

**DIREZIONE GENERALE ROMA**

**AUTOSTRADA A1 MILANO - NAPOLI**  
da progr. km 144+519 a progr. km 152+500

**PIANO DI RISANAMENTO ACUSTICO**  
**AI SENSI DELLA LEGGE QUADRO n. 447/95**


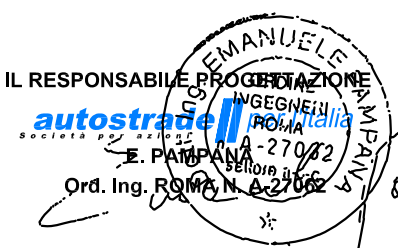
**PROGETTO DEFINITIVO**

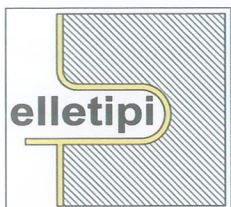
**MACROINTERVENTI 106-107**  
**REGGIO EMILIA - CORREGGIO - SAN MARTINO IN RIO - RUBIERA**

**GEOLOGIA E GEOTECNICA**

Titolo Elaborato

**RELAZIONE SULLE INDAGINI GEOGNOSTICHE**

Commessa	Codice Elaborato	Rev	Scala	Data	 IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO ( <i>Daniela Trotti</i> ) D. TROTTI	
OI 314	GEO-003	1		01-2019		
					 IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE INGEGNERE E. PAMPANA Ord. Ing. ROMA N. A-27062	
					IL RESPONSABILE PROTEZIONI ANTIRUMORE E. PAMPANA	
Rev	Descrizione	Data	Redatto	Verificato	Approvato	Il Committente
0	EMISSIONE PER VALIDAZIONE TECNICA	09-2017	G. FERIOLI	G. PIACENTINI	E. PAMPANA	M. DONFERRI
1	EMISSIONE PER CDS	01-2019		E. PAMPANA	E. PAMPANA	M. DONFERRI
2						
3						



**elletipi s.r.l.**

Sede legale, operativa ed amm.va:  
Via Annibale Zucchini, 69 - 44122 FERRARA  
tel. 0532/56771 – fax 0532/56119  
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

e-mail: [info@elletipi.it](mailto:info@elletipi.it) sito web: [www.elletipi.it](http://www.elletipi.it)

UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE  
CERTIFICATI

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC  
Laboratorio aut. dal Ministero Infrastrutture e Trasporti P.C.S. LL.PP. S.T.C. in base al D.P.R. n. 380/01 art. 59 circ. n. 349/99 Dec. n° 53362 del 06/05/2005  
Organismo Notificato n° 1308 (Decreto 826149 del 22 Marzo 2004 del Ministero delle Attività Produttive) ai sensi della Direttiva 89/106/CEE, Decreto del  
Presidente della Repubblica n° 246/1993, Decreto Ministeriale 156/2003

## Autostrade per l'Italia S.p.A.

via A. Bergamini 50 - 00159 Roma

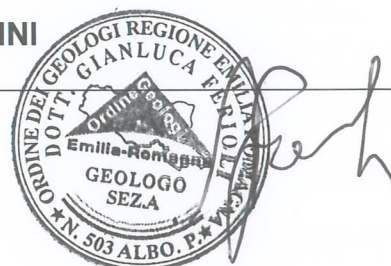


**Indagini per la progettazione dell'installazione delle nuove  
BARRIERE ANTIRUMORE lungo la rete ASPI.**

**A 1 – MACROINTERVENTI M 106-107**

### RELAZIONE ESECUZIONE INDAGINI

dott. geol. Gianluca Ferioli



## INDICE

<b><u>1.</u></b>	<b><u>PREMESSA .....</u></b>	<b><u>3</u></b>
<b><u>2.</u></b>	<b><u>INQUADRAMENTO DELL'AREA .....</u></b>	<b><u>3</u></b>
<b><u>3.</u></b>	<b><u>INDAGINI ESEGUITE .....</u></b>	<b><u>4</u></b>
<b><u>4.</u></b>	<b><u>PENETROMETRIA STATICA CON PIEZOCONO .....</u></b>	<b><u>5</u></b>
<b><u>5.</u></b>	<b><u>PENETROMETRIA DINAMICA DPSH .....</u></b>	<b><u>9</u></b>
<b><u>6.</u></b>	<b><u>SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO .....</u></b>	<b><u>10</u></b>
	<b><u>COPPIA TORCENTE: 750 KGM .....</u></b>	<b><u>10</u></b>
<b><u>7.</u></b>	<b><u>LABORATORIO GEOTECNICO .....</u></b>	<b><u>13</u></b>
	<b>APERTURA DEI CAMPIONI E DETERMINAZIONI DEI PARAMETRI DEL TERRENO .....</b>	<b>13</b>
	<b>CONTENUTO D'ACQUA.....</b>	<b>14</b>
	<b>PESO DI VOLUME .....</b>	<b>14</b>
	<b>LIMITI DI CONSISTENZA.....</b>	<b>15</b>
	<b>GRANULOMETRIE.....</b>	<b>15</b>
	<b>GRANULOMETRIA PER SETACCIATURA .....</b>	<b>16</b>
	<b>GRANULOMETRIA PER SEDIMENTAZIONE.....</b>	<b>16</b>
	<b>TRIASSIALE UU (NON CONSOLIDATA NON DRENATA) .....</b>	<b>20</b>
<b><u>8.</u></b>	<b><u>INDAGINE GEOFISICA .....</u></b>	<b><u>21</u></b>
<b><u>9.</u></b>	<b><u>ELENCO ALLEGATI .....</u></b>	<b><u>26</u></b>

## 1. PREMESSA

Su incarico della Committenza, la Società Autostrade per l'Italia S.p.A., con sede in via A. Bergamini 50 a Roma, la scrivente ha eseguito una valutazione geologica, geotecnica e sismica necessaria per la caratterizzazione, alla luce delle nuove normative, dei terreni su cui deve essere attuato il piano di risanamento acustico ai sensi della legge quadro 447/95, previsto nel tratto di autostrada A1 Milano – Napoli compreso tra la progressiva km 144+519 e la progressiva km 152+500, denominati Macro Interventi 106-107 (M 106-107).

Per la stesura della seguente relazione e per l'esecuzione delle relative indagini in situ e prove di laboratorio, si sono seguite le disposizioni delle seguenti normative:

O.P.C.M. 20.03.2003 n°3274 *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”* e O.P.C.M 2.10.2003 n° 3316, *“Modifiche ed integrazioni all’ n°3274 O.P.C.M. del 20.03.2003”*;

D.M. 14.01.2008 *“Nuove norme tecniche per le costruzioni”*;

D.G.R. Emilia Romagna 2193/2015 l'aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico, denominato *“Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica”*;

Varie norme di prova ASTM, UNI, CNR, DIN e BS, richiamate nei relativi rapporti di prova allegati;

D.M. 17.01.2018 *“Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”*.

## 2. INQUADRAMENTO DELL'AREA

L'area oggetto di indagine e sede dei Macrointerventi M 106-107 è ubicata nel territorio dei comuni di Correggio, San Martino in Rio e Rubiera, in Provincia di Reggio Emilia, Emilia Romagna. Il sito è ubicato lungo il tracciato dell' A1 Milano - Napoli, tra il km 144+519 ed il km 152+500 con opere in carreggiata sud, come evidenziato dai segnaposto verdi nella figura 1.

I Macrointerventi 106-107 si compongono complessivamente di 5 interventi di lunghezze variabili da tra i 376 ed i 1087 metri lineari, come indicato nella tabella sottostante.

M 106-107	carreggiata	lunghezza m	da p. k.	a p. k.
Intervento 1S	sud	376.00	146+260	146+642
Intervento 2S	sud	1087.00	147+814	148+897
Intervento 3S	sud	514.00	149+317	149+841
Intervento 4S	sud	862.00	150+258	151+119
Intervento 5S	sud	713.00	151+622	152+314



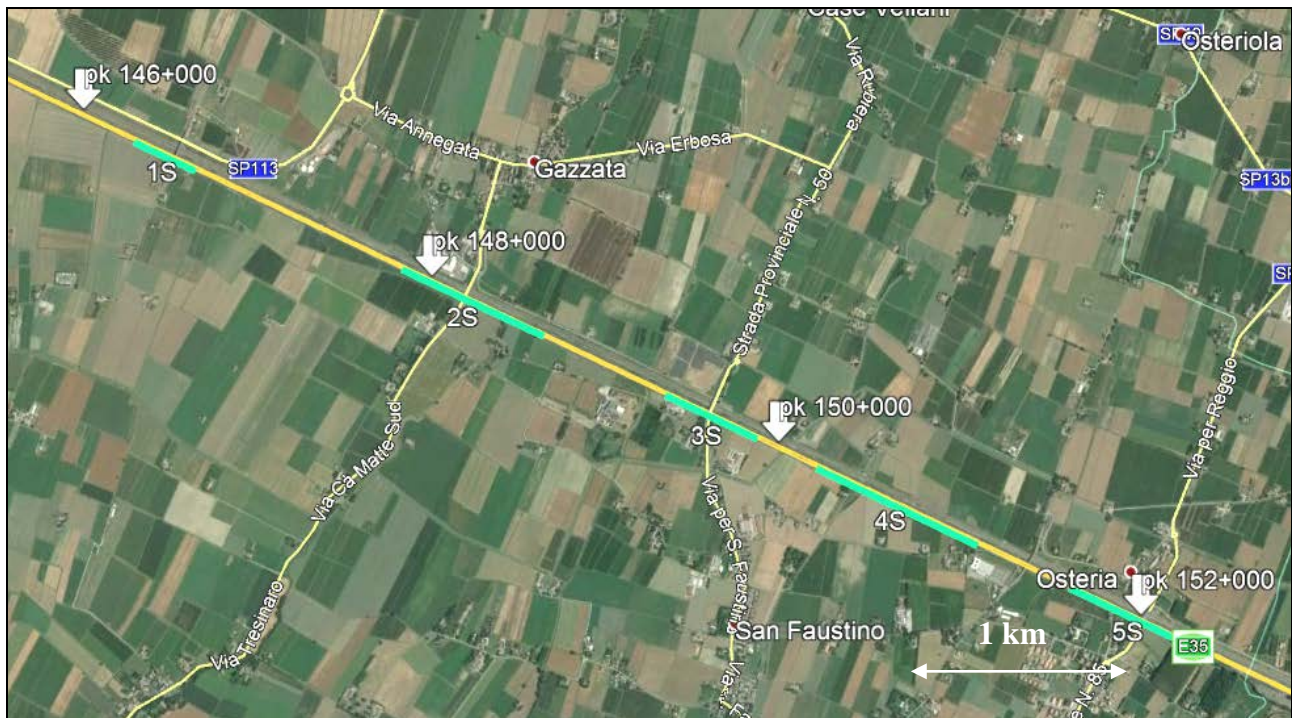


Figura 1: Stralcio topografico dell'area oggetto di indagine.

### 3. INDAGINI ESEGUITE

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

- n° 1 Sondaggi a carotaggio continuo, spinto alla profondità di 15 m da p.c., con prelievo di complessivi 3 campioni indisturbati per l'esecuzione di prove geotecniche in laboratorio, e l'installazione di 1 tubo piezometrico per il rilievo della profondità della falda, ed esecuzione di 4 prove SPT;
- n° 2 Prove penetrometriche DPSH/CPTU spinte alla profondità massima di 15 m;
- n° 5 Prospezione Geofisica tipo MASW;

L'ubicazione delle singole prove è riportata sui certificati / rapporti di prova di ciascuna prova eseguita, allegati alla presente relazione.

La figura 2 presenta la planimetria dell'ubicazione complessiva delle stesse.

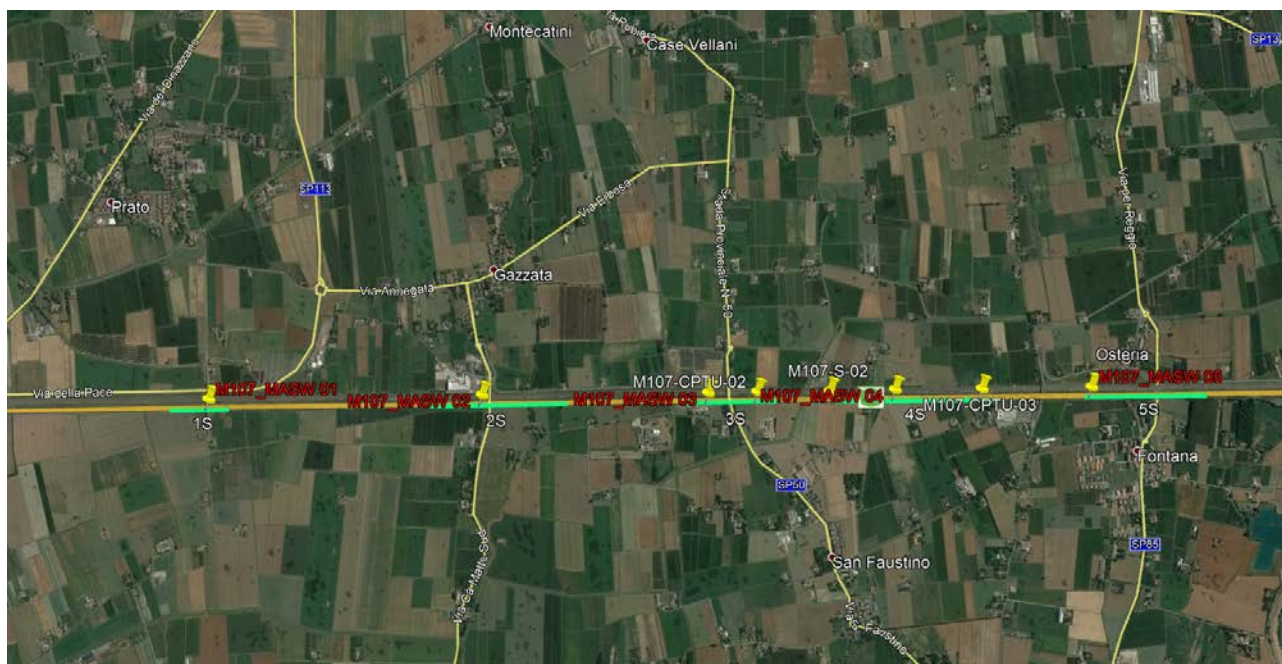


Figura 2: Ubicazione indagini

La tabella sottostante riassume le indagini in sito eseguite per il Macrointervento 106-107.

BLOCCO X - MACROINTERVENTI 106-107			
DENOMINAZIONE	PROGRESSIVA km	DIREZIONE	UBICAZIONE
M107_CPTU02	149+750	Sud	Corsia
M107_S02	150+200	Sud	Piazzola
M107_CPTU03	151+050	Sud	Corsia

#### 4. PENETROMETRIA STATICA CON PIEZOCONO

Per meglio caratterizzare i terreni attraversati, le prove penetrometriche sono state svolte utilizzando due modalità diverse di esecuzione.

Dopo l'esecuzione di un preforo, della profondità variabile di circa 40-80 cm, sulla pavimentazione in conglomerato bituminoso (se presente), si è proceduto con l'esecuzione di una prova penetrometrica dinamica DPSH per la caratterizzazione geotecnica dei materiali granulari del rilevato autostradale. Una volta raggiunto un livello di terreno più soffice, tipicamente con colpi per avanzamento di 20 cm inferiori ai 4-5, si è proceduto alla prosecuzione della prova in modalità statica mediante l'infissione del Piezocono, fino alla profondità massima prevista dal piano di indagine di 15 metri da piano autostradale. Se la prova statica doveva essere interrotta dopo pochi metri per la presenza di terreni ghiaiosi non attraversabili col piezocono, la penetrometria veniva ripresa in modalità dinamica fino alla prevista profondità di 15 metri, o fino a rifiuto.

La prova CPTU (CPT = Cone Penetration Test; U = con misura della pressione neutra U) consiste nell'infissione nel terreno del piezocono per la misura, ogni 2 cm, dei classici parametri qc (resistenza di punta), fs (resistenza laterale) ed U (pressione neutra).

La prova è stata eseguita secondo la normative internazionali: CEN ISO 22476-1 “Geotechnical investigation and testing — Field testing — Part 1: Electrical cone and piezocone penetration test”.

Le prove penetrometriche sono state eseguite utilizzando un penetrometro GeoMill da 200 kN di spinta massima, montato su autocarro 4x4 Mercedes Unimog.

Lo sforzo necessario per l'infissione viene rilevato con l'ausilio di un opportuno sistema di misura estensimetrico collegato alla punta ed al manicotto dell'attrito laterale, e da un trasduttore di pressione che registra le sovra-pressioni dell'acqua di falda indotte durante l'infissione della punta, attraverso uno slot microfessurato opportunamente saturato con grasso al litio resistente al dilavamento.



Figura 3: Penetrometro

I dati delle resistenze alla punta, al manicotto laterale, della pressione dei pori e dell'inclinazione della punta vengono registrate su supporti magnetici ed e successivamente elaborati.

Le dimensioni della punta/manicotto sono standardizzate, e precisamente:

- diametro di base del cono  $f = 35.7 \text{ mm}$
- area della punta conica  $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- angolo apertura del cono  $B = 60^\circ$
- superficie laterale manicotto  $A_m = 150 \text{ cm}^2$

Nei diagrammi e tabelle allegate sono riportati i seguenti valori di resistenza (rilevati dalle letture di campagna, durante l'infissione dello strumento):

- $q_c$  (MPa) = resistenza alla punta (conica);
- $f_s$  (kPa) = resistenza laterale (manicotto);
- $U$  (kPa) = pressione dei pori (setto poroso);
- $f_s/q_c$  (%) = rapporto attrito laterale / resistenza alla punta;



- $i(^{\circ})$  = inclinazione rispetto alla verticale della punta.

Oltre all'elaborazione dei valori di resistenza del sottosuolo, vengono fornite utili informazioni per il riconoscimento di massima dei terreni attraversati (stratigrafia), in base al rapporto  $q_c/f_s$  fra la resistenza alla punta e la resistenza laterale del penetrometro, ovvero in base ai valori di  $q_c$  e del rapporto  $FR = (f_s/q_c) \%$ .

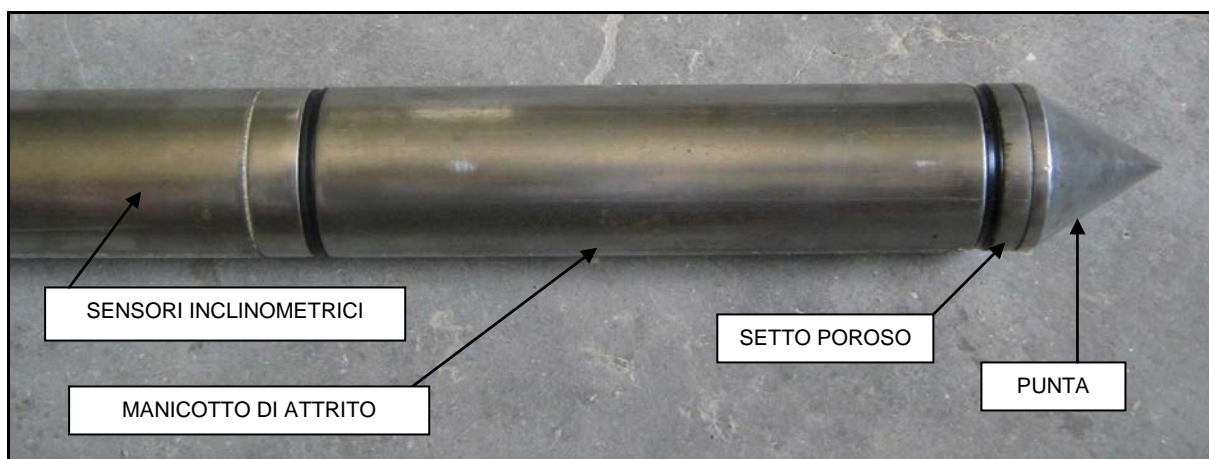


Figura 4: Punta penetrometrica

La punta utilizzata per le prove è il piezocono sismico G1- CPL2IN di Tecnopenta, con le seguenti caratteristiche tecniche:

#### GEOMETRIA

Diametro :	35,7 mm
Altezza nominale :	30.9 mm
Angolo d'apertura :	60°
Area nominale :	1000 mm <sup>2</sup>
Altezza : base cilindro – filtro :	10 mm
Altezza quadring :	3.5 mm
Area netta :	6.6 cm <sup>2</sup>
Superficie manicotto :	150.0 cm <sup>2</sup>
Lunghezza manicotto :	133.7 mm
Area superiore manicotto :	2.22 cm <sup>2</sup>
Area inferiore manicotto :	3.31 cm <sup>2</sup>

#### CARATTERISTICHE ELETTRICHE

##### Sensori di Resistenza alla punta ( $Q_c$ )

Sensori :	8 estensimetri da 350 ohm a ponte completo con bilanciamento di zero
Fondo Scala :	50 Mpa
Risoluzione :	10 kPa
Precisione :	$< \pm 1\% \text{ F.S.}$
Valore minimo misurabile :	-100 kPa
Deriva termica di zero :	$< 0.05\% \text{ F.S./}^{\circ}\text{C}$

#### Sensori di Cella Resistenza laterale (RI)

Sensori :	8 estensimetri da 350 ohm a ponte completo con bilanciamento di zero
F.S. :	500 kPa
Risoluzione :	0.1 kPa
Precisione :	$< \pm 2\%$ F.S.
Valore minimo misurabile :	-20 kPa
Deriva termica di zero :	$< 0.05\%$ F.S./°C
Influenza di Rp su RI :	$< 1.5\%$ F.S. di Fs

#### Sensori di Pressione neutrale (Pn)

Sensore :	Trasduttore di pressione piezoresistivo
F.S. :	3000 kPa
Risoluzione :	1 kPa
Precisione :	$< 0.25\%$ F.S
Deriva termica di zero :	$< \pm 0.005\%$ F.s./°C
Valore minimo misurabile :	- 100 kPa
Filtro :	slot microfessurato
Altezza filtro :	5 mm
Diametro :	35.7 mm
Saturazione :	Grasso marino al litio

#### Sensori di Inclinazione (I)

Sensore :	Inclinometro biassiale
F.S. :	$\pm 25$ gradi
Risoluzione :	0.1 grado
Precisione :	$\pm 0.25\%$ della lettura
Deriva termica dello zero :	$< 0.05\%$ F.S. /°C

#### Sensori di Temperatura

Sensore :	Monolitico con condizionatore inserito
Capo di misura :	- 50 + 150 °C
Risoluzione :	0.1°C
Precisione :	$\pm 2\%$ della scala

#### Avanzamento

Sensore :	Potenzimetro 10 giri da 10 Kohm
Risoluzione :	1 mm
Precisione :	$< \pm 1\%$ della lettura
Corsa :	190 mm ( o altra a richiesta)

#### ACCELEROMETRO

Accelerometro 3D Sensore MEMS inerziale a 3 assi /accelerometro lineare

Range di accelerazione +/-2g

Segnale in frequenza 0 -300Hz ( presenza di filtro passa basso a 300 Hz).

Sensibilità 0.66 V/g (+/-2g)

Filtri software impostabili da 1 a 1000

Complessivamente sono state eseguite 2 prove penetrometriche come indicato nella tabella sottostante.

BLOCCO X - MACROINTERVENTI 106-107					
Denominazione	Progressiva km	Direzione	Ubicazione	DPSH	CPTU
M107_CPTU02	149+750	Sud	corsia	0.60 – 2.00 m	2.00 – 15.00 m
M107_CPTU03	151+050	Sud	corsia	0.60 – 2.00 m	2.00 – 15.00 m

## 5. PENETROMETRIA DINAMICA DPSH

La prova penetrometrica dinamica viene utilizzata in particolare per determinare con continuità le caratteristiche geotecniche e litologiche dei terreni consistenti e/o granulari, che altrimenti non potrebbero essere attraversati con il penetrometro statico. Essa consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta d'acciaio, prolungabile con l'aggiunta di successive aste. L'infissione avviene per battitura, facendo cadere da un'altezza costante un maglio di un peso standardizzato. Durante l'esecuzione della prova vengono contati i colpi necessari ad infiggere di una determinata lunghezza, un tratto di asta. La resistenza del terreno è funzione diretta del numero di colpi necessari ad effettuare l'infissione.

Esistono attrezzature penetrometriche con diverse altezze di caduta, pesi della massa battente, diametri di asta e angoli di apertura della punta.

Nella presente indagine è stato impiegato un penetrometro DPSH (Superpesante) tipo "Emilia" le cui caratteristiche sono riportate qui di seguito:

Peso Massa Battente (M) = 63.50 Kg

Altezza Caduta Libera (H) = 0.75 m

Peso Sistema Battuta (M') = 1.0 Kg

Diametro Punta Conica = 52.0 mm

Area Base Punta Conica (A) = 21.24 cm<sup>2</sup>

Angolo Apertura Punta = 60°

Lunghezza delle Aste = 1.00 m

Peso Aste (M') = 6.35 Kg

Avanzamento Punta = 0.20 m

Numero Di Colpi N = N(20) di 20 cm

Penetrazione per Colpo (e) = 1/N(20)

Rivestimento / Fanghi = No



Secondo alcuni autori, i dati rilevati confrontando le penetrometrie dinamiche eseguite con attrezzatura del tipo "DPSH Emilia" con le prove SPT in foro di sondaggio, compresi in un'ampia gamma granulometrica, consentono la seguente correlazione:  $N_{30} / N_{SPT} \approx 1.0$  ( $N_{20} / N_{SPT} \approx 0.66$ ).

## 6. SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

La macchine perforatrici impiegate sono state:



### BERETTA T44/GT

Coppia torcente:	1010 kgm
Velocità di rotazione:	35 – 280 rpm
Corsa continua:	340 cm
Spinta:	6500 kg
Trazione:	6500 kg
Portata argano manovra:	2000 kg
Pompa fanghi:	C.M.O. ps 55/26 da 200 l/min



### ELLETTARI EK 200 B

Coppia torcente:	750 kgm
Velocità di rotazione:	0 – 490 rpm
Corsa continua:	180 cm
Spinta:	4000 kg
Trazione:	4000 kg
Portata argano manovra:	1500 kg
Pompa fanghi:	C.M.O. ps 60/2 da 200 l/min

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

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

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

La descrizione stratigrafica dei terreni attraversati è stata restituita graficamente sulle schede stratigrafiche allegate.

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

BLOCCO X - MACROINTERVENTI 106-107							
Denominazione	Progressiva km	Direzione	Ubicazione	Profondità	Piezometro	Campioni (Ind+Rim)	SPT
M107_S02	150+200	Sud	Piazzola	15.00 m	Si	3+0	4

#### 6.1 Standard Penetration Test (SPT)

Come indicato dalla Committenza, In corrispondenza del rilevato autostradale e degli strati incoerenti (sabbie e ghiaie) sono stata eseguite delle prove SPT.

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

Con la prova viene anche prelevato un campioncino (rimaneggiato di qualità Q2-Q3).

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

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

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

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

- modalità di esecuzione della prova;
- pressione del terreno sovrastante;
- dispositivo di battitura;
- caratteristiche del terreno.

Applicando le procedure di riferimento sopra elencate la variabilità di cui al punto a. può essere minimizzata. Si ricorda che essa è influenzata principalmente dal disturbo provocato al fondo del foro dalla perforazione e della infissione dei rivestimenti, e da possibili rifluimenti di terreno all'interno del

rivestimento, dovuti agli squilibri delle pressioni idrostatiche tra terreno circostante e interno della tubazione.

