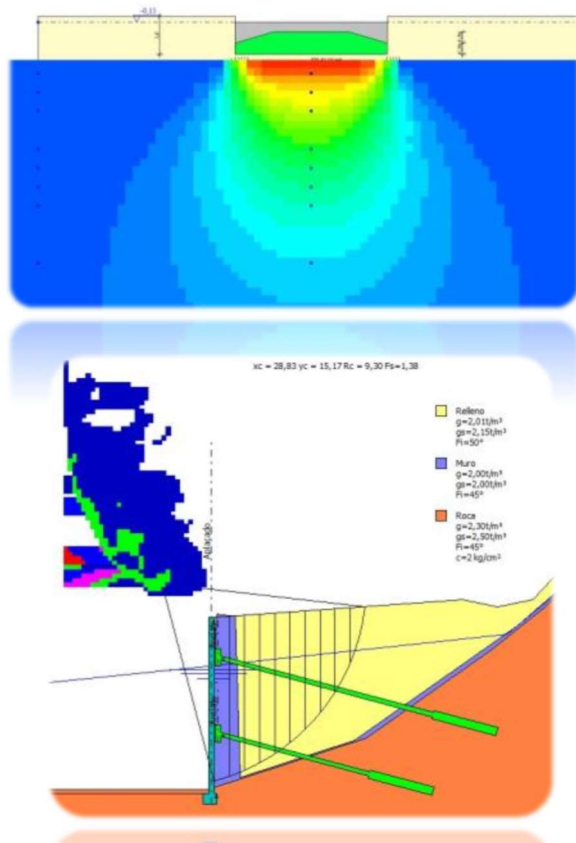




Regione Veneto
Provincia di Vicenza
COMUNE DI ROANA



RELAZIONE GEOLOGICA



(D.M. 17 gennaio 2018 – NTC 2018)

**Indagine geologica e geotecnica a corredo del progetto
“S.P. n°349 Costo – Allargamento tratti tra Tresche Conca
e Canove in Comune di Roana (VI)”**

Geol. RIMSKY VALVASSORI – Studio di Geologia Tecnica

✉ 36100 VICENZA – Via dell’Oreficeria, 30/L

☎ 0444.340136 - ☎ 0444.809179 - Ordine dei Geologi del Veneto n°507

C.F. VLVRSK71H02A794P - P. IVA 02662110242

✉ info@studiogeosistemi.it – <http://www.studiogeosistemi.it> – ☎ 335.8154346

Committente:

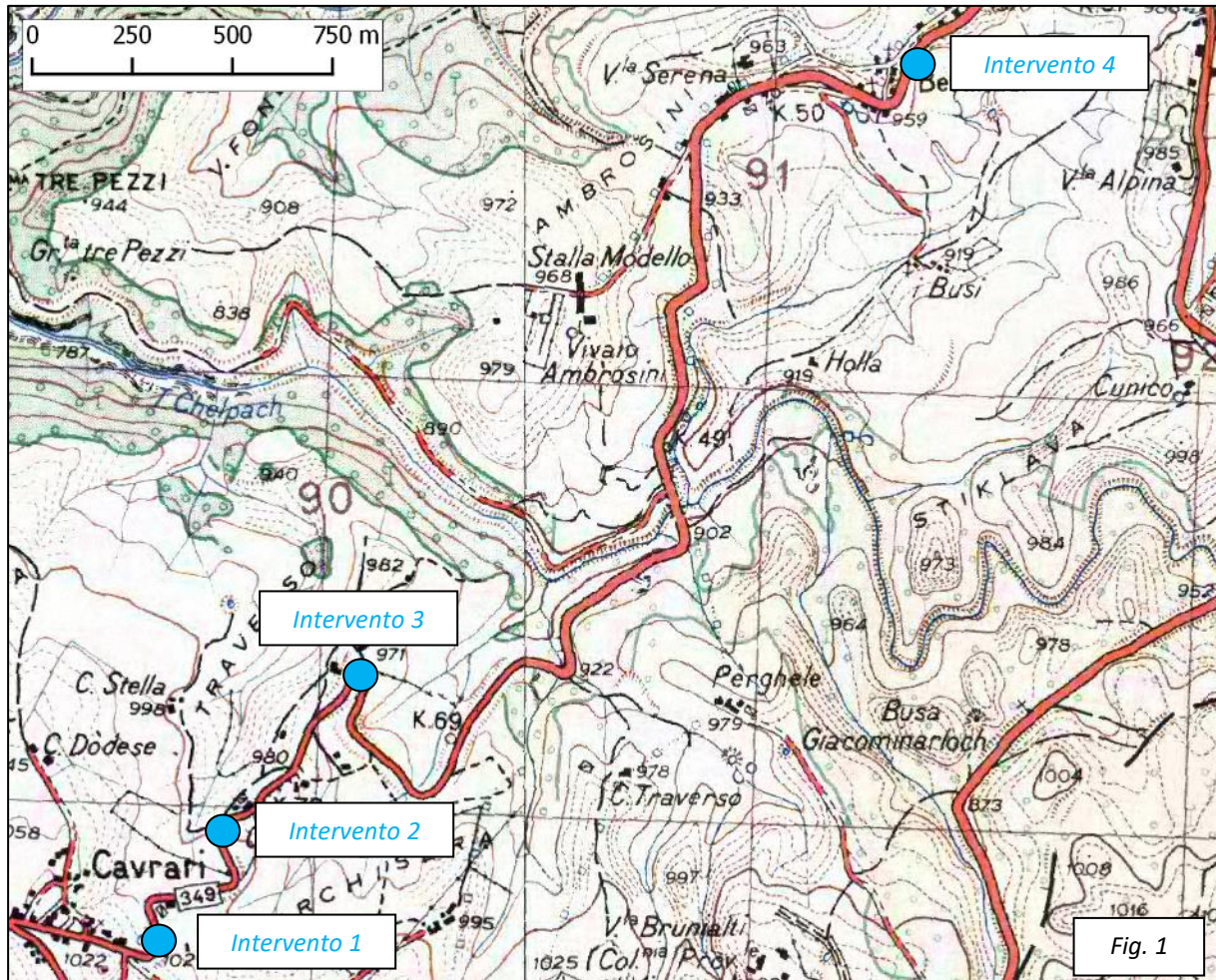


INDICE

1.	PREMESSE	3
2.	INQUADRAMENTO NORMATIVO	4
3.	INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA	6
3.1.	Ubicazione e caratteri geomorfologici principali	6
3.2.	Stratigrafia ed Idrogeologia generale	8
3.3.	Pericolosità geologica	11
4.	INDAGINE IN SITO	12
4.1.	Premesse.....	12
4.2.	Descrizione della strumentazione utilizzata	12
5.	MODELLO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO LOCALE	19
5.1.	Modello geologico	19
5.1.1.	Intervento n.1.....	19
5.1.2.	Intervento n.2.....	19
5.1.3.	Intervento n.3.....	20
5.1.4.	Intervento n.4.....	20
5.2.	Modello idrogeologico	22
6.	MODELLO SISMICO LOCALE	23
6.1.	Azione sismica di base.....	23
6.2.	Definizione della categoria topografica e della categoria di sottosuolo (stratigrafica)	24
6.3.	Azione sismica locale (di sito)	31
7.	MODELLO GEOTECNICO	34
8.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	37

1. PREMESSE

Su incarico e per conto di **Vi.abilità S.r.l.** è stata eseguita un'indagine geologica e geotecnica a corredo del progetto "S.P. n°349 Costo – Allargamento tratti tra Tresche conca e Canove, in Comune di Roana", in Provincia di Vicenza (Fig. 1 - Corografia alla scala 1:25.000, estratto da IGM Foglio n°49, Quadrante I, Orientamento S.E. "Arzignano"). In particolare, i tratti oggetto dell'allargamento in progetto sono quattro, e sono stati denominati Intervento 1, Intervento 2, Intervento 3 ed Intervento 4, come illustrato nella sottostante Fig. 1.



Dal punto di vista generale, la presente relazione geologica e geotecnica si propone di valutare le possibili interazioni tra le azioni di progetto e l'ambiente geologico, ed in particolare di:

- Definire i lineamenti geomorfologici nonché i processi geomorfologici ed i processi in atto o potenziali e la loro tendenza evolutiva;
- Ricostruire la successione litostratigrafica locale;
- Illustrare i caratteri geostutturali generali;
- Riconoscere le proprietà della circolazione idrica superficiale e sotterranea locale;
- Analizzare le problematiche geologico - tecniche del sito in esame;
- Definire il profilo geotecnico, le caratteristiche fisiche e meccaniche del volume di terreno influenzato dall'opera in progetto;

- Verificare la compatibilità e sostenibilità degli interventi di progetto in relazione alla dinamica delle componenti del territorio di cui ai punti precedenti.

A tal fine è stata effettuata un'indagine sperimentale in sito, che ha richiesto:

- Esecuzione di **n°16 Prove Penetrometriche Dinamiche Medie (DPM)**, per la caratterizzazione e parametrizzazione stratigrafica e geotecnica del sottosuolo spinte fino alla profondità massima di 7,60 m dal p.c. locale;
- Esecuzione di **n°4 Prospezioni Sismiche Attive**, tramite la metodologia **MASW** (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) e **n°4 Prospezioni Sismiche Passive**, tramite la metodologia **Re.Mi** (*Refracted Microtremors*), per la caratterizzazione stratigrafica del sottosuolo e la valutazione della velocità delle onde sismiche Vs;
- Esecuzione di **n°7 Sismiche a Rifrazione**, per la ricostruzione della morfologia del substrato roccioso in sezione bidimensionale;
- Esecuzione di **n°17 Prospezioni Geofisiche**, tramite la metodologia **HVSR** (Metodo di Nakamura) con la strumentazione Tromino®, per la verifica della frequenza di risonanza caratteristica del terreno, la valutazione della velocità delle onde sismiche Vs e l'attribuzione della categoria di suolo di fondazione (rif: O.P.C.M n°3274 20/03/2003 e suc.mod. - D.M 14/09/2005);
- Esecuzione di **n°3 Stendimenti di Tomografia Elettrica in Corrente Continua (ERT)** per l'investigazione del sottosuolo, al fine di ottenere informazioni utili sulla stratigrafia locale dell'area.

Dal punto di vista operativo, l'impostazione metodologica adottata per il presente studio è stata articolata come di seguito esposto:

- acquisizione ed esame critico degli elaborati progettuali preliminari;
- rilievo geomorfologico, geologico ed idrogeologico speditivo dell'area;
- indagine geognostica in sito;
- elaborazione ed interpretazione dei dati sperimentali;
- caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni e definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici;
- definizione dei caratteri sismici del sito;

Le ipotesi e le valutazioni tecniche formulate nel presente elaborato devono essere intese come inquadramento preliminare per il dimensionamento e la valutazione della fattibilità delle opere di fondazione previste.

Per la stesura della presente relazione tecnica, oltre a riferimenti di archivio e bibliografici, sono stati utilizzati i dati sperimentali e le osservazioni derivanti dai rilevamenti e dalle prove in sito effettuate nel mese di novembre 2018.

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

Le indagini in sito e le valutazioni dei parametri geotecnici sono state effettuate in ottemperanza a quanto disposto dal **D.M. 17/01/2018**, recante *"Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni"*, approvate con il decreto MIT del 17 gennaio 2018, pubblicate sulla Serie Generale n. 42 del 20/02/2018.

Il Decreto Ministeriale, essendo un aggiornamento del precedente D.M. 14/01/2008, mantiene ad aggiorna i contenuti del precedente *"Testo unico per le Costruzioni"*, raccogliendo in forma unitaria le norme che disciplinano la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle costruzioni al fine di garantire la pubblica incolumità; in particolare:

- definisce le regole da seguire per la progettazione, esecuzione, collaudo e manutenzione delle costruzioni, sia in zona sismica che in zona non sismica;

- definisce i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni e le prestazioni richieste in termini di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso di incendio, e di curabilità;
- fornisce i criteri generali di sicurezza;
- precisa le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, cioè i carichi sulle costruzioni;
- definisce le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e, più in generale, tratta gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere.

L'entrata in vigore delle nuove norme cambia la filosofia delle procedure di calcolo e di verifica nella progettazione e nella realizzazione delle opere, in linea con gli indirizzi normativi a livello comunitario rappresentati dagli Eurocodici, norme europee EN. È mantenuto il criterio prestazionale, per quanto consentito dall'esigenza di operatività della norma stessa, sono approfonditi sia gli aspetti connessi alla presenza delle azioni sismiche, sia le prescrizioni e le indicazioni relative ai rapporti opere - terreno in termini geotecnici.

In particolare, il **Capitolo 2** individua i principi fondamentali per la valutazione della sicurezza definendo altresì gli Stati Limite Ultimi (SLU) e gli Stati Limite di Esercizio (SLE) per i quali devono essere effettuate le opportune verifiche sulle opere: stato limite è la condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata.

Il **Capitolo 6** del D.M. 17/01/2018 tratta la progettazione geotecnica in chiave statica, *precisando che le scelte progettuali devono tener conto delle prestazioni attese delle opere, dei caratteri geologici del sito e delle condizioni ambientali. I risultati dello studio rivolto alla caratterizzazione e modellazione geologica, dedotti da specifiche indagini, devono essere esposti in una specifica relazione geologica di cui al § 6.2.1. Le analisi di progetto devono essere basate su modelli geotecnici dedotti da specifiche indagini definite dal progettista in base alla tipologia dell'opera o dell'intervento e alle previste modalità esecutive. Le scelte progettuali, il programma e i risultati delle indagini, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica di cui al § 6.2.2, unitamente alle analisi per il dimensionamento geotecnico delle opere e alla descrizione delle fasi e modalità costruttive devono essere illustrati in una specifica relazione geotecnica.*

Il **Capitolo 7** tratta infine sia la progettazione e la verifica delle opere in presenza di azioni sismiche, come definite nel **Capitolo 3**, sia i requisiti cui devono soddisfare i siti di costruzione e i terreni interagenti con le opere in presenza di tali azioni; viene definita la caratterizzazione geotecnica ai fini sismici e richiesta la risposta sismica nonché la stabilità del sito specificando, per ogni tipologia di opera, le verifiche da condurre.

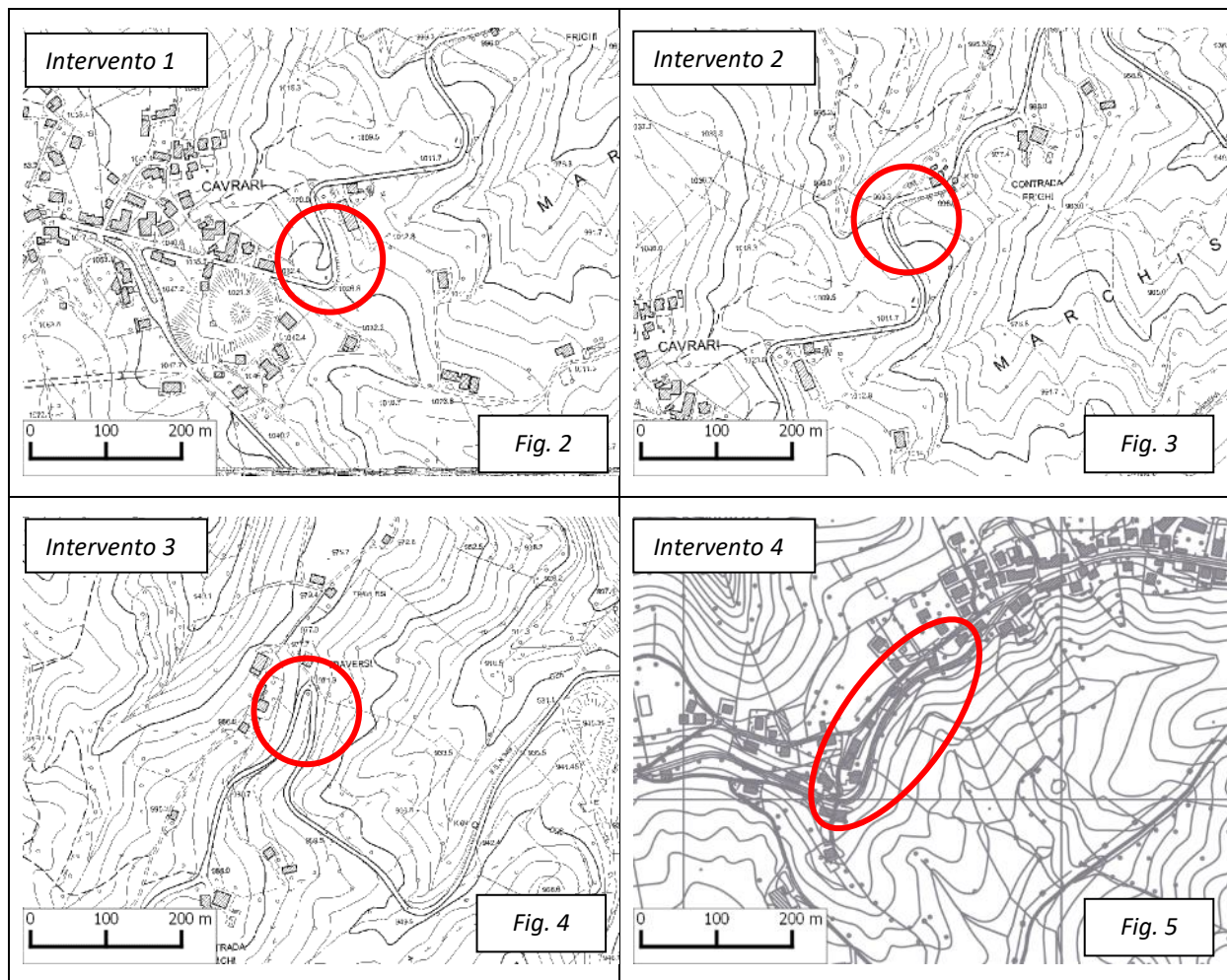
3. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

3.1. Ubicazione e caratteri geomorfologici principali

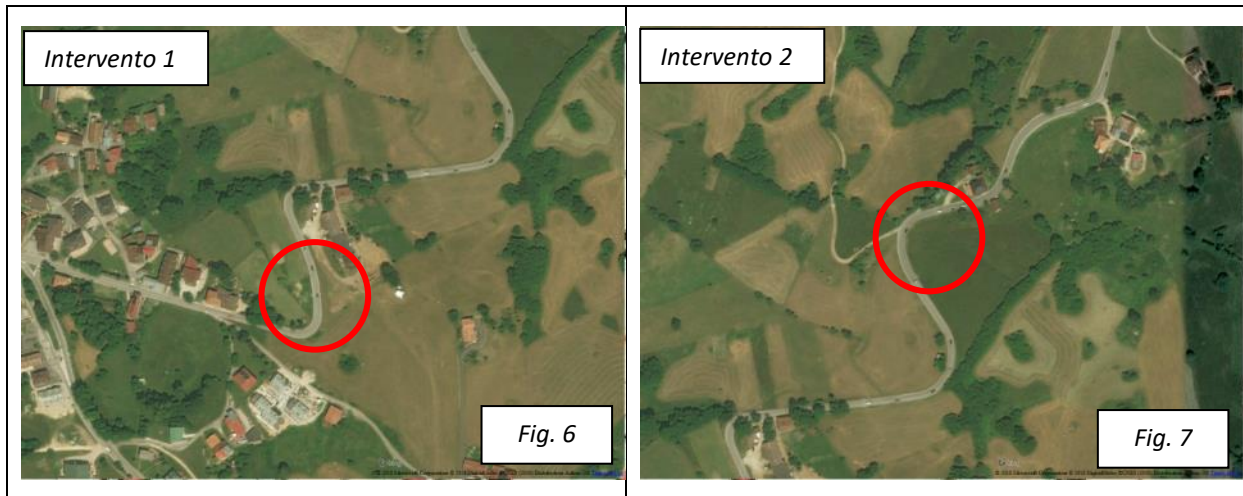
L'area d'intervento è ubicata in corrispondenza del settore centrale dell'Altopiano di Asiago: in particolare i quattro interventi sono dislocati nel tratto di strada che congiunge Tresche Conca con Canove di Roana (da Fig. 2 a Fig. 5 – Corografia alla scala 1:10.000, estratto da C.T.R. Sezioni n°082140 "Cesuna" e n°082100 "Roana").

I principali centri abitati nelle vicinanze sono rappresentati dai centri abitati di Tresche Conca e Canove di Roana. Si segnala inoltre la presenza del capoluogo comunale di Roana e del centro abitato di Cesuna.

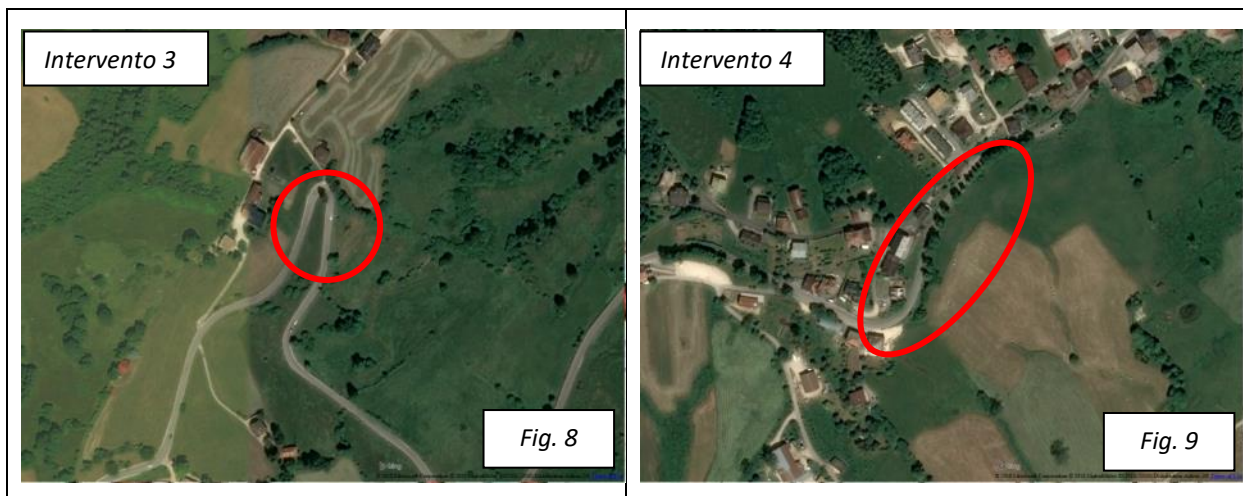
Il territorio si presenta scarsamente antropizzato, con le strutture concentrate in corrispondenza nei centri abitati dislocati su tutto l'altopiano e lungo le principali vie di comunicazione (da Fig. 6 a Fig. 9 – Ortofoto a colori, non in scala), e presenta ingenti settori adibiti a pascolo ed uso boschivo lungo tutto il tratto di strada oggetto della presente.



Dal punto di vista morfologico, il sito in studio è ubicato nella zona sommitale dell'altopiano di Asiago; le quote medie dei terreni sono comprese tra circa 950 e 1000 m s.l.m..



Relativamente all'idrografia di superficie, l'elemento di maggior spicco in questa porzione di altopiano è rappresentato dal Torrente Assa, che percorre la valle omonima a Nord del tratto di strato di strada oggetto della presente, e diviene immissario del Torrente Astico in corrispondenza delle pendici orientali dei rilievi in esame, presso l'abitato di Pedescala. Si segnala inoltre la presenza di corsi d'acqua che, per la maggior parte a carattere effimero, solcano l'altopiano immettendosi nel torrente sopra citato: tra questi si cita il Torrente Ghelpach.



Per quanto riguarda l'assetto geomorfologico si è fatto riferimento alla Carta delle Unità Geomorfologiche della Regione Veneto redatta alla scala 1:250000, di cui si riporta in Fig. 10 uno stralcio non in scala. Secondo tale cartografia, l'area in esame risulta posta in corrispondenza della fascia delle "Forme di denudazione", costituite da "Rilievi e altopiani prealpini della piattaforma strutturale carbonatica mesozoica".

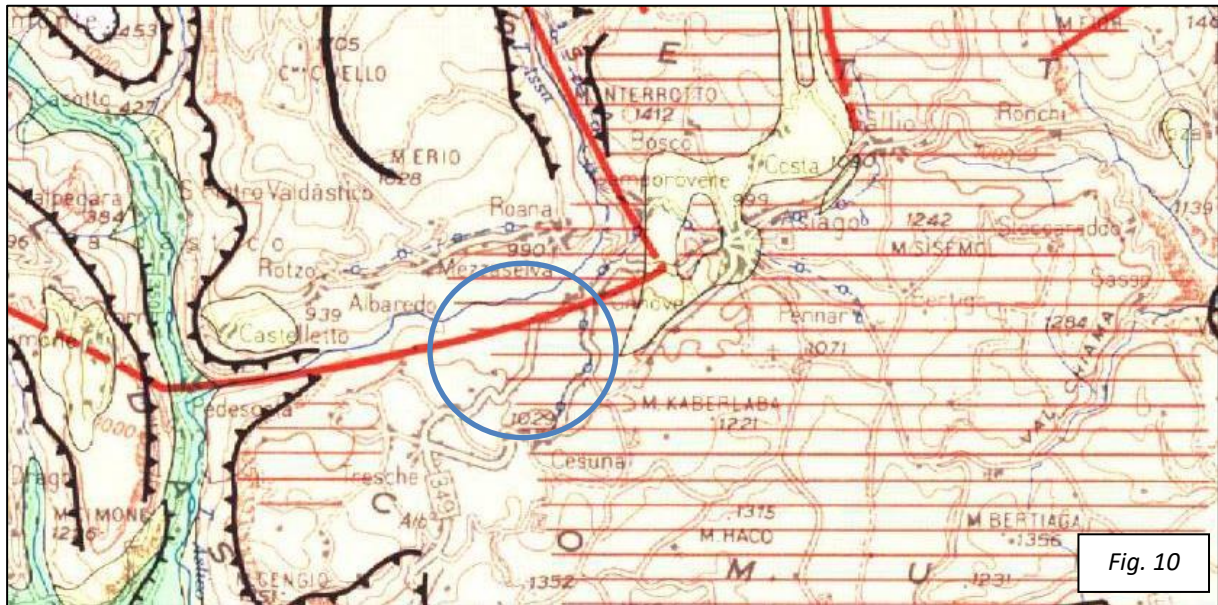


Fig. 10



Rilievi e altipiani pre-alpini della piattaforma strutturale carbonatica mesozoica modellati su rocce resistenti a prevalente morfologia glaciale e carsica (Garda, Lessini, Altopiano di Asiago, M. Grappa, Cansiglio).



Superfici di modellamento degli altipiani carsici con forme di dissoluzione (doline)

3.2. Stratigrafia ed Idrogeologia generale

FONTI: NOTE ILLUSTRATIVE DELLA CARTA GEOMORFOLOGICA DELLA PIANURA PADANA (A CURA DI) G.B. CASTIGLIONI & G.B. PELLEGRINI, COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO, TORINO, 2001/CARTA GEOLOGICA DEL VENETO, UNA STORIA DI CINQUECENTO MILIONI DI ANNI, S.E.L.C.A., FIRENZE; PAT DEL COMUNE DI ROANA (ELABORATI SCRITTI E CARTOGRAFICI)

Dal punto di vista geologico generale in questa zona delle Prealpi Venete affiora tutta la serie stratigrafica dal Giurassico Inferiore al Pliocene Superiore.

La successione stratigrafica, presente nei rilievi della zona di interesse, è costituita principalmente dalle formazioni sedimentarie calcaree mesozoiche e terziarie, parzialmente mascherate a ridosso delle morfologie più acclivi dai depositi quaternari, con spessori talvolta metrici. In particolare, nell'area in studio affiorano i seguenti termini litostratigrafici, dal più antico al più recente:

- *Calcarei grigi*, costituita da calcari oolitici e bioclastici, calcilutiti più o meno marnose di colore grigio (*Dogger inf. – Lias inf.*);
- *Rosso Ammonitico*, costituito da calcari nodulari rosati o rosso mattone con ammoniti (*Giurassico Sup.*);
- *Biancone/Maiolica*, rappresentato nell'area da calcari micritici di colore bianco avorio e grigio chiaro, a stratificazione media e sottile, a frattura concoide, con noduli di selce nera (*Turoniano - Barremiano*);
- *Scaglia rossa*, costituita da marne e marne calcaree di colore rosso, fogliettate con noduli e letti di selce (*Turoniano - Maastrichtiano*);
- *Formazione di Roana*, conglomerati di ghiaie grossolanamente stratificate con intercalazioni di ghiaie sabbiose e sabbie cementate (*Pleistocene inferiore*);
- *Depositi quaternari*, sono costituiti da detriti di falda, coltre eluviali e colluviali di alterazione delle rocce calcaree affioranti nei pressi dell'area in esame e depositi morenici; in corrispondenza delle valli sono rappresentati invece da depositi alluvionali grossolani.

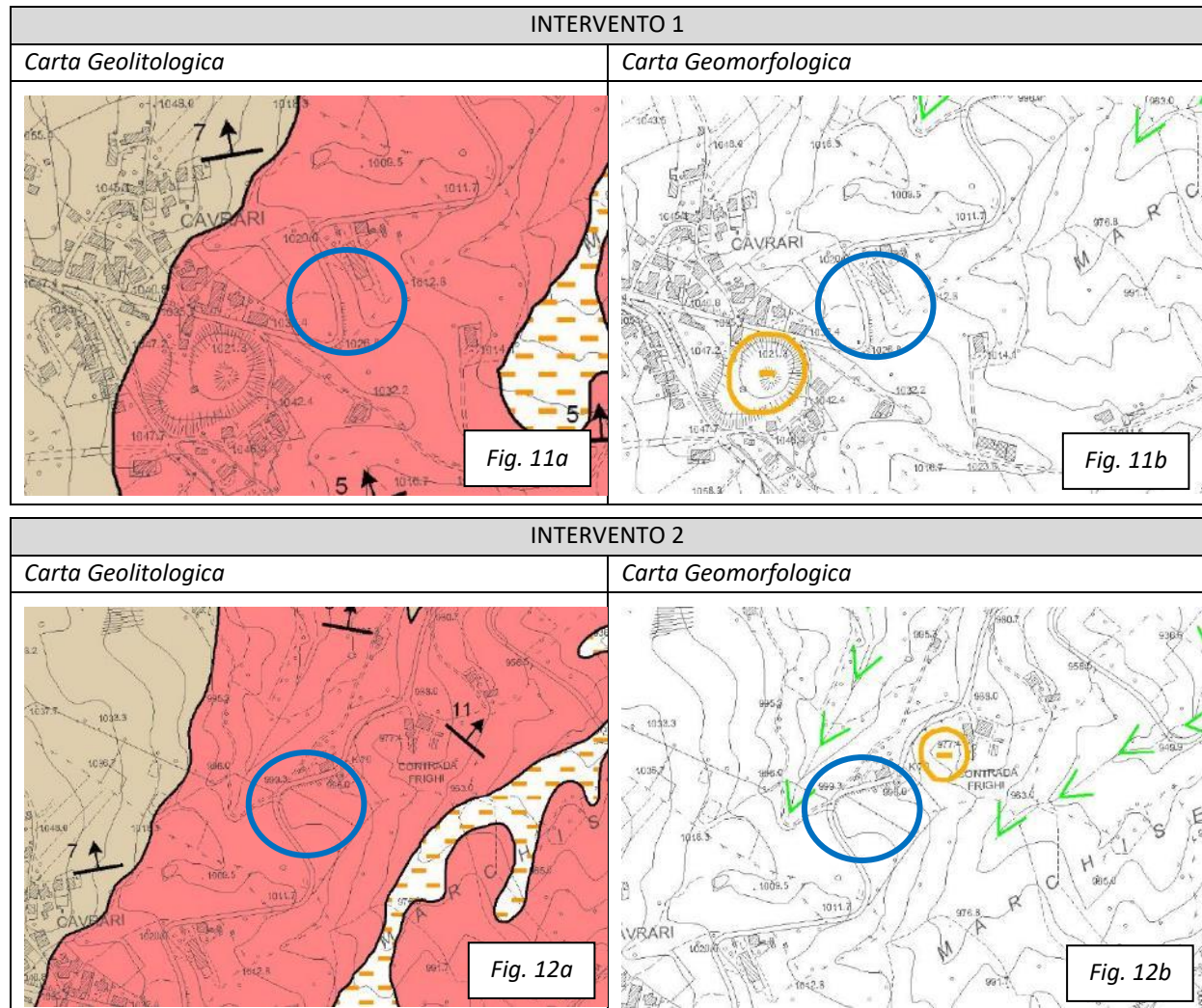
Il motivo tettonico dominante del territorio in esame è rappresentato dalla "piega a ginocchio" o "flessura pedemontana", il cui effetto più macroscopico dal punto di vista morfologico è dato dall'improvviso elevarsi

degli altipiani rispetto alla sottostante pianura, in corrispondenza dell'area in studio. Questa struttura è inoltre variamente intersecata e dislocata da fasci di faglie, con movimenti trascorrenti, in cui predominano le direzioni verso SudOvest. L'altopiano risulta strutturalmente confinato tra le due faglie principali della Valsugana a Nord e di Bassano – Valdobbiadene a Sud: il blocco dell'altopiano risulta così sollevato per espulsione di un cuneo delimitato da faglie coniugate divergenti.

La piega interessa tutta la successione stratigrafica: i Calcari Grigi riflettono l'andamento della struttura mentre i sovrastanti Rosso Ammonitico, Biancone e Scaglia Rossa sono interessati da rovesciamenti generali e, in particolare gli ultimi due sono complicati da numerose pieghe secondarie grandi da alcuni metri, fino a qualche decina, vergenti verso Sud e spesso fagliate

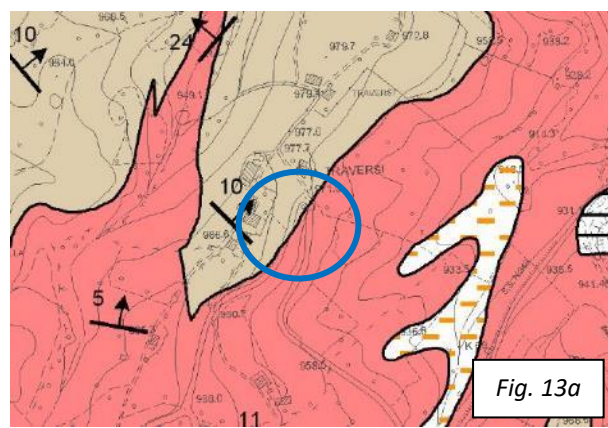
Depositi detritici si rinvenivano alle pendici dei rilievi, e ne ricoprono in parte i versanti: questi raggiungono spessori localmente notevoli, e sono rappresentati principalmente da depositi morenici, a testimonianza dell'azione dei ghiacciai e del loro successivo ritiro nell'ultima glaciazione.

In relazione all'aspetto litologico e geomorfologico è stato preso in considerazione il quadro conoscitivo redatto a corredo del Piano di Assetto Territoriale PAT del Comune di Roana, di cui si riportano di seguito gli estratti relativamente alla carta geologica e geomorfologica (da Fig. 11a a Fig. 14a – Estratto dalla Carta Geolitologica, non in scala; da Fig. 11b a Fig. 14b – Estratto dalla Carta Geomorfologica, non in scala).

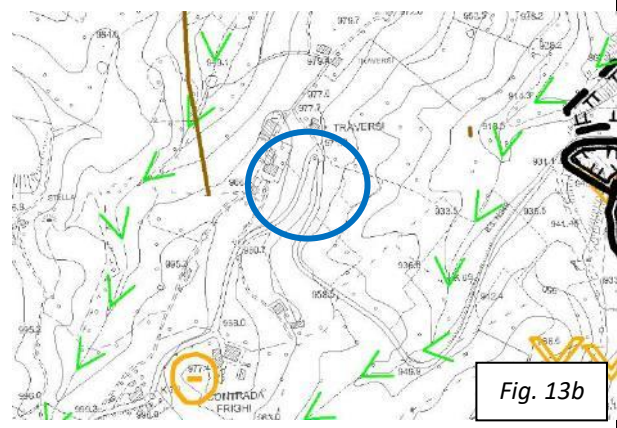


INTERVENTO 3

Carta Geolitologica



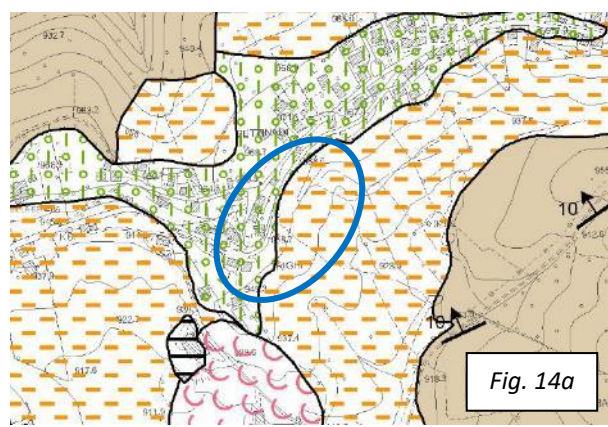
Carta Geomorfologica



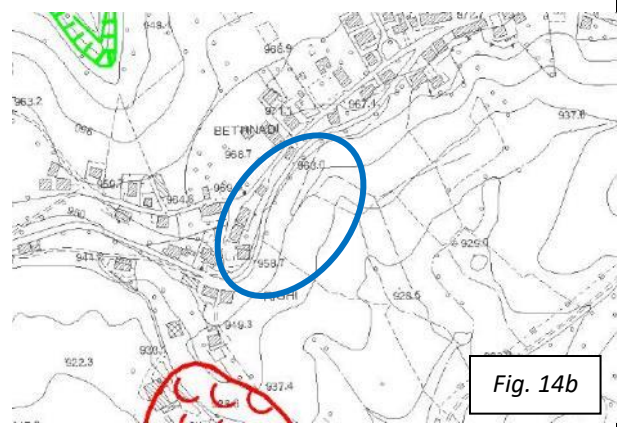
Dal punto di vista litologico, in corrispondenza dei primi tre interventi, i primi metri di sottosuolo dell'area interessata sono rappresentati da terreni definiti dal PAT come rocce compatte stratificate, con presenza subordinata di rocce tenere prevalenti con interstrati o bancate resistenti subordinati. In corrispondenza dell'intervento n.4, invece, si rinviene la presenza di materiali alluvionali granulari più o meno addensati e/o fluvioglaciali antichi terrazzati a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa. Nei tratti di versanti più acclivi, si rinviene inoltre la presenza di materiali della copertura detritica colluviale poco consolidati e costituiti da frazione limo-argillosa prevalente con subordinate inclusioni sabbioso-ghiaiose e/o blocchi lapidei. In relazione all'assetto geomorfologico, invece, il PAT non individua la presenza di alcun lineamento geomorfologico rilevante in corrispondenza di nessuno dei 4 interventi di progetto.

INTERVENTO 4

Carta Geolitologica



Carta Geomorfologica

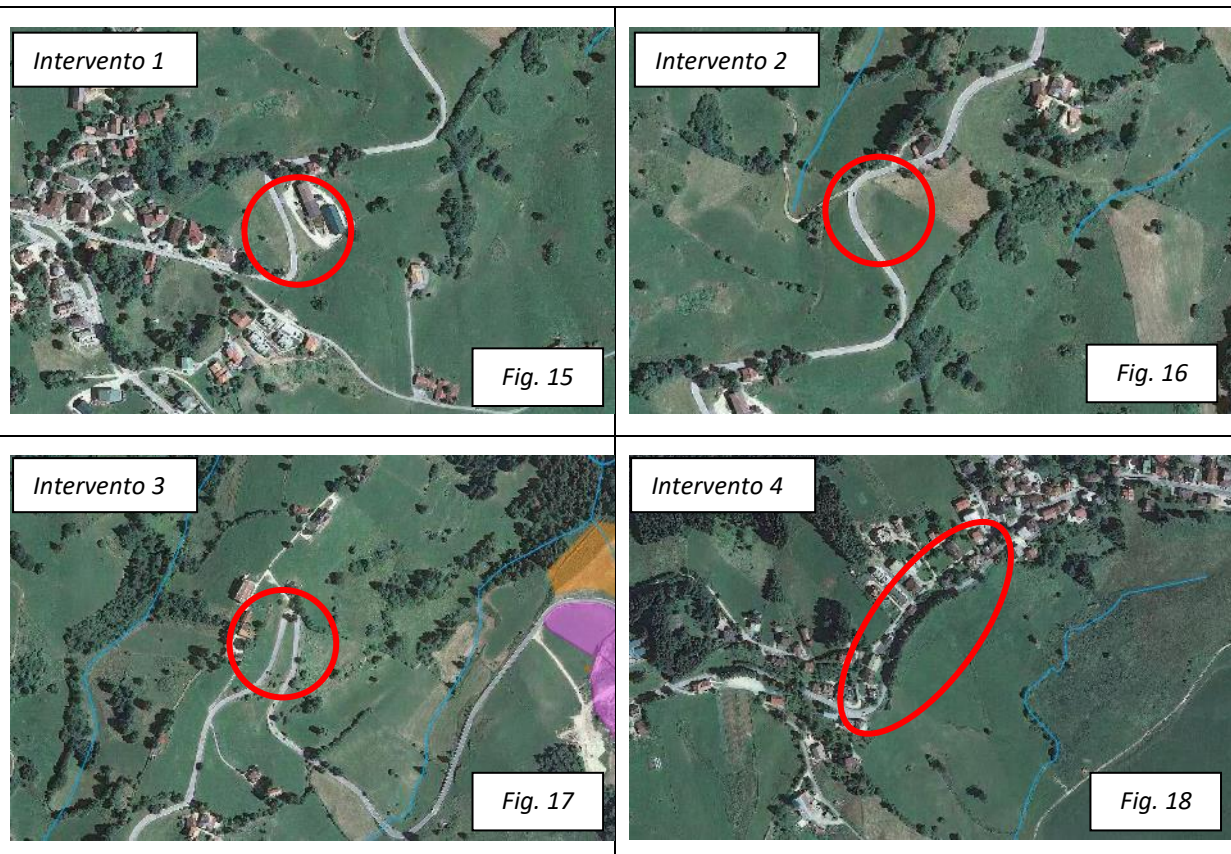


Dal punto di vista idrogeologico i rilievi in esame sono caratterizzati da una sistema di circolazione carsica profonda, in cui la falda idrica è contenuta nelle porosità per fratturazione dell'ammasso roccioso; l'alimentazione della stessa è garantita dalle infiltrazioni meteoriche che contribuiscono all'alimentazione dell'acquifero freatico indifferenziato contenuto a grande profondità.

3.3. Pericolosità geologica

Per una visione più completa delle condizioni geologiche ed idrauliche del territorio in esame per quanto riguarda la “Pericolosità geologica” si è tenuto conto della documentazione di pianificazione territoriale e specificatamente della Carta delle Fragilità (Tav. 2) del Piano Territoriale Provinciale di Coordinamento, PTCP, adottato dal Consiglio Provinciale in data 20 maggio 2010 e approvato con Del. Giunta Reg. 708 del 02/05/2012 (da Fig. 15 a Fig. 18 – Estratto da WEBGIS, Carta delle Fragilità, Portale Provincia di Vicenza).

In tale documento, dove si riportano sia le perimetrazioni del P.A.I. sia quella di Rischio definita dal Piano Provinciale di Emergenza di Protezione Civile, si evidenzia come l’area in oggetto non risulta compresa entro alcuna perimetrazione di pericolosità geologica.



- Dissesti geologici (Art.10)
 - Dissesti geologici difesa del suolo Provinciale (Art. 10)
- Dissesti geologici (Art.10) - Canali e con di valanga - Scarpare di degradazione
 - ~ Canali e con di valanga (Art.10)
 - ~ Scarpare di degradazione (Art.10)
- Dissesti geologici (Art.10) - Frana attiva e non attiva - Conoide alluvionale attiva
 - Frana attiva e non attiva (Art.10)
 - Conoide alluvionale non attiva (Art.10)
 - Conoide alluvionale attiva (Art.10)

- Pericolosità geologica PAI (Art.10)
 - P1
 - P2
 - P3
 - P4
 - Paleo frane PAI
- Frana attiva e non attiva (Art.10)
 - Frana attiva e non attiva (Art.10)

4. INDAGINE IN SITO

4.1. Premesse

Al fine di ottenere la caratterizzazione del sottosuolo interessato dalle future opere in progetto sono state eseguite alcune indagini geognostiche in sito. Vista la situazione geologica e morfologica locale evidenziata dal rilievo preliminare di campagna, e considerata la tipologia dell'intervento in oggetto, le prove sperimentali sono state condotte principalmente per riconoscere la natura e parametrizzare le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione delle opere edilizie.

È stata effettuata un'indagine sperimentale in sito, che ha richiesto:

- Esecuzione di **n°16 Prove Penetrometriche Dinamiche Medie (DPM)**, per la caratterizzazione e parametrizzazione stratigrafica e geotecnica del sottosuolo spinte fino alla profondità massima di 7,60 m dal p.c. locale;
- Esecuzione di **n°4 Prospezioni Sismiche Attive**, tramite la metodologia **MASW** (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) e **n°4 Prospezioni Sismiche Passive**, tramite la metodologia **Re.Mi** (*Refracted Microtremors*), per la caratterizzazione stratigrafica del sottosuolo e la valutazione della velocità delle onde sismiche Vs;
- Esecuzione di **n°7 Sismiche a Rifrazione**, per la ricostruzione della morfologia del substrato roccioso in sezione bidimensionale;
- Esecuzione di **n°17 Prospezioni Geofisiche**, tramite la metodologia **HVSR** (Metodo di Nakamura) con la strumentazione Tromino®, per la verifica della frequenza di risonanza caratteristica del terreno, la valutazione della velocità delle onde sismiche Vs e l'attribuzione della categoria di suolo di fondazione (rif: O.P.C.M n°3274 20/03/2003 e suc.mod. - D.M 14/09/2005);
- Esecuzione di **n°3 Stendimenti di Tomografia Elettrica in Corrente Continua (ERT)** per l'investigazione del sottosuolo, al fine di ottenere informazioni utili sulla stratigrafia locale dell'area;

Le prove di campagna sono state ubicate in prossimità delle opere in progetto, tenendo in considerazione le condizioni logistiche e di accessibilità dei vari interventi; l'ubicazione delle indagini per ciascuno dei quattro interventi è riportata in Allegato (da Tavola 1a a Tavola 1d – *Planimetrie e sezioni geologiche interpretative*).

4.2. Descrizione della strumentazione utilizzata

Strumentazione penetrometrica

FONTE: FERRUCCIO CESTARI, PROVE GEOTECNICHE IN SITO, GEO-GRAPH S.N.C., SEGRATE, 1996

Il test penetrometrico dinamico consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica, tramite la battuta da altezza prefissata di un maglio di peso standard; durante la percussione vengono misurati i colpi necessari alla penetrazione della punta per una lunghezza prefissata. Per quanto riguarda le prove penetrometriche dinamiche è stato usato un tipo di sonda del tipo "**Penetrometro Medio**" (DPM), che ha il maglio di massa 30 kg e viene misurato il numero di colpi necessario all'infissione ogni 10 cm. La strumentazione utilizzata è ampiamente standardizzata ed i risultati sono facilmente correlabili alla prova **SPT** (*Standard Penetration Test*), eseguita in foro di sondaggio e similare per modalità, da cui è possibile ricavare i parametri geotecnici necessari a caratterizzare i terreni di natura prevalentemente granulare e subordinatamente coesivi.



Anche in questo caso, come per tutta l'attrezzatura geognostica utilizzata dagli scriventi, le specifiche tecniche delle strumentazioni e le modalità esecutive sono codificate da precise norme internazionali, unitamente alle modalità di interpretazione dei dati quantitativi (rif: *Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche - AGI 1977*). Nello specifico per la caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione sono stati utilizzati i risultati delle Prove DPM, correlate alla Standard Penetration Test (SPT), eseguite in corrispondenza delle future opere di fondazione, secondo le modalità prima esposte.

Attraverso l'energia specifica per colpo, nelle prove DPM è possibile inoltre calcolare la *Resistenza Dinamica* alla penetrazione di punta (**Rpd** in kg/cm²), che è funzione del numero di colpi N; a tal scopo si utilizza la correlazione nota come "*Formula degli Olandesi*", espressa come segue:

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

Rpd = Resistenza Dinamica alla punta

A = area punta

e = infissione per colpo = ξ/N

M = peso massa battente

P = peso totale aste e sistema di battuta

H = altezza di caduta

Un'ampia casistica internazionale ha permesso inoltre di ottenere delle relazioni empiriche che legano i valori rilevati con i valori della capacità portante e, soprattutto in questo caso, con i valori di coesione o di angolo d'attrito del terreno attraversato. Nello specifico è stato utilizzato un Penetrometro Dinamico Medio con gruppo sonda a rotazione montato su carro cingolato.

Tecnica HVSR

FONTE: AKI K., A NOTE ON THE USE OF MICROSEISMS IN DETERMINING THE SHALLOW STRUCTURES OF THE EARTH'S CRUST, GEOPHYSICS, 1964

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un tromometro digitale della ditta Micromed S.r.L modello "*Tromino*" che rappresenta la nuova generazione di strumenti ultra-leggeri e ultra-compatti in alta risoluzione adatti a tali misurazioni. Lo strumento racchiude al suo interno tre velocimetri elettrodinamici ortogonali tra loro ad alta definizione con intervallo di frequenza compreso tra 0.1 e 256 Hz. Questa tecnica di sismica passiva (tecnica dei rapporti spettrali o HVSR, Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è totalmente non invasiva.

I risultati che si possono ottenere da una registrazione sono:

- la frequenza caratteristica di risonanza del sito: si dovranno adottare adeguate precauzioni nell'edificare edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericolosi per la stabilità degli stessi;
- la frequenza fondamentale di risonanza di un edificio: da confrontare con quella caratteristica del sito e capire se in caso di sisma la struttura potrà essere o meno a rischio;
- la velocità media delle onde di taglio Vs: per l'affidabilità del risultato, è necessario conoscere la profondità di un riflettore noto dalla stratigrafia (prova penetrometrica, sondaggio, ecc.) e riconoscibile nella curva H/V. Sarà quindi possibile calcolare la Vs30 e la relativa categoria del suolo di fondazione;
- la stratigrafia del sottosuolo ogni strato riconosciuto è inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto d'impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

Le basi teoriche della tecnica HVSR si rifanno in parte alla sismica tradizionale (riflessione, rifrazione, diffrazione) e in parte alla teoria dei microtremori. La forma di un'onda registrata in un sito x da uno strumento è data dalla seguente equazione:

$$\text{segnale registrazione al sito } x = \text{sorgente} * \text{effetti di percorso} * \text{funzione trasferimento strumento}$$

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre (microtremore); nel tragitto dalla sorgente s al sito x le onde elastiche (sia di terremoto che microtremore) subiscono riflessioni, rifrazioni, intrappolamenti per fenomeni di guida d'onda, attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato.

La teoria dei rapporti spettrali o, semplicemente, HVSR che è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali dei sottosuoli.

Per la determinazione delle velocità delle onde di taglio si utilizza un codice di calcolo appositamente creato per interpretare i rapporti spettrali (HVSR) basati sulla simulazione del campo d'onde di superficie (Rayleigh e Love) in sistemi multistrato a strati piani e paralleli secondo la teoria descritta in AKI (1964) e Ben-Menahem e Singh (1981). Operativamente si costruisce un modello teorico HVSR avente tante discontinuità sismiche quante sono le discontinuità evidenziate dalla registrazione eseguita. Successivamente, tramite uno specifico algoritmo, si cercherà di adattare la curva teorica a quella sperimentale; in questo modo si otterranno gli spessori dei sismostrati con la relativa velocità delle onde Vs.

Strumentazione sismica

La strumentazione sismica utilizzata è costituita da:

n°	Strumentazione	Caratteristiche
1	Unità di acquisizione dati	Sismografo a 24 canali PASI (mod. 16S24P). Il sistema è in grado di convertire in digitale e registrare su memoria il segnale proveniente da ciascun sistema di ricezione.
12	Geofoni verticali	Rappresentano il sistema di ricezione. Ciascun geofono possiede frequenza propria.
1	Sistema di trigger	Consiste in un circuito elettrico che produce un impulso inviato ad un sensore collegato al sistema di acquisizione dati, e permette di individuare e visualizzare l'istante in cui la sorgente viene attivata, ovvero di fissare l'inizio della registrazione.
1	Sistema di energizzazione	Energizzatore Sismico Isotta (ESI), brevettato per energizzare il suolo nell'ambito delle indagini geofisiche mediante esplosione.

I geofoni sono connessi tra di loro ed all'unità di acquisizione mediante cavo sismico.

Nel corso delle indagini in sito sono stati realizzati n.7 stendimenti sismici, così distribuiti: 1 stendimento sismico in corrispondenza dell'intervento n.1, 1 stendimento sismico in corrispondenza dell'intervento n.2, n.2 stendimenti sismici in corrispondenza dell'intervento n.3 e n.3 stendimenti sismici in corrispondenza dell'intervento n.4.

La configurazione geometrica dello stendimento sismico non è stata mantenuta standard nel corso delle acquisizioni, ma è stata adattata sia tenendo conto dei volumi di terreno da caratterizzare sia soprattutto in considerazione delle condizioni logistiche dei vari interventi. Nella tabella sottostante si riporta la configurazione geometrica (distanza tra ciascun geofono, detta interdistanza geofonica) per ciascuno degli stendimenti sismici effettuati, e le acquisizioni eseguite lungo ciascuno di questi:

Geol. RIMSKY VALVASSORI – Studio di Geologia Tecnica

✉ 36100 VICENZA – Via dell'Oreficeria, 30/L

☎: 0444.340136 - 📠: 0444.809179 - Ordine dei Geologi del Veneto n°507

C.F. VLVRSK71H02A794P - P. IVA 02662110242

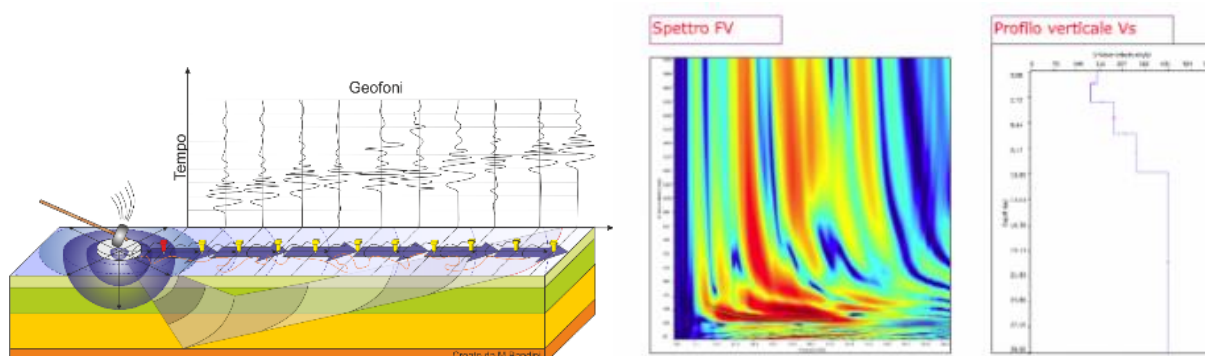
💻: info@studiogeosistemi.it – http://www.studiogeosistemi.it – 📞 335.8154346

Acquisizione	Interdistanza geofonica (m)	Acquisizioni
Intervento 1 – R7	4	Sismica a rifrazione, MASW, Re.Mi.
Intervento 2 – R6	3	Sismica a rifrazione, MASW, Re.Mi.
Intervento 3 – R5	4	Sismica a rifrazione, MASW, Re.Mi.
Intervento 3 – R4	3	Sismica a rifrazione
Intervento 4 – R3	5	Sismica a rifrazione
Intervento 4 – R2	3	Sismica a rifrazione, MASW, Re.Mi.
Intervento 4 – R1	4	Sismica a rifrazione

MASW

Il metodo MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*), messo a punto nel 1999 da ricercatori del Kansas Geological Survey (*Park et al., 1999*) permette di determinare in modo dettagliato l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio (o onde S) in funzione della profondità attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali o di Rayleigh. Il metodo di indagine MASW si distingue in "attivo" e "passivo" (*Zywicki, 1999; Park e Miller, 2006; Roma, 2006*).

Nel caso specifico, è stato utilizzato il metodo attivo, che consente di ottenere una curva di dispersione nel range di frequenza compreso tra 10 e 40 Hz e fornisce informazioni sulla parte più superficiale di sottosuolo (fino a circa 20-30 m di profondità, in funzione della rigidità del suolo): l'analisi delle onde superficiali è stata eseguita utilizzando la strumentazione classica (*in figura*).



L'acquisizione è avvenuta per mezzo della strumentazione sopra descritta. Per aumentare il rapporto segnale/rumore si è proceduto alla somma di 3 energizzazioni (processo di *stacking*).

Infine, per una corretta acquisizione, sono stati utilizzati un tempo di campionamento pari a 250 μ s ed una durata di campionamento di 512 ms.

Re.Mi

L'acquisizione di tipo Re.Mi è una derivazione delle tecniche SASW (*Spectral Analysis of Surface Waves*) e MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*): tali tecniche si basano sull'elaborazione delle proprietà spettrali delle onde di superficie (onde di Rayleigh o pseudo-Rayleigh) per la costruzione di un modello verticale di velocità di propagazione delle onde di taglio.

Il metodo Re.Mi combina la semplicità operativa del SASW con l'elevata risoluzione nei terreni più superficiali propria del MASW.

I microtremori vengono generalmente registrati mediante uno stendimento lineare da 12 o più geofoni a bassa frequenza, senza la necessità di dover operare con un sorgente attiva. I dati vengono acquisiti mediante la

classica strumentazione impiegata per le acquisizioni a rifrazione. Generalmente si impiegano geofoni con frequenza variabile da 4 a 14 Hz e tempi di registrazione di 15-30 s.

Il rumore registrato viene convertito dal dominio x-t al dominio f-k nel quale viene rappresentato lo spettro di potenza delle onde di superficie ed individuata la curva di dispersione.

In corrispondenza degli stendimenti sismici Re.Mi (gli stessi utilizzati per le MASW) sono state acquisite 20 sessioni di registrazione, ciascuna della durata di 32 secondi circa, con controllo in tempo reale dei dati. I dati di scarsa qualità oppure quelli caratterizzati dalla presenza di rumore polarizzato sono stati scartati direttamente in campo. Le singole sessioni di registrazione sono state quindi aggregate andando a costituire uno spettro medio.

Infine, per una corretta acquisizione, sono stati utilizzati un tempo di campionamento pari a 1 μ s ed una durata di campionamento di 32768 ms.

Sismica a rifrazione

Il metodo sismico a rifrazione si basa sul concetto della bi-rifrazione delle onde elastiche a seguito del fronte d'onda conico. Le onde analizzate da questa tecnica, pertanto, sono quelle bi-rifratte, cioè quelle che giungono alla superficie di separazione con un angolo di incidenza critico (secondo la legge di Snell) e che quindi vengono rifratte con un angolo di 90° propagandosi parallelamente alla superficie rifrangente e venendo nuovamente rifratte verso la superficie con lo stesso angolo d'incidenza. I contrasti di proprietà possono essere legati a cause stratigrafiche, strutturali, idrogeologiche.

Il metodo sismico a rifrazione si basa sulla misura dei tempi di primo arrivo delle onde sismiche generate in superficie da una sorgente sismica e captate da ricevitori (geofoni), posti anch'essi in superficie e disposti su un allineamento a diverse distanze dalla sorgente. I tempi di primo arrivo, correlati alle diverse distanze sorgente-ricevitore, permettono la stima (calcolo) delle geometrie del sottosuolo (topografia o disposizione morfologica delle interfacce) e delle velocità di propagazione delle onde sismiche.

Nel caso specifico, la strumentazione utilizzata è quella sopra descritta: il terreno è stato energizzato con energizzatore sismico, e la configurazione geometrica dello stendimento sismico è la medesima utilizzata per le acquisizioni MASW e Re.Mi. Gli spari sono stati effettuati in punti ben precisi lungo gli stendimenti stessi: due scoppi simmetrici posti agli estremi dello stendimento (esterni ai geofoni 1 e 12), due scoppi interni allo stendimento (il primo ubicato tra i geofoni 3 e 4, il secondo tra i geofoni 9 e 10) ed uno scoppio ubicato al centro dello stendimento (tra i geofoni 6 e 7). Per aumentare il rapporto segnale/rumore si è proceduto alla somma di più energizzazioni (processo di *stacking*).

Infine, per una corretta acquisizione, sono stati utilizzati un tempo di campionamento pari a 250 μ s ed una durata di campionamento di 512 ms.

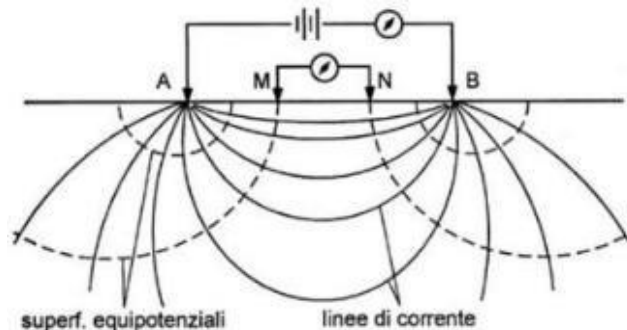
Tomografia elettrica

Le prospezioni geoelettriche di resistività si basano sugli effetti sotterranei di una corrente elettrica, rilevabili in superficie attraverso misure di differenza di potenziale o intensità di corrente. Con il metodo della Resistività viene immessa nel sottosuolo una corrente elettrica che determina una differenza di potenziale e condizione fondamentale perché il metodo risulti efficace è che esista o sia elevato il contrasto di resistività tra gli oggetti dell'indagine.

La strumentazione impiegata per l'esecuzione dei profili ERT consiste in un georesistivimetro a 72 elettrodi IRIS Syscal PRO.



Il sistema integra un'unità di energizzazione (capace di una tensione massima di 800 V), una matrice di commutazione per l'indirizzamento dei quadripoli elettrodi, un canale di lettura e un'unità di misura delle tensioni e delle correnti.



Il metodo geo- elettrico consiste in una determinazione sperimentale della distribuzione di resistività (ρ) nel sottosuolo effettuando delle misure dalla superficie. Le misure di resistività vengono effettuate iniettando una corrente elettrica nel terreno mediante una coppia di elettrodi (generalmente indicati con A e B) e sulla misura dei potenziali elettrici attraverso una seconda coppia di elettrodi, generalmente indicati come M ed N. Dall'intensità della corrente (I) e della tensione (V) è possibile calcolare il valore della resistività apparente (ρ_a) secondo la (1):

$$\rho_a = \frac{KV}{I} \quad (1)$$

dove K è il fattore geometrico che dipende dalla disposizione spaziale del quadripolo di misura. I georesistivimetri misurano generalmente un valore di resistenza $R = V/I$ dal quale si calcola la resistività apparente come:

$$\rho_a = K \cdot R \quad (2)$$

La resistività così ottenuta non è la vera resistività del sottosuolo ma un valore apparente definito come la resistività di un terreno omogeneo che darà lo stesso valore di resistenza per la medesima disposizione del quadripolo. La relazione tra la resistività apparente e la resistività vera è di tipo complesso. La resistività reale fornisce elementi utili per l'individuazione della natura dei litotipi investigati. Il valore di tale parametro dipende dalla composizione mineralogica dei terreni, dalla presenza di eventuali fluidi di saturazione, dalla temperatura, dalla porosità e dal grado di cementazione.

Per determinare la vera resistività è necessario applicare un processo di inversione alle misure di resistività apparente. La distribuzione ed il numero dei punti di misura nel sottosuolo è in stretta dipendenza con le geometrie del quadripolo base e con le combinazioni del quadripolo base programmate nella sequenza di misura.

Il concetto di inversione in geofisica equivale alla costruzione di un modello fisico che generi un responso simile a quello delle misure. Questo modello sarà costituito da una serie di parametri che sono le quantità fisiche che noi vogliamo stimare dai nostri dati. Il responso del modello altro non è che un dato sintetico calcolato per un certo insieme di questi parametri. In generale tutte le tecniche di inversione tentano di determinare un modello del sottosuolo il cui responso sintetico sia simile ai dati misurati e che sia soggetto a certi requisiti. Nel caso delle tomografie elettriche i parametri del modello sono i valori di resistività delle celle del modello stesso, mentre i dati sono le misure di resistività apparente.

La relazione matematica tra parametri del modello e responso del modello si ottiene mediante tecniche di calcolo numerico basate su codici alle differenze o agli elementi finiti. In tutte le tecniche di ottimizzazione, il

modello iniziale viene modificato in modo iterativo affinché le differenze tra il responso del modello ed i dati misurati siano progressivamente ridotte.

Dal punto di vista operativo le indagini geoelettriche si svolgono mediante la predisposizione di stendimenti composti da una serie di elettrodi (picchetti) in acciaio a spaziatura variabile.

La lunghezza dello stendimento determina la profondità di investigazione (più lungo è lo stendimento maggiore è la profondità di indagine).

La spaziatura interelettrodica determina invece la risoluzione dell'indagine (con spaziatura pari a 1 m è possibile identificare oggetti di dimensioni dell'ordine dei 0.5-1.0 m).

Tutti gli elettrodi sono collegati mediante un apposito cavo multiconduttore allo strumento di acquisizione. Il Georesistivimetro lavora assegnando agli elettrodi una corrente alternata e registrando i valori di differenza di potenziale e di intensità di corrente per ciascun quadripolo di misurazione.

Nel corso di realizzazione di un'indagine geoelettrica vengono acquisiti molteplici quadripoli di misurazione mediante una sequenza definita dall'operatore in funzione della profondità e del dettaglio richiesto.

Tra le configurazioni più utilizzate vi sono: Wenner, Wenner-Schlumberger, Dipolo-Dipolo, Polo-Polo, Polo-Dipolo.

Prima di iniziare ogni acquisizione delle resistività apparenti per ogni lettura della configurazione scelta, il georesistivimetro esegue sul terreno, mediante la distribuzione degli elettrodi con i cavi di collegamento, i controlli delle resistenze di presa su ogni elettrodo e l'eliminazione dei potenziali spontanei. I files raccolti vengono poi scaricati dal georesistivimetro tramite porta USB e trasferiti al notebook per essere elaborati con software ErtLab.

Nello specifico, per le prospezioni tomografiche è stato impiegato il georesistivimetro multi elettrodico di ultima generazione IRIS Syscal Pro. Lo strumento lavora assegnando agli elettrodi una corrente alternata (ampiezza, frequenza e fase modificabile dall'utente) permettendo di programmare le sequenze di misure desiderate direttamente in campagna in funzione della profondità e del dettaglio richiesto.

Nel caso in esame, sono stati realizzati tre stendimenti multielettrodici per l'acquisizione dei dati di resistività con configurazione Dipolo-Dipolo al fine di conseguire il massimo dettaglio in relazione alle caratteristiche del sottosuolo e la profondità ottimale d'indagine dal piano campagna. Gli stendimenti ERT sono stati acquisiti con spaziatura tra ogni coppia di elettrodi compresa tra 1 m e 2.5 m.

La sequenza di misura dipolo-dipolo ha permesso di misurare più di 4500 quadripoli per ciascuna acquisizione. Le sequenze di acquisizione utilizzate hanno sempre consentito di mappare il sottosuolo ad una profondità maggiore a quella di interesse.

Per l'ubicazione degli stendimenti ERT 3D si rimanda alle tavole allegate.

5. MODELLO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO LOCALE

5.1. Modello geologico

La stratigrafia del terreno del lotto in esame è stata ottenuta, per quanto riguarda i primi metri, indirettamente dall'interpretazione delle prove penetrometriche dinamiche e, più in profondità, dalle indagini sismiche.

L'area interessata dagli interventi in progetto si estende nel tratto stradale che collega Tresche Conca a Canove di Roana: pertanto, in considerazione della notevole estensione dell'area di interesse, è stato realizzato un modello stratigrafico specifico per ciascuno dei quattro interventi in progetto.

5.1.1. Intervento n.1

In corrispondenza dell'intervento n.1 sono state eseguite n.3 prove penetrometriche dinamiche (DPM14, DPM15, DPM16), n.3 Prospezioni Geofisiche (HVS1A, HVS1B, HVS1C), n.1 MASW, n.1 Re.Mi e n.1 Sismica a Rifrazione. Le prove geognostiche effettuate in corrispondenza dell'area di indagine evidenziano superficialmente, e fino alla profondità massima di 1,40 m dal p.c. locale, la presenza di coltre detritica in matrice limoso argillosa, con presenza di clasti grossolani. Al di sotto di questo primo orizzonte, e fino alla profondità massima di 3,20 m dal p.c. locale, è stata individuata la presenza di detrito di versante grossolano. Successivamente, al di sotto di questo orizzonte detritico e fino alla massima profondità indagata, è stata riscontrata la presenza di un substrato roccioso calcareo fortemente alterato e fratturato.

Nello specifico, è possibile individuare un modello schematico in cui si riconoscono i seguenti orizzonti stratigrafici in corrispondenza dell'area di indagine, con profondità riferita al piano campagna locale:

Profondità (m)	Litologia correlata	Orizzonte
0,00 – 1,20 / 1,40	Coltre detritica	A
1,20 / 1,40 – 2,40 / 3,20	Detrito di versante grossolano	B
2,40 / 3,20 – ...	Substrato roccioso calcareo fortemente alterato e fratturato	C

5.1.2. Intervento n.2

In corrispondenza dell'intervento n.2 sono state eseguite n.3 prove penetrometriche dinamiche (DPM11, DPM12, DPM13), n.2 Prospezioni Geofisiche (HVS2A, HVS2B), n.1 MASW, n.1 Re.Mi e n.1 Sismica a Rifrazione. Le prove geognostiche effettuate in corrispondenza dell'area di indagine evidenziano superficialmente, e fino alla profondità massima di 7,50 m dal p.c. locale, la presenza di coltre detritica in matrice limoso argillosa, con presenza di clasti grossolani. Al di sotto di questo primo orizzonte, e fino alla massima profondità indagata, è stata riscontrata la presenza di un substrato roccioso calcareo fortemente alterato e fratturato. Si segnala la presenza di un modesto dissesto in corrispondenza della scarpata di valle, come segnalato nella TAV. 2.

Nello specifico, è possibile individuare un modello schematico in cui si riconoscono i seguenti orizzonti stratigrafici in corrispondenza dell'area di indagine, con profondità riferita al piano campagna locale:

Profondità (m)		Litologia correlata	Orizzonte
DPM12	DPM11, DPM13		
0,00 – 7,50	0,00–0,80/2,60	Coltre detritica	A
7,50 – ...	0,80/2,60 - ...	Substrato roccioso calcareo fortemente alterato e fratturato	C

5.1.3. Intervento n.3

In corrispondenza dell'intervento n.3 sono state eseguite n.3 prove penetrometriche dinamiche (DPM8, DPM9, DPM10), n.6 Prospezioni Geofisiche (da HVSR3A a HVSR3F), n.2 MASW, n.2 Re.Mi e n.2 Sismiche a Rifrazione.

In corrispondenza dell'intervento n.3 le prove penetrometriche DPM8 e DPM9 sono state spinte rispettivamente fino alla profondità massima di 6,80 e 6,40 m dal p.c. locale, senza rinvenire la presenza del substrato roccioso. In corrispondenza di tali verticali, le indagini sismiche hanno individuato la presenza di quest'ultimo ad una profondità compresa tra circa 8 e 10 m dal p.c. locale.

La prova penetrometrica DPM9, invece, evidenzia superficialmente, e fino alla profondità massima di 1,50 m dal p.c. locale, la presenza di coltre detritica in matrice limoso argillosa, con presenza di clasti grossolani. Al di sotto di questo primo orizzonte, e fino alla profondità massima di 2,20 m dal p.c. locale, è stata individuata la presenza di detrito di versante grossolano. Successivamente, al di sotto di questo orizzonte detritico e fino alla massima profondità indagata, è stata riscontrata la presenza di un substrato roccioso calcareo fortemente alterato e fratturato.

Nello specifico, è possibile individuare un modello schematico in cui si riconoscono i seguenti orizzonti stratigrafici in corrispondenza dell'area di indagine, con profondità riferita al piano campagna locale:

Profondità (m)		Litologia correlata	Orizzonte
DPM8, DPM10	DPM9		
0,00–3,20/6,60	0,00 – 1,50	Coltre detritica	A
3,20 / 6,60 – ...	1,50 - 2,20	Detrito di versante grossolano	B
-	2,20 - ...	Substrato roccioso calcareo fortemente alterato e fratturato	C

5.1.4. Intervento n.4

In corrispondenza dell'intervento n.1 sono state eseguite n.7 prove penetrometriche dinamiche (da DPM1 a DPM7), n.6 Prospezioni Geofisiche (da HVSR3A a HVSR3F), n.3 MASW, n.3 Re.Mi, n.3 Sismica a Rifrazione e n°3 Stendimenti di Tomografia Elettrica in Corrente Continua.

Le prove penetrometriche DPM1, DPM2, DPM3 e DPM4 evidenziano superficialmente, e fino ad una profondità variabile da 0,70 a 2,40 m dal p.c. locale, la presenza di coltre detritica in matrice limoso argillosa, con presenza di clasti grossolani. Al di sotto di questo primo orizzonte, e fino alla massima profondità indagata, è stata riscontrata la presenza di un substrato roccioso calcareo fortemente alterato e fratturato.

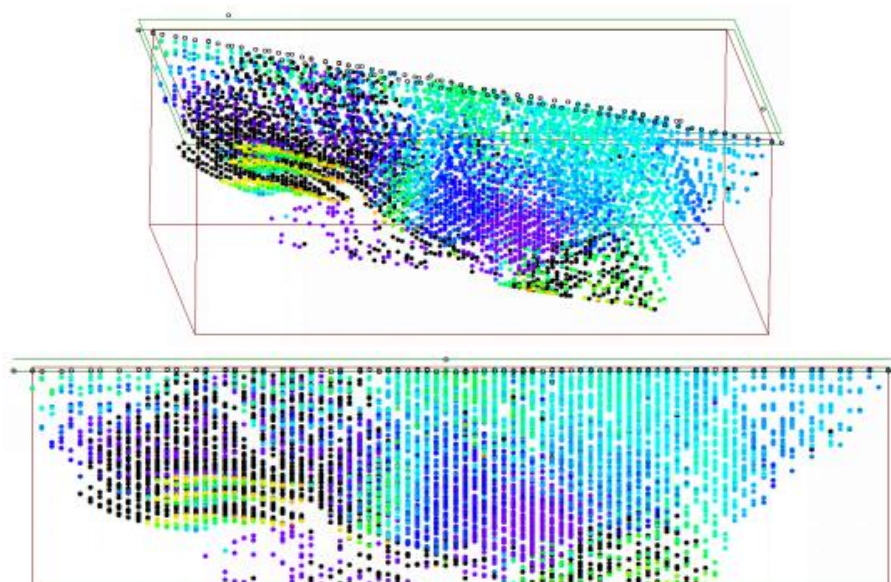
Le prove penetrometriche dinamiche DPM5 e DPM6 evidenziano superficialmente, e fino alla profondità massima di 1,70 m dal p.c. locale, la presenza di coltre detritica in matrice limoso argillosa, con presenza di clasti grossolani. Al di sotto di questo primo orizzonte, e fino alla profondità massima di 2,30 m dal p.c. locale, è stata individuata la presenza di detrito di versante grossolano. Successivamente, al di sotto di questo orizzonte detritico e fino alla massima profondità indagata, è stata riscontrata la presenza di un substrato roccioso calcareo fortemente alterato e fratturato. La prova penetrometrica dinamica DPM7, infine, è stata spinta fino alla profondità massima di 5,80 m dal p.c. locale, senza rinvenire la presenza del substrato roccioso. In corrispondenza di tale verticale, le indagini sismiche hanno individuato la presenza di quest'ultimo ad una profondità di circa 7 m dal p.c. locale.

Nello specifico, è possibile individuare un modello schematico in cui si riconoscono i seguenti orizzonti stratigrafici in corrispondenza dell'area di indagine, con profondità riferita al piano campagna locale:

Profondità (m)		Litologia correlata	Orizzonte
DPM1, DPM2, DPM3, DPM4	DPM5, DPM6		
0,00 – 0,70 / 2,40	0,00 – 1,60/1,70	Coltre detritica	A
-	1,60/1,70-2,00/7,00	Detrito di versante grossolano	B
0,70 / 2,40 – ...	2,00 / 7,00 - ...	Substrato roccioso calcareo fortemente alterato e fratturato	C

Per quanto riguarda l'indagine geoelettrica, al termine della esecuzione delle indagini, si sono ottenute migliaia di letture per ciascuna misura di interesse da cui vengono ricavate le resistività apparenti ed i valori di polarizzazione indotta dei terreni investigati.

Successivamente, con un apposito algoritmo d'inversione, viene ricostruita la distribuzione delle resistività reali del sottosuolo.



La relazione matematica tra parametri del modello e responso del modello si ottiene mediante tecniche di calcolo numerico basate su codici alle differenze o agli elementi finiti. In tutte le tecniche di ottimizzazione, il modello iniziale viene modificato in modo iterativo affinché le differenze tra il responso del modello ed i dati misurati siano progressivamente ridotte.

Ciò che si ottiene al termine dell'elaborazione è un volume di resistività da cui si possono ricavare sezioni verticali e planimetriche del sottosuolo.

La restituzione, con escursione dei valori di resistività e di polarizzazione, è costituita da immagini a vari colori associati ai valori di resistività e di caricabilità dei terreni.

Nel sito di interesse ubicato a Canove di Roana, sono stati eseguiti tre stendimenti di tomografia elettrica. Gli stendimenti, acquisiti a valle della strada provinciale SP349, hanno permesso di raggiungere una profondità di investigazione di circa 15 m dal piano di infissione degli elettrodi. Come riportato in precedenza, le tomografie elettriche sono state realizzate in modo da poter indagare lungo il versante che si sviluppa a valle della SP349, ove verrà realizzato un ampliamento della carreggiata. L'obiettivo delle indagini geofisiche era la ricostruzione dell'assetto geologico ed idrogeologico dell'area.

Legenda

- linea ert
- Contour_25

Resistività (ohm*m)

- 5-15
- 15-25
- 25-30
- 30-35
- 35-40
- 40-45
- 45-230

Geol. RIMSKY VALVASSORI – Studio di Geologia Tecnica

✉ 36100 VICENZA – Via dell'Oreficeria, 30/L

☎ 0444.340136 - 📠 0444.809179 - Ordine dei Geologi del Veneto n°507

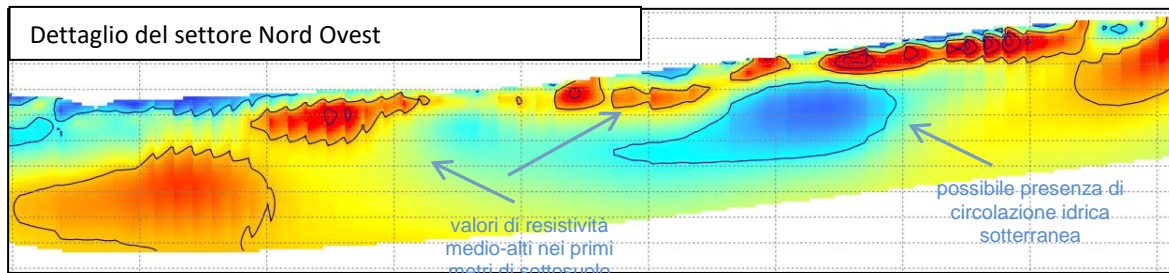
C.F. VLVRSK71H02A794P - P. IVA 02662110242

💻 info@studiogeosistemi.it – <http://www.studiogeosistemi.it> – 📞 335.8154346

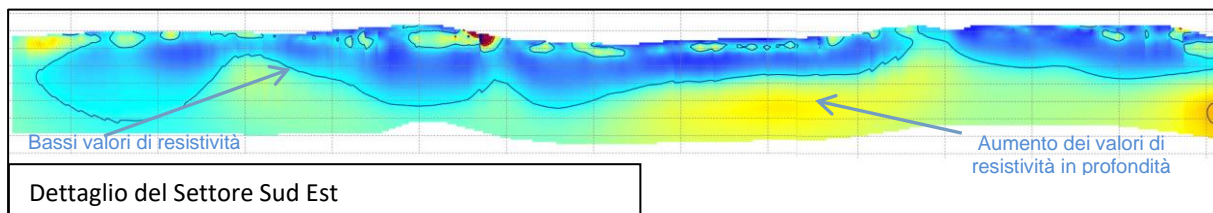
Dall'analisi delle tavole allegate al presente elaborato è possibile verificare come i valori di resistività oscillino da pochi ohm*m fino ad oltre 230 ohm*m.

Dall'analisi della sezione di resistività riportata nella tavola allegata alla presente, si individuano due settori caratterizzati da una differente risposta geoelettrica.

Il dominio ubicato a Nord Ovest è caratterizzato da valori di resistività medio alti ($\rho > 35$ ohm*m) fin dai primi metri dal piano campagna; tali valori possono essere correlati con il substrato roccioso. All'interno di questa zona si individua una porzione di sottosuolo caratterizzata da più bassi valori di resistività riconducibili alla presenza di una maggiore circolazione idrica nel sottosuolo ($\rho < 30$ ohm*m).



Il dominio ubicato a Sud Est è caratterizzato dalla presenza di medio bassi valori di resistività su tutta la verticale indagata con la sezione geoelettrica ($\rho < 35$ ohm*m). Tali valori possono essere correlati con la presenza di un afflusso idrico sotterraneo e/o con la presenza di depositi fini e/o substrato roccioso alterato.



Si sottolinea che per ciascuno dei 4 interventi, il modello geologico sopra riportato deve essere considerato indicativo, mentre i singoli diagrammi penetrometrici illustrano le litologie presenti in corrispondenza delle verticali indagate (v. *Allegato*).

Si tiene inoltre a precisare che le prove penetrometriche sono indagini geognostiche indirette, ovvero effettuate senza osservazione diretta del terreno da parte dello sperimentatore; ne consegue che la scelta della "litologia correlata" è riconducibile a correlazioni sperimentali basate sulla resistenza dinamica, contestualizzate con il quadro geologico generale, necessarie per la determinazione del comportamento geotecnico ai fini delle valutazioni delle interazioni tra strutture e sottosuolo. Eventuali difformità a livello granulometrico che potrebbero essere riscontrate, ad esempio a seguito dello scavo, sono da considerarsi insite nell'incertezza dei metodi geognostici indiretti.

5.2. Modello idrogeologico

Dal punto di vista idrogeologico, nei fori delle prove penetrometriche non è stata riscontrata la presenza di falda idrica. Il quadro stratigrafico descritto conferma quindi la situazione idrogeologica dell'area, caratterizzata da un sistema di circolazione carsica profonda, in cui la falda idrica è contenuta nelle porosità per fratturazione dell'ammasso roccioso. Si consiglia in ogni caso di prevedere adeguati sistemi di drenaggio a tergo delle opere di sostegno.

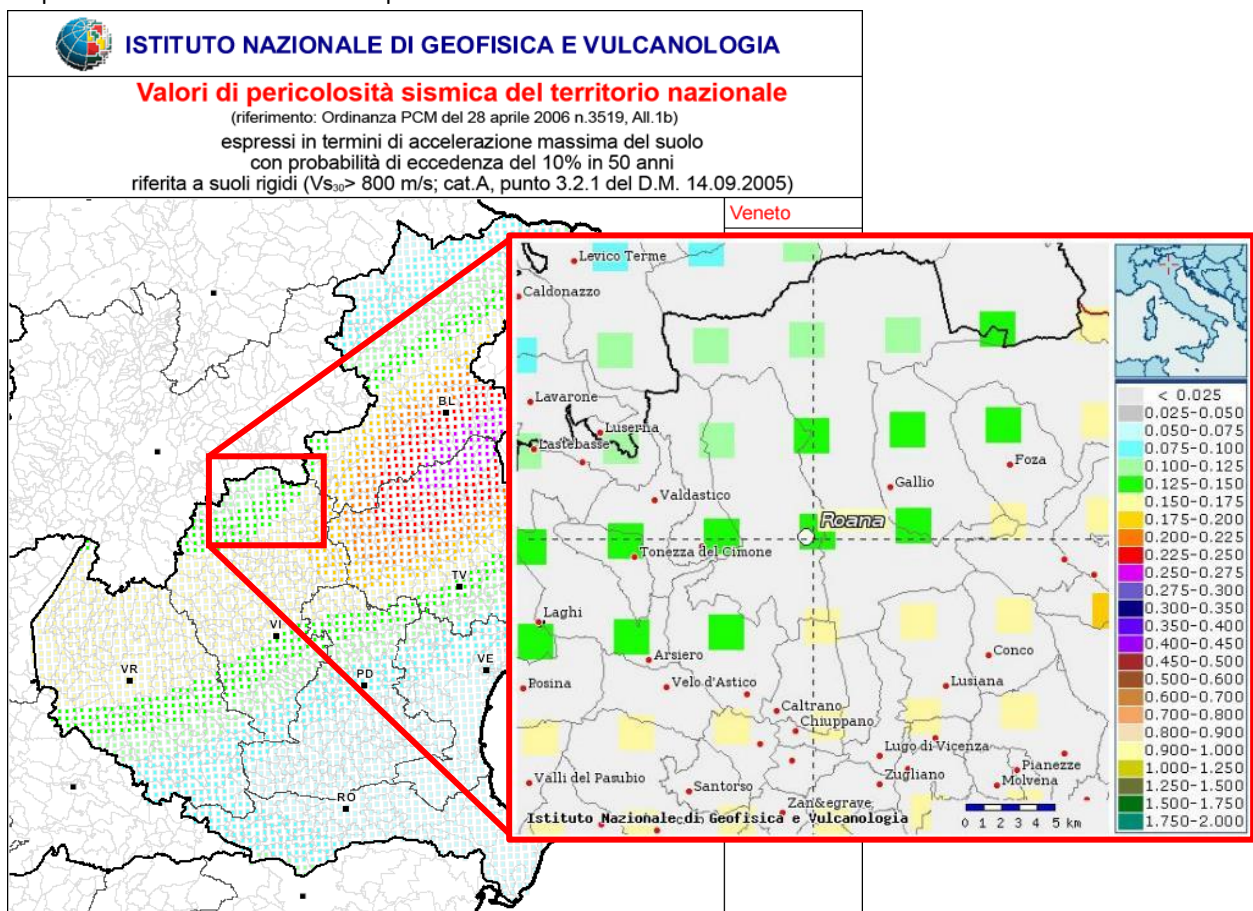
6. MODELLO SISMICO LOCALE

6.1. Azione sismica di base

Sulla base dell'Ordinanza PCM 3519 del 28 aprile 2006 dalla G.U. n.108 del 11/05/06 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone", il **Comune di Roana** è inseribile interamente nella fascia distinta da un valore di accelerazione sismica orizzontale a_g riferito a suoli rigidi subpianeggianti caratterizzati da $V_{s,30} > 800$ m/s compreso tra **0,125g e 0,150g** (valori riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni – mappa 50° percentile), ovvero in **Zona 3**, come classifica la tabella riportata sotto, estratta dall'O.P.C.M. n° 3519 stessa.

Per gli aspetti amministrativi, il **Comune di Roana** rientra in **Zona 3**, come classificato nell'elenco (allegato I) della Delibera di Consiglio Regionale n° 67/03 (cfr. D.G.R.V. n° 71 del 22/01/2008).

Con l'entrata in vigore delle NTC 2018 la classificazione in zone sismiche ha valenza puramente amministrativa, in quanto la zona sismica non è un parametro idoneo alla determinazione di un rischio sismico di un edificio.



A partire dal 2008, con l'entrata in vigore delle NTC'08, si definiscono le azioni sismiche di progetto, che si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base mediante un approccio "sito dipendente".

La pericolosità sismica deriva da studi condotti a livello nazionale, definita in termini di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta nelle condizioni di sito rigido, in corrispondenza di un reticolo di riferimento e per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno T_r ricadenti in un intervallo compreso tra 30 e 2475 anni.

Per effetto di sito (risposta sismica locale) si intende l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo ad una formazione rocciosa di base (R), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti fino alla superficie (S).

L'azione sismica locale (di sito) è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo ("periodo di riferimento V_R "), in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. Il periodo di riferimento V_R di una costruzione si valuta moltiplicando la vita nominale V_N (numero di anni nel quale la struttura deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata) per il coefficiente d'uso C_u della costruzione, che definisce l'importanza strategica della costruzione stessa. Esso riveste notevole importanza in quanto è utilizzato per valutare il periodo di ritorno T_R dell'azione sismica cui fare riferimento per la verifica, una volta fissata la probabilità di superamento corrispondente allo stato limite considerato.

Una volta stabilito il T_R dell'azione sismica cui fare riferimento è possibile definire la pericolosità sismica di base per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dall'INGV, dove le forme spettrali di riferimento sono definite, per ciascuna delle probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento PVR, partendo dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g – accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_o – valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- T^*C – periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

L'azione sismica di base così individuata deve essere necessariamente variata per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sito e della morfologia della superficie (risposta sismica locale), in riferimento al tipo di opera in progetto.

6.2. Definizione della categoria topografica e della categoria di sottosuolo (stratigrafica)

Categoria topografica

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale definendo le condizioni topografiche del sito, in riferimento alle caratteristiche della superficie topografica, come illustrato nella tabella seguente.

T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le aree di intervento sono ubicate sulla sommità dell'altopiano di Asiago: in quest'area si osserva ampia variabilità topografica, con versanti caratterizzati da pendenze più o meno acclivi. Per quanto riguarda il tratto di strada che collega Tresche Conca a Canove di Roana, si è scelto di assegnare a tutti e quattro gli interventi la medesima categoria topografica, tenendo in considerazione i settori in cui l'inclinazione dei pendii è più elevata.

I siti in oggetto risultano quindi, cautelativamente, caratterizzati da un profilo **T2**.

Categoria stratigrafica

Nel presente lavoro si sfrutterà la teoria di Nakamura che relaziona lo spettro di risposta del substrato roccioso (rapporto spettrale $H/V = 1$) con quello effettivamente misurato in superficie.

Il moto sismico è amplificato in corrispondenza di determinate frequenze, che corrispondono alle **frequenze naturali** f_n di vibrazione del deposito:

$$f_n = 1 / T_n = (V_s * (2n - 1)) / (4 * H) \quad \text{con } n = 1, 2, \dots, \quad [6.1]$$

mentre risulta ridotto di amplificazione alle frequenze elevate a causa dello smorzamento del terreno.

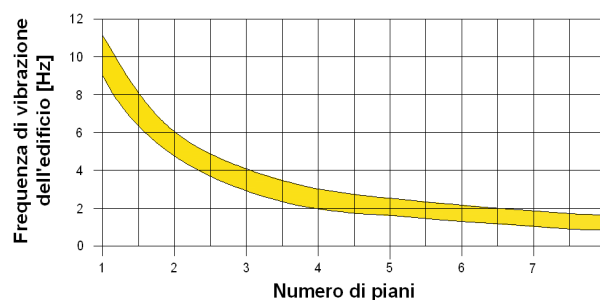
Di particolare importanza è la prima frequenza naturale di vibrazione del deposito, denominata **frequenza fondamentale di risonanza**:

$$f_1 = 1 / T_1 = V_s / 4H \quad [6.2]$$

E' necessario porre estrema attenzione a fenomeni di "doppia risonanza", cioè la corrispondenza tra le frequenze fondamentali del segnale sismico così come trasmesso in superficie e quelle dei manufatti ivi edificati in quanto le azioni sismiche su di essi sarebbero, a dir poco, gravose.

Dal punto di vista empirico, è noto che la frequenza di risonanza di un edificio è governata principalmente dall'altezza e può essere pertanto calcolata, in prima approssimazione, secondo la formula (cfr. Es. Pratt):

$$\text{freq. naturale edificio} \approx 10 \text{ Hz} / \text{numero piani.} \quad [6.3]$$



Per una corretta ricostruzione sismica del sottosuolo e una buona stima delle onde V_s è necessario adottare una modellizzazione numerica che può essere rappresentata dalla seguente equazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad [6.4]$$

$V_{s,eq}$ = valore di velocità delle onde di taglio [m/s];

H = profondità del substrato, caratterizzato da V_s non inferiore a 800 m/s;

h_i = spessore dello strato i – esimo [m];

v_i = velocità delle onde di taglio nello strato i – esimo [m/s]

Nel caso specifico del sito in esame si è cercato di correlare i valori di picco dello spettro di risposta H.V.S.R. con le frequenze proprie di risonanza del terreno. Si è inoltre individuata una corrispondenza tra i valori di frequenza di origine naturale ed i cambi litologici presenti nel sottosuolo. Interpretando i minimi della componente verticale come risonanza del modo fondamentale dell'onda di Rayleigh ed i picchi delle componenti orizzontali come contributo delle onde SH, si sono potute ricavare le frequenze relative ad ogni discontinuità sismica.

Sapendo che ad ogni picco in frequenza corrisponde una profondità [m] dell'orizzonte che genera il contrasto d'impedenza ed utilizzando le informazioni lito - stratigrafiche ricavate dalle prove penetrometriche effettuate nell'area d'indagine si è estrapolato una sismo-stratigrafia del sottosuolo.

Infine, è stata effettuata la stima del parametro $V_{s,eq}$, come esplicitamente richiesto dalle N.T.C. del 17 gennaio 2018, per l'assegnazione della categoria di sottosuolo.

Di seguito si riportano i valori medi del parametro $V_{s,eq}$ determinato con l'elaborazione dei dati HVSR. Si riporta inoltre la frequenza di risonanza caratteristica del terreno in corrispondenza di ciascuna verticale

indagata. L'interpretazione delle singole indagini, con relativa ricostruzione sismo – stratigrafica, è riportata in *Allegato*.

HVSR1A - Intervento n.1

La ricostruzione sismo - stratigrafica di sito ha evidenziato la presenza di materiali debolmente addensati fino a circa 5,00 m dal p.c. locale, con $V_s \approx 210$ m/s. Per valori di profondità maggiori, il sottosuolo risulta costituito da materiali che presentano valori di rigidità progressivamente crescenti ($V_s \approx 510$ m/s). Quel materiale che, dal punto di vista sismico, si comporta come un *bedrock geofisico* ($V_s > 800$ m/s) è stato intercettato alla profondità di circa 28 m dal p.c. locale.

Frequenza di risonanza	$V_{s,eq}$ (0 – 28)	$V_{s,eq}$ (1 – 28)	$V_{s,eq}$ (2 – 28)
12.34 Hz	406 m/s	421 m/s	438 m/s

HVSR1B - Intervento n.1

La ricostruzione sismo - stratigrafica di sito ha evidenziato la presenza di materiali debolmente addensati fino a circa 3,30 m dal p.c. locale, con $V_s \approx 200$ m/s. Per valori di profondità maggiori, il sottosuolo risulta costituito da materiali che presentano valori di rigidità progressivamente crescenti ($V_s \approx 510$ m/s). Quel materiale che, dal punto di vista sismico, si comporta come un *bedrock geofisico* ($V_s > 800$ m/s) è stato intercettato alla profondità di circa 24 m dal p.c. locale.

Frequenza di risonanza	$V_{s,eq}$ (0 – 24)	$V_{s,eq}$ (1 – 24)	$V_{s,eq}$ (2 – 24)
17.50 Hz	420 m/s	442 m/s	467 m/s

HVSR1C - Intervento n.1

La ricostruzione sismo - stratigrafica di sito ha evidenziato la presenza di materiali debolmente addensati fino a circa 2,70 m dal p.c. locale, con $V_s \approx 200$ m/s. Per valori di profondità maggiori, il sottosuolo risulta costituito da materiali che presentano valori di rigidità progressivamente crescenti ($V_s \approx 470$ m/s). Quel materiale che, dal punto di vista sismico, si comporta come un *bedrock geofisico* ($V_s > 800$ m/s) è stato intercettato alla profondità di circa 25 m dal p.c. locale.

Frequenza di risonanza	$V_{s,eq}$ (0 – 25)	$V_{s,eq}$ (1 – 25)	$V_{s,eq}$ (2 – 25)
18.94 Hz	410 m/s	429 m/s	451 m/s

HVSR2A - Intervento n.2

La ricostruzione sismo - stratigrafica di sito ha evidenziato la presenza di materiali debolmente addensati fino a circa 4,00 m dal p.c. locale, con $V_s \approx 200$ m/s. Per valori di profondità maggiori, il sottosuolo risulta costituito da materiali che presentano valori di rigidità progressivamente crescenti ($V_s \approx 470$ m/s). Quel materiale che, dal punto di vista sismico, si comporta come un *bedrock geofisico* ($V_s > 800$ m/s) è stato intercettato alla profondità di circa 20 m dal p.c. locale.

Frequenza di risonanza	$V_{s,eq}$ (0 – 20)	$V_{s,eq}$ (1 – 20)	$V_{s,eq}$ (2 – 20)
6.56 Hz	370 m/s	387 m/s	409 m/s

HVSR2B - Intervento n.2

La ricostruzione sismo - stratigrafica di sito ha evidenziato la presenza di materiali debolmente addensati fino a circa 2,00 m dal p.c. locale, con $V_s \approx 220$ m/s. Per valori di profondità maggiori, il sottosuolo risulta costituito da materiali che presentano valori di rigidità progressivamente crescenti ($V_s \approx 440$ m/s). Quel materiale che, dal punto di vista sismico, si comporta come un *bedrock geofisico* ($V_s > 800$ m/s) è stato intercettato alla profondità di circa 20 m dal p.c. locale.

Frequenza di risonanza	$V_{s,eq}$ (0 – 20)	$V_{s,eq}$ (1 – 20)	$V_{s,eq}$ (2 – 20)
5.63 Hz	400 m/s	418 m/s	440 m/s

HVSR3A - Intervento n.3

La ricostruzione sismo - stratigrafica di sito ha evidenziato la presenza di materiali debolmente addensati fino a circa 8,00 m dal p.c. locale, con $V_s \approx 225$ m/s. Per valori di profondità maggiori, il sottosuolo risulta costituito da materiali che presentano valori di rigidità progressivamente crescenti ($V_s \approx 580$ m/s). Quel materiale che, dal punto di vista sismico, si comporta come un *bedrock geofisico* ($V_s > 800$ m/s) è stato intercettato alla profondità di circa 38 m dal p.c. locale.

Frequenza di risonanza	$V_{s,eq}$ (0 – 30)	$V_{s,eq}$ (1 – 31)	$V_{s,eq}$ (2 – 32)
8.44 Hz	408 m/s	424 m/s	441 m/s

HVSR3B - Intervento n.3

La ricostruzione sismo - stratigrafica di sito ha evidenziato la presenza di materiali debolmente addensati fino a circa 2,00 m dal p.c. locale, con $V_s \approx 220$ m/s. Per valori di profondità maggiori, il sottosuolo risulta costituito da materiali che presentano valori di rigidità progressivamente crescenti ($V_s \approx 480$ m/s). Quel materiale che, dal punto di vista sismico, si comporta come un *bedrock geofisico* ($V_s > 800$ m/s) è stato intercettato alla profondità di circa 34 m dal p.c. locale.

Frequenza di risonanza	$V_{s,eq}$ (0 – 30)	$V_{s,eq}$ (1 – 31)	$V_{s,eq}$ (2 – 32)
28.75 Hz	445 m/s	462 m/s	480 m/s

HVSR3C - Intervento n.3

La ricostruzione sismo - stratigrafica di sito ha evidenziato la presenza di materiali debolmente addensati fino a circa 10,50 m dal p.c. locale, con $V_s \approx 130 - 300$ m/s. Per valori di profondità maggiori, il sottosuolo risulta costituito da materiali che presentano valori di rigidità progressivamente crescenti ($V_s \approx 690$ m/s). Quel materiale che, dal punto di vista sismico, si comporta come un *bedrock geofisico* ($V_s > 800$ m/s) è stato intercettato alla profondità di circa 56 m dal p.c. locale.

Frequenza di risonanza	$V_{s,eq}$ (0 – 30)	$V_{s,eq}$ (1 – 31)	$V_{s,eq}$ (2 – 32)
8.25 Hz	435 m/s	479 m/s	504 m/s

HVSR3D - Intervento n.3

La ricostruzione sismo - stratigrafica di sito ha evidenziato la presenza di materiali debolmente addensati fino a circa 2,30 m dal p.c. locale, con $V_s \approx 220$ m/s. Per valori di profondità maggiori, il sottosuolo risulta costituito da materiali che presentano valori di rigidità progressivamente crescenti ($V_s \approx 500$ m/s). Quel materiale che, dal

punto di vista sismico, si comporta come un *bedrock geofisico* ($V_s > 800$ m/s) è stato intercettato alla profondità di circa 35 m dal p.c. locale.

Frequenza di risonanza	$V_{s,eq}$ (0 – 30)	$V_{s,eq}$ (1 – 31)	$V_{s,eq}$ (2 – 32)
24.69 Hz	456 m/s	474 m/s	494 m/s

HVSR3E - Intervento n.3

La ricostruzione sismo - stratigrafica di sito ha evidenziato la presenza di materiali debolmente addensati fino a circa 9,50 m dal p.c. locale, con $V_s \approx 140 - 340$ m/s. Per valori di profondità maggiori, il sottosuolo risulta costituito da materiali che presentano valori di rigidità progressivamente crescenti ($V_s \approx 680$ m/s). Quel materiale che, dal punto di vista sismico, si comporta come un *bedrock geofisico* ($V_s > 800$ m/s) è stato intercettato alla profondità di circa 42 m dal p.c. locale.

Frequenza di risonanza	$V_{s,eq}$ (0 – 30)	$V_{s,eq}$ (1 – 31)	$V_{s,eq}$ (2 – 32)
25.94 Hz	469 m/s	512 m/s	544 m/s

HVSR3F - Intervento n.3

La ricostruzione sismo - stratigrafica di sito ha evidenziato la presenza di materiali debolmente addensati fino a circa 9,00 m dal p.c. locale, con $V_s \approx 150 - 350$ m/s. Per valori di profondità maggiori, il sottosuolo risulta costituito da materiali che presentano valori di rigidità progressivamente crescenti ($V_s \approx 725$ m/s). Quel materiale che, dal punto di vista sismico, si comporta come un *bedrock geofisico* ($V_s > 800$ m/s) è stato intercettato alla profondità di circa 42 m dal p.c. locale.

Frequenza di risonanza	$V_{s,eq}$ (0 – 30)	$V_{s,eq}$ (1 – 31)	$V_{s,eq}$ (2 – 32)
34.69 Hz	506 m/s	556 m/s	580 m/s

HVSR4A - Intervento n.4

La ricostruzione sismo - stratigrafica di sito ha evidenziato la presenza di materiali debolmente addensati fino a circa 2,00 m dal p.c. locale, con $V_s \approx 220$ m/s. Per valori di profondità maggiori, il sottosuolo risulta costituito da materiali che presentano valori di rigidità progressivamente crescenti ($V_s \approx 440$ m/s). Quel materiale che, dal punto di vista sismico, si comporta come un *bedrock geofisico* ($V_s > 800$ m/s) è stato intercettato alla profondità di circa 49 m dal p.c. locale.

Frequenza di risonanza	$V_{s,eq}$ (0 – 30)	$V_{s,eq}$ (1 – 31)	$V_{s,eq}$ (2 – 32)
2.41 Hz	412 m/s	426 m/s	440 m/s

HVSR4B - Intervento n.4

La ricostruzione sismo - stratigrafica di sito ha evidenziato la presenza di materiali debolmente addensati fino a circa 3,50 m dal p.c. locale, con $V_s \approx 230$ m/s. Per valori di profondità maggiori, il sottosuolo risulta costituito da materiali che presentano valori di rigidità progressivamente crescenti ($V_s \approx 500$ m/s). Quel materiale che, dal punto di vista sismico, si comporta come un *bedrock geofisico* ($V_s > 800$ m/s) è stato intercettato alla profondità di circa 55 m dal p.c. locale.

Frequenza di risonanza	Vs,eq (0 – 30)	Vs,eq (1 – 31)	Vs,eq (2 – 32)
2.34 Hz	440 m/s	455 m/s	472 m/s

HVSR4C - Intervento n.4

La ricostruzione sismo - stratigrafica di sito ha evidenziato la presenza di materiali debolmente addensati fino a circa 3,00 m dal p.c. locale, con Vs \approx 230 m/s. Per valori di profondità maggiori, il sottosuolo risulta costituito da materiali che presentano valori di rigidità progressivamente crescenti (Vs \approx 500 m/s). Quel materiale che, dal punto di vista sismico, si comporta come un *bedrock geofisico* (Vs > 800 m/s) è stato intercettato alla profondità di circa 53 m dal p.c. locale.

Frequenza di risonanza	Vs,eq (0 – 30)	Vs,eq (1 – 31)	Vs,eq (2 – 32)
2.34 Hz	447 m/s	464 m/s	481 m/s

HVSR4D - Intervento n.4

La ricostruzione sismo - stratigrafica di sito ha evidenziato la presenza di materiali debolmente addensati fino a circa 3,50 m dal p.c. locale, con Vs \approx 220 m/s. Per valori di profondità maggiori, il sottosuolo risulta costituito da materiali che presentano valori di rigidità progressivamente crescenti (Vs \approx 480 m/s). Quel materiale che, dal punto di vista sismico, si comporta come un *bedrock geofisico* (Vs > 800 m/s) è stato intercettato alla profondità di circa 53 m dal p.c. locale.

Frequenza di risonanza	Vs,eq (0 – 30)	Vs,eq (1 – 31)	Vs,eq (2 – 32)
2.19 Hz	422 m/s	437 m/s	453 m/s

HVSR4E - Intervento n.4

La ricostruzione sismo - stratigrafica di sito ha evidenziato la presenza di materiali debolmente addensati fino a circa 3,50 m dal p.c. locale, con Vs \approx 240 m/s. Per valori di profondità maggiori, il sottosuolo risulta costituito da materiali che presentano valori di rigidità progressivamente crescenti (Vs \approx 470 m/s). Quel materiale che, dal punto di vista sismico, si comporta come un *bedrock geofisico* (Vs > 800 m/s) è stato intercettato alla profondità di circa 55 m dal p.c. locale.

Frequenza di risonanza	Vs,eq (0 – 30)	Vs,eq (1 – 31)	Vs,eq (2 – 32)
2.03 Hz	423 m/s	435 m/s	449 m/s

HVSR4F - Intervento n.4

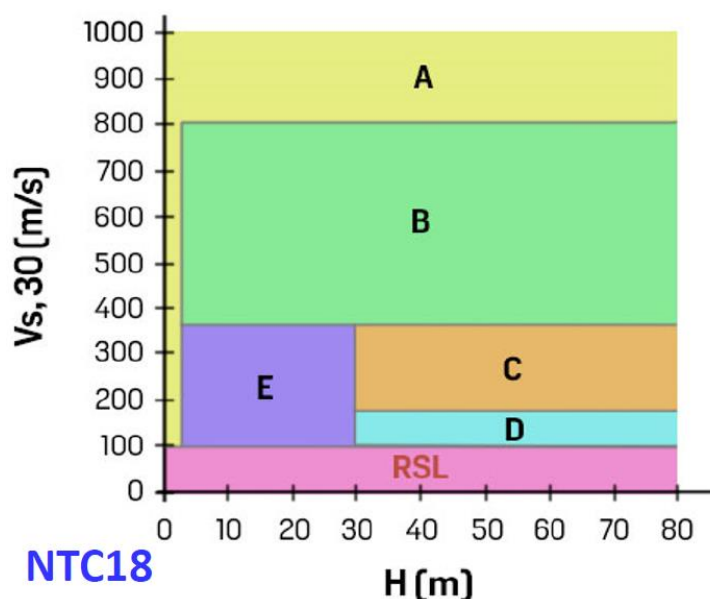
La ricostruzione sismo - stratigrafica di sito ha evidenziato la presenza di materiali debolmente addensati fino a circa 7,00 m dal p.c. locale, con Vs \approx 160 - 290 m/s. Per valori di profondità maggiori, il sottosuolo risulta costituito da materiali che presentano valori di rigidità progressivamente crescenti (Vs \approx 480 m/s). Quel materiale che, dal punto di vista sismico, si comporta come un *bedrock geofisico* (Vs > 800 m/s) è stato intercettato alla profondità di circa 64 m dal p.c. locale.

Frequenza di risonanza	Vs,eq (0 – 30)	Vs,eq (1 – 31)	Vs,eq (2 – 32)
2.06 Hz	401 m/s	424 m/s	433 m/s

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto le tipologie del suolo di fondazione vengono suddivise in due gruppi: il primo gruppo è definito da 5 categorie (A, B, C, D, E) di profili stratigrafici, e permette l'utilizzo di un approccio semplificato, mentre il secondo gruppo comprende qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti: per tali condizioni è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche. I terreni sono classificati nelle categorie elencate in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{s,eq}$ (in m/s). Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$ (velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità).

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

Dalla ricostruzione del quadro geofisico emerso da tale studio e dalle indicazioni normative si prevedere l'inserimento di tutti i siti in esame nella **Categoria B**; si riporta uno schema che illustra la categoria di suolo attribuita al sito in oggetto, in riferimento alla normativa vigente, considerando quindi la velocità di propagazione delle onde di taglio fino a 30 m dal piano di posa delle fondazioni (V_{s30}) e lo spessore dei depositi (H) posti al di sopra del *bedrock geofisico*.



6.3. Azione sismica locale (di sito)

Ai fini delle NTC l'azione sismica è caratterizzata da n. 3 componenti (X, Y, Z) tra loro indipendenti. Tali componenti possono essere descritte mediante accelerazione massima attesa in superficie, accelerazione massima e relativo spettro attesi in superficie o accelerogrammi. La rappresentazione di riferimento per le componenti dell'azione sismica è lo spettro di risposta elastico in accelerazione per uno smorzamento convenzionale del 5%; la categoria di sottosuolo e le condizioni topografiche incidono sullo spettro di risposta. Dal quadro geologico emerso dal presente studio, si possono quindi attribuire i seguenti parametri, tra cui l'accelerazione massima attesa al sito in relazione al tipo di opera e ciascuno stato limite di riferimento, per la definizione dell'azione sismica locale:

Opere in esame

Classe: II

Vita Nominale: 50

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente c_u : 1

Parametri sismici

Categoria di sottosuolo: B

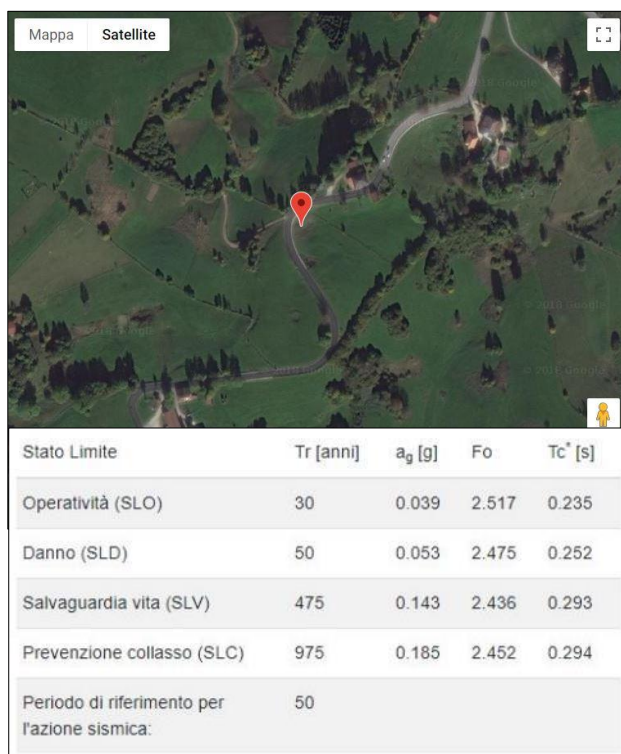
Categoria topografica: T2

INTERVENTO 1

<div> Mappa Satellite </div> 				
Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.039	2.515	0.235
Danno (SLD)	50	0.053	2.475	0.252
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.143	2.435	0.293
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.186	2.451	0.294
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

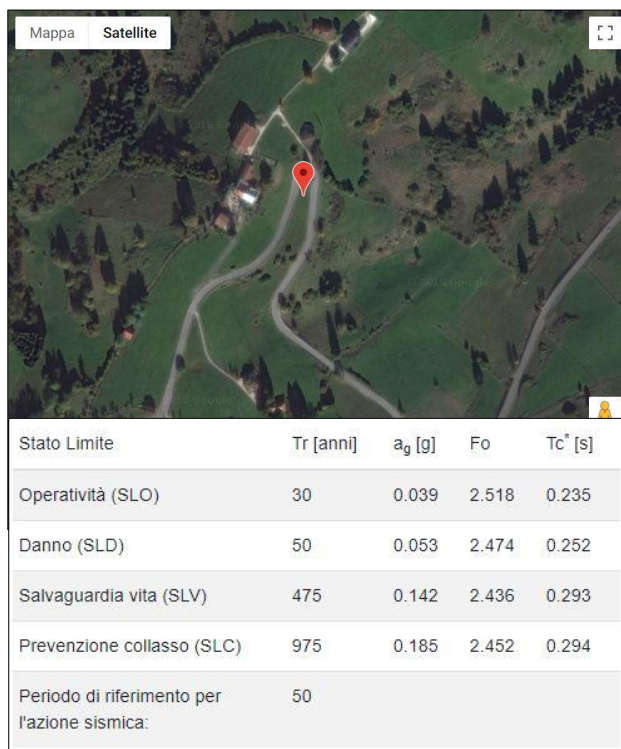
<div> Cat. Sottosuolo: B Cat. Topografica: T2 </div>				
	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz categoria	1,47	1,45	1,41	1,41
ST Amplificazione topografica	1,20	1,20	1,20	1,20
<input type="checkbox"/> Acc.ne massima attesa al sito [m/s²] 0.6				
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.011	0.015	0.049	0.064
kv	0.006	0.008	0.025	0.032
Amax [m/s²]	0.557	0.751	2.017	2.624
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

INTERVENTO 2



Cat. Sottosuolo	B			
Cat. Topografica	T2			
	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz categoria	1,47	1,45	1,41	1,41
ST Amplificazione topografica	1,20	1,20	1,20	1,20
<input type="checkbox"/> Acc.ne massima attesa al sito [m/s²] ⇌ 0.6				
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.011	0.015	0.049	0.064
kv	0.006	0.008	0.025	0.032
Amax [m/s²]	0.556	0.750	2.013	2.619
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

INTERVENTO 3



Cat. Sottosuolo	B			
Cat. Topografica	T2			
	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz categoria	1,47	1,45	1,41	1,41
ST Amplificazione topografica	1,20	1,20	1,20	1,20
<input type="checkbox"/> Acc.ne massima attesa al sito [m/s²] ⇌ 0.6				
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.011	0.015	0.049	0.064
kv	0.006	0.008	0.025	0.032
Amax [m/s²]	0.555	0.749	2.010	2.616
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

Geol. RIMSKY VALVASSORI – Studio di Geologia Tecnica

✉ 36100 VICENZA – Via dell'Oreficeria, 30/L

☎: 0444.340136 - ☎: 0444.809179 - Ordine dei Geologi del Veneto n°507

C.F. VLVRSK71H02A794P - P. IVA 02662110242

✉: info@studiogeosistemi.it – http://: www.studiogeosistemi.it – ☎ 335.8154346

INTERVENTO 4



Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.039	2.525	0.236
Danno (SLD)	50	0.053	2.472	0.253
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.142	2.438	0.294
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.184	2.454	0.295
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Cat. Sottosuolo	B			
Cat. Topografica	T2			
	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz categoria	1,47	1,45	1,41	1,40
ST Amplificazione topografica	1,20	1,20	1,20	1,20
<input type="checkbox"/> Acc.ne massima attesa al sito [m/s²] ↔ 0.6				
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.011	0.015	0.049	0.064
kv	0.006	0.008	0.024	0.032
Amax [m/s²]	0.553	0.748	1.998	2.601
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

Geol. RIMSKY VALVASSORI – Studio di Geologia Tecnica

✉ 36100 VICENZA – Via dell'Oreficeria, 30/L

☎: 0444.340136 - 📠: 0444.809179 - Ordine dei Geologi del Veneto n°507

C.F. VLVRSK71H02A794P - P. IVA 02662110242

💻: info@studiogeosistemi.it – http://: www.studiogeosistemi.it – 📞 335.8154346

7. MODELLO GEOTECNICO

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione sono stati utilizzati i risultati delle Prove Penetrometriche Dinamiche correlate alla Standard Penetration Test (SPT), eseguite secondo le modalità prima esposte. Nel caso specifico, per la determinazione delle caratteristiche meccaniche, è stata utilizzata la correlazione tra N_{10} del Penetrometro Dinamico Medio (DPM) ed il numero di colpi equivalente dello Standard Penetration Test (N_{SPT}), per la quale N_{10}/N_{SPT} paria 0.78.

In relazione ai parametri geotecnici determinati con tali procedure, per quanto riguarda i litotipi di natura coesiva, sono stati considerati diversi metodi di calcolo riconducibili a vari autori, come ad esempio riportato in Fig. 19 - Correlazioni $C_u - N_{SPT}$.

Anche in relazione ai terreni caratterizzati da natura prevalentemente granulare, per la determinazione dell'angolo di attrito Φ sono stati considerati metodi riconducibili a vari autori, come ad esempio indicato nella Fig. 20 - Correlazioni $\Phi - N_{SPT}$.

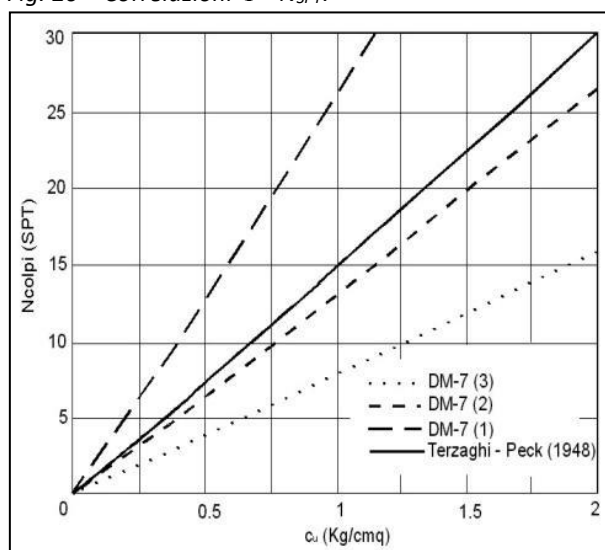


Fig. 19 - Correlazioni $C_u - N_{SPT}$

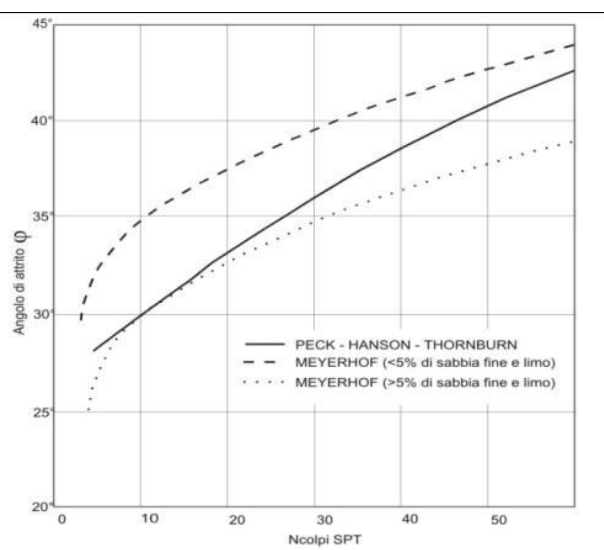


Fig. 20 - Correlazioni $\phi - N_{SPT}$

Nel presente studio in particolare, viste le caratteristiche stratigrafiche dei terreni riscontrate nel corso delle indagini penetrometriche, sono stati stimati i valori dei principali parametri geotecnici, utili alle successive elaborazioni, attraverso l'impiego delle seguenti correlazioni:

TERRENI INCOERENTI

PARAMETRO	Metodo	Caratteristiche
ANGOLO DI ATTRITO:	Peck-Hanson- Thornburn-Meyerof (1956)	metodo applicabile per le sabbie in genere nei primi 5 m per i terreni sopra falda e di 8 m per i terreni in falda $\phi = 27,2 + 0,28 N_{SPT}$
DENSITÀ RELATIVA:	Schultze & Menzenbach (1961)	metodo valido per terreni sabbiosi a granulometria da fine a grossolana $Dr = e^{0,478 \ln(N_{SPT}) - 0,262 \ln(\sigma'_{VO}) + 2,84} = \%$
MODULO DI YOUNG:	Schultze & Menzenbach	$E = 76 + 5,27 N_{SPT} = \{kg/cm^2\}$
MODULO EDOMETRICO:	Begemann (1974)	correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

TERRENI COESIVI

PARAMETRO	Metodo	Caratteristiche
COESIONE NON DRENATA (C_u):	Benassi & Vannelli	correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Sunda
MODULO EDOMETRICO:	Vesic (1970)	correlazione valida per argille molli
MODULO DI YOUNG:	D'Appollonia et al. (1983)	correlazione valida per argille sature - argille fessurate

I valori caratteristici dei parametri geotecnici si possono definire come stime cautelative dei parametri che influenzano l'insorgere degli stati limite in considerazione.

La metodologia delineata dalla normativa europea prevede la definizione dei valori caratteristici attraverso procedimenti statistici, non resi tuttavia obbligatori. Se quindi, per l'individuazione dei parametri caratteristici, si utilizzano metodi statistici, la deviazione del valore caratteristico deve essere tale che la probabilità calcolata di un valore più sfavorevole che governa l'insorgere dello stato limite in considerazione non sia maggiore del 5%. Si tratta quindi di un margine conservativo del 5% (che può corrispondere con un 5° percentile od un 95° percentile della distribuzione statistica in considerazione), il quale garantisce, in chiave probabilistica, la cautela nel 95% dei casi.

I valori caratteristici di c'_k e ϕ'_k sono determinabili con le seguenti relazioni:

$$\phi'_k = \phi'_m (1 + X \cdot V_\phi)$$

$$c'_k = c'_m (1 + X \cdot V_c)$$

ϕ'_k = valore caratteristico dell'angolo di attrito interno

c'_k = valore caratteristico della coesione

ϕ'_m = valore medio dell'angolo di attrito

c'_m = valore medio della coesione

V_ϕ = coefficiente di variazione (COV) di ϕ' , definito come il rapporto fra lo scarto quadratico medio e la media dei valori di ϕ'

V_c = coefficiente di variazione (COV) di c' , definito come il rapporto fra lo scarto quadratico medio e la media dei valori di c'

X = parametro dipendente dalla legge di distribuzione della probabilità e dalla probabilità di non superamento adottata: l'Eurocodice 7 fissa, per i parametri della resistenza al taglio, una probabilità di non superamento del 5%, alla quale corrisponde, per una distribuzione di tipo gaussiano, un valore di X uguale a -1,645

La normativa nazionale prevede comunque che la definizione di parametri caratteristici nella progettazione geotecnica possa derivare da una "stima cautelativa, effettuata dal progettista, del valore del parametro appropriato per lo stato limite considerato". In generale, per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno o quando la struttura è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti, appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi dell'insieme dei dati. Quando invece i volumi di terreno influenzati dall'opera sono modesti o la struttura a contatto con il terreno non sia sufficientemente rigida, si possono assumere cautelativamente valori caratteristici dei parametri geotecnici prossimi ai valori minimi.

Sulla base di quanto sopra esposto, vengono riportati a seguire i parametri geotecnici caratteristici dei terreni ricavati dall'indagine, suddivisi nelle seguenti unità litotecniche e riferiti ad ogni singolo intervento:

INTERVENTO 1

Unità Litotecnica	Litologia correlata	C_u k (KN/m ²)	c' k (KN/m ²)	ϕ_k (°)	γ_{NAT} k (KN/m ³)
A	Coltre detritica	40	5	23°	18.5
B	Detrito di versante grossolano	-	5	31°	19.5
C	Substrato roccioso calcareo fortemente alterato e fratturato	-	20	> 38°	22.0

INTERVENTO 2

Unità Litotecnica	Litologia correlata	Cu k (KN/m ²)	c' k (KN/m ²)	φk (°)	γ _{NAT} k (KN/m ³)
A	Coltre detritica	30 - 50	5	25°	18.5
C	Substrato roccioso calcareo fortemente alterato e fratturato	-	20	> 38°	22.0

INTERVENTO 3

Unità Litotecnica	Litologia correlata	Cu k (KN/m ²)	c' k (KN/m ²)	φk (°)	γ _{NAT} k (KN/m ³)
A	Coltre detritica	50	5	23°	18.5
B	Detrito di versante grossolano	-	5	30°	19.5
C	Substrato roccioso calcareo fortemente alterato e fratturato	-	20	> 38°	22.0

INTERVENTO 4

Unità Litotecnica	Litologia correlata	Cu k (KN/m ²)	c' k (KN/m ²)	φk (°)	γ _{NAT} k (KN/m ³)
A	Coltre detritica	40 - 50	5°	23	18.5
B	Detrito di versante grossolano	-	5	32°	19.5
C	Substrato roccioso calcareo fortemente alterato e fratturato	-	20	> 38°	22.0

Si precisa che i valori dei parametri geotecnici riportati nella tabella soprastante possono essere considerati rappresentativi degli orizzonti stratigrafici individuati nella loro globalità, anche in considerazione della naturale disomogeneità del sottosuolo. Dai tabulati delle prove penetrometriche allegate fuori testo, è possibile ricavare i parametri di resistenza puntuali, esattamente in corrispondenza delle verticali indagate. Da ciò consegue che l'assunzione di valori di resistenza differenti, minori o maggiori, da utilizzare nei calcoli geotecnici sarà subordinata alle ipotesi progettuali specifiche relative alla tipologia, dimensionamento e posizionamento preliminari delle fondazioni analizzate.

8. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Al fine di facilitare la comprensione del presente documento, si riporta a seguire uno schema riassuntivo dei risultati dell'indagine geologica e delle relative valutazioni sull'interazioni tra le strutture in progetto ed il contesto geologico del sito. Si precisa che lo schema a seguire non risulta in alcun modo esaustivo e, conseguentemente, sostitutivo del contenuto della presente relazione, della quale si invita a prendere visione integrale.

Sito	Interventi per allargamento stradale, tratti tra Tresche conca e Canove, in Comune di Roana, in Provincia di Vicenza		
Prove geognostiche in sito	<ul style="list-style-type: none"> Esecuzione di n°16 Prove Penetrometriche Dinamiche Medie (DPM), per la caratterizzazione e parametrizzazione stratigrafica e geotecnica del sottosuolo spinte fino alla profondità massima di 7,60 m dal p.c. locale; Esecuzione di n°4 Prospezioni Sismiche Attive, tramite la metodologia MASW (<i>Multichannel Analysis of Surface Waves</i>) e n°4 Prospezioni Sismiche Passive, tramite la metodologia Re.Mi (<i>Refracted Microtremors</i>), per la caratterizzazione stratigrafica del sottosuolo e la valutazione della velocità delle onde sismiche Vs; Esecuzione di n°7 Sismiche a Rifrazione, per la ricostruzione della morfologia del substrato roccioso in sezione bidimensionale; Esecuzione di n°17 Prospezioni Geofisiche, tramite la metodologia HVSR (Metodo di Nakamura) con la strumentazione Tromino®, per la verifica della frequenza di risonanza caratteristica del terreno, la valutazione della velocità delle onde sismiche Vs e l'attribuzione della categoria di suolo di fondazione (rif: O.P.C.M n°3274 20/03/2003 e suc.mod. - D.M 14/09/2005); Esecuzione di n°3 Stendimenti di Tomografia Elettrica in Corrente Continua (ERT) per l'investigazione del sottosuolo, al fine di ottenere informazioni utili sulla stratigrafia locale dell'area. 		
Periodo di esecuzione indagini	novembre 2018		
Morfologia del sito	Zona nel settore centrale dell'Altopiano di Asiago: in particolare i quattro interventi sono dislocati nel tratto di strada che congiunge Tresche Conca con Canove di Roana		
Pericolosità geologica	I siti d'intervento non risultano compresi entro alcuna perimetrazione di pericolosità geologica.		
Stratigrafia di sito	Si rimanda alla descrizione specifica per ogni singolo intervento (pag. 19 - 22)		
Idrogeologia	Nei fori delle prove penetrometriche non è stata rilevata la presenza di falda idrica.		
Azione sismica di base	Zona 3		
Categoria topografica di sito	T2		
Categoria stratigrafica	Categoria B		
Frequenza fondamentale di risonanza registrata	HVSR1A 12,34 Hz HVSR1B 17,50 Hz HVSR1C 18,94 Hz HVSR2A 6,56 Hz HVSR2B 5,63 Hz HVSR3A 8,44 Hz HVSR3B 28,75 Hz HVSR3C 8,25 Hz HVSR3D 24,69 Hz	HVSR3E 25,94 Hz HVSR3F 34,69 Hz HVSR4A 2,41 Hz HVSR4B 2,34 Hz HVSR4C 2,34 Hz HVSR4D 2,19 Hz HVSR4E 2,03 Hz HVSR4F 2,06 Hz	
Parametri geotecnici caratteristici dei terreni	Si rimanda alla all'attribuzione specifica per ogni singolo intervento (cap.7)		
PRESCRIZIONI REALIZZATIVE	1. <i>In caso di scavi, verificare la rispondenza delle osservazioni dirette con il modello geologico adottato in sede di calcolo</i>		

- | | |
|--|--|
| | 2. <i>Nel caso di sostanziali difformità si invita a contattare lo scrivente per un aggiornamento del presente documento</i> |
|--|--|

Resta comunque di stretta competenza del Sig. Progettista la scelta definitiva ed esecutiva della tipologia e del dimensionamento delle opere, che sarà subordinata all'individuazione dei parametri progettuali definitivi.

Vicenza, dicembre 2018



ALLEGATI FUORI TESTO:

1. *Tabelle e diagrammi relativi alle prove penetrometriche DPM*
2. *Diagrammi relativi alle prove penetrometriche DPM*
3. *Indagine sismica passiva HVSR*
4. *Prospezione sismica attiva MASW*
5. *Prospezione sismica passiva RE.MI.*
6. *Indagine Sismica a Rifrazione*

ALLEGATI FUORI TESTO:

- 02.02.01 - *Planimetrie e sezioni geologiche interpretative - Intervento 1*
02.02.02 - *Planimetrie e sezioni geologiche interpretative - Intervento 2*
02.02.03 - *Planimetrie e sezioni geologiche interpretative - Intervento 3*
02.02.04 - *Planimetrie e sezioni geologiche interpretative - Intervento 4*
02.02.05 - *Indagine elettrica Tomografica*

BIBLIOGRAFIA

- ✓ A.G.I. (1977) – Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.
- ✓ Bowles J. E. (1991) – Fondazioni. Progetto e analisi. McGraw – Hill Ed.
- ✓ Cestari F. (1990) – Prove geotecniche in sito. Ed. Geo - graph, Segrate.
- ✓ Cestelli Guidi C. – Geotecnica e tecnica delle fondazioni. Hoepli Ed.
- ✓ Circolare 02/02/2009 n.617 del Consiglio Superiore LL.PP
- ✓ Gruppo di lavoro MPS (2004) – Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'OPCM 3274 del 20 Marzo 2003. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano – Roma
- ✓ Lancellotta R. (1987) – Geotecnica. Zanichelli Ed.
- ✓ NTC 2018 – Aggiornamento Norme Tecniche per le costruzioni, DM infrastrutture 17/01/2018
- ✓ Slejko D. et al (1987) – Modello sismotettonico dell'Italia Nord – Orientale. CNR
- ✓ Viggiani C. – Fondazioni. Hevelius Ed.

Geol. RIMSKY VALVASSORI – Studio di Geologia Tecnica

✉ 36100 VICENZA – Via dell'Oreficeria, 30/L
☎ 0444.340136 - 📠 0444.809179 - Ordine dei Geologi del Veneto n°507
C.F. VLVRSK71H02A794P - P. IVA 02662110242
💻 info@studiogeosistemi.it – <http://www.studiogeosistemi.it> – 📞 335.8154346

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

*Esecuzione Prova
Penetrometrica Dinamica
Media (DPM)*



*Esecuzione Prospezioni
Sismiche Attive e Passive
(MASW – Re.Mi. – HVSr –
Rifrazione)*



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Viabilità Cantiere: Roana Località: intervento 4	
---	--

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPM Geologos

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0.20 m
Peso sistema di battuta	11 Kg
Diametro punta conica	35.68 mm
Area di base punta	10 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2.4 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0.783
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

PROVA ...DPM1 - Int.4

Strumento utilizzato... DPM Geologos
Prova eseguita in data 22/11/2018
Profondità prova .90 mt
Falda non rilevata
Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.10	3	0.857	10.66	12.44	0.53	0.62
0.20	4	0.855	14.18	16.59	0.71	0.83
0.30	8	0.853	28.29	33.18	1.41	1.66
0.40	6	0.851	21.17	24.88	1.06	1.24
0.50	5	0.849	17.60	20.74	0.88	1.04
0.60	10	0.847	35.13	41.47	1.76	2.07
0.70	6	0.845	21.03	24.88	1.05	1.24
0.80	35	0.693	100.65	145.16	5.03	7.26
0.90	80	0.642	201.70	314.41	10.09	15.72

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0.7	6	24.89	Coesivo	0	1.74	1.88	0.06	0.78	4.7	Coltre detritica
0.9	57.5	229.79	Incoerente	0	2.22	2.14	0.14	0.78	45.02	Calcarei fratturati

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPM1 - Int.4

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo Elastico (Kg/cm ²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm ²)	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Coltre detritica	0.00-0.70	4.7	Coesivo	1.74	1.88	--	0.75	70.50	47.00	--	--	73.01

Strato (2) Calcarei fratturati	0.70-0.90	45.02	Incoerente	2.22	2.14	39.86	--	119.94	531.94	0.26	2328.71	126.61
-----------------------------------	-----------	-------	------------	------	------	-------	----	--------	--------	------	---------	--------

PROVA ...DPM 2 - Int.4

Strumento utilizzato... DPM Geologos
Prova eseguita in data 22/11/2018
Profondità prova 2.30 mt
Falda non rilevata
Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.10	2	0.857	7.11	8.29	0.36	0.41
0.20	8	0.855	28.36	33.18	1.42	1.66
0.30	9	0.853	31.83	37.33	1.59	1.87
0.40	5	0.851	17.64	20.74	0.88	1.04
0.50	7	0.849	24.64	29.03	1.23	1.45
0.60	13	0.797	42.97	53.92	2.15	2.70
0.70	19	0.795	62.66	78.80	3.13	3.94
0.80	19	0.793	62.52	78.80	3.13	3.94
0.90	13	0.792	40.44	51.09	2.02	2.55
1.00	17	0.790	52.77	66.81	2.64	3.34
1.10	7	0.838	23.05	27.51	1.15	1.38
1.20	3	0.836	9.86	11.79	0.49	0.59
1.30	7	0.835	22.96	27.51	1.15	1.38
1.40	7	0.833	22.91	27.51	1.15	1.38
1.50	14	0.781	42.98	55.02	2.15	2.75
1.60	24	0.730	68.81	94.32	3.44	4.72
1.70	30	0.728	85.83	117.90	4.29	5.90
1.80	65	0.626	160.00	255.46	8.00	12.77
1.90	48	0.625	111.99	179.25	5.60	8.96
2.00	35	0.673	87.99	130.71	4.40	6.54
2.10	23	0.722	61.98	85.89	3.10	4.29
2.20	23	0.720	61.85	85.89	3.09	4.29
2.30	80	0.619	184.82	298.76	9.24	14.94

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1.5	10	40.49	Coesivo	0	1.89	1.9	0.14	0.78	7.83	Coltre detritica
2.3	41	156.02	Incoerente	0	2.15	2.05	0.37	0.78	32.1	Calcarei fratturati

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPM 2 - Int.4

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo Elastico (Kg/cm ²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm ²)	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Coltre detritica	0.00-1.50	7.83	Coesivo	1.89	1.90	--	1.22	---	78.30	--	--	92.39
Strato (2)	1.50-2.30	32.1	Incoerente	2.15	2.05	36.17	--	93.40	379.48	0.29	1694.45	141.11

[illegible]

PROVA ...DPM 3 - Int.4

Strumento utilizzato...

Prova eseguita in data

Profondità prova

Falda non rilevata

.....

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.10	2	0.857	7.11	8.29	0.36	0.41
0.20	8	0.855	28.36	33.18	1.42	1.66
0.30	8	0.853	28.29	33.18	1.41	1.66
0.40	6	0.851	21.17	24.88	1.06	1.24
0.50	7	0.849	24.64	29.03	1.23	1.45
0.60	8	0.847	28.10	33.18	1.41	1.66
0.70	5	0.845	17.53	20.74	0.88	1.04
0.80	5	0.843	17.49	20.74	0.87	1.04
0.90	4	0.842	13.23	15.72	0.66	0.79
1.00	3	0.840	9.90	11.79	0.50	0.59
1.10	3	0.838	9.88	11.79	0.49	0.59
1.20	2	0.836	6.57	7.86	0.33	0.39
1.30	3	0.835	9.84	11.79	0.49	0.59
1.40	3	0.833	9.82	11.79	0.49	0.59
1.50	3	0.831	9.80	11.79	0.49	0.59
1.60	2	0.830	6.52	7.86	0.33	0.39
1.70	2	0.828	6.51	7.86	0.33	0.39
1.80	2	0.826	6.50	7.86	0.32	0.39
1.90	2	0.825	6.16	7.47	0.31	0.37
2.00	1	0.823	3.07	3.73	0.15	0.19
2.10	12	0.822	36.82	44.81	1.84	2.24
2.20	7	0.820	21.44	26.14	1.07	1.31
2.30	2	0.819	6.11	7.47	0.31	0.37
2.40	1	0.817	3.05	3.73	0.15	0.19
2.50	80	0.616	183.94	298.76	9.20	14.94

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
2.4	4.21	16.78	Coesivo	0	1.65	1.86	0.2	0.78	3.3	Coltre detritica
2.5	80	298.76	Incoerente	0	2.31	2.18	0.41	0.78	62.64	Calcarini fratturati

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPM 3 - Int.4

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm²)	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Coltre detritica	0.00-2.40	3.3	Coesivo	1.65	1.86	--	0.50	49.50	33.00	--	--	87.1
Strato (2)	2.40-2.50	62.64	Incoerente	2.31	2.18	44.9	--	156.13	739.85	0.23	3176.54	166.37

[illegible]

PROVA ...DPM 4 - Int.4

Strumento utilizzato...

Prova eseguita in data

Profondità prova

Falda non rilevata

1. *Journal of the American Medical Association*, 1997; 277: 1039-1043.

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.10	2	0.857	7.11	8.29	0.36	0.41
0.20	2	0.855	7.09	8.29	0.35	0.41
0.30	7	0.853	24.76	29.03	1.24	1.45
0.40	12	0.851	42.34	49.77	2.12	2.49
0.50	3	0.849	10.56	12.44	0.53	0.62
0.60	3	0.847	10.54	12.44	0.53	0.62
0.70	2	0.845	7.01	8.29	0.35	0.41
0.80	3	0.843	10.49	12.44	0.52	0.62
0.90	3	0.842	9.92	11.79	0.50	0.59
1.00	80	0.840	201.15	314.41	10.06	15.72

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0.9	4.11	16.98	Coesivo	0	1.65	1.86	0.07	0.78	3.22	Coltre detritica
1	80	314.41	Incoerente	0	2.31	2.18	0.16	0.78	62.64	Detrito grossolano

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPM 4 - Int.4

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm²)	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Coltre detritica	0.00-0.90	3.22	Coesivo	1.65	1.86	--	0.51	48.30	32.20	--	--	71.79
Strato (2) Detrito grossolano	0.90-1.00	62.64	Incoerente	2.31	2.18	44.9	--	156.13	739.85	0.23	3176.54	138.57

PROVA ...DPM 5 - Int.4

Strumento utilizzato...

Prova eseguita in data

Profondità prova

Falda non rilevata

REFERENCES

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.10	4	0.857	14.21	16.59	0.71	0.83
0.20	7	0.855	24.81	29.03	1.24	1.45
0.30	15	0.803	49.94	62.21	2.50	3.11
0.40	5	0.851	17.64	20.74	0.88	1.04
0.50	4	0.849	14.08	16.59	0.70	0.83
0.60	6	0.847	21.08	24.88	1.05	1.24
0.70	9	0.845	31.55	37.33	1.58	1.87
0.80	14	0.793	46.06	58.06	2.30	2.90
0.90	17	0.792	52.88	66.81	2.64	3.34
1.00	13	0.790	40.35	51.09	2.02	2.55
1.10	10	0.838	32.93	39.30	1.65	1.97
1.20	7	0.836	23.01	27.51	1.15	1.38
1.30	7	0.835	22.96	27.51	1.15	1.38
1.40	5	0.833	16.37	19.65	0.82	0.98
1.50	5	0.831	16.33	19.65	0.82	0.98
1.60	6	0.830	19.56	23.58	0.98	1.18
1.70	8	0.828	26.03	31.44	1.30	1.57
1.80	13	0.776	39.66	51.09	1.98	2.55
1.90	19	0.775	54.97	70.95	2.75	3.55
2.00	14	0.773	40.42	52.28	2.02	2.61
2.10	26	0.722	70.07	97.10	3.50	4.85
2.20	21	0.720	56.47	78.42	2.82	3.92
2.30	33	0.669	82.40	123.24	4.12	6.16
2.40	80	0.617	184.38	298.76	9.22	14.94

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1.7	8.35	33.65	Coesivo	0	1.84	1.89	0.16	0.78	6.54	Coltre detritica
2.3	21	78.85	Incoerente - coesivo	0	2.08	2.29	0.38	0.78	16.44	Detrito grossolano
2.4	80	298.76	Incoerente	0	2.31	2.18	0.45	0.78	62.64	Calcarei fratturati

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPM 5 - Int.4

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm²)	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Coltre detritica	0.00-1.70	6.54	Coesivo	1.84	1.89	--	1.01	--	65.40	--	--	91.75
Strato (2) Detrito grossolano	1.70-2.30	16.44	Coesivo Incoerente	2.08	2.29	31.7	2.37	--	164.40	0.32	903.36	126.93
Strato (3) Calcarei fratturati	2.30-2.40	62.64	Incoerente	2.31	2.18	44.9	--	156.13	739.85	0.23	3176.54	165.04

PROVA ...DPM 6 - Int.4

Strumento utilizzato...

Prova eseguita in data

Profondità prova

Falda non rilevata

DPM Geologos

22/11/2018

2.10 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.10	3	0.857	10.66	12.44	0.53	0.62
0.20	3	0.855	10.63	12.44	0.53	0.62
0.30	4	0.853	14.15	16.59	0.71	0.83
0.40	6	0.851	21.17	24.88	1.06	1.24
0.50	5	0.849	17.60	20.74	0.88	1.04
0.60	5	0.847	17.56	20.74	0.88	1.04
0.70	4	0.845	14.02	16.59	0.70	0.83
0.80	5	0.843	17.49	20.74	0.87	1.04
0.90	5	0.842	16.54	19.65	0.83	0.98
1.00	6	0.840	19.80	23.58	0.99	1.18
1.10	5	0.838	16.47	19.65	0.82	0.98
1.20	4	0.836	13.15	15.72	0.66	0.79
1.30	4	0.835	13.12	15.72	0.66	0.79
1.40	8	0.833	26.19	31.44	1.31	1.57
1.50	9	0.831	29.40	35.37	1.47	1.77
1.60	7	0.830	22.82	27.51	1.14	1.38
1.70	12	0.828	39.05	47.16	1.95	2.36
1.80	5	0.826	16.24	19.65	0.81	0.98
1.90	10	0.825	30.80	37.34	1.54	1.87
2.00	30	0.723	81.02	112.03	4.05	5.60
2.10	80	0.622	185.72	298.76	9.29	14.94

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1.6	5.19	20.86	Coesivo	0	1.7	1.87	0.14	0.78	4.06	Coltre detritica
2	14.25	54.04	Incoerente	0	1.77	1.93	0.31	0.78	11.16	Detrito grossolano
2.1	80	298.76	Incoerente	0	2.31	2.18	0.35	0.78	62.64	Calcarei fratturati

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPM 6 - Int.4

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm²)	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Coltre detritica	0.00-1.60	4.06	Coesivo	1.70	1.87	--	0.63	60.90	40.60	--	--	83.5
Strato (2) Detrito grossolano	1.60-2.00	11.16	Incoerente	1.77	1.93	30.19	--	50.39	132.39	0.33	627.65	116.31
Strato (3) Calcarei	2.00-2.10	62.64	Incoerente	2.31	2.18	44.9	--	156.13	739.85	0.23	3176.54	160.75

5.00	22	0.685	48.97	71.48	2.45	3.57
5.10	23	0.684	51.12	74.73	2.56	3.74
5.20	24	0.683	53.26	77.98	2.66	3.90
5.30	30	0.682	66.48	97.47	3.32	4.87
5.40	32	0.631	65.61	103.97	3.28	5.20
5.50	25	0.680	55.24	81.23	2.76	4.06
5.60	23	0.679	50.75	74.73	2.54	3.74
5.70	24	0.678	52.88	77.98	2.64	3.90
5.80	31	0.627	63.18	100.72	3.16	5.04

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1.8	4.22	16.91	Coesivo	0	1.65	1.86	0.15	0.78	3.3	Coltre detritica
5.8	17.65	60.55	Incoerente	0	1.85	1.94	0.67	0.78	13.82	Detrito grossolano

DPM Geologos

22/11/2018

5.80

1000

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPM7 - Int.4												
Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume satura (t/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm²)	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Coltre detritica	0.00- 1.80	3.3	Coesivo	1.65	1.86	--	0.51	49.50	33.00	--	--	82.41
Strato (2) Detrito grossolano	1.80- 5.80	13.82	Incoerente	1.85	1.94	30.95	--	55.85	163.78	0.33	767.35	139.42

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPM7 - Int.4

PROVA ...DPM8 - Int.3

DPM Geologists

23/11/2018

6.80 mt

0.000 100

Tipo elaborazione

Profondità (m)	Nr. Colpi
----------------	-----------

(Viabilità-Roana-intervento 4) 7

1.70	8	0.828	26.03	31.44	1.30	1.57
1.80	9	0.826	29.23	35.37	1.46	1.77
1.90	6	0.825	18.48	22.41	0.92	1.12
2.00	8	0.823	24.59	29.88	1.23	1.49
2.10	6	0.822	18.41	22.41	0.92	1.12
2.20	6	0.820	18.38	22.41	0.92	1.12
2.30	7	0.819	21.40	26.14	1.07	1.31
2.40	5	0.817	15.26	18.67	0.76	0.93
2.50	6	0.816	18.28	22.41	0.91	1.12
2.60	7	0.814	21.29	26.14	1.06	1.31
2.70	6	0.813	18.21	22.41	0.91	1.12
2.80	9	0.811	27.27	33.61	1.36	1.68
2.90	5	0.810	14.41	17.79	0.72	0.89
3.00	8	0.809	23.01	28.46	1.15	1.42
3.10	7	0.807	20.10	24.90	1.01	1.25
3.20	5	0.806	14.34	17.79	0.72	0.89
3.30	11	0.805	31.49	39.13	1.57	1.96
3.40	5	0.803	14.29	17.79	0.71	0.89
3.50	6	0.802	17.12	21.34	0.86	1.07
3.60	5	0.801	14.24	17.79	0.71	0.89
3.70	7	0.800	19.91	24.90	1.00	1.25
3.80	6	0.798	17.04	21.34	0.85	1.07
3.90	8	0.797	21.66	27.17	1.08	1.36
4.00	7	0.796	18.92	23.77	0.95	1.19
4.10	7	0.795	18.90	23.77	0.94	1.19
4.20	8	0.794	21.56	27.17	1.08	1.36
4.30	6	0.793	16.15	20.38	0.81	1.02
4.40	5	0.791	13.44	16.98	0.67	0.85
4.50	7	0.790	18.79	23.77	0.94	1.19
4.60	6	0.789	16.08	20.38	0.80	1.02
4.70	4	0.788	10.71	13.58	0.54	0.68
4.80	4	0.787	10.69	13.58	0.53	0.68
4.90	4	0.786	10.22	13.00	0.51	0.65
5.00	7	0.785	17.85	22.74	0.89	1.14
5.10	8	0.784	20.38	25.99	1.02	1.30
5.20	7	0.783	17.81	22.74	0.89	1.14
5.30	6	0.782	15.25	19.49	0.76	0.97
5.40	9	0.781	22.84	29.24	1.14	1.46
5.50	6	0.780	15.21	19.49	0.76	0.97
5.60	5	0.779	12.66	16.25	0.63	0.81
5.70	4	0.778	10.11	13.00	0.51	0.65
5.80	5	0.777	12.63	16.25	0.63	0.81
5.90	5	0.776	12.09	15.57	0.60	0.78
6.00	9	0.775	21.73	28.03	1.09	1.40
6.10	5	0.775	12.06	15.57	0.60	0.78
6.20	6	0.774	14.46	18.69	0.72	0.93
6.30	3	0.773	7.22	9.34	0.36	0.47
6.40	2	0.772	4.81	6.23	0.24	0.31
6.50	3	0.771	7.20	9.34	0.36	0.47
6.60	2	0.770	4.80	6.23	0.24	0.31
6.70	20	0.720	44.82	62.28	2.24	3.11
6.80	23	0.669	47.90	71.63	2.39	3.58

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
6.6	5.91	21.21	Coesivo	0	1.74	1.88	0.57	0.78	4.63	Coltre detritica
6.8	21.5	66.96	Incoerente	0	1.93	1.96	1.17	0.78	16.83	Detrito grossolano

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPM8 - Int.3

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm²)	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Coltre detritica	0.00-6.60	4.63	Coesivo	1.74	1.88	--	0.64	69.45	46.30	--	--	112.29
Strato (2) Detrito grossolano	6.60-6.80	16.83	Incoerente	1.93	1.96	31.81	--	62.03	199.29	0.32	923.49	160.94

PROVA ...DPM 9 - Int.3

Strumento utilizzato...

Prova eseguita in data

Profondità prova

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

DPM Geologos

23/11/2018

2.30 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.10	1	0.857	3.55	4.15	0.18	0.21
0.20	3	0.855	10.63	12.44	0.53	0.62
0.30	7	0.853	24.76	29.03	1.24	1.45
0.40	8	0.851	28.23	33.18	1.41	1.66
0.50	6	0.849	21.12	24.88	1.06	1.24
0.60	4	0.847	14.05	16.59	0.70	0.83
0.70	4	0.845	14.02	16.59	0.70	0.83
0.80	4	0.843	13.99	16.59	0.70	0.83
0.90	5	0.842	16.54	19.65	0.83	0.98
1.00	6	0.840	19.80	23.58	0.99	1.18
1.10	8	0.838	26.35	31.44	1.32	1.57
1.20	8	0.836	26.29	31.44	1.31	1.57
1.30	9	0.835	29.52	35.37	1.48	1.77
1.40	10	0.833	32.73	39.30	1.64	1.97
1.50	10	0.831	32.67	39.30	1.63	1.97
1.60	33	0.680	88.13	129.69	4.41	6.48
1.70	25	0.728	71.52	98.25	3.58	4.91
1.80	17	0.776	51.87	66.81	2.59	3.34
1.90	14	0.775	40.51	52.28	2.03	2.61
2.00	15	0.773	43.31	56.02	2.17	2.80
2.10	20	0.772	57.63	74.69	2.88	3.73
2.20	17	0.770	48.89	63.49	2.44	3.17
2.30	80	0.619	184.82	298.76	9.24	14.94

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1.5	6.2	24.9	Coesivo	0	1.75	1.88	0.13	0.78	4.85	Coltre detritica
2.2	20.14	77.32	Incoerente	0	1.9	1.95	0.33	0.78	15.77	Detrito grossolano
2.3	80	298.76	Incoerente	0	2.31	2.18	0.41	0.78	62.64	Calcarati fratturati

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPM 9 - Int.3

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm²)	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Coltre detritica	0.00-1.50	4.85	Coesivo	1.75	1.88	--	0.75	72.75	48.50	--	--	85.04
Strato (2) Detrito grossolano	1.50-2.20	15.77	Incoerente	1.90	1.95	31.51	--	59.86	186.79	0.32	868.71	124.14
Strato (3) Calcarei fratturati	2.20-2.30	62.64	Incoerente	2.31	2.18	44.9	--	156.13	739.85	0.23	3176.54	163.66

PROVA ...DPM10 - Int.3

DPM Geologos

23/11/2018

6.40 mt

Strumento utilizzato...

Prova eseguita in data

Profondità prova

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.10	2	0.857	7.11	8.29	0.36	0.41
0.20	1	0.855	3.54	4.15	0.18	0.21
0.30	5	0.853	17.68	20.74	0.88	1.04
0.40	7	0.851	24.70	29.03	1.23	1.45
0.50	9	0.849	31.69	37.33	1.58	1.87
0.60	9	0.847	31.62	37.33	1.58	1.87
0.70	7	0.845	24.54	29.03	1.23	1.45
0.80	7	0.843	24.48	29.03	1.22	1.45
0.90	11	0.842	36.38	43.23	1.82	2.16
1.00	8	0.840	26.40	31.44	1.32	1.57
1.10	4	0.838	13.17	15.72	0.66	0.79
1.20	4	0.836	13.15	15.72	0.66	0.79
1.30	2	0.835	6.56	7.86	0.33	0.39
1.40	4	0.833	13.09	15.72	0.65	0.79
1.50	7	0.831	22.87	27.51	1.14	1.38
1.60	5	0.830	16.30	19.65	0.82	0.98
1.70	7	0.828	22.78	27.51	1.14	1.38
1.80	6	0.826	19.49	23.58	0.97	1.18
1.90	5	0.825	15.40	18.67	0.77	0.93
2.00	5	0.823	15.37	18.67	0.77	0.93
2.10	3	0.822	9.21	11.20	0.46	0.56
2.20	4	0.820	12.25	14.94	0.61	0.75
2.30	6	0.819	18.34	22.41	0.92	1.12
2.40	5	0.817	15.26	18.67	0.76	0.93
2.50	5	0.816	15.23	18.67	0.76	0.93
2.60	6	0.814	18.24	22.41	0.91	1.12
2.70	6	0.813	18.21	22.41	0.91	1.12
2.80	6	0.811	18.18	22.41	0.91	1.12
2.90	5	0.810	14.41	17.79	0.72	0.89
3.00	6	0.809	17.26	21.34	0.86	1.07

3.10	8	0.807	22.98	28.46	1.15	1.42
3.20	6	0.806	17.20	21.34	0.86	1.07
3.30	31	0.655	72.20	110.28	3.61	5.51
3.40	19	0.753	50.92	67.59	2.55	3.38
3.50	11	0.802	31.39	39.13	1.57	1.96
3.60	9	0.801	25.64	32.02	1.28	1.60
3.70	9	0.800	25.60	32.02	1.28	1.60
3.80	21	0.698	52.17	74.70	2.61	3.74
3.90	11	0.797	29.78	37.36	1.49	1.87
4.00	10	0.796	27.03	33.96	1.35	1.70
4.10	18	0.745	45.53	61.13	2.28	3.06
4.20	17	0.744	42.94	57.74	2.15	2.89
4.30	12	0.793	32.30	40.75	1.62	2.04
4.40	10	0.791	26.88	33.96	1.34	1.70
4.50	10	0.790	26.84	33.96	1.34	1.70
4.60	22	0.689	51.50	74.72	2.57	3.74
4.70	22	0.688	51.42	74.72	2.57	3.74
4.80	23	0.687	53.67	78.11	2.68	3.91
4.90	20	0.736	47.83	64.98	2.39	3.25
5.00	18	0.735	42.99	58.48	2.15	2.92
5.10	24	0.684	53.34	77.98	2.67	3.90
5.20	25	0.683	55.48	81.23	2.77	4.06
5.30	17	0.732	40.43	55.23	2.02	2.76
5.40	15	0.731	35.63	48.74	1.78	2.44
5.50	9	0.780	22.81	29.24	1.14	1.46
5.60	12	0.779	30.38	38.99	1.52	1.95
5.70	12	0.778	30.34	38.99	1.52	1.95
5.80	15	0.727	35.45	48.74	1.77	2.44
5.90	16	0.726	36.19	49.83	1.81	2.49
6.00	16	0.725	36.15	49.83	1.81	2.49
6.10	14	0.725	31.59	43.60	1.58	2.18
6.20	11	0.774	26.50	34.26	1.33	1.71
6.30	17	0.723	38.27	52.94	1.91	2.65
6.40	34	0.622	65.86	105.88	3.29	5.29

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
3.2	5.66	21.95	Coesivo	0	1.73	1.87	0.28	0.78	4.43	Coltre detritica
6.3	16	53.39	Incoerente	0	1.81	1.93	0.83	0.78	12.53	Detrito grossolano
6.4	34	105.88	Incoerente	0	2.1	2.02	1.13	0.78	26.62	Calcarei fratturati

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPM10 - Int.3

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm²)	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Coltre detritica	0.00-3.20	4.43	Coesivo	1.73	1.87	--	0.66	66.45	44.30	--	--	96.9
Strato (2) Detrito grossolano	3.20-6.30	12.53	Incoerente	1.81	1.93	30.58	--	53.20	148.55	0.33	699.82	143.11
Strato	6.30-	26.62	Incoerente	2.10	2.02	34.61	--	82.14	314.82	0.3	1421.05	172.43

(3) Calcari frattura ti	6.40											
----------------------------------	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PROVA ...DPM 11 - Int.2

Strumento utilizzato...

DPM Geologos

Prova eseguita in data

27/11/2018

Profondità prova

3.40 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.10	1	0.857	3.55	4.15	0.18	0.21
0.20	2	0.855	7.09	8.29	0.35	0.41
0.30	6	0.853	21.22	24.88	1.06	1.24
0.40	4	0.851	14.11	16.59	0.71	0.83
0.50	3	0.849	10.56	12.44	0.53	0.62
0.60	9	0.847	31.62	37.33	1.58	1.87
0.70	9	0.845	31.55	37.33	1.58	1.87
0.80	15	0.793	49.35	62.21	2.47	3.11
0.90	10	0.842	33.07	39.30	1.65	1.97
1.00	11	0.840	36.30	43.23	1.82	2.16
1.10	6	0.838	19.76	23.58	0.99	1.18
1.20	7	0.836	23.01	27.51	1.15	1.38
1.30	6	0.835	19.68	23.58	0.98	1.18
1.40	4	0.833	13.09	15.72	0.65	0.79
1.50	10	0.831	32.67	39.30	1.63	1.97
1.60	23	0.730	65.95	90.39	3.30	4.52
1.70	20	0.778	61.15	78.60	3.06	3.93
1.80	15	0.776	45.77	58.95	2.29	2.95
1.90	6	0.825	18.48	22.41	0.92	1.12
2.00	9	0.823	27.67	33.61	1.38	1.68
2.10	12	0.822	36.82	44.81	1.84	2.24
2.20	9	0.820	27.56	33.61	1.38	1.68
2.30	5	0.819	15.29	18.67	0.76	0.93
2.40	9	0.817	27.46	33.61	1.37	1.68
2.50	6	0.816	18.28	22.41	0.91	1.12
2.60	5	0.814	15.20	18.67	0.76	0.93
2.70	22	0.713	58.56	82.16	2.93	4.11
2.80	25	0.711	66.42	93.36	3.32	4.67
2.90	32	0.660	75.13	113.83	3.76	5.69
3.00	22	0.709	55.46	78.26	2.77	3.91
3.10	25	0.707	62.90	88.93	3.15	4.45
3.20	24	0.706	60.28	85.38	3.01	4.27
3.30	38	0.655	88.50	135.18	4.43	6.76
3.40	50	0.603	107.32	177.87	5.37	8.89

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizion e
2.6	8.54	33.51	Coesivo	0	1.84	1.89	0.24	0.78	6.69	Coltre detrítica
3.4	29.75	106.87	Incoerente	0	2.05	2.0	0.56	0.78	23.29	Calcari fratturati

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPM 11 - Int.2

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Angol o di resiste nza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm²)	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Coltre detrítica a	0.00- 2.60	6.69	Coesivo	1.84	1.89	--	1.01	---	66.90	--	--	99.98
Strato (2) Calcari frattura ti	2.60- 3.40	23.29	Incoerente	2.05	2.00	33.65	--	75.30	275.52	0.31	1253.29	145.79

PROVA ...DPM12 - Int.2

Strumento utilizzato...

DPM Geologos

Prova eseguita in data

27/11/2018

Profondità prova

7.60 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.10	0	0.857	0.00	0.00	0.00	0.00
0.20	0	0.855	0.00	0.00	0.00	0.00
0.30	4	0.853	14.15	16.59	0.71	0.83
0.40	7	0.851	24.70	29.03	1.23	1.45
0.50	8	0.849	28.17	33.18	1.41	1.66
0.60	11	0.847	38.64	45.62	1.93	2.28
0.70	5	0.845	17.53	20.74	0.88	1.04
0.80	5	0.843	17.49	20.74	0.87	1.04
0.90	4	0.842	13.23	15.72	0.66	0.79
1.00	4	0.840	13.20	15.72	0.66	0.79
1.10	4	0.838	13.17	15.72	0.66	0.79
1.20	5	0.836	16.43	19.65	0.82	0.98
1.30	5	0.835	16.40	19.65	0.82	0.98
1.40	5	0.833	16.37	19.65	0.82	0.98
1.50	6	0.831	19.60	23.58	0.98	1.18
1.60	6	0.830	19.56	23.58	0.98	1.18
1.70	5	0.828	16.27	19.65	0.81	0.98
1.80	4	0.826	12.99	15.72	0.65	0.79
1.90	4	0.825	12.32	14.94	0.62	0.75
2.00	5	0.823	15.37	18.67	0.77	0.93
2.10	4	0.822	12.27	14.94	0.61	0.75
2.20	11	0.820	33.69	41.08	1.68	2.05
2.30	6	0.819	18.34	22.41	0.92	1.12
2.40	4	0.817	12.21	14.94	0.61	0.75
2.50	2	0.816	6.09	7.47	0.30	0.37
2.60	2	0.814	6.08	7.47	0.30	0.37
2.70	5	0.813	15.18	18.67	0.76	0.93
2.80	6	0.811	18.18	22.41	0.91	1.12
2.90	7	0.810	20.17	24.90	1.01	1.25
3.00	5	0.809	14.38	17.79	0.72	0.89
3.10	5	0.807	14.36	17.79	0.72	0.89
3.20	9	0.806	25.80	32.02	1.29	1.60
3.30	6	0.805	17.18	21.34	0.86	1.07
3.40	7	0.803	20.01	24.90	1.00	1.25
3.50	5	0.802	14.27	17.79	0.71	0.89

3.60	2	0.801	5.70	7.11	0.28	0.36
3.70	2	0.800	5.69	7.11	0.28	0.36
3.80	3	0.798	8.52	10.67	0.43	0.53
3.90	3	0.797	8.12	10.19	0.41	0.51
4.00	3	0.796	8.11	10.19	0.41	0.51
4.10	4	0.795	10.80	13.58	0.54	0.68
4.20	5	0.794	13.48	16.98	0.67	0.85
4.30	3	0.793	8.08	10.19	0.40	0.51
4.40	5	0.791	13.44	16.98	0.67	0.85
4.50	5	0.790	13.42	16.98	0.67	0.85
4.60	6	0.789	16.08	20.38	0.80	1.02
4.70	5	0.788	13.38	16.98	0.67	0.85
4.80	4	0.787	10.69	13.58	0.53	0.68
4.90	3	0.786	7.66	9.75	0.38	0.49
5.00	4	0.785	10.20	13.00	0.51	0.65
5.10	5	0.784	12.74	16.25	0.64	0.81
5.20	4	0.783	10.18	13.00	0.51	0.65
5.30	3	0.782	7.62	9.75	0.38	0.49
5.40	1	0.781	2.54	3.25	0.13	0.16
5.50	4	0.780	10.14	13.00	0.51	0.65
5.60	3	0.779	7.59	9.75	0.38	0.49
5.70	3	0.778	7.59	9.75	0.38	0.49
5.80	5	0.777	12.63	16.25	0.63	0.81
5.90	7	0.776	16.92	21.80	0.85	1.09
6.00	5	0.775	12.07	15.57	0.60	0.78
6.10	2	0.775	4.82	6.23	0.24	0.31
6.20	2	0.774	4.82	6.23	0.24	0.31
6.30	3	0.773	7.22	9.34	0.36	0.47
6.40	3	0.772	7.21	9.34	0.36	0.47
6.50	7	0.771	16.81	21.80	0.84	1.09
6.60	6	0.770	14.39	18.69	0.72	0.93
6.70	3	0.770	7.19	9.34	0.36	0.47
6.80	5	0.769	11.97	15.57	0.60	0.78
6.90	3	0.768	6.89	8.97	0.34	0.45
7.00	4	0.767	9.18	11.96	0.46	0.60
7.10	3	0.766	6.87	8.97	0.34	0.45
7.20	2	0.766	4.58	5.98	0.23	0.30
7.30	1	0.765	2.29	2.99	0.11	0.15
7.40	3	0.764	6.85	8.97	0.34	0.45
7.50	2	0.763	4.57	5.98	0.23	0.30
7.60	80	0.563	134.60	239.20	6.73	11.96

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
7.5	4.36	15.55	Coesivo	0	1.66	1.86	0.62	0.78	3.41	Coltre detritica
7.6	80	239.2	Incoerente	0	2.31	2.18	1.26	0.78	62.64	Calcarei fratturati

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPM12 - Int.2

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm²)	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Coltre detritica	0.00-7.50	3.41	Coesivo	1.66	1.86	--	0.47	51.15	34.10	--	--	109.16
Strato (2)	7.50-7.60	62.64	Incoerente	2.31	2.18	44.9	--	156.13	739.85	0.23	3176.54	206.74

Calcarei fratturati												
---------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PROVA ...DPM13 - Int.2

Strumento utilizzato... DPM Geologos
 Prova eseguita in data 27/11/2018
 Profondità prova .90 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.10	0	0.857	0.00	0.00	0.00	0.00
0.20	3	0.855	10.63	12.44	0.53	0.62
0.30	6	0.853	21.22	24.88	1.06	1.24
0.40	9	0.851	31.76	37.33	1.59	1.87
0.50	15	0.799	49.70	62.21	2.48	3.11
0.60	9	0.847	31.62	37.33	1.58	1.87
0.70	3	0.845	10.52	12.44	0.53	0.62
0.80	3	0.843	10.49	12.44	0.52	0.62
0.90	80	0.642	201.70	314.41	10.09	15.72

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0.8	6	24.89	Coesivo	0	1.74	1.88	0.07	0.78	4.7	Coltre detritica
0.9	80	314.41	Incoerente	0	2.31	2.18	0.15	0.78	62.64	Calcarei fratturati

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPM13 - Int.2

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm²)	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Coltre detritica	0.00-0.80	4.7	Coesivo	1.74	1.88	--	0.75	70.50	47.00	--	--	74.92
Strato (2) Calcarei fratturati	0.80-0.90	62.64	Incoerente	2.31	2.18	44.9	--	156.13	739.85	0.23	3176.54	135.63

PROVA ...DPM14 - Int.1

Strumento utilizzato... DPM Geologos
 Prova eseguita in data 27/11/2018
 Profondità prova 2.50 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.10	1	0.857	3.55	4.15	0.18	0.21
0.20	2	0.855	7.09	8.29	0.35	0.41
0.30	4	0.853	14.15	16.59	0.71	0.83
0.40	4	0.851	14.11	16.59	0.71	0.83
0.50	3	0.849	10.56	12.44	0.53	0.62
0.60	1	0.847	3.51	4.15	0.18	0.21
0.70	3	0.845	10.52	12.44	0.53	0.62
0.80	4	0.843	13.99	16.59	0.70	0.83
0.90	3	0.842	9.92	11.79	0.50	0.59
1.00	4	0.840	13.20	15.72	0.66	0.79
1.10	4	0.838	13.17	15.72	0.66	0.79
1.20	4	0.836	13.15	15.72	0.66	0.79
1.30	4	0.835	13.12	15.72	0.66	0.79
1.40	4	0.833	13.09	15.72	0.65	0.79
1.50	12	0.831	39.20	47.16	1.96	2.36
1.60	10	0.830	32.60	39.30	1.63	1.97
1.70	7	0.828	22.78	27.51	1.14	1.38
1.80	7	0.826	22.73	27.51	1.14	1.38
1.90	18	0.775	52.08	67.22	2.60	3.36
2.00	23	0.723	62.12	85.89	3.11	4.29
2.10	28	0.722	75.46	104.56	3.77	5.23
2.20	18	0.770	51.77	67.22	2.59	3.36
2.30	19	0.769	54.54	70.95	2.73	3.55
2.40	15	0.767	42.97	56.02	2.15	2.80
2.50	80	0.616	183.94	298.76	9.20	14.94

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1.4	3.21	12.97	Coesivo	0	1.6	1.86	0.11	0.78	2.51	Coltre detritica
2.4	15.7	59.33	Incoerente	0	1.8	1.93	0.31	0.78	12.29	Detrito grossolano
2.5	80	298.76	Incoerente	0	2.31	2.18	0.42	0.78	62.64	Calcarati fratturati

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPM14 - Int.1

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm²)	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Coltre detritica	0.00-1.40	2.51	Coesivo	1.60	1.86	--	0.39	37.65	25.10	--	--	74.88
Strato (2) Detrito grossolano	1.40-2.40	12.29	Incoerente	1.80	1.93	30.51	--	52.71	145.72	0.33	687.21	119.51
Strato (3) Calcarati fratturati	2.40-2.50	62.64	Incoerente	2.31	2.18	44.9	--	156.13	739.85	0.23	3176.54	166.37

PROVA ...DPM15 Int.1
 DPM Geologos
 27/11/2018
 Profondità prova .40 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.10	1	0.857	3.55	4.15	0.18	0.21
0.20	1	0.855	3.54	4.15	0.18	0.21
0.30	11	0.853	38.90	45.62	1.95	2.28
0.40	28	0.751	87.19	116.13	4.36	5.81

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
------------------	------	-------------	------	-------------------	-----------------------------	------------------------------------	----------------------------	------------------------------	------	-------------

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPM15 Int.1

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm²)	Velocità onde di taglio (m/s)
--------	-----------	------	------	-----------------------------	------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------	----------------------------	--------------------------	----------------	-----------------------------	-------------------------------

PROVA ...DPM16 - Int.1
 DPM Geologos
 27/11/2018
 Profondità prova 4.50 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.10	0	0.857	0.00	0.00	0.00	0.00
0.20	1	0.855	3.54	4.15	0.18	0.21
0.30	2	0.853	7.07	8.29	0.35	0.41
0.40	3	0.851	10.59	12.44	0.53	0.62
0.50	2	0.849	7.04	8.29	0.35	0.41
0.60	2	0.847	7.03	8.29	0.35	0.41
0.70	4	0.845	14.02	16.59	0.70	0.83
0.80	4	0.843	13.99	16.59	0.70	0.83
0.90	4	0.842	13.23	15.72	0.66	0.79
1.00	4	0.840	13.20	15.72	0.66	0.79
1.10	4	0.838	13.17	15.72	0.66	0.79
1.20	2	0.836	6.57	7.86	0.33	0.39
1.30	8	0.835	26.24	31.44	1.31	1.57
1.40	8	0.833	26.19	31.44	1.31	1.57
1.50	10	0.831	32.67	39.30	1.63	1.97
1.60	9	0.830	29.34	35.37	1.47	1.77
1.70	12	0.828	39.05	47.16	1.95	2.36
1.80	11	0.826	35.72	43.23	1.79	2.16
1.90	9	0.825	27.72	33.61	1.39	1.68
2.00	12	0.823	36.89	44.81	1.84	2.24
2.10	10	0.822	30.68	37.34	1.53	1.87
2.20	15	0.770	43.14	56.02	2.16	2.80
2.30	15	0.769	43.06	56.02	2.15	2.80
2.40	16	0.767	45.84	59.75	2.29	2.99

2.50	14	0.766	40.03	52.28	2.00	2.61
2.60	15	0.764	42.81	56.02	2.14	2.80
2.70	13	0.763	37.03	48.55	1.85	2.43
2.80	15	0.761	42.65	56.02	2.13	2.80
2.90	15	0.760	40.56	53.36	2.03	2.67
3.00	14	0.759	37.78	49.80	1.89	2.49
3.10	18	0.757	48.49	64.03	2.42	3.20
3.20	18	0.756	48.41	64.03	2.42	3.20
3.30	26	0.705	65.18	92.49	3.26	4.62
3.40	32	0.653	74.38	113.83	3.72	5.69
3.50	42	0.602	89.96	149.41	4.50	7.47
3.60	41	0.601	87.64	145.85	4.38	7.29
3.70	35	0.650	80.88	124.51	4.04	6.23
3.80	42	0.598	89.41	149.41	4.47	7.47
3.90	33	0.647	72.54	112.08	3.63	5.60
4.00	45	0.596	91.09	152.83	4.55	7.64
4.10	47	0.595	94.95	159.62	4.75	7.98
4.20	35	0.644	76.51	118.87	3.83	5.94
4.30	23	0.693	54.10	78.11	2.70	3.91
4.40	32	0.641	69.71	108.68	3.49	5.43
4.50	53	0.590	106.26	180.00	5.31	9.00

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1.2	2.67	10.81	Coesivo	0	1.57	1.85	0.09	0.78	2.09	Coltre detritica
3.2	12.85	47.98	Incoerente	0	1.73	1.92	0.36	0.78	10.06	Detrito grossolano
4.5	37.38	129.67	Incoerente	0	2.13	2.04	0.67	0.78	29.27	Calcarei fratturati

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPM16 - Int.1

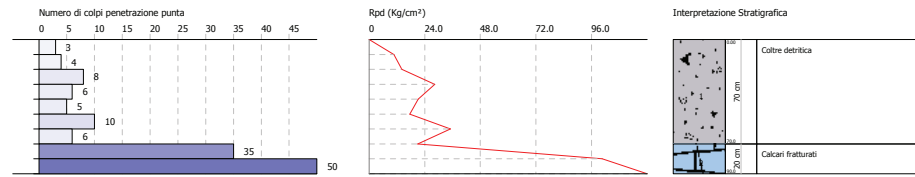
Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm²)	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Coltre detritica	0.00-1.20	2.09	Coesivo	1.57	1.85	--	0.32	31.35	20.90	--	--	70.42
Strato (2) Detrito grossolano	1.20-3.20	10.06	Incoerente	1.73	1.92	29.87	--	48.13	119.41	0.33	569.32	118.76
Strato (3) Calcarei fratturati	3.20-4.50	29.27	Incoerente	2.13	2.04	35.36	--	87.59	346.09	0.3	1553.64	159.15

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM1 - Int.4
Strumento utilizzato... DPM Geologos

Committente: Viabilità
Cantiere: Roana
Località: intervento 4

Data: 22/11/2018

Scala 1:35

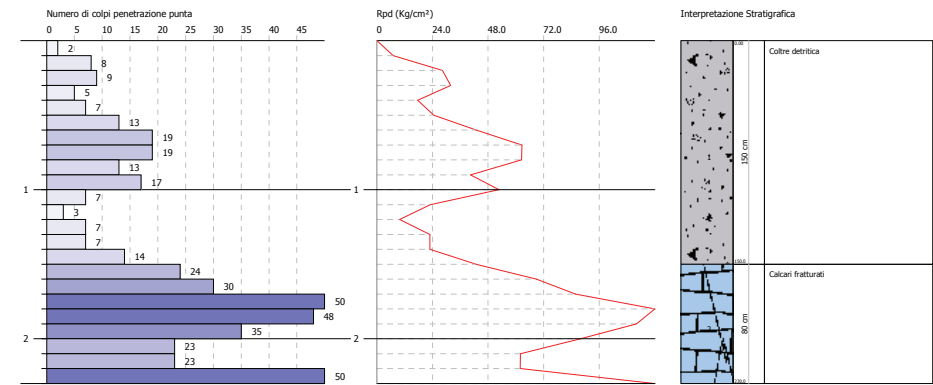


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM 2 - Int.4
Strumento utilizzato... DPM Geologos

Committente: Viabilità
Cantiere: Roana
Località: intervento 4

Data: 22/11/2018

Scala 1:35

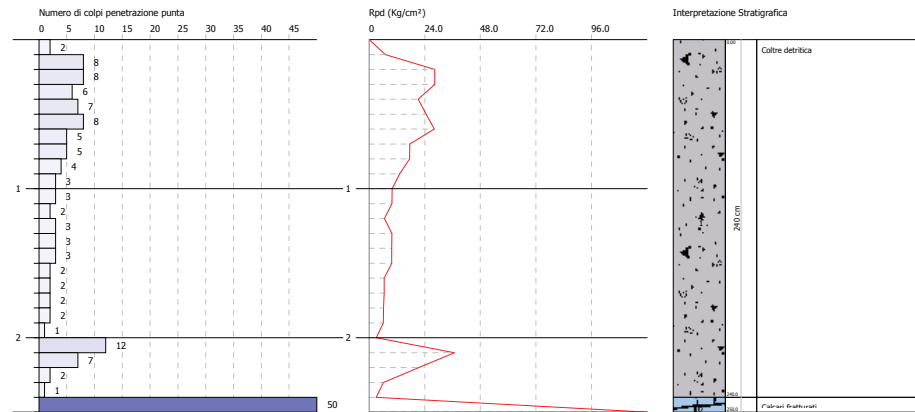


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM 3 - Int.4
Strumento utilizzato... DPM Geologos

Committente: Viabilità
Cantiere: Roana
Località: intervento 4

Data: 22/11/2018

Scala 1:35

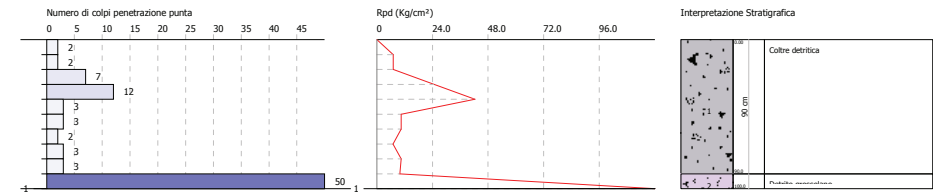


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM 4 - Int.4
Strumento utilizzato... DPM Geologos

Committente: Viabilità
Cantiere: Roana
Località: intervento 4

Data: 22/11/2018

Scala 1:35

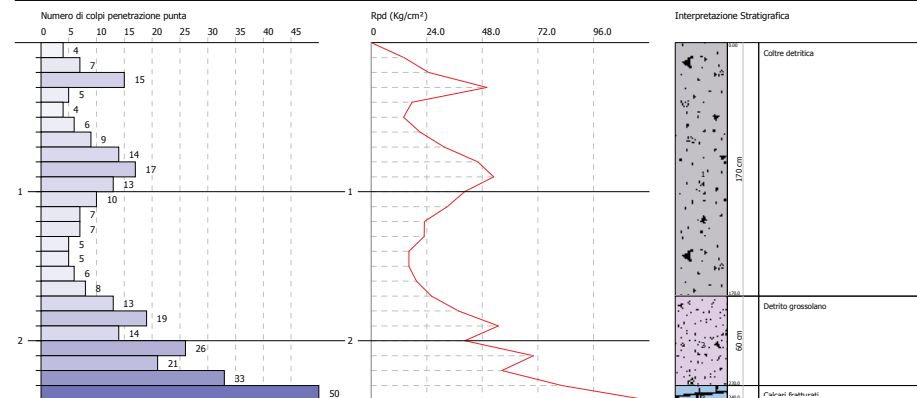


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM 5 - Int.4
Strumento utilizzato... DPM Geologos

Committente: Viabilità
Cantiere: Roana
Località: intervento 4

Data: 22/11/2018

Scala 1:35

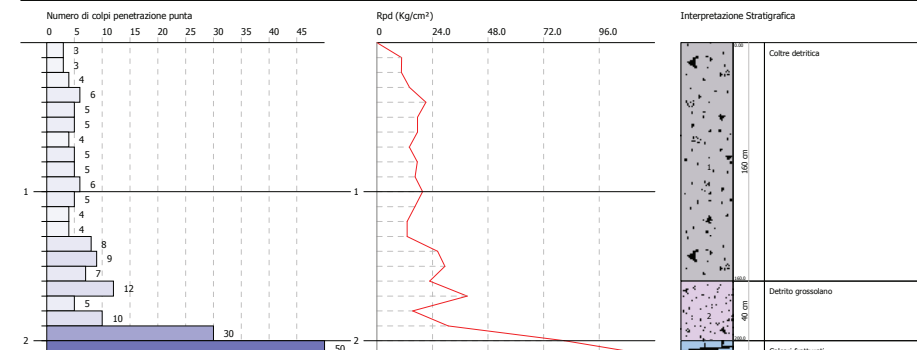


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM 6 - Int.4
Strumento utilizzato... DPM Geologos

Committente: Viabilità
Cantiere: Roana
Località: intervento 4

Data: 22/11/2018

Scala 1:35

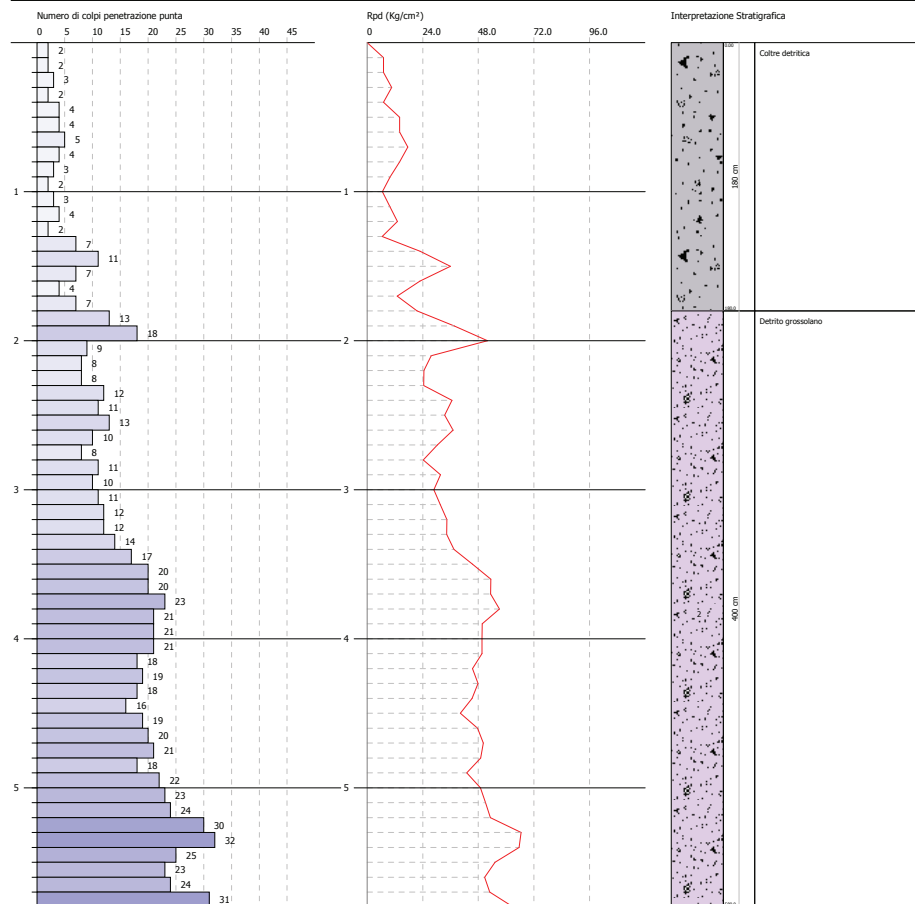


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM7 - Int.4
Strumento utilizzato... DPM Geologos

Committente: Viabilità
Cantiere: Roana
Località: intervento 4

Data: 22/11/2018

Scala 1:35

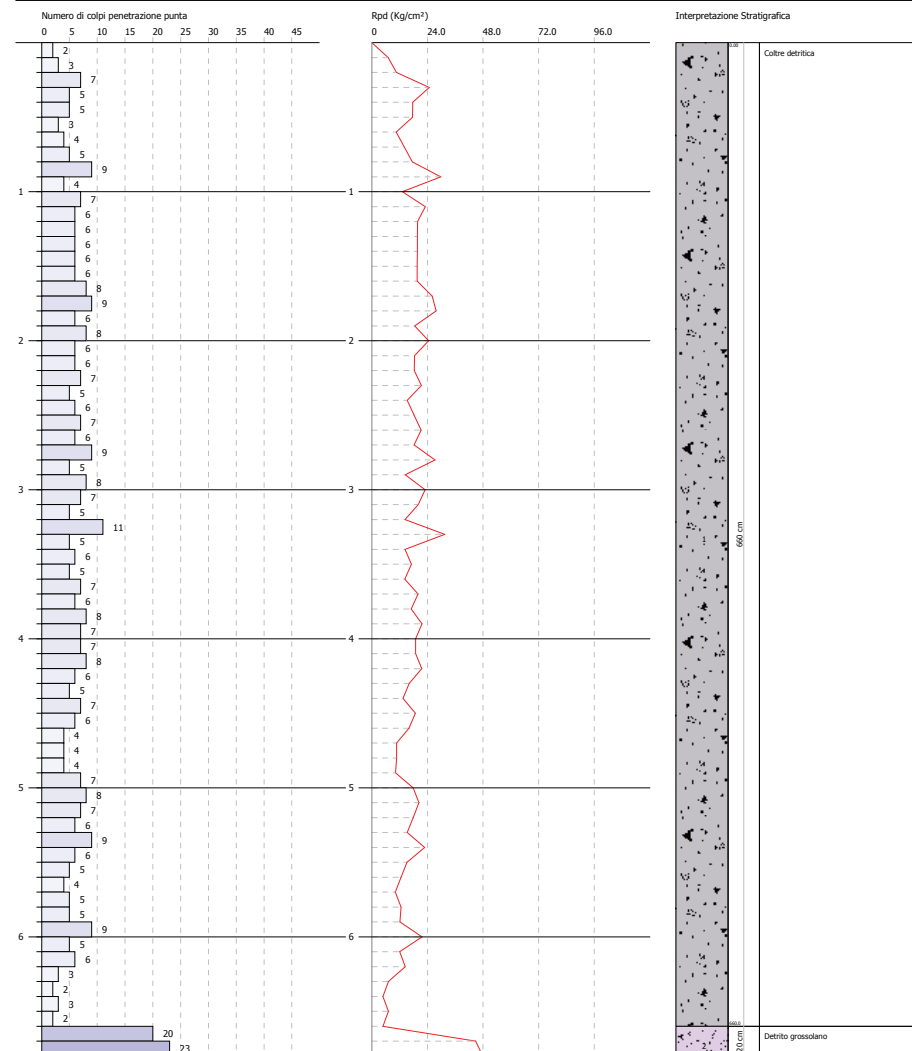


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM8 - Int.3
Strumento utilizzato... DPM Geologos

Committente: Viabilità
Cantiere: Roana
Località: intervento 4

Data: 23/11/2018

Scala 1:35

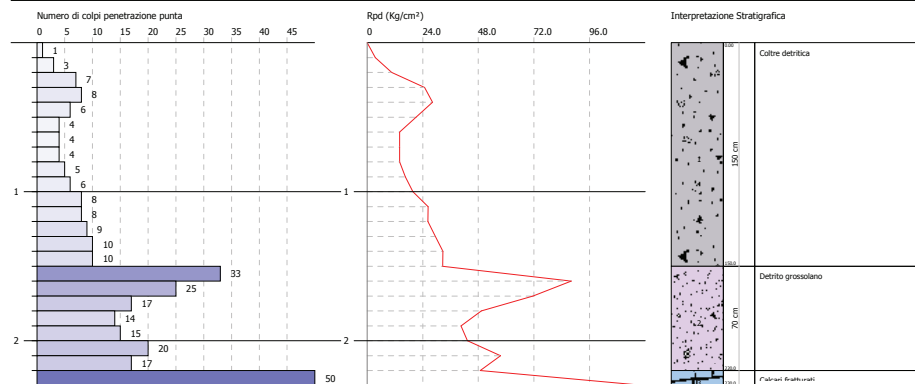


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM 9 - Int.3
Strumento utilizzato... DPM Geologos

Committente: Viabilità
Cantiere: Roana
Località: intervento 4

Data: 23/11/2018

Scala 1:35

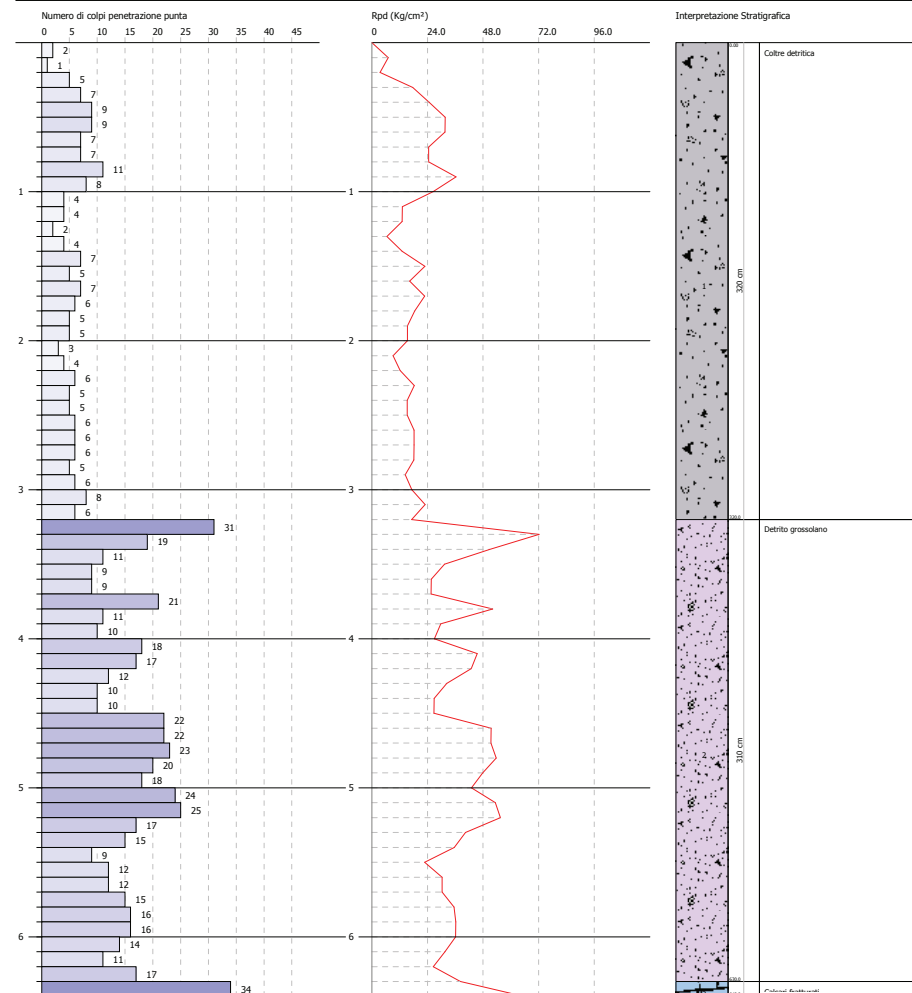


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM10 - Int.3
Strumento utilizzato... DPM Geologos

Committente: Viabilità
Cantiere: Roana
Località: intervento 4

Data: 23/11/2018

Scala 1:35

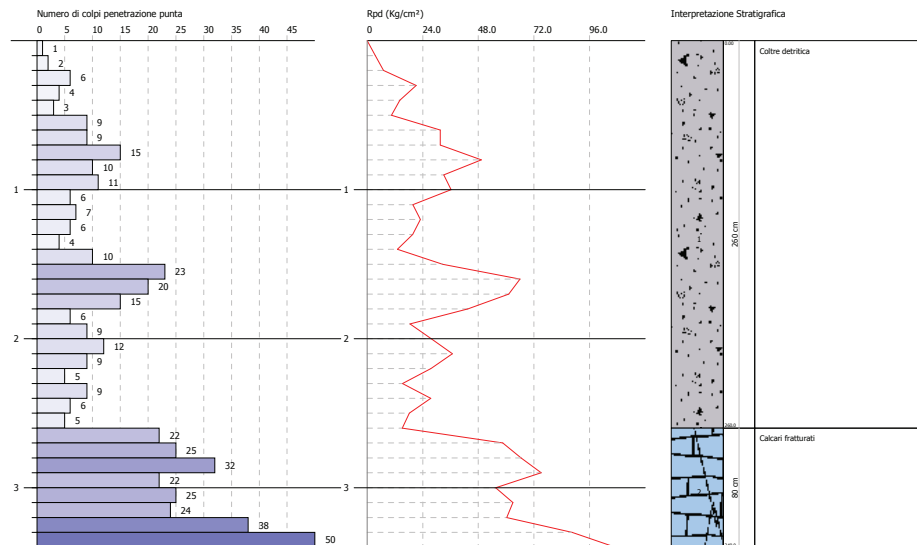


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM 11 - Int.2
Strumento utilizzato... DPM Geologos

Committente: Viabilità
Cantiere: Roana
Località: intervento 4

Data: 27/11/2018

Scala 1:35

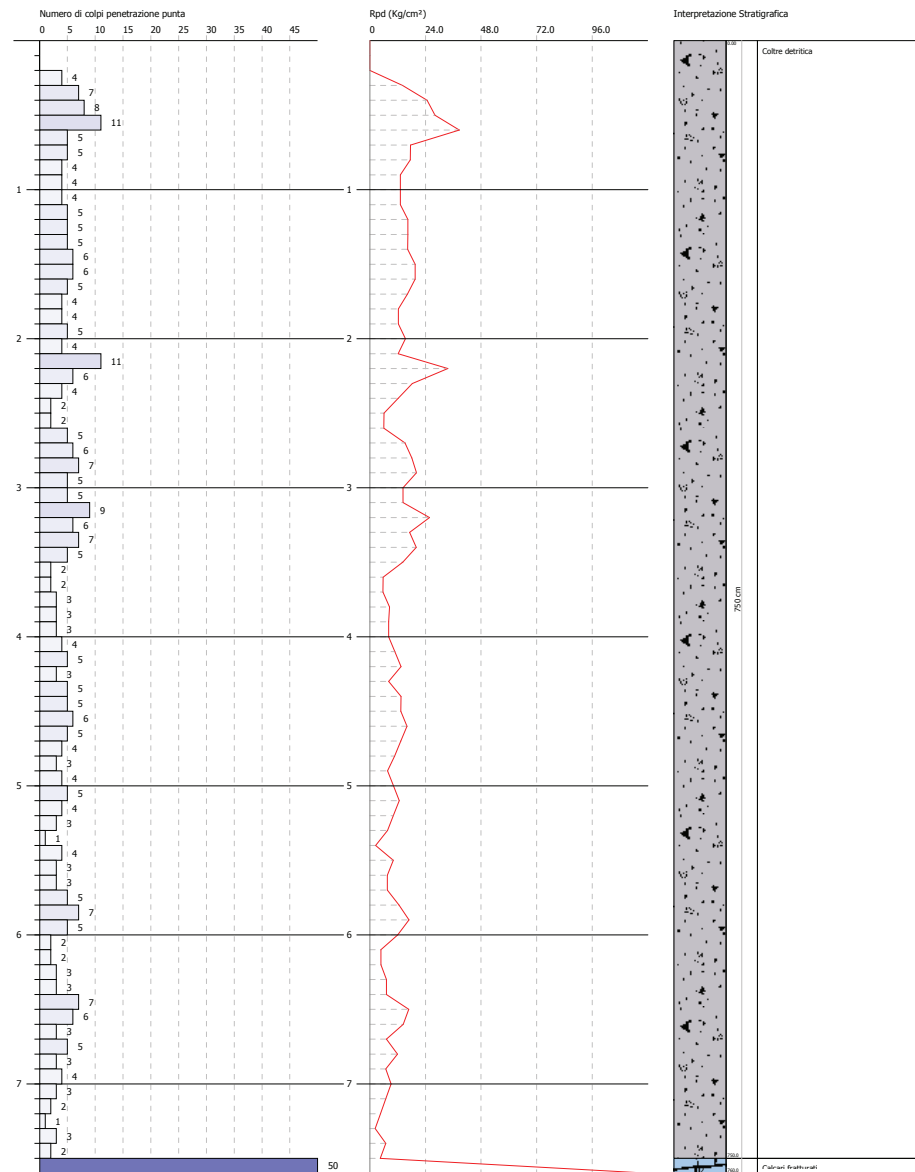


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM12 - Int.2
Strumento utilizzato... DPM Geologos

Committente: Viabilità
Cantiere: Roana
Località: intervento 4

Data: 27/11/2018

Scala 1:35

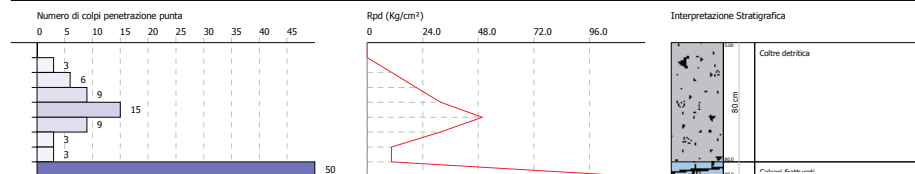


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM13 - Int.2
Strumento utilizzato... DPM Geologos

Committente: Viabilità
Cantiere: Roana
Località: intervento 4

Data: 27/11/2018

Scala 1:35

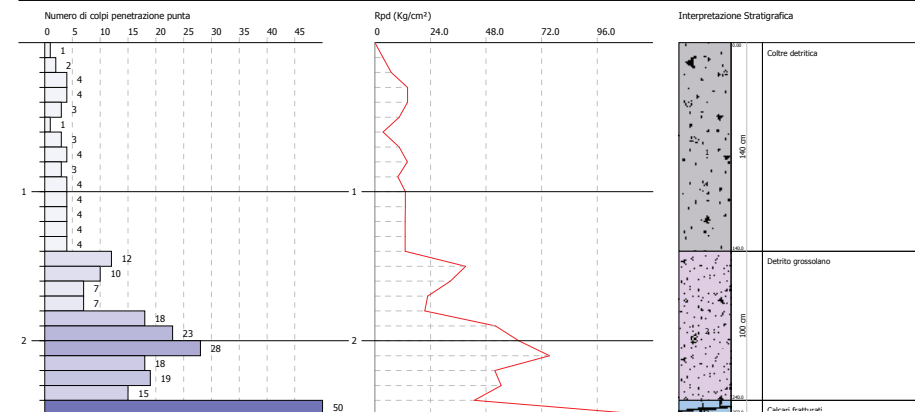


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM14 - Int.1
Strumento utilizzato... DPM Geologos

Committente: Viabilità
Cantiere: Roana
Località: intervento 4

Data: 27/11/2018

Scala 1:35

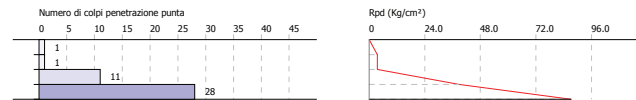


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM15 - Int.1
Strumento utilizzato... DPM Geologos

Committente: Viabilità
Cantiere: Roana
Località: intervento 4

Data: 27/11/2018

Scala 1:35

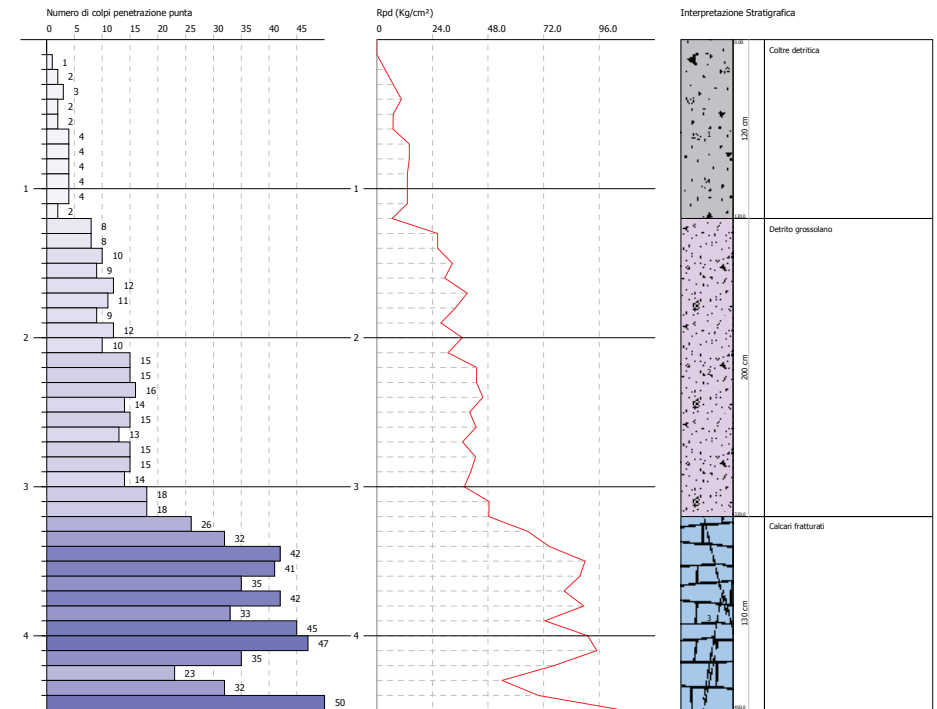


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM16 - Int.1
Strumento utilizzato... DPM Geologos

Committente: Viabilità
Cantiere: Roana
Località: intervento 4

Data: 27/11/2018

Scala 1:35

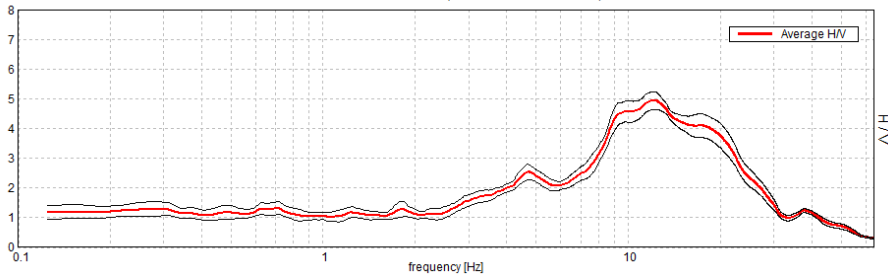


HVSR1A – Intervento n.1, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

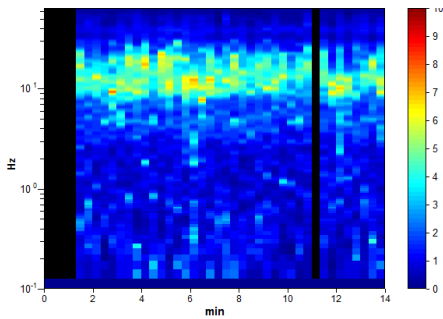
Strumento: TRE-0003/00-06
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 27/11/18 14:49:18 Fine registrazione: 27/11/18 15:03:19
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
Dato GPS non disponibile
Durata registrazione: 0h14'00". Analizzato 88% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

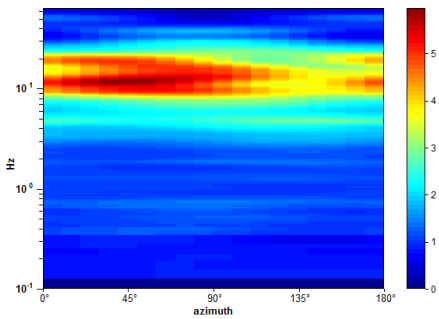
Picco H/V a 12.34 ± 0.8 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



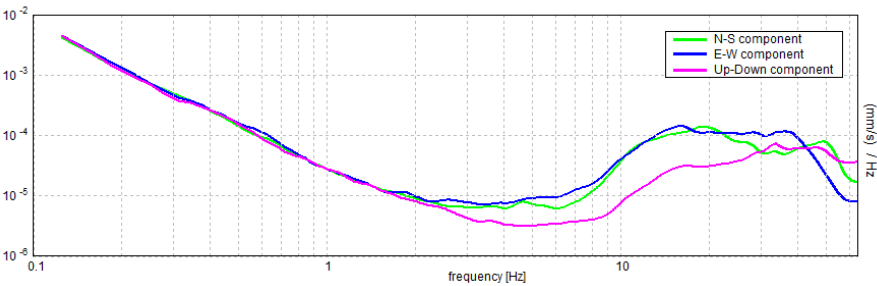
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

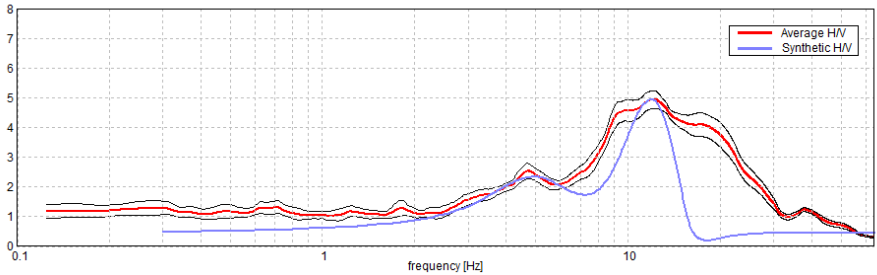


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



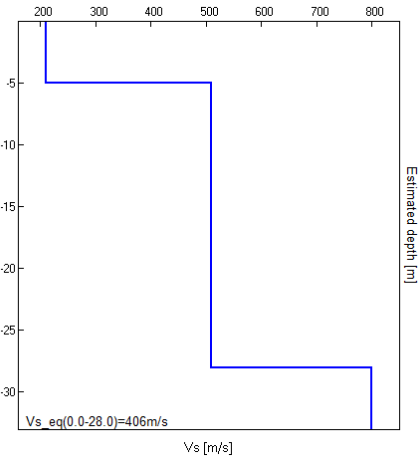
H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Picco H/V a 12.34 ± 0.8 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
5.00	5.00	210	0.42
28.00	23.00	510	0.38
inf.	inf.	800	0.35

Vs_eq(0.0-28.0)=406m/s

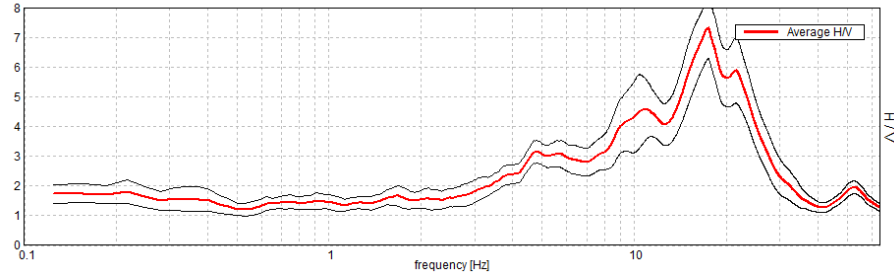


HVSR1B – Intervento n.1, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

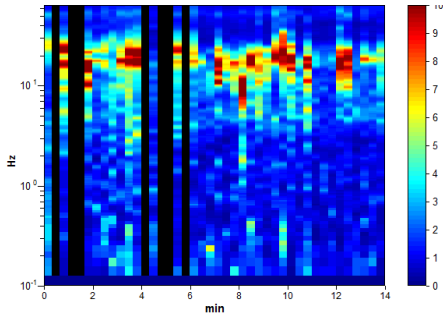
Strumento: TRE-0003/00-06
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 27/11/18 15:29:59 Fine registrazione: 27/11/18 15:44:00
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
Dato GPS non disponibile
Durata registrazione: 0h14'00". Analizzato 83% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

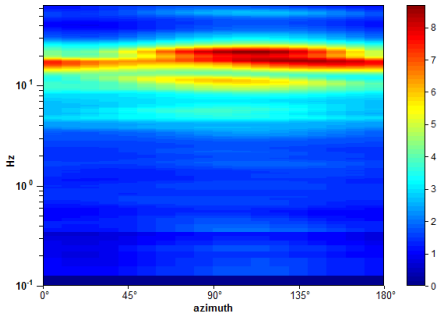
Picco H/V a 17.5 ± 1.7 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



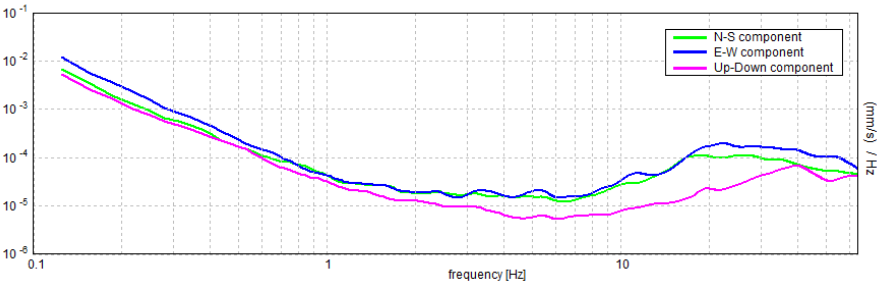
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

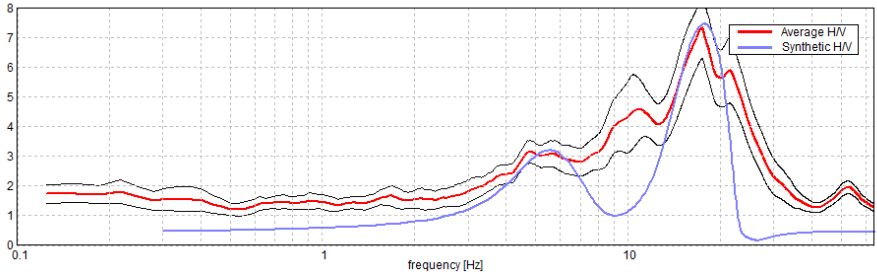


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



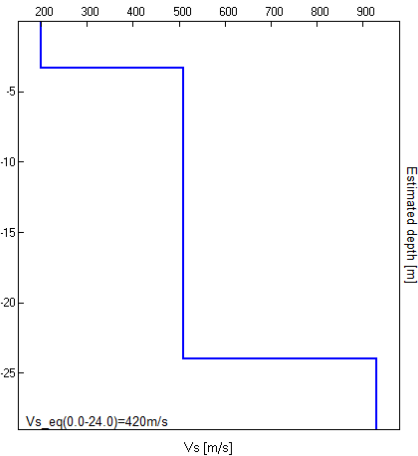
H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Picco H/V a 17.5 ± 1.7 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
3.30	3.30	200	0.42
24.00	20.70	510	0.40
inf.	inf.	930	0.36

$Vs_{eq}(0.0-24.0)=420\text{m/s}$

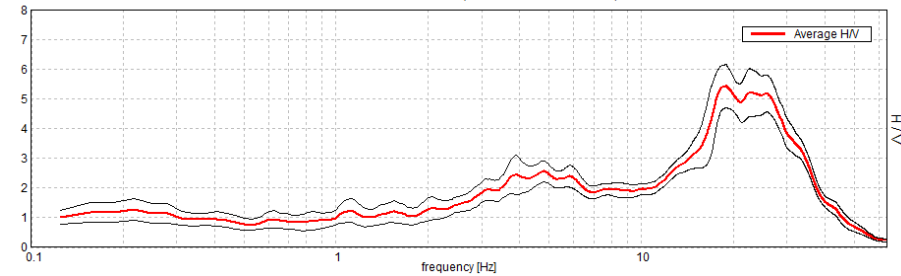


HVSR1C – Intervento n.1, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

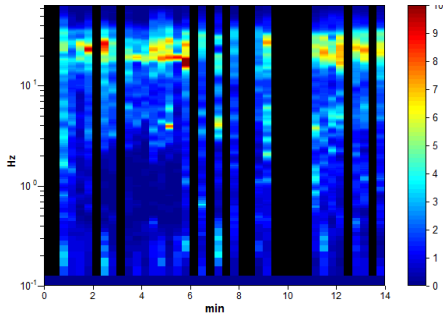
Strumento: TRE-0003/00-06
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 27/11/18 15:47:13 Fine registrazione: 27/11/18 16:01:14
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
Dato GPS non disponibile
Durata registrazione: 0h14'00". Analizzato 62% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di liscio: Triangular window
Liscio: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

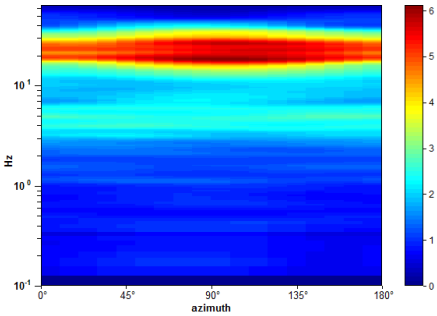
Picco H/V a 18.94 ± 3.18 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



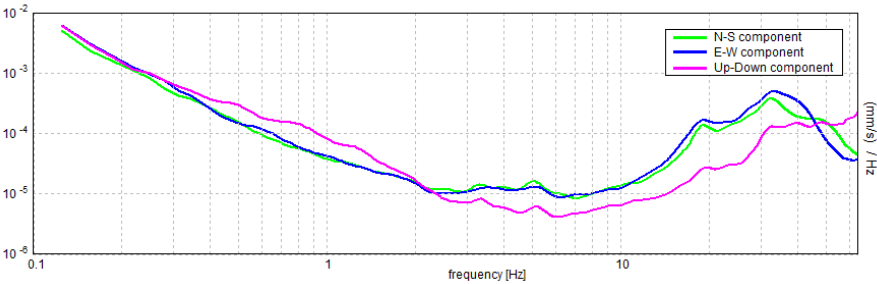
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

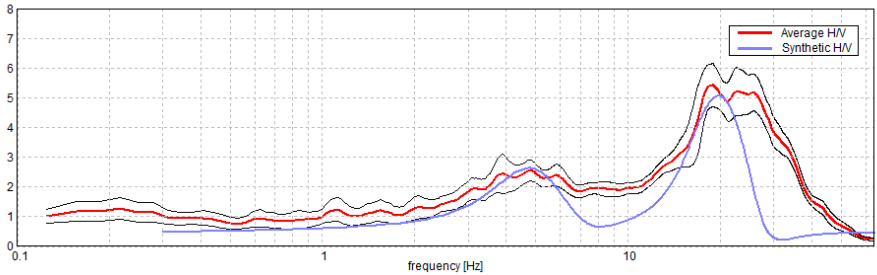


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



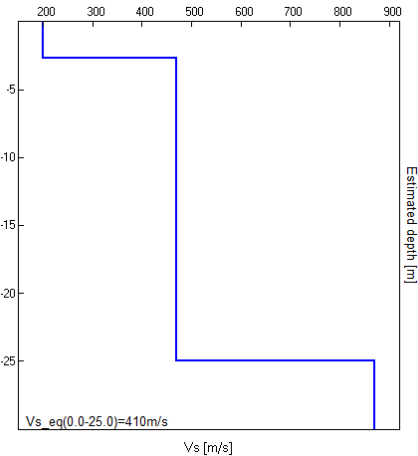
H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Picco H/V a 18.94 ± 3.18 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
2.70	2.70	200	0.42
25.00	22.30	470	0.40
inf.	inf.	870	0.36

Vs_eq(0.0-25.0)=410m/s

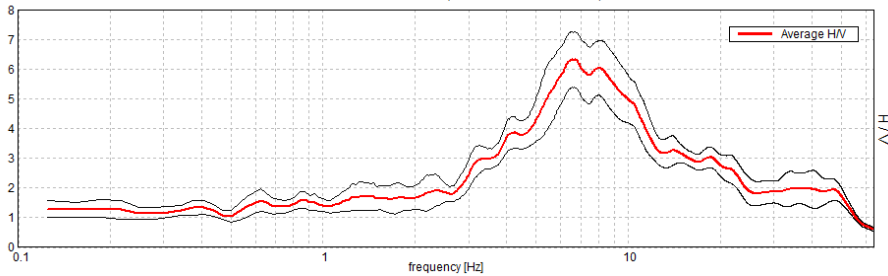


HVSR2A – Intervento n.2, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

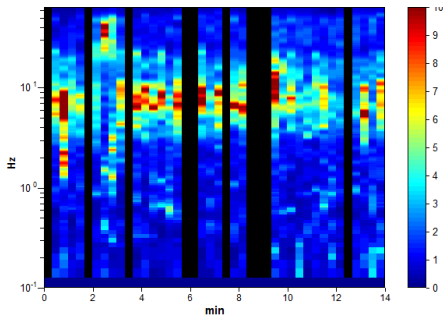
Strumento: TRE-0003/00-06
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 27/11/18 11:53:59 Fine registrazione: 27/11/18 12:08:00
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
Dato GPS non disponibile
Durata registrazione: 0h14'00". Analizzato 76% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

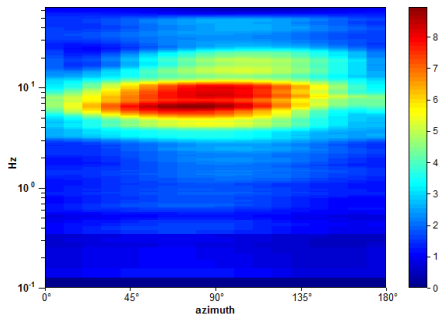
Picco H/V a 6.56 ± 0.89 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



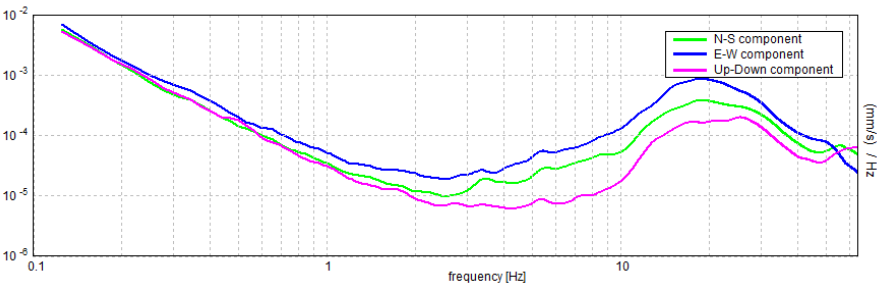
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

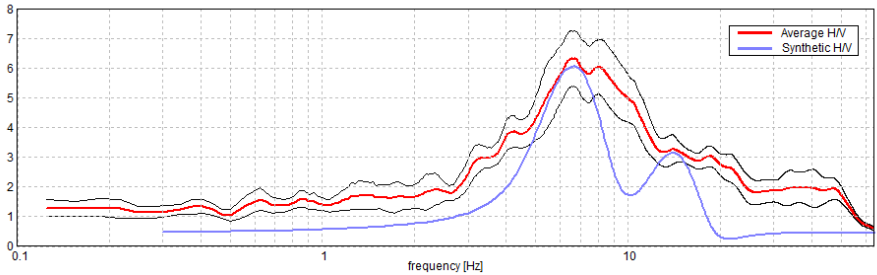


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



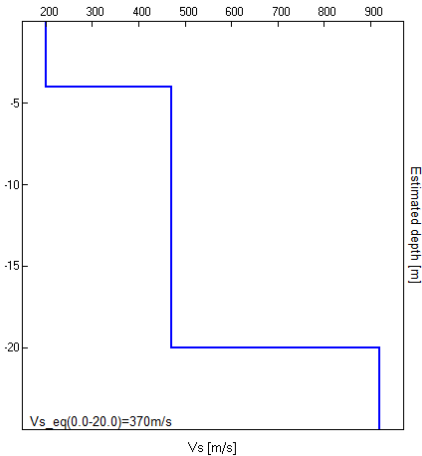
H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Picco H/V a 6.56 ± 0.89 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
4.00	4.00	200	0.40
20.00	16.00	470	0.38
inf.	inf.	920	0.36

$Vs_{eq}(0.0-20.0)=370\text{m/s}$

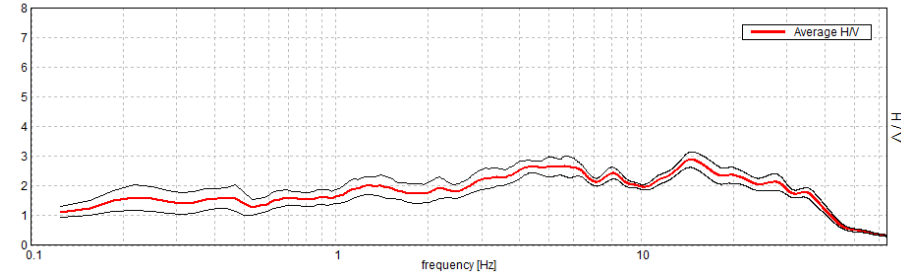


HVSR2B – Intervento n.2, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

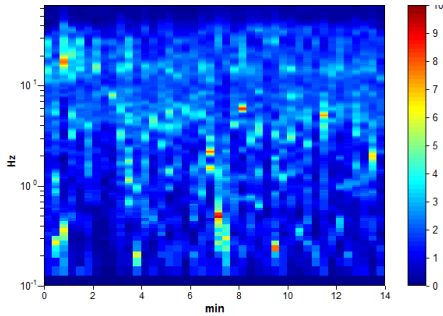
Strumento: TRE-0003/00-06
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 27/11/18 12:13:31 Fine registrazione: 27/11/18 12:27:32
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
Dato GPS non disponibile
Durata registrazione: 0h14'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

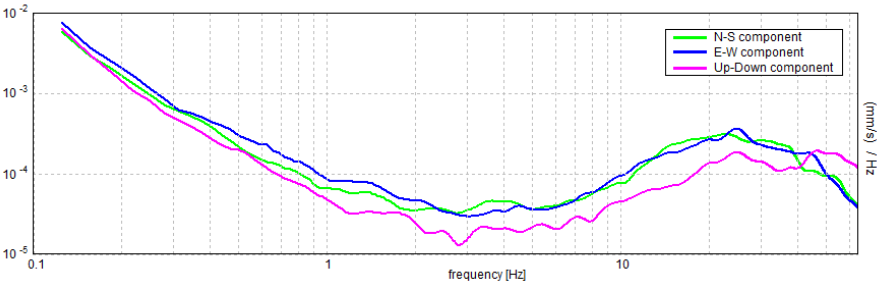
Picco H/V a 5.63 ± 1.58 Hz (nell'intervallo 0.0 - 10.0 Hz).



SERIE TEMPORALE H/V

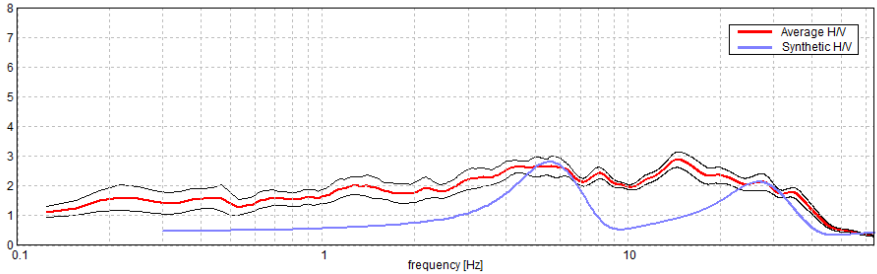


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



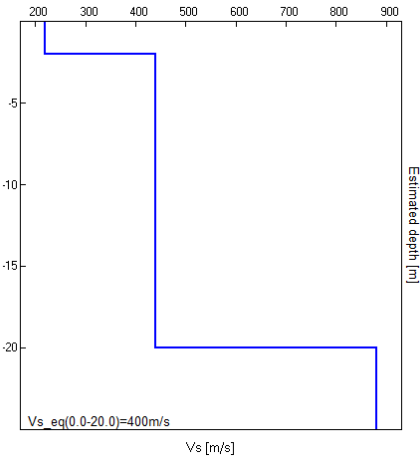
H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Picco H/V a 5.63 ± 1.58 Hz (nell'intervallo 0.0 - 10.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
2.00	2.00	220	0.40
20.00	18.00	440	0.38
inf.	inf.	880	0.36

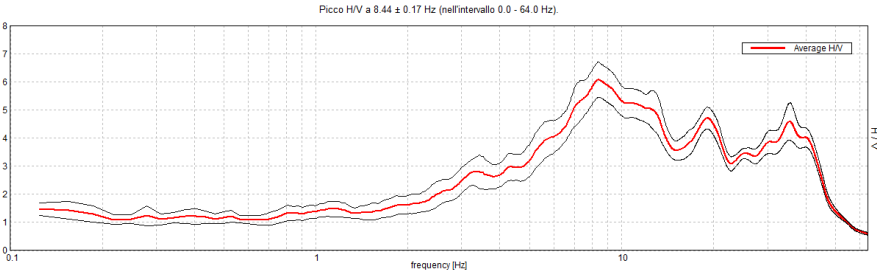
Vs_eq(0.0-20.0)=400m/s



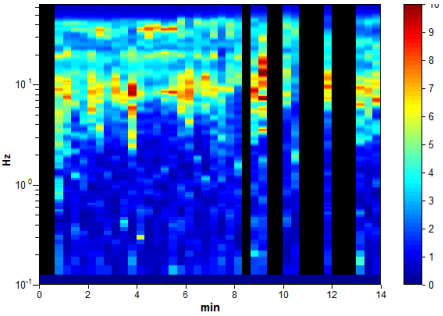
HVSR3A – Intervento n.3, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

Strumento: TRE-0003/00-06
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 23/11/18 13:10:58 Fine registrazione: 23/11/18 13:24:59
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
Dato GPS non disponibile
Durata registrazione: 0h14'00". Analizzato 74% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

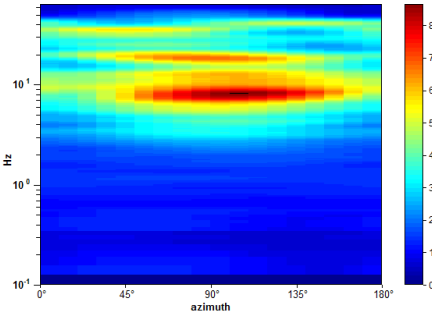
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



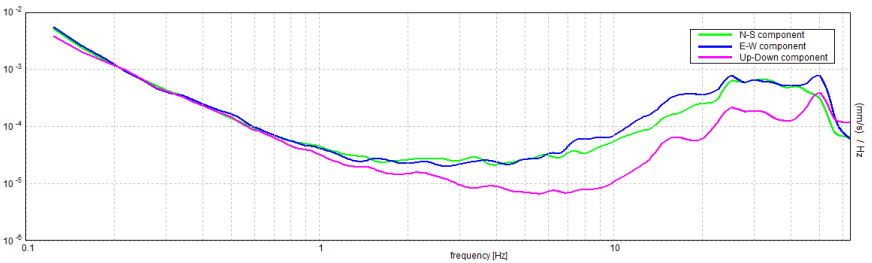
SERIE TEMPORALE H/V



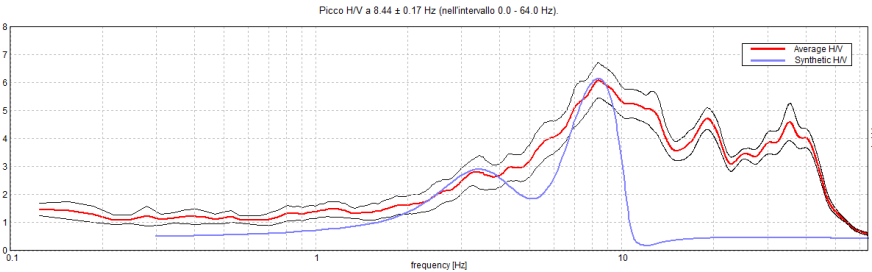
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

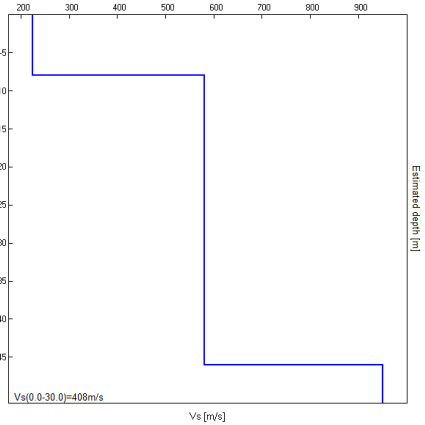


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
8.00	8.00	225	0.40
46.00	38.00	580	0.38
inf.	inf.	950	0.35

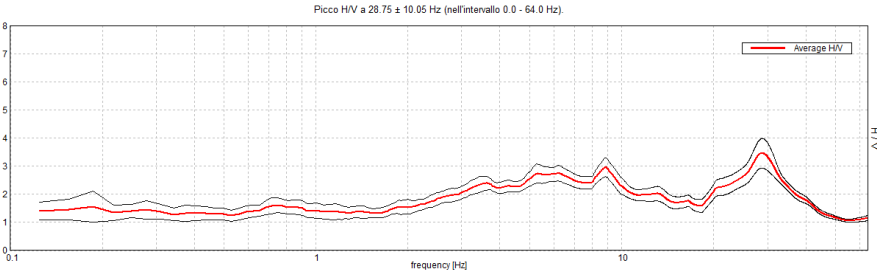
Vs(0.0-30.0)=408m/s



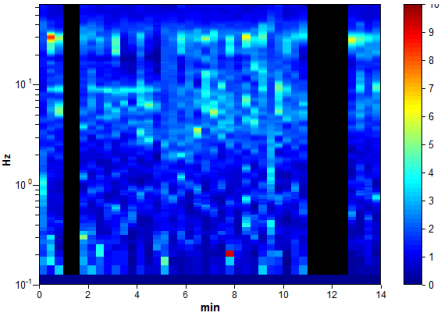
HVSR3B – Intervento n.3, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

Strumento: TRE-0003/00-06
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 23/11/18 13:49:34 Fine registrazione: 23/11/18 14:03:35
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
Dato GPS non disponibile
Durata registrazione: 0h14'00". Analizzato 83% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

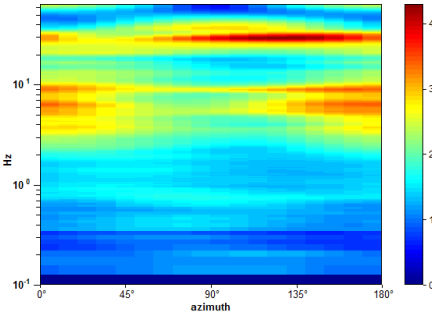
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



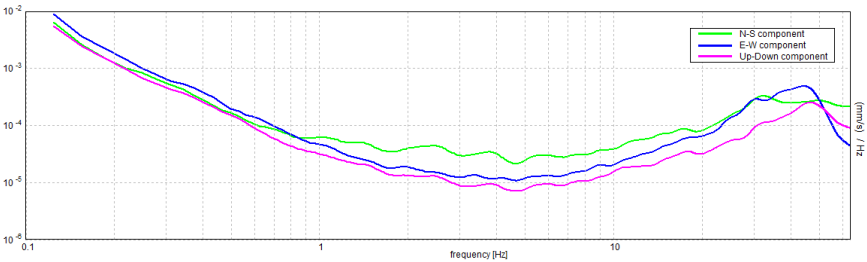
SERIE TEMPORALE H/V



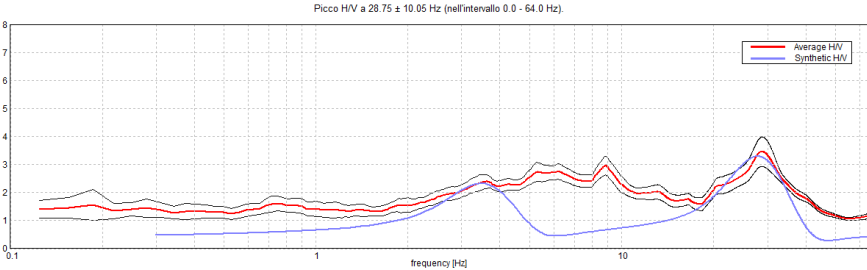
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

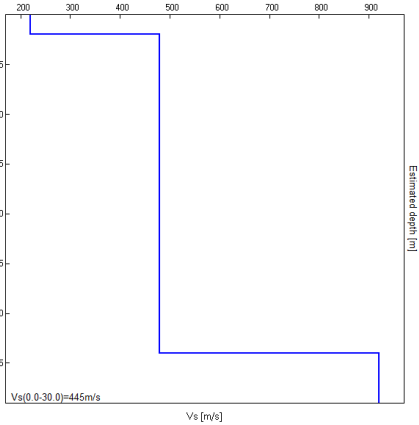


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
strato [m]			
2.00	2.00	220	0.40
34.00	32.00	480	0.40
inf.	inf.	920	0.36

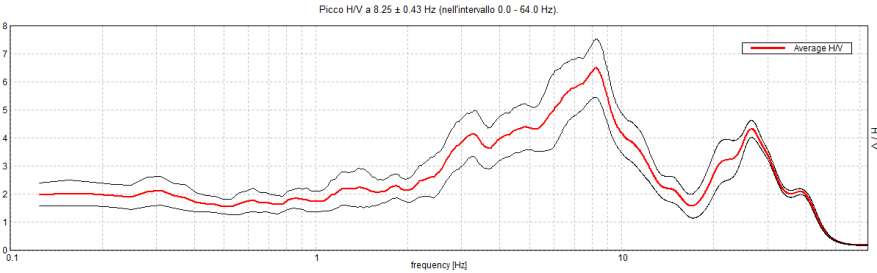
Vs(0.0-30.0)=445m/s



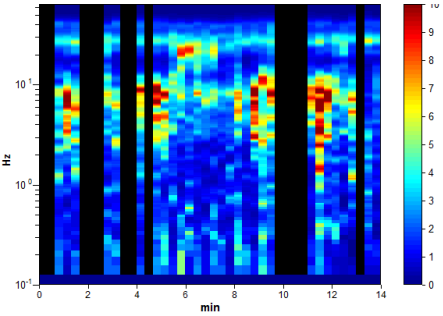
HVSR3C – Intervento n.3, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

Strumento: TRE-0003/00-06
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 27/11/18 10:07:39 Fine registrazione: 27/11/18 10:21:40
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
Dato GPS non disponibile
Durata registrazione: 0h14'00". Analizzato 69% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

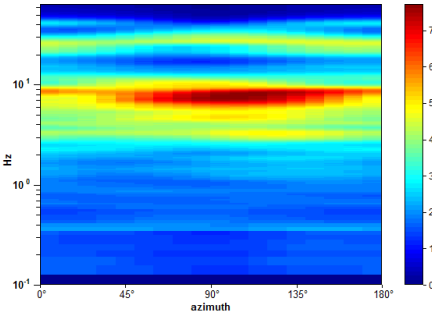
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



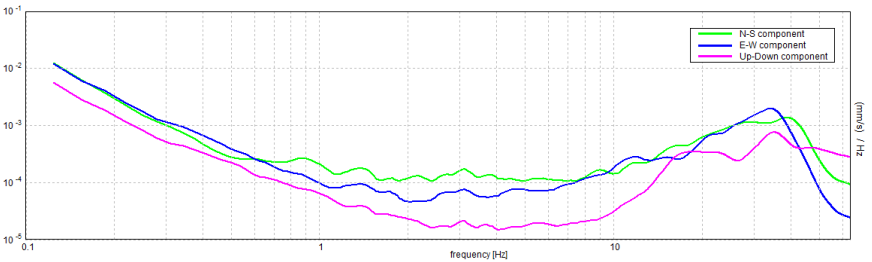
SERIE TEMPORALE H/V



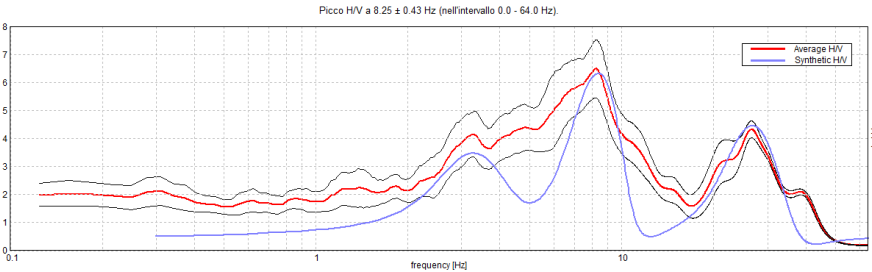
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

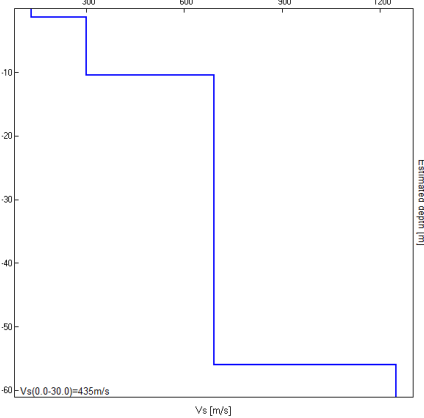


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
1.30	1.30	130	0.42
10.50	9.20	300	0.42
56.00	45.50	690	0.35
inf.	inf.	1250	0.35

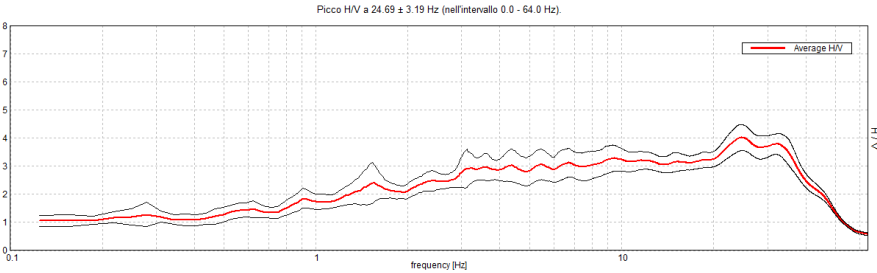
Vs(0.0-30.0)=435m/s



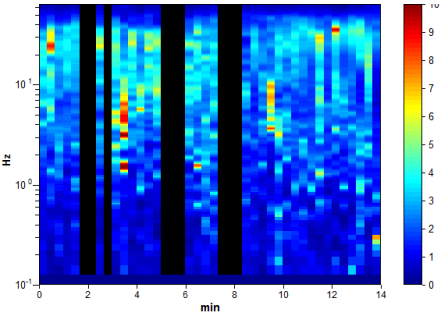
HVSR3D – Intervento n.3, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

Strumento: TRE-0003/00-06
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 27/11/18 10:27:30 Fine registrazione: 27/11/18 10:41:31
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
Dato GPS non disponibile
Durata registrazione: 0h14'00". Analizzato 79% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

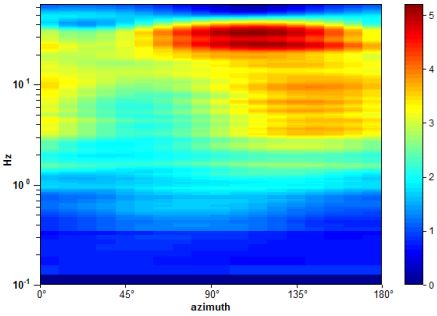
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



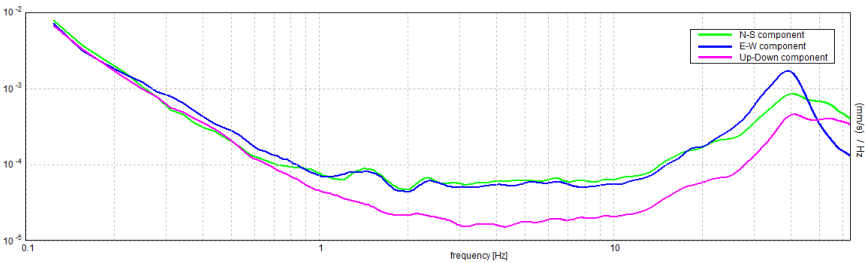
SERIE TEMPORALE H/V



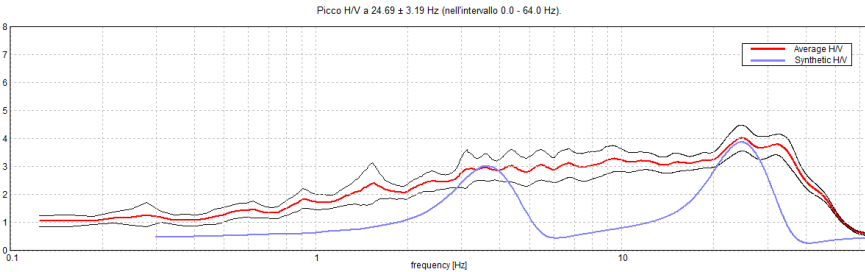
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

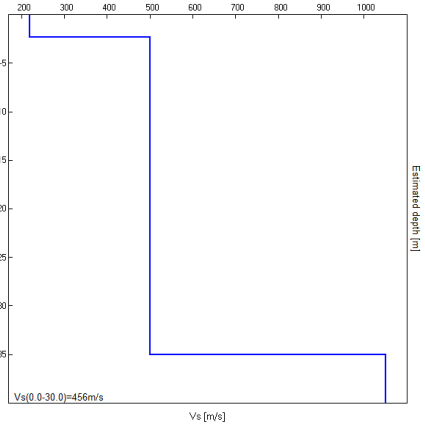


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
2.30	2.30	220	0.40
35.00	32.70	500	0.38
inf.	inf.	1050	0.36

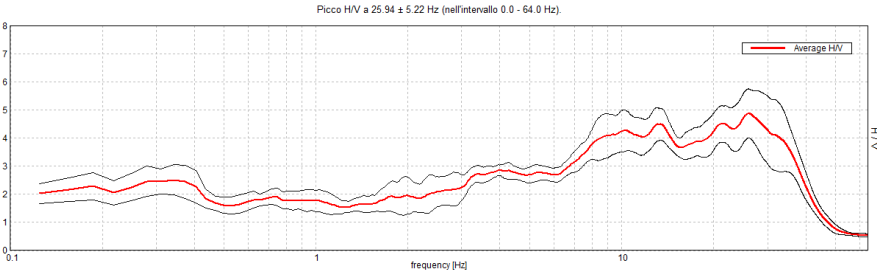
Vs(0.0-30.0)=456m/s



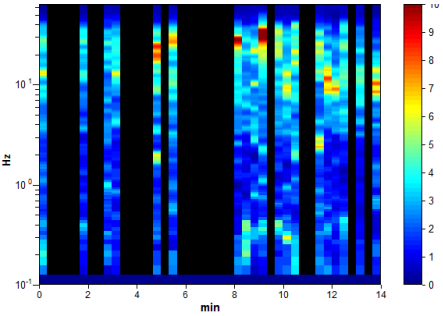
HVSR3E – Intervento n.3, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

Strumento: TRE-0003/00-06
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 27/11/18 10:45:20 Fine registrazione: 27/11/18 10:59:21
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
Dato GPS non disponibile
Durata registrazione: 0h14'00". Analizzato 45% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

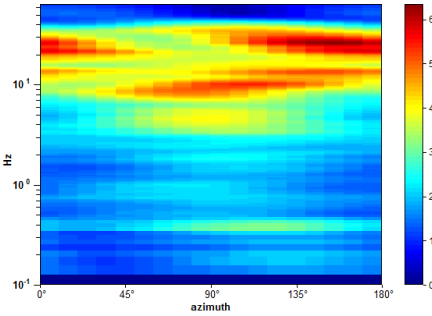
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



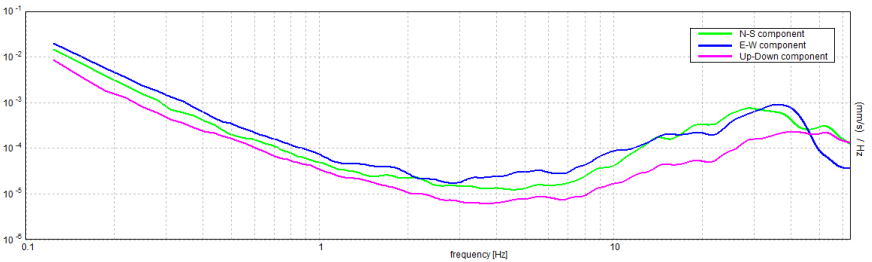
SERIE TEMPORALE H/V



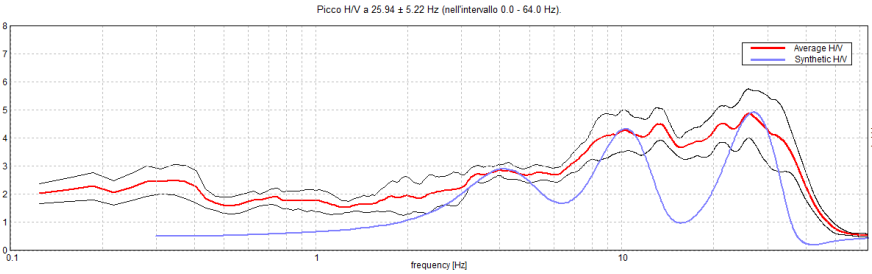
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

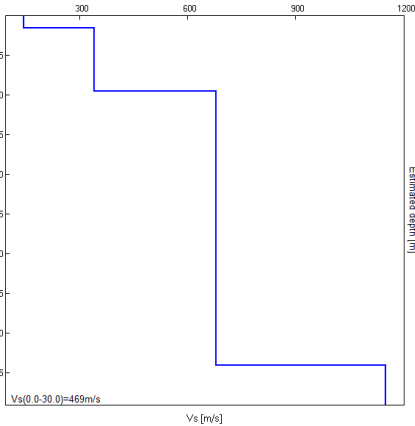


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
1.50	1.50	145	0.44
9.50	8.00	340	0.40
44.00	34.50	680	0.38
inf.	inf.	1150	0.35

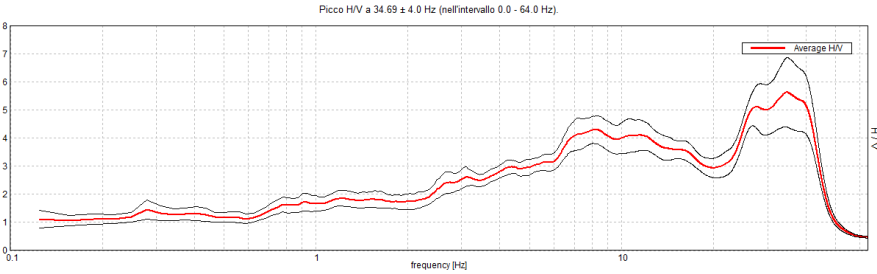
Vs(0.0-30.0)=469m/s



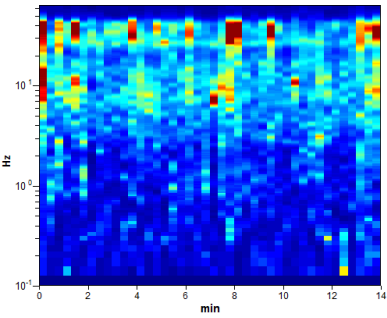
HVSR3F – Intervento n.3, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

Strumento: TRE-0003/00-06
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 27/11/18 11:01:45 Fine registrazione: 27/11/18 11:15:46
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
Dato GPS non disponibile
Durata registrazione: 0h14'00". Analizzato 100% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

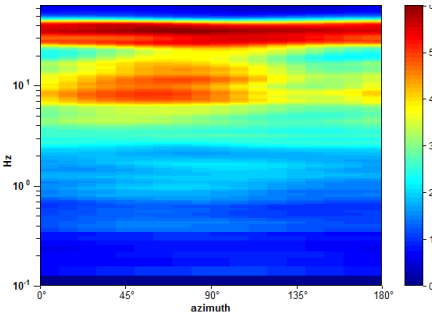
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



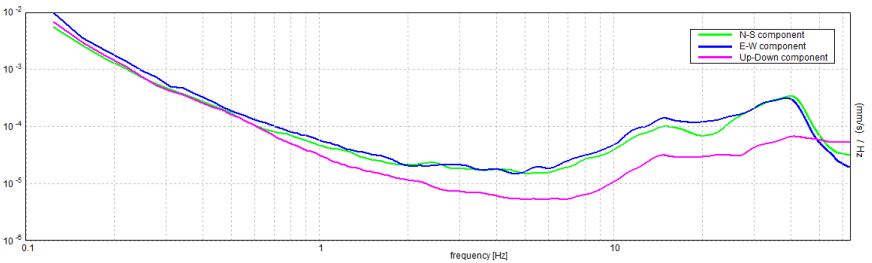
SERIE TEMPORALE H/V



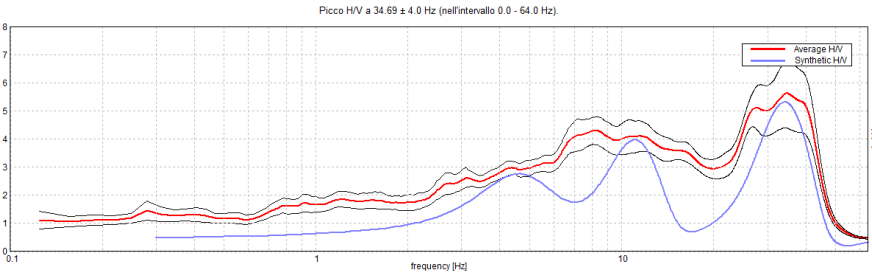
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

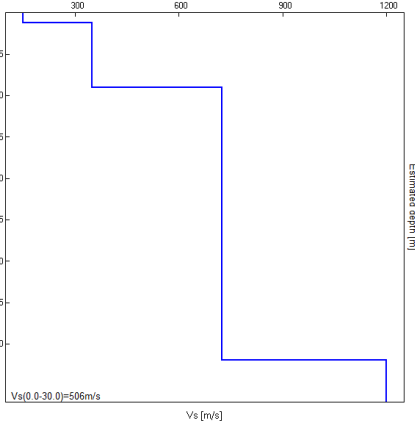


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
1.20	1.20	150	0.44
9.00	7.80	350	0.40
42.00	33.00	725	0.38
inf.	inf.	1200	0.36

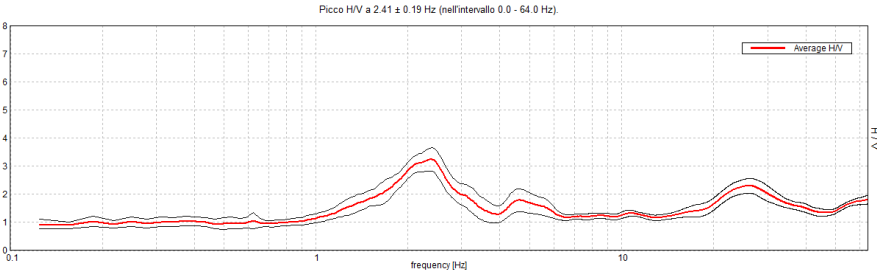
Vs(0.0-30.0)=506m/s



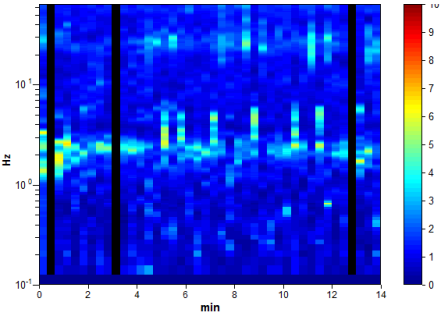
HVSR4A – Intervento n.4, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

Strumento: TRE-0003/00-06
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 22/11/18 12:57:22 Fine registrazione: 22/11/18 13:11:23
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
Dato GPS non disponibile
Durata registrazione: 0h14'00". Analizzato 93% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

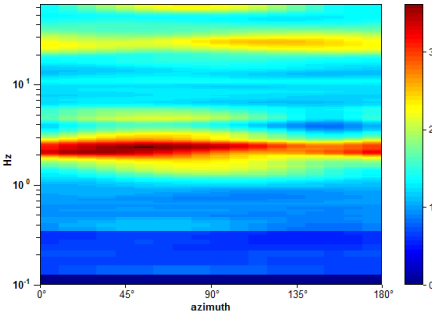
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



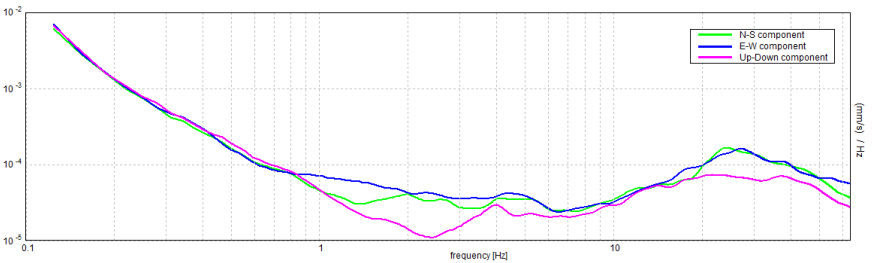
SERIE TEMPORALE H/V



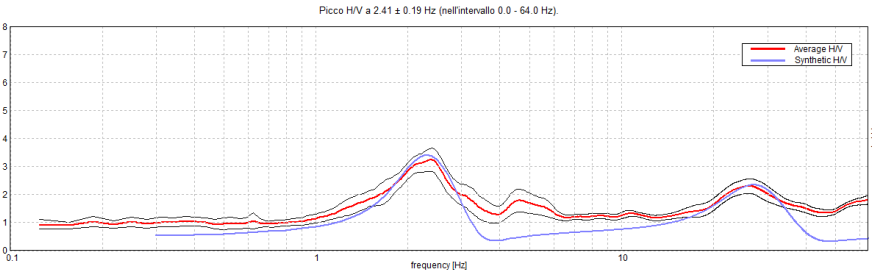
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

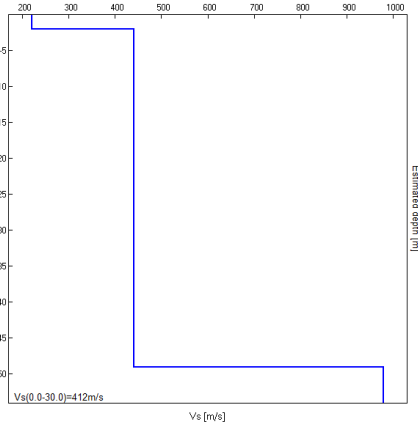


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
strato [m]			
2.00	2.00	220	0.40
49.00	47.00	440	0.38
inf.	inf.	980	0.36

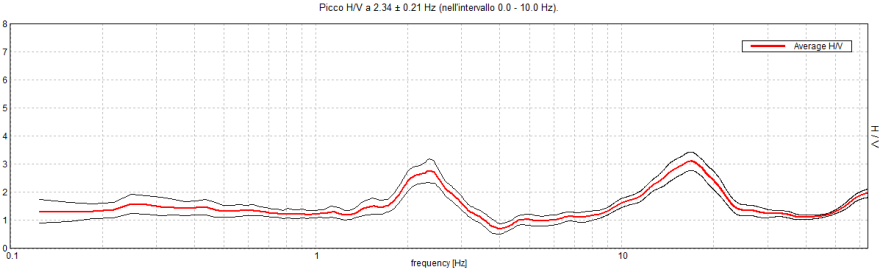
Vs(0.0-30.0)=412m/s



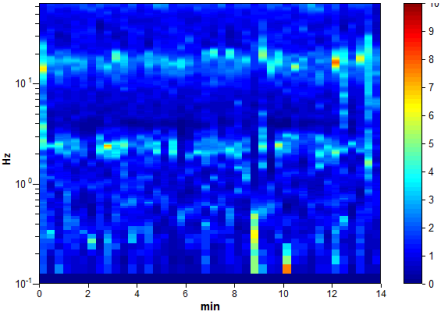
HVSR4B – Intervento n.4, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

Strumento: TRE-0003/00-06
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 22/11/18 13:16:54 Fine registrazione: 22/11/18 13:30:55
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
Dato GPS non disponibile
Durata registrazione: 0h14'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

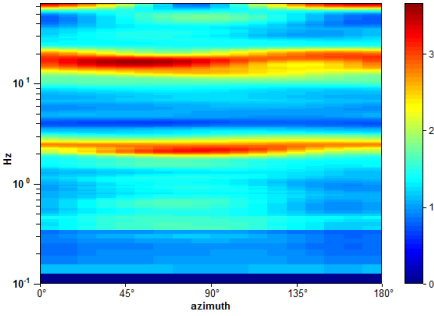
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



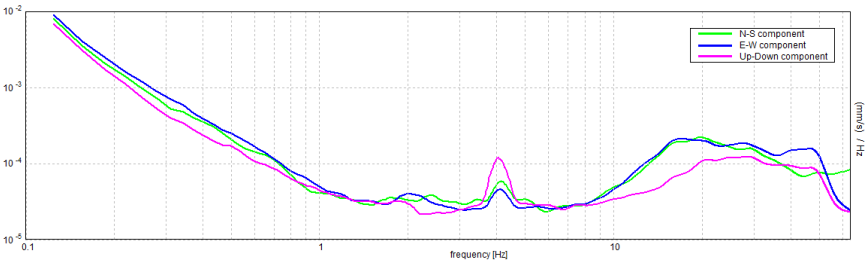
SERIE TEMPORALE H/V



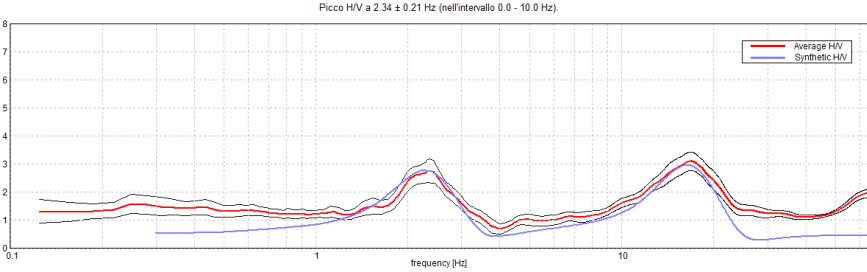
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

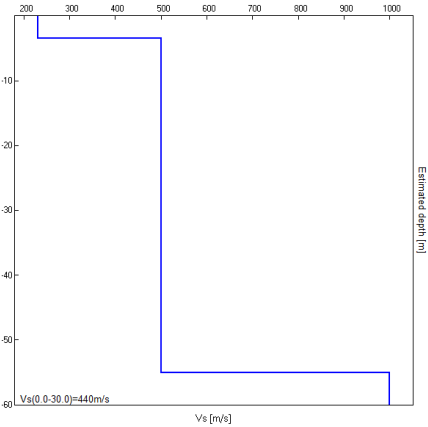


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
3.50	3.50	230	0.40
55.00	51.50	500	0.40
inf.	inf.	1000	0.36

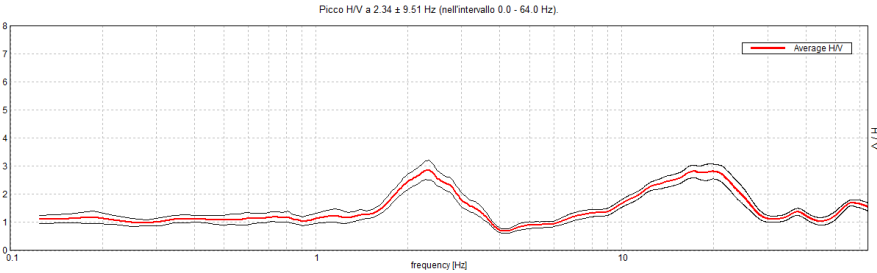
Vs(0.0-30.0)=440m/s



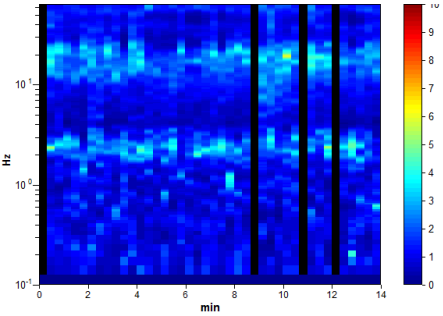
HVSR4C – Intervento n.4, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

Strumento: TRE-0003/00-06
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 22/11/18 13:33:22 Fine registrazione: 22/11/18 13:47:23
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
Dato GPS non disponibile
Durata registrazione: 0h14'00". Analizzato 90% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

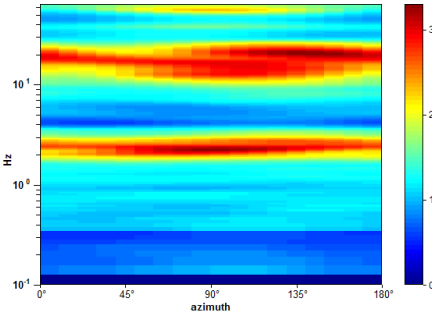
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



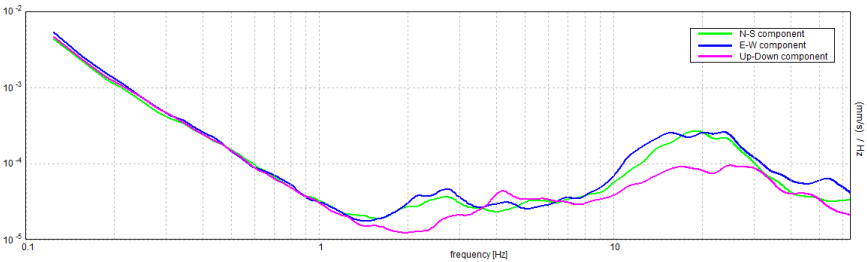
SERIE TEMPORALE H/V



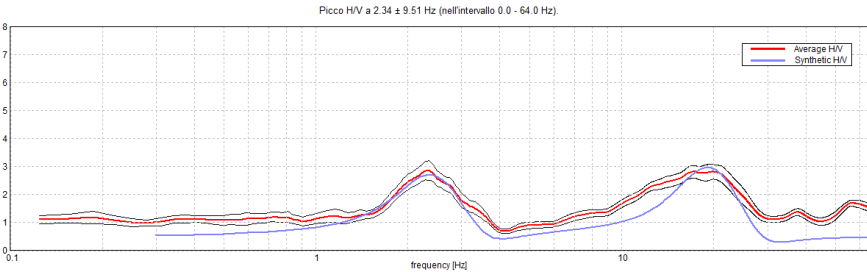
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

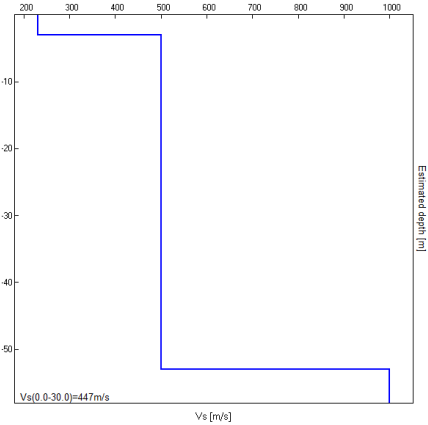


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
3.00	3.00	230	0.40
53.00	50.00	500	0.40
inf.	inf.	1000	0.36

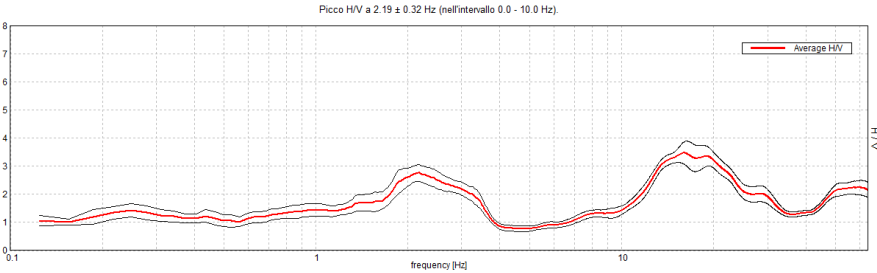
Vs(0.0-30.0)=447m/s



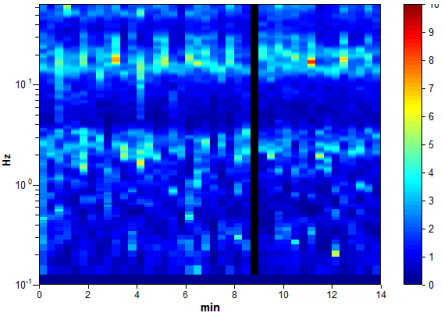
HVSR4D – Intervento n.4, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

Strumento: TRE-0003/00-06
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 22/11/18 13:56:46 Fine registrazione: 22/11/18 14:10:47
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
Dato GPS non disponibile
Durata registrazione: 0h14'00". Analizzato 98% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

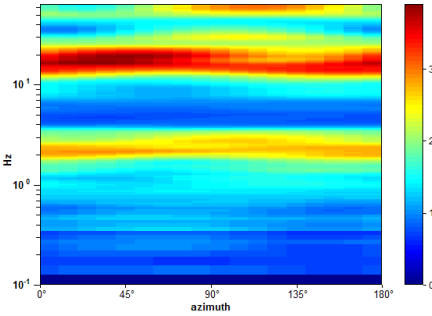
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



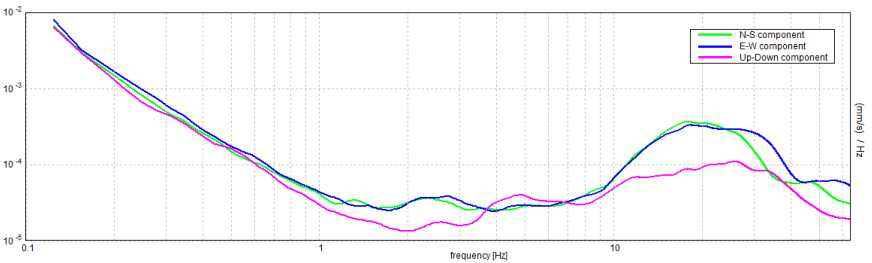
SERIE TEMPORALE H/V



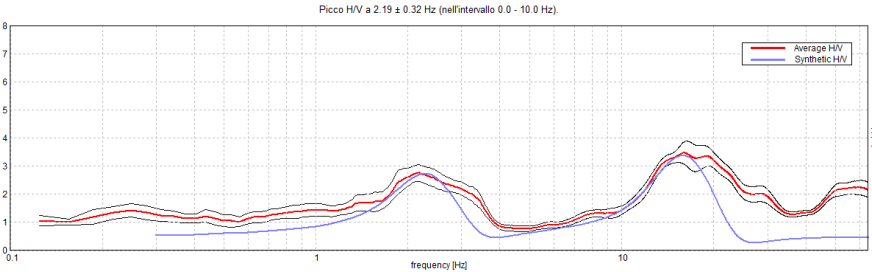
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

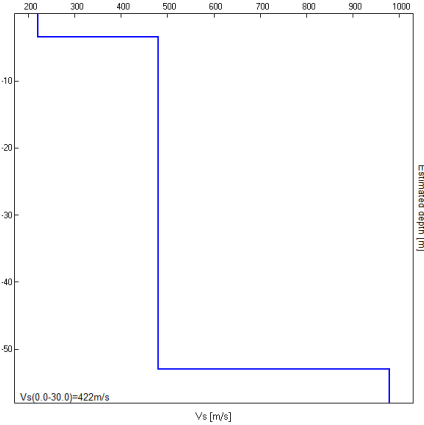


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
3.50	3.50	220	0.42
53.00	49.50	480	0.38
inf.	inf.	980	0.35

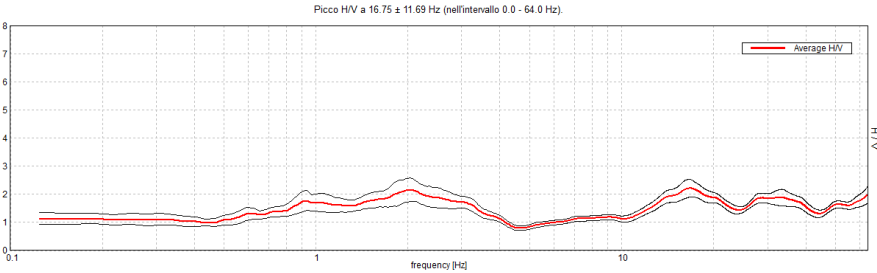
Vs(0.0-30.0)=422m/s



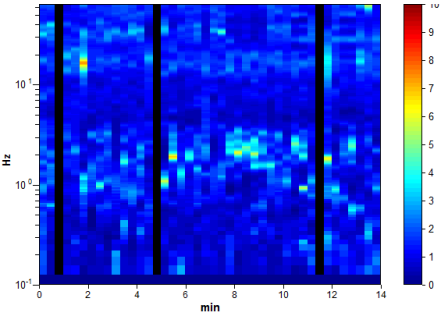
HVSR4E – Intervento n.4, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

Strumento: TRE-0003/00-06
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 22/11/18 14:14:12 Fine registrazione: 22/11/18 14:28:13
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
Dato GPS non disponibile
Durata registrazione: 0h14'00". Analizzato 93% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

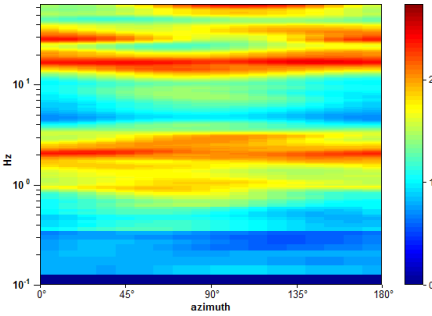
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



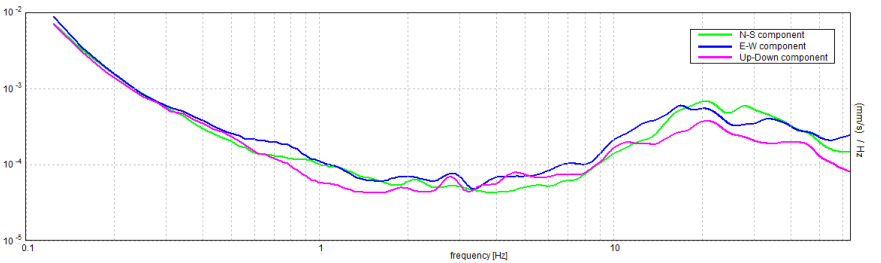
SERIE TEMPORALE H/V



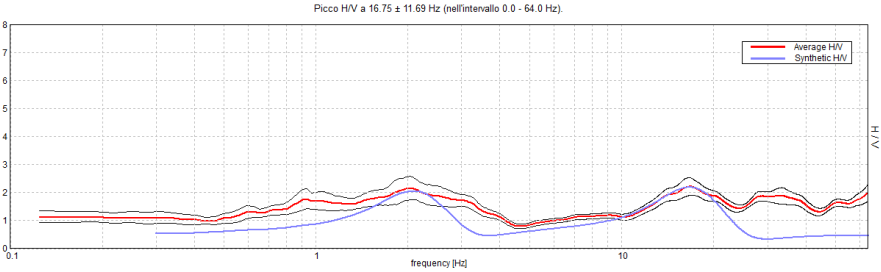
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

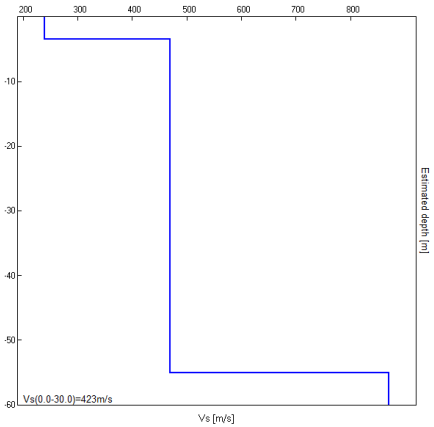


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
3.50	3.50	240	0.40
55.00	51.50	470	0.40
inf.	inf.	870	0.36

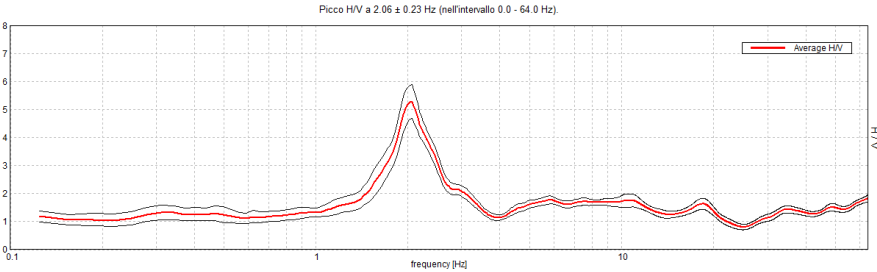
Vs(0.0-30.0)=423m/s



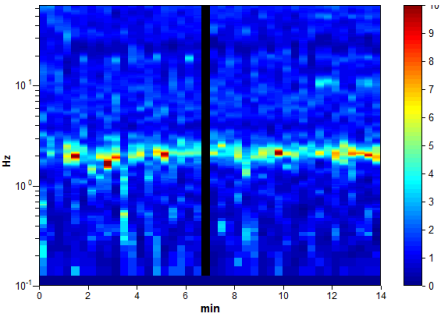
HVSR4F – Intervento n.4, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

Strumento: TRE-0003/00-06
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 22/11/18 14:32:55 Fine registrazione: 22/11/18 14:46:56
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
Dato GPS non disponibile
Durata registrazione: 0h14'00". Analizzato 98% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

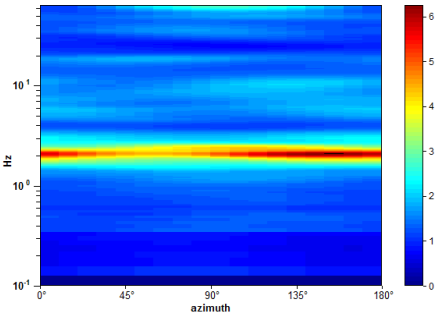
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



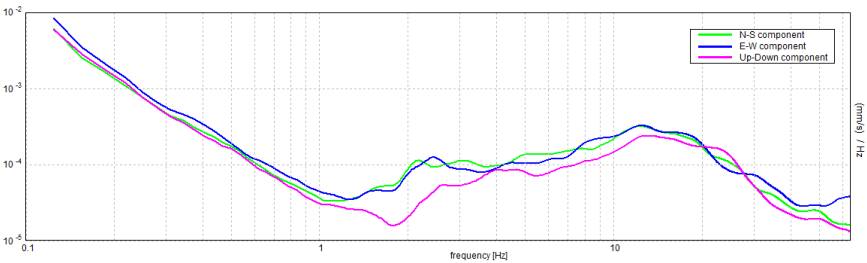
SERIE TEMPORALE H/V



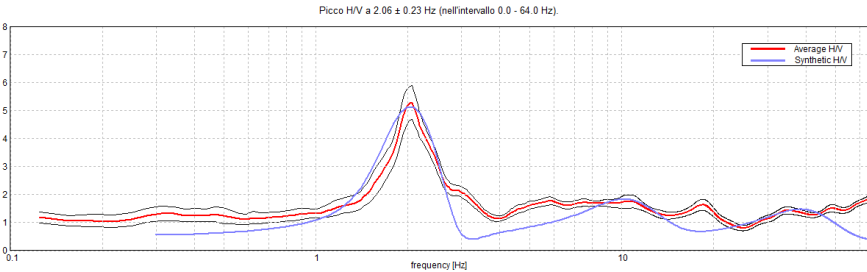
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

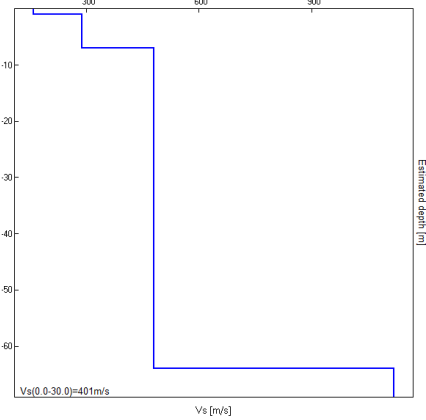


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



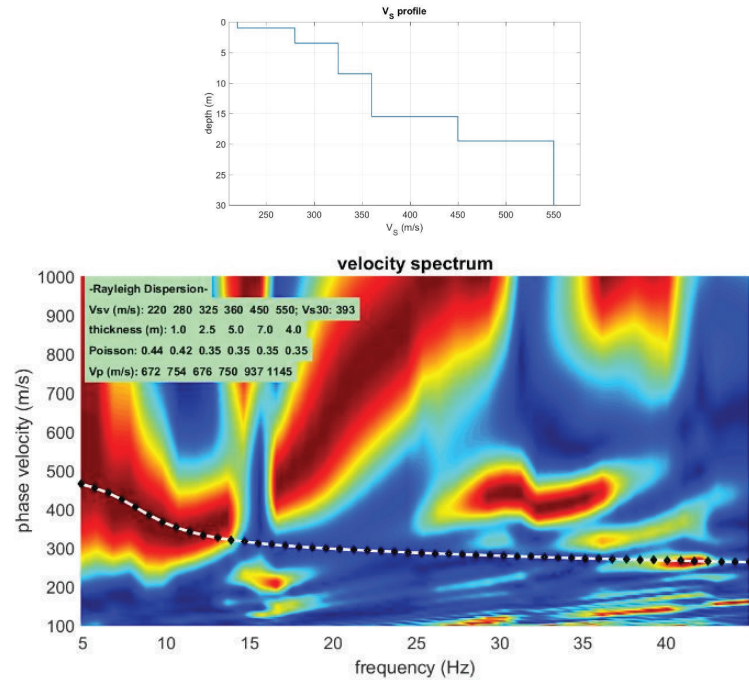
Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
1.00	1.00	160	0.40
7.00	6.00	290	0.40
64.00	57.00	480	0.38
inf.	inf.	1120	0.35

Vs(0.0-30.0)=401m/s



MASW n.1, Stendimento Sismico 7 – Intervento n.1, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

L'utilizzo della metodologia MASW ha permesso di ottenere un modello sismo – stratigrafico del sottosuolo affidabile in corrispondenza dei primi metri dell'area di interesse.



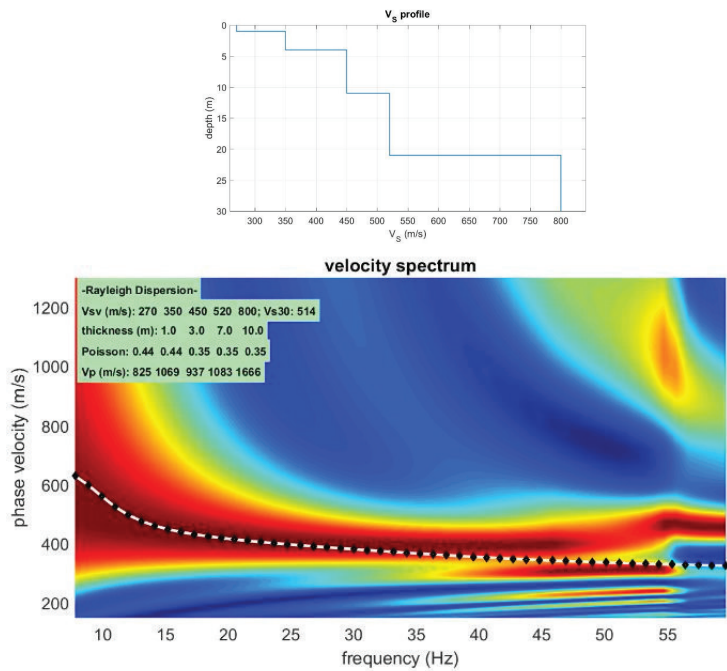
Il rilievo nello specifico ha fornito i seguenti dati sismici (modello sismo-stratigrafico interpretativo):

H.V.S.R.	Spessori [m]	Velocità onde di taglio [m/s]	Profondità [m]
I SISMOSTRATO	1.00	220	0,0 – 1,00
II SISMOSTRATO	2.50	280	≈ 1,00 – ≈ 3,50
III SISMOSTRATO	5.00	325	≈ 3,50 – ≈ 8,50
IV SISMOSTRATO	7.00	360	≈ 8,50 – ≈ 15,50
V SISMOSTRATO	4.00	450	≈ 15,50 – ≈ 19,50
VI SISMOSTRATO	-	550	≈ 19,50 – ≈ ...

Vs (0.0-30.0) = 393 m/s

MASW n.2, Stendimento Sismico 6 – Intervento n.2, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

L'utilizzo della metodologia MASW ha permesso di ottenere un modello sismo – stratigrafico del sottosuolo affidabile in corrispondenza dei primi metri dell'area di interesse.



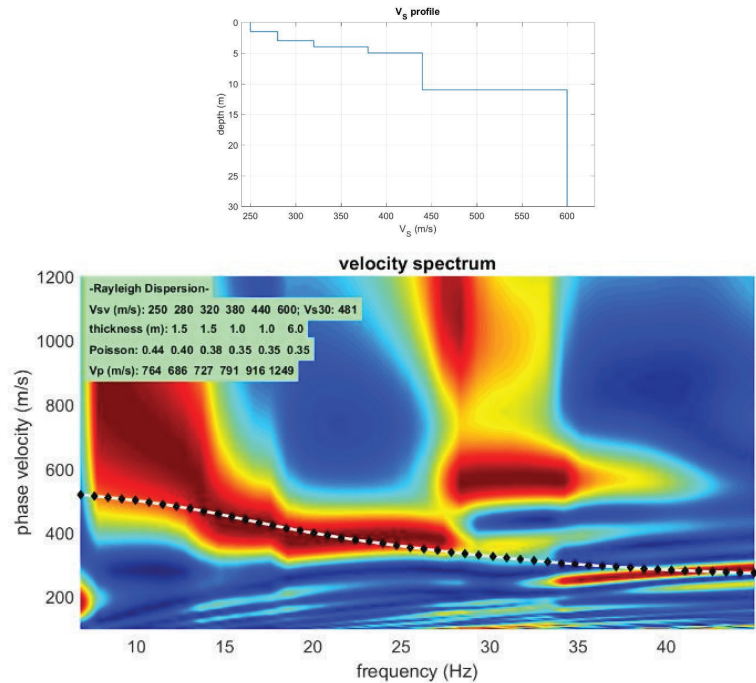
Il rilievo nello specifico ha fornito i seguenti dati sismici (modello sismo-stratigrafico interpretativo):

H.V.S.R.	Spessori [m]	Velocità onde di taglio [m/s]	Profondità [m]
I SISMOSTRATO	1.00	270	0,0 – 1,00
II SISMOSTRATO	3.00	350	≈ 1,00 – ≈ 4,00
III SISMOSTRATO	7.00	450	≈ 4,00 – ≈ 11,00
IV SISMOSTRATO	10.00	520	≈ 11,00 – ≈ 21,00
V SISMOSTRATO	-	800	≈ 21,00 – ≈ ...

Vs (0.0-21.0) = 446 m/s

MASW n.3, Stendimento Sismico 5 – Intervento n.3, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

L'utilizzo della metodologia MASW ha permesso di ottenere un modello sismo – stratigrafico del sottosuolo affidabile in corrispondenza dei primi metri dell'area di interesse.



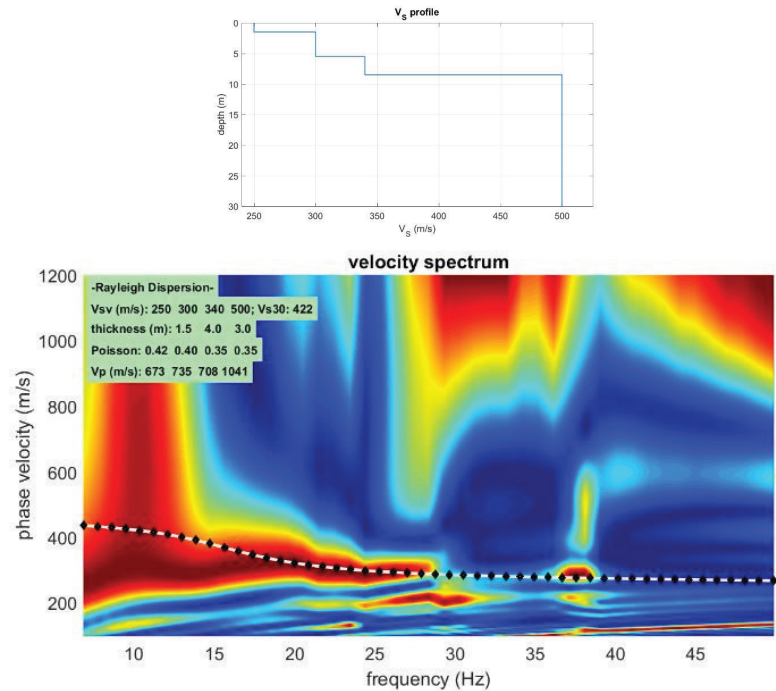
Il rilievo nello specifico ha fornito i seguenti dati sismici (modello sismo-stratigrafico interpretativo):

H.V.S.R.	Spessori [m]	Velocità onde di taglio [m/s]	Profondità [m]
I SISMOSTRATO	1.50	250	0,0 – 1,50
II SISMOSTRATO	1.50	280	≈ 1,50 – ≈ 3,50
III SISMOSTRATO	1.00	320	≈ 3,00 – ≈ 4,00
IV SISMOSTRATO	1.00	380	≈ 4,00 – ≈ 5,00
V SISMOSTRATO	6.00	440	≈ 5,00 – ≈ 11,00
VI SISMOSTRATO	-	600	≈ 11,00 – ≈ ...

Vs (0.0-30.0) = 481 m/s

MASW n.4, Stendimento Sismico 2 – Intervento n.4, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

L'utilizzo della metodologia MASW ha permesso di ottenere un modello sismo – stratigrafico del sottosuolo affidabile in corrispondenza dei primi metri dell'area di interesse.



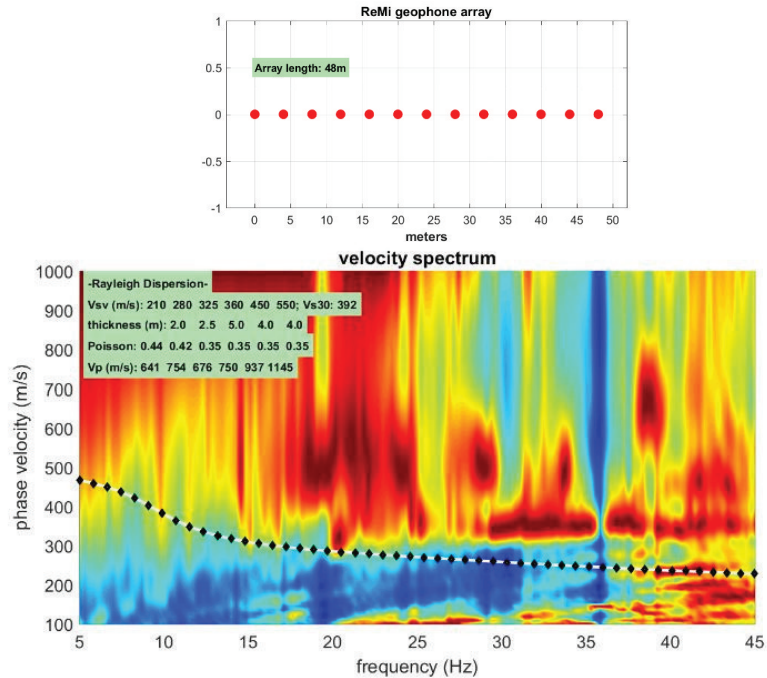
Il rilievo nello specifico ha fornito i seguenti dati sismici (modello sismo-stratigrafico interpretativo):

H.V.S.R.	Spessori [m]	Velocità onde di taglio [m/s]	Profondità [m]
I SISMOSTRATO	1.50	250	0,0 – 1,50
II SISMOSTRATO	4.00	300	≈ 1,50 – ≈ 5,50
III SISMOSTRATO	3.00	340	≈ 5,50 – ≈ 8,50
IV SISMOSTRATO	-	500	≈ 8,50 – ≈ ...

Vs (0.0-30.0) = 422 m/s

Re.Mi n.1, Stendimento Sismico 7 – Intervento n.1, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

L'utilizzo della metodologia Re.Mi ha permesso di ottenere un modello sismo – stratigrafico del sottosuolo affidabile in corrispondenza dei primi metri dell'area di interesse.



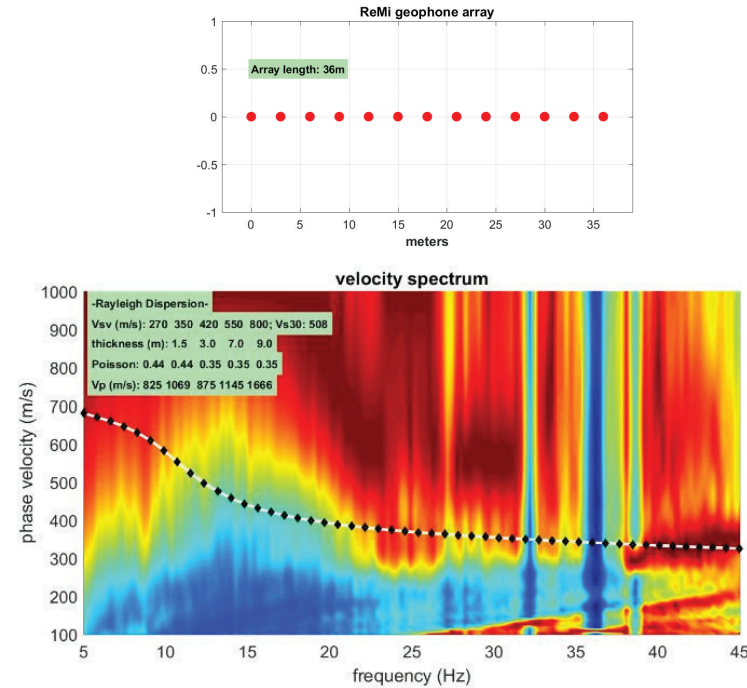
Il rilievo nello specifico ha fornito i seguenti dati sismici (modello sismo-stratigrafico interpretativo):

H.V.S.R.	Spessori [m]	Velocità onde di taglio [m/s]	Profondità [m]
I SISMOSTRATO	2.00	210	0,0 – 2,00
II SISMOSTRATO	2.50	280	≈ 2,00 – ≈ 4,50
III SISMOSTRATO	5.00	325	≈ 4,50 – ≈ 9,50
IV SISMOSTRATO	4.00	360	≈ 9,50 – ≈ 13,50
V SISMOSTRATO	4.00	450	≈ 13,50 – ≈ 17,50
VI SISMOSTRATO	-	550	≈ 17,50 – ≈ ...

Vs (0.0-30.0) = 392 m/s

Re.Mi n.2, Stendimento Sismico 6 – Intervento n.2, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

L'utilizzo della metodologia Re.Mi ha permesso di ottenere un modello sismo – stratigrafico del sottosuolo affidabile in corrispondenza dei primi metri dell'area di interesse.



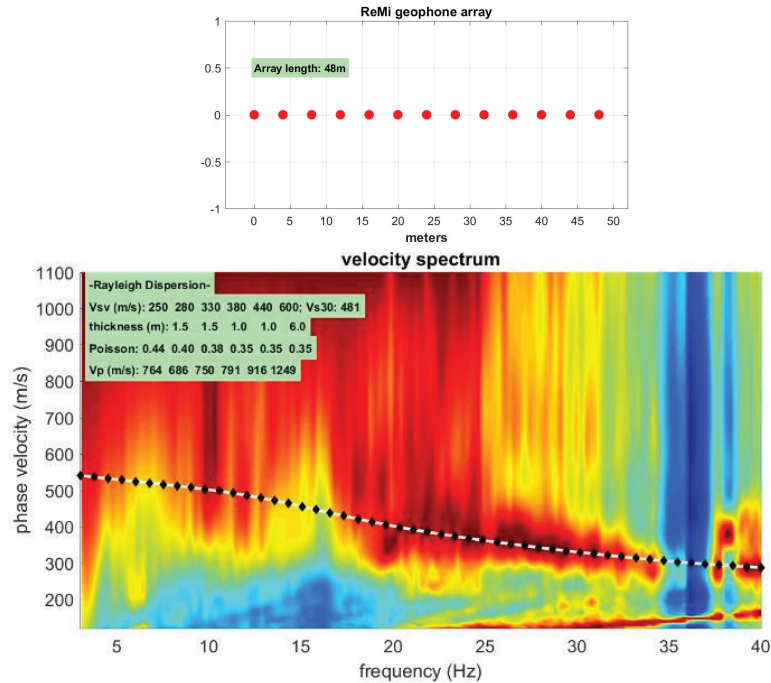
Il rilievo nello specifico ha fornito i seguenti dati sismici (modello sismo-stratigrafico interpretativo):

H.V.S.R.	Spessori [m]	Velocità onde di taglio [m/s]	Profondità [m]
I SISMOSTRATO	1.50	270	0,0 – 1,50
II SISMOSTRATO	3.00	350	≈ 1,50 – ≈ 4,50
III SISMOSTRATO	7.00	420	≈ 4,50 – ≈ 11,50
IV SISMOSTRATO	9.00	550	≈ 11,50 – ≈ 20,50
V SISMOSTRATO	-	800	≈ 20,50 – ≈ ...

Vs (0.0-21.0) = 439 m/s

Re.Mi n.3, Stendimento Sismico 5 – Intervento n.3, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

L'utilizzo della metodologia Re.Mi ha permesso di ottenere un modello sismo – stratigrafico del sottosuolo affidabile in corrispondenza dei primi metri dell'area di interesse.



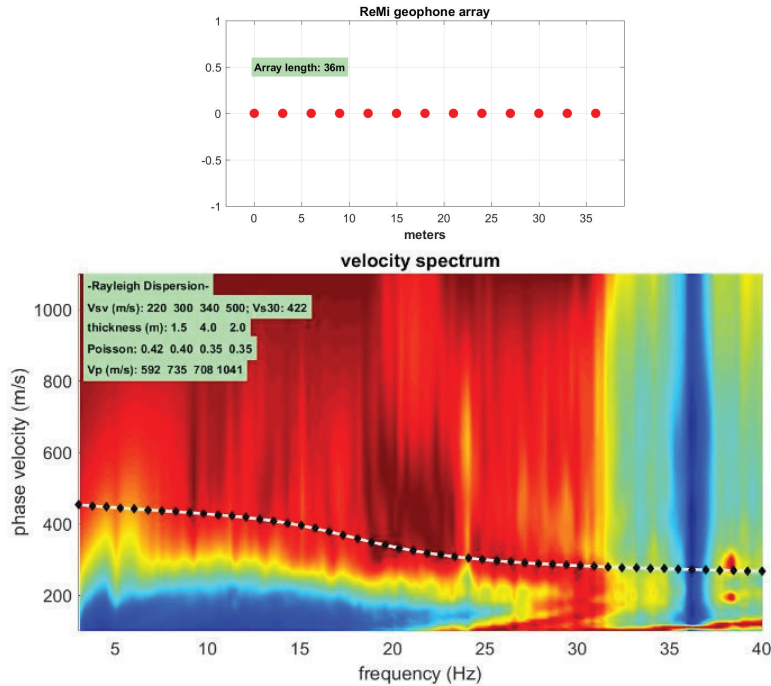
Il rilievo nello specifico ha fornito i seguenti dati sismici (modello sismo-stratigrafico interpretativo):

H.V.S.R.	Spessori [m]	Velocità onde di taglio [m/s]	Profondità [m]
I SISMOSTRATO	1.50	250	0,0 – 1,50
II SISMOSTRATO	1.50	280	≈ 1,50 – ≈ 3,50
III SISMOSTRATO	1.00	330	≈ 3,00 – ≈ 4,00
IV SISMOSTRATO	1.00	380	≈ 4,00 – ≈ 5,00
V SISMOSTRATO	6.00	440	≈ 5,00 – ≈ 11,00
VI SISMOSTRATO	-	600	≈ 11,00 – ≈ ...

Vs (0.0-30.0) = 481 m/s

Re.Mi n.4, Stendimento Sismico 2 – Intervento n.4, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

L'utilizzo della metodologia Re.Mi ha permesso di ottenere un modello sismo – stratigrafico del sottosuolo affidabile in corrispondenza dei primi metri dell'area di interesse.



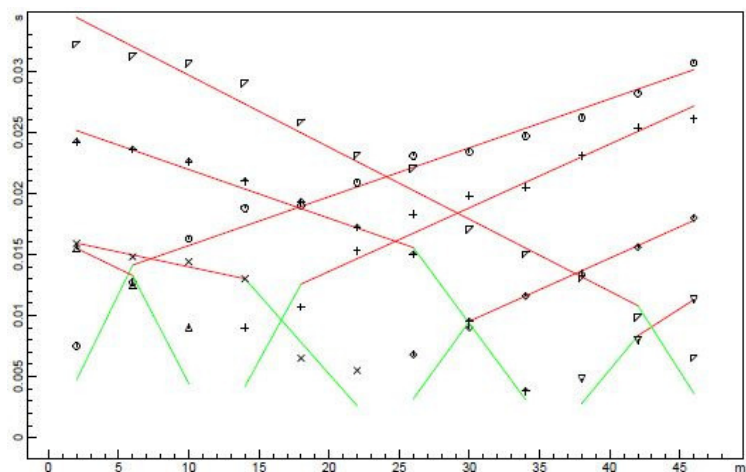
Il rilievo nello specifico ha fornito i seguenti dati sismici (modello sismo-stratigrafico interpretativo):

H.V.S.R.	Spessori [m]	Velocità onde di taglio [m/s]	Profondità [m]
I SISMOSTRATO	1.50	220	0,0 – 1,50
II SISMOSTRATO	4.00	300	≈ 1,50 – ≈ 5,50
III SISMOSTRATO	2.00	340	≈ 5,50 – ≈ 7,50
IV SISMOSTRATO	-	500	≈ 7,50 – ≈ ...

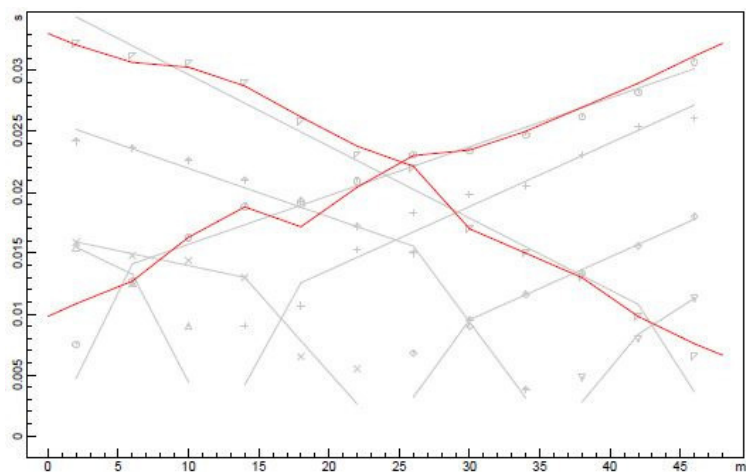
Vs (0.0-30.0) = 422 m/s

SISMICA A RIFRAZIONE, Stendimento Sismico n.7 – Intervento n.1, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

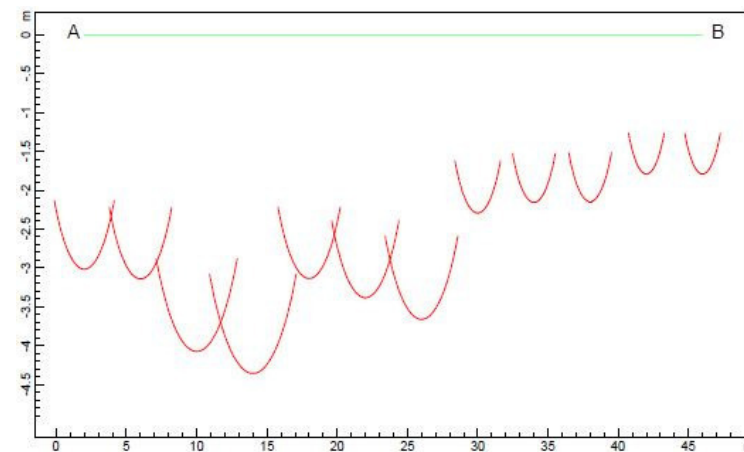
DOMOCRONE ORIGINALI



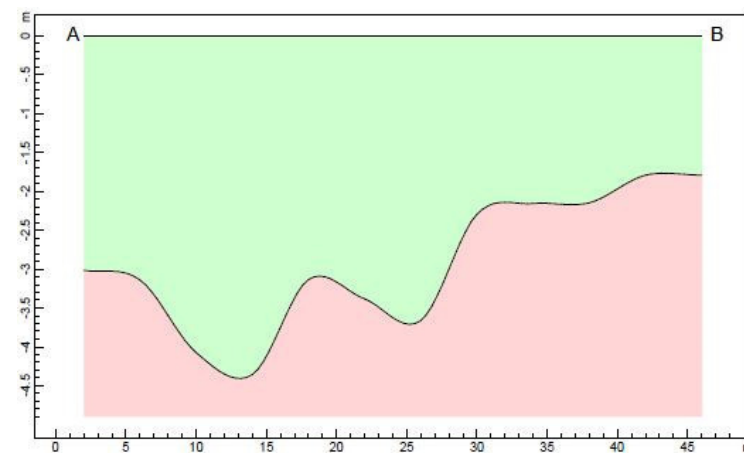
DOMOCRONE TRASLATE



PROFONDITA' RIFRATTORI



SEZIONE VERTICALE

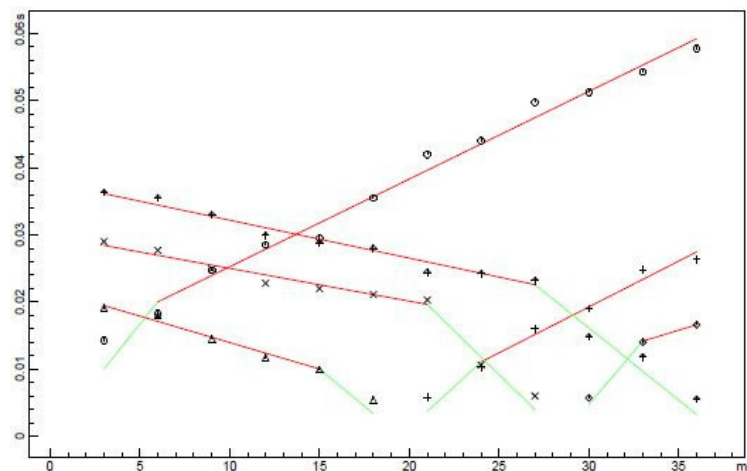


$V_p \approx 559 \text{ m/s}$

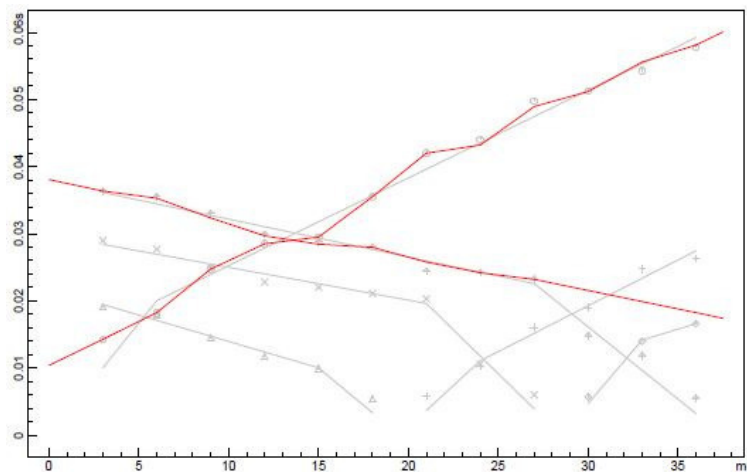
$V_p \approx 1930 \text{ m/s}$

SISMICA A RIFRAZIONE, Stendimento Sismico n.6 – Intervento n.2, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

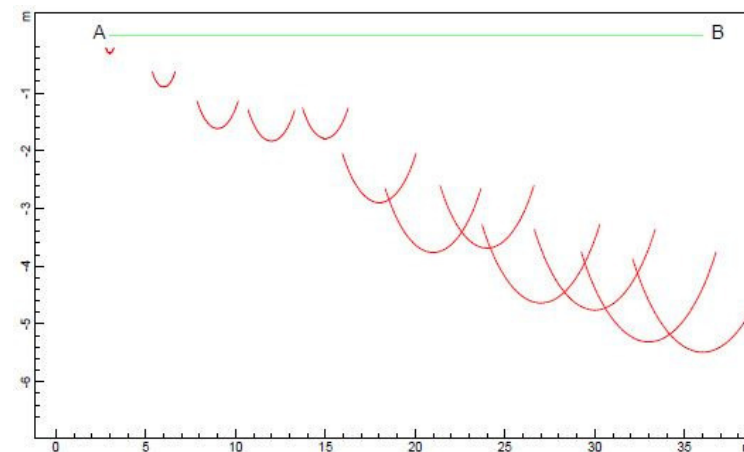
DOMOCRONE ORIGINALI



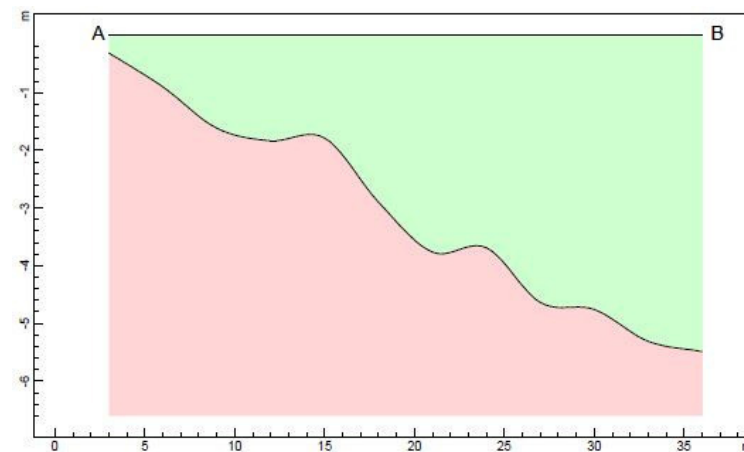
DOMOCRONE TRASLATE



PROFONDITA' RIFRATTORI



SEZIONE VERTICALE

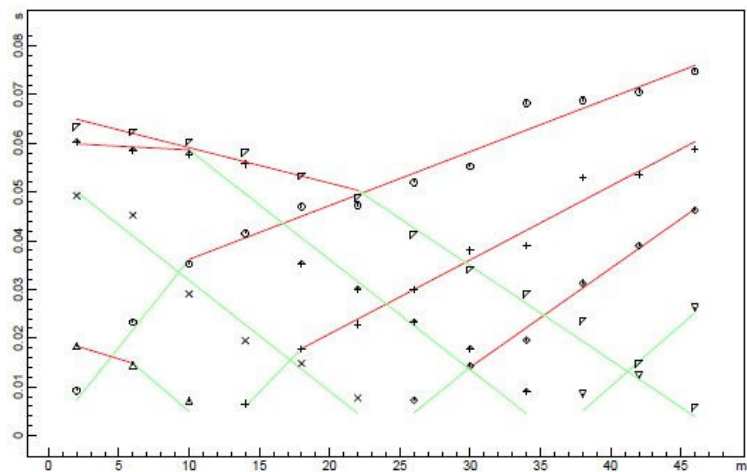


$V_p \approx 376 \text{ m/s}$

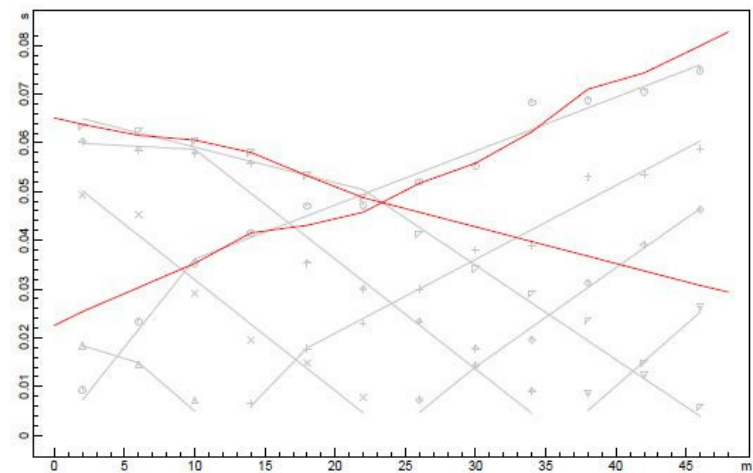
$V_p \approx 1074 \text{ m/s}$

SISMICA A RIFRAZIONE, Stendimento Sismico n.5 – Intervento n.3, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

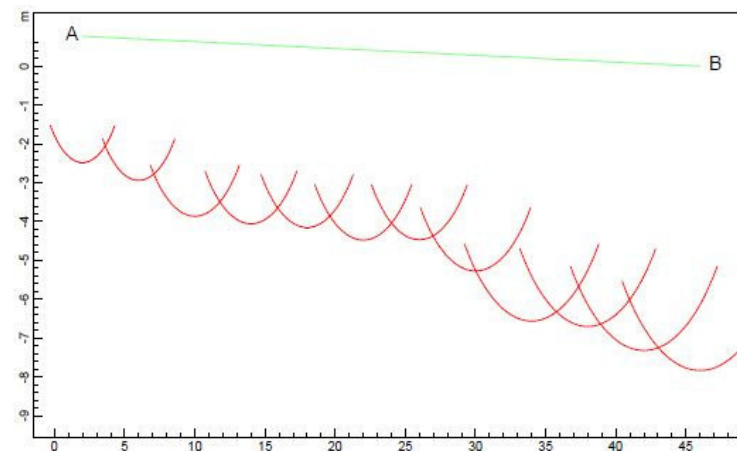
DOMOCRONE ORIGINALI



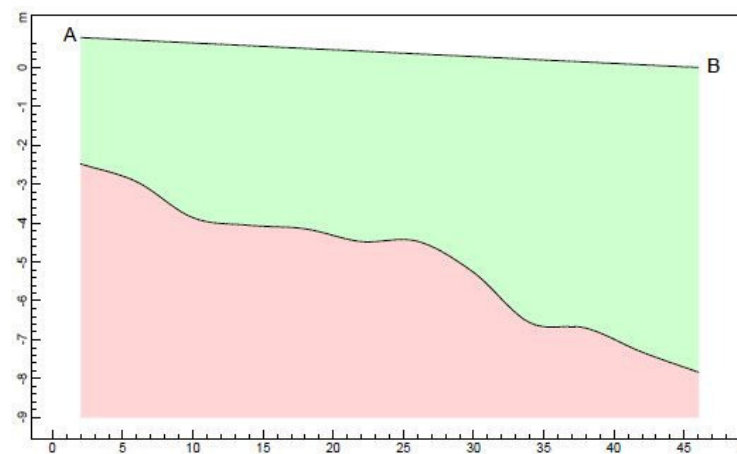
DOMOCRONE TRASLATE



PROFONDITA' RIFRATTORI



SEZIONE VERTICALE

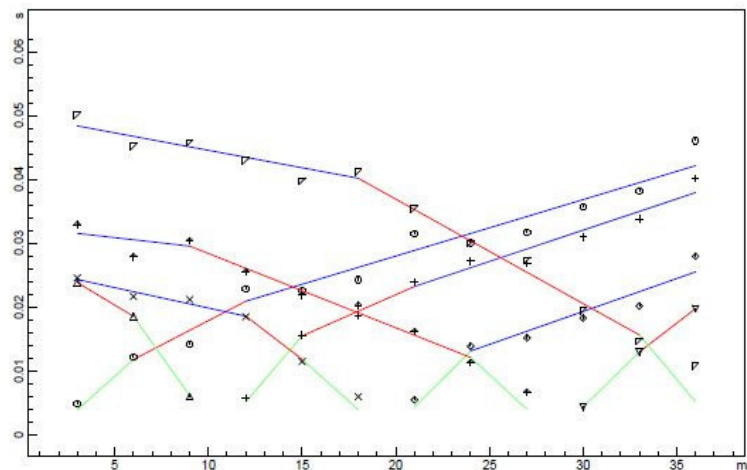


 $V_p \approx 392 \text{ m/s}$

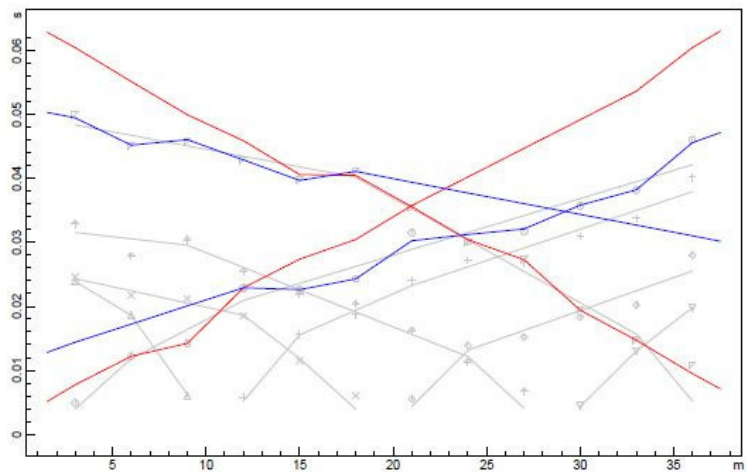
 $V_p \approx 988 \text{ m/s}$

SISMICA A RIFRAZIONE, Stendimento Sismico n.4 – Intervento n.3, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

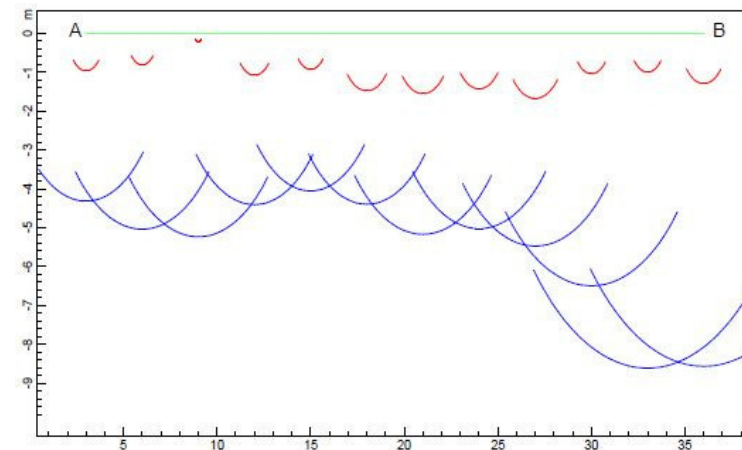
DOMOCRONE ORIGINALI



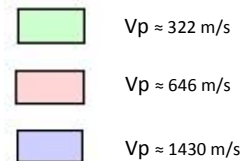
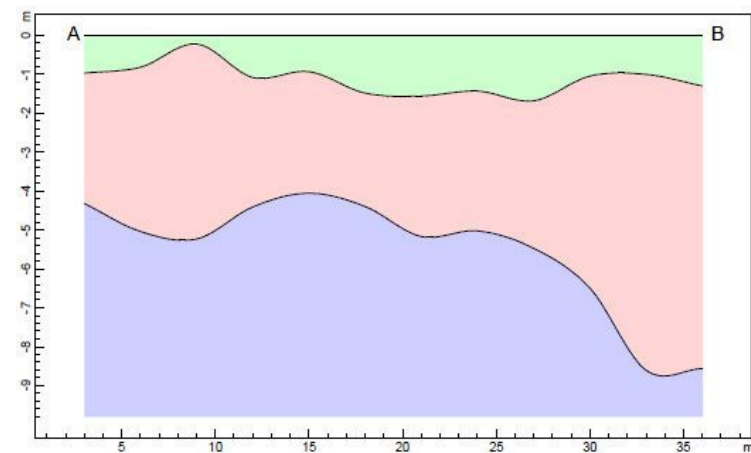
DOMOCRONE TRASLATE



PROFONDITA' RIFRATTORI

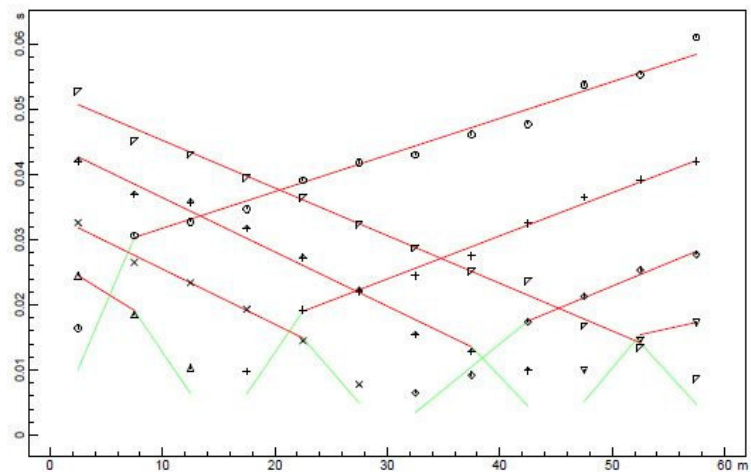


SEZIONE VERTICALE

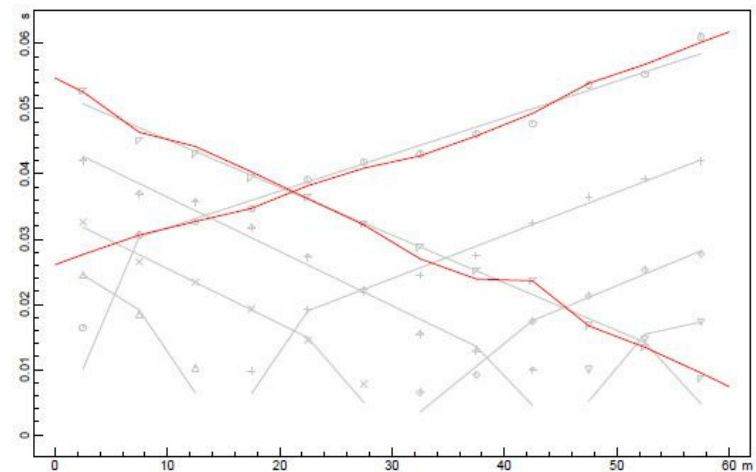


SISMICA A RIFRAZIONE, Stendimento Sismico n.3 – Intervento n.4, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

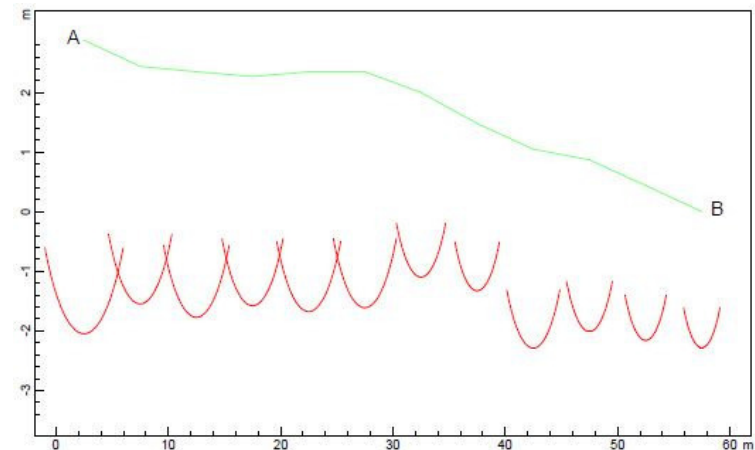
DOMOCRONE ORIGINALI



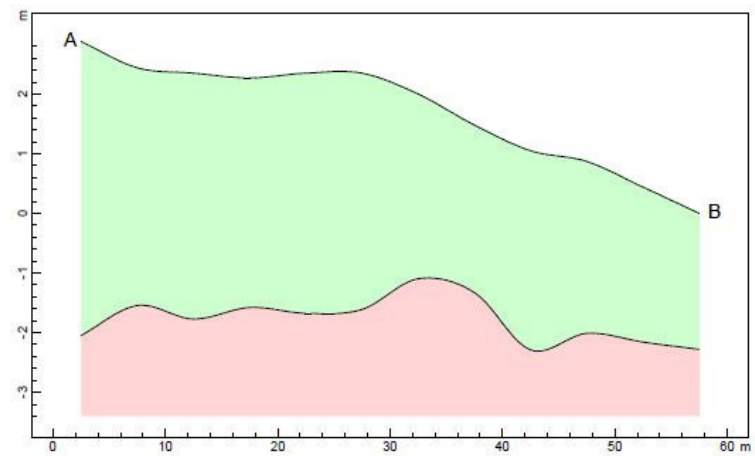
DOMOCRONE TRASLATE



PROFONDITA' RIFRATTORI



SEZIONE VERTICALE

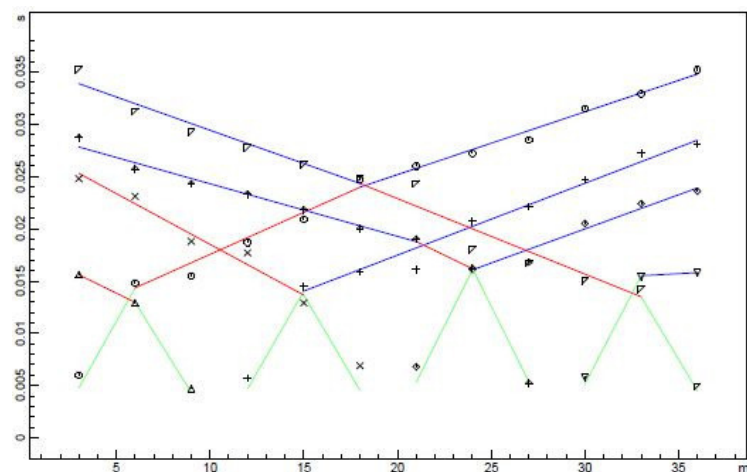


$V_p \approx 438 \text{ m/s}$

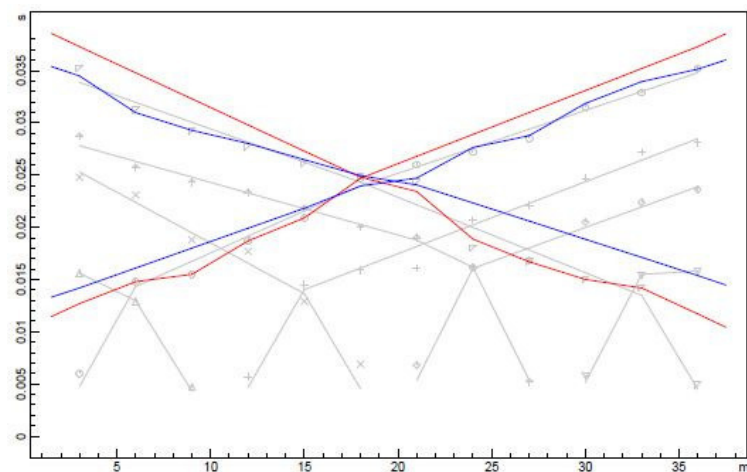
$V_p \approx 1470 \text{ m/s}$

SISMICA A RIFRAZIONE, Stendimento Sismico n.2 – Intervento n.4, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

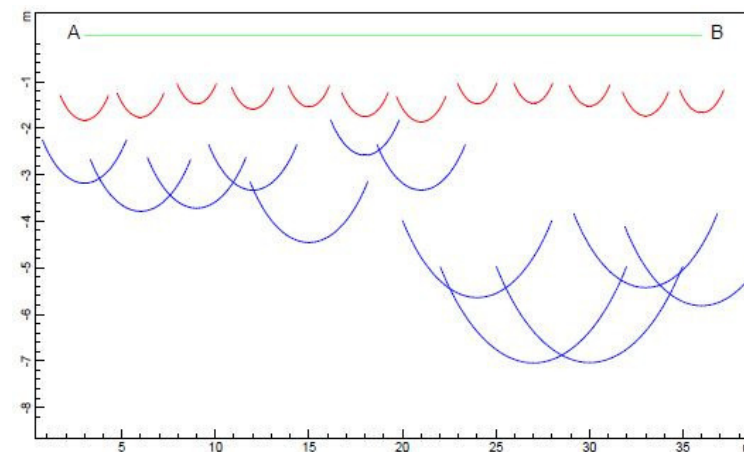
DOMOCRONE ORIGINALI



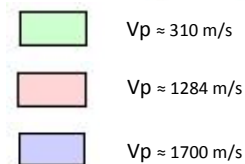
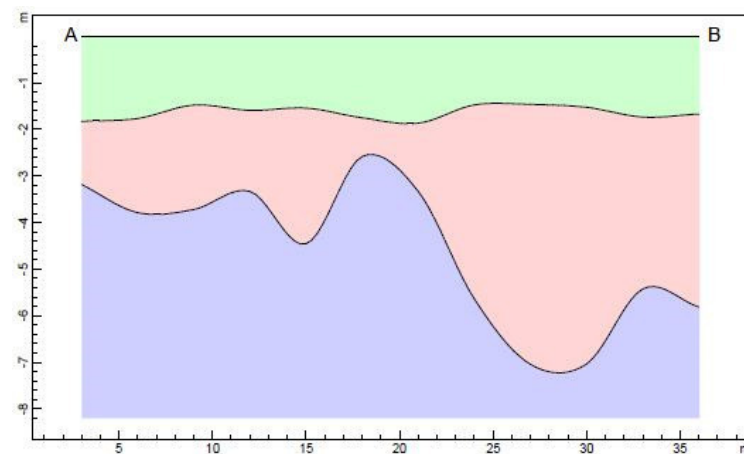
DOMOCRONE TRASLATE



PROFONDITA' RIFRATTORI

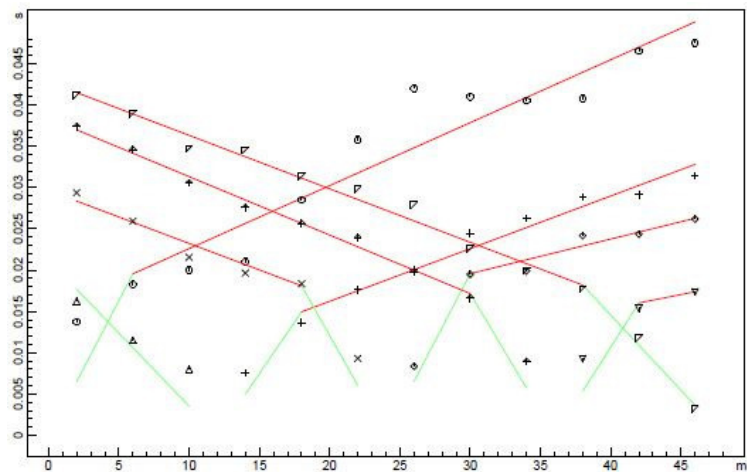


SEZIONE VERTICALE

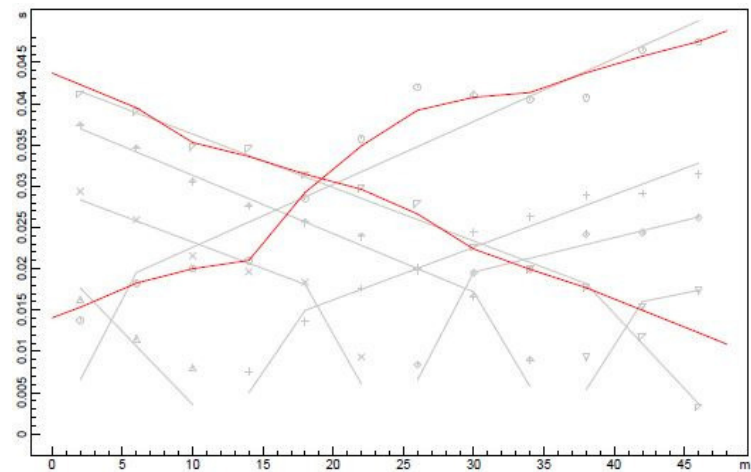


SISMICA A RIFRAZIONE, Stendimento Sismico n.1 – Intervento n.4, Viabilità S.r.l., Comune di Roana (VI)

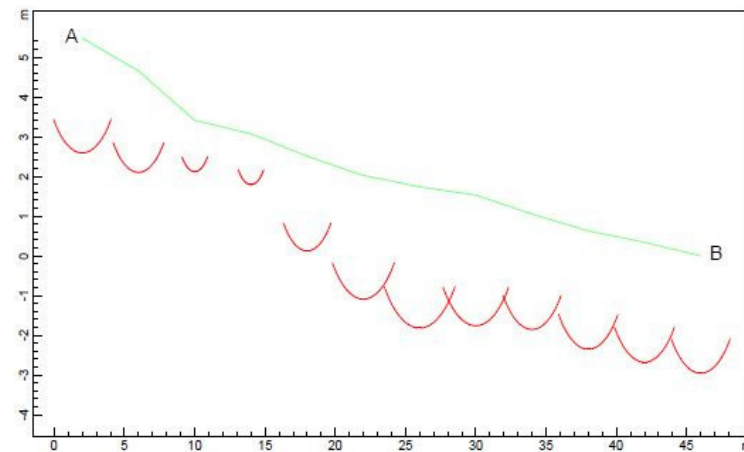
DOMOCRONE ORIGINALI



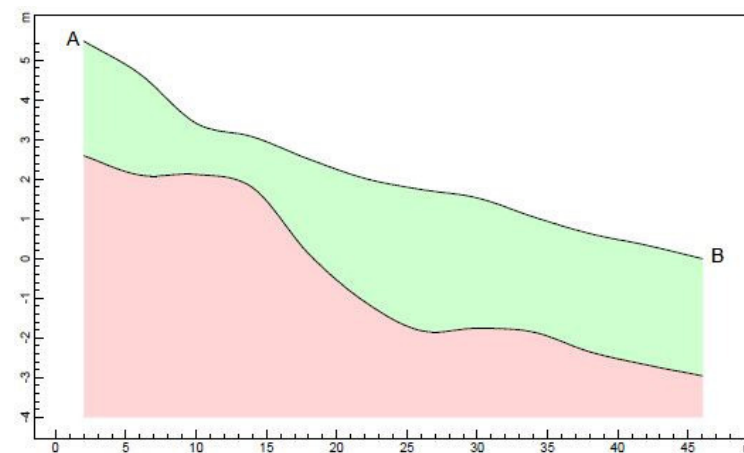
DOMOCRONE TRASLATE



PROFONDITA' RIFRATTORI



SEZIONE VERTICALE



$V_p \approx 378 \text{ m/s}$

$V_p \approx 1384 \text{ m/s}$