

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



sede legale: Via Urbana, 150 - 00184 Roma

sede amministrativa:

Via Roma, 28 – 02034 MONTOPOLI DI SABINA (RI)

Tel 0765/441102 (St) 0765/206263 (Fax)

329/9171242 (Cell)

e-mail: info@gedis-srl.com

COMUNE DI ROCCA DI PAPA (RM)



Relazione geologica per la realizzazione di un Palazzetto dello

Sport sito in Via Monte Pennolo commissionato da Amm.

Comunale di Rocca di Papa

ROMA, Aprile 2023

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 redatta una relazione geologica riguardante le caratteristiche del terreno e lo studio di Risposta Sismica Locale, in cui è previsto il progetto per la realizzazione di un palazzetto dello sport, sito in Via Monte Pennolo, di proprietà del Comune di Rocca di Papa (RM).

Allo scopo di ricostruire l'andamento stratigrafico del sito e di valutare le caratteristiche geotecniche e sismiche locali del terreno, e, tenendo conto che il l'edificio in esame ricade in **Classe III (Delibera della Giunta Regionale n.493 del 23 Luglio 2019)**, in ottemperanza al **R.R. n.7 del 16 Aprile 2021 della Regione Lazio (D.G.R. 189/2021) - Allegato C**, ricade in **“Livello di vulnerabilità Medio”**, sono state pertanto eseguite le seguenti indagini minime:

- a) un rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio;
- b) acquisizione dati tratti da studi effettuati dallo scrivente nelle aree limitrofe al sito di studio;
- c) n°3 prove penetrometriche dinamiche continue tramite l'utilizzo dello strumento di tipo super-pesante (DPSH);
- d) n°3 MASW integrate alla prova tromometrica, eseguita mediante “Sysmatrack” multicanale (12 canali) fornito dalla Soc. “MAE advanced geophysics instruments” ed elaborazione dati mediante il software “EasyMasw”, fornito dalla Società “Geostru Software”;

- e) n°2 prove di rumore sismico (HVSR) eseguita con tromografo digitale “*Tromino*” ed elaborazione dati mediante il software “*Grilla*”, forniti entrambe della Società Micromed spa;
- f) n°3 sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo, di cui n.2 spinti fino alla profondità di 20 m dal p.c. e n.1 spinto fino alla profondità di 15 m dal p.c., attrezzato a Downhole;
- g) n°12 misure S.P.T. eseguite in foro di sondaggio;
- h) n°3 prelievi di campione indisturbato e relative prove di laboratorio;
- i) n°1 elaborazione di Downhole per la valutazione diretta della velocità delle onde Vs equivalenti, allo scopo di determinare la categoria di sottosuolo;
- j) n°1 esecuzione di indagine con georadar propedeutica alla corretta ubicazione delle indagini al fine di evitare interferenze con eventuali sottoservizi;
- k) n°1 analisi di risposta sismica locale ai seguenti stati limite: SLO, SLD ed SLV;
- l) misurazioni mediante strumenti portatili sugli affioramenti presenti.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il sito in esame è posto circa 1,0 km in direzione S-E dal centro storico di Rocca di Papa, ad una quota di circa 730 metri s.l.m.. in un'area pianeggiante con deboli pendenze dell'ordine dei 0-3° che degradano nei settori settentrionali.

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 $i \leq 15^\circ$]** corrispondente ad un **Coefficiente di Amplificazione Topografica $S_T = 1,00$** .

Essa è descritta nel F.150 – “Roma” (III quadrante, tavoletta NE - “Frascati”) della cartografia ufficiale topografica e geologica I.G.M e nella sezione 388012 – “Rocca di Papa”, della Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) alla scala 1:5000 edita dalla Regione Lazio.

Geologia dell'area

Da un punto di vista geologico il territorio di Rocca di Papa è caratterizzato dalla presenza dei depositi vulcanici del Distretto vulcanico Albano.

Il Distretto vulcanico Albano (Vulcano Laziale Auctt.) è il più meridionale dei distretti vulcanici a struttura centrale del Lazio. Esso si è sviluppato su un substrato sedimentario costituito da unità calcareo-silico-marnose mesozoiche riferibili al Dominio Umbro-Marchigiano-Sabino. Al di sopra di tale successione, giacciono in discordanza depositi neogenici post-orogenici, arenaci e pelitici, con spessori estremamente variabili.

Il Distretto Vulcanico Albano inizia la sua attività nel Pleistocene medio, intorno a 0.6-0.7 milioni di anni da oggi; attività che termina intorno a 20.000 anni fa.

Nella letteratura geologica vengono considerate tre fasi principali nell'evoluzione dell'attività vulcanica, distinte sia cronologicamente che per la tipologia eruttiva ed i volumi di materiali emessi.

I Fase: attività del Tuscolano-Artemisio. Questa prima fase compresa cronologicamente tra circa 600.000 e 360.000 anni fa, è caratterizzata da una attività concentrata in un edificio principale (Tuscolano-Artemisio) è a sua volta suddivisa in quattro cicli principali. Ognuno di questi cicli è caratterizzato da notevole attività esplosiva, con emissione di grandi quantità di depositi piroclastici (colate, di ricaduta) con un'attività prevalentemente effusiva di chiusura. La prima fase termina con il collasso dell'edificio Tuscolano-Artemisio. Durante questa fase vengono eruttati oltre il 90 % dei prodotti emessi dal Distretto Vulcanico Albano.

II Fase: attività dei Campi di Annibale (o delle Faete). Dopo una breve stasi l'attività eruttiva riprende all'interno dell'area collassata con la formazione di uno strato-vulcano. Questa seconda fase è compresa, cronologicamente, tra circa 300.000 e 200.000 anni fa.

III Fase: attività idro-magmatica finale. L'ultima fase di attività del distretto vulcanico è caratterizzata da eruzioni da crateri eccentrici, posti al limite nord-occidentale del distretto, rappresentati dai crateri di: Ariccia, Nemi, Prata Porci, Castiglione, Pantano Secco, Valle Marciana, Albano e Giuturna. Tale fase termina circa 20.000 anni fa.

Dal punto di vista litologico, l'area in esame è caratterizzata, al di sotto di uno spessore da decimetrico a metrico di coltre superficiale, dalla presenza di depositi lacustri con materiale piroclastico poco addensato-cineritico e livelli scoriacei addensati, a granulometria argilloso limosa, che lasciano il posto in profondità a depositi piroclastici e lave da fratturati a litoidi, attribuibili al Pleistocene (vedi stralcio carta geologica in allegato).

Le osservazioni e le indagini compiute hanno evidenziato le discrete condizioni geomorfologiche del sito in questione; non si rinvennero infatti nelle immediate vicinanze dell'area, tracce di fenomeni di dissesto o in genere

di processi morfogenetici in atto; le acque di corrivazione non hanno prodotto dissesti o altre forme di erosione diffusa (vedi stralcio Tav.13 PAI in allegato).

Da un punto di vista idrogeologico, il sito risente della estrema variabilità laterale e verticale dei depositi piroclastici e lavici.

Le vulcaniti nel loro insieme, risultano avere una permeabilità primaria media. Ciò è dovuto dal fatto che le sequenze piroclastiche presenti, anche se rimaneggiate e in buona parte sabbiose, risultano avere una marcata componente limoso-argillosa. Durante l'esecuzione delle indagini la falda principale è stata riscontrata ad una profondità di 1.2 m dal piano campagna, inoltre non è da escludere la possibile presenza di altre modeste falde sospese di tipo superficiale, di portata e continuità generalmente modesta, sostenute da orizzonti impermeabili presenti negli stessi terreni vulcanici.

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, e preso atto che, il manufatto in esame secondo i dati forniti dal progettista ricade in **Classe III (Delibera della Giunta Regionale n.493 del 23 Luglio 2019)**, in ottemperanza al **R.R. n.7 del 16 Aprile 2021 della Regione Lazio (D.G.R. 189/2021) - Allegato C, ricade in "Livello di vulnerabilità Medio"**, sono state pertanto eseguite le seguenti indagini minime:

- a) un rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio;
- b) acquisizione dati tratti da studi effettuati dallo scrivente nelle aree limitrofe al sito di studio;
- c) n°3 prove penetrometriche dinamiche continue tramite l'utilizzo dello strumento di tipo super-pesante (DPSH);
- d) n°3 MASW integrate alla prova tromometrica, eseguita mediante "Sysmatrack" multicanale (12 canali) fornito dalla Soc. "MAE advanced geophysics instruments" ed elaborazione dati mediante il software "EasyMasw", fornito dalla Società "Geostru Software";
- e) n°2 prove di rumore sismico (HVSR) eseguita con tromografo digitale "*Tromino*" ed elaborazione dati mediante il software "*Grilla*", forniti entrambe della Società Micromed spa;
- f) n°3 sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo, di cui n.2 spinti fino alla profondità di 20 m dal p.c. e n.1 spinto fino alla profondità di 15 m dal p.c., attrezzato a Downhole;
- g) n°12 misure S.P.T. eseguite in foro di sondaggio;
- h) n°3 prelievi di campione indisturbato e relative prove di laboratorio;
- i) n°1 elaborazione di Downhole per la valutazione diretta della velocità delle onde Vs equivalenti, allo scopo di determinare la categoria di sottosuolo;

- j) n°1 esecuzione di indagine con georadar propedeutica alla corretta ubicazione delle indagini al fine di evitare interferenze con eventuali sottoservizi;
- k) n°1 analisi di risposta sismica locale ai seguenti stati limite: SLO, SLD ed SLV;
- l) misurazioni mediante strumenti portatili sugli affioramenti presenti.

I dati ottenuti dalle prove penetrometriche dinamiche unitamente ai sondaggi stratigrafici eseguiti (vedi planimetria in allegato), hanno evidenziato dall'alto verso il basso, una situazione stratigrafica caratterizzata da una successione dei terreni pressoché omogenea, con un andamento degli strati che segue in linea di massima la morfologia dell'area, come evidenziata nelle sezioni geologiche allegate e riassunta a seguire:

- COLTRE SUPERFICIALE E RIPORTI: per uno spessore variabile di 0,50-1,0 m;
- DEPOSITI LACUSTRI CON MATERIALE PIROCLASTICO POCO ADDENSATO CINERITICO POZZOLANACEO (STRATO A1) CON LIVELLI SCORIACEI ADDENSATI (STRATO A2): per uno spessore variabile tra 4,50 e 8,0 m;
- DEPOSITI LACUSTRI A GRANULOMETRIA ARGILLOSO-LIMOSA (STRATO C): per uno spessore variabile tra 1,50 e 3,0 m.
- DEPOSITI PIROCLASTICI FRATTURATI – LAVE (STRATO D): per uno spessore variabile tra 3,0 e 4,50 m.
- DEPOSITI PIROCLASTICI LITOIDI – LAVE GRIGIE (STRATO E): per uno spessore variabile tra 5,0 e 10,0 m.

PROVA DPSH1 (**) CORRELATA CON MISURA HVSR

Dal P.C. a -1.50 m = COLTRE E RIPORTI

da -1.50 m a -4.80 m = DEPOSITI LACUSTRI COSTITUITI DA MATERIALE
PIROCLASTICO POCO ADDENSATO CINERITICO-
POZZOLANACEO (STRATO A1)

da -4.80 m a -6.30 m = DEPOSITI LACUSTRI CON MATERIALE PIROCLASTICO
MEDIAMENTE ADDENSATO/ADDENSATO SCORIACEO
(STRATO A2)

da -6.30 m a -6.90 m = DEPOSITI PIROCLASTICI FRATTURATI - LAVE (STRATO D)

PROVA DPSH2 ** (CORRELATA A MISURA HVSR2)

Dal P.C. a -0.60 m = COLTRE E RIPORTI

da -0.60 m a -3.00 m = DEPOSITI LACUSTRI COSTITUITI DA MATERIALE
PIROCLASTICO POCO ADDENSATO CINERITICO-
POZZOLANACEO (STRATO A1)

da -3.00 m a -5.40 m = DEPOSITI LACUSTRI CON MATERIALE PIROCLASTICO
MEDIAMENTE ADDENSATO/ADDENSATO SCORIACEO
(STRATO A2)

da -5.40 m a -11.0 m ** = DEPOSITI PIROCLASTICI FRATTURATI (STRATO D)

PROVA DPSH3(** CORRELATA CON MISURA HVSR3)

Dal P.C. a -0.60 m = COLTRE E RIPORTI

da -0.60 m a -3.00 m = DEPOSITI LACUSTRI COSTITUITI DA MATERIALE
PIROCLASTICO POCO ADDENSATO CINERITICO-
POZZOLANACEO (STRATO A1)

da -3.00 m a -5.40 m = DEPOSITI LACUSTRI CON MATERIALE PIROCLASTICO
MEDIAMENTE ADDENSATO/ADDENSATO SCORIACEO
(STRATO A2)

da -5.40 m a -16.0 m ** = DEPOSITI PIROCLASTICI FRATTURATI (STRATO D)

(**) tali profondità sono state estrapolate anche sulla base dei dati provenienti dalle indagini geofisiche

Per quanto riguarda le caratteristiche geotecniche, i valori di N_{spt} forniti dalle prove penetrometriche effettuate, correlati con teorie di vari autori (come riportato integralmente negli elaborati allegati alla relazione), unitamente a misurazioni mediante strumenti portatili e ai risultati ottenuti dalle prove di laboratorio effettuate sul campione prelevato dal sondaggio condotto nel sito in esame, hanno permesso di determinare la seguente tabella dei parametri minimi dei litotipi rinvenuti:

LITOTIPI	Peso di volume (t/m ³)	Angolo di attrito φ (°)	Coesione drenata (t/m ²)	Coesione non drenata (t/m ²)	NSPT	Modulo elastico (kg/cm ²)	Modulo di taglio G (kg/cm ²)
DEPOSITI LACUSTRI CON MATERIALE PIROCLASTICO POCO ADDENSATO CINERITICO POZZOLANACEO (STRATO A1)	1.50	20	0.2	---	1.34	10.72	85.58
DEPOSITI LACUSTRI CON MATERIALE PIROCLASTICO MEDIAMENTE ADDENSATO/ADDENSATO SCORIACEO (STRATO A2)	1.65	26	0.2	---	13.97	111.76	775.17
DEPOSITI LACUSTRI A GRANULOMETRIA ARGILLOSO-LIMOSA (STRATO C)	1.85	29	1.5	5.0	28	---	---
DEPOSITI PIROCLASTICI FRATTURATI – LAVE (STRATO D)	2.0	30	0.5	---	31	248.00	1639.81
DEPOSITI PIROCLASTICI LITOIDI – LAVE GRIGIE (STRATO E)	2.2	36	15.0	---	---	----	----

LIQUEFAZIONE

Le **NTC 2018** prevedono che il sito presso il quale è in progetto una nuova opera deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate. Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione. In assenza di interventi di miglioramento del terreno l'impiego di fondazioni profonde richiede comunque la valutazione della riduzione della resistenza di progetto e degli incrementi delle sollecitazioni indotti nei pali. Per ciò che concerne la possibilità di occorrenza di fenomeni di liquefazione, questa è connessa alla presenza di terreni sabbiosi saturi a profondità inferiori a 15 m e alla eventualità di terremoti con magnitudo superiore a 5.

Lo scuotimento indotto dal moto sismico genera un incremento della pressione dell'acqua contenuta nei pori del terreno che può arrivare ad uguagliare la tensione efficace del terreno. In questa condizione si ha l'annullamento della resistenza al taglio del terreno e, di conseguenza, la sua liquefazione. Ai sensi delle N.T.C. di cui al D.M. 17/01/18 (paragrafo 7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione) la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- 1) accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizione di free-field) inferiori a 0,1g;

- 2) profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- 3) depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- 4) distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

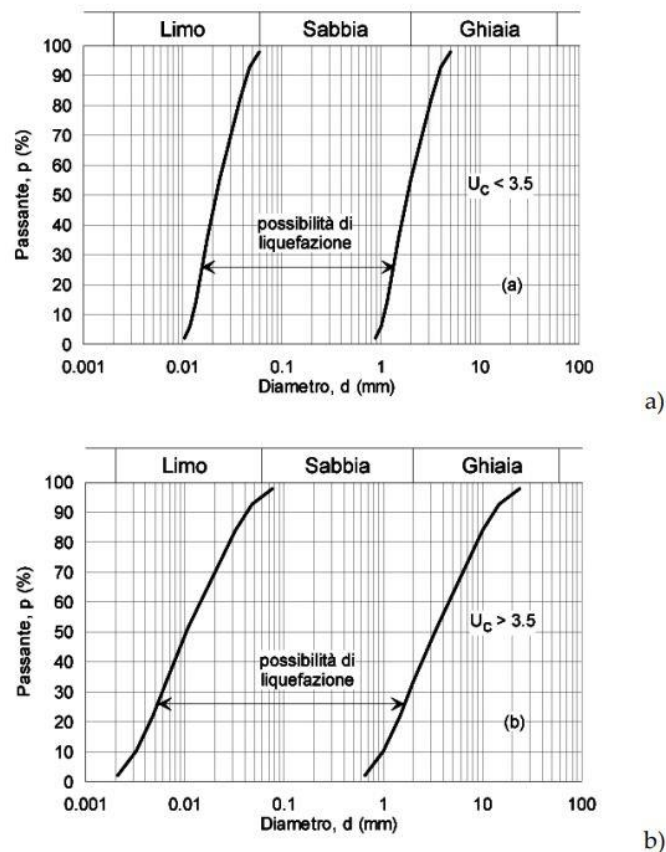


Fig. 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Nel rispetto del § 7.11.3.4.2 delle N.T.C./18, è possibile escludere la verifica a liquefazione in quanto risulta soddisfatta la condizione n°2.

CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Coordinate WGS84 del sito Lat. 41.759884° - Long. 12.719145°

Il comune di **Rocca di Papa** è stato classificato come località non sismica sulla base delle proposte del Gruppo di Lavoro del Servizio Sismico Nazionale (Ord. P.C.M. n.2788 del 12.06.1998). E' stato poi classificato in **Zona 2** ai sensi dell'Ord. P.C.M. n°3274 del 20.03.2003 e successivamente confermato, in ottemperanza alla Delib. Giunta Reg. Lazio n°766 del 01.08.2003 che aggiorna in senso restrittivo l'Ord. P.C.M. n°3274, in **Zona 2B**, equiparata alla precedente Seconda Categoria Sismica.

ANALISI SISMICA TRAMITE MICROTREMORI

Il rumore sismico è presente in qualsiasi punto della superficie terrestre e consiste per lo più nelle onde prodotte dall'interferenza costruttiva delle onde P ed S negli strati superficiali. Il rumore sismico viene prodotto principalmente dal vento e dalle onde del mare. Anche le industrie e il traffico veicolare producono localmente rumore sismico ma, in genere, solo a frequenze relativamente alte, superiori ad alcuni Hz, che vengono attenuate piuttosto rapidamente.

A tale andamento generale, che è sempre presente, si sovrappongono gli effetti locali, dovuti a sorgenti antropiche e/o naturali.

Il rumore di fondo agisce da funzione di eccitazione per le risonanze specifiche sia degli edifici che del sottosuolo, un po' come una luce bianca che illumina gli oggetti, eccitando le lunghezze d'onda del loro stesso colore. Ad esempio, se ci si trova all'interno di un edificio con frequenze di risonanza a 6 e 100 Hz, il rumore di fondo ecciterà queste frequenze, rendendole chiaramente visibili nello spettro di rumore. Allo stesso modo compariranno anche le frequenze di risonanza del sottosuolo. Ad esempio, se il sottosuolo su cui lo strumento è posto ha una stratificazione con

frequenze proprie a 0.8 Hz e 20 Hz, queste frequenze appariranno nello spettro come picchi facilmente individuabili rispetto alla traccia di sottofondo.

Durante un terremoto che si può assimilare ad una traccia di rumore con ampiezze sino a 10^{10} volte maggiori del rumore di fondo, se la frequenza di risonanza del suolo e quella dell'edificio che si trova su di esso sono uguali, viene indotta un'oscillazione risonante accoppiata, detta *amplificazione sismica*, che accresce enormemente le sollecitazioni sull'edificio.

L'amplificazione sismica è la prima causa dei danni agli edifici durante un terremoto, molto più della grandezza stessa del terremoto. Un esempio notevole di amplificazione sismica si è avuto in anni recenti, il 19 settembre 1985, quando un terremoto "medio" ($M=6.6$) colpì il Messico Centrale producendo danni modesti vicino all'epicentro, ma provocando il crollo di 400 palazzi a Città del Messico, distante 240 km dall'epicentro. Analisi successive hanno mostrato come Città del Messico sia costruita su di un bacino sedimentario la cui frequenza, circa 1 Hz, è identica a quella dei palazzi di 10 piani che risultarono essere i più danneggiati dal terremoto. Allo stesso modo, il terremoto calabro-messinese del 28 dicembre 1908 ($M=7.2$) distrusse il 95% delle case di Messina ma lasciò praticamente intatte tutte quelle costruite su roccia e quindi non soggette a amplificazione sismica.

La tecnica qui applicata è detta HVSr (Horizontal/Vertical Spectral Ratio) con registrazione su singola stazione. Alla curva sperimentale HVSr (rossa, in Fig. 1, riferita ad un caso generico) viene sovrapposta una curva teorica (blu) usando il vincolo geologico-stratigrafico ottenuto per via indipendente dalle indagini di campagna sullo strato più superficiale.

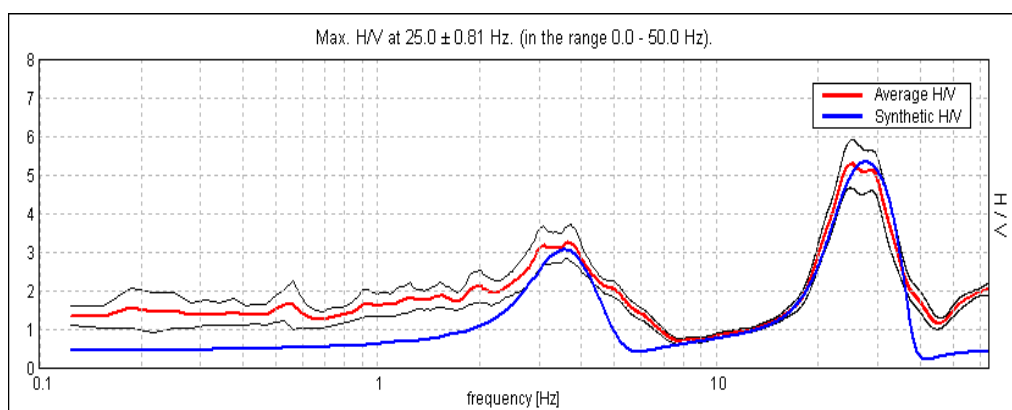


Figura 1

I picchi evidenziati corrispondono ad orizzonti stratigrafici dotati di una particolare frequenza di risonanza (espressa in Hertz) e caratterizzati da differenze di impedenza sismica, direttamente

correlabili alla velocità di propagazione delle onde sismiche, tanto più evidenti quanto maggiore è il contrasto di impedenza/velocità.

La procedura dunque comprende:

- a) Identificazione diretta di uno strato superficiale (posto solitamente entro i primi metri dal p.c.);
- b) Identificazione del picco ad esso riferito sulla curva sperimentale;
- c) Costruzione del *best fit* della curva teorica su quella sperimentale, usando i vincoli dei punti precedenti (Figura 2);

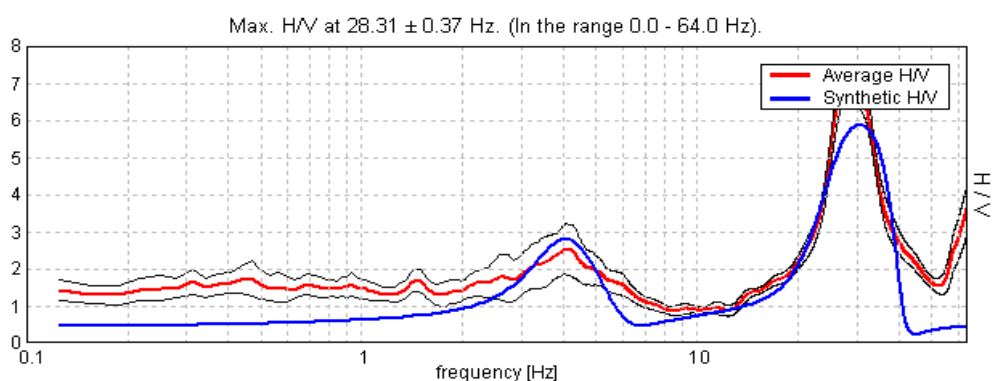


Figura 2

- a) Costruzione di una sequenza sismica monodimensionale fondata sulle V_s , i cui orizzonti stratigrafici corrispondono ai picchi della sovrapposizione curva sperimentale vs. curva teorica, come nella figura che segue (Figura 3), anch'essa riferita ad un caso generico.

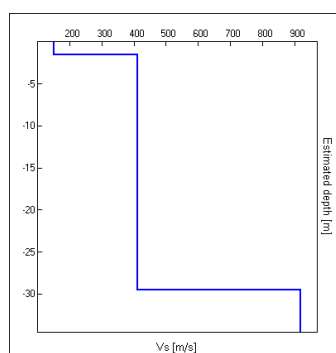


Figura 3

L'acquisizione dei dati di campagna viene effettuata mediante tromografo digitale *Tromino* della Micromed spa, mentre l'elaborazione dei dati si serve del software Grilla fornito dalla stessa ditta.

Nei grafici in allegato sono inoltre rappresentati:

- a) Diagramma rappresentativo della stabilità del rapporto H/V, durante la registrazione, indice della pulizia della traccia acquisita (Figura 4);

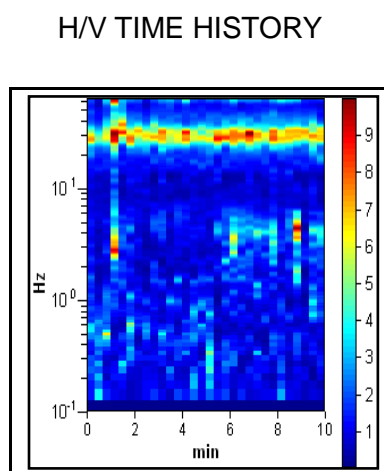


Figura 4

- b) Diagramma delle singole componenti spettrali, misurate dal tromografo (Figura 5).

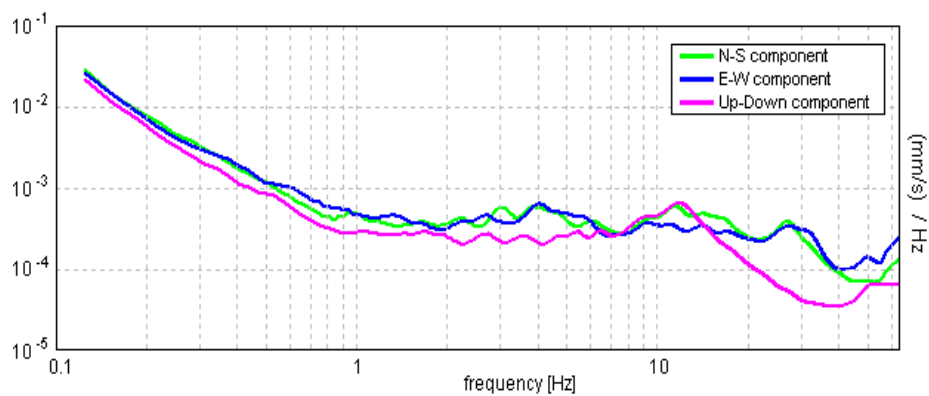


Figura 5

ANALISI SISMICA TRAMITE MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Wave) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio V_s , sulla base della misura delle onde superficiali, eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo

Il contributo predominante alle onde superficiale è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiando con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive (fenomeno della dispersione geometrica), cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e di velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. And Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi.

Il metodo di indagine MASW utilizzato è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo (tramite energizzazione con mazza battente parallelamente all'array) e misurate da uno stendimento lineare di sensori. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5-10Hz e 70-100Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del suolo, generalmente compresa nei primi 30-50 metri, in funzione della rigidezza del suolo e delle caratteristiche della sorgente.

I fondamenti teorici del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio stratificato con strati paralleli e orizzontali, quindi una limitazione alla sua applicabilità potrebbe essere rappresentata dalla presenza di pendenze significative superiori ai 20° , sia della topografia sia delle diverse discontinuità elastiche.

La metodologia utilizzata consiste in tre fasi:

- ❖ calcolo della curva di dispersione sperimentale dal campo di moto acquisito nel dominio spazio-tempo lungo lo stendimento, energizzando alternativamente ai due estremi dello stendimento;

- ❖ calcolo della curva di dispersione apparente numerica mediante il metodo Roma (2001);
- ❖ calcolo della curva di dispersione effettiva numerica mediante il metodo Lai-Rix (1998);
- ❖ individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_{sv} , modificando opportunamente lo spessore h , le velocità delle onde di taglio V_{sv} e di compressione V_p (o in alternativa il coefficiente di Poisson ν), la densità di massa ρ degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato; l'affidabilità del profilo di velocità V_s trovato durante il processo di inversione è valutata tramite la definizione dell'errore relativo tra le due curve.

L'elaborazione è stata eseguita tramite il software “*EasyMasw*” fornito dalla Società GeoStru Software.

DOWN HOLE

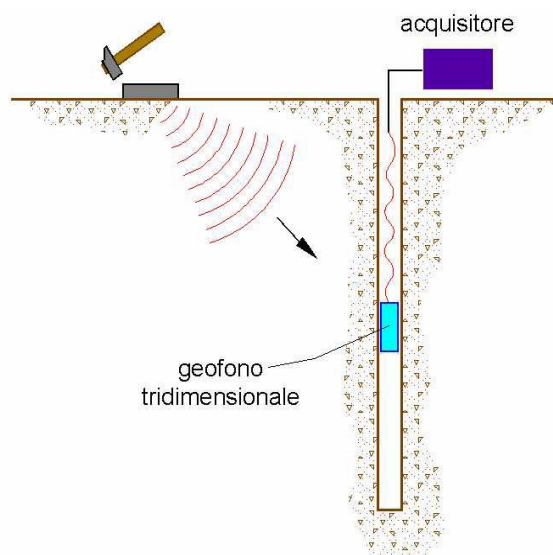
Introduzione

Nel metodo sismico down hole (DH) viene misurato il tempo necessario per le onde P e S di spostarsi tra una sorgente sismica, posta in superficie, e i ricevitori, posti all'interno di un foro di sondaggio (figura 1).

Le componenti indispensabili per una misura DH accurata consistono:

- 1) una sorgente meccanica in grado di generare onde elastiche ricche di energia e direzionali;
- 2) uno o più geofoni tridimensionali, con appropriata risposta in frequenza (4,5-14 Hz), direzionali e dotati di un sistema di ancoraggio alle pareti del tubo-foro;
- 3) un sismografo multi-canale, in grado di registrare le forme d'onda in modo digitale e di registrarle su memoria di massa;

4) un trasduttore (*trigger*) posto nei pressi della sorgente necessario per l'identificazione dell'istante di partenza della sollecitazione dinamica mediante massa battente.



Durante la perforazione, per ridurre l'effetto di disturbo nel terreno, i fori vengono sostenuti mediante fanghi bentonici e il loro diametro viene mantenuto piuttosto piccolo (mediamente $\varnothing \gg 15$ cm). I fori vengono poi rivestiti mediante tubazioni, generalmente in PVC, e riempiti con una malta a ritiro controllato, generalmente composta di acqua, cemento e bentonite rispettivamente in proporzione di 100, 30 e 5 parti in peso. Prima di ogni cosa, è però importante assicurarsi che il foro sia libero da strozzature e che il tubo di rivestimento non presenti lesioni.

Strumentazione utilizzata

Per lo studio in oggetto si è utilizzato un sismografo digitale M.A.E. mod. Sysmatrack CK-12, un geofono tridimensionale da foro S3 costituito da 3 geofoni da 4,5 Hz (1 vert. 2 orizz.) con un sistema di ancoraggio alla parete del foro ad aria compressa.

La creazione delle onde P e S è avvenuta per mezzo di una mazza di 8kg, con percussione rispettivamente su piattello in alluminio a terra e ai lati di un trave in legno, il segnale di inizio registrazione è dato dalla chiusura di un circuito elettrico.

Procedura sperimentale

La sorgente consiste in una piastra di alluminio che, dopo avere opportunamente predisposto il piano di appoggio, viene adagiata in superficie ad una distanza di 2 – 3 m dal foro e orientata in direzione ortogonale ad un raggio uscente dall'asse foro. Nei pressi della sorgente viene infisso nel terreno un geofono utilizzato come *trigger*.

A questo punto i ricevitori vengono assicurati alle pareti del tubo di rivestimento, la sorgente viene colpita in senso verticale (per generare onde di compressione P) o lateralmente (per generare onde di taglio SH) e, contemporaneamente, parte la registrazione del segnale di *trigger* e dei ricevitori.

Eseguite le registrazioni la profondità dei ricevitori viene modificata e la procedura sperimentale ripetuta.

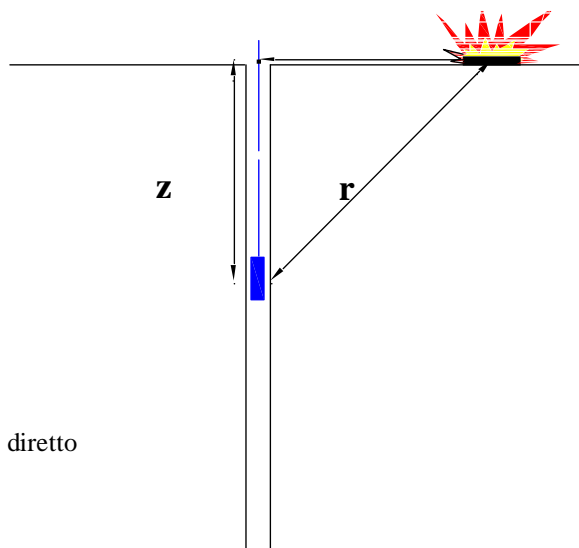
Le misure sono state effettuate ogni metro, dal piano campagna fino alla profondità di 30 metri. Dall'analisi dei sismogrammi, sono stati determinati i tempi d'arrivo delle onde di compressione (P) e di taglio (S), e quindi le velocità V_p e V_s .

Interpretazione in down hole con il metodo diretto

Per poter interpretare il down hole con il metodo diretto, inizialmente, bisogna correggere i tempi di tragitto (t) misurati lungo i percorsi sorgente-ricevitore per tenere conto dell'inclinazione del percorso delle onde. Se d è la distanza della sorgente dall'asse del foro (figura 3), r la distanza fra la sorgente e la tripletta di sensori, z la profondità di misura è possibile ottenere i tempi corretti (t_{corr}) mediante la seguente formula di conversione:

$$1.0 t_{corr} = (z \times t) / r$$

Calcolati i tempi corretti sia per le onde P che per le onde S si realizza il grafico $t_{corr} - z$ in modo che la velocità media delle onde sismiche in strati omogenei di terreno è rappresentata dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali (figura 4).



Schema di down hole con metodo diretto

Pertanto, sulla base dei dati pervenuti e dall'acquisizione dei dati stratigrafici tratti da altre indagini geognostiche (prove penetrometriche dinamiche)

effettuate in siti limitrofi ottenendo valori delle velocità di V_{s30} di **320 m/s (HVSr)**, di **340 m/s (HVSr2)**, di **300 m/s (HVSr3)**, di **242 m/s (MASW 1)**, di **240 m/s (MASW 2)**, di **255 m/s (MASW 3)** e di **314 m/s (Downhole)**.

Ai sensi del D.M. 17.01.2018 (“Norme Tecniche per le Costruzioni”, Tab. 3.2.II), per la progettazione di manufatti soggetti ad azioni sismiche, il terreno in esame può essere riferito alla **Categoria di Suolo di Fondazione 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.**

Secondo la carta dell M.O.P.S. allegata alla presente, il sito in esame ricade in **Zona Stabile suscettibile di amplificazione locale SA1.**

PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA

Nell'ipotesi, da verificare in fase progettuale, di un edificio ricadente in **Classe III** (par. 2.4.2 NTC) e di una **vita nominale pari a 50 anni e un periodo di riferimento pari a 75 anni**, si definiscono i seguenti parametri di pericolosità sismica ai sensi della normativa vigente:

STATO LIMITE	Tr (anni)	Probabilità superamento	a₀ (g)	F₀	T_c* (sec)
Operatività (SLO)	45	81%	0.071	2.378	0.265
Danno (SLD)	75	63%	0.088	2.428	0.269
Salvaguardia Vita (SLV)	712	10%	0.191	2.558	0.281
Prevenzione Collasso (SLC)	1462	5%	0.236	2.520	0.289

ALTRI PARAMETRI	SLO	SLD	SLV	SLC
Amplificazione Stratigrafica S_S	1.60	1.60	1.46	1.35
Coeff. Funzione Categoria C_C	1.96	1.95	1.91	1.89
Amplificazione Topografica S_T	1.00	1.00	1.00	1.00
Coefficiente K_h	0.023	0.028	0.067	0.089
Coefficiente K_v	0.0011	0.014	0.033	0.045
Accelerazione massima attesa nel sito A_{max} (m/s²)	1.107	1.385	2.731	3.121
Coefficiente β	0.200	0.200	0.240	0.280

ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

L'analisi sismica locale (d'ora in poi RSL), è richiesta dalla normativa regionale vigente per le strutture di **classe d'uso III**, tra i quali ricade l'opera in progetto. 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: **1,5** (classe d'uso III) 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:

$$\mathbf{V.N. \times Cu = 50 \times 1,5 = 75 \text{ anni}}$$

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. 41.760875 N Long. 12.720064 E

STATO LIMITE	Tr (anni)	Probabilità superamento	a ₀ (g)	F ₀	T _c * (sec)
Operatività (SLO)	45	63%	0.071	2.378	0.265
Danno (SLD)	75	50%	0.088	2.428	0.269
Salvaguardia Vita (SLV)	712	10%	0.191	2.558	0.281

SCELTA DEGLI ACCELEROGRAMMI DI INPUT

Secondo la normativa vigente, le analisi di risposta sismica locale devono essere eseguite utilizzando in input accelerogrammi naturali spettro-compatibili; per estrapolarli è stato utilizzato il software “RexelWeb”.

Gli accelerogrammi estrapolati sono riferiti a stazioni sismografiche poste su suoli di categoria A e con coefficiente topografico T1 (superfici subpianeggianti o con pendenze $\leq 15^\circ$), per soddisfare la condizione di un bedrock sismico piano-parallelo come richiesto per le analisi monodimensionali.

I dati d'ingresso per tale software sono stati:

- le coordinate UTM33-ED50 del sito;
- la classe d'uso e la vita nominale della struttura;
- gli stati limite a cui si riferiscono le analisi;
- i parametri di disaggregazione per magnitudo e distanza dei ricavati dal programma “<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>”.

I parametri di disaggregazione per un tempo di ritorno pari a 75 anni, rappresentanti il sito in oggetto riferiti alla probabilità di accadimento dell'evento in 50 anni vengono riassunti di seguito:

STATO LIMITE	Magnitudo (M)	Distanza (Km)
Operatività (SLO)	4 – 7.5	0 – 200
Danno (SLD)	4 – 7.5	0 – 200
Salvaguardia Vita (SLV)	4 – 7.5	0 – 130

Nel software “REXELWEB” sono stati inseriti anche, i dati di tolleranza massima relativamente allo scarto tra spettro di riferimento del sito e spettro di risposta medio dei 7 input da estrarre: lower tolerance 10%, upper tolerance 30%, e i valori di periodo a cui verificare la corrispondenza T1(s) di 0,10 e T2(s) di 2.

L'analisi, per il sito di studio, ha fornito una serie di set di 7 accelerogrammi naturali non scalati, per gli stati limite SLO, SLD e SLV.

Infine, l'unità di misura degli accelerogrammi italiani scalati estrapolati da *REXELWEB* è in cm/s^2 .

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 per le analisi, è stato posto presumibilmente a circa 90 m dal p.c. come rilevato dalle indagini sismiche eseguite e da dati di letteratura desunti.

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.

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

SLO: 0.132 g;

SLD: 0.168 g;

SLV: 0.265 g;

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

SLO: 0.453 g a 0.11 s;

SLD: 0.589 g a 0.12 s;

SLV: 0.794 g a 0.32 s;

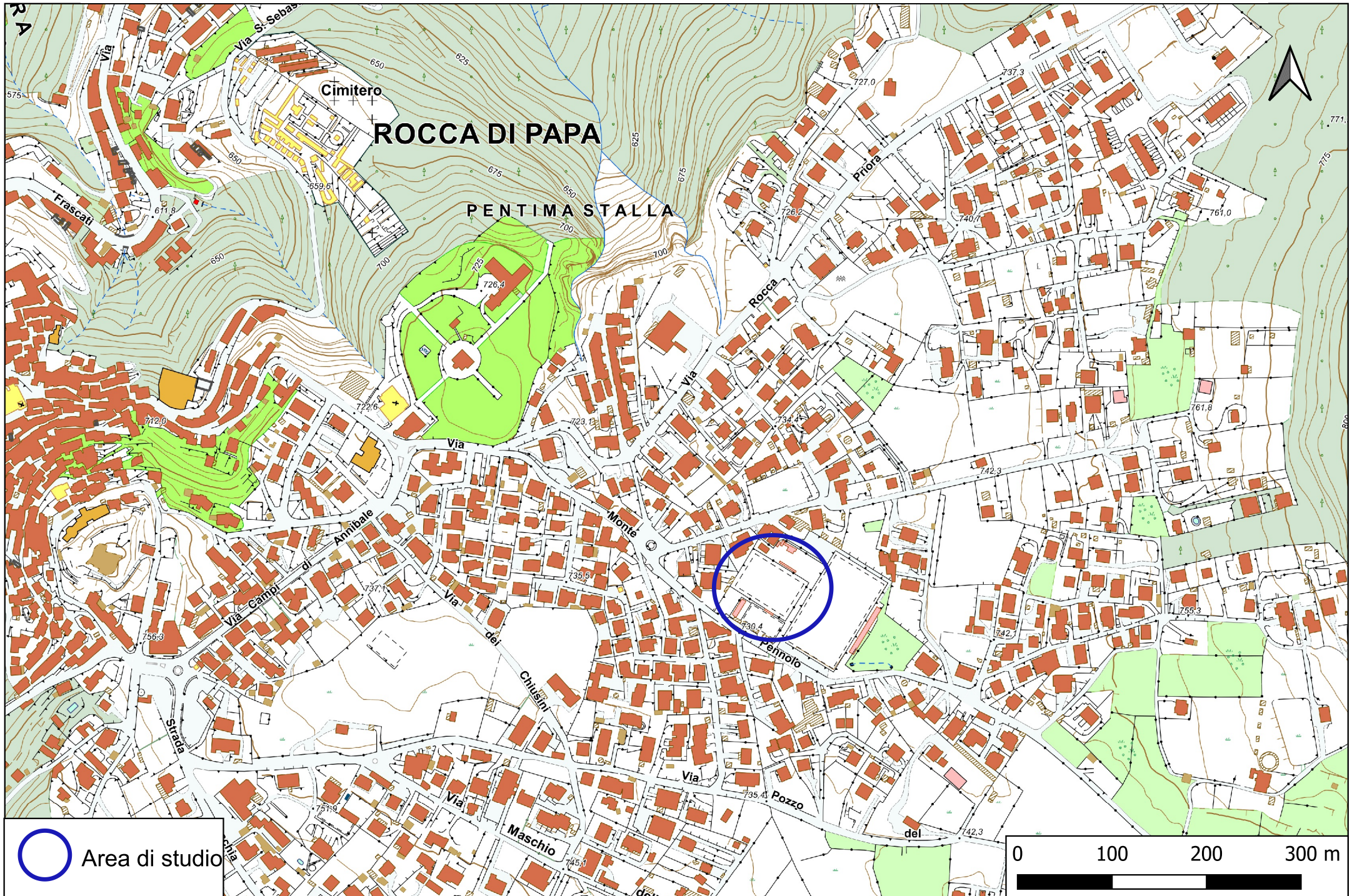
CONCLUSIONI

L'area interessata dal progetto è ricadente in zona già nota e, considerando le caratteristiche morfologiche e geolitologiche del terreno descritto, in via preliminare, non si ravvisano difficoltà di ordine geologico alla realizzazione di quanto in progetto, a patto che:

- ❖ si attui un'adeguata regimazione delle acque superficiali;
- ❖ il sistema fondale venga impostato al di sotto degli strati A1-A2.

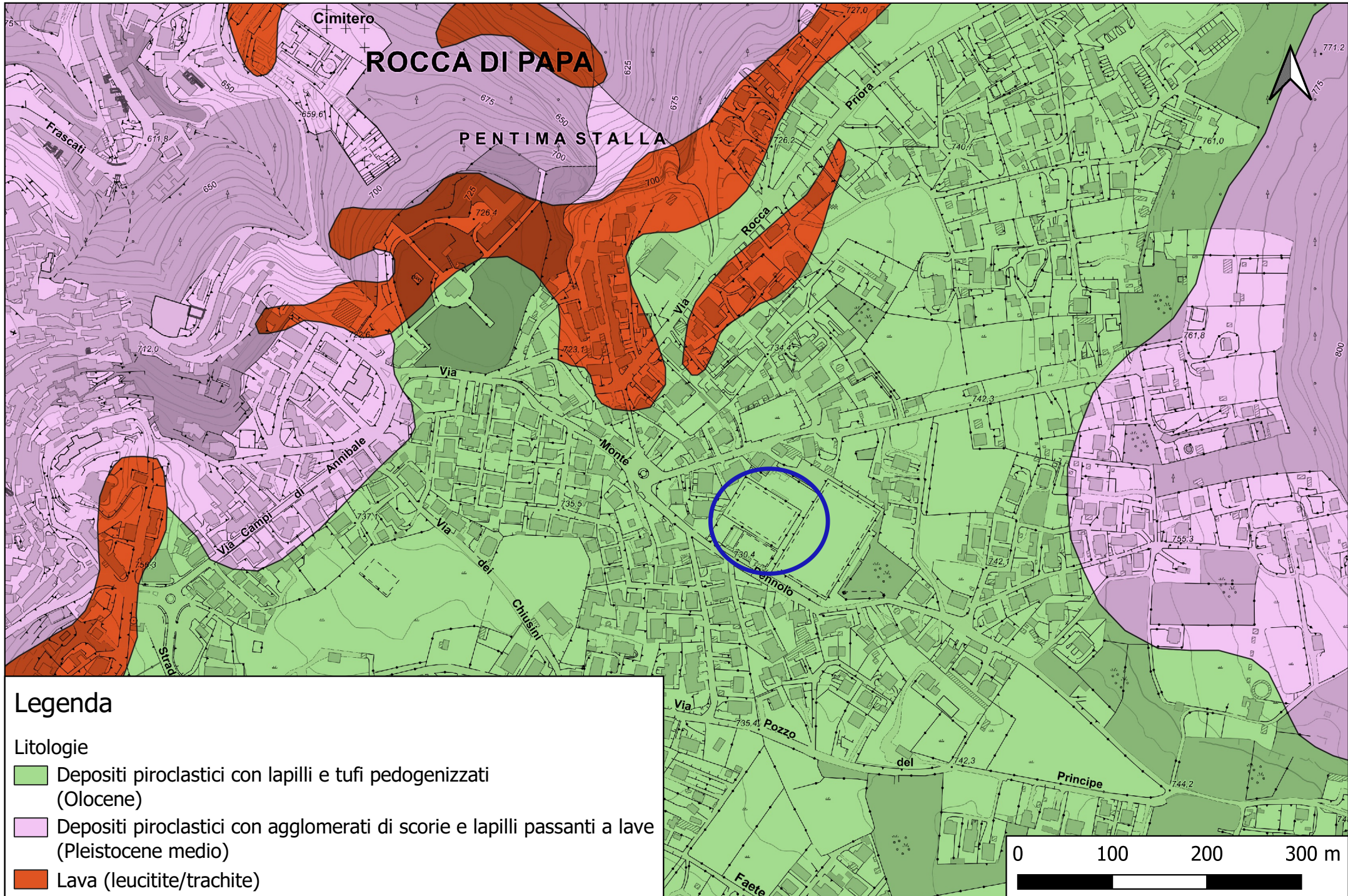
STRALCIO CARTA TECNICA REGIONALE (C.T.R.) - 388012

Scala 1:5000



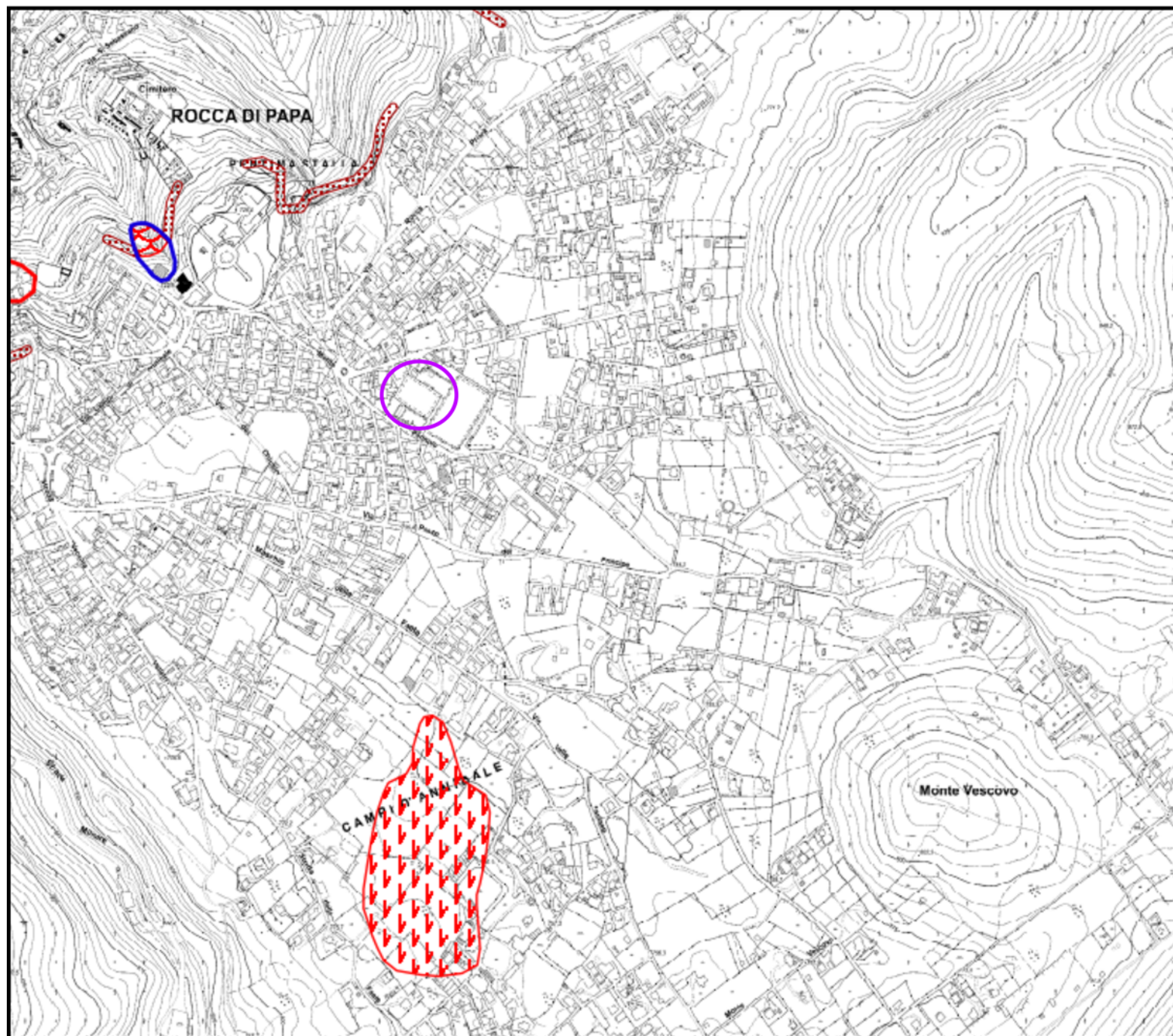
STRALCIO CARTA GEOLOGICA DI DETTAGLIO

Scala 1:5000



STRALCIO CARTA PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)

Scala 1:10000



Legenda

Inventario delle frane

fenomeno
attivo

fenomeno
quiescente

fenomeno
inattivo*

fenomeno
presunto

frana per crollo o ribaltamento

frana per scivolamento

frana per colamento

frana complessa

area con franosità diffusa

area interessata da deformazioni gravitative profonde (DGPV)

area interessata da deformazioni superficiali lente e/o soliflusso

falda e/o cono di detrito

debris flow (colata di detrito)

fenomeno
attivo

fenomeno
quiescente

fenomeno
inattivo*

fenomeno
presunto

area a calanchi o in erosione

frana presunta

orlo di scarpata di frana

frana non cartografabile

Situazioni di rischio da frana

R4 - 'molto elevato'

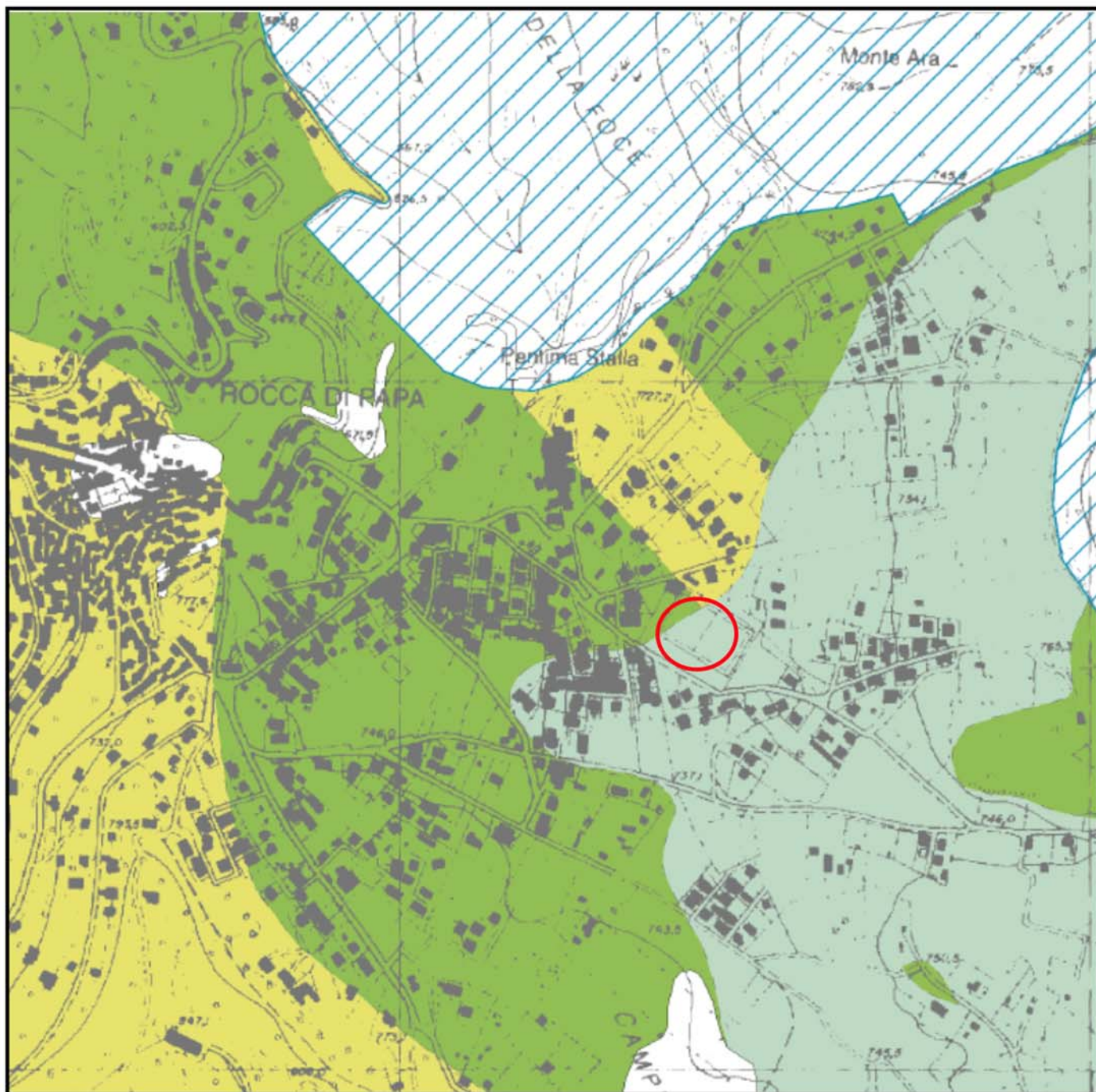
R3 - 'elevato'

R2 - 'medio'

R1 - 'moderato'

Area di studio

STRALCIO CARTA DELLE M.O.P.S. Scala 1:10000



ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

- Riporto antropico (matrice limoso-sabbiosa, spessore stimato in decine di metri)
- Deposito lacustre a granulometria mista o indistinta
- Deposito piroclastico con alterazione superiore a 20.0 m
- Deposito piroclastico

ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'

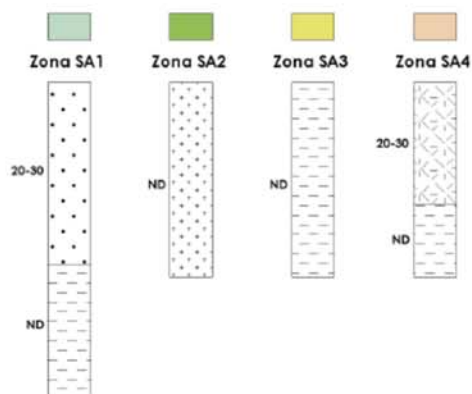
- Coltre di frana (granulometria sabbioso-limosa con clasti polimetrici, spessore variabile da 1m a 20m)

Zona SI

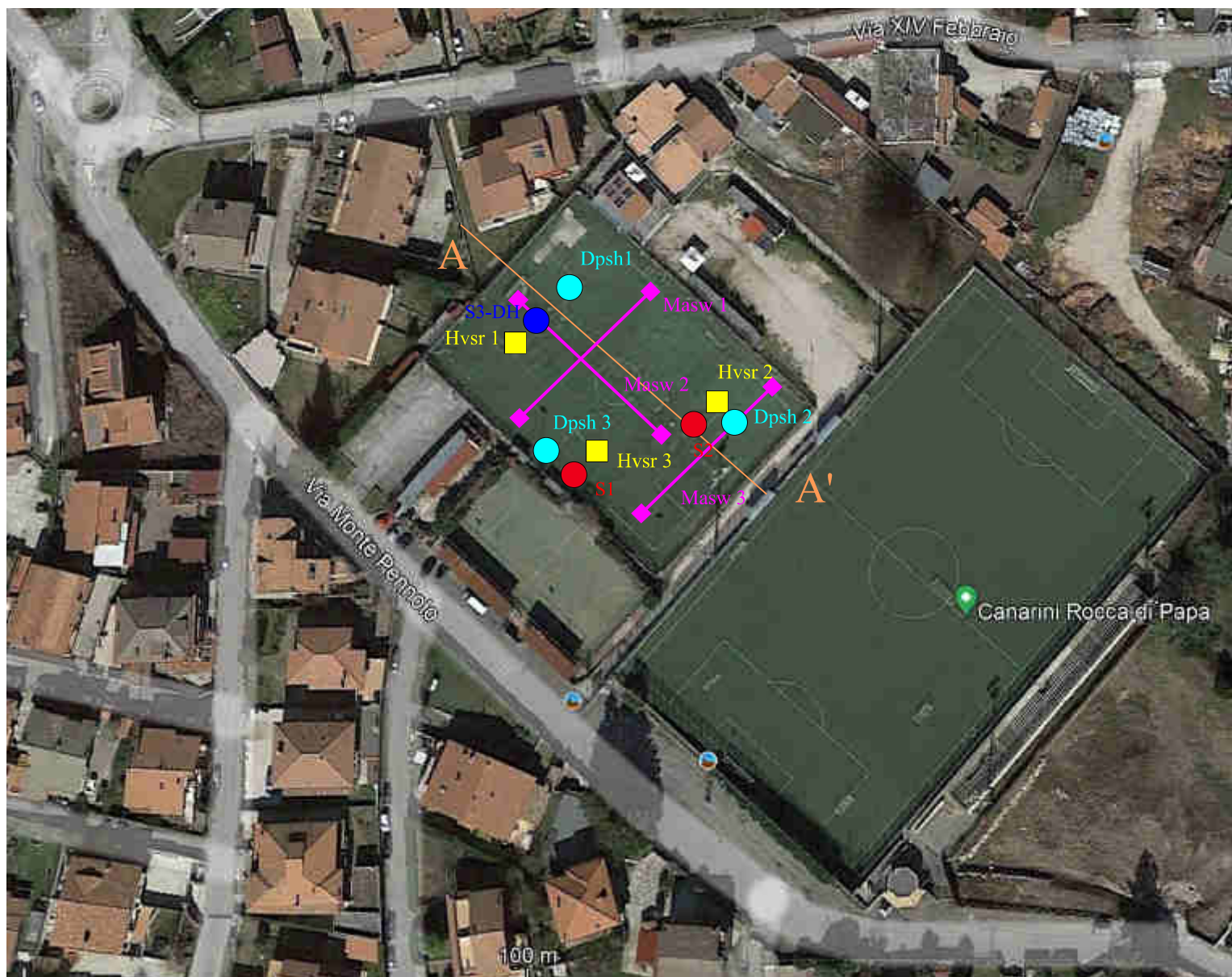


AREE ESENTATE DAGLI STUDI DI MS







Area di studio



Planimetria ubicativa indagini



Legenda

-  Sondaggio a carotaggio continuo a profondità di 20 m
-  Sondaggio a carotaggio continuo attrezzato a DownHole
-  Prova penetrometrica dinamica super pesante (Dpsh)
-  Indagini Microtremori a stazione singola (HVSr)
-  Prospezioni sismiche (MASW)
-  Traccia sezione geologica

Committente Amministrazione Comunale	Cantiere Campo sportivo comunale	Indagine Comune di Rocca di Papa	Riferimento	Sondaggio S1
Responsabile	Tipo Carotaggio continuo	Tipo Sonda	Profondità Raggiunta 20	Quota Ass. P.C.
Inizio Esecuzione	Termine Esecuzione	Certificato n°	Casse Catalogatrici	Note1

Scala [m]	Litologia	Descrizione	Quota	Parametri geotecnici	S.P.T.	Pocket [kg/cm²]	Vane Test [kg/cm²]	Campioni	Perforazione	Stabilizzazione	Cass. Catalog.	Falda	User1
1		Coltre di riporto	0.50	%C=86									
2		Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico-pozzolanaceo (A1) con livelli scoriacei addensati (A2) Strato A		%C=82	4-6-6 2.50 PC			2.00 S 2.50					
3													
4													
5													
6													
7					8-24-39 7.00 PC								
8			8.50										
9		Depositi lacustri a granulometria argilloso-limosa - Strato C		%C=93									
10			10.00										
11		Depositi piroclastici litoidi - Lave - Strato E		%C=73									
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20			20.00										

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato , Rs-Rimaneggiato da SPT
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
Carotaggio: continuo

Committente Amministrazione Comunale	Cantiere Campo sportivo comunale	Indagine Comune di Rocca di Papa	Riferimento	Sondaggio S2
Responsabile	Tipo Carotaggio continuo	Tipo Sonda	Profondità Raggiunta 20	Quota Ass. P.C.
Inizio Esecuzione	Termine Esecuzione	Certificato n°	Casse Catalogatrici	Note1

Scala [m]	Litologia	Descrizione	Quota	Parametri geotecnici	S.P.T.	Pocket [kg/cm²]	Vane Test [kg/cm²]	Campioni	Perforazione	Stabilizzazione	Cass.Catalog.	Falda	User1
1		Coltre di riporto	0.50	%C=86									
2		Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico-pozzolanaceo (A1) con livelli scoriacei addensati (A2) - Strato A			2-2-3 2.00 PC			150 S 2.00					
3				%C=82	5-5-8 3.50 PC								
4					7-9-13 5.00 PC								
5													
6			6.50										
7		Depositi lacustri a granulometria argilloso-limosa - Strato C		%C=93	18-28-35 7.00 PC								
8					16-26-31 8.50 PC								
9			9.50										
10		Depositi piroclastici fratturati- Lave - Strato D		%C=73									
11													
12			12.50										
13		Depositi piroclastici litoidi - Lave - E		%C=53									
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20			20.00										

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato , Rs-Rimaneggiato da SPT
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
Carotaggio: continuo

G.edi.s. Srl

Via Urbana 150 - 00184 Roma

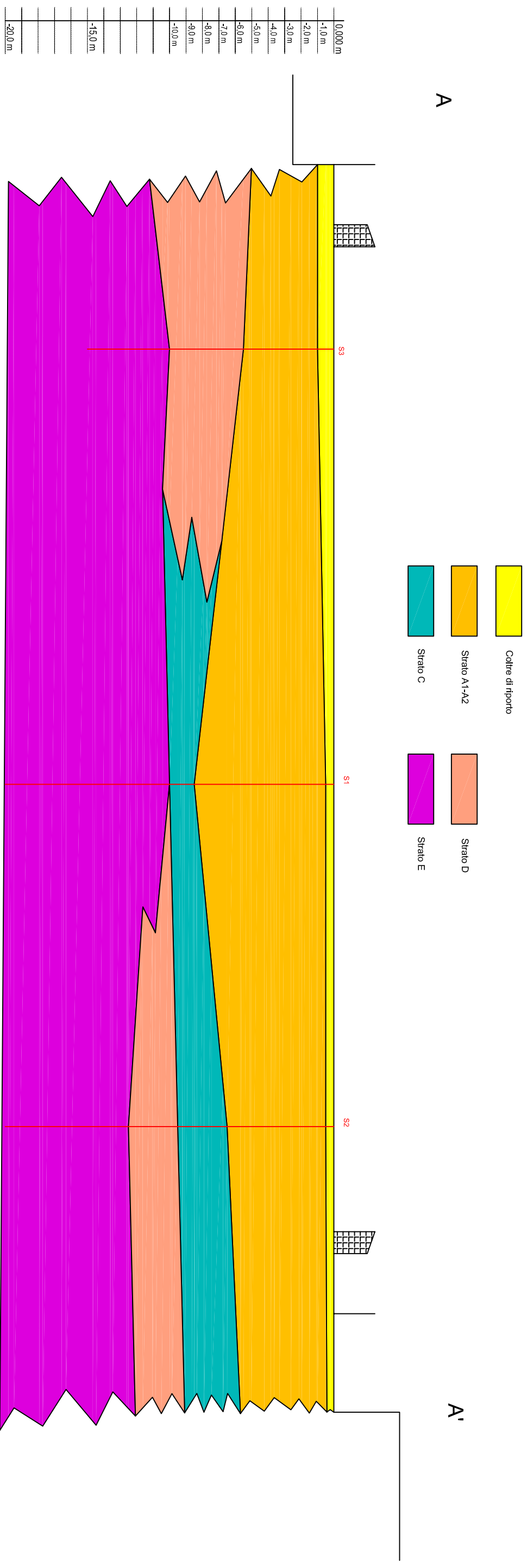
Committente Amministrazione Comunale	Cantiere Campo sportivo comunale	Indagine Comune di Rocca di Papa	Riferimento	Sondaggio S3
Responsabile	Tipo Carotaggio continuo	Tipo Sonda	Profondità Raggiunta 15	Quota Ass. P.C.
Inizio Esecuzione	Termine Esecuzione	Certificato n°	Casse Catalogatrici	Note1

Scala [m]	Litologia	Descrizione	Quota	Parametri geotecnici	S.P.T.	Pocket [kg/cm²]	Vane Test [kg/cm²]	Campioni	Perforazione	Stabilizzazione	Cass.Catalog.	Falda	User1
1		Coltre di riporto	1.00	%C=86	3-2-4 1.00 PC								
2		Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico-pozzolanaceo (A1) con livelli scoriacei addensati (A2) - Strato A		%C=82	4-6-8 3.00 PC			2.50 S 3.00					
3													
4													
5			5.50		12-26-40 5.50 PC								
6		Depositi piroclastici fratturati- Lave - Strato D		%C=73	18-33-41 7.00 PC								
7													
8													
9					27-40-48 9.00 PC								
10			10.00										
11		Depositi piroclastici litoidi - Lave - Strato E		%C=53									
12													
13													
14													
			15.00										

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato , Rs-Rimaneggiato da SPT
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
Carotaggio: continuo

SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA - A-A'

Scala 1:250

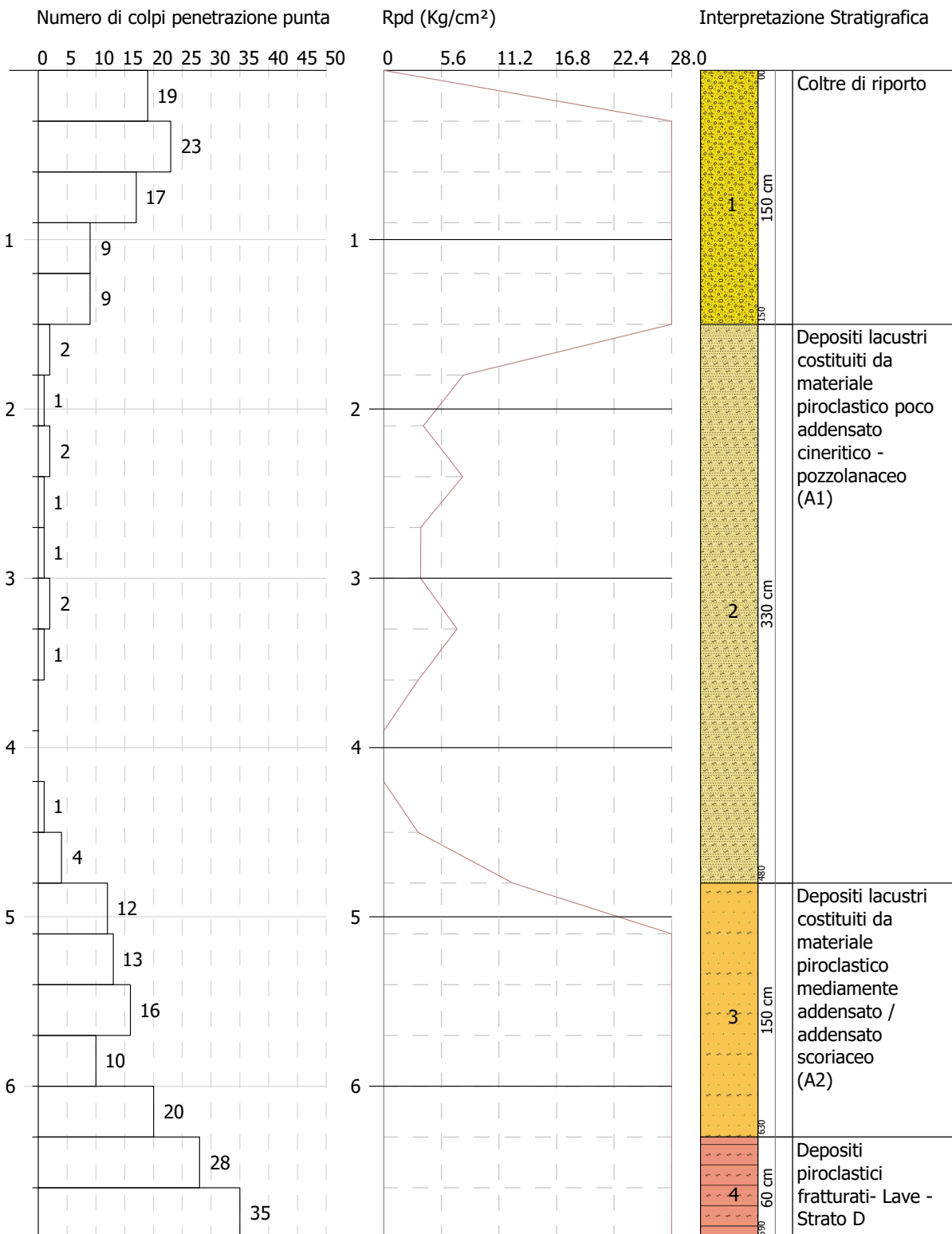


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH GEDIS 2.0

Committente: Amministrazione Comunale
Descrizione: Comune di Rocca di Papa (RM)
Localita': Campo sportivo comunale

14-02-2023

Scala 1:34



SIGNATURE 1

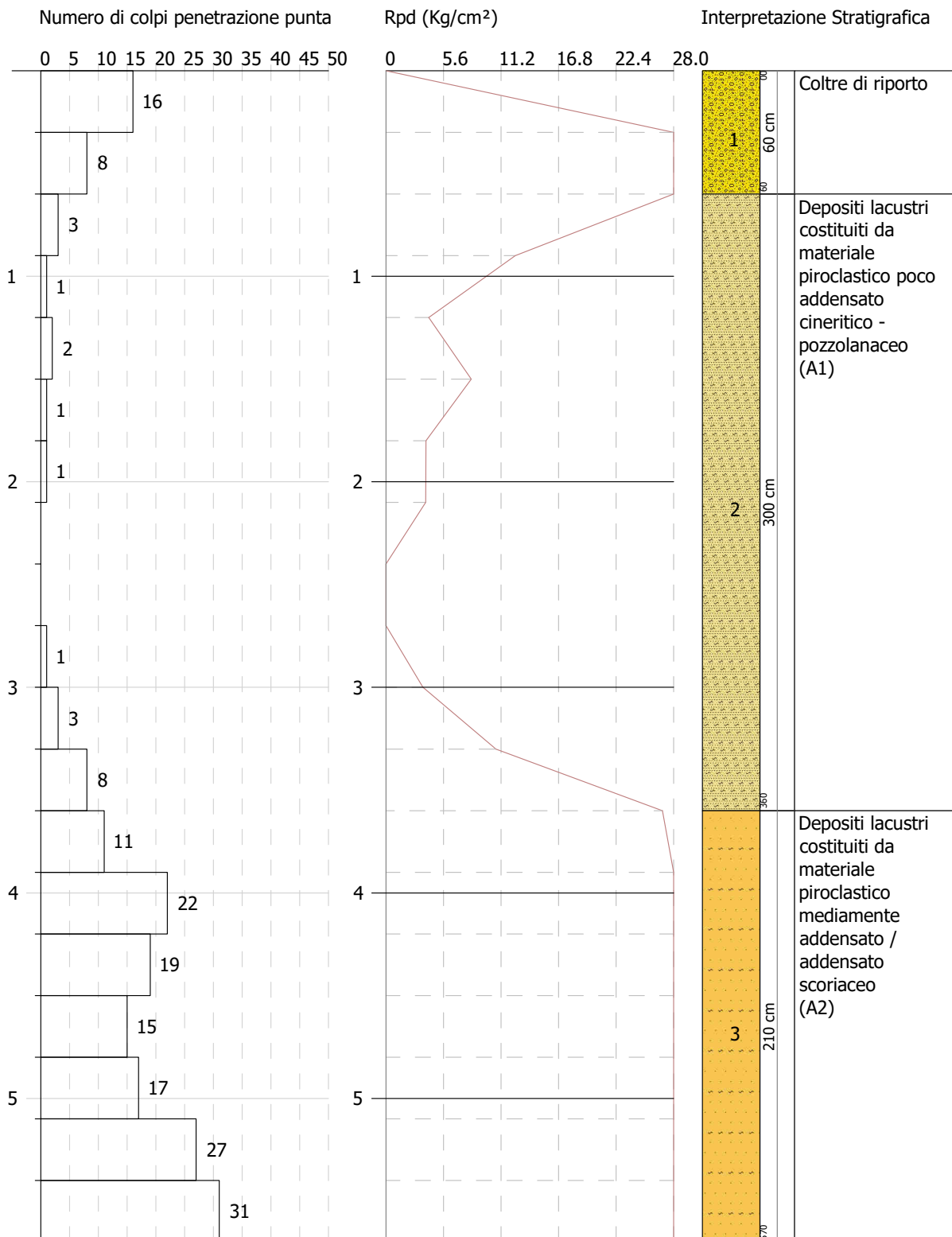
SIGNATURE 2

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPSH GEDIS 2.0

Committente: Amministrazione Comunale
Descrizione: Comune di Rocca di Papa (RM)
Localita': Campo sportivo comunale

14-02-2023

Scala 1:28



SIGNATURE 1

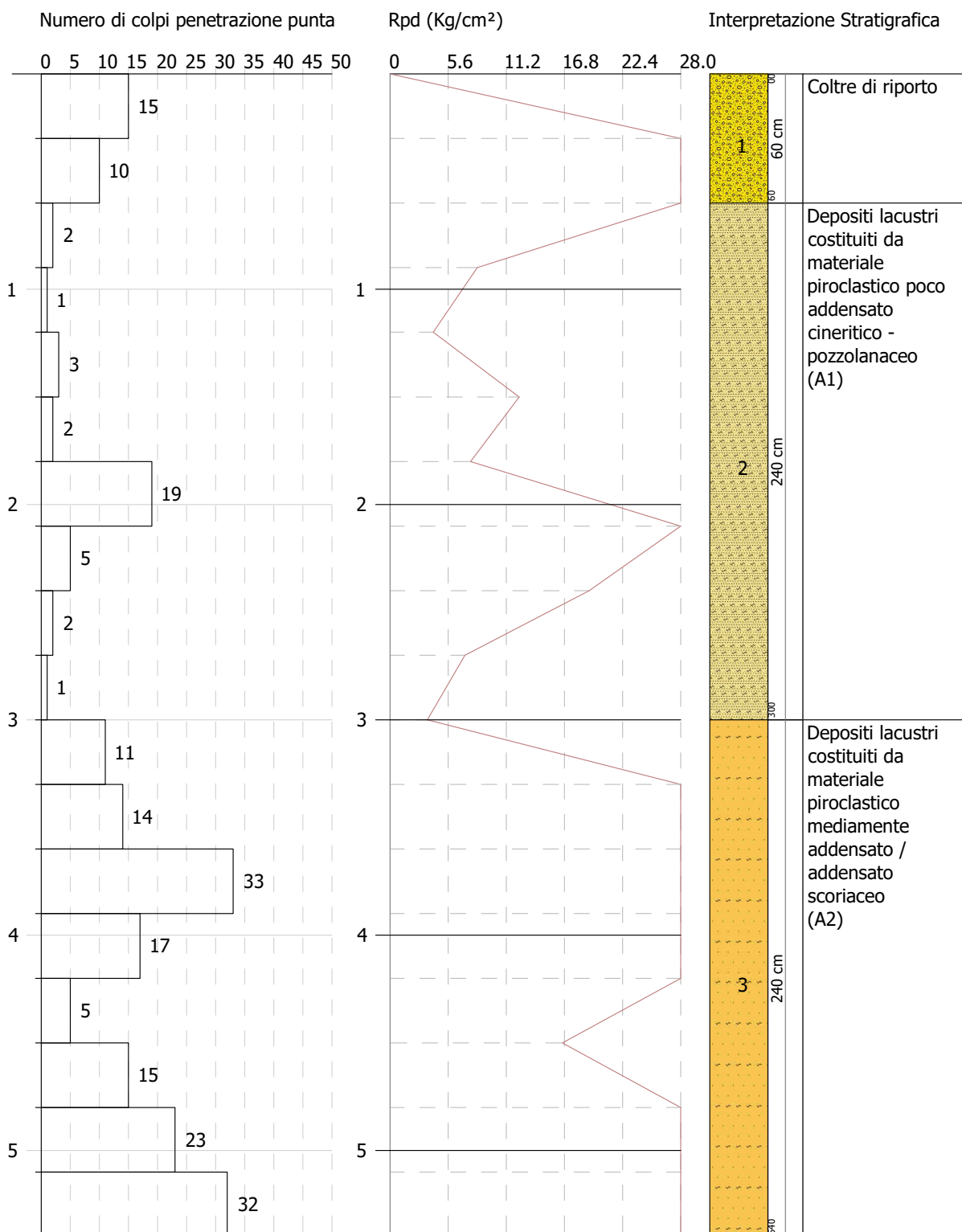
SIGNATURE 2

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... DPSH GEDIS 2.0

Committente: Amministrazione Comunale
Descrizione: Comune di Rocca di Papa (RM)
Localita': Campo sportivo comunale

14-02-2023

Scala 1:27



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Amministrazione Comunale
Descrizione: Comune di Rocca di Papa (RM)
Localita': Palazzetto dello Sport

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH GEDIS 2.0

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	25 Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm ²
Lunghezza delle aste	0.9 m
Peso aste a metro	6.3 Kg/m
Profondita' giunzione prima asta	0.90 m
Avanzamento punta	0.30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coeff. Correlazione	0.984
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE
(DYNAMIC PROBING)
DPSH – DPM (... *scept ecc.*)

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α);
- avanzamento (penetrazione) δ ;
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25

Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25
--------------------------------	------	-------------	----

penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
 massa battente $M = 30$ kg, altezza di caduta $H = 0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha=60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10 \text{ cm}^2$ rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
 massa battente $M = 20$ kg, altezza di caduta $H=0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha= 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10 \text{ cm}^2$ rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
 massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A=20.27 \text{ cm}^2$ rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
 massa battente $M=63.5$ kg, altezza caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=20-30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro $D = 50.5$ mm, area base cono $A = 20 \text{ cm}^2$, rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt} . Il passaggio viene dato da:

$$NSPT = \beta_t \cdot N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M peso massa battente.

M'	peso aste.
H	altezza di caduta.
A	area base punta conica.
δ	passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

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

Calcolo di $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa'/\sigma_{v0})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_S \cdot C_r \cdot C_d$$

ER/60	rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
C_S	parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
C_d	funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
C_r	parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981). Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (+ s)

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (- s)

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Distribuzione normale R.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove $\sigma_{N_{spt}}$ è la deviazione standard di N_{spt}

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immorsamento $d = 1$ m.

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti**Liquefazione**

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING* (1982), applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$$N_{spt\ corretto} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq.

- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito $< 38^\circ$.
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito $< 38^\circ$).
- Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da D_r %.
- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo $< 5\%$ a profondità < 5 m e con (%) di limo $> 5\%$ a profondità < 3 m.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie D_r viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buismann-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss (1978-1981) . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio V_s (m/s)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (K_o)

- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con $N_{spt} < 8$, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). C_u (min-max).
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5 , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (C_u - N_{spt} -grado di plasticità).
- Schmertmann (1975), C_u (Kg/cm²) (valori medi), valida per **argille** e **limi argillosi** con $N_c = 20$ e $Q_c/N_{spt} = 2$.
- Schmertmann (1975), C_u (Kg/cm²) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata C_u (Kg/cm²), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Modulo Edometrico-Confinato (M_o)

- Stroud e Butler (1975),- per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).

- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato -Mo (Eed) (Kg/cm²)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto Qc/Nspt=1.5-2.0).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte (Nspt < 30) medie e molli (Nspt < 4) e argille sabbiose (Nspt = 6-12).

Modulo Di Young (E_y)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15.
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DPSH GEDIS 2.0

Prova eseguita in data 14-02-2023

Profondita' prova 6.90 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.30	19	0.803	81.09	101.02	4.05	5.05
0.60	23	0.747	91.35	122.29	4.57	6.11
0.90	17	0.792	71.54	90.39	3.58	4.52
1.20	9	0.836	37.52	44.87	1.88	2.24
1.50	9	0.831	37.30	44.87	1.86	2.24
1.80	2	0.826	8.24	9.97	0.41	0.50
2.10	1	0.822	3.86	4.69	0.19	0.23
2.40	2	0.817	7.67	9.39	0.38	0.47

2.70	1	0.813	3.60	4.43	0.18	0.22
3.00	1	0.809	3.58	4.43	0.18	0.22
3.30	2	0.805	7.13	8.87	0.36	0.44
3.60	1	0.801	3.55	4.43	0.18	0.22
3.90	0	0.797	0.00	0.00	0.00	0.00
4.20	0	0.794	0.00	0.00	0.00	0.00
4.50	1	0.790	3.32	4.20	0.17	0.21
4.80	4	0.787	12.56	15.96	0.63	0.80
5.10	12	0.784	37.55	47.89	1.88	2.39
5.40	13	0.731	36.12	49.41	1.81	2.47
5.70	16	0.728	44.29	60.82	2.21	3.04
6.00	10	0.775	29.48	38.01	1.47	1.90
6.30	20	0.723	52.46	72.57	2.62	3.63
6.60	28	0.670	68.11	101.60	3.41	5.08
6.90	35	0.618	78.48	127.01	3.92	6.35

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1.5	15.4	80.69	Incoerente	0	1.88	1.95	0.14	0.98	15.15	Coltre di riporto
4.8	1.36	6.03	Incoerente	0	1.37	1.86	0.51	0.98	1.34	Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico - pozzolanaceo (A1)
6.3	14.2	53.74	Incoerente	0	1.85	1.94	0.87	0.98	13.97	Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico mediano

										ente addensa to / addensa to scoriace o (A2)
6.9	31.5	114.31	Incoere nte	0	2.14	2.05	1.08	0.98	31	Depositi piroclast ici fratturat i- Lave - Strato D

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Coltre di riporto	15.15	1.50	47.54	89.13	100	43.29
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico - pozzolanaceo (A1)	1.34	4.80	0	22.12	23.51	10.4
[3] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico mediamente addensato / addensato scoriaceo (A2)	13.97	6.30	32.93	62.59	62.56	41.11
[4] - Depositi piroclastici fratturati- Lave - Strato D	31	6.90	48.04	87.74	86.69	64.5

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Coltre di riporto	15.15	1.50	15.15	31.33	24.33	32.24	33.66	35.52	40.48	30-32	30.07	31.55	28.77	32.41
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cinerico - pozzolanaceo (A1)	1.34	4.80	1.34	27.38	20.38	28.38	26.94	30.08	0	<30	19.48	27.4	18.18	20.18
[3] - Depositi lacustri costituiti da	13.97	6.30	13.97	30.99	23.99	31.91	29.57	35.12	36.76	30-32	29.48	31.19	25.68	31.72

materiale piroclastico media mente addensato / addensato scoria ceo (A2)														
[4] - Depositi piroclastici fratturati - Lave - Strato D	31	6.90	31	35.86	28.86	36.68	30.4	39.89	40.28	32-35	36.56	36.3	27.93	39.9

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appolonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Coltre di riporto	15.15	1.50	15.15	277.83	121.20	179.47	293.62	150.75
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico o poco addensato cineritico - pozzolanaceo (A1)	1.34	4.80	1.34	---	10.72	---	---	---

[3] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastic o mediamen te addensato / addensato scoriaceo (A2)	13.97	6.30	13.97	266.79	111.76	165.55	284.77	144.85
[4] - Depositi piroclastic i fratturati- Lave - Strato D	31	6.90	31	397.42	248.00	366.50	412.50	230.00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman- Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbac h e Malcev (Sabbia media)
[1] - Coltre di riporto	15.15	1.50	15.15	90.90	58.58	107.56	105.57
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico - pozzolanac eo (A1)	1.34	4.80	1.34	---	30.22	9.51	43.98
[3] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico	13.97	6.30	13.97	83.82	56.16	99.19	100.31

mediament e addensato / addensato scoriaceo (A2)							
[4] - Depositi piroclastici fratturati- Lave - Strato D	31	6.90	31	186.00	91.14	220.10	176.26

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Coltre di riporto	15.15	1.50	15.15	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico - pozzolanaceo (A1)	1.34	4.80	1.34	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[3] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico mediamente addensato / addensato scoriaceo (A2)	13.97	6.30	13.97	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO
[4] - Depositi piroclastici fratturati- Lave - Strato D	31	6.90	31	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m³)
[1] - Coltre di	15.15	1.50	15.15	Terzaghi-Peck	1.54

riporto				1948	
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico - pozzolanaceo (A1)	1.34	4.80	1.34	Terzaghi-Peck 1948	1.36
[3] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico mediamente addensato / addensato scoriaceo (A2)	13.97	6.30	13.97	Terzaghi-Peck 1948	1.53
[4] - Depositi piroclastici fratturati- Lave - Strato D	31	6.90	31	Terzaghi-Peck 1948	1.71

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m ³)
[1] - Coltre di riporto	15.15	1.50	15.15	Terzaghi-Peck 1948	1.96
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico - pozzolanaceo (A1)	1.34	4.80	1.34	Terzaghi-Peck 1948	1.85
[3] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico mediamente addensato / addensato	13.97	6.30	13.97	Terzaghi-Peck 1948	1.95

scoriaceo (A2)					
[4] - Depositi piroclastici fratturati- Lave - Strato D	31	6.90	31	Terzaghi-Peck 1948	2.06

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Coltre di riporto	15.15	1.50	15.15	(A.G.I.)	0.32
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico - pozzolanaceo (A1)	1.34	4.80	1.34	(A.G.I.)	0.35
[3] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico mediamente addensato / addensato scoriaceo (A2)	13.97	6.30	13.97	(A.G.I.)	0.33
[4] - Depositi piroclastici fratturati- Lave - Strato D	31	6.90	31	(A.G.I.)	0.29

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Coltre di riporto	15.15	1.50	15.15	836.57	657.87
[2] - Depositi lacustri costituiti da	1.34	4.80	1.34	85.58	149.48

materiale piroclastico poco addensato cineritico - pozzolanaceo (A1)					
[3] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico mediamente addensato / addensato scoriaceo (A2)	13.97	6.30	13.97	775.17	626.07
[4] - Depositi piroclastici fratturati- Lave - Strato D	31	6.90	31	1639.81	1018.90

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Coltre di riporto	15.15	1.50	15.15	Robertson 1983	30.30
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico - pozzolanaceo (A1)	1.34	4.80	1.34	Robertson 1983	2.68
[3] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico mediamente addensato / addensato scoriaceo (A2)	13.97	6.30	13.97	Robertson 1983	27.94
[4] - Depositi piroclastici	31	6.90	31	Robertson 1983	62.00

fratturati- Lave - Strato D					
--------------------------------	--	--	--	--	--

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DPSH GEDIS 2.0

Prova eseguita in data 14-02-2023

Profondita' prova 5.70 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.30	16	0.803	68.28	85.07	3.41	4.25
0.60	8	0.847	36.03	42.53	1.80	2.13
0.90	3	0.842	13.42	15.95	0.67	0.80
1.20	1	0.836	4.17	4.99	0.21	0.25
1.50	2	0.831	8.29	9.97	0.41	0.50
1.80	1	0.826	4.12	4.99	0.21	0.25
2.10	1	0.822	3.86	4.69	0.19	0.23
2.40	0	0.817	0.00	0.00	0.00	0.00
2.70	0	0.813	0.00	0.00	0.00	0.00
3.00	1	0.809	3.58	4.43	0.18	0.22
3.30	3	0.805	10.70	13.30	0.54	0.66
3.60	8	0.801	28.40	35.46	1.42	1.77
3.90	11	0.797	36.83	46.20	1.84	2.31
4.20	22	0.694	64.10	92.41	3.21	4.62
4.50	19	0.740	59.08	79.80	2.95	3.99
4.80	15	0.737	44.12	59.86	2.21	2.99
5.10	17	0.734	49.80	67.84	2.49	3.39
5.40	27	0.681	69.90	102.63	3.49	5.13
5.70	31	0.628	74.02	117.84	3.70	5.89

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tension e efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.6	12	63.8	Incoerente	0	1.79	1.93	0.05	0.98	11.81	Coltre di riporto
3.6	2	9.38	Incoerente	0	1.4	1.87	0.32	0.98	1.97	Depositi lacustri

										costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico - pozzolanaceo (A1)
5.7	20.29	80.94	Incoerente	0	1.99	1.98	0.74	0.98	19.97	Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico mediamente addensato / addensato scoriaceo (A2)

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Coltre di riporto	11.81	0.60	43.91	83.13	100	36.85
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico - pozzolanaceo	1.97	3.60	5.85	29.22	31.97	12.3

(A1)						
[3] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico mediamente addensato / addensato scoriaceo (A2)	19.97	5.70	42.57	78.3	77.59	51.19

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioini 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Coltre di riporto	11.81	0.60	11.81	30.37	23.37	31.31	35.35	34.34	39.64	<30	28.31	30.54	28.16	30.37
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cinerico - pozzo	1.97	3.60	1.97	27.56	20.56	28.55	28.59	30.36	0	<30	20.44	27.59	20.36	21.28

lanac eo (A1)														
[3] - Depo siti lacust ri costit uiti da mater iale pirocl astico media mente adden sato / adden sato scoria ceo (A2)	19.97	5.70	19.97	32.71	25.71	33.59	30.51	37.06	38.96	30-32	32.31	32.99	27.55	34.98

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertm ann (1978) (Sabbie)	Schultze- Menzenba ch (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollo nia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Coltre di riporto	11.81	0.60	11.81	245.30	94.48	140.06	268.58	134.05
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastic o poco addensato cineritico - pozzolana ceo (A1)	1.97	3.60	1.97	---	15.76	---	---	---

[3] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico o mediamente addensato / addensato scoriaceo (A2)	19.97	5.70	19.97	318.98	159.76	236.35	329.77	174.85
--	-------	------	-------	--------	--------	--------	--------	--------

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Coltre di riporto	11.81	0.60	11.81	70.86	51.72	83.85	90.67
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico - pozzolanaceo (A1)	1.97	3.60	1.97	---	31.51	13.99	46.79
[3] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico mediamente addensato / addensato scoriaceo (A2)	19.97	5.70	19.97	119.82	68.48	141.79	127.07

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Coltre di riporto	11.81	0.60	11.81	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico - pozzolanaceo (A1)	1.97	3.60	1.97	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[3] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico mediamente addensato / addensato scoriaceo (A2)	19.97	5.70	19.97	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m ³)
[1] - Coltre di riporto	11.81	0.60	11.81	Terzaghi-Peck 1948	1.50
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico - pozzolanaceo (A1)	1.97	3.60	1.97	Terzaghi-Peck 1948	1.37
[3] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico mediamente addensato /	19.97	5.70	19.97	Terzaghi-Peck 1948	1.60

addensato scoriaceo (A2)					
--------------------------------	--	--	--	--	--

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m ³)
[1] - Coltre di riporto	11.81	0.60	11.81	Terzaghi-Peck 1948	1.93
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico - pozzolanaceo (A1)	1.97	3.60	1.97	Terzaghi-Peck 1948	1.85
[3] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico mediamente addensato / addensato scoriaceo (A2)	19.97	5.70	19.97	Terzaghi-Peck 1948	1.99

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Coltre di riporto	11.81	0.60	11.81	(A.G.I.)	0.33
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico - pozzolanaceo (A1)	1.97	3.60	1.97	(A.G.I.)	0.35
[3] - Depositi lacustri costituiti da	19.97	5.70	19.97	(A.G.I.)	0.31

materiale piroclastico mediamente addensato / addensato scoriaceo (A2)					
--	--	--	--	--	--

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Coltre di riporto	11.81	0.60	11.81	661.95	565.01
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico - pozzolanaceo (A1)	1.97	3.60	1.97	122.95	189.16
[3] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico mediamente addensato / addensato scoriaceo (A2)	19.97	5.70	19.97	1084.60	778.83

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Coltre di riporto	11.81	0.60	11.81	Robertson 1983	23.62
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato	1.97	3.60	1.97	Robertson 1983	3.94

cineritico - pozzolanaceo (A1)					
[3] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico mediamente addensato / addensato scoriaceo (A2)	19.97	5.70	19.97	Robertson 1983	39.94

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato... DPSH GEDIS 2.0

Prova eseguita in data 14-02-2023

Profondita' prova 5.40 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.30	15	0.803	64.02	79.75	3.20	3.99
0.60	10	0.847	45.03	53.17	2.25	2.66
0.90	2	0.842	8.95	10.63	0.45	0.53
1.20	1	0.836	4.17	4.99	0.21	0.25
1.50	3	0.831	12.43	14.96	0.62	0.75
1.80	2	0.826	8.24	9.97	0.41	0.50
2.10	19	0.772	68.81	89.17	3.44	4.46
2.40	5	0.817	19.17	23.47	0.96	1.17
2.70	2	0.813	7.21	8.87	0.36	0.44
3.00	1	0.809	3.58	4.43	0.18	0.22
3.30	11	0.805	39.24	48.76	1.96	2.44
3.60	14	0.751	46.60	62.06	2.33	3.10
3.90	33	0.647	89.71	138.61	4.49	6.93
4.20	17	0.744	53.10	71.40	2.66	3.57
4.50	5	0.790	16.60	21.00	0.83	1.05
4.80	15	0.737	44.12	59.86	2.21	2.99
5.10	23	0.684	62.78	91.79	3.14	4.59
5.40	32	0.631	76.76	121.64	3.84	6.08

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.6	12.5	66.46	Incoerente	0	1.8	1.93	0.05	0.98	12.3	Coltre di riporto
3	4.38	20.81	Incoerente	0	1.51	1.88	0.29	0.98	4.31	Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico - pozzolanaceo (A1)
5.4	18.75	76.89	Coesivo	0	2.09	2.3	0.72	0.98	18.45	Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico mediamente addensato / addensato scoriaceo (A2)

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof.	Schult	Apoll	Trofi	Buism	Schm	SUN	Fletch	Houst	Shioi	Bege	De
--	------	-------	--------	-------	-------	-------	------	-----	--------	-------	-------	------	----

		Strato (m)	ze	onia	menk ov (1974 , Mitch ell e Gardn er	an- Sangl erat	ertma nn 1975	DA (1983) Benas si e Vanne lli	er (1965) Argill a di Chica go	on (1960)	- Fukui 1982	mann	Beer
[3] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico mediamente addensato / addensato scoriaceo (A2)	18.45	5.40	1.25	2.31	0.00	0.72	1.82	2.31	1.58	1.94	0.92	2.49	2.31

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

Modulo di Young (Kg/cm²)

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
[3] - Depositi lacustri costituiti da materiale	18.45	5.40	Meyerhof	2.09

piroclastico mediamente addensato / addensato scoriaceo (A2)				
---	--	--	--	--

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
[3] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico mediamente addensato / addensato scoriaceo (A2)	18.45	5.40	Meyerhof	2.30

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Coltre di riporto	12.3	0.60	44.84	84.82	100	37.85
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico - pozzolanaceo (A1)	4.31	3.00	18.8	43.83	47.63	18.97

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corret to per prese nza falda	Peck- Hans on- Thorn burn- Meye rhof	Meye rhof (1956)	Sowe rs (1961)	Malc ev (1964)	Meye rhof (1965)	Schm ertma nn (1977) Sabb ie	Mitch ell & Katti (1981)	Shioi- Fuku ni 1982 (ROA D BRID	Japan ese Natio nal Railw ay	De Mello	Owas aki & Iwasa ki
--	------	------------------------	---	--	----------------------------	--------------------------	--------------------------	----------------------------	---	---------------------------------------	---	---	-------------	------------------------------

				1956							GE SPEC IFIC ATIO N)			
[1] - Coltr e di riport o	12.3	0.60	12.3	30.51	23.51	31.44	35.4	34.52	39.87	30-32	28.58	30.69	28.31	30.68
[2] - Depo siti lacust ri costit uiti da mater iale pirocl astico poco adden sato cineri tico - pozzo lanac eo (A1)	4.31	3.00	4.31	28.23	21.23	29.21	30.06	31.38	0	<30	23.04	28.29	23.44	24.28

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertm ann (1978) (Sabbie)	Schultze- Menzenba ch (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollo nia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Coltre di riporto	12.3	0.60	12.3	250.34	98.40	145.84	272.25	136.50
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastic	4.31	3.00	4.31	---	34.48	---	---	---

o poco addensato cineritico - pozzolanaceo (A1)								
--	--	--	--	--	--	--	--	--

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman- Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Coltre di riporto	12.3	0.60	12.3	73.80	52.73	87.33	92.86
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico - pozzolanaceo (A1)	4.31	3.00	4.31	---	36.32	30.60	57.22

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Coltre di riporto	12.3	0.60	12.3	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico - pozzolanaceo (A1)	4.31	3.00	4.31	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza	Correlazione	Peso Unita' di Volume
--	------	---------------------	-------------------------------	--------------	--------------------------

			falda		(t/m³)
[1] - Coltre di riporto	12.3	0.60	12.3	Terzaghi-Peck 1948	1.51
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico - pozzolanaceo (A1)	4.31	3.00	4.31	Terzaghi-Peck 1948	1.40

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità' Volume Saturo (t/m³)
[1] - Coltre di riporto	12.3	0.60	12.3	Terzaghi-Peck 1948	1.94
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico - pozzolanaceo (A1)	4.31	3.00	4.31	Terzaghi-Peck 1948	1.87

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Coltre di riporto	12.3	0.60	12.3	(A.G.I.)	0.33
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico - pozzolanaceo (A1)	4.31	3.00	4.31	(A.G.I.)	0.35

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella
--	------	------------------	----------------------------	------------------------	------------------------

			falda		(1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Coltre di riporto	12.3	0.60	12.3	687.74	579.22
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico - pozzolanaceo (A1)	4.31	3.00	4.31	256.64	305.19

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Coltre di riporto	12.3	0.60	12.3	Robertson 1983	24.60
[2] - Depositi lacustri costituiti da materiale piroclastico poco addensato cineritico - pozzolanaceo (A1)	4.31	3.00	4.31	Robertson 1983	8.62

Indice

PROVA ... Nr.1	.10
Densita' relativa	.12
Angolo di resistenza al taglio	.13
Modulo di Young (Kg/cm ²)	.14
Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	.15
Classificazione AGI	.16
Peso unita' di volume	.17
Peso unita' di volume saturo	.17
Modulo di Poisson	.18
Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm ²)	.19
Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)	.19
PROVA ... Nr.2	.20
Densita' relativa	.22
Angolo di resistenza al taglio	.22
Modulo di Young (Kg/cm ²)	.24
Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	.24
Classificazione AGI	.25
Peso unita' di volume	.26
Peso unita' di volume saturo	.26
Modulo di Poisson	.27
Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm ²)	.27
Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)	.28
PROVA ... Nr.3	.28
Densita' relativa	.32
Angolo di resistenza al taglio	.32
Modulo di Young (Kg/cm ²)	.33
Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	.33
Classificazione AGI	.34
Peso unita' di volume	.34
Peso unita' di volume saturo	.35
Modulo di Poisson	.35
Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm ²)	.35
Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)	.36
Indice	.38

ROCCA DI PAPA, VIA MONTE PENNOLO TR1

Instrument: TEP-0032/01-09

Data format: 16 bit

Full scale [mV]: 51

Start recording: 02/03/2023 10:29:55 End recording: 02/03/2023 10:41:56

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; sync sync

GPS data not available

Trace length: 0h12'00". Analyzed 81% trace (manual window selection)

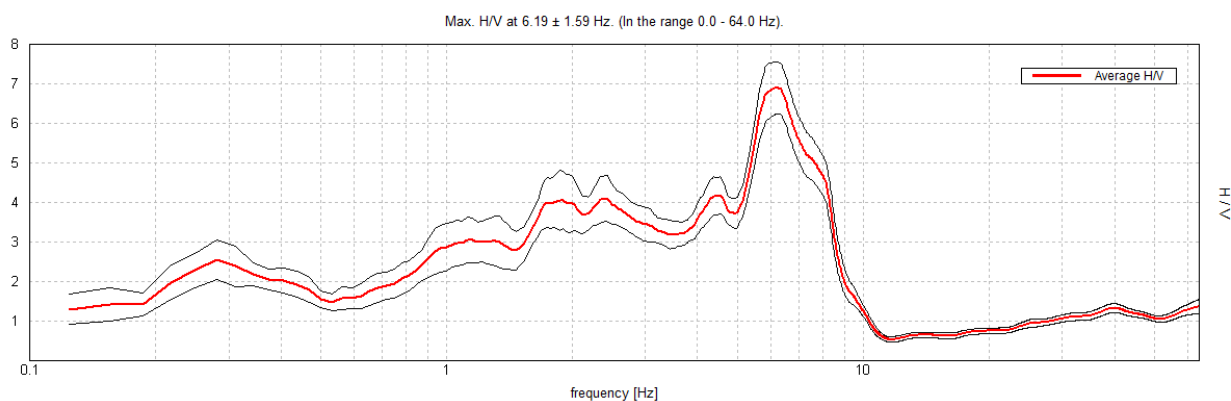
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

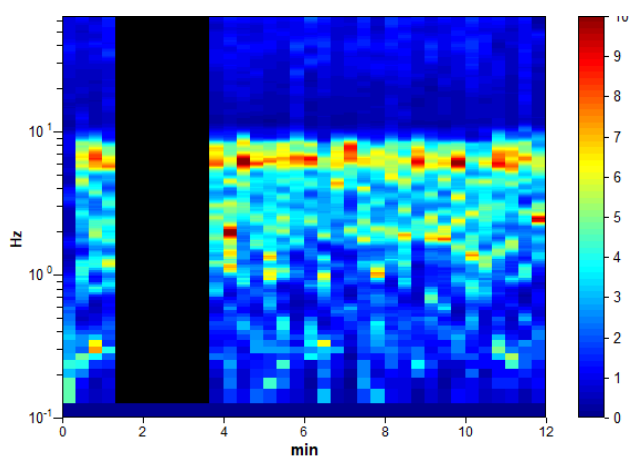
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

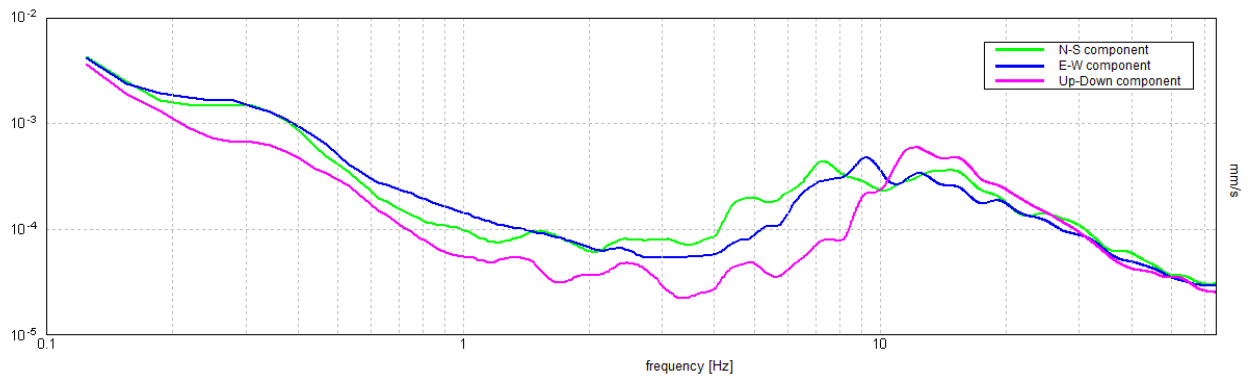
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



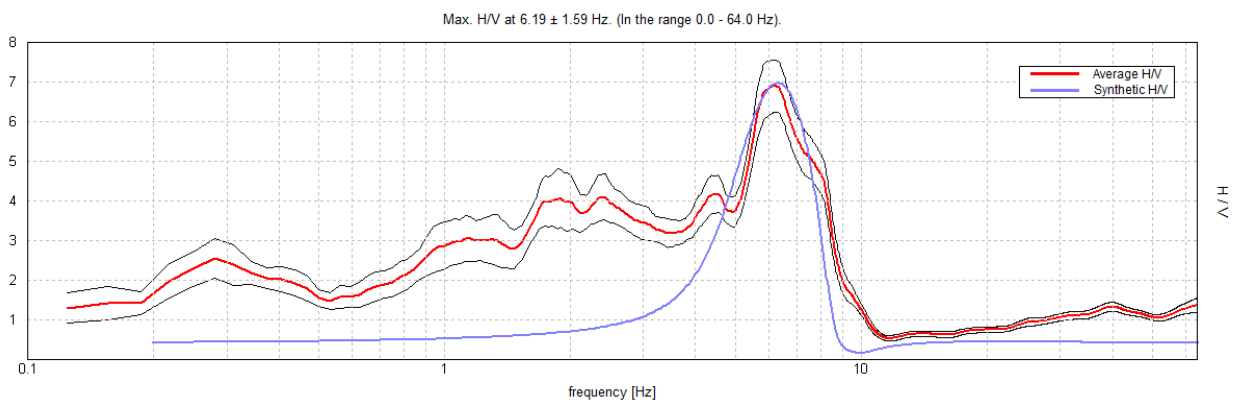
H/V TIME HISTORY



SINGLE COMPONENT SPECTRA

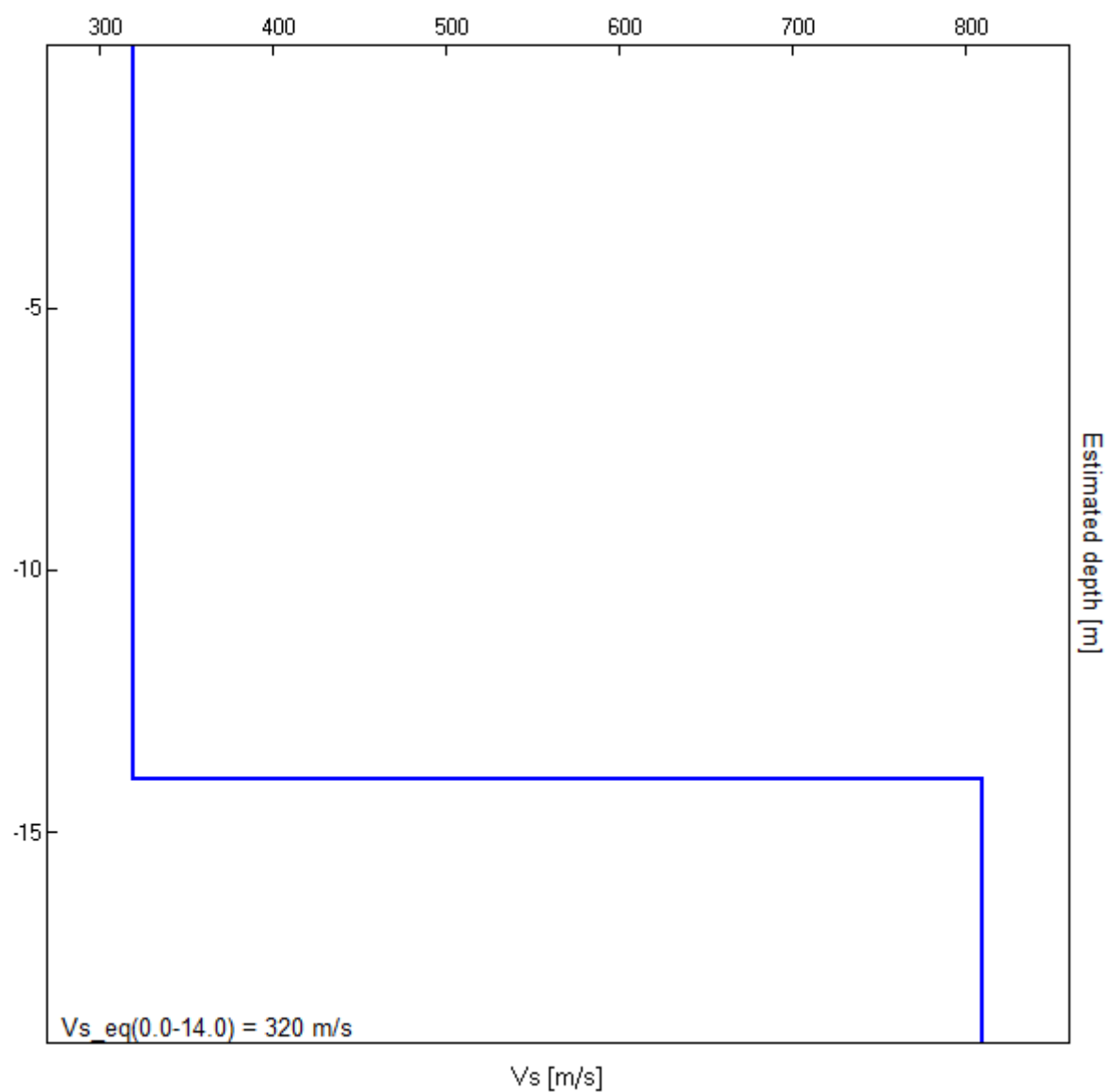


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
14.00	14.00	320	0.42
inf.	inf.	810	0.40

Vs_eq(0.0-14.0) = 320 m/s



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

Max. H/V at 6.19 ± 1.59 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

$f_0 > 10 / L_w$	$6.19 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3588.8 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 298 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.906 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	8.469 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$6.89 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04629 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.58579 < 0.30938$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.6589 < 1.58$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

ROCCA DI PAPA, VIA MONTE PENNOLO TR2

Instrument: TEP-0032/01-09

Data format: 16 bit

Full scale [mV]: 51

Start recording: 02/03/2023 11:27:40 End recording: 02/03/2023 11:39:41

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; sync sync

GPS data not available

Trace length: 0h12'00". Analyzed 97% trace (manual window selection)

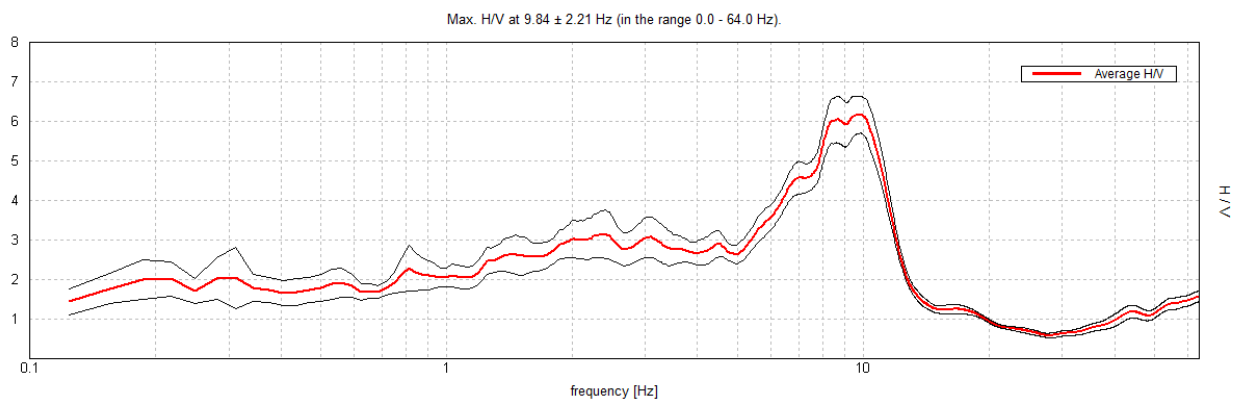
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

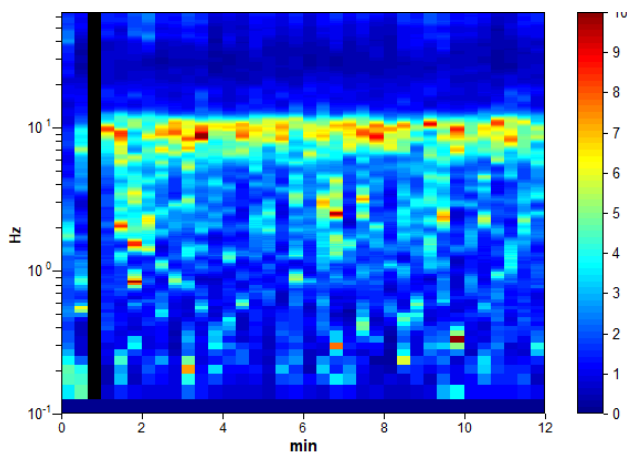
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

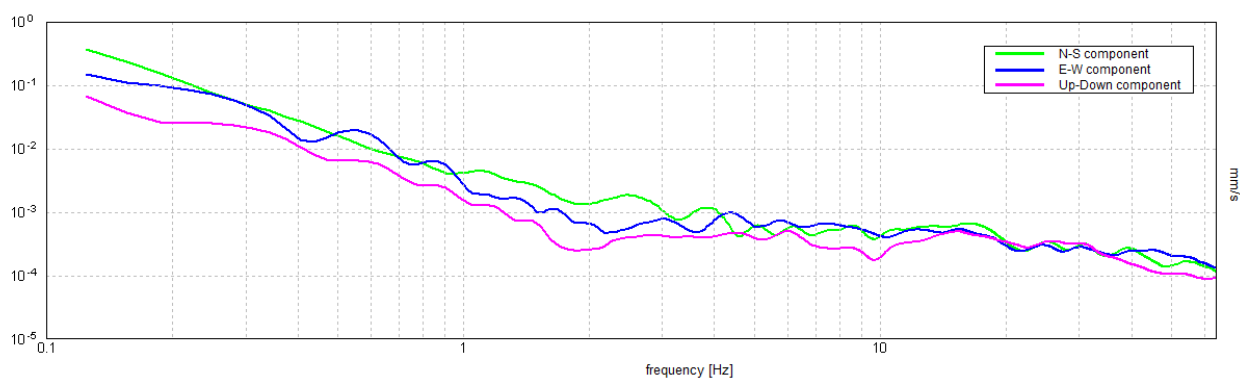
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



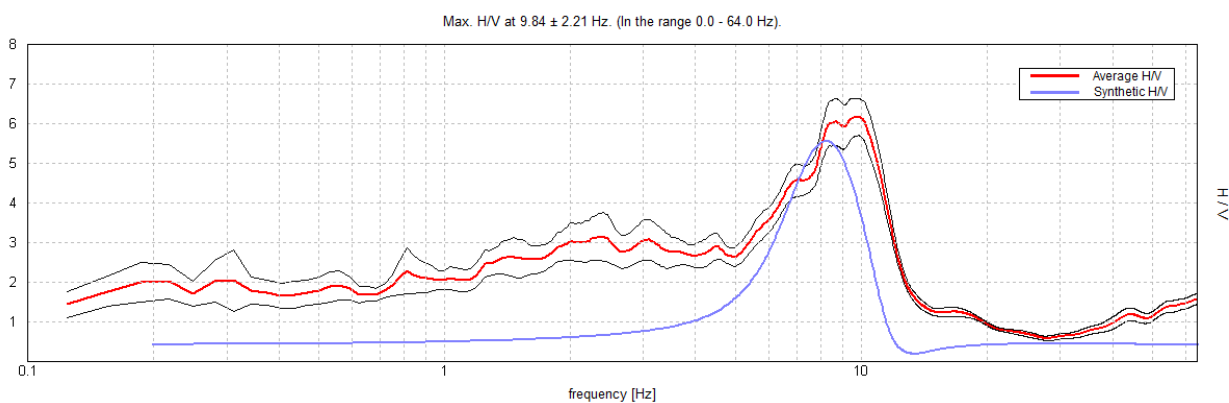
H/V TIME HISTORY



SINGLE COMPONENT SPECTRA

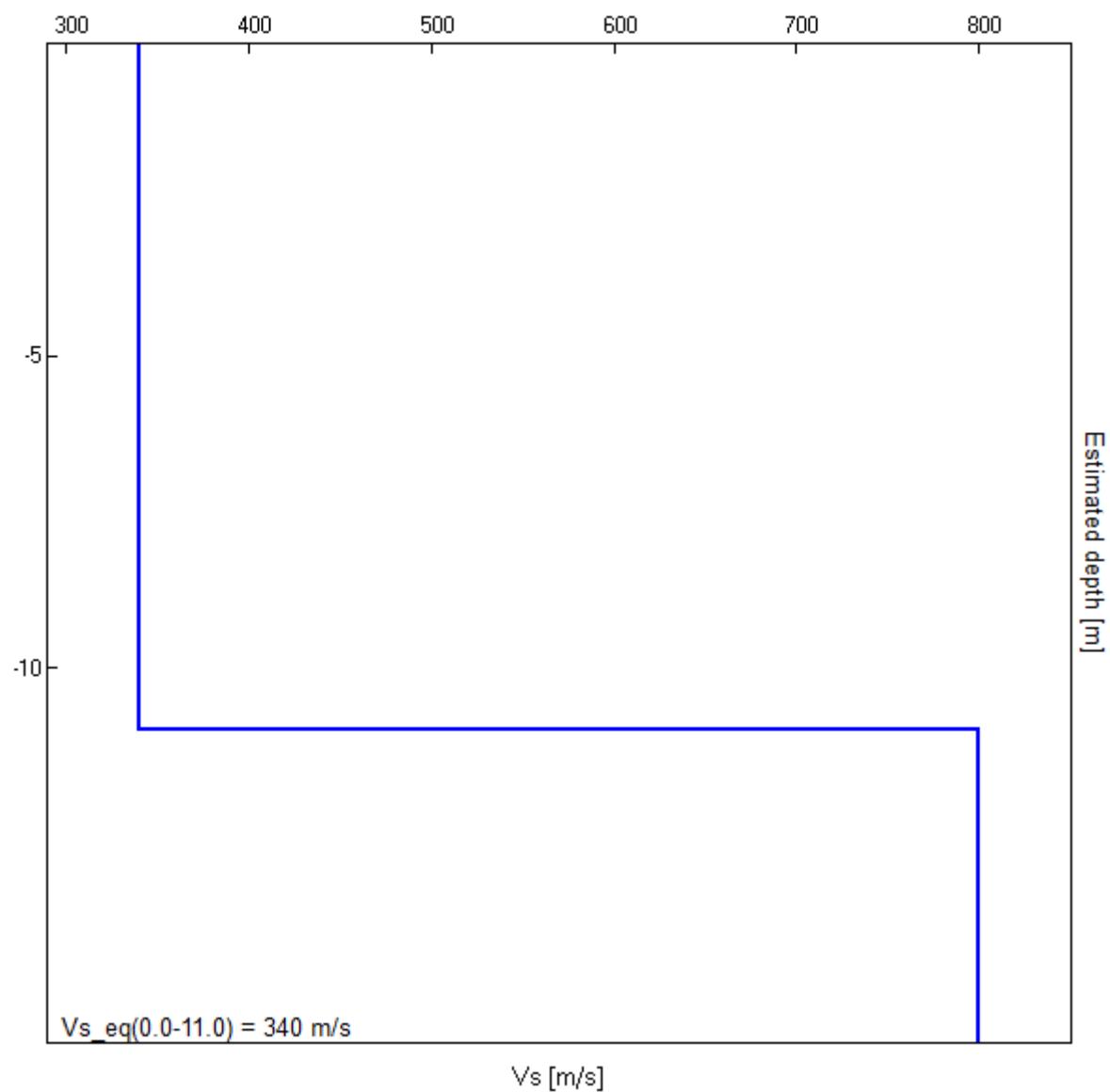


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
11.00	11.00	340	0.42
inf.	inf.	800	0.39

Vs_eq(0.0-11.0) = 340 m/s



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

Max. H/V at 9.84 ± 2.21 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$9.84 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$6890.6 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 473 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	5.438 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	11.969 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$6.16 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02501 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$2.21493 < 0.49219$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4653 < 1.58$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

ROCCA DI PAPA, VIA MONTE PENNOLO TR2

Instrument: TEP-0032/01-09

Data format: 16 bit

Full scale [mV]: 51

Start recording: 02/03/2023 11:27:40 End recording: 02/03/2023 11:39:41

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; sync sync

GPS data not available

Trace length: 0h12'00". Analyzed 97% trace (manual window selection)

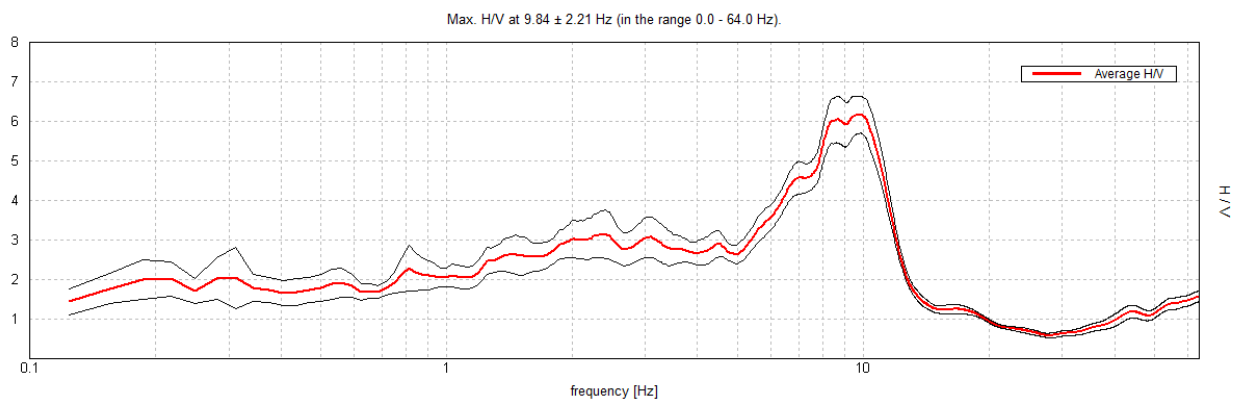
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

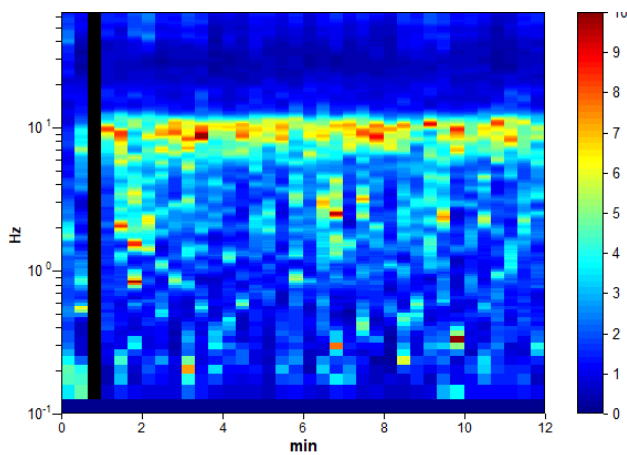
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

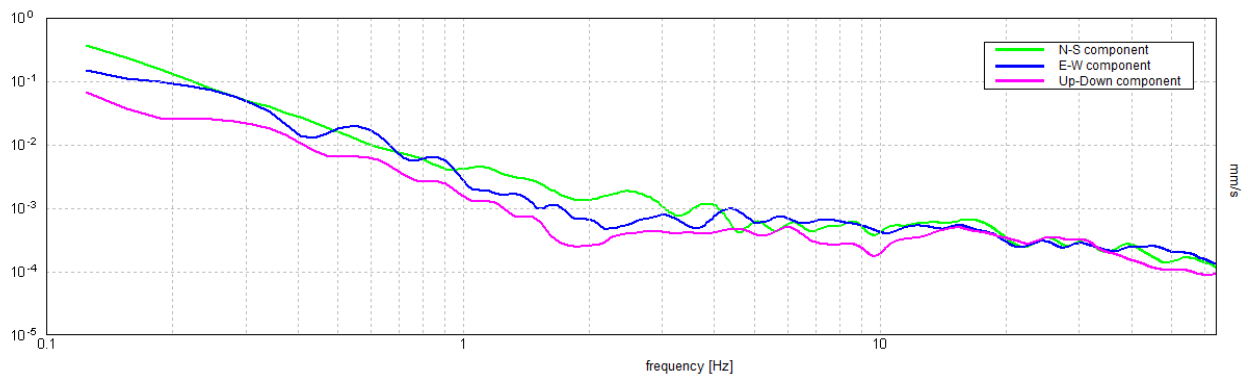
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



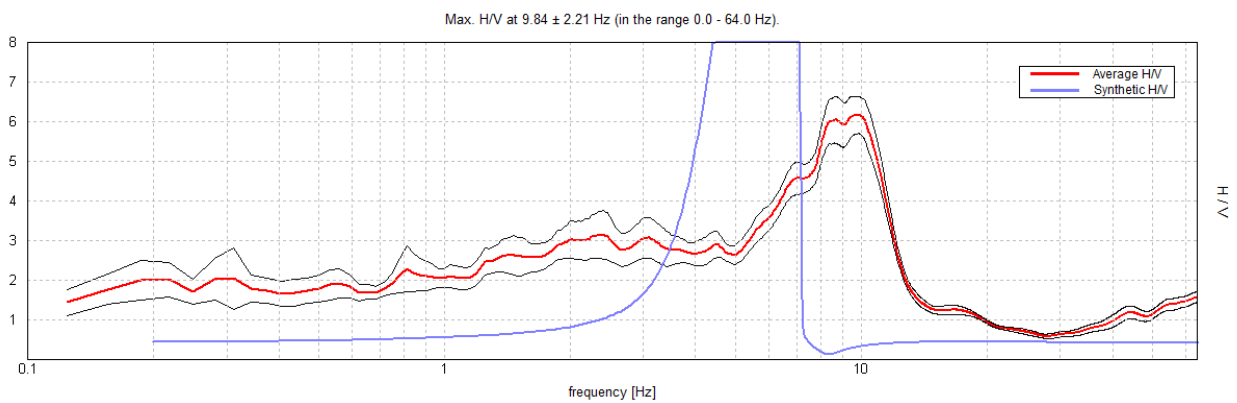
H/V TIME HISTORY



SINGLE COMPONENT SPECTRA

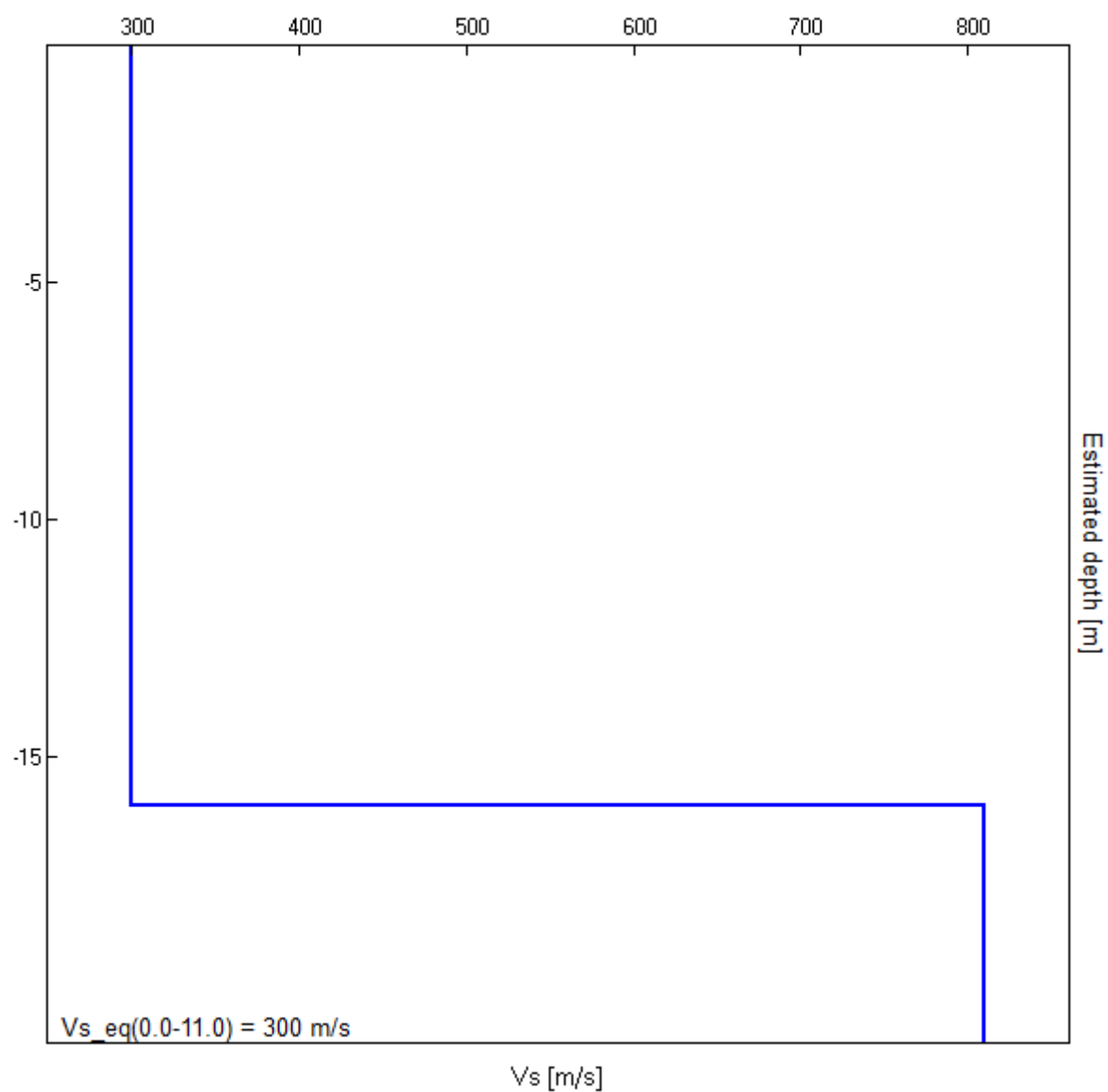


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
16.00	16.00	300	0.42
inf.	inf.	810	0.39

Vs_eq(0.0-11.0) = 300 m/s



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

Max. H/V at 9.84 ± 2.21 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$9.84 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$6890.6 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 473 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	5.438 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	11.969 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$6.16 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.22501 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$2.21493 < 0.49219$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4653 < 1.58$	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

REPORT MASW

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 rigidità.

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:

$$v = \lambda \times \nu$$

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 rigidità.

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

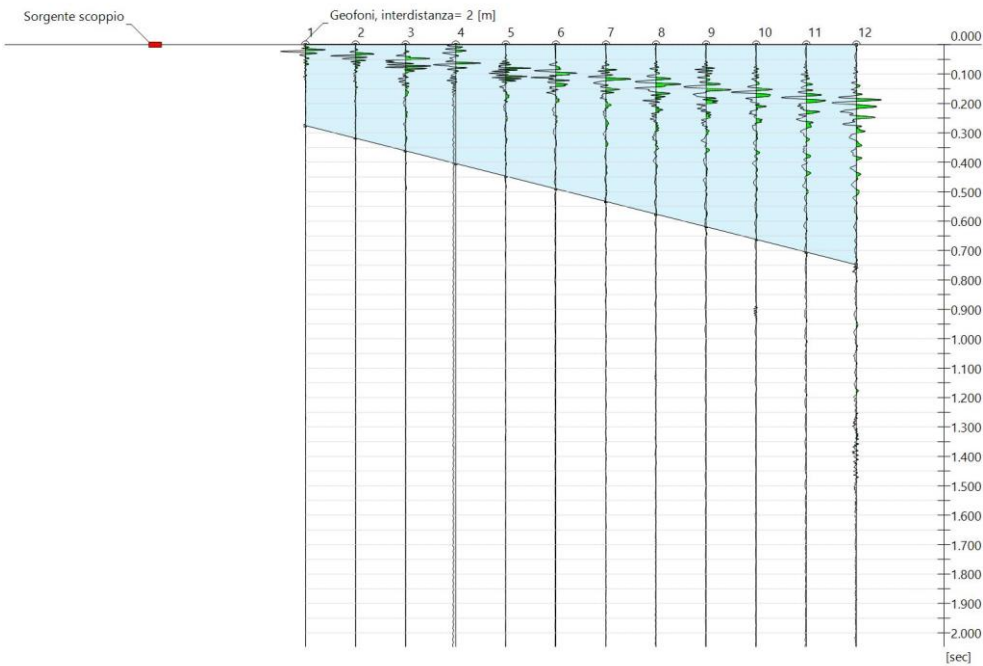
Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

Dati generali

Data | 07/03/2023 10:21

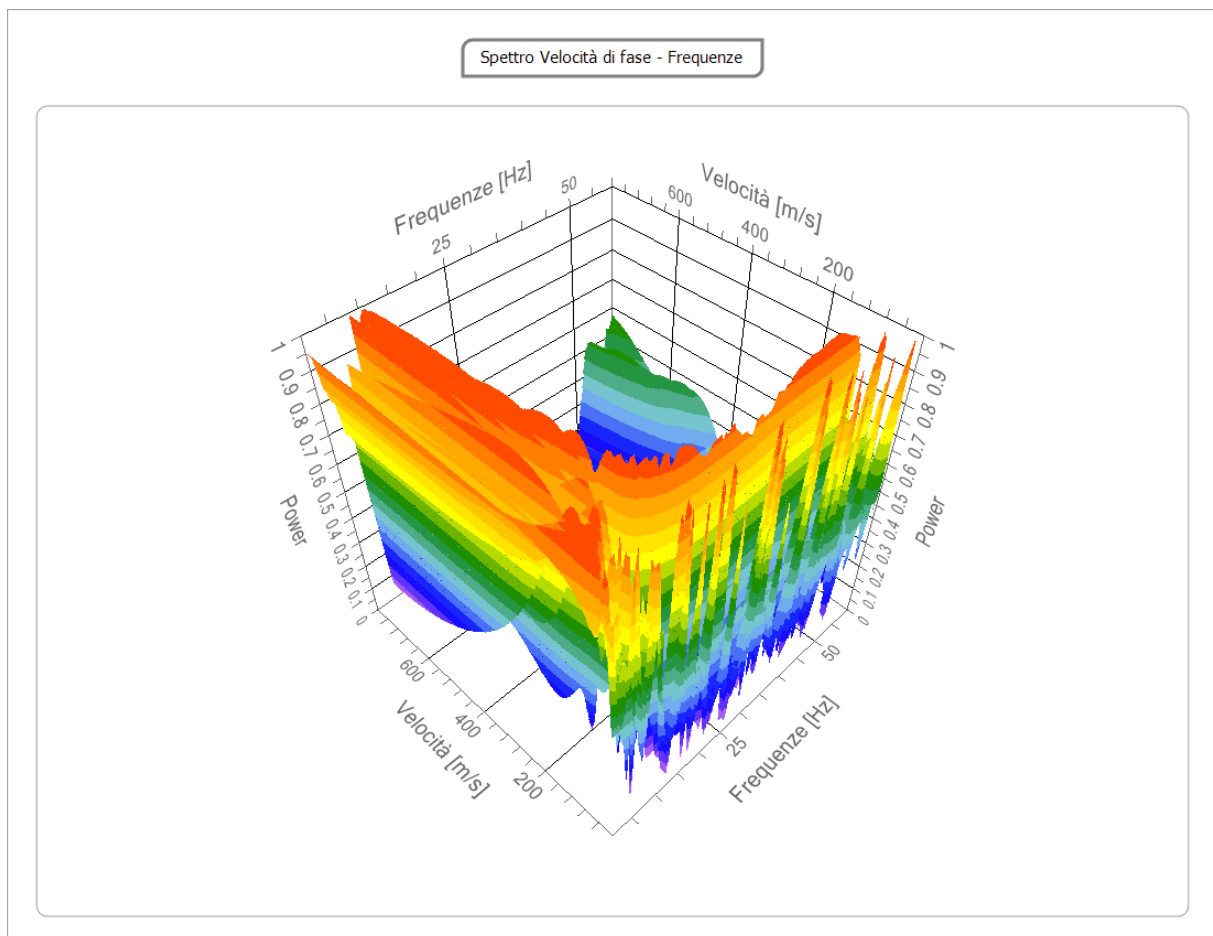
Tracce

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



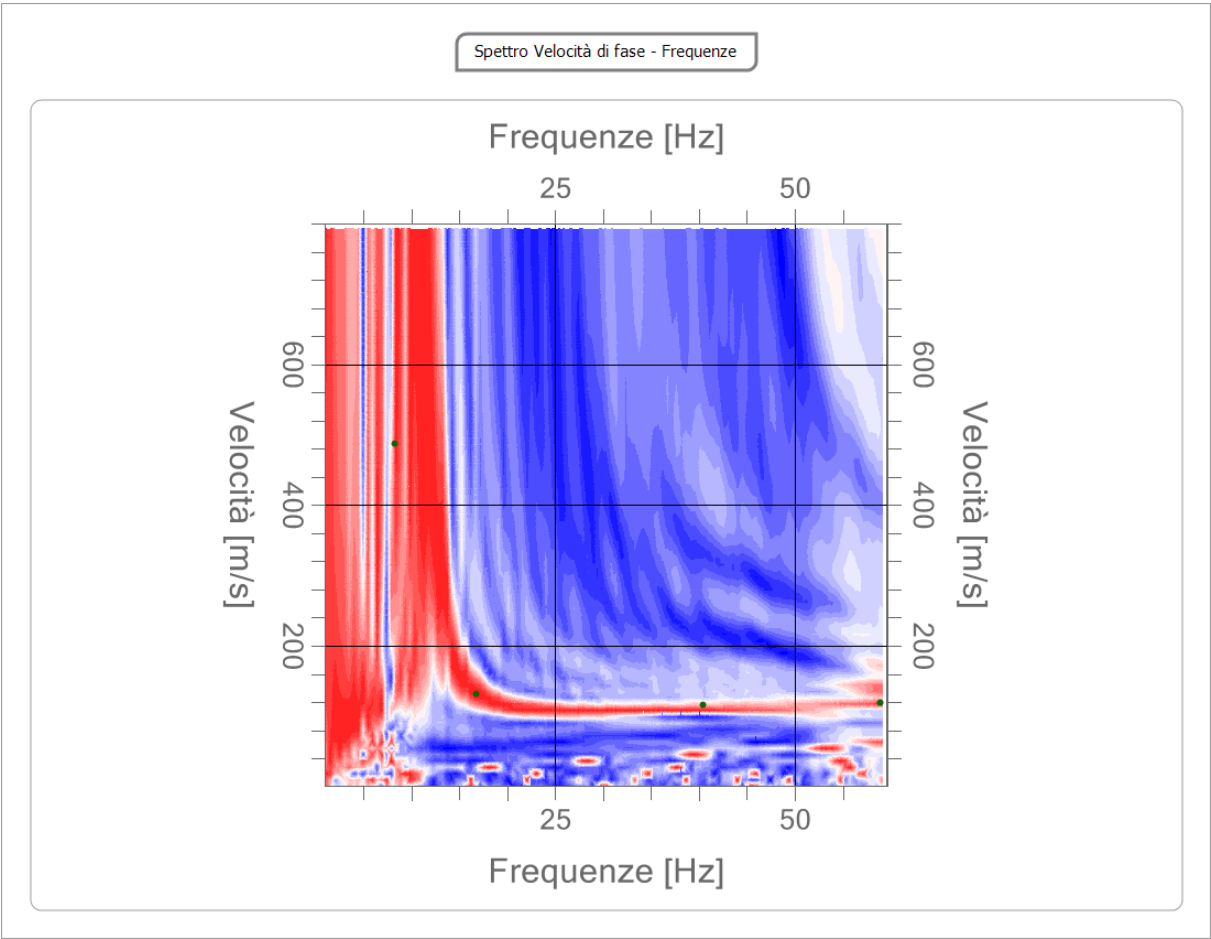
Analisi spettrale

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	8.2	487.9	0
2	16.7	131.7	0
3	40.4	115.4	0
4	58.9	118.6	0

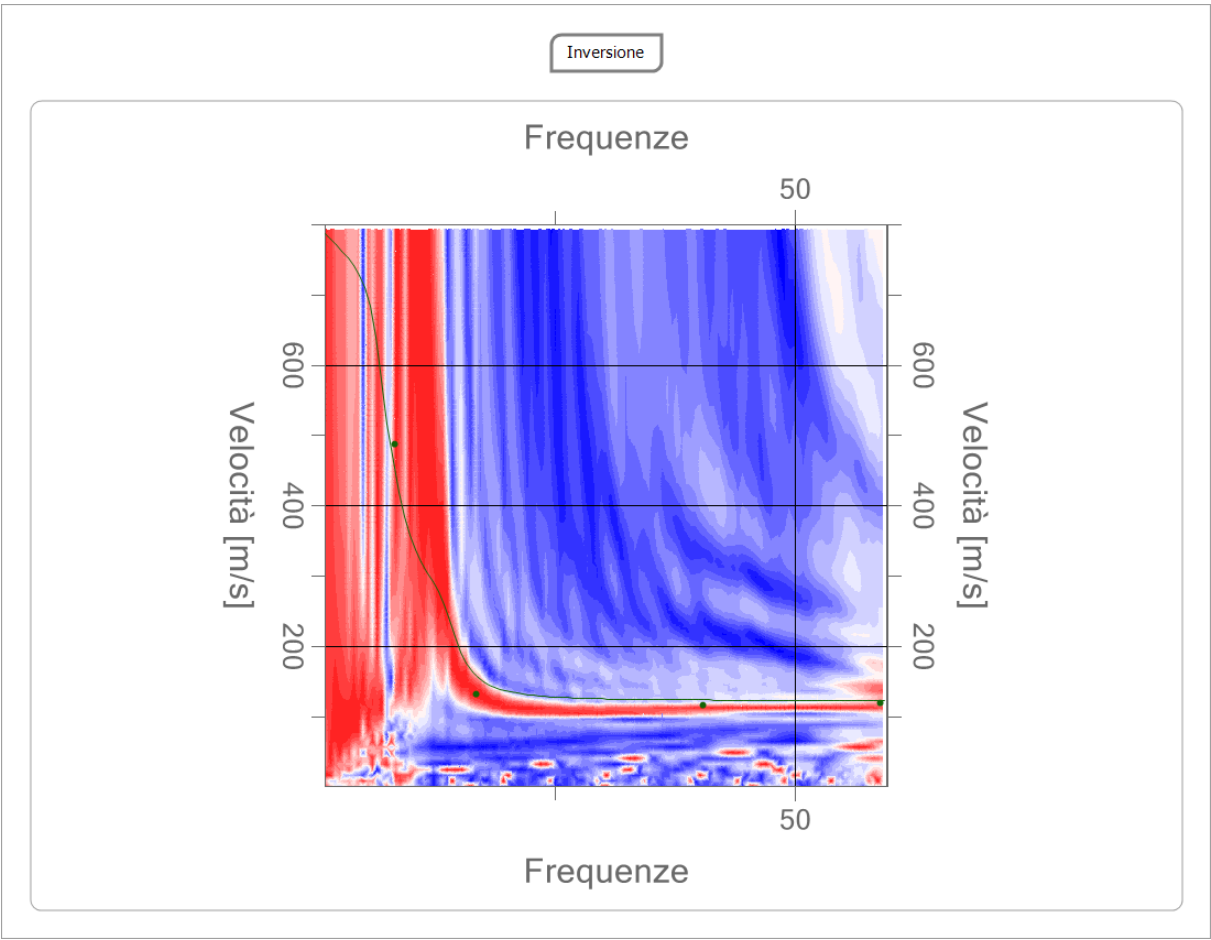


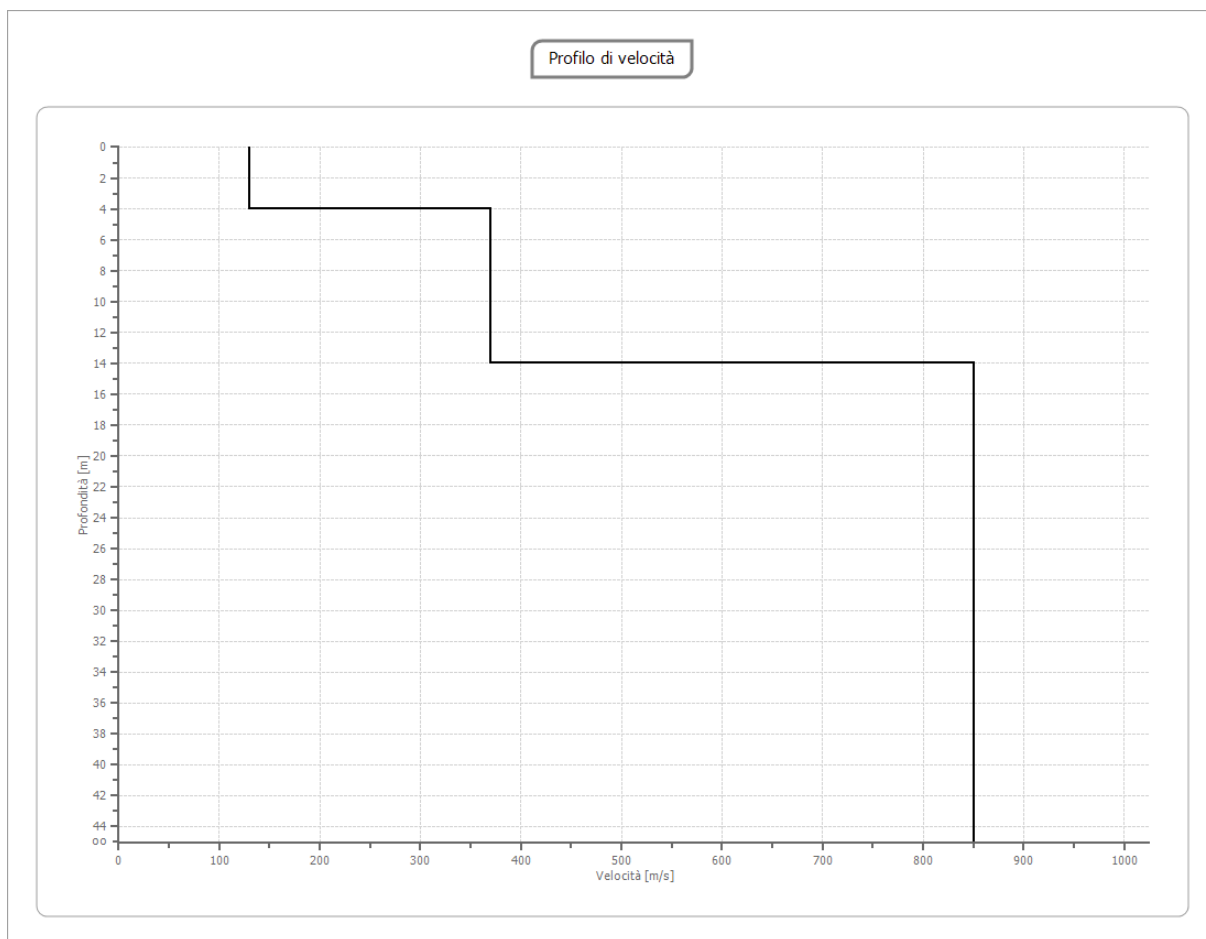
Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		4.00	4.00	1750.0	0.42	No	350.0	130.0
2		14.00	10.00	1850.0	0.40	No	906.3	370.0
3		oo	oo	2000.0	0.39	No	2001.6	850.0

Percentuale di errore0.720 %

Fattore di disadattamento della soluzione0.113





Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=14.00 m)	242.23
Categoria del suolo	E

Suolo di tipo 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.

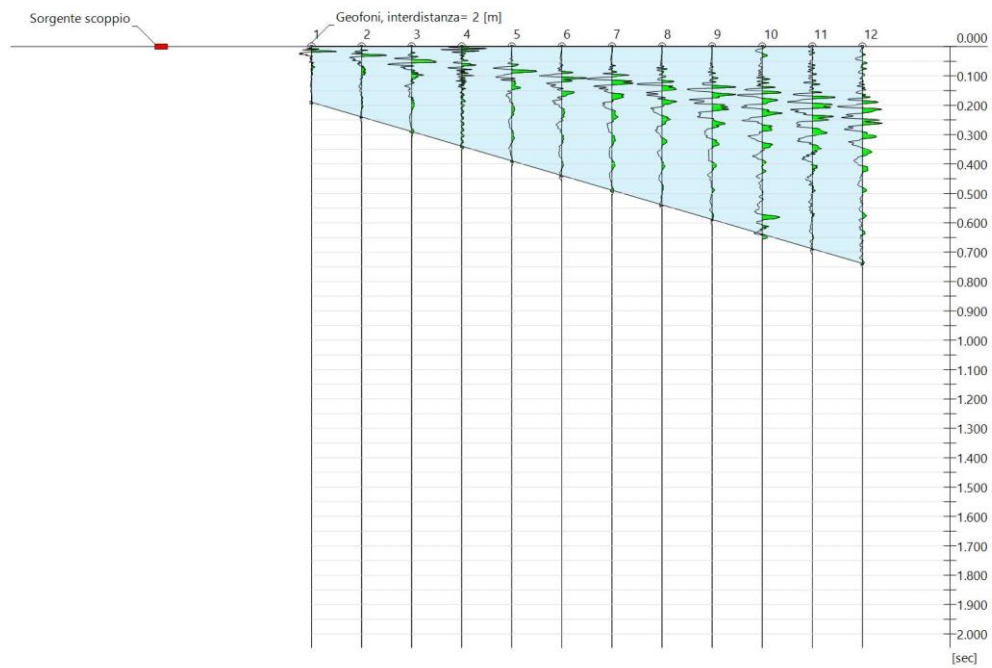
Report Masw2

Dati generali

Data | 07/03/2023 10:49

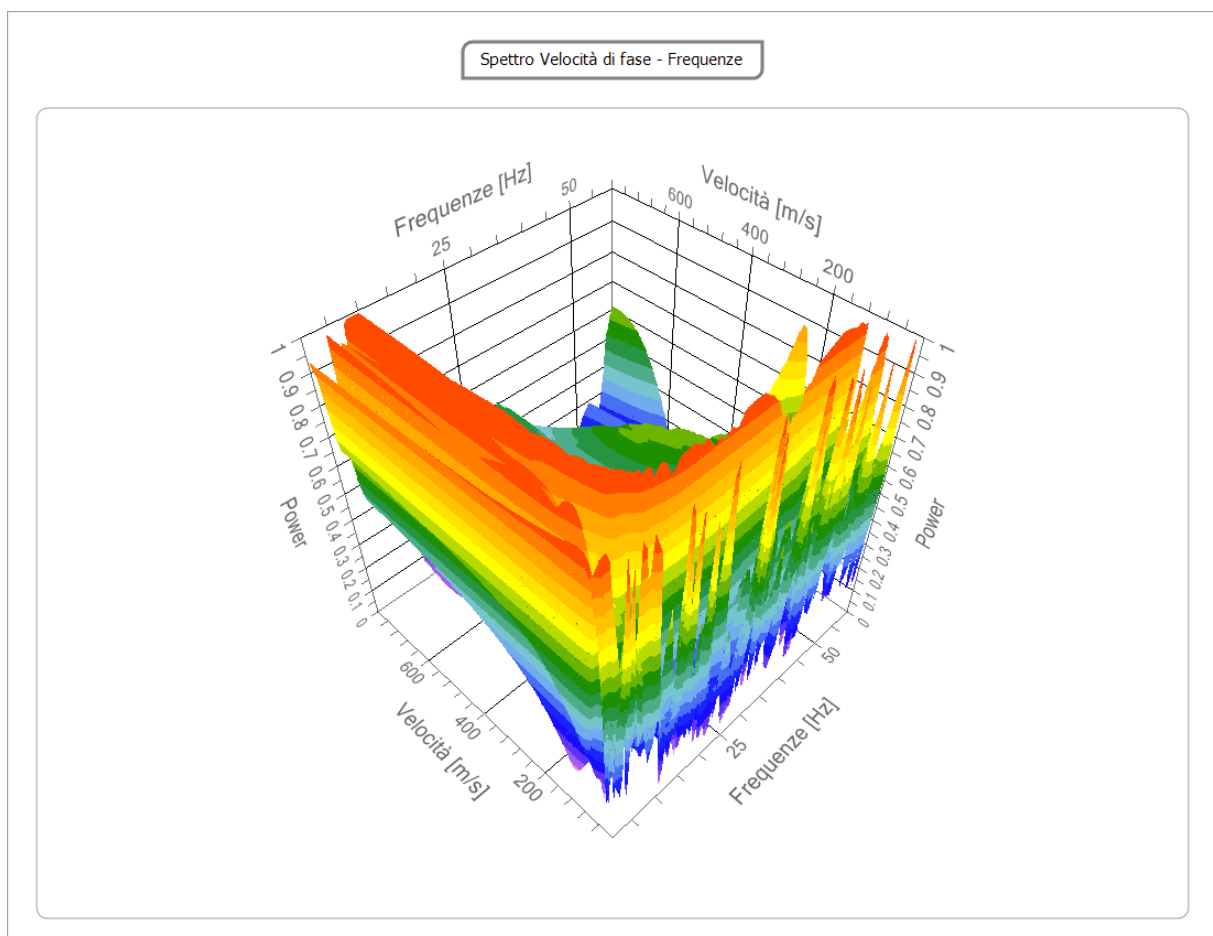
Tracce

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



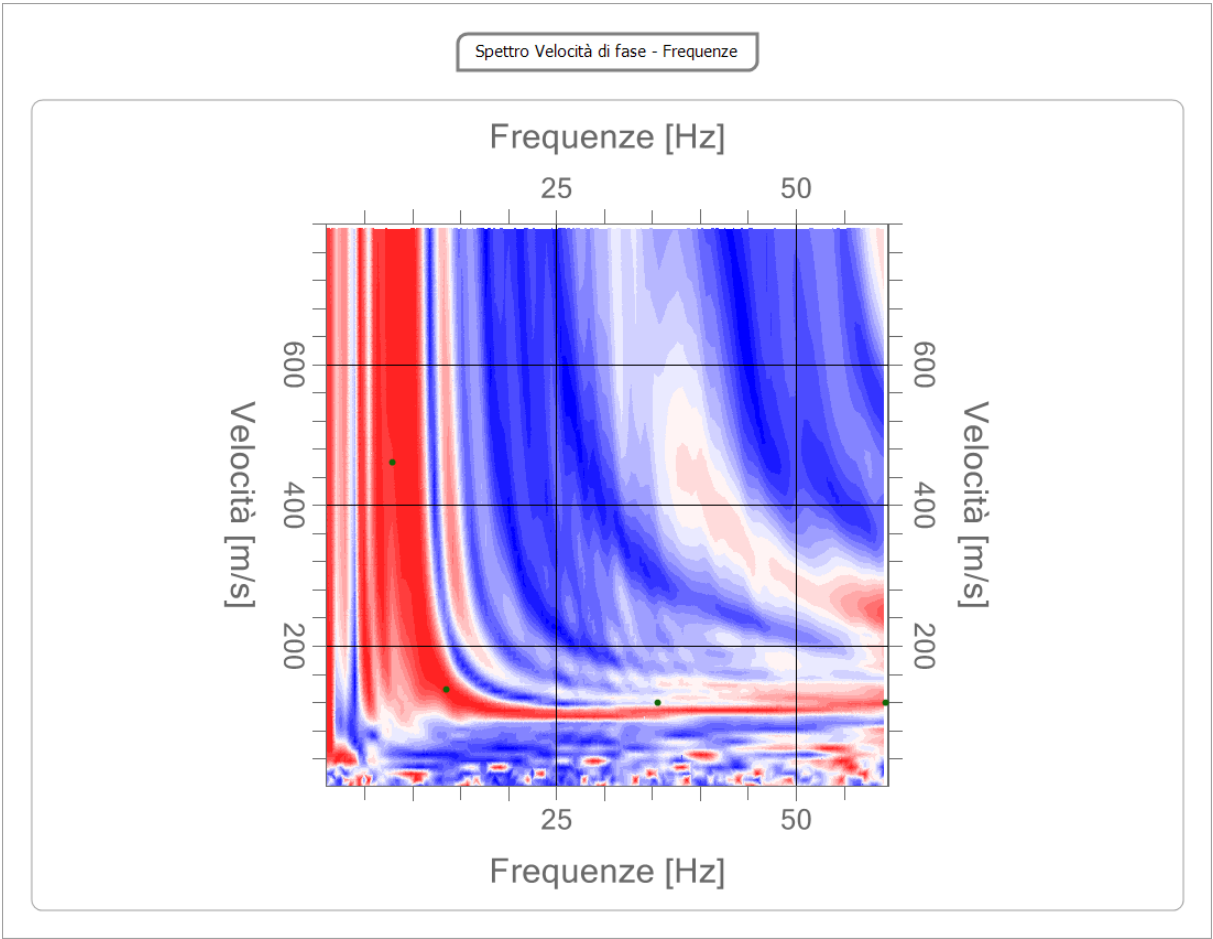
Analisi spettrale

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	7.8	460.1	0
2	13.5	138.3	0
3	35.6	118.6	0
4	59.4	118.6	0



Inversione

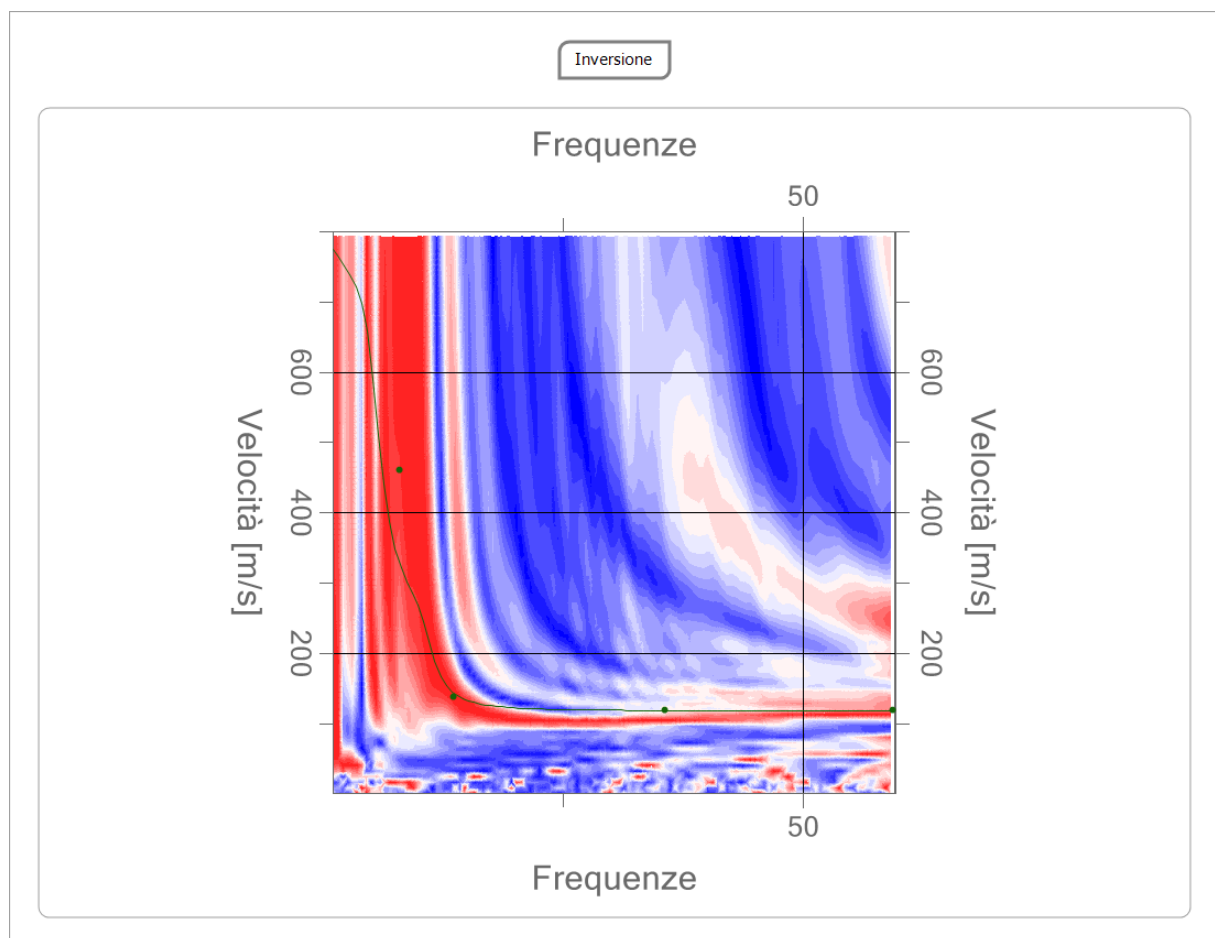
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		5.00	5.00	1750.0	0.42	No	336.6	125.0
2		19.00	14.00	1850.0	0.40	No	881.8	360.0
3		oo	oo	2000.0	0.39	No	1978.1	840.0

Percentuale di errore

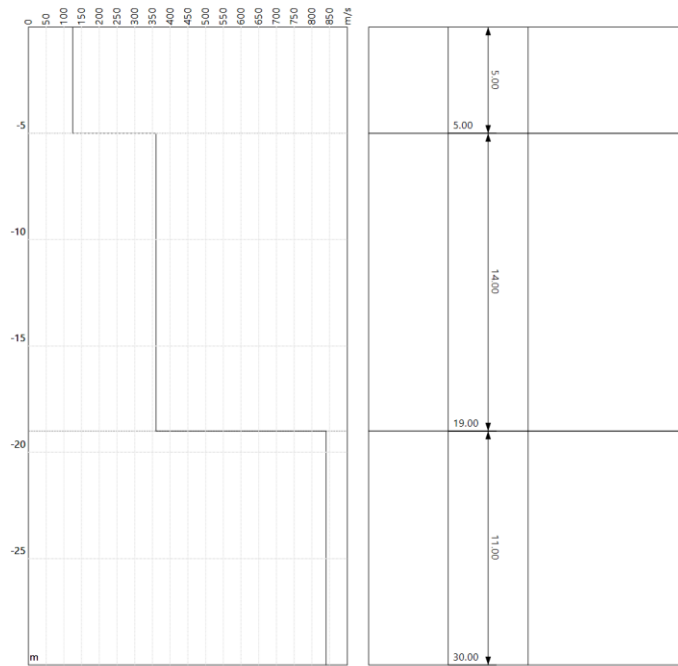
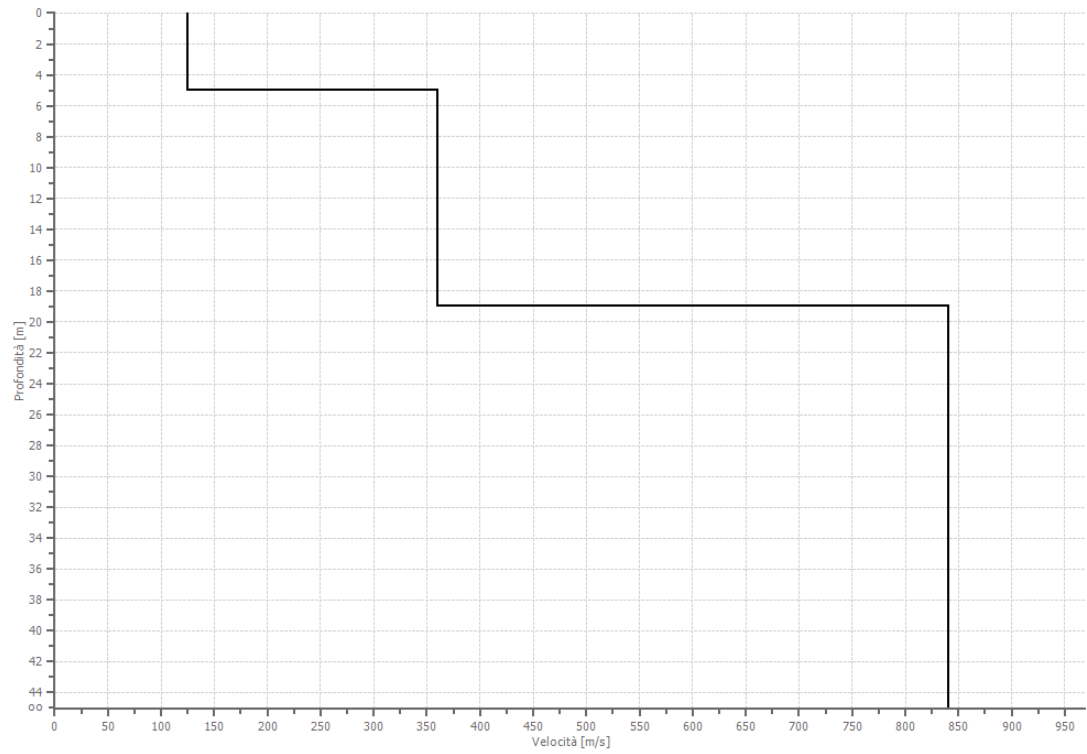
6.414 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.141



Profilo di velocità



Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=19.00 m)	240.85
Categoria del suolo	E

Suolo di tipo 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.

Altri parametri geotecnici

n.	Profo ndità [m]	Spess ore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densi tà [kg/m c]	Coeffi ciente Poiss on	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	5.00	5.00	125.0 0	336.5 7	1750. 00	0.42	27.34	198.2 4	161.7 8	77.66	12	71.67
2	19.00	14.00	360.0 0	881.8 2	1850. 00	0.40	239.7 6	1438. 56	1118. 88	671.3 3	N/A	N/A
3	oo	oo	840.0 0	1978. 10	2000. 00	0.39	1411. 20	7825. 75	5944. 15	3923. 14	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

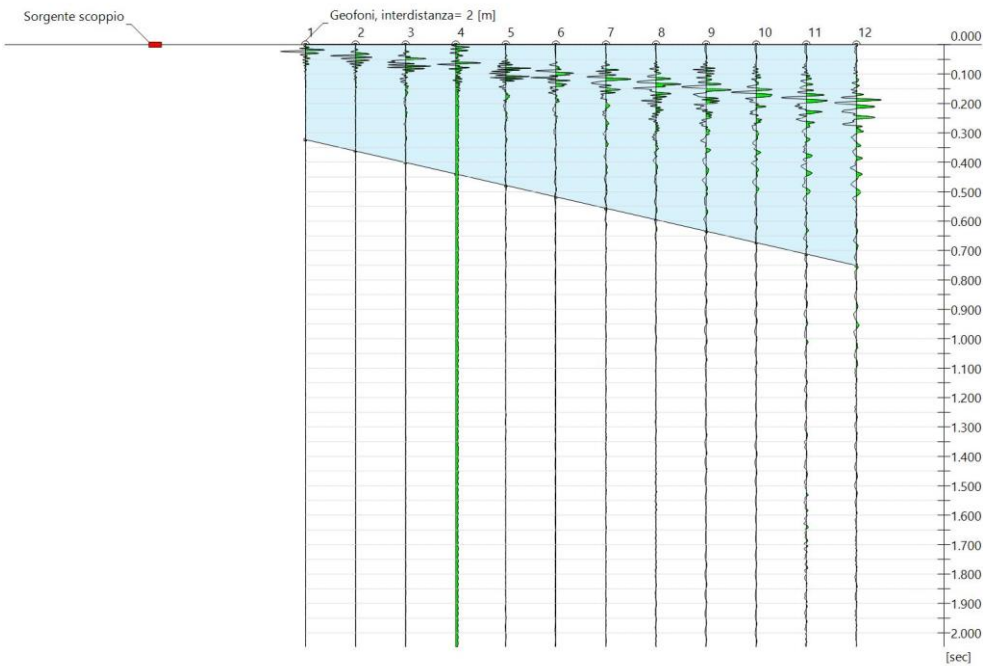
Ey: Modulo di Young;

Dati generali

Data | 07/03/2023 11:04

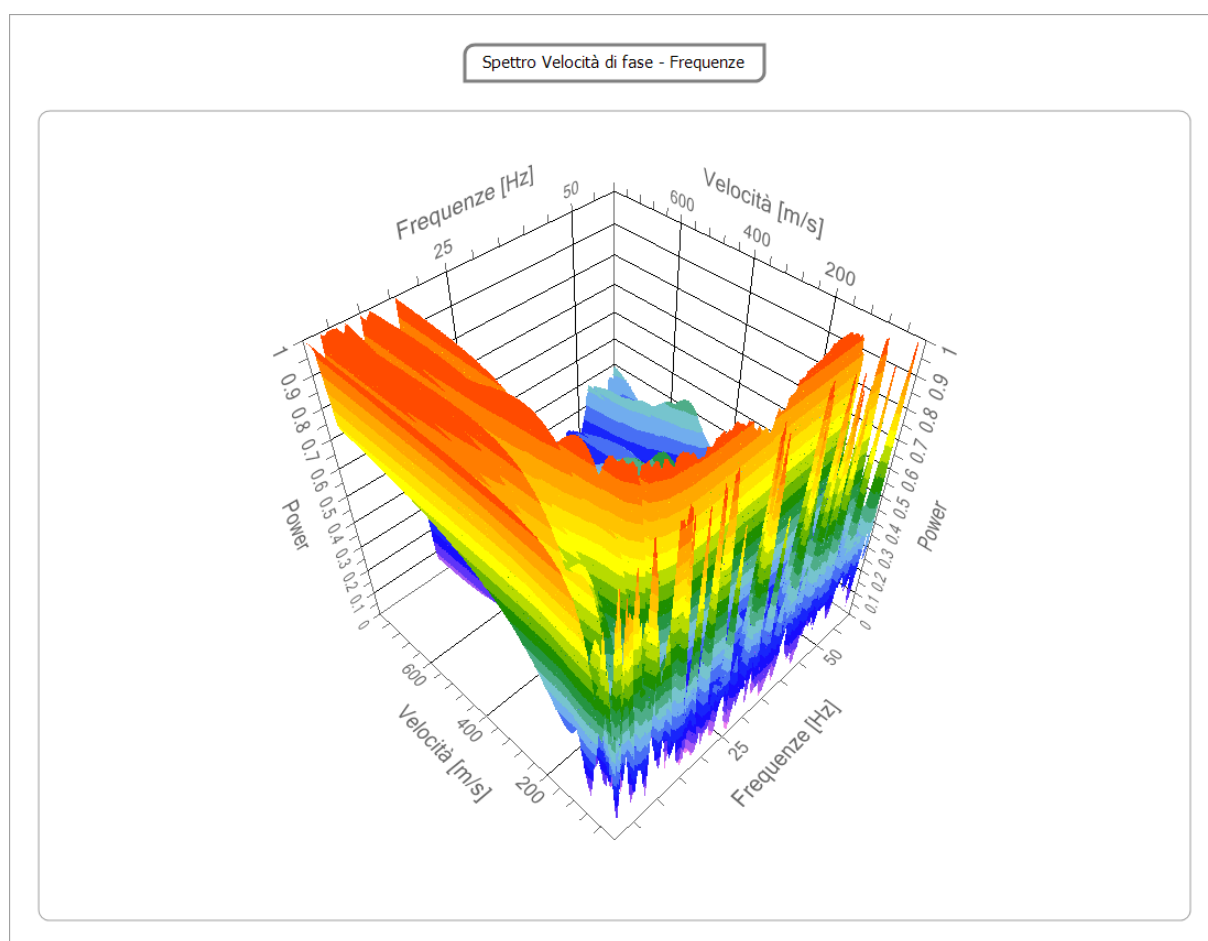
Tracce

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



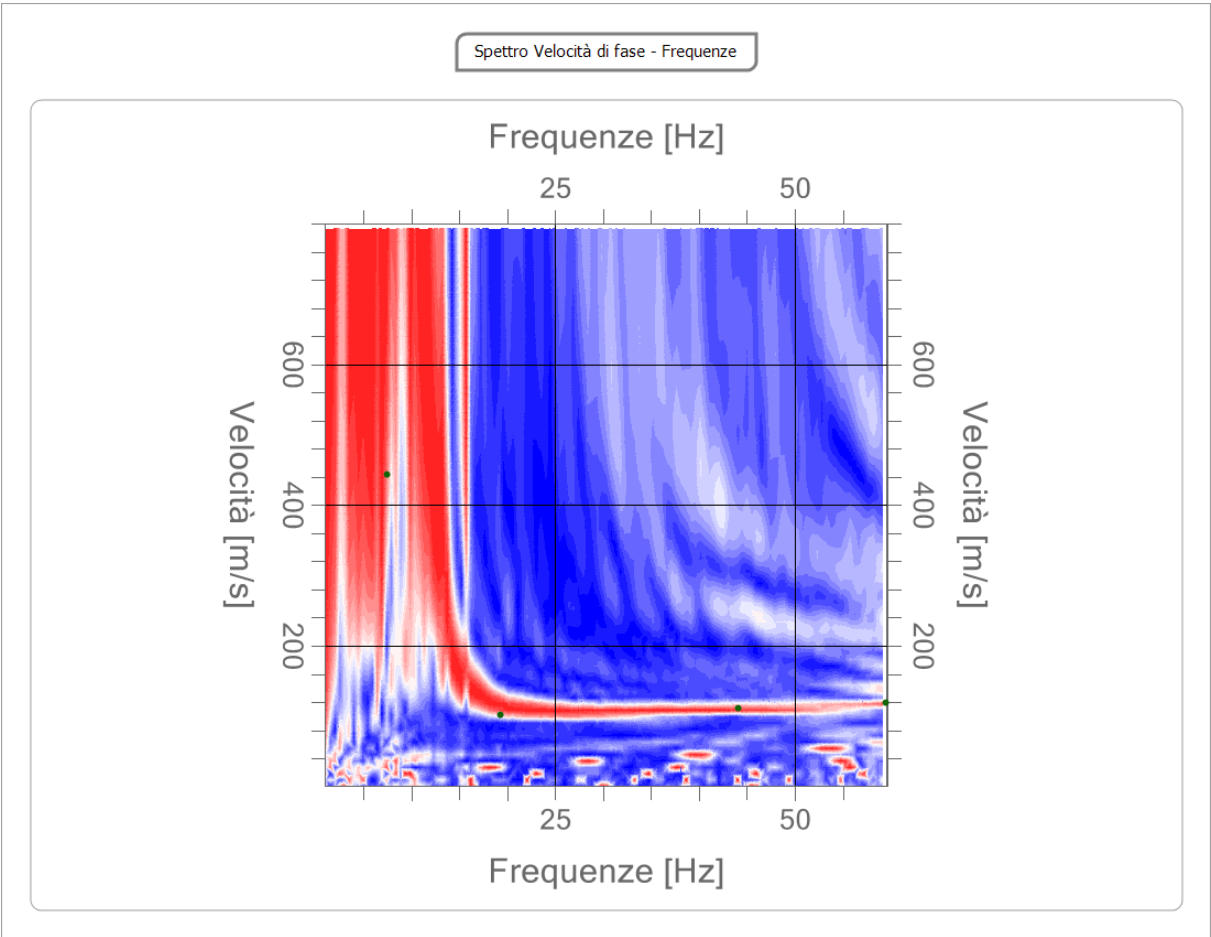
Analisi spettrale

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	7.5	443.8	0
2	19.3	102.3	0
3	44.1	112.1	0
4	59.5	118.6	0

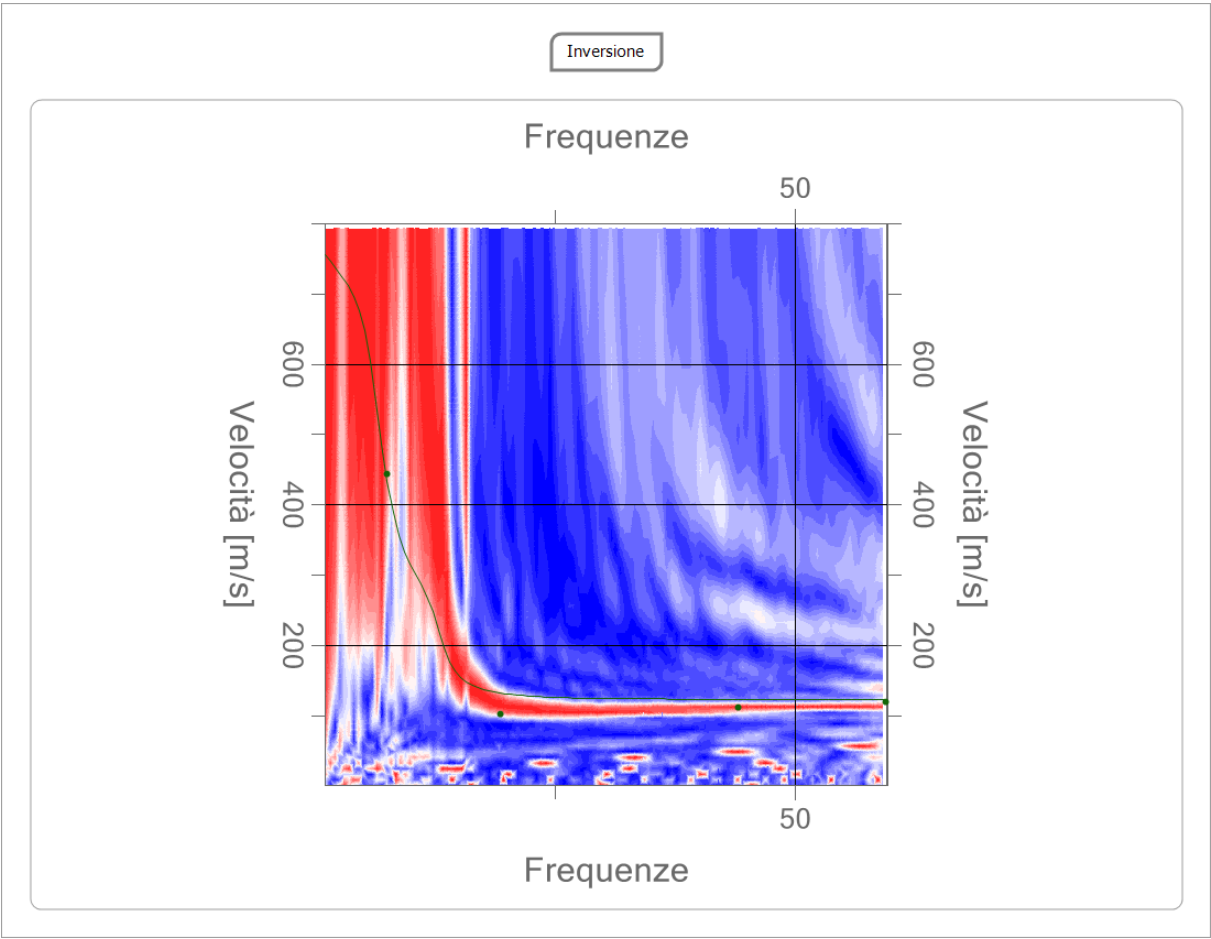


Inversione

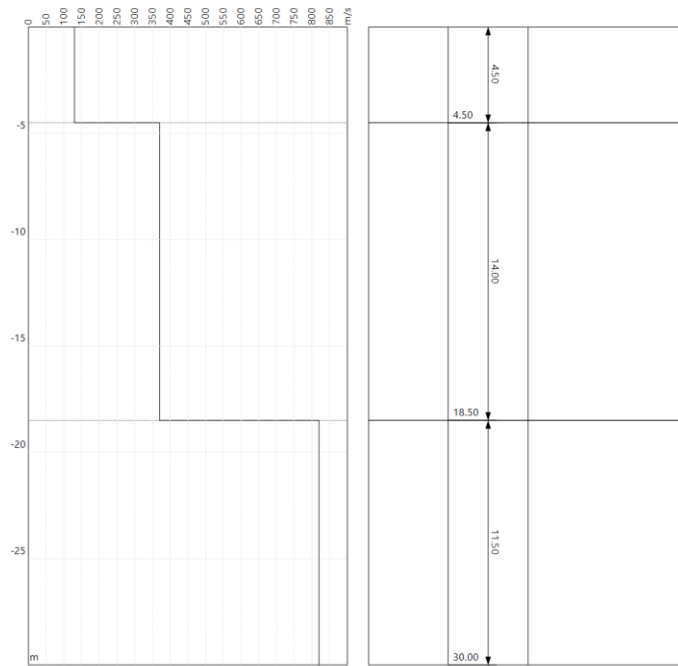
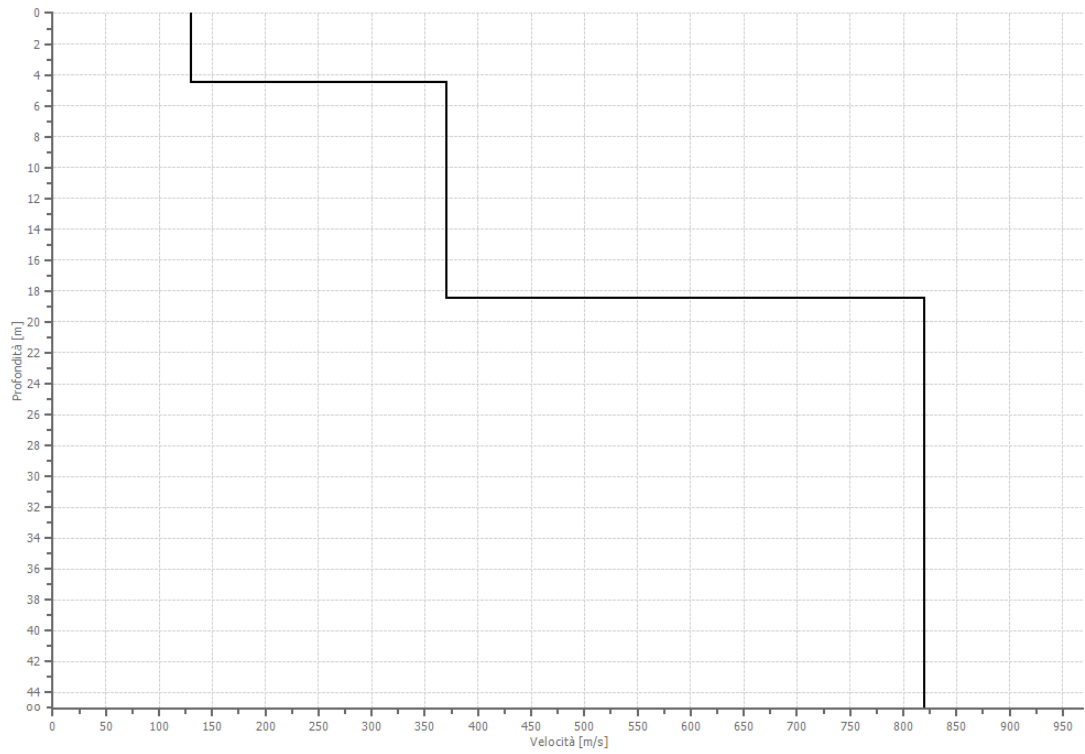
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		4.50	4.50	1750.0	0.42	No	350.0	130.0
2		18.50	14.00	1850.0	0.40	No	906.3	370.0
3		oo	oo	2000.0	0.39	No	1931.0	820.0

Percentuale di errore0.488 %

Fattore di disadattamento della soluzione0.154



Profilo di velocità



Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=18.50 m)	255.34
Categoria del suolo	E

Suolo di tipo 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.

Altri parametri geotecnici

n.	Profo ndità [m]	Spess ore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densi tà [kg/m c]	Coeffi ciente Poiss on	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	4.50	4.50	130.0 0	350.0 4	1750. 00	0.42	29.58	214.4 2	174.9 9	83.99	17	87.29
2	18.50	14.00	370.0 0	906.3 1	1850. 00	0.40	253.2 7	1519. 59	1181. 90	709.1 4	N/A	N/A
3	oo	oo	820.0 0	1931. 00	2000. 00	0.39	1344. 80	7457. 53	5664. 46	3738. 54	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

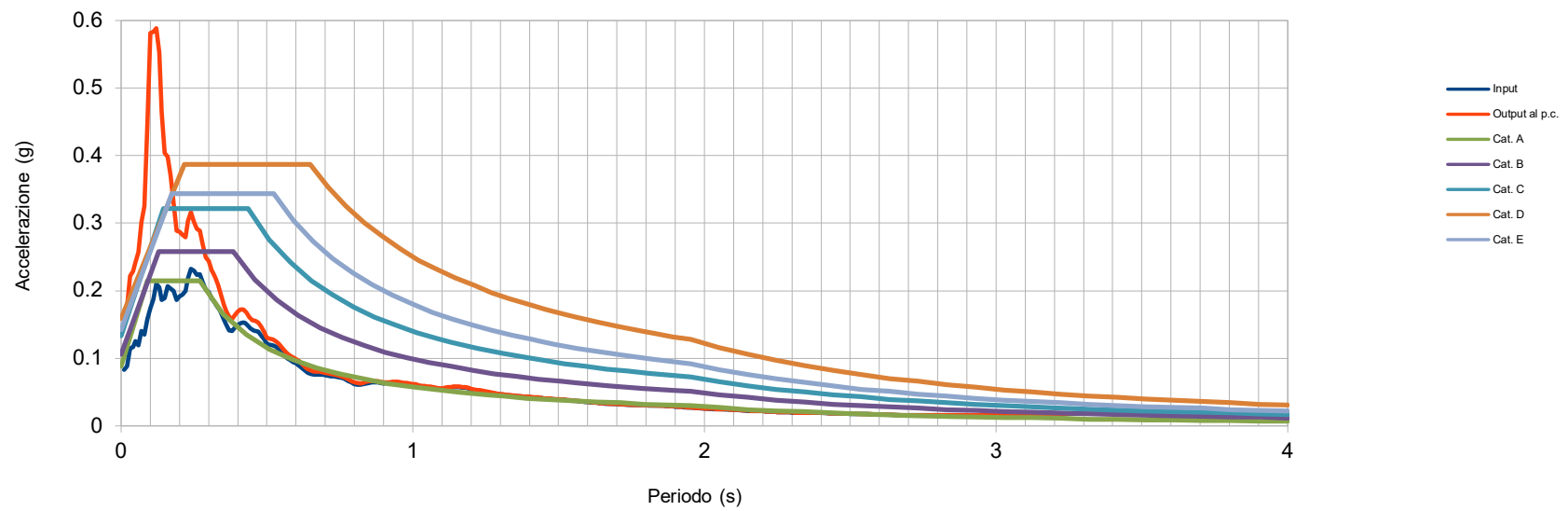
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

STUDIO RISPOSTA SISMICA LOCALE
STATO LIMITE DANNO

Risposta Sismica Locale

Spettro elastico allo SLD



Spettri elastici allo Stato Limite Danno

Periodo	Input	Output	Periodo	Input	Output	Periodo	Input	Output
0.01	0.082584	0.168444	0.49	0.127991	0.138487	0.97	0.062713	0.063694
0.02	0.087973	0.176383	0.5	0.121523	0.130357	0.98	0.062581	0.063484
0.03	0.115058	0.221634	0.51	0.120335	0.129083	0.99	0.061974	0.063101
0.04	0.116663	0.228456	0.52	0.11931	0.127703	1	0.060935	0.062181
0.05	0.125739	0.241917	0.53	0.1175	0.125389	1.01	0.059987	0.0614
0.06	0.119406	0.256948	0.54	0.114104	0.122111	1.02	0.058818	0.060303
0.07	0.140314	0.301203	0.55	0.108813	0.116207	1.03	0.058069	0.059401
0.08	0.135285	0.324933	0.56	0.103162	0.110927	1.04	0.057826	0.059022
0.09	0.157819	0.4465	0.57	0.099571	0.106657	1.05	0.057341	0.058495
0.1	0.174266	0.581335	0.58	0.09672	0.103563	1.06	0.056776	0.057874
0.11	0.187299	0.58339	0.59	0.094753	0.101223	1.07	0.056056	0.057131
0.12	0.209857	0.589053	0.6	0.092662	0.099141	1.08	0.055321	0.056376
0.13	0.204915	0.552341	0.61	0.089511	0.095856	1.09	0.055071	0.056015
0.14	0.186032	0.463751	0.62	0.085485	0.091492	1.1	0.054941	0.055962
0.15	0.189084	0.403874	0.63	0.081667	0.087113	1.11	0.05542	0.056576
0.16	0.206599	0.398106	0.64	0.078499	0.083701	1.12	0.056028	0.057195
0.17	0.203174	0.370127	0.65	0.076915	0.08212	1.13	0.056695	0.057641
0.18	0.199763	0.329296	0.66	0.075911	0.080697	1.14	0.057197	0.058218
0.19	0.186547	0.289069	0.67	0.07569	0.080343	1.15	0.057379	0.058439
0.2	0.19168	0.286962	0.68	0.075957	0.080264	1.16	0.057217	0.058293
0.21	0.194664	0.28225	0.69	0.075811	0.079878	1.17	0.05672	0.057783
0.22	0.200017	0.279222	0.7	0.074942	0.078633	1.18	0.056103	0.057131
0.23	0.217972	0.302832	0.71	0.07403	0.077842	1.19	0.055225	0.05616
0.24	0.232204	0.316168	0.72	0.073409	0.07702	1.2	0.054153	0.054991
0.25	0.229606	0.301849	0.73	0.07293	0.076032	1.21	0.053319	0.054061
0.26	0.223159	0.291316	0.74	0.07242	0.07504	1.22	0.05257	0.05336
0.27	0.224498	0.288679	0.75	0.071614	0.074025	1.23	0.051812	0.052611
0.28	0.211798	0.267292	0.76	0.070339	0.072681	1.24	0.051018	0.051798
0.29	0.201582	0.249374	0.77	0.068556	0.070888	1.25	0.050214	0.050955
0.3	0.197748	0.24377	0.78	0.066412	0.068525	1.26	0.049423	0.050117
0.31	0.188017	0.229812	0.79	0.064164	0.066218	1.27	0.048663	0.049303
0.32	0.183516	0.223023	0.8	0.062192	0.064279	1.28	0.047942	0.048499
0.33	0.176329	0.211576	0.81	0.06123	0.063354	1.29	0.047268	0.047809
0.34	0.170854	0.199067	0.82	0.060536	0.062541	1.3	0.046678	0.047181
0.35	0.159677	0.182542	0.83	0.061593	0.063871	1.31	0.046143	0.046669
0.36	0.150518	0.170633	0.84	0.062762	0.065041	1.32	0.045627	0.046202
0.37	0.141549	0.161515	0.85	0.063645	0.065873	1.33	0.045118	0.045709
0.38	0.140461	0.157788	0.86	0.064306	0.06632	1.34	0.044628	0.045173
0.39	0.145476	0.164533	0.87	0.064575	0.066417	1.35	0.044257	0.044738
0.4	0.149141	0.169131	0.88	0.064439	0.066186	1.36	0.043885	0.044416
0.41	0.151695	0.171947	0.89	0.063857	0.065496	1.37	0.043511	0.04403
0.42	0.152855	0.171968	0.9	0.063077	0.064634	1.38	0.043189	0.043645
0.43	0.150984	0.167509	0.91	0.063183	0.064517	1.39	0.042874	0.043295
0.44	0.145857	0.160998	0.92	0.063433	0.064739	1.4	0.042545	0.042967
0.45	0.141925	0.156329	0.93	0.063636	0.064952	1.41	0.042203	0.042667
0.46	0.140811	0.155013	0.94	0.063745	0.065074	1.42	0.041853	0.042315
0.47	0.139372	0.152624	0.95	0.063728	0.065085	1.43	0.041477	0.041911
0.48	0.133348	0.146295	0.96	0.063329	0.064612	1.44	0.041057	0.041442

Periodo	Input	Output	Periodo	Input	Output	Periodo	Input	Output
1.45	0.040583	0.040978	1.96	0.026678	0.026894	2.47	0.018357	0.018452
1.46	0.040181	0.040621	1.97	0.026409	0.026626	2.48	0.018244	0.018336
1.47	0.039757	0.040205	1.98	0.026156	0.026378	2.49	0.018125	0.018212
1.48	0.039348	0.039799	1.99	0.025889	0.026122	2.5	0.018002	0.018086
1.49	0.039124	0.039533	2	0.02561	0.025852	2.51	0.017873	0.017959
1.5	0.038984	0.039393	2.01	0.025321	0.025569	2.52	0.017742	0.01783
1.51	0.038782	0.03918	2.02	0.025072	0.025281	2.53	0.017608	0.017699
1.52	0.038484	0.03885	2.03	0.024976	0.025181	2.54	0.017473	0.017567
1.53	0.038106	0.038422	2.04	0.024863	0.025053	2.55	0.017338	0.017434
1.54	0.037689	0.038003	2.05	0.024726	0.024909	2.56	0.017204	0.017301
1.55	0.037327	0.037613	2.06	0.024563	0.024753	2.57	0.017072	0.01717
1.56	0.036892	0.03719	2.07	0.024375	0.024572	2.58	0.016944	0.01704
1.57	0.036414	0.03671	2.08	0.024219	0.024426	2.59	0.016819	0.016914
1.58	0.035979	0.036327	2.09	0.024022	0.024221	2.6	0.016703	0.0168
1.59	0.035548	0.035958	2.1	0.023801	0.023962	2.61	0.016598	0.016693
1.6	0.03516	0.035563	2.11	0.023534	0.023674	2.62	0.016498	0.016591
1.61	0.034777	0.035146	2.12	0.023224	0.023363	2.63	0.016403	0.016494
1.62	0.034426	0.03473	2.13	0.022898	0.023053	2.64	0.016313	0.016402
1.63	0.034049	0.034332	2.14	0.022584	0.022726	2.65	0.016233	0.01632
1.64	0.033705	0.033944	2.15	0.022404	0.022516	2.66	0.016165	0.016252
1.65	0.033372	0.033593	2.16	0.022237	0.02235	2.67	0.0161	0.016185
1.66	0.033029	0.033259	2.17	0.022054	0.022168	2.68	0.016036	0.01612
1.67	0.032725	0.033008	2.18	0.0219	0.02203	2.69	0.015973	0.016057
1.68	0.032478	0.032762	2.19	0.021752	0.021882	2.7	0.015919	0.016007
1.69	0.032238	0.032523	2.2	0.021588	0.02171	2.71	0.015902	0.015991
1.7	0.032007	0.03229	2.21	0.021406	0.02152	2.72	0.015887	0.015976
1.71	0.031783	0.032062	2.22	0.021204	0.021329	2.73	0.015874	0.015964
1.72	0.031566	0.031855	2.23	0.020983	0.021116	2.74	0.015864	0.015953
1.73	0.031357	0.031653	2.24	0.020745	0.020883	2.75	0.015856	0.015946
1.74	0.031156	0.031455	2.25	0.0205	0.02063	2.76	0.015851	0.01594
1.75	0.030963	0.031262	2.26	0.020357	0.020477	2.77	0.015849	0.015938
1.76	0.030783	0.031073	2.27	0.02021	0.020325	2.78	0.01585	0.015938
1.77	0.030711	0.030935	2.28	0.020067	0.020186	2.79	0.015852	0.015941
1.78	0.030633	0.030862	2.29	0.019936	0.020052	2.8	0.015857	0.015944
1.79	0.030544	0.030773	2.3	0.019805	0.019921	2.81	0.015863	0.015948
1.8	0.030442	0.030668	2.31	0.019668	0.019785	2.82	0.01587	0.015953
1.81	0.030326	0.030544	2.32	0.019527	0.019652	2.83	0.015901	0.015983
1.82	0.030197	0.03041	2.33	0.019408	0.019535	2.84	0.01594	0.016017
1.83	0.030054	0.030265	2.34	0.019334	0.019463	2.85	0.015977	0.016051
1.84	0.029896	0.030106	2.35	0.019305	0.019436	2.86	0.016013	0.016087
1.85	0.029724	0.02993	2.36	0.019265	0.019398	2.87	0.016046	0.01612
1.86	0.029535	0.029735	2.37	0.019212	0.019359	2.88	0.016077	0.016149
1.87	0.029325	0.029518	2.38	0.019165	0.019315	2.89	0.016104	0.016174
1.88	0.029094	0.029292	2.39	0.019107	0.019253	2.9	0.016127	0.016194
1.89	0.028839	0.029043	2.4	0.019033	0.019172	2.91	0.016145	0.016209
1.9	0.028563	0.028771	2.41	0.018947	0.019072	2.92	0.016158	0.016218
1.91	0.028271	0.028481	2.42	0.018848	0.018965	2.93	0.016166	0.016222
1.92	0.02797	0.028174	2.43	0.018736	0.018853	2.94	0.016178	0.016232
1.93	0.027668	0.027852	2.44	0.018642	0.018745	2.95	0.016201	0.016258
1.94	0.027354	0.027532	2.45	0.018558	0.018661	2.96	0.01622	0.016279
1.95	0.027024	0.027223	2.46	0.018462	0.018563	2.97	0.016273	0.016333

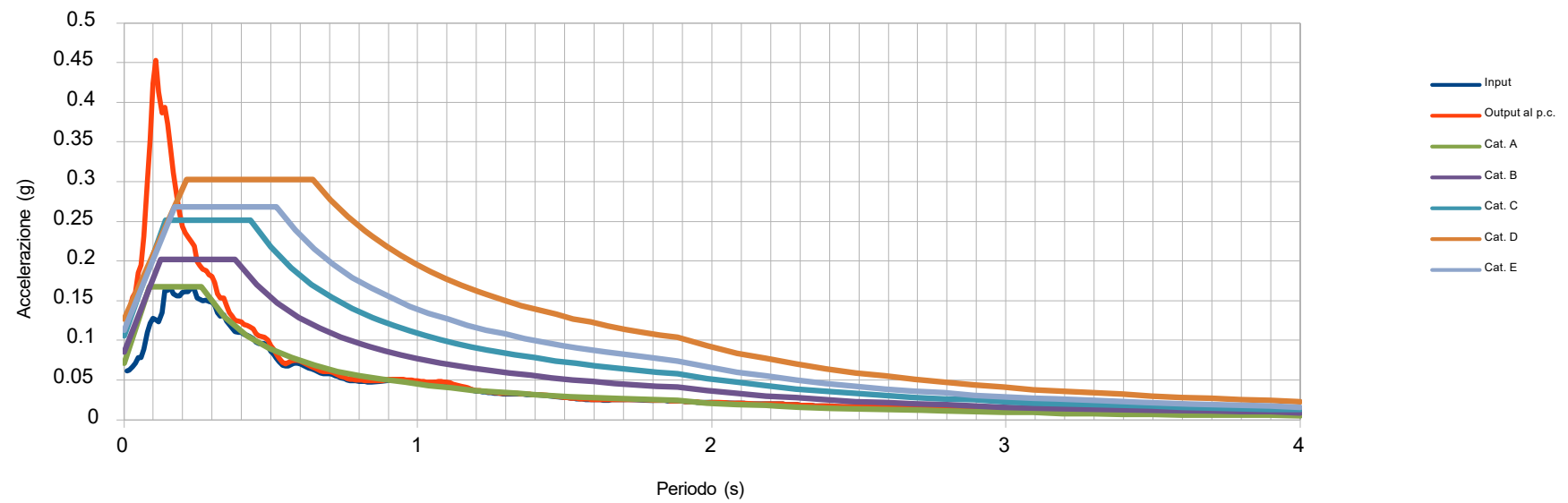
Periodo	Input	Output	Periodo	Input	Output	Periodo	Input	Output
2.98	0.016329	0.016389	3.49	0.018699	0.018756	4	0.017641	0.01769
2.99	0.016413	0.016462	3.5	0.018721	0.018778	4.01	0.017616	0.017667
3	0.016507	0.016556	3.51	0.018735	0.018796	4.02	0.017594	0.017643
3.01	0.0166	0.016657	3.52	0.018741	0.018807	4.03	0.017576	0.017623
3.02	0.016688	0.016768	3.53	0.018739	0.018809	4.04	0.017559	0.017604
3.03	0.016789	0.016875	3.54	0.018729	0.018803	4.05	0.017541	0.017584
3.04	0.016887	0.016975	3.55	0.018711	0.018787	4.06	0.017522	0.017566
3.05	0.016981	0.017068	3.56	0.018685	0.018764	4.07	0.017502	0.017547
3.06	0.01707	0.017155	3.57	0.018652	0.018732	4.08	0.017484	0.017528
3.07	0.017153	0.017234	3.58	0.018614	0.018693	4.09	0.017466	0.017514
3.08	0.01723	0.017308	3.59	0.018571	0.018647	4.1	0.017448	0.017497
3.09	0.017301	0.01738	3.6	0.018524	0.018595	4.11	0.017427	0.017476
3.1	0.017365	0.017445	3.61	0.018472	0.018538	4.12	0.017403	0.017453
3.11	0.017425	0.017504	3.62	0.018432	0.018495	4.13	0.017377	0.017426
3.12	0.01748	0.017557	3.63	0.018413	0.018477	4.14	0.017349	0.017396
3.13	0.01753	0.017603	3.64	0.018392	0.018457	4.15	0.017318	0.017366
3.14	0.017577	0.017647	3.65	0.018388	0.018452	4.16	0.017286	0.017334
3.15	0.017621	0.017689	3.66	0.01839	0.018453	4.17	0.017259	0.017306
3.16	0.017662	0.017727	3.67	0.018392	0.018453	4.18	0.017236	0.017281
3.17	0.0177	0.017767	3.68	0.018399	0.018454	4.19	0.017212	0.017255
3.18	0.017736	0.017804	3.69	0.018402	0.018458	4.2	0.017192	0.017232
3.19	0.017772	0.017838	3.7	0.018399	0.018456	4.21	0.017174	0.017213
3.2	0.017807	0.01787	3.71	0.018392	0.01845	4.22	0.017157	0.017193
3.21	0.017851	0.017902	3.72	0.018379	0.018437	4.23	0.017142	0.017177
3.22	0.017896	0.017947	3.73	0.018361	0.01842	4.24	0.01713	0.017163
3.23	0.01794	0.017996	3.74	0.018336	0.018397	4.25	0.01712	0.017153
3.24	0.017982	0.018044	3.75	0.018307	0.018368	4.26	0.01711	0.017143
3.25	0.018023	0.018089	3.76	0.018273	0.018334	4.27	0.017102	0.017136
3.26	0.018061	0.018132	3.77	0.018254	0.018318	4.28	0.017097	0.01713
3.27	0.018098	0.018172	3.78	0.018238	0.018298	4.29	0.017096	0.01713
3.28	0.018132	0.018209	3.79	0.018221	0.018281	4.3	0.017094	0.017127
3.29	0.018163	0.018243	3.8	0.018203	0.018262	4.31	0.01709	0.017125
3.3	0.018192	0.018274	3.81	0.018182	0.01824	4.32	0.017083	0.01712
3.31	0.018219	0.018301	3.82	0.01816	0.018217	4.33	0.017083	0.017121
3.32	0.018243	0.018325	3.83	0.018136	0.018192	4.34	0.017083	0.017122
3.33	0.018268	0.018346	3.84	0.018111	0.018166	4.35	0.017082	0.017121
3.34	0.018301	0.018375	3.85	0.018084	0.018138	4.36	0.017079	0.017117
3.35	0.018331	0.018403	3.86	0.018056	0.018108	4.37	0.017074	0.017111
3.36	0.018357	0.018427	3.87	0.018029	0.018082	4.38	0.017067	0.017103
3.37	0.018378	0.018445	3.88	0.018001	0.018054	4.39	0.01706	0.017097
3.38	0.018411	0.018466	3.89	0.017971	0.018024	4.4	0.017052	0.017097
3.39	0.018443	0.018495	3.9	0.017939	0.017991	4.41	0.017056	0.017104
3.4	0.018468	0.018521	3.91	0.017906	0.017955	4.42	0.01706	0.017109
3.41	0.018488	0.018541	3.92	0.017871	0.017917	4.43	0.017063	0.017111
3.42	0.018501	0.018557	3.93	0.017835	0.01788	4.44	0.017063	0.017112
3.43	0.018508	0.018568	3.94	0.017804	0.017848	4.45	0.017063	0.017111
3.44	0.01851	0.018573	3.95	0.017772	0.017816	4.46	0.01706	0.017108
3.45	0.018533	0.018596	3.96	0.017741	0.017785	4.47	0.017056	0.017103
3.46	0.018587	0.018651	3.97	0.017715	0.017758	4.48	0.017049	0.017096
3.47	0.018632	0.018695	3.98	0.017691	0.017736	4.49	0.017042	0.017088
3.48	0.01867	0.01873	3.99	0.017666	0.017713	4.5	0.017033	0.01708

Periodo	Input	Output
4.51	0.017021	0.017071
4.52	0.017015	0.017067
4.53	0.01701	0.017063
4.54	0.017003	0.017057
4.55	0.016994	0.017048
4.56	0.016982	0.017036
4.57	0.016968	0.017021
4.58	0.016952	0.017004
4.59	0.016935	0.016985
4.6	0.016918	0.016963
4.61	0.016899	0.016943
4.62	0.016881	0.016922
4.63	0.016871	0.016913
4.64	0.01686	0.016903
4.65	0.016847	0.01689
4.66	0.016833	0.016876
4.67	0.016818	0.01686
4.68	0.016801	0.016842
4.69	0.016783	0.016823
4.7	0.016762	0.016803
4.71	0.01674	0.016781
4.72	0.016716	0.016756
4.73	0.016689	0.016729
4.74	0.016661	0.016699
4.75	0.016631	0.016668
4.76	0.016601	0.016638
4.77	0.016571	0.01661
4.78	0.016538	0.016579
4.79	0.016502	0.016545
4.8	0.016463	0.016507
4.81	0.016421	0.016467
4.82	0.016375	0.016423
4.83	0.016327	0.016376
4.84	0.016276	0.016325
4.85	0.016223	0.016273
4.86	0.016169	0.016218
4.87	0.016113	0.016161
4.88	0.016056	0.016103
4.89	0.016	0.016046
4.9	0.015951	0.015997
4.91	0.015903	0.015948
4.92	0.015854	0.0159
4.93	0.015806	0.015852
4.94	0.015761	0.015804
4.95	0.015717	0.015757
4.96	0.015674	0.01571
4.97	0.015632	0.015669
4.98	0.015592	0.015629
4.99	0.015552	0.015591
5	0.015513	0.015552

STUDIO RISPOSTA SISMICA LOCALE
STATO LIMITE OPERATIVITA'

Risposta Sismica Locale

Spettro elastico allo SLO



Spettri elastici allo Stato Limite Operatività

Periodo	Input	Output	Periodo	Input	Output	Periodo	Input	Output
0.01	0.061685	0.132765	0.49	0.092342	0.100126	0.97	0.049344	0.05007
0.02	0.062544	0.137233	0.5	0.086542	0.092951	0.98	0.049053	0.049636
0.03	0.066408	0.154691	0.51	0.082384	0.08853	0.99	0.048687	0.049432
0.04	0.070884	0.160766	0.52	0.077445	0.082881	1	0.04818	0.049063
0.05	0.078739	0.184911	0.53	0.07264	0.077224	1.01	0.047576	0.048503
0.06	0.078062	0.195273	0.54	0.068339	0.072395	1.02	0.046955	0.04785
0.07	0.089109	0.230761	0.55	0.067277	0.07079	1.03	0.046433	0.047359
0.08	0.109971	0.29969	0.56	0.06784	0.071903	1.04	0.046071	0.046957
0.09	0.121478	0.353053	0.57	0.069577	0.073511	1.05	0.046444	0.047238
0.1	0.127903	0.423666	0.58	0.070939	0.075031	1.06	0.047039	0.047823
0.11	0.12638	0.453184	0.59	0.07119	0.075156	1.07	0.047339	0.048142
0.12	0.123628	0.413	0.6	0.070389	0.074061	1.08	0.047311	0.048051
0.13	0.134647	0.386251	0.61	0.068674	0.072266	1.09	0.046958	0.047603
0.14	0.163524	0.393381	0.62	0.06673	0.070197	1.1	0.046291	0.047032
0.15	0.163213	0.372841	0.63	0.065241	0.068865	1.11	0.045325	0.046108
0.16	0.166342	0.342569	0.64	0.063756	0.067139	1.12	0.044088	0.044861
0.17	0.158343	0.311373	0.65	0.062172	0.065096	1.13	0.042921	0.043742
0.18	0.156239	0.281397	0.66	0.060422	0.063282	1.14	0.041968	0.042648
0.19	0.155856	0.259974	0.67	0.058929	0.061594	1.15	0.041427	0.04205
0.2	0.160345	0.243896	0.68	0.05818	0.060799	1.16	0.040593	0.041151
0.21	0.161288	0.235503	0.69	0.058412	0.061059	1.17	0.0395	0.039999
0.22	0.161476	0.230463	0.7	0.058015	0.060614	1.18	0.038379	0.038881
0.23	0.166697	0.223695	0.71	0.05701	0.059495	1.19	0.037143	0.037669
0.24	0.164381	0.218914	0.72	0.055647	0.058049	1.2	0.036257	0.036858
0.25	0.153447	0.199204	0.73	0.0543	0.056572	1.21	0.035723	0.036401
0.26	0.151853	0.193818	0.74	0.052779	0.054899	1.22	0.035243	0.035968
0.27	0.150315	0.190033	0.75	0.051451	0.05326	1.23	0.034788	0.035547
0.28	0.150351	0.187475	0.76	0.050377	0.052098	1.24	0.0344	0.035142
0.29	0.14942	0.182645	0.77	0.049578	0.051261	1.25	0.034037	0.03474
0.3	0.14809	0.180666	0.78	0.049082	0.050711	1.26	0.033692	0.034332
0.31	0.144344	0.172891	0.79	0.048761	0.050165	1.27	0.033358	0.033922
0.32	0.134672	0.159008	0.8	0.048695	0.050049	1.28	0.033	0.033488
0.33	0.130692	0.153276	0.81	0.048332	0.049619	1.29	0.032685	0.033152
0.34	0.131771	0.153834	0.82	0.047865	0.049115	1.3	0.032727	0.03311
0.35	0.124158	0.143418	0.83	0.047764	0.048909	1.31	0.032758	0.033115
0.36	0.120088	0.134998	0.84	0.047713	0.048802	1.32	0.032735	0.033127
0.37	0.115418	0.1303	0.85	0.047787	0.048894	1.33	0.032638	0.033071
0.38	0.1107	0.12521	0.86	0.047932	0.049058	1.34	0.03246	0.032923
0.39	0.110433	0.123983	0.87	0.048001	0.049198	1.35	0.0322	0.032675
0.4	0.110194	0.123663	0.88	0.048209	0.049327	1.36	0.032048	0.032491
0.41	0.107507	0.120228	0.89	0.048989	0.050057	1.37	0.03187	0.032329
0.42	0.106524	0.119057	0.9	0.049287	0.050493	1.38	0.031617	0.032062
0.43	0.105191	0.117628	0.91	0.049687	0.050903	1.39	0.031412	0.031849
0.44	0.102131	0.114605	0.92	0.049831	0.05104	1.4	0.031335	0.03175
0.45	0.097845	0.108488	0.93	0.04979	0.050945	1.41	0.031182	0.031621
0.46	0.09603	0.10582	0.94	0.049668	0.050862	1.42	0.030952	0.031398
0.47	0.096004	0.104715	0.95	0.049574	0.050766	1.43	0.030647	0.031088
0.48	0.095604	0.10385	0.96	0.049424	0.05041	1.44	0.030269	0.030707

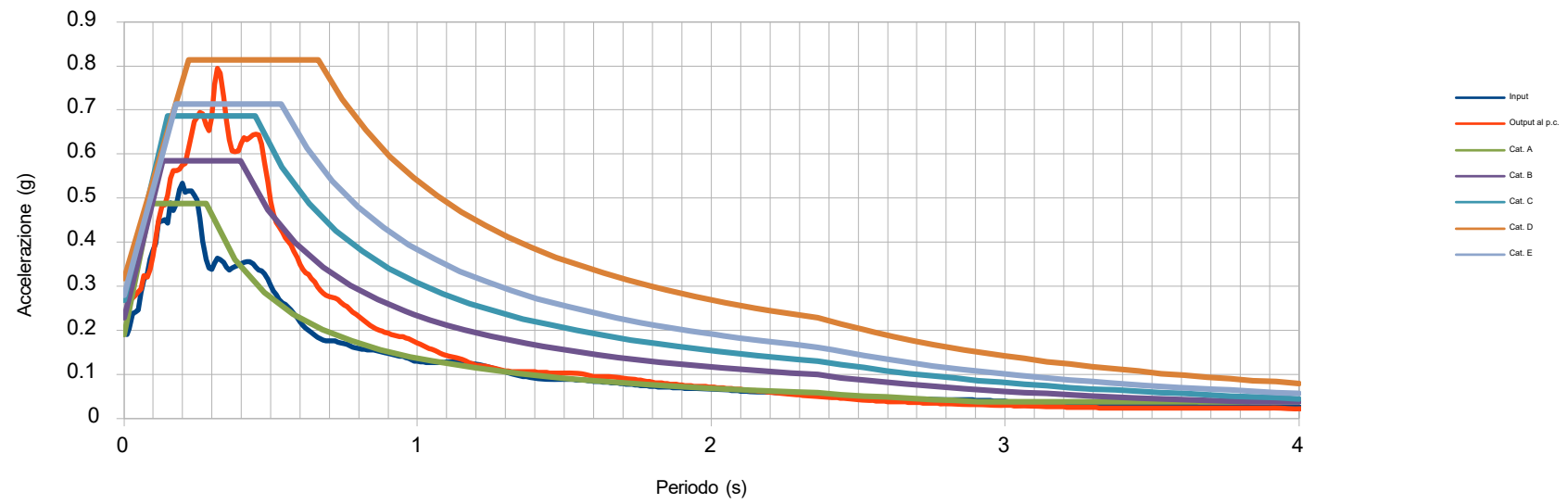
Periodo	Input	Output	Periodo	Input	Output	Periodo	Input	Output
1.45	0.029912	0.030318	1.96	0.022015	0.022158	2.47	0.016511	0.016598
1.46	0.029558	0.029931	1.97	0.021971	0.022122	2.48	0.016447	0.016531
1.47	0.029182	0.029539	1.98	0.021934	0.022093	2.49	0.016383	0.016464
1.48	0.028792	0.029152	1.99	0.021903	0.022069	2.5	0.016318	0.016396
1.49	0.028387	0.02875	2	0.021854	0.022024	2.51	0.016253	0.016328
1.5	0.027969	0.028323	2.01	0.021786	0.021959	2.52	0.016186	0.016258
1.51	0.02754	0.027876	2.02	0.021698	0.021873	2.53	0.016118	0.016186
1.52	0.027111	0.027417	2.03	0.021589	0.021766	2.54	0.01605	0.016113
1.53	0.026732	0.026959	2.04	0.021458	0.021637	2.55	0.015981	0.01604
1.54	0.026465	0.026663	2.05	0.021305	0.021485	2.56	0.01591	0.015972
1.55	0.026208	0.026421	2.06	0.021128	0.021311	2.57	0.015838	0.015901
1.56	0.025965	0.026195	2.07	0.020947	0.021125	2.58	0.015765	0.015829
1.57	0.025738	0.025981	2.08	0.020803	0.020977	2.59	0.015692	0.015758
1.58	0.025528	0.025777	2.09	0.020689	0.020859	2.6	0.015633	0.015699
1.59	0.025341	0.025596	2.1	0.020585	0.020723	2.61	0.015573	0.015638
1.6	0.025198	0.025461	2.11	0.020481	0.020594	2.62	0.015512	0.015576
1.61	0.02506	0.025332	2.12	0.020356	0.020455	2.63	0.01545	0.015514
1.62	0.024924	0.025198	2.13	0.020219	0.020309	2.64	0.015388	0.015452
1.63	0.024853	0.025088	2.14	0.020206	0.020283	2.65	0.015324	0.015389
1.64	0.024838	0.025061	2.15	0.020192	0.020269	2.66	0.015259	0.015325
1.65	0.024862	0.02506	2.16	0.020172	0.020246	2.67	0.015194	0.01526
1.66	0.024999	0.025212	2.17	0.02012	0.020194	2.68	0.015127	0.015194
1.67	0.025103	0.025329	2.18	0.020098	0.02018	2.69	0.015058	0.015124
1.68	0.025165	0.025402	2.19	0.020079	0.020167	2.7	0.014987	0.015052
1.69	0.025184	0.025433	2.2	0.020035	0.020126	2.71	0.014914	0.014977
1.7	0.025159	0.025412	2.21	0.019964	0.020059	2.72	0.014837	0.014898
1.71	0.025125	0.025357	2.22	0.019869	0.019966	2.73	0.014756	0.014816
1.72	0.025091	0.025354	2.23	0.019749	0.019848	2.74	0.014685	0.014746
1.73	0.025023	0.025301	2.24	0.019607	0.019706	2.75	0.01464	0.0147
1.74	0.024933	0.025224	2.25	0.019444	0.019542	2.76	0.014592	0.014649
1.75	0.024873	0.025159	2.26	0.019263	0.019358	2.77	0.014538	0.014596
1.76	0.024783	0.025051	2.27	0.019067	0.019156	2.78	0.014477	0.014538
1.77	0.024768	0.024957	2.28	0.018869	0.018959	2.79	0.014411	0.014474
1.78	0.024722	0.024902	2.29	0.01869	0.018765	2.8	0.014339	0.014404
1.79	0.024652	0.024817	2.3	0.018504	0.018577	2.81	0.014262	0.014328
1.8	0.024563	0.024731	2.31	0.018307	0.01838	2.82	0.014185	0.014265
1.81	0.024454	0.024637	2.32	0.018108	0.018184	2.83	0.014119	0.014199
1.82	0.024326	0.024515	2.33	0.017982	0.018058	2.84	0.014049	0.014128
1.83	0.024199	0.024367	2.34	0.01785	0.017924	2.85	0.01399	0.014065
1.84	0.024093	0.024255	2.35	0.017712	0.017784	2.86	0.013927	0.014001
1.85	0.023969	0.024122	2.36	0.017569	0.017638	2.87	0.013859	0.013933
1.86	0.023829	0.023969	2.37	0.017421	0.017501	2.88	0.013787	0.013859
1.87	0.023673	0.0238	2.38	0.017292	0.017377	2.89	0.01371	0.01378
1.88	0.023504	0.023631	2.39	0.017168	0.017252	2.9	0.013629	0.013696
1.89	0.023321	0.023453	2.4	0.017042	0.017125	2.91	0.013543	0.013607
1.9	0.023126	0.023261	2.41	0.016914	0.016997	2.92	0.013454	0.013514
1.91	0.022919	0.023056	2.42	0.016817	0.016914	2.93	0.013362	0.013416
1.92	0.022702	0.02284	2.43	0.016759	0.016854	2.94	0.013268	0.013319
1.93	0.022476	0.022613	2.44	0.016699	0.016792	2.95	0.013203	0.01325
1.94	0.022265	0.022401	2.45	0.016637	0.016729	2.96	0.013137	0.01318
1.95	0.022115	0.022257	2.46	0.016575	0.016664	2.97	0.013117	0.013155

Periodo	Input	Output	Periodo	Input	Output	Periodo	Input	Output
2.98	0.013122	0.013158	3.49	0.014443	0.014464	4	0.014332	0.014351
2.99	0.013127	0.013165	3.5	0.01449	0.014516	4.01	0.0143	0.014325
3	0.01313	0.013172	3.51	0.014536	0.014565	4.02	0.014276	0.014299
3.01	0.013151	0.013197	3.52	0.01458	0.01461	4.03	0.014252	0.014276
3.02	0.013172	0.013234	3.53	0.01462	0.014652	4.04	0.014229	0.014253
3.03	0.013209	0.01327	3.54	0.014656	0.014688	4.05	0.014204	0.014227
3.04	0.013244	0.013303	3.55	0.014687	0.014718	4.06	0.014176	0.014199
3.05	0.013276	0.013332	3.56	0.014713	0.014742	4.07	0.014145	0.014168
3.06	0.013305	0.013361	3.57	0.014732	0.014759	4.08	0.014112	0.014134
3.07	0.013332	0.013386	3.58	0.014747	0.014771	4.09	0.014077	0.014102
3.08	0.013356	0.013408	3.59	0.014757	0.014781	4.1	0.014038	0.014062
3.09	0.013378	0.013429	3.6	0.014786	0.01481	4.11	0.013996	0.014021
3.1	0.013397	0.013446	3.61	0.014815	0.014839	4.12	0.013949	0.013975
3.11	0.013414	0.01346	3.62	0.01484	0.014866	4.13	0.013897	0.013923
3.12	0.013438	0.013481	3.63	0.014864	0.014891	4.14	0.013843	0.013868
3.13	0.013458	0.013497	3.64	0.014886	0.014913	4.15	0.013789	0.013812
3.14	0.013475	0.013514	3.65	0.014907	0.014934	4.16	0.013739	0.013761
3.15	0.013488	0.01353	3.66	0.014926	0.014953	4.17	0.013695	0.013714
3.16	0.013497	0.013542	3.67	0.014943	0.01497	4.18	0.013654	0.013674
3.17	0.013503	0.013549	3.68	0.014959	0.014985	4.19	0.013614	0.013636
3.18	0.013508	0.013553	3.69	0.014971	0.014996	4.2	0.013576	0.013598
3.19	0.013517	0.01356	3.7	0.01498	0.015004	4.21	0.013541	0.013563
3.2	0.013532	0.013571	3.71	0.014984	0.015009	4.22	0.013512	0.013533
3.21	0.013555	0.013585	3.72	0.014984	0.01501	4.23	0.013486	0.013507
3.22	0.013581	0.013607	3.73	0.014979	0.015004	4.24	0.013461	0.013483
3.23	0.013614	0.01364	3.74	0.014969	0.014993	4.25	0.013439	0.013458
3.24	0.013664	0.013691	3.75	0.014955	0.014978	4.26	0.01342	0.013437
3.25	0.01371	0.013739	3.76	0.014937	0.014959	4.27	0.013401	0.01342
3.26	0.013753	0.013782	3.77	0.014936	0.01496	4.28	0.013386	0.013404
3.27	0.013792	0.013821	3.78	0.014935	0.014958	4.29	0.013376	0.013394
3.28	0.013827	0.013857	3.79	0.014932	0.014954	4.3	0.013364	0.013385
3.29	0.013859	0.013888	3.8	0.014928	0.014949	4.31	0.013349	0.013373
3.3	0.013889	0.013919	3.81	0.014922	0.014942	4.32	0.013331	0.013357
3.31	0.01392	0.013951	3.82	0.014915	0.014935	4.33	0.013308	0.013335
3.32	0.013949	0.013979	3.83	0.014908	0.014928	4.34	0.013282	0.013308
3.33	0.013981	0.014005	3.84	0.014898	0.014919	4.35	0.013251	0.013277
3.34	0.014023	0.014047	3.85	0.014887	0.014908	4.36	0.013217	0.013242
3.35	0.014062	0.014091	3.86	0.014873	0.014894	4.37	0.01318	0.013203
3.36	0.014098	0.01413	3.87	0.014857	0.014879	4.38	0.013141	0.013162
3.37	0.014131	0.014163	3.88	0.014838	0.01486	4.39	0.013101	0.013123
3.38	0.01416	0.014192	3.89	0.014815	0.014838	4.4	0.01306	0.013082
3.39	0.014185	0.014216	3.9	0.014786	0.014812	4.41	0.013019	0.013041
3.4	0.014207	0.014239	3.91	0.014752	0.014779	4.42	0.012978	0.013
3.41	0.014227	0.014261	3.92	0.014714	0.014741	4.43	0.01294	0.012961
3.42	0.014245	0.014279	3.93	0.014671	0.014698	4.44	0.012905	0.012927
3.43	0.014259	0.014294	3.94	0.014625	0.014651	4.45	0.012871	0.012894
3.44	0.014271	0.014304	3.95	0.014577	0.014601	4.46	0.012839	0.012862
3.45	0.014281	0.014311	3.96	0.014528	0.014552	4.47	0.012809	0.012831
3.46	0.014303	0.014327	3.97	0.014479	0.014503	4.48	0.012779	0.012801
3.47	0.014349	0.014368	3.98	0.014429	0.014452	4.49	0.012749	0.012771
3.48	0.014396	0.014416	3.99	0.014381	0.014402	4.5	0.012719	0.012741

Periodo	Input	Output
4.51	0.012688	0.012709
4.52	0.012656	0.012677
4.53	0.012621	0.012643
4.54	0.012584	0.012606
4.55	0.012544	0.012566
4.56	0.012501	0.012523
4.57	0.012459	0.012481
4.58	0.012419	0.012441
4.59	0.012377	0.012397
4.6	0.012333	0.012351
4.61	0.012287	0.012306
4.62	0.012242	0.012265
4.63	0.012201	0.012225
4.64	0.012159	0.012184
4.65	0.012117	0.012142
4.66	0.012076	0.012101
4.67	0.012037	0.012061
4.68	0.011998	0.012021
4.69	0.01196	0.011983
4.7	0.011924	0.011947
4.71	0.01189	0.011913
4.72	0.011856	0.01188
4.73	0.011824	0.011847
4.74	0.011792	0.011816
4.75	0.01176	0.011784
4.76	0.011728	0.011751
4.77	0.011696	0.011718
4.78	0.011663	0.011684
4.79	0.01163	0.011653
4.8	0.011596	0.011621
4.81	0.01156	0.011586
4.82	0.011523	0.011549
4.83	0.011483	0.01151
4.84	0.011442	0.011468
4.85	0.011399	0.011424
4.86	0.011355	0.011378
4.87	0.01131	0.011331
4.88	0.011264	0.011283
4.89	0.011218	0.011237
4.9	0.011173	0.01119
4.91	0.011129	0.011145
4.92	0.011086	0.011103
4.93	0.011044	0.011061
4.94	0.011004	0.011021
4.95	0.010966	0.010983
4.96	0.01093	0.010946
4.97	0.010896	0.010912
4.98	0.010865	0.010881
4.99	0.010835	0.010851
5	0.010806	0.010823

STUDIO RISPOSTA SISMICA LOCALE
STATO LIMITE SALVAGUARDIA VITA

Spettro elastico allo SLV



Spettri elastici allo Stato Limite di Vita

Periodo	Input	Output	Periodo	Input	Output	Periodo	Input	Output
0.01	0.189849	0.265697	0.49	0.31658	0.537338	0.97	0.136033	0.18066
0.02	0.203142	0.267025	0.5	0.301752	0.492586	0.98	0.133081	0.178223
0.03	0.237905	0.272602	0.51	0.289377	0.464012	0.99	0.130321	0.17503
0.04	0.241951	0.27901	0.52	0.280198	0.444324	1	0.129573	0.171428
0.05	0.246467	0.286965	0.53	0.269992	0.435308	1.01	0.128555	0.168366
0.06	0.285174	0.294005	0.54	0.261351	0.422144	1.02	0.127523	0.164815
0.07	0.315031	0.324343	0.55	0.258346	0.40976	1.03	0.12743	0.162183
0.08	0.329374	0.320294	0.56	0.251955	0.402188	1.04	0.127033	0.159172
0.09	0.361262	0.337989	0.57	0.245429	0.393154	1.05	0.126647	0.156333
0.1	0.381623	0.367801	0.58	0.237869	0.380299	1.06	0.126745	0.153332
0.11	0.397208	0.407977	0.59	0.228607	0.364486	1.07	0.127116	0.149983
0.12	0.445809	0.449518	0.6	0.219337	0.349703	1.08	0.127485	0.146836
0.13	0.448047	0.482738	0.61	0.210916	0.338236	1.09	0.127394	0.144714
0.14	0.45049	0.484392	0.62	0.20509	0.330935	1.1	0.127574	0.14307
0.15	0.443113	0.506705	0.63	0.199457	0.326574	1.11	0.127667	0.141387
0.16	0.489581	0.545332	0.64	0.194523	0.31823	1.12	0.127958	0.139523
0.17	0.471728	0.562794	0.65	0.189437	0.309407	1.13	0.127989	0.1378
0.18	0.488639	0.561668	0.66	0.184634	0.299008	1.14	0.12768	0.135727
0.19	0.519471	0.566147	0.67	0.18093	0.290193	1.15	0.127037	0.133997
0.2	0.533813	0.575117	0.68	0.178095	0.283731	1.16	0.126141	0.131452
0.21	0.513596	0.577677	0.69	0.175778	0.278839	1.17	0.125254	0.128293
0.22	0.516086	0.606718	0.7	0.176001	0.275803	1.18	0.124512	0.125144
0.23	0.51675	0.642719	0.71	0.176289	0.274568	1.19	0.123841	0.12304
0.24	0.506743	0.672969	0.72	0.175521	0.272685	1.2	0.12294	0.120951
0.25	0.495486	0.682526	0.73	0.173036	0.269347	1.21	0.121801	0.120212
0.26	0.454658	0.693764	0.74	0.170893	0.26411	1.22	0.120501	0.119132
0.27	0.401486	0.691743	0.75	0.169551	0.257781	1.23	0.118939	0.118041
0.28	0.36007	0.665152	0.76	0.167557	0.253626	1.24	0.117199	0.116999
0.29	0.341519	0.652467	0.77	0.164933	0.247723	1.25	0.115335	0.115721
0.3	0.338292	0.685197	0.78	0.162298	0.240652	1.26	0.113343	0.114184
0.31	0.352349	0.757875	0.79	0.160074	0.236003	1.27	0.111176	0.112432
0.32	0.362845	0.794526	0.8	0.158573	0.231568	1.28	0.109059	0.110503
0.33	0.360382	0.783072	0.81	0.157117	0.226364	1.29	0.107078	0.108575
0.34	0.353725	0.729915	0.82	0.156217	0.220392	1.3	0.105304	0.10722
0.35	0.342264	0.675686	0.83	0.156074	0.215202	1.31	0.103498	0.10693
0.36	0.336106	0.632119	0.84	0.155721	0.210444	1.32	0.101756	0.106547
0.37	0.340829	0.606304	0.85	0.154915	0.206282	1.33	0.10012	0.106064
0.38	0.344979	0.605808	0.86	0.153493	0.202348	1.34	0.098566	0.10594
0.39	0.348047	0.606256	0.87	0.152241	0.199311	1.35	0.097022	0.106071
0.4	0.350623	0.625039	0.88	0.150943	0.197444	1.36	0.09546	0.10619
0.41	0.354081	0.637086	0.89	0.149147	0.195364	1.37	0.094276	0.106166
0.42	0.356415	0.63304	0.9	0.147158	0.192995	1.38	0.09299	0.105996
0.43	0.355017	0.636797	0.91	0.145393	0.190433	1.39	0.092031	0.105698
0.44	0.350627	0.643591	0.92	0.143649	0.188246	1.4	0.091085	0.10528
0.45	0.34343	0.645016	0.93	0.142106	0.187235	1.41	0.090116	0.104748
0.46	0.336207	0.643393	0.94	0.141365	0.186244	1.42	0.089343	0.104345
0.47	0.335514	0.622466	0.95	0.140216	0.184923	1.43	0.088996	0.103951
0.48	0.328571	0.583772	0.96	0.138463	0.183072	1.44	0.089055	0.103633

Periodo	Input	Output	Periodo	Input	Output	Periodo	Input	Output
1.45	0.089018	0.103533	1.96	0.067338	0.072641	2.47	0.049476	0.04422
1.46	0.088857	0.103426	1.97	0.067178	0.072245	2.48	0.049328	0.043647
1.47	0.08855	0.103236	1.98	0.066991	0.071822	2.49	0.049175	0.04308
1.48	0.088224	0.102845	1.99	0.066767	0.071374	2.5	0.049008	0.042526
1.49	0.08799	0.102854	2	0.066526	0.0709	2.51	0.048819	0.042026
1.5	0.088026	0.102713	2.01	0.066267	0.070452	2.52	0.048599	0.041536
1.51	0.088048	0.102599	2.02	0.066013	0.069982	2.53	0.04834	0.041052
1.52	0.087985	0.102678	2.03	0.065676	0.069473	2.54	0.048037	0.040594
1.53	0.087833	0.102427	2.04	0.065256	0.068923	2.55	0.047687	0.040168
1.54	0.087604	0.102018	2.05	0.06476	0.068345	2.56	0.047353	0.039727
1.55	0.087261	0.101367	2.06	0.064201	0.067799	2.57	0.047169	0.039306
1.56	0.086804	0.100473	2.07	0.063597	0.067218	2.58	0.046951	0.038921
1.57	0.086217	0.099278	2.08	0.062967	0.066606	2.59	0.046695	0.038544
1.58	0.085466	0.097809	2.09	0.062368	0.065997	2.6	0.046406	0.038213
1.59	0.084962	0.096105	2.1	0.06191	0.065485	2.61	0.046134	0.038004
1.6	0.084473	0.095049	2.11	0.061476	0.06494	2.62	0.045905	0.037781
1.61	0.083848	0.0946	2.12	0.06108	0.064361	2.63	0.045682	0.037544
1.62	0.083275	0.094809	2.13	0.060731	0.063777	2.64	0.045459	0.037291
1.63	0.082775	0.095015	2.14	0.060421	0.063219	2.65	0.045234	0.037064
1.64	0.082215	0.095039	2.15	0.060146	0.062642	2.66	0.045009	0.036852
1.65	0.081621	0.094861	2.16	0.059903	0.062075	2.67	0.044788	0.03662
1.66	0.081003	0.094495	2.17	0.059683	0.061466	2.68	0.044571	0.036368
1.67	0.080364	0.093953	2.18	0.059482	0.06082	2.69	0.044359	0.036099
1.68	0.079828	0.093241	2.19	0.059289	0.060148	2.7	0.044152	0.035815
1.69	0.079307	0.092373	2.2	0.059097	0.05946	2.71	0.04395	0.035518
1.7	0.078734	0.091366	2.21	0.058894	0.058774	2.72	0.043752	0.035213
1.71	0.078086	0.090483	2.22	0.058667	0.058089	2.73	0.043558	0.034903
1.72	0.077351	0.089735	2.23	0.058406	0.057404	2.74	0.043369	0.034593
1.73	0.07669	0.08892	2.24	0.058096	0.056768	2.75	0.043186	0.034287
1.74	0.076083	0.08806	2.25	0.057728	0.056167	2.76	0.043011	0.03399
1.75	0.075433	0.087167	2.26	0.057296	0.055551	2.77	0.04285	0.033704
1.76	0.074796	0.086242	2.27	0.056853	0.054913	2.78	0.042698	0.033431
1.77	0.074201	0.085277	2.28	0.056423	0.054251	2.79	0.042558	0.033172
1.78	0.073636	0.084267	2.29	0.055937	0.053566	2.8	0.042428	0.032927
1.79	0.073096	0.083215	2.3	0.05543	0.052862	2.81	0.042311	0.032696
1.8	0.072593	0.082149	2.31	0.054899	0.052224	2.82	0.042244	0.032477
1.81	0.072151	0.081192	2.32	0.054358	0.051572	2.83	0.042181	0.032267
1.82	0.071769	0.080503	2.33	0.053824	0.050907	2.84	0.042119	0.032063
1.83	0.071421	0.079914	2.34	0.053308	0.050442	2.85	0.042054	0.031882
1.84	0.071072	0.079301	2.35	0.052819	0.050041	2.86	0.041981	0.031731
1.85	0.070704	0.078658	2.36	0.052364	0.049626	2.87	0.041895	0.031572
1.86	0.07036	0.078014	2.37	0.051944	0.049193	2.88	0.04179	0.031402
1.87	0.069974	0.07738	2.38	0.051561	0.048742	2.89	0.041662	0.031216
1.88	0.069542	0.076728	2.39	0.051215	0.048298	2.9	0.041504	0.031008
1.89	0.06911	0.076065	2.4	0.050902	0.047838	2.91	0.041313	0.0308
1.9	0.068709	0.075491	2.41	0.050622	0.047396	2.92	0.041084	0.03064
1.91	0.068439	0.074971	2.42	0.050374	0.046929	2.93	0.040819	0.030523
1.92	0.068167	0.074424	2.43	0.050153	0.046431	2.94	0.040539	0.03038
1.93	0.067895	0.07384	2.44	0.049958	0.045905	2.95	0.040235	0.030211
1.94	0.067619	0.073338	2.45	0.049783	0.045357	2.96	0.039906	0.030019
1.95	0.067483	0.073007	2.46	0.049625	0.044793	2.97	0.039558	0.029812

Periodo	Input	Output	Periodo	Input	Output	Periodo	Input	Output
2.98	0.0392	0.029653	3.49	0.02973	0.02387	4	0.024956	0.022219
2.99	0.038836	0.029475	3.5	0.029502	0.023847	4.01	0.024916	0.02216
3	0.038472	0.029284	3.51	0.029275	0.023822	4.02	0.024871	0.02216
3.01	0.038113	0.029096	3.52	0.029082	0.023799	4.03	0.024819	0.022154
3.02	0.037761	0.028901	3.53	0.028906	0.023776	4.04	0.024757	0.02214
3.03	0.037419	0.028699	3.54	0.028733	0.023759	4.05	0.024691	0.022119
3.04	0.037088	0.028494	3.55	0.028565	0.023746	4.06	0.024616	0.022089
3.05	0.03677	0.028296	3.56	0.0284	0.023735	4.07	0.024548	0.022053
3.06	0.036461	0.028112	3.57	0.02824	0.023726	4.08	0.024475	0.022006
3.07	0.036164	0.02794	3.58	0.028083	0.02372	4.09	0.024427	0.021956
3.08	0.035879	0.027803	3.59	0.027932	0.023716	4.1	0.0244	0.021902
3.09	0.035604	0.027661	3.6	0.027785	0.023715	4.11	0.024357	0.02184
3.1	0.035338	0.027514	3.61	0.027644	0.023715	4.12	0.024297	0.021771
3.11	0.03508	0.027359	3.62	0.027509	0.023716	4.13	0.024222	0.021698
3.12	0.034828	0.027196	3.63	0.02738	0.023722	4.14	0.024132	0.021621
3.13	0.034582	0.027021	3.64	0.027269	0.023741	4.15	0.024033	0.021542
3.14	0.034351	0.026834	3.65	0.027169	0.023772	4.16	0.023926	0.021462
3.15	0.034128	0.026633	3.66	0.027074	0.0238	4.17	0.023813	0.021386
3.16	0.033908	0.026423	3.67	0.026984	0.023823	4.18	0.023695	0.021317
3.17	0.033691	0.026264	3.68	0.026897	0.023846	4.19	0.023571	0.021253
3.18	0.033478	0.026121	3.69	0.026812	0.023861	4.2	0.023444	0.021193
3.19	0.033271	0.025966	3.7	0.026728	0.023866	4.21	0.023314	0.021138
3.2	0.033071	0.025801	3.71	0.026644	0.023859	4.22	0.023183	0.021089
3.21	0.032878	0.025628	3.72	0.026559	0.023841	4.23	0.02305	0.021045
3.22	0.032695	0.025451	3.73	0.026473	0.02381	4.24	0.022917	0.021005
3.23	0.032521	0.025265	3.74	0.026385	0.023767	4.25	0.022784	0.020969
3.24	0.03237	0.025073	3.75	0.026296	0.023713	4.26	0.02265	0.020936
3.25	0.032228	0.024874	3.76	0.026208	0.023649	4.27	0.022515	0.020903
3.26	0.032091	0.024669	3.77	0.026124	0.023578	4.28	0.02238	0.02087
3.27	0.031994	0.024464	3.78	0.026042	0.0235	4.29	0.022246	0.020836
3.28	0.031912	0.024366	3.79	0.025961	0.023419	4.3	0.022114	0.020799
3.29	0.031832	0.02429	3.8	0.025884	0.023341	4.31	0.021984	0.020757
3.3	0.031778	0.024212	3.81	0.025809	0.023268	4.32	0.021856	0.020711
3.31	0.031754	0.024135	3.82	0.025741	0.0232	4.33	0.021731	0.02066
3.32	0.031737	0.024078	3.83	0.025682	0.023133	4.34	0.021609	0.020603
3.33	0.031716	0.024061	3.84	0.025626	0.023067	4.35	0.021489	0.020541
3.34	0.031691	0.024043	3.85	0.025573	0.023005	4.36	0.02137	0.020475
3.35	0.031658	0.024022	3.86	0.025522	0.022949	4.37	0.021255	0.020404
3.36	0.031616	0.023997	3.87	0.025474	0.022895	4.38	0.021155	0.02034
3.37	0.031561	0.023973	3.88	0.025427	0.022842	4.39	0.021057	0.020273
3.38	0.031488	0.023963	3.89	0.025381	0.022793	4.4	0.020963	0.020204
3.39	0.031396	0.023951	3.9	0.025337	0.022747	4.41	0.020873	0.020133
3.4	0.031298	0.023956	3.91	0.025293	0.0227	4.42	0.020787	0.02006
3.41	0.031203	0.023963	3.92	0.02525	0.022653	4.43	0.020704	0.019987
3.42	0.031084	0.023964	3.93	0.025208	0.022605	4.44	0.020625	0.019924
3.43	0.030942	0.02396	3.94	0.025168	0.022555	4.45	0.020548	0.019862
3.44	0.030776	0.023949	3.95	0.025129	0.022504	4.46	0.020474	0.019797
3.45	0.030591	0.023939	3.96	0.025092	0.022452	4.47	0.020401	0.01973
3.46	0.03039	0.023928	3.97	0.025058	0.022397	4.48	0.020329	0.01966
3.47	0.030177	0.023912	3.98	0.025025	0.022341	4.49	0.020256	0.019587
3.48	0.029955	0.023893	3.99	0.024991	0.022282	4.5	0.020181	0.01951

Periodo	Input	Output
4.51	0.020104	0.01943
4.52	0.020024	0.019345
4.53	0.019942	0.019256
4.54	0.019856	0.019163
4.55	0.019766	0.019066
4.56	0.019672	0.018966
4.57	0.019574	0.018863
4.58	0.019472	0.018758
4.59	0.019368	0.018653
4.6	0.019263	0.018547
4.61	0.019157	0.018442
4.62	0.019052	0.018339
4.63	0.018949	0.018239
4.64	0.018849	0.018143
4.65	0.018752	0.018051
4.66	0.018659	0.017963
4.67	0.018571	0.017879
4.68	0.018487	0.017801
4.69	0.018409	0.017726
4.7	0.018335	0.017655
4.71	0.018266	0.017588
4.72	0.018201	0.017522
4.73	0.01814	0.017458
4.74	0.018081	0.017395
4.75	0.018024	0.017332
4.76	0.017968	0.017267
4.77	0.017912	0.0172
4.78	0.017857	0.017129
4.79	0.017801	0.017056
4.8	0.017744	0.016978
4.81	0.017685	0.016896
4.82	0.017626	0.016809
4.83	0.017565	0.016718
4.84	0.017503	0.016623
4.85	0.017442	0.016525
4.86	0.017385	0.016424
4.87	0.017329	0.016326
4.88	0.017273	0.016231
4.89	0.017219	0.016135
4.9	0.017168	0.016076
4.91	0.017121	0.016027
4.92	0.017076	0.015977
4.93	0.017036	0.015925
4.94	0.016999	0.015872
4.95	0.016967	0.015818
4.96	0.016939	0.015763
4.97	0.016914	0.015708
4.98	0.016893	0.015651
4.99	0.016875	0.015592
5	0.01686	0.015533

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Norma di riferimento: - ASTM D 2488-00

MC-41 Rev. 00
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 074/23
del: 22.02.2023

Certificato n°: 0955-2023
Data certificato: 20.03.2023

Richiedente: I.GEO. S.a.s.
Committente: G.edi.s. Srl
Cantiere: Indagini geognostiche Palazzetto dello Sport Via Monte Pennolo
Località: Rocca di Papa (RM)
Data di prova: 24.02.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S1	C1	2,00-2,50	indisturbato	15.02.2023

DATI GENERALI		PROVE SPEDITIVE	
Contenitore:	Fustella	Pocket penetrometer Test (MPa)	***
Diametro (cm):	9,5	Pocket vane Test (MPa)	***
Lunghezza (cm):	46,0	Classe di Qualità (AGI)	Q5
Peso netto campione estratto (N)	61,4	Colore (Tabella colori Munsell)	10YR Very dark brown 2/2

DESCRIZIONE LITOLOGICA

Limo sabbioso argilloso di colore marrone scuro, consistente

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE



CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI

Norma di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-1, 2, 3 - ASTM D854 - ASTM D2216

MC-01 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 074/23
del: 22.02.2023

Certificato n°: 0956-2023
Data certificato: 20.03.2023

Richiedente: I.GEO. S.a.s.
Committente: G.edi.s. Srl
Cantiere: Indagini geognostiche Palazzetto dello Sport Via Monte Pennolo
Località: Rocca di Papa (RM)
Data di prova: 24.02.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S1	C1	2,00-2,50	indisturbato	15.02.2023

RISULTATI DELLE PROVE

Grandezze indici rilevate in laboratorio

γ_n	Peso dell'unità di volume naturale	KN/m ³	15,53
γ_s	Peso specifico dei granuli	KN/m ³	26,15
w	Contenuto di acqua naturale	%	61,76

Grandezze indici derivate analiticamente

γ_d	Peso dell'unità di volume secco	KN/m ³	9,60
n	Porosità	%	63,30
e	Indice dei vuoti	---	1,73
s_r	Grado di saturazione	%	95,49
γ_{sat}	Peso dell'unità di volume saturo	KN/m ³	15,81
γ'	Peso dell'unità di volume sommerso	KN/m ³	6,00

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

ANALISI GRANULOMETRICA

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - ASTM D422 - CNR 23

MC - 03 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

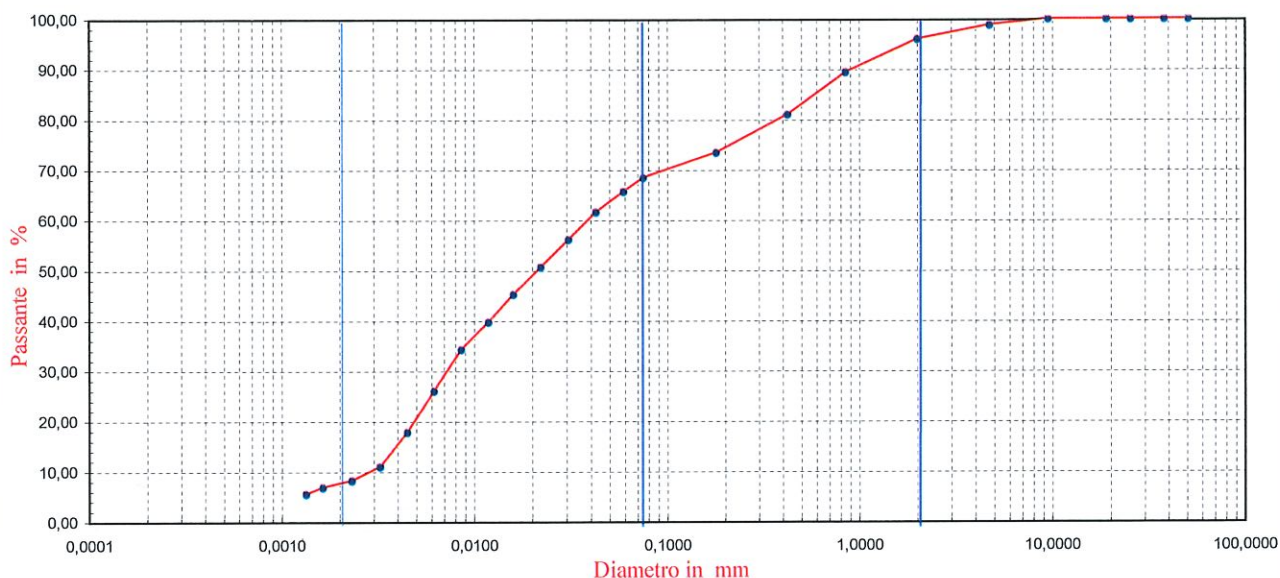
Verbale di accettazione n°: **TR 074/23** Certificato n°: **0957-2023**
del: **22.02.2023** Data certificato: **20.03.2023**

Richiedente: I.GEO. S.a.s.
Committente: G.edi.s. Srl
Cantiere: Indagini geognostiche Palazzetto dello Sport Via Monte Pennolo
Località: Rocca di Papa (RM)
Data di prova: 24.02.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S1	C1	2,00-2,50	indisturbato	15.02.2023

Rappresentazione grafica



SETACCIATURA

Diametro (mm)	50,00	37,50	25,40	19,00	9,50	4,75	2,00	0,85	0,425	0,180	0,075
Passante (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,80	95,99	89,39	81,00	73,40	68,40

SEDIMENTAZIONE

D. (mm)	0,0592	0,0425	0,0307	0,0221	0,0160	0,0119	0,0085	0,0062	0,0045	0,0032	0,0023	0,0016	0,0013
P. (%)	65,66	61,56	56,08	50,61	45,14	39,67	34,20	25,99	17,78	10,94	8,21	6,84	5,47

Composizione granulometrica

Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)
4,01	30,33	57,45	8,21

Definizione granulometrica:

Limo con sabbia debolmente argilloso

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 074/23

Certificato n°: 0958-2023

del: 22.02.2023

Data certificato: 20.03.2023

Richiedente: I.GEO. S.a.s.

Committente: G.edi.s. Srl

Cantiere: Indagini geognostiche Palazzetto dello Sport Via Monte Pennolo

Località: Rocca di Papa (RM)

Data di prova: 24.02.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S1	C1	2,00-2,50	indisturbato	15.02.2023

Tipo di prova

Consolidata drenata

Velocità di prova

0,0109

mm/min

Caratteristiche del campione

	Sezione (cm ²)	Altezza iniziale (mm)	Peso Volume (KN/m ³)	Contenuto acqua iniziale (%)	Contenuto acqua finale (%)
Provino 1	36,00	23,00	15,40	59,54	62,28
Provino 2	36,00	23,00	15,66	63,98	61,98
Provino 3	36,00	23,00	15,51	61,48	59,46

Fase di consolidazione

	Tempo (ore)	Carico applicato (KPa)	Cedimento (mm)
Provino 1	24	50	0,39
Provino 2	24	100	0,71
Provino 3	24	150	1,11

ATTREZZATURA UTILIZZATA: MATEST S/N S277-01/ZI/0011

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 5 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 074/23

Certificato n°: 0958-2023

del: 22.02.2023

Data certificato: 20.03.2023

Richiedente: I.GEO. S.a.s.

Committente: G.edi.s. Srl

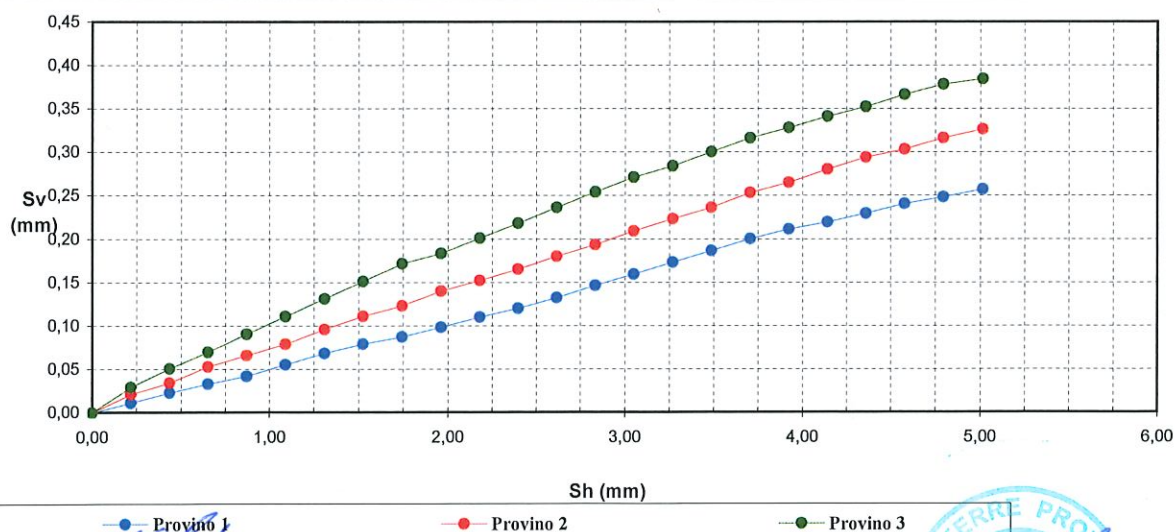
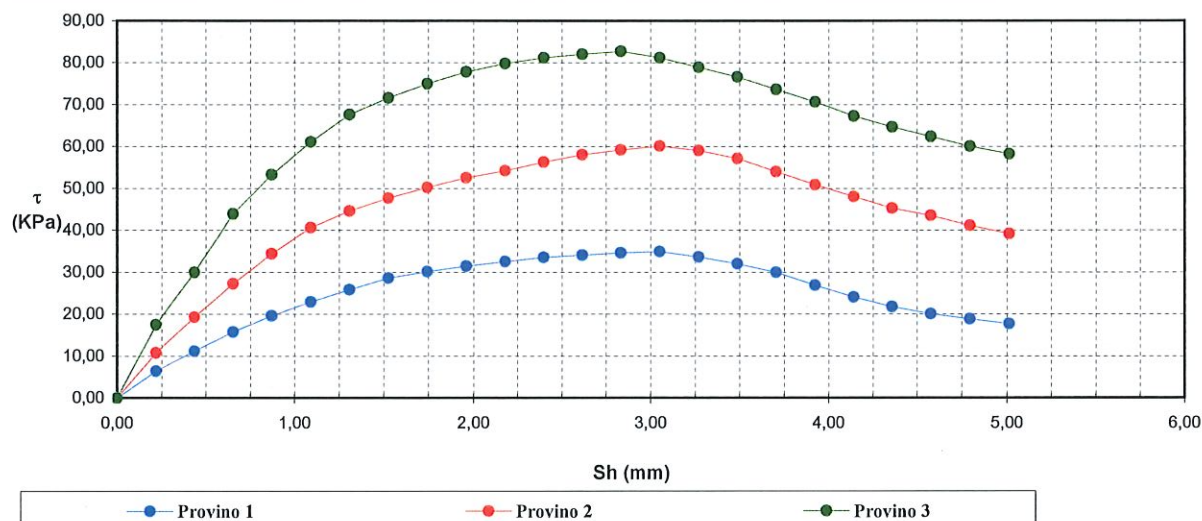
Cantiere: Indagini geognostiche Palazzetto dello Sport Via Monte Pennolo

Località: Rocca di Papa (RM)

Data di prova: 24.02.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S1	C1	2,00-2,50	indisturbato	15.02.2023



Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 6 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 074/23

del: 22.02.2023

Richiedente: I.GEO. S.a.s.

Committente: G.edi.s. Srl

Cantiere: Indagini geognostiche Palazzetto dello Sport Via Monte Pennolo

Località: Rocca di Papa (RM)

Data di prova: 24.02.2023

Certificato n°: 0958-2023

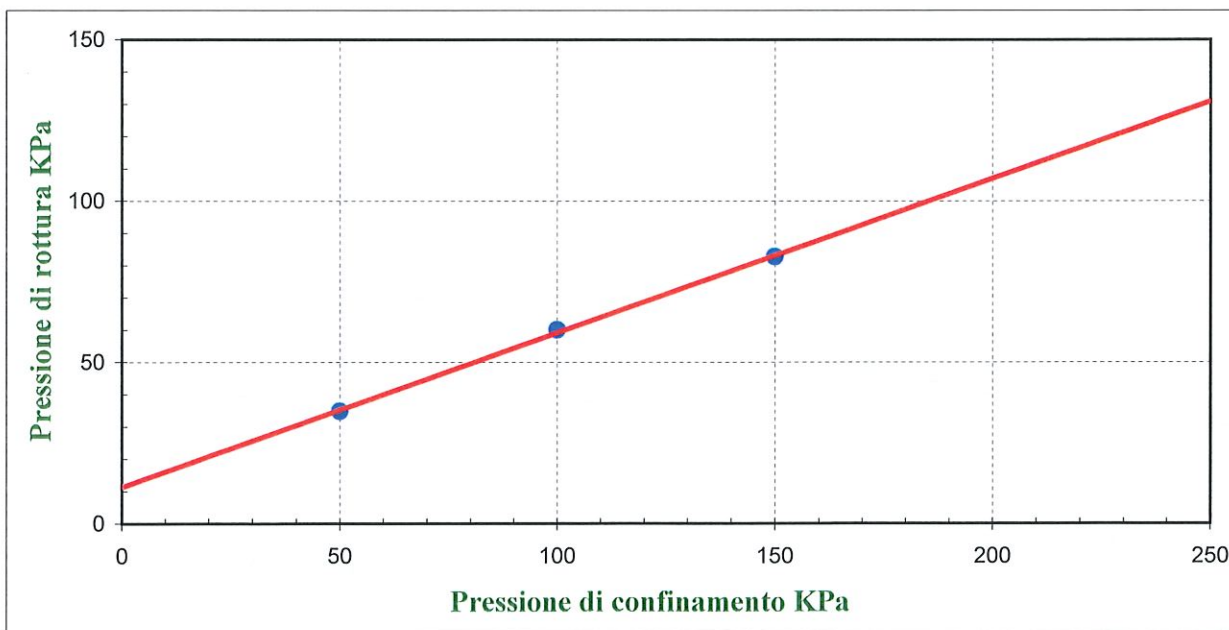
Data certificato: 20.03.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S1	C1	2,00-2,50	indisturbato	15.02.2023

Parametri meccanici a rottura

	Press. di consolidazione (KPa)	Press. di rottura (KPa)	Def. a rottura (mm)
Provino 1	50,00	34,90	3,05
Provino 2	100,00	60,10	3,05
Provino 3	150,00	82,70	2,83



Risultati sperimentali

Angolo di attrito 25,55 Gradi
Coesione 11,43 KPa

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Norma di riferimento: - ASTM D 2488-00

MC-41 Rev. 00
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 074/23
del: 22.02.2023

Certificato n°: 0959-2023
Data certificato: 20.03.2023

Richiedente: I.GEO. S.a.s.
Committente: G.edi.s. Srl
Cantiere: Indagini geognostiche Palazzetto dello Sport Via Monte Pennolo
Località: Rocca di Papa (RM)
Data di prova: 23.02.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S2	C1	1,50-2,00	indisturbato	16.02.2023

DATI GENERALI

Contenitore:	Fustella
Diametro (cm):	9,5
Lunghezza (cm):	48,0
Peso netto campione estratto (N)	46,3

PROVE SPEDITIVE

Pocket penetrometer Test (MPa)	***
Pocket vane Test (MPa)	***
Classe di Qualità (AGI)	Q5
Colore (Tabella colori Munsell)	10YR Very dark brown 2/2

DESCRIZIONE LITOLOGICA

Limo argilloso sabbioso di colore marrone scuro, con rari litici millimetrici, consistente.

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. Maglio

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. Martone



CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI

Norma di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-1, 2, 3 - ASTM D854 - ASTM D2216

MC-01 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 074/23
del: 22.02.2023

Certificato n°: 0960-2023
Data certificato: 20.03.2023

Richiedente: I.GEO. S.a.s.
Committente: G.edi.s. Srl
Cantiere: Indagini geognostiche Palazzetto dello Sport Via Monte Pennolo
Località: Rocca di Papa (RM)
Data di prova: 23.02.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S2	C1	1,50-2,00	indisturbato	16.02.2023

RISULTATI DELLE PROVE

Grandezze indici rilevate in laboratorio

γ_n	Peso dell'unità di volume naturale	KN/m ³	13,63
γ_s	Peso specifico dei granuli	KN/m ³	26,07
w	Contenuto di acqua naturale	%	67,40

Grandezze indici derivate analiticamente

γ_d	Peso dell'unità di volume secco	KN/m ³	8,14
n	Porosità	%	68,77
e	Indice dei vuoti	---	2,20
s_r	Grado di saturazione	%	81,36
γ_{sat}	Peso dell'unità di volume saturo	KN/m ³	14,89
γ'	Peso dell'unità di volume sommerso	KN/m ³	5,08

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. Maglio

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. Martone

ANALISI GRANULOMETRICA

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - ASTM D422 - CNR 23

MC - 03 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

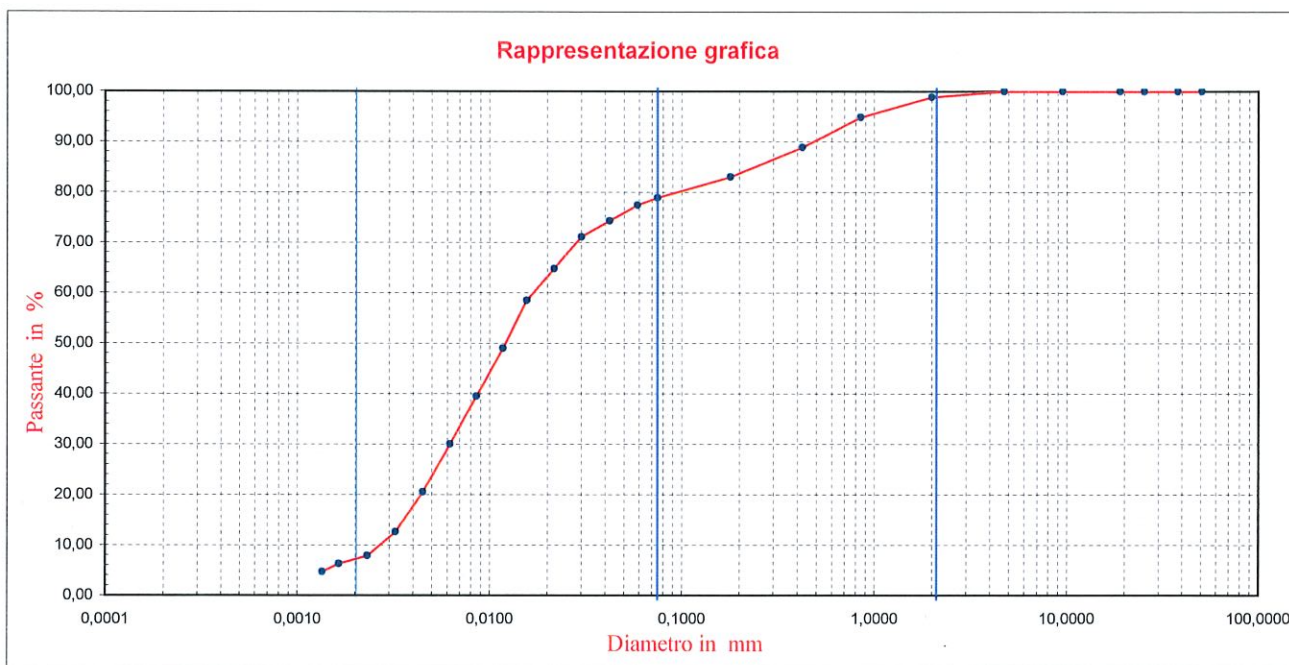
Verbale di accettazione n°: TR 074/23
del: 22.02.2023

Certificato n°: 0961-2023
Data certificato: 20.03.2023

Richiedente: I.GEO. S.a.s.
Committente: G.edi.s. Srl
Cantiere: Indagini geognostiche Palazzetto dello Sport Via Monte Pennolo
Località: Rocca di Papa (RM)
Data di prova: 23.02.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S2	C1	1,50-2,00	indisturbato	16.02.2023



SETACCIATURA

Diametro (mm)	50,00	37,50	25,40	19,00	9,50	4,75	2,00	0,85	0,425	0,180	0,075
Passante (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,85	94,83	88,87	83,02	78,86

SEDIMENTAZIONE

D. (mm)	0,0590	0,0422	0,0301	0,0218	0,0157	0,0118	0,0086	0,0062	0,0045	0,0032	0,0023	0,0016	0,0013
P. (%)	77,42	74,26	71,10	64,78	58,46	48,98	39,50	30,02	20,54	12,64	7,90	6,32	4,74

Composizione granulometrica

Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)
1,15	21,43	69,52	7,90

Definizione granulometrica:

Limo sabbioso debolmente argilloso

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. Maglio

Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. F. Martone

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 074/23

Certificato n°: 0962-2023

del: 22.02.2023

Data certificato: 20.03.2023

Richiedente: I.GEO. S.a.s.

Committente: G.edi.s. Srl

Cantiere: Indagini geognostiche Palazzetto dello Sport Via Monte Pennolo

Località: Rocca di Papa (RM)

Data di prova: 23.02.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C1	1,50-2,00	indisturbato	16.02.2023

Tipo di prova	Consolidata drenata	
Velocità di prova	0,0095	mm/min

Caratteristiche del campione

	Sezione (cm ²)	Altezza iniziale (mm)	Peso Volume (KN/m ³)	Contenuto acqua iniziale (%)	Contenuto acqua finale (%)
Provino 1	36,00	23,00	13,64	68,47	81,07
Provino 2	36,00	23,00	13,66	66,32	77,11
Provino 3	36,00	23,00	13,58	67,53	76,35

Fase di consolidazione

	Tempo (ore)	Carico applicato (KPa)	Cedimento (mm)
Provino 1	24	50	0,46
Provino 2	24	100	0,86
Provino 3	24	150	1,28

ATTREZZATURA UTILIZZATA: LBG Srl Cella di carico AEP n° 13436

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. Maglio

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. Martone

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 5 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 074/23

Certificato n°: 0962-2023

del: 22.02.2023

Data certificato: 20.03.2023

Richiedente: I.GEO. S.a.s.

Committente: G.edi.s. Srl

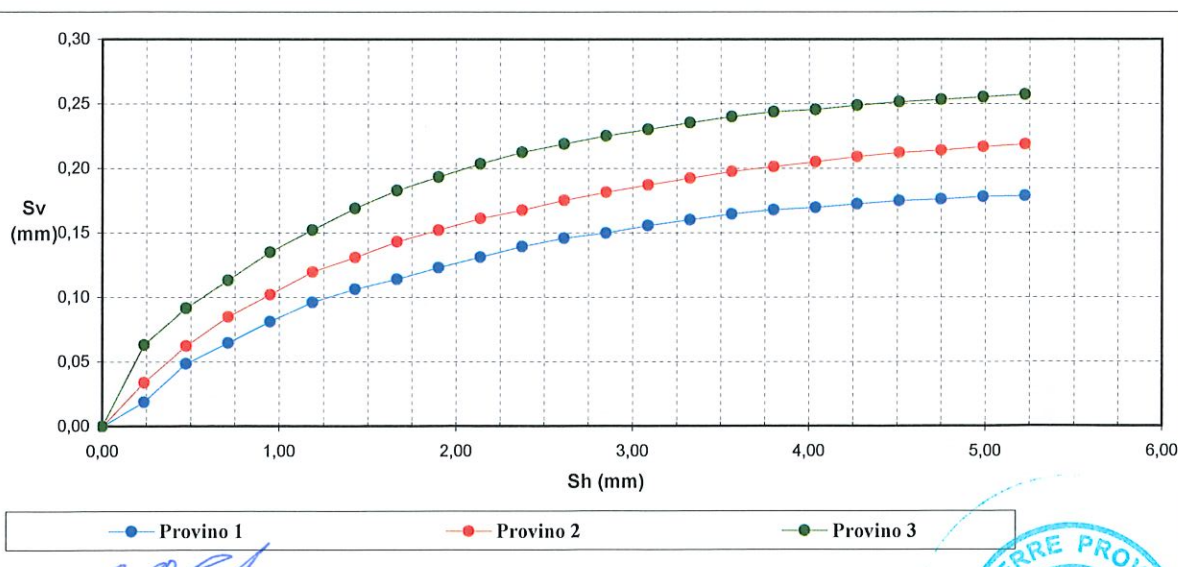
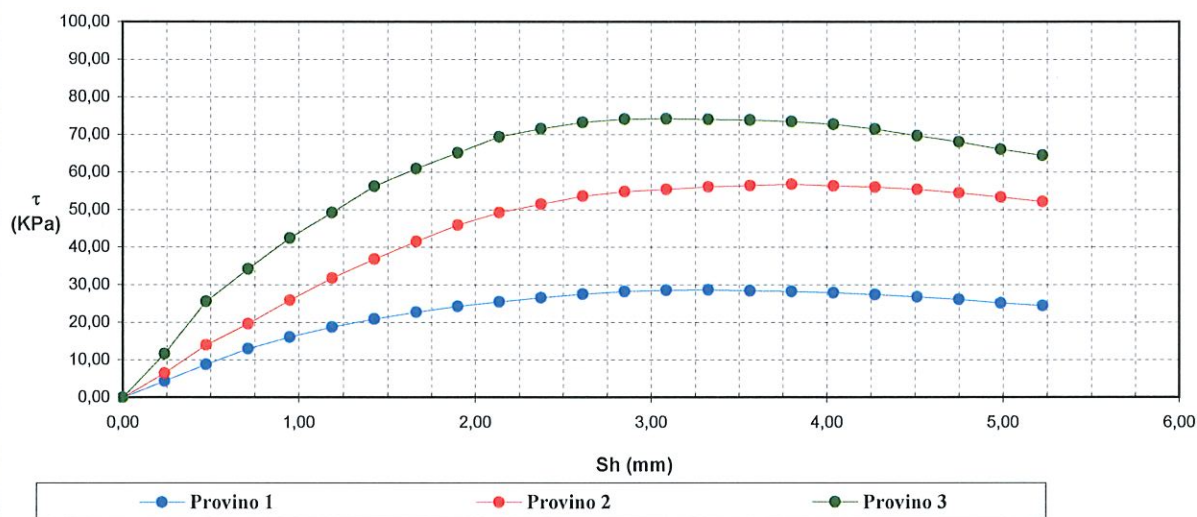
Cantiere: Indagini geognostiche Palazzetto dello Sport Via Monte Pennolo

Località: Rocca di Papa (RM)

Data di prova: 23.02.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C1	1,50-2,00	indisturbato	16.02.2023



Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. Maglio

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. Martone

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 6 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 074/23

Certificato n°: 0962-2023

del: 22.02.2023

Data certificato: 20.03.2023

Richiedente: I.GEO. S.a.s.

Committente: G.edi.s. Srl

Cantiere: Indagini geognostiche Palazzetto dello Sport Via Monte Pennolo

Località: Rocca di Papa (RM)

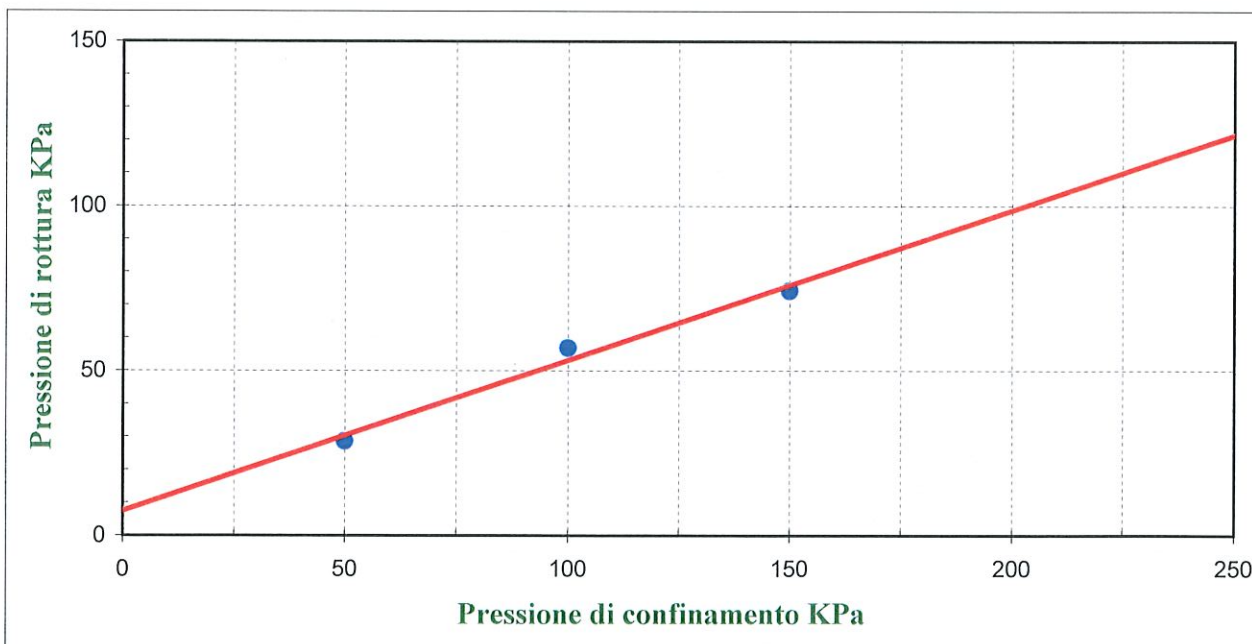
Data di prova: 23.02.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S2	C1	1,50-2,00	indisturbato	16.02.2023

Parametri meccanici a rottura

	Press. di consolidazione (KPa)	Press. di rottura (KPa)	Def. a rottura (mm)
Provino 1	50,00	28,60	3,33
Provino 2	100,00	56,80	3,80
Provino 3	150,00	74,20	3,09



Risultati sperimentali

Angolo di attrito **24,51** Gradi
Coesione **7,60** KPa

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. Maglio

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. Martone



IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Norma di riferimento: - ASTM D 2488-00

MC-41 Rev. 00
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 074/23
del: 22.02.2023

Certificato n°: 0963-2023
Data certificato: 20.03.2023

Richiedente: I.GEO. S.a.s.
Committente: G.edi.s. Srl
Cantiere: Indagini geognostiche Palazzetto dello Sport Via Monte Pennolo
Località: Rocca di Papa (RM)
Data di prova: 24.02.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S3	C1	2,50-3,00	indisturbato	17.02.2023

DATI GENERALI

Contenitore:	Fustella	Pocket penetrometer Test (MPa)	***
Diametro (cm):	9,5	Pocket vane Test (MPa)	***
Lunghezza (cm):	47,0	Classe di Qualità (AGI)	Q5
Peso netto campione estratto (N)	53,7	Colore (Tabella colori Munsell)	10YR Very dark brown 2/2

DESCRIZIONE LITOLOGICA

Limo argilloso sabbioso di colore marrone scuro con clasti eterometrici

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. Maglio

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. Martone

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI

Norma di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-1, 2, 3 - ASTM D854 - ASTM D2216

MC-01 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 074/23
del: 22.02.2023

Certificato n°: 0964-2023
Data certificato: 20.03.2023

Richiedente: I.GEO. S.a.s.

Committente: G.edi.s. Srl

Cantiere: Indagini geognostiche Palazzetto dello Sport Via Monte Pennolo

Località: Rocca di Papa (RM)

Data di prova: 24.02.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S3	C1	2,50-3,00	indisturbato	17.02.2023

RISULTATI DELLE PROVE

Grandezze indici rilevate in laboratorio

γ_n	Peso dell'unità di volume naturale	KN/m ³	16,13
γ_s	Peso specifico dei granuli	KN/m ³	26,24
w	Contenuto di acqua naturale	%	37,95

Grandezze indici derivate analiticamente

γ_d	Peso dell'unità di volume secco	KN/m ³	11,69
n	Porosità	%	55,44
e	Indice dei vuoti	---	1,24
s_r	Grado di saturazione	%	81,60
γ_{sat}	Peso dell'unità di volume saturo	KN/m ³	17,13
γ'	Peso dell'unità di volume sommerso	KN/m ³	7,32

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. Maglio

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. Martone

ANALISI GRANULOMETRICA

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - ASTM D422 - CNR 23

MC - 03 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: **TR 074/23**
del: **22.02.2023**

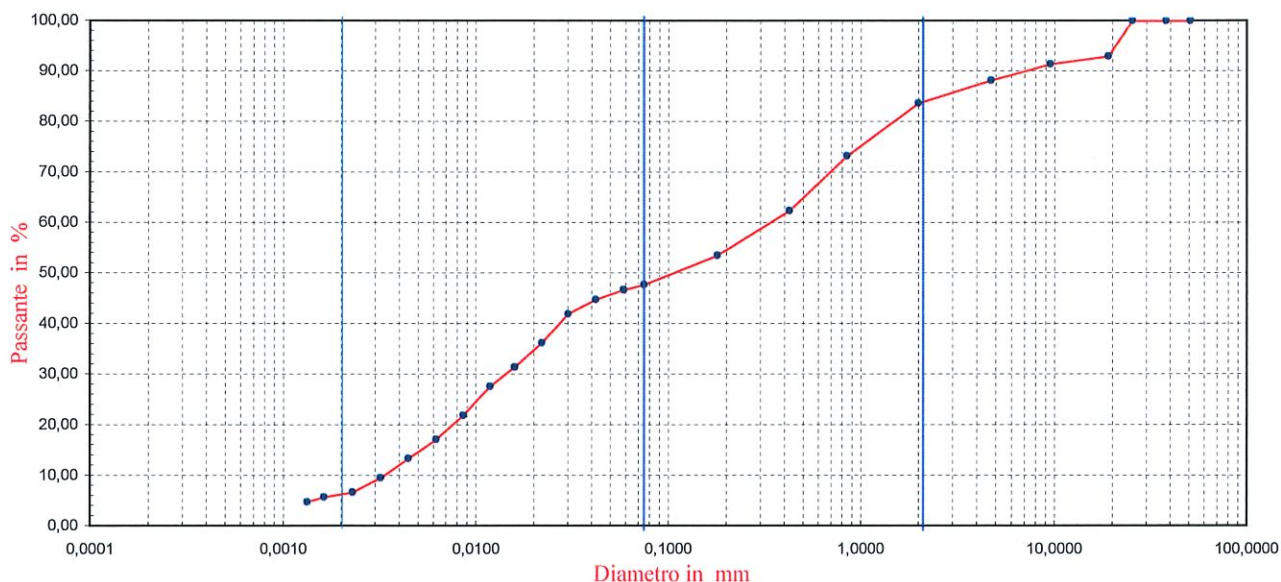
Certificato n°: **0965-2023**
Data certificato: **20.03.2023**

Richiedente: I.GEO. S.a.s.
Committente: G.edi.s. Srl
Cantiere: Indagini geognostiche Palazzetto dello Sport Via Monte Pennolo
Località: Rocca di Papa (RM)
Data di prova: 24.02.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
S3	C1	2,50-3,00	indisturbato	17.02.2023

Rappresentazione grafica



SETACCIATURA

Diametro (mm)	50,00	37,50	25,40	19,00	9,50	4,75	2,00	0,85	0,425	0,180	0,075
Passante (%)	100,00	100,00	100,00	92,97	91,39	88,16	83,66	73,22	62,34	53,48	47,72

SEDIMENTAZIONE

D. (mm)	0,0587	0,0420	0,0302	0,0220	0,0159	0,0118	0,0086	0,0062	0,0045	0,0032	0,0023	0,0016	0,0013
P. (%)	46,67	44,76	41,91	36,19	31,43	27,62	21,91	17,14	13,33	9,52	6,67	5,71	4,76

Composizione granulometrica

Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Definizione granulometrica:
16,34	36,99	40,00	6,67	Limo con sabbia ghiaioso debolmente argilloso

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. Maglio

Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. F. Martone

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 074/23
del: 22.02.2023

Certificato n°: 0966-2023
Data certificato: 20.03.2023

Richiedente: I.GEO. S.a.s.
Committente: G.edi.s. Srl
Cantiere: Indagini geognostiche Palazzetto dello Sport Via Monte Pennolo
Località: Rocca di Papa (RM)
Data di prova: 24.02.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S3	C1	2,50-3,00	indisturbato	17.02.2023

Tipo di prova	Consolidata drenata	
Velocità di prova	0,0116	mm/min

Caratteristiche del campione

	Sezione (cm ²)	Altezza iniziale (mm)	Peso Volume (KN/m ³)	Contenuto acqua iniziale (%)	Contenuto acqua finale (%)
Provino 1	36,00	23,00	15,97	36,05	44,65
Provino 2	36,00	23,00	16,41	39,85	44,13
Provino 3	36,00	23,00	16,01	37,11	42,42

Fase di consolidazione

	Tempo (ore)	Carico applicato (KPa)	Cedimento (mm)
Provino 1	24	50	0,42
Provino 2	24	100	0,76
Provino 3	24	150	1,18

ATTREZZATURA UTILIZZATA: SANVITO Anello dinamometrico Controls Matr. N. 1913

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. Maglio

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. Martone

Sede Legale ed Operativa: Via Assunta n°47 fraz. Falciano - CASERTA
C.F./P.IVA e numero di iscrizione R.I. CE: 03794560619 R.E.A. CE 273059
Tel/Fax 0823.341739 – e-mail info@soiltestsrli.it – p.e.c. info@pec.soiltestsrli.it

Sede Legale ed Operativa: Via Assunta n°47 fraz. Falciano - CASERTA
C.F./P.IVA e numero di iscrizione R.I. CE: 03794560619 R.E.A. CE 273059
Tel/Fax 0823.341739 – e-mail info@soiltestsrli.it – p.e.c. info@pec.soiltestsrli.it

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 5 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 074/23

Certificato n°: 0966-2023

del: 22.02.2023

Data certificato: 20.03.2023

Richiedente: I.GEO. S.a.s.

Committente: G.edi.s. Srl

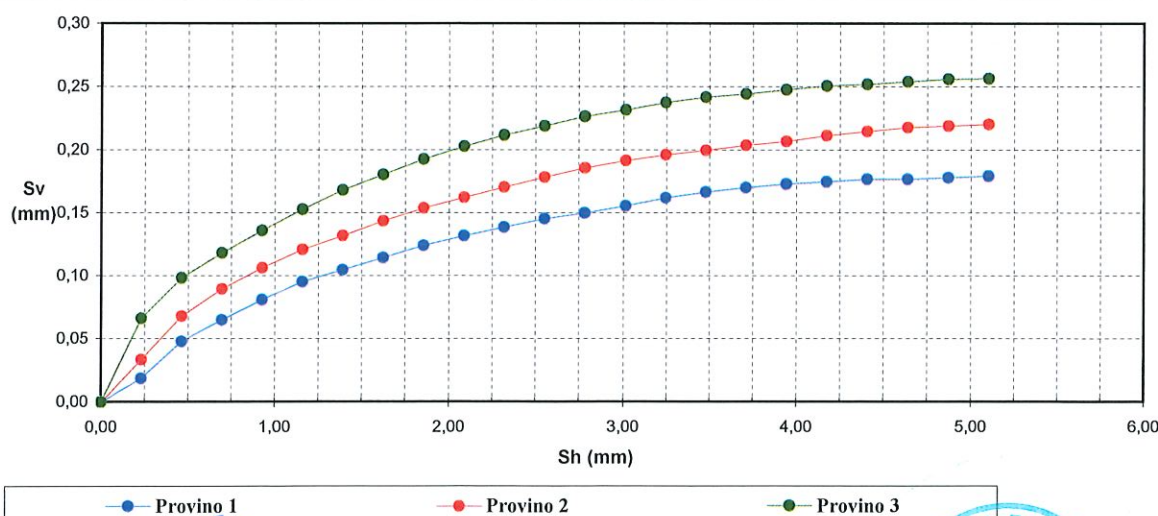
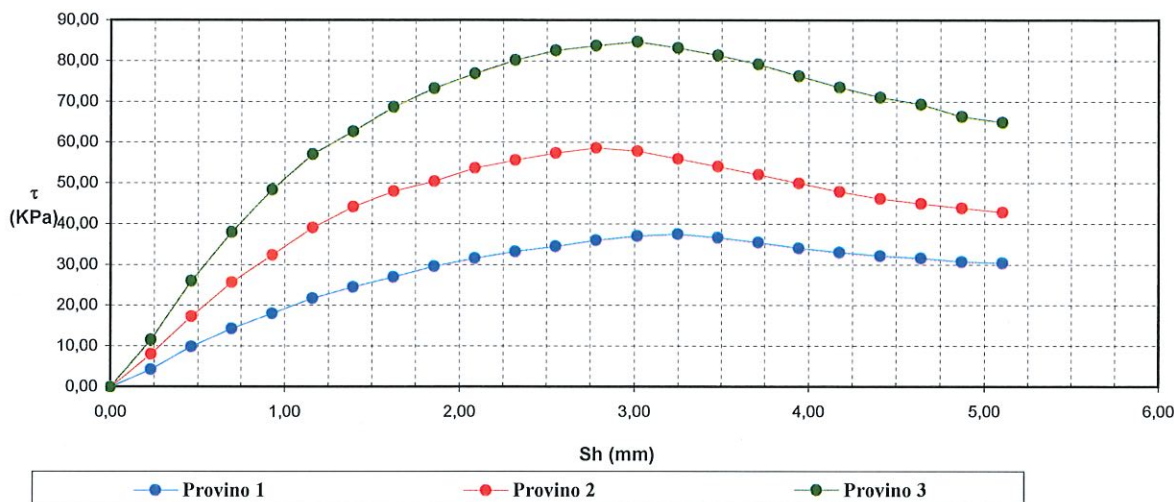
Cantiere: Indagini geognostiche Palazzetto dello Sport Via Monte Pennolo

Località: Rocca di Papa (RM)

Data di prova: 24.02.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S3	C1	2,50-3,00	indisturbato	17.02.2023



Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. Maglio

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. Martone

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 6 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 074/23

del: 22.02.2023

Richiedente: I.GEO. S.a.s.

Committente: G.edi.s. Srl

Certificato n°: 0966-2023

Data certificato: 20.03.2023

Cantiere:

Indagini geognostiche Palazzetto dello Sport Via Monte Pennolo

Località: Rocca di Papa (RM)

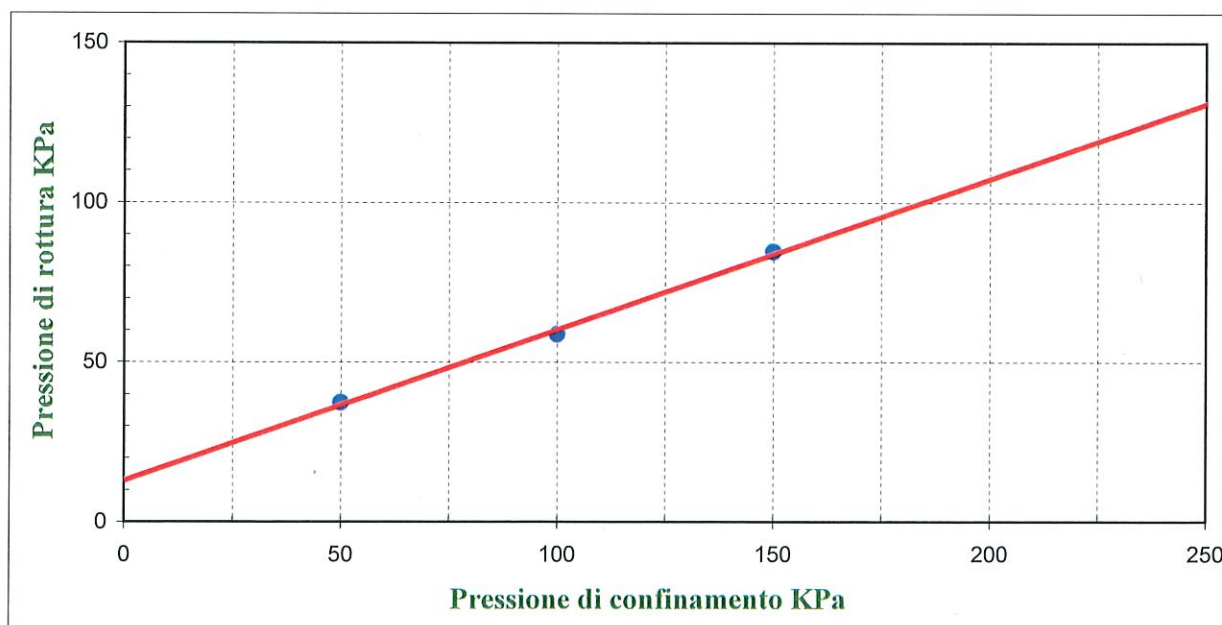
Data di prova: 24.02.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
S3	C1	2,50-3,00	indisturbato	17.02.2023

Parametri meccanici a rottura

	Press. di consolidazione (KPa)	Press. di rottura (KPa)	Def. a rottura (mm)
Provino 1	50,00	37,50	3,25
Provino 2	100,00	58,80	2,78
Provino 3	150,00	84,70	3,02

**Risultati sperimentali**

Angolo di attrito

25,27 Gradi

Coesione

13,13 KPa

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MaglioDirettore Laboratorio
Dr. Geol. F. Martone

DOCUMENTAZIONE

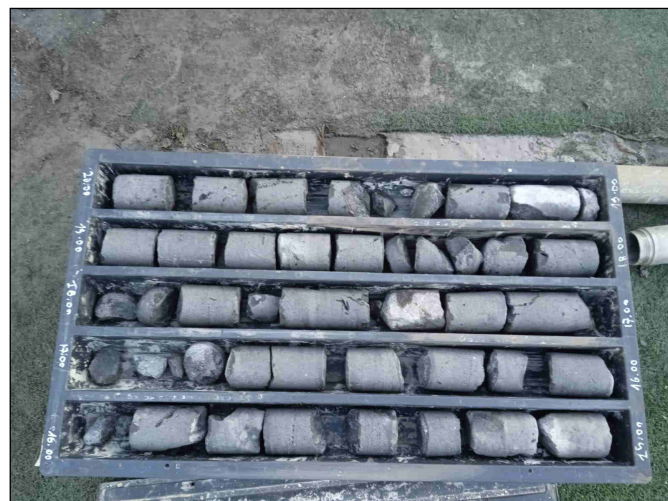
FOTOGRAFICA

PROVE PENETROMETRICHE



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Sondaggio n°1



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Sondaggio n°2



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Sondaggio n°3

