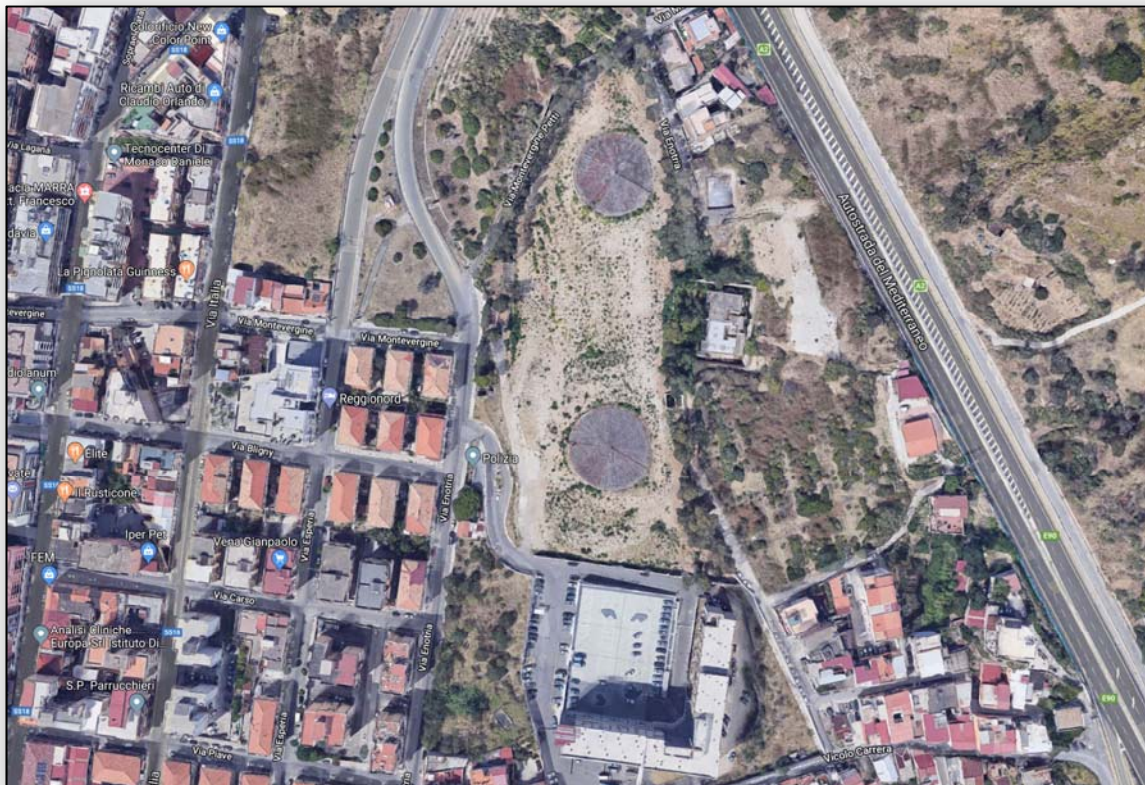


Comune di Reggio di Calabria

Provincia di Reggio di Calabria

Progetto il completamento ed ampliamento del polifunzionale  
"Manganelli" presso il XII Reparto Mobile Polizia di Stato  
in località Santa Caterina



5 Aprile 2018

Dott. Geol. Alberto Caprara  
Via Stiore n° 9/8 - 40053 Valsamoggia (BO)  
Tel. : 338.6457840  
email: geocaprara@alice.it

Committenti:

Dott. Valentino Tropeano

Redazione:

Dott. Geol Alberto Caprara

Ordine dei Geologi R.E.R n°1341



RELAZIONE SULLE INDAGINI

# INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>INDAGINI SISMICHE</b>	<b>2</b>
2.1	Le onde sismiche di superficie	2
2.2	Indagine sismica nel sito in esame	3
2.3	Strumentazione utilizzata	3
2.4	Multi-channels Analysis of Surface Waves (MASW)	4
	METODOLOGIA DI MISURA	4
2.5	Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr)	6
	METODOLOGIA DI MISURA	6
2.6	Interpretazione combinata delle misure sismiche	8
<b>3</b>	<b>INDAGINI DI LABORATORIO GEOTECNICO</b>	<b>11</b>

ALLEGATO A: report indagini geofisiche;

ALLEGATO B: report analisi di laboratorio geotecnico.

## **1       PREMESSA**

La presente relazione sulle indagini è stata redatta dallo scrivente su commissione del Dott. Valentino Tropeano, nell'ambito della progettazione degli interventi di "completamento ed ampliamento del polifunzionale "Manganelli"" all'interno del XII Reparto Mobile Polizia di Stato di Reggio di Calabria, in località Santa Caterina (CIG 7359209362 – CUP G36D17000050001).

Allo scrivente è stata commissionata la realizzazione della campagna di indagini geofisiche, composta di 1 misura HVSR e 1 misura MASW, e delle indagini di laboratorio geotecnico sui materiali prelevati in occasione dei sondaggi a carotaggio continuo.

Di seguito si riportano le procedure e gli esiti di tali indagini.





considerano però come “disturbo” tale porzione di sismogramma. Nuove metodologie di analisi del segnale sismico permettono di studiare ed interpretare tale “disturbo” tramite un modello matematico.

## **2.2 Indagine sismica nel sito in esame**

Nel sito in esame sono state utilizzate in abbinata due indagini sismiche per lo studio delle onde di superficie che si sono ampiamente affermate in ambito scientifico e professionale negli ultimi anni. In particolare è stata impiegata la tecnica attiva MASW e la tecnica passiva HVSR. Di seguito saranno brevemente descritte le due tipologie di indagine, facendo riferimento a cenni delle rispettive teorie sismiche e alle metodologie di indagine.

## **2.3 Strumentazione utilizzata**

Per le indagini è stato utilizzato un tromografo digitale portatile TROMINO, prodotto da Micromed S.p.A., nella versione Engineering, al quale è possibile collegare un cavo trigger della lunghezza di 50 m, dotato di un geofono con puntale, con frequenza propria di 4,5 Hz. Lo strumento è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati secondo le tre componenti spaziali (N-S, E-W e Up-Down), che consentono di acquisizione digitale in alta definizione delle vibrazioni del terreno (ampiezze d’onda inferiori a 10  $\mu\text{m}$ ), nel campo delle frequenze 0 – 200 Hz. In seguito ad una registrazione, il segnale digitalizzato viene gestito tramite un software dedicato, Grilla, il quale esegue un’elaborazione per ognuna delle componenti del moto e ne fornisce i grafici relativi.

## 2.4 Multi-channels Analysis of Surface Waves (MASW)

L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è un'affidabile ed accreditata metodologia sismica che consente di determinare il profilo di velocità delle onde di taglio S nel sottosuolo. Tale metodo consiste nell'analisi delle onde di superficie Rayleigh, registrate da una serie di geofoni posizionati a formare uno stendimento. A differenza di tutte le altre tecniche di indagine sismica, i metodi basati sull'analisi delle onde di superficie di Rayleigh non risultano limitati dalle inversioni di velocità ed, essendo la loro propagazione funzione innanzitutto delle onde S e solo in parte legata alla  $V_p$  e alla densità del mezzo, risultano un ottimo strumento per la caratterizzazione sismica del sito tramite la ricostruzione del profilo di  $V_s$ , come previsto dalla normativa vigente (D.M. 14 gennaio 2008).

### Metodologia di misura

L'abbinamento tra Tromino Engineering ed un geofono consente di effettuare stendimenti sismici di dimensioni massime pari a 50 m. La presenza di un unico geofono, detto starter in quanto registra i primi arrivi delle onde sismiche, impone il suo spostamento continuo secondo le posizioni dello schema prestabilito (Fig. 1). Lo stendimento aveva una lunghezza di 49 m con il primo geofono a distanza di 1,0 m dal Tromino mentre l'interdistanza tra le altre posizioni del geofono era di 3,0 metri; l'energizzazione, ottenuta tramite un salto effettuato dall'operatore, è avvenuta a 3,0 m di distanza dallo starter lungo l'asse geofono-Tromino.



Figura 2: Schema dello stendimento per la registrazione della prova MASW. G1, G2, G3, ... corrispondono alle posizioni nelle quali il geofono starter viene spostato ad ogni energizzazione del terreno. L'interdistanza tra le posizioni del geofono è di 3,0 metri.

Da tale stendimento viene elaborato un sismogramma definito "virtuale" in quanto non deriva dalla registrazione simultanea di più geofoni, ma i segnali di ogni energizzazione vengono composti in un unico sismogramma tramite software dedicati.

Di seguito è riportata una tabella riassuntiva dei principali parametri relativi all'analisi della misura.

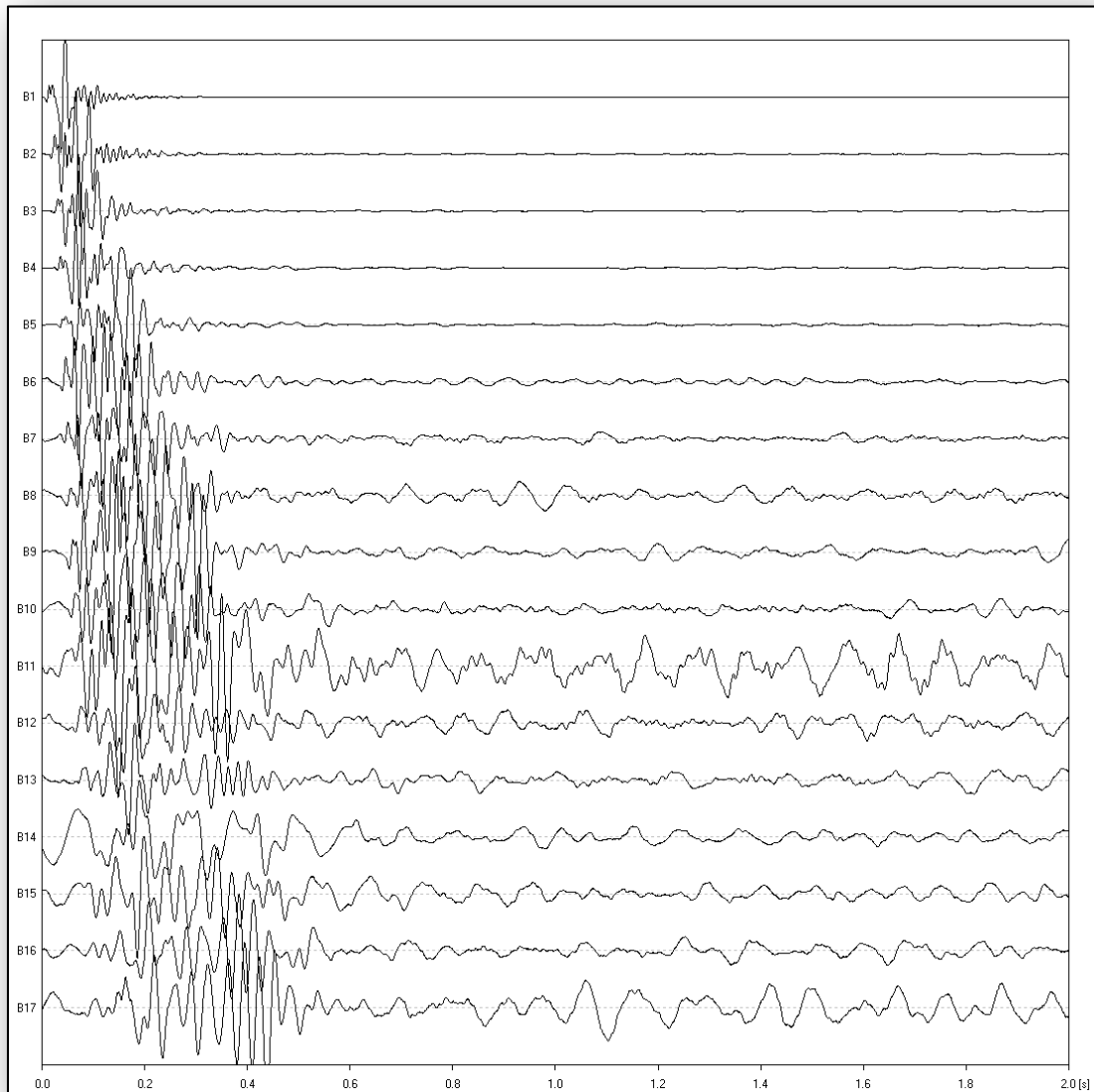
M1	
Inizio registrazione	Data 07/03/18 Ore 09:31:48
Fine registrazione	Data 07/03/18 Ore 09:40:21
Lunghezza della traccia	8'24"
Frequenza di campionamento	1024 Hz
Lunghezza stendimento	37 m
N° geofoni	17

Tabella 1: Descrizione tecnica della misura.

L'elaborazione del segnale registrato si compone dei seguenti passaggi:

- picking dei primi arrivi sulla traccia di registrazione del geofono;
- ricostruzione del sismogramma delle tracce registrate dal sismografo (Tromino) tramite software Grilla;
- selezione per ogni traccia delle finestre temporali contenenti onde superficiali di Rayleigh;
- calcolo della curva di dispersione sperimentale tramite software dedicato.

Di seguito si riporta una immagine con i segnali registrati per ogni geofono.



*Figura 3: Segnali dei singoli geofoni ottenuti dalla misura MASW.*

La curva di dispersione fornisce con una scala cromatica l'intensità della risonanza delle onde di Rayleigh alle varie frequenze (asse delle ascisse) e la relativa velocità delle onde (asse delle ordinate).

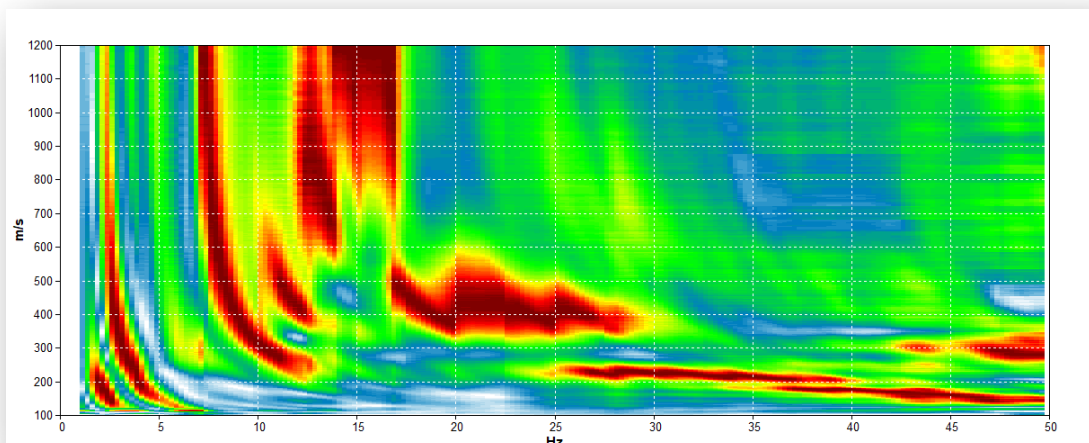


Figura 4: Curva di dispersione del sito.

## 2.5 Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr)

La sismica tomografica è una tecnica passiva che studia le onde a bassa frequenza e di bassa entità del terreno (microtremori) tramite misure puntuali sul suolo.

Le vibrazioni sismiche ambientali (microtremore) sono onde sismiche di bassa energia con ampiezze dell'ordine di  $10^{-4} \div 10^{-2}$  mm (Okada, 2003). L'origine del rumore sismico è dovuto alle perturbazioni atmosferiche sugli oceani che si propagano come onde superficiali sui continenti, mentre le sorgenti dei microtremori sono le attività antropiche e si propagano come onde superficiali di Rayleigh. I metodi che si basano sull'acquisizione e l'elaborazione di tale "rumore" si dicono passivi in quanto le vibrazioni non risultano quindi localizzate e fornite ad hoc, come per le tecniche di sismica attiva.

### Metodologia di misura

È stata effettuata inoltre una misura di sismica passiva; lo strumento è stato posizionato al di sopra di una superficie resa idonea dall'operatore, al fine di permettere il perfetto accoppiamento tra lo strumento ed il terreno.

Tr1	
Inizio registrazione	Data 06/03/18 Ore 07:49:22
Fine registrazione	Data 06/03/18 Ore 08:09:22
Lunghezza della traccia	20'00"
Frequenza di campionamento	128 Hz
Dimensione della finestra di suddivisione del tracciato	12 sec
Percentuale di traccia analizzata	78%
Lisciamento	10%

Tabella 2: descrizione tecnica della misura.

La misura è stata elaborata in studio mediante il software dedicato Grilla fornito dalla Micromed.

L'elaborazione del segnale ha previsto i seguenti passaggi:



- analisi delle tre componenti del segnale con suddivisione in finestre opportunamente dimensionate (Windows Size);
- depurazione del segnale da rumori anomali (Detrend);
- calcolo dello spettro di ampiezza per ciascuna finestra;
- lisciamento dello spettro di ogni finestra (Smoothing);
- calcolo della trasformata di Fourier (FFT) per ciascuna finestra;
- calcolo del rapporto spettrale HVSR per ogni frequenza e per ogni finestra.

Per procedere con l'interpretazione della misura tomografica eseguita, è stata effettuata una selezione delle finestre da utilizzare per l'analisi (serie temporale H/V), in quanto alcune di esse presentavano disturbi che interferivano e rendevano poco chiari i grafici risultanti.

Il grafico "DIREZIONALITÀ H/V" mostra con una scala cromatica l'intensità dei picchi alle diverse frequenze (ordinate), fornendo una distribuzione spaziale di 180° nell'intorno del punto di misura partendo dal nord (0°) dello strumento.

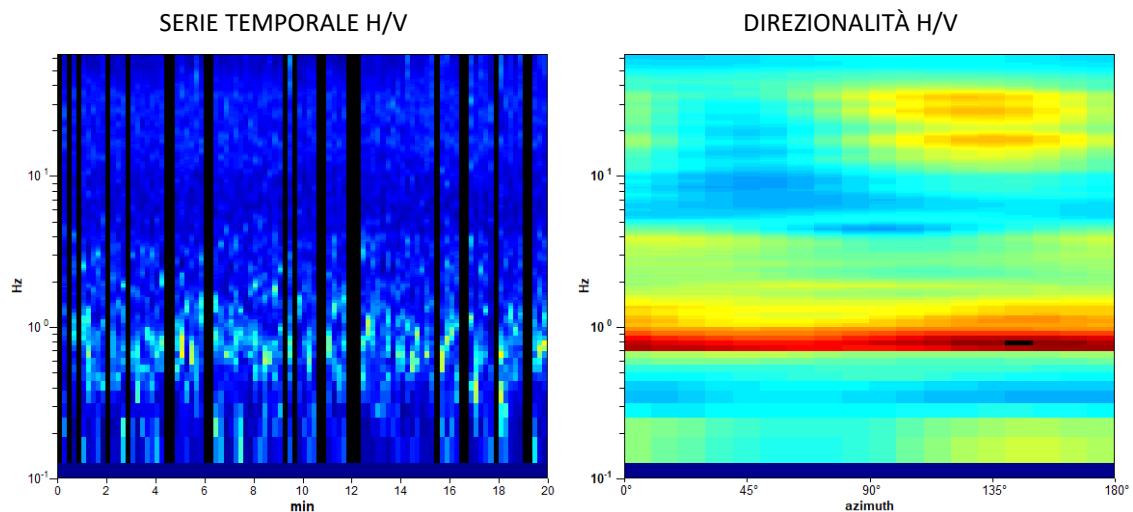


Figura 5: Grafico della serie temporale H/V (sinistra) e grafico della direzionalità H/V (destra) relativi alla misura Tr1.

Osservando gli spettri delle singole componenti è possibile notare, dall'andamento uniforme delle tre linee (fig. 5), come la misura sia stata eseguita correttamente, effettuando un buon accoppiamento tra strumento e terreno.

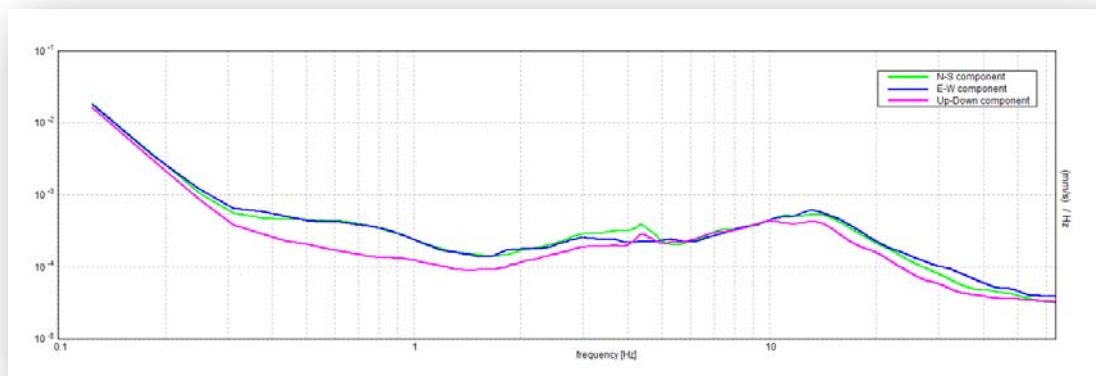


Figura 6: Grafico delle componenti ortogonali della misura Tr1.

Di seguito si riporta il grafico HVSR derivante dall'elaborazione della misura.

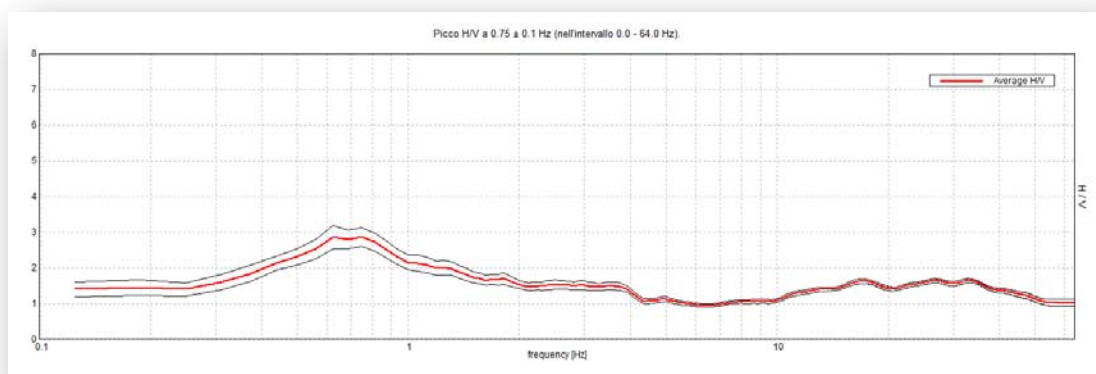


Figura 7: Diagramma HVSR relativo alla misura Tr1.

## 2.6 Interpretazione combinata delle misure sismiche

Il software utilizzato per l'analisi delle tracce permette l'elaborazione sincrona dei due tipi di misura. È possibile quindi ricostruire il profilo sismico delle onde S utilizzando i dati di entrambe le indagini.

L'interpretazione della curva di dispersione consiste nell'ottenere una curva sintetica di dispersione che riesca a riprodurre al meglio quella registrata, facendo attenzione ad osservare i cambi di pendenza. Il grafico H/V si elabora generando una curva sintetica in grado di riprodurre al meglio la curva reale ed in particolare i picchi di risonanza significativi della misura registrata.

Di seguito si riportano i grafici della curva di dispersione ottenuta dalla tecnica MASW e la curva H/V ottenuta dall'analisi della registrazione dei microtremori ai quali è applicata la curva sintetica corrispondente al profilo sismico ottenuto dall'interpretazione delle tracce. Inoltre si riporta il profilo sismico in forma tabellare e grafica ottenuto dall'interpretazione combinata delle due indagini.

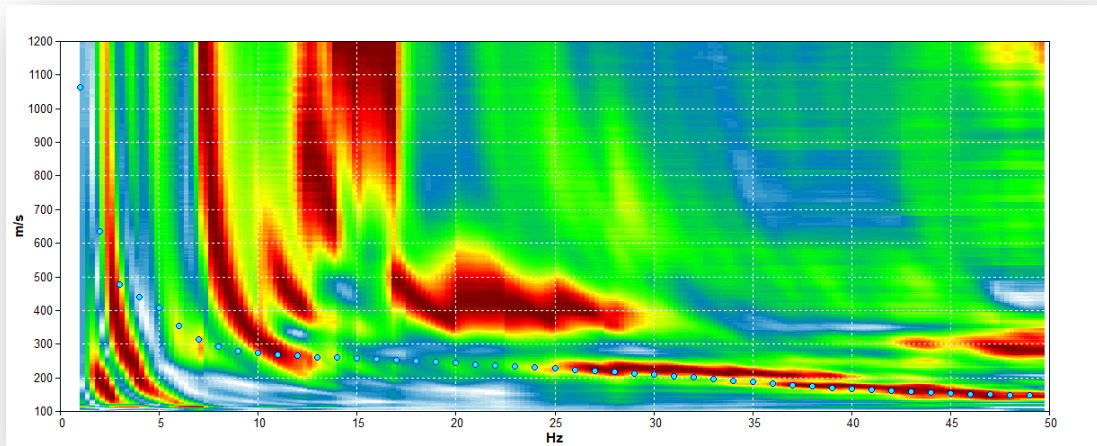


Figura 8: Grafico della curva di dispersione con sovrapposta la curva generata dal profilo sismico.

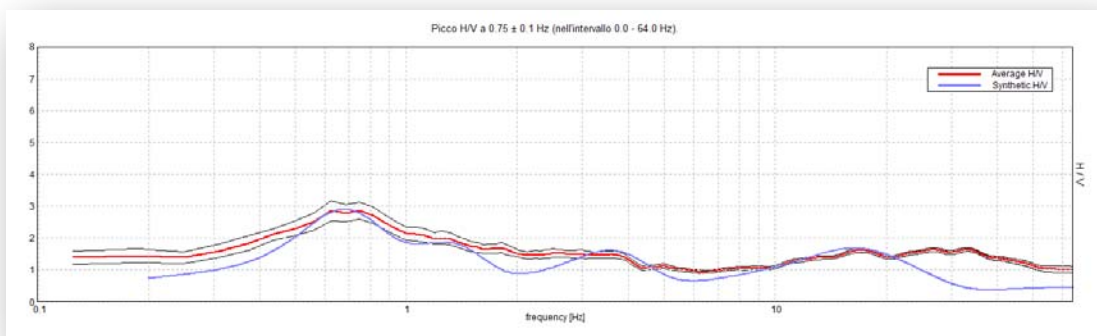


Figura 9: Grafico della curva H/V con sovrapposta la curva generata dal profilo sismico.

Sismostrato	Profondità dello strato [m]	Spessore dello strato [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
<b>A</b>	1.60	1.60	140	0.40
<b>B</b>	4.60	3.00	250	0.40
<b>C</b>	21.60	17.00	300	0.37
<b>D</b>	111.60	90.00	540	0.35
<b>E</b>	391.60	280.00	1000	0.32
<b>F</b>	inf.	inf.	1700	0.30

Tabella 3: Profilo sismostratigrafico del modello sismico.

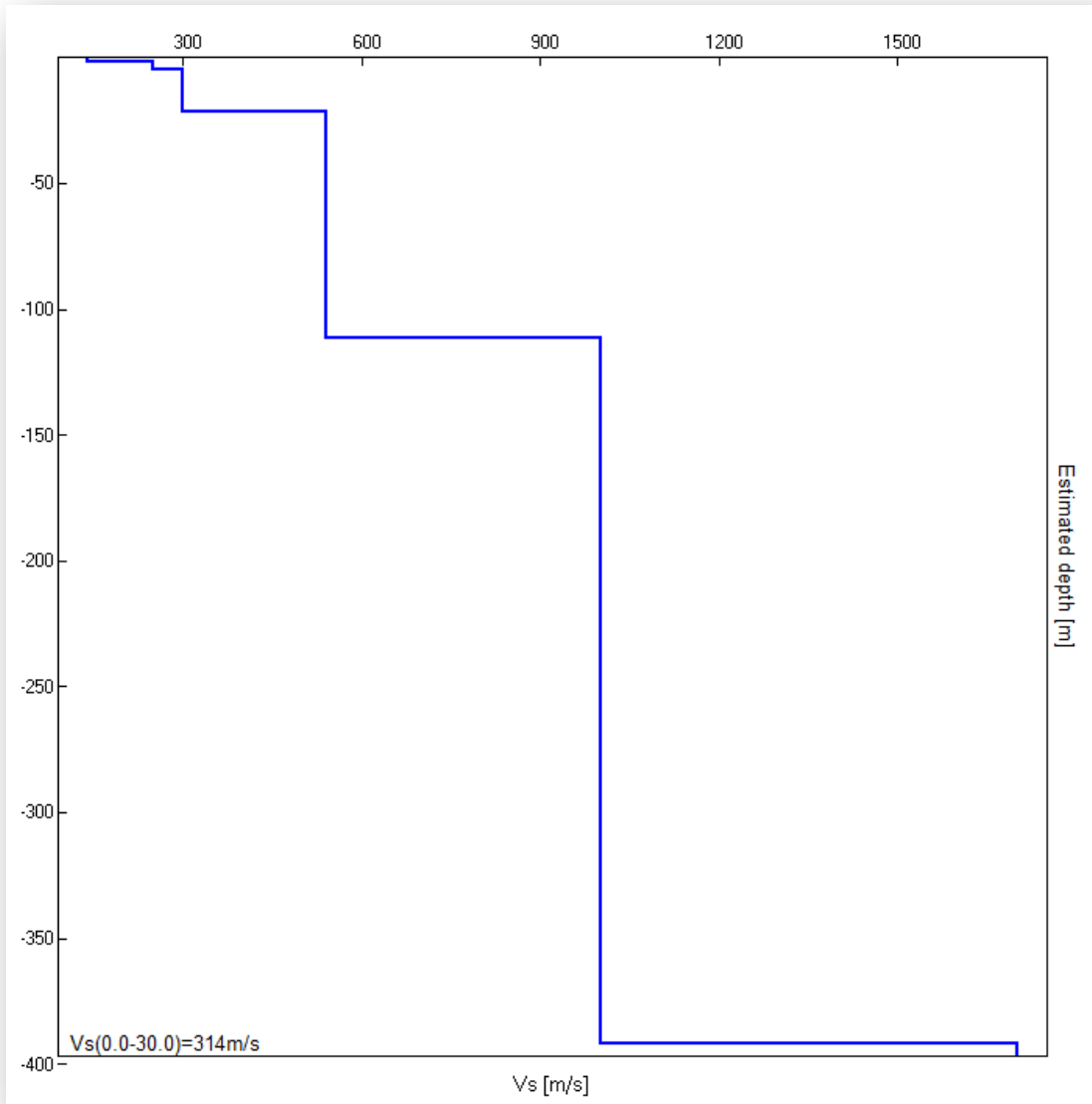


Figura 10: Profilo sismostratigrafico del modello sismico.

### 3 INDAGINI DI LABORATORIO GEOTECNICO

in occasione della realizzazione dei sondaggi a carotaggio continuo eseguiti nell'area, sono stati prelevati due campioni di materiali indisturbato da condurre in laboratorio geotecnico per realizzare alcune analisi specifiche per la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni.

In particolare sono state realizzate le seguenti indagini:

Prova	C1	C2
<b>Contenuto naturale dell'acqua</b>	X	X
<b>Peso di volume naturale</b>	X	X
<b>Peso specifico dei granuli</b>	X	X
<b>Limiti di Atterberg</b>	X	X
<b>Analisi granulometrica</b>	X	X
<b>Prova di taglio diretto</b>	X	X

Tabella 4: analisi di laboratorio eseguite sui campioni di materiale indisturbato.

In allegato sono riportati i report completi delle analisi realizzate.

Valsamoggia, 05/04/2018



Dott. Geol. Alberto Caprara

ALLEGATO A

Indagini sismiche

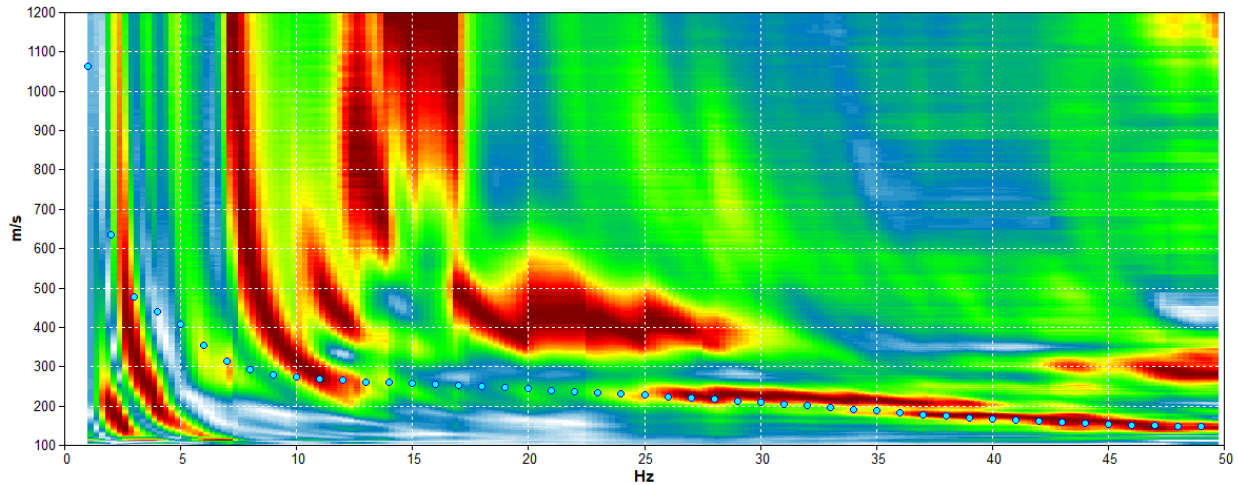


## REGGIO CALABRIA, [Z] TROPEANO MASW1

Inizio registrazione: 07/03/18 09:31:48 Fine registrazione: 07/03/18 09:40:21  
 Durata registrazione: 0h00'02".  
 Freq. campionamento: 1024 Hz

Array geometry (x): 0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 48.0 m.

### MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



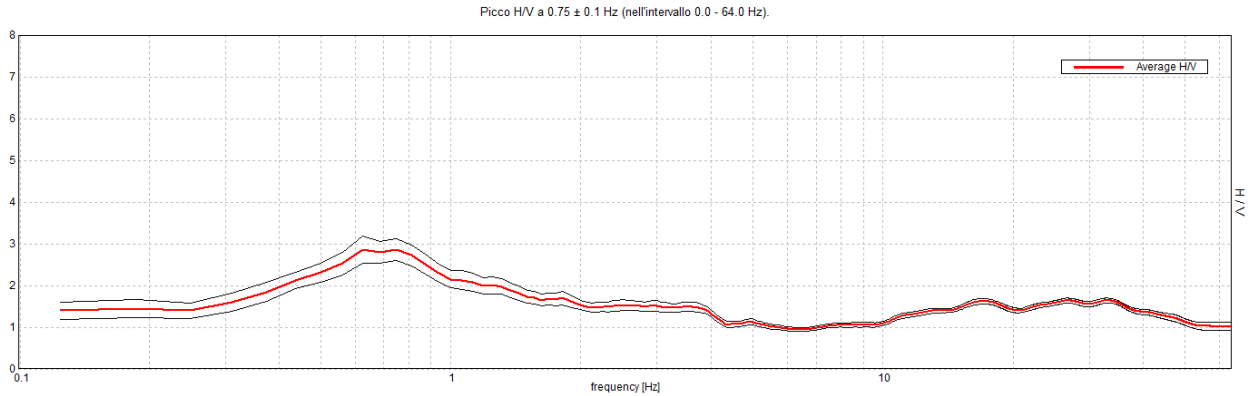
Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.60	1.60	140	0.40
4.60	3.00	250	0.40
21.60	17.00	300	0.37
111.60	90.00	540	0.35
391.60	280.00	1000	0.32
inf.	inf.	1700	0.30

Vs(0.0-30.0)=314m/s

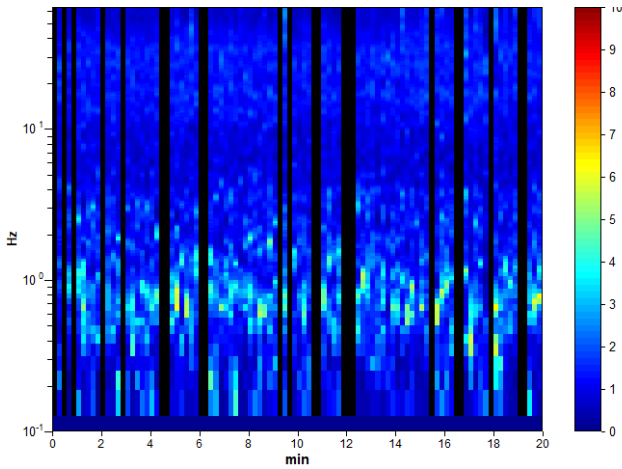
**REGGIO CALABRIA, XII Reparto Mobile Polizia di Stato - TR1**

Strumento: TEP-0060/01-10  
 Inizio registrazione: 06/03/18 07:49:22 Fine registrazione: 06/03/18 08:09:21  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 78% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 12 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

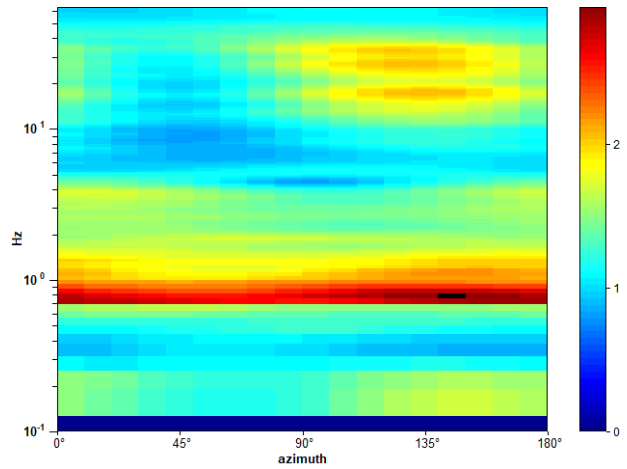
**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**



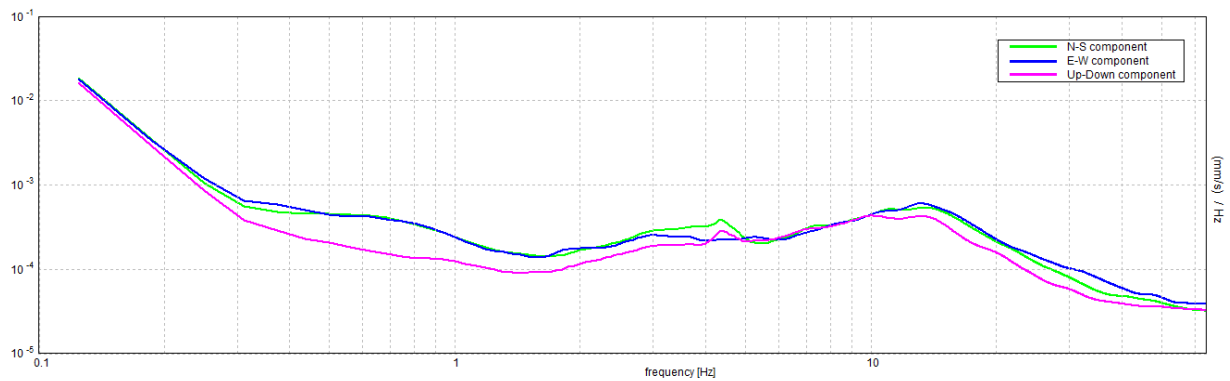
**SERIE TEMPORALE H/V**



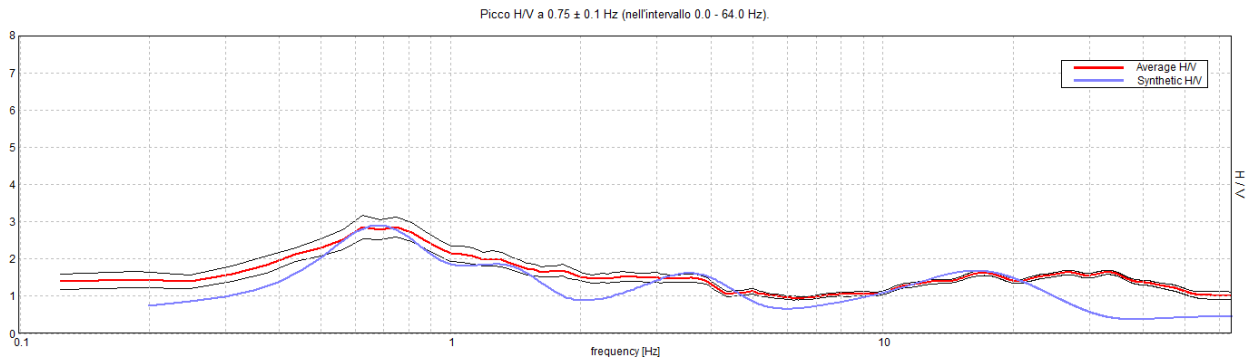
**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**

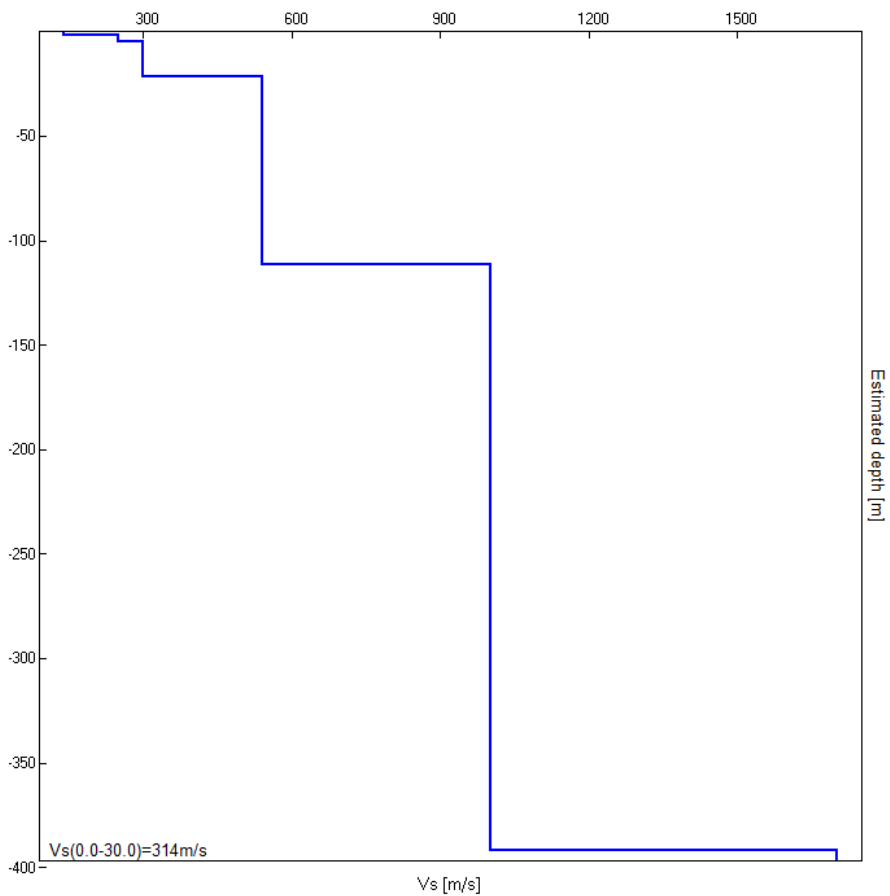


### H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
1.60	1.60	140	0.40
4.60	3.00	250	0.40
21.60	17.00	300	0.37
111.60	90.00	540	0.35
391.60	280.00	1000	0.32
inf.	inf.	1700	0.30

Vs(0.0-30.0)=314m/s



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

**Picco H/V a  $0.75 \pm 0.1$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.75 > 0.83$		
$n_c(f_0) > 200$	$702.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 19	OK	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.25 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			
$A_0 > 2$	$2.86 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.13074  < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.09806 < 0.1125$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2622 < 2.0$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$

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

**ALLEGATO B**

*Analisi di laboratorio*



## QUADRO RIASSUNTIVO PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Committente:

**Geologo Caprara Alberto - Via Stiore, 9/8 -  
 Loc. Monteveglio - 40053 Valsamoggia (BO)**

Cantiere:

**Comando Polizia - Reggio Calabria**

Verbale n.:

**069**

del

**15 marzo 2018**

**Emissione certificati: 28 marzo 2018**

N° d'ordine	Rif. interno	Sondaggio	Campione	Classe campione (AGI)	Profondità		$\gamma_n$	$W_n$	$\gamma_s$	Sr	Granulometria				Taglio Diretto	
					da metri	a metri					G	S	L	A	$c' *$	$\phi' *$
		(n.)	(n.)				( $\text{kN/m}^3$ )	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(kPa)	(°)
1	114-18	S1	C1	Q2	4,50	5,00	17,2	10,9	2,64	43	17,6	80,7	1,7	0,5	31,2	
2	115-18	S2	C1	Q5	5,50	5,90	18,0	13,6	2,65	56	12,2	85,6	2,2	0,4	30,4	

$\gamma_n$  = Densità naturale -  $W_n$  = Umidità naturale -  $\gamma_s$  = Peso specifico - Sr = Grado di saturazione - G = Ghiaia - S = Sabbia - L = Limo - A = Argilla -  $c'$ ,  $\phi'$  = Coesione e angolo di resistenza al taglio (tensioni efficaci da Taglio Diretto)

\* Prova eseguita su provini ricostituiti con il passante al setaccio 2 mm

**N.B.** I limiti di Atterberg sono risultati "non determinabili" (materiale non plastico)

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
 dot. Carbone Raffaele





## CONFRONTO TRA CLASSI GRANULOMETRICHE

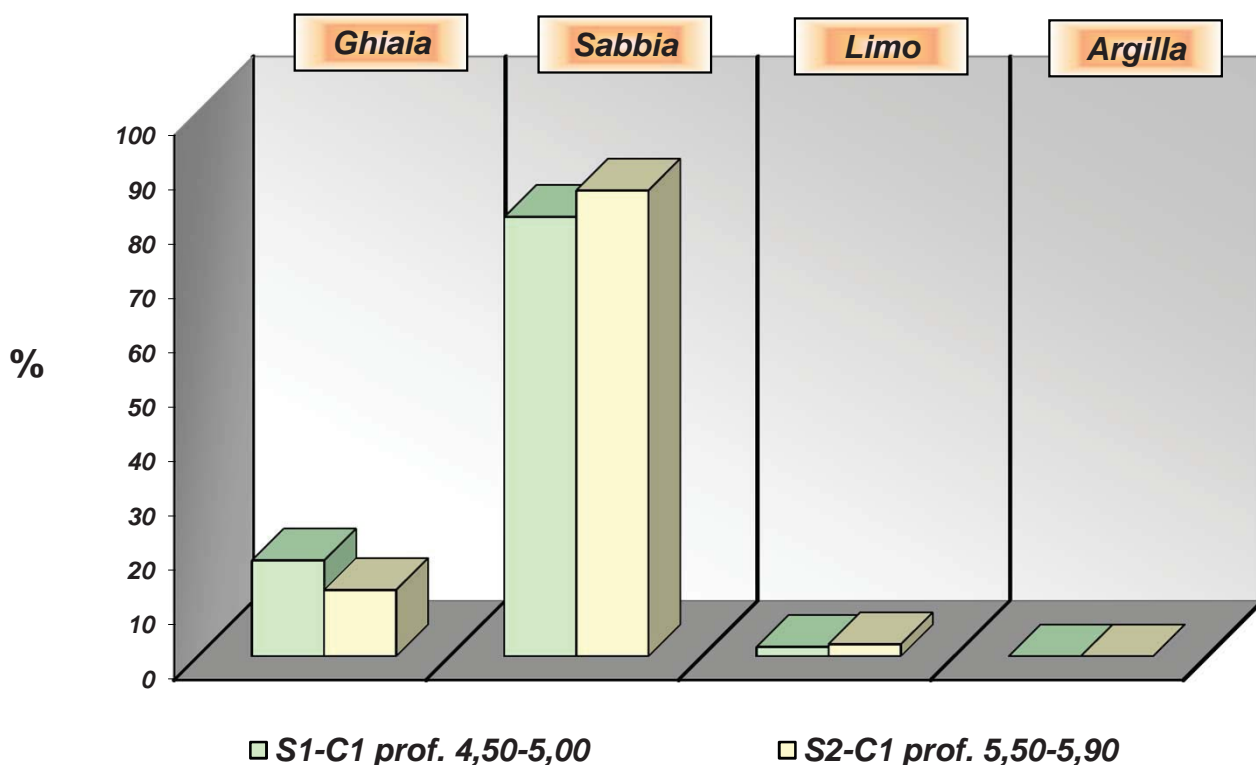
Committente:

**Geologo Caprara Alberto - Via Stiore, 9/8 -  
 Loc. Monteveglio - 40053 Valsamoggia (BO)**

Cantiere:

**Comando Polizia - Reggio Calabria**

N° d'ordine	Rif. interno	Sondaggio	Campione	Profondità		Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
1	114-18	S1	C1	4,50	5,00	17,6	80,7	1,7	0,0
2	115-18	S2	C1	5,50	5,90	12,2	85,6	2,2	0,0





Systema di Gestione certificato  
 UNI EN ISO 9001:2008

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

## ANALISI STATISTICA DEI PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI

Committente:

**Geologo Caprara Alberto - Via Stiore, 9/8 -  
 Loc. Monteveglio - 40053 Valsamoggia (BO)**

Cantiere:

**Comando Polizia - Reggio Calabria**

### PARAMETRI FISICI

										Analisi Granulometrica			
N° d'ordine	Rif. interno	Sondaggio	Campione	Profondità		$\gamma_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	Wn (%)	$\gamma_s$	Sr (%)	G	S	L	A
1	114-18	S1	C1	4,50	5,00	17,2	10,9	2,64	43	17,6	80,7	1,7	0,0
2	115-18	S2	C1	5,50	5,90	18,0	13,6	2,65	56	12,2	85,6	2,2	0,0
VALORE MASSIMO						18,0	13,6	2,65	56,4	17,6	85,6	2,2	0,0
VALORE MINIMO						17,2	10,9	2,64	43,1	12,2	80,7	1,7	0,0
MEDIA						17,6	12,3	2,65	49,8	14,9	83,2	2,0	0,0
MEDIANA						17,6	12,3	2,65	49,8	14,9	83,2	2,0	0,0
DEVIAZIONE STANDARD						0,6	1,9	0,01	9,4	3,8	3,5	0,4	0,0
COEFFICIENTE DI VARIAZIONE %						3,2	15,6	0,3	18,9	25,6	4,2	18,1	#DIV/0!

### PARAMETRI GEOMECCANICI

N° d'ordine	Rif. interno	Sondaggio	Campione	Profondità		C' (kPa)	$\phi'$ (°)	tg $\phi'$
1	114-18	S1	C1	4,50	5,00	0,5	31,2	0,61
2	115-18	S2	C1	5,50	5,90	0,4	30,4	0,59
VALORE MASSIMO						0,5	31,2	0,6
VALORE MINIMO						0,4	30,4	0,6
MEDIA						0,5	30,8	0,6
MEDIANA						0,5	30,8	0,6
DEVIAZIONE STANDARD						0,1	0,6	0,0
COEFFICIENTE DI VARIAZIONE %						15,7	1,8	2,2

$\gamma_n$  = Densità naturale - Wn = Umidità naturale -  $\gamma_s$  = Peso specifico - Sr = Grado di saturazione - G = Ghiaia - S = Sabbia - L = Limo - A = Argilla - C',  $\phi'$  = Coesione e angolo di resistenza al taglio (tensioni efficaci Taglio Diretto)



## DEFINIZIONI ADOTTATE PER LA DESCRIZIONE DEI CAMPIONI

### CONSERVAZIONE ED APERTURA DEI CAMPIONI

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

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

### DESCRIZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



**laboratorio**

**GeoTecnico** terre - rocce - aggregati - prove cicliche e dinamiche -  
**Geost** prove geotecniche in sito - geochimica ambientale -  
 proiezioni geofisiche - prove non distruttive - misura del Radon



**LABORATORIO UFFICIALE**  
 Art. 59 D.P.R. 380/2001  
 Circolare 7618/STC  
 Settori "A" e "B"  
 Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

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



**Certitalia**  
 Sistema di Gestione certificato  
 UNI EN ISO 9001:2008

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

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

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

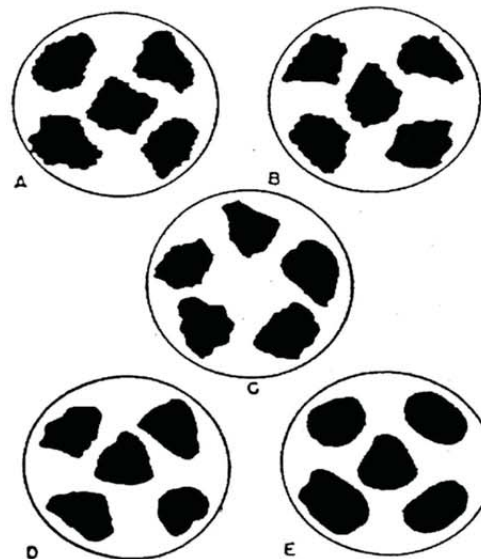


Fig. 1/2 - Classificazione della ghiaia e dei ciottoli in relazione al grado di arrotondamento:  
 A = Angolare B = Subangolare,  
 C = Subarrotondata D E = Arrotondata

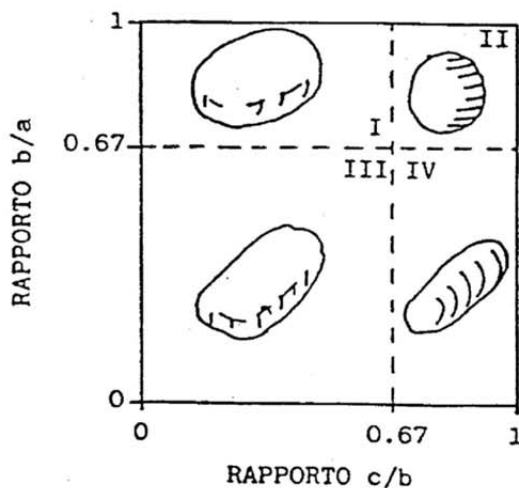


Fig. 1/3 - Classificazione della ghiaia e dei ciottoli in funzione della forma (Gnaccolini, 1978): a, b, c d sono le dimensioni caratteristiche dei grani.  
 I = discoidali II = sferoidali  
 III = lamellari IV = allungati

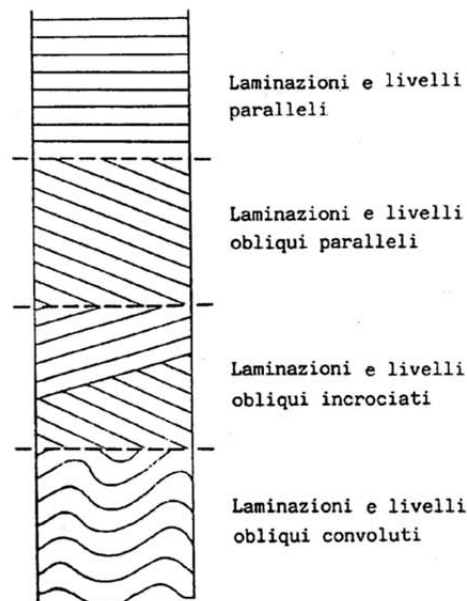


Fig. 1/4 - Schema per la descrizione dei livelli e delle laminazioni.

**COMMITTENTE:** Geologo Caprara Alberto - Via Stiore, 9/8 - Loc. Monteveglio - 40053 Valsamoggia (BO)

**RIFERIMENTO:** Comando Polizia - Reggio Calabria

**SONDAGGIO:** S1

**CAMPIONE:** C1

**PROFONDITA':** m 4,50-5,00

## MODULO RIASSUNTIVO

### CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	10,9	%
Peso di volume	17,2	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume secco	15,5	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	19,4	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico	2,64	
Indice dei vuoti	0,667	
Porosità	40,0	%
Grado di saturazione	43,1	%

### LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

### ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	17,6	%
Sabbia	80,7	%
Limo-Argilla	1,7	%

### CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00	A1-b	I.G. = 0
------------------	------	----------

### TAGLIO DIRETTO

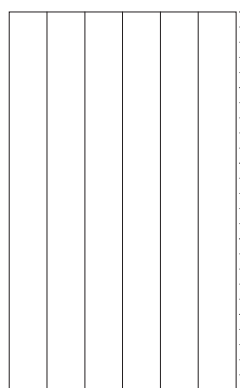
Coesione:	0,5	kPa
Angolo di attrito interno:	31,2	°

### FOTOGRAFIA



Posizione delle prove

cm



Rp

kPa

VT

kPa

cm

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Sabbia (e) ghiaiosa (e), ad elementi subarrotondati a forma discoidale (Lmax = 2 cm), di colore marrone - verde oliva. Reazione all'HCl: assente

MUNSELL SOIL COLOR CHARTS: 2,5Y Olive Brown 4/3

Provini per la prova di Taglio Diretto ricostituiti con il passante al setaccio di apertura 2 mm al peso di volume di 17,2 kN/m<sup>3</sup>

Qualità del campione: Q2

50

114-18



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00694 Pagina 1/1

DATA DI EMISSIONE: 28/03/18

Inizio analisi: 15/03/18

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 069 del 15/03/18

Apertura campione: 15/03/18

Fine analisi: 16/03/18

**COMMITTENTE:** Geologo Caprara Alberto - Via Stiore, 9/8 - Loc. Monteveglio - 40053 Valsamoggia (BO)

**RIFERIMENTO:** Comando Polizia - Reggio Calabria

**SONDAGGIO:** S1

**CAMPIONE:** C1

**PROFONDITA':** m 4,50-5,00

## CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

**$W_n$  = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 10,9 %**

**Omogeneo**

**Struttura del materiale:**

**Stratificato**

**Caotico**

**Temperatura di essiccazione:** 110 °C

**Dimensione massima delle particelle:** 20,00 mm

Determinazione eseguita eliminando gli elementi di dimensioni > 10 mm

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00695 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 069 del 15/03/18

DATA DI EMISSIONE: 28/03/18 Inizio analisi: 15/03/18

Apertura campione: 15/03/18 Fine analisi: 15/03/18

**COMMITTENTE:** Geologo Caprara Alberto - Via Stiore, 9/8 - Loc. Monteveglio - 40053 Valsamoggia (BO)

**RIFERIMENTO:** Comando Polizia - Reggio Calabria

**SONDAGGIO:** S1

**CAMPIONE:** C1

**PROFONDITA':** m 4,50-5,00

## PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377T 15/E

### Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 17,2 kN/m<sup>3</sup>

Determinazione eseguita su provini ricostituiti ad addensamento medio (terreno sciolto), eliminando gli elementi di dimensioni > 10 mm ed utilizzando fustelline tarate di altezza media = 21,24 mm e diametro medio = 31.37 mm

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°:</b> 00696 <b>Pagina</b> 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 28/03/18	<b>Inizio analisi:</b> 22/03/18
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 069 del 15/03/18	<b>Apertura campione:</b> 15/03/18	<b>Fine analisi:</b> 23/03/18
<b>COMMITTENTE:</b> Geologo Caprara Alberto - Via Stiore, 9/8 - Loc. Monteveglio - 40053 Valsamoggia (BO)		
<b>RIFERIMENTO:</b> Comando Polizia - Reggio Calabria		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 4,50-5,00

## **PESO SPECIFICO DEI GRANULI**

**Modalità di prova: Norma ASTM D 854**

$\gamma_s$  = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,64**

$\gamma_{sc}$  = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,64**

**Metodo:**     **A**     **B**

**Capacità del picnometro:**    100 ml

**Temperatura di prova:**    17,3 °C

**Dimensione massima delle particelle:**    20,00 mm

**Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto**

**Determinazione eseguita sul passante al setaccio 2 mm**

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00697	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 28/03/18	Inizio analisi: 23/03/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 069 del 15/03/18		Apertura campione: 15/03/18	Fine analisi: 23/03/18

<b>COMMITTENTE:</b> Geologo Caprara Alberto - Via Stiore, 9/8 - Loc. Monteveglio - 40053 Valsamoggia (BO)		
<b>RIFERIMENTO:</b> Comando Polizia - Reggio Calabria		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 4,50-5,00

### LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

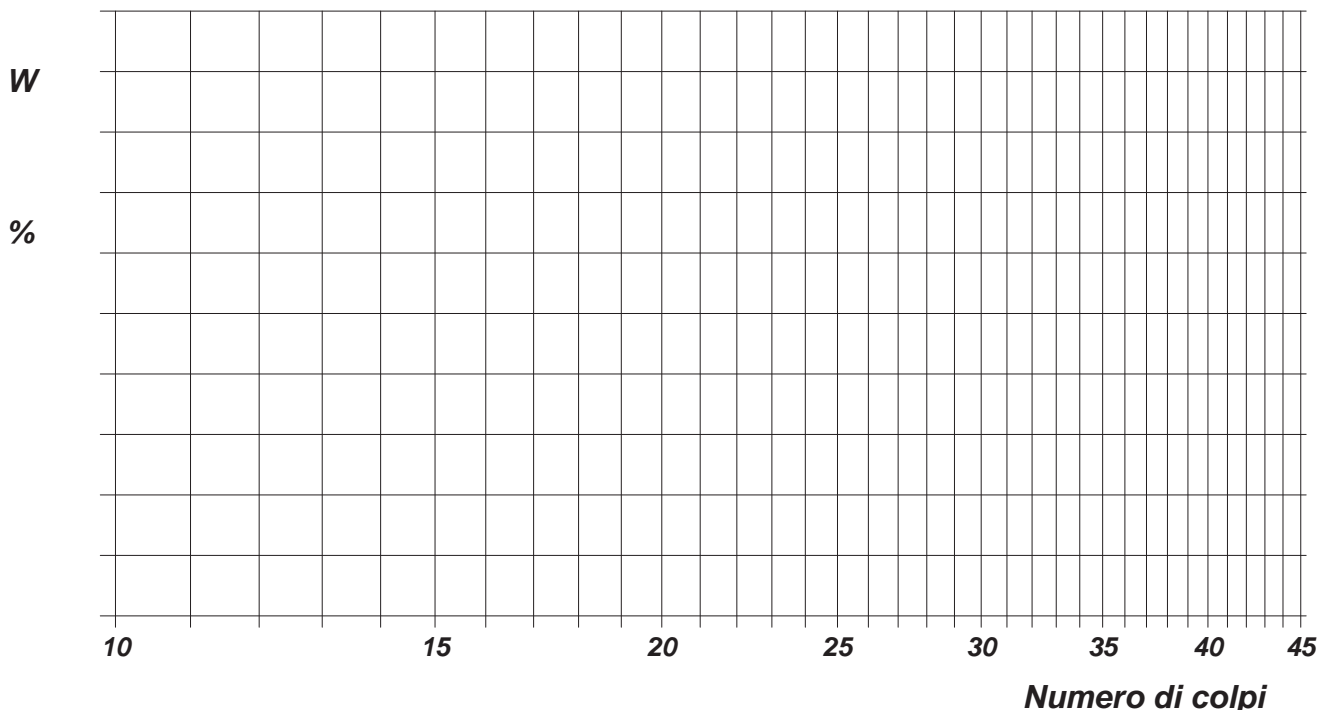
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

<b>Limite di liquidità</b>	<b>Non determinabile</b>
<b>Limite di plasticità</b>	<b>Non plastico</b>
<b>Indice di plasticità</b>	<b>- - -</b>

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					Umidità (%)		
Umidità (%)					Umidità media		

### Determinazione del Limite di liquidità



Nella determinazione del Limite di Liquidità il numero dei colpi è risultato sempre inferiore a 25

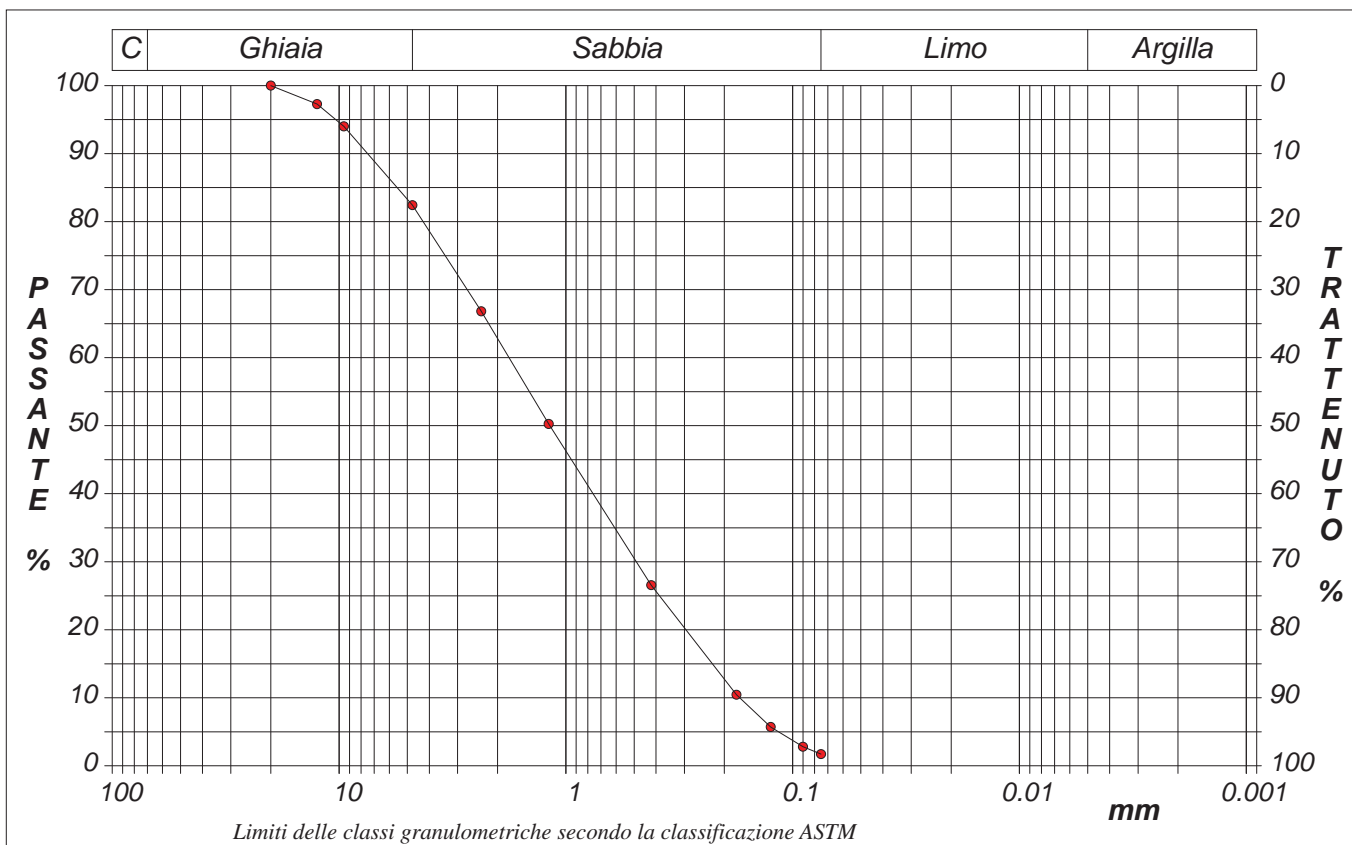
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00698	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 28/03/18	Inizio analisi: 15/03/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 069 del 15/03/18		Apertura campione: 15/03/18	Fine analisi: 19/03/18

<b>COMMITTENTE:</b> Geologo Caprara Alberto - Via Stiore, 9/8 - Loc. Monteveglio - 40053 Valsamoggia (BO)		
<b>RIFERIMENTO:</b> Comando Polizia - Reggio Calabria		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 4,50-5,00

## ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

<b>Ghiaia</b>	17,6 %	<b>Passante setaccio 10 (2 mm)</b>	62,8 %	<b>D10</b>	0,17110 mm
<b>Sabbia</b>	80,7 %	<b>Passante setaccio 40 (0.42 mm)</b>	25,7 %	<b>D30</b>	0,48848 mm
<b>Limo-Argilla</b>	1,7 %	<b>Passante setaccio 200 (0.075 mm)</b>	1,7 %	<b>D50</b>	1,17693 mm
<b>Coefficiente di uniformità</b>	10,41	<b>Coefficiente di curvatura</b>	0,78	<b>D60</b>	1,78043 mm
				<b>D90</b>	7,48502 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
20,0000	100,00	1,1900	50,25	0,0750	1,74				
12,5000	97,28	0,4200	26,56						
9,5200	94,00	0,1770	10,46						
4,7500	82,43	0,1250	5,71						
2,3600	66,82	0,0900	2,80						

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00698 Allegato 1

DATA DI EMISSIONE: 28/03/18

Inizio analisi: 15/03/18

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 069 del 15/03/18

Apertura campione: 15/03/18

Fine analisi: 19/03/18

COMMITTENTE: Geologo Caprara Alberto - Via Stiore, 9/8 - Loc. Monteveglio - 40053 Valsamoggia (BO)

RIFERIMENTO: Comando Polizia - Reggio Calabria

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4,50-5,00

## ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

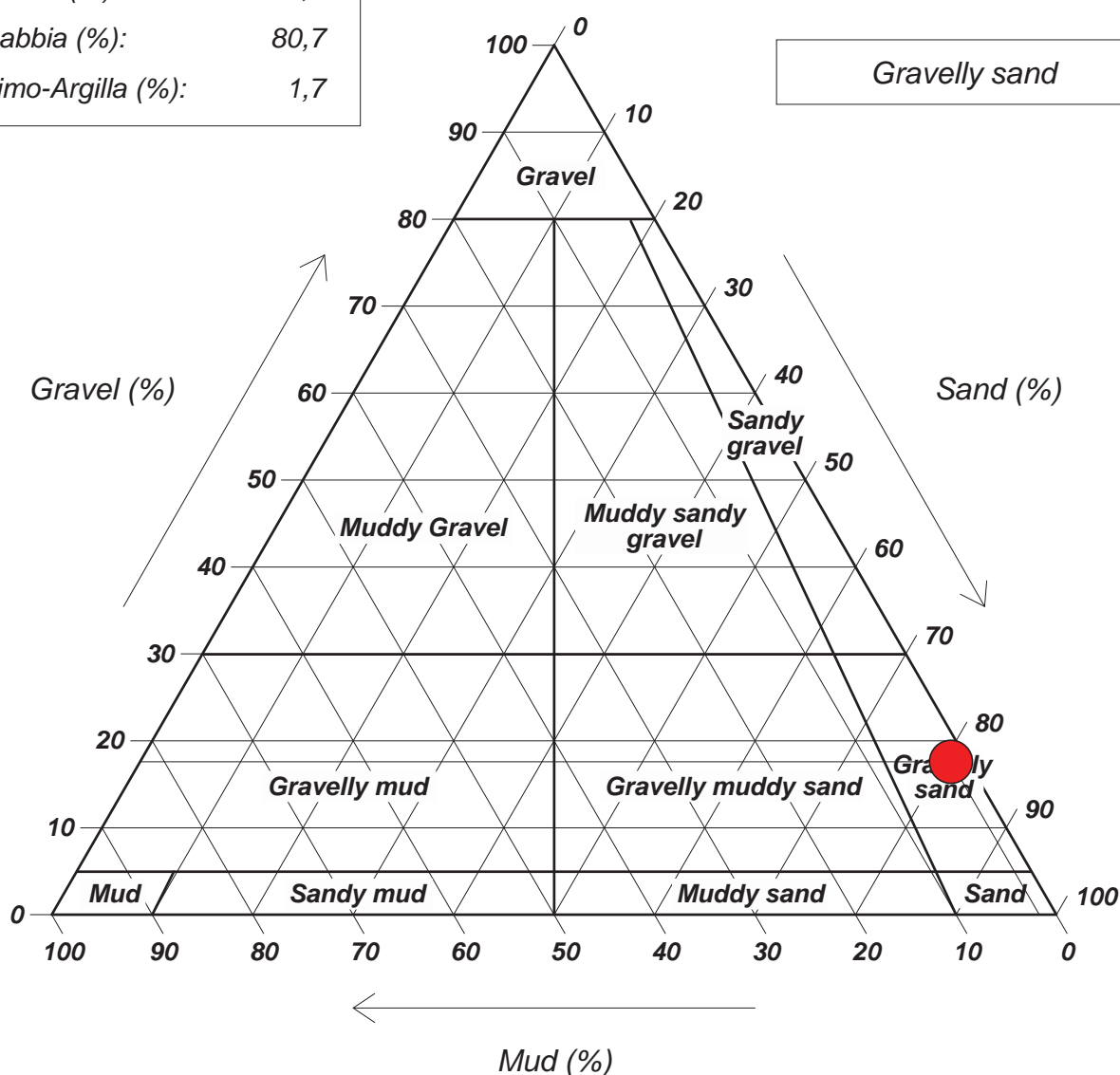
Ghiaia (%): 17,6

Sabbia (%): 80,7

Limo-Argilla (%): 1,7

### Diagramma G.S.M.

Gravelly sand





CERTIFICATO DI PROVA N°: 00699	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 28/03/18	Inizio analisi: 22/03/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 069 del 15/03/18		Apertura campione: 15/03/18	Fine analisi: 28/03/18

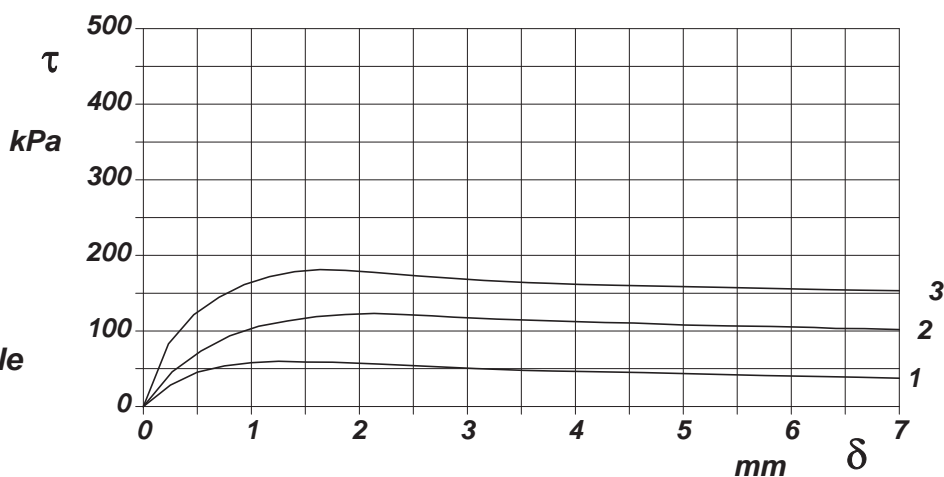
<b>COMMITTENTE:</b> Geologo Caprara Alberto - Via Stiore, 9/8 - Loc. Monteveglio - 40053 Valsamoggia (BO)		
<b>RIFERIMENTO:</b> Comando Polizia - Reggio Calabria		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 4,50-5,00

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO

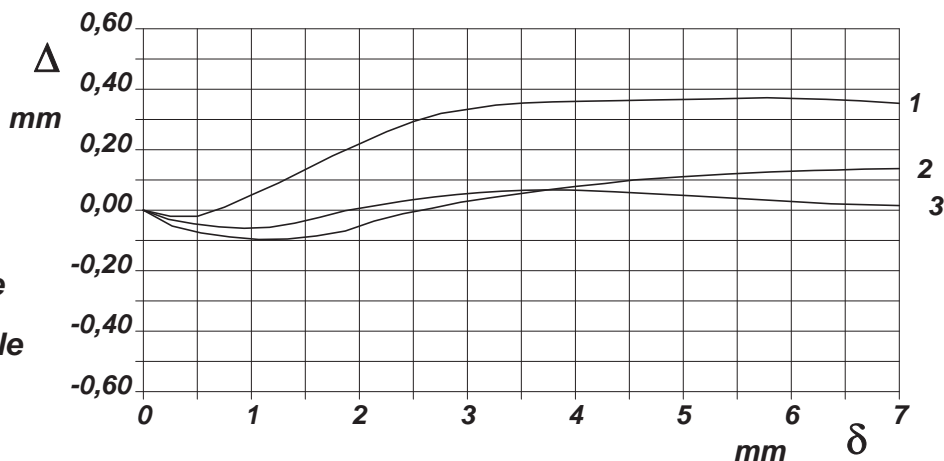
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Ricostituito	Ricostituito	Ricostituito
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	11,3    25,1	10,7    23,7	10,8    23,3
Peso di volume (kN/m³):	17,2	17,2	17,2
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0,004 mm / min	

**DIAGRAMMA**  
Tensione  
Deformazione orizzontale



**DIAGRAMMA**  
Deformazione verticale  
Deformazione orizzontale



Provini ricostituiti con il passante al setaccio di apertura 2 mm al peso di volume di 17,2 kN/m³

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00699	Pagina 2/4	DATA DI EMISSIONE: 28/03/18	Inizio analisi: 22/03/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 069 del 15/03/18		Apertura campione: 15/03/18	Fine analisi: 28/03/18

**COMMITTENTE:** Geologo Caprara Alberto - Via Stiore, 9/8 - Loc. Monteveglio - 40053 Valsamoggia (BO)  
**RIFERIMENTO:** Comando Polizia - Reggio Calabria  
**SONDAGGIO:** S1                                   **CAMPIONE:** C1                                   **PROFONDITA':** m 4,50-5,00

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0,251	28,4	-0,02	0,267	45,8	-0,05	0,234	83,0	-0,03
0,501	45,5	-0,02	0,534	73,4	-0,08	0,468	121,5	-0,05
0,752	53,9	0,01	0,802	93,5	-0,09	0,701	144,6	-0,05
1,002	58,1	0,05	1,069	106,1	-0,10	0,935	161,2	-0,06
1,253	59,9	0,09	1,336	113,2	-0,09	1,169	171,9	-0,06
1,503	58,9	0,13	1,603	118,8	-0,09	1,403	178,6	-0,04
1,754	58,6	0,18	1,870	121,7	-0,07	1,637	181,2	-0,02
2,004	57,3	0,22	2,138	123,1	-0,04	1,870	180,1	0,00
2,255	55,3	0,26	2,405	121,6	-0,01	2,129	177,6	0,01
2,505	54,0	0,29	2,672	119,9	0,01	2,388	174,7	0,03
2,756	52,8	0,32	2,939	117,9	0,03	2,657	171,7	0,04
3,010	50,8	0,33	3,206	116,0	0,04	2,940	168,7	0,05
3,264	48,8	0,35	3,474	114,8	0,05	3,231	166,2	0,06
3,523	47,9	0,35	3,741	113,2	0,07	3,501	164,3	0,07
3,789	47,2	0,36	4,008	112,5	0,08	3,768	163,0	0,07
4,071	46,4	0,36	4,275	111,0	0,09	4,049	161,5	0,07
4,415	45,3	0,36	4,542	110,5	0,10	4,367	160,5	0,06
4,713	44,6	0,36	4,810	109,1	0,11	4,647	159,7	0,06
4,987	43,7	0,37	5,077	107,9	0,11	4,913	158,9	0,05
5,249	42,8	0,37	5,344	106,8	0,12	5,180	158,1	0,05
5,511	41,8	0,37	5,611	106,3	0,12	5,465	157,3	0,04
5,776	41,1	0,37	5,878	105,6	0,13	5,792	156,4	0,03
6,042	40,3	0,37	6,146	105,1	0,13	6,085	155,4	0,03
6,322	39,5	0,37	6,413	103,3	0,13	6,368	154,5	0,02
6,631	38,8	0,36	6,680	103,2	0,14	6,656	154,0	0,02
7,000	37,6	0,35	7,000	101,8	0,14	7,000	153,2	0,02

LO SPERIMENTATORE  
Geom. DI LACCHIA ANTONELLO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
dott. GEO. CARBONE RAFFAELE

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00699 Pagina 3/4

DATA DI EMISSIONE: 28/03/18 Inizio analisi: 22/03/18

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 069 del 15/03/18

Apertura campione: 15/03/18 Fine analisi: 28/03/18

**COMMITTENTE:** Geologo Caprara Alberto - Via Stiore, 9/8 - Loc. Monteveglio - 40053 Valsamoggia (BO)

**RIFERIMENTO:** Comando Polizia - Reggio Calabria

**SONDAGGIO:** S1

**CAMPIONE:** C1

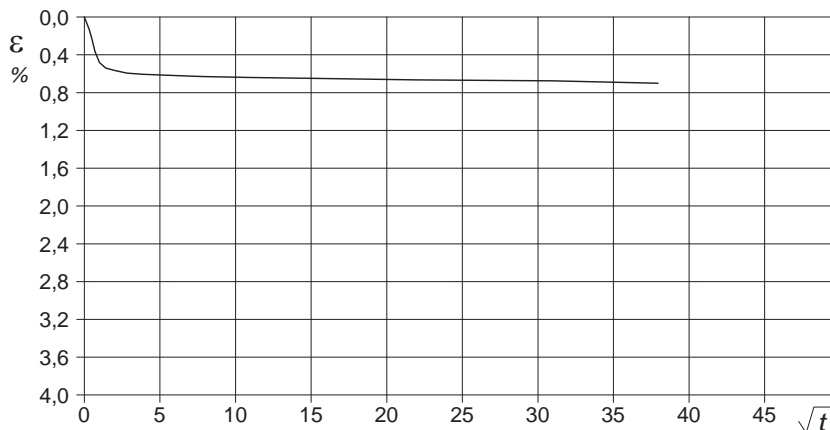
**PROFONDITA':** m 4,50-5,00

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

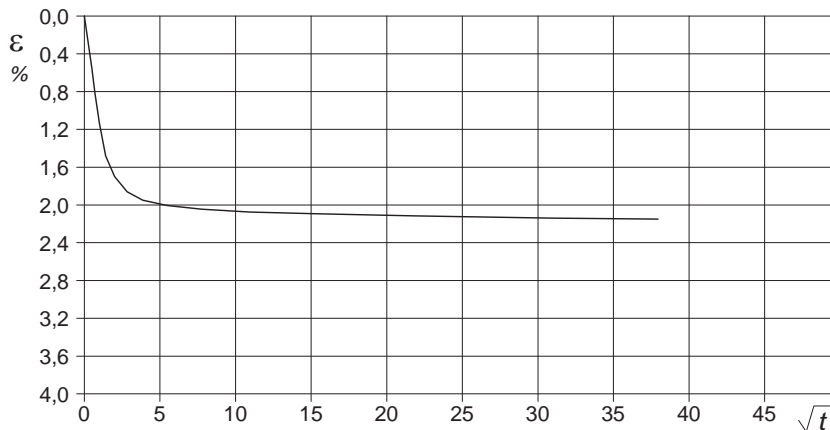
### Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,986
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	36,00
T <sub>100</sub> (min)	1,6
Df (mm)	1
Vs (mm/min)	0,063



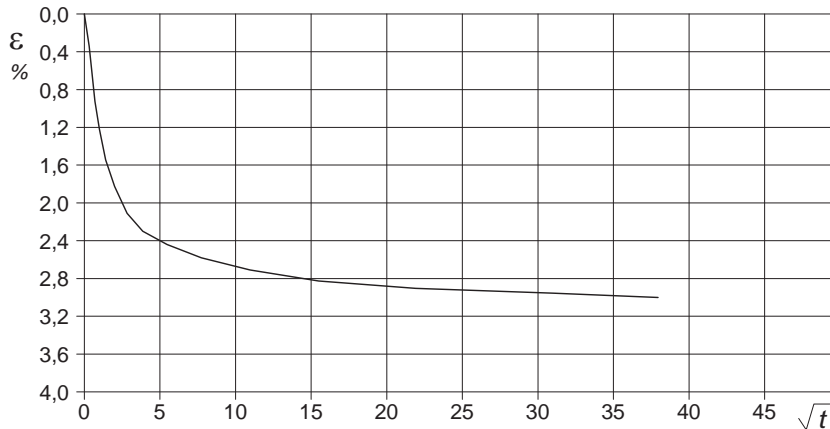
### Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,957
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	36,00
T <sub>100</sub> (min)	4,3
Df (mm)	2
Vs (mm/min)	0,047



### Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,940
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	36,00
T <sub>100</sub> (min)	5,7
Df (mm)	2
Vs (mm/min)	0,035



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

tf = 10 x T<sub>100</sub> Vs = Df / tf

**CERTIFICATO DI PROVA N°:** 00699 **Pagina** 4/4

**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:** 069 del 15/03/18

**DATA DI EMISSIONE:** 28/03/18 **Inizio analisi:** 22/03/18

**Apertura campione:** 15/03/18 **Fine analisi:** 28/03/18

**COMMITTENTE:** Geologo Caprara Alberto - Via Stiore, 9/8 - Loc. Monteveglio - 40053 Valsamoggia (BO)

**RIFERIMENTO:** Comando Polizia - Reggio Calabria

**SONDAGGIO:** S1 **CAMPIONE:** C1 **PROFONDITA':** m 4,50-5,00

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Cedim. %	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Cedim. %	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Cedim. %
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,10	2,60	0,13	0,10	7,10	0,36	0,10	6,80	0,34
0,25	4,60	0,23	0,25	11,10	0,56	0,25	12,30	0,62
0,50	7,30	0,37	0,50	16,30	0,81	0,50	18,50	0,93
1,00	9,60	0,48	1,00	22,70	1,14	1,00	24,40	1,22
2,00	10,80	0,54	2,00	29,60	1,48	2,00	30,90	1,55
4,00	11,30	0,57	4,00	34,00	1,70	4,00	36,50	1,83
8,00	11,90	0,60	8,00	37,20	1,86	8,00	42,20	2,11
15,00	12,10	0,61	15,00	39,00	1,95	15,00	46,00	2,30
30,00	12,30	0,62	30,00	40,10	2,01	30,00	48,80	2,44
60,00	12,60	0,63	60,00	40,90	2,05	60,00	51,60	2,58
120,00	12,80	0,64	120,00	41,50	2,08	120,00	54,20	2,71
240,00	13,00	0,65	240,00	41,90	2,10	240,00	56,50	2,83
480,00	13,30	0,67	480,00	42,30	2,12	480,00	58,10	2,91
960,00	13,50	0,68	960,00	42,80	2,14	960,00	59,10	2,96
1440,00	14,00	0,70	1440,00	43,00	2,15	1440,00	60,00	3,00

114-18

SGEO - Laboratorio 6.1 - 2018

LO SPERIMENTATORE  
Geom. DI LACCHIA Antonio

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
dot. GEOL. CARBONE Raffaele

**COMMITTENTE:** Geologo Caprara Alberto - Via Stiore, 9/8 - Loc. Monteveglio - 40053 Valsamoggia (BO)

**RIFERIMENTO:** Comando Polizia - Reggio Calabria

**SONDAGGIO:** S2

**CAMPIONE:** C1

**PROFONDITA':** m 5,50-5,90

## MODULO RIASSUNTIVO

### CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	13,6	%
Peso di volume	18,0	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume secco	15,8	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	19,7	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico	2,65	
Indice dei vuoti	0,639	
Porosità	39,0	%
Grado di saturazione	56,4	%

### LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	Non determinabile
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	Non determinabile
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	

### ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	12,2	%
Sabbia	85,6	%
Limo-Argilla	2,2	%

### CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00	A1-b	I.G. = 0
------------------	------	----------

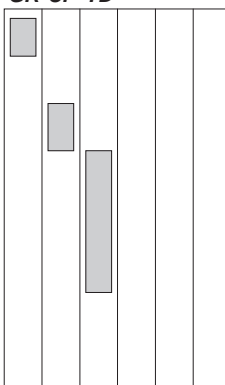
### TAGLIO DIRETTO

Coesione:	0,4	kPa
Angolo di attrito interno:	30,4	°

### FOTOGRAFIA



Posizione delle prove  
GR CF TD



cm  
0  
10  
20  
30  
40

Rp  
kPa  
40  
50

VT  
kPa  
40

cm  
40

### DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Sabbia (e) ghiaiosa (e), ad elementi subarrotondati a forma discoidale (Lmax 5 cm), di colore marrone-verde oliva, poco consistente e a struttura omogenea. Reazione all'HCl: assente

MUNSELL SOIL COLOR CHARTS: 2,5Y Olive Brown 4/3

Provini per la prova di Taglio Diretto ricostituiti con il passante al setaccio di apertura 2 mm al peso di volume di 18,0 kN/m<sup>3</sup> (ricavato con fustelline tarate)

Qualità del campione: Q5

115-18



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00700 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 069 del 15/03/18

DATA DI EMISSIONE: 28/03/18 Inizio analisi: 15/03/18

Apertura campione: 15/03/18 Fine analisi: 16/03/18

**COMMITTENTE:** Geologo Caprara Alberto - Via Stiore, 9/8 - Loc. Monteveglio - 40053 Valsamoggia (BO)

**RIFERIMENTO:** Comando Polizia - Reggio Calabria

**SONDAGGIO:** S2

**CAMPIONE:** C1

**PROFONDITA':** m 5,50-5,90

## CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

**$W_n$  = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 13,6 %**

Omogeneo

**Struttura del materiale:**

Stratificato

Caotico

**Temperatura di essiccazione:** 110 °C

**Dimensione massima delle particelle:** 50,00 mm

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00701      Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 069 del 15/03/18

DATA DI EMISSIONE: 28/03/18

Inizio analisi: 15/03/18

Apertura campione: 15/03/18

Fine analisi: 15/03/18

**COMMITTENTE:** Geologo Caprara Alberto - Via Stiore, 9/8 - Loc. Monteveglio - 40053 Valsamoggia (BO)

**RIFERIMENTO:** Comando Polizia - Reggio Calabria

**SONDAGGIO:** S2

**CAMPIONE:** C1

**PROFONDITA':** m 5,50-5,90

## PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377T 15/E

### Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 18,0 kN/m<sup>3</sup>

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°:</b> 00702	<b>Pagina</b> 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 28/03/18	<b>Inizio analisi:</b> 22/03/18
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 069 del 15/03/18		<b>Apertura campione:</b> 15/03/18	<b>Fine analisi:</b> 23/03/18

<b>COMMITTENTE:</b> Geologo Caprara Alberto - Via Stiore, 9/8 - Loc. Monteveglio - 40053 Valsamoggia (BO)		
<b>RIFERIMENTO:</b> Comando Polizia - Reggio Calabria		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 5,50-5,90

## PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

$\gamma_s$  = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,65**

$\gamma_{sc}$  = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,65**

**Metodo:**  A  B

**Capacità del picnometro:** 100 ml

**Temperatura di prova:** 17,4 °C

**Dimensione massima delle particelle:** 50,00 mm

**Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto**



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°:</b> 00703	<b>Pagina</b> 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 28/03/18	<b>Inizio analisi:</b> 23/03/18
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 069 del 15/03/18		<b>Apertura campione:</b> 15/03/18	<b>Fine analisi:</b> 23/03/18

<b>COMMITTENTE:</b> Geologo Caprara Alberto - Via Stiore, 9/8 - Loc. Monteveglio - 40053 Valsamoggia (BO)		
<b>RIFERIMENTO:</b> Comando Polizia - Reggio Calabria		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 5,50-5,90

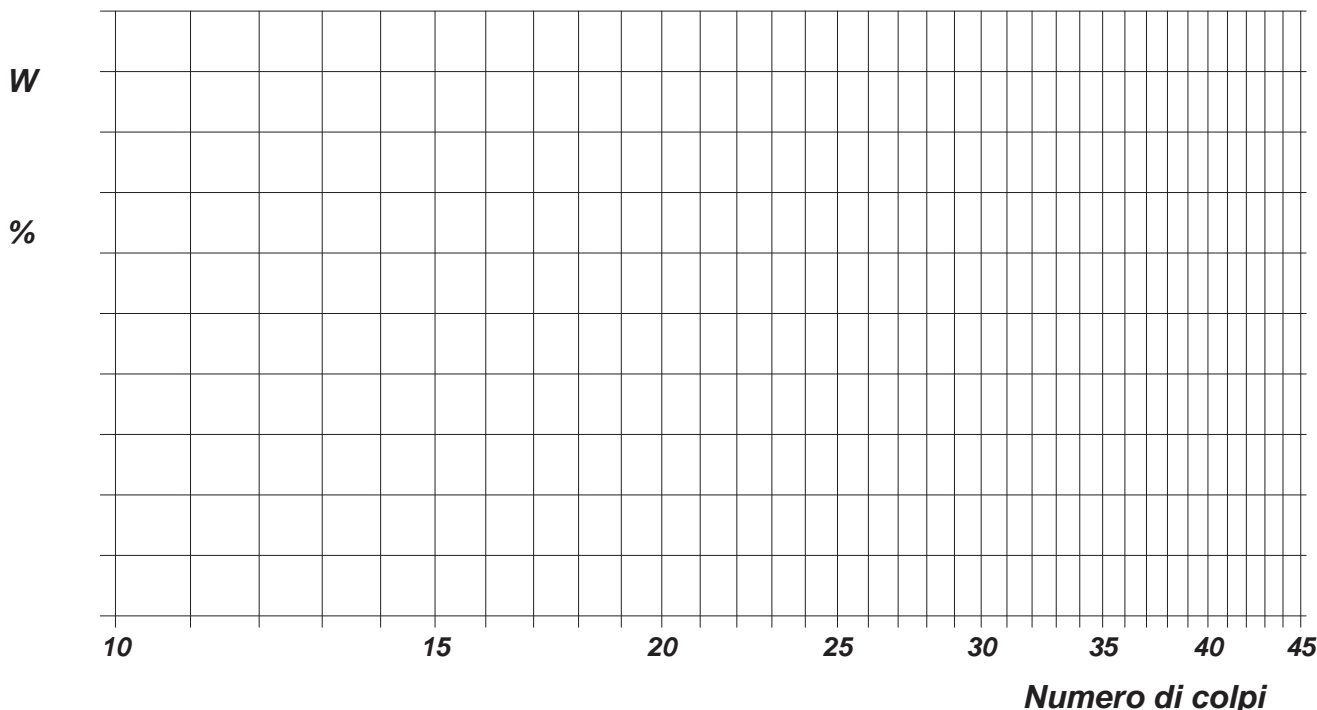
### LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

<b>Limite di liquidità</b>	<b>Non determinabile</b>
<b>Limite di plasticità</b>	<b>Non plastico</b>
<b>Indice di plasticità</b>	<b>- - -</b>

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
<b>Numero di colpi</b>					<b>Umidità (%)</b>		
<b>Umidità (%)</b>					<b>Umidità media</b>		

### Determinazione del Limite di liquidità



Nella determinazione del Limite di Liquidità il numero dei colpi è risultato sempre inferiore a 25

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00704 Pagina 1/1

DATA DI EMISSIONE: 28/03/18 Inizio analisi: 15/03/18

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 069 del 15/03/18

Apertura campione: 15/03/18 Fine analisi: 22/03/18

COMMITTENTE: Geologo Caprara Alberto - Via Stiore, 9/8 - Loc. Monteveglio - 40053 Valsamoggia (BO)

RIFERIMENTO: Comando Polizia - Reggio Calabria

SONDAGGIO: S2

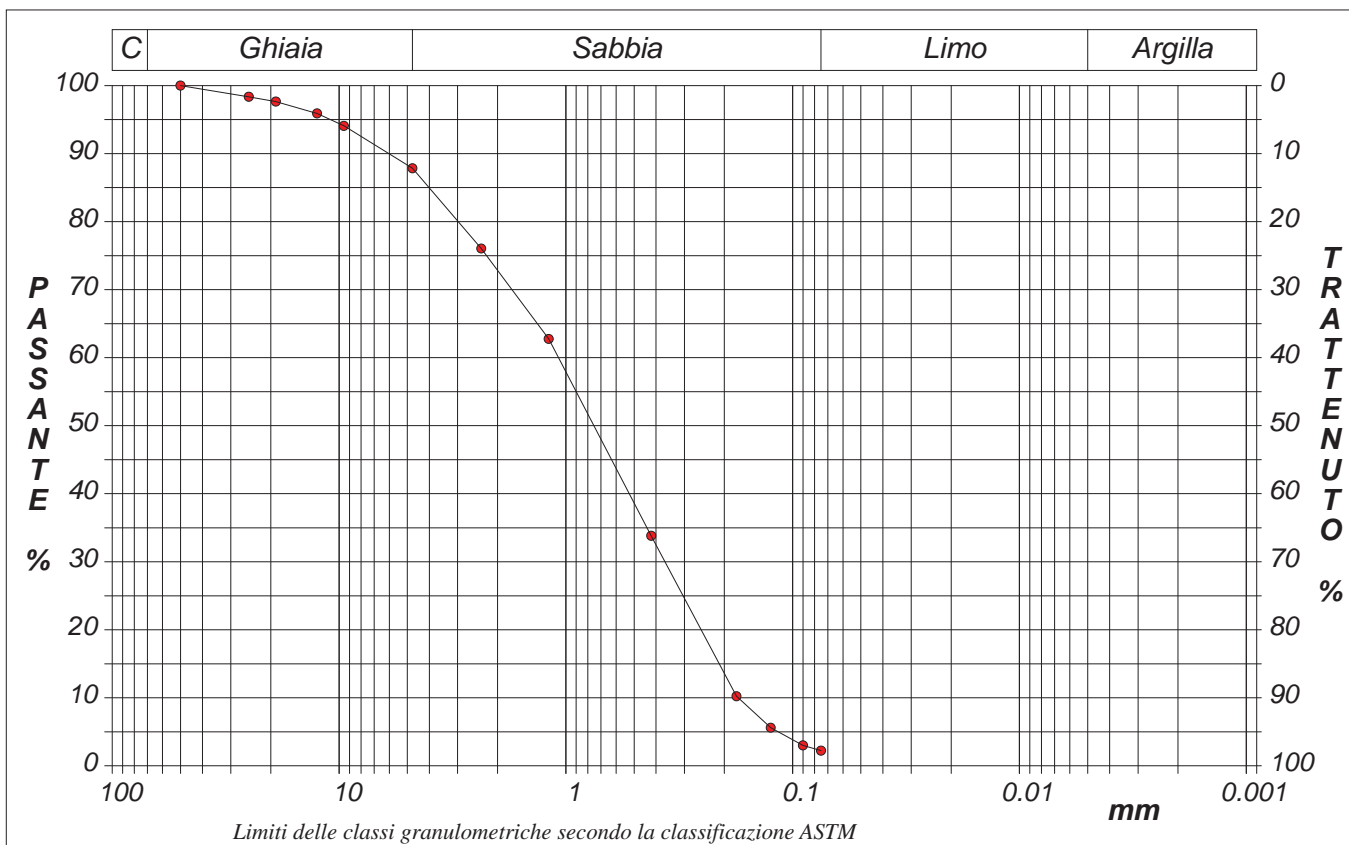
CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 5,50-5,90

## ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	12,2 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	72,8 %	D10	0,17394 mm
Sabbia	85,6 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	32,5 %	D30	0,36525 mm
Limo-Argilla	2,2 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	2,2 %	D50	0,75192 mm
				D60	1,07746 mm
				D90	6,03952 mm
Coefficiente di uniformità		6,19	Coefficiente di curvatura		0,71



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
50,0000	100,00	4,7500	87,85	0,1250	5,61				
25,0000	98,35	2,3600	76,05	0,0900	3,01				
19,0000	97,65	1,1900	62,76	0,0750	2,23				
12,5000	95,90	0,4200	33,81						
9,5200	94,08	0,1770	10,23						

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00704	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 28/03/18	Inizio analisi: 15/03/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 069 del 15/03/18		Apertura campione: 15/03/18	Fine analisi: 22/03/18

<b>COMMITTENTE:</b> Geologo Caprara Alberto - Via Stiore, 9/8 - Loc. Monteveglio - 40053 Valsamoggia (BO)		
<b>RIFERIMENTO:</b> Comando Polizia - Reggio Calabria		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 5,50-5,90

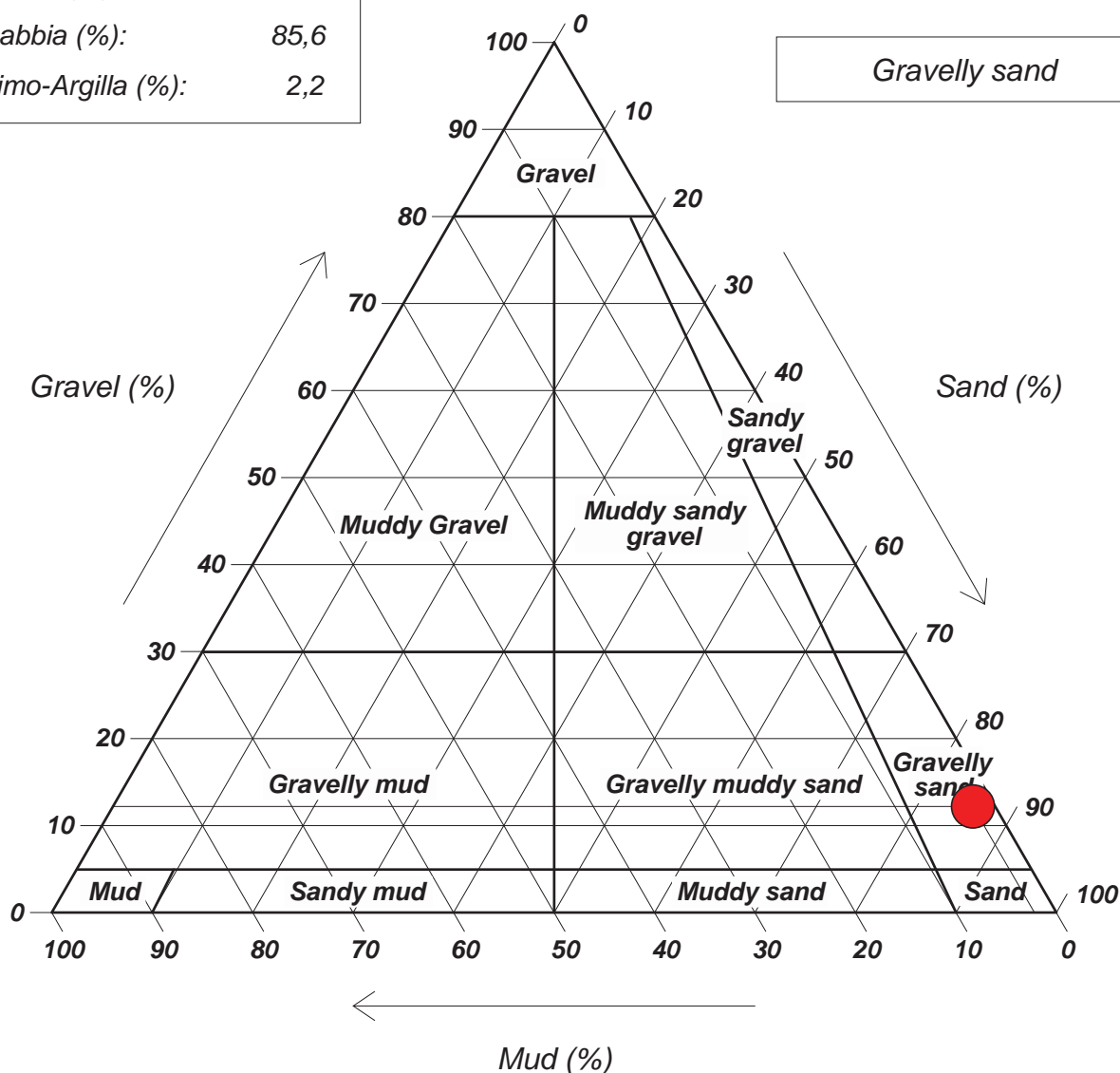
## ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

### Diagramma G.S.M.

Ghiaia (%): 12,2  
Sabbia (%): 85,6  
Limo-Argilla (%): 2,2

Gravelly sand



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00705 Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 069 del 15/03/18

DATA DI EMISSIONE: 28/03/18 Inizio analisi: 22/03/18

Apertura campione: 15/03/18 Fine analisi: 28/03/18

COMMITTENTE: Geologo Caprara Alberto - Via Stiore, 9/8 - Loc. Monteveglio - 40053 Valsamoggia (BO)

RIFERIMENTO: Comando Polizia - Reggio Calabria

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: C1

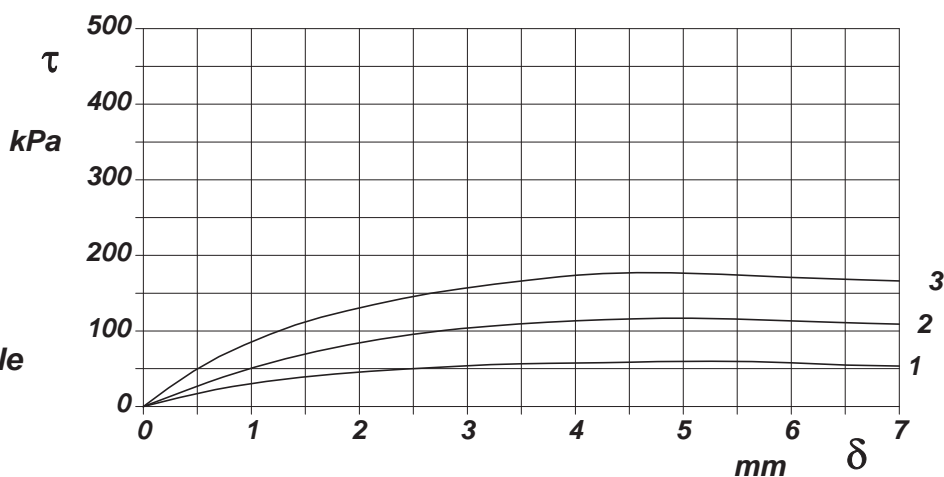
PROFONDITA': m 5,50-5,90

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

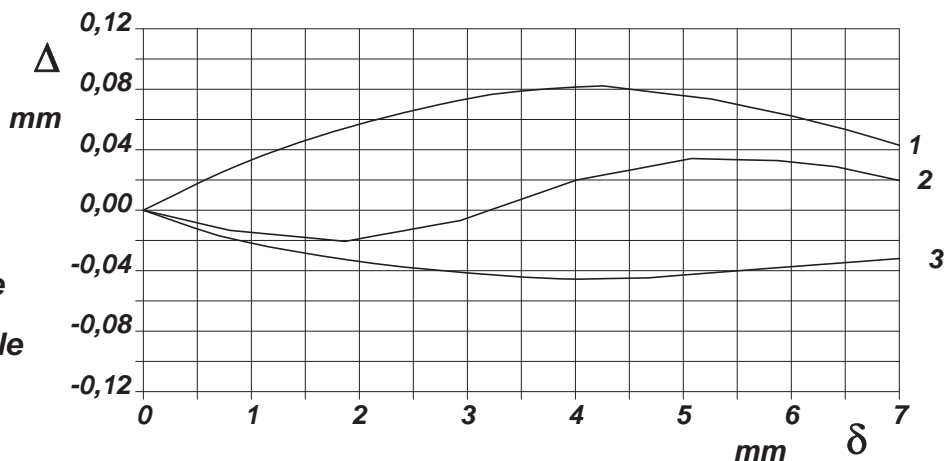
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Ricostituito	Ricostituito	Ricostituito
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	14,0 23,5	13,2 22,0	13,5 21,5
Peso di volume (kN/m³):	18,0	18,0	18,0
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0,004 mm / min		

**DIAGRAMMA**  
Tensione  
Deformazione orizzontale



**DIAGRAMMA**  
Deformazione verticale  
Deformazione orizzontale



Provini ricostituiti con il passante al setaccio di apertura 2 mm al peso di volume di 18,0 kN/m³ (ricavato con fustelline tarate)





CERTIFICATO DI PROVA N°: 00705 Pagina 3/4

DATA DI EMISSIONE: 28/03/18 Inizio analisi: 22/03/18

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 069 del 15/03/18

Apertura campione: 15/03/18 Fine analisi: 28/03/18

COMMITTENTE: Geologo Caprara Alberto - Via Stiore, 9/8 - Loc. Monteveglio - 40053 Valsamoggia (BO)

RIFERIMENTO: Comando Polizia - Reggio Calabria

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: C1

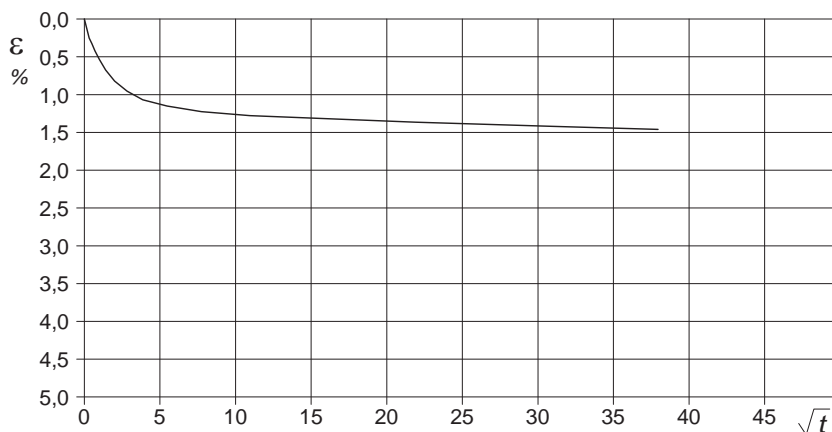
PROFONDITA': m 5,50-5,90

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

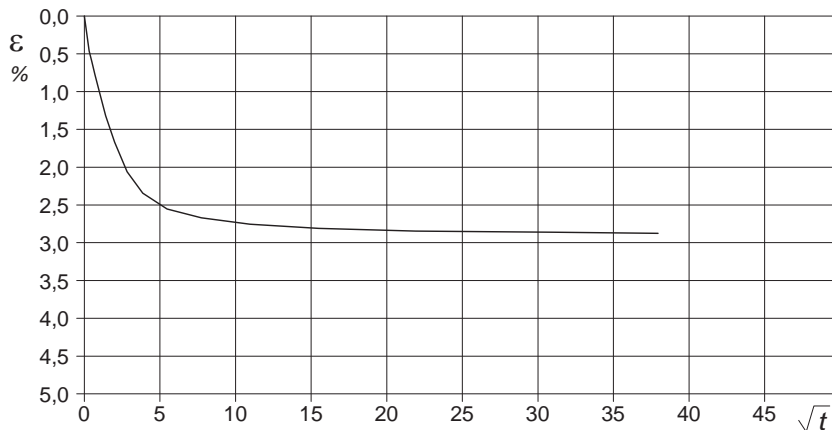
### Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,971
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	36,00
T <sub>100</sub> (min)	11,8
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,042



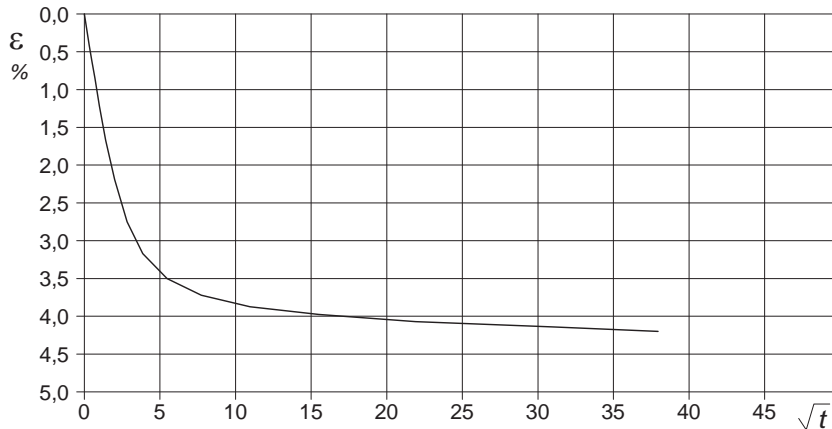
### Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,943
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	36,00
T <sub>100</sub> (min)	13,6
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,037



### Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,916
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	36,00
T <sub>100</sub> (min)	19,2
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,026



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

tf = 10 x T<sub>100</sub> Vs = Df / tf

115-18