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

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

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

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

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

BLOCCO X – MACROINTERVENTI 106-107				
Denominazione	Prova	Profondità	Colpi	$N_{SPT}$
M107_S02	SPT 1	0.50 – 0.95 m	50-40-31	71
	SPT 2	1.00 – 1.45 m	25-24-27	51
	SPT 3	5.00 – 5.45 m	3-3-4	7
	SPT 4	6.00 – 6.45 m	3-3-5	8

## 6.2 Piezometri a Tubo Aperto

Nelle perforazioni eseguite sono stati installati fino a fondo foro dei piezometri a tubo aperto.

Il piezometro a tubo aperto, installato in un foro di sondaggio verticale, consente il rilievo della profondità della superficie piezometrica, mediante misurazione con apposita sondina elettrica (freatimetro).

La specifica di riferimento seguita per l'installazione della suddetta strumentazione sono le "Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche" dell'AGI Associazione Geotecnica Italiana (1977).

La strumentazione installata nel foro è costituita da un tubo piezometrico in PVC, del diametro di 2", costituito da una serie di spezzoni ciechi e filtranti di lunghezza variabile tra 1.5 e 3 m; gli spezzoni filtranti del tubo sono fenestrati orizzontalmente; i diversi spezzoni di tubo sono giuntati attraverso appositi manicotti filettati e incollati.

La perforazione del foro di sondaggio in cui è stato installato il piezometro è stata eseguita utilizzando, come fluido di circolazione, acqua pulita.

L'installazione del piezometro è avvenuta nelle seguenti fasi:

- posa di uno spessore di 0.5 m di sabbia grossa o ghiaietto pulito ( $\varnothing = 1\div4$  mm);

- discesa a quota del tubo piezometrico, precedentemente assemblato secondo la sequenza di tratti ciechi e fenestrati prevista dal progetto delle indagini o dalla Direzione Lavori; i singoli spezzoni di tubo sono collegati tra loro mediante appositi manicotti di giunzione, opportunamente sigillati (lo spezzone di piezometro più profondo è stato chiuso con apposito tappo di fondo);
- posa di sabbia grossa o ghiaietto pulito (  $\varnothing = 1 \div 4$  mm) attorno al tratto fenestrato del tubo piezometrico, ritirando man mano il rivestimento, senza l'ausilio della rotazione, con l'avvertenza di controllare che il tubo piezometrico non risalga assieme al rivestimento;
- posa di un tampone impermeabile di bentonite a pallini (compactonite) dello spessore complessivo di circa 1 m al di sopra del tratto fenestrato;
- riempimento del foro al di sopra del tampone impermeabile con una miscela plastica acqua-cemento-bentonite (con proporzioni in peso rispettivamente di 100, 30 e 5), calata attraverso appositi tubi sul fondo del foro;
- completamento del boccaforo con pozzetto carrabile;
- spurgo/lavaggio del piezometro.

La tabella sottostante riassume le determinazioni della profondità della falda nei piezometri installati eseguita nel dicembre 2017.

BLOCCO X - MACROINTERVENTI 106-107			
Denominazione	Profondità installazione	Fenestratura	Profondità da p.c.
M107_S02	15.00 m	3.00 – 15.00 m	2.81 m

## 7. LABORATORIO GEOTECNICO

Sui campioni prelevati in fase di sondaggio sono state eseguite le determinazioni di carattere geotecnico come indicato nella tabella sotto riportata.

Macrointervento	Sigla	Profondità (m)		Apertura Campione	Contenuto d'acqua	Peso di volume	Limiti di Atterberg	Peso specifico	Setacciatura e sedimentazione	Triassiale U.U.
M107_S02	SH1	4.00	4.65	1	1	1	1	1	1	1
M107_S02	SH2	10.00	10.50	1	1	1	1	1	1	1
M107_S02	SH3	13.00	13.50	1	1	1	1	1	1	1
M107_S02	SPT1	0.50	0.95	1				1	1	
M107_S02	SPT2	1.00	1.45	1					1	
M107_S02	SPT3	5.00	5.45	1				1	1	
M107_S02	SPT4	6.00	6.45	1				1	1	

### APERTURA DEI CAMPIONI E DETERMINAZIONI DEI PARAMETRI DEL TERRENO

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

Sul campione estratto dalla fustella di campionamento viene eseguita immediatamente la misurazione della lunghezza, la descrizione litologica e la misura della resistenza alla penetrazione con pocket penetrometer e della resistenza al taglio con scissometro tascabile, la determinazione del contenuto d'acqua, del peso di volume e del peso specifico.

I parametri direttamente determinati e quelli calcolati tramite i precedenti, vengono presentati nelle schede allegate.

#### CONTENUTO D'ACQUA

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

Il contenuto d'acqua è dato da:

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

Dove P1 = peso iniziale e P2 = peso secco.

#### PESO DI VOLUME

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

$$h = 76.2 \text{ mm}; \phi = 38.1 \text{ mm}; V = 86,88 \text{ cm}^3.$$

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

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

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

Il peso di volume secco è calcolato secondo la relazione:

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

dove:  $\gamma$  = peso di volume naturale; W = umidità naturale

#### PESO SPECIFICO

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

Per la sua determinazione un'aliquota di campione viene polverizzata ed essiccata in forno a 110 °C fino a massa costante. Circa 20 – 50 g di materiale vengono pesati con precisione di 0.01 g ed introdotti in un picnometro di 100 cm<sup>3</sup> di volume con un po' di acqua distillata. Si fa bollire il contenuto del picnometro per una ventina di minuti. Una volta raffreddato il picnometro si rabbocca con acqua distillata disareata, si pesa e si misura la temperatura del contenuto.

Il peso specifico è dato da:

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

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

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

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

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

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

#### LIMITI DI CONSISTENZA

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

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

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

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

Il valore dell'indice liquido viene estrapolato in corrispondenza dell'ascissa 25 colpi, dal diagramma semilogaritmico in cui si inseriscono i tre o più valori di umidità con i corrispondenti colpi necessari alla chiusura del solco tracciato nel provino. L'umidità così individuata è per definizione il limite dello stato liquido. Il limite plastico è l'umidità determinata in un cilindretto di terreno impastato e manipolato fino al diametro di tre millimetri, quando in corrispondenza del quale il terreno si rompe perdendo la sua capacità di essere modellato. L'umidità così determinata indica il limite dello stato plastico della terra.

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

#### GRANULOMETRIE

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



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

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

argilla < 2  $\mu$ m < limo < 0.060 mm < sabbia < 2 mm < ghiaia < 60 mm < ciottoli

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

#### GRANULOMETRIA PER SETACCIATURA

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

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

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

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

#### GRANULOMETRIA PER SEDIMENTAZIONE

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

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

Vengono aggiunti 1,5x10<sup>5</sup> mm<sup>3</sup> (0,150 litri) di acqua ossigenata. La miscela viene lentamente mescolata per alcuni minuti, servendosi di un'astina di vetro, e, dopo aver coperto l'apertura della bottiglia con un piattino di vetro (non deve essere chiusa ermeticamente per evitare che la pressione del gas sviluppato rompa il vetro, lasciata riposare per una notte.

La mattina seguente la miscela viene gradatamente riscaldata, preferibilmente su una piastra elettrica (o in alternativa a fuoco moderato); la bottiglia va frequentemente agitata, con movimenti rotatori, ed il suo contenuto mescolato. E' necessario prestare attenzione alla formazione di schiuma, che non deve risultare eccessiva e che non deve assolutamente fuoriuscire dalla bottiglia. Non appena il fenomeno di schiumatura si riduce sensibilmente, è necessario, attraverso la bollitura, diminuire il volume totale della miscela fino a circa  $5 \times 10 \times 104 \text{ mm}^3$  (0,050 litri).

Il provino, impiegato nella prova di sedimentazione, eventualmente selezionato tra il materiale pre-trattato, deve essere pesato (generalmente se ne impiegano circa 50 g.) e trasferito nel recipiente. Viene quindi immerso in  $1.25 \times 105 \text{ mm}^3$  (0,125 litri) di soluzione disperdente. Lo si mescola al fine di produrne la completa imbibizione e lo si lascia riposare per almeno 12 ore.

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

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

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

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

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

#### Calcoli

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

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

Dove  $w$  è la densità dell'acqua distillata a  $4^\circ\text{C}$ , pari a  $1 \text{ Mg/m}^3$ .

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

- la correzione del menisco  $C_m$ ;
- la correzione della temperatura  $C_t$ ;
- la correzione della soluzione disperdente  $C_d$ .

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

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

Valori usuali di  $C_m$  si attestano attorno a 0.5.

Il valore  $R_h = R'h + C_m$

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

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

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

La correzione  $C_d$ , sempre da sottrarre a  $R_h$  indipendentemente dalla temperatura di prova, è pari a:

$$C_d = 2.5 m_d$$

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

Valore corretto della lettura densimetrica

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

$$R = R'h + C_m + C_t - C_d$$

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

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

dove si sono indicati con:

$w$  la densità dell'acqua;

$G_s$  gravità specifica;

$m_s$  la massa del provino secco;

$V$  il volume totale della sospensione.

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

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

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

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

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

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

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

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

$\rho_w$  in  $\text{Mg/m}^3$ ;

$t^*$  il tempo trascorso (in secondi);

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

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

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

Valori usuali di  $C_m$  si attestano attorno a 0.5.

Il valore  $R_h = R'h + C_m$

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

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

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

La correzione  $C_d$ , sempre da sottrarre a  $R_h$  indipendentemente dalla temperatura di prova, è pari a:

$$C_d = 2.5 m_d$$

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

Valore corretto della lettura densimetrica

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

$$R = R'h + C_m + C_t - C_d$$

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

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

dove si sono indicati con:

$w$  la densità dell'acqua;

$G_s$  gravità specifica;

$m_s$  la massa del provino secco;

$V$  il volume totale della sospensione.

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

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

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

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

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

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

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

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

$\rho_w$  in  $Mg/m^3$ ;

$t^*$  il tempo trascorso (in secondi);

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

Il rapporto finale deve inoltre contenere:

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

#### TRIASSIALE UU (NON CONSOLIDATA NON DRENATA)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Nel certificato fornito vengono indicate e calcolate le seguenti grandezze:

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

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

## **8. INDAGINE GEOFISICA**

L'NTC 2008, come confermato dalle NTC 2018, ha cambiato l'approccio alla valutazione del rischio sismico, introducendo la necessità della sua valutazione in funzione del sito.

La Vs30, cioè la velocità delle onde di taglio nei primi trenta metri di sottosuolo, è il parametro che classifica la risposta sismica del sottosuolo in funzione della stratigrafia presente nel sito.



La Vs30 è stata determinata attraverso il rilievo geofisico MASW. Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva, che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo. La determinazione delle Vs viene ottenuta tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh.

In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980 ) o detto in maniera equivalente 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 al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

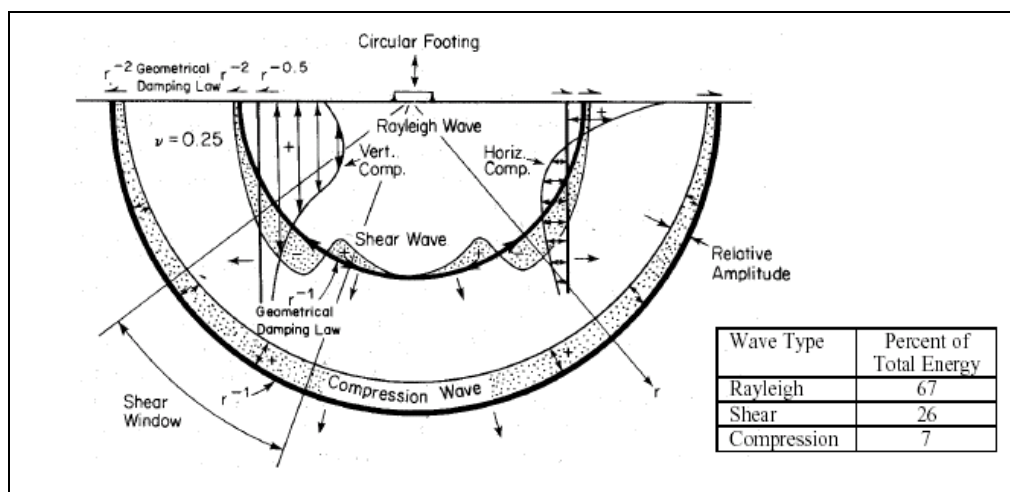


Fig. 5: Distribuzione delle onde sismiche nel sottosuolo

Le indagini MASW si distinguono in attive e passive o in una combinazione di entrambi.

Nel metodo attivo le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Nel metodo passivo lo stendimento dei sensori può essere sia lineare, sia circolare e si misura il rumore ambientale di fondo esistente.

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

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

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

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

$$U(x, f) = P(x, f) A(x, f) \quad (8)$$

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

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

Nella funzione  $P(x, f)$  sono contenute inoltre tutte le informazioni relative alla dispersione delle onde superficiali di Rayleigh mentre la funzione  $A(x, f)$  contiene tutte le informazioni inerenti l'attenuazione e la divergenza sferica.

Tenendo conto della rappresentazione esponenziale dello spettro di fase la (8) può essere espressa come:

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

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

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

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

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

$$cf = f/\varphi.$$

La normalizzazione al modulo della funzione  $|U(x, f)|$ , minimizza i fenomeni di attenuazione e di divergenza sferica.

Risulta ovvio che la funzione  $V(f, \varphi)$  avrà un massimo in corrispondenza di un valore:

$$\varphi = F = f / cf \quad (11)$$

Per un dato valore di  $\varphi$  dove si verifica un massimo della funzione  $V(f, \varphi)$ , la velocità di fase  $cf$  può essere determinata.

Tenendo conto che  $cf = f/\varphi$  la funzione  $V(f, \varphi)$  può essere trasformata nella funzione  $I(f, cf)$  che viene definita spettro di velocità di fase. In essa lungo l'asse  $cf$  appariranno dei picchi che soddisferanno, per ogni frequenza, l'equazione (11). Il luogo dei punti lungo questi massimi, per differenti valori di frequenza  $f$ , permettono di identificare le curve di dispersione delle velocità di fase dei modi di oscillazione dell'onda superficiale di Rayleigh.

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

Per l'analisi dei dati masw è stato utilizzato il software SEISIMAGER\_SW (GEOMETRICS). Per il calcolo della curva di dispersione sono state eseguite prima delle operazioni preliminari di denoising (filtraggio); in seguito poi è stato calcolato lo spettro F-k per i gruppi di sismogrammi scelti. Unendo i massimi della curva dello spettro si è ottenuta una curva di dispersione. La curva di dispersione è stata così utilizzata per l'inversione del modello di sottosuolo in modo da ottenere un profilo di  $V_s$  – profondità.

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

- sistema energizzante;
- sistema di ricezione;
- trigger;
- sistema di acquisizione dati.

Sistema energizzante: per generare le onde di compressione P e di Rayleigh, è stata utilizzata una mazza da 8 kg

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



Fig. 6: Foto geofoni per indagine sismica

Sistema di acquisizione dati: è stato utilizzato un sismografo costituito da un sistema a multicanale a conversione digitale. Il modello è denominato GEODE (GEOMETRICS) con risoluzione di acquisizione pari a 24 bit (Tecnologia Delta Sigma). Tale sistema è in grado di registrare su ciascun canale in forma digitale le forme d'onda e di conservarle su memoria di massa dinamica minima a 24 bit. Esso è collegato a ciascuno dei geofoni in foro ed al sensore del trigger e consente quindi di registrare in forma numerica e visualizzare come tracce su un apposito monitor le vibrazioni a partire dall'impulso inviato dal trigger.

Trigger: entrambe le metodologie utilizzate, in quanto attive, prevedono che l'inizio della registrazione sia individuato mediante un trigger che consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui la massa battente colpisce la piastra o la trave (nel nostro caso si è usato quello un geofono starter) e l'impulso generato, inviato al sistema di acquisizione, consentendo di fissare il tempo zero di riferimento per il calcolo dei tempi di percorso delle onde generate

L'acquisizione dei dati sismici relativi alle indagini Masw effettuate è stata condotta rispettivamente secondo la seguente configurazione:

#### Masw

- n° geofoni: 24
- distanza intergeofonica pari a 2 m
- n° 1 punti di energizzazione con offset da 10 m
- n° 1 shot per ogni punto di energizzazione
- tempo di acquisizione: 2.3 s
- intervallo di campionamento 0,25  $\mu$ s.

La Vs30 determinata è risultata essere per le seguenti prospezioni eseguite rispettivamente:

**M 107 MASW 01 km 146+450 di: 241 m/s;**

**M 107 MASW 02 km 148+150 di: 226 m/s;**

**M 107 MASW 03 km 149+400 di: 218 m/s;**

**M 107 MASW 04 km 150+700 di: 209 m/s;**

## **M 107 MASW 05 km 151+700 di: 240 m/s**

che consente di attribuire al **sottosuolo la categoria sismica “C”**.

Nei rapporti di prova M.A.S.W. allegati alla presente relazione sono indicate le ubicazioni delle stesse e riportati i diagrammi di acquisizione, nonché le relative interpretazioni.

**9. ELENCO ALLEGATI**

ALLEGATO 1	Rapporti di prova penetrometrica
ALLEGATO 2	Rapporti di prova di Sondaggio
ALLEGATO 3	Certificati di Laboratorio Geotecnica
ALLEGATO 4	Rapporti di prova MASW



**elletipi s.r.l.**

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA  
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it  
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

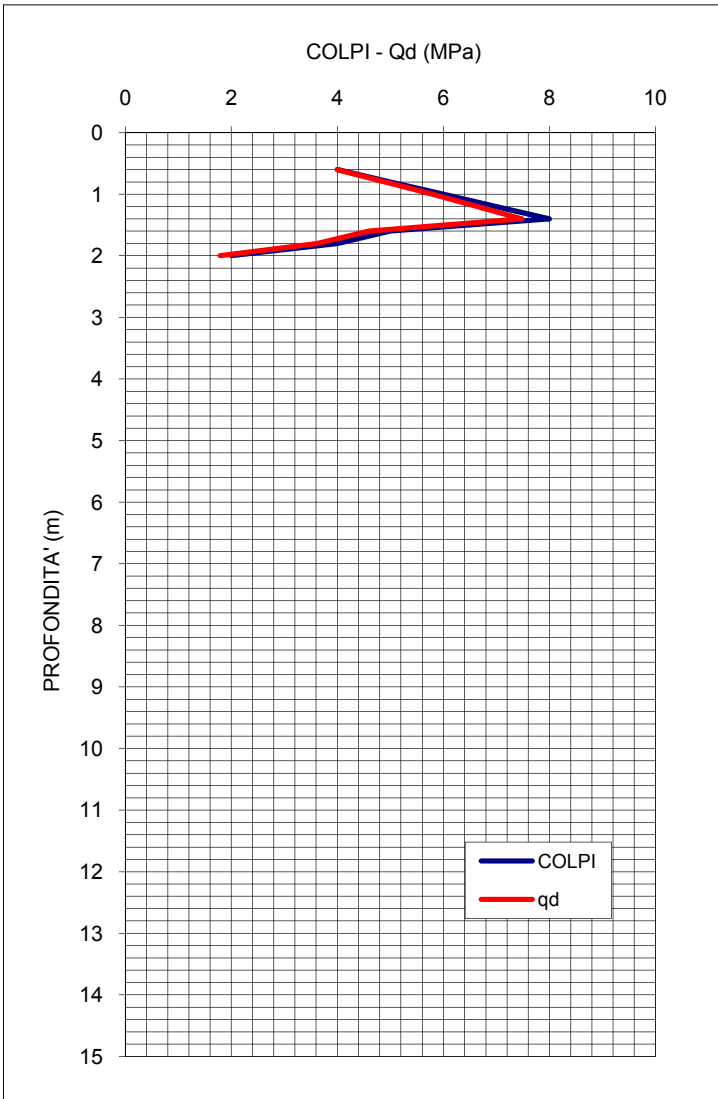


Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality  
Qualità Ambiente Sicurezza  
UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

COMMITTENTE: **AUTOSTRADe PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma**  
CANTIERE: **Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 107 KM 149+750 sud**  
PROVA: **M107 - DPSH2** DATA: 23/10/17 FALDA: non rilevata  
COMMESSA: 16075/17 C. SITO N°: S170887 Rev. 00 DEL:

PROFONDITA'	COLPI	q <sub>d</sub> *	PROFONDITA'	COLPI	q <sub>d</sub> *
0.20	4	4.0	10.20		
0.40			10.40		
0.60			10.60		
0.80			10.80		
1.00			11.00		
1.20			11.20		
1.40			11.40		
1.60			11.60		
1.80			11.80		
2.00	2	1.8	12.00		
2.20			12.20		
2.40			12.40		
2.60			12.60		
2.80			12.80		
3.00			13.00		
3.20			13.20		
3.40			13.40		
3.60			13.60		
3.80			13.80		
4.00			14.00		
4.20			14.20		
4.40			14.40		
4.60			14.60		
4.80			14.80		
5.00			15.00		
5.20					
5.40					
5.60					
5.80					
6.00					
6.20					
6.40					
6.60					
6.80					
7.00					
7.20					
7.40					
7.60					
7.80					
8.00					
8.20					
8.40					
8.60					
8.80					
9.00					
9.20					
9.40					
9.60					
9.80					
10.00					



#### CARATTERISTICHE PENETROMETRO

MARCA e MODELLO: Pagani DPH  
MAGLIO: 63.5 kg (M)  
ALTEZZA CADUTA: 0.75 m (H)  
PESO TESTA: 0.5 kg (M')  
LUNGHEZZA ASTE: 1.0 m  
PESO ASTE: 6.35 kg (M')  
DIAMETRO ASTE: 32 mm  
DIAMETRO PUNTA: 50.5 mm (A)  
ANGOLO PUNTA: 60 °

$$* q_d = (M/(M+M')) * MgH/Ae = \text{MPa}$$

Il Responsabile Prove in Sito:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore Tecnico SOA:  
p.i. Riccardo Mazza





**elletipi s.r.l.**

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA  
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: [info@elletipi.it](mailto:info@elletipi.it) sito: [www.elletipi.it](http://www.elletipi.it)  
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387



Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality  
Qualità Ambiente Sicurezza  
UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

COMMITTENTE:	<b>AUTOSTRADe PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma</b>				
CANTIERE:	<b>Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 107 KM 149+750 sud</b>				
PROVA:	M107 - DPSH2	DATA: 23/10/17	FALDA:	non rilevata	
COMMESSA:	16075/17	C. SITO N°: S170887	Rev. 00	DEL:	
	<b>LAT. (WGS 84):</b>	44.689094°	<b>km</b>	149+750	sud
	<b>LONG. (WGS 84):</b>	10.782046°			

## UBICAZIONE



Il Responsabile Prove in Sito:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore Tecnico SOA:  
p.i. Riccardo Mazza

**COMMITTENTE: AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.p.A - Via Bergamini n. 50 - 00159 ROMA**
**CANTIERE: Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 107 KM 149+750 sud**
**PROVA N°: CPTU 2 PROF. FALDA (m da p.c.): - PUNTA: Tecnopenta G1-CPL2IN (matr. 121114)[a = 0.66]**
**DATA: 23/10/17 PREFORO (m da p.c.): 2.00 LAT. (WGS 84): 44.689094° LONG. (WGS 84): 10.782046°**
**COMMESSA: 16075/16 C. SITO N°: S170889 del 07-11-17 OPERATORE: L.Zanirato**

prof.	qc	fs	U	incl.	prof.	qc	fs	U	incl.	prof.	qc	fs	U	incl.	prof.	qc	fs	U	incl.	prof.	qc	fs	U	incl.	prof.	qc	fs	U	incl.
m	Mpa	kPa	kPa	gradi	m	Mpa	kPa	kPa	gradi	m	Mpa	kPa	kPa	gradi	m	Mpa	kPa	kPa	gradi	m	Mpa	kPa	kPa	gradi	m	Mpa	kPa	kPa	gradi
2.02	2.03	11.60	22.95	0.81	4.02	1.08	29.53	46.56	1.26	6.02	0.81	34.60	216.69	1.76	8.02	1.36	47.46	244.36	2.35	10.02	1.42	108.35	140.17	2.77	10.02	1.42	108.35	140.17	2.77
2.04	2.12	14.15	22.14	1.23	4.04	1.03	27.97	25.39	1.25	6.04	0.86	31.49	231.33	1.76	8.04	1.29	44.13	247.61	2.38	10.04	1.38	110.57	153.19	2.77	10.04	1.38	110.57	153.19	2.77
2.06	2.22	18.49	23.77	1.04	4.06	0.97	21.71	39.23	1.25	6.06	0.85	26.60	184.13	1.77	8.06	1.13	43.13	246.80	2.38	10.06	1.38	112.46	163.77	2.77	10.06	1.38	112.46	163.77	2.77
2.08	2.39	25.27	8.30	0.84	4.08	0.83	23.27	131.21	1.26	6.08	0.96	22.38	193.08	1.77	8.08	1.09	41.35	297.27	2.39	10.08	1.30	113.13	204.47	2.77	10.08	1.30	113.13	204.47	2.77
2.10	1.93	31.04	0.97	0.98	4.10	0.85	19.94	91.33	1.27	6.10	1.05	19.38	209.36	1.78	8.10	1.06	37.35	336.34	2.40	10.10	1.30	110.68	267.97	2.78	10.10	1.30	110.68	267.97	2.78
2.12	2.00	37.49	3.09	1.06	4.12	1.00	22.60	125.51	1.26	6.12	1.07	16.04	224.83	1.81	8.12	1.03	33.90	346.93	2.39	10.12	1.29	103.13	298.09	2.78	10.12	1.29	103.13	298.09	2.78
2.14	1.02	41.15	14.49	0.89	4.14	1.23	24.71	94.59	1.28	6.14	1.12	15.38	228.08	1.80	8.14	1.06	32.79	347.74	2.39	10.14	1.23	95.79	312.73	2.78	10.14	1.23	95.79	312.73	2.78
2.16	1.06	47.93	10.42	1.04	4.16	1.47	28.71	41.67	1.27	6.16	1.22	16.27	175.17	1.81	8.16	1.06	30.68	348.55	2.40	10.16	1.27	86.57	318.43	2.78	10.16	1.27	86.57	318.43	2.78
2.18	1.12	56.04	7.17	1.07	4.18	1.55	30.60	10.74	1.28	6.18	1.34	18.71	158.89	1.82	8.18	1.13	28.46	327.39	2.41	10.18	1.25	76.12	339.60	2.77	10.18	1.25	76.12	339.60	2.77
2.20	1.24	60.27	7.98	0.93	4.20	1.29	32.71	9.11	1.31	6.20	1.37	19.27	188.19	1.82	8.20	1.24	27.13	318.43	2.40	10.20	1.31	65.12	378.67	2.78	10.20	1.31	65.12	378.67	2.78
2.22	1.13	66.49	8.79	0.80	4.22	0.97	31.93	29.47	1.29	6.22	1.42	21.04	216.69	1.84	8.22	1.30	27.80	325.76	2.41	10.22	1.34	56.77	397.39	2.78	10.22	1.34	56.77	397.39	2.78
2.24	1.34	72.60	7.98	0.95	4.24	0.77	28.04	168.66	1.28	6.24	1.48	21.71	267.15	1.84	8.24	1.21	28.02	330.40	2.38	10.24	1.38	48.66	401.46	2.78	10.24	1.38	48.66	401.46	2.78
2.26	1.30	78.82	11.23	0.88	4.26	0.81	21.71	224.01	1.27	6.26	1.46	21.71	311.92	1.86	8.26	1.14	31.47	167.03	2.40	10.26	1.43	43.55	405.53	2.79	10.26	1.43	43.55	405.53	2.79
2.28	1.29	86.27	12.05	1.17	4.28	0.81	17.71	241.11	1.29	6.28	1.46	22.38	326.57	1.87	8.28	1.14	31.58	277.73	2.41	10.28	1.35	41.77	391.69	2.79	10.28	1.35	41.77	391.69	2.79
2.30	1.36	94.49	12.05	1.09	4.30	0.91	23.12	13.19	1.33	6.30	1.70	41.40	57.95	1.95	8.30	1.31	28.80	302.15	2.39	10.30	1.79	50.50	125.51	2.83	10.30	1.79	50.50	125.51	2.83
2.32	1.37	100.60	7.98	0.90	4.32	0.82	25.68	22.95	1.31	6.32	1.61	38.62	202.03	1.95	8.32	1.67	30.03	298.90	2.39	10.32	1.67	59.61	204.47	2.84	10.32	1.67	59.61	204.47	2.84
2.34	1.46	104.60	11.23	1.02	4.34	0.75	29.01	81.56	1.32	6.34	1.56	36.51	402.27	1.97	8.34	1.89	32.58	59.58	2.41	10.34	1.62	57.50	284.25	2.83	10.34	1.62	57.50	284.25	2.83
2.36	1.47	109.48	9.61	1.05	4.36	0.68	31.68	128.77	1.33	6.36	1.51	33.73	463.33	1.97	8.36	1.79	39.58	22.95	2.41	10.36	1.56	55.50	336.34	2.80	10.36	1.56	55.50	336.34	2.80
2.38	1.50	114.03	8.79	1.04	4.38	0.70	29.78	133.65	1.32	6.38	1.44	31.73	421.81	1.96	8.38	1.73	49.70	4.23	2.41	10.38	1.57	53.50	360.76	2.82	10.38	1.57	53.50	360.76	2.82
2.40	1.53	115.47	8.79	0.96	4.40	0.74	30.67	180.87	1.32	6.40	1.44	31.29	436.47	1.96	8.40	1.80	56.14	16.12	2.43	10.40	1.62	52.17	378.67	2.81	10.40	1.62	52.17	378.67	2.81
2.42	1.47	118.36	8.79	0.96	4.42	0.69	31.12	171.10	1.33	6.42	1.38	29.62	481.23	1.96	8.42	1.91	61.70	14.49	2.43	10.42	1.59	51.50	403.91	2.81	10.42	1.59	51.50	403.91	2.81
2.44	1.46	121.58	11.23	1.03	4.44	0.62	28.11	168.66	1.35	6.44	1.41	27.62	393.32	1.97	8.44	2.01	66.03	21.01	2.43	10.44	1.67	46.17	412.86	2.81	10.44	1.67	46.17	412.86	2.81
2.46	1.47	124.57	11.23	1.04	4.46	0.73	25.33	199.59	1.31	6.46	1.36	25.84	451.11	1.98	8.46	2.01	59.25	23.45	2.43	10.46	1.75	42.72	415.30	2.80	10.46	1.75	42.72	415.30	2.80
2.48	1.47	127.01	11.23	1.01	4.48	0.75	22.89	216.69	1.31	6.48	1.38	24.18	441.35	1.98	8.48	1.85	57.03	26.70	2.44	10.48	1.73	44.94	422.63	2.82	10.48	1.73	44.94	422.63	2.82
2.50	1.47	127.23	11.23	1.05	4.50	0.78	20.22	190.63	1.32	6.50	1.40	24.51	509.73	1.98	8.50	1.71	53.03	30.77	2.45	10.50	1.80	46.28	372.16	2.80	10.50	1.80	46.28	372.16	2.80
2.52	1.44	127.11	12.87	1.08	4.52	0.84	20.78	141.79	1.29	6.52	1.43	23.51	502.40	1.99	8.52	1.80	49.80	21.82	2.46	10.52	1.89	52.61	311.11	2.81	10.52	1.89	52.61	311.11	2.81
2.54	1.50	125.78	12.05	1.06	4.54	0.78	22.44	162.96	1.31	6.54	1.41	25.29	442.16	1.99	8.54	1.88	42.70	25.07	2.45	10.54	1.82	62.06	390.88	2.81	10.54	1.82	62.06	390.88	2.81
2.56	1.47	124.88	10.42	1.01	4.56	0.76	23.44	180.05	1.32	6.56	1.45	25.17	467.39	1.99	8.56	1.92	50.25	25.89	2.45	10.56	1.86	67.72	377.04	2.81	10.56	1.86	67.72	377.04	2.81
2.58	1.51	124.65	8.79	1.05	4.58	0.78	23.88	203.66	1.33	6.58	1.34	24.62	495.89	1.99	8.58	1.74	52.36	25.07	2.47	10.58	1.87	68.94	377.04	2.83	10.58	1.87	68.94	377.04	2.83
2.60	1.34	123.54	9.61	1.12	4.60	0.72	23.88	200.41	1.29	6.60	1.39	24.28	571.59	2.00	8.60	1.42	59.80	26.70	2.47	10.60	1.73	74.50	487.75	2.82	10.60	1.73	74.50	487.75	2.82
2.62	1.37	122.20	7.17	1.10	4.62	0.70	24.10	198.77	1.30	6.62	1.45	25.95	513.79	2.00	8.62	1.23	53.80	0.16	2.47	10.62	1.74	73.94	368.90	2.83	10.62	1.74	73.94	368.90	2.83
2.64	1.42	122.31	5.54	1.05	4.64	0.64	24.88	209.36	1.33	6.64	1.55	25.39	308.67	2.00	8.64	1.19	54.03	125.51	2.50	10.64	1.72	74.50	267.15	2.83	10.64	1.72	74.50	267.15	2.83
2.66	1.61	122.97	2.60	1.06	4.66	0.72	23.22	218.31	1.33	6.66	1.55	27.72	348.55	2.00	8.66	1.33	43.35	153.19	2.51	10.66	1.74	77.16	346.11	2.84	10.66	1.74	77.16	346.11	2.84
2.68	1.64	118.52	0.97	1.06	4.68	0.71	20.21	232.15	1.32	6.68	1.73	29.61	438.09	2.00	8.68	1.45	42.57	135.29	2.52	10.68	1.74	75.72	237.85	2.84	10.68	1.74	75.72	237.85	2.84
2.70	1.57	106.74	3.41	1.08	4.70	0.74	17.76	212.61	1.32	6.70	1.86	32.06	352.62	2.00	8.70	1.50	43.02	105.98	2.51	10.70	1.85	77.05	350.18						

**COMMITTENTE: AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.p.A - Via Bergamini n. 50 - 00159 ROMA**

**CANTIERE:** Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 107 KM 149+750 sud

PROVA N°: CPTU 2      PROE. FALDA (m da p.c.): -      PUNTA: Tecnopenta G1-CPL2IN (matr. 121114)[a = 0.66]

DATA: 23/10/17 PREFORO (m da p.c.): 2.00 LAT. (WGS 84): 44.689094° LONG. (WGS 84): 10.782046°

COMMESSA: 16075/16 C. SITO N°: S170889 del 07-11-17 OPERATORE: L.Zanirato

[illegible]

**COMMITTENTE:** **AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.p.A - Via Bergamini n. 50 - 00159 ROMA**

**CANTIERE:** **Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 107 KM 149+750 sud**

PROVA N°: CPTU 2

PROF. FALDA (m da p.c.): -

PUNTA: Tecnopenta G1-CPL2IN (matr. 121114)[a = 0.66]

DATA: 23/10/17

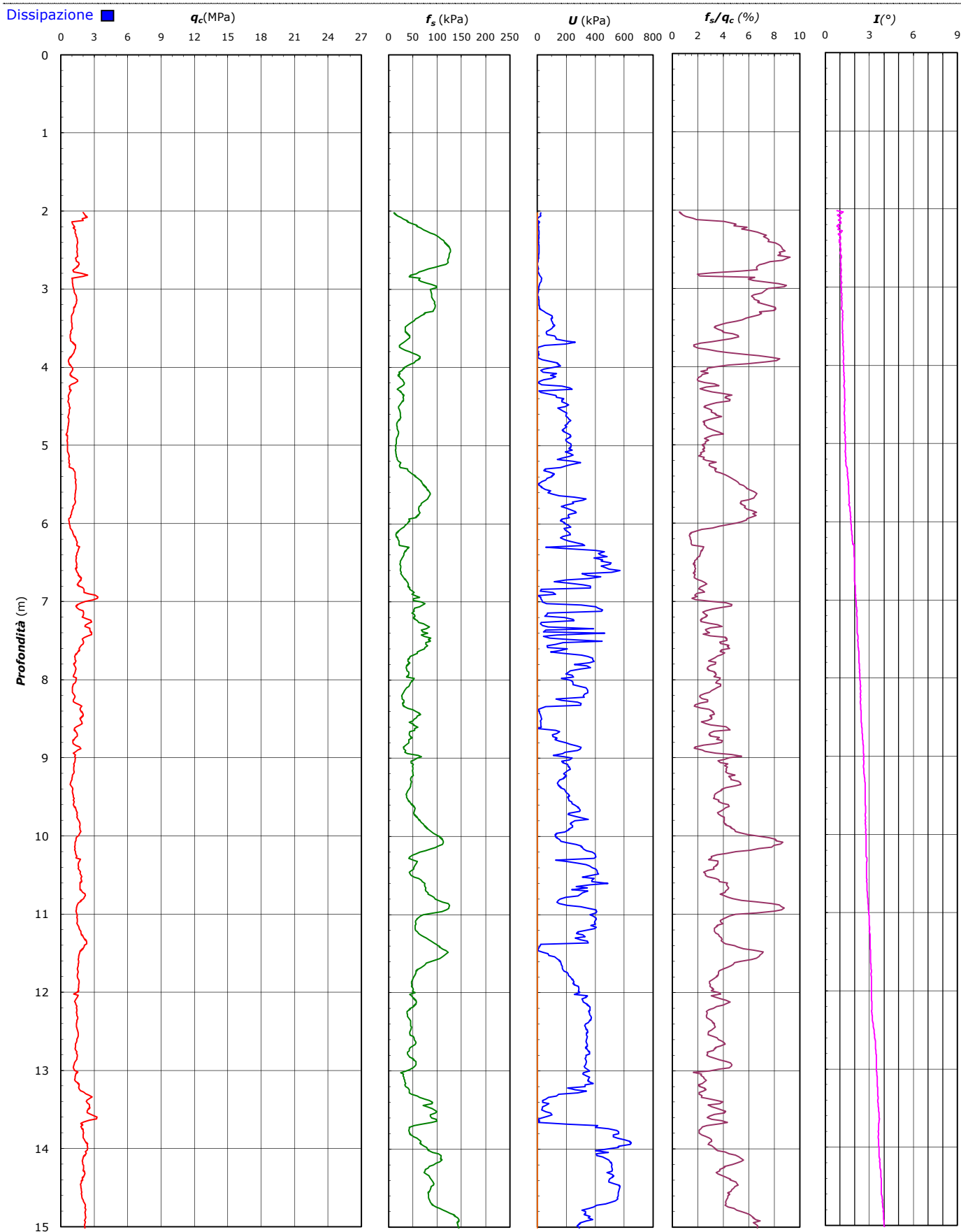
PREFORO (m da p.c.): 2.00

LAT. (WGS 84): 44.689094°

LONG. (WGS 84): 10.782046°

COMMESSA: 16075/16

C. SITO N°: S170889 del 07-11-17 OPERATORE: L.Zanirato





**COMMITTENTE:** **AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.p.A - Via Bergamini n. 50 - 00159 ROMA**

**CANTIERE:** **Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 107 KM 149+750 sud**

PROVA N°: CPTU 2 PROF. FALDA (m da p.c.): - PUNTA: Tecnopenta G1-CPL2IN (matr. 121114)[a = 0.66]  
DATA: 23/10/17 PREFORO (m da p.c.): 2.00 LAT. (WGS 84): 44.689094° LONG. (WGS 84): 10.782046°  
COMMESSA: 16075/16 C. SITO N°: S170889 del 07-11-17 OPERATORE: L.Zanirato

#### UBICAZIONE

Località: Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 107 KM 149+750 sud



NOTE: Utilizzato 1 anello allargatore da inizio prova



**elletipi s.r.l.**

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA  
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it  
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.L.

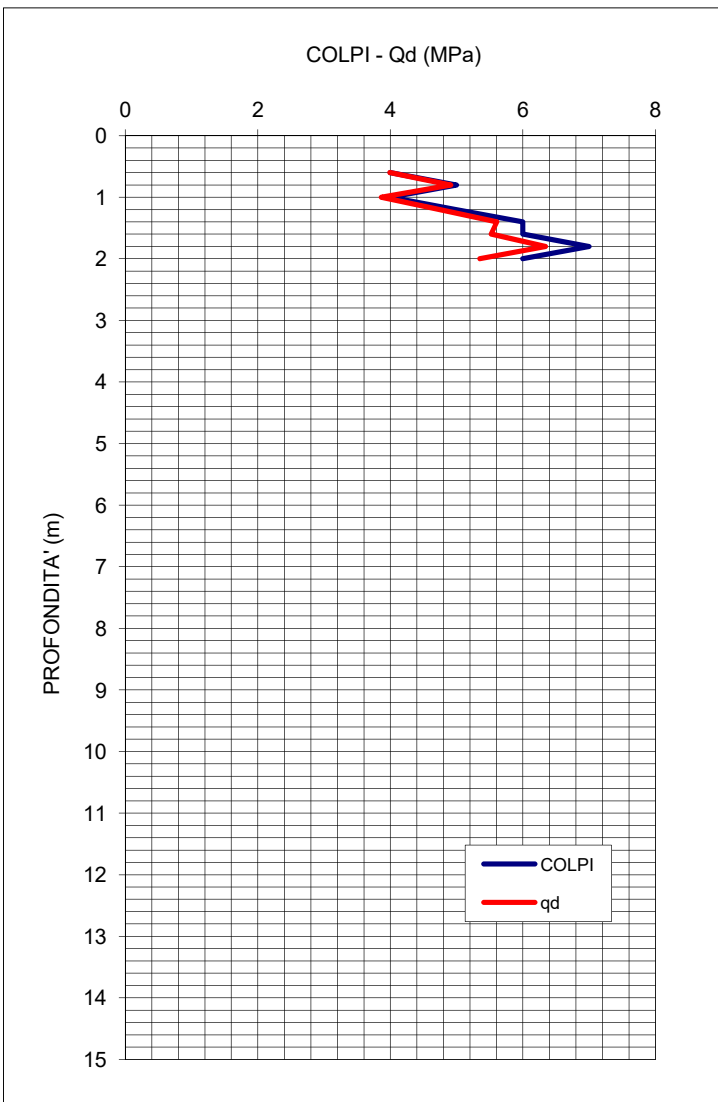


Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality  
Qualità Ambiente Sicurezza  
UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007

Ministeriali 7618/STC

COMMITTENTE: **AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamo 100 Roma**  
CANTIERE: **Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrola +050 sud**  
PROVA: **M107 - DPSH3 DATA: 23/10/17 FALDA: non rilevata**  
COMMESSA: **16075/17 C. SITO N°: S170888 Rev. 00 DEL:**

PROFONDITA'	COLPI	q <sub>d</sub> *	PROFONDITA'	COLPI	q <sub>d</sub> *
0.20	4	4.0	10.20	6	5.4
0.40			10.40		
0.60			10.60		
0.80			10.80		
1.00			11.00		
1.20			11.20		
1.40			11.40		
1.60			11.60		
1.80			11.80		
2.00			12.00		
2.20	6	5.5	12.20	6	5.4
2.40			12.40		
2.60			12.60		
2.80			12.80		
3.00			13.00		
3.20			13.20		
3.40			13.40		
3.60			13.60		
3.80			13.80		
4.00			14.00		
4.20	6	5.5	14.20	6	5.4
4.40			14.40		
4.60			14.60		
4.80			14.80		
5.00			15.00		
5.20					
5.40					
5.60					
5.80					
6.00					
6.20	6	5.5		6	5.4
6.40					
6.60					
6.80					
7.00					
7.20					
7.40					
7.60					
7.80					
8.00					
8.20	6	5.5		6	5.4
8.40					
8.60					
8.80					
9.00					
9.20					
9.40					
9.60					
9.80					
10.00					



#### CARATTERISTICHE PENETROMETRO

MARCA e MODELLO: Pagani DPH  
MAGLIO: 63.5 kg (M)  
ALTEZZA CADUTA: 0.75 m (H)  
PESO TESTA: 0.5 kg (M')  
LUNGHEZZA ASTE: 1.0 m  
PESO ASTE: 6.35 kg (M')  
DIAMETRO ASTE: 32 mm  
DIAMETRO PUNTA: 50.5 mm (A)  
ANGOLO PUNTA: 60 °

$$* q_d = (M/(M+M')) * MgH/Ae = \text{MPa}$$

Il Responsabile Prove in Sito:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore Tecnico SOA:  
p.i. Riccardo Mazza



**elletipi s.r.l.**

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA  
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it  
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.I.



Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality  
Qualità Ambiente Sicurezza  
UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007

Ministeriali 7618/STC

COMMITTENTE:	<b>AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Berga</b>		<b>.00 Roma</b>
CANTIERE:	<b>Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolo</b>		<b>+050 sud</b>
PROVA:	M107 - DPSH3	DATA: 23/10/17	FALDA: non rilavata
COMMESSA:	16075/17	C. SITO N°: S170888	Rev. 00 DEL:
	<b>LAT. (WGS 84):</b>	44.684424°	<b>km</b> 151+050 sud
	<b>LONG. (WGS 84):</b>	10.795567°	

## UBICAZIONE



Il Responsabile Prove in Sito:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore Tecnico SOA:  
p.i. Riccardo Mazza





elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



COMMITTENTE: **AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.p.A - Via Bergamini n. 50 - 00159 ROMA**

CANTIERE: **Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 107 KM 151+050 sud**

PROVA N°: **CPTU 3** PROF. FALDA (m da p.c.): **-** PUNTA: Tecnopenta G1-

DATA: **23-10-17** PREFORO (m da p.c.): **2.00** LAT. (WGS 84): **44.684424°**

COMMESSA: **16075/16** C. SITO N°: **S170890 del 07-11-17** OPERATORE: **L.Zanirato**

121114)[a = 0.66]  
34): 10.795567°

prof.	qc	fs	U	incl.	prof.	qc	fs	U	incl.	prof.	qc	fs	U	incl.	prof.	qc	fs	U	incl.	prof.	qc	fs	U	incl.
m	Mpa	kPa	kPa	gradi	m	Mpa	kPa	kPa	gradi	m	Mpa	kPa	kPa	gradi	m	Mpa	kPa	kPa	gradi	m	Mpa	kPa	kPa	gradi
2.02	0.42	7.98	34.15	1.01	4.02	0.65	26.81	221.57	1.07	6.02	1.32	70.25	163.37	1.25	8.02	1.02	56.77	292.79	1.74	10.02	1.92	95.97	338.17	2.19
2.04	0.57	9.40	35.77	0.65	4.04	0.64	25.59	212.41	1.08	6.04	1.31	72.25	162.35	1.28	8.04	1.06	51.94	309.28	1.76	10.04	1.98	97.08	302.36	2.22
2.06	0.91	12.23	38.62	1.10	4.06	0.66	23.98	202.24	1.07	6.06	1.32	75.02	176.80	1.26	8.06	1.20	46.67	316.40	1.77	10.06	1.94	99.55	254.13	2.22
2.08	1.29	15.76	39.23	0.55	4.08	0.66	22.74	189.82	1.07	6.08	1.35	78.07	219.74	1.28	8.08	1.28	40.92	278.35	1.77	10.08	1.85	103.72	215.46	2.23
2.10	1.66	18.84	40.66	1.20	4.10	0.65	22.38	191.25	1.07	6.10	1.36	81.01	266.34	1.28	8.10	1.31	38.86	238.87	1.77	10.10	1.74	108.72	201.42	2.25
2.12	1.99	22.46	41.27	1.28	4.12	0.66	22.72	195.93	1.07	6.12	1.39	81.84	323.32	1.29	8.12	1.29	39.25	216.07	1.80	10.12	1.66	114.24	204.68	2.25
2.14	2.12	26.37	40.86	0.96	4.14	0.65	23.69	200.00	1.08	6.14	1.37	81.28	356.49	1.30	8.14	1.28	39.55	196.33	1.79	10.14	1.28	92.91	205.09	2.26
2.16	2.04	29.65	39.03	1.09	4.16	0.63	24.52	209.56	1.08	6.16	1.37	78.61	367.88	1.29	8.16	1.30	43.00	204.88	1.79	10.16	1.14	94.35	216.28	2.27
2.18	1.90	36.46	37.60	0.96	4.18	0.66	25.08	224.42	1.07	6.18	1.36	74.36	373.38	1.29	8.18	1.30	46.53	220.96	1.80	10.18	1.12	93.63	251.28	2.28
2.20	1.69	42.68	35.36	0.98	4.20	0.67	24.89	240.29	1.10	6.20	1.33	70.42	357.71	1.28	8.20	1.35	49.68	226.66	1.82	10.20	1.06	88.90	279.77	2.28
2.22	1.46	49.04	32.31	1.04	4.22	0.67	24.89	247.62	1.07	6.22	1.35	66.03	369.72	1.29	8.22	1.36	52.15	238.66	1.82	10.22	1.19	105.76	313.75	2.26
2.24	1.36	56.43	30.89	1.13	4.24	0.67	24.61	247.01	1.08	6.24	1.32	62.14	382.54	1.29	8.24	1.32	50.95	238.66	1.83	10.24	1.13	93.62	334.92	2.30
2.26	1.37	61.62	30.89	1.08	4.26	0.64	24.36	243.75	1.08	6.26	1.26	57.78	409.19	1.30	8.26	1.32	49.34	232.15	1.83	10.26	1.00	79.71	338.58	2.29
2.28	1.36	67.51	29.67	0.90	4.28	0.61	24.31	245.99	1.07	6.28	1.23	53.33	443.18	1.30	8.28	1.25	48.32	237.44	1.82	10.28	0.93	66.49	344.89	2.31
2.30	1.34	73.12	29.06	1.11	4.30	0.60	24.03	245.99	1.08	6.30	1.21	48.89	456.61	1.29	8.30	1.14	45.62	235.61	1.86	10.30	0.89	54.26	352.42	2.29
2.32	1.31	77.12	28.24	0.95	4.32	0.60	23.78	242.33	1.08	6.32	1.21	44.47	428.12	1.25	8.32	1.09	45.35	266.95	1.87	10.32	0.87	44.93	369.11	2.29
2.34	1.35	77.40	28.04	1.00	4.34	0.60	23.47	239.48	1.09	6.34	1.23	41.22	385.18	1.28	8.34	1.11	42.87	297.88	1.87	10.34	0.97	38.13	392.51	2.33
2.36	1.47	73.46	28.85	0.98	4.36	0.62	23.36	225.23	1.09	6.36	1.23	39.08	333.70	1.30	8.36	1.11	39.49	306.22	1.86	10.36	1.03	32.38	402.07	2.30
2.38	1.46	69.32	28.65	1.05	4.38	0.62	24.00	213.02	1.08	6.38	1.22	37.97	285.87	1.29	8.38	1.11	38.32	293.40	1.89	10.38	1.11	29.88	403.30	2.33
2.40	1.38	68.46	28.04	0.94	4.40	0.59	24.67	213.23	1.10	6.40	1.29	37.50	275.29	1.28	8.40	1.12	37.21	285.47	1.89	10.40	1.17	28.54	366.46	2.33
2.42	1.21	70.76	26.01	0.90	4.42	0.59	25.34	220.76	1.11	6.42	1.41	37.89	216.07	1.28	8.42	1.07	38.29	282.82	1.90	10.42	1.10	28.54	322.30	2.33
2.44	0.98	75.37	23.97	0.93	4.44	0.60	26.09	239.07	1.10	6.44	1.61	38.97	149.53	1.31	8.44	1.02	41.01	283.64	1.89	10.44	1.10	31.82	290.15	2.32
2.46	0.92	79.43	23.56	0.88	4.46	0.62	26.17	251.69	1.09	6.46	1.82	39.99	83.51	1.30	8.46	1.02	44.43	305.00	1.89	10.46	1.14	35.88	269.39	2.34
2.48	0.89	81.54	23.36	0.89	4.48	0.69	25.59	244.36	1.11	6.48	2.01	40.08	23.00	1.27	8.48	1.00	47.79	318.23	1.93	10.48	1.19	41.24	280.79	2.35
2.50	0.89	85.24	24.99	0.85	4.50	0.73	25.23	221.36	1.09	6.50	2.18	39.22	11.32	1.29	8.50	1.05	49.79	327.18	1.90	10.50	1.29	47.13	312.13	2.34
2.52	0.89	90.02	31.09	0.78	4.52	0.76	25.34	194.50	1.10	6.52	2.30	37.22	10.83	1.30	8.52	1.13	49.01	327.18	1.92	10.52	1.21	50.71	331.87	2.38
2.54	0.92	90.93	38.62	0.81	4.54	0.74	25.84	178.83	1.12	6.54	2.37	34.58	10.83	1.30	8.54	1.19	46.88	325.76	1.95	10.54	1.24	53.63	355.67	2.35
2.56	0.98	90.16	47.78	0.75	4.56	0.67	26.56	175.17	1.11	6.56	2.40	32.27	10.62	1.32	8.56	1.26	45.13	324.74	1.96	10.56	1.21	54.89	374.80	2.38
2.58	1.05	86.96	53.89	0.73	4.58	0.60	26.89	182.50	1.15	6.58	2.36	30.69	12.05	1.34	8.58	1.30	42.60	314.16	1.97	10.58	1.17	55.25	379.49	2.38
2.60	1.13	83.35	56.12	0.82	4.60	0.52	26.95	199.18	1.13	6.60	2.32	31.30	14.08	1.32	8.60	1.36	40.66	305.21	1.99	10.60	1.32	55.75	392.71	2.42
2.62	1.21	83.84	56.12	0.74	4.62	0.51	26.39	214.24	1.13	6.62	2.27	34.66	18.36	1.31	8.62	1.38	41.10	294.42	1.96	10.62	1.20	54.31	402.28	2.40
2.64	1.28	85.21	55.51	0.80	4.64	0.51	25.66	231.95	1.13	6.64	2.14	40.80	22.43	1.31	8.64	1.37	41.79	284.04	1.96	10.64	1.29	53.86	421.00	2.43
2.66	1.34	87.68	55.72	0.77	4.66	0.56	24.36	247.21	1.13	6.66	2.06	48.75	25.89	1.31	8.66	1.43	43.63	294.01	1.99	10.66	1.29	51.95	433.82	2.43
2.68	1.41	91.51	60.40	0.77	4.68	0.61	22.69	249.85	1.13	6.68	2.03	56.39	23.04	1.33	8.68	1.52	45.27	306.02	1.95	10.68	1.31	50.34	444.20	2.43
2.70	1.53	96.68	70.77	0.77	4.70	0.62	21.10	233.98	1.13	6.70	2.09	62.83	21.41	1.33	8.70	1.66	43.74	277.12	1.95	10.70	1.51	49.34	447.45	2.43
2.72	1.70	102.71	85.22	0.78	4.72	0.64	20.10	207.93	1.14	6.72	2.31	66.67	19.99	1.34	8.72	1.79	43.96	250.26	1.98	10.72	1.48	47.28	439.52	2.45
2.74	1.92	108.93	97.84	0.77	4.74	0.59	20.21	192.87	1.14	6.74	2.53	67.00	18.16	1.35	8.74	1.93	45.74	215.87	1.95	10.74	1.54	46.68	430.77	2.46
2.76	2.18	114.04	98.04	0.73	4.76	0.55	20.49	174.15	1.15	6.76	2.66	64.97	22.23	1.35	8.76	2.04	46.29	165.00	1.97	10.76	1.60	47.79	439.11	2.47
2.78	2.38	118.93	90.92	0.79	4.78	0.54	20.96	182.50	1.07	6.78	2.68	60.97	24.26	1.35	8.78	2.20	50.49	156.24	1.98	10.78	1.48	50.07	453.56	2.44
2.80	2.56	124.84	78.30	0.76	4.80	0.52	21.60	203.46	1.15	6.80	2.56	56.41	22.43	1.35	8.80	2.41	54.80	144.44	1.98	10.80	1.61	55.34	472.89	2.46
2.82	2.67	133.42	63.65	0.76	4.82	0.55	21.57	204.88	1.15	6.82	2.49	53.72	17.34	1.34	8.82	2.53	59.24	123.07	2.00	10.82	1.70	61.46	490.19	2.46
2.84	2.77	142.98	54.70	0.76	4.84	0.58	21.15	209.97	0.72	6.84	2.59	50.97	14.09	1.35	8.84	2.53	68.07	117.17	2.02	10.84	1.78	66.82	493.24	2.46
2.86	2.																							





**COMMITTENTE: AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.p.A - Via Bergamini n. 50 - 00159 ROMA**

**CANTIERE:** Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 107 KM 151+050 sud

PROVA N°: CPTU 3      PROF. FALDA (m da p.c.): -      PUNTA: Tecnopenta G1-

DATA: 23-10-17 PREFORO (m da p.c.): 2.00 LAT. (WGS 84): 44.684424° 34): 10.795567°

COMMESSA: 16075/16 C. SITO N°: S170890 del 07-11-17 OPERATORE: L.Zanirato

	prof.	qc	fs	U	incl.	prof.	qc	fs	U	incl.	prof.	qc	fs	U	incl.	prof.	qc	fs	U	incl.	prof.	qc	fs	U	incl.
m	m	Mpa	kPa	kPa	gradi	m	Mpa	kPa	kPa	gradi	m	Mpa	kPa	kPa	gradi	m	Mpa	kPa	kPa	gradi	m	Mpa	kPa	kPa	gradi
12.02	0.92	52.36	385.39	2.62	14.02	1.80	69.51	567.52	2.92																
12.04	1.03	49.24	400.44	2.64	14.04	1.87	74.90	576.88	2.90																
12.06	1.02	45.58	408.58	2.63	14.06	2.10	81.76	586.44	2.91																
12.08	1.18	43.74	418.96	2.62	14.08	2.11	85.56	534.35	2.92																
12.10	1.30	42.94	426.90	2.64	14.10	2.17	89.62	483.67	2.93																
12.12	1.25	41.74	421.61	2.62	14.12	2.17	94.15	441.75	2.94																
12.14	1.16	41.36	412.04	2.63	14.14	2.12	98.28	400.04	2.94																
12.16	1.08	41.97	402.89	2.67	14.16	2.04	103.45	447.05	2.93																
12.18	1.03	42.94	393.32	2.64	14.18	2.04	105.75	499.55	2.95																
12.20	1.02	42.75	375.62	2.64	14.20	2.06	106.72	531.50	2.96																
12.22	1.04	42.34	361.98	2.65	14.22	1.99	106.05	565.48																	
12.24	1.04	40.65	348.96	2.65	14.24	2.11	104.33	561.21																	
12.26	1.00	37.88	335.73	2.64	14.26	2.04	103.39	544.12																	
12.28	1.01	36.22	332.88	2.64	14.28	1.97	103.00	535.37																	
12.30	0.94	33.77	326.17	2.65	14.30	1.91	101.88	528.24																	
12.32	0.89	32.13	319.66	2.64	14.32	1.72	100.02	524.38																	
12.34	0.88	31.16	314.16	2.65	14.34	1.60	98.61	536.18																	
12.36	0.77	30.83	307.85	2.61	14.36	1.54	96.33	551.64																	
12.38	0.78	31.80	306.43	2.64	14.38	1.54	92.96	569.96																	
12.40	0.86	32.91	304.39	2.62	14.40	1.53	88.02	590.11																	
12.42	0.80	32.94	297.68	2.63	14.42	1.61	83.02	597.03																	
12.44	0.76	32.95	293.00	2.61	14.44	1.67	78.07	596.01																	
12.46	0.87	33.39	290.76	2.64	14.46	1.58	73.35	585.43																	
12.48	0.76	32.31	283.84	2.61	14.48	1.75	72.26	581.76																	
12.50	0.83	32.61	286.08	2.62	14.50	1.82	72.10	578.30																	
12.52	0.89	32.25	286.08	2.64	14.52	1.72	71.43	571.18																	
12.54	0.91	32.70	291.16	2.63	14.54	1.85	73.37	571.18																	
12.56	1.00	34.09	297.68	2.65	14.56	1.78	75.51	564.26																	
12.58	1.07	35.92	302.97	2.62	14.58	1.72	77.59	561.21																	
12.60	1.24	38.89	304.19	2.66	14.60	1.65	80.45	563.86																	
12.62	1.28	40.90	304.80	2.63	14.62	1.55	82.62	567.32																	
12.64	1.29	43.76	305.61	2.65	14.64	1.52	84.15	580.95																	
12.66	1.31	45.90	295.03	2.65	14.66	1.43	84.98	596.01																	
12.68	1.31	48.40	293.00	2.66	14.68	1.53	85.20	607.20																	
12.70	1.35	51.18	277.94	2.65	14.70	1.51	83.65	602.52																	
12.72	1.32	53.54	259.42	2.66	14.72	1.55	81.95	585.43																	
12.74	1.35	57.23	253.72	2.67	14.74	1.60	80.00	560.80																	
12.76	1.35	60.48	250.87	2.69	14.76	1.54	78.75	534.35																	
12.78	1.33	63.31	260.84	2.68	14.78	1.54	79.53	524.38																	
12.80	1.41	66.09	276.51	2.70	14.80	1.52	81.12	504.43																	
12.82	1.37	67.31	289.54	2.70	14.82	1.70	85.36	483.88																	
12.84	1.29	66.82	291.98	2.72	14.84	1.72	89.53	448.88																	
12.86	1.25	65.82	290.96	2.72	14.86	1.77	94.42	414.28																	
12.88	1.14	62.96	285.26	2.74	14.88	1.80	100.28	399.22																	
12.90	1.00	59.04	278.96	2.73	14.90	1.77	106.44	407.77																	
12.92	0.93	55.93	288.72	2.73	14.92	1.90	113.69	442.77																	
12.94	0.85	51.79	301.34	2.72	14.94	1.92	119.72	467.60																	
12.96	0.91	48.20	321.69	2.73	14.96	1.91	124.63	486.32																	
12.98	1.11	45.54	346.72	2.74	14.98	1.92	128.88	485.10																	
13.00	1.30	42.48	360.96	2.75	15.00	1.93	131.69	473.70																	
13.02	1.36	39.37	357.51	2.74																					
13.04	1.39	37.67	345.70	2.77																					
13.06	1.25	35.51	329.63	2.78																					
13.08	1.09	34.28	319.86	2.77																					
13.10	1.12	34.17	328.61	2.77																					
13.12	1.13	33.54	348.15	2.77																					
13.14	1.28	33.62	329.02	2.77																					
13.16	1.42	33.95	290.15	2.78																					
13.18	1.39	36.31	246.40	2.78																					
13.20	1.27	40.54	197.56	2.78																					
13.22	1.29	44.65	178.02	2.81																					
13.24	1.38	51.07	187.99	2.78																					
13.26	1.41	55.57	204.88	2.76																					
13.28	1.73	57.74	217.30	2.81																					
13.30	1.77	59.96	231.74	2.82																					
13.32	1.68	59.99	220.15	2.81																					
13.34	1.63	59.49	185.35	2.84																					
13.36	1.34	59.80	159.71	2.85																					
13.38	1.20	59.24	165.00	2.85																					
13.40	1.09	56.77	203.05	2.82																					
13.42	1.05	52.60	264.10	2.83																					
13.44	1.04	47.21	321.08	2.86																					
13.46	1.01	41.41	354.25	2.86																					
13.48	1.06	37.24	358.32	2.85																					
13.50	1.12	34.74	361.17	2.85																					
13.52	1.44	34.13	319.25	2.84																					
13.54	1.69	35.43	268.78	2.84																					
13.56	1.86	38.35	211.60	2.84																					
13.58	1.99	45.71	152.79	2.86																					
13.60	1.89	52.85	148.51	2.85																					
13.62	1.74	58.26	174.56																						

**COMMITTENTE:** **AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.p.A - Via Bergamini n. 50 - 00159 ROMA**

**CANTIERE:** **Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 107 KM 151+050 sud**

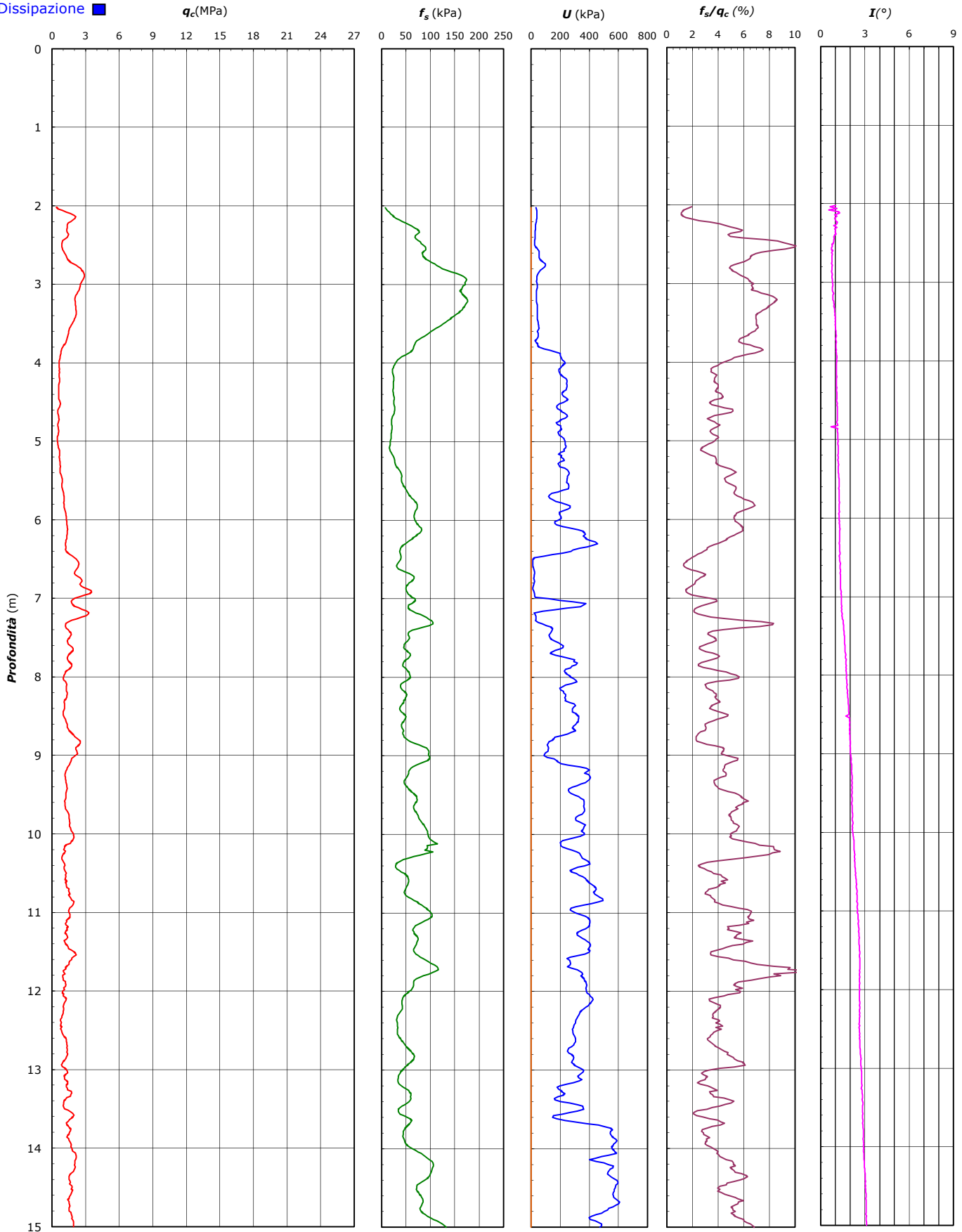
PROVA N°: CPTU 3 PROF. FALDA (m da p.c.): - PUNTA: Tecnopenta G1-

DATA: 23-10-17 PREFORO (m da p.c.): 2.00 LAT. (WGS 84): 44.684424°

COMMESSA: 16075/16 C. SITO N°: S170890 del 07-11-17 OPERATORE: L.Zanirato

121114)[a = 0.66]  
34): 10.795567°

Dissipazione ■



**COMMITTENTE:** **AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.p.A - Via Bergamini n. 50 - 00159 ROMA**

**CANTIERE:** **Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 107 KM 151+050 sud**

PROVA N°: CPTU 3 PROF. FALDA (m da p.c.): - PUNTA: Tecnopenta G1-

DATA: 23-10-17 PREFORO (m da p.c.): 2.00 LAT. (WGS 84): 44.684424°

COMMESSA: 16075/16 C. SITO N°: S170890 del 07-11-17 OPERATORE: L.Zanirato

121114)[a = 0.66]  
34): 10.795567°

#### UBICAZIONE

Località: Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 107 KM 151+050 sud



NOTE: Utilizzato 1 anello allargatore da inizio prova


**COMMITTENTE: Autostrade per l'Italia S.p.A. - Via A. Bergamini 50, 00159 Roma**


**CANTIERE: Indagini per la progettazione dell'installazione delle nuove BARRIERE ANTIRUMORE lungo la rete ASPI A1 - MACROINTERVENTO M 107**

PERFORAZIONE: M107-S02

C. SITO N°: S170930

PROFONDITA': 15.00 m


 Indisturbato


 S.P.T

ESECUZIONE: 30/10/17

OPERATORE: FORMISANO

RIVESTIMENTO: 15.00 m


 Rimaneggiato


 Lefranc








COMMESSA: 16075/16

RESPONSABILE: FRENO

QUOTA: p.c.

 Ambientale

 Vane Test

METRI	METRI da P.C.	LITOLOGIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAMPIONI			P.P. kPa	T.V. kPa	PROVE			METODO E UTENSILE	FALDA	PIEZOMETRO	
				TIPO	NUM.	PROF.			TIPO	NUM.	PROF.				
	0.45		Asfalto												
1	1.40		Ghiaia non selezionata con ciottoli in matrice limosa debolmente argillosa, marrone scuro		spt1	0.50									
	1.50				spt2	0.95									
2			Argilla limosa ghiaiosa (da fine a grossolana) marrone scuro			1.00									
						1.45	100								
3							100								
							120								
4			Argilla limosa, debolmente sabbiosa fine negli ultimi 5cm, marrone scuro				50								
							50								
5	4.85				SH1	4.00									
						4.65									
6			Sabbia fine argillosa, da marrone a grigio scuro		spt3	5.00									
						5.45									
7	6.50				spt4	6.00									
						6.45									
8	8.00		Alternanza argilla limosa sabbiosa fine e sabbia fine argillosa, grigio scuro												
							100								
9			Argilla limosa, grigio scuro				100								
	9.60						120								
10			Argilla con limo, grigio scuro		SH2	10.00									
						10.50									
11							100								
12	11.90						150								
							100								
13			Argilla limosa con resti conchigliari, grigio scuro		SH3	13.00									
						13.50									
14	14.10						170								
	14.40		Argilla limosa sabbiosa fine, grigio scuro				170								
	14.60		Argilla con sabbia fine limosa, grigio scuro												
15	14.80		Sabbia fine argillosa, grigio scuro												
	15.00		Argilla limosa, grigio scuro												
16			FINE SONDAGGIO												
17															
18															
19															
20															




**COMMITTENTE:** Autostrade per l'Italia S.p.A. - Via A. Bergamini 50, 00159 Roma


**CANTIERE:** Indagini per la progettazione dell'installazione delle nuove BARRIERE ANTIRUMORE lungo la rete ASPI A1 - MACROINTERVENTO M 107

PERFORAZIONE: M107-S02

C. SITO N°: S170930

PROFONDITA': 15.00 m


 Indisturbato

 S.P.T

ESECUZIONE: 30/10/17

OPERATORE: FORMISANO

RIVESTIMENTO: 15.00 m


 Rimaneggiato


 Lefranc

COMMESSA: 16075/16

RESPONSABILE: FRENO

QUOTA: p.c.

 Ambientale

 Vane Test

## UBICAZIONE

LOCALITA': A1 - Autostrada del sole - Rubiera (MO)

PERFORAZIONE: M107-S02

UBICAZIONE: Lat.: 44.6879°

Long.: 10.7856°



Posizionamento sondaggio M107 S02 - Km 150+200 carreggiata Sud



Cassetta 1: 0.00 ÷ 5.00 m


**COMMITTENTE:** Autostrade per l'Italia S.p.A. - Via A. Bergamini 50, 00159 Roma

**CANTIERE:** Indagini per la progettazione dell'installazione delle nuove BARRIERE ANTIRUMORE lungo la rete ASPI A1 - MACROINTERVENTO M 107

PERFORAZIONE: M107-S02

C. SITO N°: S170930

PROFONDITA': 15.00 m


 Indisturbato

 S.P.T

ESECUZIONE: 30/10/17

OPERATORE: FORMISANO

RIVESTIMENTO: 15.00 m


 Rimaneggiato


 Lefranc

COMMESSA: 16075/16

RESPONSABILE: FRENO

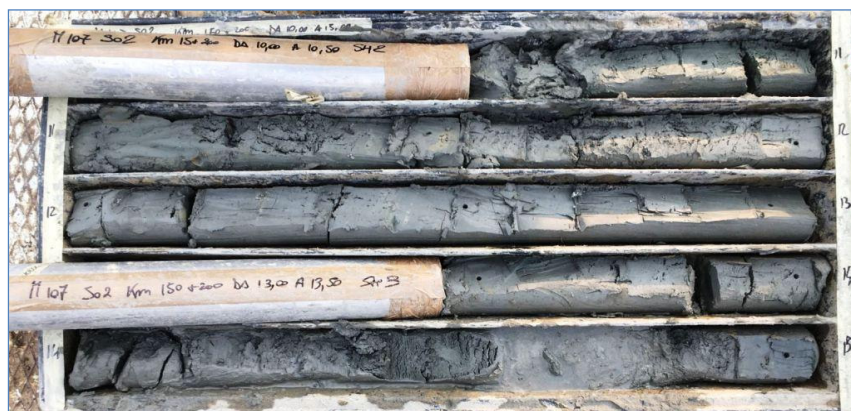
QUOTA: p.c.

 Ambientale

 Vane Test



Cassetta 2: 5.00 ÷ 10.00 m



Cassetta 3: 10.00 ÷ 15.00 m



**elletipi s.r.l.**

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA  
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it  
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquity  
Qualità Ambiente Sicurezza  
UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

## SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **AUTOSTRAD E PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma**  
CANTIERE: **Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107**  
CAMPIONE: **S2 Sh1 4.60 - 4.65 m**  
COMMESSA: 16075/17  
VERBALE ACC.: 557/17  
DATA CONSEGNA: 20/11/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

alto 4.00	P.P. kPa	T.V. kPa	LUNGHEZZA (cm): 55 GRADO DI QUALITA': AGI Q5 EC 7-3 Q1
	50	25	DESCRIZIONE: Limo argilloso con concrezioni carbonatiche sporadiche marrone
			W naturale (%) 24.3 $\gamma$ naturale(Mg/m <sup>3</sup> ) 2.02 $\gamma$ secco (Mg/m <sup>3</sup> ) 1.62 $\gamma$ immerso (Mg/m <sup>3</sup> ) 1.02 porosità (%) 40 indice dei vuoti 0.66 grado di saturazione (%) 99 massa specifica (Mg/m <sup>3</sup> ) 2.697
			PROVE ESEGUITE
			Umidità Naturale SI Trassiale UU SI
			Limiti Atterberg SI Trassiale CIU -
			Gran. Setacciatura SI Edometria -
			Gran. Sedimentazione SI Taglio Diretto -
			Peso di Volume SI Espansione L.L. -
			Peso Specifico SI Trassiale Cicl. + C.M. -
			Analisi Chimica - Colonna Risonante - Taglio Torsionale Cicl. -
			NOTE: -
4.65 basso			

Io Sperimentatore:  
dott.geol. Luciano Rossi

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





**elletipi s.r.l.**

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality

Qualità Ambiente Sicurezza

UNI EN ISO 9001:2008

UNI EN ISO 14001:2004

BS OHSAS 18001:2007

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

## UMIDITA' DI UNA TERRA

### UNI EN ISO 17892-1

COMMITTENTE: **AUTOSTRADe PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma**

CANTIERE: **Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107**

CAMPIONE: **S2 Sh1 4.60 - 4.65 m**

COMMESSA: **16075/17**

DURATA PROVE:

**20 - 30/11/17**

VERBALE ACC.: **557/17**

DATA CONSEGNA:

**20/11/17**

GEO - CERT. n°: **G1709739**

rev.00 del:

**29/12/17**

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

#### ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

**Limo argilloso con concrezioni carbonatiche sporadiche marrone**

cod.bilancia 480

#### DETERMINAZIONE

1

2

TARA (g)

12.52

12.43

TERRA UMIDA (g)

246.41

231.42

TERRA ESSICATA\* (g)

200.3

188.9

UMDITA' DETERMINATA (%)

24.6

24.1

UMIDITA' CALCOLATA (%)

=

**24.3**

\* materiale essiccato in stufa a 105 - 110 °C, fino a massa costante.

Io Sperimentatore:

dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:

dott. geol. Massimo Romagnoli





**elletipi s.r.l.**

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA  
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality  
Qualità Ambiente Sicurezza  
UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

## MASSA VOLUMICA APPARENTE

### UNI EN ISO 17892-2

COMMITTENTE: **AUTOSTRADe PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma**

CANTIERE: **Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107**

CAMPIONE: **S2 Sh1 4.60 - 4.65 m**

COMMESSA: 16075/17

DURATA PROVE:

20 - 30/11/17

VERBALE ACC.: 557/17

DATA CONSEGNA:

20/11/17

GEO - CERT. n°: G1709740

rev.00 del:

29/12/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

#### ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

**Limo argilloso con concrezioni carbonatiche sporadiche marrone**

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	185.540	43.36
ALTEZZA (cm)	10.00	2.01
DIAMETRO (cm)	5.00	5.99
MASSA LORDA (g)	580	157.91
MASSA VOLUMICA (Mg/m <sup>3</sup> )	2.01	2.02
<b>MEDIA (Mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>=</b>	<b>2.02</b>

Io Sperimentatore:

dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:

dott. geol. Massimo Romagnoli



**elletipi s.r.l.**

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA  
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: [info@elletipi.it](mailto:info@elletipi.it) sito: [www.elletipi.it](http://www.elletipi.it)  
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality  
Qualità Ambiente Sicurezza  
UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

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

COMMITTENTE:	<b>AUTOSTRADe PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma</b>		
CANTIERE:	<b>Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107</b>		
CAMPIONE:	<b>S2 Sh1</b>	<b>4.60 - 4.65 m</b>	
COMMESSA:	16075/17	DURATA PROVE:	20 - 30/11/17
VERBALE ACC.:	557/17	DATA CONSEGNA:	20/11/17
GEO - CERT. n°:	G1709741	rev.00 del:	29/12/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

### ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

**Limo argilloso con concrezioni carbonatiche sporadiche marrone**

cod.bilancia 480

determinazione picnometro n:	1 (pic. 001)	2 (pic. 002)
terra (g):	13.26	12.34
temperatura (°C):	20.0	21.0
picnometro + acqua (g):	149.72	149.84
picnometro + terra (g):	158.05	157.62
fattore K	1.0000	0.9998
Peso specifico determinato ( $\text{Mg/m}^3$ ):	2.691	2.703

Peso specifico calcolato ( $\text{Mg/m}^3$ ): **2.697**

Io Sperimentatore:  
dott.geol. Luciano Rossi

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

## LIMITI DI ATTERBERG (norma ASTM D4318 metodo A)

**COMMITTENTE: AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma**
**CANTIERE: Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107**
**CAMPIONE: S2 Sh1 4.60 - 4.65 m**
**COMMESSA: 16075/17 DURATA PROVE: 20 - 30/11/17**
**VERBALE ACC.: 557/17 DATA CONSEGNA: 20/11/17**
**GEO - CERT. n°: G1709742 rev.00 del: 29/12/17**

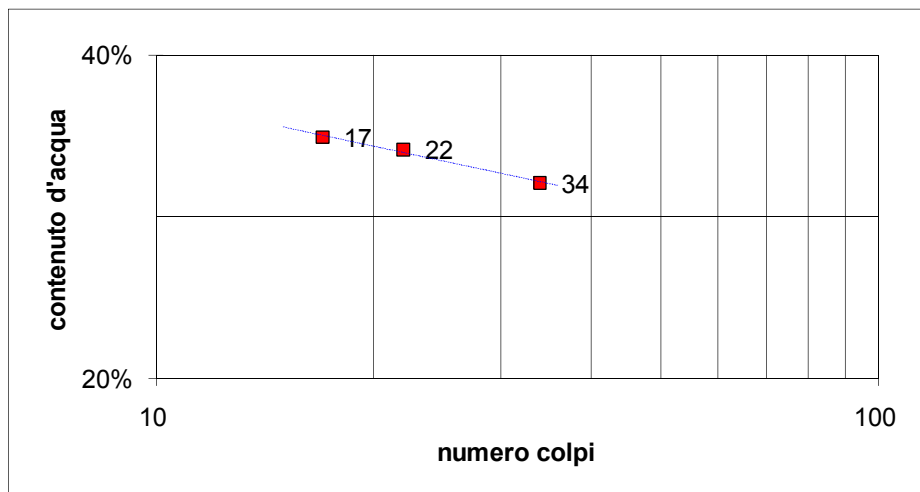
il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

**ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:**
**Limo argilloso con concrezioni carbonatiche sporadiche marrone**

codice cucchiaino: 344; codice bilancia: 480.

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		UMIDITA'
	1	2	3	1	2	
impasto						
N° colpi	22	34	17			
massa umida+ tara (g)	30.18	30.25	32.21	13.37	14.04	246.41
massa secca+ tara (g)	23.09	23.45	24.50	11.39	11.95	200.30
acqua contenuta (g)	7.09	6.80	7.71	1.98	2.09	46.11
tara (g)	2.33	2.27	2.42	2.44	2.67	12.52
peso secco (g)	20.76	21.18	22.08	8.95	9.28	187.78
contenuto d'acqua	34.2%	32.1%	34.9%	22.1%	22.5%	24.6%

<b>Umidità Naturale</b>	<b>Wn =</b>	<b>25%</b>
<b>Limite Liquido</b>	<b>LL =</b>	<b>33%</b>
<b>Limite Plastico</b>	<b>LP =</b>	<b>22%</b>
<b>Indice Plastico</b>	<b>IP =</b>	<b>11%</b>


Io Sperimentatore:  
dott.geol. Luciano Rossi

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



**elletipi s.r.l.**

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA  
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it  
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality  
Qualità Ambiente Sicurezza  
UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

## ANALISI GRANULOMETRICA

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

COMMITTENTE: **AUTOSTRAD E PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma**

CANTIERE: **Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107**

CAMPIONE: **S2 Sh1 4.60 - 4.65 m**

COMMESSA: 16075/17 DURATA PROVE: 20 - 30/11/17

VERBALE ACC.: 557/17 DATA CONSEGNA: 20/11/17

GEO - CERT. n°: G1709743 rev.00 del: 29/12/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

### ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

#### Limo argilloso con concrezioni carbonatiche sporadiche marrone

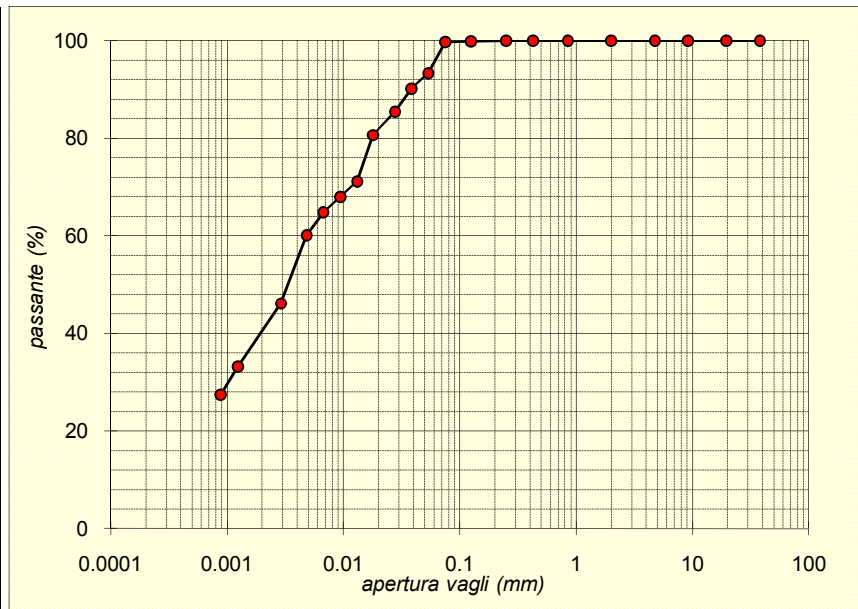
codici		vaglio (mm)	trattenuto (g)	trattenuto (%)	cum. tratt. (%)	passante (%)
571	setaccio	38	0.00	0.00	0.00	100.00
572	setaccio	19.5	0.00	0.00	0.00	100.00
573	setaccio	9.1	0.00	0.00	0.00	100.00
290	setaccio	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
291	setaccio	2.0	0.00	0.00	0.00	100.00
292	setaccio	0.850	0.00	0.00	0.00	100.00
293	setaccio	0.425	0.00	0.00	0.00	100.00
282	setaccio	0.250	0.05	0.03	0.03	99.97
283	setaccio	0.125	0.16	0.09	0.11	99.89
286	setaccio	0.075	0.23	0.12	0.23	99.77
-	calcolato	0.0536	12.11	6.45	6.69	93.31
-	calcolato	0.0384	5.94	3.16	9.85	90.15
-	calcolato	0.0277	8.91	4.74	14.59	85.41
-	calcolato	0.0179	8.91	4.74	19.34	80.66
-	calcolato	0.0131	17.82	9.49	28.83	71.17
-	calcolato	0.0094	5.94	3.16	31.99	68.01
-	calcolato	0.0067	5.94	3.16	35.15	64.85
-	calcolato	0.0048	8.91	4.74	39.90	60.10
-	calcolato	0.0029	26.21	13.96	53.86	46.14
-	calcolato	0.0012	24.28	12.93	66.79	33.21
-	calcolato	0.0009	10.83	5.77	72.55	27.45
-	calcolato	fondo	51.54	27.45	100.00	0.00
TOTALE			187.78		$\phi$ max (mm) = 0.3	

Passante effettivo setaccio 0.075 (g) in areometro		50.04
t° C	Tempo (s)	Lettura
20	30	33.0
20	60	32.0
20	120	30.5
20	300	29.0
20	600	26.0
20	1200	25.0
20	2400	24.0
20	4800	22.5
20.5	14400	18.0
20	86400	14.0
21	172800	12.0
Rapporti granulometrici		
	USCS	UNI
GHIAIA	> 4,75 mm 0.0%	> 2,00 mm 0.0%
SABBIA	> 0,075 mm 0.2%	> 0,063 mm 3.6%
LIMO	> 2 μ 59.3%	> 2 μ 56.0%
ARGILLA	< 2 μ 40.5%	< 2 μ 40.5%

Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:  
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio:  
dott. geol. Massimo Romagnoli



## PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA ASTM 2850 - 95

COMMITTENTE:	AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma		
CANTIERE:	Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107		
CAMPIONE:	S2 Sh1 4.60 - 4.65 m		
COMMESSA:	16075/17	DURATA PROVE:	20 - 30/11/17
VERBALE ACC.:	557/17	DATA CONSEGNA:	20/11/2017
GEO - CERT. n°:	G1709744	rev.0 del:	29/12/17

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

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

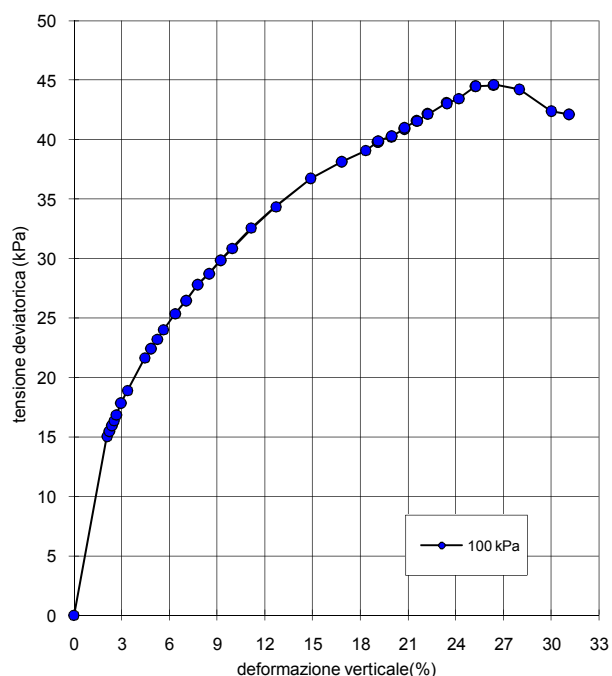
Velocità della pressa: **0,75 mm/min**

NATURA DEL CAMPIONE: **Limo argilloso con concrezioni carbonatiche sporadiche marrone**

PROVINO 1	
DEF. VERTICALE	TENSIONE A ROTTURA
( $\epsilon$ ) %	( $\sigma_1 - \sigma_3$ ) kPa
0.00	0.00
2.09	15.05
2.23	15.47
2.39	15.95
2.53	16.37
2.68	16.84
2.97	17.83
3.37	18.88
4.46	21.64
4.86	22.42
5.25	23.19
5.63	24.01
6.36	25.35
7.05	26.44
7.78	27.78
8.52	28.72
9.23	29.84
9.95	30.84
11.14	32.56
12.70	34.34
14.88	36.73
16.82	38.14
18.33	39.07
19.09	39.81
19.12	39.80
19.12	39.88
19.95	40.21
19.97	40.28
20.77	40.88
20.77	41.00
21.55	41.56
21.57	41.55
22.22	42.16
22.24	42.14
23.41	43.11
23.45	43.04
24.20	43.43
25.22	44.48
25.26	44.50
26.35	44.56
26.38	44.62
28.00	44.21
30.00	42.40
31.10	42.10

### CARATTERISTICHE DEI PROVINO

Provino numero:	1
Dimensioni h x $\phi$ (cm):	9.999 x 5.002
Peso (g):	394.5
Umidità naturale (%):	24.6
Massa volumica umida (Mg/m3):	2.01
Massa volumica secca (Mg/m3):	1.61
sigma 3:	100 kPa


Lo Sperimentatore:  
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. Massimo Romagnoli

# **PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA** **ASTM 2850 - 95**

**COMMITTENTE:** AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma

**CANTIERE:** Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107

**CAMPIONE:** S2 Sh1

**COMMESSA:** 16075/17 **DURATA PROVE:** 20 - 30/11/17

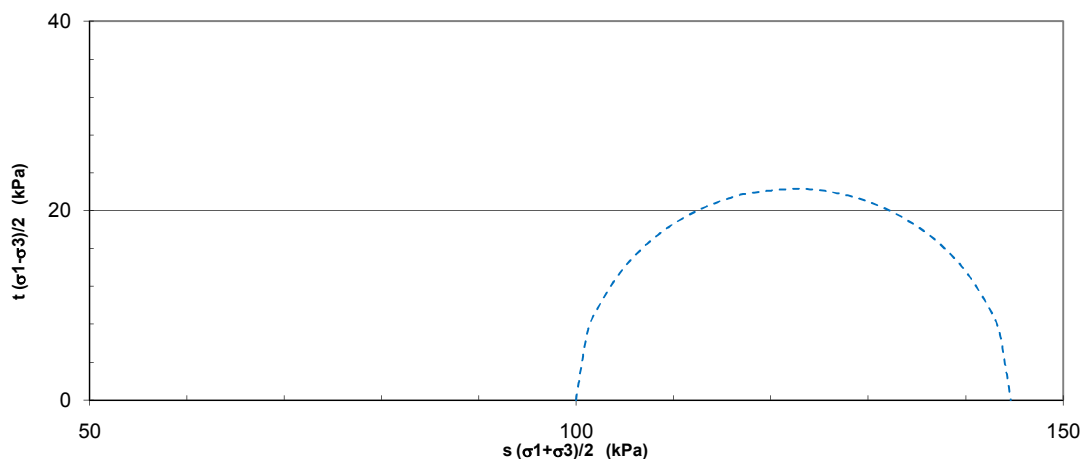
**VERBALE ACC.:** 557/17 **DATA CONSEGNA:** 20/11/17

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

## **CONDIZIONI A ROTTURA**

Sigma 3:	<b>100</b>		
Tensione deviatorica a rottura (kPa):	<b>44.6</b>		
Deformazione a rottura (%):	<b>26.38</b>		
Cu (kPa):	<b>22.3</b>		

## **Stress Path**





**elletipi s.r.l.**

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality  
Qualità Ambiente Sicurezza  
UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007


® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

## SCHEMA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **AUTOSTRADe PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma**  
CANTIERE: **Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107**  
CAMPIONE: **S2 Sh2 10.00 - 10.50 m**  
COMMESSA: 16075/17  
VERBALE ACC.: 557/17  
DATA CONSEGNA: 20/11/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

alto 10.00	P.P. kPa	T.V. kPa	LUNGHEZZA (cm): 50 GRADO DI QUALITA': AGI Q5 EC 7-3 Q1
	75	37	DESCRIZIONE: Limo Argilloso (10.00 - 10.19) argilla limosa grigio (10.19 - 10.50)
			W naturale (%) 28.3 $\gamma$ naturale (Mg/m <sup>3</sup> ) 1.91 $\gamma$ secco (Mg/m <sup>3</sup> ) 1.49 $\gamma$ immerso (Mg/m <sup>3</sup> ) 0.94 porosità (%) 45 indice dei vuoti 0.82 grado di saturazione (%) 94 massa specifica (Mg/m <sup>3</sup> ) 2.702
			PROVE ESEGUITE Umidità Naturale SI Trassiale UU SI Limiti Atterberg SI Trassiale CIU - Gran. Setacciatura SI Edometria - Gran. Sedimentazione SI Taglio Diretto - Peso di Volume SI Espansione L.L. - Peso Specifico SI Trassiale Cicl. + C.M. - Analisi Chimica - Colonna Risonante - Taglio Torsionale Cicl. -
			NOTE: -
basso 10.50	100	50	

lo Sperimentatore:  
dott.geol. Luciano Rossi

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



**elletipi s.r.l.**

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality

Qualità Ambiente Sicurezza

UNI EN ISO 9001:2008

UNI EN ISO 14001:2004

BS OHSAS 18001:2007

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

## UMIDITA' DI UNA TERRA

### UNI EN ISO 17892-1

COMMITTENTE: **AUTOSTRADe PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma**

CANTIERE: **Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107**

CAMPIONE: **S2 Sh2 10.00 - 10.50 m**

COMMESSA: **16075/17**

DURATA PROVE:

20 - 30/11/17

VERBALE ACC.: **557/17**

DATA CONSEGNA:

20/11/17

GEO - CERT. n°: **G1709745**

rev.00 del:

29/12/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

#### ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

**Limo Argilloso (10.00 - 10.19) argilla limosa grigio (10.19 - 10.50)**

cod.bilancia 480

#### DETERMINAZIONE

1

2

TARA (g)

12.57

12.66

TERRA UMIDA (g)

222.51

230.04

TERRA ESSICATA\* (g)

176.21

182.01

UMDITA' DETERMINATA (%)

28.3

28.4

UMIDITA' CALCOLATA (%)

=

**28.3**

\* materiale essiccato in stufa a 105 - 110 °C, fino a massa costante.

Io Sperimentatore:

dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:

dott. geol. Massimo Romagnoli





**elletipi s.r.l.**

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA  
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality  
Qualità Ambiente Sicurezza  
UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

## MASSA VOLUMICA APPARENTE

### UNI EN ISO 17892-2

COMMITTENTE: **AUTOSTRADe PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma**

CANTIERE: **Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107**

CAMPIONE: **S2 Sh2 10.00 - 10.50 m**

COMMESSA: 16075/17

DURATA PROVE:

20 - 30/11/17

VERBALE ACC.: 557/17

DATA CONSEGNA:

20/11/17

GEO - CERT. n°: G1709746

rev.00 del:

29/12/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

#### ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

**Limo Argilloso (10.00 - 10.19) argilla limosa grigio (10.19 - 10.50)**

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	185.540	43.36
ALTEZZA (cm)	10.00	2.01
DIAMETRO (cm)	5.00	5.99
MASSA LORDA (g)	561.23	151.23
MASSA VOLUMICA (Mg/m <sup>3</sup> )	1.91	1.91
<b>MEDIA (Mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>=</b>	<b>1.91</b>

Io Sperimentatore:

dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:

dott. geol. Massimo Romagnoli



**elletipi s.r.l.**

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA  
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: [info@elletipi.it](mailto:info@elletipi.it) sito: [www.elletipi.it](http://www.elletipi.it)  
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality  
Qualità Ambiente Sicurezza  
UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

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

COMMITTENTE:	<b>AUTOSTRADe PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma</b>		
CANTIERE:	<b>Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107</b>		
CAMPIONE:	<b>S2 Sh2</b>	<b>10.00 - 10.50 m</b>	
COMMESSA:	16075/17	DURATA PROVE:	20 - 30/11/17
VERBALE ACC.:	557/17	DATA CONSEGNA:	20/11/17
GEO - CERT. n°:	G1709747	rev.00 del:	29/12/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

### ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

**Limo Argilloso (10.00 - 10.19) argilla limosa grigio (10.19 - 10.50)**

cod.bilancia 480

determinazione picnometro n:	1 (pic. 001)	2 (pic. 002)
terra (g):	12.25	11.03
temperatura (°C):	20.0	21.0
picnometro + acqua (g):	149.72	149.84
picnometro + terra (g):	157.45	156.78
fattore K	1.0000	0.9998

Peso specifico determinato ( $\text{Mg/m}^3$ ):	2.711	2.693
---	-------	-------

Peso specifico calcolato ( $\text{Mg/m}^3$ ):	<b>2.702</b>
---	--------------

Io Sperimentatore:  
dott.geol. Luciano Rossi

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

## LIMITI DI ATTERBERG (norma ASTM D4318 metodo A)

**COMMITTENTE: AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma**
**CANTIERE: Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107**
**CAMPIONE: S2 Sh2 10.00 - 10.50 m**
**COMMESSA: 16075/17 DURATA PROVE: 20 - 30/11/17**
**VERBALE ACC.: 557/17 DATA CONSEGNA: 20/11/17**
**GEO - CERT. n°: G1709748 rev.00 del: 29/12/17**

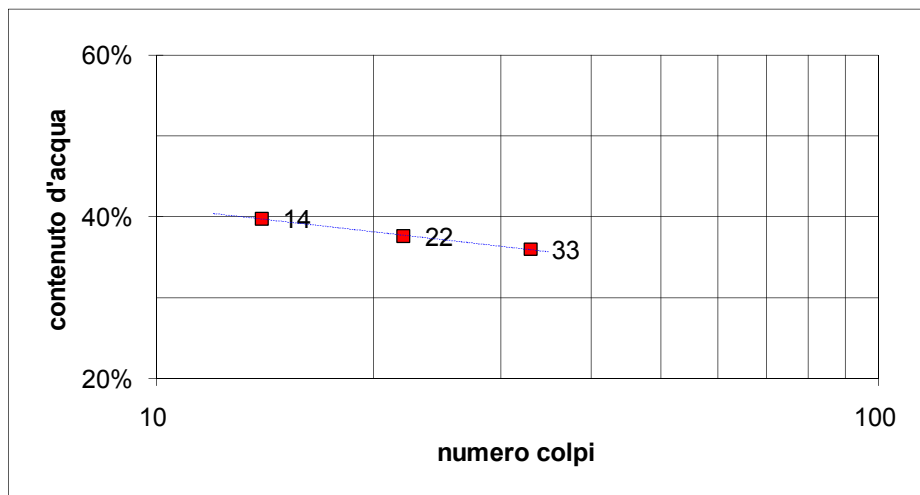
il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

**ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:**
**Limo Argilloso (10.00 - 10.19) argilla limosa grigio (10.19 - 10.50)**

codice cucchiaino: 344; codice bilancia: 480.

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		UMIDITA'
	1	2	3	1	2	
impasto						
N° colpi	22	33	14			
massa umida+ tara (g)	25.79	27.45	24.56	13.39	13.80	222.51
massa secca+ tara (g)	19.41	20.80	18.30	11.59	11.90	176.21
acqua contenuta (g)	6.38	6.65	6.26	1.80	1.90	46.30
tara (g)	2.44	2.32	2.56	2.19	2.15	12.57
peso secco (g)	16.97	18.48	15.74	9.40	9.75	163.64
contenuto d'acqua	37.6%	36.0%	39.8%	19.1%	19.5%	28.3%

<b>Umidità Naturale</b>	<b>Wn =</b>	<b>28%</b>
<b>Limite Liquido</b>	<b>LL =</b>	<b>37%</b>
<b>Limite Plastico</b>	<b>LP =</b>	<b>19%</b>
<b>Indice Plastico</b>	<b>IP =</b>	<b>18%</b>


Io Sperimentatore:  
dott.geol. Luciano Rossi

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



**elletipi s.r.l.**

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA  
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it  
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality  
Qualità Ambiente Sicurezza  
UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

## ANALISI GRANULOMETRICA

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

COMMITTENTE: **AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma**

CANTIERE: **Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107**

CAMPIONE: **S2 Sh2 10.00 - 10.50 m**

COMMESSA: 16075/17 DURATA PROVE: 20 - 30/11/17

VERBALE ACC.: 557/17 DATA CONSEGNA: 20/11/17

GEO - CERT. n°: G1709749 rev.00 del: 29/12/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

### ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

#### Limo Argilloso (10.00 - 10.19) argilla limosa grigio (10.19 - 10.50)

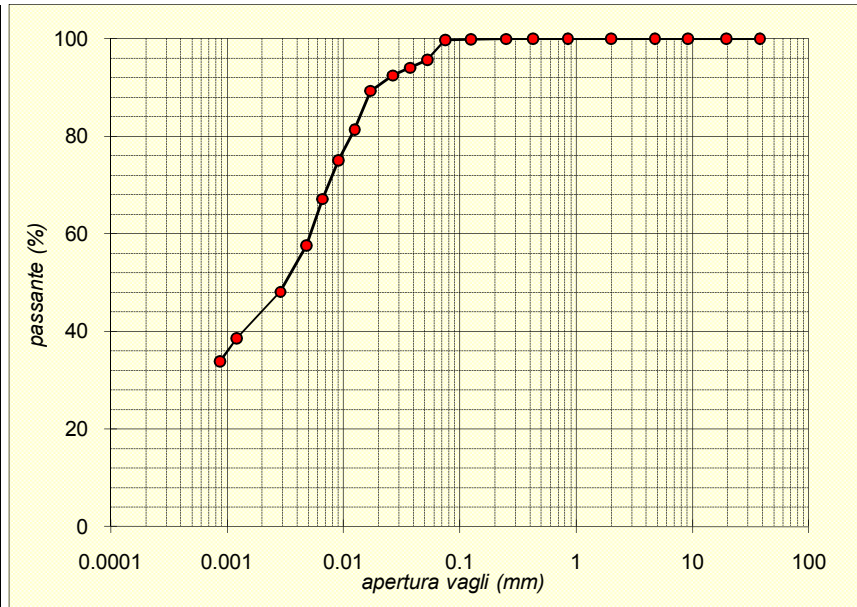
codici		vaglio (mm)	trattenuto (g)	trattenuto (%)	cum. tratt. (%)	passante (%)
571	setaccio	38	0.00	0.00	0.00	100.00
572	setaccio	19.5	0.00	0.00	0.00	100.00
573	setaccio	9.1	0.00	0.00	0.00	100.00
290	setaccio	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
291	setaccio	2.0	0.00	0.00	0.00	100.00
292	setaccio	0.850	0.00	0.00	0.00	100.00
293	setaccio	0.425	0.00	0.00	0.00	100.00
282	setaccio	0.250	0.09	0.05	0.05	99.95
283	setaccio	0.125	0.12	0.07	0.13	99.87
286	setaccio	0.075	0.24	0.15	0.27	99.73
-	calcolato	0.0525	6.70	4.09	4.37	95.63
-	calcolato	0.0374	2.59	1.58	5.95	94.05
-	calcolato	0.0266	2.59	1.58	7.54	92.46
-	calcolato	0.0171	5.19	3.17	10.70	89.30
-	calcolato	0.0125	12.96	7.92	18.63	81.37
-	calcolato	0.0090	10.37	6.34	24.96	75.04
-	calcolato	0.0066	12.96	7.92	32.89	67.11
-	calcolato	0.0048	15.56	9.51	42.39	57.61
-	calcolato	0.0029	15.56	9.51	51.90	48.10
-	calcolato	0.0012	15.56	9.51	61.41	38.59
-	calcolato	0.0009	7.78	4.75	66.16	33.84
-	fondo		55.38	33.84	100.00	0.00
TOTALE			163.64		$\phi$ max (mm) = 0.3	

Passante effettivo setaccio 0.075 (g) in areometro		49.86
t° C	Tempo (s)	Letture
21	30	33.5
21	60	33.0
21	120	32.5
21	300	31.5
21	600	29.0
21	1200	27.0
21	2400	24.5
21	4800	21.5
21	14400	18.5
21	86400	15.5
21	172800	14.0
Rapporti granulometrici		
	USCS	UNI
GHIAIA	> 4,75 mm 0.0%	> 2,00 mm 0.0%
SABBIA	> 0,075 mm 0.3%	> 0,063 mm 2.3%
LIMO	> 2 μ 55.6%	> 2 μ 53.6%
ARGILLA	< 2 μ 44.1%	< 2 μ 44.1%

Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:  
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio:  
dott. geol. Massimo Romagnoli



## PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA ASTM 2850 - 95

COMMITTENTE:	<b>AUTOSTRADe PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma</b>		
CANTIERE:	<b>Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107</b>		
CAMPIONE:	<b>S2 Sh2 10.00 - 10.50 m</b>		
COMMESSA:	16075/17	DURATA PROVE:	20 - 30/11/17
VERBALE ACC.:	557/17	DATA CONSEGNA:	20/11/2017
GEO - CERT. n°:	G1709750	rev.0 del:	29/12/17

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

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

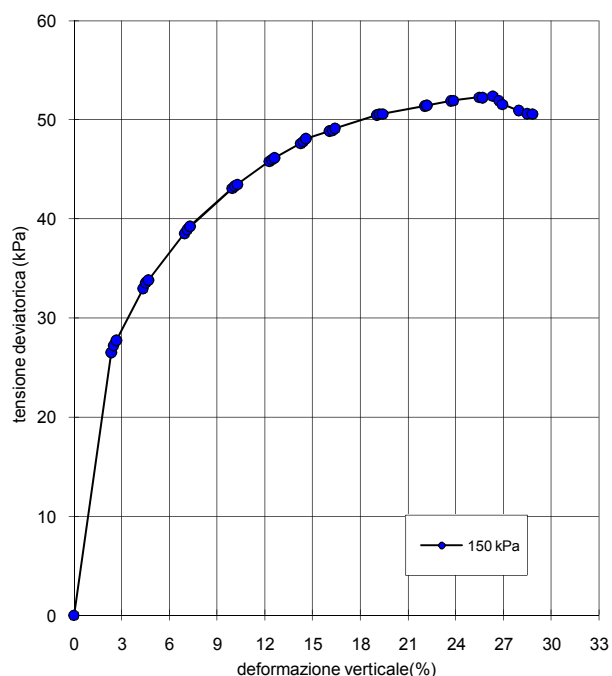
Velocità della pressa: **0,75 mm/min**

NATURA DEL CAMPIONE: **Limo Argilloso (10.00 - 10.19) argilla limosa grigio (10.19 - 10.50)**

PROVINO 1	
DEF. VERTICALE	TENSIONE A ROTTURA
(ε) %	(σ1 - σ3) kPa
0.00	0.00
2.36	26.53
2.49	27.24
2.68	27.73
4.34	32.96
4.50	33.53
4.67	33.81
6.96	38.54
7.11	38.90
7.30	39.25
9.95	43.08
10.10	43.32
10.28	43.47
12.28	45.80
12.44	45.98
12.61	46.16
14.25	47.61
14.40	47.79
14.58	48.08
16.06	48.87
16.25	48.93
16.40	49.13
19.06	50.46
19.21	50.57
19.40	50.58
22.03	51.38
22.18	51.44
23.69	51.88
23.85	51.93
25.49	52.25
25.67	52.24
26.31	52.39
26.71	51.93
26.92	51.55
27.95	50.93
28.48	50.60
28.81	50.56
0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00

### CARATTERISTICHE DEI PROVINO

Provino numero:	<b>1</b>	
Dimensioni h x φ (cm):	<b>9.999 x 5.002</b>	
Peso (g):	<b>375.7</b>	
Umidità naturale (%):	<b>28.3</b>	
Massa volumica umida (Mg/m3):	<b>1.91</b>	
Massa volumica secca (Mg/m3):	<b>1.49</b>	
sigma 3:	<b>150 kPa</b>	


Lo Sperimentatore:  
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. Massimo Romagnoli

# **PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA** **ASTM 2850 - 95**

**COMMITTENTE:** AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma

**CANTIERE:** Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107

**CAMPIONE:** S2 Sh2

**COMMESSA:** 16075/17 **DURATA PROVE:** 20 - 30/11/17

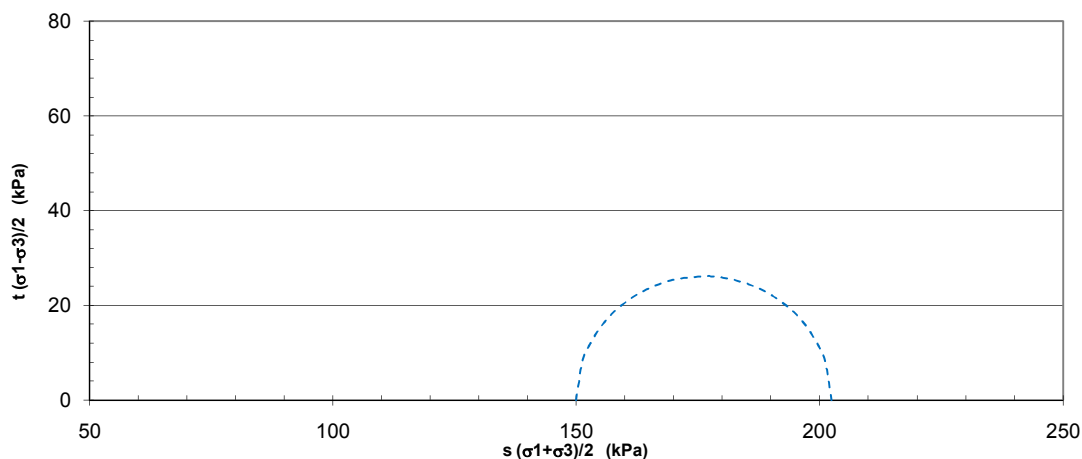
**VERBALE ACC.:** 557/17 **DATA CONSEGNA:** 20/11/17

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

## **CONDIZIONI A ROTTURA**

Sigma 3:	150		
Tensione deviatorica a rottura (kPa):	52.4		
Deformazione a rottura (%):	26.31		
Cu (kPa):	26.2		

## **Stress Path**





**elletipi s.r.l.**

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality  
Qualità Ambiente Sicurezza  
UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007

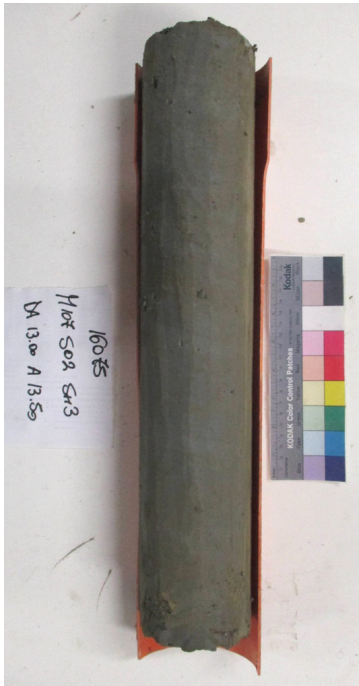
® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

## SCHEMA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **AUTOSTRADe PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma**  
CANTIERE: **Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107**  
CAMPIONE: **S2 Sh3 13.00 - 13.50 m**  
COMMESSA: 16075/17  
VERBALE ACC.: 557/17  
DATA CONSEGNA: 20/11/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

alto 13.00	P.P. kPa	T.V. kPa	LUNGHEZZA (cm): 45 GRADO DI QUALITA': AGI Q5 EC 7-3 Q1
	120	55	DESCRIZIONE: Argilla debolmente limosa grigiasta verdasta con concrezioni carbonatiche
			W naturale (%) 31.0
			$\gamma$ naturale(Mg/m <sup>3</sup> ) 1.87
			$\gamma$ secco (Mg/m <sup>3</sup> ) 1.43
			$\gamma$ immerso (Mg/m <sup>3</sup> ) 0.90
			porosità (%) 47
			indice dei vuoti 0.90
			grado di saturazione (%) 93
			massa specifica (Mg/m <sup>3</sup> ) 2.706
			120
Umidità Naturale SI Trassiale UU SI			
Limiti Atterberg SI Trassiale CIU -			
Gran. Setacciatura SI Edometria -			
Gran. Sedimentazione SI Taglio Diretto -			
Peso di Volume SI Espansione L.L. -			
Peso Specifico SI Trassiale Cicl. + C.M. -			
Analisi Chimica - Colonna Risonante -			
Taglio Torsionale Cicl. -			
NOTE: -			
13.50 basso			

lo Sperimentatore:  
dott.geol. Luciano Rossi

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



**elletipi s.r.l.**

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality

Qualità Ambiente Sicurezza

UNI EN ISO 9001:2008

UNI EN ISO 14001:2004

BS OHSAS 18001:2007

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

## UMIDITA' DI UNA TERRA

### UNI EN ISO 17892-1

COMMITTENTE: **AUTOSTRADe PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma**

CANTIERE: **Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107**

CAMPIONE: **S2 Sh3 13.00 - 13.50 m**

COMMESSA: **16075/17**

DURATA PROVE:

**20 - 30/11/17**

VERBALE ACC.: **557/17**

DATA CONSEGNA:

**20/11/17**

GEO - CERT. n°: **G1709751**

rev.00 del:

**29/12/17**

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

#### ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

**Argilla debolmente limosa grigiastra verdasta con concrezioni carbonatiche**

cod.bilancia 480

#### DETERMINAZIONE

1

2

TARA (g)

172.75

174.56

TERRA UMIDA (g)

389.36

375.45

TERRA ESSICATA\* (g)

337.42

328.65

UMDITA' DETERMINATA (%)

31.5

30.4

UMIDITA' CALCOLATA (%)

=

**31.0**

\* materiale essiccato in stufa a 105 - 110 °C, fino a massa costante.

Io Sperimentatore:

dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:

dott. geol. Massimo Romagnoli





**elletipi s.r.l.**

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA  
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality  
Qualità Ambiente Sicurezza  
UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

## MASSA VOLUMICA APPARENTE

### UNI EN ISO 17892-2

COMMITTENTE: **AUTOSTRADe PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma**

CANTIERE: **Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107**

CAMPIONE: **S2 Sh3 13.00 - 13.50 m**

COMMESSA: 16075/17

DURATA PROVE:

20 - 30/11/17

VERBALE ACC.: 557/17

DATA CONSEGNA:

20/11/17

GEO - CERT. n°: G1709752

rev.00 del:

29/12/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

#### ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

**Argilla debolmente limosa grigiastra verdasta con concrezioni carbonatiche**

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	185.540	43.36
ALTEZZA (cm)	10.00	2.01
DIAMETRO (cm)	5.00	5.99
MASSA LORDA (g)	555.21	148.23
MASSA VOLUMICA (Mg/m <sup>3</sup> )	1.88	1.85
<b>MEDIA (Mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>=</b>	<b>1.87</b>

Io Sperimentatore:

dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:

dott. geol. Massimo Romagnoli



**elletipi s.r.l.**

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA  
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it  
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality  
Qualità Ambiente Sicurezza  
UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

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

COMMITTENTE:	<b>AUTOSTRADe PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma</b>		
CANTIERE:	<b>Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107</b>		
CAMPIONE:	<b>S2 Sh3</b>	<b>13.00 - 13.50 m</b>	
COMMESSA:	16075/17	DURATA PROVE:	20 - 30/11/17
VERBALE ACC.:	557/17	DATA CONSEGNA:	20/11/17
GEO - CERT. n°:	G1709753	rev.00 del:	29/12/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

### ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

**Argilla debolmente limosa grigiastra verdasta con concrezioni carbonatiche**

cod.bilancia 480

determinazione picnometro n:	1 (pic. 001)	2 (pic. 002)
terra (g):	11.23	11.07
temperatura (°C):	20.0	20.0
picnometro + acqua (g):	149.72	149.86
picnometro + terra (g):	156.80	156.84
fattore K	1.0000	1.0000

Peso specifico determinato ( $\text{Mg/m}^3$ ):	2.707	2.704
---	-------	-------

Peso specifico calcolato ( $\text{Mg/m}^3$ ):	<b>2.706</b>
---	--------------

Io Sperimentatore:  
dott.geol. Luciano Rossi

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

## LIMITI DI ATTERBERG (norma ASTM D4318 metodo A)

**COMMITTENTE: AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma**
**CANTIERE: Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107**
**CAMPIONE: S2 Sh3 13.00 - 13.50 m**
**COMMESSA: 16075/17 DURATA PROVE: 20 - 30/11/17**
**VERBALE ACC.: 557/17 DATA CONSEGNA: 20/11/17**
**GEO - CERT. n°: G1709754 rev.00 del: 29/12/17**

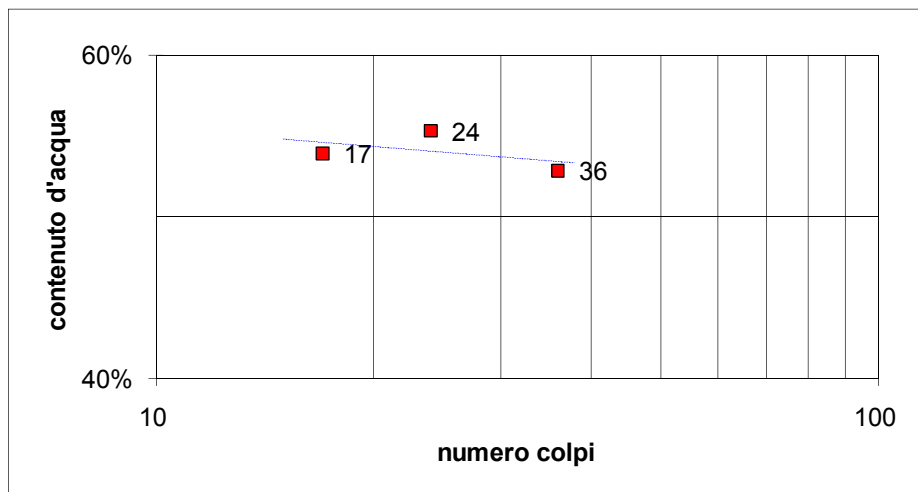
il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

**ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:**
**Argilla debolmente limosa grigiastra verdasta con concrezioni carbonatiche**

codice cucchiaino: 344; codice bilancia: 480.

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		UMIDITA'
	1	2	3	1	2	
impasto						
N° colpi	24	36	17			
massa umida+ tara (g)	24.86	25.06	24.56	12.98	13.04	389.36
massa secca+ tara (g)	16.85	17.23	16.85	11.10	11.18	337.42
acqua contenuta (g)	8.01	7.83	7.71	1.88	1.86	51.94
tara (g)	2.37	2.41	2.55	2.28	2.32	172.75
peso secco (g)	14.48	14.82	14.30	8.82	8.86	164.67
contenuto d'acqua	55.3%	52.8%	53.9%	21.3%	21.0%	31.5%

<b>Umidità Naturale</b>	<b>Wn =</b>	<b>32%</b>
<b>Limite Liquido</b>	<b>LL =</b>	<b>54%</b>
<b>Limite Plastico</b>	<b>LP =</b>	<b>21%</b>
<b>Indice Plastico</b>	<b>IP =</b>	<b>33%</b>


Io Sperimentatore:  
dott.geol. Luciano Rossi

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



**elletipi s.r.l.**

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA  
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it  
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality  
Qualità Ambiente Sicurezza  
UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

## ANALISI GRANULOMETRICA

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

COMMITTENTE: **AUTOSTRADe PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma**

CANTIERE: **Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107**

CAMPIONE: **S2 Sh3 13.00 - 13.50 m**

COMMESSA: 16075/17 DURATA PROVE: 20 - 30/11/17

VERBALE ACC.: 557/17 DATA CONSEGNA: 20/11/17

GEO - CERT. n°: G1709755 rev.00 del: 29/12/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

### ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

**Argilla debolmente limosa grigiastra verdasta con concrezioni carbonatiche**

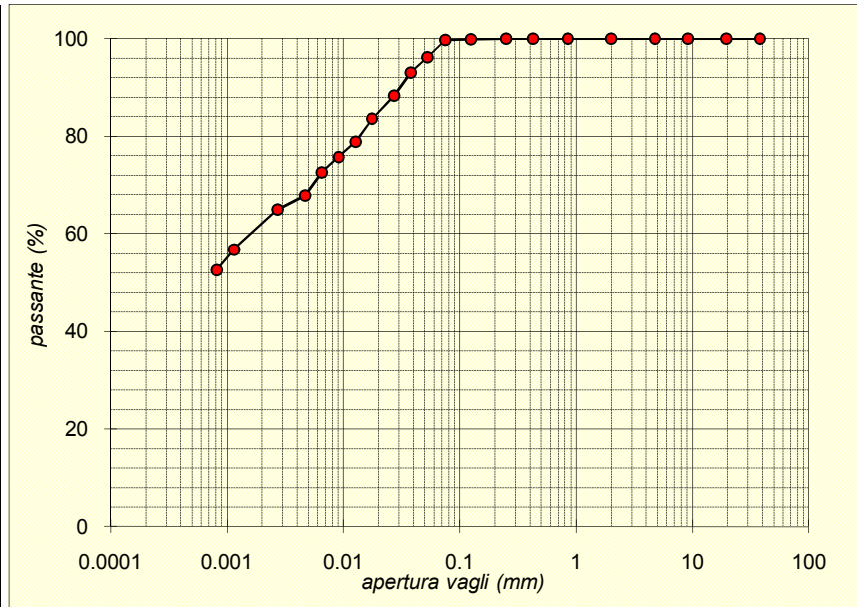
codici		vaglio	trattenuto	trattenuto	cum. tratt.	passante
		(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
571	setaccio	38	0.00	0.00	0.00	100.00
572	setaccio	19.5	0.00	0.00	0.00	100.00
573	setaccio	9.1	0.00	0.00	0.00	100.00
290	setaccio	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
291	setaccio	2.0	0.00	0.00	0.00	100.00
292	setaccio	0.850	0.00	0.00	0.00	100.00
293	setaccio	0.425	0.00	0.00	0.00	100.00
282	setaccio	0.250	0.07	0.04	0.04	99.96
283	setaccio	0.125	0.16	0.10	0.14	99.86
286	setaccio	0.075	0.26	0.16	0.30	99.70
-	calcolato	0.0527	5.78	3.51	3.81	96.19
-	calcolato	0.0378	5.19	3.15	6.96	93.04
-	calcolato	0.0273	7.79	4.73	11.69	88.31
-	calcolato	0.0176	7.79	4.73	16.42	83.58
-	calcolato	0.0127	7.79	4.73	21.15	78.85
-	calcolato	0.0091	5.19	3.15	24.31	75.69
-	calcolato	0.0065	5.19	3.15	27.46	72.54
-	calcolato	0.0047	7.79	4.73	32.19	67.81
-	calcolato	0.0027	4.74	2.88	35.07	64.93
-	calcolato	0.0011	13.44	8.16	43.23	56.77
-	calcolato	0.0008	6.88	4.18	47.41	52.59
-	calcolato	fondo	86.60	52.59	100.00	0.00
TOTALE			164.67		$\phi$ max (mm) = 0.3	

Passante effettivo setaccio		50.06
0.075 (g) in areometro		
t° C	Tempo (s)	Lettura
20	30	34.0
20	60	33.0
20	120	31.5
20	300	30.0
20	600	28.5
20	1200	27.5
20	2400	26.5
20	4800	25.0
20.5	14400	24.0
20	86400	21.5
21	172800	20.0
Rapporti granulometrici		
	USCS	UNI
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	0.0%	0.0%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	0.3%	2.0%
LIMO	> 2 $\mu$	> 2 $\mu$
	37.7%	36.0%
ARGILLA	< 2 $\mu$	< 2 $\mu$
	62.0%	62.0%

Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:  
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio:  
dott. geol. Massimo Romagnoli



## PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA ASTM 2850 - 95

COMMITTENTE:	<b>AUTOSTRADe PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma</b>		
CANTIERE:	<b>Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107</b>		
CAMPIONE:	<b>S2 Sh3 13.00 - 13.50 m</b>		
COMMESSA:	16075/17	DURATA PROVE:	20 - 30/11/17
VERBALE ACC.:	557/17	DATA CONSEGNA:	20/11/2017
GEO - CERT. n°:	G1709756	rev.0 del:	29/12/17

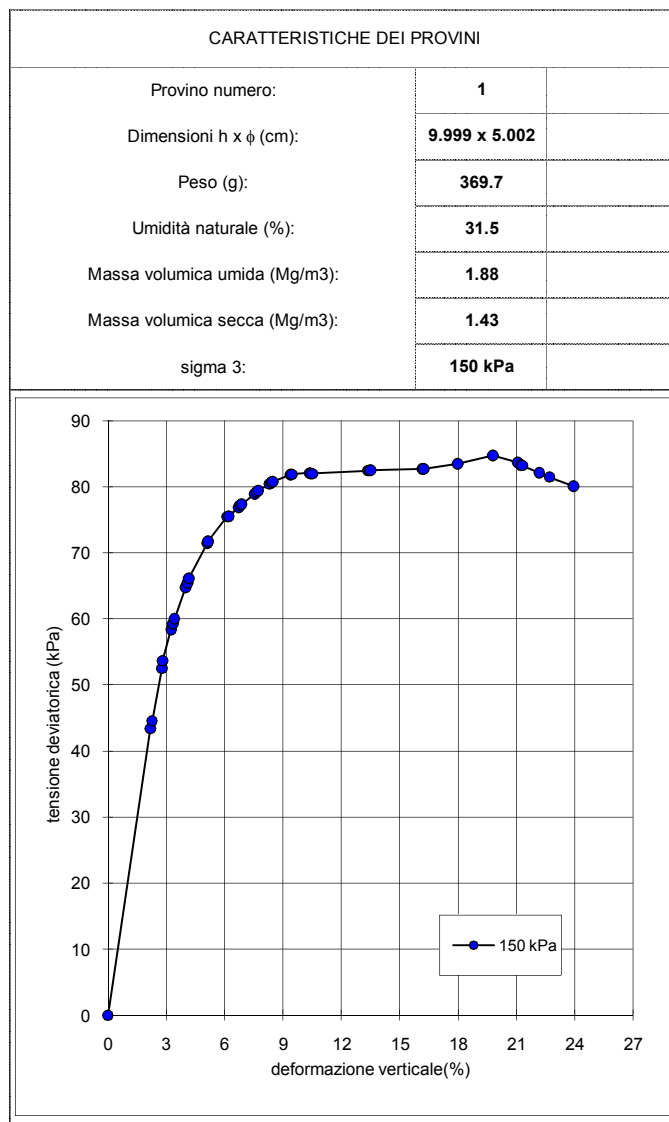
cod. int. Strumentazione: 480 -537-469-708-476

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

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

NATURA DEL CAMPIONE: **Argilla debolmente limosa grigiasta verdasta con concrezioni carbonatiche**

PROVINO 1	
DEF. VERTICALE	TENSIONE A ROTTURA
( $\epsilon$ ) %	( $\sigma_1 - \sigma_3$ ) kPa
0.00	0.00
2.18	43.41
2.27	44.56
2.77	52.50
2.82	53.66
3.25	58.34
3.35	59.27
3.43	60.01
4.00	64.78
4.09	65.45
4.16	66.13
5.10	71.42
5.16	71.77
6.13	75.48
6.22	75.55
6.72	76.90
6.78	77.23
6.88	77.34
7.55	78.90
7.64	79.20
7.73	79.40
8.31	80.40
8.40	80.64
8.46	80.77
9.40	81.79
9.46	81.87
10.37	82.06
10.42	82.01
10.51	81.97
13.37	82.44
13.43	82.43
13.52	82.47
16.15	82.69
16.25	82.68
17.98	83.48
19.79	84.74
21.08	83.66
21.22	83.27
21.31	83.21
22.18	82.14
22.70	81.46
23.95	80.05


Il Direttore del Laboratorio terre:  
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:  
dott. Luciano Rossi

# **PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA** **ASTM 2850 - 95**

**COMMITTENTE:** AUTOSTRADe PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma

**CANTIERE:** Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107

**CAMPIONE:** S2 Sh3

**COMMESSA:** 16075/17 **DURATA PROVE:** 20 - 30/11/17

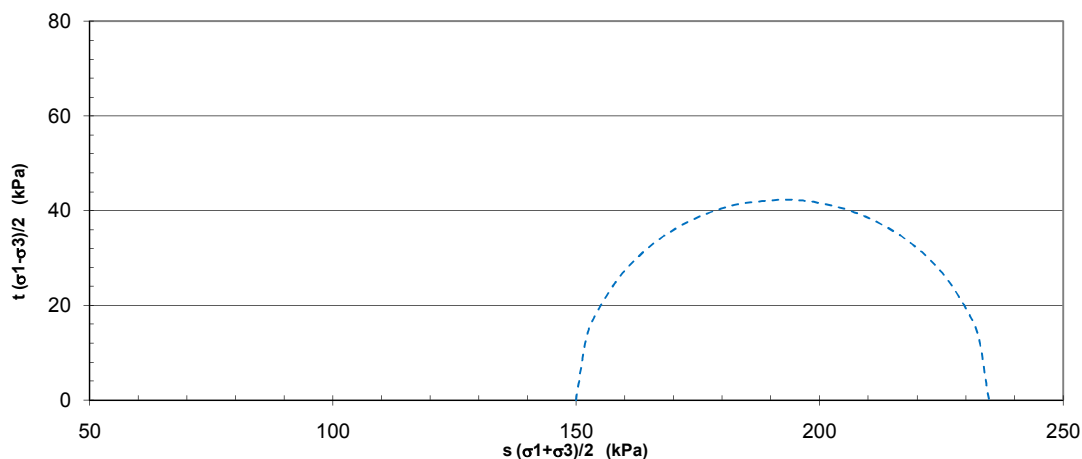
**VERBALE ACC.:** 557/17 **DATA CONSEGNA:** 20/11/17

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

## **CONDIZIONI A ROTTURA**

Sigma 3:	150		
Tensione deviatorica a rottura (kPa):	84.7		
Deformazione a rottura (%):	19.79		
Cu (kPa):	42.4		

## **Stress Path**





**elletipi s.r.l.**

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality  
Qualità Ambiente Sicurezza  
UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

## SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **AUTOSTRADe PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma**  
CANTIERE: **Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107**  
CAMPIONE: **S2 SPT1 0.50 - 0.95 m**  
COMMESSA: 16075/17  
VERBALE ACC.: 557/17  
DATA CONSEGNA: 20/11/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

**alto**  
**0.50**

GRADO DI QUALITA': AGI Q3 EC 7-3 Q3

DESCRIZIONE:

Ghiaia in matrice limoso sabbiosa marrone



W naturale (%)	-
$\gamma$ naturale (Mg/m <sup>3</sup> )	-
$\gamma$ secco (Mg/m <sup>3</sup> )	-
$\gamma$ immerso (Mg/m <sup>3</sup> )	-
porosità (%)	-
indice dei vuoti	-
grado di saturazione (%)	-
massa specifica (Mg/m <sup>3</sup> )	2.695

### PROVE ESEGUITE

Umidità Naturale	-	Trassiale UU	-
Limiti Atterberg	-	Trassiale CIU	-
Gran. Setacciatura	SI	Edometria	-
Gran. Sedimentazione	-	Taglio Diretto	-
Peso di Volume	-	Espansione L.L.	-
Peso Specifico	SI	Trassiale Cicl. + C.M.	-
Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-
		Taglio Torsionale Cicl.	-

NOTE: -

**0.95**  
**basso**

Io Sperimentatore:  
dott.geol. Luciano Rossi

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





**elletipi s.r.l.**

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA  
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: [info@elletipi.it](mailto:info@elletipi.it) sito: [www.elletipi.it](http://www.elletipi.it)  
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality  
Qualità Ambiente Sicurezza  
UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

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

COMMITTENTE:	<b>AUTOSTRADe PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma</b>		
CANTIERE:	<b>Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107</b>		
CAMPIONE:	<b>S2 SPT1 0.50 - 0.95 m</b>		
COMMESSA:	16075/17	DURATA PROVE:	20 - 30/11/17
VERBALE ACC.:	557/17	DATA CONSEGNA:	20/11/17
GEO - CERT. n°:	G1709757	rev.00 del:	29/12/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:  
**Ghiaia in matrice limoso sabbiosa marrone**

cod.bilancia 480

determinazione picnometro n:	1 (pic. 001)	2 (pic. 002)
terra (g):	11.20	10.80
temperatura (°C):	21.0	20.0
picnometro + acqua (g):	149.70	149.86
picnometro + terra (g):	156.75	156.65
fattore K	0.9998	1.0000

Peso specifico determinato (Mg/m <sup>3</sup> ):	2.700	2.691
--	-------	-------

Peso specifico calcolato (Mg/m <sup>3</sup> ):	<b>2.695</b>
--	--------------

Io Sperimentatore:  
dott.geol. Luciano Rossi

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

**elletipi s.r.l.**

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality

Qualità Ambiente Sicurezza

UNI EN ISO 9001:2008

UNI EN ISO 14001:2004

BS OHSAS 18001:2007

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**ANALISI GRANULOMETRICA**

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

COMMITTENTE: **AUTOSTRAD E PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma**CANTIERE: **Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107**CAMPIONE: **S2 SPT1 0.50 - 0.95 m**

COMMESSA: 16075/17 DURATA PROVE: 20 - 30/11/17

VERBALE ACC.: 557/17 DATA CONSEGNA: 20/11/17

GEO - CERT. n°: G1709758 rev.00 del: 29/12/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

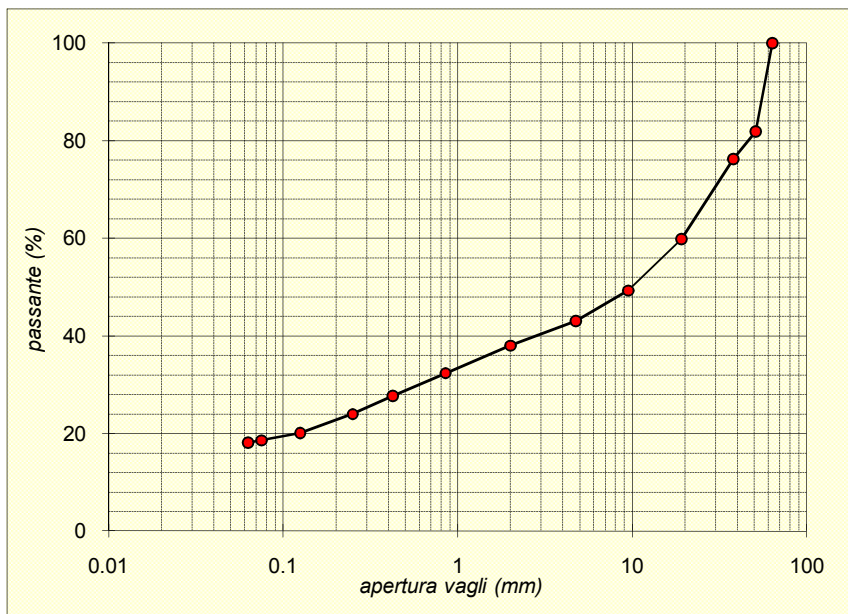
Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

**ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:****Ghiaia in matrice limoso sabbiosa marrone**

codici		vaglio (mm)	trattenuto (g)	trattenuto (%)	cum. tratt. (%)	passante (%)
568	setaccio	63.6	0.00	0.00	0.00	100.00
569	setaccio	50.8	290.50	18.10	18.10	81.90
570	setaccio	38	380.60	23.72	23.72	76.28
571	setaccio	19.1	263.14	16.40	40.12	59.88
572	setaccio	9.51	170.00	10.59	50.71	49.29
573	setaccio	4.75	100.60	6.27	56.98	43.02
290	setaccio	2	80.64	5.03	62.01	37.99
291	setaccio	0.9	90.60	5.65	67.65	32.35
292	setaccio	0.425	74.20	4.62	72.28	27.72
293	setaccio	0.250	60.20	3.75	76.03	23.97
282	setaccio	0.125	62.30	3.88	79.91	20.09
283	setaccio	0.075	24.20	1.51	81.42	18.58
286	setaccio	0.063	7.10	0.44	81.86	18.14
	fondo		291.06	18.14	100.00	0.00
TOTALE			1604.64		$\phi$ max (mm) = 60.6	

Passante effettivo setaccio 0.075 (g) in areometro		
t° C	Tempo (s)	Lettura
-	30	-
-	60	-
-	120	-
-	300	-
-	600	-
-	1200	-
-	2400	-
-	4800	-
-	14400	-
-	86400	-
-	172800	-
Rapporti granulometrici		
	USCS	UNI
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	57.0%	62.0%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	24.4%	19.9%
LIMO e ARGILLA	< 0,075 mm	< 0,063 mm
	18.6%	18.1%

Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:  
dott.geol. Luciano RossiIl Direttore del Laboratorio:  
dott. geol. Massimo Romagnoli



**elletipi s.r.l.**

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality

Qualità Ambiente Sicurezza

UNI EN ISO 9001:2008

UNI EN ISO 14001:2004

BS OHSAS 18001:2007

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

## SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma**

CANTIERE: **Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107**

CAMPIONE: **S2 SPT2 1.00 - 1.45 m**

COMMESSA: 16075/17

VERBALE ACC.: 557/17

DATA CONSEGNA: 20/11/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

**alto**

**1.00**

GRADO DI QUALITA': AGI Q3 EC 7-3 Q3

DESCRIZIONE:

Ghiaia in matrice limoso sabbiosa debolmente argillosa marrone scuro

W naturale (%)

-

$\gamma$  naturale (Mg/m<sup>3</sup>)

-

$\gamma$  secco (Mg/m<sup>3</sup>)

-

$\gamma$  immerso (Mg/m<sup>3</sup>)

-

porosità (%)

-

indice dei vuoti

-

grado di saturazione (%)

-

massa specifica (Mg/m<sup>3</sup>)

-

### PROVE ESEGUITE

Umidità Naturale

-

Trassiale UU

-

Limiti Atterberg

-

Trassiale CIU

-

Gran. Setacciatura

SI

Edometria

-

Gran. Sedimentazione

-

Taglio Diretto

-

Peso di Volume

-

Espansione L.L.

-

Peso Specifico

-

Trassiale Cicl. + C.M.

-

Analisi Chimica

-

Colonna Risonante

-

Taglio Torsionale Cicl.

-

NOTE: -

**1.45**

**basso**

Io Sperimentatore:

dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:

dott. geol. Massimo Romagnoli

**elletipi s.r.l.**

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA  
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it  
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality  
Qualità Ambiente Sicurezza  
UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**ANALISI GRANULOMETRICA****(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422**COMMITTENTE: **AUTOSTRADe PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma**CANTIERE: **Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107**CAMPIONE: **S2 SPT2 1.00 - 1.45 m**

COMMESSA: 16075/17 DURATA PROVE: 20 - 30/11/17

VERBALE ACC.: 557/17 DATA CONSEGNA: 20/11/17

GEO - CERT. n°: G1709759 rev.00 del: 29/12/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

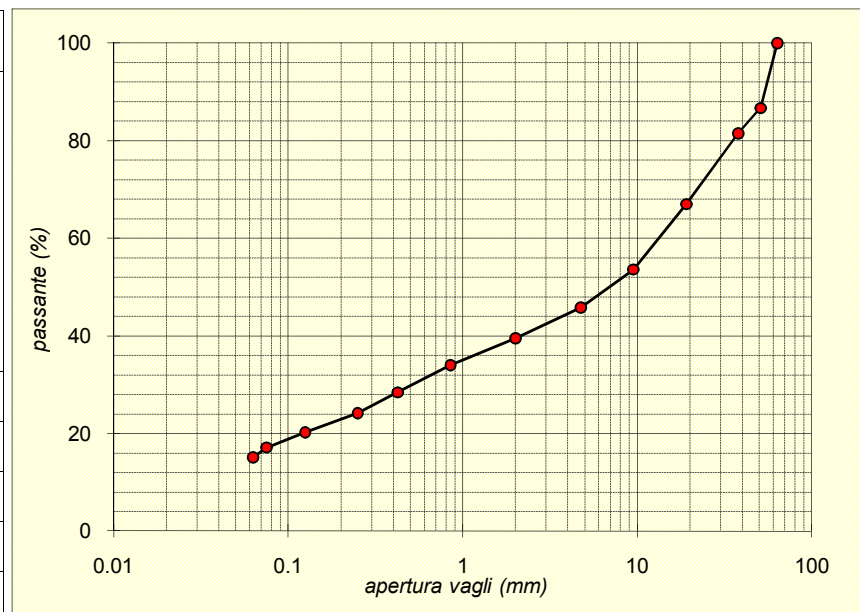
Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

**ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:****Ghiaia in matrice limoso sabbiosa debolmente argillosa marrone scuro**

codici		vaglio (mm)	trattenuto (g)	trattenuto (%)	cum. tratt. (%)	passante (%)
568	setaccio	63.6	0.00	0.00	0.00	100.00
569	setaccio	50.8	217.45	13.30	13.30	86.70
570	setaccio	38	302.12	18.48	18.48	81.52
571	setaccio	19.1	237.21	14.51	32.98	67.02
572	setaccio	9.51	219.50	13.42	46.41	53.59
573	setaccio	4.75	127.50	7.80	54.21	45.79
290	setaccio	2	103.45	6.33	60.53	39.47
291	setaccio	0.9	90.15	5.51	66.05	33.95
292	setaccio	0.425	90.40	5.53	71.57	28.43
293	setaccio	0.250	70.45	4.31	75.88	24.12
282	setaccio	0.125	63.45	3.88	79.76	20.24
283	setaccio	0.075	51.23	3.13	82.90	17.10
286	setaccio	0.063	33.50	2.05	84.94	15.06
	fondo		246.18	15.06	100.00	0.00
TOTALE			1635.14		$\phi$ max (mm) = 60.0	

Passante effettivo setaccio 0.075 (g) in areometro		
t° C	Tempo (s)	Lettura
-	30	-
-	60	-
-	120	-
-	300	-
-	600	-
-	1200	-
-	2400	-
-	4800	-
-	14400	-
-	86400	-
-	172800	-
Rapporti granulometrici		
	USCS	UNI
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	54.2%	60.5%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	28.7%	24.4%
LIMO e ARGILLA	< 0,075 mm	< 0,063 mm
	17.1%	15.1%

Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:  
dott.geol. Luciano RossiIl Direttore del Laboratorio:  
dott. geol. Massimo Romagnoli



**elletipi s.r.l.**

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality  
Qualità Ambiente Sicurezza  
UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

## SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma**  
CANTIERE: **Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107**  
CAMPIONE: **S2 SPT3 5.00 - 5.45 m**  
COMMESSA: 16075/17  
VERBALE ACC.: 557/17  
DATA CONSEGNA: 20/11/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

**alto**  
**5.00**

GRADO DI QUALITA': AGI Q3 EC 7-3 Q3

DESCRIZIONE:

Sabbia limosa debolmente argillosa



W naturale (%)	-
$\gamma$ naturale (Mg/m <sup>3</sup> )	-
$\gamma$ secco (Mg/m <sup>3</sup> )	-
$\gamma$ immerso (Mg/m <sup>3</sup> )	-
porosità (%)	-
indice dei vuoti	-
grado di saturazione (%)	-
massa specifica (Mg/m <sup>3</sup> )	2.706

### PROVE ESEGUITE

Umidità Naturale	-	Trassiale UU	-
Limiti Atterberg	-	Trassiale CIU	-
Gran. Setacciatura	SI	Edometria	-
Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	-
Peso di Volume	-	Espansione L.L.	-
Peso Specifico	SI	Trassiale Cicl. + C.M.	-
Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-
		Taglio Torsionale Cicl.	-

NOTE: -

**5.45**  
**basso**

Io Sperimentatore:  
dott.geol. Luciano Rossi

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



**elletipi s.r.l.**

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA  
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: [info@elletipi.it](mailto:info@elletipi.it) sito: [www.elletipi.it](http://www.elletipi.it)  
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality  
Qualità Ambiente Sicurezza  
UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

## DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO CON PICNOMETRO

### UNI EN ISO 17892-3

COMMITTENTE:	<b>AUTOSTRADe PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma</b>		
CANTIERE:	<b>Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107</b>		
CAMPIONE:	<b>S2 SPT3</b>	<b>5.00 - 5.45 m</b>	
COMMESSA:	16075/17	DURATA PROVE:	20 - 30/11/17
VERBALE ACC.:	557/17	DATA CONSEGNA:	20/11/17
GEO - CERT. n°:	G1709760	rev.00 del:	29/12/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

### ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

**Sabbia limosa debolmente argillosa**

cod.bilancia 480

determinazione picnometro n:	1 (pic. 003)	2 (pic. 004)
terra (g):	12.55	11.65
temperatura (°C):	21.0	21.0
picnometro + acqua (g):	149.70	149.84
picnometro + terra (g):	157.60	157.20
fattore K	0.9998	0.9998

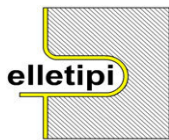
Peso specifico determinato ( $\text{Mg/m}^3$ ):	2.700	2.712
---	-------	-------

Peso specifico calcolato ( $\text{Mg/m}^3$ ):	<b>2.706</b>
---	--------------

Io Sperimentatore:  
dott.geol. Luciano Rossi

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



**elletipi s.r.l.**

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA  
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it  
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality  
Qualità Ambiente Sicurezza  
UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**ANALISI GRANULOMETRICA****(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422**COMMITTENTE: **AUTOSTRAD E PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma**CANTIERE: **Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107**CAMPIONE: **S2 SPT3 5.00 - 5.45 m**

COMMESSA: 16075/17 DURATA PROVE: 20 - 30/11/17

VERBALE ACC.: 557/17 DATA CONSEGNA: 20/11/17

GEO - CERT. n°: G1709761 rev.00 del: 29/12/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

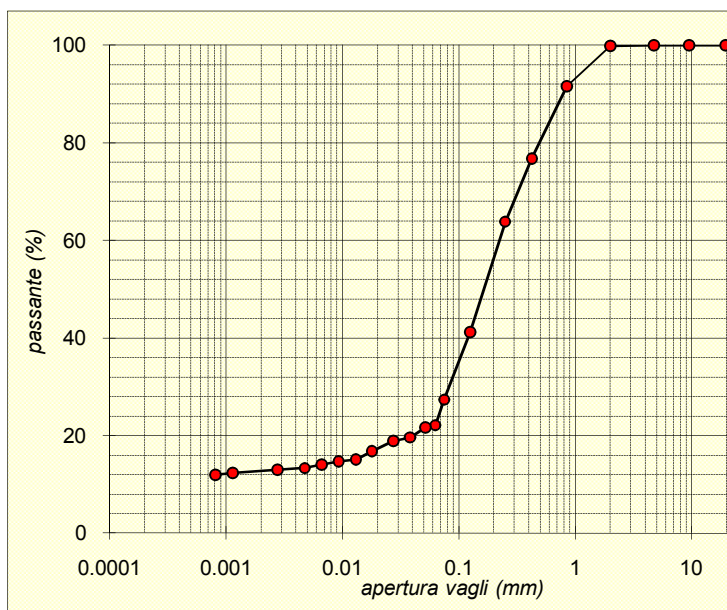
**ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:****Sabbia limosa debolmente argillosa**

codici		vaglio (mm)	trattenuto (g)	trattenuto (%)	cum. tratt. (%)	passante (%)
570	setaccio	38	0.00	0.00	0.00	100.00
571	setaccio	19.5	0.00	0.00	0.00	100.00
572	setaccio	9.51	0.00	0.00	0.00	100.00
573	setaccio	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
290	setaccio	2	0.80	0.12	0.12	99.88
291	setaccio	0.9	56.45	8.32	8.44	91.56
292	setaccio	0.425	100.36	14.80	23.24	76.76
293	setaccio	0.250	87.69	12.93	36.17	63.83
282	setaccio	0.125	153.12	22.58	58.75	41.25
283	setaccio	0.075	94.28	13.90	72.66	27.34
286	setaccio	0.063	35.40	5.22	77.88	22.12
-	calcolato	0.0516	2.96	0.44	78.31	21.69
-	calcolato	0.0381	14.15	2.09	80.40	19.60
-	calcolato	0.0273	4.72	0.70	81.10	18.90
-	calcolato	0.0180	14.15	2.09	83.18	16.82
-	calcolato	0.0131	11.79	1.74	84.92	15.08
-	calcolato	0.0093	2.36	0.35	85.27	14.73
-	calcolato	0.0067	4.72	0.70	85.97	14.03
-	calcolato	0.0048	4.72	0.70	86.66	13.34
-	calcolato	0.0028	2.36	0.35	87.01	12.99
-	calcolato	0.0011	4.72	0.70	87.70	12.30
-	calcolato	0.0008	2.36	0.35	88.05	11.95
	fondo		81.02	11.95	100.00	0.00
TOTALE			678.11		$\phi$ max (mm) = 2.0	

Passante effettivo setaccio 0.075 (g) in areometro		50.35
t° C	Tempo (s)	Lettura
21	30	34.5
21	60	31.5
21	120	30.5
21	300	27.5
21	600	25.0
21	1200	24.5
21	2400	23.5
21	4800	22.5
21	14400	22.0
21	86400	21.0
21	172800	20.5
Rapporti granulometrici		
	USCS	UNI
GHIAIA	> 4,75 mm 0.1%	> 2,00 mm 8.4%
SABBIA	> 0,075 mm 77.8%	> 0,063 mm 69.4%
LIMO	> 2 μ 9.4%	> 2 μ 9.4%
ARGILLA	< 2 μ 12.7%	< 2 μ 12.7%

Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:  
dott.geol. Luciano Rossi





**elletipi s.r.l.**

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality

Qualità Ambiente Sicurezza

UNI EN ISO 9001:2008

UNI EN ISO 14001:2004

BS OHSAS 18001:2007

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

## SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma**  
CANTIERE: **Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107**  
CAMPIONE: **S2 SPT4 6.00 - 6.45 m**  
COMMESSA: 16075/17  
VERBALE ACC.: 557/17  
DATA CONSEGNA: 20/11/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

**alto**  
**6.00**

GRADO DI QUALITA': AGI Q3 EC 7-3 Q3

DESCRIZIONE:

Sabbia argilloso limosa grigiastra marrone chiaro

W naturale (%)	-
$\gamma$ naturale (Mg/m <sup>3</sup> )	-
$\gamma$ secco (Mg/m <sup>3</sup> )	-
$\gamma$ immerso (Mg/m <sup>3</sup> )	-
porosità (%)	-
indice dei vuoti	-
grado di saturazione (%)	-
massa specifica (Mg/m <sup>3</sup> )	2.699

### PROVE ESEGUITE

Umidità Naturale	-	Trassiale UU	-
Limiti Atterberg	-	Trassiale CIU	-
Gran. Setacciatura	SI	Edometria	-
Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	-
Peso di Volume	-	Espansione L.L.	-
Peso Specifico	SI	Trassiale Cicl. + C.M.	-
Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-
		Taglio Torsionale Cicl.	-

NOTE: -

**6.45**  
**basso**

Io Sperimentatore:  
dott.geol. Luciano Rossi

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



**elletipi s.r.l.**

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA  
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: [info@elletipi.it](mailto:info@elletipi.it) sito: [www.elletipi.it](http://www.elletipi.it)  
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality  
Qualità Ambiente Sicurezza  
UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

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

COMMITTENTE:	<b>AUTOSTRADe PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma</b>		
CANTIERE:	<b>Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107</b>		
CAMPIONE:	<b>S2 SPT4 6.00 - 6.45 m</b>		
COMMESSA:	16075/17	DURATA PROVE:	20 - 30/11/17
VERBALE ACC.:	557/17	DATA CONSEGNA:	20/11/17
GEO - CERT. n°:	G1709762	rev.00 del:	29/12/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:  
**Sabbia argilloso limosa grigiastra marrone chiaro**

cod.bilancia 480

determinazione picnometro n:	1 (pic. 003)	2 (pic. 004)
terra (g):	11.03	12.73
temperatura (°C):	21.0	21.0
picnometro + acqua (g):	149.70	149.84
picnometro + terra (g):	156.65	157.85
fattore K	0.9998	0.9998
Peso specifico determinato ( $\text{Mg/m}^3$ ):	2.705	2.694

Peso specifico calcolato ( $\text{Mg/m}^3$ ): **2.699**

Io Sperimentatore:  
dott.geol. Luciano Rossi

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



**elletipi s.r.l.**

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA  
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it  
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality  
Qualità Ambiente Sicurezza  
UNI EN ISO 9001:2008  
UNI EN ISO 14001:2004  
BS OHSAS 18001:2007

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

## ANALISI GRANULOMETRICA

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

COMMITTENTE: **AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma**

CANTIERE: **Barriere fonoassorbenti Autostrada A1 - Macrolotto 106-107**

CAMPIONE: **S2 SPT4 6.00 - 6.45 m**

COMMESSA: 16075/17 DURATA PROVE: 20 - 30/11/17

VERBALE ACC.: 557/17 DATA CONSEGNA: 20/11/17

GEO - CERT. n°: G1709763 rev.00 del: 29/12/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

### ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

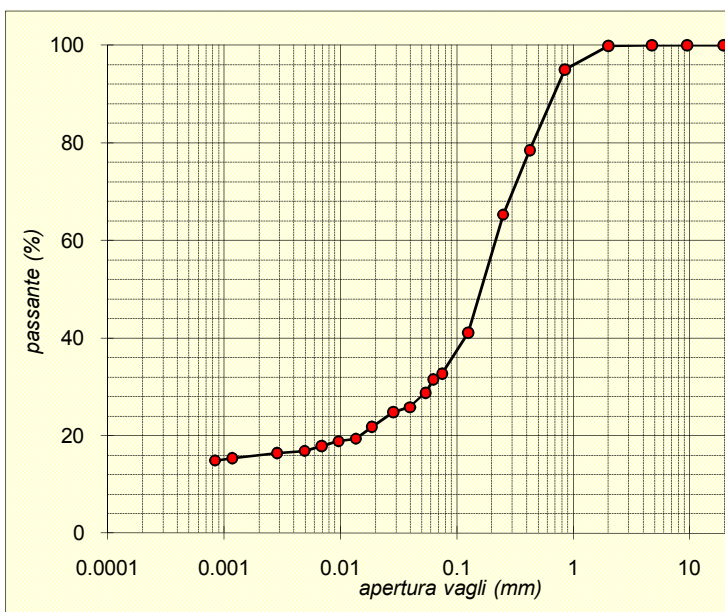
**Sabbia argillosa limosa grigiastra marrone chiaro**

codici		vaglio (mm)	trattenuto (g)	trattenuto (%)	cum. tratt. (%)	passante (%)
570	setaccio	38	0.00	0.00	0.00	100.00
571	setaccio	19.5	0.00	0.00	0.00	100.00
572	setaccio	9.51	0.00	0.00	0.00	100.00
573	setaccio	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
290	setaccio	2	0.64	0.17	0.17	99.83
291	setaccio	0.9	17.87	4.79	4.96	95.04
292	setaccio	0.425	61.78	16.56	21.52	78.48
293	setaccio	0.250	49.11	13.17	34.69	65.31
282	setaccio	0.125	90.54	24.27	58.96	41.04
283	setaccio	0.075	31.24	8.37	67.34	32.66
286	setaccio	0.063	4.35	1.17	68.50	31.50
-	calcolato	0.0539	10.19	2.73	71.23	28.77
-	calcolato	0.0397	11.10	2.98	74.21	25.79
-	calcolato	0.0284	3.70	0.99	75.20	24.80
-	calcolato	0.0187	11.10	2.98	78.18	21.82
-	calcolato	0.0136	9.25	2.48	80.66	19.34
-	calcolato	0.0097	1.85	0.50	81.15	18.85
-	calcolato	0.0069	3.70	0.99	82.15	17.85
-	calcolato	0.0049	3.70	0.99	83.14	16.86
-	calcolato	0.0029	1.85	0.50	83.63	16.37
-	calcolato	0.0012	3.70	0.99	84.62	15.38
-	calcolato	0.0008	1.85	0.50	85.12	14.88
	fondo		55.50	14.88	100.00	0.00
TOTALE			373.02		$\phi$ max (mm) = 2.0	

Passante effettivo setaccio 0.075 (g) in areometro		50.35
t° C	Tempo (s)	Lettura
20	30	32.5
20	60	29.5
20	120	28.5
20	300	25.5
20	600	23.0
20	1200	22.5
20	2400	21.5
20	4800	20.5
20	14400	20.0
20	86400	19.0
20	172800	18.5
Rapporti granulometrici		
	USCS	UNI
GHIAIA	> 4,75 mm 0.2%	> 2,00 mm 5.0%
SABBIA	> 0,075 mm 68.3%	> 0,063 mm 63.5%
LIMO	> 2 μ 15.5%	> 2 μ 15.5%
ARGILLA	< 2 μ 16.0%	< 2 μ 16.0%

Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:  
dott.geol. Luciano Rossi



## RAPPORTO DI PROVA

### ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW

COMMITTENTE:	AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma		
LOCALITA':	Reggio Emilia (RE)		
OPERA/UBICAZIONE:	Autostrada A1 km 146+450 carr. Dir. Sud		
PROVA:	M107_MASW_01		
DATA PROVA:	11/07/17		
Prot.LAB	43075	rev.0 del:	07-08-17
		COMM:	16075/16


### PROVA M107 - MASW 01

POSIZIONE PUNTO DI SCOPPIO (Gradi decimali)

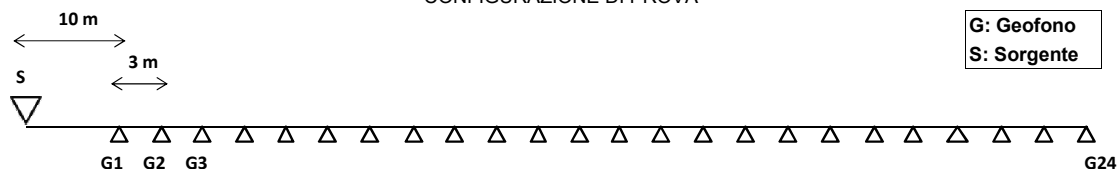
Lat. :	44.702194°
Long. :	10.742478°
Lunghezza :	69 m
Direzione	NO-SE

SCHEMA D'ACQUISIZIONE

Sismografo:	Geometrics geode
N° geofoni:	24(Geospace 4,5Hz)
Dist. Intergeofonica:	3 m
Offset:	10 m
Intervallo. camp:	0.125 ms


 Stendimento


CONFIGURAZIONE DI PROVA


ELABORATO  
Dott. Antonio Battiato

VERIFICATO  
Dott. Fabio Faccia



## RAPPORTO DI PROVA

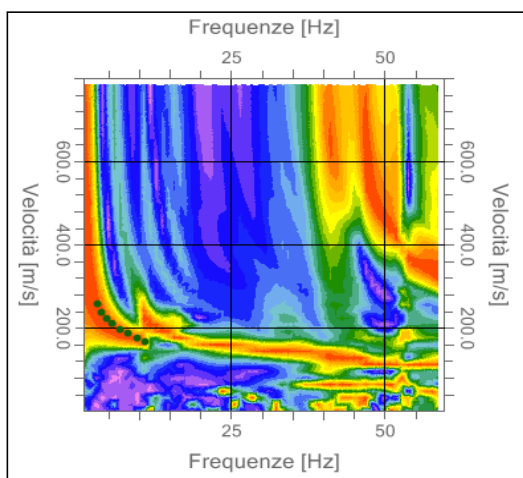
### ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW

COMMITTENTE:	AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma		
LOCALITA':	Reggio Emilia (RE)		
OPERA/UBICAZIONE:	Autostrada A1 km 146+450 carr. Dir. Sud		
PROVA:	M107_MASW_01		
DATA PROVA:	11/07/17		
Prot.LAB	43075	rev.0 del:	07-08-17
		COMM:	16075/16

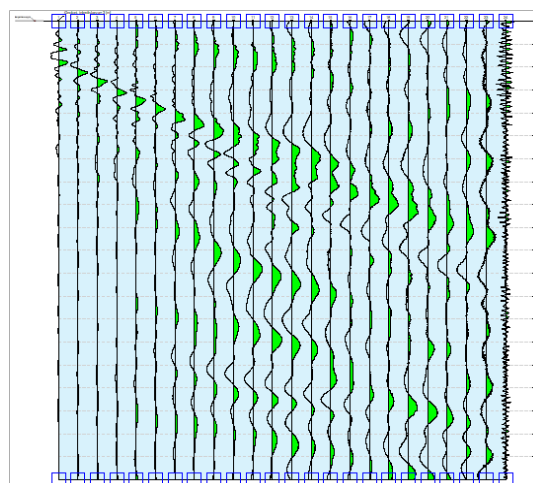
#### SPECIFICHE D' ELABORAZIONE

Software Acquisizione:	Seismodule Controller
Software Elaborazione:	Easy MASW
Sismogrammi Acquisiti:	18

SPETTRO F/V



SISMOGRAMMA MEDIO



ELABORATO

Dott. Antonio Battiato

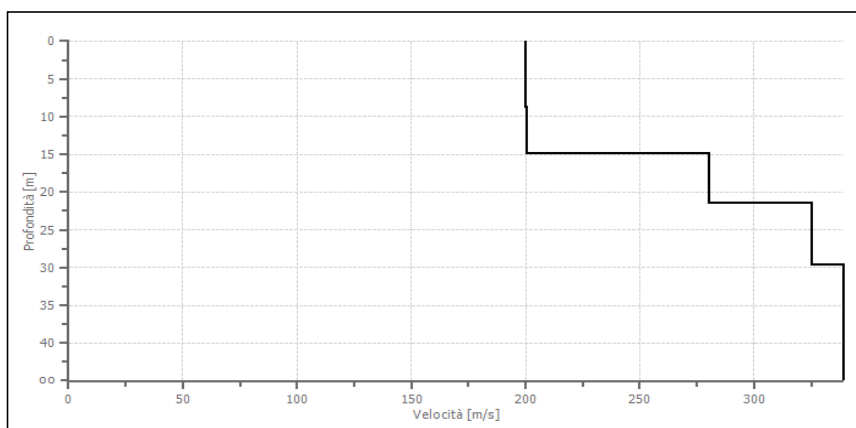
VERIFICATO

Dott. Fabio Faccia



<b>RAPPORTO DI PROVA</b> <b>ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW</b>					
COMMITTENTE:	AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma				
LOCALITA':	Reggio Emilia (RE)				
OPERA/UBICAZIONE:	Autostrada A1 km 146+450 carr. Dir. Sud				
PROVA:	M107_MASW_01				
DATA PROVA:	11/07/17				
Prot.LAB	43075	rev.0 del:	07-08-17	COMM:	16075/16

### PROFILO DI VELOCITA'



Sismostrato	Vs	$\rho$	H	Z	v
[n°]	[m/sec]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[m]	[m]	[-]
1	200	1800	4.51	4.51	0.35
2	200	1800	4.20	8.71	0.35
3	200	1800	6.21	14.91	0.35
4	280	1800	6.56	21.48	0.35
5	325	1800	8.15	29.62	0.35
6	339	1800	inf.	inf.	0.35
*VS <sub>30</sub> = 241 m/s					
CATEGORIA SUOLO (NTC-08): C					

#### Dati stimati

p: Densità  
 v: Coefficiente di Poisson

#### Dati Calcolati

Vs: Velocità onde S nel sismostrato  
 H: Spessore del sismostrato  
 Z: Profondità dalla superficie d'acquisizione del sismostrato

$$*VS_{30} = \frac{30}{\sum [h_i/V_i]}$$

#### ELABORATO

Dott. Antonio Battiato

#### VERIFICATO

Dott. Fabio Faccia



**elletipi s.r.l.**

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: [www.elletipi.it](http://www.elletipi.it) - email: [info@elletipi.it](mailto:info@elletipi.it)



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

## RAPPORTO DI PROVA ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW

COMMITTENTE: **AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma**

LOCALITA': **Reggio Emilia (RE)**

OPERA/UBICAZIONE: **Autostrada A1 km 148+150 Sud**

PROVA: **M107\_MASW\_02**

DATA PROVA: **12/07/17**

Prot.LAB **43076**

rev.0 del: **07/08/2017**

COMM: **16075/16**

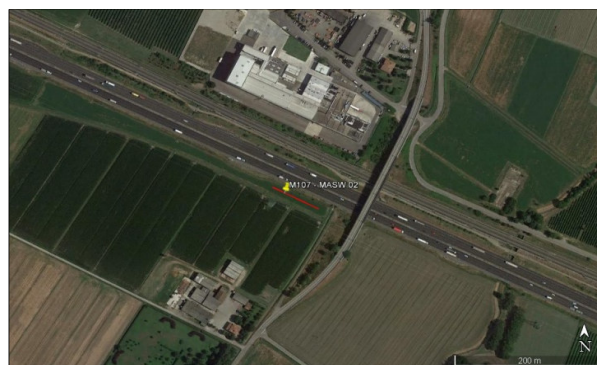
### PROVA M107 - MASW 02

POSIZIONE PUNTO DI SCOPPIO (Gradi decimali)

Lat. :	44.695931°
Long. :	10.761997°
Lunghezza :	69 m
Direzione	NO-SE

SCHEMA D'ACQUISIZIONE

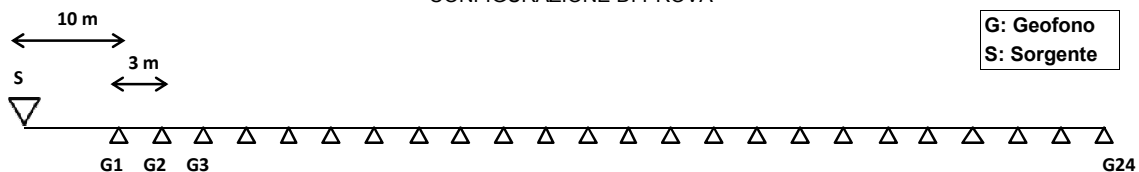
Sismografo:	Geometrics geode
N° geofoni:	24(Geospace 4,5Hz)
Dist. Intergeofonica:	3 m
Offset:	10 m
Intervallo. camp:	0.125 ms



Stendimento



CONFIGURAZIONE DI PROVA



ELABORATO  
Dott. Antonio Battiato

VERIFICATO  
Dott. Fabio Faccia



**elletipi s.r.l.**

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: [www.elletipi.it](http://www.elletipi.it) - email: [info@elletipi.it](mailto:info@elletipi.it)



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

## RAPPORTO DI PROVA ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW

COMMITTENTE: **AUTOSTRADe PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma**

LOCALITA': **Reggio Emilia (RE)**

OPERA/UBICAZIONE: **Autostrada A1 km 148+150 Sud**

PROVA: **M107\_MASW\_02**

DATA PROVA: **12/07/17**

Prot.LAB **43076**

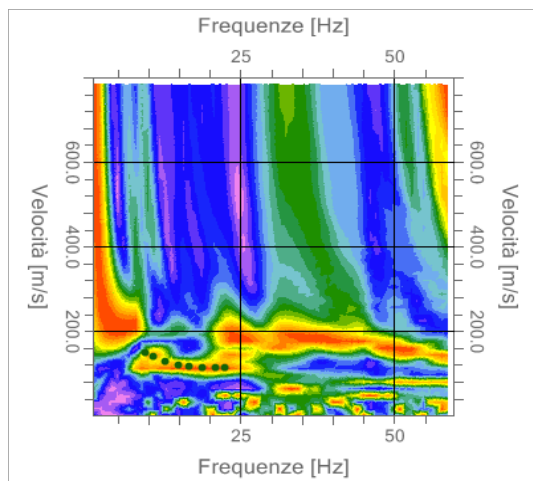
rev.0 del: **07/08/2017**

COMM: **16075/16**

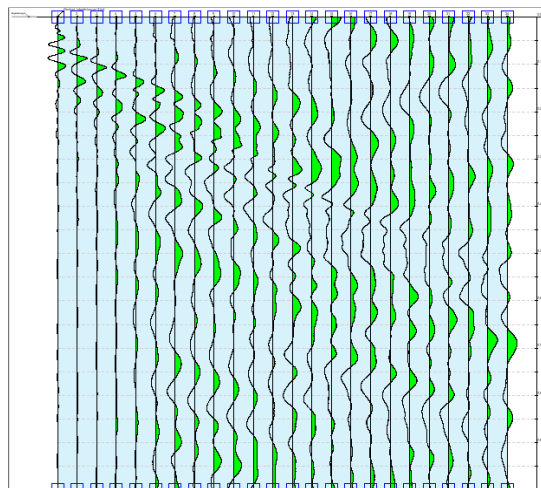
### SPECIFICHE D' ELABORAZIONE

Software Acquisizione:	Seismodule Controller
Software Elaborazione:	Easy MASW
Sismogrammi Acquisiti:	16

SPETTRO F/V

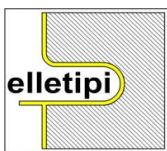


SISMOGRAMMA MEDIO



ELABORATO  
Dott. Antonio Battiato

VERIFICATO  
Dott. Fabio Faccia



**elletipi s.r.l.**

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

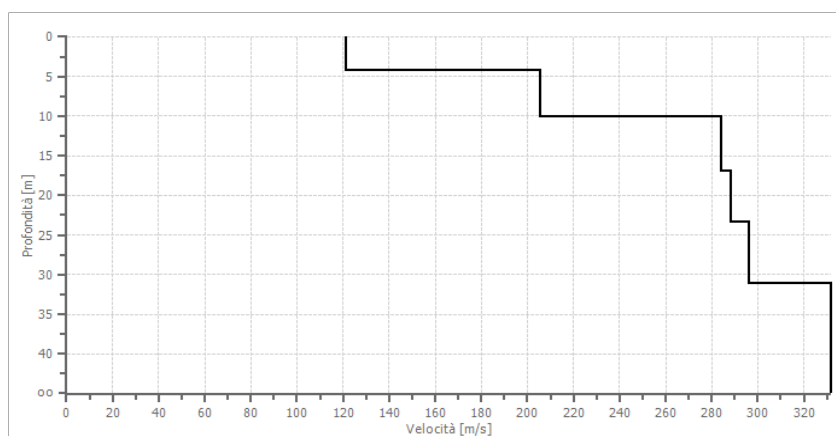
sito: [www.elletipi.it](http://www.elletipi.it) - email: [info@elletipi.it](mailto:info@elletipi.it)



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

<b>RAPPORTO DI PROVA</b> <b>ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW</b>					
COMMITTENTE:	AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma				
LOCALITA':	Reggio Emilia (RE)				
OPERA/UBICAZIONE:	Autostrada A1 km 148+150 Sud				
PROVA:	M107_MASW_02				
DATA PROVA:	12/07/17				
Prot.LAB	43076	rev.0 del:	07/08/2017	COMM:	16075/16

### PROFILO DI VELOCITA'



Sismostrato	Vs	$\rho$	H	Z	v
[n°]	[m/sec]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[m]	[m]	[-]
1	121	1800	4.23	4.23	0.35
2	205	1800	5.81	10.04	0.35
3	283	1800	6.95	16.99	0.35
4	288	1800	6.44	23.43	0.35
5	295	1800	7.64	31.08	0.35
6	331	1800	inf.	inf.	0.35
*VS <sub>30</sub> = 226 m/s					
CATEGORIA SUOLO (NTC-08): C					

Dati stimati

$\rho$ : Densità

v: Coefficiente di Poisson

Dati Calcolati

Vs: Velocità onde S nel sismostrato

H: Spessore del sismostrato

Z: Profondità dalla superficie d'acquisizione del sismostrato

$$*VS_{30} = \frac{30}{\sum [h_i/V_i]}$$

ELABORATO

Dott. Antonio Battiato

VERIFICATO

Dott. Fabio Faccia

## RAPPORTO DI PROVA

### ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW

COMMITTENTE:	AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma		
LOCALITA':	Reggio Emilia (RE)		
OPERA/UBICAZIONE:	Autostrada A1 km 149+400 carr.Dir.Sud		
PROVA:	M107_MASW_03		
DATA PROVA:	12/07/17		
Prot.LAB	43077	rev.0 del:	07-08-17
		COMM:	16075/16

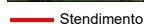
### PROVA M107 - MASW 03

POSIZIONE PUNTO DI SCOPPIO (Gradi decimali)

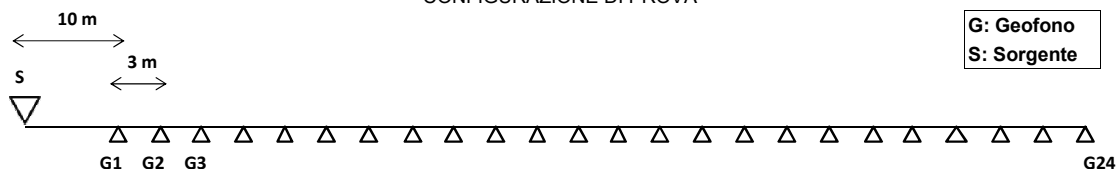
Lat. :	44.690575°
Long. :	10.775956°
Lunghezza :	69 m
Direzione	NO-SE

SCHEMA D'ACQUISIZIONE

Sismografo:	Geometrics geode
N° geofoni:	24(Geospace 4,5Hz)
Dist. Intergeofonica:	3 m
Offset:	10 m
Intervallo. camp:	0.125 ms


 Stendimento


CONFIGURAZIONE DI PROVA


ELABORATO  
Dott. Antonio Battiato

VERIFICATO  
Dott. Fabio Faccia

## RAPPORTO DI PROVA

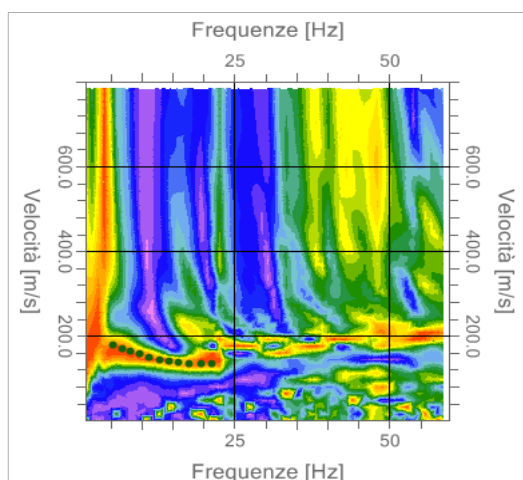
### ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW

COMMITTENTE:	AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma		
LOCALITA':	Reggio Emilia (RE)		
OPERA/UBICAZIONE:	Autostrada A1 km 149+400 carr.Dir.Sud		
PROVA:	M107_MASW_03		
DATA PROVA:	12/07/17		
Prot.LAB	43077	rev.0 del:	07-08-17
		COMM:	16075/16

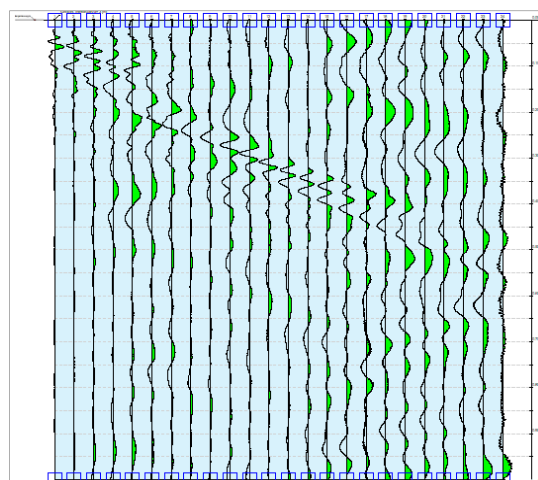
#### SPECIFICHE D' ELABORAZIONE

Software Acquisizione:	Seismodule Controller
Software Elaborazione:	Easy MASW
Sismogrammi Acquisiti:	15

SPETTRO F/V



SISMOGRAMMA MEDIO



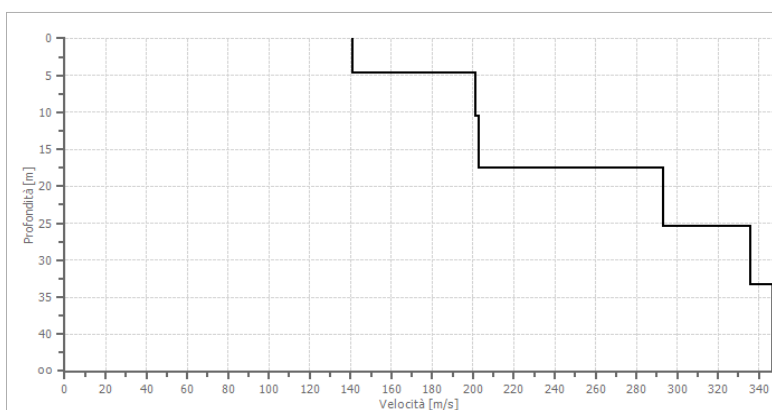
ELABORATO  
Dott. Antonio Battiato

VERIFICATO  
Dott. Fabio Faccia



RAPPORTO DI PROVA					
ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW					
COMMITTENTE:	AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma				
LOCALITA':	Reggio Emilia (RE)				
OPERA/UBICAZIONE:	Autostrada A1 km 149+400 carr.Dir.Sud				
PROVA:	M107_MASW_03				
DATA PROVA:	12/07/17				
Prot.LAB	43077	rev.0 del:	07-08-17	COMM:	16075/16

### PROFILO DI VELOCITA'



Sismostrato	Vs	$\rho$	H	Z	v
[n°]	[m/sec]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[m]	[m]	[-]
1	141	1800	4.64	4.64	0.35
2	200	1800	5.90	10.54	0.35
3	202	1800	6.97	17.51	0.35
4	292	1800	7.96	25.47	0.35
5	335	1800	7.83	33.31	0.35
6	346	1800	inf.	inf.	0.35
* VS <sub>30</sub> = 218 m/s					
CATEGORIA SUOLO (NTC-08): C					

#### Dati stimati

$\rho$ : Densità  
v: Coefficiente di Poisson

#### Dati Calcolati

Vs: Velocità onde S nel sismostrato  
H: Spessore del sismostrato  
Z: Profondità dalla superficie d'acquisizione del sismostrato  
\*VS<sub>30</sub>:  $\frac{30}{\sum [h_i/V_i]}$

ELABORATO  
Dott. Antonio Battiato

VERIFICATO  
Dott. Fabio Faccia

## RAPPORTO DI PROVA

### ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW

COMMITTENTE:	AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma		
LOCALITA':	Reggio Emilia (RE)		
OPERA/UBICAZIONE:	Autostrada A1 km 150+700 carr.Dir Sud		
PROVA:	M107_MASW_04		
DATA PROVA:	12/07/17		
Prot.LAB	43078	rev.0 del:	07-08-17
		COMM:	16075/16

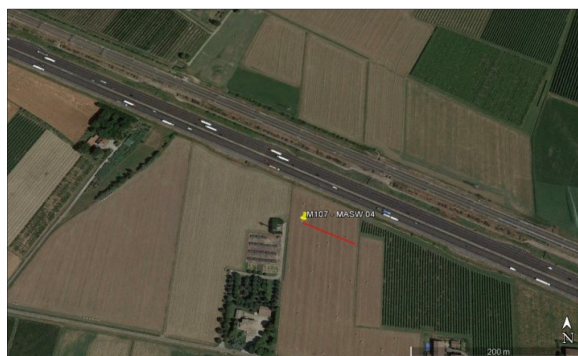
### PROVA M107 - MASW 04

POSIZIONE PUNTO DI SCOPPIO (Gradi decimali)

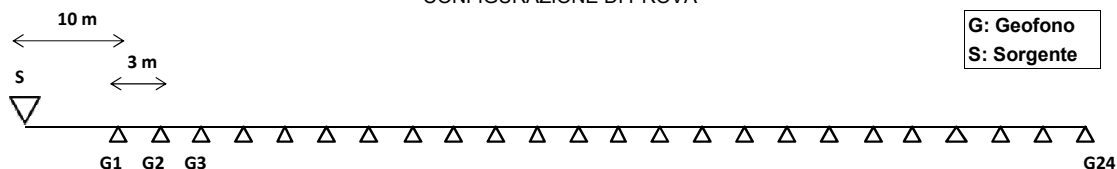
Lat. :	44.685478°
Long. :	10.791094°
Lunghezza :	69 m
Direzione	NO-SE

SCHEMA D'ACQUISIZIONE

Sismografo:	Geometrics geode
N° geofoni:	24(Geospace 4,5Hz)
Dist. Intergeofonica:	3 m
Offset:	10 m
Intervallo. camp:	0.125 ms


 Stendimento


CONFIGURAZIONE DI PROVA



**G: Geofono**  
**S: Sorgente**

ELABORATO  
Dott. Antonio Battiato

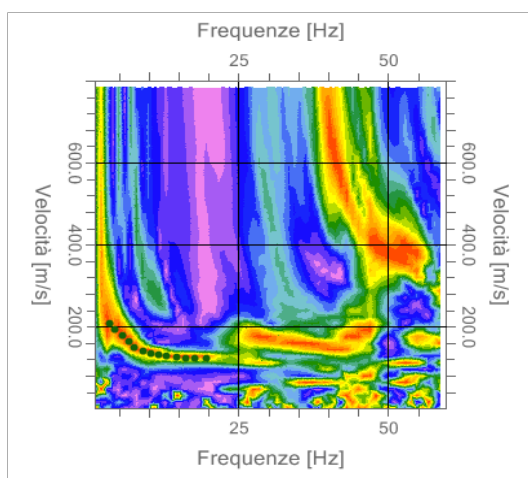
VERIFICATO  
Dott. Fabio Faccia

<b>RAPPORTO DI PROVA</b> <b>ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW</b>			
COMMITTENTE:	AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma		
LOCALITA':	Reggio Emilia (RE)		
OPERA/UBICAZIONE:	Autostrada A1 km 150+700 carr.Dir Sud		
PROVA:	M107_MASW_04		
DATA PROVA:	12/07/17		
Prot.LAB	43078	rev.0 del:	07-08-17
		COMM:	16075/16

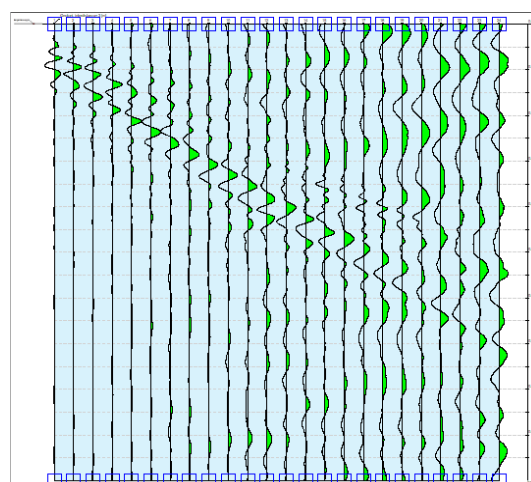
## SPECIFICHE D' ELABORAZIONE

Software Acquisizione:	Seismodule Controller
Software Elaborazione:	Easy MASW
Sismogrammi Acquisiti:	15

SPETTRO F/V



SISMOGRAMMA MEDIO



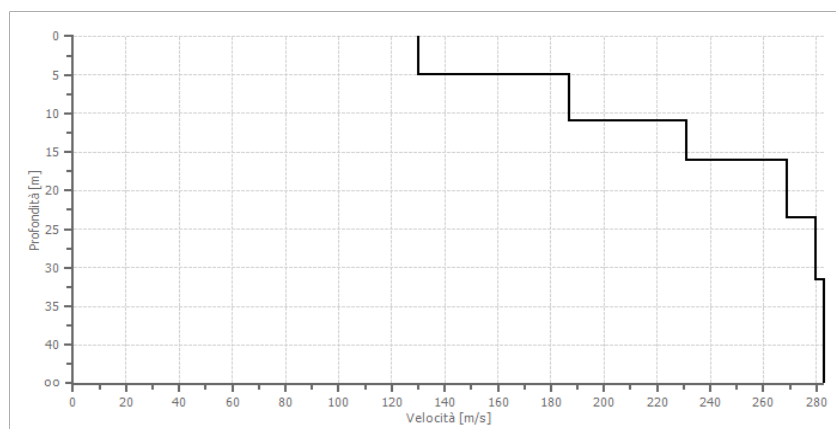
ELABORATO

Dott. Antonio Battiato

VERIFICATO

Dott. Fabio Faccia

<b>RAPPORTO DI PROVA</b> <b>ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW</b>			
COMMITTENTE:	AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma		
LOCALITA':	Reggio Emilia (RE)		
OPERA/UBICAZIONE:	Autostrada A1 km 150+700 carr.Dir Sud		
PROVA:	M107_MASW_04		
DATA PROVA:	12/07/17		
Prot.LAB	43078	rev.0 del:	07-08-17
		COMM:	16075/16

**PROFILO DI VELOCITA'**


Sismostrato	Vs	$\rho$	H	Z	v
[n°]	[m/sec]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[m]	[m]	[-]
1	130	1800	4.97	4.97	0.35
2	186	1800	6.00	10.97	0.35
3	231	1800	5.04	16.02	0.35
4	268	1800	7.58	23.60	0.35
5	279	1800	7.91	31.50	0.35
6	283	1800	inf.	inf.	0.35
* VS <sub>30</sub> = 209 m/s					
CATEGORIA SUOLO (NTC-08): C					

**Dati stimati**

$\rho$ : Densità  
v: Coefficiente di Poisson

**Dati Calcolati**

Vs: Velocità onde S nel sismostrato  
H: Spessore del sismostrato  
Z: Profondità dalla superficie d'acquisizione del sismostrato

$$*VS_{30} = \frac{30}{\sum [h_i/V_i]}$$

**ELABORATO**

Dott. Antonio Battiato

**VERIFICATO**

Dott. Fabio Faccia

## RAPPORTO DI PROVA

### ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW

COMMITTENTE:	AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma		
LOCALITA':	Reggio Emilia (RE)		
OPERA/UBICAZIONE:	Autostrada A1 km 151+700 carr Dir. Sud		
PROVA:	M107_MASW_05		
DATA PROVA:	12/07/17		
Prot.LAB	43079	rev.0 del:	07-08-17
		COMM:	16075/16

### PROVA M107 - MASW 05

POSIZIONE PUNTO DI SCOPPIO (Gradi decimali)

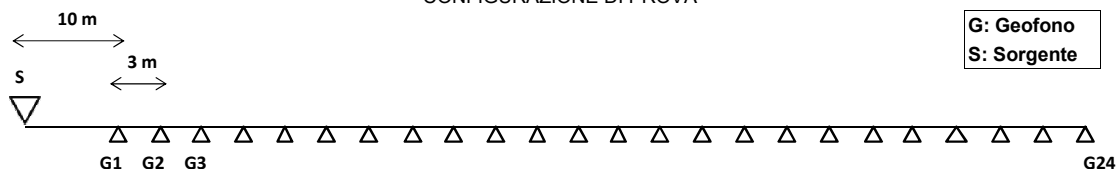
Lat. :	44.681278°
Long. :	10.801914°
Lunghezza :	69 m
Direzione	NO-SE

SCHEMA D'ACQUISIZIONE

Sismografo:	Geometrics geode
N° geofoni:	24(Geospace 4,5Hz)
Dist. Intergeofonica:	3 m
Offset:	10 m
Intervallo. camp:	0.125 ms


 Stendimento


CONFIGURAZIONE DI PROVA


ELABORATO  
Dott. Antonio Battiato

VERIFICATO  
Dott. Fabio Faccia

## RAPPORTO DI PROVA

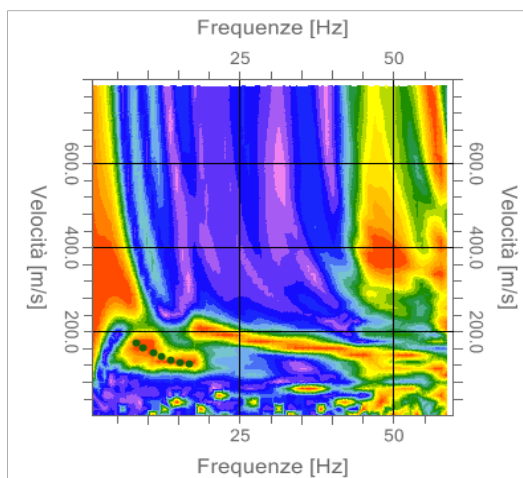
### ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW

COMMITTENTE:	AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma		
LOCALITA':	Reggio Emilia (RE)		
OPERA/UBICAZIONE:	Autostrada A1 km 151+700 carr Dir. Sud		
PROVA:	M107_MASW_05		
DATA PROVA:	12/07/17		
Prot.LAB	43079	rev.0 del:	07-08-17
		COMM:	16075/16

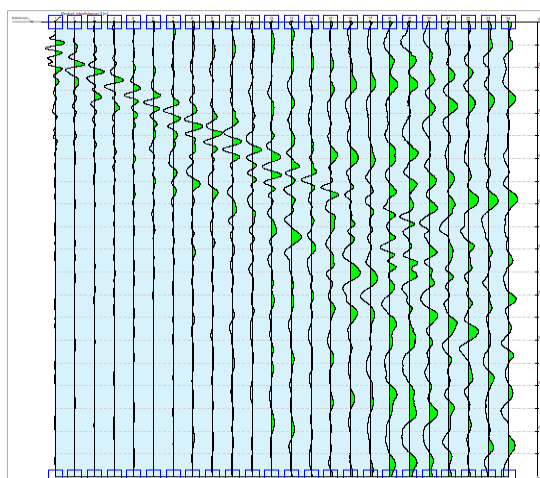
#### SPECIFICHE D' ELABORAZIONE

Software Acquisizione:	Seismodule Controller
Software Elaborazione:	Easy MASW
Sismogrammi Acquisiti:	22

SPETTRO F/V



SISMOGRAMMA MEDIO



ELABORATO

Dott. Antonio Battiato

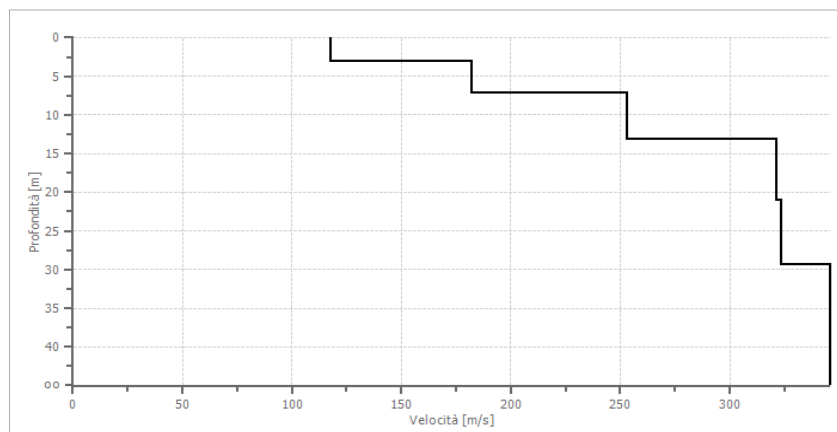
VERIFICATO

Dott. Fabio Faccia



RAPPORTO DI PROVA	
ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW	
COMMITTENTE:	AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma
LOCALITA':	Reggio Emilia (RE)
OPERA/UBICAZIONE:	Autostrada A1 km 151+700 carr Dir. Sud
PROVA:	M107_MASW_05
DATA PROVA:	12/07/17
Prot.LAB	43079
rev.0 del:	07-08-17
COMM:	16075/16

### PROFILO DI VELOCITA'



Sismostrato	Vs	$\rho$	H	Z	v
[n°]	[m/sec]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[m]	[m]	[-]
1	117	1800	3.11	3.11	0.35
2	182	1800	4.12	7.23	0.35
3	252	1800	5.91	13.14	0.35
4	321	1800	7.92	21.06	0.35
5	323	1800	8.30	29.36	0.35
6	346	1800	inf.	inf.	0.35
*VS <sub>30</sub> = 240 m/s					
CATEGORIA SUOLO (NTC-08): C					

#### Dati stimati

$\rho$ : Densità  
v: Coefficiente di Poisson

#### Dati Calcolati

Vs: Velocità onde S nel sismostrato  
H: Spessore del sismostrato  
Z: Profondità dalla superficie d'acquisizione del sismostrato

$$*VS_{30} = \frac{30}{\sum [h_i/V_i]}$$

#### ELABORATO

Dott. Antonio Battiato

#### VERIFICATO

Dott. Fabio Faccia