CITTA' DI VELLETRI
Città metropolitana di Roma Capitale
Piazza Cesare Ottaviano Augusto - CAP 00049 - tel 06961581

Realizzazione di un fabbricato con 24 alloggi di "Edilizia Residenziale Pubblica" in attuazione del "Piano Nazionale di Edilizia Abitativa di cui al D.P.C.M. 16 luglio 2009"

PROGETTO ESECUTIVO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE IN R.T.P.

MANDANTE
arch. Gian Luca Cordella

MANDATARI
arch. Caterina Aurora Rogai
arch. Francesca Ambrosio
ing. Paolo Bifano
dott. geol. David Simoncelli (G.Edi.S. S.r.l.)
prof. arch. Marco Burrascano
ing. Giorgio Onori
arch. Pamela Pezzotti
geom. Filippo Bifano

ARCHITETTURA: **arch. Caterina Aurora Rogai**, **arch. Francesca Ambrosio**

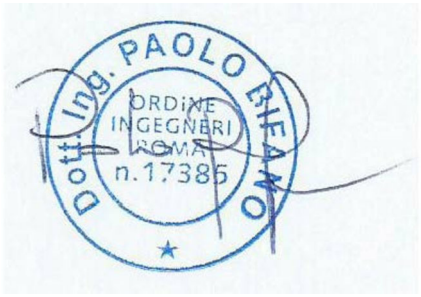
STRUTTURE E IMPIANTI: **ing. Paolo Bifano**
GEOLOGIA: **dott. geol. David Simoncelli (G.Edi.S. S.r.l.)**

CONSULENTI:
Architettura: **prof. arch. Marco Burrascano**
Impianti: **ing. Giorgio Onori**
Efficienza energetica: **arch. Pamela Pezzotti**

COLLABORATORI
Architettura: **arch. Carolina De Lillo Magliulo**
Strutture e contabilità: **geom. Filippo Bifano**

DIREZIONE DEI LAVORI
Direttore dei lavori: **ing. Paolo Bifano**
Direttore operativo: **arch. Gianluca Cordella**
Contabilità dei lavori **geom. Filippo Bifano**

firma / timbro progettisti:



firma / timbro / protocollo committente:

REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA	REDATTO	APPROVATO	AUTORIZZATO
d					
c					
b					
a		revisione generale			

Data Giugno 2020

rapp:

VE E ST GE

PROGETTO STRUTTURALE

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

G.EDI.S. s.r.l.

sede legale: Via Frattina, 10 - 00187 Roma

sede amministrativa:
P.zza Martiri della Libertà, 54 – 02047 POGGIO MIRTETO (RI)
Tel 0765/441102 (St) 0765/206263 (Fax)
329/9171242 (Cell)
e-mail: info@gedis-srl.com

AID ORGANISMO DI CERTIFICAZIONE
AZIENDA CERTIFICATA
ISO 9001:2015

COMUNE DI VELLETRI (RM)

Relazione geologica relativa al progetto per la realizzazione di un fabbricato con 24 alloggi di edilizia residenziale pubblica in attuazione del "Piano Nazionale di Edilizia Abitativa D.P.C.M. 16 Luglio 2009" in Via San Biagio, su committenza dell'Amministrazione Comunale

(F. 65; Part. 285,286)

ROMA, Aprile 2020 Dott. Geol. David Simoncelli

E' riservata la proprietà di questo elaborato che potrà essere riprodotto, anche in parte, solo dopo autorizzazione scritta

PREMESSE

Nel rispetto delle indicazioni espresse dalla Legge vigente, è stata effettuata una relazione geologica inerente le caratteristiche del terreno di fondazione in cui è previsto il progetto per la realizzazione di un fabbricato con 24 alloggi di edilizia residenziale pubblica in attuazione del "Piano Nazionale di Edilizia Abitativa D.P.C.M. 16 Luglio 2009" in Via San Biagio, su committenza dell'Amministrazione Comunale (F. 65; Part. 285,286).

Secondo i dati forniti dai progettisti, il fabbricato in progetto, realizzato in cemento armato, sarà costituito da n°4 piani fuori terra, per un ingombro totale di circa 300 mq.

Allo scopo di ricostruire l'andamento stratigrafico del sito e di valutare le caratteristiche geotecniche e sismiche locali del terreno, tenendo conto che il sito in esame, in ottemperanza al **R.R. n.14 del 13 Luglio 2016 della Regione Lazio (BUR n.56 del 14 Luglio 2016)– Allegato C, ricade in "Livello di vulnerabilità Medio",** sono state pertanto eseguite le seguenti indagini:

- un rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio;
- acquisizione dati tratti da studi effettuati dallo scrivente in aree adiacenti e limitrofe;

- acquisizione di n°2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 30 m dal p.c con prelievo di n°3 campioni indisturbati, eseguiti dal Dr. Geol. Pierluigi Cera nell'anno 2018;

- acquisizione di prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati, i cui certificati sono stati redatti in data 19/01/2018 dalla società SOGEA S.r.l. su commissione del Dr. Geol. Pierluigi Cera;

- acquisizione di n°2 prove penetrometriche dinamiche continue di tipo super-pesante (DPSH), eseguite dalla Società GEO Logica S.r.l. durante il mese di Aprile 2018 su committenza del Dr. Geol. Pierluigi Cera;

- acquisizione di n°1 prova sismica in foro di tipo Down Hole in onde P e SH, eseguita durante il mese di Aprile 2018 dalla Società GEO Logica S.r.l. su committenza del Dr. Geol. Pierluigi Cera;

- n°3 prove di rumore sismico (HVSR) eseguite con tromografo digitale "*Tromino"* ed elaborazione dati mediante il software "*Grilla" (*forniti entrambe della Società Micromed spa).

- n°2 MASW, eseguite mediante sismografo "Sysmatrack" multicanale (12 canali) fornito dalla Società "MAE advanced geophysics instruments";

- misurazioni mediante strumenti portatili sugli affioramenti presenti.

LINEAMENTI MORFOLOGICI E GEOLITOLOGICI DELL'AREA

L'area in esame è posta ad una distanza di circa 0.9 km in direzione NE dal centro storico di Velletri, ad una quota di circa 310 m s.l.m.

Dal punto di vista morfologico tale area è ubicata in corrispondenza di un'area sub-pianeggiante leggermente degradante in direzione S e intensamente urbanizzata.

In relazione alle condizioni topografiche del sito in esame (Tab. 3.2.IV) si definisce la **Categoria T1 [superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°]** corrispondente ad un **Coefficiente di Amplificazione Topografica S_T = 1,00.**

Essa è descritto nel F.150 – "Roma" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100000 e nella sezione 388100 – "Velletri" della Carta Tecnica Regionale al 1:10000 (C.T.R.) edita dalla Regione Lazio.

La geologia generale dell'area

A seguito delle fasi tettoniche distensive che causarono ad est lo sprofondamento di ampi settori della catena appenninica, l'area romana fu completamente sommersa da un mare piuttosto profondo che lasciò una sedimentazione di prima di tipo argilloso e poi, durante le fasi di ritiro, da est verso ovest, prevalentemente sabbioso, di ambiente marino litorale (fine del

Pleistocene inferiore). Successivamente, su un paesaggio quasi del tutto emerso, collinare e con ampie paludi e laghi costieri, iniziarono i massicci apporti continentali dovuti all'antico corso del F.Tevere (indicato in letteratura come Paleotevere) oltre che ad altri elementi minori dell'idrografia superficiale. I terreni continentali del Paleotevere furono soggetti all'alternarsi di diversi cicli deposizionali e si caratterizzarono con frequenti variazioni litologiche dalle ghiaie alle sabbie ed alle argille, in rapporti stratigrafici a volte complessi, tutti riferibili al Pleistocene medio.

Sempre in relazione alle fasi tettoniche distensive appenniniche, l'area fu interessata da un'intensa attività vulcanica prevalentemente di natura esplosiva, originatasi prima dal distretto dei Monti Sabatini (a partire da 750.000 anni fa) e subito dopo da quello dei Colli Albani (600.000 anni fa). I materiali eruttati, chimicamente ricchi in potassio, andarono a sovrapporsi ai sia ai terreni sedimentari calcareo-marnosi di epoca meso-cenozoica, nonché al di sopra dei sedimenti marini plio-pleistocenici ed alluvionali del Paleotevere. L'attività vulcanica, determinò in tempi piuttosto brevi la messa in posto di una notevole quantità di prodotti generalmente a geometria tabulare (plateaux piroclastici) ma anche in forme più complesse con sequenze stratigrafiche a luoghi composite, per uno spessore complessivo dell'ordine del centinaio di metri.

Al termine delle attività eruttive principali, l'azione delle acque superficiali cominciò a modellare ed incidere che gli stessi plateaux, dando luogo nel tempo, soprattutto in corrispondenza di affioramenti litoidi, a valli spesso strette e profonde. Frequente è anche l'andamento a gradoni delle incisioni vallive, a causa dell'alternanza deposizionale di materiali litoidi o prevalentemente incoerenti quali coltri piroclastiche, lave e piroclastiti di ricaduta. Da un punto di vista idrogeologico le formazioni di natura vulcanica mostrano una permeabilità di tipo primario nelle sequenze piroclastiche di ricaduta, e secondario, per fratturazione, nelle colate laviche

e nelle coltri ignimbritiche litoidi. Il complesso assetto stratigrafico vi determina frequenti gradienti di permeabilità con l'individuazione di falde idriche sospese di potenzialità ed estensione variabili.

In corrispondenza dell'ultima fase glaciale (18.000 anni fa), una forte regressione del livello marino determinò il notevole aumento della capacità erosiva dei fiumi: il Tevere approfondì il suo alveo di parecchie decine di metri portando in affioramento, lungo il corso della valle e in corrispondenza dei reticoli idrografici subordinati, come quello del F. Aniene, la sequenza stratigrafica vulcanica e a volte lo stesso il substrato argilloso-sabbioso plio-pleistocenico. Queste incisioni di solito strette ed acclivi vennero infine parzialmente colmate con il ritorno ad una fase climatica post-glaciale di innalzamento del livello marino che, protraendosi fino all'epoca attuale (Olocene), determinò a ridosso delle aste fluviali e torrentizie, la deposizione di sedimenti alluvionali per uno spessore in grado di superare anche i 60 metri.

Nel dettaglio, dal punto di vista litologico, al di sotto di uno spessore sottile di coltre superficiale, sono presenti depositi piroclastici a granulometria argilloso-limosa debolmente sabbiosa color marrone, aventi un grado di addensamento medio-basso. Tali depositi sovrastano, a partire dalla profondità di circa 12-14 m, piroclastiti a granulometria prevalentemente sabbioso-limosa, aventi caratteristiche geotecniche che migliorano con la profondità e caratterizzate da livelli ricchi in leucite. I litotipi sopra descritti sono ascrivibili all'attività vulcanica dei Colli Albani e risalgono al Pleistocene medio (vedi stralcio Carta Geologica in allegato).

Le osservazioni e le indagini compiute hanno evidenziato le discrete condizioni geomorfologiche del terreno in questione; non esistono infatti nell'area tracce di frane o smottamenti e le acque di corrivazione non hanno prodotto dissesti o altre forme di erosione (vedi stralcio PAI allegato)

La permeabilità primaria dei terreni presenti risulta essere variabile da medio bassa a medio alta e la falda idrica principale è da considerarsi profonda, anche se non è da escludere la presenza di modeste falde superficiali a carattere prettamente stagionale (vedi stralcio Carta Idrogeologica della Provincia di Roma in allegato).

CARATTERISTICHE DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Allo scopo di ricostruire l'andamento stratigrafico del sito e di valutare le caratteristiche geotecniche e sismiche locali del terreno, tenendo conto che il sito in esame, in ottemperanza al **R.R. n.14 del 13 Luglio 2016 della Regione Lazio (BUR n.56 del 14 Luglio 2016)– Allegato C, ricade in "Livello di vulnerabilità Medio",** sono state pertanto eseguite le seguenti indagini:

- un rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio;
- acquisizione dati tratti da studi effettuati dallo scrivente in aree adiacenti e limitrofe;

- acquisizione di n°2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 30 m dal p.c con prelievo di n°3 campioni indisturbati, eseguiti dal Dr. Geol. Pierluigi Cera nell'anno 2018;

- acquisizione di prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati, i cui certificati sono stati redatti in data 19/01/2018 dalla società SOGEA S.r.l. su commissione del Dr. Geol. Pierluigi Cera;

- acquisizione di n°2 prove penetrometriche dinamiche continue di tipo super-pesante (DPSH), eseguite dalla Società GEO Logica S.r.l. durante il mese di Aprile 2018 su committenza del Dr. Geol. Pierluigi Cera;

- acquisizione di n°1 prova sismica in foro di tipo Down Hole in onde P e SH, eseguita durante il mese di Aprile 2018 dalla Società GEO Logica S.r.l. su committenza del Dr. Geol. Pierluigi Cera;

- n°3 prove di rumore sismico (HVSR) eseguite con tromografo digitale "*Tromino"* ed elaborazione dati mediante il software "*Grilla" (*forniti entrambe della Società Micromed spa).

- n°2 MASW, eseguite mediante sismografo "Sysmatrack" multicanale (12 canali) fornito dalla Società "MAE advanced geophysics instruments";

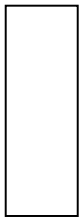
- misurazioni mediante strumenti portatili sugli affioramenti presenti.

Tali indagini hanno permesso la ricostruzione stratigrafica dall'alto verso il basso del sito caratterizzata dalla presenza dei seguenti litotipi (vedi report stratigrafici e report dpsh in allegato).

1. PIROCLASTITE ARGILLOSO-LIMOSA, di color marrone, con intercalazioni sabbioso-limose, rappresenta la porzione più superficiale e mostrano uno spessore variabile da circa 12.30 m a 14.40 m;

2. PIROCLASTITE SABBIOSO-LIMOSA, di color marrone-avana, presenta livelli ricchi in biotite e leucite. Si presenta cineritica fino alla profondità variabile di -19.20 m/-21.00 m per poi diventare a granulometria prettamente sabbiosa (deposito pozzolanaceo) fino a oltre i -30 m dal p.c..

PROVA DPSH 1



dal P.C. a -13.4 m = PIROCLASTITE ARGILLOSO-LIMOSA

da -13.4 m a – 30.0 m * = PIROCLASTITE SABBIOSO-LIMOSA CON LEUCITE

PROVA DPSH 2

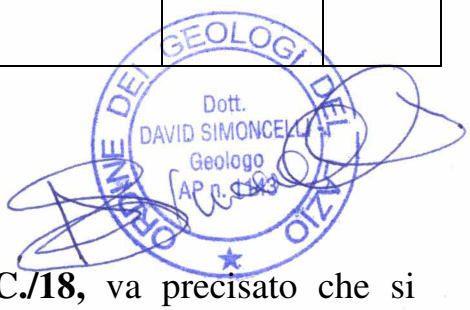
dal P.C. a -14.4 m = PIROCLASTITE ARGILLOSO-LIMOSA

oltre -14.4 m = PIROCLASTITE SABBIOSO-LIMOSA CON LEUCITE

(**) tali profondità sono state estrapolate sulla base dei dati provenienti dalle indagini sismiche e dalle stratigrafie dei sondaggi acquisite.

Per quanto riguarda le caratteristiche geotecniche, i valori di Nspt forniti dalle prove penetrometriche effettuate, correlati con teorie di vari autori (come riportato integralmente negli elaborati prove penetrometriche allegati alla relazione), unitamente a misurazioni mediante strumenti portatili e all'acquisizione dati da prove di laboratorio effettuate su analoghi litotipi, hanno permesso di determinare la seguente tabella dei parametri minimi dei litotipi rinvenuti:

LITOTIPI	Peso di volume γ (t/m^3)	Angolo di attrito φ (°)	Coesione drenata C (t/m^2)	Nspt	Eed – modulo edometrico (Kg/cm^2)	G – modulo di deformazione di taglio dinamico (Kg/cm^2)	Qc – resistenza alla punta del penetrometro (Kg/cm^2)	Ey – modulo di Young (Kg/cm^2)
PIROCLASTITE ARGILLOSO-LIMOSA	1.70	26	0.5	3.43	15.74	207.06	6.86	34.30
PIROCLASTITE SABBIOSO-LIMOSA CON LEUCITE MEDIAMENTE ADDENSATA	1.75	28/	0.5	7.35	42.56	423.86	14.70	73.50



Nel rispetto del **§ 7.11.3.4.2** delle **N.T.C./18,** va precisato che si esclude la verifica a liquefazione in quanto la profondità media stagionale della falda è superiore a 15 metri dal piano campagna.

CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Coordinate WGS84 del sito Lat. 41.691290° - Long. 12.787152°

Il comune di **Velletri** è stato classificato come località "non a rischio sismico" sulla base delle proposte del Gruppo di Lavoro del Servizio Sismico Nazionale (Ord. P.C.M. n.2788 del 12.06.1998). Successivamente, in ottemperanza alla Delib. Giunta Reg. Lazio n°766 del 01.08.2003 che modifica l'Ord. P.C.M. n°3274 del 20.03.2003, il

Comune di Velletri è stato inserito in **Zona 2**, equiparata alla precedente **Seconda Categoria Sismica**. Con la DGR Lazio n°387 del 22.05.2009 (Bur Lazio 24/2009; S.O. 106) attualmente vigente, che rivede globalmente i criteri di valutazione della pericolosità sismica del territorio regionale, il **Velletri** è stato inserito nella **sottozona 2B**.

Sulla base dei dati sismici acquisiti (vedi report sismici in allegato), da cui è stato possibile delineare anche la stratigrafia del sito in oggetto fino alla profondità di oltre 30.0 mt, e dei dati pervenuti dall'acquisizione dei risultati stratigrafici tratti da altre indagini geognostiche effettuate in siti limitrofi (prove penetrometriche dinamiche), si è tarata l'elaborazione dell'indagine effettuata, ottenendo valori delle velocità di $\mathbf{V_{Seq}}$ **di 245.63 m/s (MASW1), di 253.38 m/s (MASW2), di 308 m/s (HVSR1) , di 290 m/s (HVSR2) e di 309 m/s (HVSR 3).**

ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

L'analisi sismica locale, è richiesta dalla normativa regionale vigente per le strutture di classe d'uso II di proprietà pubblica. L'analisi svolta ha utilizzato codici di calcolo monodimensionali, il che presuppone una stratigrafia piano-parallela e una morfologia sub pianeggiante.

I dati di forniti dal progettista, Coefficiente d'uso: **1,0** (classe d'uso II) e Vita Nominale di **50 anni** hanno permesso di definire il periodo di riferimento dell'azione sismica secondo la formula contenuta nelle N.T.C. 2018:

V.N. x Cu = 50 x 1,00= 50 anni

In seguito sono stati definiti i parametri indipendenti, riportati in tabella, con il software Spettri-NTCver.1.0.3, fornito dal Ministero delle Infrastrutture, per il sito con coordinate UTM33-ED50:

Lat. 41.692302° Long. 12.788100°

STATO LIMITE	**Tr (anni)**	**Probabilità superamento**	**a_0 (g)**	**F_0**	**T_c* (sec)**
Operatività (SLO)	30	81%	0.054	2.444	0.259
Danno (SLD)	50	63%	0.072	2.380	0.269
Salvaguardia Vita (SLV)	475	10%	0.164	2.591	0.277
Prevenzione Collasso (SLC)	975	5%	0.208	2.536	0.284

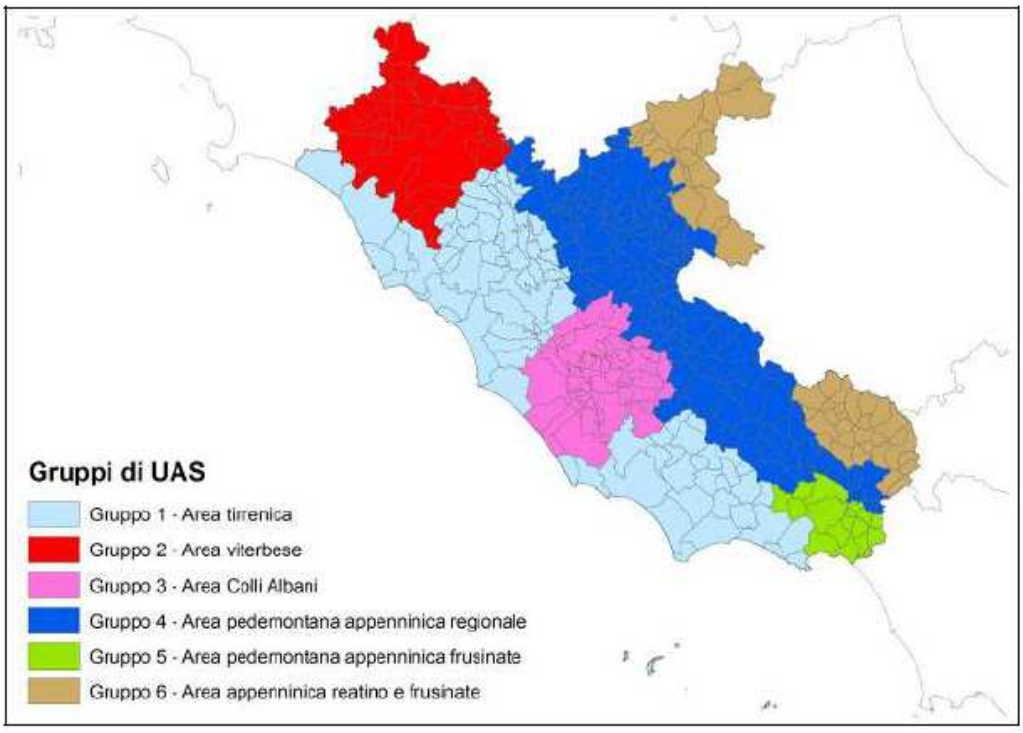
SCELTA DEGLI ACCELEROGRAMMI DI INPUT

La Regione Lazio con la D.G.R.545/2010 ha reso disponibili gli Accelerogrammi di riferimento da utilizzare nelle analisi di Risposta Sismica Locale e nelle analisi di Livello 3 di MS; gli accelerogrammi

Regionali consentono di ottenere risultati confrontabili per tutto il territorio regionale.

A questo scopo la Regione Lazio ha commissionato ad ENEA l'analisi della pericolosità sismica regionale con l'obiettivo di raggruppare le Unità Amministrative Sismiche (UAS) in gruppi (Clusters) con caratteristiche sismologiche omogenee. A partire dagli spettri di risposta ad hazard uniforme calcolati dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, con probabilità di eccedenza inferiore al 10% in 50 anni, per tutto il territorio nazionale, sono stati individuati in base alle relative forme spettrali 6 Clusters di UAS e quindi 6 forme spettrali rappresentative.

I sei gruppi di UAS sono evidenziati nella figura seguente:



Gli Accelerogrammi naturali devono essere selezionati e scalati in modo da approssimare gli spettri di risposta nel campo di periodi di

interesse per il problema in esame. Per le analisi dinamiche dei "sistemi geotecnici" (terreno-fondazione), per le analisi di risposta sismica locale e per l'instabilità del versante, dovranno essere utilizzati non meno di 5 Accelerogrammi.

Conformemente alle disposizioni contenute nelle NTC08, la selezione delle registrazioni naturali di riferimento è stata eseguita interrogando la banca dati accelerometrica European Strong Motion database sulla base dei parametri sismologici (magnitudo e distanza epicentrale) risultanti dall'analisi della pericolosità sismica regionale. La ricerca è stata focalizzata su eventi con meccanismo focale distensivo e registrazioni ottenute su roccia o suolo molto compatto ed in condizioni di free-field.

Sono state così individuate, per ciascun Gruppo di UAS, le 5 registrazioni accelerometriche naturali aventi le forme spettrali più simili allo spettro ad hazard uniforme rappresentativo del Gruppo. Tali registrazioni sono state ulteriormente adattate allo spettro di riferimento seguendo una metodologia che consente di mantenere le caratteristiche naturali degli Accelerogrammi.

I 5 accelerogrammi di riferimento sono stati scaricati dal sito internet della Regione Lazio, selezionando prima la Provincia e poi il Comune interessato allo studio.

STATO LIMITE	**Magnitudo (M)**	**Distanza (Km)**
Salvaguardia Vita (SLV)	4-7,5	0-130

RSL: INSERIMENTO SISMOSTRATIGRAFIA DI INPUT

Per le analisi di risposta sismica locale è stato utilizzato il software *"Strata"* v.3.99 (Kottke & Rathje, 2008).

Tale software richiede l'inserimento oltre agli accelerogrammi di input precedentemente ricavati anche delle caratteristiche sismostratigrafiche del sito ricavate dal sondaggio a carotaggio continuo ed dall'indagine Down-hole (in allegato), le curve di decadimento della rigidezza (G) e di incremento dello smorzamento (D) con la deformazione, per le diverse litologia, fornite dalla Regione Lazio.

Il bedrock sismico, e quindi il punto origine del terremoto per le analisi, è stato posto a circa 60 m dal p.c..

I risultati ottenuti mostrano nel sito in oggetto sia presente un'amplificazione dovuta alla stratigrafia presente e all'assetto geologico strutturale del sito d'indagine .

L'errore medio residuo dell'analisi è dello 0,72% per lo stato SLV.

I picchi di accelerazione massimi derivati dagli spettri elastici derivati dall'analisi sono:

SLV: 0,827 g a 0,21 s.

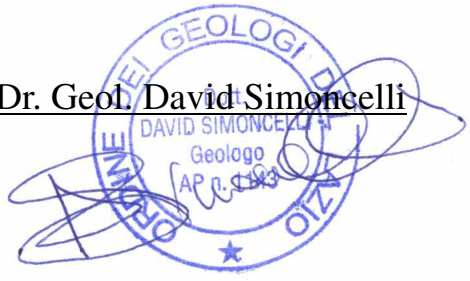
CONCLUSIONI

L'analisi di risposta sismica locale di RSL eseguita ha permesso di evidenziare che lo spettro elastico di sito **risulta contenuto nello spettro di normativa E (T1):**

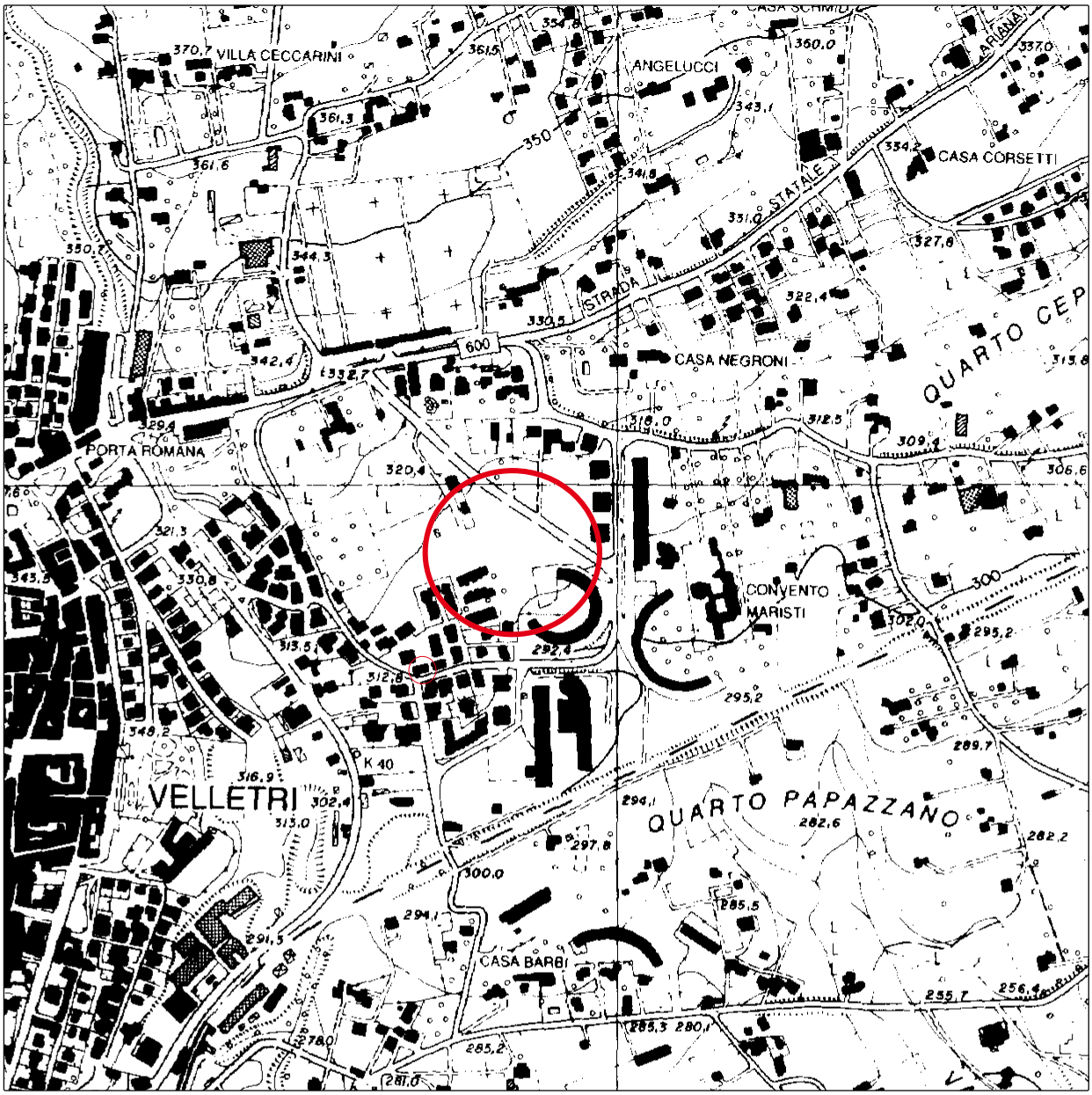
- per periodi superiori a 0,26 s;
- per periodi inferiori sarà necessario ricorrere esclusivamente allo spettro elastico di sito risultante dall'analisi di risposta sismica locale.

L'eventuale scelta di un altro spettro di normativa dovrà essere valutata in base al periodo proprio della struttura e dello spettro di sito risultanti dall'analisi di R.S.L.

Roma, Aprile 2020 Dr. Geol. David Simoncelli



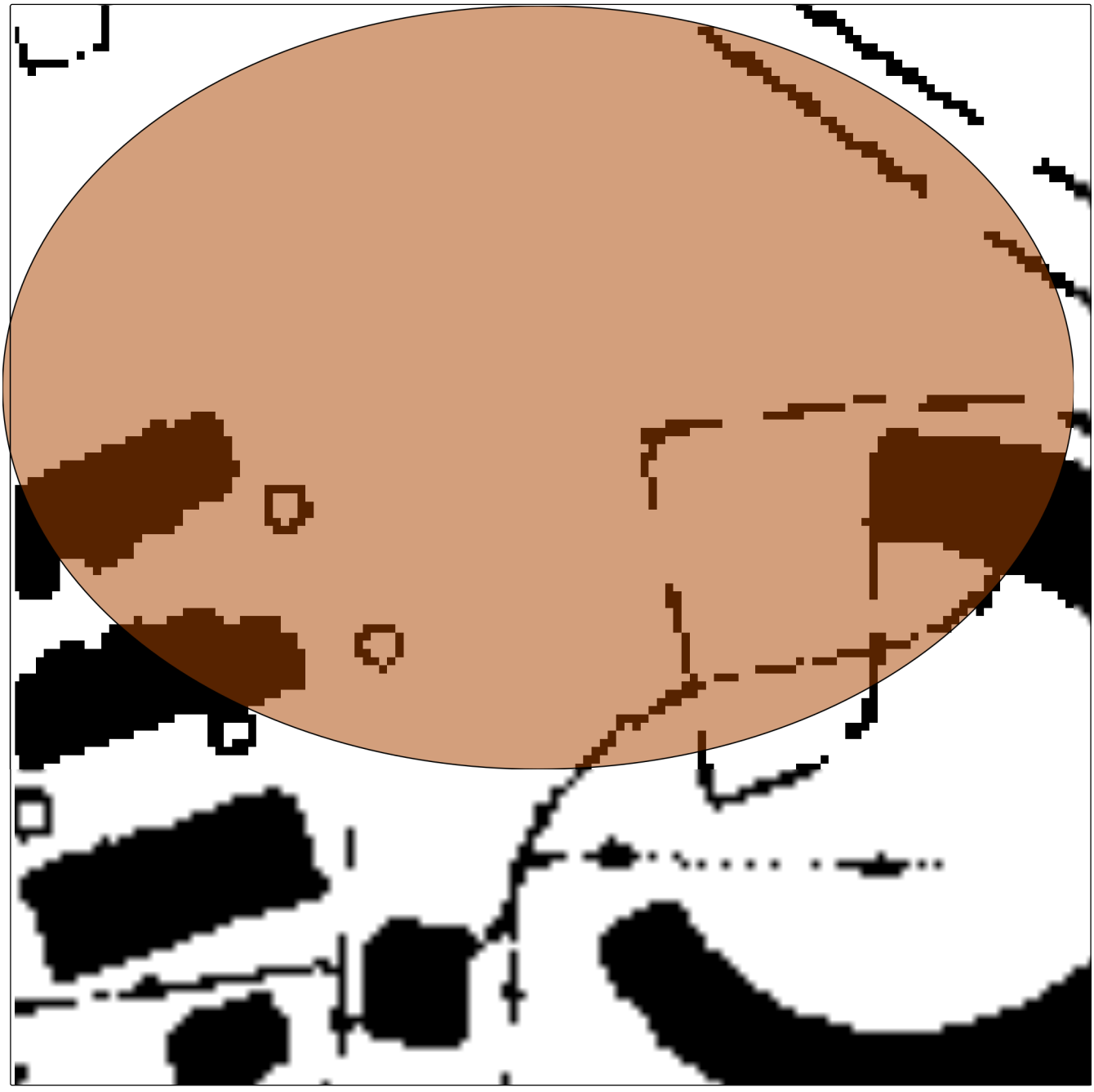
COROGRAFIA GENERALE
Scala 1:10.000



Ubicazione del sito

CARTA GEOLOGICA

Scala1:1.000



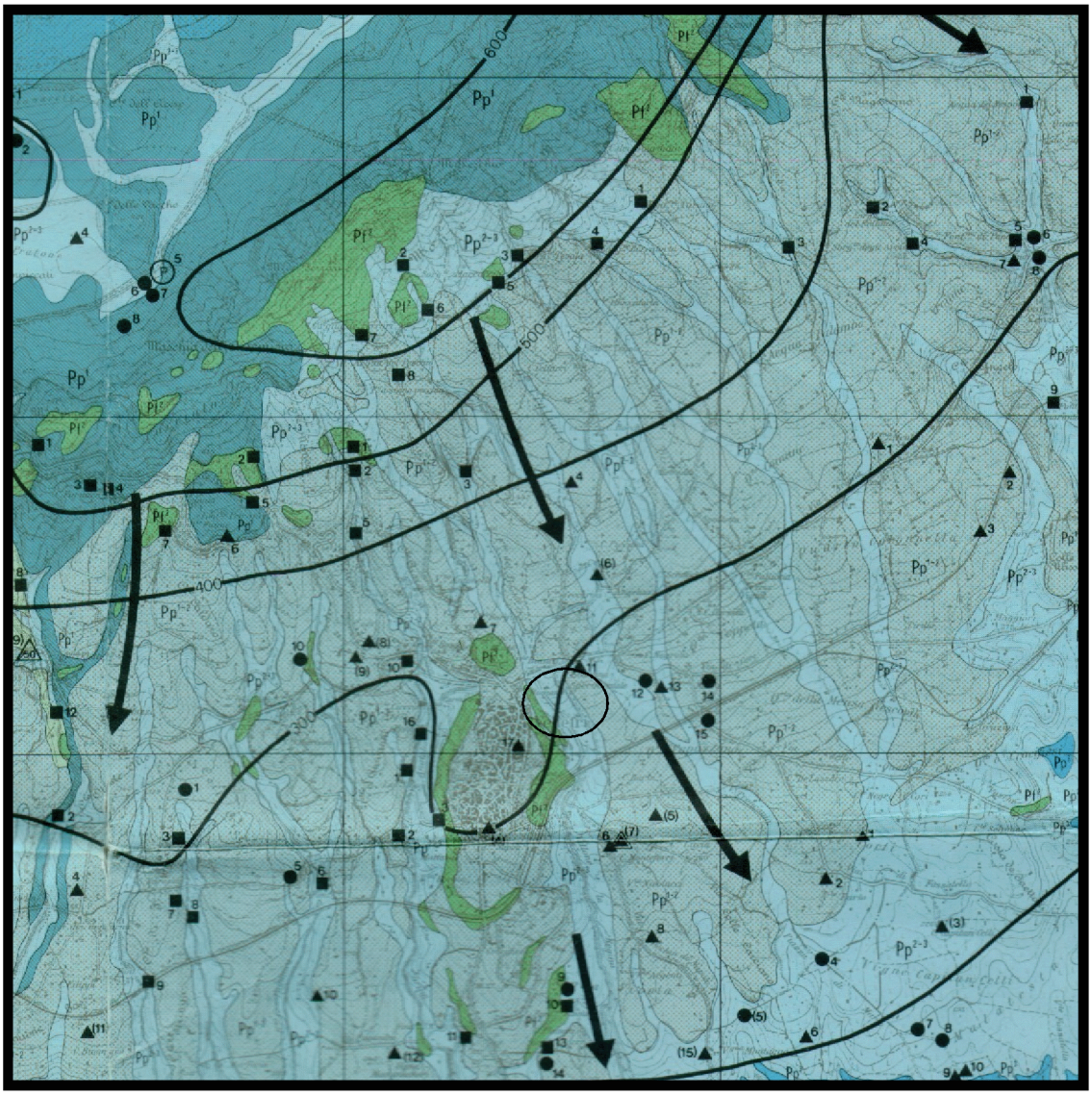
Depositi piroclastici

STRALCIO CARTA IDROGEOLOGICA

COMUNE: VELLETRI

LOCALITÀ: VIA SAN BIAGIO

Foglio I Nord dei Colli Albani



Legenda

Scala 1:50.000

Rocce sciolte-permeabili per porosità

- Pp^1 Molto permeabili
- Pp^2 Mediamente permeabili
- Pp^3 Poco permeabili
- Pp^{1-2} Da molto a mediamente permeabili
- Pp^{2-3} Da mediamente a poco permeabili

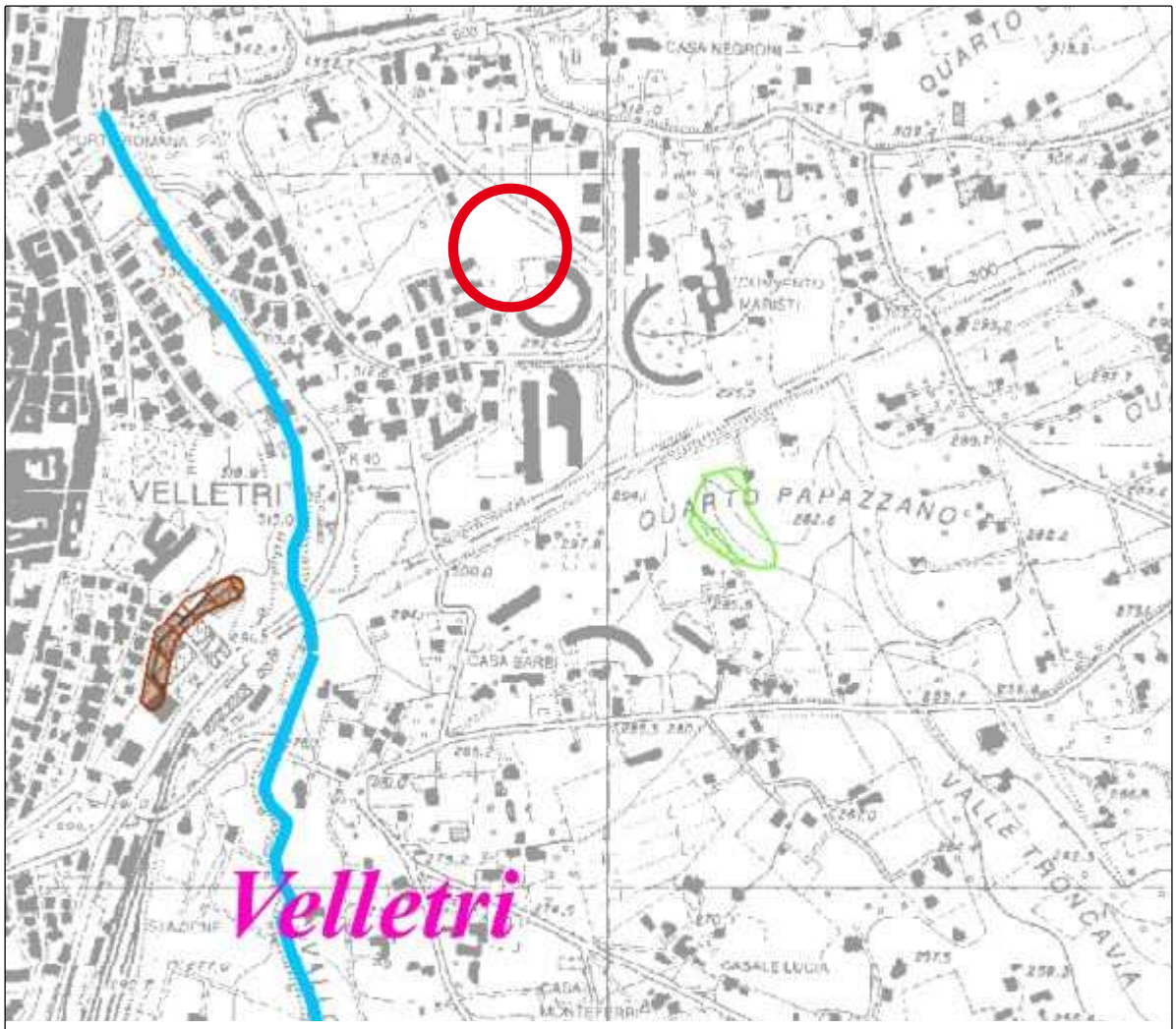
Rocce lapidee-permeabili per discontinuità

- Pf^2 Molto permeabili
- Pf^{2-3} Mediamente permeabili
- Sorgente
- Pozzo
- Curve isofreatiche
- Direzioni di flusso
- Area in esame

Tav. 6

Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico

Scala 1:10000



Ubicazione del sito

AREE SOTTOPOSTE A TUTELA PER PERICOLO D'INONDAZIONE (artt. 7 - 23 - 24 - 25 - 26)

- Aree a Pericolo A1 (c. 2 art. 7 e art. 23)
- Aree a Pericolo A2 (c. 2 art. 7 e art. 23 bis)
- Aree a Pericolo B1 (c. 2 art. 7 e art. 24)
- Aree a Pericolo B2 (c. 2 art. 7 e art. 25)
- Aree a Pericolo C (c. 2 art. 7 e art. 26)
- Ambiti territoriali caratterizzati, allo stato delle conoscenze disponibili, dall'assenza di elementi documentali tali da consentirne la definizione della pericolosità

AREE DI ATTENZIONE PER PERICOLO DI FRANA E D'INONDAZIONE (artt. 9 - 19 - 27)

- Aree di Attenzione Geomorfologica (artt. 9 e 19)
- Aree di Attenzione Idraulica (artt. 9 e 27)
- Aree di Attenzione per presenza di cavità naturali o artificiali soggette a crolli
- Corsi d'acqua principali classificati pubblici con D.G.R. n° 452 del 01/04/05 (artt. 9 e 27)
- Altri corsi d'acqua principali (artt. 9 e 27)

AREE SOTTOPOSTE A TUTELA PER PERICOLO DI FRANA (artt. 6 - 16 - 17 -18)

- Aree a Pericolo A (c. 2 art. 6 e art. 16)
- Aree a Pericolo B (c. 2 art. 6 e art. 17)
- Aree a Pericolo C (c. 2 art. 6 e art. 18)
- Ambiti territoriali caratterizzati, allo stato delle conoscenze disponibili, dall'assenza di elementi documentali tali da consentirne la definizione della pericolosità

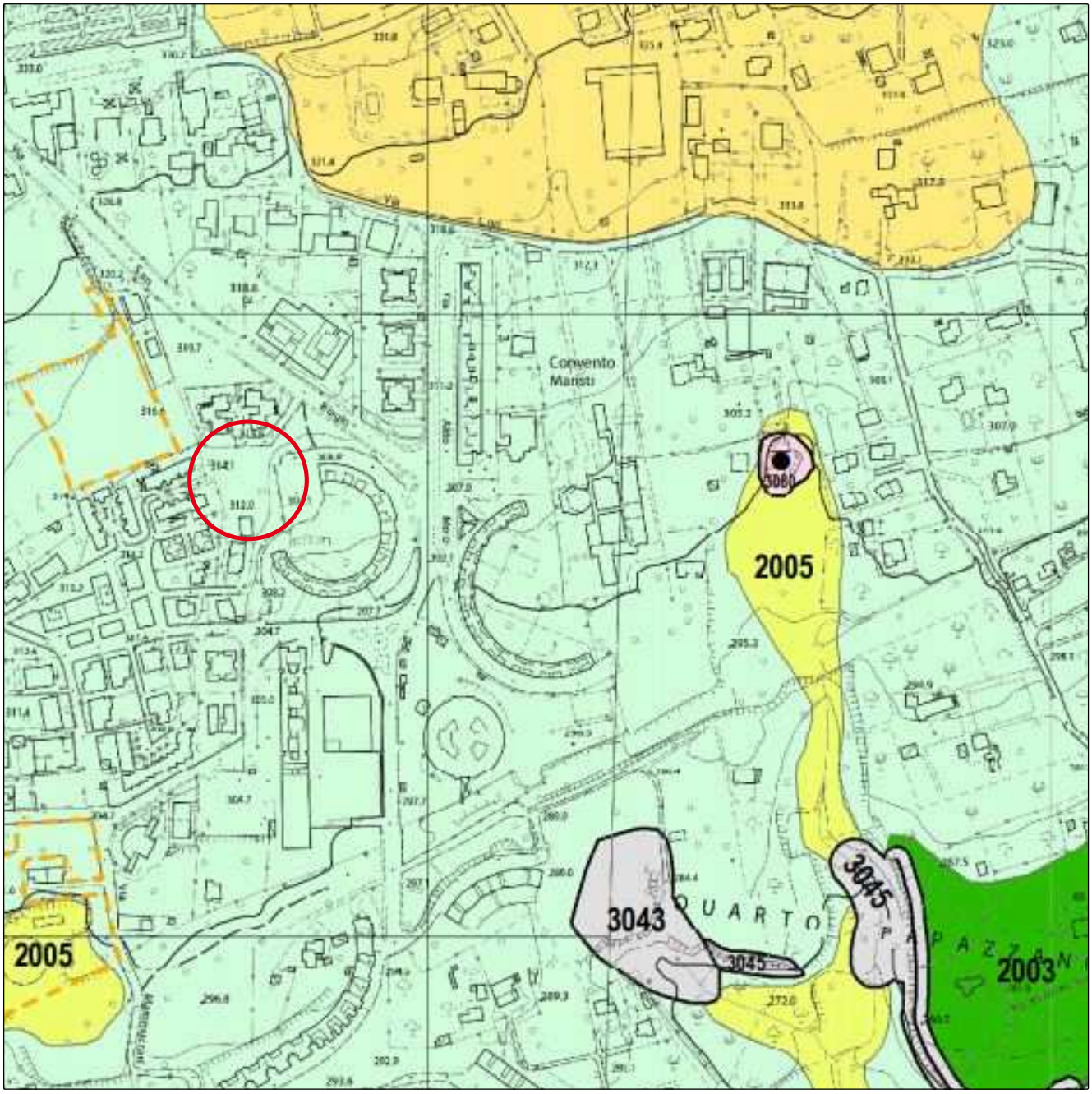
LIMITI AMMINISTRATIVI

- Limite Autorità dei Bacini Regionali
- Limiti Comunali
- Limite Regionale

LIVELLI DI RISCHIO IN FUNZIONE DELLA PERICOLOSITA' E DEL VALORE ESPOSTO (art. 8 comma 5)

ELEMENTI AREALI A RISCHIO	ELEMENTI LINEARI A RISCHIO	ELEMENTI PUNTUALI A RISCHIO
R4	R4	R4
R3	R3	R3
R2	R2	R2

Stralcio Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)

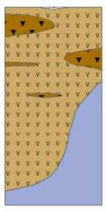


LEGENDA

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

2001	Zona 1	2002	Zona 2	2003	Zona 3	2004	Zona 4
2005	Zona 5	2006	Zona 6	2007	Zona 7		

Zona 1



Bedrock tra 20m e 130m

Terreno di riporto – Coperture colluviali. Spessore max 14 m.

Limi sabbiosi prevalenti, e talvolta limi argillosi. ricchi in materiale vulcanico. Spessore max 15 m (Depositi alluvionali).

Travertino. Spessore max 8m

Formazione di Madonna degli Angeli – Cono di scorie. Spessore max 40 m.

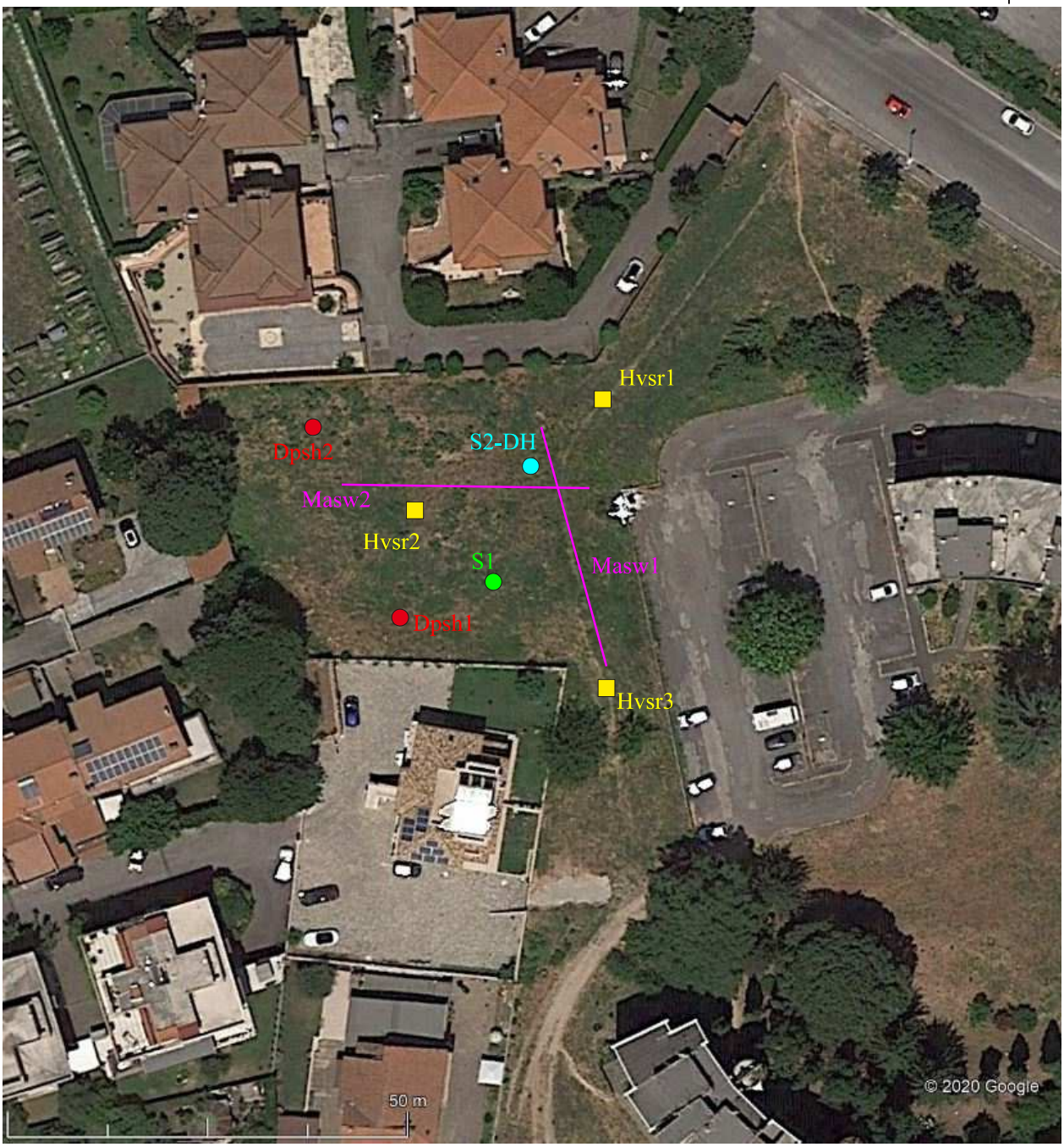
Unità di Nemi – Successione Campi d'Annibale: maar, lahar, depositi di flusso, tufi. Spessore max 35 m

Lave e tufi litoidi: Formazione di Madonna degli Angeli (Litofacies lavica) con spessore max 25m, Formazione di Villa Senni (Membro del Tufo Lionato) con spessore max 6m, Formazione di Fontana Centogocce (Litofacies lavica) con spessore max 25m, Formazione di Corcolle (Litofacies lavica) con spessore max 10m. Si riscontrano a varie altezze stratigrafiche, talvolta intercalate nei depositi piroclastici.

Depositi piroclastici: Formazione di Madonna degli Angeli (Litofacies piroclastica), Formazione di Villa Senni (Membro delle Pozzolanelle), Formazione di Fontana Centogocce (Litofacies piroclastica), Pozzolane Nere, Formazione di Corcolle(Litofacies piroclastica) non affiorante, Pozzolane Rosse non affioranti. Spessore notevolmente variabile, può raggiungere i 220 m.

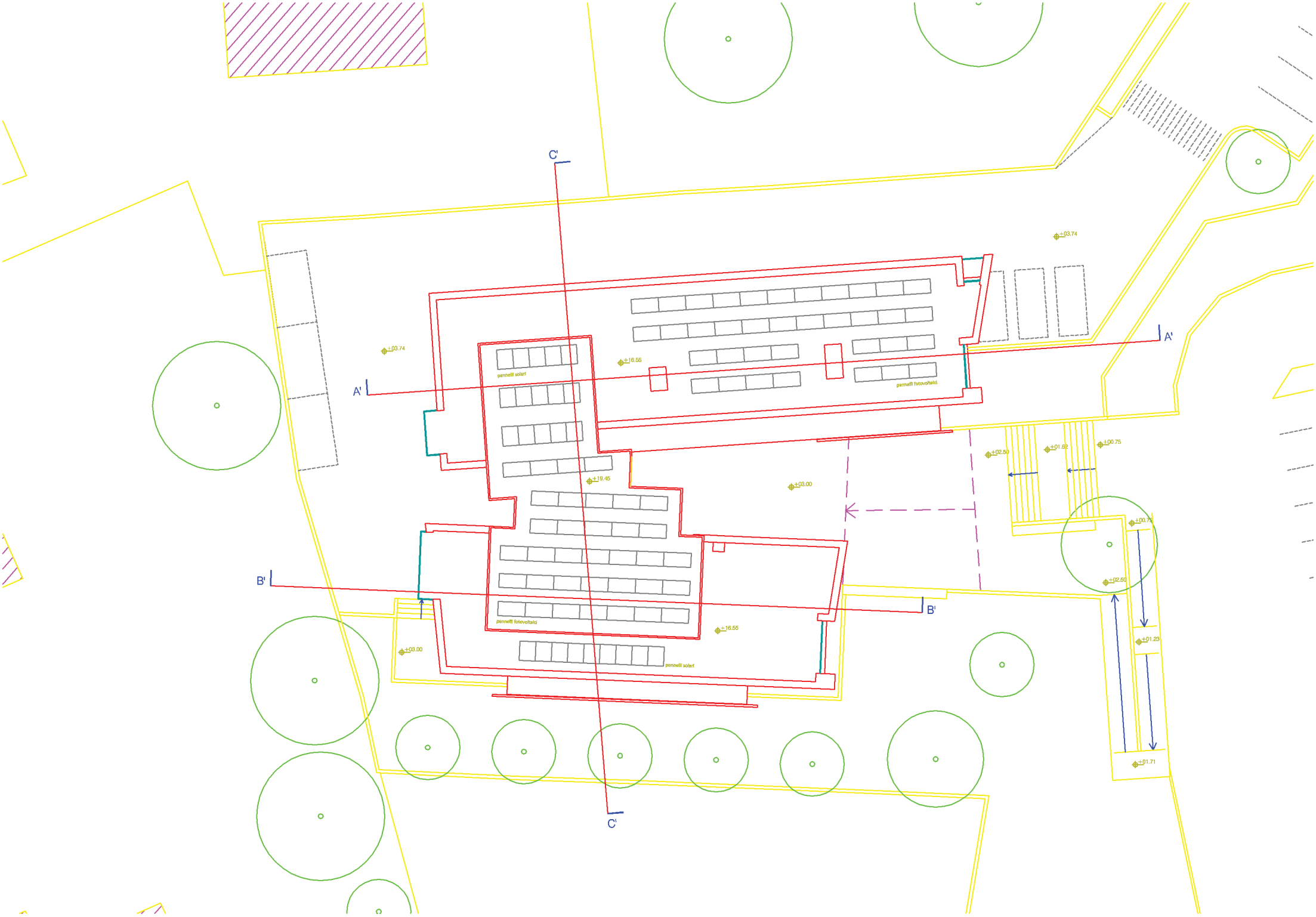
Unità vulcaniche indifferenziate

Planimetria ubicativa

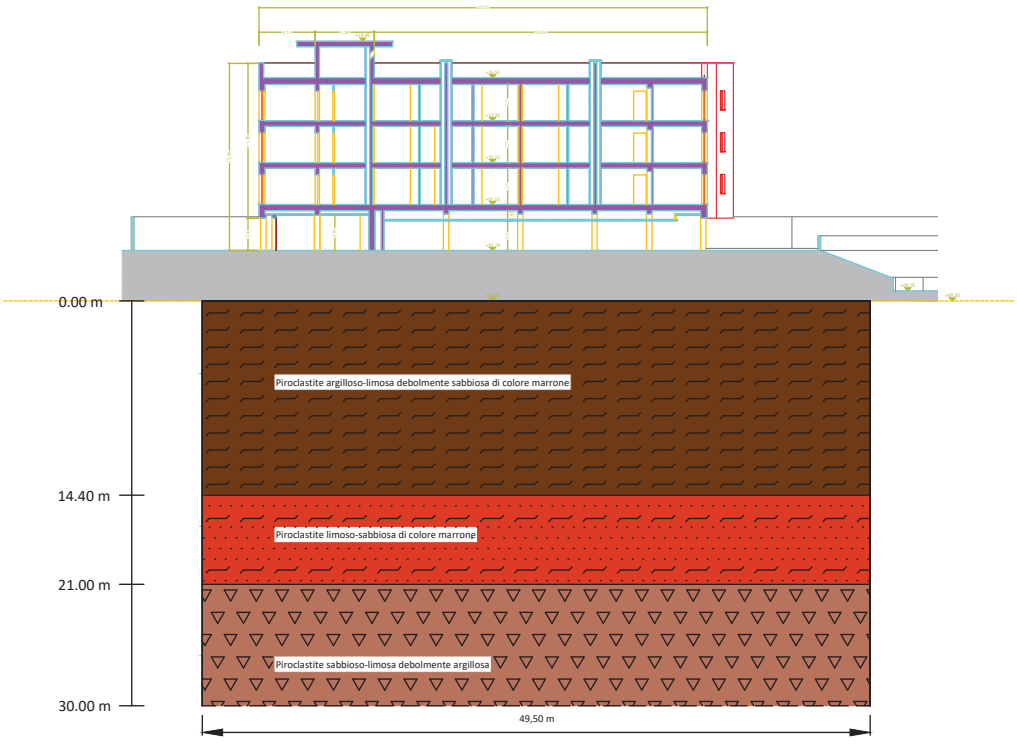


Legenda

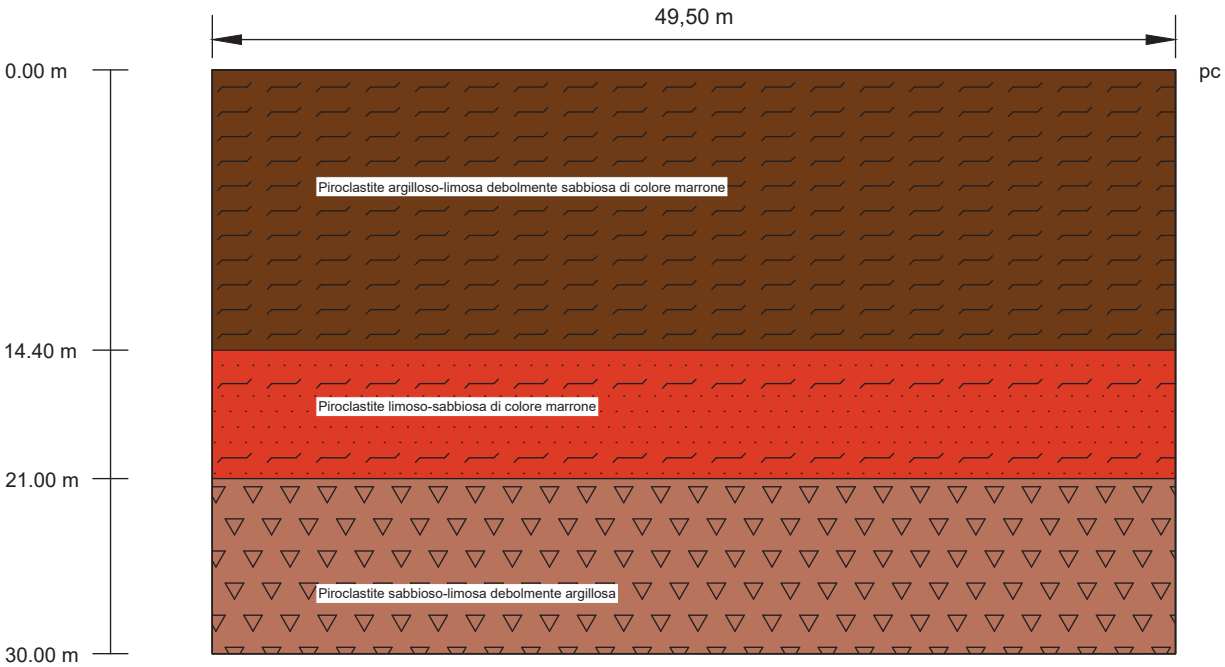
- Prova penetrometrica super-pesante
- Prova HVSR
- MASW
- Prova Down Hole
- Sondaggio stratigrafico


C'
A'
A'
B'
B'
C'
±03.74
±16.55
pannelli solari
pannelli fotovoltaici
±19.45
±03.00
±02.50
±01.82
±00.75
±01.23
±01.71

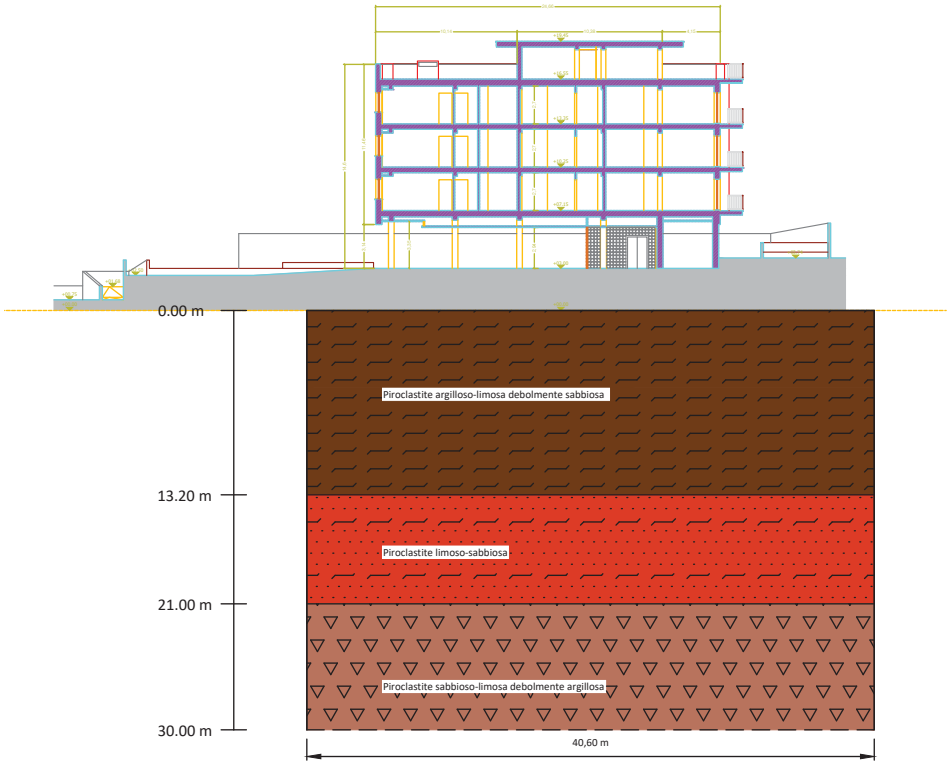
SEZIONE A-A


0.00 m
14.40 m
21.00 m
30.00 m
Piroclastite argilloso-limosa debolmente sabbiosa di colore marrone
Piroclastite limoso-sabbiosa di colore marrone
Piroclastite sabbioso-limosa debolmente argillosa
49,50 m

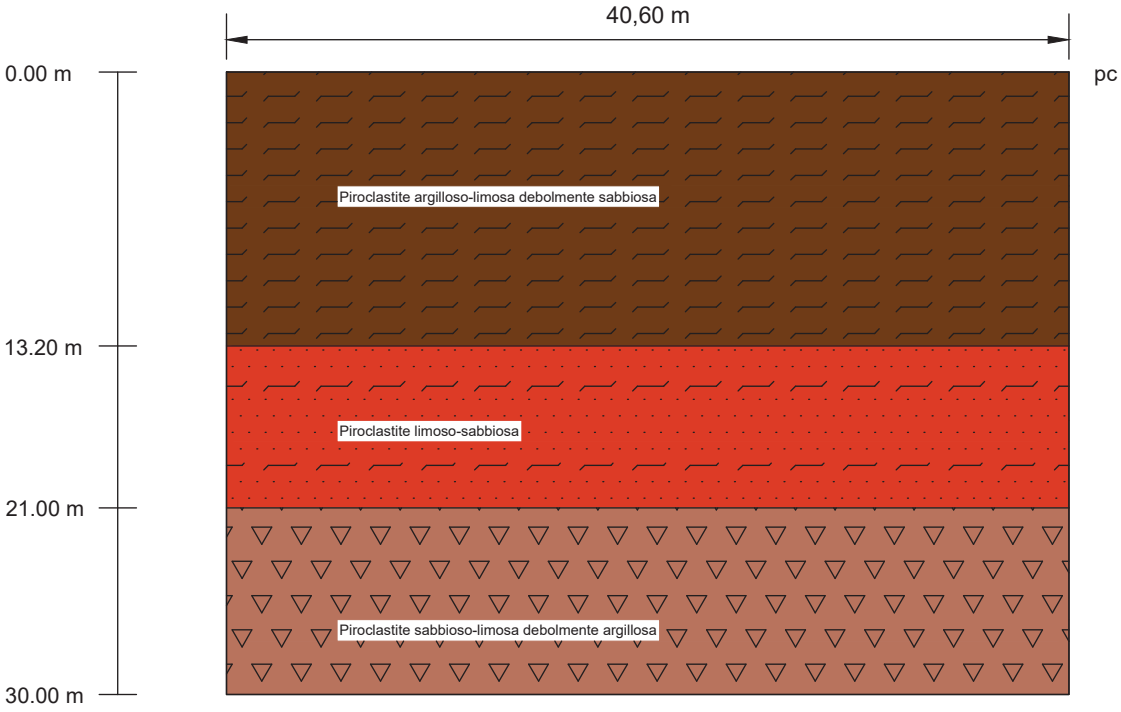
SEZIONE A-A'


49,50 m
0.00 m
pc
Piroclastite argilloso-limosa debolmente sabbiosa di colore marrone
14.40 m
Piroclastite limoso-sabbiosa di colore marrone
21.00 m
Piroclastite sabbioso-limosa debolmente argillosa
30.00 m

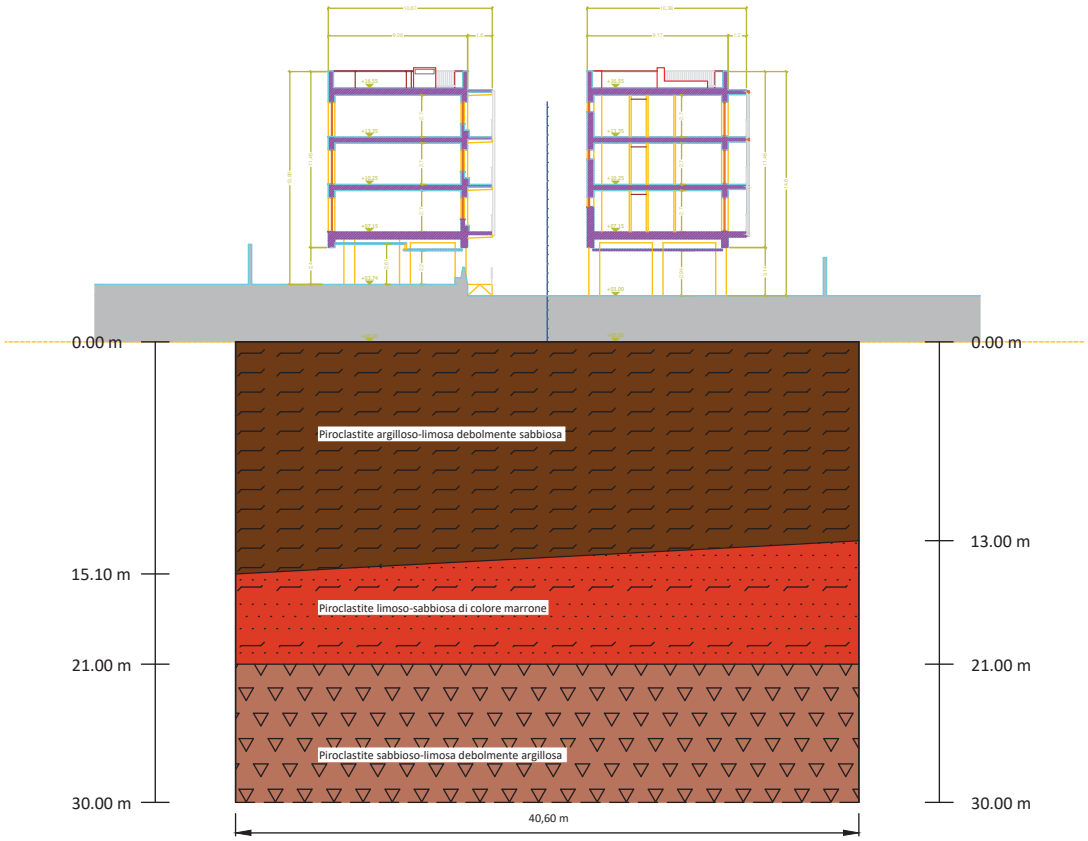
SEZIONE B-B


0.00 m
13.20 m
21.00 m
30.00 m
Piroclastite argilloso-limosa debolmente sabbiosa
Piroclastite limoso-sabbiosa
Piroclastite sabbioso-limosa debolmente argillosa
40,60 m

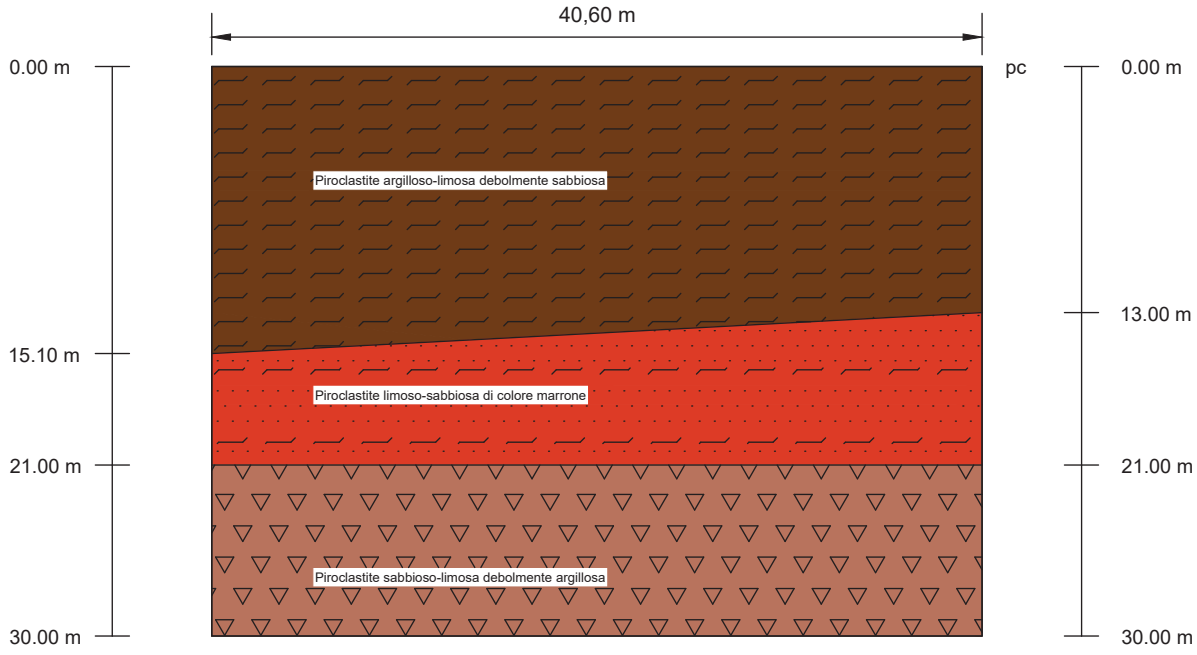
SEZIONE B-B'


40,60 m
0.00 m
pc
Piroclastite argilloso-limosa debolmente sabbiosa
13.20 m
Piroclastite limoso-sabbiosa
21.00 m
Piroclastite sabbioso-limosa debolmente argillosa
30.00 m

SEZIONE C - C


0.00 m
0.00 m
Piroclastite argilloso-limosa debolmente sabbiosa
15.10 m
13.00 m
Piroclastite limoso-sabbiosa di colore marrone
21.00 m
21.00 m
Piroclastite sabbioso-limosa debolmente argillosa
30.00 m
30.00 m
40,60 m

SEZIONE C-C'


40,60 m
0.00 m
15.10 m
21.00 m
30.00 m
pc
0.00 m
13.00 m
21.00 m
30.00 m
Piroclastite argilloso-limosa debolmente sabbiosa
Piroclastite limoso-sabbiosa di colore marrone
Piroclastite sabbioso-limosa debolmente argillosa

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
Comune di Velletri	30 m.p.c.	310 m.s.l.m.		
Operatore	**Indagine**	**Note1**		**Inizio/Fine Esecuzione**
	geognostica			6 gennaio 2018
Responsabile	**Sondaggio**	**Tipo Carotaggio**	**Tipo Sonda**	**Coordinate X Y**
geologo Cera Pierluigi	a carotaggio continuo			lat: 41,691295 long: 12,787046

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D. (0 20 40 60 80 100)	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove	Piezometro (P) o Inclinometro (I)
1–12		Piroclastite argillo-limosa debolmente sabbiosa (Rp=500 kPa)	12.30	C	4,6,5 Nspt=11 7.50 PA	4.0 3.7 3.8 3.9 4.5		3.00 C 3.30							
12–13		Piroclastite limo-sabbiosa con leucite	13.00	C	10,7,8 Nspt=15 13.50 PA										
13–19		Piroclastite tufacea incoerente limo-sabbiosamediamente addensata con femici, biotite e leucite	19.20	C											
19–21		Piroclastite limo-sabbiosa con leucite	21.00	C											
21–30		Piroclastite tufacea incoerente sabbiosa-limosa debolmente argillosa	30.00	C	10,11,10 Nspt=21 22.00 PA										

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato , Rs-Rimaneggiato da SPT
Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua
Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici
Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa

Sperimentatore

Responsabile

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
Comune di Velletri	**30 m.p.c.**	**309 m.s.l.m..**		
Operatore	Indagine	Note1		Inizio/Fine Esecuzione
	Geognostica			**13 aprile 2018**
Responsabile	Sondaggio	Tipo Carotaggio	Tipo Sonda	Coordinate X Y
	a carotaggio continuo			**41.691383 N 12.787246 E**

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D. (0 20 40 60 80 100)	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalogi	Falda	Altre prove	Altre prove	Piezometro (P) o Inclinometro (I)
1–13		Piroclastite argillo-limosa debolmente sabbiosa di colore marrone		C											
14			14.20												
14–20		Piroclastite limosoo-sabbiosa di colore marrone (cinerite limo-sabbiosa tra i 17,5-18,30 m.p.c.)		C				16.50 S 17.20							
20			21.00												
21–30		piroclastite sabbioso-limosa debolmete argillosa		C	7/10/13 Nspt=23 25.50 PA			21.00 S 21.50							
30			30.00												

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato , Rs-Rimaneggiato da SPT
Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua
Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Bentonitici
Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa

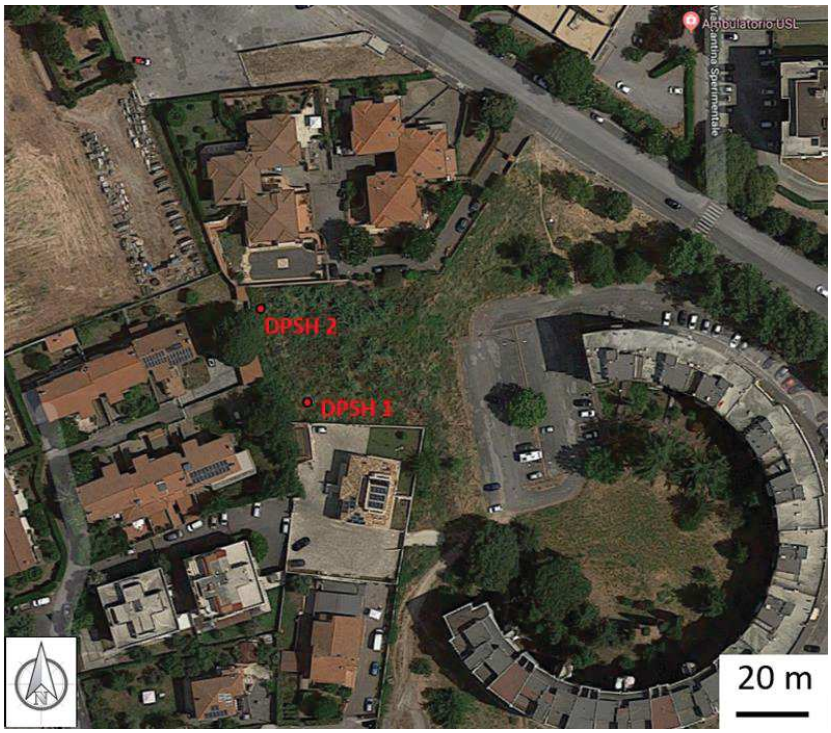
Sperimentatore

Responsabile

INDAGINE PENETROMETRICA DPSH

Nel presente rapporto tecnico viene riportata l'elaborazione relativa all'esecuzione di due indagini penetrometriche di tipo DPSH eseguite presso Via San Biagio, nel comune di Velletri (RM).

La campagna di indagini è stata eseguita nel mese di Aprile 2018, su incarico del Geol. Pierluigi Cera.



Ubicazione dell'Indagine (da google maps).

Report fotografico

DPSH 1

DPSH 2

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DPSH (S. Heavy)**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla Certificato	Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : DPSH (S. Heavy)

MASSA BATTENTE	M	= 63.50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H	= 0.75 m
MASSA SISTEMA BATTUTA	Ms	= 0.63 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D	= 50.50 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A	= 20.4300 cm²
ANGOLO APERTURA PUNTA	α	= 90 °
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La	= 1.00 m
MASSA ASTE PER METRO	Ma	= 6.31 kg
PROF. GIUNZIONE 1ª ASTA	P1	= 0.20 m
AVANZAMENTO PUNTA	δ	= 0.20 m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N	= N(20) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO	
RENDIMENTO SPECIFICO x COLPO	Q	= (MH)/(Aδ) = 11.66 kg/cm²(prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm²)
COEFF.TEORICO RENDIMENTO	βt	= Q/Qspt = 1.489 (teoricamente : Nspt = βt N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N
M = massa battente (altezza caduta H)
P = massa totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)
1 kg/cm² = 0.098067 MPa =~ 0,1 MPa 1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm² 1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa 1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

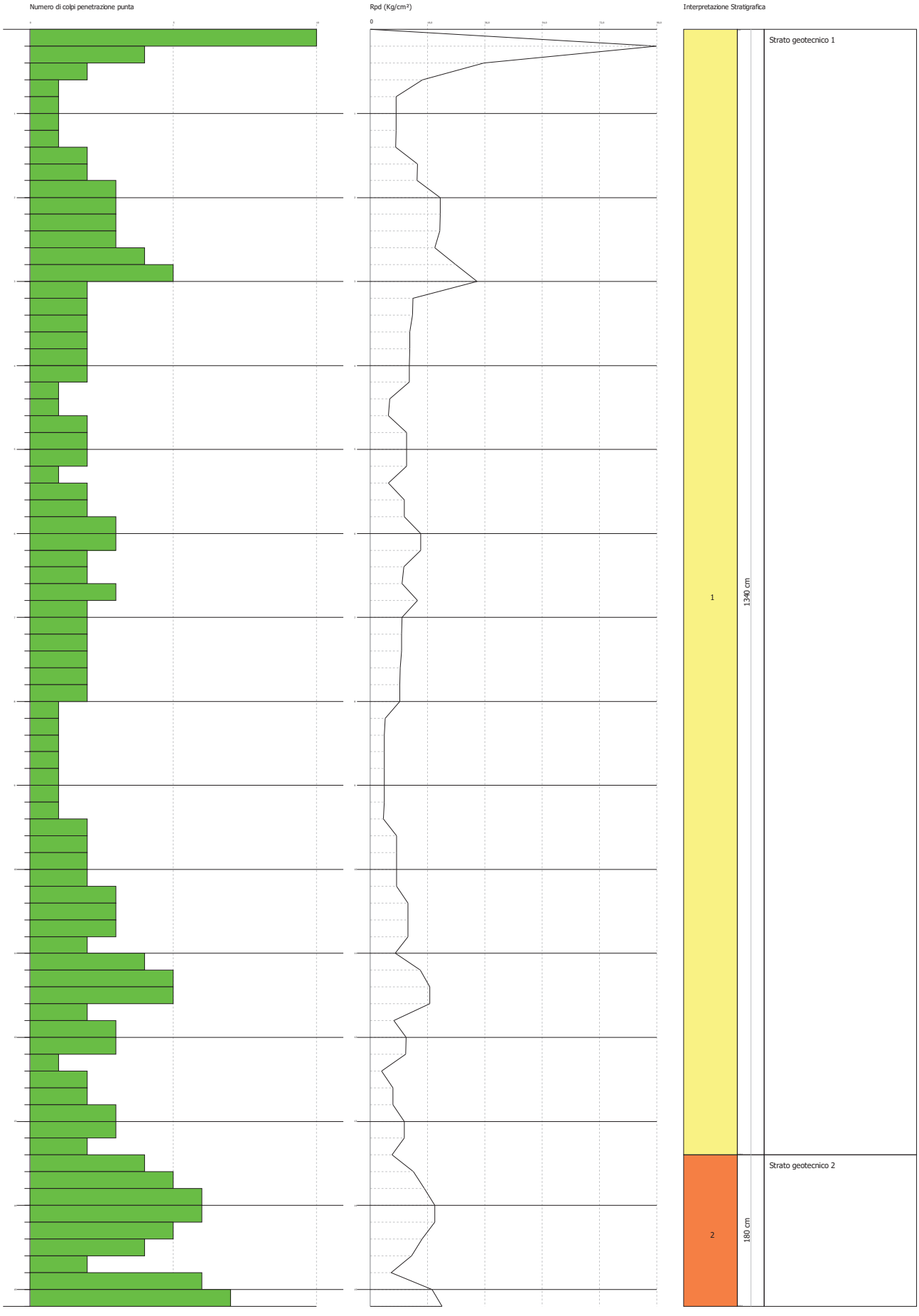
Geo Logica S.R.L.
Via Giano Della Bella.18 00162 Roma
Tel 0664781884 info@geologicaitaliana.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Geol. Pierluigi Cera
Cantiere: Via San Biagio
Località: Velletri (RM)

Data: 23/04/2018

Scala 1:64



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
[1] - Strato geotecnico 1	3,43	13,40	Terzaghi-Peck	0,21
[2] - Strato geotecnico 2	7,35	15,20	Terzaghi-Peck	0,46

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Strato geotecnico 1	3,43	13,40	Robertson (1983)	6,86
[2] - Strato geotecnico 2	7,35	15,20	Robertson (1983)	14,70

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
[1] - Strato geotecnico 1	3,43	13,40	Stroud e Butler (1975)	15,74
[2] - Strato geotecnico 2	7,35	15,20	Stroud e Butler (1975)	33,72

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm²)
[1] - Strato geotecnico 1	3,43	13,40	Apollonia	34,30
[2] - Strato geotecnico 2	7,35	15,20	Apollonia	73,50

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato geotecnico 1	3,43	13,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - Strato geotecnico 2	7,35	15,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - Strato geotecnico 1	3,43	13,40	Meyerhof ed altri	1,66
[2] - Strato geotecnico 2	7,35	15,20	Meyerhof ed altri	1,87

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - Strato geotecnico 1	3,43	13,40	Meyerhof ed altri	1,86
[2] - Strato geotecnico 2	7,35	15,20	Meyerhof ed altri	1,90

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato geotecnico 1	3,43	13,40	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	122,22
[2] - Strato geotecnico 2	7,35	15,20	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	161,42

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato geotecnico 1	3,43	13,40	3,43	Gibbs & Holtz 1957	28,58
[2] - Strato geotecnico 2	7,35	15,20	7,35	Gibbs & Holtz 1957	31,92

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato geotecnico 1	3,43	13,40	3,43	Sowers (1961)	28,96
[2] - Strato geotecnico 2	7,35	15,20	7,35	Sowers (1961)	30,06

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[1] - Strato geotecnico 1	3,43	13,40	3,43	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[2] - Strato geotecnico 2	7,35	15,20	7,35	Bowles (1982) Sabbia Media	---

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[1] - Strato geotecnico 1	3,43	13,40	3,43	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	34,51
[2] - Strato geotecnico 2	7,35	15,20	7,35	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	42,56

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato geotecnico 1	3,43	13,40	3,43	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[2] - Strato geotecnico 2	7,35	15,20	7,35	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - Strato geotecnico 1	3,43	13,40	3,43	Meyerhof ed altri	1,47
[2] - Strato geotecnico 2	7,35	15,20	7,35	Meyerhof ed altri	1,63

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - Strato geotecnico 1	3,43	13,40	3,43	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
[2] - Strato geotecnico 2	7,35	15,20	7,35	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato geotecnico 1	3,43	13,40	3,43	(A.G.I.)	0,35
[2] - Strato geotecnico 2	7,35	15,20	7,35	(A.G.I.)	0,34

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
[1] - Strato geotecnico 1	3,43	13,40	3,43	Ohsaki (Sabbie pulite)	207,06
[2] - Strato geotecnico 2	7,35	15,20	7,35	Ohsaki (Sabbie pulite)	423,86

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato geotecnico 1	3,43	13,40	3,43	Ohta & Goto (1978) Limi	122,22
[2] - Strato geotecnico 2	7,35	15,20	7,35	Ohta & Goto (1978) Limi	161,42

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm³)
[1] - Strato geotecnico 1	3,43	13,40	3,43	Navfac 1971-1982	0,62
[2] - Strato geotecnico 2	7,35	15,20	7,35	Navfac 1971-1982	1,52

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Strato geotecnico 1	3,43	13,40	3,43	Robertson 1983	6,86
[2] - Strato geotecnico 2	7,35	15,20	7,35	Robertson 1983	14,70

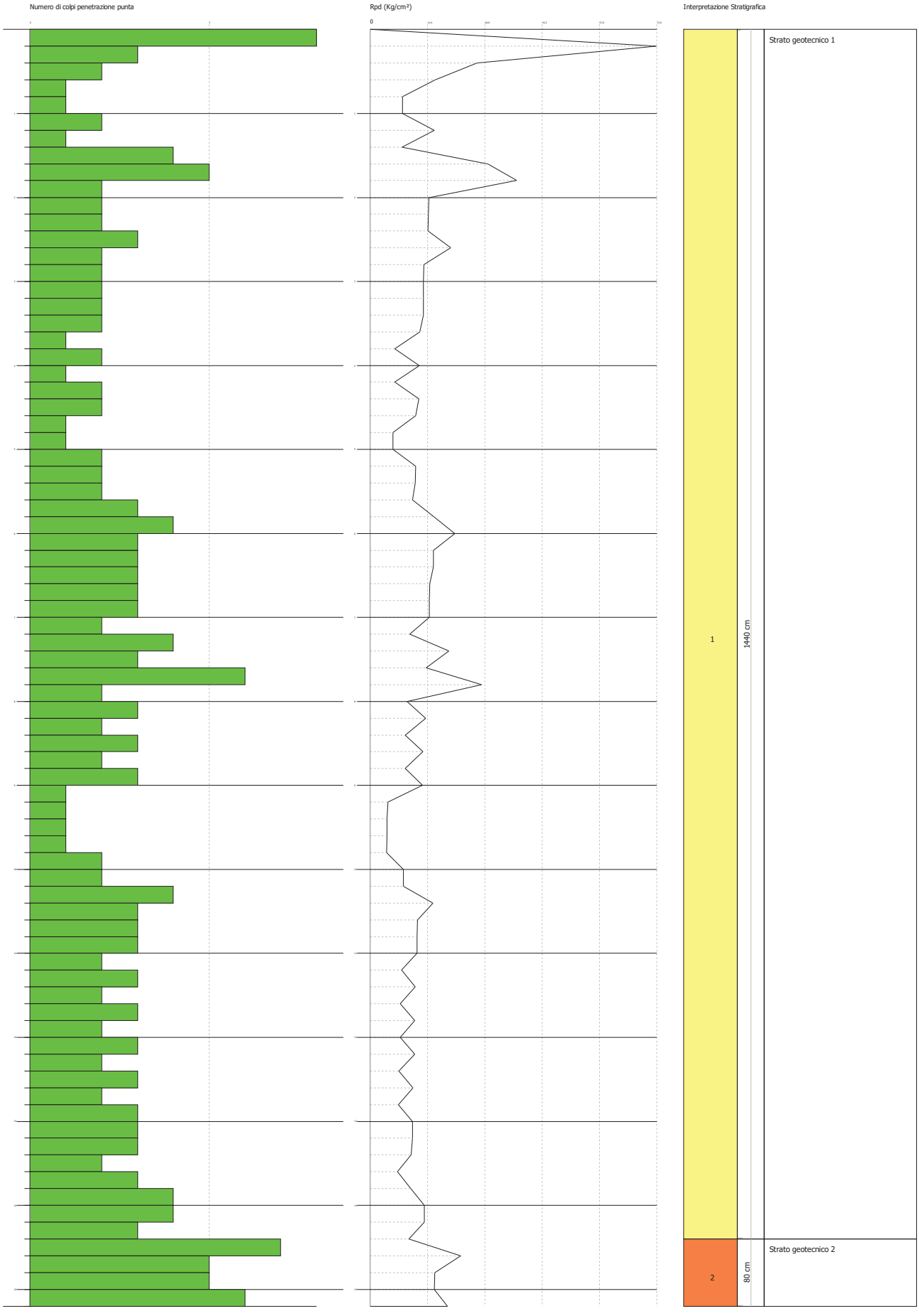
Geo Logica S.R.L.
Via Giano Della Bella.18 00162 Roma
Tel 0664781884 info@geologicaitaliana.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Geol. Pierluigi Cera
Cantiere: Via San Biagio
Località: Velletri (RM)

Data: 23/04/2018

Scala 1:64



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
[1] - Strato geotecnico 1	3,72	14,40	Terzaghi-Peck	0,23
[2] - Strato geotecnico 2	8,45	15,20	Terzaghi-Peck	0,57

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Strato geotecnico 1	3,72	14,40	Robertson (1983)	7,44
[2] - Strato geotecnico 2	8,45	15,20	Robertson (1983)	16,90

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
[1] - Strato geotecnico 1	3,72	14,40	Stroud e Butler (1975)	17,07
[2] - Strato geotecnico 2	8,45	15,20	Stroud e Butler (1975)	38,77

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm²)
[1] - Strato geotecnico 1	3,72	14,40	Apollonia	37,20
[2] - Strato geotecnico 2	8,45	15,20	Apollonia	84,50

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato geotecnico 1	3,72	14,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - Strato geotecnico 2	8,45	15,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - Strato geotecnico 1	3,72	14,40	Meyerhof ed altri	1,68
[2] - Strato geotecnico 2	8,45	15,20	Meyerhof ed altri	1,92

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - Strato geotecnico 1	3,72	14,40	Meyerhof ed altri	1,87
[2] - Strato geotecnico 2	8,45	15,20	Meyerhof ed altri	--

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato geotecnico 1	3,72	14,40	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	125,69
[2] - Strato geotecnico 2	8,45	15,20	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	166,47

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato geotecnico 1	3,72	14,40	3,72	Gibbs & Holtz 1957	29,31
[2] - Strato geotecnico 2	8,45	15,20	8,45	Gibbs & Holtz 1957	34,15

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato geotecnico 1	3,72	14,40	3,72	Sowers (1961)	29,04
[2] - Strato geotecnico 2	8,45	15,20	8,45	Sowers (1961)	30,37

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[1] - Strato geotecnico 1	3,72	14,40	3,72	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[2] - Strato geotecnico 2	8,45	15,20	8,45	Bowles (1982) Sabbia Media	---

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[1] - Strato geotecnico 1	3,72	14,40	3,72	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	35,11
[2] - Strato geotecnico 2	8,45	15,20	8,45	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	44,82

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato geotecnico 1	3,72	14,40	3,72	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[2] - Strato geotecnico 2	8,45	15,20	8,45	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - Strato geotecnico 1	3,72	14,40	3,72	Meyerhof ed altri	1,48
[2] - Strato geotecnico 2	8,45	15,20	8,45	Meyerhof ed altri	1,68

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - Strato geotecnico 1	3,72	14,40	3,72	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
[2] - Strato geotecnico 2	8,45	15,20	8,45	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato geotecnico 1	3,72	14,40	3,72	(A.G.I.)	0,35
[2] - Strato geotecnico 2	8,45	15,20	8,45	(A.G.I.)	0,34

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
[1] - Strato geotecnico 1	3,72	14,40	3,72	Ohsaki (Sabbie pulite)	223,47
[2] - Strato geotecnico 2	8,45	15,20	8,45	Ohsaki (Sabbie pulite)	483,24

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato geotecnico 1	3,72	14,40	3,72	Ohta & Goto (1978) Limi	125,69
[2] - Strato geotecnico 2	8,45	15,20	8,45	Ohta & Goto (1978) Limi	166,47

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm³)
[1] - Strato geotecnico 1	3,72	14,40	3,72	Navfac 1971-1982	0,69
[2] - Strato geotecnico 2	8,45	15,20	8,45	Navfac 1971-1982	1,77

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Strato geotecnico 1	3,72	14,40	3,72	Robertson 1983	7,44
[2] - Strato geotecnico 2	8,45	15,20	8,45	Robertson 1983	16,90

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

COMMITTENTE:	DOTT. CERA PIERLUIGI	
RIFERIMENTO:	Via S. Biagio - Velletri	
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 3.0-3.3

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	30,7	%
Peso di volume	15,0	kN/m³
Peso di volume secco	11,5	kN/m³
Peso di volume saturo	16,7	kN/m³
Peso specifico	2,49	
Indice dei vuoti	1,124	
Porosità	52,9	%
Grado di saturazione	68,0	%
Limite di liquidità	51,9	%
Limite di plasticità	37,3	%
Indice di plasticità	14,6	%
Indice di consistenza	1,45	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	9,2	%
Limo	22,8	%
Argilla	68,0	%
D 10		mm
D 50		mm
D 60	0,002011	mm
D 90	0,061750	mm
Passante set. 10	98,9	%
Passante set. 42	95,7	%
Passante set. 200	90,8	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec

COMPRESSIONE

σ	418	kPa	σ_{Rim}		kPa
c_u	209	kPa	$c_{u\ Rim}$		kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta

c	29,9	kPa	ϕ	26,2	°
c_{Res}		kPa	ϕ_{Res}		°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec

Epivulcanite a granulometria argilloso limosa, debolmente sabbiosa, di colore marrone (Rp > 500 kPa).

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00110	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE:	19/01/18	Inizio analisi:	16/01/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 6 del 15/01/18		Apertura campione:	16/01/18	Fine analisi:	17/01/18

COMMITTENTE: DOTT. CERA PIERLUIGI
RIFERIMENTO: Via S. Biagio - Velletri
SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3.0-3.3

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 30,7 %

Struttura del materiale:
- ◉ Omogeneo
- ☐ Stratificato
- ☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 2,00 mm

Epivulcanite a granulometria argilloso limosa, debolmente sabbiosa, di colore marrone (Rp > 500 kPa).

1
31750

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Strepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00109	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE:	19/01/18	Inizio analisi:	16/01/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 6 del 15/01/18		Apertura campione:	16/01/18	Fine analisi:	16/01/18

COMMITTENTE: DOTT. CERA PIERLUIGI
RIFERIMENTO: Via S. Biagio - Velletri
SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3.0-3.3

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 15,0 kN/m³

Epivulcanite a granulometria argilloso limosa, debolmente sabbiosa, di colore marrone (Rp > 500 kPa).

1
31750

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Strepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00108 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 19/01/18	Inizio analisi:	19/01/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 6 del 15/01/18	Apertura campione: 16/01/18	Fine analisi:	19/01/18

COMMITTENTE: DOTT. CERA PIERLUIGI

RIFERIMENTO: Via S. Biagio - Velletri

SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3.0-3.3

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,49

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,49

Metodo: ◉ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 24,4 °C

Dimensione massima delle particelle: 2,00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

Epivulcanite a granulometria argilloso limosa, debolmente sabbiosa, di colore marrone (Rp > 500 kPa).

1
31750

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Strepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00107 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 19/01/18	Inizio analisi:	18/01/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 6 del 15/01/18	Apertura campione: 16/01/18	Fine analisi:	19/01/18

COMMITTENTE: DOTT. CERA PIERLUIGI
RIFERIMENTO: Via S. Biagio - Velletri
SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3.0-3.3

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

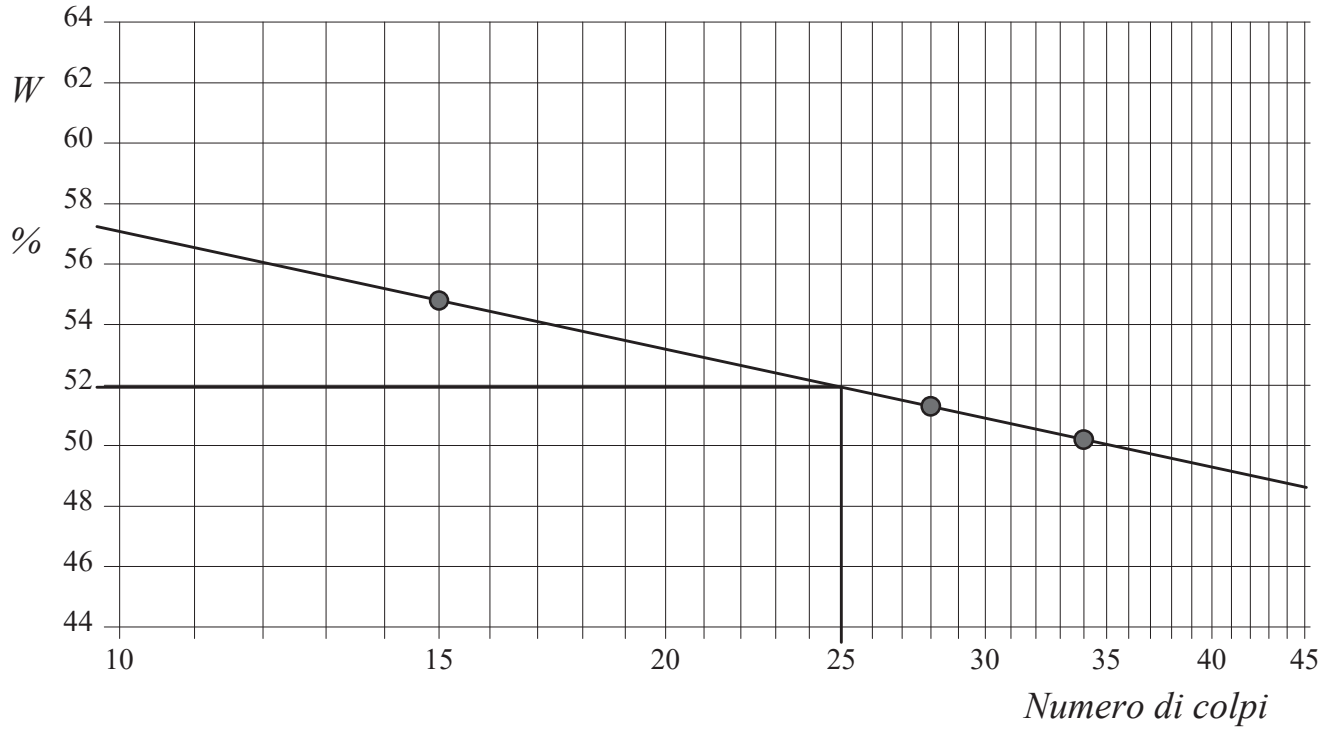
Limite di liquidità	51,9	%
Limite di plasticità	37,3	%
Indice di plasticità	14,6	%

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

LIMITE DI LIQUIDITA'					
Numero di colpi	15	28	34		
Umidità (%)	54,8	51,3	50,2		

LIMITE DI PLASTICITA'		
Umidità (%)	37,2	37,4
Umidità media	37,3	

Determinazione del Limite di liquidità



Epivulcanite a granulometria argilloso limosa, debolmente sabbiosa, di colore marrone (Rp > 500 kPa).

1
31750

Lo sperimentatore
Dott. Fabrizio Rabottino

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

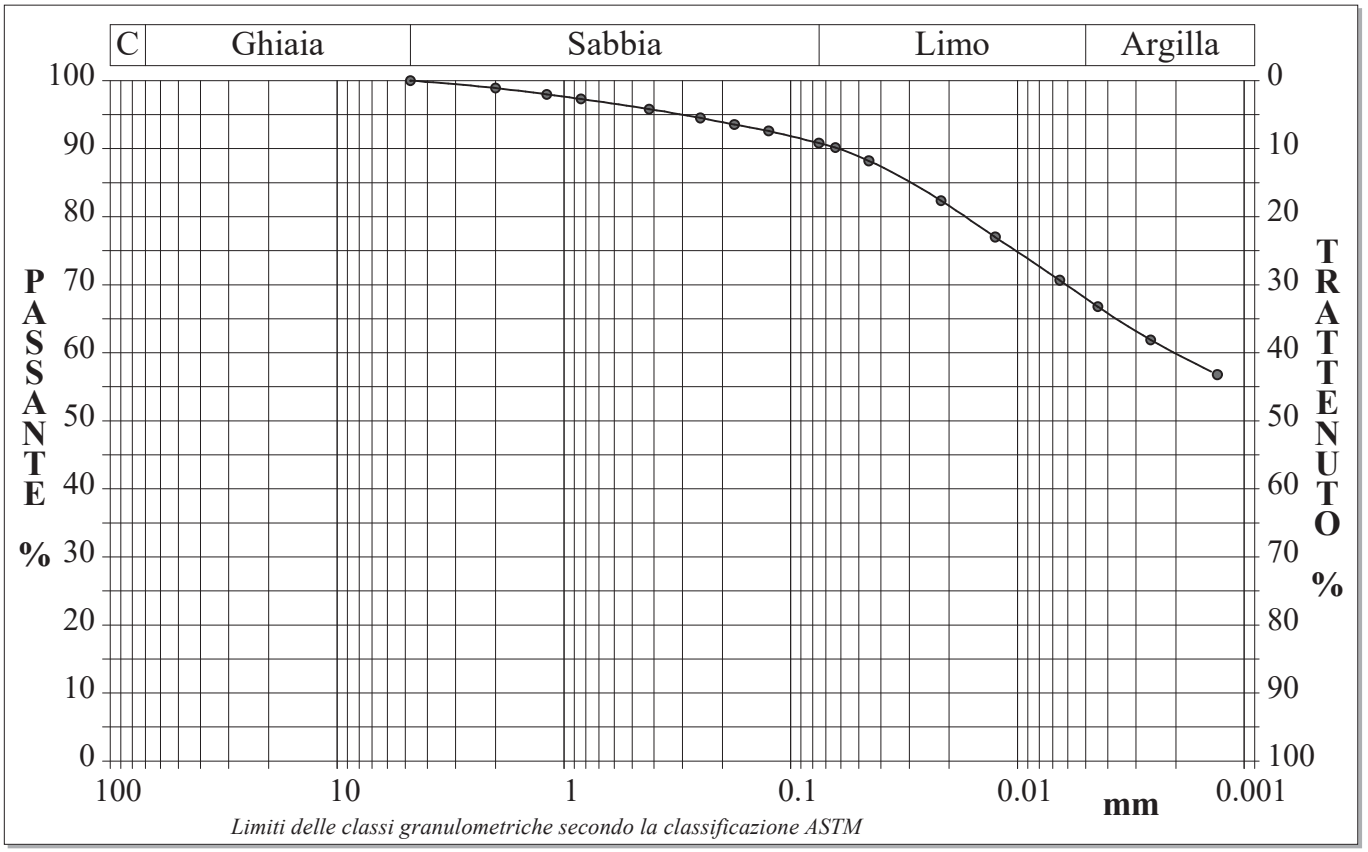
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00106 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 19/01/18	Inizio analisi: 17/01/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 6 del 15/01/18	Apertura campione: 16/01/18	Fine analisi: 19/01/18

COMMITTENTE: DOTT. CERA PIERLUIGI
RIFERIMENTO: Via S. Biagio - Velletri
SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3.0-3.3

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	98,9 %	D_{10}	--- mm
Sabbia	9,2 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	95,7 %	D_{30}	--- mm
Limo	22,8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	90,8 %	D_{50}	--- mm
Argilla	68,0 %			D_{60}	0,00201 mm
Coefficiente di uniformità	---	Coefficiente di curvatura	---	D_{90}	0,06175 mm



Limiti delle classi granulometriche secondo la classificazione ASTM

Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
4,7500	100,00	0,2500	94,51	0,0452	88,21	0,0026	61,90		
2,0000	98,91	0,1770	93,55	0,0217	82,36	0,0013	56,78		
1,1900	97,99	0,1250	92,59	0,0125	77,00				
0,8410	97,30	0,0750	90,80	0,0065	70,67				
0,4200	95,81	0,0635	90,16	0,0044	66,77				

Epivulcanite a granulometria argilloso limosa, debolmente sabbiosa, di colore marrone (Rp > 500 kPa).

