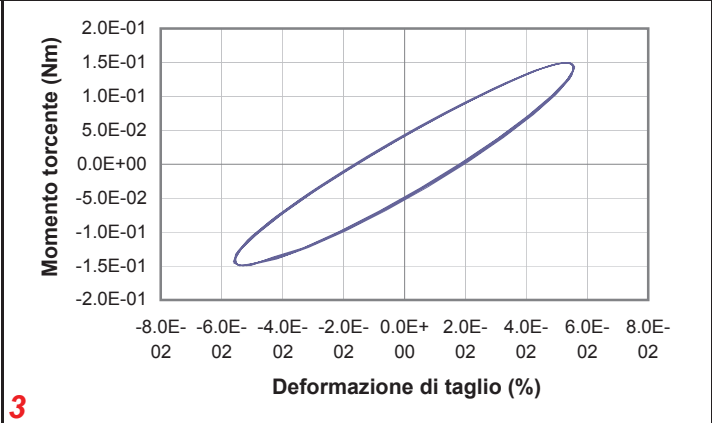
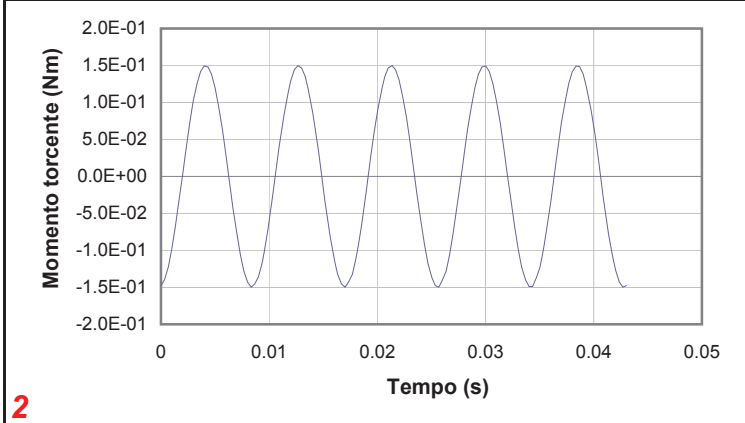
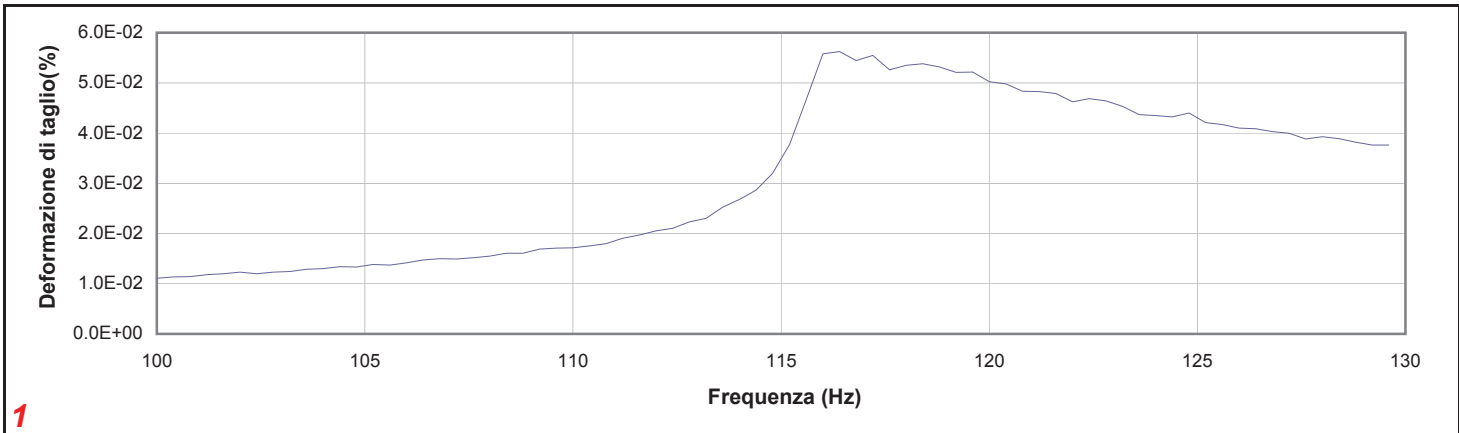
PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano
Località: Montalto di Castro (VT)
Cantiere: Montalto di Castro (VT)
Sondaggio: S102
Campione: SH2
Profondità (m): 37,50 - 38,15

