

Data:					
Rev.	Data:	Descrizione revisione	Eseguito:	Controllato:	Approvato:
A					
B					
C					

Sommario

1. DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO E SISMO – SCAVO PER IL PRELIEVO DEL CAMPIONE – PROVE DPSH.—SISMICHE TIPO RIFRAZIONE E MASW.	2
2. ANALISI DELLE AMPLIFICAZIONI SISMICHE INDAGINI GEOGNOSTICHE PER LA DEFINIZIONE DEL MODELLO SISMICO LOCALE.....	3
3. INDAGINI GEOTECNICHE PER LA DEFINIZION DEL MODELLO GEOTECNICO.....	15
3.1. Prove Penetrometriche	15
3.2. Prove di laboratorio	20

1. DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO E SISMICO – SCAVO PER IL PRELIEVO DEL CAMPIONE – PROVE DPSH .—SISMICHE TIPO RIFRAZIONE E MASW.

Per la caratterizzazione geotecnica sismica e stratigrafica dell'area sono stati reperiti ed eseguite le seguenti prove:

- 1) Scavo per il prelievo di un campione per analisi geotecniche di laboratorio
- 2) Indagini sismiche di tipo Masw e rifrazione
- 3) Indagini penetrometriche

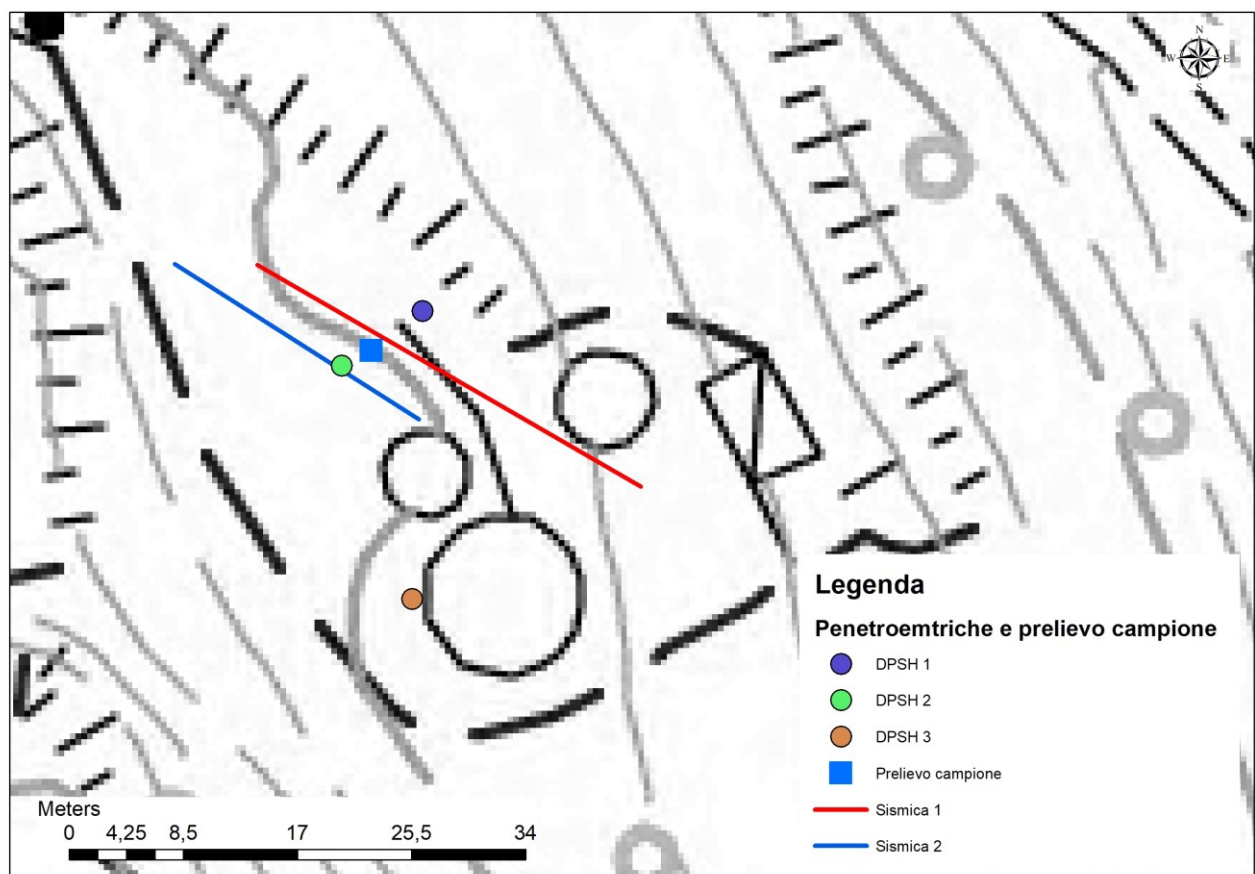


Figura 1 – Ubicazione prove geognostiche su C.T.R.

2. ANALISI DELLE AMPLIFICAZIONI SISMICHE INDAGINI GEOGNOSTICHE PER LA DEFINIZIONE DEL MODELLO SISMICO LOCALE

Il modello sismico è stato definito attraverso l'esecuzione di 2 prova di sismica tipo rifrazione (SIS 1(A-B) - SIS2 (CD)) ed un prova tipo masw (SUL TRACCIATO SIS 1).

Caratteristiche della strumentazione utilizzata



Per l'esecuzione dell'indagine sismica a rifrazione e tip Masw è stato impiegato il seguente sistema di acquisizione: Sismografo Pasi, mod. 16S24 (24 canali) a 24 bit; Cavo sismico 12 tracce 130 m intervallo 10 m attacchi singoli; Mazza di battuta kg 8; Prolunghe e materiale d'uso; Geofoni verticale con frequenza propria di 4.5 Hz; Software Geo&Soft *Intersism*, Software Geopsy. L'energizzazione è stata effettuata con l'utilizzo sia della massa battente, poiché in considerazione della lunghezza dello stendimento. L'elaborazione è stata eseguita utilizzando il software *Intersism* della Geo&Soft che attraverso varie fasi ha portato alla costruzione delle sezioni sismostratigrafiche. Definite le caratteristiche geometriche ed altimetriche delle stese

sono stati individuati sui diagrammi a traccia i primi arrivi, fase iniziale dell'elaborazione, integrando manualmente le elaborazioni eseguite dal software tramite la cross correlation e la wavelet analysis. La seconda fase è consistita nel calcolo delle dromocrone, a tal fine sono stati elaborati i dati dalle energizzazioni effettuate con il minibang e con la mazza battente. Successivamente alla determinazione delle velocità ed alla costruzione delle dromocrone si è passati all'applicazione del Metodo Reciproco Generalizzato per la definizione della geometria dei rifrattori.

Rilevamento ed interpretazione

Ubicazione indagini

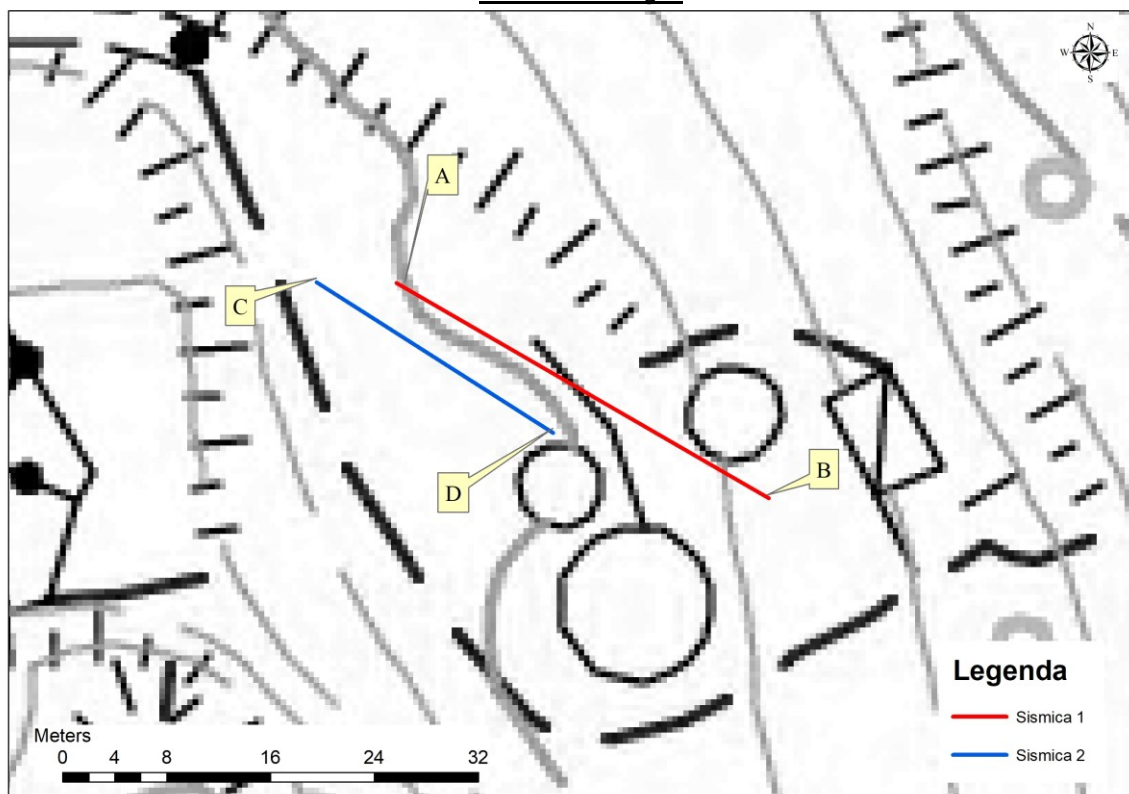


Figura 2. Ubicazione indagini – la stesa MASW è stata eseguita sullo stendimento AB (SIS 1).

Modello sismico tipo rifrazione

Easy Refract

Le indagini di sismica a rifrazione consentono di interpretare la stratigrafia del sottosuolo attraverso il principio fisico del fenomeno della rifrazione totale di un'onda sismica che incide su una discontinuità, individuata fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse (orizzonte rifrattorio). La condizione fondamentale per eseguire studi di sismica a rifrazione è quella per cui la successione di strati da investigare sia caratterizzata da velocità sismiche crescenti all'aumentare della profondità. In questo modo si possono valutare fino a 4 o 5 orizzonti rifrattori differenti.

Le prove si basano sulla misura dei tempi di percorso delle onde elastiche per le quali, ipotizzando le superfici di discontinuità estese rispetto alla lunghezza d'onda o, comunque, con deboli curvature, i fronti d'onda sono rappresentati mediante i relativi raggi sismici.

L'analisi si avvale, poi, del principio di Fermat e della legge di Snell.

Il principio di Fermat stabilisce che il raggio sismico percorre la distanza tra sorgente e rilevatore seguendo il percorso per cui il tempo di tragitto è minimo. Per tale principio, dato un piano che separa due mezzi con caratteristiche elastiche diverse, il raggio sismico è quello che si estende lungo un piano perpendicolare alla discontinuità contenente sia la sorgente che il ricevitore.

La legge di Snell è una formula che descrive le modalità di rifrazione di un raggio sismico nella transizione tra due mezzi caratterizzati da diversa velocità di propagazione delle onde o, equivalentemente, da diversi indici di rifrazione. L'angolo formato tra la superficie di discontinuità e il raggio sismico è chiamato angolo di incidenza θ_i mentre quello formato tra il raggio rifratto e la superficie normale è detto angolo di rifrazione θ_r . La formulazione matematica è:

$$v_2 \sin \theta_i = v_1 \sin \theta_r$$

Dove v_1 e v_2 sono le velocità dei due mezzi separati dalla superficie di discontinuità.

Per $v_1 > v_2$ si ha che $\theta_i > \theta_r$ e la sismica a rifrazione non è attuabile poiché il raggio rifratto andrebbe ad inclinarsi verso il basso. Per $v_1 < v_2$ si ha che $\theta_i < \theta_r$ ed esiste un angolo limite di incidenza per cui $\theta_r = 90^\circ$ ed il raggio rifratto viaggia parallelamente alla superficie di discontinuità. L'espressione che definisce l'angolo limite è:

$$\theta_i = \arcsin(v_1 / v_2)$$

Il modo più semplice per analizzare i dati di rifrazione è quello di costruire un diagramma tempi-distanze in cui l'origine del sistema di riferimento è posto in corrispondenza della sorgente di generazione delle onde elastiche. In ascissa sono rappresentate le posizioni dei geofoni ed in ordinata i tempi dei primi arrivi. Ai geofoni più vicini alla sorgente giungono per primi gli impulsi che hanno seguito il percorso diretto in un tempo T dato dalla relazione

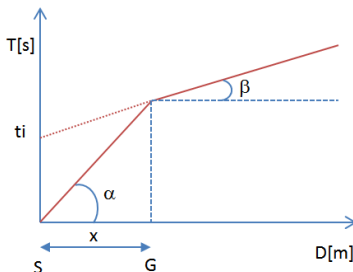
$$T = x_i / V_1$$

dove x_i è la distanza tra il punto di energizzazione e il punto di rilevazione.

L'equazione precedente rappresenta una retta che passa per l'origine degli assi tempi-distanze e il suo coefficiente angolare consente di calcolare la velocità V_1 del primo mezzo come

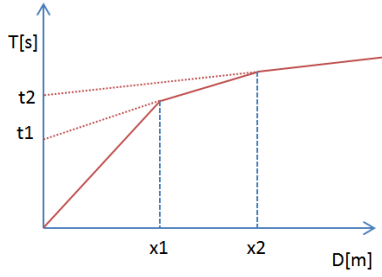
$$V_1 = 1 / \tan \alpha$$

I tempi di arrivo dei raggi rifratti, nel diagramma tempi-distanze, si dispongono secondo una retta che avrà pendenza minore di quella delle onde dirette.



La curva tempi-distanze tende ad avere un andamento regolare secondo una spezzata i cui vertici sono i chiamati *punti di ginocchio* e rappresentano, fisicamente, la condizione in cui si verifica l'arrivo contemporaneo delle onde dirette e rifratte. Per ciascuno di segmenti individuati si determina, dunque, il tempo di ritardo t_i che rappresenta la differenza tra il tempo che il raggio sismico impiega a percorrere un tratto alla velocità propria dello strato in cui si trasmette ed il tempo che impiegherebbe a viaggiare lungo la componente orizzontale di quel tratto alla massima velocità raggiunta in tutto il percorso di rifrazione.

Graficamente il tempo di ritardo è dato dall'intersezione della retta che comprende un segmento della curva tempi-distanze con l'asse dei tempi.

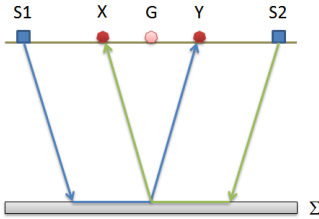


Infine, dalla conoscenza dei tempi t_i è possibile ricavare gli spessori dei rifrattori mediante la relazione:

$$h_{(i-1)} = \frac{V_{(i-1)}V_i}{2\sqrt{V_i^2 - V_{(i-1)}^2}} \left(t_i - \frac{2h_1\sqrt{V_i^2 - V_1^2}}{V_1V_i} - \dots - \frac{2h_{(i-2)}\sqrt{V_i^2 - V_{(i-2)}^2}}{V_1V_{(i-2)}} \right)$$

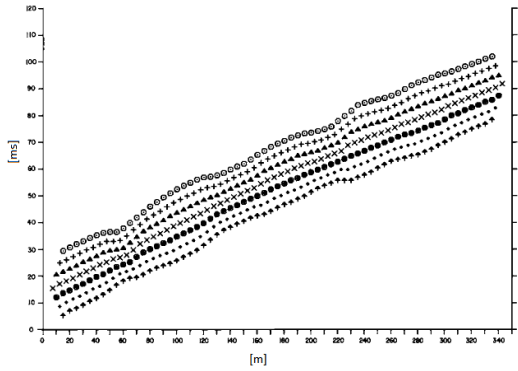
In situazioni morfologiche complesse può essere utilizzato come metodo di elaborazione il Metodo Reciproco Generalizzato (Generalized Reciprocal Method) discusso da Palmer nel 1980.

Il metodo è basato sulla ricerca di una distanza intergeofonica virtuale XY tale che i raggi sismici che partono da punti di energizzazione simmetrici rispetto allo stendimento, arrivino al geofono posto in posizione X e a quello posto in posizione Y provenendo da un medesimo punto del rifrattore.



Il primo passo operativo è quello di costruire un diagramma tempi-distanze individuando nei sismogrammi ottenuti dai dati di campagna i primi arrivi delle onde sismiche. Per determinare la distanza XY ottimale è necessario considerare più punti di energizzazione tanto agli estremi quanto all'interno dello stendimento. Ciò permette di individuare con maggiore accuratezza i tempi relativi ad un medesimo rifrattore utili a caratterizzare le dromocrone, fondamentali all'interpretazione. Nelle interpretazioni multistrato, la generazione delle dromocrone può sfruttare tecniche di phantoming per sopperire alla mancanza dei dati per alcuni rifrattori. Dalla costruzione delle dromocrone è possibile determinare **la funzione velocità** secondo l'equazione

$$T_v = \frac{T_{S_1Y} - T_{S_2X} + T_{S_1S_2}}{2}$$



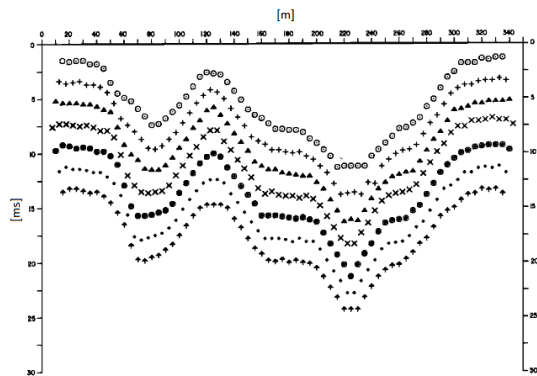
dove TS1Y e TS2X sono i tempi di percorrenza dei raggi sismici per giungere, rispettivamente, dalla sorgente S1 ad X e dalla sorgente S2 ad Y mentre TS1S2 è il tempo di tragitto tra i due punti di scoppio S1 ed S2, esternamente simmetrici rispetto allo stendimento. Tv è il tempo calcolato su un geofono G posto tra X ed Y, non necessariamente coincidente con la posizione di un geofono dello stendimento.

Il calcolo della funzione Tv viene eseguito per ogni valore di XY compreso tra zero e metà dello stendimento con variazione pari alla distanza reale tra i geofoni dello stendimento. La migliore retta di regressione delle funzioni velocità ottenute, permette di determinare l'XY ottimo e la velocità del rifrattore che è ricavata dal coefficiente angolare.

Per mezzo della **funzione tempo-profondità** è possibile trovare la profondità del rifrattore espressa in unità di tempo. L'espressione di tale funzione è:

$$T_G = \frac{T_{S_1Y} + T_{S_2X} - \left(T_{S_1S_2} + \frac{XY}{V_n} \right)}{2}$$

Dove Vn è la velocità del rifrattore.



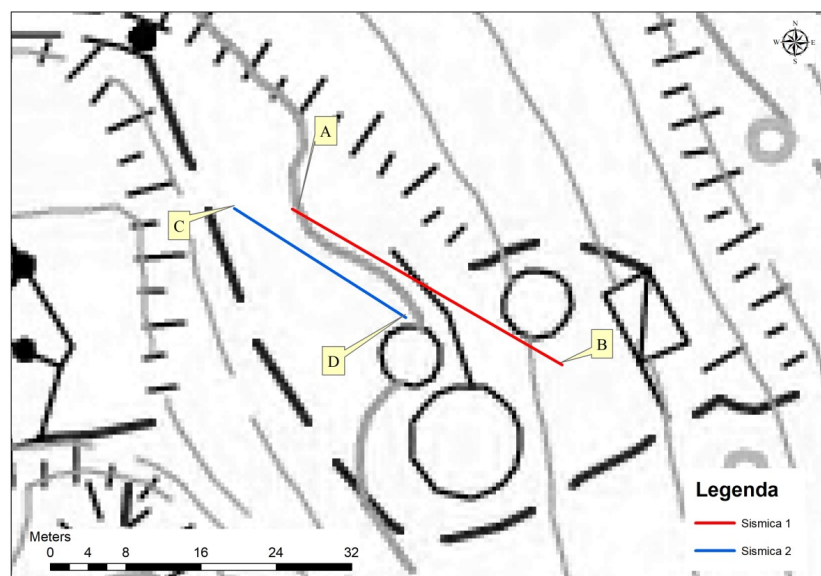
Analogamente a quanto avviene per la funzione velocità si determinano diverse funzioni tempo-profondità per l'insieme dei valori XY di studio. Tra le funzioni trovate, quella che presenta la maggiore articolazione compete al valore di XY ottimo.

Infine, è possibile determinare lo spessore del rifrattore in corrispondenza delle posizioni dei geofoni G mediante la relazione:

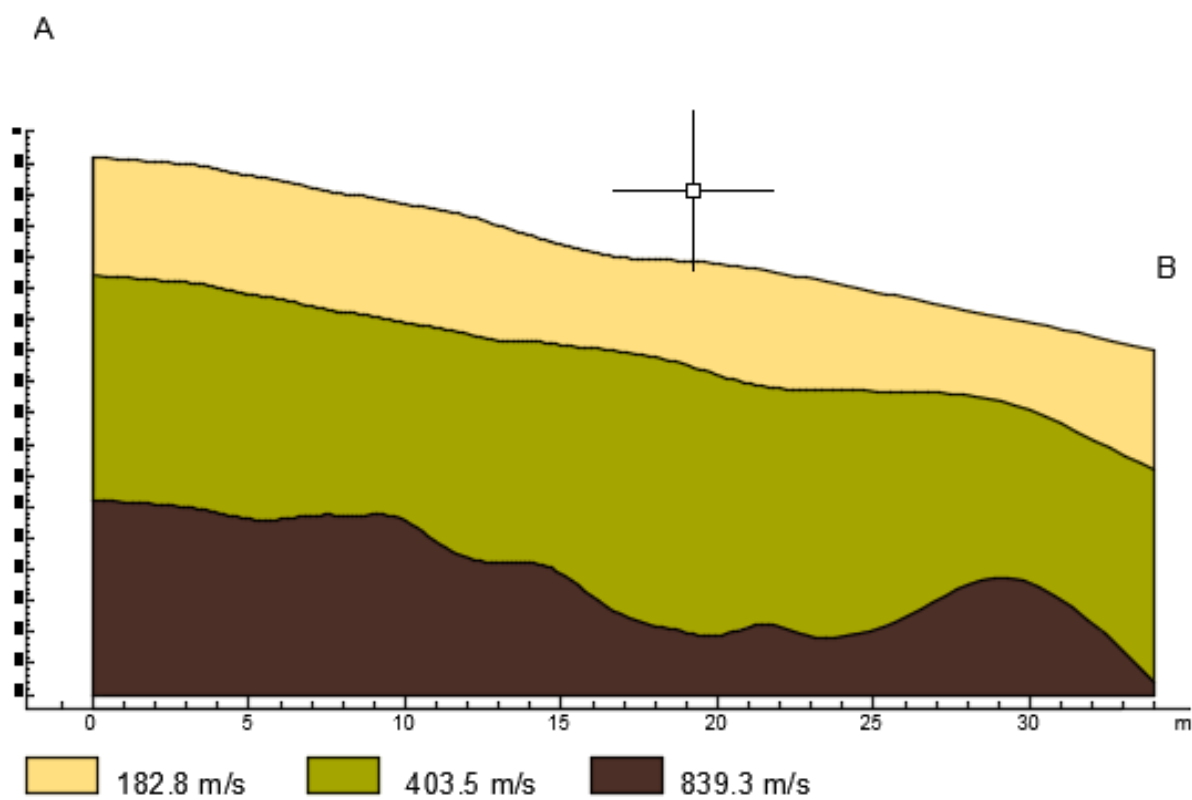
$$h = T_G \sqrt{\frac{V_n XY}{2T_G}}$$

h rappresenta la profondità minima dal geofono G dunque la morfologia del rifrattore è definita dall'involuppo delle semicirconferenze di raggio h.

Uno dei principali vantaggi del G.R.M. è che il fattore di conversione della profondità è relativamente insensibile alle inclinazioni fino a circa 20°



Sezione sismica 1



www.geosoft.com

Figura 3. Sezione sismica tipo rifrazione SIS 1

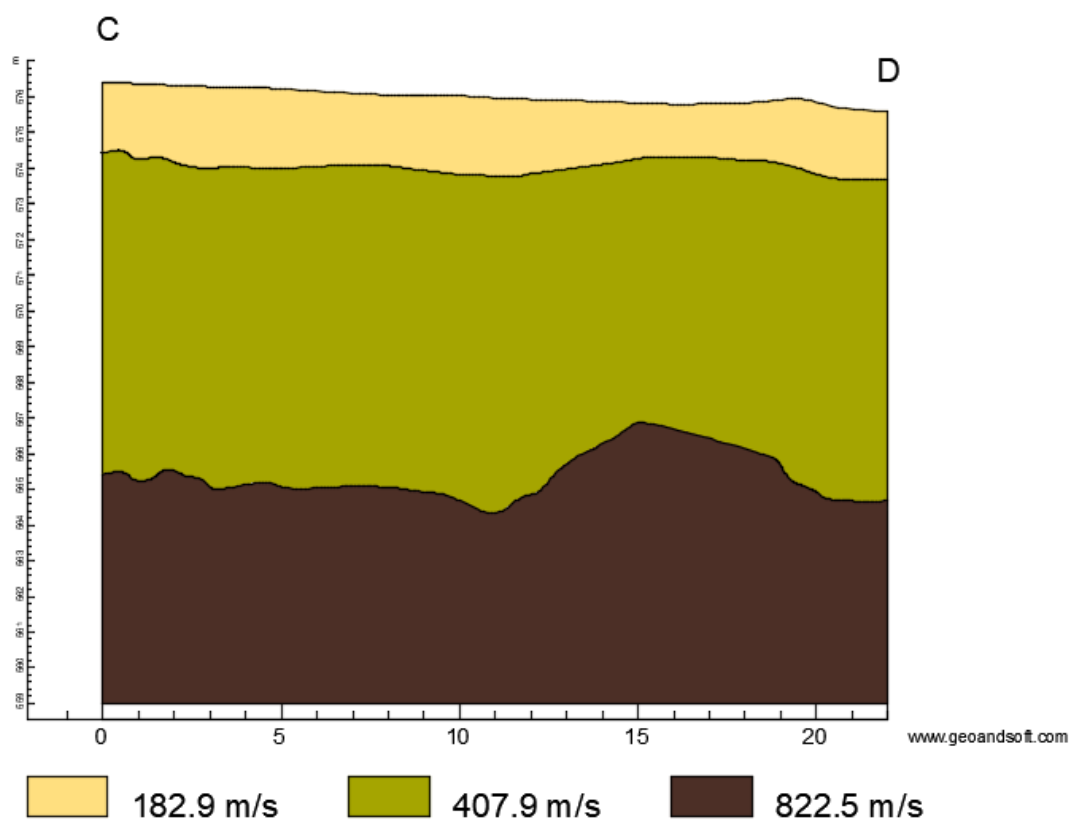


Figura 4. Sezione sismica tipo rifrazione SIS 2

MASW 1

STENDIMENTO MASW 1-

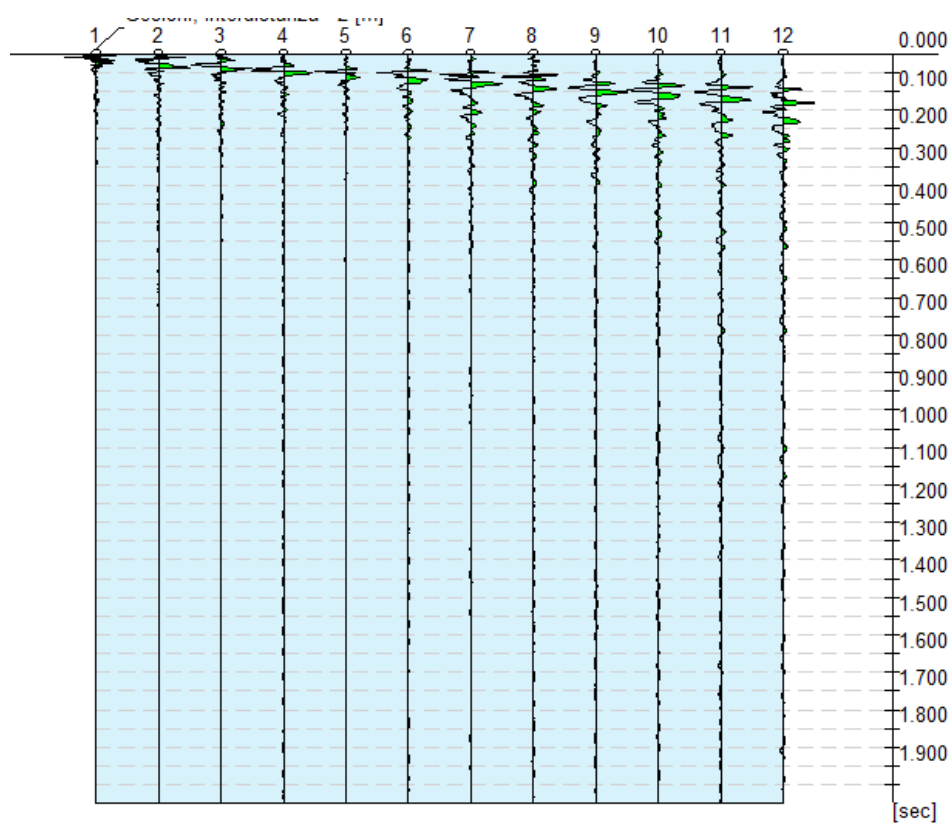
Profili sismico tipo MASW	
Lunghezza	Ml 55+ 10
N° canali di registrazione	12
Distanza intergeofonica	5 ml
Durata acquisizione	1 s
Passo campionamento	0,25 ms

Profilo sismico tipo masw				
Scoppi esterni in andata <i>distanza in metri dal primo geofono</i>	Scoppi esterni in andata <i>distanza in metri dal primo geofono</i>	Scoppio centrale	Scoppi esterni in ritorno <i>distanza in metri dal primo geofono</i>	Scoppi esterni in ritorno <i>distanza in metri dal primo geofono</i>
NO			- 1	- 10

Riepilogo riassuntivo delle caratteristiche degli stendimenti

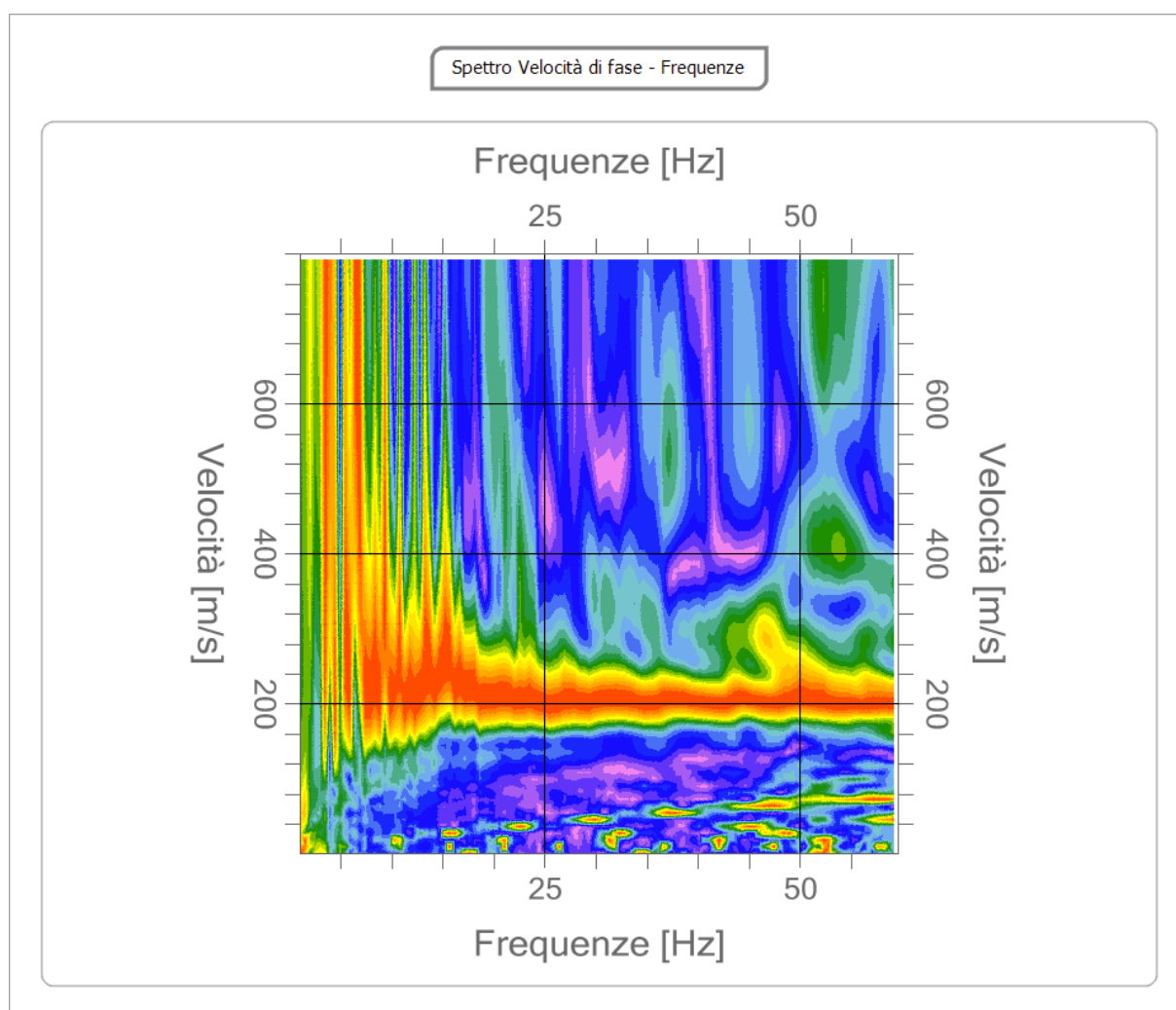
Tracce

N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	5.0
Periodo di campionamento [msec]	1.00



Analisi spettrale

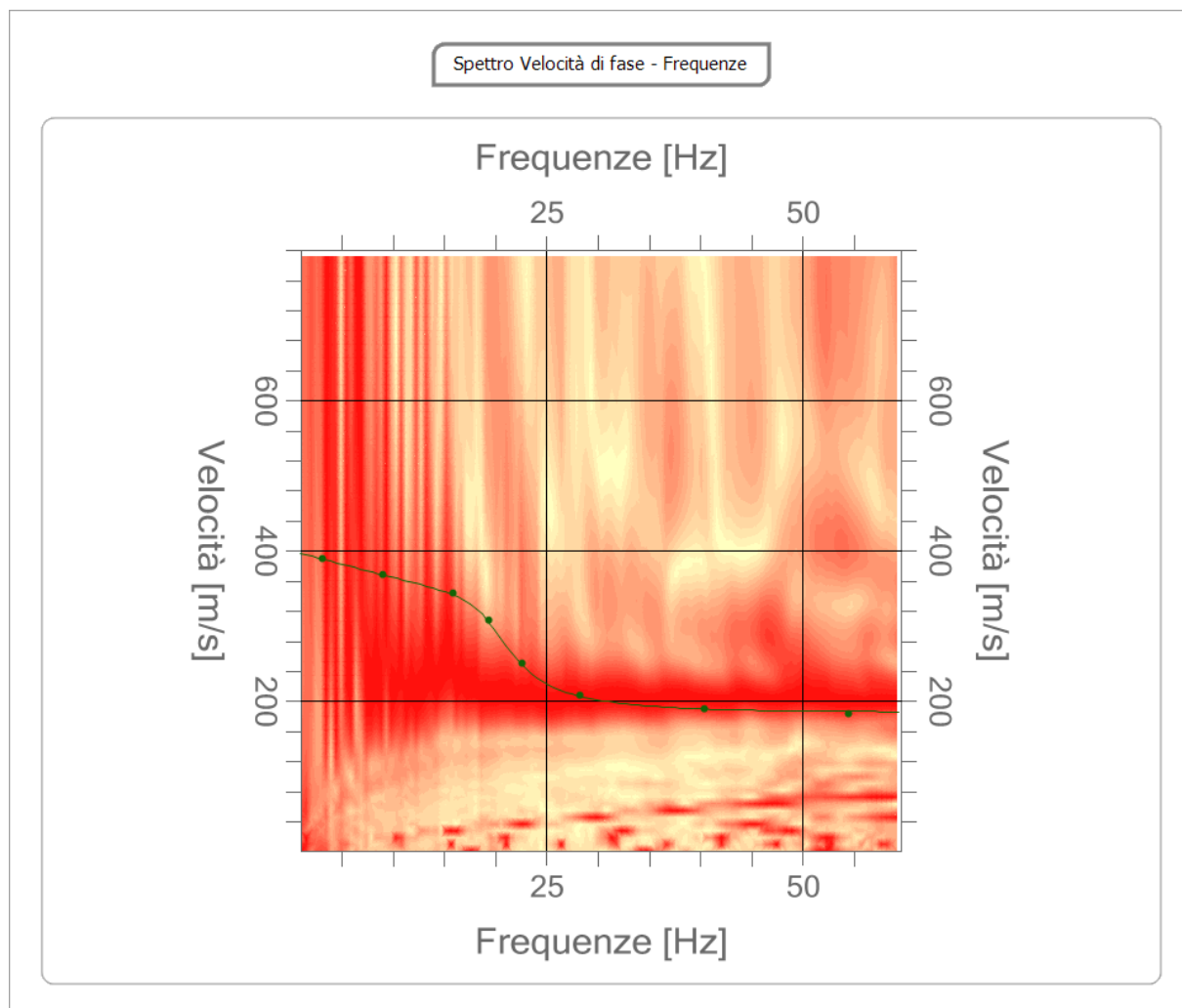
Frequenza minima di
elaborazione [Hz] 1
 Frequenza massima di
elaborazione [Hz] 60
 Velocità minima di
elaborazione [m/sec] 1
 Velocità massima di
elaborazione [m/sec] 800
 Intervallo velocità
[m/sec] 1

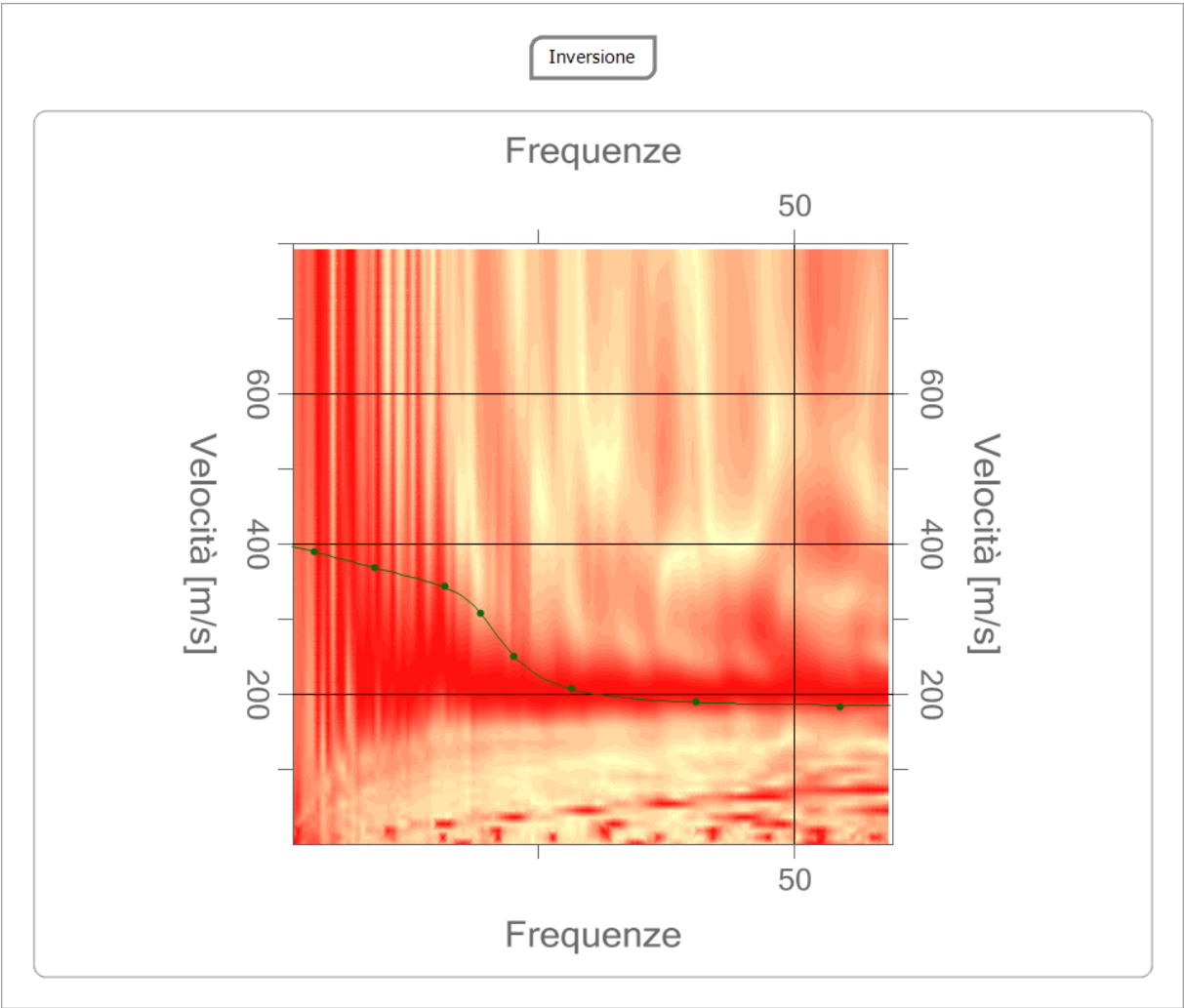


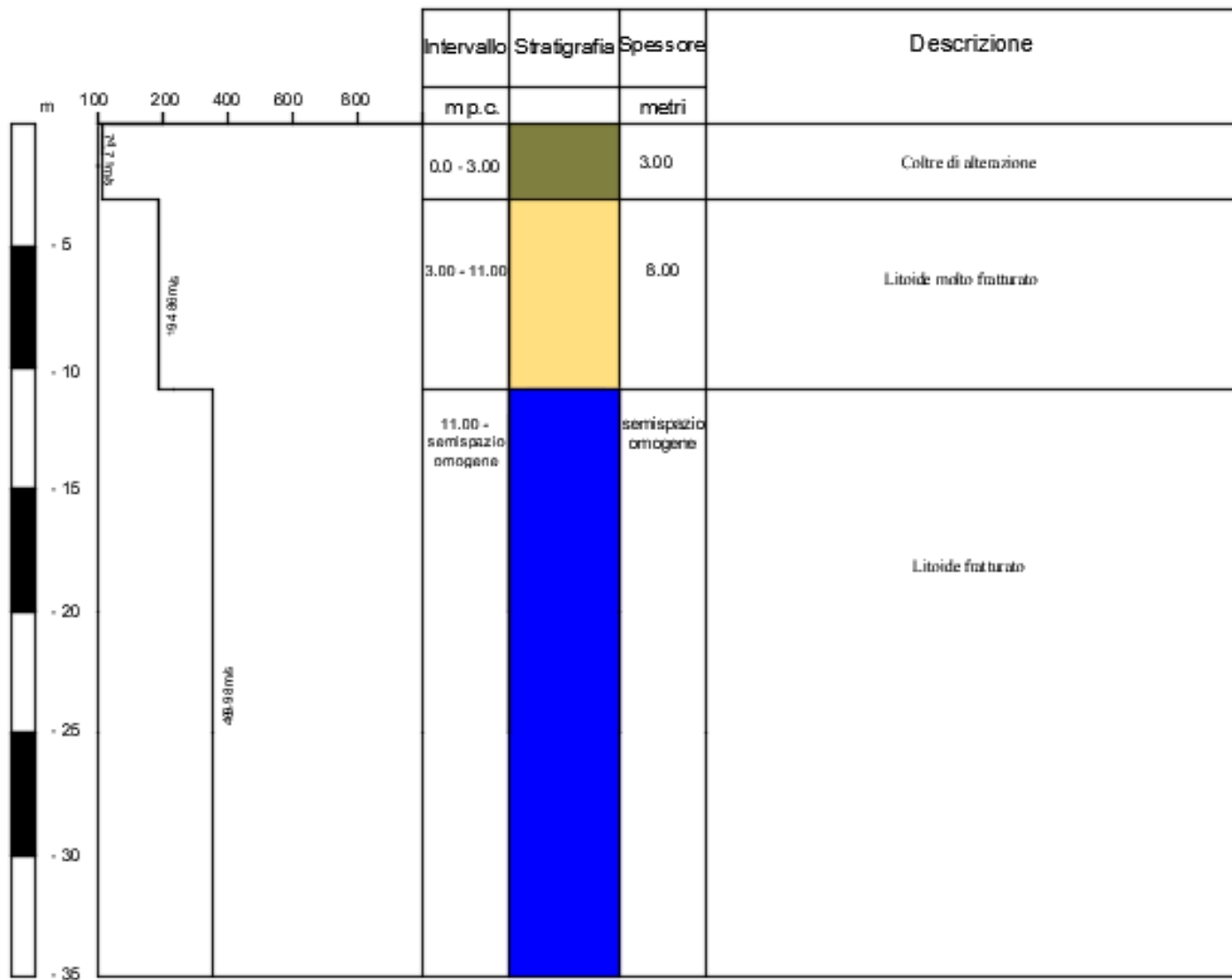
Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	3.1	389.4	0
2	9.0	368.8	0
3	15.8	343.2	0
4	19.4	307.3	0

5	22.6	250.8	0
6	28.3	208.0	0
7	40.4	189.2	0
8	54.4	184.1	0







3. INDAGINI GEOTECNICHE PER LA DEFINIZION DEL MODELLO GEOTECNICO

3.1. Prove Penetrometriche

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE **DPSH**

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-100 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094	
Peso Massa battente	63,5	Kg
Altezza di caduta libera	0,75	m
Peso sistema di battuta	0,63	Kg
Diametro punta conica	51,00	mm
Area di base punta	20,43	cm ²
Lunghezza delle aste	1	m
Peso aste a metro	6,31	Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40	m
Avanzamento punta	0,20	m
Numero colpi per punta	N(20)	
Coeff. Correlazione	1,489	
Rivestimento/fanghi	No	
Angolo di apertura punta	90°	

Figura 3 – Caratteristiche strumentali penetrometro.

Prove **DPSH**

Documentazione fotografica



Prova DPSH n. 1



Prova DPSH n. 2



Prova DPSH n. 3

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-100 PAGANI
 Prova eseguita in data 09/03/2018
 Profondità prova 4,00 mt
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	6	0,855	53,88	63,04	2,69	3,15
0,40	5	0,851	44,70	52,54	2,23	2,63
0,60	3	0,847	24,50	28,93	1,23	1,45
0,80	2	0,843	16,27	19,29	0,81	0,96
1,00	3	0,840	24,29	28,93	1,21	1,45
1,20	2	0,836	16,13	19,29	0,81	0,96
1,40	3	0,833	24,10	28,93	1,20	1,45
1,60	2	0,830	14,78	17,82	0,74	0,89
1,80	2	0,826	14,73	17,82	0,74	0,89
2,00	2	0,823	14,67	17,82	0,73	0,89
2,20	2	0,820	14,62	17,82	0,73	0,89
2,40	2	0,817	14,56	17,82	0,73	0,89
2,60	2	0,814	13,49	16,56	0,67	0,83
2,80	4	0,811	26,88	33,13	1,34	1,66
3,00	5	0,809	33,49	41,41	1,67	2,07
3,20	4	0,806	26,70	33,13	1,34	1,66
3,40	4	0,803	26,61	33,13	1,33	1,66
3,60	6	0,801	37,17	46,41	1,86	2,32
3,80	6	0,798	37,06	46,41	1,85	2,32
4,00	100	0,596	461,05	773,55	23,05	38,68

Figura 4 – Andamento del numero di colpi con la profondità.

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-100 PAGANI
 Prova eseguita in data 09/03/2018
 Profondità prova 4,80 mt
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	7	0,855	62,86	73,55	3,14	3,68
0,40	12	0,851	107,27	126,09	5,36	6,30
0,60	14	0,797	107,60	135,01	5,38	6,75
0,80	14	0,793	107,11	135,01	5,36	6,75
1,00	5	0,840	40,49	48,22	2,02	2,41
1,20	5	0,836	40,32	48,22	2,02	2,41
1,40	7	0,833	56,22	67,50	2,81	3,38
1,60	11	0,830	81,31	98,02	4,07	4,90
1,80	6	0,826	44,18	53,47	2,21	2,67
2,00	8	0,823	58,68	71,29	2,93	3,56
2,20	8	0,820	58,46	71,29	2,92	3,56
2,40	23	0,717	146,98	204,95	7,35	10,25
2,60	19	0,764	120,26	157,35	6,01	7,87
2,80	17	0,761	107,20	140,79	5,36	7,04
3,00	15	0,759	94,25	124,23	4,71	6,21
3,20	13	0,756	81,39	107,66	4,07	5,38
3,40	14	0,753	87,35	115,94	4,37	5,80
3,60	15	0,751	87,13	116,03	4,36	5,80
3,80	14	0,748	81,05	108,30	4,05	5,41
4,00	12	0,796	73,89	92,83	3,69	4,64
4,20	16	0,744	92,05	123,77	4,60	6,19
4,40	21	0,691	112,32	162,45	5,62	8,12
4,60	26	0,689	130,05	188,68	6,50	9,43
4,80	100	0,587	426,06	725,69	21,30	36,28

Figura 6. Andamento del numero di colpi con la profondità DPSH 2.


PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-100 PAGANI
 Prova eseguita in data 09/03/2018
 Profondità prova 2,60 mt
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	7	0,855	62,86	73,55	3,14	3,68
0,40	6	0,851	53,64	63,04	2,68	3,15
0,60	7	0,847	57,18	67,50	2,86	3,38
0,80	15	0,793	114,76	144,65	5,74	7,23
1,00	14	0,790	106,62	135,01	5,33	6,75
1,20	13	0,786	98,57	125,36	4,93	6,27
1,40	21	0,733	148,41	202,51	7,42	10,13
1,60	15	0,780	104,20	133,66	5,21	6,68
1,80	15	0,776	103,77	133,66	5,19	6,68
2,00	19	0,773	130,90	169,31	6,55	8,47
2,20	21	0,720	134,76	187,13	6,74	9,36
2,40	22	0,717	140,59	196,04	7,03	9,80
2,60	100	0,614	508,70	828,17	25,43	41,41

Figura 8. Andamento del numero di colpi con la profondità DPSH 3.

3.2. *Prove di laboratorio*

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it	AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)	
<div><p>Indagine: Realizzazione impianto di depurazione a fanghi attivi in loc. Cimini - prove di laboratorio.</p><p>Committente: Dott.ssa Geol. Paola Basta</p><div><p>ORIGINALE</p></div></div>	

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		APERTURA CAMPIONE	
Data arrivo campione:	05/04/2018	Data Apertura:	09/04/2018
Verbale Accettazione:	263	Certificato numero:	2733
		Pagine Certificato:	1 di 8
		Data Certificato:	16/04/2018
INDAGINE: Realizzazione impianto di depurazione a fanghi attivi in loc. Cimini - prove di laboratorio.			
COMMITTENTE: Dott.ssa Geol. Paola Basta		ORIGINALE	
SONDAGGIO	1	Campione:	1
		PROFONDITA': m 1.00 - 1.40	
NORMA DI RIFERIMENTO : UNI EN ISO 14688-1 : Gennaio 2003 - UNI EN ISO 14688-2 : Novembre 2004			

Caratteristiche del campione		Contenitore		Stato del campione	
Diametro (mm):	84	■	Fustella	<input type="checkbox"/>	Disturbato o Rimaneggiato
Lunghezza dichiarata (mm):	400	<input type="checkbox"/>	PVC	<input type="checkbox"/>	Disturbo limitato
Lunghezza effettiva (mm):	400	<input type="checkbox"/>	Busta	■	Indisturbato
Caratteristiche determinabili					
Classe di qualità dichiarata : (Q1-Q5)	Q5	Qualità del campione effettiva :			
		Disturbato o Rimaneggiato		Disturbo limitato	Indisturbato
		Q1	Q2	Q3	Q4
Profilo stratigrafico					
Composizione granulometrica					■
Contenuto d'acqua naturale					■
Peso dell'unità di volume					■
Caratteristiche meccaniche					■
Prove non eseguibili					
Parte Bassa		Parte Alta			
<i>Prelievo dei Provini – Prova Vane Test – Penetrometro Pocket</i>					
		Pr	Pr	Pr	Pr
3.6	7.2	10.8	14.4	18.0	21.6
		25.2	28.8	32.4	36.0
					39.6
cm		cm			
Descrizione visiva del campione					
Sabbia Limosa Ghiaiosa Argillosa poco addensata di colore bruno-nerastro.					
Note					

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA	
Data arrivo campione:	05/04/2018	Data esecuzione prova:	09/04/2018
Verbale Accettazione:	263	Certificato numero:	2733
		Pagine Certificato:	2 di 8
		Data Certificato:	16/04/2018
INDAGINE : Realizzazione impianto di depurazione a fanghi attivi in loc. Cimini - prove di laboratorio.			
COMMITTENTE : Dott.ssa Geol. Paola Basta			
SONDAGGIO 1 Campione : 1 PROFONDITA': m 1.00 - 1.40			

ORIGINALE

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 1 : Febbraio 2005

DATI SPERIMENTALI

	1 ^a misurazione	2 ^a misurazione
Tara numero	1	2
	1 ^a misurazione	2 ^a misurazione
Massa Tara	7.00 g	6.80 g
	1 ^a misurazione	2 ^a misurazione
Massa Terreno Umido + Tara	494.80 g	506.20 g
	1 ^a misurazione	2 ^a misurazione
Massa Terreno Secco + Tara	422.30 g	431.90 g
	1 ^a misurazione	2 ^a misurazione
Contenuto d'acqua w	17.46 %	17.48 %
Media delle misurazioni w	17.47	%

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		MISURA DEL PESO DELL'UNITÀ DI VOLUME	
Data arrivo campione:	05/04/2018	Data esecuzione prova:	09/04/2018
Verbale Accettazione:	263	Certificato numero:	2733
		Pagine Certificato:	3 di 8
		Data Certificato:	16/04/2018
INDAGINE: Realizzazione impianto di depurazione a fanghi attivi in loc. Cimini - prove di laboratorio.			
COMMITTENTE: Dott.ssa Geol. Paola Basta			
SONDAGGIO	1	Campione:	1
		PROFONDITA': m 1.00 - 1.40	

ORIGINALE

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 2 : Febbraio 2005

METODO UTILIZZATO	Metodo con misurazioni lineari
-------------------	--------------------------------

DATI SPERIMENTALI

	1ª misurazione	2ª misurazione
Massa del campione utilizzato	146.2 g	146.1 g
	1ª misurazione	2ª misurazione
Volume del campione	72 cm³	72 cm³
	1ª misurazione	2ª misurazione
Peso dell'Unità di Volume	19.913 (kN/m³)	19.899 (kN/m³)
Media delle misurazioni γ	19.906	(kN/m³)

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI	
Data arrivo campione:	05/04/2018	Data esecuzione prova:	11/04/2018
Verbale Accettazione:	263	Certificato numero:	2733
		Pagine Certificato:	4 di 8
		Data Certificato:	16/04/2018
INDAGINE: Realizzazione impianto di depurazione a fanghi attivi in loc. Cimini - prove di laboratorio.			
COMMITTENTE: Dott.ssa Geol. Paola Basta			
<div style="position: relative; width: 100%;"> ORIGINALE </div>			
SONDAGGIO	1	Campione:	1
		PROFONDITA': m 1.00 - 1.40	

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 3 : Febbraio 2005

DATI SPERIMENTALI

Temperatura	16	°C	Densità acqua γ_w	9.79655	kN/m ³
-------------	----	----	--------------------------	---------	-------------------

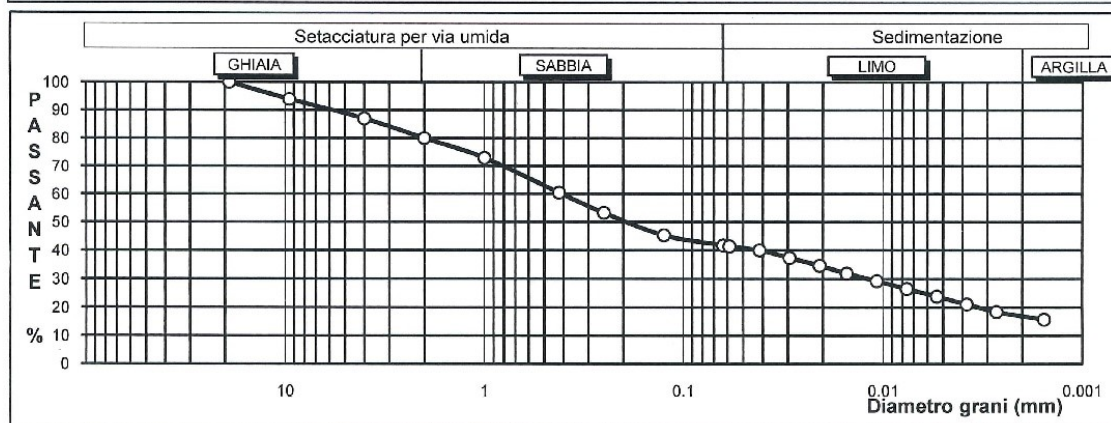
	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
Massa Picnometro	30.740	g	30.946	g
	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
Massa Campione	10	g	10	g
	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
Massa Campione + Massa Picnometro	40.740	g	40.946	g
	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
Massa Picnometro + acqua	82.980	g	83.327	g
	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
Massa Campione + Massa Picnometro + acqua	89.274	g	89.619	g
	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
Peso specifico γ_s	26.434	(kN/m ³)	26.420	(kN/m ³)
Media delle misurazioni γ_s	26.427		(kN/m ³)	

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		ANALISI GRANULOMETRICA mediante setacci e/o crivelli e per sedimentazione
Data arrivo campione:	05/04/2018	Data esecuzione prova:
Verbale Accettazione:	263	Certificato numero:
		Pagine Certificato:
		Data Certificato:
INDAGINE: Realizzazione impianto di depurazione a fanghi attivi in loc. Cimini - prove di laboratorio.		
COMMITTENTE: Dott.ssa Geol. Paola Basta		
SONDAGGIO 1 Campione: 1 PROFONDITA': m 1.00 - 1.40		



DATI SEDIMENTAZIONE

Tempo Δt (min)	Densità miscela	Diametro grani (mm)	Percentuale %	Tempo Δt (min)	Densità miscela	Diametro grani (mm)	Percentuale %	Massa del campione utilizzata:
0.5	1.014	0.082835	42.7	60	1.008	0.007596	26.5	26 g
1	1.0135	0.058595	41.4	120	1.007	0.005375	23.8	Qualità del campione
2	1.013	0.041449	40.0	240	1.006	0.003804	21.1	Q1
4	1.012	0.029331	37.3	480	1.005	0.002692	18.4	Q2
8	1.011	0.020756	34.6	1440	1.004	0.001555	15.7	Q3
15	1.01	0.015169	31.9					Q4
30	1.009	0.010734	29.2					Q5

DATI SETACCIATURA

Diametro (mm)	Massa tratt. gr.	Trattenuto %	Passante %	Diametro (mm)	Massa tratt. gr.	Trattenuto %	Passante %	Massa del campione utilizzata:
0	0	0	100.0	1	112	27.0	73.0	415 g
0	0	0.0	100.0	0.420	164	39.5	60.5	Qualità del campione
0	0	0.0	100.0	0.250	194	46.7	53.3	Q1
19	0	0.0	100.0	0.125	227	54.7	45.3	Q2
9.5	25	6.0	94.0	0.063	242	58.3	41.7	Q3
4	54	13.0	87.0					Q4
2	83	20.0	80.0					Q5

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 4 : Febbraio 2005

Classificazione UNI CEN ISO/TS 14688 - 1 :	Sabbia Limosa Ghiaiosa Argillosa	clgrsiSa
Percentuali classi granulometriche:	Ghiaia 20.0% Sabbia 38.3% Limo 24.7% Argilla 17.0%	

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		PROVA DI TAGLIO DIRETTO (Pagina 1 di 3)	
Data arrivo campione:	05/04/2018	Data esecuzione prova:	09/04/2018
Verbale Accettazione:	263	Certificato numero:	2733
		Pagine Certificato:	6 di 8
		Data Certificato:	16/04/2018
INDAGINE: Realizzazione impianto di depurazione a fanghi attivi in loc. Cimini - prove di laboratorio.			
COMMITTENTE: Dott.ssa Geol. Paola Basta			
<div style="position: relative; width: 100%;"> ORIGINALE </div>			
SONDAGGIO	1	Campione:	1
		PROFONDITA': m 1.00 - 1.40	

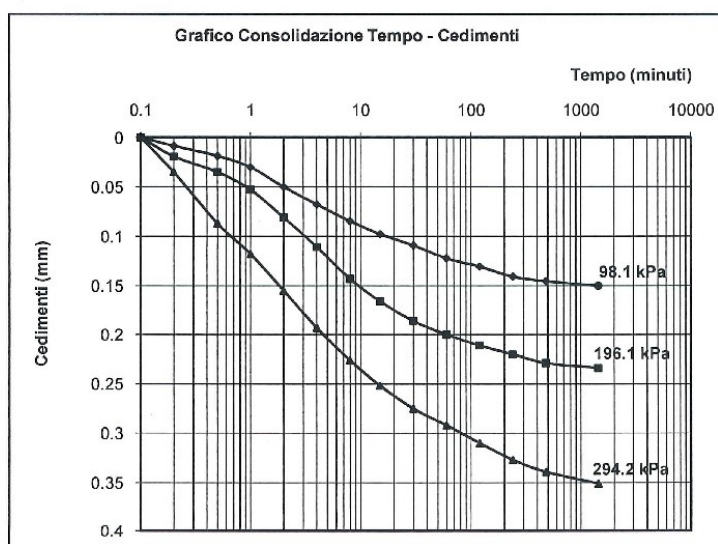
NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 10 : Febbraio 2005

METODO UTILIZZATO	PROVA ESEGUITA CON SCATOLA DI CASAGRANDE 6 cm X 6 cm X 2 cm
--------------------------	---

CONDIZIONI INIZIALI DEI PROVINI				CONDIZIONI FINALI DEI PROVINI			
Provino n°	1	2	3	Provino n°	1	2	3
Condizioni del provino	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato	Massa provini Finale (g)	147.4	147.1	147.8
Massa provini Iniziale (g)	146.10	146.40	146.80	Massa secca provini (g)	124.5	124.5	124.5
Peso di Volume (kN/m³)	19.90	19.94	19.99	Cont. d'acqua Fin.(%)	18.39	18.15	18.71
Cont. d'acqua Iniz.(%)	17.35	17.59	17.91				
Carico applicato (kPa)	98.07	196.13	294.20				
t ₁₀₀ (min)	480	480	480	Vel. di scorr. mm/min	0.003		

DATI SPERIMENTALI REGISTRATI IN FASE DI CONSOLIDAZIONE

Tempo minuti	Cedimenti in fase di Consolidazione (mm)		
	Provino 1	Provino 2	Provino 3
0.2	0.008	0.019	0.035
0.5	0.018	0.035	0.087
1	0.030	0.053	0.118
2	0.050	0.081	0.155
4	0.068	0.111	0.193
8	0.085	0.143	0.226
15	0.098	0.166	0.252
30	0.109	0.186	0.275
60	0.122	0.200	0.292
120	0.131	0.211	0.310
240	0.141	0.220	0.327
480	0.145	0.229	0.339
1440	0.150	0.234	0.351
-			
-			
-			



Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

[Signature]



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

[Signature]

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>PROVA DI TAGLIO DIRETTO</u> (Pagina 2 di 3)	
Data arrivo campione:	05/04/2018	Data esecuzione prova:	09/04/2018
Verbale Accettazione:	263	Certificato numero:	2733
		Pagine Certificato:	7 di 8
		Data Certificato:	16/04/2018
INDAGINE : Realizzazione impianto di depurazione a fanghi attivi in loc. Cimini - prove di laboratorio.			
COMMITTENTE : Dott.ssa Geol. Paola Basta		ORIGINALE	
SONDAGGIO	1	Campione:	1
		PROFONDITA': m	1.00 - 1.40

DATI SPERIMENTALI REGISTRATI IN FASE DI ROTTURA DEI PROVINI

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
ΔH verticale (mm)	ΔX orizzontale (mm)	τ (kPa)	ΔH verticale (mm)	ΔX orizzontale (mm)	τ (kPa)	ΔH verticale (mm)	ΔX orizzontale (mm)	τ (kPa)
0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
0.021	0.22	23.80	0.029	0.39	39.10	0.014	0.22	61.28
0.063	0.57	34.00	0.055	0.77	56.10	0.019	0.59	87.93
0.094	0.92	40.80	0.077	1.14	68.28	0.023	0.94	107.02
0.112	1.26	45.90	0.096	1.51	77.35	0.025	1.30	121.23
0.124	1.60	49.30	0.111	1.88	83.87	0.026	1.65	131.45
0.131	1.94	51.85	0.124	2.23	89.25	0.028	2.00	139.89
0.134	2.28	53.83	0.136	2.59	93.78	0.028	2.35	146.99
0.139	2.63	55.25	0.146	2.95	97.47	0.030	2.71	152.76
0.141	2.97	56.38	0.154	3.31	100.02	0.030	3.06	156.76
0.145	3.32	57.80	0.162	3.65	102.57	0.032	3.41	160.76
0.146	3.67	57.80	0.168	4.01	105.40	0.032	3.78	165.20
0.145	4.02	59.22	0.174	4.37	108.23	0.032	4.14	169.64
0.143	4.36	60.35	0.177	4.72	109.65	0.032	4.49	171.86
0.141	4.71	61.48	0.181	5.08	111.07	0.032	4.85	174.08
0.138	5.06	62.05	0.183	5.45	112.20	0.032	5.21	175.86
0.134	5.40	62.90	0.184	5.84	112.77	0.032	5.56	176.74
0.131	5.75	63.47	0.185	6.20	113.62	0.032	5.92	178.08
0.127	6.10	63.47	0.185	6.57	114.18	0.032	6.28	178.96
0.124	6.45	64.32	0.185	6.93	114.75	0.032	6.64	179.85
0.122	6.79	64.60	0.185	7.30	114.75	0.032	6.99	179.85
0.119	7.14	64.60	0.185	7.66	114.75	0.032	7.35	179.85
0.112	7.48	64.60						

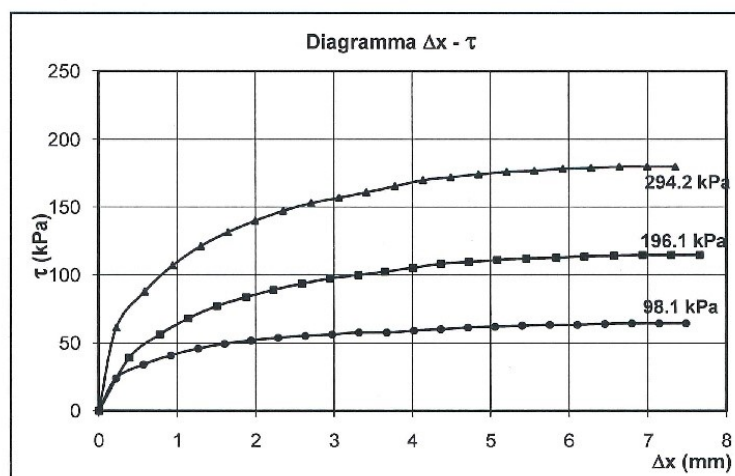
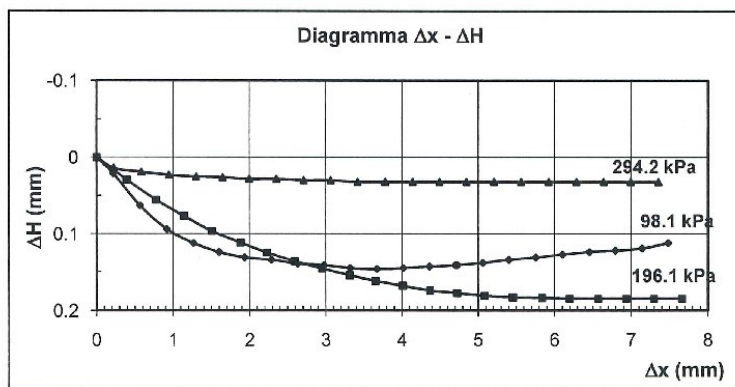
Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza




Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia



I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		PROVA DI TAGLIO DIRETTO (Pagina 3 di 3)	
Data arrivo campione:	05/04/2018	Data esecuzione prova:	09/04/2018
Verbale Accettazione:	263	Certificato numero:	2733
		Pagine Certificato:	8 di 8
		Data Certificato:	16/04/2018
INDAGINE: Realizzazione impianto di depurazione a fanghi attivi in loc. Cimini - prove di laboratorio.			
COMMITTENTE: Dott.ssa Geol. Paola Basta			
SONDAGGIO	1	Campione:	1
		PROFONDITA':	m 1.00 - 1.40
DIAGRAMMI DELLA FASE DI ROTTURA			



Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia