



PROGETTO DEFINITIVO

Impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica "Serra Brizzolina" di potenza nominale pari a 47.6 MW

Titolo elaborato

A.2 Report di fine Campagna Geognostica

Codice elaborato

F0533DR02A

Scala

-:-----

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro specifica autorizzazione.

Progettazione



F4 ingegneria srl

Via Di Giura - Centro direzionale, 85100 Potenza
Tel: +39 0971 1944797 - Fax: +39 0971 55452
www.f4ingegneria.it - f4ingegneria@pec.it

Il Direttore Tecnico
(ing. Giovanni DI SANTO)



Gruppo di lavoro

Dott. For. Luigi ZUCCARO
Ing. Giuseppe MANZI
Ing. Flavio TRIANI
Nicola DEMA
Ing. Gerardo Giuseppe SCAVONE
Arch. Gaia TELESCA
Ing. jr Daniele GERARDI
Dott. For. Francesco NIGRO
Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO



Società certificata secondo le norme UNI-EN ISO 9001:2015 e UNI-EN ISO 14001:2015 per l'erogazione di servizi di ingegneria nei settori: civile, idraulica, acustica, energia, ambiente (settore IAF: 34).

Consulenze specialistiche

Committente

APOLLO Wind srl
Via della Stazione 7 39100
Bolzano (Bz)

Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
Giugno 2023	Prima emissione	GIACOMINO	LZU	GDS

File sorgente: Mascherine delle tavole_F0533.dwg



SOMMARIO

1	PREMESSA	2
2	INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITU	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
2.1	INDAGINI GEOGNOSTICHE DIRETTE: SONDAGGI ESPLORATIVI	3
2.1.1	SONDAGGIO ESPLORATIVO S1	3
2.1.2	SONDAGGIO ESPLORATIVO S2-DH	4
2.2	SONDAGGIO ESPLORATIVO S3	4
2.3	INDAGINI GEOGNOSTICHE INDIRETTE: PROSPEZIONI SISMICHE MASW	5
2.3.1	ACQUISIZIONE ED INTERPRETAZIONE DEI DATI	6
2.3.2	STENDIMENTO SISMICO MASW01	8
2.3.3	STENDIMENTO SISMICO MASW02	10
2.3.4	STENDIMENTO SISMICO MASW03	12
2.4	INDAGINI GEOGNOSTICHE INDIRETTE: PROSPEZIONE SISMICA DOWN-HOLE	14
2.4.1	ACQUISIZIONE ED INTERPRETAZIONE DEI DATI	15
2.4.2	PROSPEZIONE IN FORO DOWN-HOLE S2-DH	15
2.5	CLASSIFICAZIONE DEL SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE	20

ALLEGATI AL TESTO

TAVOLA A. 1	UBICAZIONE INDAGINI IN SITU	(SCALA 1: 500)
TAVOLA A. 2	COLONNE STRATIGRAFICHE	(SCALA 1: 100)
TAVOLA A. 3	ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO	(-)





1 PREMESSA

Su incarico conferitomi dalla Società **F4 Ingegneria Srl**, con sede in Via Di Giura Centro Direzionale-85100 Potenza (PZ), è stata redatta la seguente relazione a seguito del concludersi delle indagini geognostiche realizzate nell'ambito della "Progettazione Definitiva di un Parco Eolico da Ubicare in Agro del Comune di Matera (MT)". Le aree destinate ad ospitare gli aerogeneratori sono localizzate nella zona Nord-Est dell'ambito amministrativo del Comune di Matera (MT), come riportato in allegato alla **Tavola A. 1** "Ubicazione Indagini in Situ".

Il presente studio, volto a definire le caratteristiche litologico-stratigrafiche e sismiche del sito, è stato condotto in osservanza della normativa tecnica vigente in materia e in particolare: DM 17 Gennaio 2018 (Aggiornamento delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"), Circolare 21 Gennaio 2019 n° 7 (Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"), Circolare 2 Febbraio 2009 n° 617, nonché tenendo in debito conto "Linee Guida per Indagini Geofisiche" redatte a cura dell'Associazione Società di Geofisica Italiana, OPCM 3274/03 e successive modifiche (DGR 153/04, OPCM 3519/06). I terreni di sedime interagenti con le possibili opere in progetto, sono stati investigati mediante l'esecuzione di indagini geognostiche in situ, di tipo sia dirette che indirette, realizzando:

- **N° 3 Sondaggi Geognostici** a rotazione a carotaggio continuo spinti sino ad una profondità massima di -30,00 mt da pc;
- **N° 4 Prelievi di Campioni Indisturbati** da sottoporre ad analisi geotecniche di laboratorio per la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni attraversati durante le operazioni di perforazione;
- **N° 3 Prospezioni Sismiche MASW** (Multichannel Analysis of Surface Waves) in onde di Rayleigh per la caratterizzazione sismica e la definizione della categoria di sottosuolo come da normativa in materia antisismica vigente;
- **N° 1 Prospezione Sismica Down-hole** in foro per la definizione della categoria di sottosuolo ai fini antisismici e la determinazione delle principali grandezze elasto-meccaniche dei terreni investigati.

In seguito alle prove summenzionate ed alle elaborazioni condotte, sono stati redatti i seguenti elaborati, analitici e cartografici, allegati alla presente relazione:

TAVOLA A. 1	UBICAZIONE INDAGINI IN SITU	(SCALA 1: 500)
TAVOLA A. 2	COLONNE STRATIGRAFICHE	(SCALA 1: 100)
TAVOLA A. 3	ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO	(-)

2 INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITU

Per la ricostruzione del modello geologico-stratigrafico dei siti, la parametrizzazione geomeccanica del volume significativo e della relativa classificazione ai fini sismici dei terreni interessati dall'intervento si è fatto riferimento alle informazioni fornite dall'esecuzione di n 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, n 3 prospezioni sismiche MASW e n 1 prospezione sismica Down-hole le cui posizioni sono riportate in allegato alla **Tavola A. 1 "Ubicazione Indagini in Situ"**. Le prove sono state realizzate nelle immediate vicinanze i siti che ospiteranno gli aerogeneratori, e in accordo con la committenza, in maniera tale da investigare il terreno di sedime cercando un giusto compromesso tra la profondità massima di investigazione e gli spazi fisici a disposizione.

2.1 Indagini Geognostiche Dirette: Sondaggi Esplorativi

Il piano di indagini in situ ha previsto la realizzazione di n 3 perforazioni ad andamento verticale spinte sino ad una profondità massima di -30,00 mt da piano campagna e il prelievo di n 4 campioni indisturbati, tramite campionatore a pareti sottili tipo "Shelby". Le colonne stratigrafiche, ed i relativi report fotografici, dei terreni attraversati sono riportati in allegato alla **Tavola A. 2 "Colonne Stratigrafiche"**. Di seguito in **Tabella 1** si riporta l'ubicazione dei sondaggi nel sistema di riferimento UTM Datum WGS84 33T:

ID	Coordinata Est (mt)	Coordinata Nord (mt)	Quota slm (mt)
S1	640.917,83	4.507.998,45	372,25
S2	642.683,71	4.506.797,58	391,77
S3	642.629,25	4.506.562,08	381,67

Tabella 1-Coordinate piane ed altimetriche delle ubicazione dei sondaggi geognostici realizzati

2.1.1 Sondaggio Esplorativo S1

Durante le operazioni di perforazione, spinte sino ad una profondità di -20,00 mt da piano campagna, sono stati incontrati i seguenti terreni:

Da 0,00 a -0,40 mt da pc è presente una sabbia ciottolo-limosa di colore marrone-rossiccio di scarsa consistenza;

Da -0,40 a -7,40 mt da pc è presente un limo argilloso di colore beige-giallastro con buona consistenza e buona plasticità. Si osservano livelli sabbioso-limosi di colore beige-giallastro. La frazione sabbiosa si presenta con granulometria da fine a finissima;

Da -7,40 a -20,00 mt da pc (fondo foro) è presente un limo argilloso di colore grigio-bluastro con ottima consistenza e ottima plasticità. Si osservano livelli sabbioso-limosi di colore grigio-bluastro. La frazione sabbiosa si presenta con granulometria da fine a finissima.



E' stato prelevato n 1 campione indisturbato di terreno, denominato S1-C1, alla profondità compresa tra -9,50 mt e -10,00 mt da pc. La presenza di falda acquifera (misurazione eseguita 24h dopo la fine delle operazioni di perforazione) non è stata riscontrata. Tutte le cassette catalogatrici dei terreni attraversati durante le operazioni di perforazione sono state fotografate e conservate.

2.1.2 Sondaggio Esplorativo S2-DH

Durante le operazioni di perforazione, spinte sino ad una profondità di -30,00 mt da piano campagna, sono stati incontrati i seguenti terreni:

Da 0,00 a -0,90 mt da pc è presente un terreno vegetale di natura limo-sabbiosa di colore marrone scuro buona consistenza e scarsa plasticità;

Da -0,90 a -8,10 mt da pc è presente un limo argilloso di colore beige-giallastro con buona consistenza e buona plasticità. Si osservano livelli sabbioso-limosi di colore beige-giallastro. La frazione sabbiosa si presenta con granulometria da fine a finissima;

Da -8,10 a -30,00 mt da pc (fondo foro) è presente un limo argilloso di colore grigio-bluastro con ottima consistenza e ottima plasticità. Si osservano livelli sabbioso-limosi di colore grigio-bluastro. La frazione sabbiosa si presenta con granulometria da fine a finissima.

Sono stati prelevati n 2 campioni indisturbati di terreno, denominati S2-C1 e S2-C2, alle profondità comprese rispettivamente tra -4,50 mt e -5,00 mt e tra -11,50 mt e 12,00 mt da pc. Il foro è stato attrezzato con tubo in pvc del diametro di 60 mm per l'esecuzione della prova sismica down-hole. La presenza di falda acquifera (misurazione eseguita 24h dopo la fine delle operazioni di perforazione) non è stata riscontrata. Tutte le cassette catalogatrici dei terreni attraversati durante le operazioni di perforazione sono state fotografate e conservate.

2.2 Sondaggio Esplorativo S3

Durante le operazioni di perforazione, spinte sino ad una profondità di -20,00 mt da piano campagna, sono stati incontrati i seguenti terreni:

Da 0,00 a -0,20 mt da pc è presente una sabbia limoso-ciottolosa di colore marroncino di scarsa consistenza;

Da -0,20 a -8,60 mt da pc è presente un limo argilloso di colore beige-giallastro con buona consistenza e buona plasticità. Si osservano livelli sabbioso-limosi di colore beige-giallastro. La frazione sabbiosa si presenta con granulometria da fine a finissima;

Da -8,60 a -20,00 mt da pc (fondo foro) è presente un limo argilloso di colore grigio-bluastro con ottima consistenza e ottima plasticità. Si osservano livelli sabbioso-limosi di colore grigio-bluastro. La frazione sabbiosa si presenta con granulometria da fine a finissima.

E' stato prelevato n 1 campione indisturbato di terreno, denominato S1-C1, alla profondità compresa tra -6,50 mt e -7,00 mt da pc. La presenza di falda acquifera (misurazione eseguita 24h dopo la fine delle operazioni di perforazione) non è stata riscontrata. Tutte le cassette catalogatrici dei terreni attraversati durante le operazioni di perforazione sono state fotografate e conservate.

Si riportano di seguito in **Tabella 2** le attività svolte durante le operazioni di trivellazione:

Sondaggio Geognostico ID	Data	Cassette			Campioni			SPT			Falda Acquifera (mt)
		N	da mt	a mt	N	da mt	a mt	Prof mt	Valori	N ₃₀	
S1	01/03/2023	1	0,00	5,00							Assente
		2	5,00	10,00	1	9,50	10,00				
		3	10,00	15,00							
		4	15,00	20,00							
S2-DH	03/03/2023	1	0,00	5,00	1	4,50	5,00				Assente
		2	5,00	10,00							
		3	10,00	15,00	2	11,50	12,00				
		5	20,00	25,00							
		6	25,00	30,00							
S3	01/03/2023	1	0,00	5,00							Assente
		2	5,00	10,00	1	6,50	7,00				
		3	10,00	15,00							
		4	15,00	20,00							

Tabella 2-Schema riepilogativo delle attività svolte durante le operazioni di perforazione

2.3 Indagini Geognostiche Indirette: Prospezioni Sismiche MASW

Il metodo MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio V_s , sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del terreno. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono di tipo dispersive (fenomeno della dispersione geometrica), cioè onde con diverse frequenze si propagano con diverse velocità di fase (o di gruppo) apparente (Achenbach, JD, 1999, Aki, K and Richards, PG, 1980) ovvero la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile alla specificità che le onde ad alta frequenza hanno di propagarsi negli strati più superficiali, fornendo informazioni sulla parte più alta del terreno, mentre le onde a bassa frequenza, propagandosi negli strati più

profondi, restituiscono indicazioni sulla parte più bassa del terreno. Il metodo MASW è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del terreno (energizzazione con mazza battente parallelamente all'array) e misurate da un array lineare di geofoni. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5÷10 Hz e 70÷100 Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del terreno, generalmente compreso nei primi 30÷50 mt, in funzione della rigidità del terreno e della caratteristica della sorgente.

2.3.1 Acquisizione ed Interpretazione dei Dati

Per il caso in esame, è stato utilizzato un sismografo a 24 canali, della ditta "PASI Srl" modello GEA24 con acquisizione computerizzata dei dati e una sorgente ad impatto verticale per la generazione di onde Rayleigh rilevate da 12 geofoni aventi frequenza pari a 4,5 Hz con una spaziatura di 3 mt per gli stendimenti denominati MASW01, MASW02 e MASW03, per una lunghezza totale degli stendimenti pari a 33 ml (**Fotografia 1, 2, 3, 4 e 5**). Sono state effettuate n 4 battute per l'acquisizione dei sismogrammi utilizzando degli offset minimi rispettivamente a -5 mt e -10 mt dal 1° geofono e +5 mt e +10 mt dal 12° geofono. L'intervallo di campionamento è stato pari a 1 ms (millisecondo) con un tempo di registrazione di 2 secondi. Lo schema organizzativo della prova è riportato in **Figura 1**.

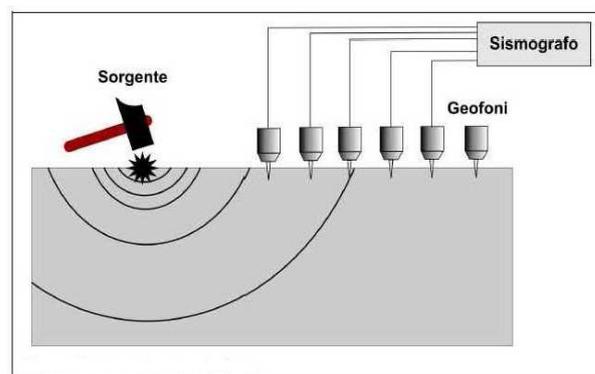


Figura 1-Schema realizzativo indagine MASW (Onde di Rayleigh)

La procedura adottata per ricostruire la distribuzione delle onde di taglio nel terreno (V_s) può essere così descritta:

- 1) Acquisizione dei sismogrammi contenenti le onde di superficie (onde di Rayleigh con componente verticale) per un intervallo di tempo sufficiente e un'adeguata frequenza di campionamento;
- 2) Processing dei sismogrammi acquisiti individuando le onde di superficie utili alla costruzione dello spettro di velocità ed individuazione delle curve di dispersione;
- 3) Inversione dei dati usando un modello di terreno che permetta di ricavare un profilo monodimensionale della velocità delle onde S ed ulteriori parametri in funzione della profondità compatibile con il contesto geologico in esame. Tale inversione avviene attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici che rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (o anche *global search methods* o *soft computing*).

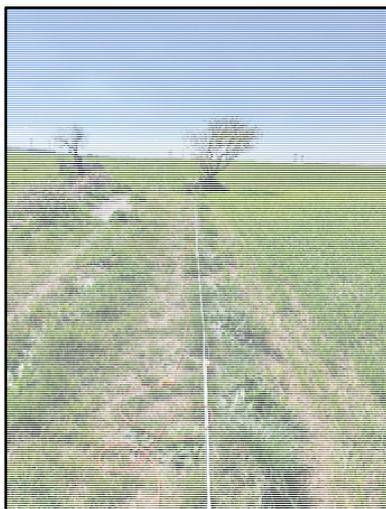
Per il trattamento e l'analisi dei dati acquisiti in situ si è utilizzato il software "WinMASW 3C" release 7.1 della Eliosoft Srl.



Fotografia 1 - Visione verso Sud-Est dello stendimento sismico MASW01



Fotografia 2 - Visione verso Nord-Est dello stendimento sismico MASW02



Fotografia 3 - Visione verso Sud-Ovest dello stendimento sismico MASW03



Fotografia 4 - Geofono verticale



Fotografia 5 - Sismografo PASI modello GEA24

2.3.2 Stendimento Sismico MASW01

Considerando le n 4 acquisizioni realizzate per la prova, si è scelto di trattare il dataset che presentava un rapporto segnale/rumore superiore, di conseguenza, per la determinazione del profilo verticale della velocità media delle onde S si è selezionato il set di dati relativamente allo *shot* effettuato a -5 mt dal 1° geofono (**Figura 2**) per il quale è stato desunto il relativo spettro di velocità (**Figura 3**).

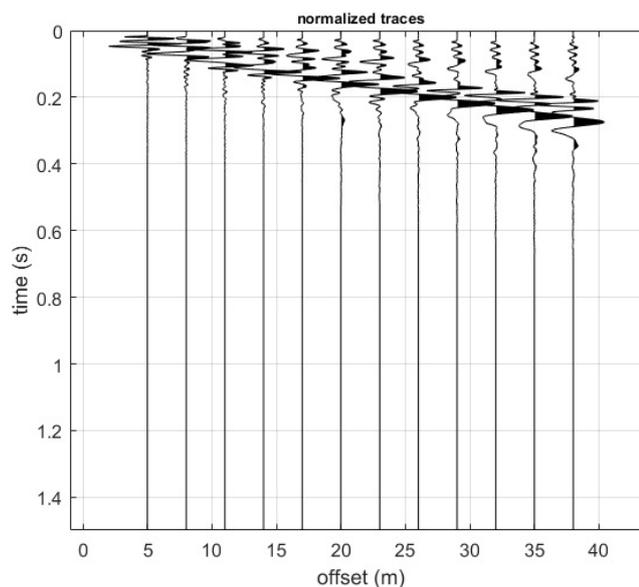


Figura 2-Tracce acquisite in situ ed utilizzate per la costruzione dello spettro di velocità

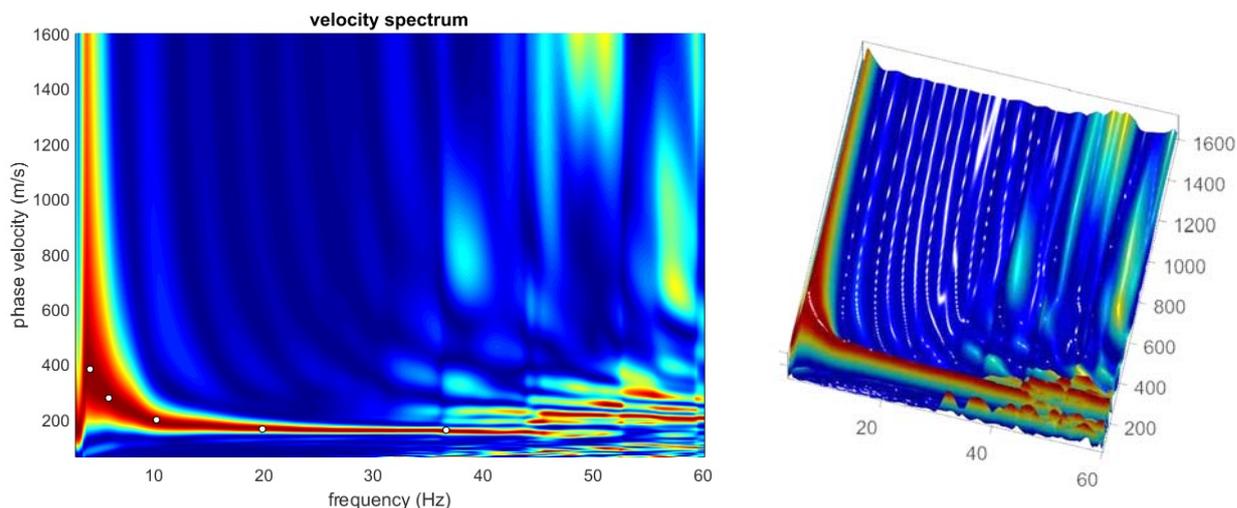


Figura 3-Spettro di velocità (visualizzazione 2D e 3D). In evidenza l'andamento del modo fondamentale (pallini bianchi)

L'analisi dello spettro "frequenza-velocità di fase" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio V_S in funzione della profondità (**Figura 4**). Si precisa infine che il modello del sottosuolo, e di conseguenza anche l'inversione di velocità derivata, è stato ottenuto in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione (circa 16,50 mt da inizio stendimento sismico). Di seguito si riporta lo spettro di velocità sul quale è stata riportata la curva di dispersione "piccata" (picking pallini fucsia), la curva di dispersione del "modello migliore" (pallini blu) e del "modello medio" (croci verdi), **Figura 6**, rispetto a tutti i modelli testati durante il processo di inversione, **Figura 5**. Viene riportato, inoltre, il grafico inerente al "misft evolution" (disaccordo) e cioè la quantificazione di quanto si discosti un modello testato rispetto al dato osservato, **Figura 7**.

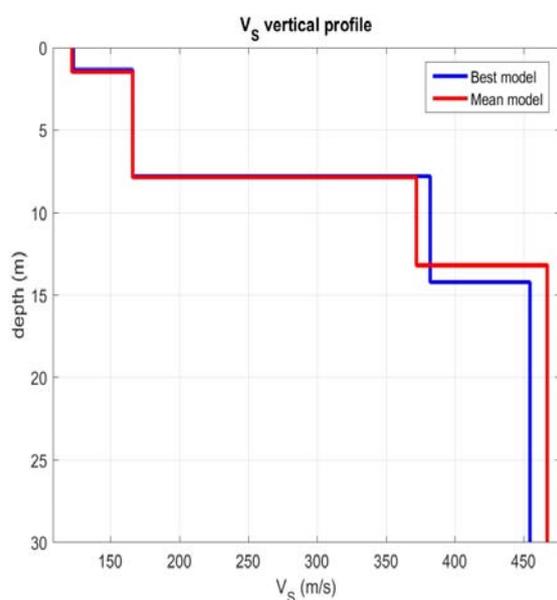


Figura 4-Profilo $V_{S, equ} = 296$ m/sec calcolato a partire dal piano campagna

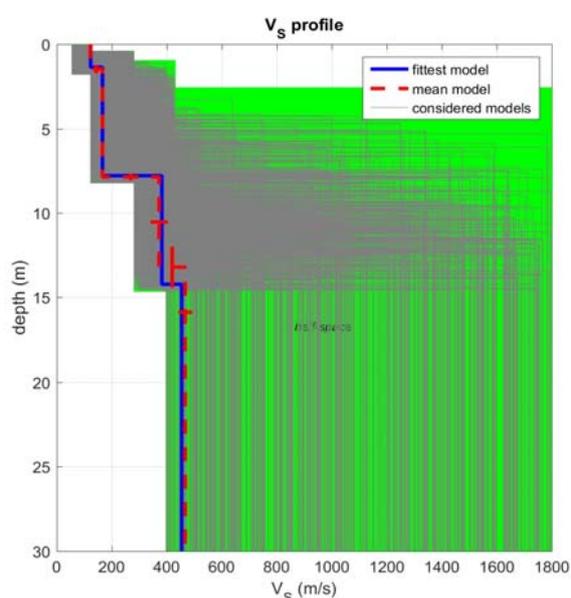


Figura 5-Modelli testati durante il processo di inversione

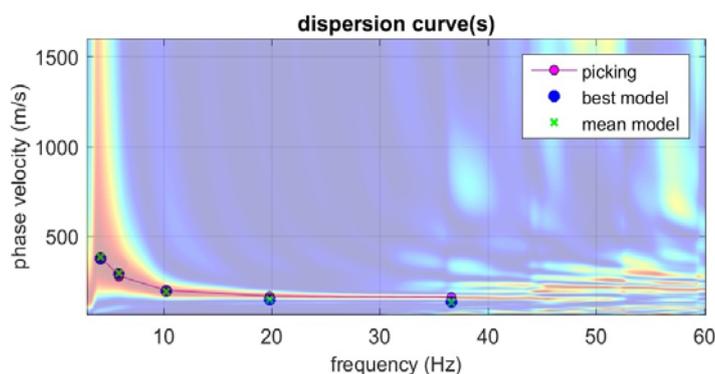


Figura 6-Curva di dispersione osservata (picking pallini fucsia) e curve di dispersione relative "best model" (pallini blu) e "mean model" (croci verdi)

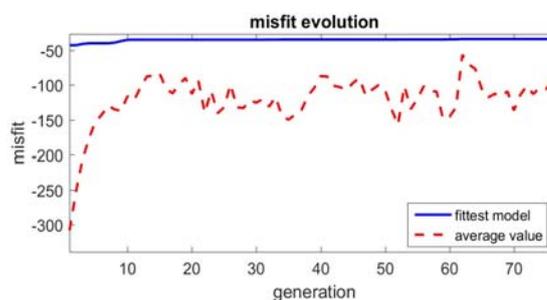


Figura 7-Evoluzione del misfit (disaccordo) al progredire dei modelli testati durante il processo di inversione

2.3.3 Stendimento Sismico MASW02

Considerando le n 4 acquisizioni realizzate per la prova, si è scelto di trattare il dataset che presentava un rapporto segnale/rumore superiore, di conseguenza, per la determinazione del profilo verticale della velocità media delle onde S si è selezionato il set di dati relativamente allo *shot* effettuato a +5 mt dal 12° geofono (**Figura 8**) per il quale è stato desunto il relativo spettro di velocità (**Figura 9**).

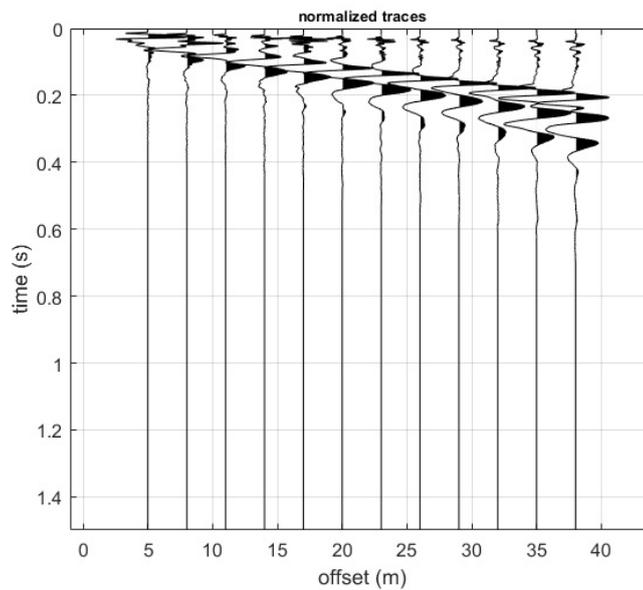


Figura 8-Tracce acquisite in situ ed utilizzate per la costruzione dello spettro di velocità

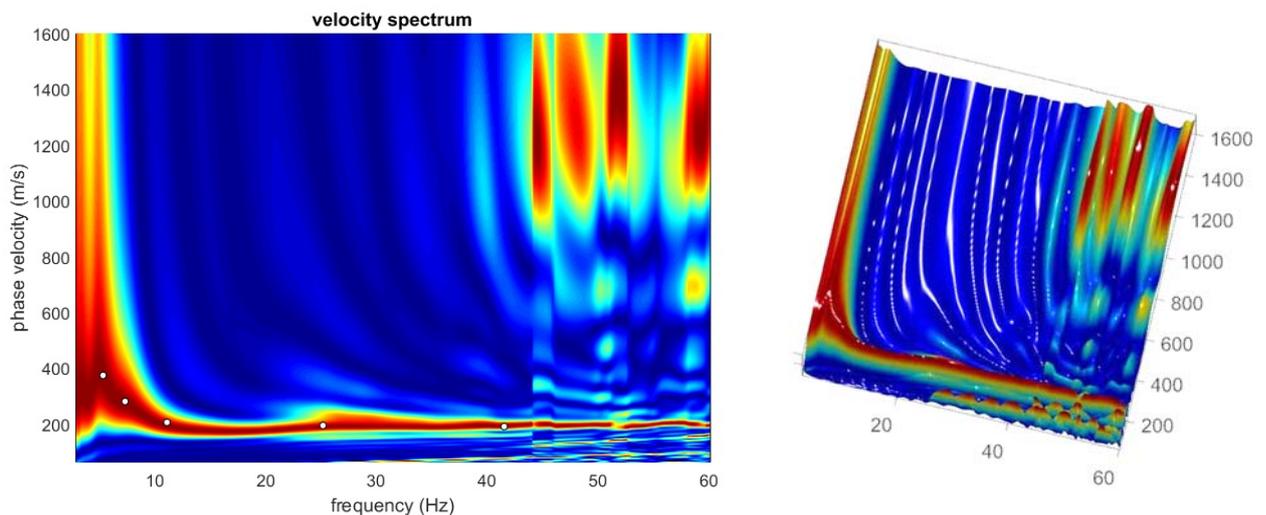


Figura 9-Spettro di velocità (visualizzazione 2D e 3D). In evidenza l'andamento del modo fondamentale (pallini bianchi)

L'analisi dello spettro "frequenza-velocità di fase" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio V_S in funzione della profondità (Figura 10). Si precisa infine che il modello del sottosuolo, e di conseguenza anche l'inversione di velocità derivata, è stato ottenuto in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione (circa 16,50 mt da inizio stendimento sismico). Di seguito si riporta lo spettro di velocità sul quale è stata riportata la curva di dispersione "piccata" (picking pallini fucsia), la curva di dispersione del "modello migliore" (pallini blu) e del "modello medio" (croci verdi), Figura 12, rispetto a tutti i modelli testati durante il processo di inversione, Figura 11. Viene riportato, inoltre, il grafico inerente al "misft evolution" (disaccordo) e cioè la quantificazione di quanto si discosti un modello testato rispetto al dato osservato, Figura 13.

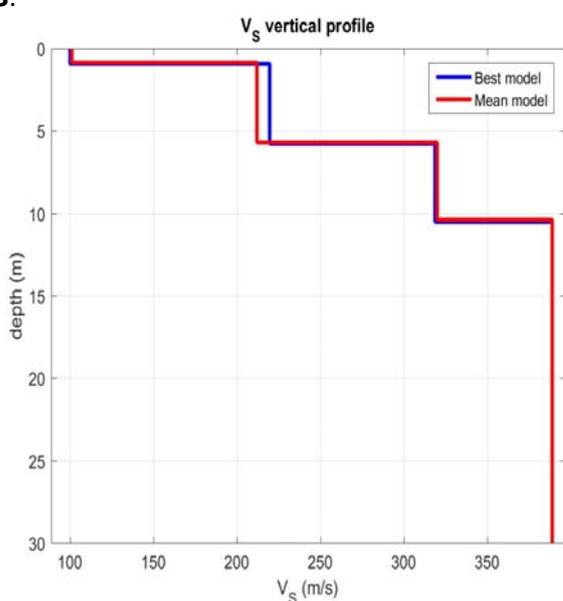


Figura 10-Profilo $V_{S, equ} = 312$ m/sec calcolato a partire

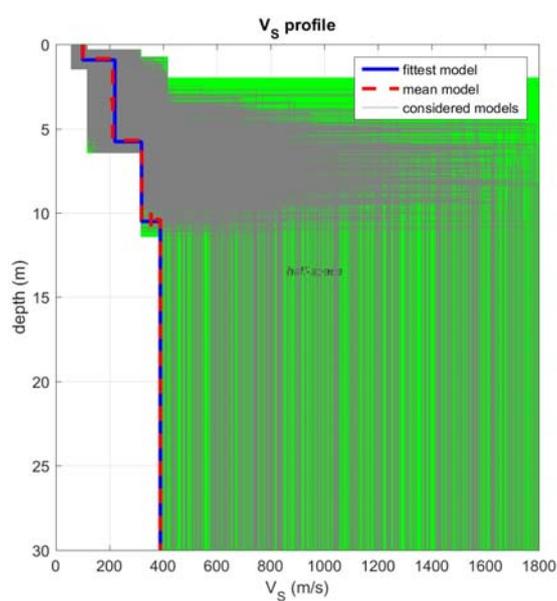


Figura 11-Modelli testati durante il processo di inversione

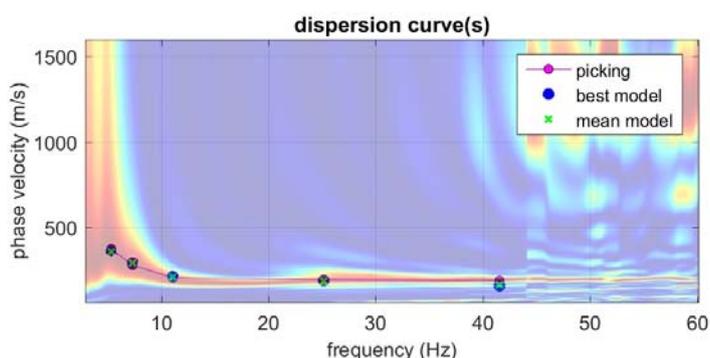


Figura 12-Curva di dispersione osservata (picking pallini fucsia) e curve di dispersione relative "best model" (pallini blu) e "mean model" (croci verdi)

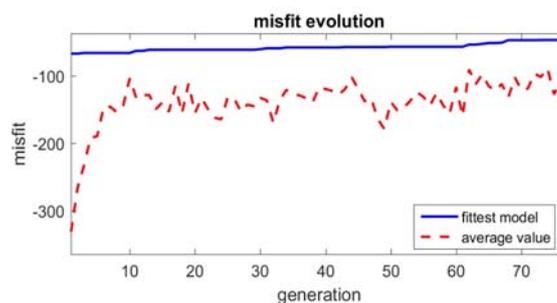


Figura 13-Evoluzione del misfit (disaccordo) al progredire dei modelli testati durante il processo di inversione

2.3.4 Stendimento Sismico MASW03

Considerando le n 4 acquisizioni realizzate per la prova, si è scelto di trattare il dataset che presentava un rapporto segnale/rumore superiore, di conseguenza, per la determinazione del profilo verticale della velocità media delle onde S si è selezionato il set di dati relativamente allo *shot* effettuato a +5 mt dal 12° geofono (**Figura 14**) per il quale è stato desunto il relativo spettro di velocità (**Figura 15**).

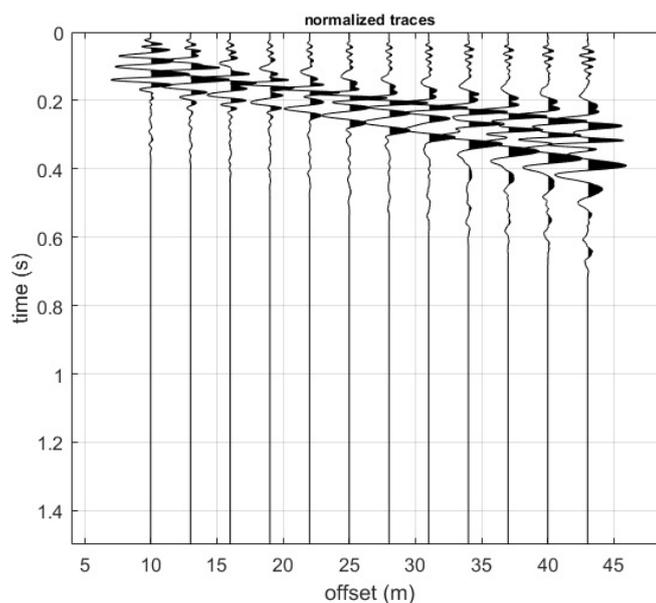


Figura 14-Tracce acquisite in situ ed utilizzate per la costruzione dello spettro di velocità

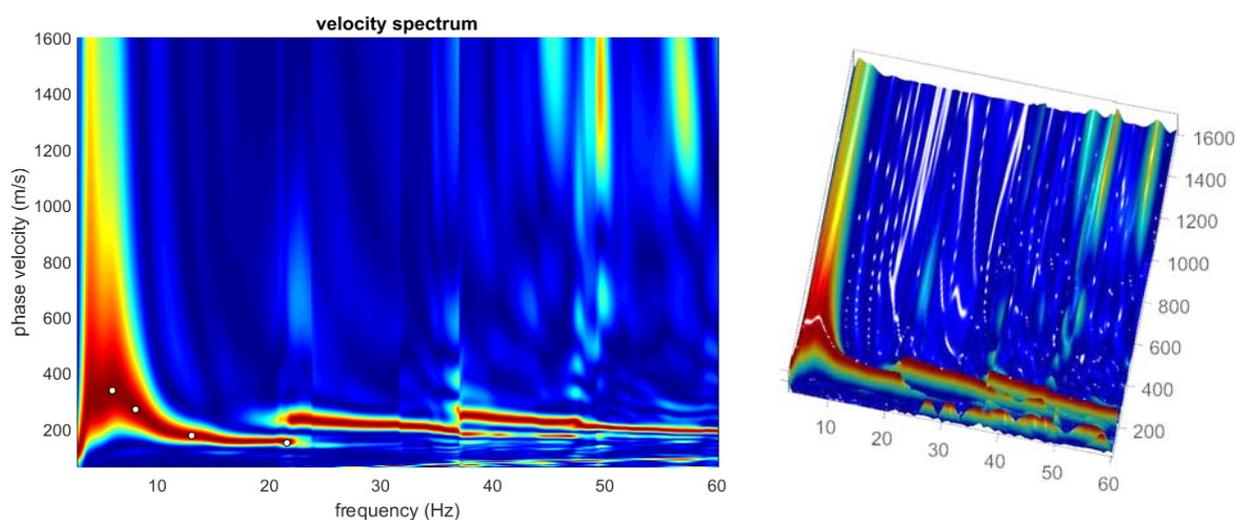


Figura 15-Spettro di velocità (visualizzazione 2D e 3D). In evidenza l'andamento del modo fondamentale (pallini bianchi)

L'analisi dello spettro "frequenza-velocità di fase" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio

V_s in funzione della profondità (**Figura 16**). Si precisa infine che il modello del sottosuolo, e di conseguenza anche l'inversione di velocità derivata, è stato ottenuto in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione (circa 16,50 mt da inizio stendimento sismico). Di seguito si riporta lo spettro di velocità sul quale è stata riportata la curva di dispersione "piccata" (picking pallini fucsia), la curva di dispersione del "modello migliore" (pallini blu) e del "modello medio" (croci verdi), **Figura 18**, rispetto a tutti i modelli testati durante il processo di inversione, **Figura 17**. Viene riportato, inoltre, il grafico inerente al "misfit evolution" (disaccordo) e cioè la quantificazione di quanto si discosti un modello testato rispetto al dato osservato, **Figura 19**.

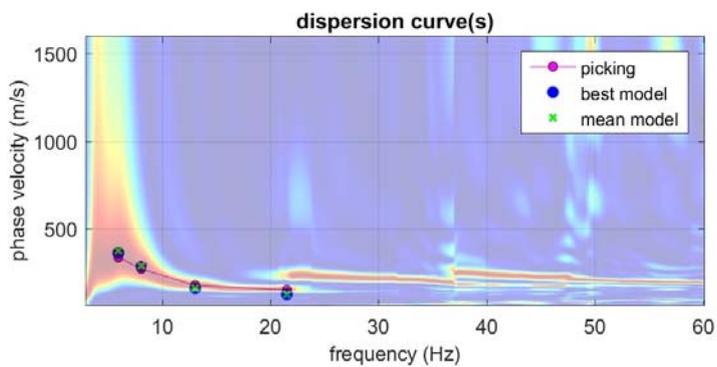


Figura 18-Curva di dispersione osservata (picking pallini fucsia) e curve di dispersione relative "best model" (pallini blu) e "mean model" (croci verdi)

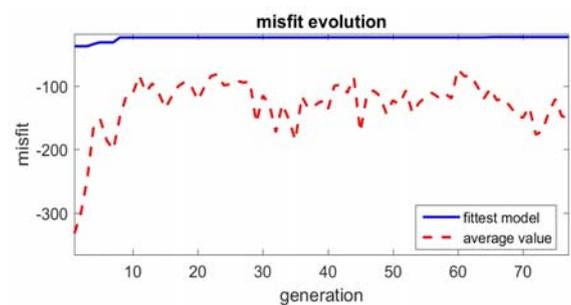


Figura 19-Evoluzione del misfit (disaccordo) al progredire dei modelli testati durante il processo di inversione

2.4 Indagini Geognostiche Indirette: Prospezione Sismica Down-hole

Con il metodo sismico down-hole (DH) viene misurato il tempo necessario per le onde di volume P e S per spostarsi tra una sorgente sismica, posta in superficie, e il ricevitore, posto all'interno di un foro di sondaggio (**Figura 20**). La sorgente consiste in una piastra di alluminio e/o in una traversina in legno che, dopo avere opportunamente predisposto il piano di appoggio, viene adagiata in superficie ad una distanza di 1,50-2,50 mt dal foro ed orientata in direzione ortogonale ad un raggio uscente dall'asse foro. Alla sorgente è agganciato il trasduttore di velocità utilizzato come trigger. Una volta raggiunta la profondità di prova, il geofono viene assicurato alle pareti del tubo di rivestimento tramite un sistema pneumatico ad aria, la sorgente viene colpita in senso verticale, per generare onde di compressione P, e poi lateralmente in due sensi opposti per riconoscere sul sismogramma l'inversione di fase delle onde di taglio S_H (picco positivo-picco negativo). Eseguite le registrazioni la profondità del ricevitore viene modificata e la procedura sperimentale ripetuta. Nel caso in oggetto, l'interpretazione delle acquisizioni down-hole è stata condotta utilizzando il metodo diretto. Inizialmente, sono stati corretti i tempi di tragitto (t) misurati lungo i percorsi sorgente-ricevitore per tenere conto dell'inclinazione del percorso delle onde. Se d è la distanza della sorgente dall'asse del foro (**Figura 51**), r la distanza fra la sorgente e la tripletta di sensori, z la profondità di misura è possibile ottenere i tempi corretti (t_{corr}) mediante la seguente formula di conversione: $t_{corr} = \frac{z}{r} t$. Calcolati i tempi corretti sia per le onde P che per le onde S si realizza il grafico $t_{corr}-z$ in modo che la velocità media delle onde sismiche in strati omogenei di terreno è rappresentata dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali.

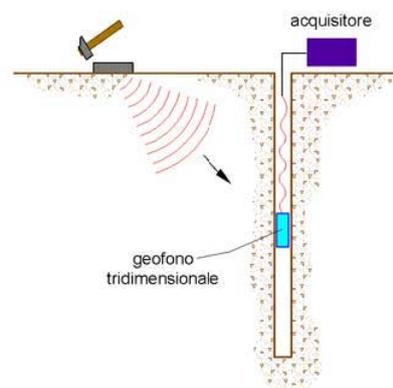


Figura 20-Schema esecutivo della prova sismica down-hole

2.4.1 Acquisizione ed Interpretazione dei Dati

Per il caso in esame, è stato utilizzato un sismografo a 24 canali, della ditta PASI Srl modello GEA24 con acquisizione computerizzata dei dati (**Fotografia 6**) e una sorgente ad impatto verticale per la

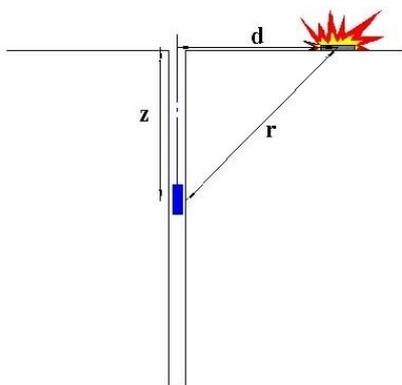


Figura 21-Schema esecutivo della prova sismica down-hole con metodo diretto

generazione di onde di volume P costituita da un piattello in alluminio solidale con il terreno. La generazione di onde di taglio S_H è stata realizzata battendo orizzontalmente, sui lati opposti, una traversina in legno, resa solidale con il terreno tramite il peso di un autoveicolo, con un maglio di 8 kg. Le perturbazioni sismiche sono state rilevate da un geofono tricomponente avente frequenza propria pari a 10 Hz, mentre le misure sono state eseguite, a partire da fondo foro, con passo pari ad 1,00 mt per un totale di 30,00 mt. Le energizzazioni del terreno (sia verticale che orizzontale) sono state poste ad una distanza dal centro del foro pari a 2,00 mt (**Figura 21**) con un intervallo di campionamento

utilizzato (sample interval) pari a 0,25 ms (millisecondo).



Fotografia 6-Postazione down-hole S2-DH in foro S2-DH

2.4.2 Prospezione in Foro Down-hole S2-DH

La prova sismica è stata eseguita nel foro di sondaggio denominato S2-DH precedentemente attrezzato con tubo pvc e successivamente cementato. I sismogrammi acquisiti e registrati sono stati in seguito analizzati per l'acquisizione dei tempi di arrivo delle onde longitudinali (P) e trasversali (S_H) come riportato in **Figura 22 e 23**.

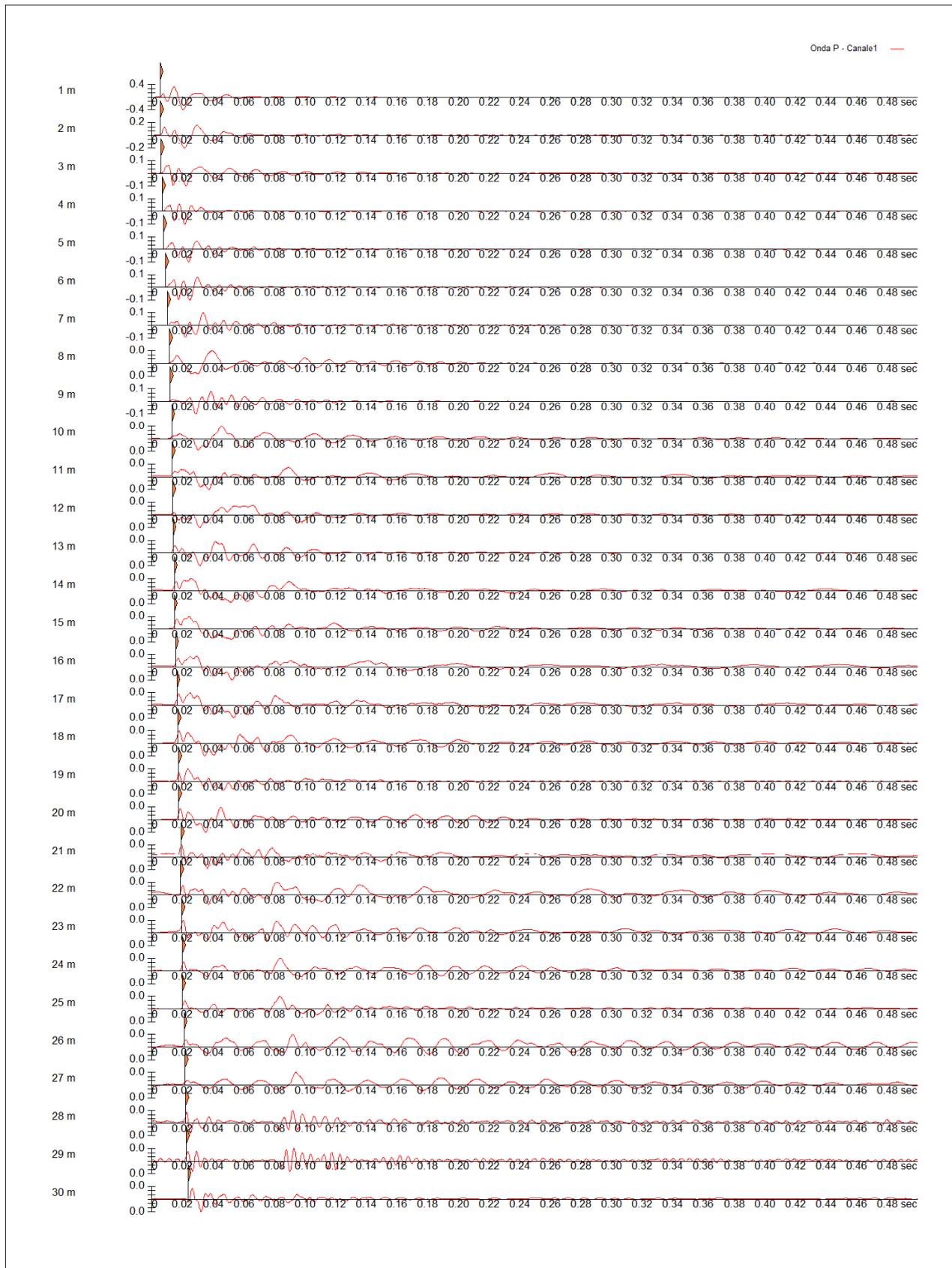


Figura 22-Sismogrammi acquisiti per le onde P e relativo picking



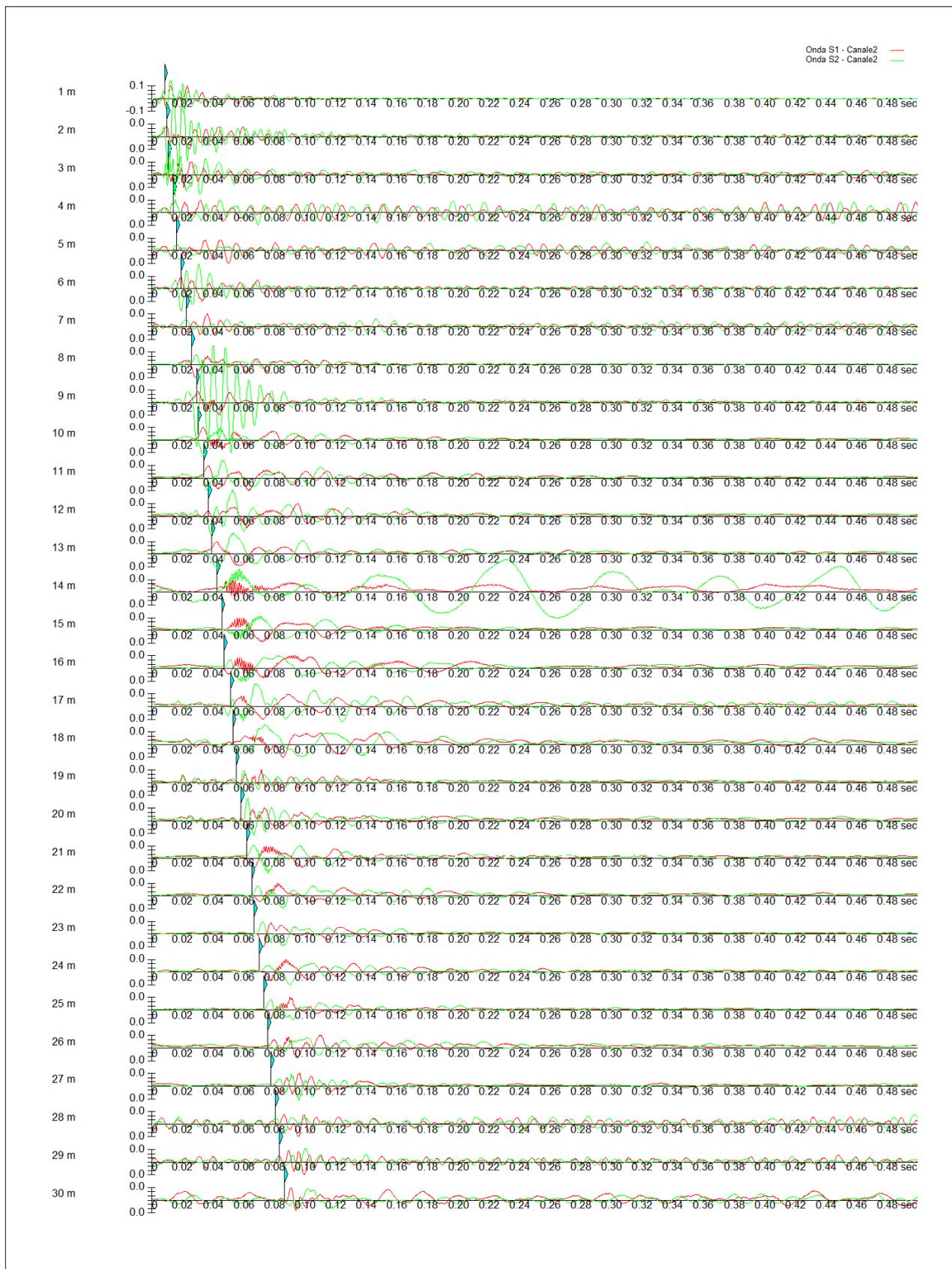


Figura 23-Sismogrammi acquisiti per le onde S_H e relativo picking



Per il miglioramento del rapporto segnale rumore è stata utilizzata, nella fase di acquisizione, la modalità stacking. Essa consiste nella possibilità di migliorare il rapporto segnale/rumore del sismogramma di una misura con la sommatoria di più energizzazioni. I tempi dell'onda P e S_H sono stati "normalizzati" rispetto alla verticale del foro tramite calcoli trigonometrici come esposto nel precedente paragrafo e riportati nella seguente **Tabella 3**.

Registrazione	Profondità (mt)	T_p (msec)	T_s (msec)	Source (m)	$T_{p,corr}$ (msec)	$T_{s,corr}$ (msec)
1	1,00	5,2	8,2	2,2361	2,3255	3,6672
2	2,00	5,4	9,7	2,8284	3,8184	6,8589
3	3,00	5,7	10,4	3,6056	4,7427	8,6533
4	4,00	6,7	13,8	4,4721	5,9927	12,3431
5	5,00	7,5	16,1	5,3852	6,9636	14,9485
6	6,00	8,7	18,9	6,3246	8,2535	17,9301
7	7,00	10,2	22,3	7,2801	9,8075	21,4420
8	8,00	11,4	25,9	8,2462	11,0596	25,1267
9	9,00	11,9	29	9,2195	11,6166	28,3094
10	10,00	12,9	30,1	10,1980	12,6495	29,5155
11	11,00	13,2	34	11,1803	12,9871	33,4516
12	12,00	13,5	36,8	12,1655	13,3163	36,2993
13	13,00	13,7	38,9	13,1530	13,5407	38,4477
14	14,00	14,5	42,4	14,1421	14,3543	41,9739
15	15,00	14,5	45,5	15,1328	14,3728	45,1009
16	16,00	15,4	47	16,1245	15,2811	46,6371
17	17,00	16,2	51,2	17,1172	16,0890	50,8493
18	18,00	16,8	52,7	18,1108	16,6972	52,3777
19	19,00	17,2	54,9	19,1050	17,1055	54,5984
20	20,00	17,3	58	20,0998	17,2141	57,7122
21	21,00	18,9	61,8	21,0950	18,8149	61,5216
22	22,00	18,7	65	22,0907	18,6232	64,7331
23	23,00	19,3	66,4	23,0868	19,2274	66,1504
24	24,00	19,7	69,8	24,0832	19,6320	69,5589
25	25,00	20	72,8	25,0799	19,9363	72,5682
26	26,00	20,9	75,4	26,0768	20,8384	75,1779
27	27,00	21,5	77,6	27,0740	21,4413	77,3880
28	28,00	22	80,5	28,0713	21,9441	80,2954
29	29,00	22,3	83	29,0689	22,2472	82,8033
30	30,00	23,5	86,5	30,0666	23,4480	86,3084

Successivamente sono state riconosciute le velocità medie delle onde sismiche in strati omogenei di terreno rappresentate dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali sul grafico $t_{corr}-Z$ (**Figura 24**).

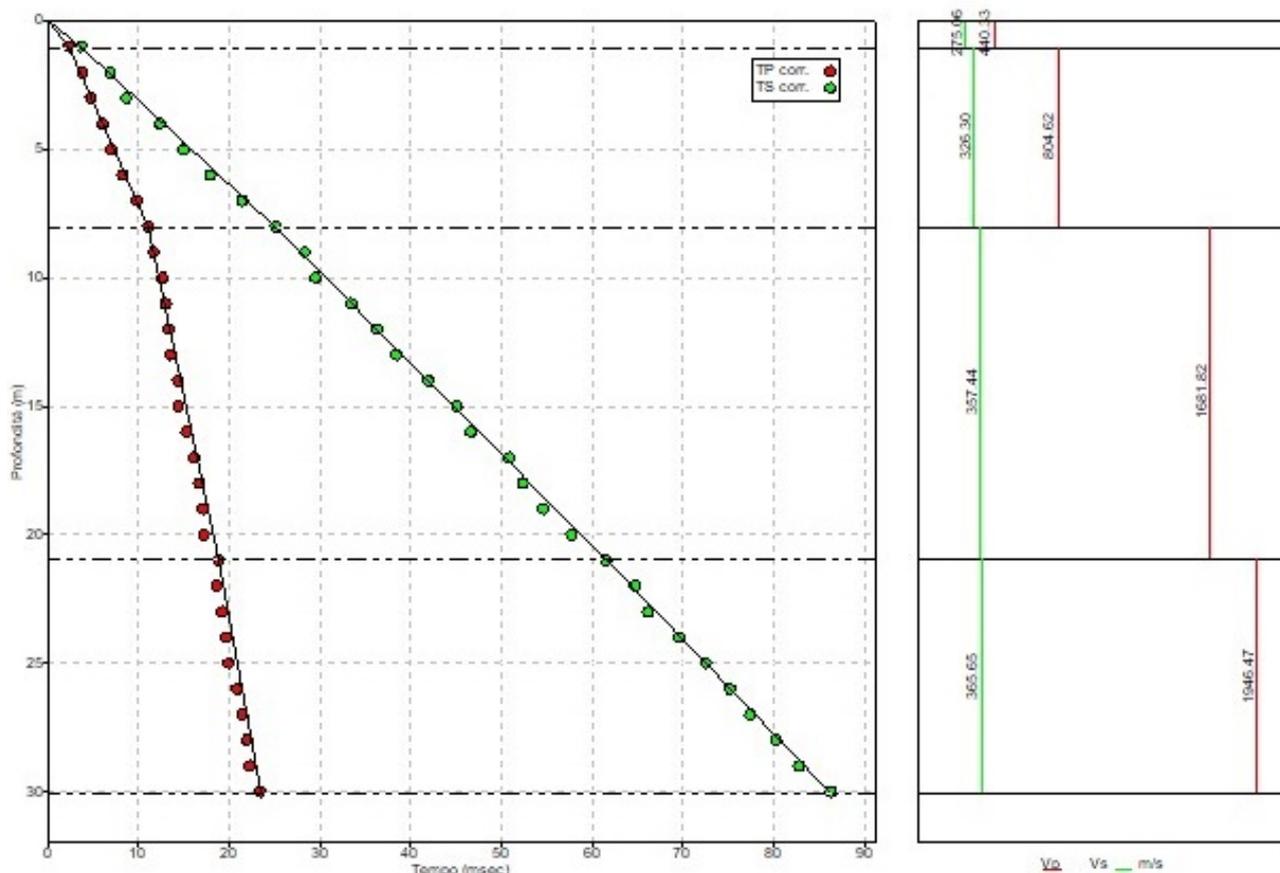


Figura 24-Dromocone relative alle onde P (pallini rossi) e S_H (pallini verdi) e velocità medie dei sismostrati identificati

Il modello sismostratigrafico e le principali caratteristiche elasto-dinamiche del terreno modellato sono riassunte come seguente in **Tabella 4**:

Profondità (mt da pc)	V_p (m/s)	V_s (m/s)	g (kN/m ³)	ν medio	G (MPa)	E_d (MPa)	E (MPa)	E_v (MPa)
0,00÷1,07	440,33	275,06	21,29	0,18	164,26	420,94	387,66	201,93
1,07÷8,03	804,62	326,3	19,99	0,4	217,09	1320,02	608,53	1030,57
8,03÷20,98	1681,82	357,44	19,85	0,48	258,6	5725,13	763,57	5380,33
20,98÷30,00	1946,47	365,65	20,2	0,48	275,38	7803,61	816,06	7436,44

$$V_{sequ} = 348,36 \text{ m/sec}$$

Con:

- V_p = velocità media onde P;
- V_s = velocità media onde S;
- g = densità media;
- ν = coefficiente di Poisson;

- G = modulo di deformazione a taglio medio;
- E_d = modulo di compressibilità edometrica medio;
- E = modulo di Young medio;
- E_v = modulo di compressibilità volumetrica medio.

2.5 Classificazione del Sottosuolo di Fondazione

Sulla base delle risultanze delle indagini MASW condotte nell'area oggetto di studio, il sottosuolo di fondazione è stato classificato ai sensi delle normative che attualmente regolano il settore (Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003, recepita dalla Regione Basilicata con DGR n° 2000/2003, e dalle modifiche allo stesso portate dal Consiglio dei ministri con Ordinanza n° 3431 del 03/05/2005, DM 17/01/2018). Si rammenta che le "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" individuano n 5 categorie di sottosuolo (**Tabella 3**) e precisamente:

Categoria A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m
Categoria B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s
Categoria C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s
Categoria D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s
Categoria E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m

Tabella 3-Categorie di sottosuolo identificate dalle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" (NTC/18)

Le indagini MASW hanno consentito la stima dei valori delle velocità delle onde sismiche di taglio e, da queste, il calcolo della V_s equivalente risultante, applicando la seguente formula:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

Con:

- h_i spessore (in mt) dell'i-esimo strato;



- $V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N numero di strato;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiori a 800 m/s.

Per lo stendimento sismico MASW01 il valore di V_s equivalente calcolato pari a **296** m/sec, colloca i litotipi presenti nella **Categoria di sottosuolo C: depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.**

Per lo stendimento sismico MASW02 il valore di V_s equivalente calcolato pari a **312** m/sec, colloca i litotipi presenti nella **Categoria di sottosuolo C: depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s;**

Per lo stendimento sismico MASW03 il valore di V_s equivalente calcolato pari a **310** m/sec, colloca i litotipi presenti nella **Categoria di sottosuolo C: depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s;**

Per la sismica in foro down-hole S2-DH il valore di V_s equivalente calcolato pari a **348** m/sec, colloca i litotipi presenti nella **Categoria di sottosuolo C: depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.**

Putignano (BA), Marzo 2023

Il Geologo

(Dr Fedele Massimiliano COLUCCI)

geologo
Fedele Massimiliano COLUCCI
N° 661
PUGLIA



TAVOLA A2

Colonne Stratigrafiche

Scala 1:100



Geol F M COLUCCI

SO: Via N Bonaparte, 17/B - 70017 Putignano (BA)
Tel/Fax (+39)080/2473484 - Cell 338/4274387
P IVA 07627640720 - www.geomodelling.it
e-mail: massimo.colucci76@gmail.com

SONDAGGIO S1

PERFORAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO

PROGETTAZIONE DEFINITIVA DI UN
IMPIANTO EOLICO DA UBICARE NELL'AGRO
DEL COMUNE DI MATERA (MT)

COMMITTENTE: F4 INGEGNERIA SRL



Postazione Sondaggio S1



Cassetta Catalogatrice n° 1 - da mt 0,00 a mt -5,00



Cassetta Catalogatrice n° 2 - da mt -5,00 a mt -10,00



Cassetta Catalogatrice n° 3 - da mt -10,00 a mt -15,00



Cassetta Catalogatrice n° 4 - da mt -15,00 a mt -20,00



SONDAGGIO S2-DH

PERFORAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO

PROGETTAZIONE DEFINITIVA DI UN
IMPIANTO EOLICO DA UBICARE NELL'AGRO
DEL COMUNE DI MATERA (MT)

Geol F M COLUCCI

SO: Via N Bonaparte, 17/B - 70017 Putignano (BA)
Tel/Fax (+39)080/2473484 - Cell 338/4274387
P IVA 07627640720 - www.geomodelling.it
e-mail: massimo.colucci76@gmail.com

COMMITTENTE: F4 INGEGNERIA SRL

COORDINATE PIANE UTM WGS 84 33T

N = 4.506.797,58 E = 642.683,71

CAROTIERE CORONA	PROFONDITÀ M	POTENZA M	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PROFONDITÀ FALDA	CAMPIONI INDISTURBATI RIMANEGGIATI	SPT	CAROTAGGIO RQD PRELIEVO 20 30 40 50 60 70 80 90 100	POCKET PENETROMETER TORE VANE	PROVE IN FORO	STRUMENTAZIONE IN FORO	CASSETTE	
SEMPLICE WIDIA	1	0,90		Terreno vegetale limo-sabbioso di colore marrone scuro di buona consistenza e scarsa plasticità								1	
	2												
	3												
	4												
	5	7,20		Limo argilloso di colore beige-giallastro, con buona consistenza e buona plasticità. Si osservano livelli sabbioso-limosi di colore beige-giallastro. La frazione sabbiosa si presenta con granulometria da fine a finissima	-4,50								
	6												
	7												
	8												
	9												
	10												
	11												
	12												
	13												
	14												
	15	11,90		Limo argilloso di colore grigio-bluastro, con ottima consistenza e ottima plasticità. Si osservano livelli sabbioso-limosi di colore grigio-bluastro. La frazione sabbiosa si presenta con granulometria da fine a finissima	-11,50								
	16												
	17												
	18												
	19												
	20												



Geol F M COLUCCI

SO: Via N Bonaparte, 17/B - 70017 Putignano (BA)
Tel/Fax (+39)080/2473484 - Cell 338/4274387
P IVA 07627640720 - www.geomodelling.it
e-mail: massimo.colucci76@gmail.com

SONDAGGIO S2-DH

PERFORAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO

PROGETTAZIONE DEFINITIVA DI UN
IMPIANTO EOLICO DA UBICARE NELL'AGRO
DEL COMUNE DI MATERA (MT)

COMMITTENTE: F4 INGEGNERIA SRL

CAROTIERE CORONA	PROFONDITÀ M	POTENZA M	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PROFONDITÀ FALDA	CAMPIONI INDISTURBATI RIMANEGGIATI	SPT	CAROTAGGIO RQD PRELIEVO 20 30 40 50 60 70 80 90 100	POCKET PENETROMETER TORE VANE	PROVE IN FORO	STRUMENTAZIONE IN FORO	CASSETTE
SEMPLICE WIDIA	21	10,00	[Blue hatched pattern]	Limo argilloso di colore grigio-bluastro, con ottima consistenza e ottima plasticità. Si osservano livelli sabbioso-limosi di colore grigio-bluastro. La frazione sabbiosa si presenta con granulometria da fine a finissima	A S S E N T E	[]	A S S E N T I	[]	[]	A S S E N T I	A S S E N T E	5
	22											
	23											
	24											
	25											
	26											6
	27											
	28											
	29											
	30											

NB: IL FORO È STATO RIVESTITO CON TUBAZIONE PROVVISORIA DEL DIAMETRO DI 127 MM PER UNA PROFONDITÀ DI -1,50 MT DA PC

FONDO FORO



Postazione Sondaggio S2



Geol F M COLUCCI

SO: Via N Bonaparte, 17/B - 70017 Putignano (BA)
Tel/Fax (+39)080/2473484 - Cell 338/4274387
P IVA 07627640720 - www.geomodelling.it
e-mail: massimo.colucci76@gmail.com

SONDAGGIO S2-DH

PERFORAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO

PROGETTAZIONE DEFINITIVA DI UN
IMPIANTO EOLICO DA UBICARE NELL'AGRO
DEL COMUNE DI MATERA (MT)

COMMITTENTE: F4 INGEGNERIA SRL



Cassetta Catalogatrice n° 1 - da mt 0,00 a mt -5,00



Cassetta Catalogatrice n° 2 - da mt -5,00 a mt -10,00



Cassetta Catalogatrice n° 3 - da mt -10,00 a mt -15,00



Cassetta Catalogatrice n° 4 - da mt -15,00 a mt -20,00



Cassetta Catalogatrice n° 5 - da mt -20,00 a mt -25,00



Cassetta Catalogatrice n° 6 - da mt -25,00 a mt -30,00



Geol F M COLUCCI

SO: Via N Bonaparte, 17/B - 70017 Putignano (BA)
Tel/Fax (+39)080/2473484 - Cell 338/4274387
P IVA 07627640720 - www.geomodelling.it
e-mail: massimo.colucci76@gmail.com

SONDAGGIO S3

PERFORAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO

PROGETTAZIONE DEFINITIVA DI UN
IMPIANTO EOLICO DA UBICARE NELL'AGRO
DEL COMUNE DI MATERA (MT)

COMMITTENTE: F4 INGEGNERIA SRL

COORDINATE PIANE UTM WGS 84 33T

N = 4.509.562,08 E = 642.629,25

CAROTIERE CORONA	PROFONDITÀ M	POTENZA M	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PROFONDITÀ FALDA	CAMPIONI INDISTURBATI RIMANEGGIATI	SPT	CAROTAGGIO RQD PRELIEVO 20 30 40 50 60 70 80 90 100	POCKET PENETROMETER TORE VANE	PROVE IN FORO	STRUMENTAZIONE IN FORO	CASSETTE	
SEMPLICE WIDIA	0,20			Sabbia limoso-ciottolosa di colore marroncino di scarsa consistenza								1	
	8,40			Limo argilloso di colore beige-giallastro, con buona consistenza e buona plasticità. Si osservano livelli sabbioso-limosi di colore beige-giallastro. La frazione sabbiosa si presenta con granulometria da fine a finissima	A	-6,50	A			A	A	2	
					S	-7,00	S			S	S	3	
					S		S			S	S		
					E		E			E	E	4	
					N		N			N	N		
					T		T			T	T		
					E		E			E	E		
					Limo argilloso di colore grigio-bluastro, con ottima consistenza e ottima plasticità. Si osservano livelli sabbioso-limosi di colore grigio-bluastro. La frazione sabbiosa si presenta con granulometria da fine a finissima								

NB: IL FORO È STATO RIVESTITO CON TUBAZIONE PROVVISORIA DEL DIAMETRO DI 127 MM PER UNA PROFONDITÀ DI -1,50 MT DA PC

FONDO FORO

DATA: 01/03/2023

REDATTA DA: GEOL FEDELE MASSIMILIANO COLUCCI

SCALA I: 100



Geol F M COLUCCI

SO: Via N Bonaparte, 17/B - 70017 Putignano (BA)
Tel/Fax (+39)080/2473484 - Cell 338/4274387
P IVA 07627640720 - www.geomodelling.it
e-mail: massimo.colucci76@gmail.com

SONDAGGIO S3

PERFORAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO

PROGETTAZIONE DEFINITIVA DI UN
IMPIANTO EOLICO DA UBICARE NELL'AGRO
DEL COMUNE DI MATERA (MT)

COMMITTENTE: F4 INGEGNERIA SRL



Postazione Sondaggio S3



Cassetta Catalogatrice n° 1 - da mt 0,00 a mt -5,00



Cassetta Catalogatrice n° 2 - da mt -5,00 a mt -10,00



Cassetta Catalogatrice n° 3 - da mt -10,00 a mt -15,00



Cassetta Catalogatrice n° 4 - da mt -15,00 a mt -20,00



TAVOLA A3

Analisi Geotecniche di Laboratorio



Laborgeo s.r.l.
Via Dei Mestieri n° 16 – 75100 MATERA
Tel. 0835.387641 - E-mail: laborgeo@tin.it

LABORGEO 

UNI EN ISO 9001:2015

Art. 59 DPR 380/2001 – Circ. 7618/STC – C.S.L.P.

Decreto 0000073 del 09.04.2020 Settore "A" e "B"

Prove di laboratorio su Terre, Rocce e Aggregati

**REALIZZAZIONE PARCO EOLICO IN LOC. SERRA
BRIZZOLINA NEL COMUNE DI MATERA**

Committente:
DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI

Verbale di accettazione n° 44T/2023 del 24.03.2023

Certificati emessi dal n° 1218T/2023 al n° 1241T/2023

**QUADRO RIASSUNTIVO E INTERPRETATIVO DELLE ANALISI GEOTECNICHE
REALIZZAZIONE PARCO EOLICO IN LOC. BRIZZOLINA NEL COMUNE DI MATERA**

Sond.	Camp.	Profondità m	W %	Y_v KN/m ³	Y_d KN/m ³	Y_{sat} KN/m ³	Y_s KN/m ³	e	n %	Sr %	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	LL %	LP %	IP %	TG-CD c KN/m ² φ°	CNR-UNI 10006
1	1	9.50 - 10.00	27.10	19.30	15.20	19.40	26.60	0.756	43.00	97.30	0.00	17.70	50.50	31.80	39.8	25.0	14.8	9.70 - 23.3°	A6
2	1	4.50 - 5.00	33.90	18.00	13.50	18.30	26.50	0.967	49.20	94.60	0.00	5.90	49.90	44.20	58.2	34.7	23.5	17.80 - 22.1°	A7-5
2	2	11.50 - 12.00	20.40	19.50	16.20	20.10	26.80	0.652	39.50	85.20	0.00	4.90	46.30	48.80	41.6	26.9	14.7	12.20 - 23.8°	A7-6
3	1	6.50 - 7.00	20.40	20.00	16.70	20.30	26.60	0.600	37.50	92.30	0.60	16.70	46.10	36.60	35.7	23.2	12.5	11.60 - 22.5°	A6

Legenda:

W= Umidità naturale - w = Peso di volume naturale - Y_d = Peso di volume secco - Y_s = Peso specifico - e= Indice dei vuoti - n= Porosità - Sr= Grado di saturazione - Y_{sat} = peso di volume saturo - L.L. = Limite liquido
L.P.= Limite plastico - L.R.= Limite di ritiro - IP= Indice di ritiro - LP= Limite plastico - c= Coesione - cu= Coesione non drenata - φ° = Angolo di attrito interno P= Pressione sul provino - Ed= Modulo edometrico

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI		
RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 9.50 - 10.00

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	27,1	%
Peso di volume	19,3	kN/m ³
Peso di volume secco	15,2	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,4	kN/m ³
Peso specifico	26,6	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,756	
Porosità	43,0	%
Grado di saturazione	97,3	%
Limite di liquidità	39,8	%
Limite di plasticità	25,0	%
Indice di plasticità	14,8	%
Indice di consistenza	0,86	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00	A6	I.G. = 10

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	17,7	%
Limo	50,5	%
Argilla	31,8	%
D 10		mm
D 50	0,014311	mm
D 60	0,024242	mm
D 90	0,113106	mm
Passante set. 10	99,6	%
Passante set. 42	99,6	%
Passante set. 200	82,3	%

COMPRESSIONE

S	kPa
C_u	kPa
S_{Rim}	kPa
C_{u Rim}	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta		
c'	9,7	kPa
f'	23,3	°
c'_{Res}		kPa
f'_{Res}		°

PERMEABILITA'

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

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C _d	kPa	f _d	°
C.U.	C' _{cu}	kPa	f' _{cu}	°
	C _{cu}	kPa	f _{cu}	°
U.U.	C _u	kPa	f _u	°

PROVA EDOMETRICA

S kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec

FOTOGRAFIA



OSSERVAZIONI

Limo con argilla, sabbioso, di colore grigio - avana
Tipo di campione: Cilindrico Qualità del campione: Q 5

Posizione delle prove CF GR TD	cm	R _p kPa	V _T kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				Limo con argilla, sabbioso, di colore grigio - avana
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI

RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 9.50 - 10.00

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.

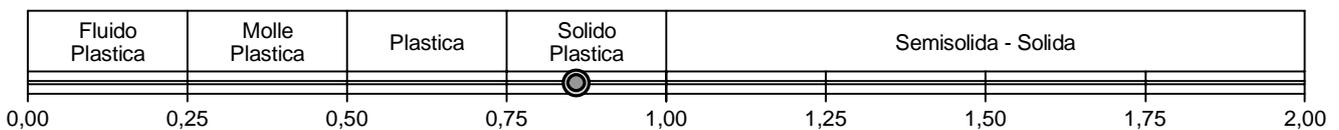
Limo con argilla sabbioso

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

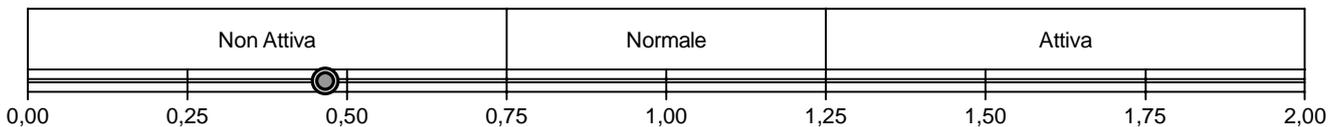
Abaco di plasticità di Casagrande

CI - Argille inorganiche a media compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 0,86$

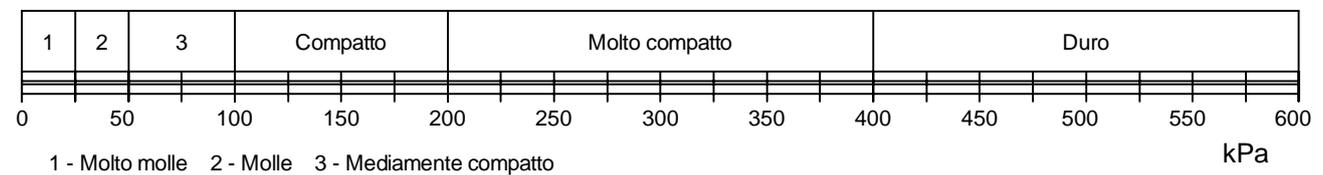


A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0,47



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata = 0 kPa

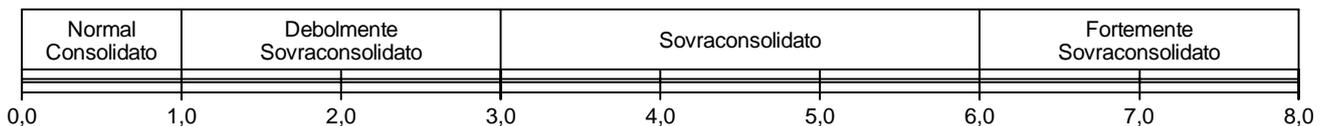


CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 0,0kPa

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

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



Limo con argilla, sabbioso, di colore grigio - avana

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01218	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/04/23	Inizio analisi: 28/03/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44T-23 del 24.03.23		Apertura campione: 24.03.23	Fine analisi: 29/03/23

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI		
RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 9.50 - 10.00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale = 27,1 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Limo con argilla, sabbioso, di colore grigio - avana

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01219	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/04/23	Inizio analisi: 28/03/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44T-23 del 24.03.23		Apertura campione: 24.03.23	Fine analisi: 28/03/23

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI		
RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 9.50 - 10.00

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 19,3 kN/m³

Limo con argilla, sabbioso, di colore grigio - avana

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01220	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/04/23	Inizio analisi: 03/04/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44T-23 del 24.03.23		Apertura campione: 24.03.23	Fine analisi: 04/04/23

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI			
RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	9.50 - 10.00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

G_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,6 kN/m³

G_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,6 kN/m³

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20,0 °C

Limo con argilla, sabbioso, di colore grigio - avana

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01221 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44T-23 del 24.03.23

DATA DI EMISSIONE: 17/04/23

Inizio analisi: 06/04/23

Apertura campione: 24.03.23

Fine analisi: 07/04/23

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI

RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 9.50 - 10.00

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

 Limite di liquidità **39,8 %**

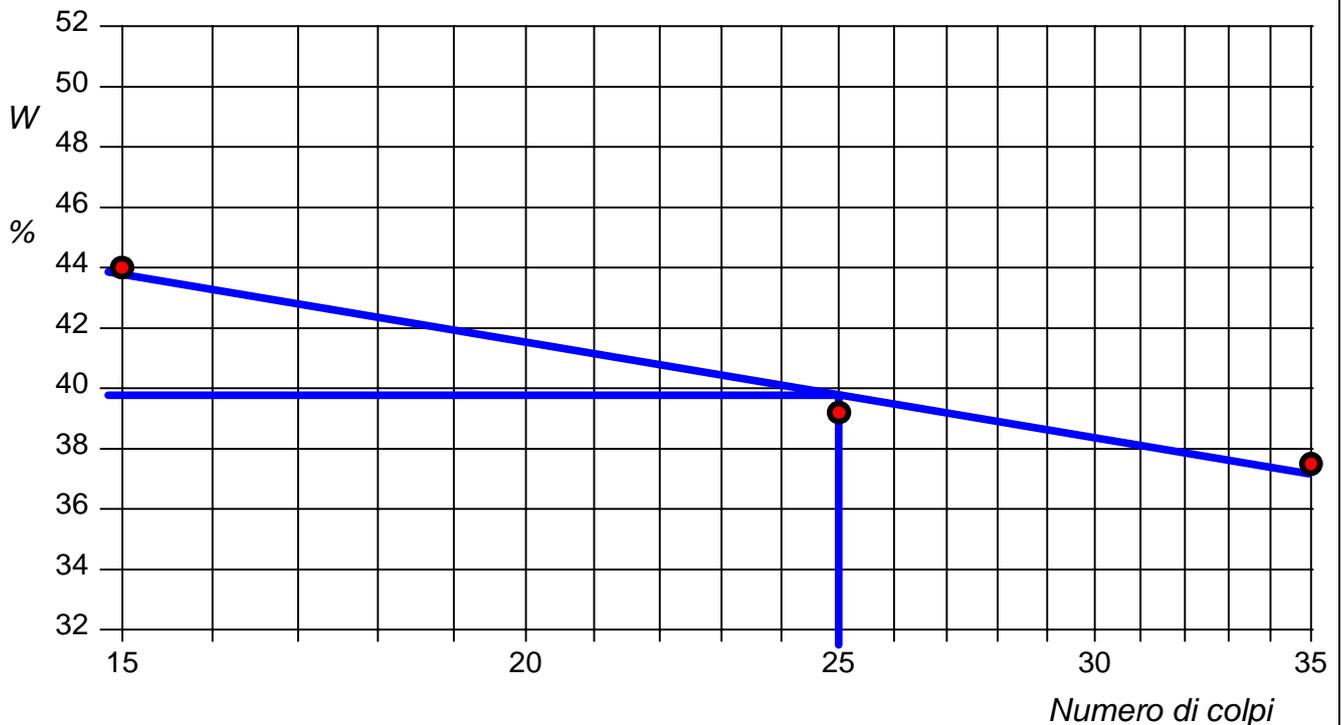
 Limite di plasticità **25,0 %**

 Indice di plasticità **14,8 %**

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

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	15	25	35		Umidità (%)	25,2	24,8
Umidità (%)	44,0	39,2	37,5		Umidità media	25,0	

Determinazione del Limite di liquidità



Limo con argilla, sabbioso, di colore grigio - avana

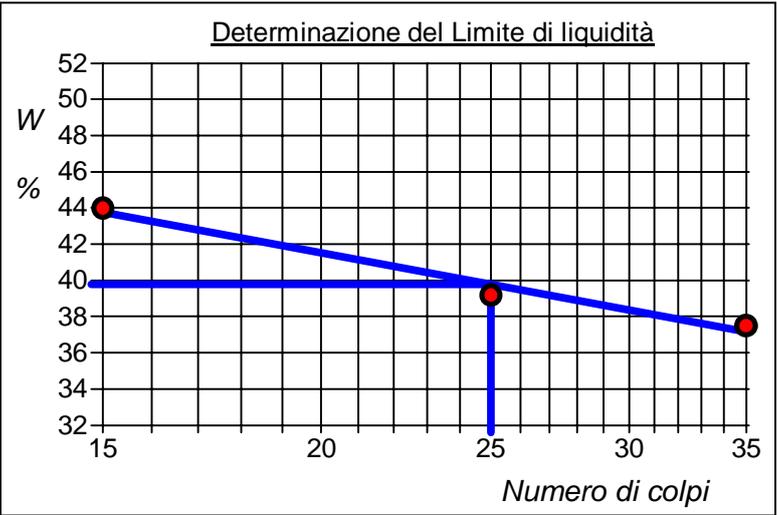
CERTIFICATO DI PROVA N°: 01221	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 17/04/23	Inizio analisi: 06/04/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44T-23 del 24.03.23		Apertura campione: 24.03.23	Fine analisi: 07/04/23

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI		
RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 9.50 - 10.00

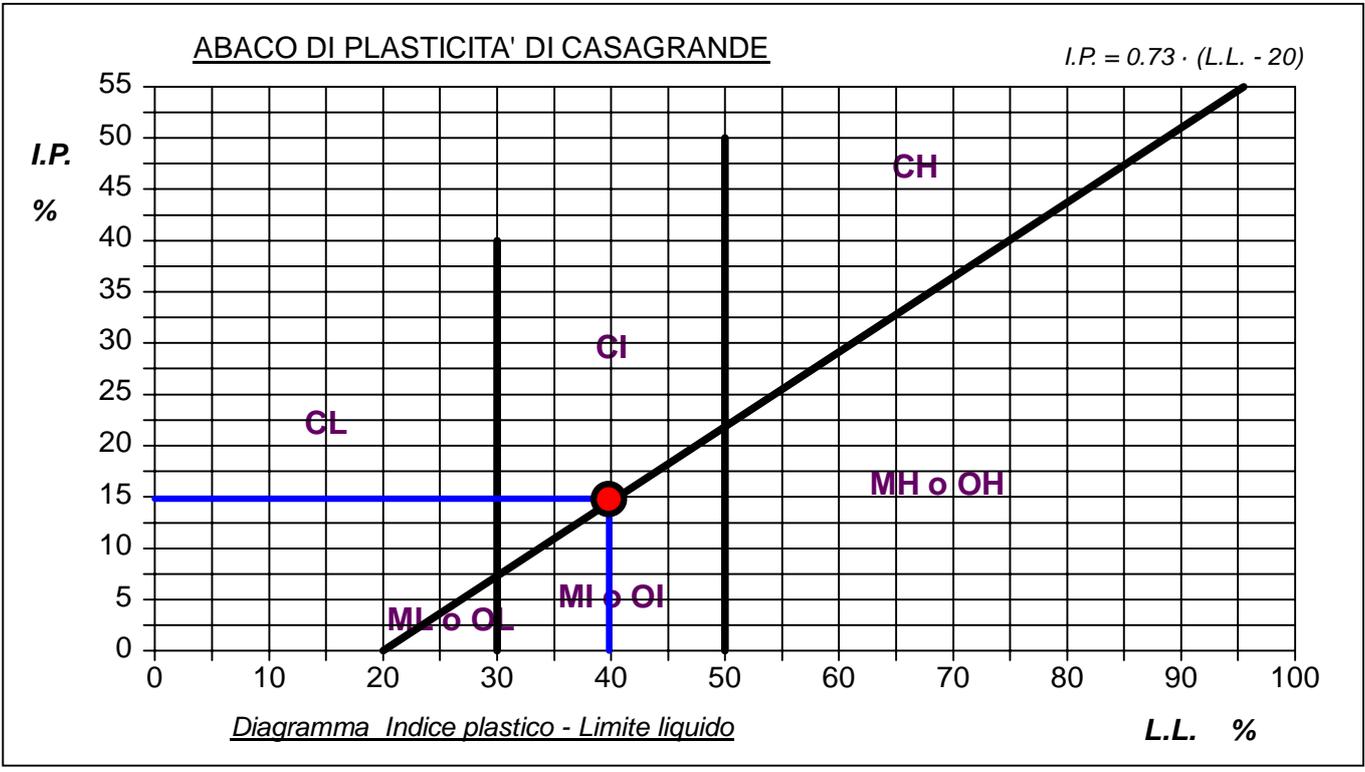
ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	39,8	%
Limite di plasticità	25,0	%
Indice di plasticità	14,8	%
Indice di consistenza	0,86	
Passante al set. n° 40	SI	



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



Limo con argilla, sabbioso, di colore grigio - avana

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01222 Pagina 1/1

DATA DI EMISSIONE: 17/04/23

Inizio analisi: 07/04/23

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44T-23 del 24.03.23

Apertura campione: 24.03.23

Fine analisi: 08/04/23

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI

RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera

SONDAGGIO: 1

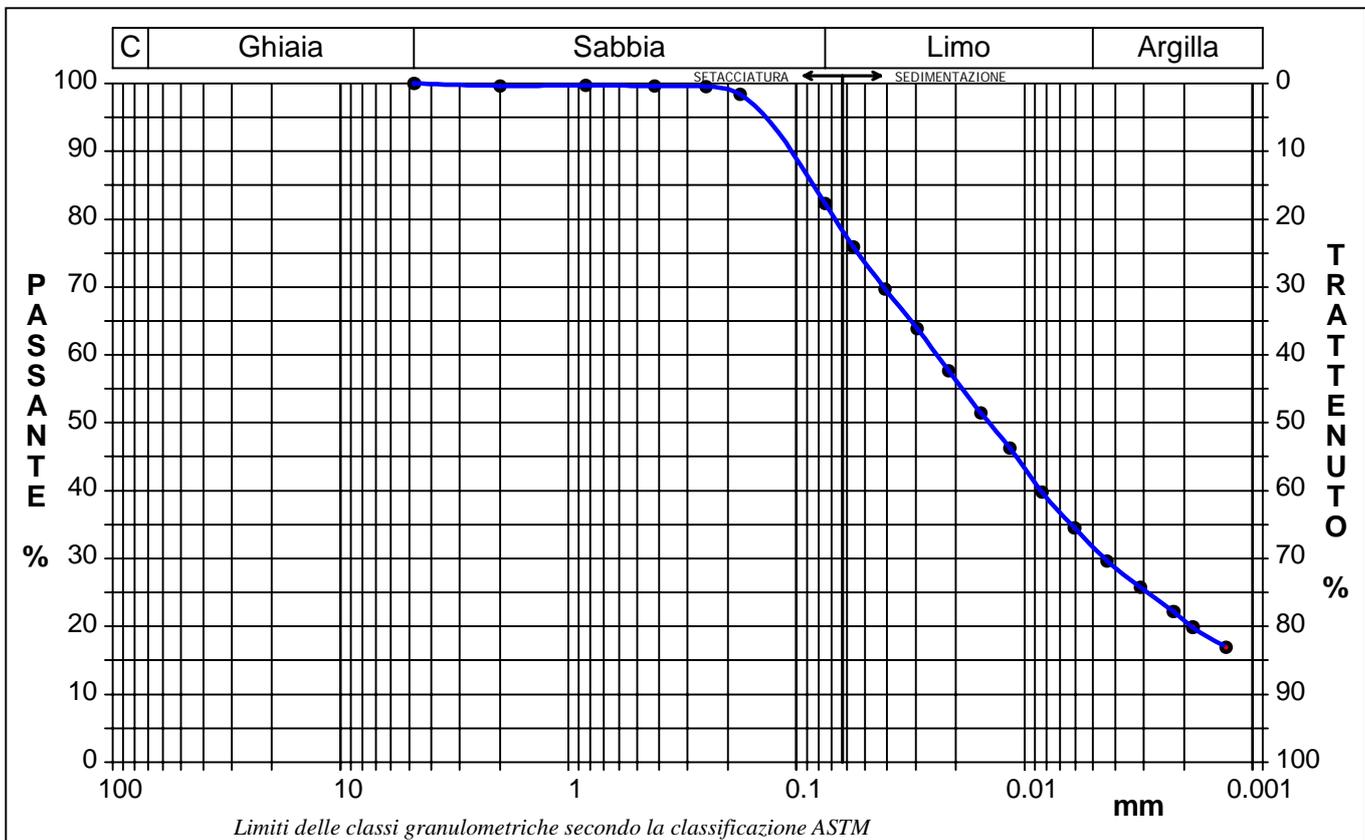
CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 9.50 - 10.00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99,6 %	D10	---	mm
Sabbia	17,7 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,6 %	D30	0,00444	mm
Limo	50,5 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	82,3 %	D50	0,01431	mm
Argilla	31,8 %			D60	0,02424	mm
Coefficiente di uniformità		---		Coefficiente di curvatura		---
				D90	0,11311	mm



Diametro mm	Passante %								
4,7500	100,00	0,1770	98,41	0,0215	57,67	0,0043	29,65		
2,0000	99,65	0,0750	82,28	0,0156	51,48	0,0031	25,74		
0,8410	99,70	0,0562	75,92	0,0116	46,27	0,0022	22,16		
0,4200	99,64	0,0408	69,73	0,0084	39,75	0,0018	19,88		
0,2500	99,56	0,0296	63,86	0,0060	34,54	0,0013	16,94		

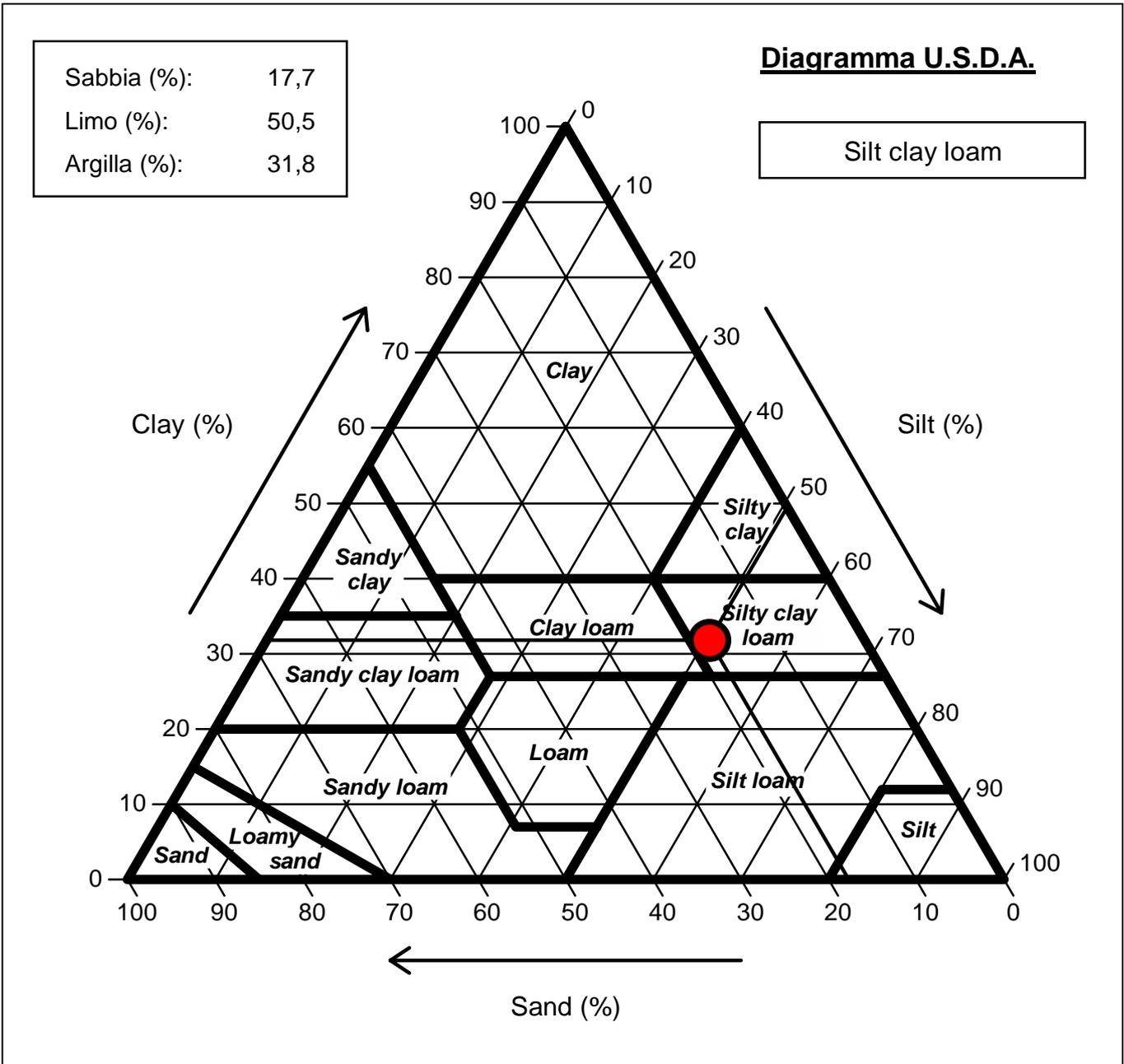
Limo con argilla, sabbioso, di colore grigio - avana

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01222	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 17/04/23	Inizio analisi: 07/04/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44T-23 del 24.03.23		Apertura campione: 24.03.23	Fine analisi: 08/04/23

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI			
RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	9.50 - 10.00

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D422



Limo con argilla, sabbioso, di colore grigio - avana

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01223 Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44T-23 del 24.03.23

DATA DI EMISSIONE: 17/04/23

Inizio analisi: 05/04/23

Apertura campione: 24.03.23

Fine analisi: 07/04/23

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI

RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 9.50 - 10.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1

Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,953
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	36,4
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,019

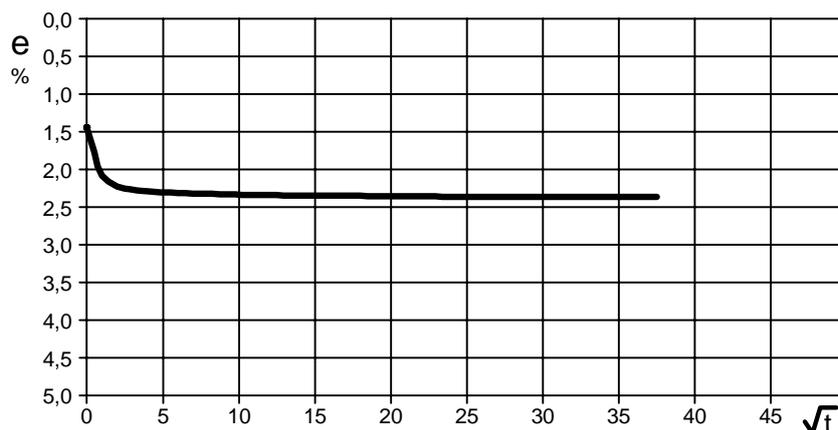


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2

Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,928
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	36,5
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,019

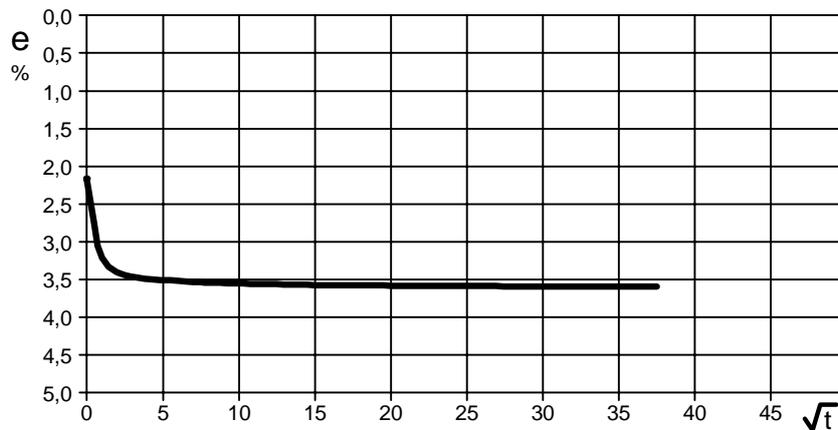
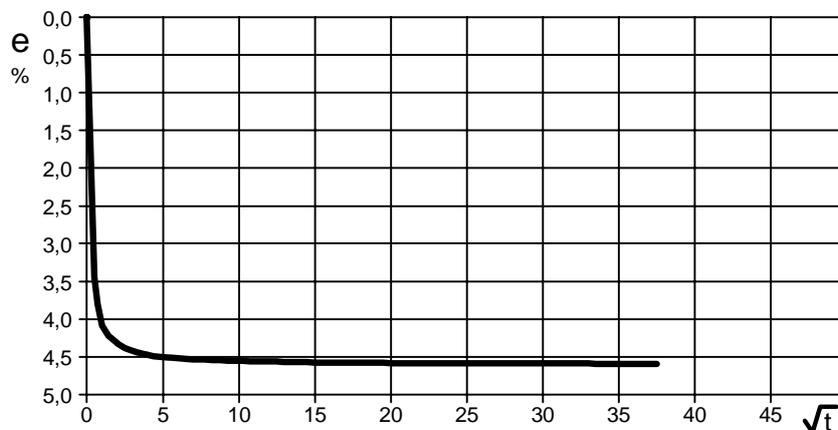


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3

Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,908
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	34,2
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,020



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

 $tf = 10 \times T_{100}$
 $Vs = Df / tf$

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI		
RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	33,9	%
Peso di volume	18,0	kN/m ³
Peso di volume secco	13,5	kN/m ³
Peso di volume saturo	18,3	kN/m ³
Peso specifico	26,5	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,967	
Porosità	49,2	%
Grado di saturazione	94,6	%
Limite di liquidità	58,2	%
Limite di plasticità	34,7	%
Indice di plasticità	23,5	%
Indice di consistenza	1,04	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00	A7-5	I.G. = 17

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	5,9	%
Limo	49,9	%
Argilla	44,2	%
D 10		mm
D 50	0,007039	mm
D 60	0,012061	mm
D 90	0,058429	mm
Passante set. 10	99,7	%
Passante set. 42	99,2	%
Passante set. 200	94,1	%

COMPRESSIONE

S	kPa
c_u	kPa
S_{Rim}	kPa
c_{u Rim}	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta		
c'	17,8	kPa
f'	22,1	°
c'_{Res}		kPa
f'_{Res}		°

PERMEABILITA'

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

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C _d	kPa	f _d	°
C.U.	C' _{cu}	kPa	f' _{cu}	°
	C _{cu}	kPa	f _{cu}	°
U.U.	C _u	kPa	f _u	°

PROVA EDOMETRICA

S kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec

FOTOGRAFIA



OSSERVAZIONI

Limo con argilla debolmente sabbioso, di colore marrone - avana
Tipo di campione: Cilindrico Qualità del campione: Q 5

Posizione delle prove CF GR TD	cm	R _p kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				Limo con argilla di colore marrone - avana
	10				
	20				
	30				
	40				
	50				
				50	

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI		
RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

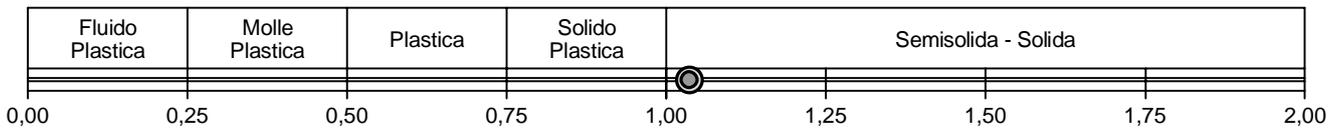
CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.	Limo con argilla debolmente sabbioso
-------------------	--------------------------------------

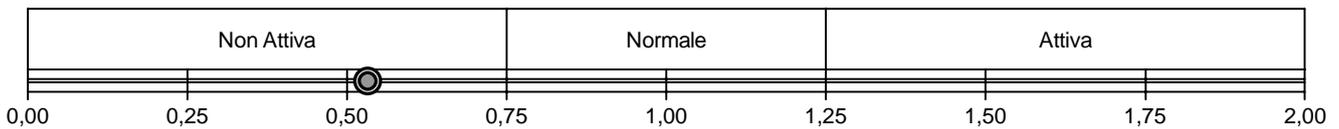
CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

Abaco di plasticità di Casagrande	MH o OH - Limi inorganici o argille e limi organici ad alta compressibilità
-----------------------------------	---

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 1,04$



A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0,53



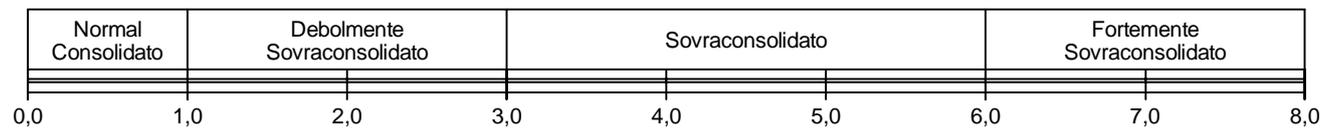
CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

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

CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 0,0kPa
Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 0,0kPa

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



Limo con argilla debolmente sabbioso, di colore marrone - avana

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01225	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/04/23	Inizio analisi: 28/03/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44T-23 del 24.03.23		Apertura campione: 24.03.23	Fine analisi: 28/03/23

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI		
RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,0 kN/m³

Limo con argilla debolmente sabbioso, di colore marrone - avana

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01226	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/04/23	Inizio analisi: 03/04/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44T-23 del 24.03.23		Apertura campione: 24.03.23	Fine analisi: 04/04/23

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI		
RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

G_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,5 kN/m³

G_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,5 kN/m³

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20,0 °C

Limo con argilla debolmente sabbioso, di colore marrone - avana

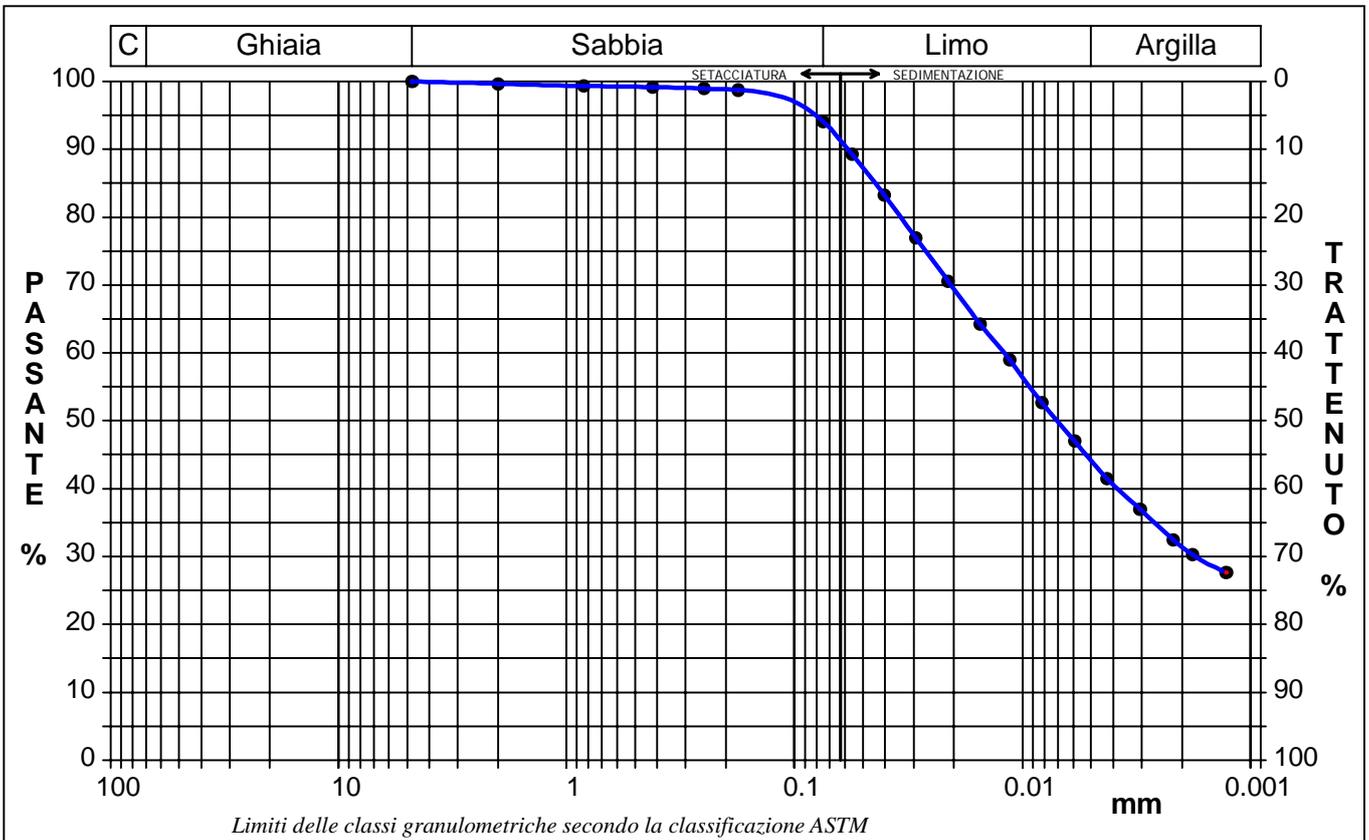
CERTIFICATO DI PROVA N°: 01228 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/04/23	Inizio analisi: 07/04/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44T-23 del 24.03.23	Apertura campione: 24.03.23	Fine analisi: 08/04/23

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI		
RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99,7 %	D10	--- mm
Sabbia	5,9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,2 %	D30	0,00174 mm
Limo	49,9 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	94,1 %	D50	0,00704 mm
Argilla	44,2 %			D60	0,01206 mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---
				D90	0,05843 mm



Diametro mm	Passante %								
4,7500	100,00	0,1770	98,73	0,0212	70,57	0,0043	41,45		
2,0000	99,65	0,0750	94,11	0,0153	64,23	0,0030	36,97		
0,8410	99,33	0,0558	89,25	0,0114	59,00	0,0022	32,49		
0,4200	99,16	0,0404	83,27	0,0082	52,65	0,0018	30,25		
0,2500	98,95	0,0293	76,92	0,0059	47,05	0,0013	27,63		

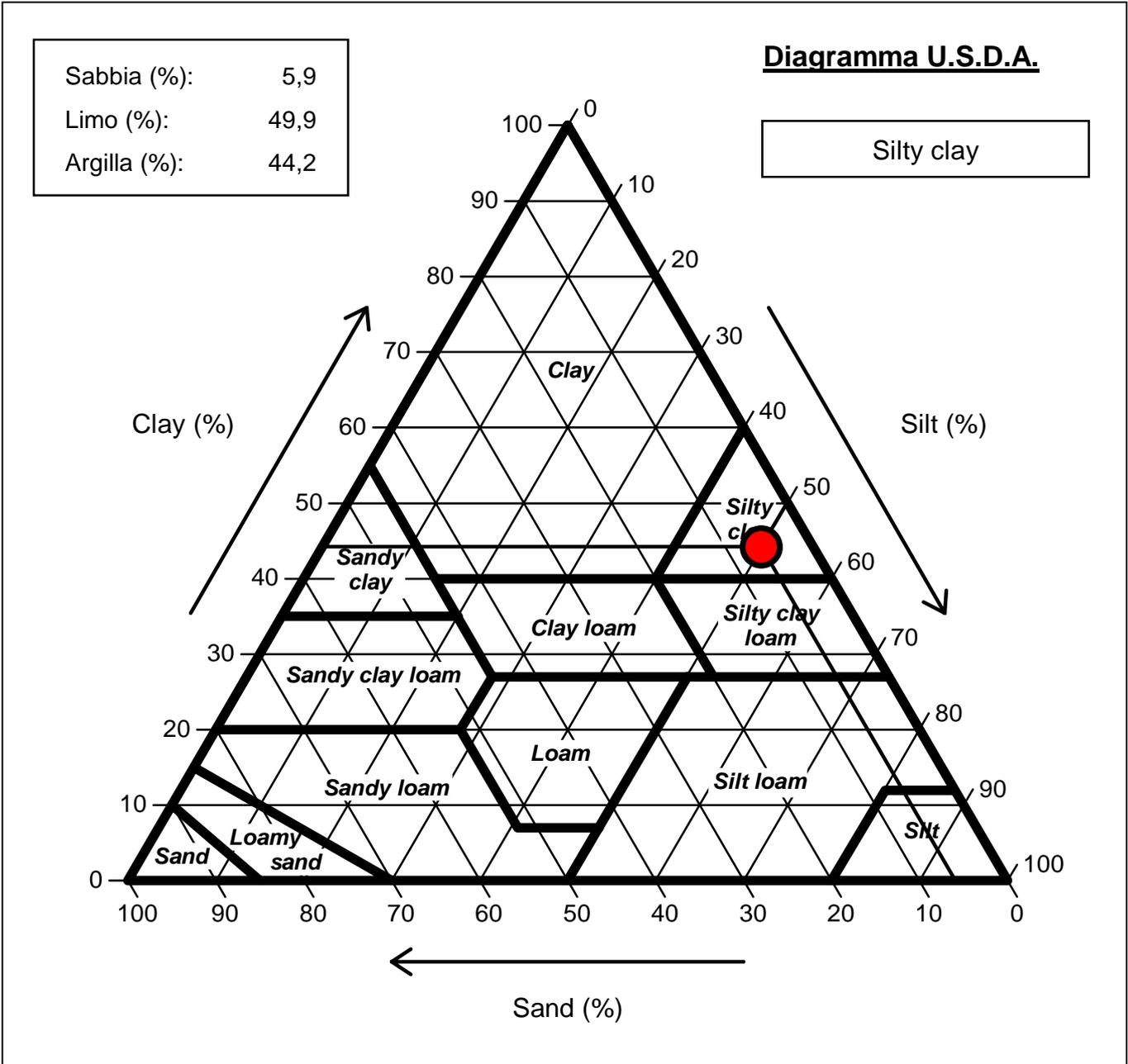
Limo con argilla debolmente sabbioso, di colore marrone - avana

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01228	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 17/04/23	Inizio analisi: 07/04/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44T-23 del 24.03.23		Apertura campione: 24.03.23	Fine analisi: 08/04/23

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI			
RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	4.50 - 5.00

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D422



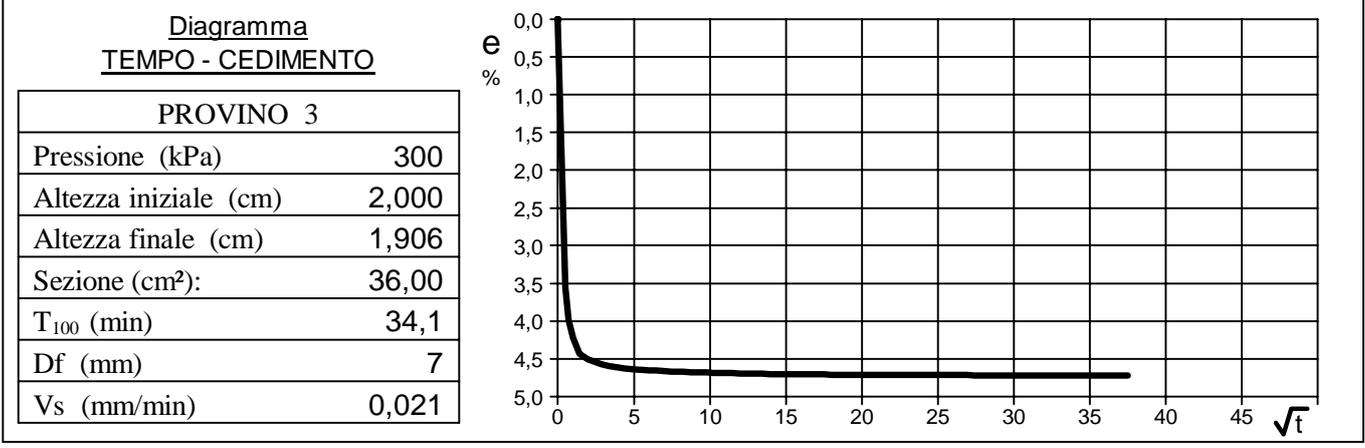
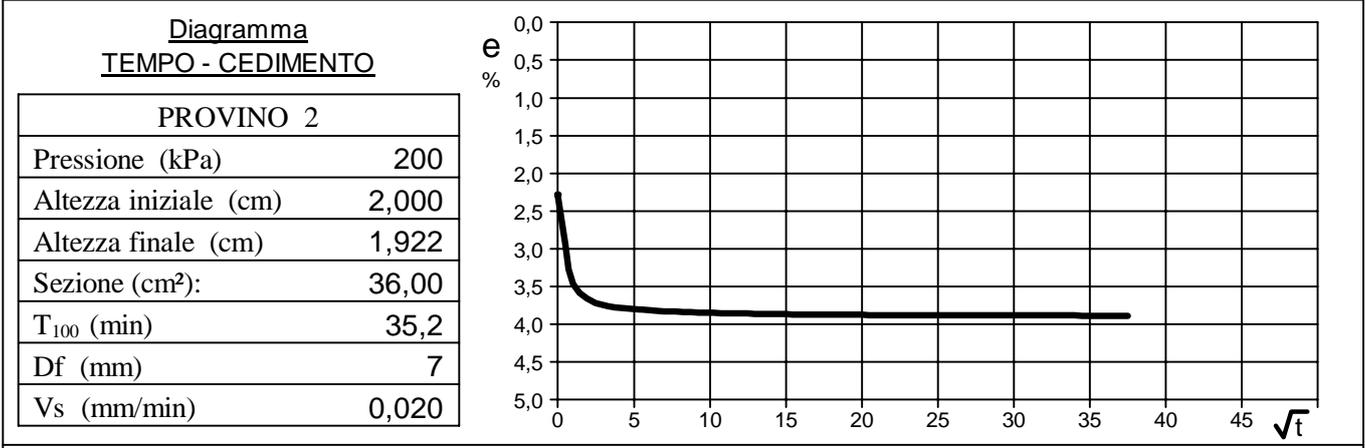
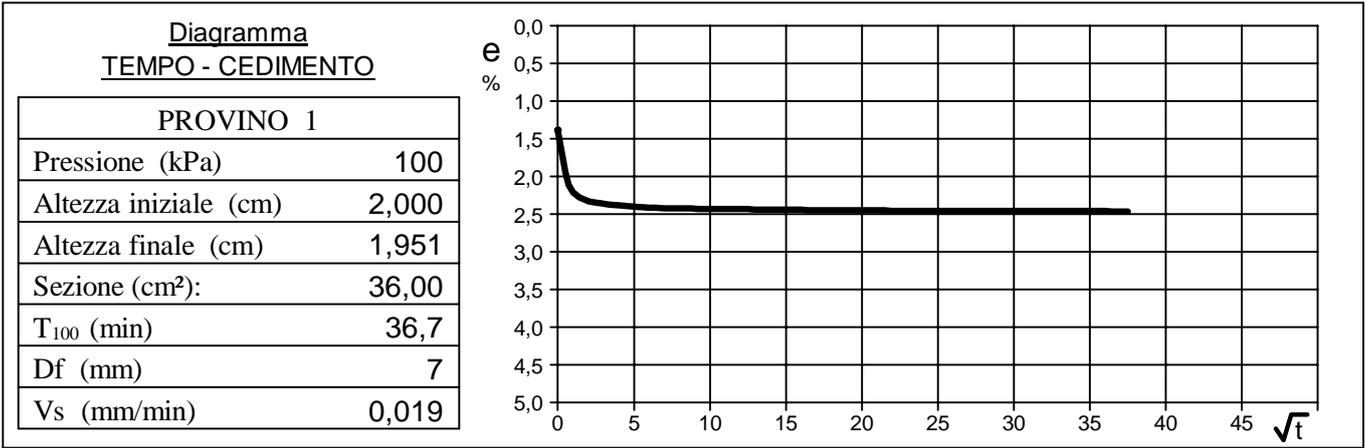
Limo con argilla debolmente sabbioso, di colore marrone - avana

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01229	Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE: 17/04/23	Inizio analisi: 05/04/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44T-23 del 24.03.23		Apertura campione: 24.03.23	Fine analisi: 07/04/23

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI			
RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 4.50 - 5.00	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080



$V_s = \text{Velocità stimata di prova}$
 $D_f = \text{Deformazione a rottura stimata}$
 $t_f = 10 \times T_{100}$
 $V_s = D_f / t_f$

COMMITTENTE:	DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI		
RIFERIMENTO:	Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera		
SONDAGGIO:	2	CAMPIONE:	2
		PROFONDITA':	m 11.50 - 12.00

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	20,4	%
Peso di volume	19,5	kN/m ³
Peso di volume secco	16,2	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,1	kN/m ³
Peso specifico	26,8	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,652	
Porosità	39,5	%
Grado di saturazione	85,2	%
Limite di liquidità	41,6	%
Limite di plasticità	26,9	%
Indice di plasticità	14,7	%
Indice di consistenza	1,44	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00	A7-6	I.G. = 10

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	4,9	%
Limo	46,3	%
Argilla	48,8	%
D 10		mm
D 50	0,005379	mm
D 60	0,009265	mm
D 90	0,048452	mm
Passante set. 10	100,0	%
Passante set. 42	99,5	%
Passante set. 200	95,1	%

COMPRESSIONE

S	kPa
C_u	kPa
S_{Rim}	kPa
C_{u Rim}	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta		
c'	12,2	kPa
f'	23,8	°
c'_{Res}		kPa
f'_{Res}		°

PERMEABILITA'

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

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C _d	kPa	f _d	°
C.U.	C' _{cu}	kPa	f' _{cu}	°
	C _{cu}	kPa	f _{cu}	°
U.U.	C _u	kPa	f _u	°

PROVA EDOMETRICA

S kPa	E kPa	C _v cm ² /sec	k cm/sec

FOTOGRAFIA

OSSERVAZIONI

Argilla con limo di colore grigio

Tipo di campione: Cilindrico Qualità del campione: Q 5

Posizione delle prove CF GR TD	cm	R _p kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	Argilla con limo di colore grigio

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI

RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera

SONDAGGIO: 2

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 11.50 - 12.00

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

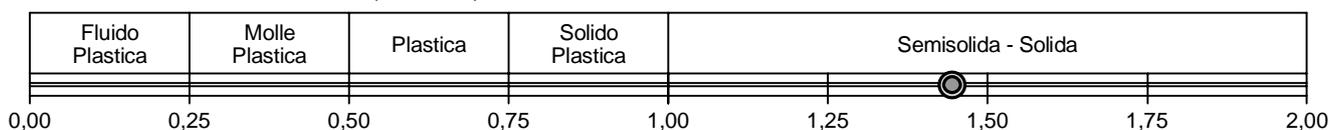
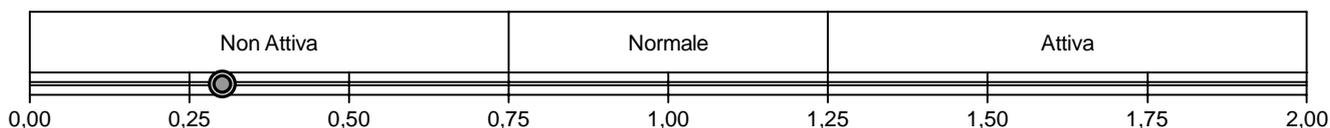
Classifica A.G.I.

Argilla con limo

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

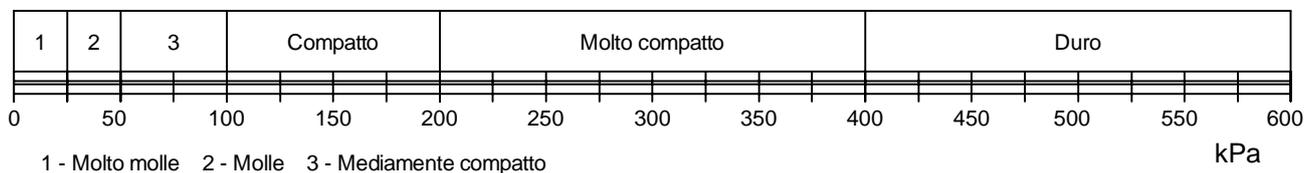
Abaco di plasticità di Casagrande

MI o OI - Limi inorganici o argille e limi organici a media compressibilità

 $I.C. = \text{Indice di consistenza} = (LL - W_n) / IP = 1,44$

 $A = \text{Attività (Skempton)} = IP / CF \text{ (clay fraction)} = 0,30$


CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

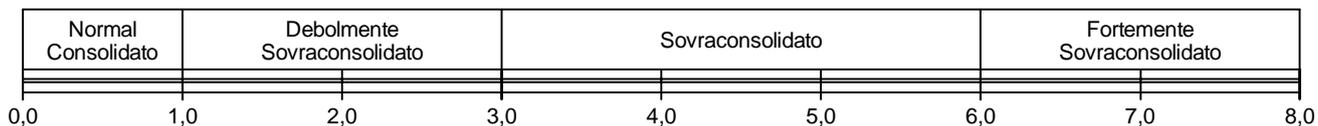
Coesione non drenata = 0 kPa



CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 0,0kPa

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

 $O.C.R. \text{ (Over Consolidation Ratio)} = 0,00$


Argilla con limo di colore grigio

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01230	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/04/23	Inizio analisi: 28/03/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44T-23 del 24.03.23		Apertura campione: 24.03.23	Fine analisi: 29/03/23

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI			
RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	11.50 - 12.00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale = 20,4 %

Struttura del materiale:

- Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Argilla con limo di colore grigio

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01232	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/04/23	Inizio analisi: 03/04/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44T-23 del 24.03.23		Apertura campione: 24.03.23	Fine analisi: 04/04/23

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI		
RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 11.50 - 12.00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

G_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,8 kN/m³

G_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,8 kN/m³

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20,0 °C

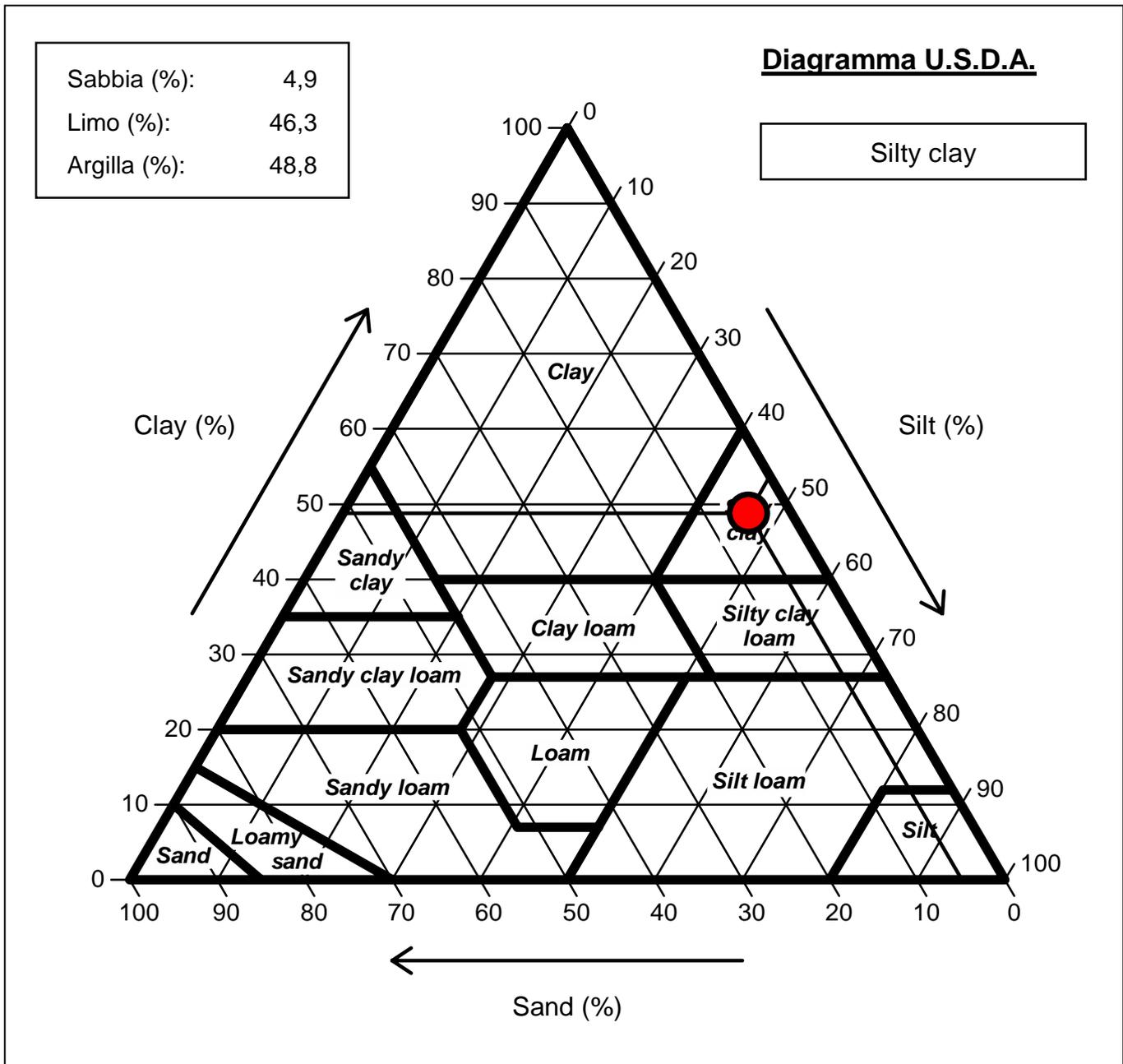
Argilla con limo di colore grigio

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01234	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 17/04/23	Inizio analisi: 07/04/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44T-23 del 24.03.23		Apertura campione: 24.03.23	Fine analisi: 08/04/23

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI			
RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	11.50 - 12.00

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D422



Argilla con limo di colore grigio

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01235	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 17/04/23	Inizio analisi: 05/04/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44T-23 del 24.03.23		Apertura campione: 24.03.23	Fine analisi: 07/04/23

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI

RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera

SONDAGGIO: 2

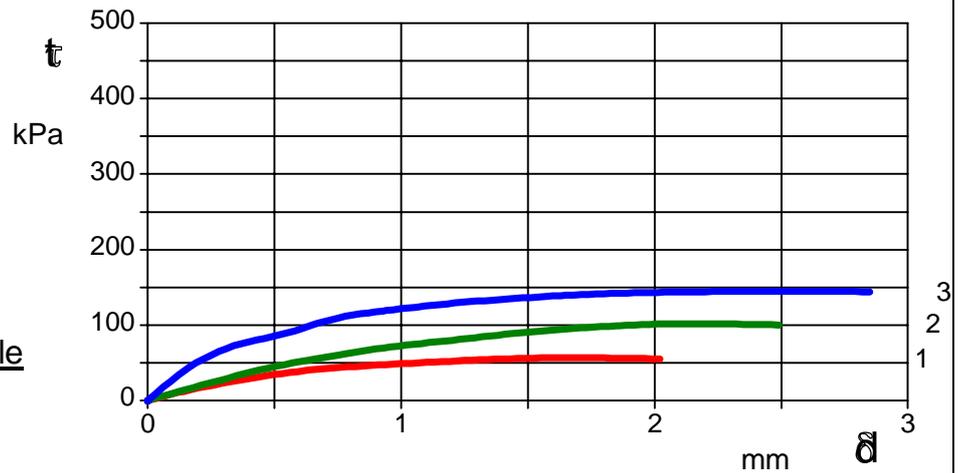
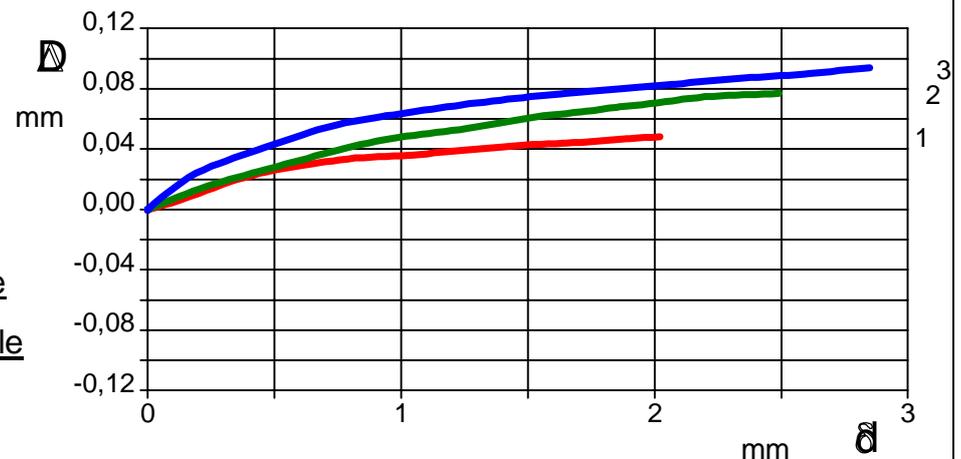
CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 11.50 - 12.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	20,0 20,6	20,6 21,3	21,4 22,1
Peso di volume (kN/m³):	19,5	19,5	19,5
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0,002 mm / min		

DIAGRAMMA**Tensione****Deformazione orizzontale****DIAGRAMMA****Deformazione verticale****Deformazione orizzontale**

Argilla con limo di colore grigio

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01235	Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE: 17/04/23	Inizio analisi: 05/04/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44T-23 del 24.03.23		Apertura campione: 24.03.23	Fine analisi: 07/04/23

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI			
RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 11.50 - 12.00	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,946
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	37,5
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,019

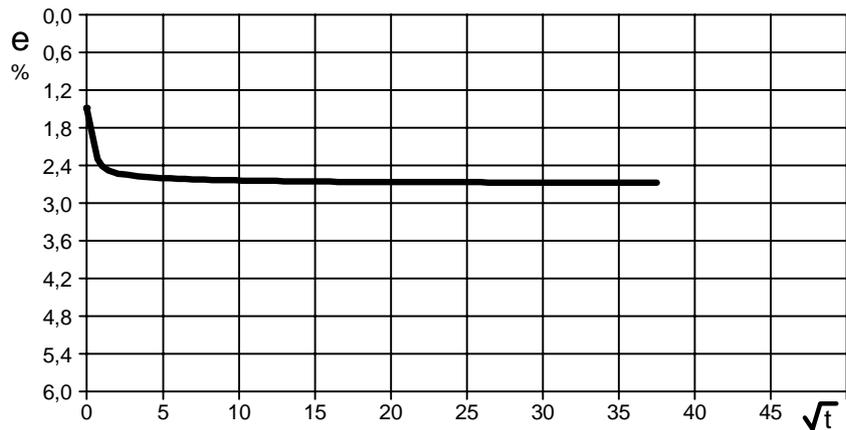


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,916
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	35,1
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,020

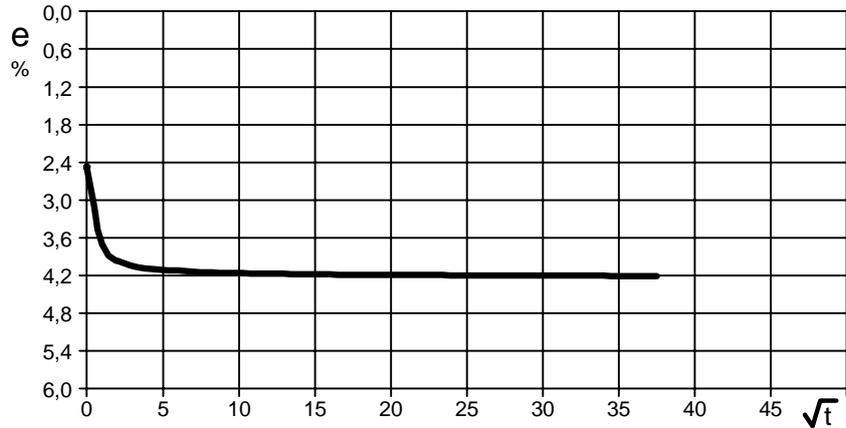
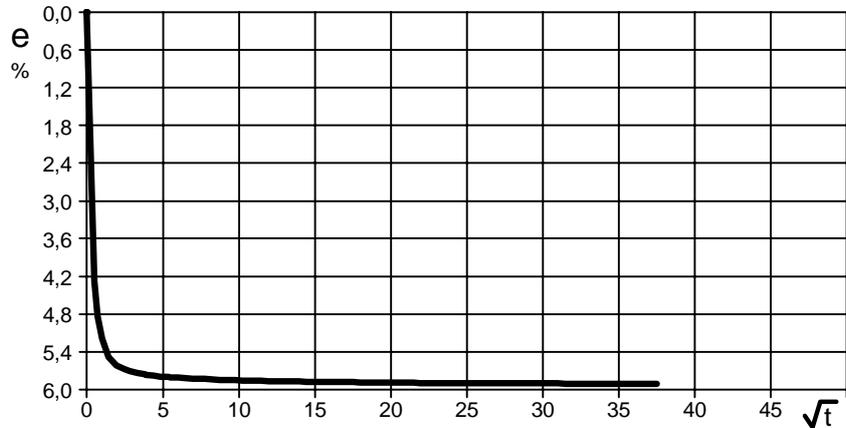


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,882
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	33,9
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,021



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata $tf = 10 \times T_{100}$ Vs = Df / tf

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI		
RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera		
SONDAGGIO: 3	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 6.50 - 7.00

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	20,4	%
Peso di volume	20,0	kN/m ³
Peso di volume secco	16,7	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,3	kN/m ³
Peso specifico	26,6	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,600	
Porosità	37,5	%
Grado di saturazione	92,3	%
Limite di liquidità	35,7	%
Limite di plasticità	23,2	%
Indice di plasticità	12,5	%
Indice di consistenza	1,23	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00	A6	I.G. = 9

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0,6	%
Sabbia	16,7	%
Limo	46,1	%
Argilla	36,6	%
D 10		mm
D 50	0,012148	mm
D 60	0,022238	mm
D 90	0,117918	mm
Passante set. 10	98,3	%
Passante set. 42	97,7	%
Passante set. 200	82,7	%

COMPRESSIONE

S	kPa
C_u	kPa
S_{Rim}	kPa
C_{u Rim}	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta		
c'	11,6	kPa
f'	22,5	°
c'_{Res}		kPa
f'_{Res}		°

PERMEABILITA'

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

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C _d	kPa	f _d	°
C.U.	C' _{cu}	kPa	f' _{cu}	°
	C _{cu}	kPa	f _{cu}	°
U.U.	C _u	kPa	f _u	°

PROVA EDOMETRICA

S kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec

FOTOGRAFIA



OSSERVAZIONI

Limo con argilla, sabbioso, di colore marrone - chiaro
Tipo di campione: Cilindrico Qualità del campione: Q 5

Posizione delle prove CF GR TD	cm	R _p kPa	V _T kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				Limo con argilla, sabbioso, di colore marrone - chiaro
	10				
	20				
	30				
	40				
	50			50	

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI

RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera

SONDAGGIO: 3

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 6.50 - 7.00

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.

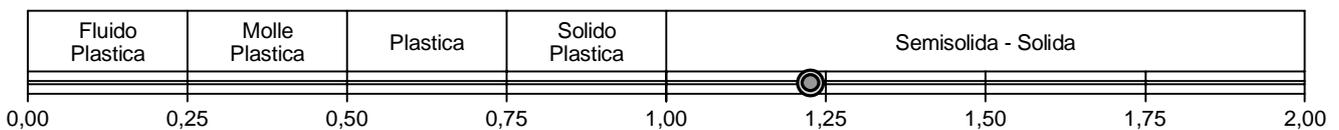
Limo con argilla sabbioso

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

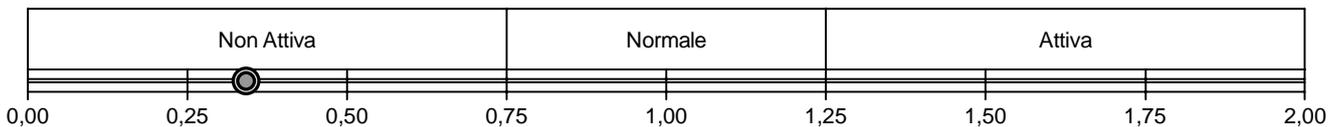
Abaco di plasticità di Casagrande

CI - Argille inorganiche a media compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 1,23$

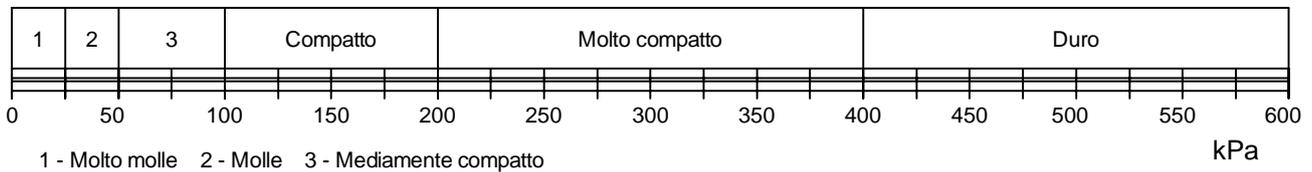


A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0,34



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata = 0 kPa



CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 0,0kPa

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

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



Limo con argilla, sabbioso, di colore marrone - chiaro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01237	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/04/23	Inizio analisi: 28/03/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44T-23 del 24.03.23		Apertura campione: 24.03.23	Fine analisi: 28/03/23

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI		
RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera		
SONDAGGIO: 3	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 6.50 - 7.00

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 20,0 kN/m³

Limo con argilla, sabbioso, di colore marrone - chiaro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01238	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/04/23	Inizio analisi: 03/04/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44T-23 del 24.03.23		Apertura campione: 24.03.23	Fine analisi: 04/04/23

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI		
RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera		
SONDAGGIO: 3	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 6.50 - 7.00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

G_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,6 kN/m³

G_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,6 kN/m³

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20,0 °C

Limo con argilla, sabbioso, di colore marrone - chiaro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01239 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44T-23 del 24.03.23

DATA DI EMISSIONE: 17/04/23

Inizio analisi: 07/04/23

Apertura campione: 24.03.23

Fine analisi: 08/04/23

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI

RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera

SONDAGGIO: 3

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 6.50 - 7.00

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

 Limite di liquidità **35,7 %**

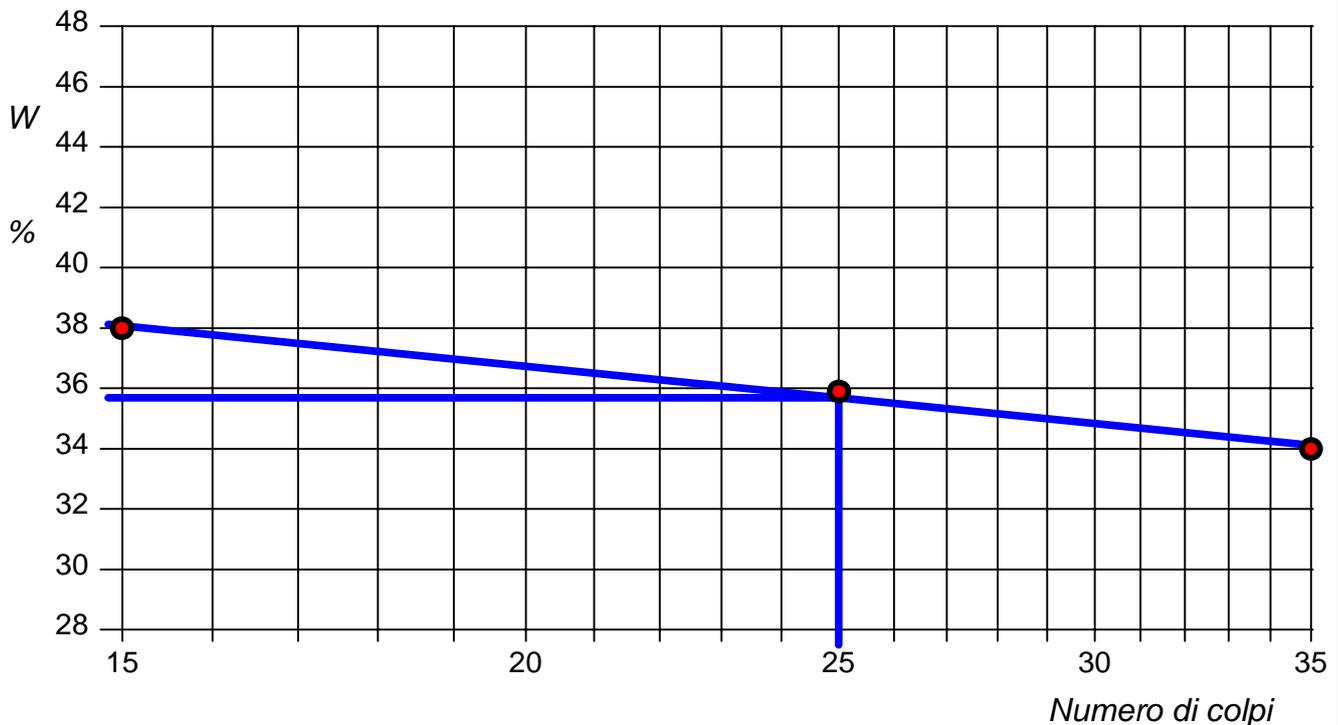
 Limite di plasticità **23,2 %**

 Indice di plasticità **12,5 %**

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

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	15	25	35		Umidità (%)	22,8	23,5
Umidità (%)	38,0	35,9	34,0		Umidità media	23,2	

Determinazione del Limite di liquidità



Limo con argilla, sabbioso, di colore marrone - chiaro

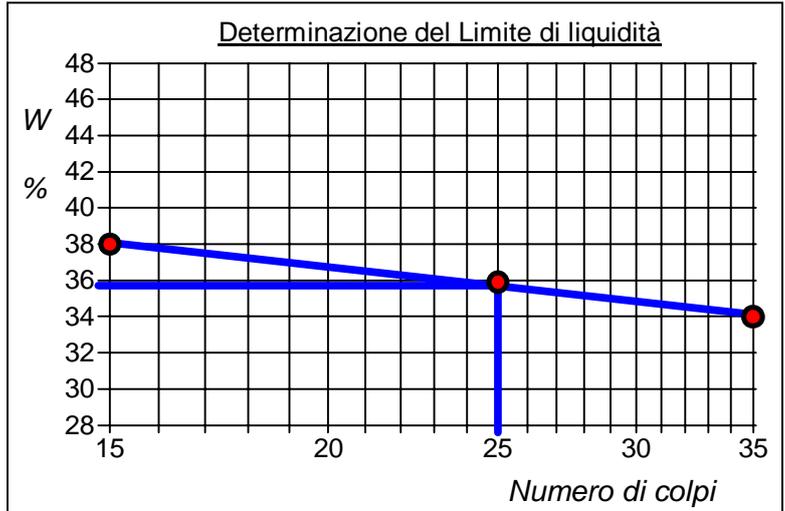
CERTIFICATO DI PROVA N°: 01239	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 17/04/23	Inizio analisi: 07/04/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44T-23 del 24.03.23		Apertura campione: 24.03.23	Fine analisi: 08/04/23

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI			
RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera			
SONDAGGIO: 3	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 6.50 - 7.00	

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

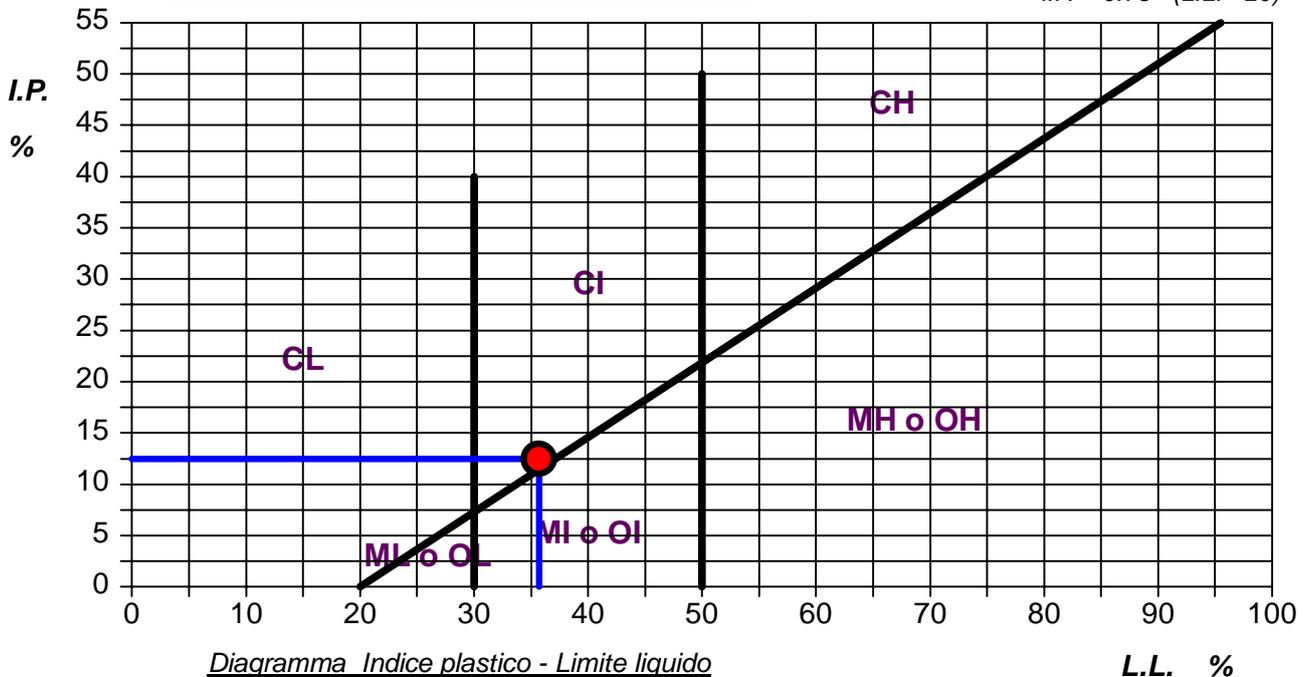
Limite di liquidità	35,7	%
Limite di plasticità	23,2	%
Indice di plasticità	12,5	%
Indice di consistenza	1,23	
Passante al set. n° 40	SI	



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

ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

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



Limo con argilla, sabbioso, di colore marrone - chiaro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01240 Pagina 1/1

DATA DI EMISSIONE: 17/04/23

Inizio analisi: 07/04/23

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44T-23 del 24.03.23

Apertura campione: 24.03.23

Fine analisi: 08/04/23

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI

RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera

SONDAGGIO: 3

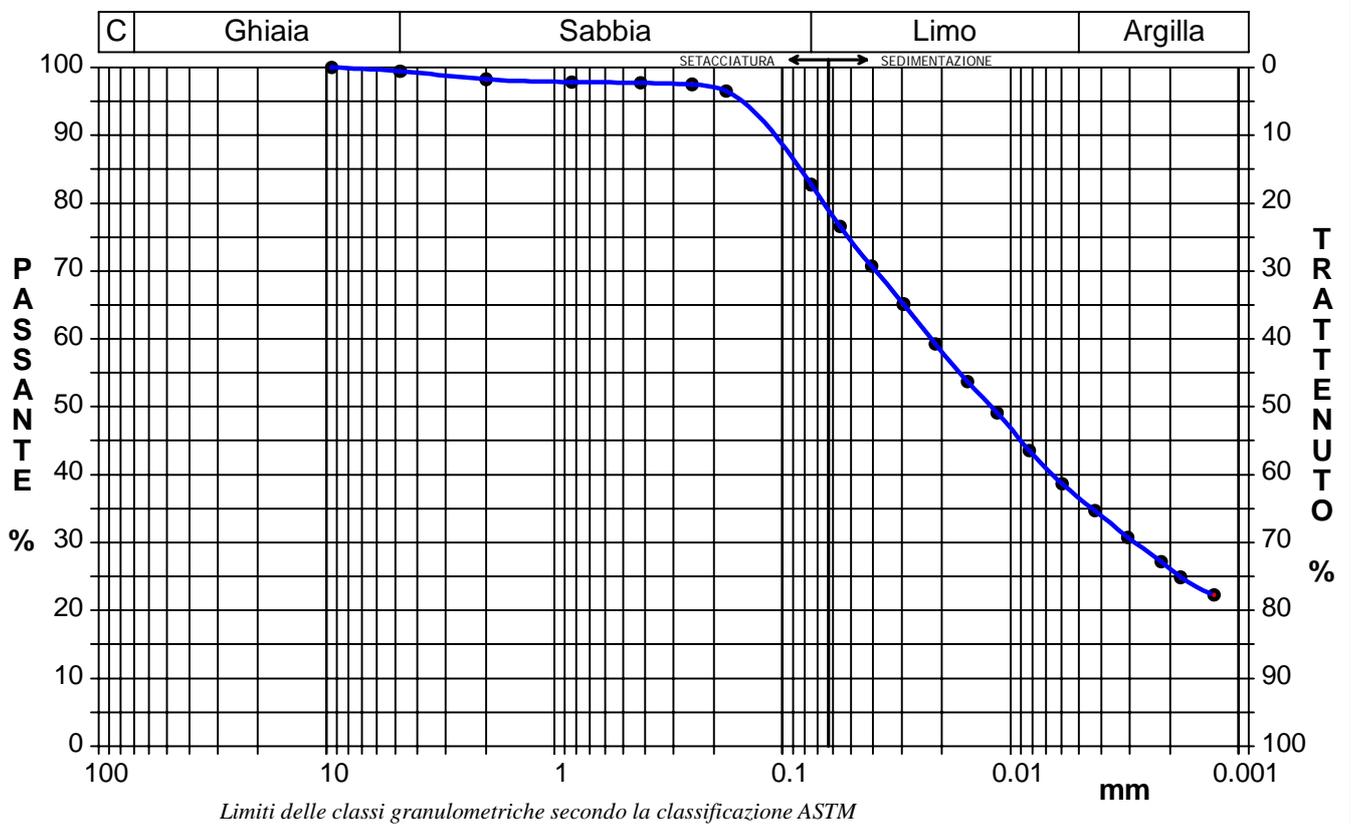
CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 6.50 - 7.00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D422

Ghiaia	0,6 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	98,3 %	D10	---	mm
Sabbia	16,7 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	97,7 %	D30	0,00284	mm
Limo	46,1 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	82,7 %	D50	0,01215	mm
Argilla	36,6 %			D60	0,02224	mm
Coefficiente di uniformità		---		Coefficiente di curvatura		---
				D90	0,11792	mm



Diametro mm	Passante %								
9,5000	100,00	0,2500	97,49	0,0295	65,14	0,0059	38,63	0,0013	22,26
4,7500	99,44	0,1770	96,52	0,0213	59,25	0,0043	34,70		
2,0000	98,26	0,0750	82,74	0,0154	53,68	0,0031	30,77		
0,8410	97,85	0,0560	76,60	0,0115	49,10	0,0022	27,17		
0,4200	97,71	0,0407	70,71	0,0083	43,54	0,0018	24,88		

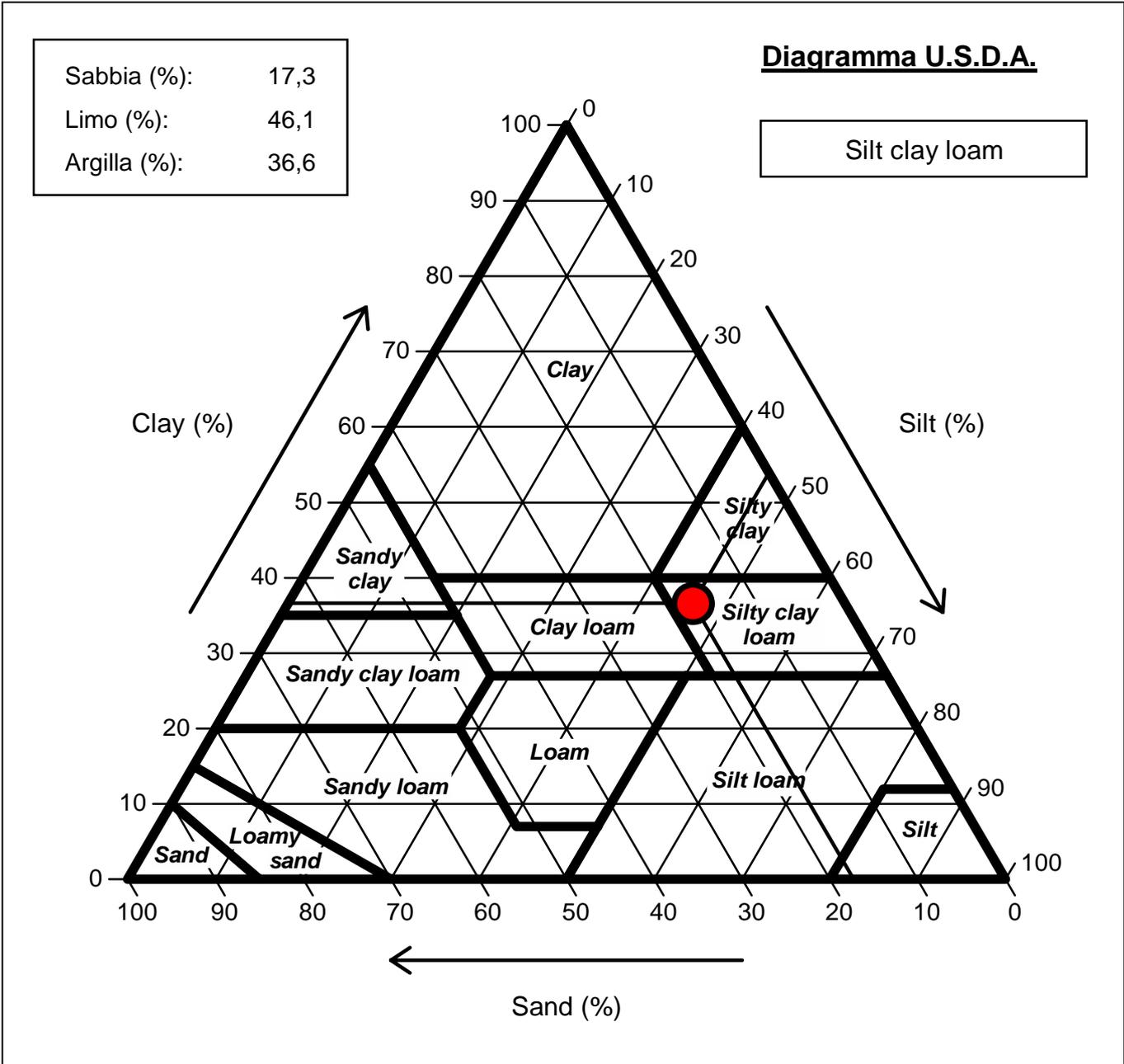
Limo con argilla, sabbioso, di colore marrone - chiaro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01240	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 17/04/23	Inizio analisi: 07/04/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44T-23 del 24.03.23		Apertura campione: 24.03.23	Fine analisi: 08/04/23

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI			
RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera			
SONDAGGIO: 3	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	6.50 - 7.00

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D422



Limo con argilla, sabbioso, di colore marrone - chiaro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01241 Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44T-23 del 24.03.23

DATA DI EMISSIONE: 17/04/23

Inizio analisi: 05/04/23

Apertura campione: 24.03.23

Fine analisi: 07/04/23

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI

RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera

SONDAGGIO: 3

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 6.50 - 7.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

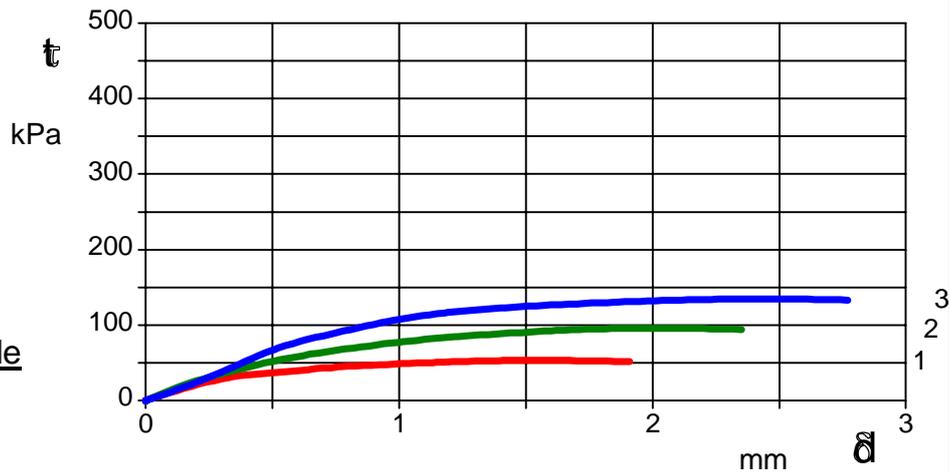
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	20,7 21,2	20,2 20,7	20,6 21,1
Peso di volume (kN/m³):	20,0	20,0	20,0
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0,002 mm / min	

DIAGRAMMA

Tensione

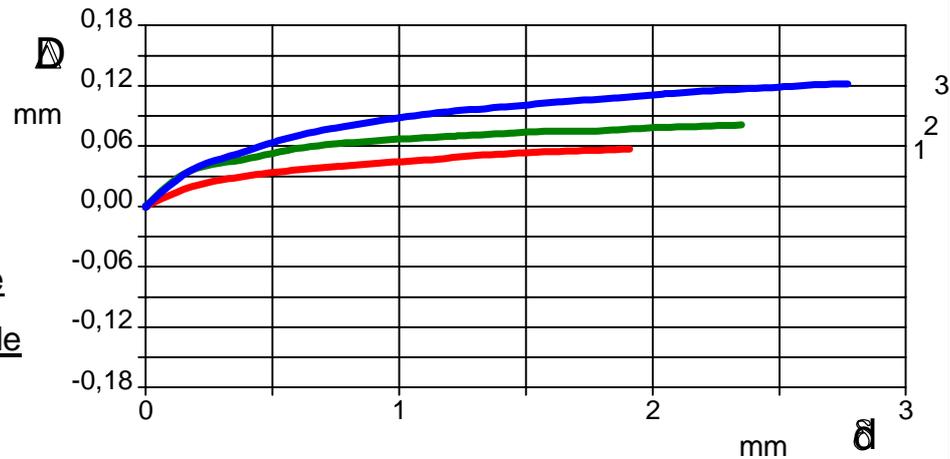
Deformazione orizzontale



DIAGRAMMA

Deformazione verticale

Deformazione orizzontale



Limo con argilla, sabbioso, di colore marrone - chiaro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01241	Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE: 17/04/23	Inizio analisi: 05/04/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 44T-23 del 24.03.23		Apertura campione: 24.03.23	Fine analisi: 07/04/23

COMMITTENTE: DR. GEOL. MASSIMILIANO COLUCCI			
RIFERIMENTO: Realizzazione Parco Eolico in Loc. Serra Brizzolina nel Comune di Matera			
SONDAGGIO: 3	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 6.50 - 7.00	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,948
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	36,4
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,019

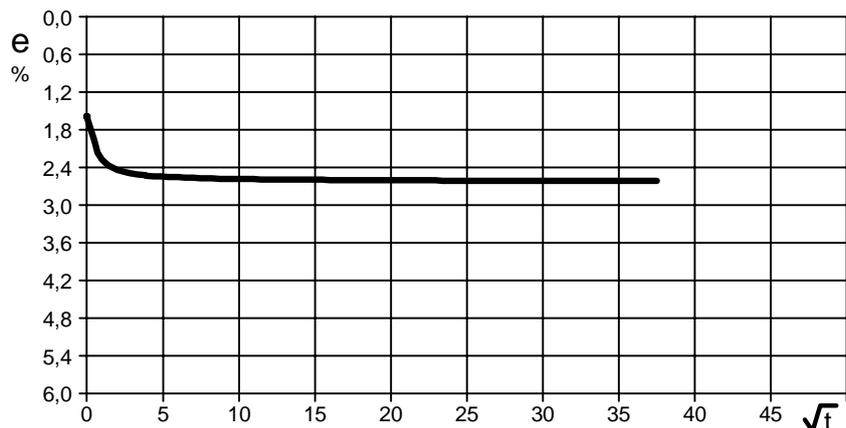


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,919
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	34,6
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,020

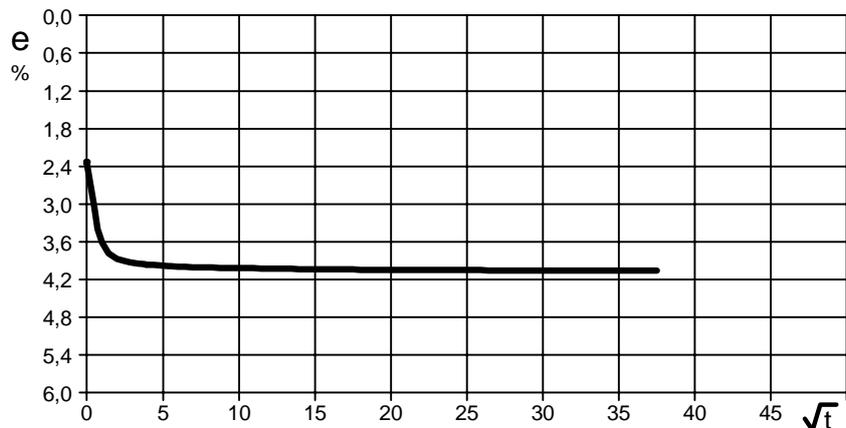
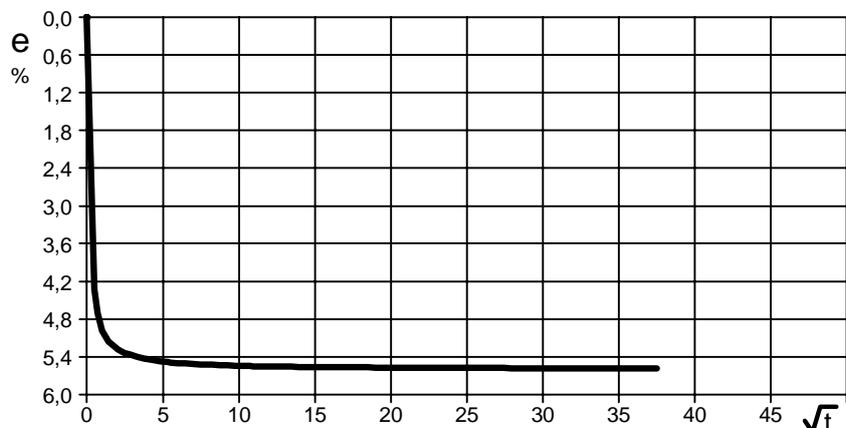


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,888
Sezione (cm ²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	34,9
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,020



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata $tf = 10 \times T_{100}$ Vs = Df / tf