1
31750

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Strepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00105 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 19/01/18	Inizio analisi:	18/01/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 6 del 15/01/18	Apertura campione: 16/01/18	Fine analisi:	18/01/18

COMMITTENTE: DOTT. CERA PIERLUIGI
RIFERIMENTO: Via S. Biagio - Velletri
SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3.0-3.3

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	-----	-----
Velocità di deformazione (mm/min):	0,950	-----	-----
Peso di volume (kN/m³):	16,9	-----	-----
Umidità naturale (%):	-----	-----	-----

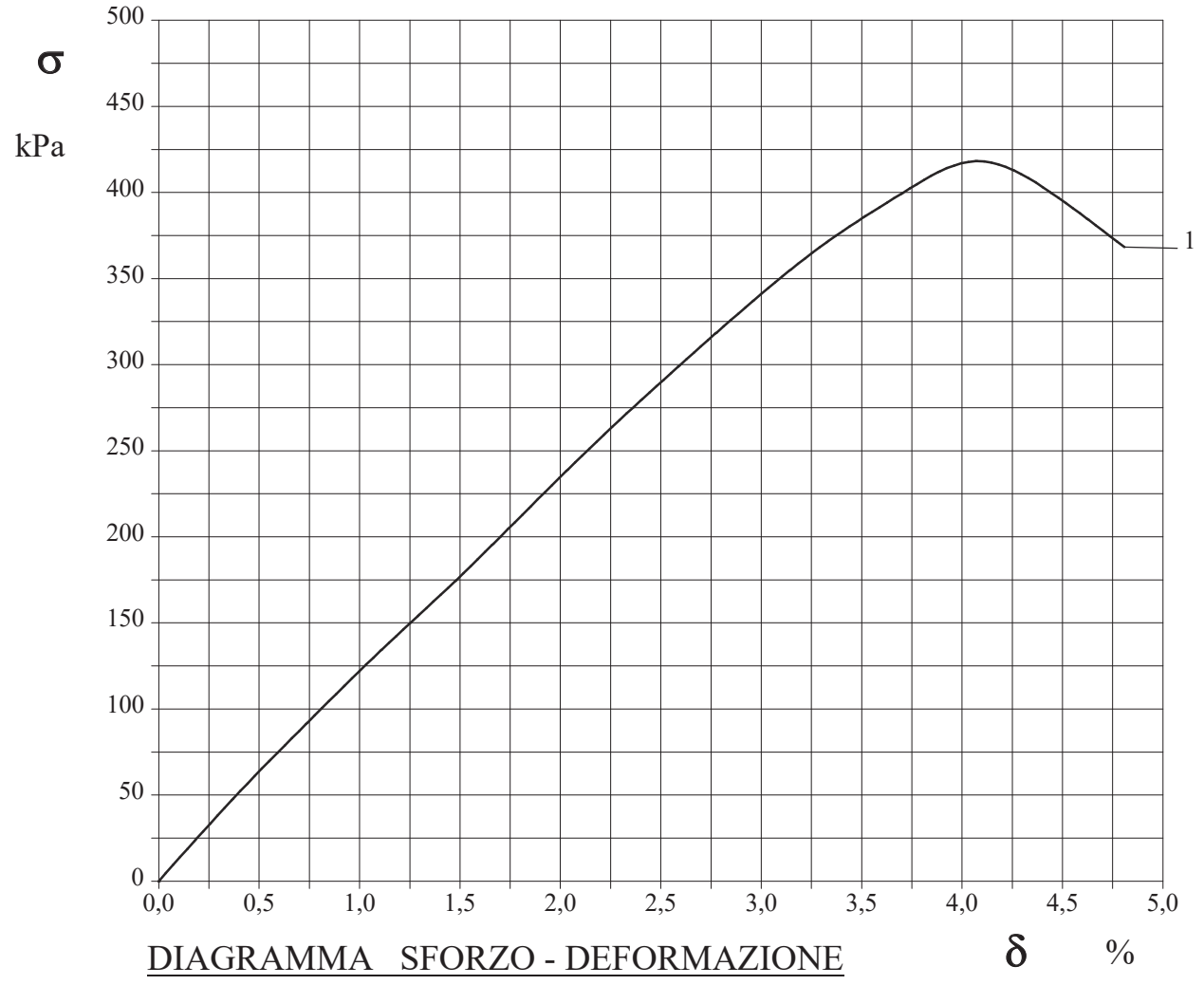


DIAGRAMMA SFORZO - DEFORMAZIONE

Epivulcanite a granulometria argilloso limosa, debolmente sabbiosa, di colore marrone (Rp > 500 kPa).

1
31750

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Strepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00105	Pagina 0/1	DATA DI EMISSIONE:	19/01/18	Inizio analisi:	18/01/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 6 del 15/01/18		Apertura campione:	16/01/18	Fine analisi:	18/01/18

COMMITTENTE: DOTT. CERA PIERLUIGI

RIFERIMENTO: Via S. Biagio - Velletri

SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3.0-3.3

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0,19	24,3										
0,37	47,9										
0,56	70,4										
0,74	92,1										
0,93	113,7										
1,11	134,6										
1,30	154,7										
1,48	174,9										
1,67	196,0										
1,85	217,6										
2,04	239,1										
2,22	259,9										
2,41	280,0										
2,59	299,5										
2,78	318,6										
2,96	337,4										
3,15	355,3										
3,33	371,8										
3,52	386,2										
3,70	399,7										
3,89	412,2										
4,07	418,2										
4,26	412,8										
4,44	399,7										
4,63	384,1										
4,81	367,6										

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Strepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00104 Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 19/01/18	Inizio analisi: 16/01/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 6 del 15/01/18	Apertura campione: 16/01/18	Fine analisi: 18/01/18

COMMITTENTE: DOTT. CERA PIERLUIGI
RIFERIMENTO: Via S. Biagio - Velletri
SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3.0-3.3

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

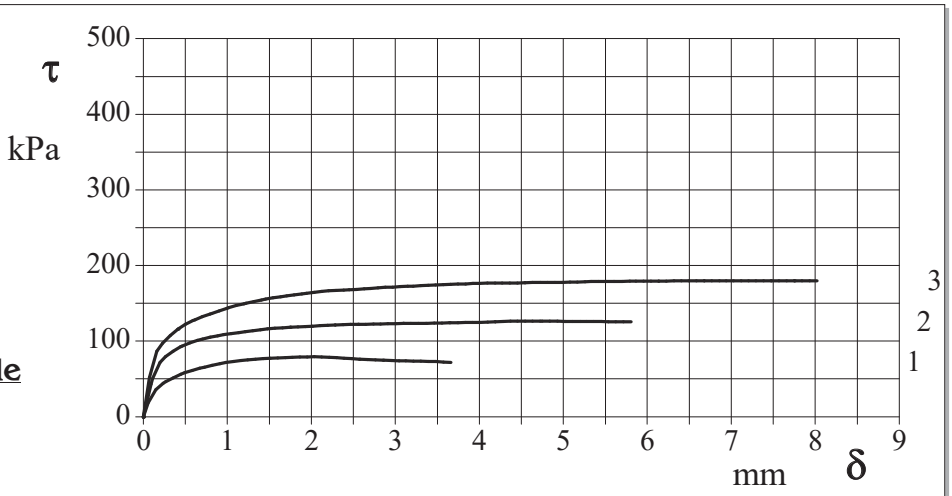
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	41,5 43,7	38,5 42,1	39,1 43,1
Peso di volume (kN/m³):	15,5	15,1	14,6

Tipo di prova: Consolidata - lenta Velocità di deformazione: 0,012 mm / min

DIAGRAMMA

Tensione

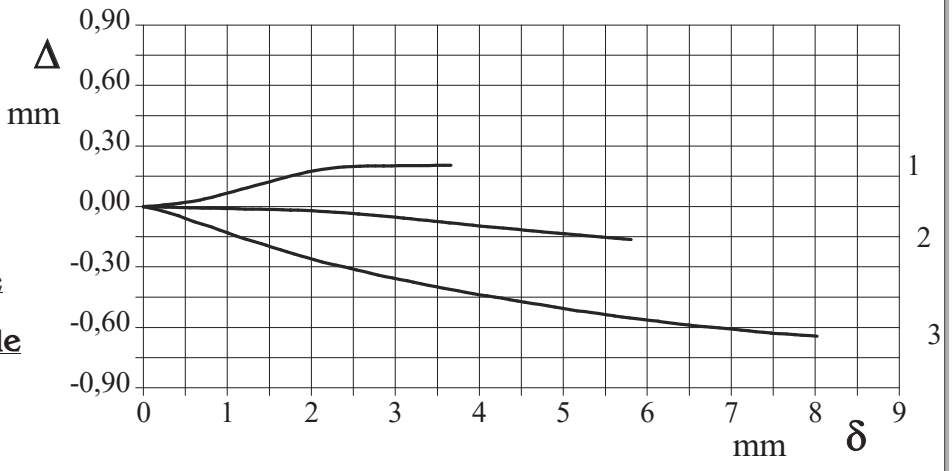
Deformazione orizzontale



DIAGRAMMA

Deformazione verticale

Deformazione orizzontale



Epivulcanite a granulometria argilloso limosa, debolmente sabbiosa, di colore marrone (Rp > 500 kPa).

1
31750

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Strepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00104	Pagina 2/4	DATA DI EMISSIONE:	19/01/18	Inizio analisi:	16/01/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 6 del 15/01/18		Apertura campione:	16/01/18	Fine analisi:	18/01/18

COMMITTENTE: DOTT. CERA PIERLUIGI

RIFERIMENTO: Via S. Biagio - Velletri

SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3.0-3.3

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0,058	18,2	0,00	0,110	50,6	0,00	0,072	52,0	-0,01
0,268	46,1	0,01	0,265	79,2	0,00	0,231	97,2	-0,02
0,492	58,1	0,02	0,463	93,4	-0,01	0,411	115,6	-0,05
0,731	65,6	0,04	0,706	102,9	-0,01	0,612	128,3	-0,08
0,984	71,6	0,06	0,956	108,4	-0,01	0,814	136,4	-0,10
1,245	75,3	0,09	1,213	112,4	-0,01	1,016	144,1	-0,13
1,512	77,4	0,12	1,478	116,1	-0,01	1,225	150,0	-0,16
1,773	78,4	0,15	1,750	118,1	-0,02	1,455	155,4	-0,19
2,033	79,2	0,18	2,015	119,6	-0,02	1,707	159,9	-0,22
2,301	78,2	0,19	2,287	121,4	-0,03	1,945	163,2	-0,25
2,583	76,1	0,20	2,559	122,1	-0,04	2,205	166,5	-0,28
2,865	74,8	0,20	2,824	122,6	-0,05	2,450	167,9	-0,31
3,126	73,7	0,20	3,096	123,4	-0,06	2,702	169,7	-0,33
3,394	73,2	0,20	3,375	123,4	-0,07	2,968	171,5	-0,36
3,676	71,6	0,20	3,654	124,1	-0,08	3,213	172,7	-0,37
			3,919	124,6	-0,09	3,480	174,2	-0,40
			4,191	125,6	-0,10	3,746	175,3	-0,42
			4,456	126,4	-0,11	4,006	176,4	-0,44
			4,750	126,4	-0,13	4,272	176,8	-0,46
			5,022	126,1	-0,14	4,546	177,1	-0,48
			5,272	125,9	-0,15	4,813	177,7	-0,49
			5,537	125,6	-0,15	5,079	178,0	-0,51
			5,816	125,4	-0,16	5,331	178,7	-0,53
						5,612	178,9	-0,54
						5,865	179,4	-0,56
						6,138	179,4	-0,57
						6,405	179,6	-0,58
						6,679	179,9	-0,60
						6,938	179,9	-0,61
						7,205	179,9	-0,62
						7,478	179,6	-0,63
						7,752	179,6	-0,64
						8,033	179,6	-0,64

1
31750

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Strepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00104	Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE:	19/01/18	Inizio analisi:	16/01/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 6 del 15/01/18		Apertura campione:	16/01/18	Fine analisi:	18/01/18

COMMITTENTE: DOTT. CERA PIERLUIGI
RIFERIMENTO: Via S. Biagio - Velletri
SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3.0-3.3

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	1,737
Altezza finale (cm)	1,736
Sezione (cm²):	35,88
T_{100} (min)	40,4
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,012

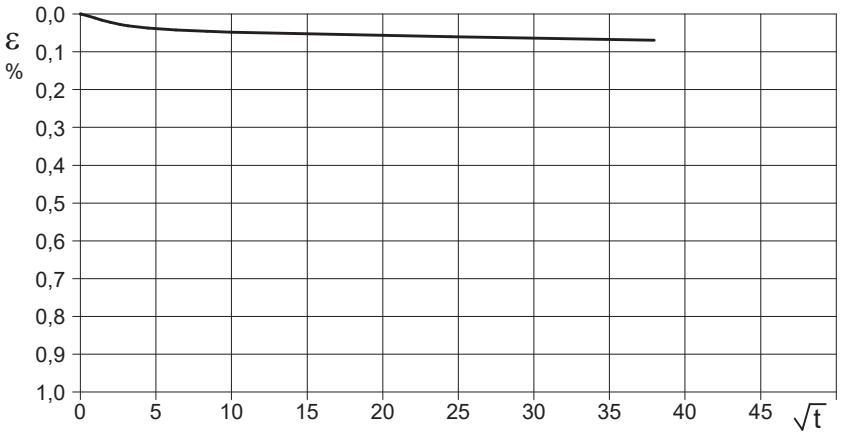


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	1,737
Altezza finale (cm)	1,733
Sezione (cm²):	35,88
T_{100} (min)	50,5
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,010

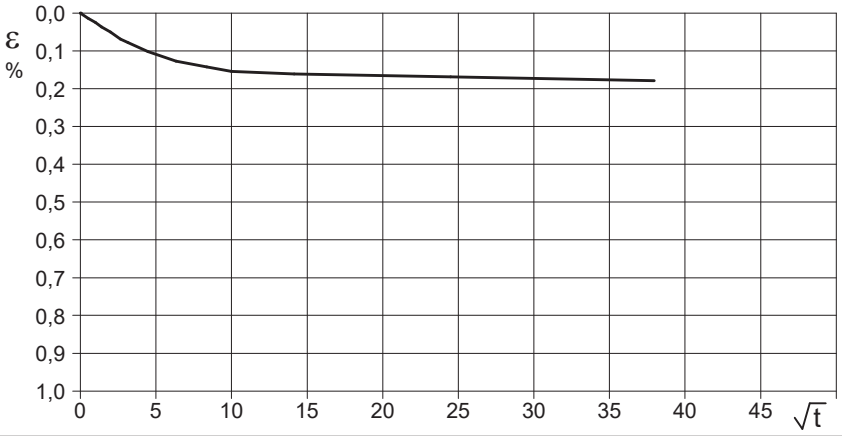
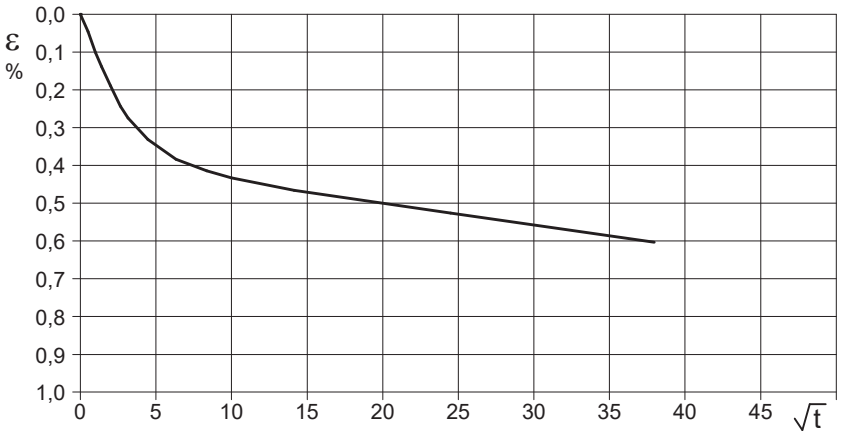


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	1,737
Altezza finale (cm)	1,725
Sezione (cm²):	35,88
T_{100} (min)	40,7
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,012



1 Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata $tf = 10 \times T_{100}$ Vs = Df / tf
31750

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Strepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00104	Pagina 4/4	DATA DI EMISSIONE:	19/01/18	Inizio analisi:	16/01/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 6 del 15/01/18		Apertura campione:	16/01/18	Fine analisi:	18/01/18

COMMITTENTE: DOTT. CERA PIERLUIGI
RIFERIMENTO: Via S. Biagio - Velletri
SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3.0-3.3

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Tempo	Cedim.	Cedim.	Tempo	Cedim.	Cedim.	Tempo	Cedim.	Cedim.
minuti	mm/100	%	minuti	mm/100	%	minuti	mm/100	%
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,25	0,11	0,01	0,25	0,28	0,01	0,25	0,92	0,05
1,00	0,22	0,01	1,00	0,50	0,03	1,00	2,03	0,10
2,00	0,32	0,02	2,00	0,73	0,04	2,00	2,76	0,14
4,00	0,44	0,02	4,00	1,01	0,05	4,00	3,78	0,19
7,00	0,55	0,03	7,00	1,38	0,07	7,00	4,87	0,24
10,00	0,63	0,03	10,00	1,57	0,08	10,00	5,50	0,27
20,00	0,74	0,04	20,00	2,04	0,10	20,00	6,63	0,33
40,00	0,84	0,04	40,00	2,55	0,13	40,00	7,68	0,38
70,00	0,91	0,05	70,00	2,85	0,14	70,00	8,29	0,41
100,00	0,96	0,05	100,00	3,09	0,15	100,00	8,66	0,43
200,00	1,03	0,05	200,00	3,23	0,16	200,00	9,32	0,47
600,00	1,19	0,06	600,00	3,38	0,17	600,00	10,52	0,53
1440,00	1,39	0,07	1440,00	3,58	0,18	1440,00	12,06	0,60

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Strepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

COMMITTENTE:	Dott. Pierluigi Cera	
RIFERIMENTO:	Via San Biagio - Velletri	
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 16.5-17.2

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	46,7	%
Peso di volume	15,8	kN/m³
Peso di volume secco	10,8	kN/m³
Peso di volume saturo	16,6	kN/m³
Peso specifico	2,68	
Indice dei vuoti	1,439	
Porosità	59,0	%
Grado di saturazione	86,9	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	%
Sabbia	%
Limo	%
Argilla	%
D 10	mm
D 50	mm
D 60	mm
D 90	mm
Passante set. 10	%
Passante set. 42	%
Passante set. 200	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
c_u	kPa	$c_{u\ Rim}$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta

c	0,0	kPa	ϕ	36,2	°
c_{Res}		kPa	ϕ_{Res}		°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec
12,5 ÷ 25,0	3919	- - -	- - -
25,0 ÷ 50,0	6118	0,003048	4,89E-08
50,0 ÷ 100,0	5733	0,004157	7,11E-08
100,0 ÷ 200,0	8027	0,005539	6,77E-08
200,0 ÷ 400,0	11735	- - -	- - -
400,0 ÷ 800,0	16314	- - -	- - -
800,0 ÷ 1600,0	21664	- - -	- - -
1600,0 ÷ 3200,0	28164	- - -	- - -

Piroclastite a granulometria limoso sabbiosa di colore marrone.

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01632	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE:	24/04/18	Inizio analisi:	13/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 114 del 13/04/18		Apertura campione:	13/04/18	Fine analisi:	14/04/18

COMMITTENTE: Dott. Pierluigi Cera

RIFERIMENTO: Via San Biagio - Velletri

SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 16.5-17.2

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 46,7 %

Struttura del materiale:
- ◉ Omogeneo
- ☐ Stratificato
- ☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Piroclastite a granulometria limoso sabbiosa di colore marrone.

1
32079

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Serepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01631	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE:	24/04/18	Inizio analisi:	13/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 114 del 13/04/18		Apertura campione:	13/04/18	Fine analisi:	13/04/18

COMMITTENTE: Dott. Pierluigi Cera

RIFERIMENTO: Via San Biagio - Velletri

SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 16.5-17.2

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 15,8 kN/m³

Piroclastite a granulometria limoso sabbiosa di colore marrone.

1
32079

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Serepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01630	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE:	24/04/18	Inizio analisi:	18/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 114 del 13/04/18		Apertura campione:	13/04/18	Fine analisi:	18/04/18

COMMITTENTE: Dott. Pierluigi Cera

RIFERIMENTO: Via San Biagio - Velletri

SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 16.5-17.2

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,68

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,68

Metodo: ◉ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 21,7 °C

Disaerazione eseguita per bollitura

Piroclastite a granulometria limoso sabbiosa di colore marrone.

1
32079

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Serepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01629 Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 24/04/18	Inizio analisi:	13/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 114 del 13/04/18	Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi:	24/04/18

COMMITTENTE: Dott. Pierluigi Cera

RIFERIMENTO: Via San Biagio - Velletri

SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 16.5-17.2

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione	
Peso di volume (kN/m³)	15,79
Umidità (%)	46,7
Peso specifico	2,68
Altezza provino (cm)	2,01
Diametro provino (cm)	5,04
Sezione provino (cm²)	19,95
Volume provino (cm³)	40,03
Volume dei vuoti (cm³)	23,62
Indice dei vuoti	1,44
Porosità (%)	59,00
Saturazione (%)	86,9

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

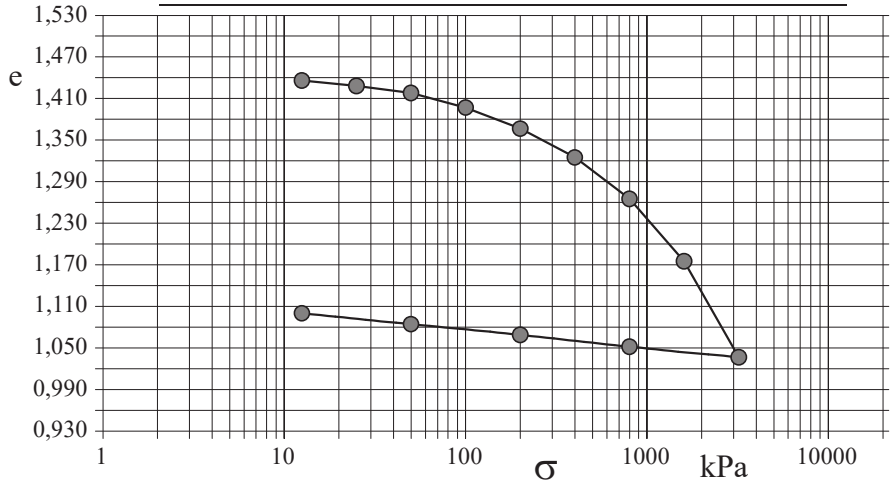
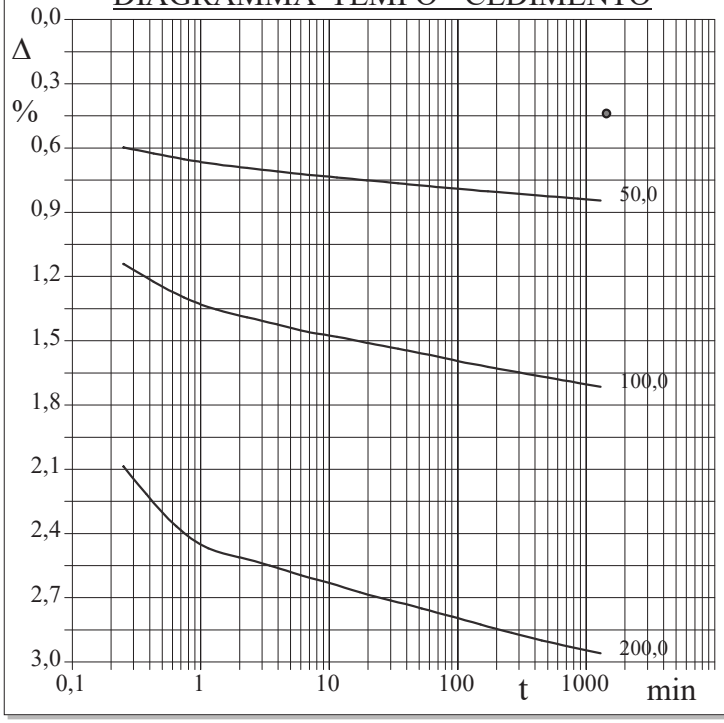


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
12,5	2,4	1,436	
25,0	8,8	1,428	0,026
50,0	17,0	1,418	0,033
100,0	34,5	1,397	0,071
200,0	59,5	1,367	0,101
400,0	93,7	1,325	0,138
800,0	142,9	1,265	0,199
1600,0	217,0	1,175	0,299
3200,0	331,0	1,037	0,460
800,0	318,5	1,052	
200,0	304,4	1,069	
50,0	291,7	1,084	
12,5	278,8	1,100	

Piroclastite a granulometria limoso sabbiosa di colore marrone.

1
32079

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Serepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01629	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE:	24/04/18	Inizio analisi:	13/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 114 del 13/04/18		Apertura campione:	13/04/18	Fine analisi:	24/04/18

COMMITTENTE: Dott. Pierluigi Cera

RIFERIMENTO: Via San Biagio - Velletri

SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 16.5-17.2

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 50,0 kPa		Pressione 100,0 kPa		Pressione 200,0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,00	8,8	0,00	17,0	0,00	34,5		
0,25	12,0	0,25	22,9	0,25	41,9		
1,00	13,3	1,00	26,7	1,00	49,2		
2,00	13,8	2,00	27,7	2,00	50,4		
4,00	14,2	4,00	28,6	4,00	51,4		
7,00	14,6	7,00	29,3	7,00	52,3		
10,00	14,7	10,00	29,6	10,00	52,8		
20,00	15,1	20,00	30,3	20,00	53,9		
40,00	15,4	40,00	31,0	40,00	54,8		
70,00	15,7	70,00	31,6	70,00	55,6		
100,00	15,9	100,00	32,0	100,00	56,1		
200,00	16,2	200,00	32,7	200,00	57,1		
500,00	16,6	500,00	33,5	500,00	58,3		
1440,00	17,0	1440,00	34,5	1440,00	59,5		

Pressione -- kPa		Pressione -- kPa		Pressione -- kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100

1
32079

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Serepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01628 Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 24/04/18	Inizio analisi:	20/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 114 del 13/04/18	Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi:	23/04/18

COMMITTENTE: Dott. Pierluigi Cera

RIFERIMENTO: Via San Biagio - Velletri

SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 16.5-17.2

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

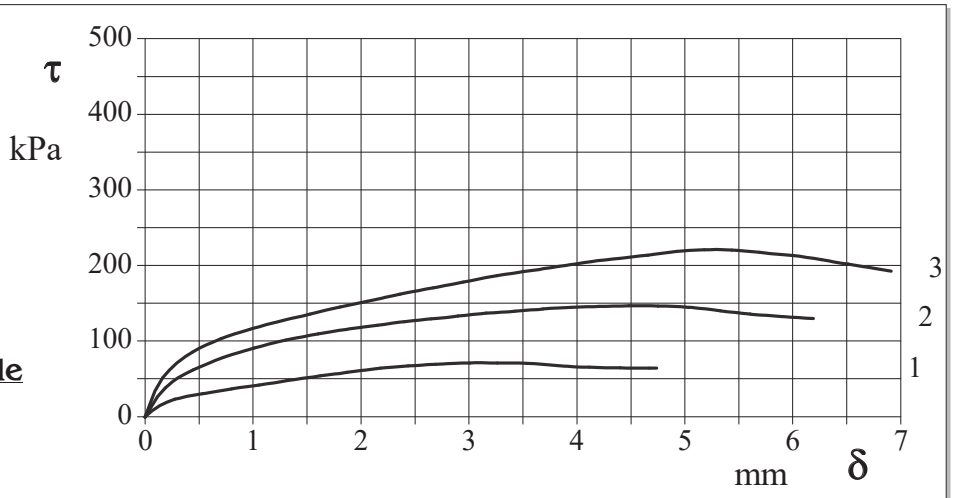
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	44,0 43,4	43,6 37,6	43,3 38,8
Peso di volume (kN/m³):	15,6	16,5	16,5

Tipo di prova: Consolidata - lenta Velocità di deformazione: 0,040 mm / min

DIAGRAMMA

Tensione

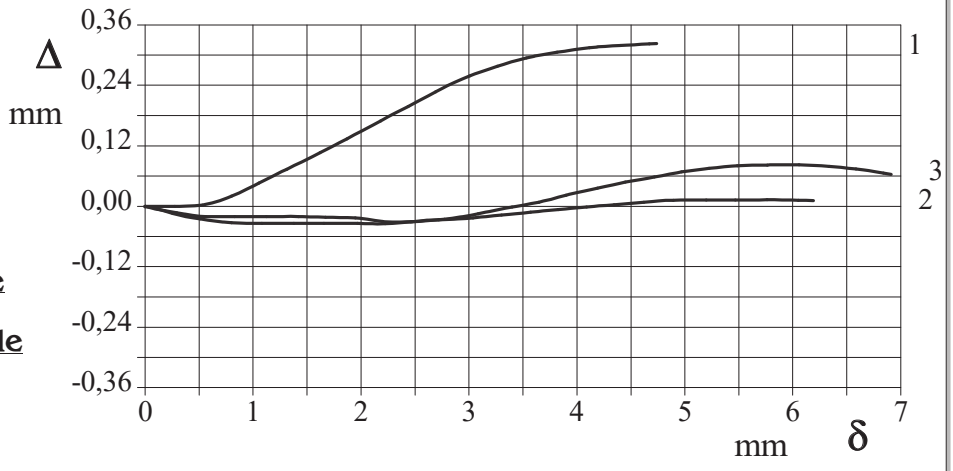
Deformazione orizzontale



DIAGRAMMA

Deformazione verticale

Deformazione orizzontale



Piroclastite a granulometria limoso sabbiosa di colore marrone.

1
32079

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Serepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01628	Pagina 2/4	DATA DI EMISSIONE:	24/04/18	Inizio analisi:	20/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 114 del 13/04/18		Apertura campione:	13/04/18	Fine analisi:	23/04/18

COMMITTENTE: Dott. Pierluigi Cera

RIFERIMENTO: Via San Biagio - Velletri

SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 16.5-17.2

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0,066	8,0	0,00	0,117	26,3	-0,01	0,094	34,2	-0,01
0,321	24,5	0,00	0,307	51,2	-0,02	0,224	61,8	-0,01
0,554	30,8	0,00	0,511	66,0	-0,03	0,369	79,0	-0,02
0,802	36,7	0,02	0,730	78,5	-0,03	0,564	94,5	-0,02
1,057	41,8	0,05	0,942	87,7	-0,03	0,760	106,1	-0,02
1,312	47,4	0,07	1,168	96,6	-0,03	0,984	116,0	-0,02
1,552	52,4	0,10	1,394	103,8	-0,03	1,208	124,9	-0,02
1,800	57,2	0,13	1,657	110,8	-0,03	1,462	133,3	-0,02
2,041	61,7	0,15	1,898	116,1	-0,03	1,737	142,7	-0,02
2,296	65,5	0,18	2,153	120,9	-0,03	1,990	150,6	-0,02
2,551	67,9	0,21	2,401	125,7	-0,03	2,221	157,6	-0,03
2,799	70,1	0,24	2,650	129,2	-0,03	2,460	164,7	-0,03
3,054	71,2	0,26	2,898	132,9	-0,03	2,706	171,4	-0,03
3,324	70,8	0,28	3,161	136,8	-0,02	2,945	177,9	-0,02
3,608	70,1	0,30	3,431	139,4	-0,01	3,191	184,7	-0,01
3,907	66,5	0,31	3,686	142,4	-0,01	3,437	190,4	0,00
4,191	65,0	0,32	3,949	144,6	0,00	3,690	195,6	0,01
4,461	64,3	0,32	4,204	145,7	0,00	3,929	200,8	0,02
4,752	64,3	0,32	4,482	146,5	0,01	4,190	206,3	0,04
			4,752	146,4	0,01	4,450	210,2	0,05
			5,058	144,4	0,01	4,718	214,9	0,06
			5,328	140,1	0,01	4,971	219,0	0,07
			5,620	135,5	0,01	5,224	220,9	0,07
			5,912	132,2	0,01	5,485	220,1	0,08
			6,197	129,6	0,01	5,789	215,8	0,08
						6,056	212,2	0,08
						6,375	204,8	0,08
						6,700	197,4	0,07
						6,961	191,3	0,06

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Serepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01628	Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE:	24/04/18	Inizio analisi:	20/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 114 del 13/04/18		Apertura campione:	13/04/18	Fine analisi:	23/04/18

COMMITTENTE: Dott. Pierluigi Cera

RIFERIMENTO: Via San Biagio - Velletri

SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 16.5-17.2

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	1,737
Altezza finale (cm)	1,730
Sezione (cm²):	35,88
T_{100} (min)	12,8
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,039

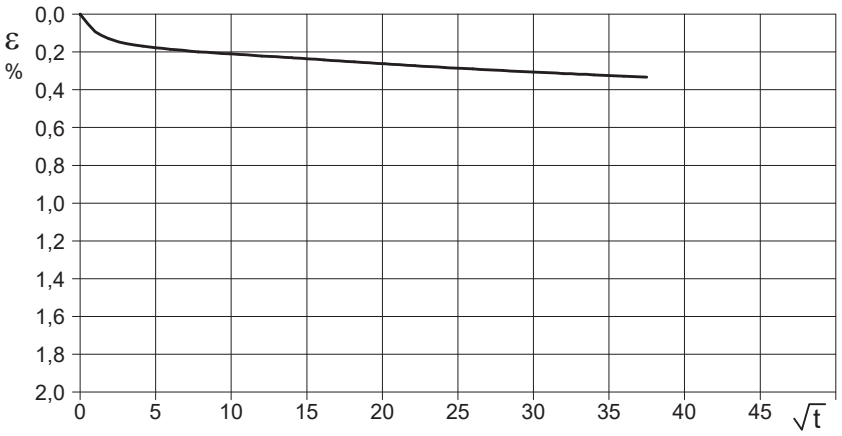


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	1,737
Altezza finale (cm)	1,700
Sezione (cm²):	35,88
T_{100} (min)	12,0
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,042

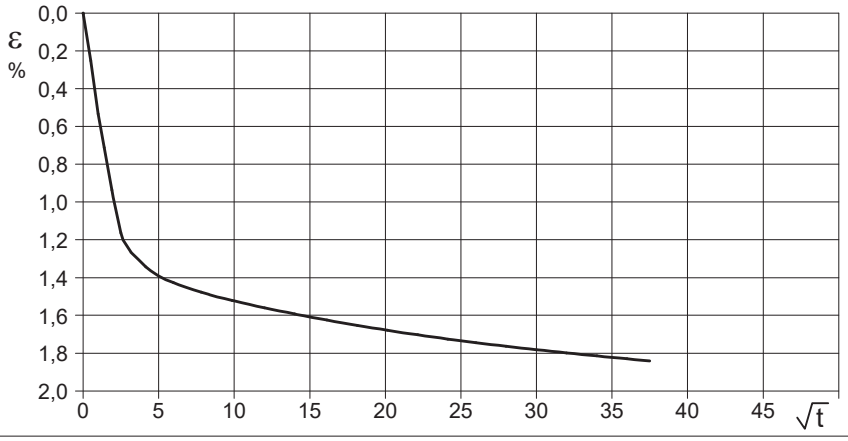
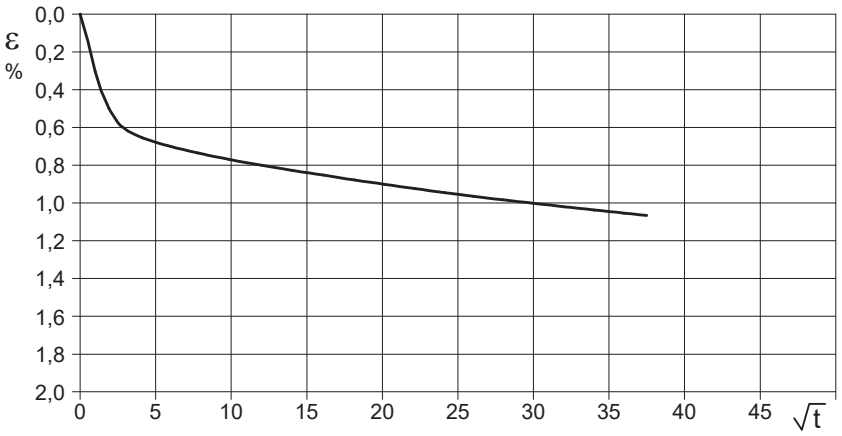


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	1,737
Altezza finale (cm)	1,716
Sezione (cm²):	35,88
T_{100} (min)	12,4
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,040



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

1
32079

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Serepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01628	Pagina 4/4	DATA DI EMISSIONE:	24/04/18	Inizio analisi:	20/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 114 del 13/04/18		Apertura campione:	13/04/18	Fine analisi:	23/04/18

COMMITTENTE: Dott. Pierluigi Cera

RIFERIMENTO: Via San Biagio - Velletri

SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 16.5-17.2

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Tempo	Cedim.	Cedim.	Tempo	Cedim.	Cedim.	Tempo	Cedim.	Cedim.
minuti	mm/100	%	minuti	mm/100	%	minuti	mm/100	%
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,25	1,00	0,05	0,25	5,06	0,25	0,25	2,83	0,14
1,00	1,87	0,09	1,00	10,67	0,53	1,00	6,08	0,30
2,00	2,24	0,11	2,00	14,23	0,71	2,00	8,15	0,41
4,00	2,65	0,13	4,00	19,52	0,98	4,00	10,24	0,51
7,00	2,98	0,15	7,00	24,00	1,20	7,00	11,77	0,59
10,00	3,14	0,16	10,00	25,29	1,26	10,00	12,38	0,62
20,00	3,45	0,17	20,00	27,28	1,36	20,00	13,30	0,67
40,00	3,76	0,19	40,00	28,74	1,44	40,00	14,16	0,71
70,00	4,04	0,20	70,00	29,81	1,49	70,00	14,91	0,75
100,00	4,21	0,21	100,00	30,47	1,52	100,00	15,43	0,77
200,00	4,64	0,23	200,00	31,89	1,59	200,00	16,57	0,83
600,00	5,67	0,28	600,00	34,58	1,73	600,00	18,98	0,95
1440,00	6,70	0,34	1440,00	36,90	1,85	1440,00	21,40	1,07

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Serepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

COMMITTENTE: Dott. Pierluigi Cera
RIFERIMENTO: Via San Biagio - Velletri
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 21.0-21.5

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	69,9	%
Peso di volume	14,8	kN/m³
Peso di volume secco	8,7	kN/m³
Peso di volume saturo	15,2	kN/m³
Peso specifico	2,63	
Indice dei vuoti	1,969	
Porosità	66,3	%
Grado di saturazione	93,4	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0,4	%
Sabbia	68,0	%
Limo	20,3	%
Argilla	11,3	%
D 10	0,003377	mm
D 50	0,173900	mm
D 60	0,243400	mm
D 90	0,867360	mm
Passante set. 10	96,5	%
Passante set. 42	74,2	%
Passante set. 200	31,6	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec

COMPRESSIONE

σ	220	kPa	σ_{Rim}		kPa
c_u	110	kPa	$c_{u\ Rim}$		kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta

c	0,0	kPa	ϕ	37,4	°
c_{Res}		kPa	ϕ_{Res}		°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec
25,0 ÷ 50,0	7564	- - -	- - -
50,0 ÷ 100,0	7743	0,001067	1,35E-08
100,0 ÷ 200,0	9688	0,000999	1,01E-08
200,0 ÷ 400,0	13155	0,001544	1,15E-08
400,0 ÷ 800,0	14381	- - -	- - -
800,0 ÷ 1600,0	13936	- - -	- - -
1600,0 ÷ 3200,0	19305	- - -	- - -

Piroclastite a granulometria sabbioso limoso, debolmente argillosa, di colore marrone.

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01627 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 24/04/18	Inizio analisi:	13/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 114 del 13/04/18	Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi:	14/04/18

COMMITTENTE: Dott. Pierluigi Cera

RIFERIMENTO: Via San Biagio - Velletri

SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 21.0-21.5

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 69,9 %

Struttura del materiale:
- ◉ Omogeneo
- ☐ Stratificato
- ☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Piroclastite a granulometria sabbioso limoso, debolmente argillosa, di colore marrone.

2
32080

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Serepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01626	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE:	24/04/18	Inizio analisi:	13/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 114 del 13/04/18		Apertura campione:	13/04/18	Fine analisi:	13/04/18

COMMITTENTE: Dott. Pierluigi Cera

RIFERIMENTO: Via San Biagio - Velletri

SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 21.0-21.5

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 14,8 kN/m³

Piroclastite a granulometria sabbioso limoso, debolmente argillosa, di colore marrone.

2
32080

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Serepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01625	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE:	24/04/18	Inizio analisi:	18/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 114 del 13/04/18		Apertura campione:	13/04/18	Fine analisi:	18/04/18

COMMITTENTE: Dott. Pierluigi Cera

RIFERIMENTO: Via San Biagio - Velletri

SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 21.0-21.5

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,63

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,63

Metodo: ◉ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 21,3 °C

Disaerazione eseguita per bollitura

Piroclastite a granulometria sabbioso limoso, debolmente argillosa, di colore marrone.

2
32080

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Serepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

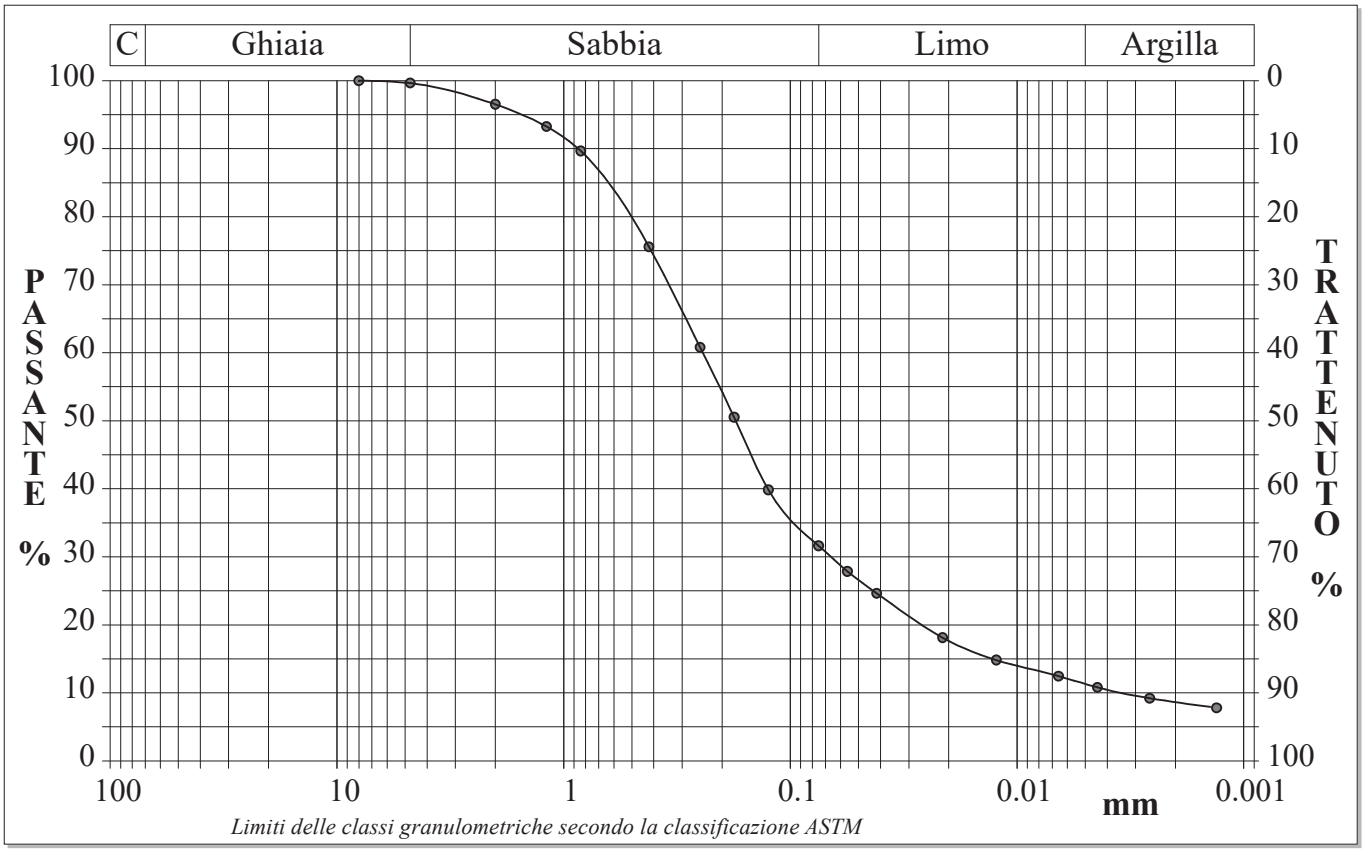
CERTIFICATO DI PROVA N°: 01624	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE:	24/04/18	Inizio analisi:	16/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 114 del 13/04/18		Apertura campione:	13/04/18	Fine analisi:	19/04/18

COMMITTENTE: Dott. Pierluigi Cera
RIFERIMENTO: Via San Biagio - Velletri
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 21.0-21.5

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,4 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	96,5 %	D_{10}	0,00338 mm
Sabbia	68,0 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	74,2 %	D_{30}	0,06607 mm
Limo	20,3 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	31,6 %	D_{50}	0,17390 mm
Argilla	11,3 %			D_{60}	0,24340 mm
Coefficiente di uniformità	72,07	Coefficiente di curvatura	5,31	D_{90}	0,86736 mm



Limiti delle classi granulometriche secondo la classificazione ASTM

Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
8,0000	100,00	0,4200	75,58	0,0560	27,87	0,0044	10,81		
4,7500	99,64	0,2500	60,79	0,0415	24,62	0,0026	9,21		
2,0000	96,52	0,1770	50,54	0,0213	18,13	0,0013	7,79		
1,1900	93,26	0,1250	39,85	0,0123	14,82				
0,8410	89,68	0,0750	31,63	0,0066	12,46				

Piroclastite a granulometria sabbioso limoso, debolmente argillosa, di colore marrone.

2
32080

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Serepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01623	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE:	24/04/18	Inizio analisi:	13/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 114 del 13/04/18		Apertura campione:	13/04/18	Fine analisi:	24/04/18

COMMITTENTE: Dott. Pierluigi Cera

RIFERIMENTO: Via San Biagio - Velletri

SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 21.0-21.5

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione	
Peso di volume (kN/m³)	14,34
Umidità (%)	74,6
Peso specifico	2,63
Altezza provino (cm)	1,97
Diametro provino (cm)	5,05
Sezione provino (cm²)	19,99
Volume provino (cm³)	39,31
Volume dei vuoti (cm³)	26,80
Indice dei vuoti	2,14
Porosità (%)	68,17
Saturazione (%)	91,6

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

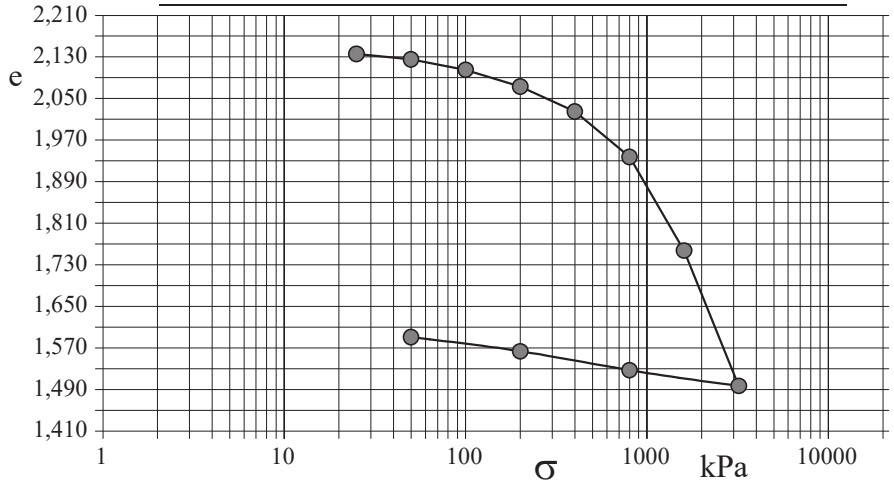
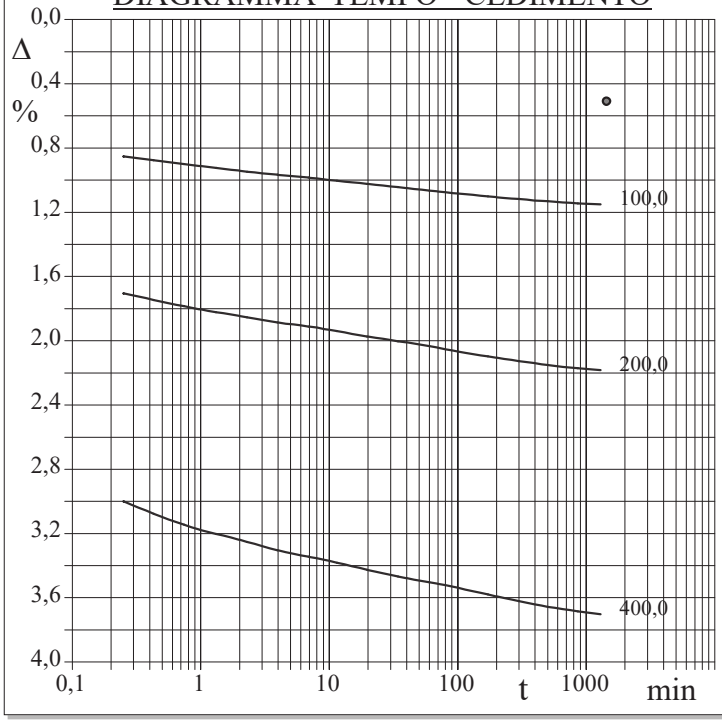


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
25,0	3,5	2,136	
50,0	10,0	2,125	0,034
100,0	22,7	2,105	0,067
200,0	43,0	2,073	0,108
400,0	72,9	2,025	0,159
800,0	127,6	1,938	0,290
1600,0	240,5	1,757	0,599
3200,0	403,5	1,497	0,865
800,0	384,5	1,527	
200,0	361,7	1,564	
50,0	344,8	1,591	

Piroclastite a granulometria sabbioso limoso, debolmente argillosa, di colore marrone.

2
32080

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Serepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01623	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE:	24/04/18	Inizio analisi:	13/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 114 del 13/04/18		Apertura campione:	13/04/18	Fine analisi:	24/04/18

COMMITTENTE: Dott. Pierluigi Cera

RIFERIMENTO: Via San Biagio - Velletri

SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 21.0-21.5

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 100,0 kPa		Pressione 200,0 kPa		Pressione 400,0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,00	10,0	0,00	22,7	0,00	43,0		
0,25	16,8	0,25	33,5	0,25	59,0		
1,00	17,9	1,00	35,5	1,00	62,5		
2,00	18,5	2,00	36,3	2,00	63,7		
4,00	19,0	4,00	37,1	4,00	65,0		
7,00	19,4	7,00	37,6	7,00	65,8		
10,00	19,6	10,00	38,0	10,00	66,3		
20,00	20,1	20,00	38,8	20,00	67,4		
40,00	20,6	40,00	39,5	40,00	68,4		
70,00	21,0	70,00	40,2	70,00	69,1		
100,00	21,3	100,00	40,7	100,00	69,6		
200,00	21,7	200,00	41,4	200,00	70,6		
500,00	22,3	500,00	42,3	500,00	71,9		
1440,00	22,7	1440,00	43,0	1440,00	72,9		

Pressione -- kPa		Pressione -- kPa		Pressione -- kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Serepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01622 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 24/04/18	Inizio analisi:	18/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 114 del 13/04/18	Apertura campione: 13/04/18	Fine analisi:	18/04/18

COMMITTENTE: Dott. Pierluigi Cera
RIFERIMENTO: Via San Biagio - Velletri
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 21.0-21.5

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	-----	-----
Velocità di deformazione (mm/min):	0,950	-----	-----
Peso di volume (kN/m³):	14,6	-----	-----
Umidità naturale (%):	-----	-----	-----

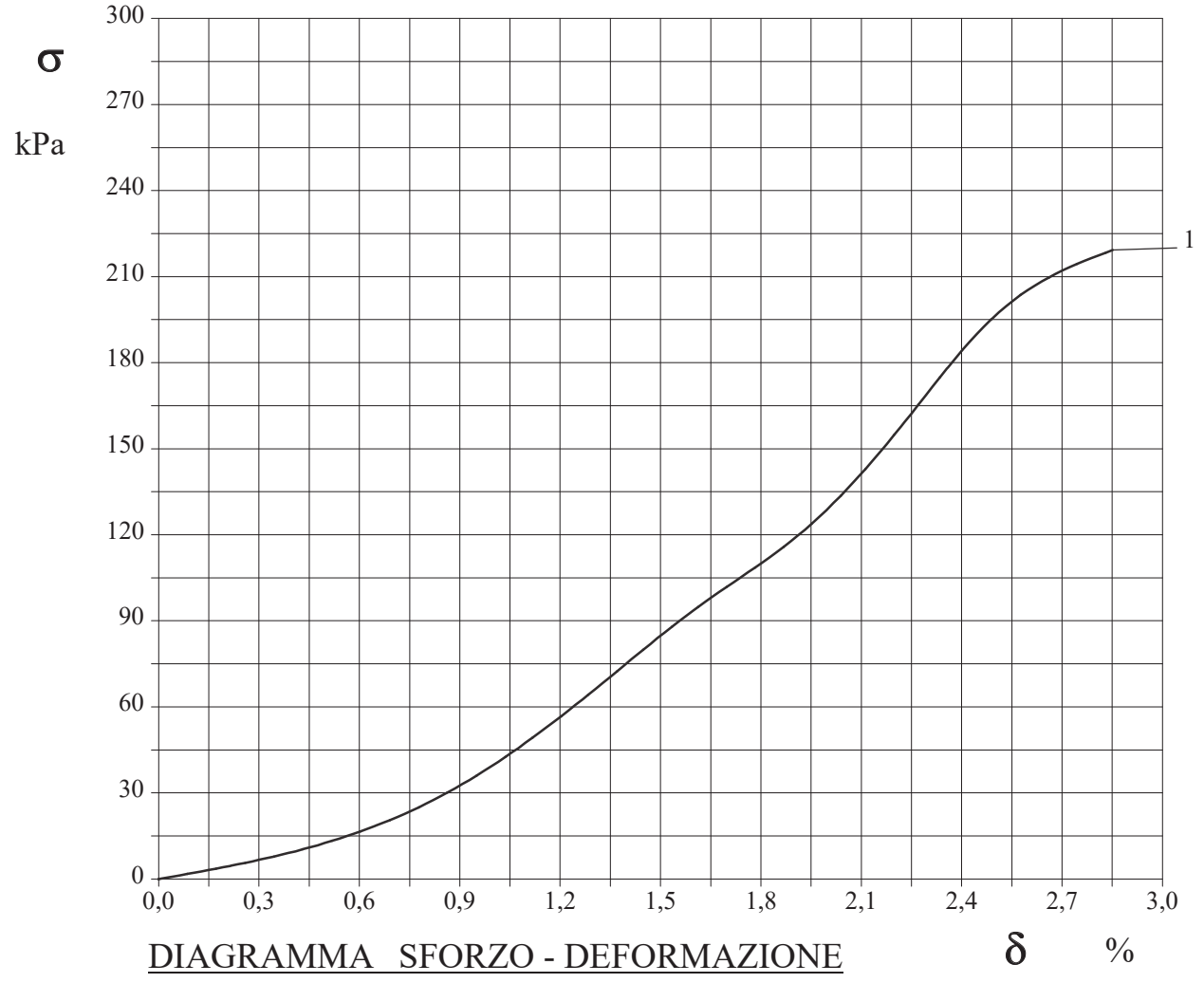


DIAGRAMMA SFORZO - DEFORMAZIONE

Piroclastite a granulometria sabbioso limoso, debolmente argillosa, di colore marrone.

2
32080

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Serepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01622	Pagina 0/1	DATA DI EMISSIONE:	24/04/18	Inizio analisi:	18/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 114 del 13/04/18		Apertura campione:	13/04/18	Fine analisi:	18/04/18

COMMITTENTE: Dott. Pierluigi Cera

RIFERIMENTO: Via San Biagio - Velletri

SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 21.0-21.5

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0,22	4,6										
0,43	10,4										
0,65	18,6										
0,87	30,2										
1,07	45,7										
1,28	64,3										
1,45	79,9										
1,61	94,8										
1,78	108,6										
1,95	124,0										
2,09	140,1										
2,23	159,1										
2,36	178,3										
2,49	195,3										
2,68	210,9										
2,87	220,1										

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Serepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01621	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE:	24/04/18	Inizio analisi:	18/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 114 del 13/04/18		Apertura campione:	13/04/18	Fine analisi:	20/04/18

COMMITTENTE: Dott. Pierluigi Cera
RIFERIMENTO: Via San Biagio - Velletri
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 21.0-21.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

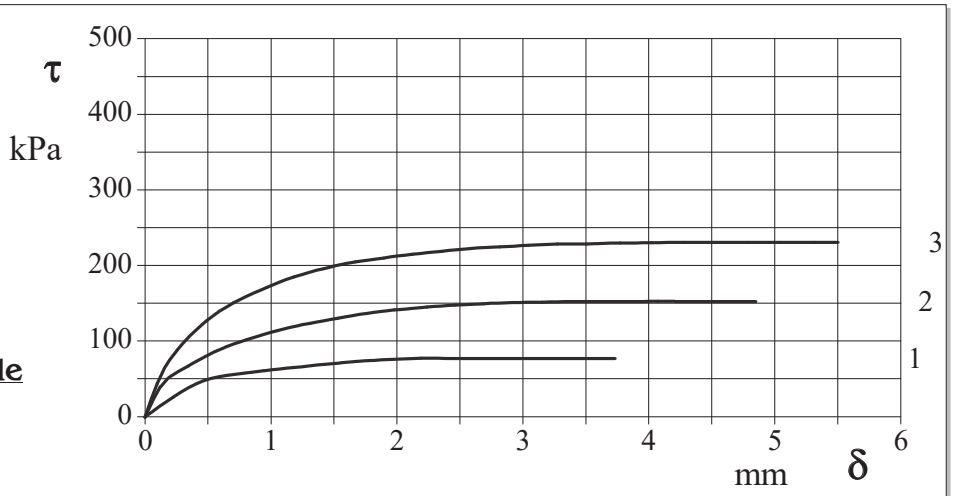
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	70,1 71,1	70,0 70,4	69,6 69,6
Peso di volume (kN/m³):	14,7	14,8	14,8

Tipo di prova: Consolidata - lenta — Velocità di deformazione: 0,053 mm / min

DIAGRAMMA

Tensione

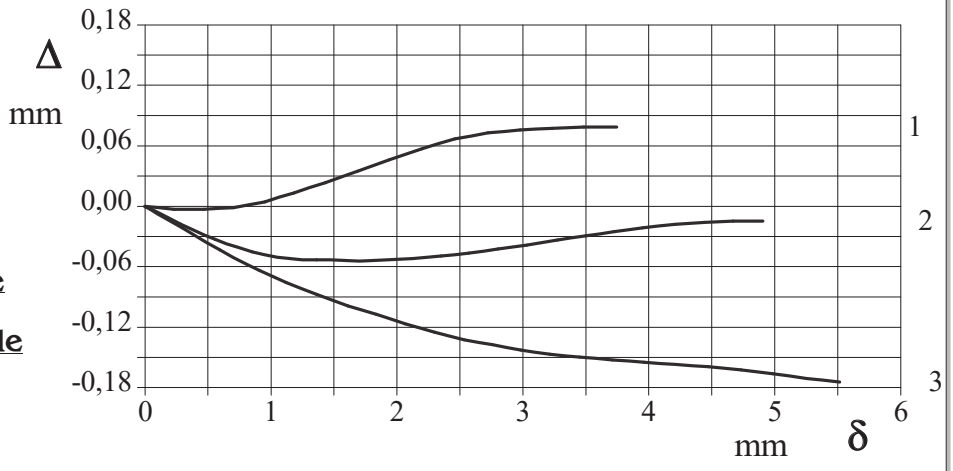
Deformazione orizzontale



DIAGRAMMA

Deformazione verticale

Deformazione orizzontale



Piroclastite a granulometria sabbioso limoso, debolmente argillosa, di colore marrone.

2
32080

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Serepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01621	Pagina 2/4	DATA DI EMISSIONE:	24/04/18	Inizio analisi:	18/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 114 del 13/04/18		Apertura campione:	13/04/18	Fine analisi:	20/04/18

COMMITTENTE: Dott. Pierluigi Cera

RIFERIMENTO: Via San Biagio - Velletri

SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 21.0-21.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0,113	13,3	0,00	0,061	21,5	0,00	0,048	23,0	0,00
0,226	26,0	0,00	0,201	53,3	-0,01	0,196	74,9	-0,01
0,347	38,4	0,00	0,374	70,1	-0,02	0,392	112,6	-0,03
0,467	47,8	0,00	0,557	86,1	-0,03	0,595	140,0	-0,04
0,584	52,9	0,00	0,747	98,6	-0,04	0,805	158,9	-0,06
0,701	55,8	0,00	0,948	109,1	-0,05	1,014	174,3	-0,07
0,825	58,4	0,00	1,149	117,9	-0,05	1,242	187,9	-0,08
0,949	60,9	0,00	1,361	125,1	-0,05	1,486	198,6	-0,09
1,066	63,0	0,01	1,588	131,8	-0,05	1,722	205,9	-0,10
1,182	65,0	0,01	1,810	137,9	-0,05	1,950	211,3	-0,11
1,307	67,1	0,02	2,022	141,7	-0,05	2,181	215,9	-0,12
1,431	69,2	0,02	2,238	144,8	-0,05	2,414	219,8	-0,13
1,558	71,3	0,03	2,460	147,4	-0,05	2,645	223,0	-0,13
1,686	73,0	0,03	2,687	149,4	-0,04	2,870	225,1	-0,14
1,814	74,3	0,04	2,917	150,9	-0,04	3,098	227,2	-0,14
1,942	75,5	0,05	3,154	151,6	-0,04	3,332	228,3	-0,15
2,069	76,5	0,05	3,387	152,1	-0,03	3,581	229,0	-0,15
2,197	77,1	0,06	3,610	152,2	-0,03	3,836	229,8	-0,15
2,328	77,0	0,06	3,836	152,3	-0,02	4,088	230,2	-0,16
2,460	76,7	0,07	4,080	152,6	-0,02	4,345	230,5	-0,16
2,591	76,6	0,07	4,325	152,3	-0,02	4,603	230,4	-0,16
2,723	76,7	0,07	4,555	152,2	-0,02	4,858	230,5	-0,16
2,850	76,7	0,07	4,788	152,0	-0,01	5,118	230,5	-0,17
2,978	76,7	0,08				5,384	230,5	-0,17
3,106	76,7	0,08						
3,234	76,7	0,08						
3,358	76,7	0,08						
3,482	76,7	0,08						
3,613	76,7	0,08						
3,745	76,7	0,08						

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Serepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01621	Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE:	24/04/18	Inizio analisi:	18/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 114 del 13/04/18		Apertura campione:	13/04/18	Fine analisi:	20/04/18

COMMITTENTE: Dott. Pierluigi Cera
RIFERIMENTO: Via San Biagio - Velletri
SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 21.0-21.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	1,737
Altezza finale (cm)	1,732
Sezione (cm²):	35,88
T_{100} (min)	7,4
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,068

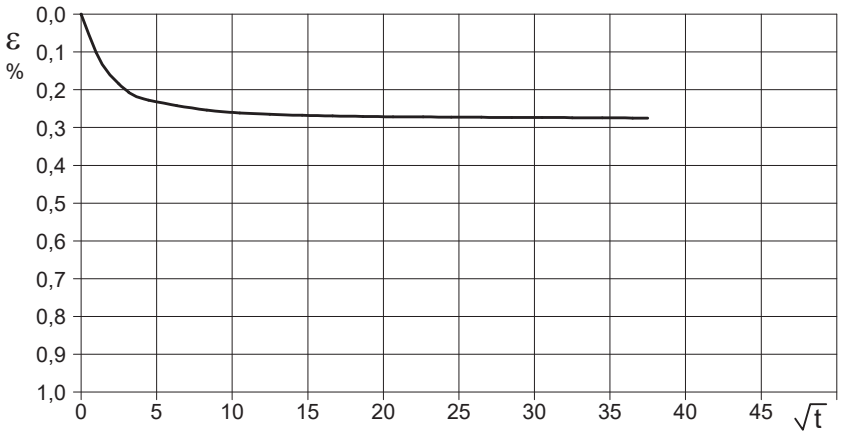


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	1,737
Altezza finale (cm)	1,729
Sezione (cm²):	35,88
T_{100} (min)	11,2
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,044

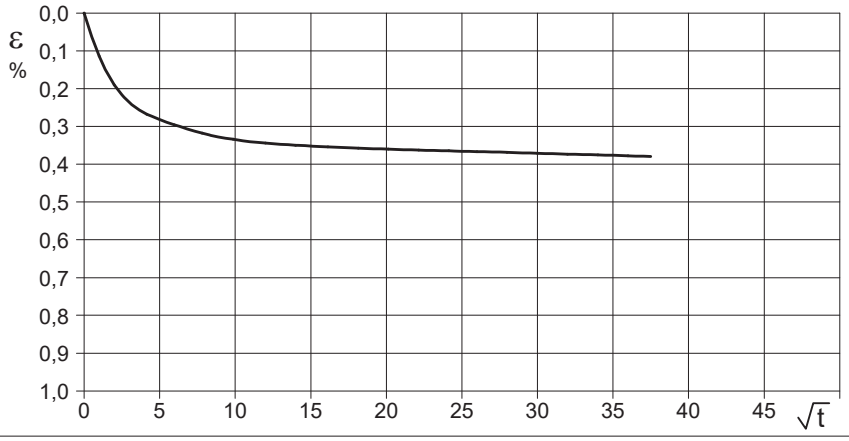
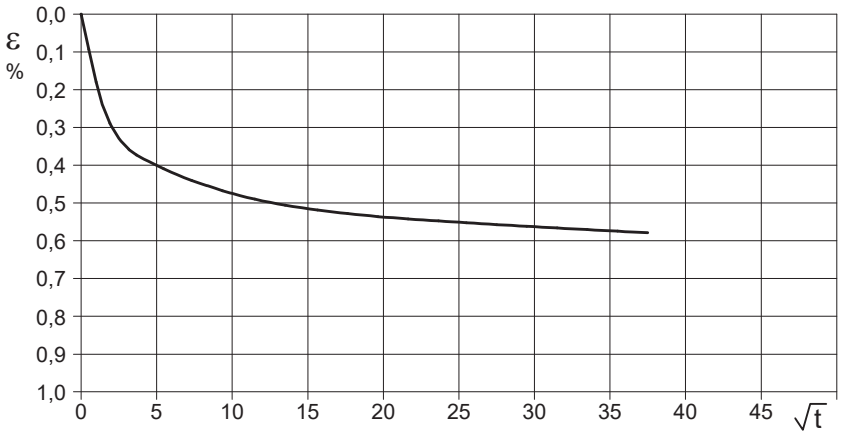


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	1,737
Altezza finale (cm)	1,725
Sezione (cm²):	35,88
T_{100} (min)	10,4
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,048



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

2
32080

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Serepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

SOGEA srl
Via Casalmonferrato 2E - ROMA
tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01621	Pagina 4/4	DATA DI EMISSIONE:	24/04/18	Inizio analisi:	18/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 114 del 13/04/18		Apertura campione:	13/04/18	Fine analisi:	20/04/18

COMMITTENTE: Dott. Pierluigi Cera

RIFERIMENTO: Via San Biagio - Velletri

SONDAGGIO: 2 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 21.0-21.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Tempo	Cedim.	Cedim.	Tempo	Cedim.	Cedim.	Tempo	Cedim.	Cedim.
minuti	mm/100	%	minuti	mm/100	%	minuti	mm/100	%
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,25	1,07	0,05	0,25	1,27	0,06	0,25	1,87	0,09
1,00	2,02	0,10	1,00	2,27	0,11	1,00	3,59	0,18
2,00	2,65	0,13	2,00	2,99	0,15	2,00	4,79	0,24
4,00	3,29	0,16	4,00	3,79	0,19	4,00	5,92	0,30
7,00	3,81	0,19	7,00	4,45	0,22	7,00	6,73	0,34
10,00	4,14	0,21	10,00	4,85	0,24	10,00	7,16	0,36
20,00	4,55	0,23	20,00	5,46	0,27	20,00	7,80	0,39
40,00	4,84	0,24	40,00	6,00	0,30	40,00	8,50	0,43
70,00	5,08	0,25	70,00	6,46	0,32	70,00	9,09	0,45
100,00	5,20	0,26	100,00	6,70	0,34	100,00	9,50	0,48
200,00	5,35	0,27	200,00	7,00	0,35	200,00	10,20	0,51
600,00	5,45	0,27	600,00	7,30	0,37	600,00	11,00	0,55
1440,00	5,50	0,28	1440,00	7,60	0,38	1440,00	11,60	0,58

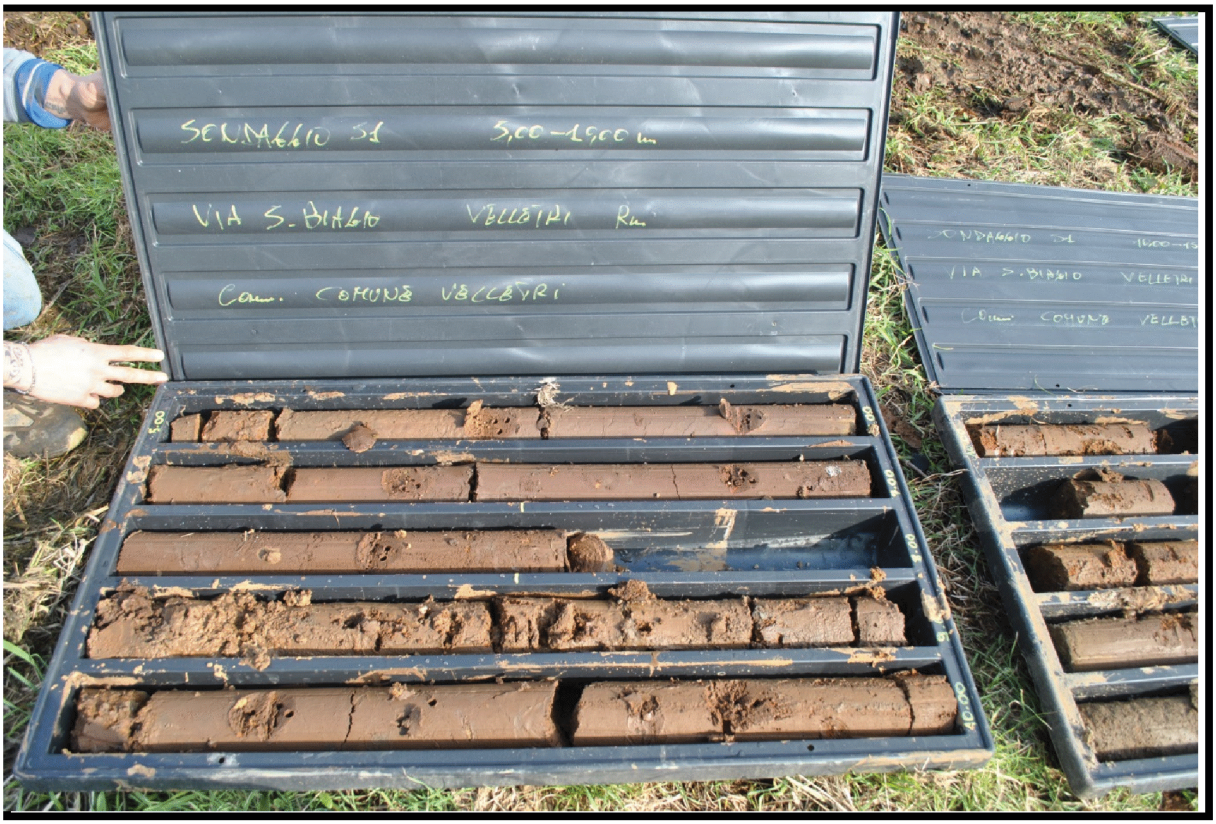
2
32080

Lo sperimentatore
Dott. Andrea Serepanti

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino

REPERTO FOTOGRAFICO CAROTE ESTRATTE SONDAGGIO S1 IN VIA SAN BIAGIO VELLETRI (RM) IL 6 GENNAIO 2018

Da (0,00m – 5,00m)



Da (5,00m – 10,00m)

Da (10,00m – 15,00)

Da (15,00 – 20,00)

Da (20,00m – 25,00)

Da (25,00 – 30,00)

REPERTO FOTOGRAFICO CAROTE ESTRATTE SONDAGGIO S2 IN VIA SAN BIAGIO VELLETRI (RM) IL 13 APRILE 2018

Da (0,00-5,00)

Da (5,00-10,00)

Da (10,00-15,00)

Da (15,00-20,00)

Da (20,00-25,00)

Da (25,00-30,00)

POSIZIONI DEI SONDAGGI

SONDAGGIO S1 DEL 13 GENNAIO 2018

SONDAGGIO S2 DEL 13 APRILE 2018

2. PROSPEZIONE SISMICA IN FORO TIPO DOWN-HOLE

NORMA DI RIFERIMENTO:
ASTM D7400 - 08

STRUMENTAZIONE:
Sismografo Geode Geometrics; geofoni da foro GEOSTUFF;
centralina GEOSTUFF BHGC-4.

SOFTWARE DI ANALISI:
Seisimager, Seismic Unix

OPERATORI:
Geol. Dario Tulli; Geol. Stefano Maselli

ELABORAZIONE ED ANALISI DEI DATI:
Geol. Luca Colantuono

Fig. 2 -Strumenti utilizzati per le indagini.

2.1 CENNI TEORICI SUL METODO

La prova down-hole consiste nel produrre, sulla superficie del terreno, una sollecitazione mediante una sorgente meccanica, e nello studiare il treno d'onde che si propagano all'interno del terreno in direzione verticale, con vibrazioni polarizzate nella direzione di propagazione (onde P), e dirette perpendicolarmente alla direzione di propagazione, polarizzate su un piano orizzontale (onde SH).

Mediante un ricevitore (geofono) in foro, viene valutato il tempo di arrivo del treno di onde, dividendo questo per la distanza tra sorgente e ricevitori, si ricava la velocità delle onde P e Sh.

Per le caratteristiche dei fori, delle tubazioni di rivestimento e delle cementazioni si rimanda alla relazione tecnica dell'impresa esecutrice del sondaggio.

In particolare gli scopi di questa indagine sono riassumibili nel seguente modo:

1. definizione delle velocità sismiche dei litotipi presenti nel sottosuolo dell'area di indagine;
2. caratterizzazione elasto-dinamiche dei litotipi sulla base dei valori di Vp e Vs misurati;

Quindi è stata eseguita una prospezione sismica in foro di tipo down-hole con onde P ed Sh secondo le caratteristiche riportate in tabella 1 nel sondaggio.

	Tipo di onde	Offset (metri)	Numero di scoppi	Passo di acquisizione (metri)
DH 1	P	3.15	30	1
	SH	3.15	60	1

Tab. 1 - Caratteristiche di acquisizione del DH.

I dati ottenuti dall'acquisizione di campagna sono stati opportunamente elaborati e interpretati così da ottenere le tavole finali.

Il seguente rapporto tecnico illustra le tecniche utilizzate ed i risultati conseguiti.

2.2 STRUMENTAZIONE E MODALITÀ D'ACQUISIZIONE

L'acquisizione dei dati in campagna è stata eseguita utilizzando un sistema composto dalle seguenti parti:

a) Sismografo:

Per l'acquisizione della prova down-hole è stato utilizzato un sismografo GEODE Geometrics a 24 canali.

b) Sistema energizzante:

Come sorgente energizzante per le onde P è stato utilizzato una massa del peso di 10 Kg, battente su una piastra in metallo in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza ricche di energia con forme d'onda ripetibili e direzionali, cioè con la possibilità di ottenere prevalentemente onde di compressione.

Le onde SH sono state ottenute con un dispositivo di energizzazione costituito da una traversina in legno percossa alle estremità opposte da una massa del peso di 10 Kg, in grado di generare onde SH di notevole contenuto energetico.

c) trigger:

Il trigger utilizzato consiste in un geofono starter che chiude un circuito elettrico nell'istante in cui il sistema energizzante colpisce la base di battuta determinando l'inizio della registrazione.

d) apparecchiatura di ricezione:

Per la ricezione delle onde P e delle onde SH è stato utilizzato un geofono da foro GEOSTUFF tridimensionale con frequenza propria di 14 Hz dotato di meccanismo di ancoraggio alle pareti del foro con motore elettrico, gestito da una centralina esterna GEOSTUFF BHGC-4.

2.3 ELABORAZIONE DATI

Il risultato finale della fase di acquisizione è costituito da una serie di files in formato SEG-2. Su ciascuna traccia è stato individuato il tempo di primo arrivo.

Mediante software opportuni, i tempi letti sono stati corretti in funzione della geometria del sistema (posizione della sorgente rispetto al foro ed alla profondità di acquisizione) utilizzando la nota formula:

$$t* = \frac{z}{d} \cdot t = \frac{z}{\sqrt{z^2 + R^2}} \cdot t$$

dove z è la profondità del ricevitore, d è la distanza effettiva tra sorgente e ricevitore, R la distanza superficiale tra sorgente e centro del foro, t il tempo determinato dalle tracce di registrazione e t* il tempo corretto.

Calcolati i nuovi tempi corretti per le onde P ed Sh si potrà realizzare il grafico tempo-profondità per la ricostruzione delle dromocrone. Si individueranno su tali curve tratti di omogenea pendenza, il valore di tale pendenza rappresenta la velocità media delle onde sismiche relativa a strati omogenei di terreno (velocità intervallari) il cui spessore è misurato sull'asse della profondità.

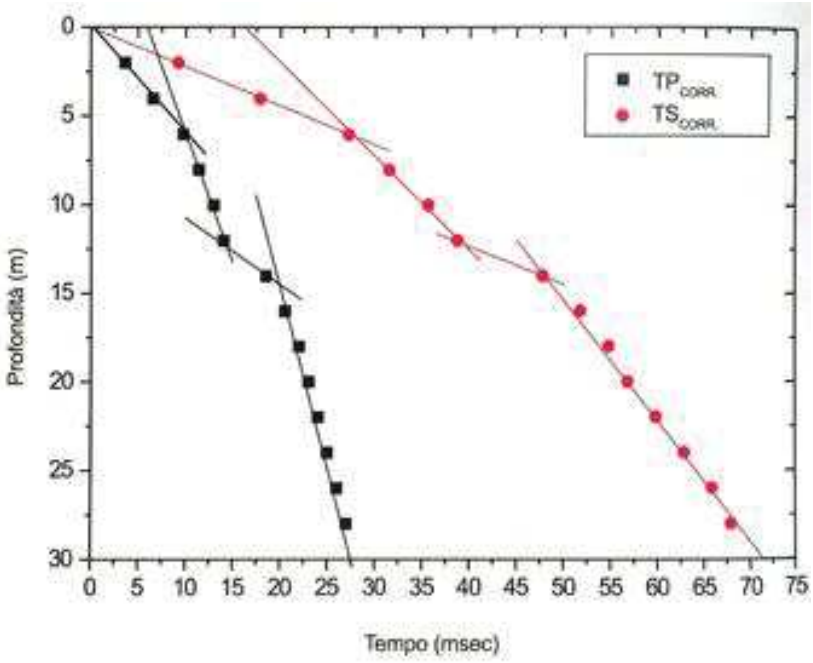


Fig. 3 – Esempio dromocrone e velocità intervallari (da Corrao & Coco, 2006).

3. PARAMETRIZZAZIONE ELASTO-DINAMICA

L'importanza di una corretta valutazione della velocità delle onde di compressione e di taglio, insieme con la densità del mezzo attraversato, è fondamentale per una giusta determinazione dei parametri elasto-dinamici del mezzo.

Determinare i valori dei moduli che caratterizzano il mezzo permette di ottenere informazioni circa la sua natura e il tipo di risposta alle sollecitazioni dinamiche.

3.1 COEFFICIENTE DI POISSON DINAMICO

Il coefficiente di Poisson dinamico è stato calcolato a partire dalla velocità delle onde longitudinali Vp e di taglio Vs. Tra i moduli elastodinamici è l'unico che non richiede la conoscenza della densità per la sua determinazione, ed è definito dalla seguente relazione:

$$\sigma = \frac{1}{2} * \frac{\left(\frac{Vp}{Vs}\right)^2 - 2}{\left(\frac{Vp}{Vs}\right)^2 - 1}$$

3.2 RISULTATI

In elaborazione sono stati individuati per il DH 1 due *sismostrati*. Per ogni sismostrato è stata effettuata la parametrizzazione elasto-dinamica.

In Tab. 3 sono riportati i risultati della parametrizzazione elasto-dinamica.

Down-Hole	Sismostrato	δ	Vp	Vs
		(T/m^3)	(m/sec)	(m/sec)
DH 1	1	1.65	483	228
	2	1.71	590	367

Tab. 2 – Parametrizzazione elasto-dinamica

4. CALCOLO DEL PARAMETRO VS30

Il D.M. 17.1.2018 disciplina le norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici soggetti ad azioni sismiche.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si definiscono le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione:

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

Nelle definizioni precedenti Vs_{30} è la velocità media di propagazione entro trenta metri di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo, per un totale di n strati presenti nei trenta metri superiori.

Down Hole	VS_{30} (m/s)	CATEGORIA SUOLO
DH1	286	C

Tab. 3 – Calcolo del parametro Vs_{30}.

5. ELABORAZIONE DATI DOWN-HOLE

Sulla base dei risultati ottenuti con la metodologia sismica in foro tipo DOWN-HOLE nel sito oggetto di studio, si è proceduto a costruire il diagramma delle velocità delle onde di compressione P e di taglio Sh.

Sono stati calcolati i parametri elasto-dinamici che hanno permesso di caratterizzare i sismostrati riscontrati.

Di seguito sono riportati i dati e i risultati ottenuti.

GEO Logica S.r.l. – Via Giano Della Bella 18 - 00162 Roma - P.iva 01673750665 - RAE 1170852
info@geologicaitaliana.it – www.geologicaitaliana.com

Offset m	3.15											
	Parametrizzazione dinamica intergeofonica											
Prof.	T_p	T_{pc}	V_p	T_s	T_{sc}	V_s	γ	ν	E_d	G_d	K_{dv}	K_{de}
Mt	ms	ms	m/s	ms	ms	m/s	T/m^3	-	Kg/cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
1	18.1	5.5	182.6	29.5	8.9	112.0	1.37	0.20	413	172	228	457
2	17.1	9.2	218.2	27.0	14.5	138.2	1.42	0.17	631	271	314	676
3	19.6	13.5	221.9	29.8	20.6	146.0	1.42	0.12	679	303	297	701
4	20.5	16.1	248.4	32.2	25.3	158.1	1.45	0.16	843	364	412	897
5	19.9	16.8	297.0	34.1	28.9	173.3	1.50	0.24	1122	452	724	1327
6	21.4	18.9	316.7	35.6	31.5	190.4	1.52	0.22	1343	552	791	1527
7	22.4	20.4	342.7	38.4	35.0	199.9	1.55	0.24	1535	618	992	1815
8	23.6	22.0	364.3	43.6	40.6	197.2	1.56	0.29	1573	608	1265	2076
9	24.2	22.8	394.0	49.8	47.0	191.5	1.59	0.35	1566	582	1689	2465
10	25.4	24.2	412.8	52.3	49.9	200.5	1.60	0.35	1732	644	1871	2729
11	30.1	28.9	380.1	58.4	56.1	195.9	1.58	0.32	1597	605	1471	2278
12	31.6	30.6	392.6	63.0	60.9	196.9	1.59	0.33	1639	615	1625	2445
13	33.5	32.6	399.3	68.5	66.6	195.3	1.59	0.34	1630	607	1728	2537
14	35.3	34.4	406.5	72.2	70.4	198.8	1.60	0.34	1694	631	1798	2639
15	40.0	39.1	383.2	77.0	75.4	199.1	1.58	0.32	1646	626	1484	2319
16	41.1	40.3	396.8	80.8	79.3	201.8	1.59	0.33	1716	647	1639	2502
17	43.3	42.6	399.3	84.0	82.6	205.8	1.59	0.32	1779	674	1638	2537
18	45.8	45.1	399.0	85.4	84.1	214.0	1.59	0.30	1892	729	1562	2533
19	46.7	46.1	412.4	89.1	87.9	216.2	1.60	0.31	1961	748	1726	2724
20	48.8	48.2	414.9	92.8	91.7	218.2	1.60	0.31	1998	763	1742	2760
21	52.2	51.6	406.8	94.1	93.1	225.7	1.60	0.28	2078	813	1559	2643
22	52.8	52.3	420.9	99.0	98.0	224.5	1.61	0.30	2108	810	1768	2848
23	55.6	55.1	417.5	100.5	99.6	231.0	1.61	0.28	2192	856	1656	2798
24	58.1	57.6	416.6	101.1	100.2	239.4	1.60	0.25	2306	920	1559	2785
25	59.9	59.4	420.7	104.2	103.4	241.8	1.61	0.25	2356	940	1591	2844
26	60.9	60.5	430.1	106.0	105.2	247.1	1.61	0.25	2471	985	1671	2985
27	62.4	62.0	435.6	110.7	110.0	245.6	1.62	0.27	2473	976	1770	3071
28	63.3	62.9	445.1	111.6	110.9	252.5	1.62	0.26	2616	1036	1838	3219
29	64.2	63.8	454.4	115.3	114.6	253.0	1.63	0.28	2663	1044	1975	3367
30	64.9	64.5	464.8	116.8	116.2	258.3	1.64	0.28	2790	1093	2082	3539

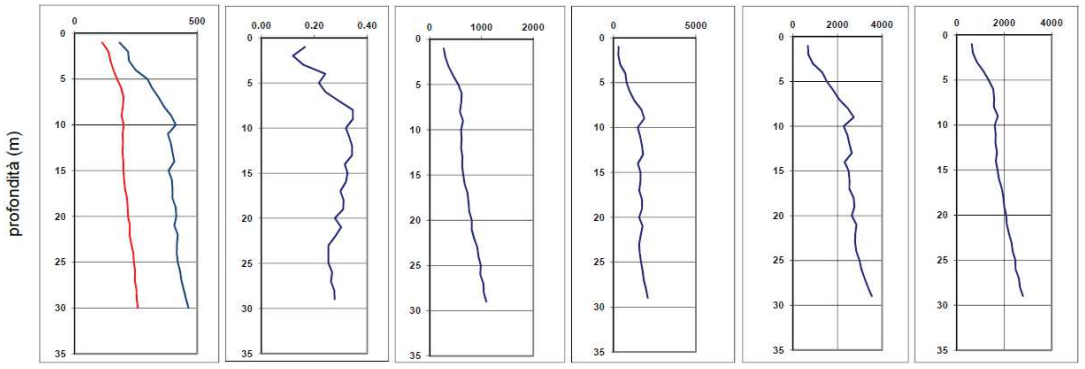
V_s 30 m/s =	286

		Parametrizzazione dinamica sismostratigrafica metodo diretto							
Prof.	Strato	V_p inter.	V_s inter.	γ inter.	ν inter.	Ed inter.	G_d inter.	K_{dv} inter.	K_{de} inter.
Mt		m/s	m/s	T/m^3	-	Kg/cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
1	1								
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8		483	228	1.65	0.36	2327	858	2706	3850
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15	2								
16									
17									
18		590	367	1.71	0.18	5469	2309	2888	5967
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									

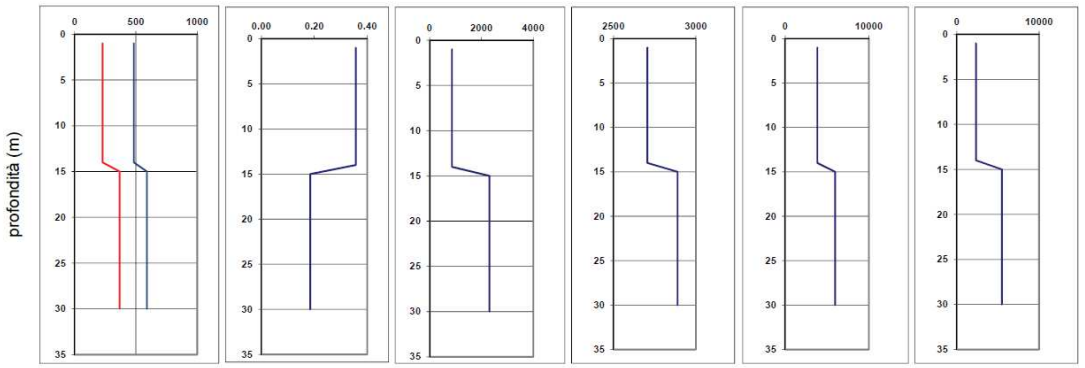
Parametri elastodinamici

intergeofonici

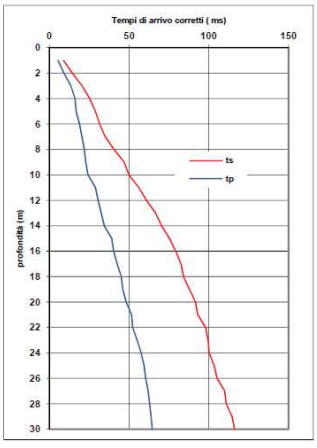
V	ν	G_d	K_{de}	K_{dv}	E_d



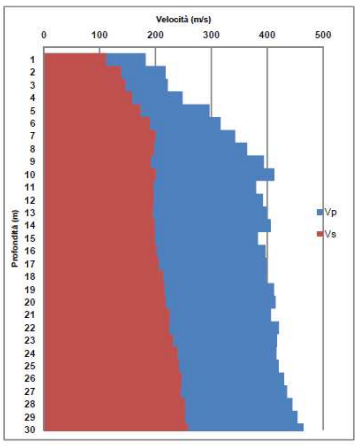
intervallari



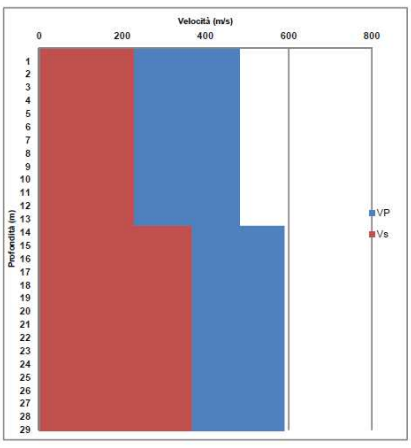
Dromocrona



Velocità puntuali



Sismostrati metodo diretto



Legenda

ρ	densità dinamica	V_p	velocità onde di compressione
ν	modulo di Poisson	V_s	velocità onde di taglio
G_d	modulo di taglio dinamico	T_p	tempi di arrivo onde p
E_d	modulo elastico dinamico	T_{pc}	tempi di arrivo corretti onde p
E_{de}	modulo di compressibilità edometrico dinamico	T_s	tempi di arrivo onde s
E_{dv}	modulo di compressibilità volumetrico dinamico	T_{sc}	tempi di arrivo corretti onde s
D_{sf}	distanza dell'energizzazione dal boccaforo	w	acqua nel foro

Committente	Dott. Cera
Sito	Velletri, Via San Biagio
Acquisizione dati	D.T. S.M.
Analisi	L.C.

REPORT FOTOGRAFICO

Di seguito il report fotografico delle indagini sismiche effettuate:

Momento dell'acquisizione del dato sismico per prospezione Down-Hole n°1

REPORT MASW 1

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P**-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- **S**-Trasversale: onda profonda di taglio;
- **L**-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R**-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

Onde di Rayleigh – "R"

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (onde P, onde S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidezza.

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times v$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidezza.

Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Profondità di indagine

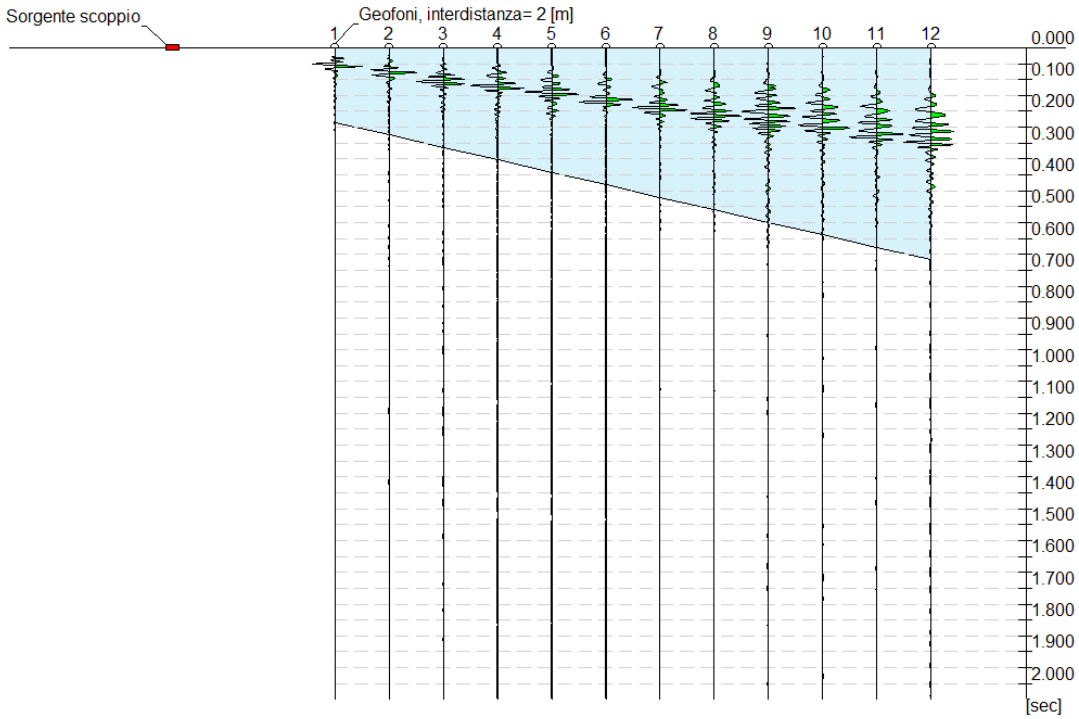
Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

Dati generali

Data	21/04/2020
Sito	Velletri (RM) – Via San Biagio
Committenza	Amministrazione Comunale

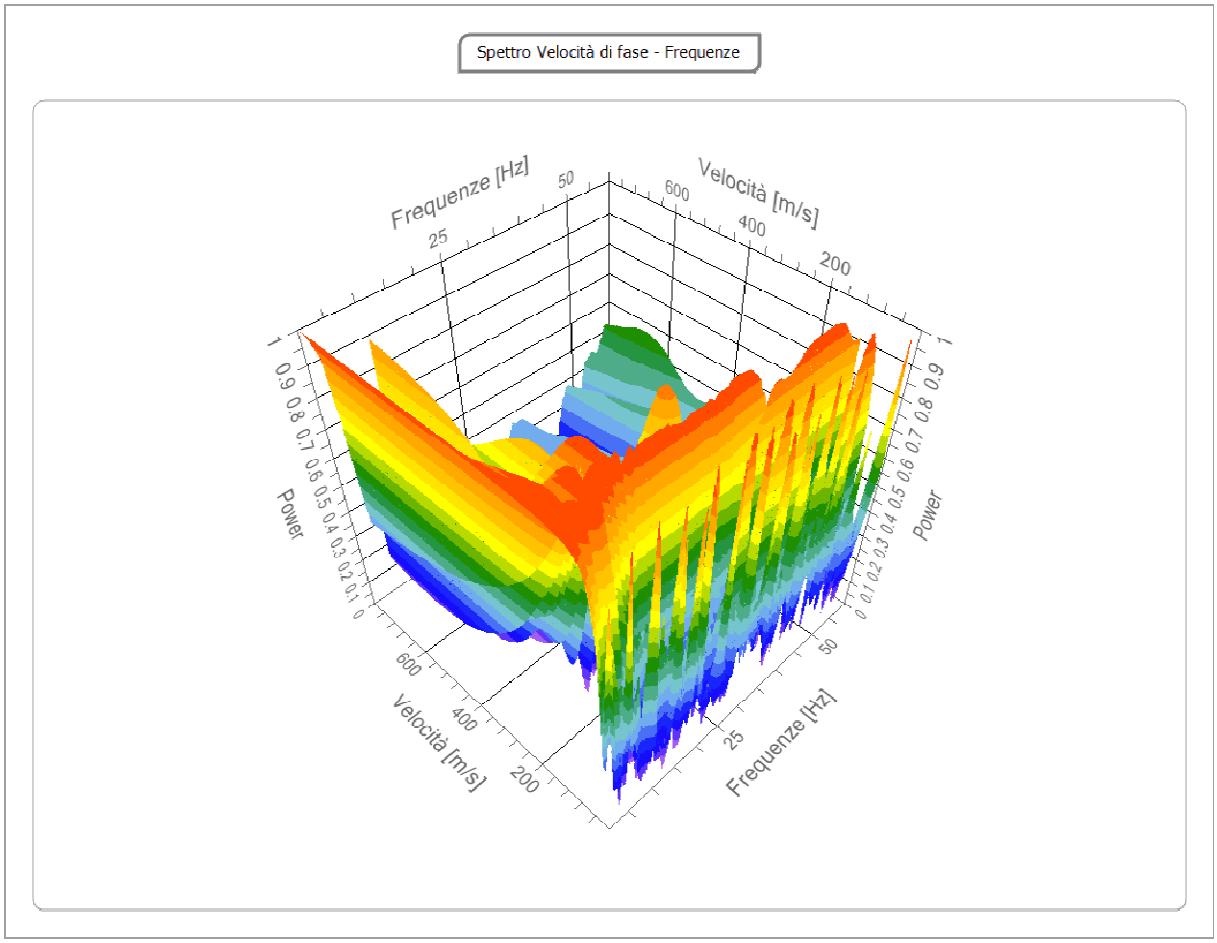
Tracce

N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	2048.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	1.00



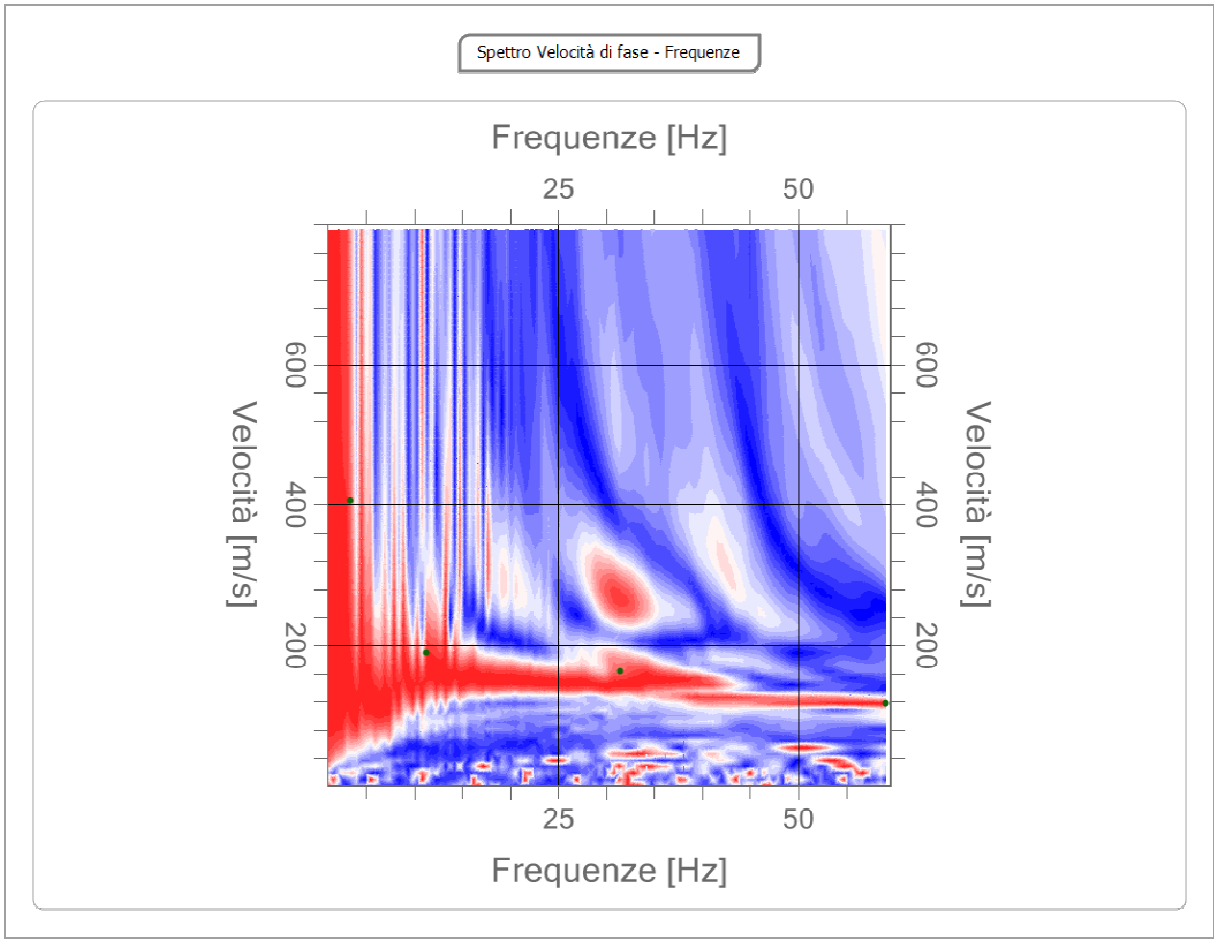
Analisi spettrale

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



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	3.3	406.2	0
2	11.2	190.5	0
3	31.5	162.8	0
4	59.1	117.0	0

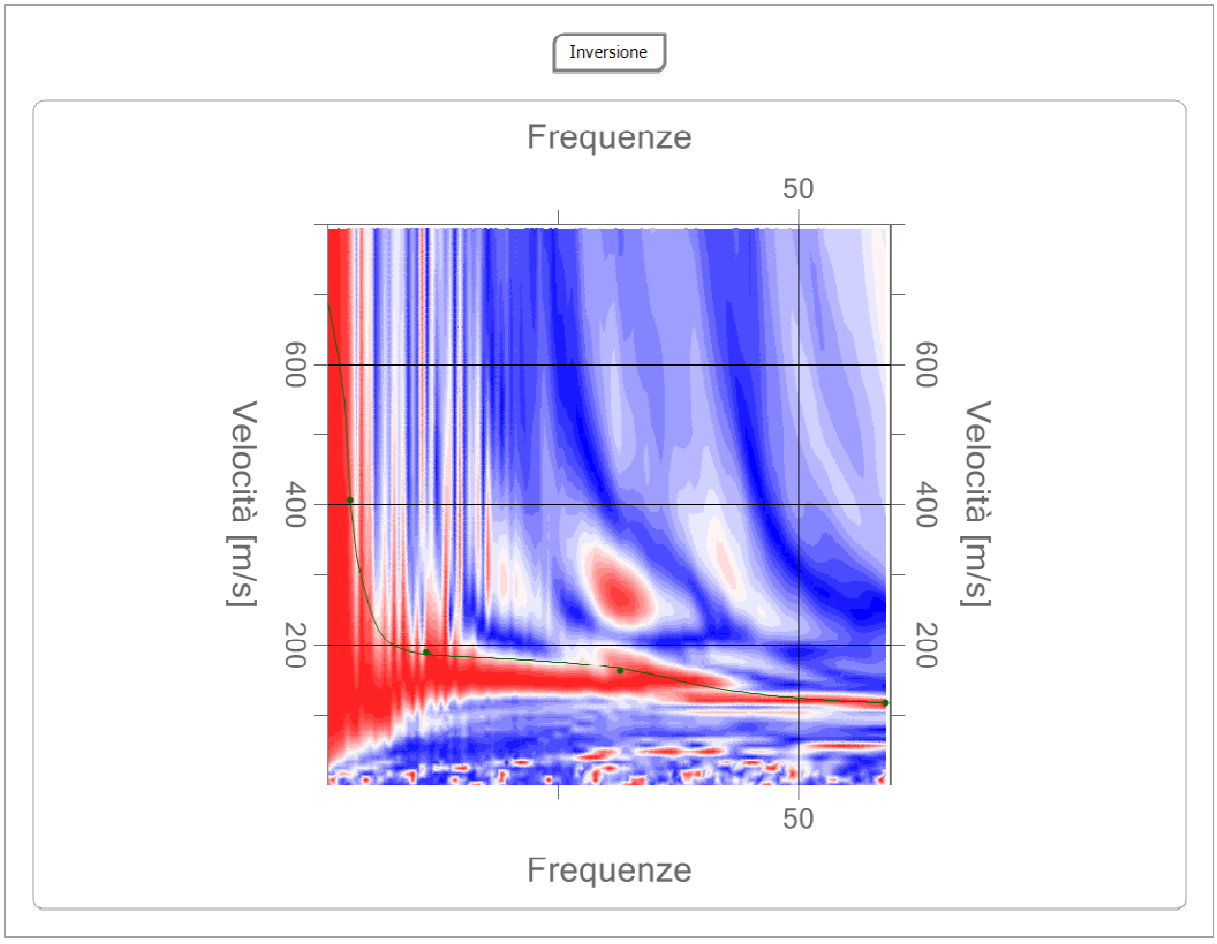


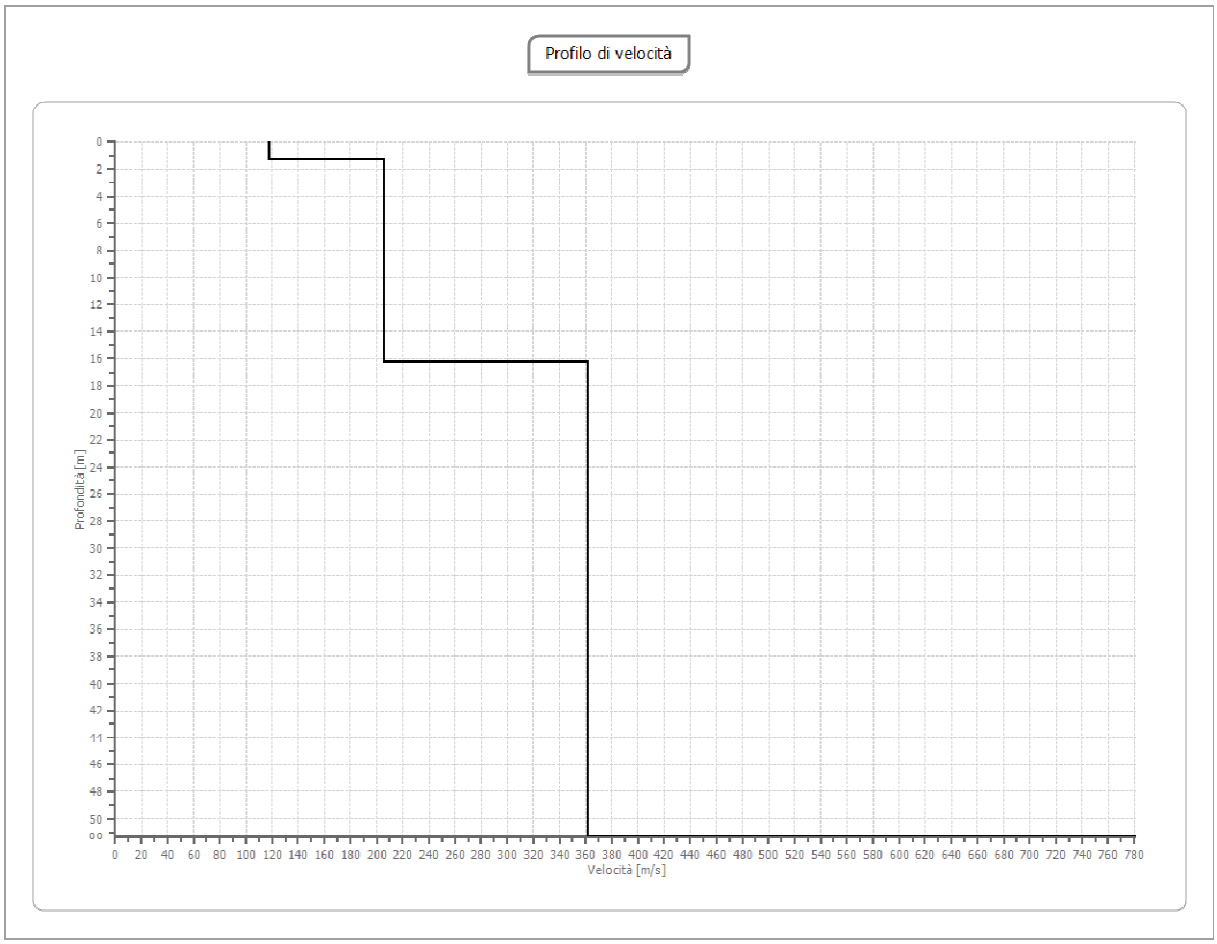
Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		1.30	1.30	1800.0	0.42	No	316.0	117.4
2		16.30	15.00	1820.0	0.41	No	525.3	205.2
3		51.30	35.00	1850.0	0.40	No	884.5	361.1
4		oo	oo	1900.0	0.39	No	1840.4	781.5

Percentuale di errore 0.094 %

Fattore di disadattamento della soluzione 0.046





Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	245.63
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento del-le proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

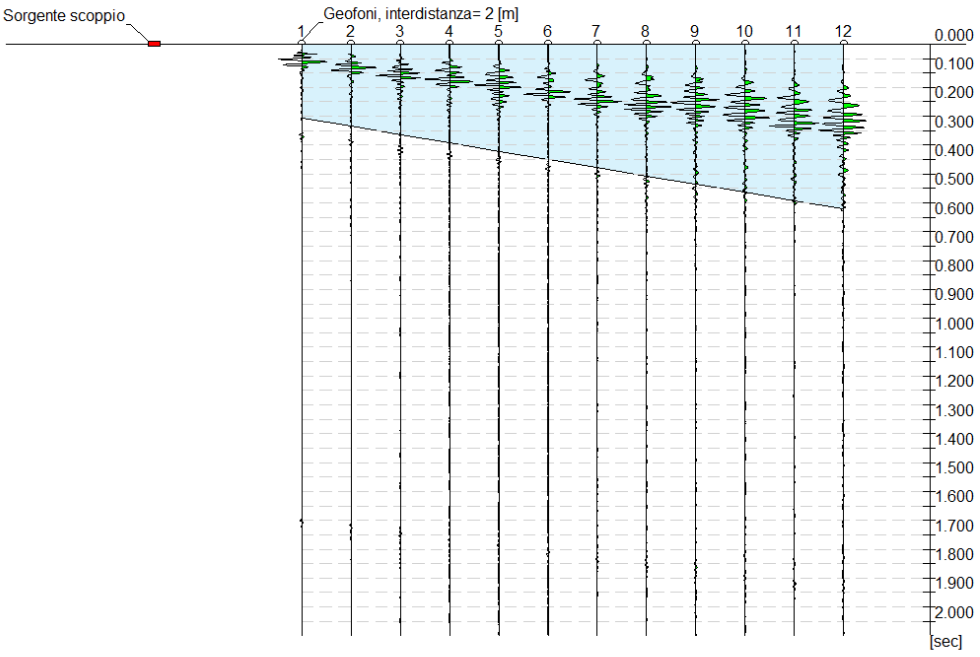
REPORT MASW 2

Dati generali

Data	21/04/2020
Sito	Velletri (RM) – Via San Biagio
Committenza	Amministrazione Comunale

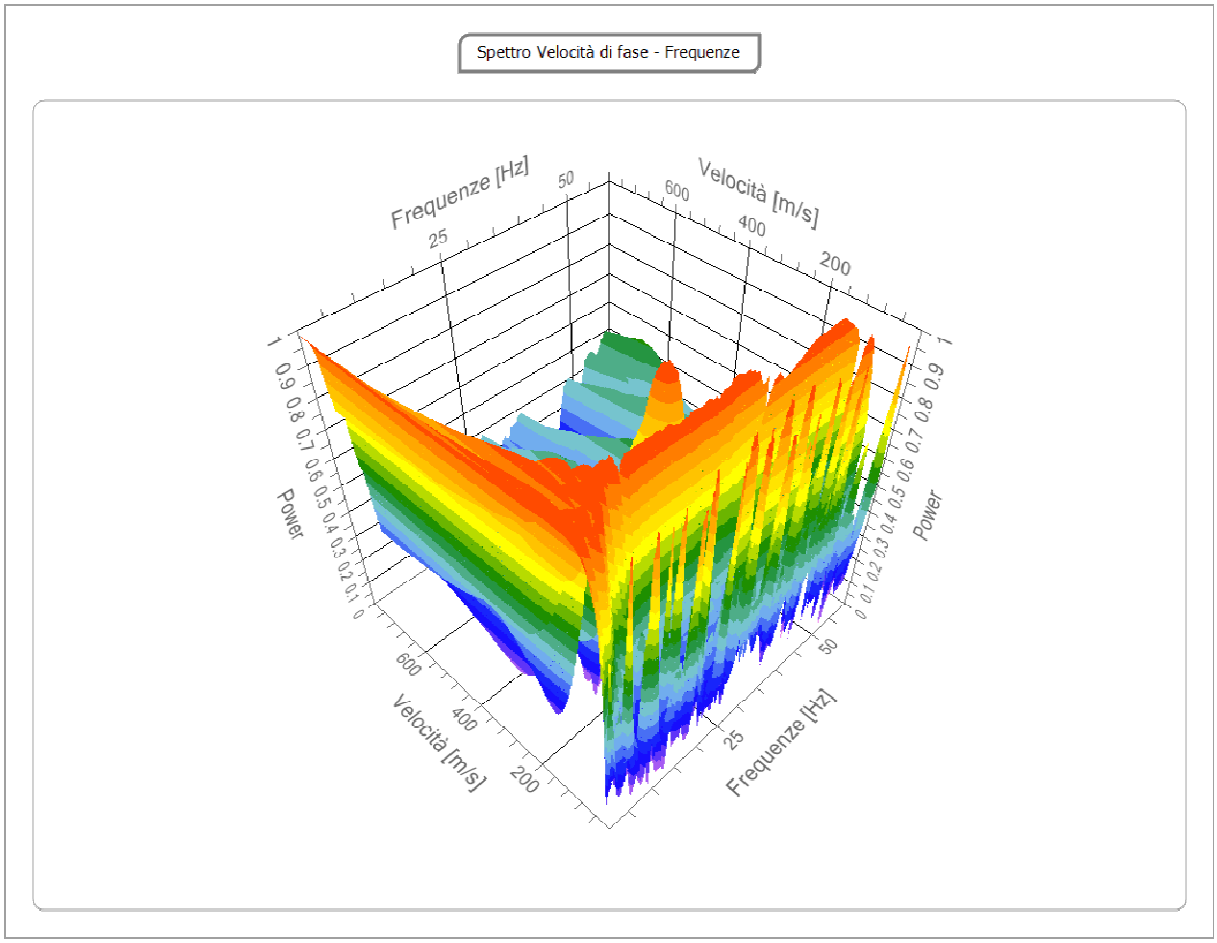
Tracce

N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	2048.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	1.00



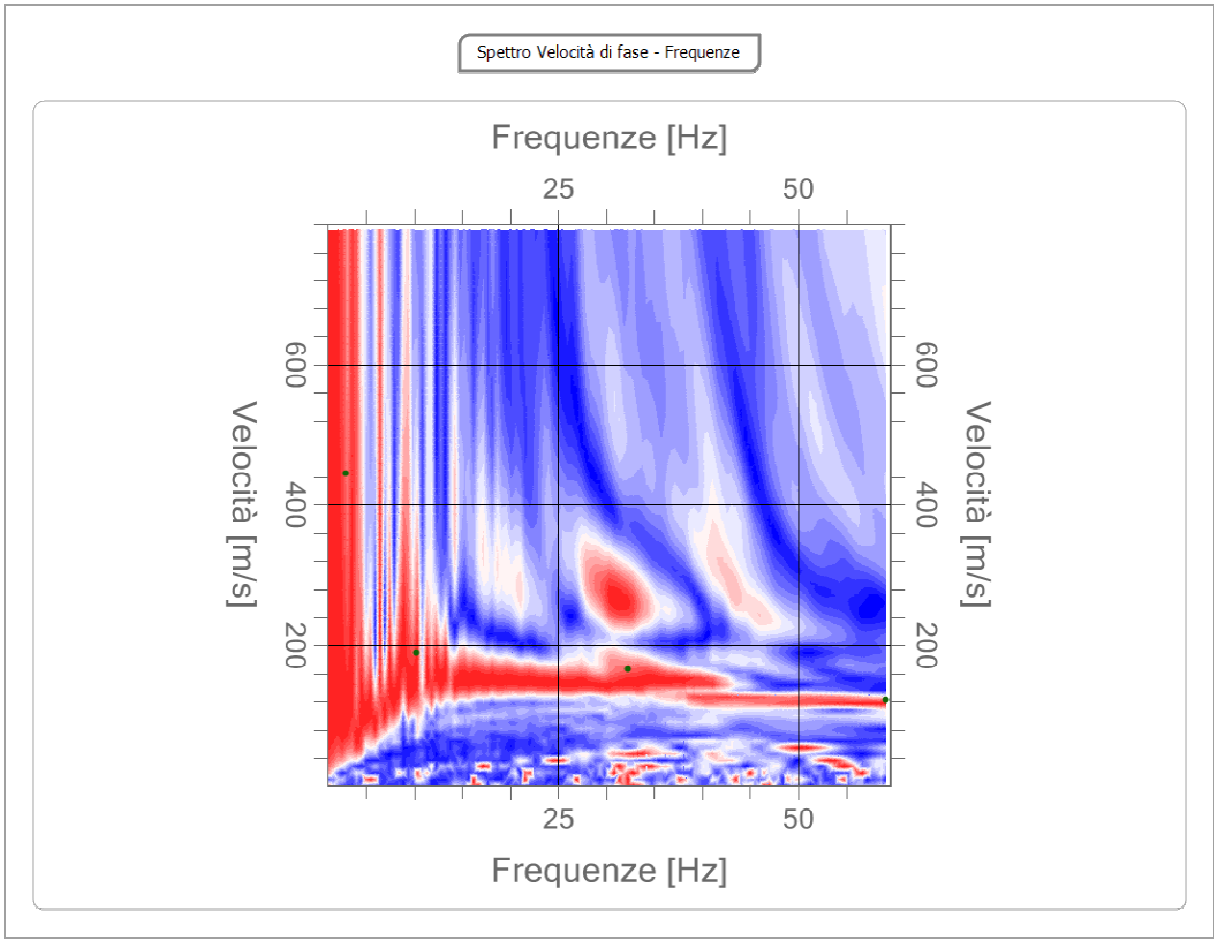
Analisi spettrale

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



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	2.8	445.4	0
2	10.2	190.5	0
3	32.2	166.0	0
4	59.1	121.9	0

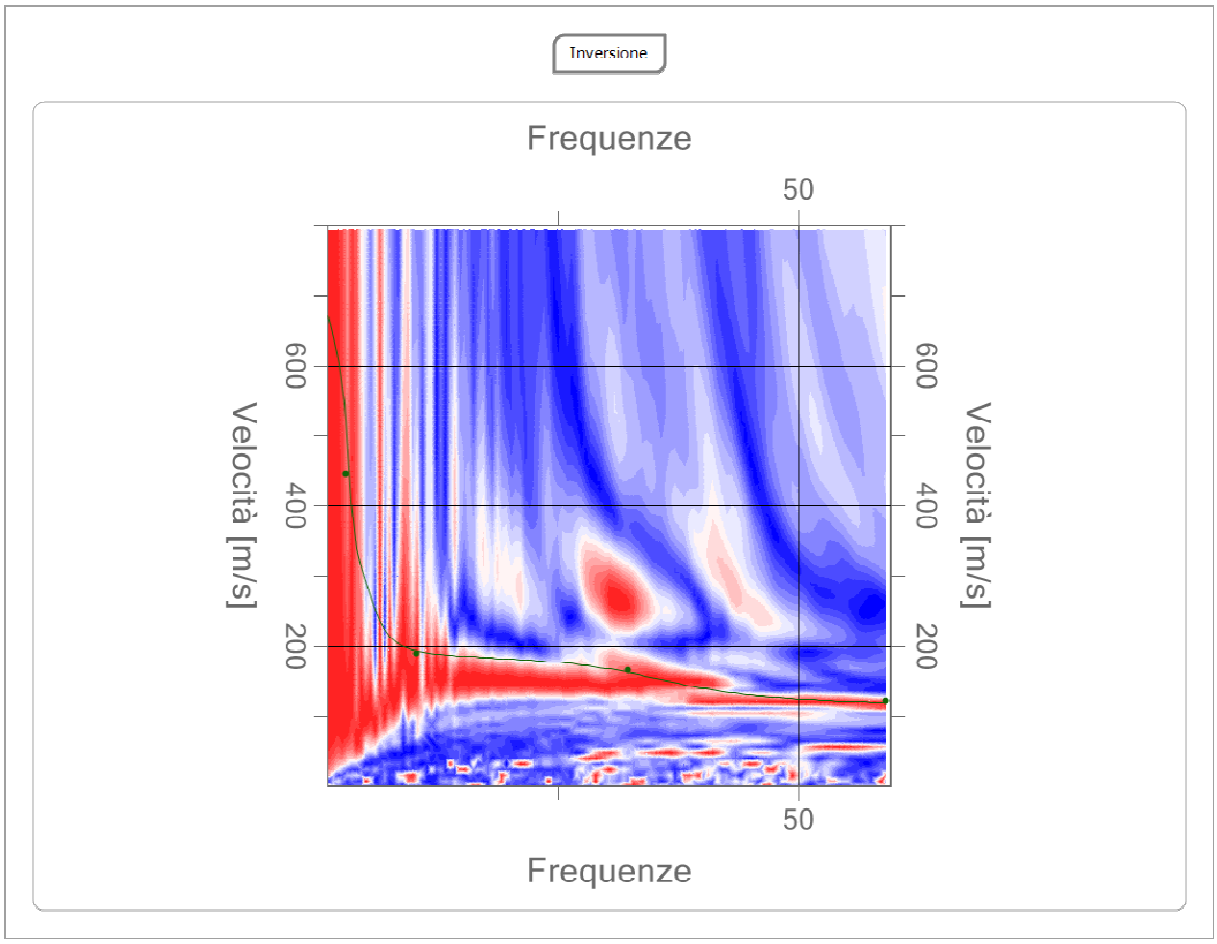


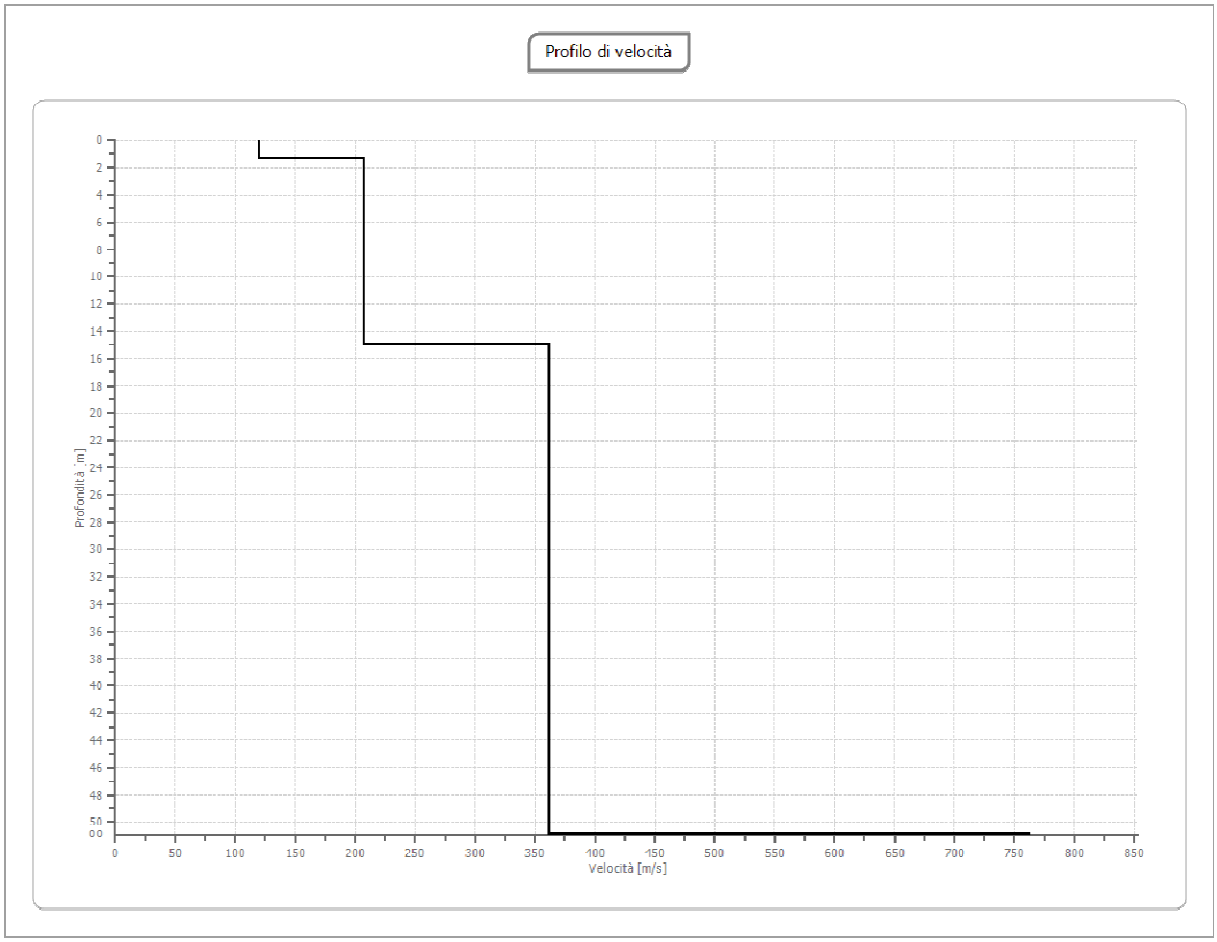
Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		1.40	1.40	1800.0	0.42	No	324.2	120.4
2		14.90	13.50	1820.0	0.41	No	531.6	207.6
3		50.90	36.00	1850.0	0.40	No	885.9	361.7
4		oo	oo	1900.0	0.39	No	1797.6	763.3

Percentuale di errore 3.191 %

Fattore di disadattamento della soluzione 0.107





Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	253.38
Categoria del suolo	C

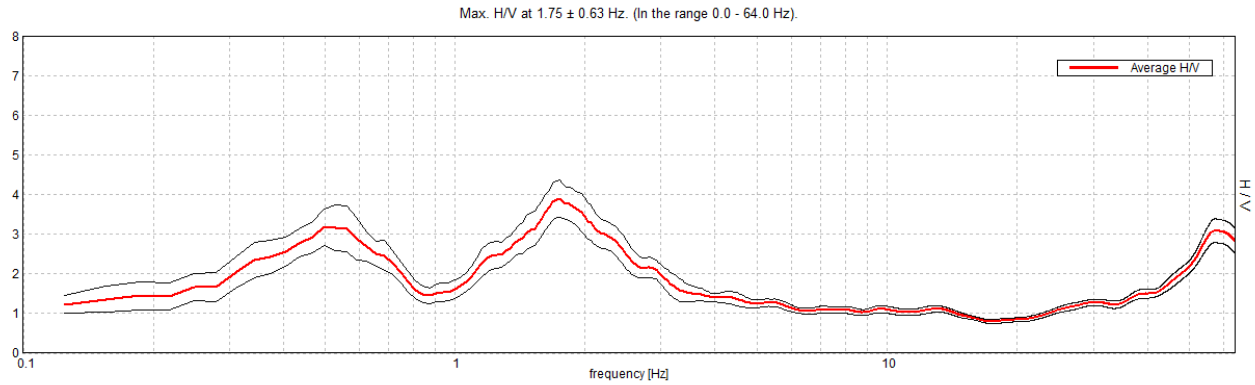
Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento del-le proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Report HVSR 1

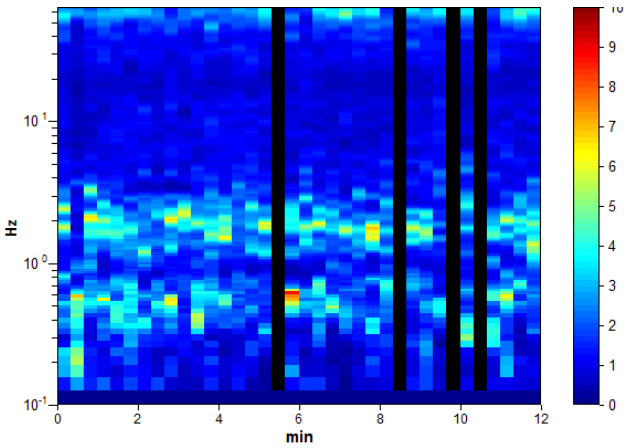
VELLETRI (RM), VIA SAN BIAGIO

Instrument: TEP-0032/01-09
Data format: 16 byte
Full scale [mV]: n.a.
Start recording: 15/04/20 12:14:17 End recording: 15/04/20 12:26:17
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available
Trace length: 0h12'00". Analyzed 89% trace (manual window selection)
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 10%

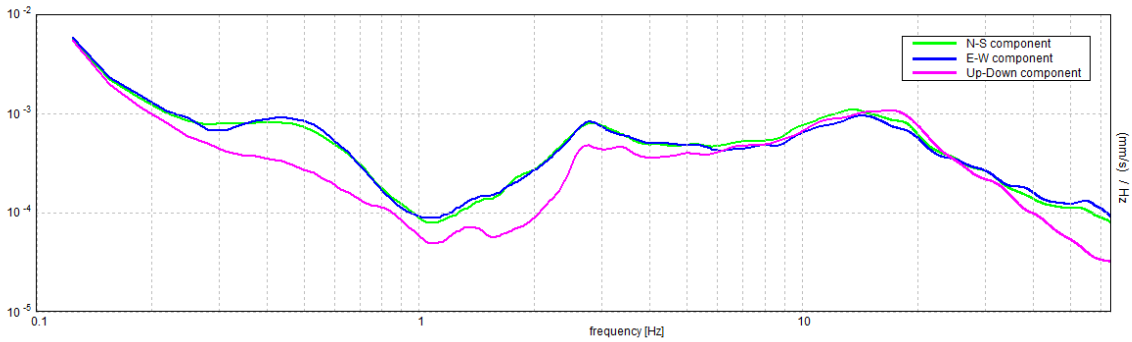
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



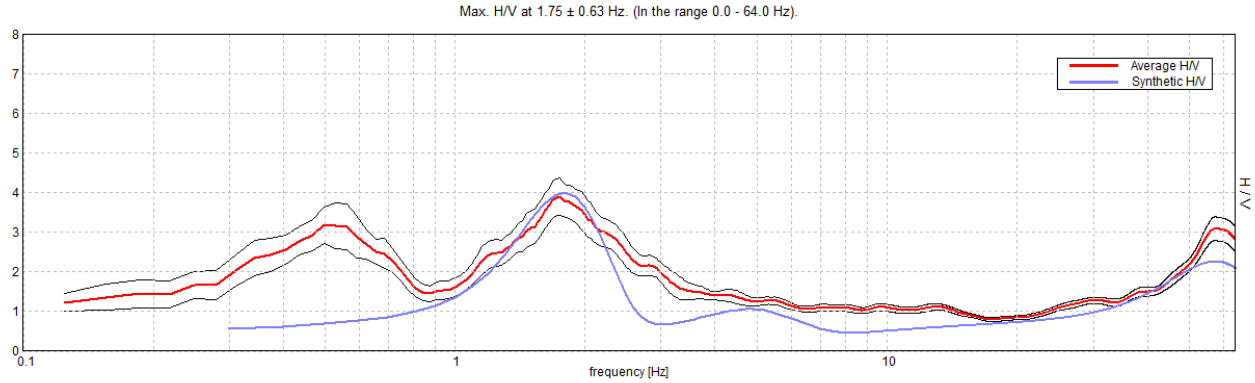
H/V TIME HISTORY



SINGLE COMPONENT SPECTRA

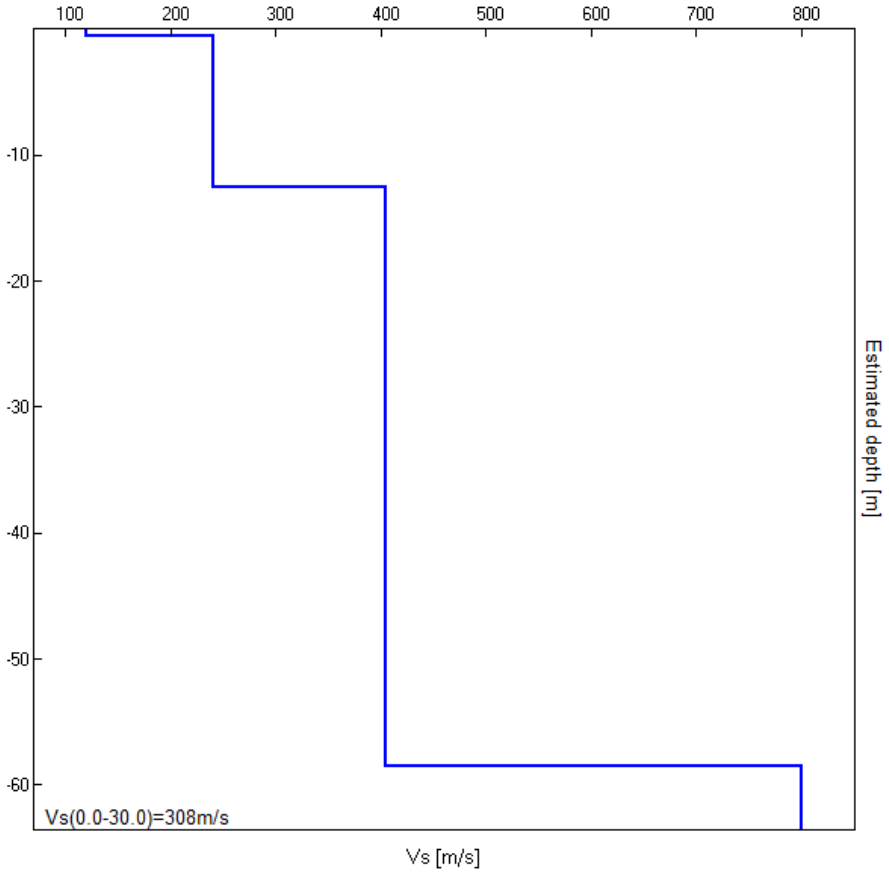


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.50	0.50	120	0.42
12.50	12.00	240	0.41
58.50	46.00	405	0.40
inf.	inf.	800	0.39

Vs(0.0-30.0)=308m/s



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

Max. H/V at 1.75 ± 0.63 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve			
$f_0 > 10 / L_w$	1.75 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	1120.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5$Hz **$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5$Hz**	Exceeded 0 out of 85 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.094 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.031 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.89 > 2	OK	
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.36152| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.63267 < 0.175		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.4689 < 1.78	OK	

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

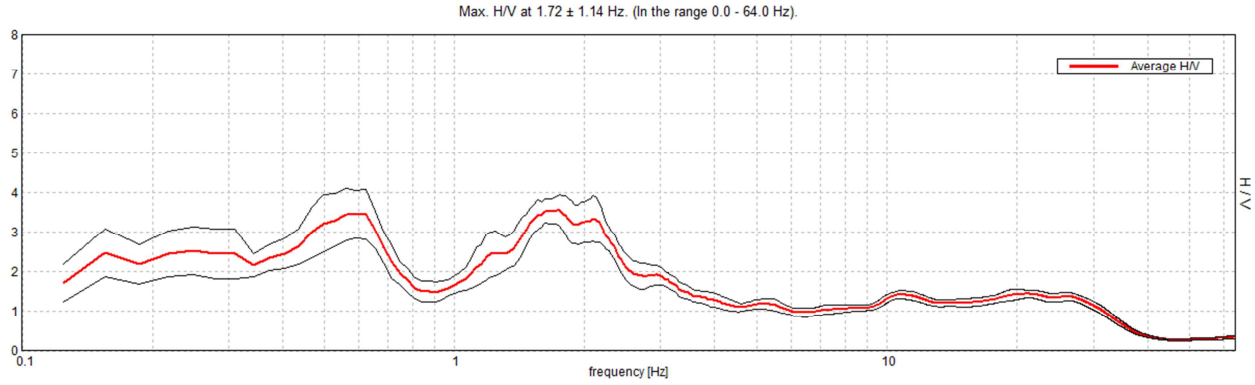
Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Report HVSR 2

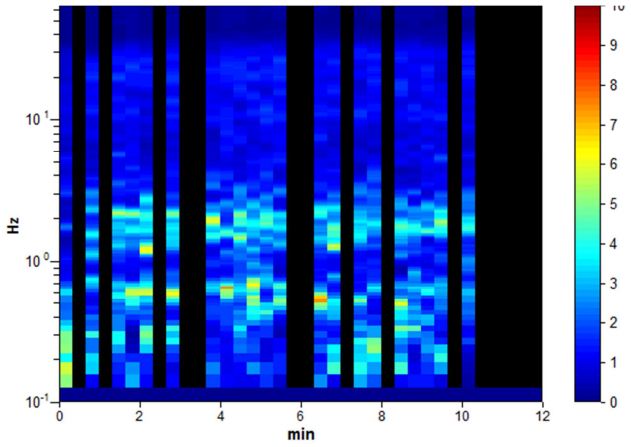
VELLETRI (RM), VIA SAN BIAGIO

Instrument: TEP-0032/01-09
Data format: 16 byte
Full scale [mV]: n.a.
Start recording: 15/04/20 12:29:24 End recording: 15/04/20 12:41:24
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available
Trace length: 0h12'00''. Analyzed 58% trace (manual window selection)
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 10%

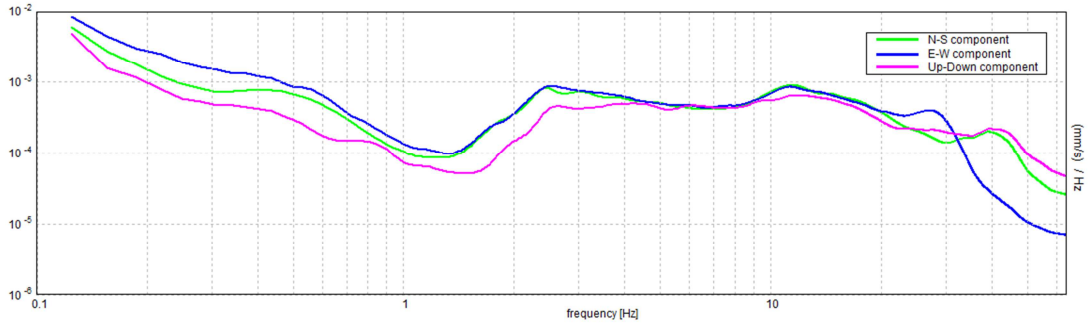
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



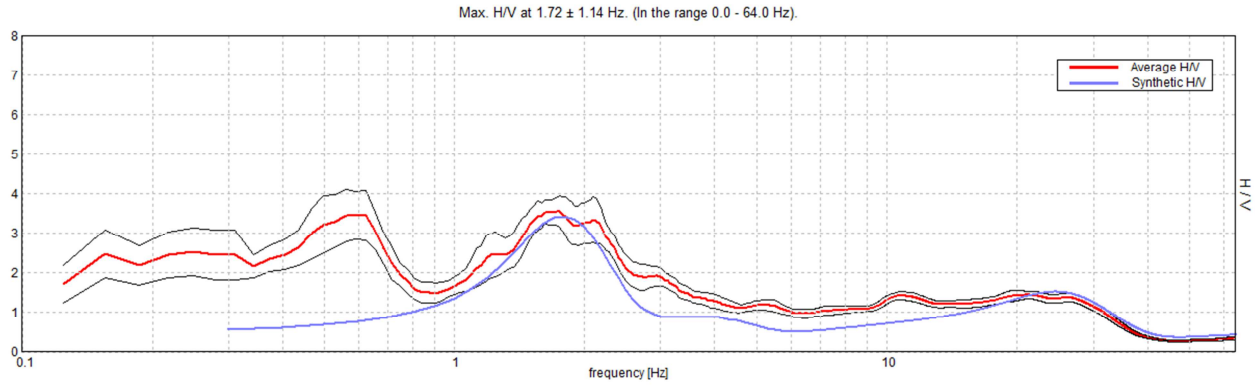
H/V TIME HISTORY



SINGLE COMPONENT SPECTRA

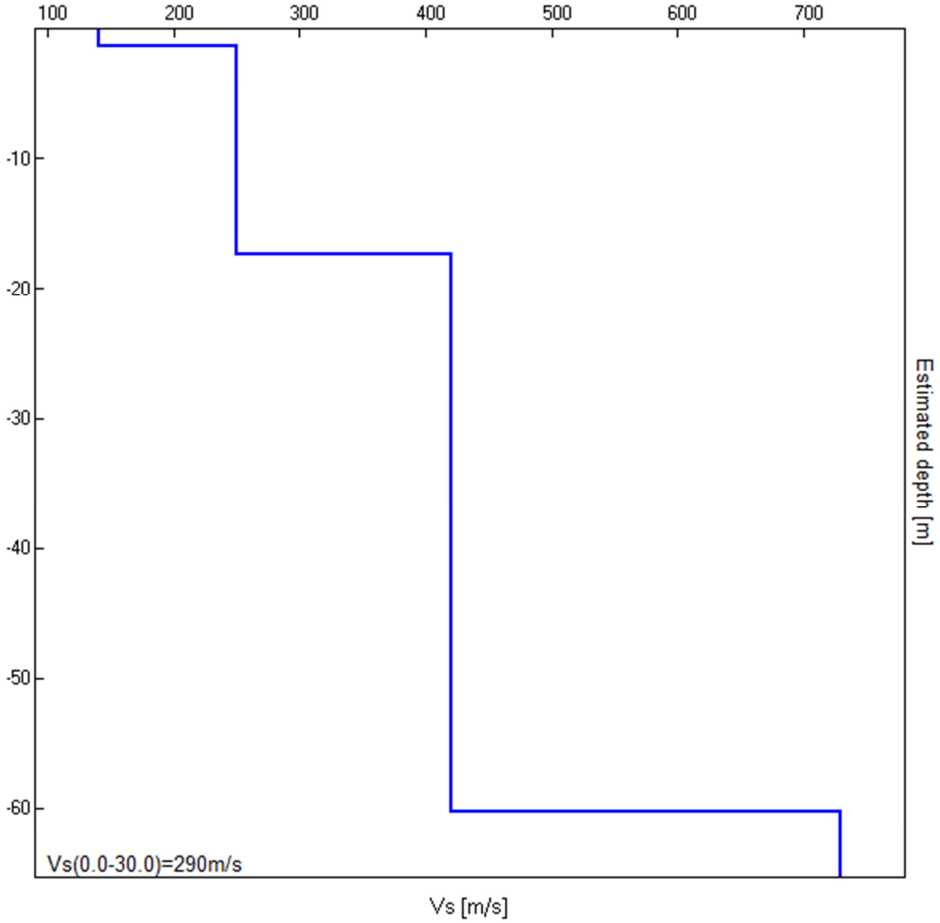


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.30	1.30	140	0.42
17.30	16.00	250	0.41
60.30	43.00	420	0.40
inf.	inf.	730	0.39

Vs(0.0-30.0)=290m/s



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

Max. H/V at 1.72 ± 1.14 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve			
$f_0 > 10 / L_w$	1.72 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	721.9 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5$Hz **$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5$Hz**	Exceeded 0 out of 84 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.031 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.156 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.56 > 2	OK	
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.66459| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.14227 < 0.17188		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3409 < 1.78	OK	

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

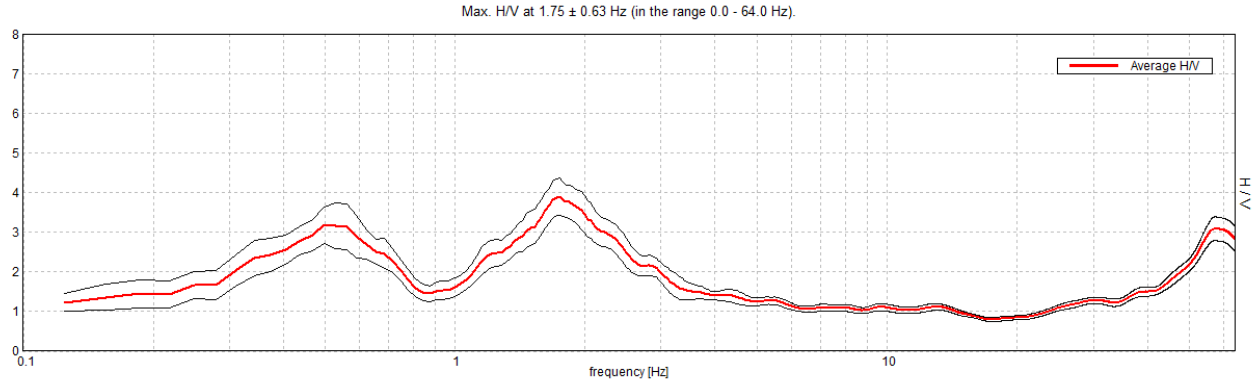
Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Report HVSR 3

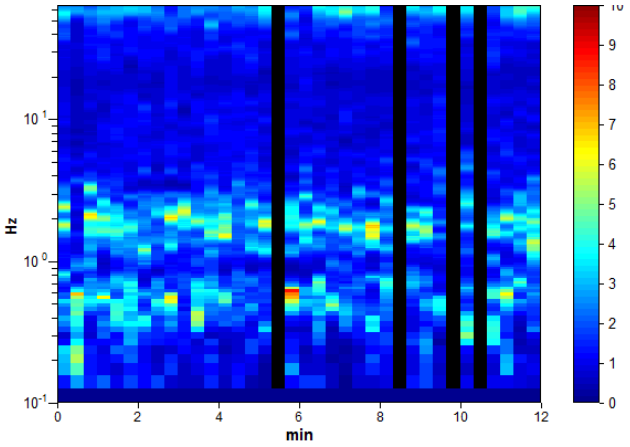
VELLETRI (RM), VIA SAN BIAGIO

Instrument: TEP-0032/01-09
Data format: 16 byte
Full scale [mV]: n.a.
Start recording: 15/04/20 12:14:17 End recording: 15/04/20 12:26:17
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available
Trace length: 0h12'00". Analyzed 89% trace (manual window selection)
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 10%

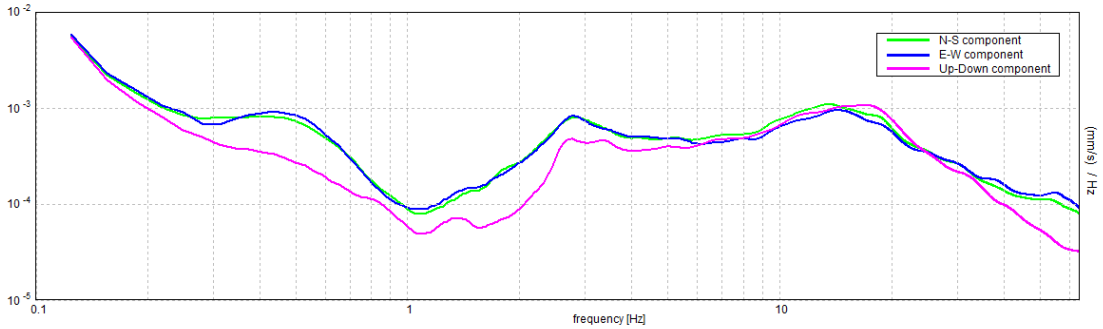
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



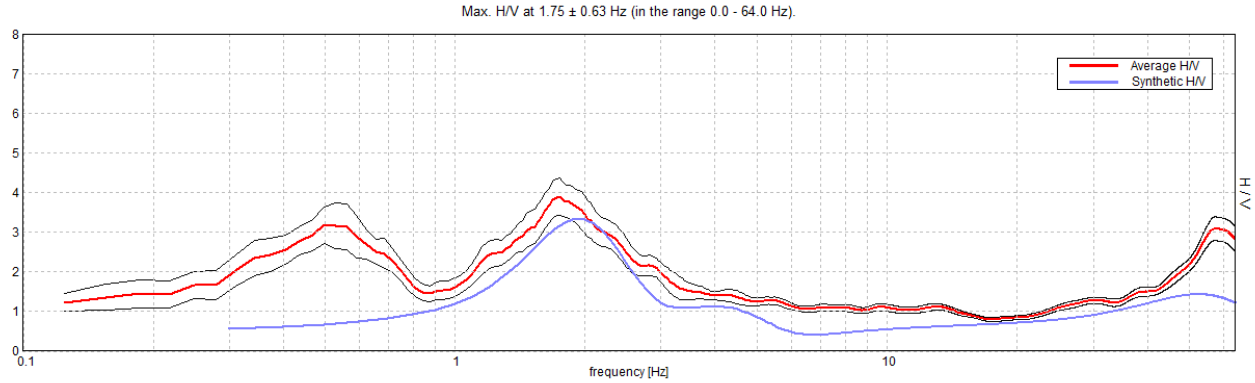
H/V TIME HISTORY



SINGLE COMPONENT SPECTRA

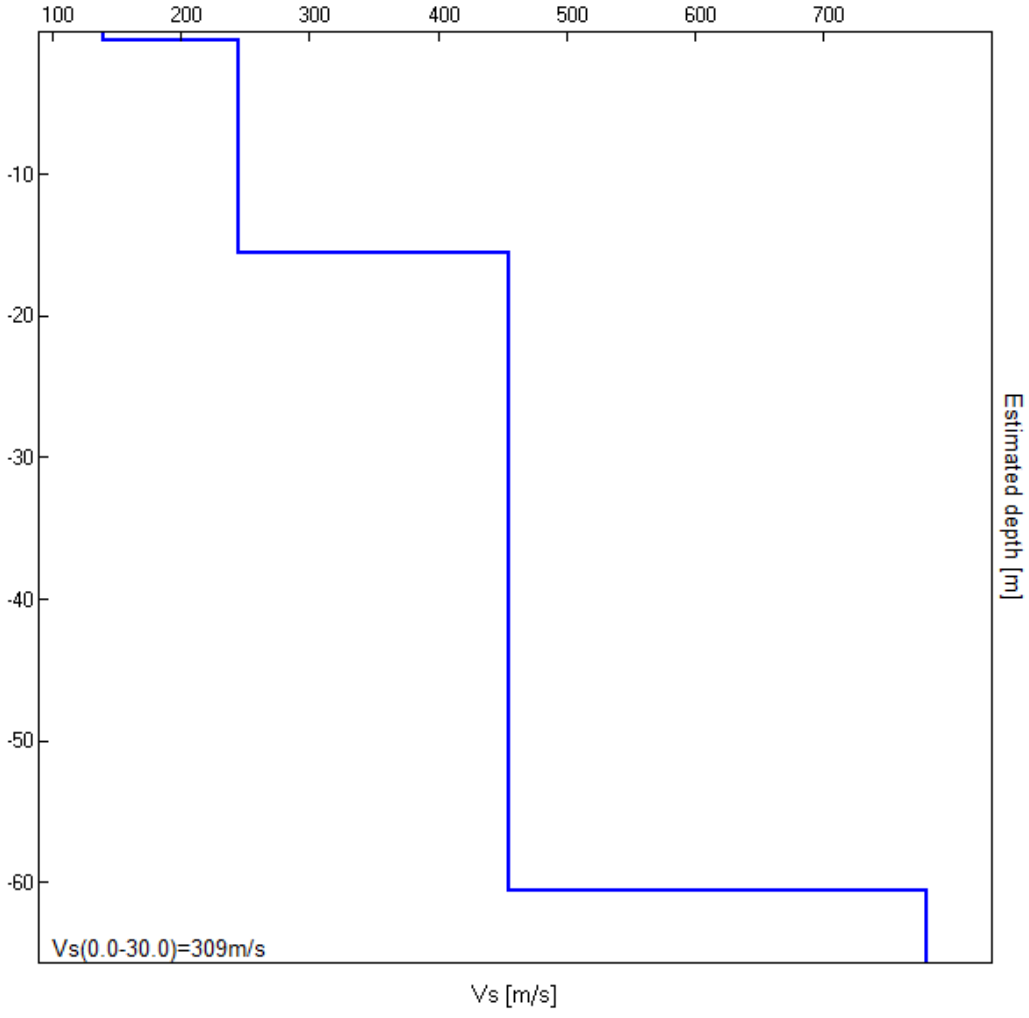


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.60	0.60	140	0.42
15.60	15.00	245	0.41
60.60	45.00	455	0.40
inf.	inf.	780	0.39

Vs(0.0-30.0)=309m/s



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

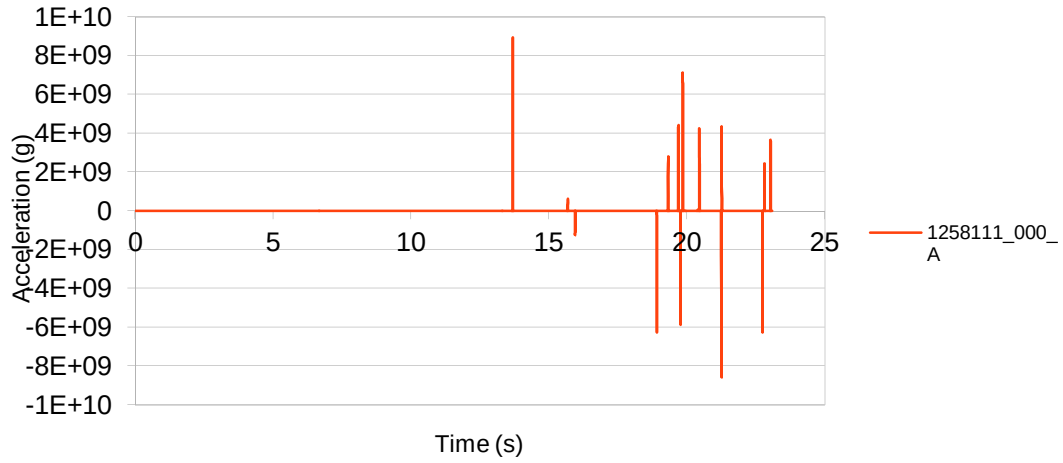
Max. H/V at 1.75 ± 0.63 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

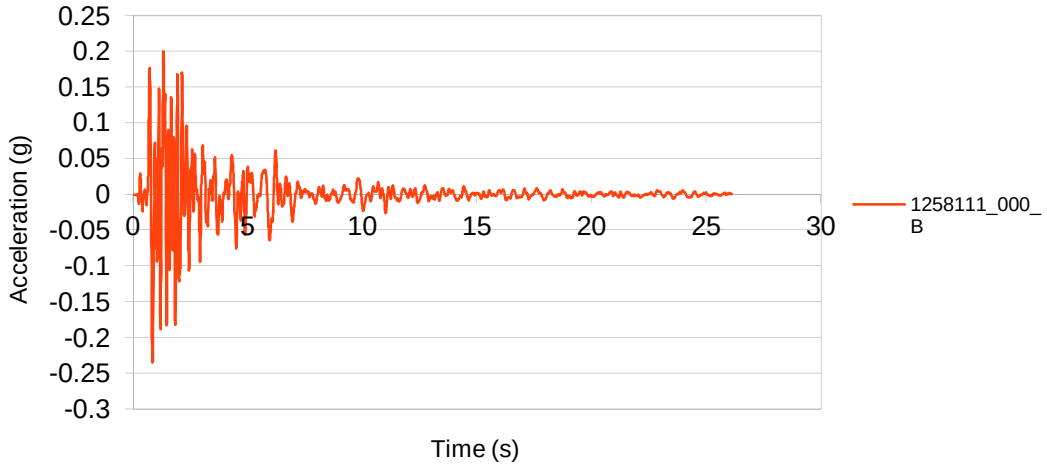
Criteria for a reliable H/V curve			
$f_0 > 10 / L_w$	1.75 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	1120.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5$Hz **$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5$Hz**	Exceeded 0 out of 85 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.094 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.031 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.89 > 2	OK	
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.36152| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.63267 < 0.175		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.4689 < 1.78	OK	

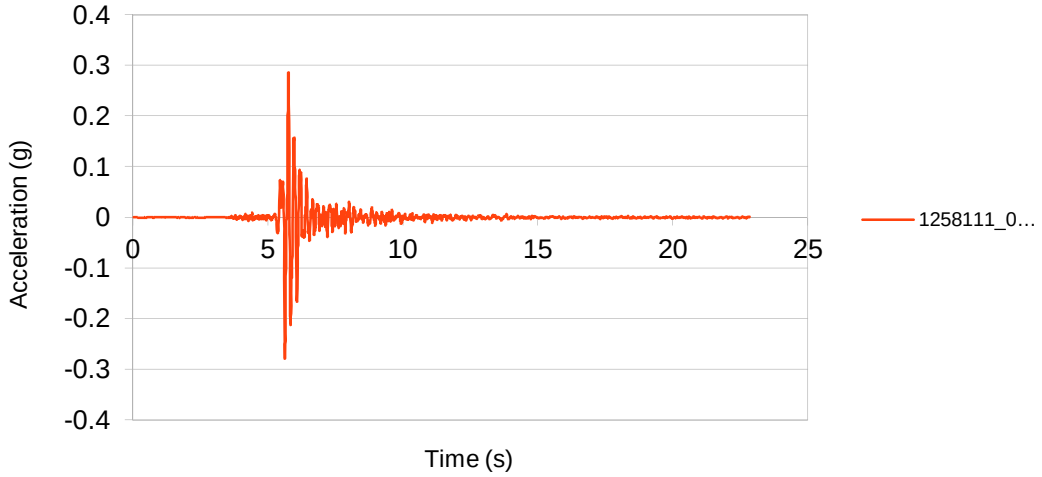
L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak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

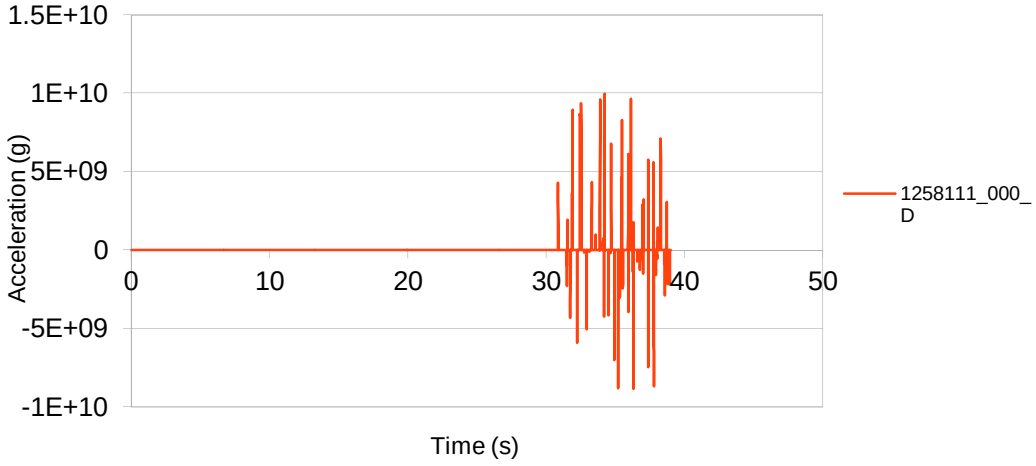
Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

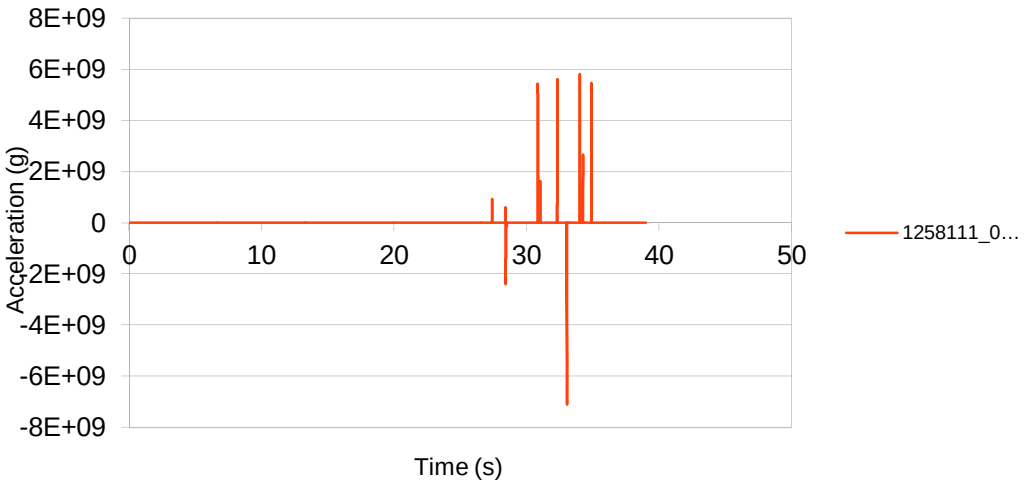
Accelerogrammi di output allo SLV


1E+10
8E+09
6E+09
4E+09
2E+09
0
-2E+09
-4E+09
-6E+09
-8E+09
-1E+10
Acceleration (g)
0
5
10
15
20
25
Time (s)
1258111_000_A


0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
-0.05
-0.1
-0.15
-0.2
-0.25
-0.3
Acceleration (g)
0
5
10
15
20
25
30
Time (s)
1258111_000_B


0.4
0.3
0.2
0.1
0
-0.1
-0.2
-0.3
-0.4
Acceleration (g)
0
5
10
15
20
25
Time (s)
1258111_0…

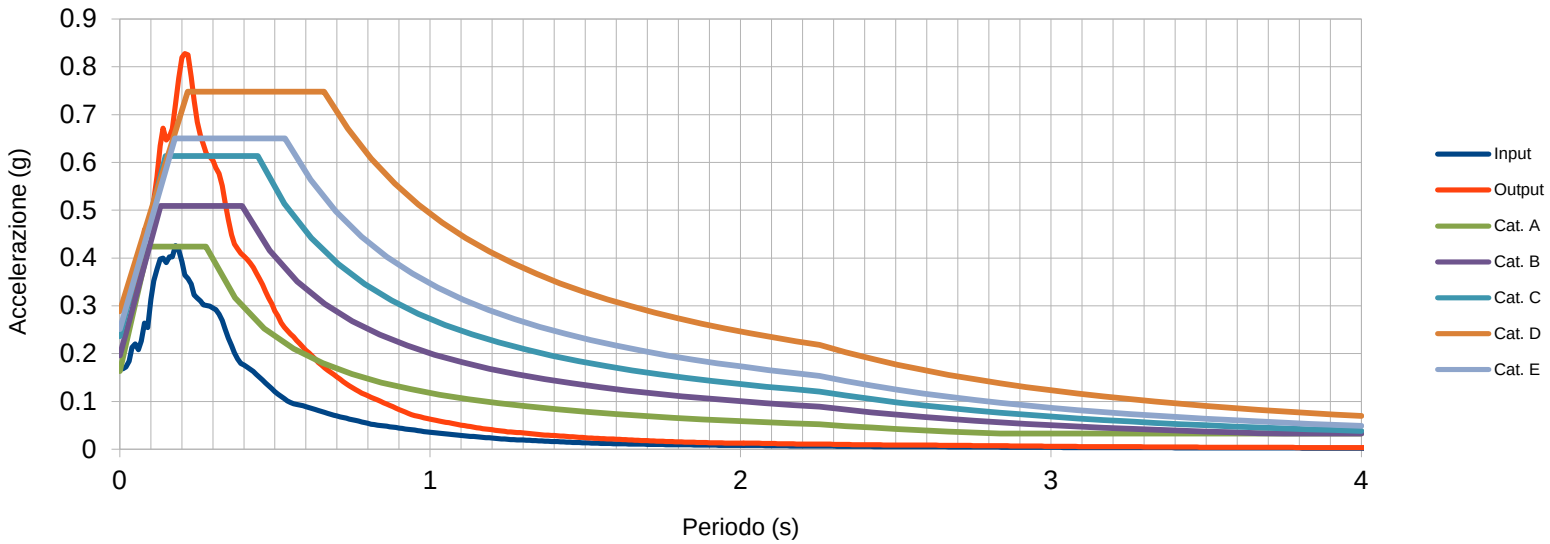

1.5E+10
1E+10
5E+09
0
-5E+09
-1E+10
Acceleration (g)
0
10
20
30
40
50
Time (s)
1258111_000_D


8E+09
6E+09
4E+09
2E+09
0
-2E+09
-4E+09
-6E+09
-8E+09
Acceleration (g)
0
10
20
30
40
50
Time (s)
1258111_0…

Spettro elastico allo SLV

Risposta Sismica Locale

Spettro elastico allo SLV



Spettri elastici allo Stato Limite di Vita

Periodo	Input	Output	Periodo	Input	Output	Periodo	Input	Output
0.01	0.168412	0.296746	0.49	0.126686	0.303917	0.97	0.038238	0.067419
0.02	0.172234	0.298215	0.5	0.120903	0.289352	0.98	0.037225	0.065792
0.03	0.184253	0.304387	0.51	0.115423	0.278485	0.99	0.036419	0.064377
0.04	0.212851	0.326977	0.52	0.110354	0.264574	1	0.03569	0.063024
0.05	0.220217	0.35253	0.53	0.105631	0.255447	1.01	0.035019	0.061753
0.06	0.208583	0.352307	0.54	0.101286	0.248245	1.02	0.034349	0.060515
0.07	0.226416	0.38477	0.55	0.09753	0.241442	1.03	0.033644	0.059255
0.08	0.264005	0.459462	0.56	0.095215	0.234822	1.04	0.032907	0.057943
0.09	0.25481	0.460257	0.57	0.09395	0.228026	1.05	0.032172	0.05663
0.1	0.313154	0.46751	0.58	0.09255	0.221073	1.06	0.031469	0.055356
0.11	0.352228	0.521252	0.59	0.091026	0.213906	1.07	0.030806	0.05413
0.12	0.376359	0.569598	0.6	0.089318	0.207288	1.08	0.03016	0.052939
0.13	0.397568	0.635062	0.61	0.087441	0.201314	1.09	0.029514	0.051755
0.14	0.399553	0.672022	0.62	0.085426	0.195048	1.1	0.028881	0.05058
0.15	0.390448	0.647134	0.63	0.083283	0.188447	1.11	0.028279	0.049446
0.16	0.402556	0.654019	0.64	0.081056	0.181768	1.12	0.027705	0.048363
0.17	0.402356	0.67005	0.65	0.078805	0.175874	1.13	0.027133	0.0473
0.18	0.426036	0.722904	0.66	0.076829	0.170319	1.14	0.026539	0.046218
0.19	0.416823	0.775996	0.67	0.075003	0.165155	1.15	0.025925	0.045112
0.2	0.392651	0.819423	0.68	0.073103	0.160593	1.16	0.025322	0.044009
0.21	0.364458	0.827452	0.69	0.071361	0.155916	1.17	0.024768	0.04296
0.22	0.356944	0.824853	0.7	0.069588	0.151182	1.18	0.024278	0.042093
0.23	0.345287	0.778982	0.71	0.068	0.146382	1.19	0.023835	0.041336
0.24	0.322623	0.729817	0.72	0.066501	0.141557	1.2	0.023396	0.04062
0.25	0.316172	0.684101	0.73	0.064899	0.136715	1.21	0.02291	0.039885
0.26	0.310303	0.655677	0.74	0.063234	0.132545	1.22	0.022363	0.039089
0.27	0.30174	0.637217	0.75	0.061488	0.128698	1.23	0.021778	0.038234
0.28	0.300465	0.617014	0.76	0.060127	0.124819	1.24	0.021196	0.037363
0.29	0.299488	0.612093	0.77	0.058716	0.12096	1.25	0.020656	0.036526
0.3	0.295225	0.604245	0.78	0.057225	0.117442	1.26	0.020245	0.035905
0.31	0.292209	0.588887	0.79	0.055643	0.114313	1.27	0.019989	0.035502
0.32	0.282745	0.576329	0.8	0.054008	0.111631	1.28	0.019758	0.035085
0.33	0.269008	0.551044	0.81	0.052552	0.108874	1.29	0.019543	0.034626
0.34	0.251336	0.51569	0.82	0.051542	0.106024	1.3	0.019282	0.03411
0.35	0.232343	0.480119	0.83	0.050592	0.103126	1.31	0.018976	0.033534
0.36	0.217	0.449015	0.84	0.049627	0.100301	1.32	0.018634	0.032913
0.37	0.201925	0.429182	0.85	0.048794	0.097465	1.33	0.018274	0.032274
0.38	0.189009	0.419231	0.86	0.047973	0.094628	1.34	0.017911	0.031633
0.39	0.179727	0.409994	0.87	0.04713	0.091761	1.35	0.017553	0.030994
0.4	0.17587	0.404082	0.88	0.046267	0.088883	1.36	0.017204	0.030353
0.41	0.172	0.39759	0.89	0.045357	0.08597	1.37	0.016937	0.029805
0.42	0.167602	0.389706	0.9	0.0444	0.083068	1.38	0.016661	0.02933
0.43	0.162481	0.380222	0.91	0.043433	0.080235	1.39	0.016377	0.028928
0.44	0.156804	0.369279	0.92	0.042493	0.077523	1.4	0.016089	0.028529
0.45	0.150796	0.357119	0.93	0.041637	0.074899	1.41	0.015801	0.028116
0.46	0.144875	0.343938	0.94	0.040926	0.072523	1.42	0.015514	0.027694
0.47	0.138796	0.330201	0.95	0.040114	0.070511	1.43	0.01523	0.027268
0.48	0.132685	0.31631	0.96	0.03922	0.068965	1.44	0.014942	0.026836

Periodo	Input	Output	Periodo	Input	Output	Periodo	Input	Output
1.45	0.014674	0.026392	1.96	0.00824	0.013027	2.47	0.005546	0.009047
1.46	0.014386	0.025927	1.97	0.008204	0.012953	2.48	0.005515	0.008999
1.47	0.014096	0.02549	1.98	0.008178	0.012893	2.49	0.005491	0.008956
1.48	0.013866	0.025059	1.99	0.00816	0.012847	2.5	0.005483	0.008919
1.49	0.013642	0.024626	2	0.008147	0.012811	2.51	0.005481	0.008895
1.5	0.013414	0.024196	2.01	0.008135	0.012781	2.52	0.005486	0.008893
1.51	0.01319	0.023773	2.02	0.008119	0.012748	2.53	0.005489	0.008891
1.52	0.012992	0.023364	2.03	0.008093	0.012709	2.54	0.005489	0.008884
1.53	0.012772	0.022976	2.04	0.008053	0.012656	2.55	0.005484	0.008871
1.54	0.012545	0.022618	2.05	0.007997	0.012585	2.56	0.005472	0.008851
1.55	0.012325	0.022293	2.06	0.007926	0.012496	2.57	0.005454	0.00882
1.56	0.012124	0.021998	2.07	0.007842	0.012389	2.58	0.005428	0.008779
1.57	0.011946	0.021721	2.08	0.007748	0.01227	2.59	0.005395	0.008729
1.58	0.011786	0.021449	2.09	0.00765	0.012142	2.6	0.005358	0.008671
1.59	0.011637	0.021168	2.1	0.007551	0.01201	2.61	0.005316	0.008608
1.6	0.011491	0.020874	2.11	0.007454	0.011877	2.62	0.005272	0.00854
1.61	0.011342	0.020566	2.12	0.007361	0.011746	2.63	0.005227	0.008472
1.62	0.011255	0.02025	2.13	0.007273	0.011618	2.64	0.005182	0.008403
1.63	0.011182	0.019931	2.14	0.007191	0.011496	2.65	0.005139	0.008336
1.64	0.011101	0.019615	2.15	0.007114	0.011379	2.66	0.005096	0.008272
1.65	0.011011	0.019304	2.16	0.007045	0.01127	2.67	0.005055	0.008209
1.66	0.010909	0.019	2.17	0.006984	0.01117	2.68	0.005016	0.008149
1.67	0.010797	0.018702	2.18	0.006931	0.011082	2.69	0.004977	0.00809
1.68	0.010675	0.018408	2.19	0.006888	0.011006	2.7	0.004938	0.008032
1.69	0.010546	0.018116	2.2	0.006854	0.010943	2.71	0.004898	0.00798
1.7	0.010412	0.017826	2.21	0.006827	0.010893	2.72	0.004858	0.007927
1.71	0.010274	0.017539	2.22	0.006805	0.010852	2.73	0.004816	0.007873
1.72	0.010136	0.017259	2.23	0.006786	0.010817	2.74	0.004773	0.007817
1.73	0.01	0.016992	2.24	0.006765	0.010784	2.75	0.00473	0.007758
1.74	0.009888	0.01674	2.25	0.006738	0.010746	2.76	0.004686	0.007698
1.75	0.009788	0.016505	2.26	0.006703	0.0107	2.77	0.004642	0.007637
1.76	0.00969	0.016285	2.27	0.006657	0.010642	2.78	0.0046	0.007575
1.77	0.009595	0.016077	2.28	0.0066	0.01057	2.79	0.004563	0.007514
1.78	0.009506	0.015877	2.29	0.006532	0.010484	2.8	0.004527	0.007455
1.79	0.009425	0.015682	2.3	0.006457	0.010387	2.81	0.004491	0.007398
1.8	0.009354	0.015487	2.31	0.006383	0.010281	2.82	0.004456	0.007343
1.81	0.00929	0.015291	2.32	0.006313	0.010171	2.83	0.004425	0.00729
1.82	0.009234	0.01509	2.33	0.006254	0.01006	2.84	0.004396	0.007239
1.83	0.009182	0.014884	2.34	0.006193	0.009951	2.85	0.004368	0.00719
1.84	0.00913	0.014684	2.35	0.006133	0.009845	2.86	0.004342	0.007142
1.85	0.009074	0.014503	2.36	0.006075	0.009744	2.87	0.004316	0.007094
1.86	0.009009	0.014366	2.37	0.006019	0.009683	2.88	0.00429	0.007045
1.87	0.008934	0.014225	2.38	0.005964	0.00962	2.89	0.004265	0.006994
1.88	0.008851	0.014081	2.39	0.00591	0.009558	2.9	0.004241	0.006939
1.89	0.008761	0.013933	2.4	0.005859	0.009493	2.91	0.004214	0.006881
1.9	0.008668	0.013783	2.41	0.00581	0.009427	2.92	0.004186	0.006818
1.91	0.008576	0.013632	2.42	0.00576	0.009359	2.93	0.004156	0.006751
1.92	0.008487	0.013479	2.43	0.005712	0.009291	2.94	0.004126	0.006679
1.93	0.008405	0.013328	2.44	0.005665	0.009224	2.95	0.004094	0.006605
1.94	0.008338	0.013217	2.45	0.005622	0.00916	2.96	0.004058	0.006527
1.95	0.008285	0.013116	2.46	0.005582	0.009101	2.97	0.004021	0.006449

Periodo	Input	Output	Periodo	Input	Output	Periodo	Input	Output
2.98	0.003981	0.006376	3.49	0.002803	0.004322	4	0.002166	0.003293
2.99	0.003941	0.006309	3.5	0.002774	0.004276	4.01	0.002162	0.003287
3	0.0039	0.006242	3.51	0.002746	0.004233	4.02	0.002158	0.003281
3.01	0.003859	0.006177	3.52	0.002719	0.004192	4.03	0.002153	0.003274
3.02	0.003819	0.006112	3.53	0.002695	0.004154	4.04	0.002149	0.003267
3.03	0.003781	0.00605	3.54	0.002672	0.00412	4.05	0.002145	0.003259
3.04	0.003744	0.00599	3.55	0.002653	0.004089	4.06	0.00214	0.00325
3.05	0.00371	0.005932	3.56	0.002637	0.004068	4.07	0.002135	0.00324
3.06	0.003683	0.005875	3.57	0.002622	0.004049	4.08	0.002128	0.003228
3.07	0.003657	0.005821	3.58	0.002611	0.004031	4.09	0.00212	0.003214
3.08	0.003634	0.00578	3.59	0.002603	0.004015	4.1	0.002111	0.003198
3.09	0.003612	0.005745	3.6	0.002597	0.004001	4.11	0.002101	0.003181
3.1	0.003592	0.005712	3.61	0.002591	0.00399	4.12	0.002089	0.003161
3.11	0.003573	0.00568	3.62	0.002587	0.003982	4.13	0.002075	0.00314
3.12	0.003555	0.005647	3.63	0.002584	0.003977	4.14	0.00206	0.003117
3.13	0.003537	0.005614	3.64	0.002581	0.003972	4.15	0.002044	0.003093
3.14	0.003519	0.005581	3.65	0.002578	0.003966	4.16	0.002027	0.003067
3.15	0.003502	0.005546	3.66	0.002576	0.003961	4.17	0.002008	0.00304
3.16	0.003483	0.005511	3.67	0.002572	0.003954	4.18	0.001989	0.003012
3.17	0.003464	0.005475	3.68	0.002568	0.003946	4.19	0.001971	0.002983
3.18	0.003444	0.005439	3.69	0.002564	0.003935	4.2	0.001952	0.002954
3.19	0.003424	0.005402	3.7	0.002558	0.003922	4.21	0.001933	0.002925
3.2	0.003403	0.005365	3.71	0.00255	0.003907	4.22	0.001914	0.002896
3.21	0.003382	0.005328	3.72	0.002541	0.003889	4.23	0.001895	0.002867
3.22	0.00336	0.005293	3.73	0.00253	0.003874	4.24	0.001877	0.002838
3.23	0.00334	0.005259	3.74	0.002518	0.003857	4.25	0.001858	0.002812
3.24	0.003319	0.005226	3.75	0.002504	0.003838	4.26	0.00184	0.002786
3.25	0.0033	0.005195	3.76	0.002489	0.003817	4.27	0.001823	0.002761
3.26	0.003281	0.005165	3.77	0.002472	0.003794	4.28	0.001806	0.002736
3.27	0.003263	0.005137	3.78	0.002456	0.003768	4.29	0.001789	0.002712
3.28	0.003245	0.005111	3.79	0.002438	0.003742	4.3	0.001773	0.002689
3.29	0.003229	0.005086	3.8	0.002421	0.003714	4.31	0.001758	0.002667
3.3	0.003213	0.005062	3.81	0.002403	0.003685	4.32	0.001744	0.002645
3.31	0.003199	0.005039	3.82	0.002385	0.003656	4.33	0.00173	0.002625
3.32	0.003187	0.005016	3.83	0.002366	0.003626	4.34	0.001717	0.002605
3.33	0.003174	0.004992	3.84	0.002347	0.003597	4.35	0.001704	0.002587
3.34	0.003162	0.004967	3.85	0.002329	0.003568	4.36	0.001693	0.002569
3.35	0.003148	0.004941	3.86	0.002311	0.00354	4.37	0.001682	0.002552
3.36	0.003133	0.004912	3.87	0.002293	0.003513	4.38	0.001672	0.002536
3.37	0.003119	0.004881	3.88	0.002277	0.003487	4.39	0.001662	0.00252
3.38	0.003103	0.004847	3.89	0.002261	0.003462	4.4	0.001654	0.002506
3.39	0.003084	0.004809	3.9	0.002246	0.003438	4.41	0.001647	0.002492
3.4	0.003064	0.004769	3.91	0.002233	0.003416	4.42	0.00164	0.002478
3.41	0.003041	0.004724	3.92	0.002221	0.003397	4.43	0.001634	0.002465
3.42	0.003015	0.004677	3.93	0.002211	0.003379	4.44	0.001628	0.002453
3.43	0.002988	0.004628	3.94	0.002203	0.003363	4.45	0.001622	0.002441
3.44	0.002959	0.004577	3.95	0.002195	0.003348	4.46	0.001617	0.002429
3.45	0.002928	0.004525	3.96	0.002188	0.003334	4.47	0.001612	0.002418
3.46	0.002897	0.004473	3.97	0.002182	0.003321	4.48	0.001607	0.002407
3.47	0.002865	0.004421	3.98	0.002176	0.003309	4.49	0.001602	0.002396
3.48	0.002834	0.004371	3.99	0.002171	0.0033	4.5	0.001597	0.002386

Periodo	Input	Output
4.51	0.001593	0.00238
4.52	0.001589	0.002373
4.53	0.001584	0.002367
4.54	0.001579	0.002359
4.55	0.001574	0.002351
4.56	0.00157	0.002343
4.57	0.001565	0.002336
4.58	0.001559	0.002329
4.59	0.001552	0.002321
4.6	0.001544	0.002311
4.61	0.001535	0.002301
4.62	0.001525	0.00229
4.63	0.001515	0.002278
4.64	0.001504	0.002265
4.65	0.001492	0.002252
4.66	0.001486	0.00224
4.67	0.00148	0.002233
4.68	0.001473	0.002225
4.69	0.001467	0.002217
4.7	0.001459	0.002207
4.71	0.001451	0.002198
4.72	0.001443	0.002187
4.73	0.001434	0.002176
4.74	0.001426	0.002165
4.75	0.001417	0.002153
4.76	0.001408	0.002141
4.77	0.001398	0.002128
4.78	0.001389	0.002116
4.79	0.00138	0.002103
4.8	0.00137	0.00209
4.81	0.001361	0.002076
4.82	0.001352	0.002064
4.83	0.001342	0.002051
4.84	0.001333	0.002038
4.85	0.001324	0.002025
4.86	0.001315	0.002012
4.87	0.001306	0.001999
4.88	0.001297	0.001985
4.89	0.001288	0.001972
4.9	0.001279	0.001959
4.91	0.001271	0.001945
4.92	0.001262	0.001931
4.93	0.001254	0.001918
4.94	0.001245	0.001904
4.95	0.001237	0.00189
4.96	0.001229	0.001876
4.97	0.001221	0.001862
4.98	0.001213	0.001848
4.99	0.001206	0.001834
5	0.001199	0.00182