Certificato di prova N°: GF2101042
Verbale di accettazione N°: 526/20

Commessa: 21323FE/20
Data ricevimento campione: 28/09/2020
Data prova: 02/02/21
Data emissione certificato: 15/02/2021

Test 15



- 1** Campo delle frequenze indagate
- 2** Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate
- 3** Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza
- 4** Smorzamento per oscillazioni libere

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio Terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
 Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
 Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
 Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

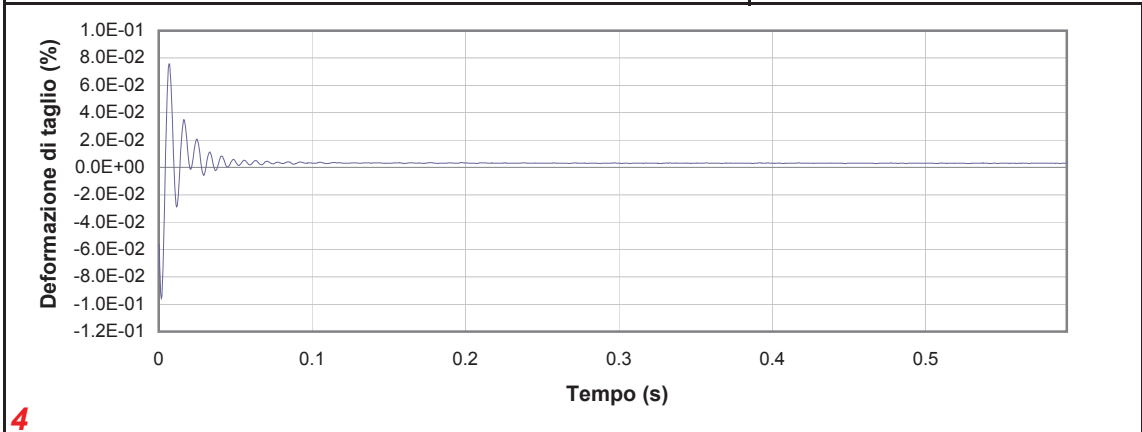
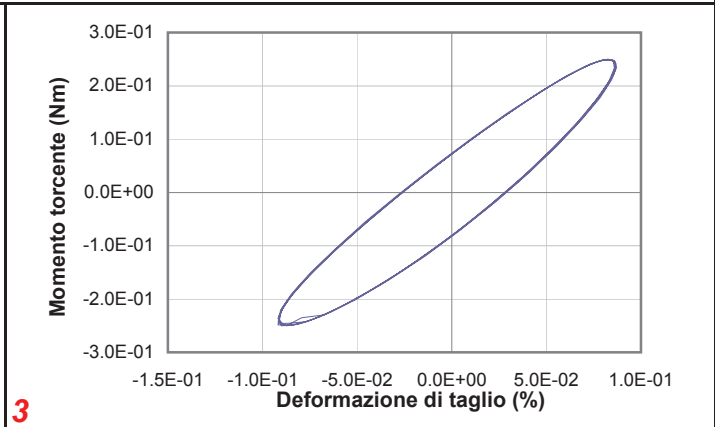
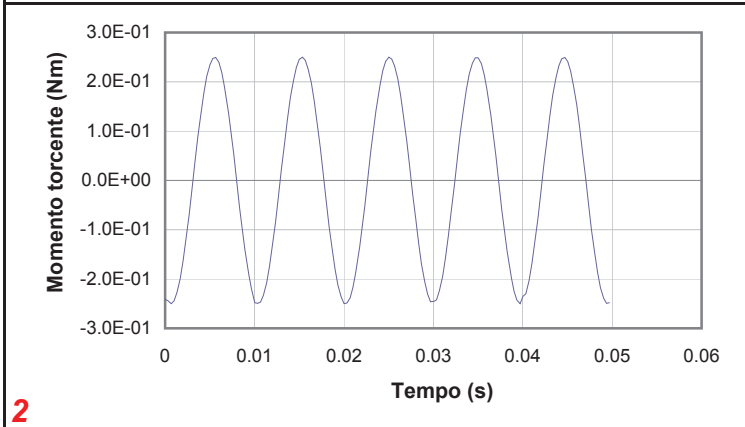
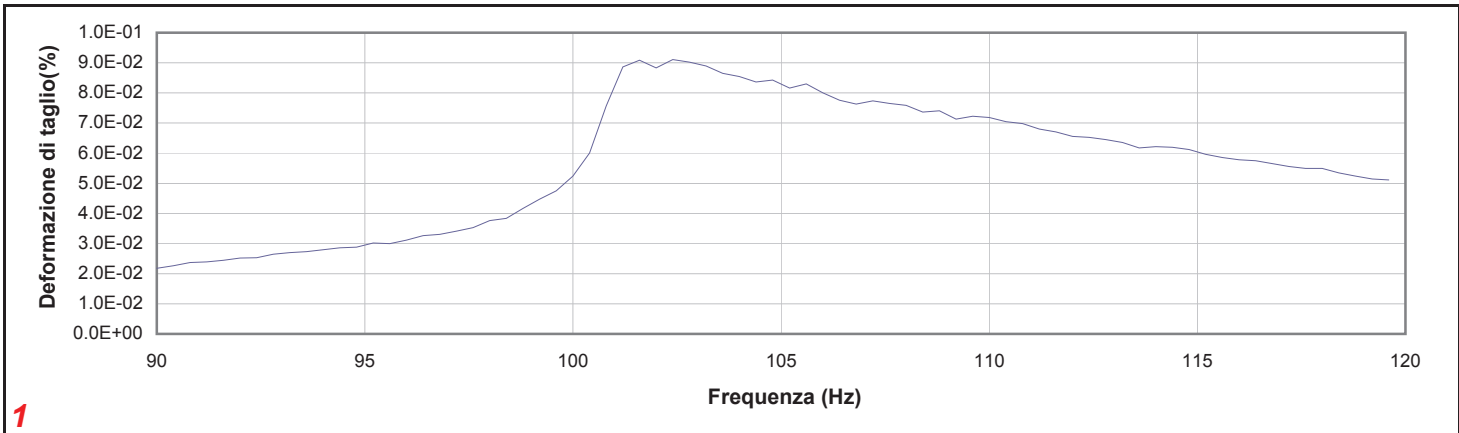
PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano
Località: Montalto di Castro (VT)
Cantiere: Montalto di Castro (VT)
Sondaggio: S102
Campione: SH2
Profondità (m): 37,50 - 38,15

Certificato di prova N°: GF2101042
Verbale di accettazione N°: 526/20

Commessa: 21323FE/20
Data ricevimento campione: 28/09/2020
Data prova: 02/02/21
Data emissione certificato: 15/02/2021

Test 16



- 1** Campo delle frequenze indagate
- 2** Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate
- 3** Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza
- 4** Smorzamento per oscillazioni libere

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio Terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano

Località: Montalto di Castro (VT)

Cantiere: Montalto di Castro (VT)

Sondaggio: S102

Campione: SH2

Profondità (m): 37,50 - 38,15

Certificato di prova N°: GF2101042

Verbale di accettazione N°: 526/20

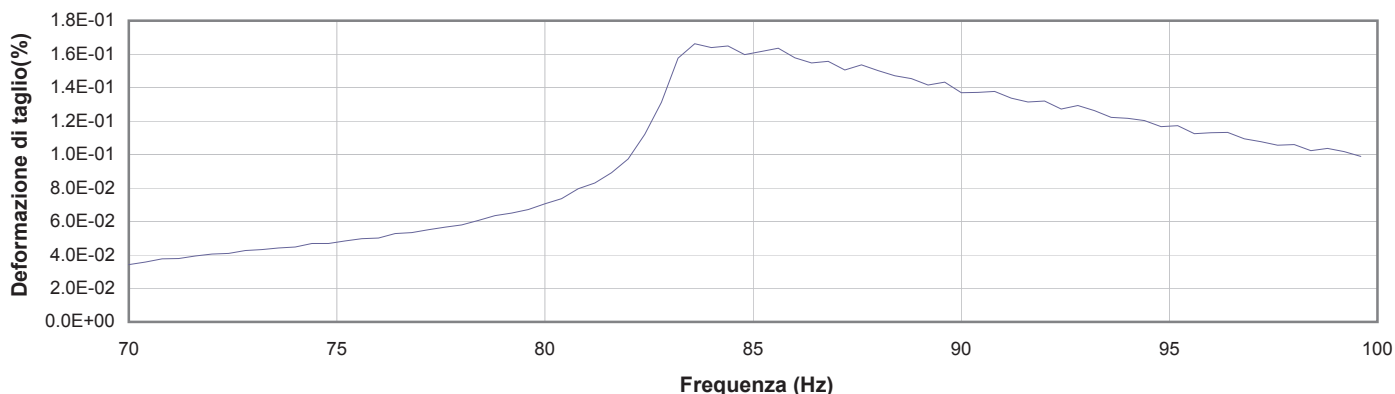
Commessa: 21323FE/20

Data ricevimento campione: 28/09/2020

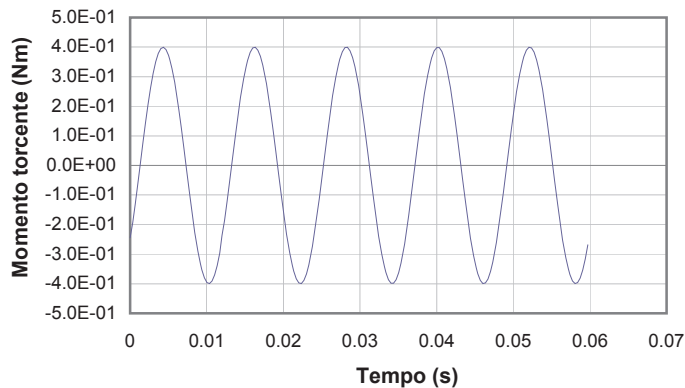
Data prova: 02/02/21

Data emissione certificato: 15/02/2021

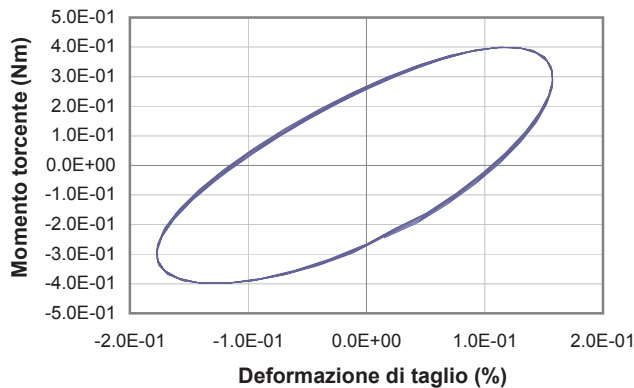
Test 17



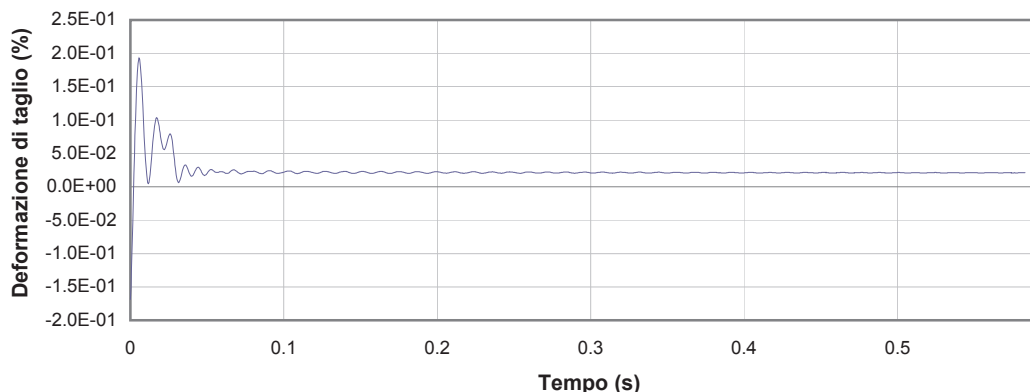
1



2



3



4

1 Campo delle frequenze indagate

2 Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

3 Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

4 Smorzamento per oscillazioni libere

lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio Terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: ENEL S.p.A. - Via Carducci 1/3 Milano

Località: Montalto di Castro (VT)

Cantiere: Montalto di Castro (VT)

Sondaggio: S102

Campione: SH2

Profondità (m): 37,50 - 38,15

Certificato di prova N°: GF2101042

Verbale di accettazione N°: 526/20

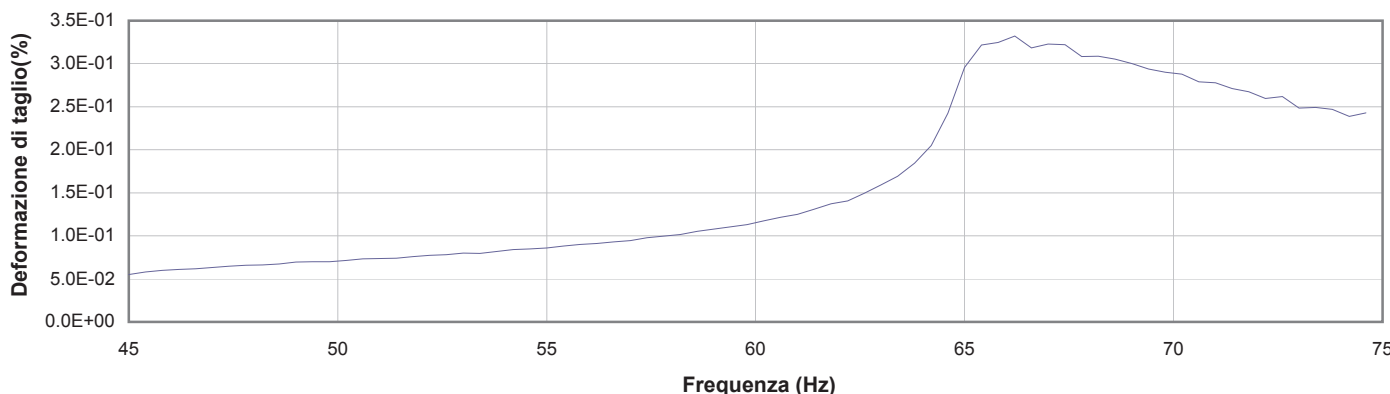
Commessa: 21323FE/20

Data ricevimento campione: 28/09/2020

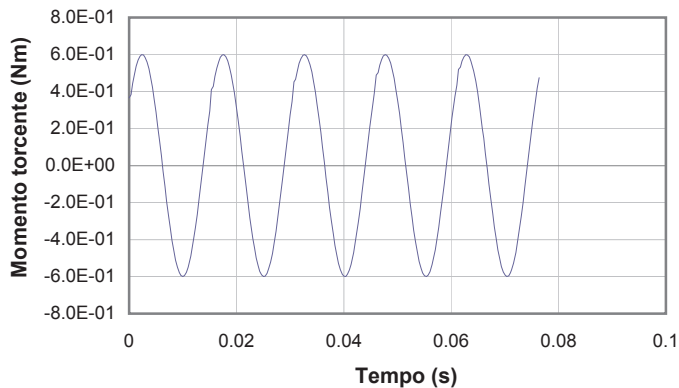
Data prova: 02/02/21

Data emissione certificato: 15/02/2021

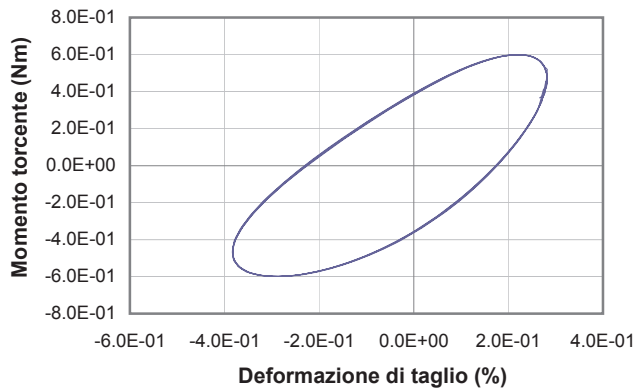
Test 18



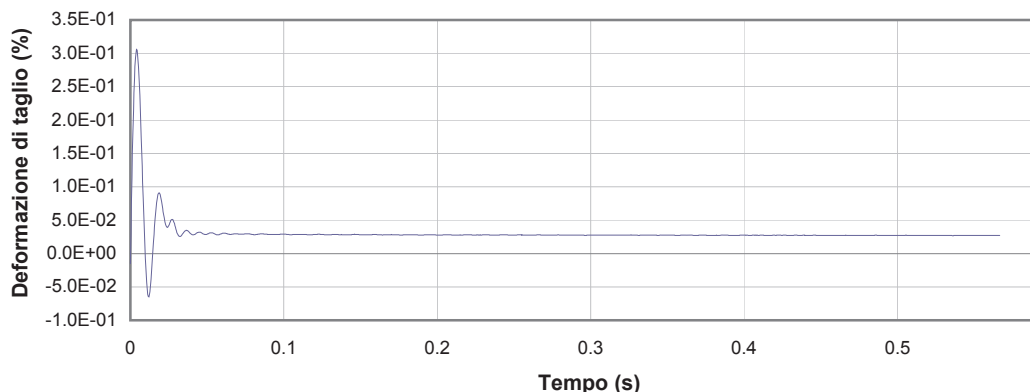
1



2



3



4

1 Campo delle frequenze indagate

2 Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

3 Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

4 Smorzamento per oscillazioni libere

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio Terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli