

COMUNE DI CAVE
Città Metropolitana di ROMA Capitale

P.N.S.S. - 4° e 5° PROGRAMMA ANNUALE
art. 32 L. 144/99

**MESSA IN SICUREZZA VIA DELLO SPECIANO ATTRAVERSO
 INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE DEL SISTEMA VIARIO**

PROGETTO ESECUTIVO I LOTTO

		PRIMA STESURA			
NOME FILE:	DATA	STESURA N.	DISEGN.	CONTR.	APPROV.
SOSTITUISCE ELAB. N°	DEL			SCALA :	
SOSTITUITO DALL'ELAB. N°	DEL				
<p>PROGETTISTA E D.L.</p> <hr/> <p>Ing. Catia Bianchi</p>					
RELAZIONE GEOLOGICA				ALL_S_10	
COMMITTENTE			PROGETTAZIONE E OPERE DI INGEGNERIA		
COMUNE DI CAVE					

Dott. Geol. Paolo Baglini
Viale Giorgioli 18, 00033 Cave (RM)
Telefono: 328 6283162
E-mail: baglinipaolo@gmail.com

COMUNE DI CAVE

PROVINCIA DI ROMA

Relazione Geologica

ai sensi del Regolamento Regionale n. 2 del 07/02/2012

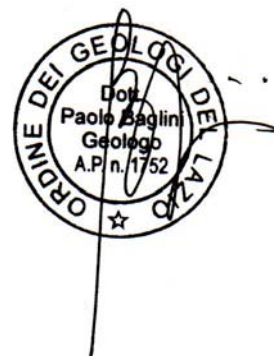
Progetto per la realizzazione di muri di contenimento in via dello Speciano

Committente: Comune di Cave

Cave, aprile 2016

Geologo

Dott. Paolo Baglini



INDICE

Generalità.....	3
Premessa	3
Ambito normativo.....	3
Metodologia.....	5
Inquadramento generale del sito.....	5
Inquadramento geologico	5
Geomorfologia.....	6
Idrogeologia	7
Piano indagini	7
Modello geotecnico	9
Modello sismico.....	14
Introduzione	14
Parametri di base	14
Microzonazione Sismica.....	15
Indagini.....	16
HVSr	16
MASW	17
DH	17
Azione Sismica.....	18
Condizioni topografiche.....	18
Condizioni stratigrafiche.....	18
Conclusioni.....	20

ALLEGATI

- Report prove Penetrometriche
- Report indagini Sismiche
 - o HVSr
 - o MASW

GENERALITÀ

Premessa

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Cave è stato effettuato il presente studio geologico a corredo della documentazione necessaria al rilascio dell'autorizzazione sismica da parte del Genio Civile circa la realizzazione di muri di contenimento in via dello Speciano (primo tratto via Matteotti). In particolare si tratta del rifacimento di quattro tratti già esistenti così come segnalati in carta di figura 1:

- Muro in corrispondenza della scuola elementare di 75 m di lunghezza ed altezza che va da un minimo di 1,46 m nell'angolo di via Mazzenga fino ad un massimo di 1,77 m nell'angolo del parcheggio pubblico.
- Muro in corrispondenza del primo corpo di case popolari di lunghezza 32 m ed altezza 1,8 m.
- Muro in corrispondenza del secondo corpo di case popolari di lunghezza 31 m ed altezza 1,5 m.
- Muro in corrispondenza della scuola materna di lunghezza 56 m e altezza variabile fra 1,9 - 2,3 e 1,4 m.

Data la vicinanza ed il breve tratto dei muri corrispondenti alle case popolari, è stato considerato come unico lotto. Dunque sia la campagna di indagini che la modellizzazione geotecnica e sismica con le relative sezioni sono state trattate come tre lotti: Scuola Elementare, Case Popolari e Scuola Materna.

Ambito normativo

Tale studio ha lo scopo di inquadrare il sito da un punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico e caratterizzazione geotecnica e sismica secondo quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni - DM 14/01/2008 - e dal Regolamento Regionale n.2 del 07/02/2012.

L'opera in progetto è appartenente alla classe d'uso II (punto 2.4.2 – DM 14-01-2008), nel Comune di Cave classificato come zona sismica 2B (All. 1 DGR Lazio 387/09 e DGR Lazio 835/09). Pertanto, secondo quanto previsto dall'All. C del Reg. Reg. n.2/12 il progetto rientra in una classe di rischio geologico medio (fig. 2) che per opere impostate su terreni prevede una serie di indagini minime per l'acquisizione di dati geotecnici e sismici. Nel rispetto della normativa è stata eseguita una campagna geognostica descritta nel capitolo relativo al piano delle indagini finalizzata alla modellizzazione geotecnica e sismica.

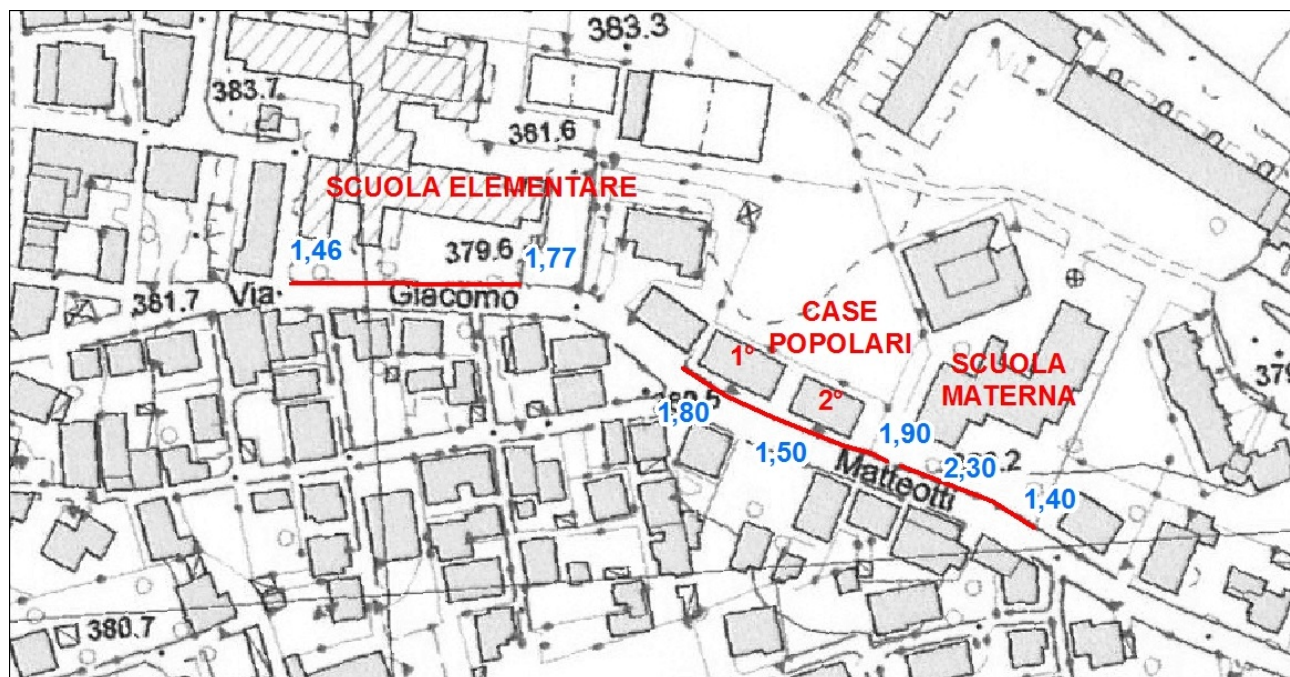


Figura 1: Ubicazione dei muri in oggetto, in blu le altezze massime in metri.

CLASSI DI RISCHIO GEOLOGICO				
	Pericolosità geologiche	Tipo A Bassa	Tipo B Media	Tipo C Alta
Classi d'uso		Zone Sismiche 3A – 3B o casi comma 2 art. 4	Zone Sismiche 2B – 3A – 3B o casi particolari Tipo B	Zone Sismiche 1 – 2A o casi particolari Tipo C
1 (punto 2.4.2 DM 14.01.2008)			Rischio Basso	Rischio Medio
2 (punto 2.4.2 DM 14.01.2008)		Rischio Basso	Rischio Medio	Rischio Medio-Alto
3 (All. 2 DGR Lazio 387/09)		Rischio Medio	Rischio Medio-Alto	Rischio Alto
4 (All. 2 DGR Lazio 387/09)				

Figura 2: Tabella delle classi di rischio geologico estratta dall'All. C de Reg. Reg. 2/12

Metodologia

Lo studio si è articolato in più fasi lavorative secondo la seguente metodologia:

- prima fase **conoscitiva**: sopralluogo, reperimento normativa e materiale bibliografico, verifica della vincolistica, verifica accessibilità al sito e sottoservizi per la progettazione della campagna geognostica e redazione finale del presente elaborato.
- seconda fase di **indagine**: nel mese di marzo 2016 si è provveduto alla acquisizione dei dati secondo il piano di indagini progettato.
- Fase di **elaborazione dei dati** acquisiti.
- Stesura della relazione geologica con preparazione della cartografia e delle tavole. La carta geologica di fig. 3 è stata elaborata dal sottoscritto su piattaforma GIS utilizzando come base la CTR in scala 1:10.000.

INQUADRAMENTO GENERALE DEL SITO

I muri in progetto sono ubicati lungo il primo tratto della strada che dal centro urbano di Cave conduce a Valmontone, ovvero in via Matteotti, ad una quota topografica che oscilla intorno ai 380 m s.l.m. in contesto urbano debolmente ondulato (fig. 1).

L'opera non è soggetta a vincolo idrogeologico e non rientra in zone R3 o R4 secondo la carta di rischio franosità del Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Liri-Garigliano.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

I terreni sono di origine vulcanica, appartenenti all'attività eruttiva Pleistocenica dei Colli Albani. Si tratta di bancate a giacitura pressoché orizzontale o a debole pendenza verso Sud di prodotti di origine piroclastica, caratterizzate da alternanza di orizzonti rappresentativi delle fasi eruttive di tipo esplosivo, con grossi depositi di materiale cineritico – scoriaceo prevalentemente massivi. L'apparato vulcanico si trova a Ovest. Il tetto della successione è costituito per lo più da cineriti intervallate a depositi di scorie più o meno grossolane (la parte superficiale alterata costituisce una facies a sé stante). Al di sotto troviamo tufi e pozzolane.

La stratigrafia è la seguente:

- Alluvioni attuali: depositi recenti di fondovalle
- Piroclastiti pleistoceniche caratterizzate da:

- Facies di alterazione delle piroclastiti
- Cineriti: alternanza di cineriti e livelli decimetrici di scorie grossolane
- Tufo litoide
- Pozzolane: insieme al tufo litoide costituiscono l'ossatura delle colline circostanti.

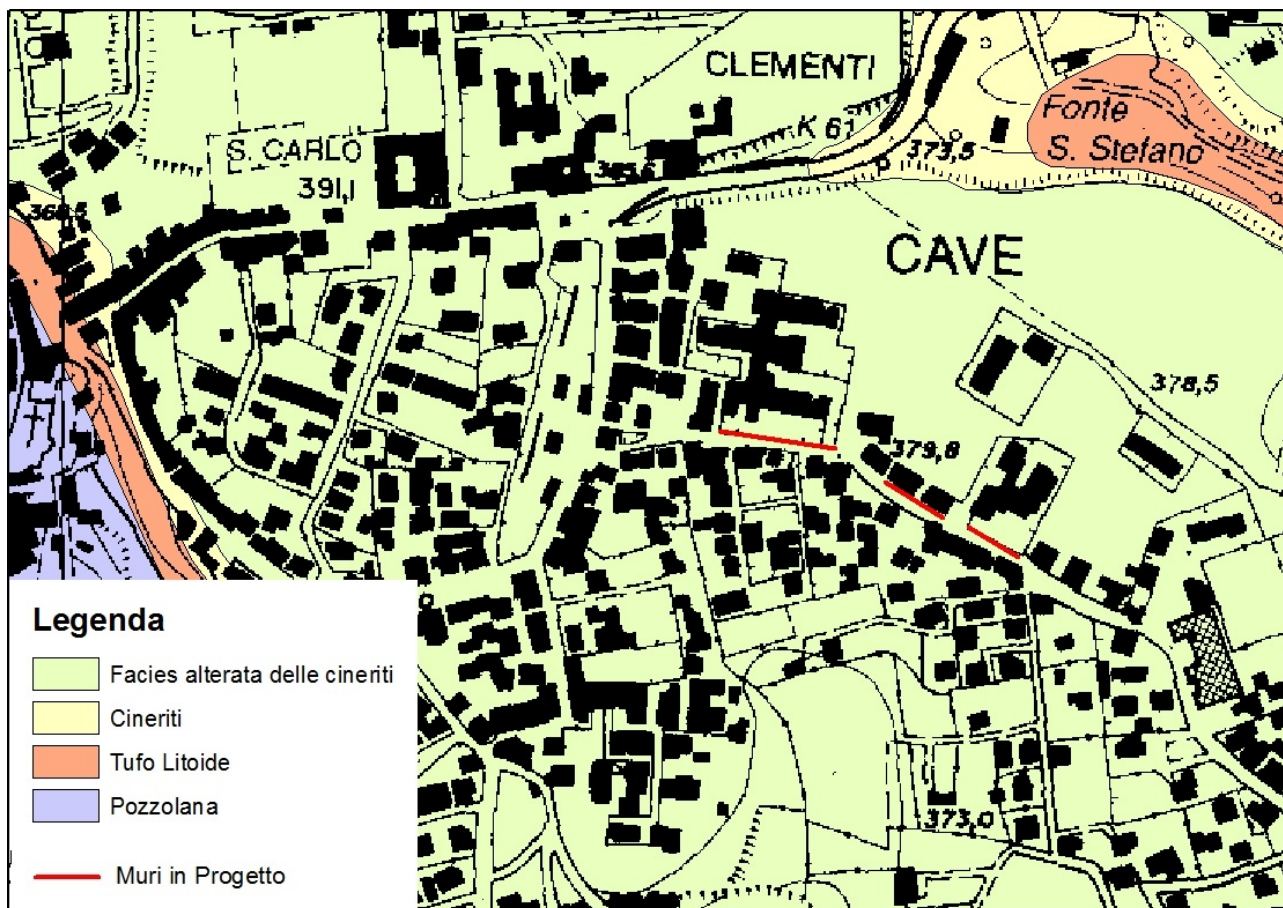


Figura 3: Carta geologica in scala 1:5.000

GEOMORFOLOGIA

Tutta la zona è caratterizzata da una serie di colline di origine vulcanica, risultato di più fasi eruttive provenienti dall'attività pleistocenica dell'adiacente vulcano dei Colli Albani. Si tratta di prodotti derivanti da flussi piroclastici che, con tendenza a livellare la morfologia preesistente (spessori minori su quote maggiori e riempimento delle depressioni), hanno creato strutture tabulari a giacitura orizzontale con debole pendenza verso Sud. Tale materiale, a causa dell'erosione dovuta allo scorrimento superficiale di corsi d'acqua per lo più a regime torrentizio, è stato inciso con la formazione di valli più o meno profonde alternate a colli con la sommità a debole pendenza-quasi

piana e versanti vallivi che da più dolci al livello delle cineriti, risultano piuttosto acclivi in prossimità dei livelli tufacei. Dunque la geomorfologia della zona è risultato di modellamento di tipo fluvio-denudazionale con scorrimento superficiale delle acque in un reticolo idrografico ben organizzato e diretto in torrenti e fossi di fondovalle.

La zona in oggetto si trova a debole pendenza verso sud con inclinazioni inferiori ai 15° e in assenza di fenomeni o indizi di instabilità sia in atto che potenziale. Tutta l'area a ridosso del primo tratto di via Speciano risulta urbanizzata ed i dislivelli organizzati a terrazzi contenuti da opere di sostegno di altezza modesta (1 – 2 m).

IDROGEOLOGIA

In tale contesto geomorfologico la circolazione idrica superficiale tende a defluire verso i torrenti di fondovalle ad est e ad ovest; nel dettaglio le acque meteoriche sono convogliate in pubblica fognatura.

In profondità la circolazione è regolata dalla grossa struttura idrogeologica costituita dai terreni vulcanici nel complesso mediamente permeabili. Le coperture poco permeabili hanno modesto spessore e non sono sede di falda. Le stratificazioni tabulari con locali differenze di permeabilità, permettono la formazione di acquiferi secondari lenticolari, talora sospesi, con drenaggio prevalentemente radiale che nella zona si attesta intorno ai 30 m di profondità. Falde acquifere più importanti si rinvencono non prima dei 90 m dal p.c., mentre la piezometrica regionale è a circa 300 m dal piano di campagna.

PIANO INDAGINI

La modellizzazione geotecnica e sismica è stata costruita mediante acquisizione di dati secondo una campagna di indagini così costituita:

- 4 prove penetrometriche di tipo DPSH
- 2 prove sismiche indirette di tipo HVSR

I dati ottenuti sono stati integrati con quelli provenienti da una precedente campagna effettuata nel 2014 per un progetto destinato allo stesso Istituto Scolastico. Si tratta 2 indagini MASW ed una prova sismica in foro di tipo Down Hole (DH), la cui ubicazione è stata inserita in carta delle indagini di figura 4.

Il posizionamento delle prove penetrometriche per il lotto delle case popolari è stato condizionato dalla presenza di sottoservizi nel piano stradale e l'inaccessibilità nella porzione sovrastante. Il modello geotecnico per tale lotto è stato costruito correlando le prove adiacenti.

Tutta la campagna geognostica del marzo 2016 è stata effettuata con attrezzatura di proprietà della scrivente, mentre per la precedente del 2014 era stato incaricato lo studio Piano Terra srl.

Le caratteristiche strumentali generali sono state descritte nei relativi capitoli, per il dettaglio si rimanda ai report allegati al presente documento.

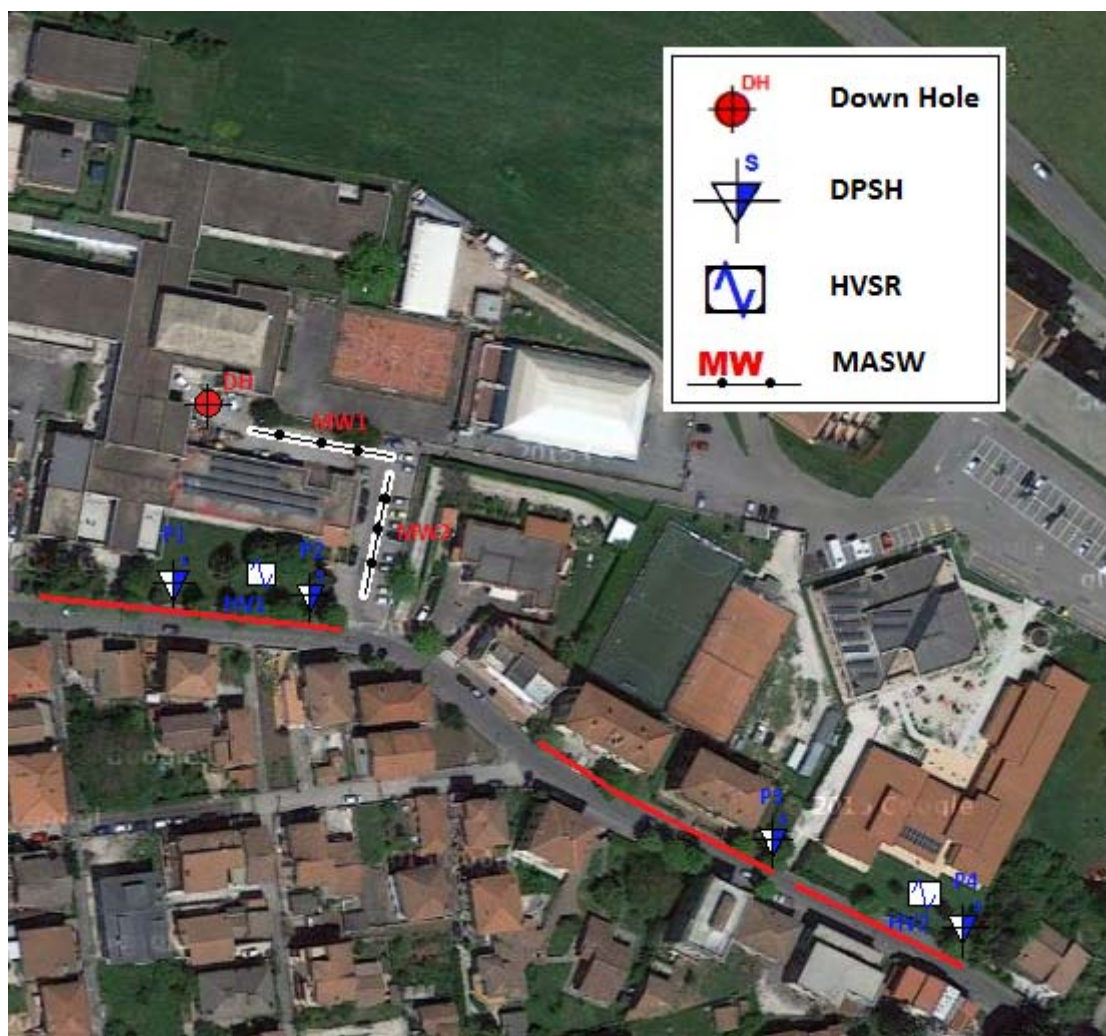


Figura 4: carta delle indagini su foto aerea (fonte: Googlemap)

MODELLO GEOTECNICO

I dati geotecnici sono stati acquisiti mediante penetrometro dinamico Pagani TG100 con maglio da 73,5 Kg, volata di 75 cm e diametro punta 5,1 cm. Il numero dei colpi N per ogni 20 cm di avanzamento delle aste è stato riportato sul relativo istogramma in allegato al presente documento, nonché i parametri geotecnici calcolati attraverso le correlazioni dirette con i valori di N_{spt} . Per il calcolo sono stati utilizzati metodi di diversi autori. L'interpretazione stratigrafica è stata effettuata raggruppando orizzonti a comportamento omogeneo laddove in fase di indagine si è visto un cambio di comportamento dell'infissione della punta del penetrometro, confermato in fase di elaborazione dei report.

Le prove hanno evidenziato la presenza di cineriti alterate a granulometria limo-sabbiosa raggruppabili in 2 comportamenti geomeccanici (A e B) al di sotto di circa 1 m di terreno vegetale e riporti (R). Sostanzialmente le caratteristiche geotecniche migliorano gradualmente con la profondità, con il primo strato A caratterizzato spessore di circa 2 m e da angolo di attrito di 22° ; lo strato B invece è presente fino alla profondità di 8 m alla quale le prove sono state arrestate e caratterizzato da angoli di attrito di 23° . È da segnalare la presenza di strati più soffici di circa 1 m di spessore alla profondità di 5,6 m per la prova P2 ed alla profondità di 2,5 m nelle prove della scuola materna (strato A1 nelle prove P3 e P4).

I valori medi per i tre lotti di seguito riportati (tabelle 1, 2 e 3) sono stati calcolati nel seguente modo: per il lotto della scuola elementare la media delle prove P1 e P2, per il lotto della scuola materna la media delle prove P3 e P4, per il lotto delle case popolari la media delle 4 prove. Nelle figure 5, 6 e 7 la ricostruzione dei modelli geotecnici dei tre lotti in oggetto; per il dettaglio di ciascuna prova si rimanda ai report allegati.

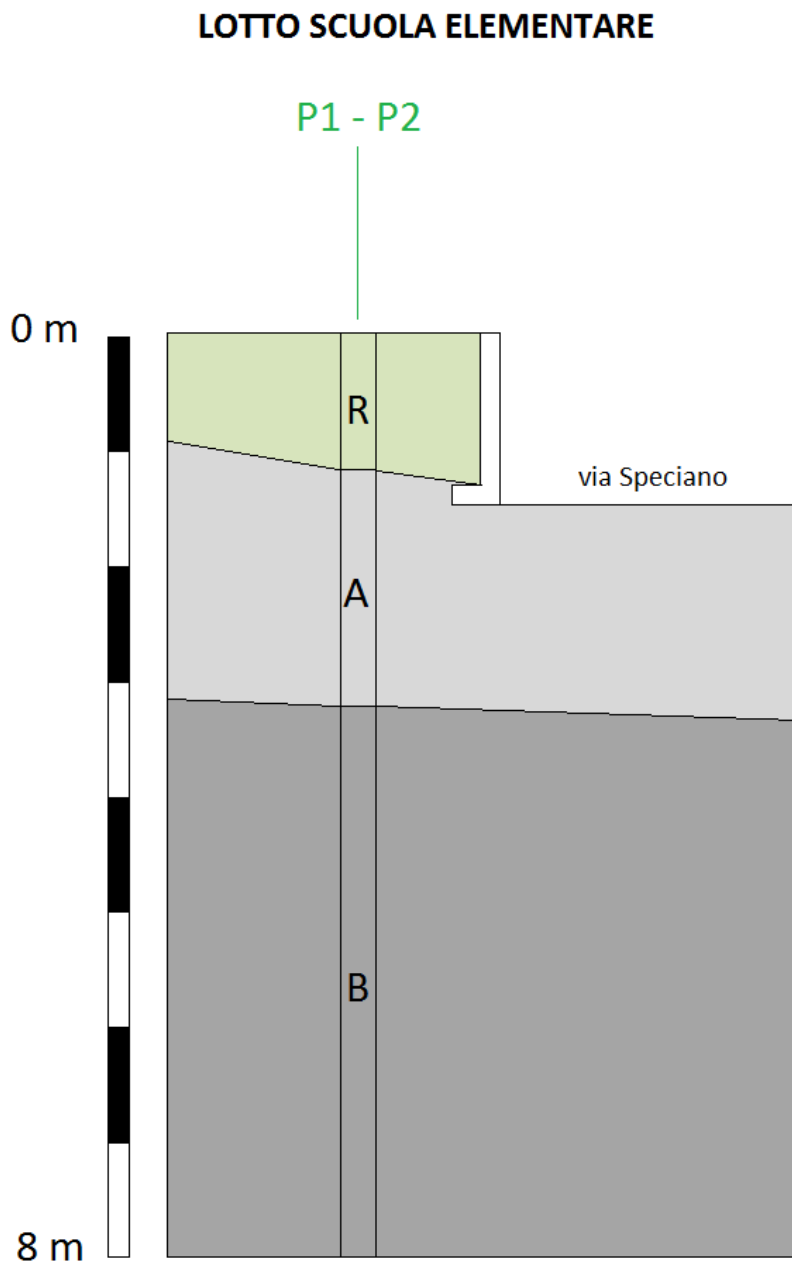


Figura 5: Modello geotecnico-stratigrafico del lotto della Scuola Elementare.

Tabella 1: Parametri geotecnici medi per la struttura in corrispondenza della scuola elementare

strato	Spessore m	peso (t/m^3)	Nspt	angolo attrito ($^{\circ}$)	Qc (Kg/cm^2)	c (Kg/cm^2)	E (Kg/cm^2)	G (Kg/cm^2)	Eed (Kg/cm^2)	cu (Kg/cm^2)
R	1,3	1,8	1,5	20	2,95	0,00	11,80	15,88	10,47	0,10
A	1,9	1,8	3,0	22	6,04	0,10	24,16	27,38	21,44	0,20
B	4,8	1,8	4,5	23	9,06	0,10	36,24	37,26	32,16	0,30

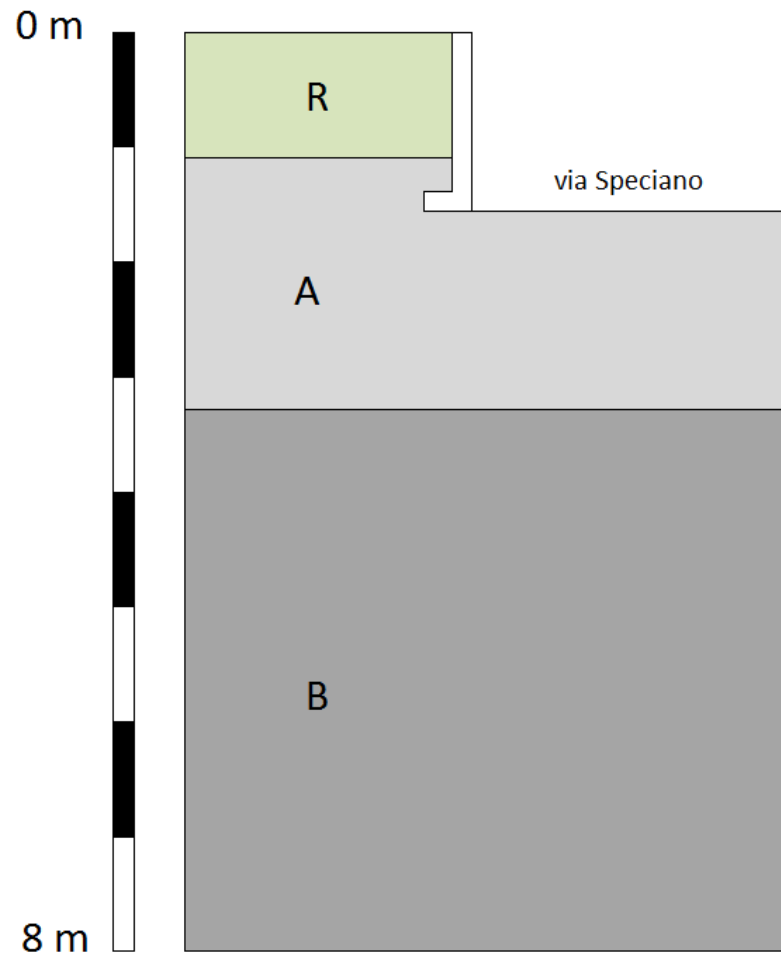
LOTTO CASE POPOLARI

Figura 6: modello geotecnico-stratigrafico del lotto delle Case Popolari

Tabella 2: Parametri geotecnici medi per la struttura in corrispondenza delle case popolari

strato	Spessore m	peso (t/m^3)	Nspt	angolo attrito ($^{\circ}$)	Qc (Kg/cm^2)	c (Kg/cm^2)	E (Kg/cm^2)	G (Kg/cm^2)	Eed (Kg/cm^2)	cu (Kg/cm^2)
R	1,1	1,8	2,4	21	4,86	0,00	19,43	23,20	17,24	0,16
A	2,2	1,8	2,9	22	5,71	0,10	22,84	26,23	20,27	0,19
B	4,7	1,8	4,3	23	8,63	0,10	34,52	35,91	30,64	0,29

LOTTO SCUOLA MATERNA

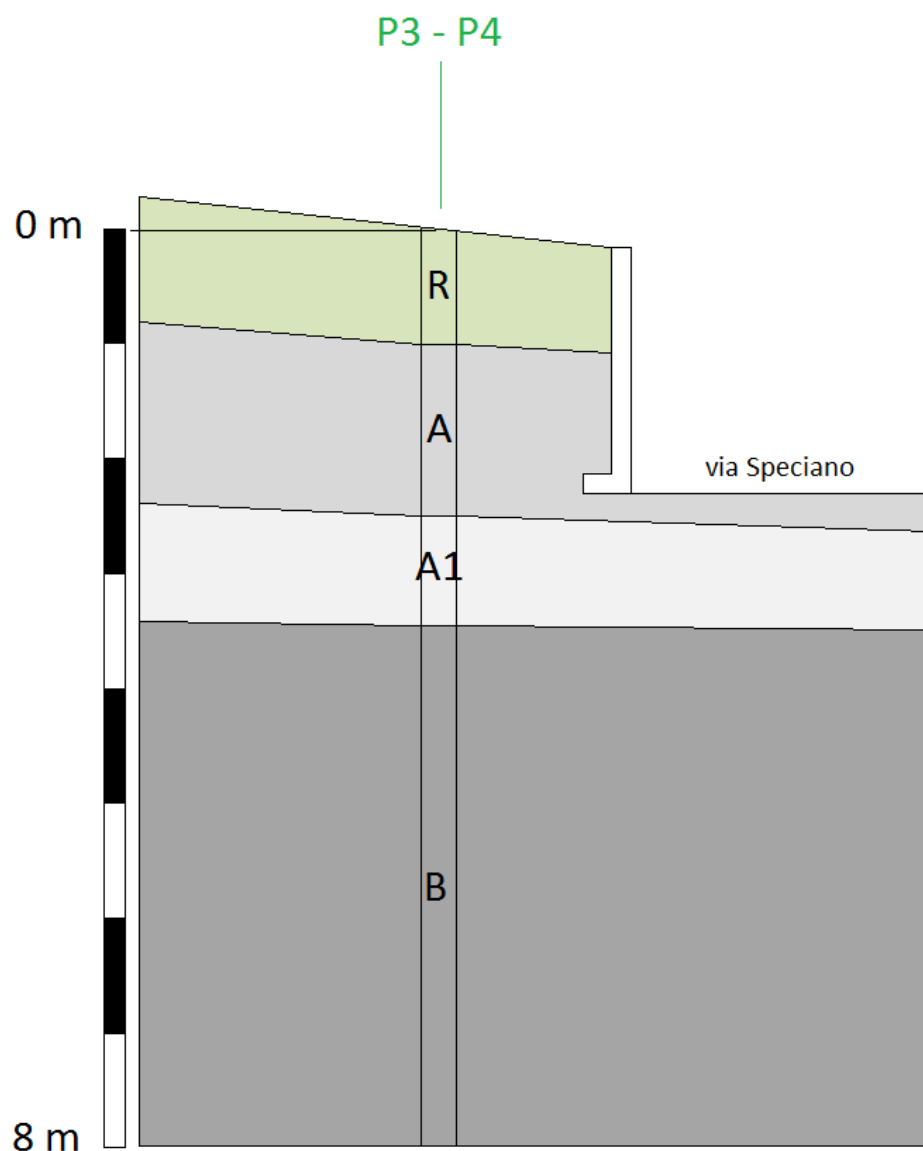


Figura 7: Modello geotecnico-stratigrafico del lotto della Scuola Materna

Tabella 3: Parametri geotecnici medi per la struttura in corrispondenza della scuola materna

strato	Spessore m	peso (t/m^3)	Nspt	angolo attrito ($^\circ$)	Qc (Kg/cm^2)	c (Kg/cm^2)	E (Kg/cm^2)	G (Kg/cm^2)	Eed (Kg/cm^2)	cu (Kg/cm^2)
R	1,0	1,8	1,8	20	3,58	0,00	14,32	18,40	12,71	0,12
A	1,5	1,8	3,7	22	7,44	0,00	29,76	32,08	26,41	0,25
A1	1,0	1,8	1,7	20	3,32	0,10	13,28	17,37	11,79	0,11
B	4,5	1,8	4,1	23	8,20	0,10	32,80	34,54	29,11	0,27

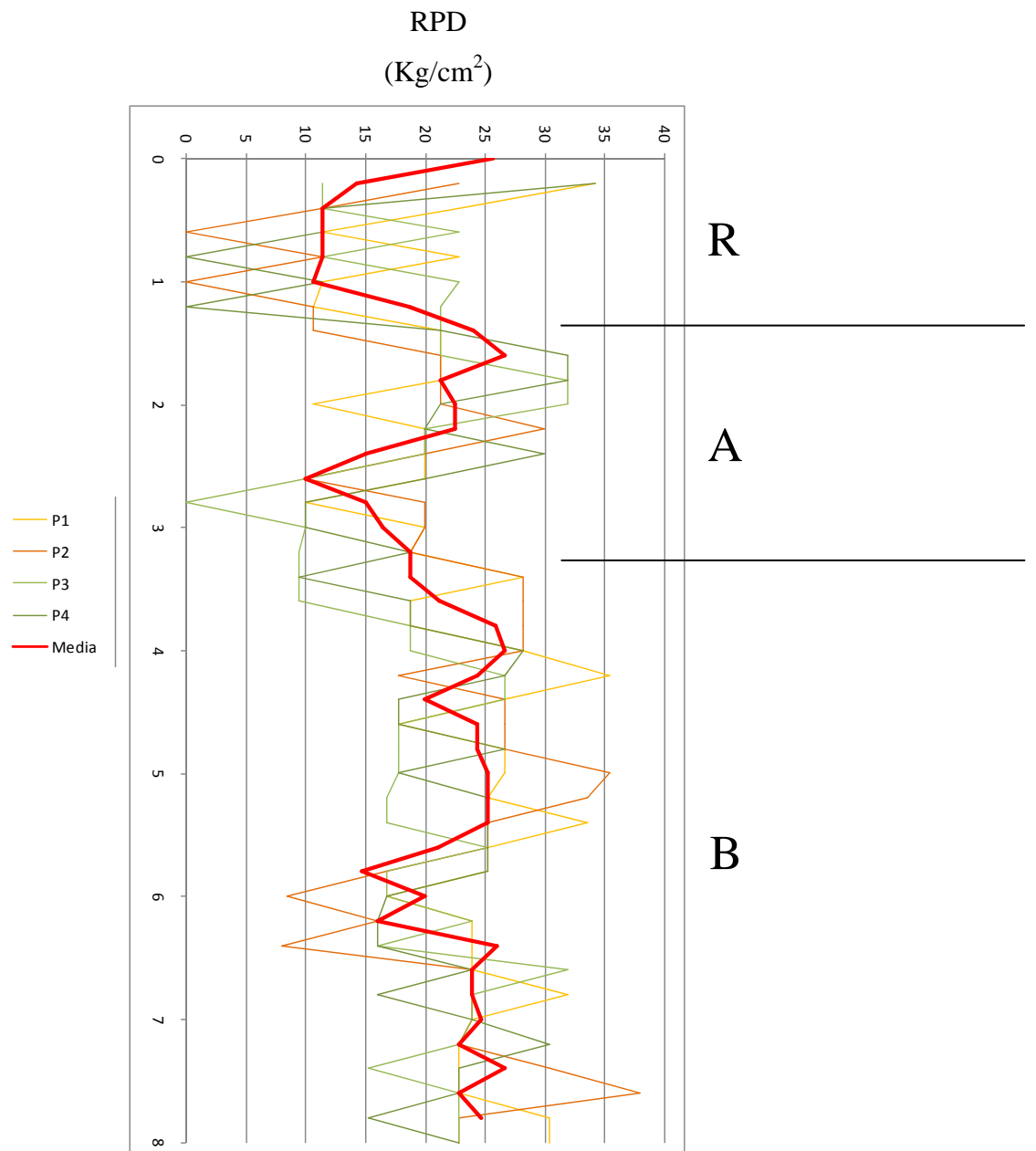


Figura 8: Comparazione della resistenza alla punte delle prove penetrometriche con i relativi strati.

MODELLO SISMICO

Introduzione

La definizione dell'azione sismica è stata valutata attraverso l'approccio semplificato basato sull'individuazione delle categoria di sottosuolo di riferimento, ovvero sulla costruzione del modello sismostratigrafico attraverso la descrizione litologica e stima delle Vs a 30 m di profondità secondo quanto previsto dalle NTC 2008 (§ 3.2.2).

La costruzione è stata eseguita a partire da parametri di pericolosità sismica di base e dal modello generale individuato dallo studio di Microzonazione Sismica di primo livello; le indagini eseguite e quelle pregresse hanno permesso la costruzione del profilo sismostratigrafico e la stima delle Vs30.

Parametri di base

Il Comune di Cave ricade in zona sismica di seconda categoria ai sensi dell'Ordinanza 3274 della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 23 Marzo 2003. In riferimento alla nuova zona sismica proposta nel DGR 387/09 e DGR 835/09, il comune di Cave rientra in zona sismica 2 sottozona B, ovvero caratterizzata da accelerazione massima orizzontale a_g compresa fra 0,15 e 0,20 g.

ZONA SISMICA	SOTTOZONA SISMICA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI (a_g)
1		$0.25 \leq a_g < 0.278g$ (val. Max per il Lazio)
2	A	$0.20 \leq a_g < 0.25$
	B	$0.15 \leq a_g < 0.20$
3	A	$0.10 \leq a_g < 0.15$
	B	(val. min.) $0.062 \leq a_g < 0.10$

Parametri di pericolosità sismica:

	WGS84	ED50
Latitudine:	41.8174	41.8191
Longitudine:	12.9365	12.9373
Classe edificio:	II	
Vita nominale della struttura:	50	
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50	

"Stato Limite"		T_r (anni)	A_g (g)	F_0 (-)	T^*_c (s)
SLE	Operatività (SLO)	30	0,056	2,506	0,260
	Danno (SLD)	50	0,071	2,440	0,277
SLU	Salvaguardia vita (SLV)	475	0,163	2,492	0,299
	Prevenzione collasso (SLC)	975	0,203	2,490	0,310

Microzonazione Sismica

La zona, secondo lo studio di Microzonazione Sismica di I livello validata dalla Regione Lazio, risulta suscettibile di amplificazione sismica (ricadente in zona SA1 caratterizzata da coltre di piroclastiti e contrasto di impedenza relativo al passaggio a bedrock calcareo intorno agli 80 – 100 m). In figura 9 un estratto della carta delle MOPS con in legenda il modello sismostratigrafico.

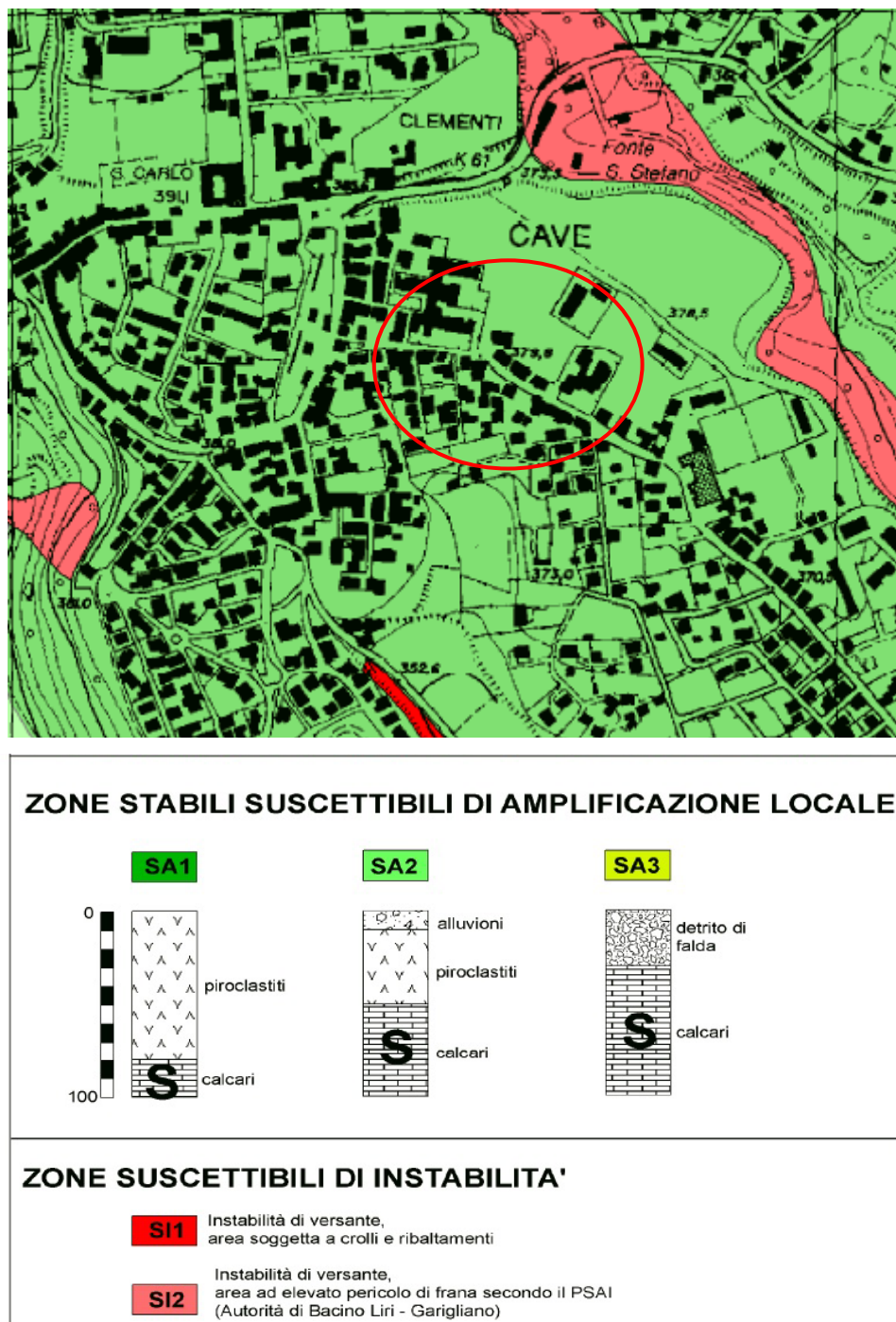


Figura 9: Estratto della carta delle MOPS.

Indagini

HVSR

L'analisi sismica con metodologia a "stazione singola" (HVSR), attraverso la misura delle vibrazioni ambientali naturali (microtremore) nelle tre direzioni dello spazio, ed attraverso la valutazione del rapporto di ampiezza fra le componenti orizzontali e verticali del moto (H/V), permette di identificare la frequenza fondamentale f dei terreni indagati detta di "risonanza". Sapendo che in generale esiste una relazione semplice fra f , lo spessore della parte più soffice del terreno e la velocità media delle onde sismiche nel sottosuolo, attraverso le misure HVSR è possibile risalire allo spessore di questo strato. Nel nostro caso l'elaborazione dei dati è stata limitata alla misura della frequenza fondamentale, ovvero del contrasto di impedenza; la misura dei sismostrati con le relative velocità di propagazione è stata presa quella risultante dalle indagini masw e soprattutto da quella diretta di tipo DH.

La frequenza di picco del rapporto H/V è risultata essere: **0.753 Hz**, il basso valore denota un contrasto di impedenza profondo (oltre 100 m) imputabile all'interfaccia calcari/vulcaniti.

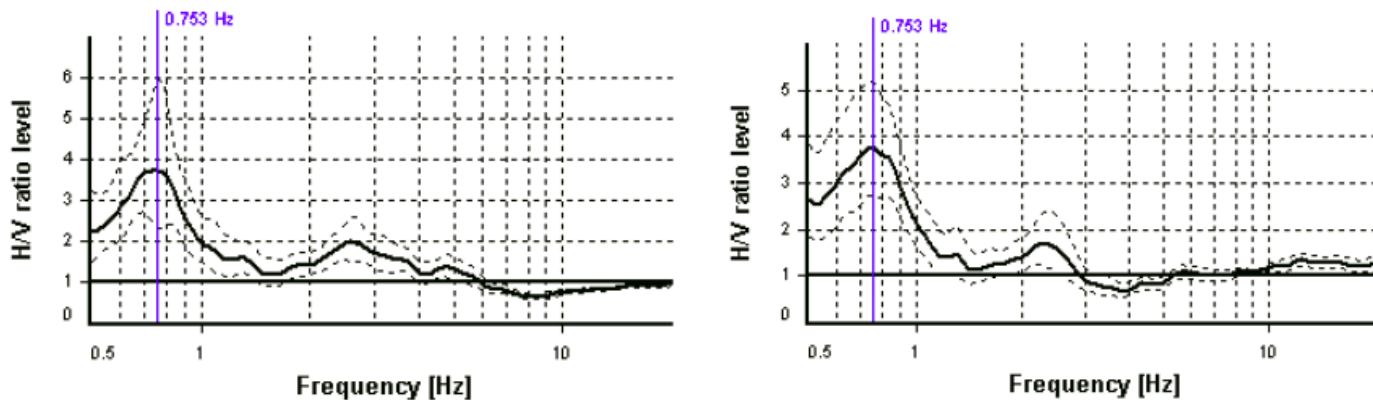


Figura 10: grafici del rapporto spettrale H/V delle due prove

MASW

La metodologia MASW è un tipo di indagine non invasivo che consente la determinazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi geofoni posti sulla superficie del suolo interessato.

Le caratteristiche strumentali sono riportate in allegato al presente documento.

In figura 11 sono messi a confronto i profili delle due prove.

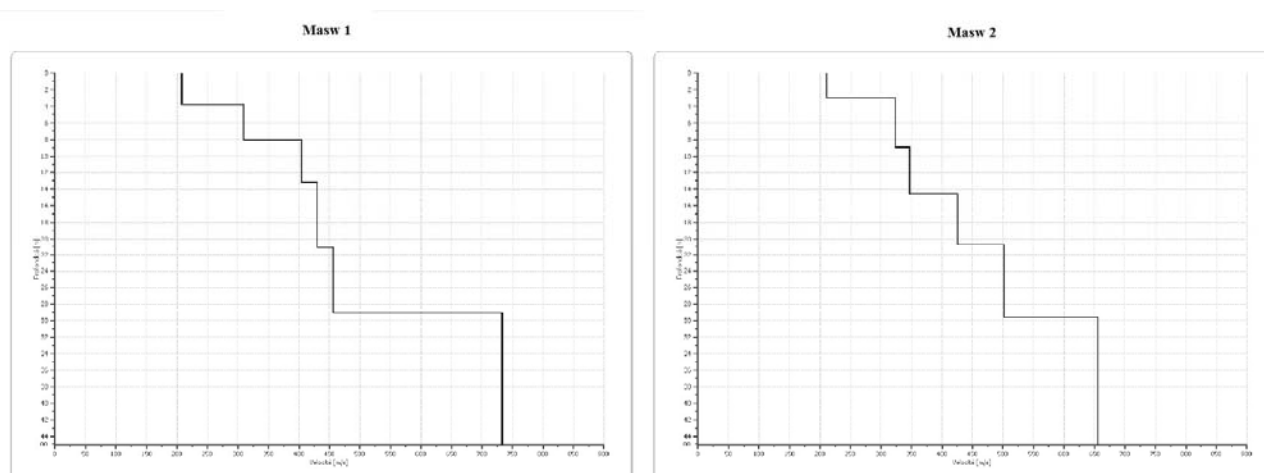


Figura 11: Profili di velocità nei primi 30 m delle prove MW1 e MW2

DH

La prova Down Hole consiste nel produrre sulla superficie una perturbazione mediante sorgente meccanica e misurazione del tempo di arrivo delle onde dirette P ed S mediante sismografo posto in foro. È stato previamente eseguito un sondaggio fino alla profondità di 30 m e le misurazioni sono state effettuate ogni metro. I dati ricavati hanno permesso la determinazione dei profili delle onde sismiche di compressione P, e di taglio S riassunti nel grafico delle dromocrone di figura 12.

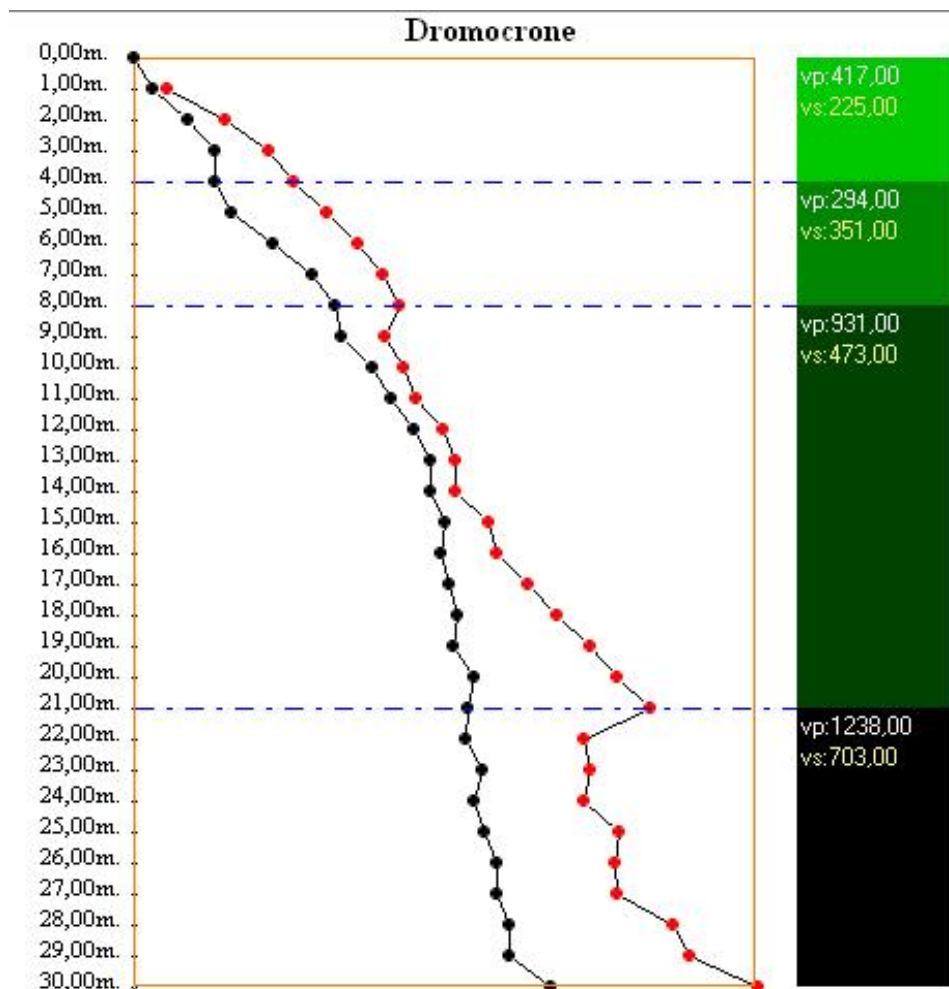


Figura 12: dromocrone e sismostratigrafia risultanti da indagine DH

Azione Sismica

Condizioni topografiche

Le condizioni topografiche non risultano complesse, pertanto, per tali configurazioni superficiali è stata adottata la classificazione prevista in tabella 3.2.IV delle NTC 2008, ovvero la zona in esame rientra in **categoria T1**, “*Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $1 \leq 15^\circ$* ”.

Condizioni stratigrafiche

Dalle indagini effettuate è risultato un andamento sismostratigrafico del tipo di figura 13, nella quale sono stati inseriti i profili di velocità ottenuti dalle indagini.

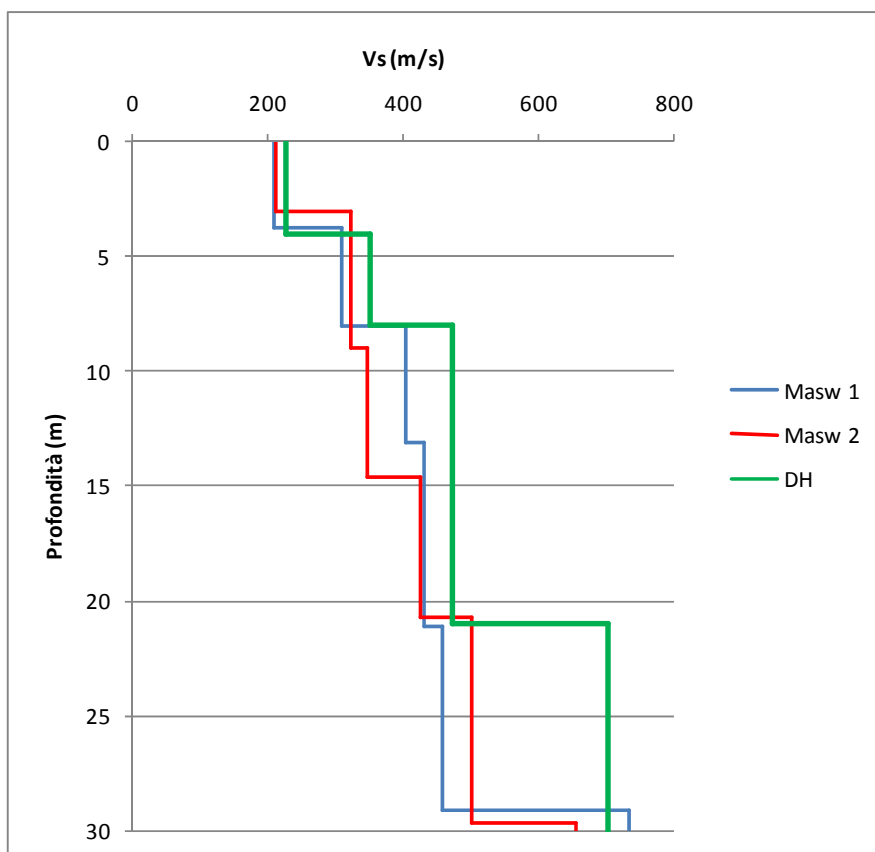


Figura 13: confronto fra i profili di velocità delle prove sismiche

La classificazione del suolo è convenzionalmente eseguita sulla base della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità. In base ai risultati ottenuti dalle indagini sismiche con valori di V_{s30} di 432 m/s per quanto riguarda il DH, e **365,90** e **382,10 m/s** per le Masw, si conferma una **categoria di sottosuolo B**, “rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)” (NTC 2008, Tabella 3.2.II).

Prova	V_{s30}	Categoria
MW1	366	B
MW2	382	B
DH	432	B

CONCLUSIONI

Sulla base dello studio geologico effettuato, si riportano le seguenti considerazioni conclusive:

- In relazione alla morfologia del sito, il lotto in esame si presenta in debole pendenza verso sud in contesto urbano terrazzato; i muri in progetto sostanzialmente sostituiranno quelli già esistenti. Non sono stati rilevati indizi di instabilità o processi erosivi anche in presenza di eventi meteorici di rilievo.
- Essendo il livello statico della prima falda acquifera posto a profondità superiori a 30 m dal piano di campagna, non risulta necessaria la verifica a liquefazione dei terreni ed il settore in esame non è inseribile in aree a rischio liquefazione, secondo quanto previsto dal punto 7.11.3.4 delle NTC 2008.
- Il modello geotecnico prevede una stratigrafia a geometria piano-parallela di terreni di origine vulcanica dalle buone caratteristiche geomeccaniche caratterizzata da un graduale e significativo miglioramento delle proprietà con la profondità.
- Da un punto di vista sismico il modello prevede, coerentemente con la geometria litologica, sismostrati piano-paralleli con velocità V_s progressivamente in aumento con la profondità. Il bedrock è stato individuato a partire dai 30 m di profondità e non sono stati rilevati fenomeni di inversione delle velocità di propagazione delle onde. La categoria di sottosuolo sulla base delle V_{s30} è la B.
- A ridosso delle strutture di contenimento in progetto, dovrà prevedersi un accurato drenaggio in grado di favorire il naturale deflusso delle acque meteoriche.

Viste le condizioni morfologiche, geologiche e le caratteristiche idrogeologiche e geotecniche del suolo dell'area in esame il progetto proposto è realizzabile.

Cave, aprile 2016

Il geologo

Dott. Paolo Baglini



ALLEGATI

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DPSH)

Committente:

Comune di Cave

Località:

via Speciano – Cave (RM)

Data:

11/03/2016

Caratteristiche tecniche-strumentali TG63-100 Pagani:

Peso Massa battente:	73,5 Kg
Altezza di caduta libera:	0,75 m
Peso sistema di battuta:	0,63 Kg
Diametro punta conica:	51,00 mm
Area di base punta:	20,43 cm ²
Lunghezza delle aste:	1 m
Peso aste a metro:	6,3 Kg/m
Avanzamento punta:	0,20 m

Report Prove:

Prova penetrometrica dinamica n.:

P1

Numero di colpi penetrazione punta

	5	10	15	20
0				
0,2	█			
0,4	█			
0,6	█			
0,8	█			
1				
1,2	█			
1,4	█			
1,6	█			
1,8	█			
2				
2,2	█			
2,4	█			
2,6	█			
2,8	█			
3				
3,2	█			
3,4	█			
3,6	█			
3,8	█			
4				
4,2	█			
4,4	█			
4,6	█			
4,8	█			
5				
5,2	█			
5,4	█			
5,6	█			
5,8	█			
6				
6,2	█			
6,4	█			
6,6	█			
6,8	█			
7				
7,2	█			
7,4	█			
7,6	█			
7,8	█			
8				

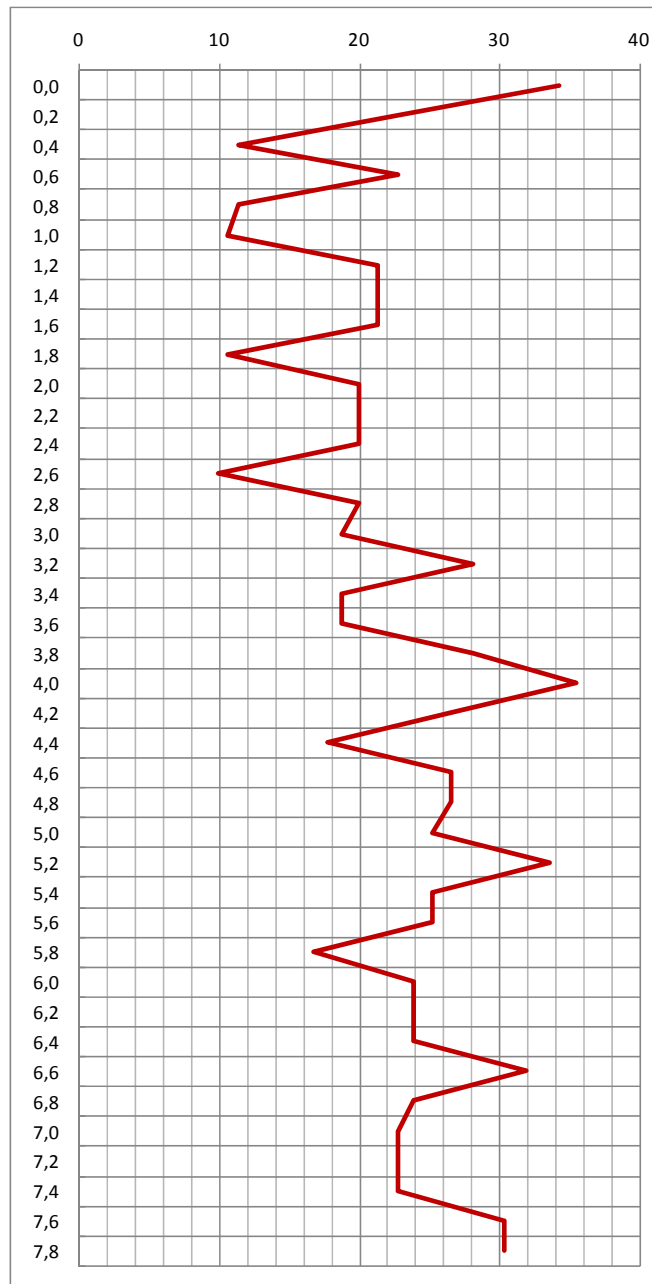
Interpretazione stratigrafica

	ϵ	Nspt	ϕ	cu
R	1,2	2,65	21	0,18
A	2	2,86	22	0,19
B	4,8	4,84	24	0,32

N
3
2
1
2
1
1
2
2
2
1
2
2
2
2
1
2
2
3
2
2
2
3
4
3
3
2
3
3
3
4
3
3
3
3
4
4

Rpd (P1)

(Kg/cm²)



Dati (P1)

strato	Spessore m	peso (t/m ³)	Nspt	angolo attrito (°)	Qc (Kg/cm ²)	c (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	G (Kg/cm ²)	Eed (Kg/cm ²)	cu (Kg/cm ²)
R	1,2	1,8	2,65	21	5,30	0,00	21,20	24,79	18,82	0,18
A	2,0	1,8	2,86	22	5,72	0,10	22,88	26,27	20,31	0,19
B	4,8	1,8	4,84	24	9,68	0,10	38,72	39,18	34,36	0,32

Prova penetrometrica dinamica n.:

P2

Numero di colpi penetrazione punta

	5	10	15	20
0				
0,2	█			
0,4	█			
0,6				
0,8	█			
1				
1,2	█			
1,4	█			
1,6	█			
1,8	█			
2				
2,2	█			
2,4	█			
2,6	█			
2,8	█			
3				
3,2	█			
3,4	█			
3,6	█			
3,8	█			
4				
4,2	█			
4,4	█			
4,6	█			
4,8	█			
5				
5,2	█			
5,4	█			
5,6	█			
5,8	█			
6				
6,2	█			
6,4	█			
6,6	█			
6,8	█			
7				
7,2	█			
7,4	█			
7,6	█			
7,8	█			
8				

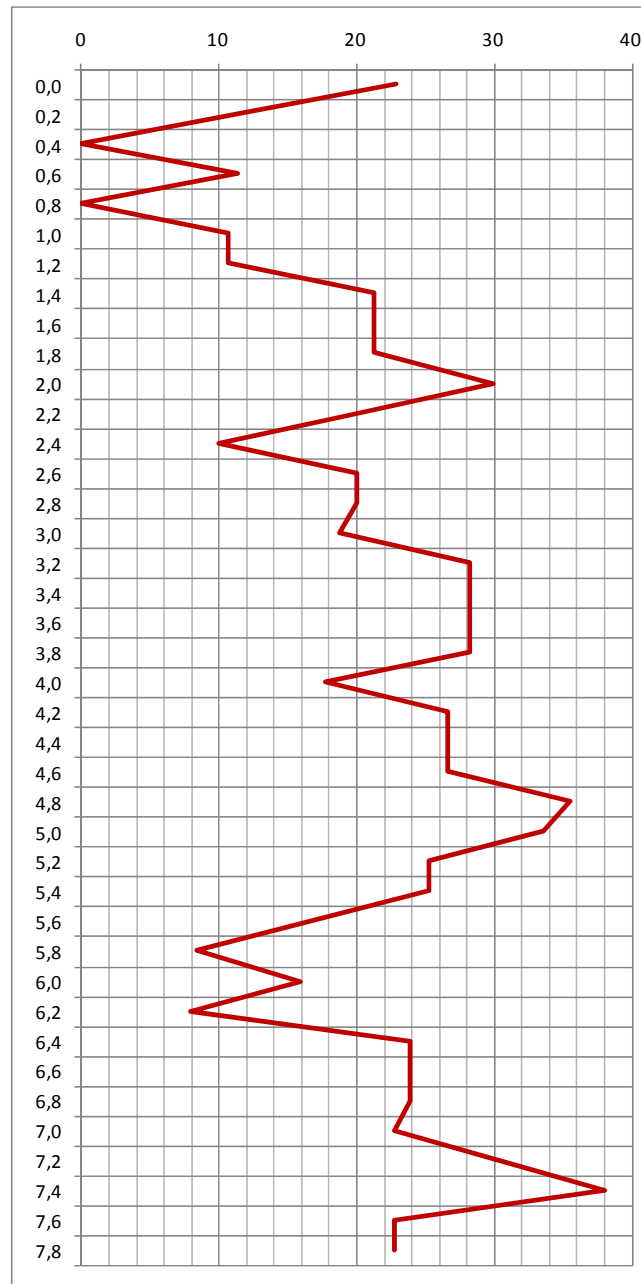
Interpretazione stratigrafica

	ϵ	Nspt	ϕ	cu
R	1,4	1,36	20	0,09
A	1,8	3,18	22	0,21
B	2,4	4,9	24	0,33
C	0,8	2,39	21	0,16
B	1,6	5,37	24	0,36

N
2
1
0
1
0
1
1
2
2
2
2
3
2
1
2
2
2
3
3
3
3
3
2
3
3
3
3
4
4
3
3
2
1
2
1
1
3
3
3
3
3
4
5
3
3

Rpd (P2)

(Kg/cm²)



Dati (P2)

strato	Spessore m	peso (t/m ³)	Nspt	angolo attrito (°)	Qc (Kg/cm ²)	c (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	G (Kg/cm ²)	Eed (Kg/cm ²)	cu (Kg/cm ²)
R	1,4	1,8	1,36	20	2,72	0,00	10,88	14,93	9,66	0,09
A	1,8	1,8	3,18	22	6,36	0,10	25,44	28,47	22,58	0,21
B	2,4	1,8	4,90	24	9,80	0,10	39,20	39,55	34,79	0,33
C	0,8	1,8	2,39	21	4,78	0,05	19,12	22,92	16,97	0,16
B	1,6	1,8	5,37	24	10,74	0,10	42,96	42,40	38,13	0,36

Prova penetrometrica dinamica n.:

P3

Numero di colpi penetrazione punta

	5	10	15	20
0				
0,2				
0,4				
0,6				
0,8				
1				
1,2				
1,4				
1,6				
1,8				
2				
2,2				
2,4				
2,6				
2,8				
3				
3,2				
3,4				
3,6				
3,8				
4				
4,2				
4,4				
4,6				
4,8				
5				
5,2				
5,4				
5,6				
5,8				
6				
6,2				
6,4				
6,6				
6,8				
7				
7,2				
7,4				
7,6				
7,8				
8				

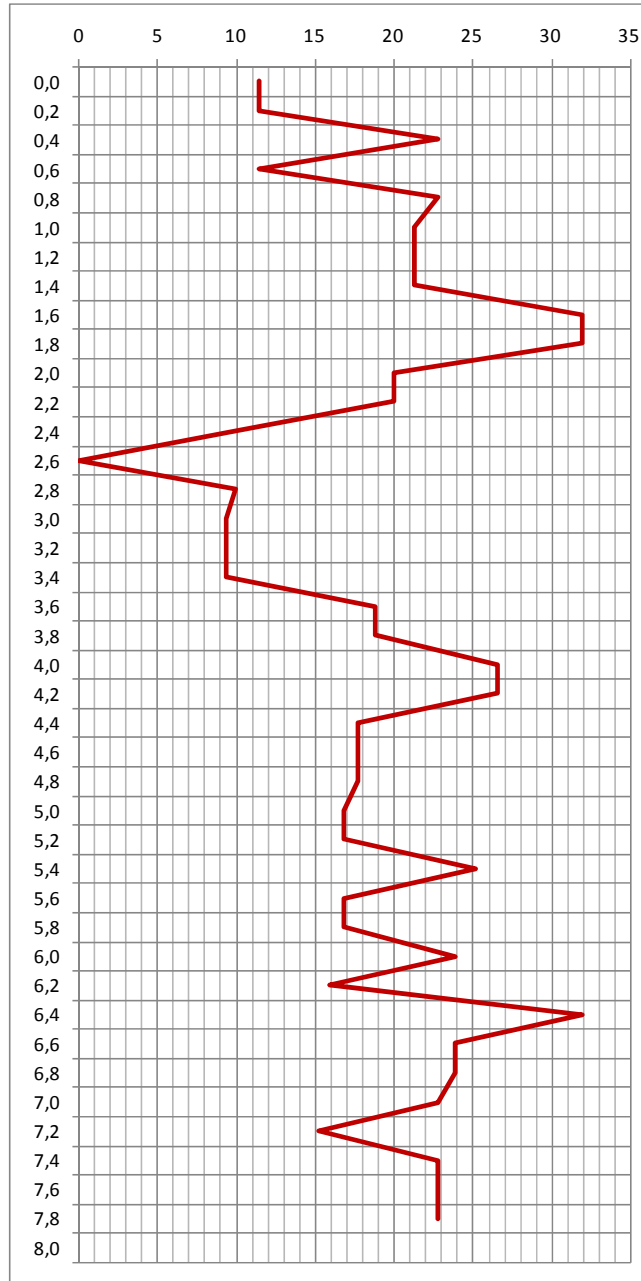
Interpretazione stratigrafica

	ϵ	Nspt	ϕ	cu
R	0,8	1,99	20	0,13
A	1,6	3,58	22	0,24
A1	1,2	1,33	19	0,09
B	4,4	4,05	23	0,27

N
1
1
2
1
2
2
2
2
2
3
3
2
2
1
0
1
1
1
1
1
2
2
2
3
2
2
2
2
2
2
3
2
2
2
3
2
4
3
3
3
3
2
3
3
3

Rpd (P3)

(Kg/cm²)



Dati (P3)

strato	Spessore m	peso (t/m ³)	Nspt	angolo attrito (°)	Qc (Kg/cm ²)	c (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	G (Kg/cm ²)	Eed (Kg/cm ²)	cu (Kg/cm ²)
R	0,8	1,8	1,99	20	3,98	0,00	15,92	19,94	14,13	0,13
A	1,6	1,8	3,58	22	7,16	0,10	28,64	31,16	25,42	0,24
A1	1,2	1,8	1,33	19	2,66	0,05	10,64	14,68	9,44	0,09
B	4,4	1,8	4,05	23	8,10	0,10	32,40	34,22	28,76	0,27

Prova penetrometrica dinamica n.:

P4

Numero di colpi penetrazione punta

	5	10	15	20
0				
0,2	█			
0,4	█			
0,6	█			
0,8	█			
1	█			
1,2	█			
1,4	█			
1,6	█			
1,8	█			
2	█			
2,2	█			
2,4	█			
2,6	█			
2,8	█			
3	█			
3,2	█			
3,4	█			
3,6	█			
3,8	█			
4	█			
4,2	█			
4,4	█			
4,6	█			
4,8	█			
5	█			
5,2	█			
5,4	█			
5,6	█			
5,8	█			
6	█			
6,2	█			
6,4	█			
6,6	█			
6,8	█			
7	█			
7,2	█			
7,4	█			
7,6	█			
7,8	█			
8	█			

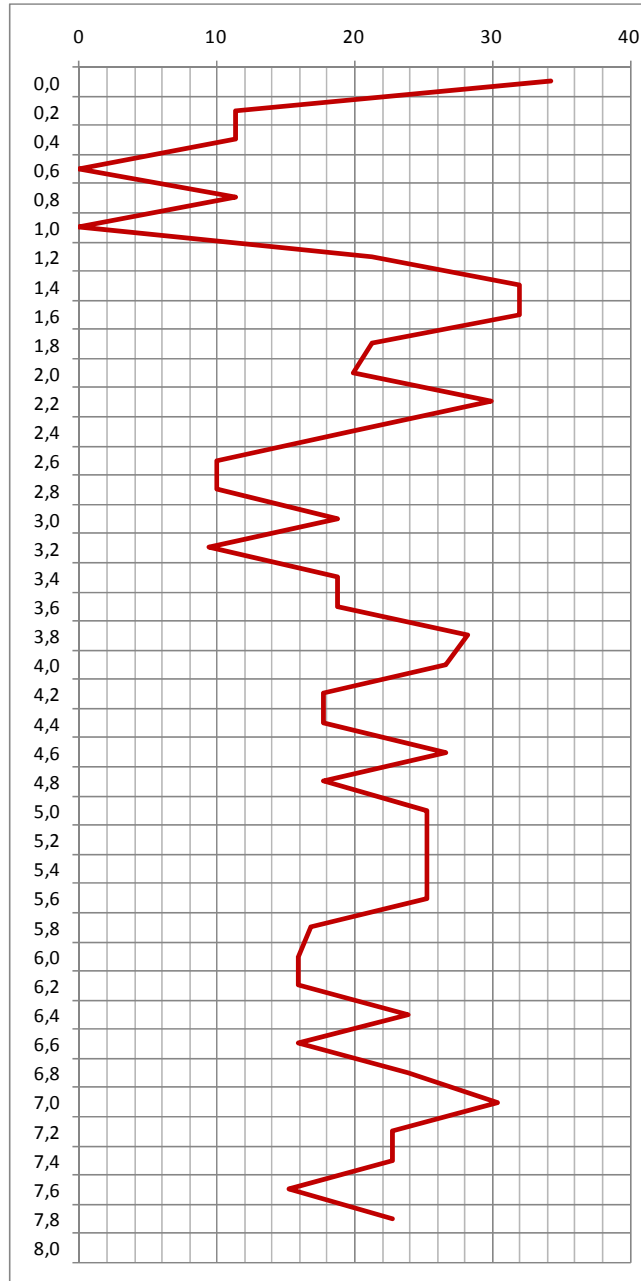
Interpretazione stratigrafica

	m	Nspt	φ	cu
R	1,2	1,59	20	0,11
A	1,4	3,86	23	0,26
A1	0,8	1,99	20	0,13
B	4,6	4,15	23	0,28

N
3
1
1
0
1
0
2
3
3
2
2
3
2
1
1
2
1
2
2
3
3
3
3
3
3
2
2
2
3
2
3
4
3
3
3
2
2
3

Rpd (P4)

(Kg/cm²)



Dati (P4)

strato	Spessore m	peso (t/m ³)	Nspt	angolo attrito (°)	Qc (Kg/cm ²)	c (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	G (Kg/cm ²)	Eed (Kg/cm ²)	cu (Kg/cm ²)
R	1,2	1,8	1,59	20	3,18	0,00	12,72	16,81	11,29	0,11
A	1,4	1,8	3,86	23	7,72	0,10	30,88	32,99	27,41	0,26
A1	0,8	1,8	1,99	20	3,98	0,05	15,92	19,94	14,13	0,13
B	4,6	1,8	4,15	23	8,30	0,10	33,20	34,86	29,47	0,28

RIEPILOGO:

LOTTO SCUOLA ELEMENTARE:

strato	Spessore m	peso (t/m^3)	Nspt	angolo attrito (°)	Qc (Kg/cm^2)	c (Kg/cm^2)	E (Kg/cm^2)	G (Kg/cm^2)	Eed (Kg/cm^2)	cu (Kg/cm^2)
R	1,3	1,8	1,5	20	2,95	0,00	11,80	15,88	10,47	0,10
A	1,9	1,8	3,0	22	6,04	0,10	24,16	27,38	21,44	0,20
B	4,8	1,8	4,5	23	9,06	0,10	36,24	37,26	32,16	0,30

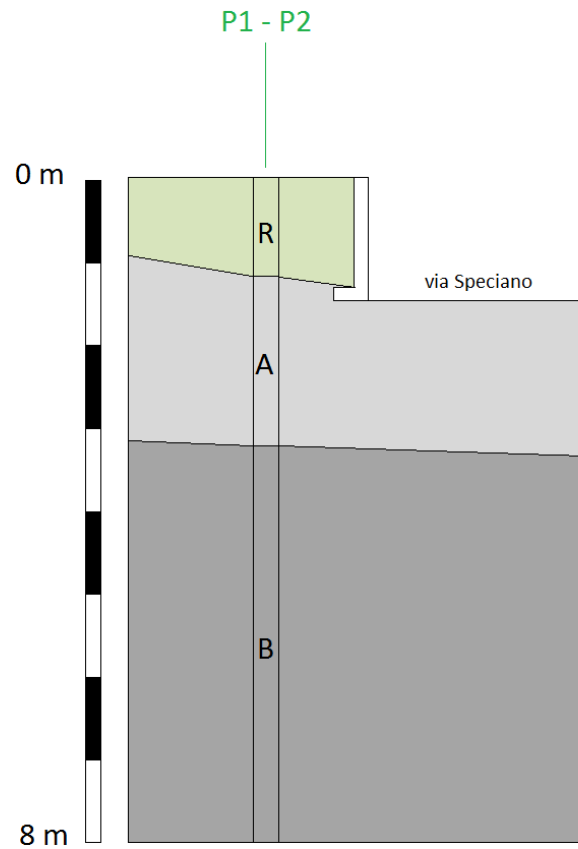
LOTTO CASE POPOLARI:

strato	Spessore m	peso (t/m^3)	Nspt	angolo attrito (°)	Qc (Kg/cm^2)	c (Kg/cm^2)	E (Kg/cm^2)	G (Kg/cm^2)	Eed (Kg/cm^2)	cu (Kg/cm^2)
R	1,1	1,8	2,4	21	4,86	0,00	19,43	23,20	17,24	0,16
A	2,2	1,8	2,9	22	5,71	0,10	22,84	26,23	20,27	0,19
B	4,7	1,8	4,3	23	8,63	0,10	34,52	35,91	30,64	0,29

LOTTO SCUOLA MATERNA:

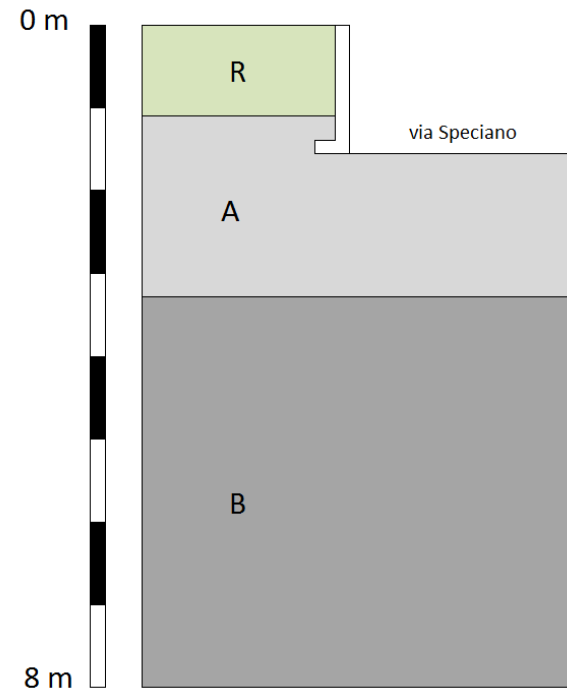
strato	Spessore m	peso (t/m^3)	Nspt	angolo attrito (°)	Qc (Kg/cm^2)	c (Kg/cm^2)	E (Kg/cm^2)	G (Kg/cm^2)	Eed (Kg/cm^2)	cu (Kg/cm^2)
R	1,0	1,8	1,8	20	3,58	0,00	14,32	18,40	12,71	0,12
A	1,5	1,8	3,7	22	7,44	0,00	29,76	32,08	26,41	0,25
A1	1,0	1,8	1,7	20	3,32	0,10	13,28	17,37	11,79	0,11
B	4,5	1,8	4,1	23	8,20	0,10	32,80	34,54	29,11	0,27

LOTTO SCUOLA ELEMENTARE



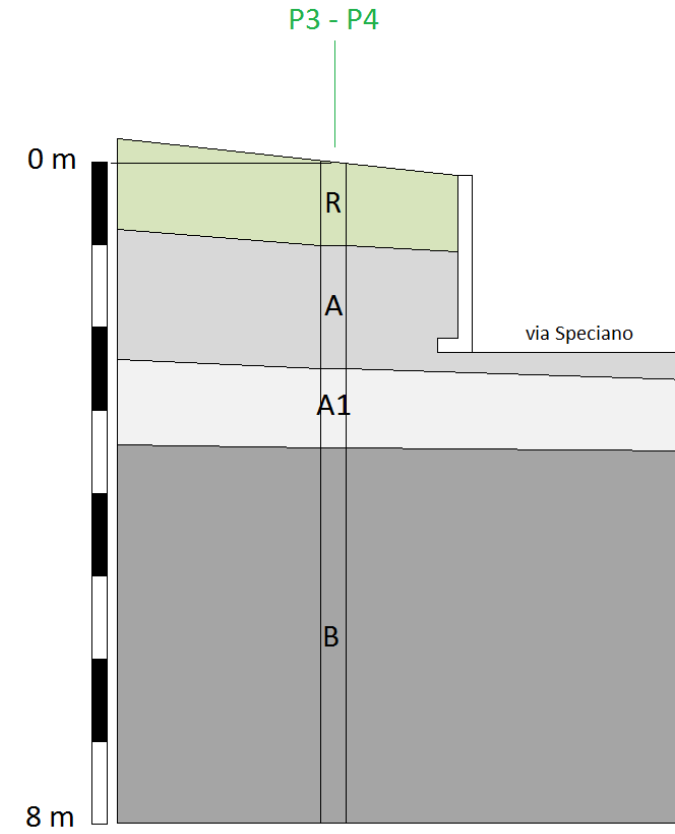
strato	Spessore m	peso (t/m ³)	Nspt	angolo attrito (°)
R	1,3	1,8	1,5	20
A	1,9	1,8	3,0	22
B	4,8	1,8	4,5	23

LOTTO CASE POPOLARI



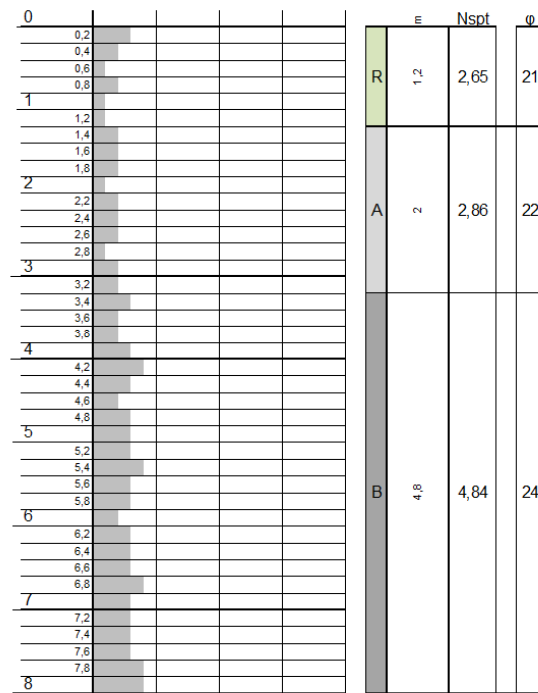
strato	Spessore m	peso (t/m ³)	Nspt	angolo attrito (°)
R	1,1	1,8	2,4	21
A	2,2	1,8	2,9	22
B	4,7	1,8	4,3	23

LOTTO SCUOLA MATERNA

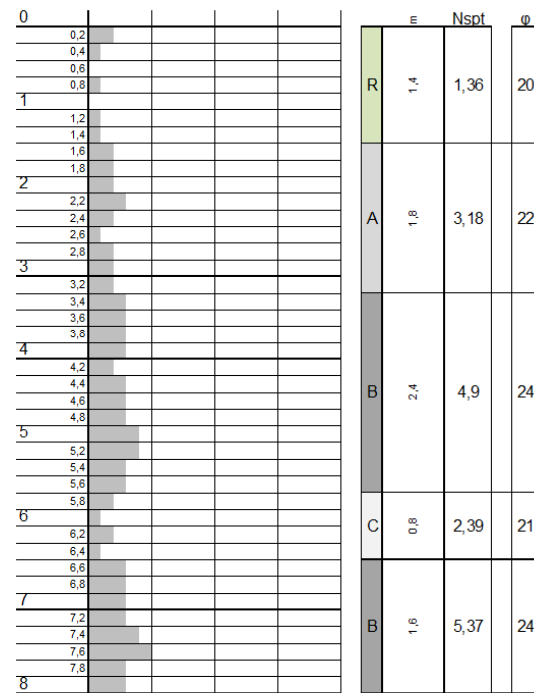


strato	Spessore m	peso (t/m ³)	Nspt	angolo attrito (°)
R	1,0	1,8	1,8	20
A	1,5	1,8	3,7	22
A1	1,0	1,8	1,7	20
B	4,5	1,8	4,1	23

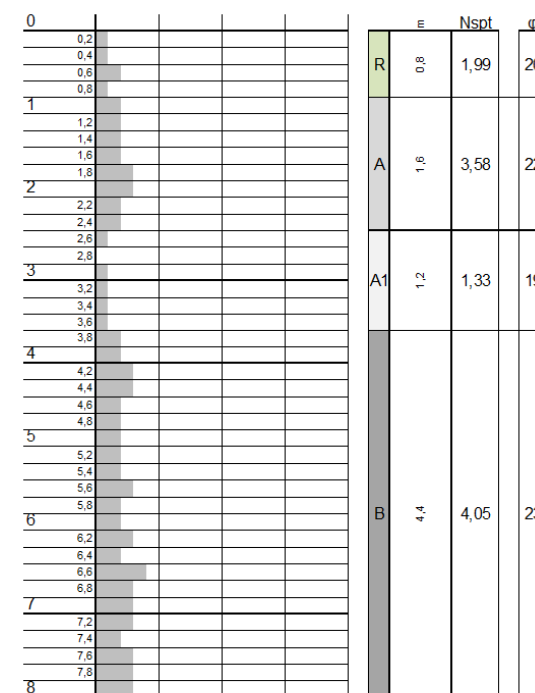
P1



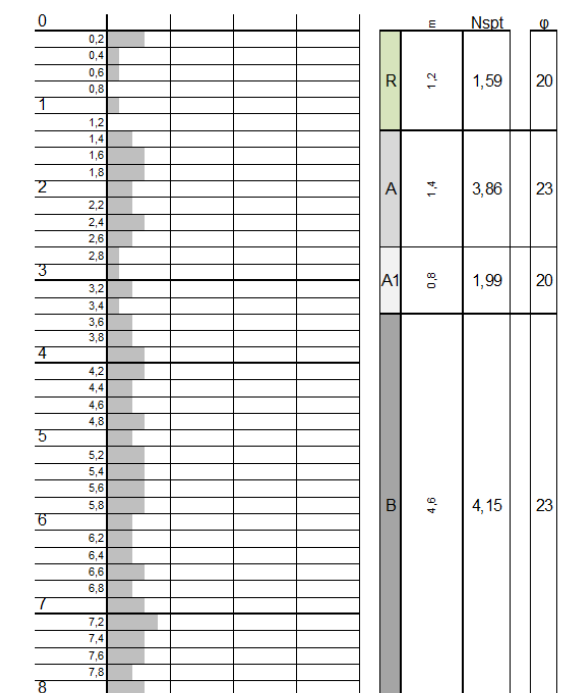
P2



P3



P4



STATION INFORMATION

Station code: -

Model: -

Sensor: -

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: Cave - Scuola elementare

Address: via Matteotti

Latitude: 41.8174

Longitude: 12.9365

Coordinate system: WGS84

Elevation: 380 m s.l.m.

Weather: -

Notes: -

SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 300 Hz

Recording start time: 2016/03/11 10:39:46

Recording length: 20 min

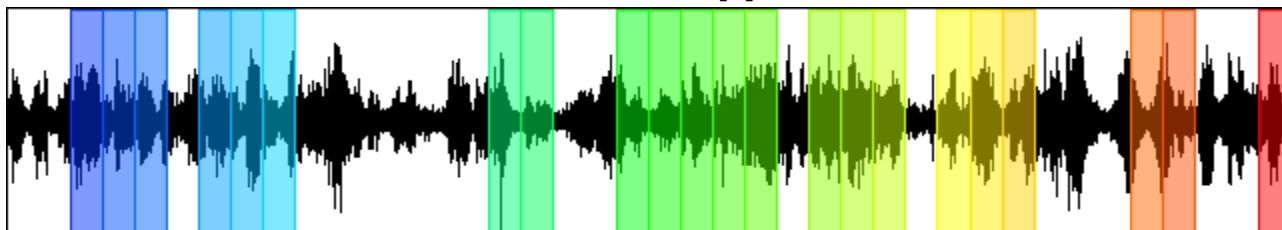
Windows count: 22

Average windows length: 30

Signal coverage: 55%

92347 Counts

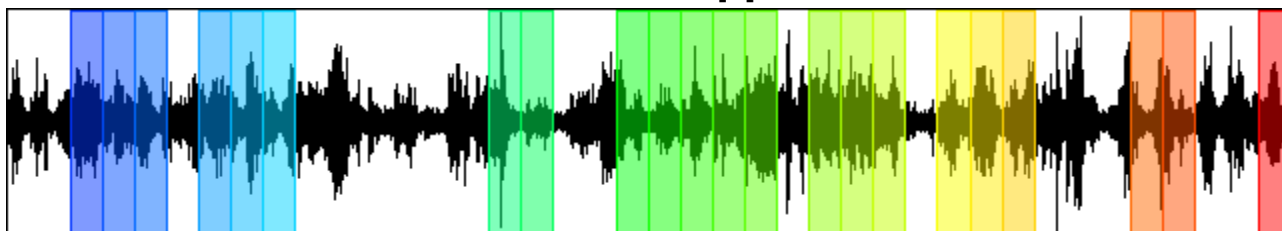
CHANNEL #1 [V]



-123501 Counts

102919 Counts

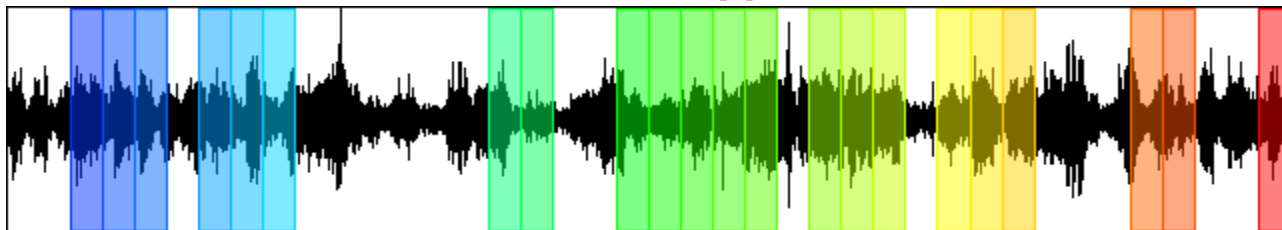
CHANNEL #2 [N]



-104926 Counts

107972 Counts

CHANNEL #3 [E]



-84348 Counts

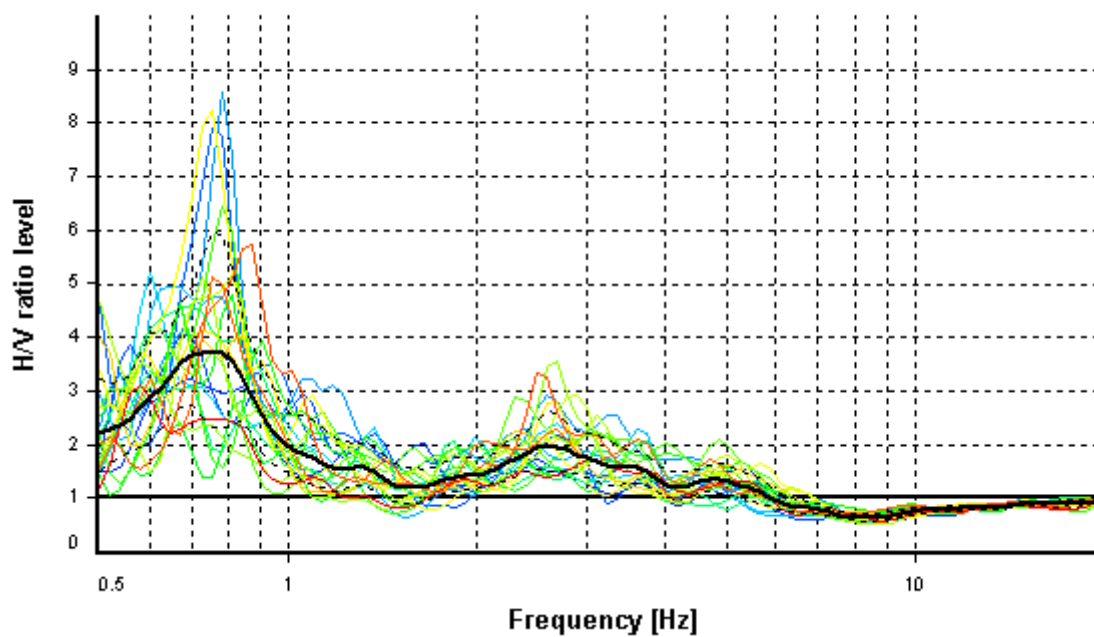
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

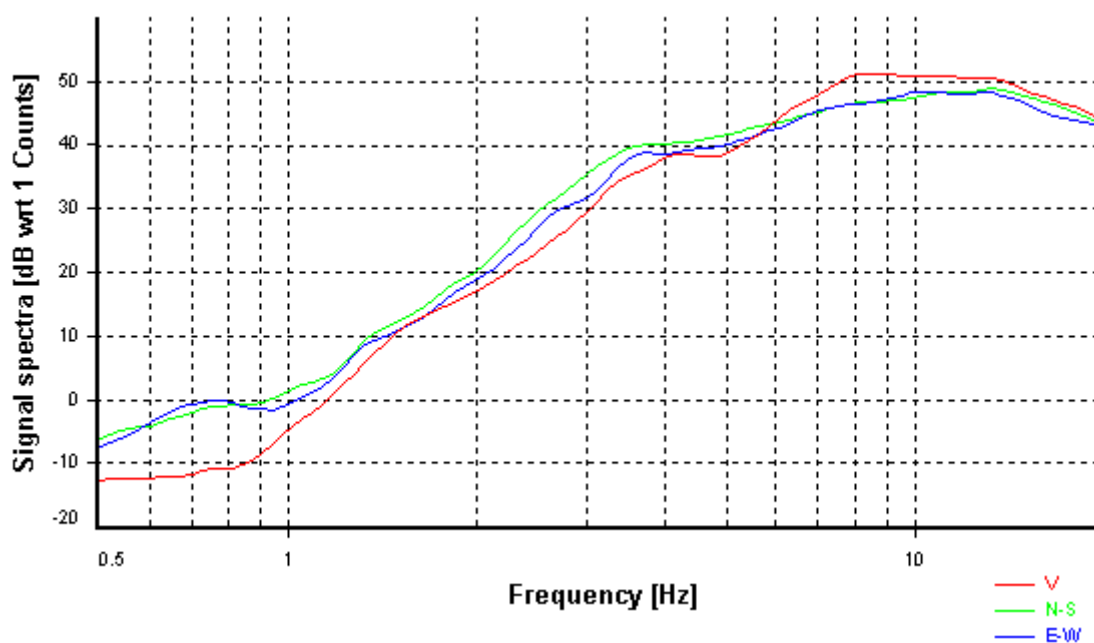
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

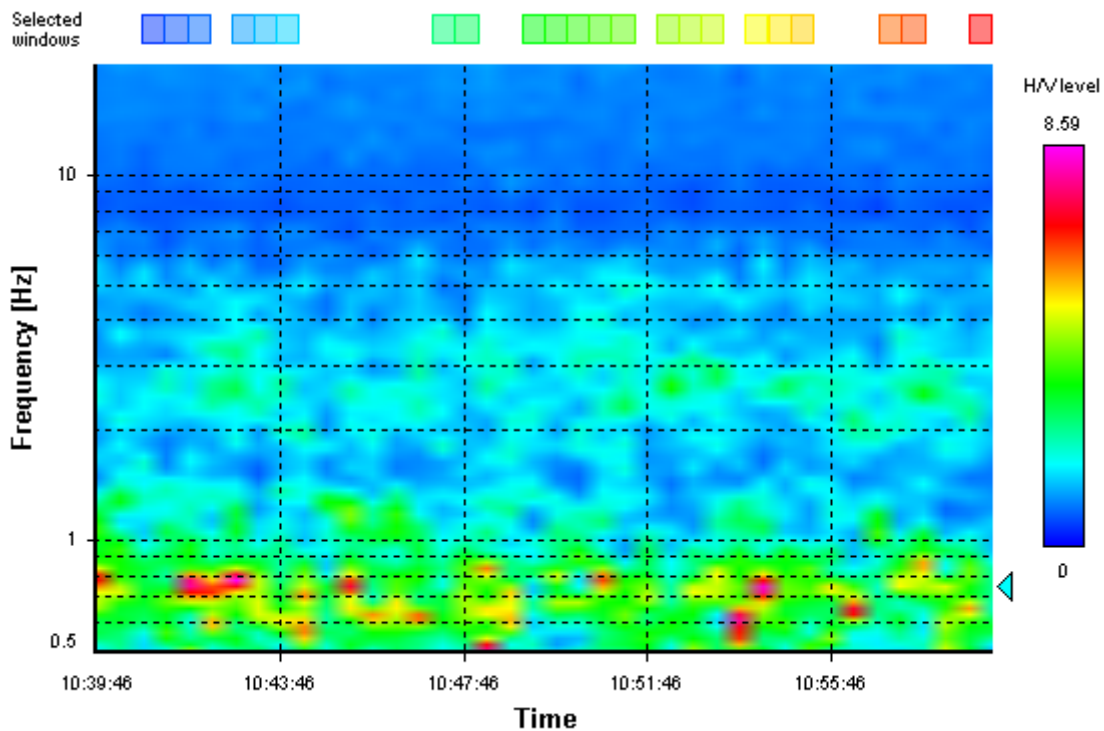
HVSR average



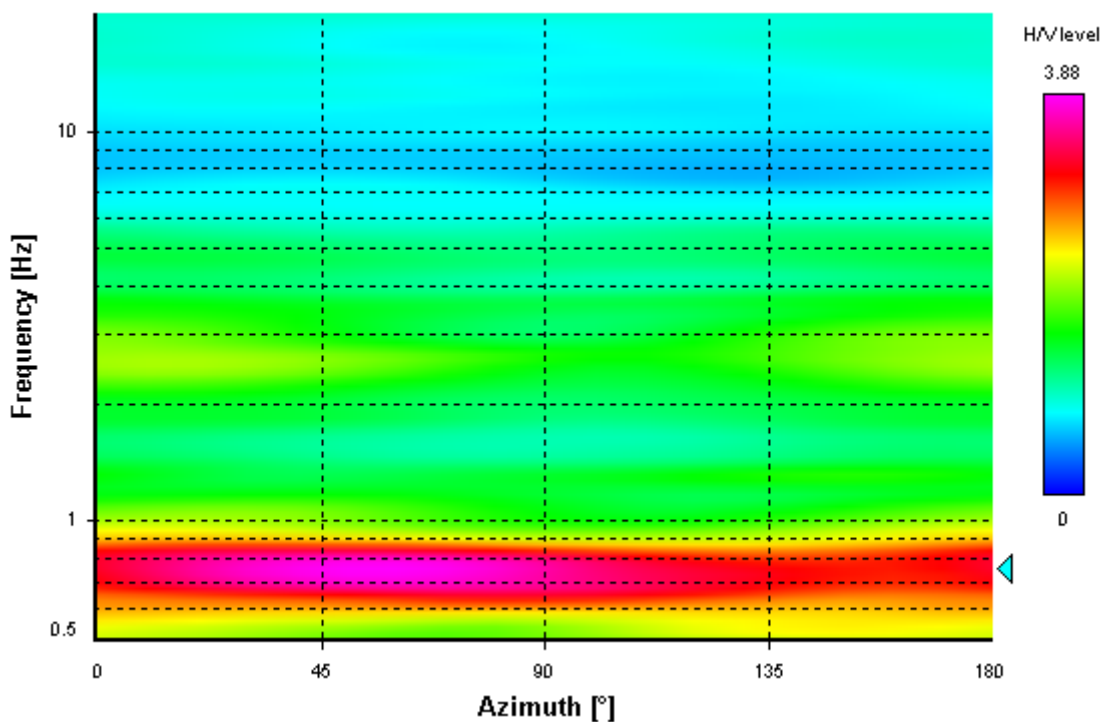
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSR directional analysis



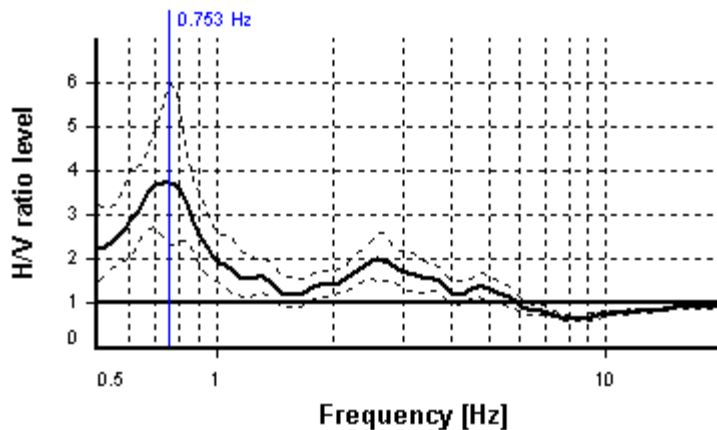
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

0.753 Hz

A_0 amplitude = 3.724

Average $f_0 = 0.721 \pm 0.089$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	22 valid windows (length > 13.27 s) out of 22	OK
$n_c(f_0) > 200$	497.19 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 30	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	0 Hz	NO
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.05346 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.72 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	7.18% > 5%	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.08852 < 0.113	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.603 < 2	OK
Overall criteria fulfillment		NO

STATION INFORMATION

Station code: -

Model: -

Sensor: -

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: Cave - Scuola materna

Address: via Matteotti

Latitude: 41.8174

Longitude: 12.9365

Coordinate system: WGS84

Elevation: 380 m s.l.m.

Weather: -

Notes: -

SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 300 Hz

Recording start time: 2016/03/11 12:29:49

Recording length: 20 min

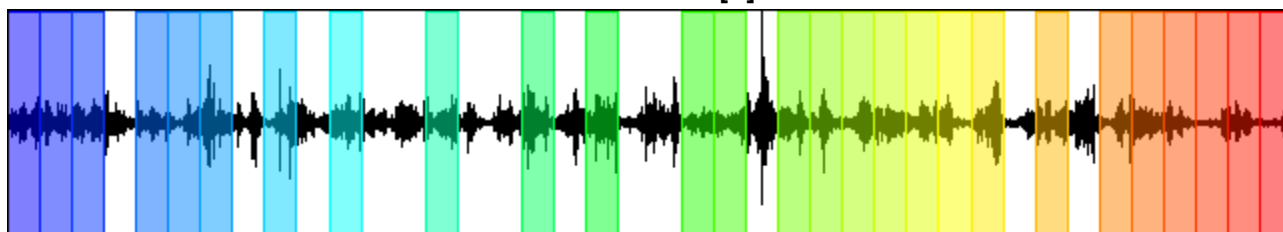
Windows count: 27

Average windows length: 30

Signal coverage: 67.5%

282206 Counts

CHANNEL #1 [V]



-205189 Counts

338886 Counts

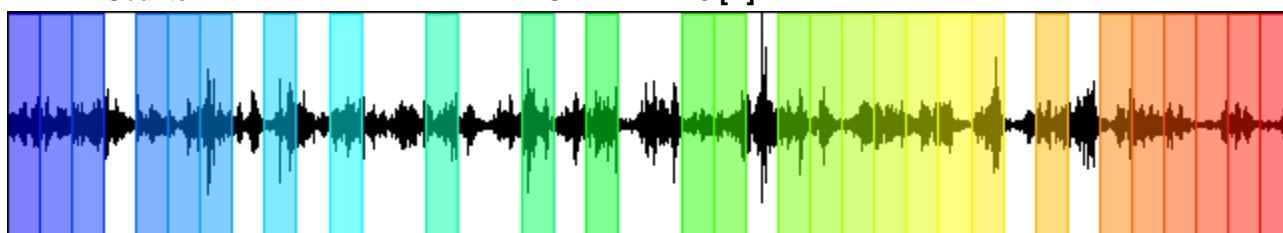
CHANNEL #2 [N]



-290872 Counts

271147 Counts

CHANNEL #3 [E]



-188529 Counts

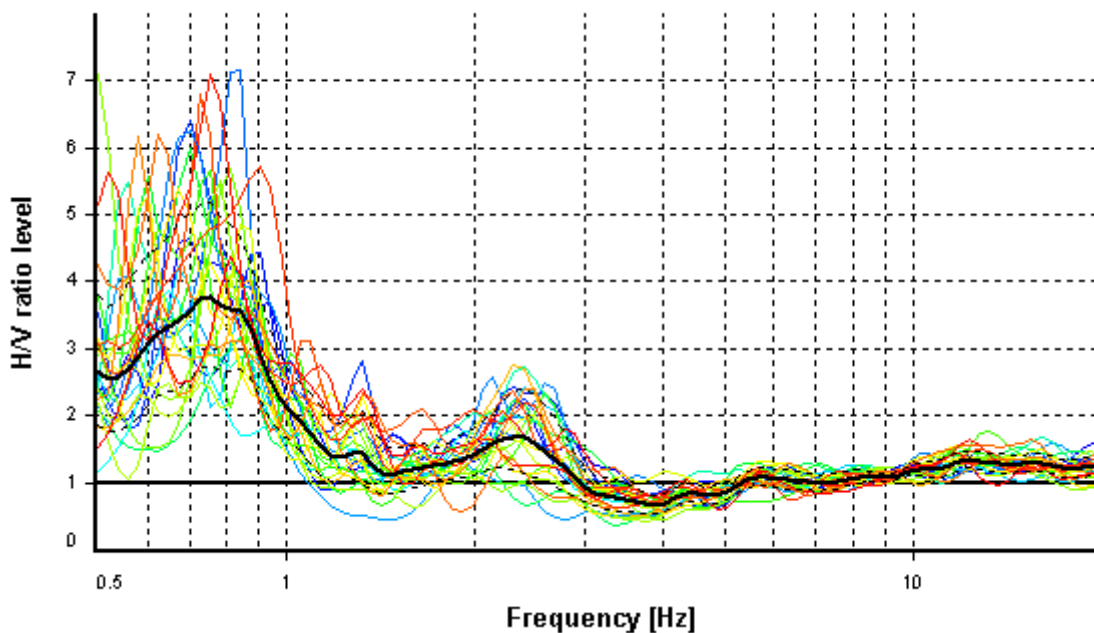
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

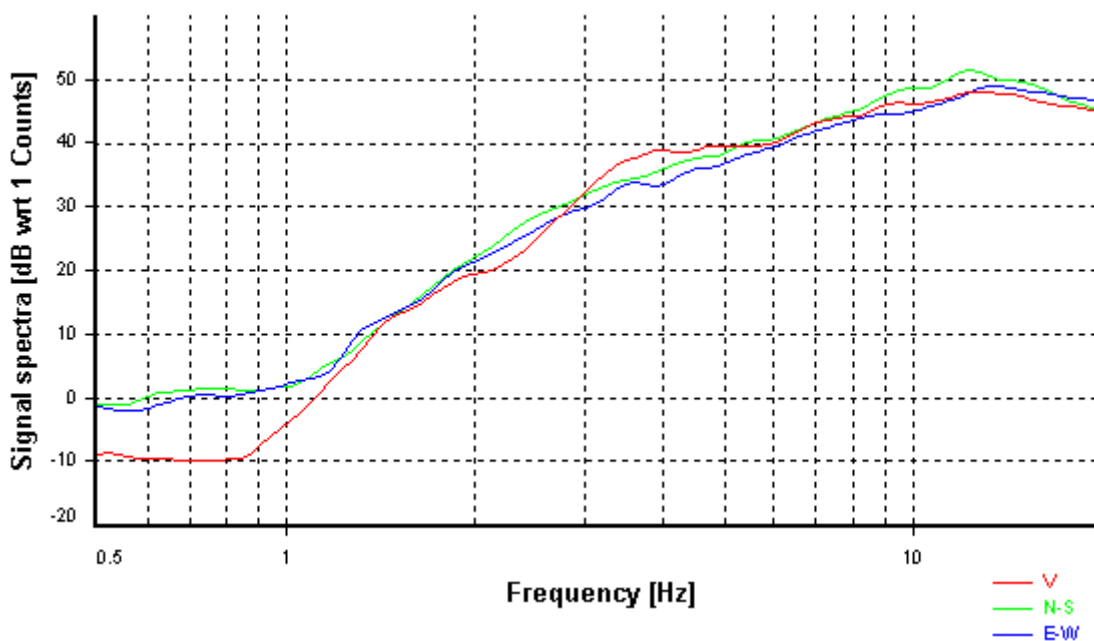
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

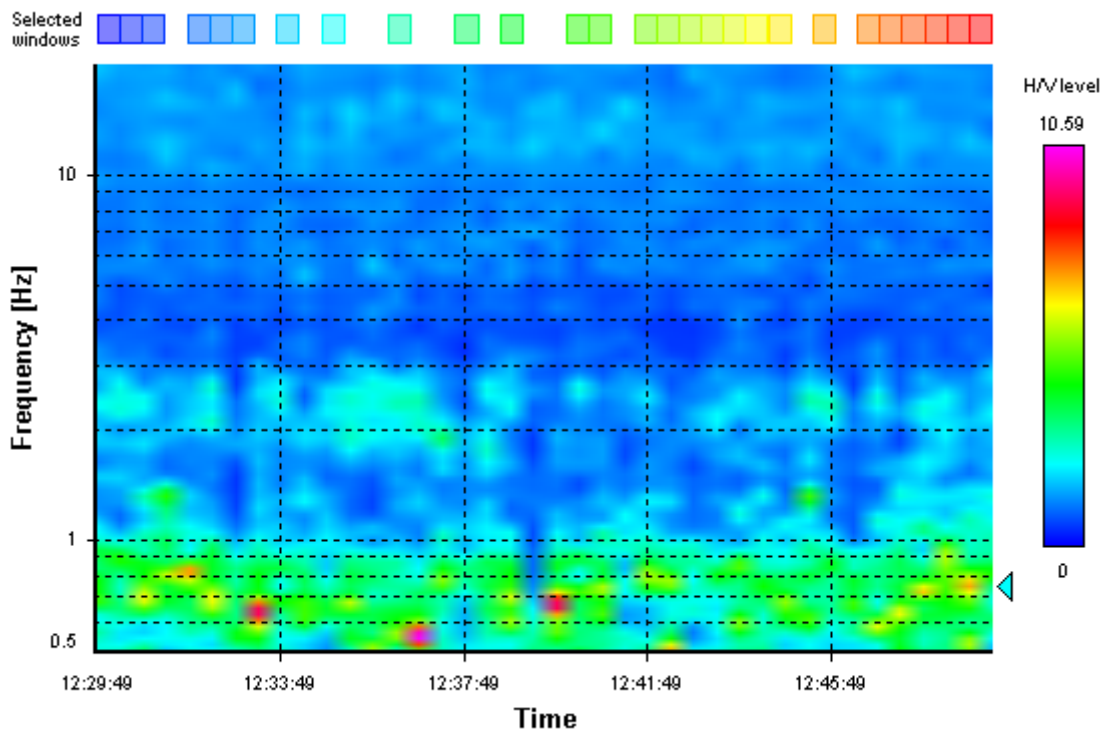
HVSR average



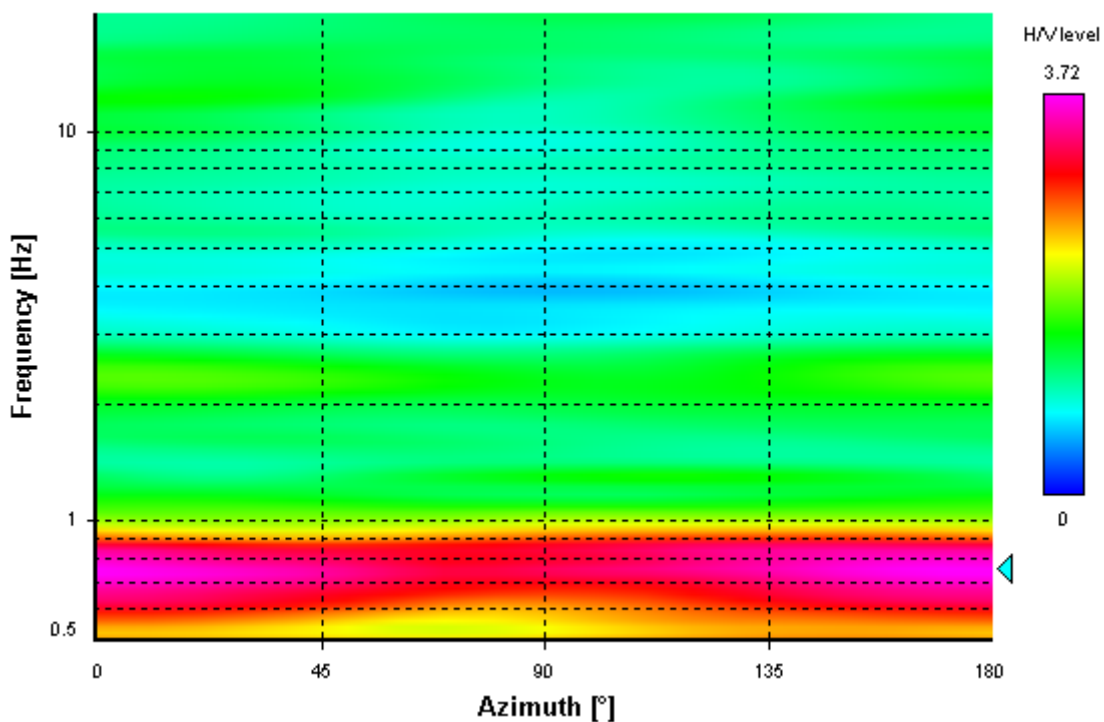
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSR directional analysis



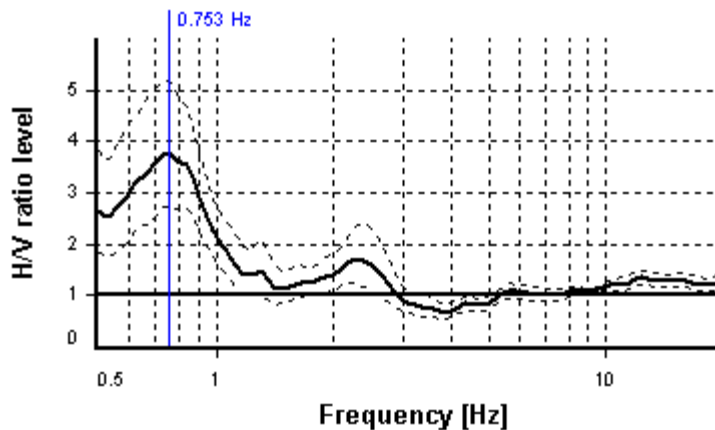
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

0.753 Hz

A_0 amplitude = 3.764

Average $f_0 = 0.727 \pm 0.111$



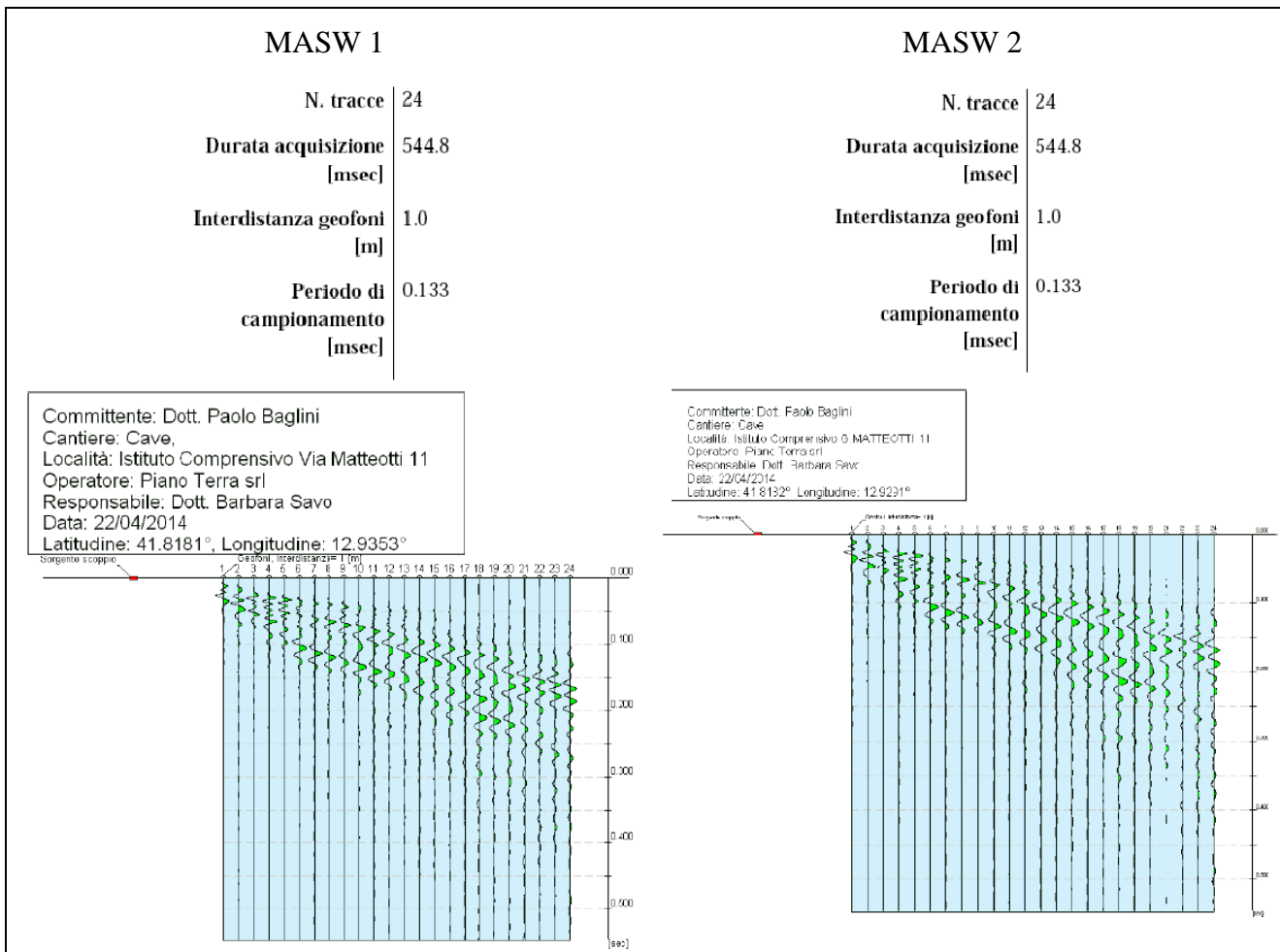
HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	27 valid windows (length > 13.27 s) out of 27	OK
$n_c(f_0) > 200$	610.19 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 30	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	0 Hz	NO
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.09345 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.76 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.11107 < 0.113	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.37366 < 2	OK
Overall criteria fulfillment		OK

REPORT MASW

Dati generali:

Committente	Dott. Paolo Baglini
Cantiere	Cave
Località	Istituto Comprensivo G.MATTEOTTI 11
Operatore	Piano Terra srl
Responsabile	Dott. Barbara Savo
Zona	Cave
Data	22/04/2014 12.13
Latitudine	41.8182
Longitudine	12.9291

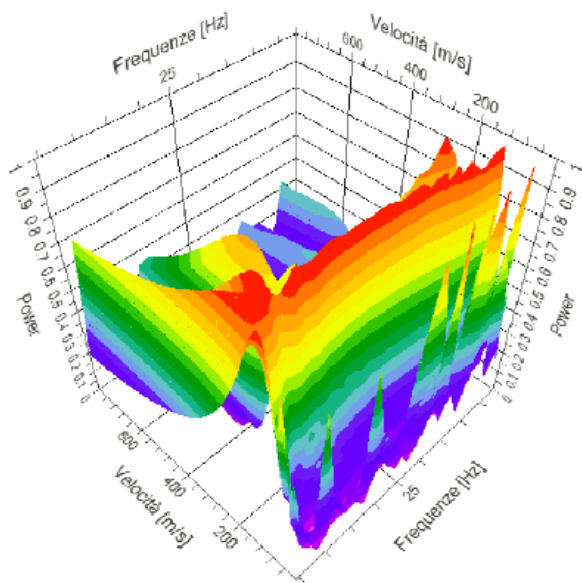
Tracce:



Analisi spettrale:

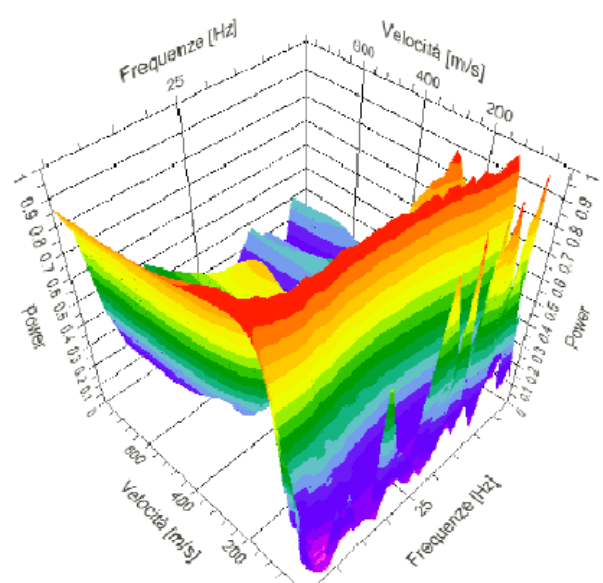
MASW 1

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	5
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	50
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



MASW 2

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	5
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	50
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



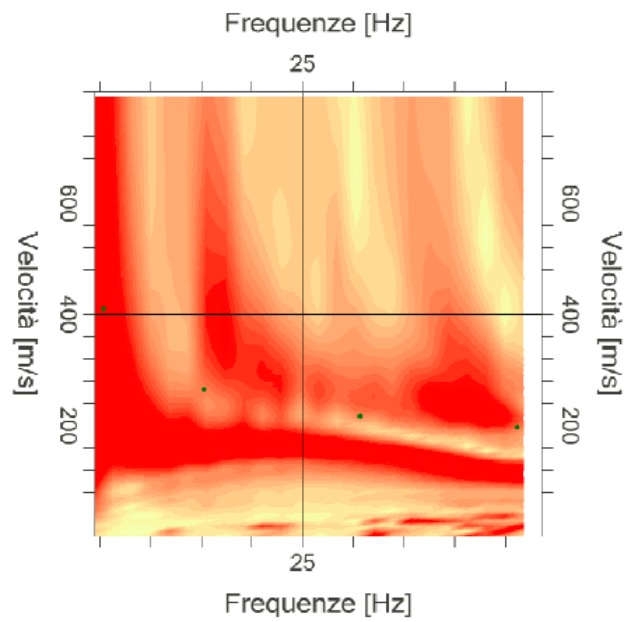
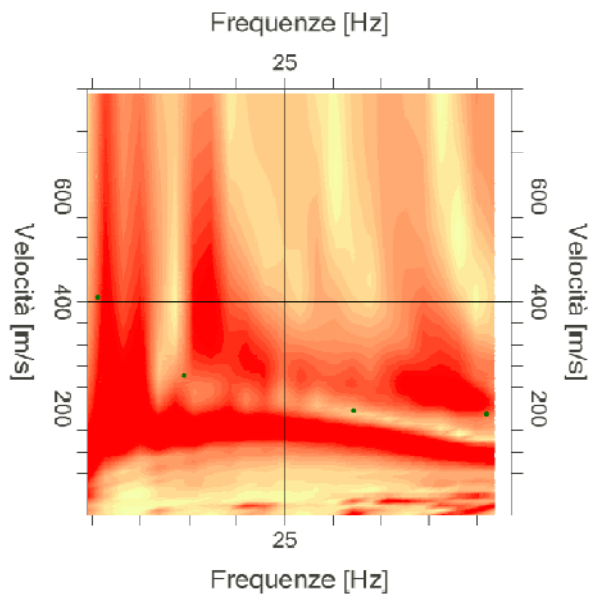
Curva di dispersione:

MASW 1

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]
1	5.7	408.8
2	14.5	263.5
3	32.2	197.4
4	45.9	190.8

MASW 2

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]
1	5.4	410.4
2	15.3	265.1
3	30.7	215.6
4	46.2	197.4



Inversione:

MASW 1

Inversione

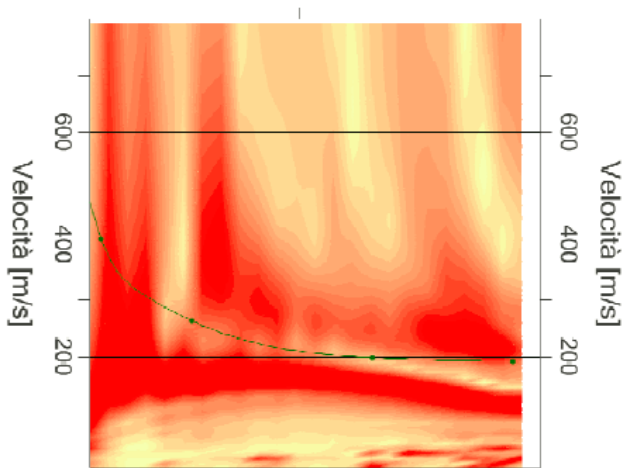
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		3.78	3.78	338.9	207.5
2		8.06	4.29	504.4	308.9
3		13.14	5.08	659.4	403.8
4		21.12	7.98	700.7	429.1
5		29.12	8.00	744.3	455.8
6		∞	∞	1196.8	732.9

MASW 2

Inversione

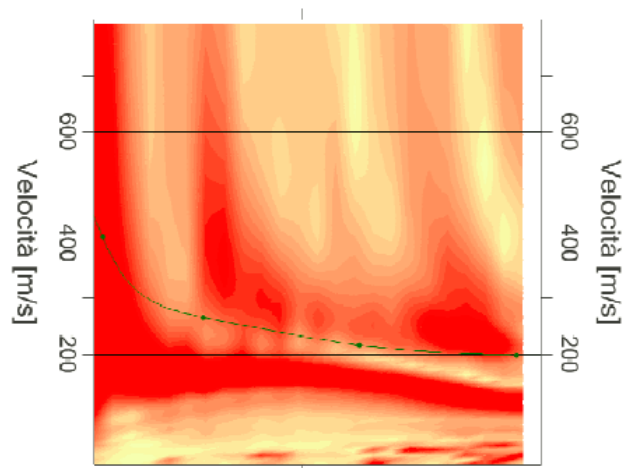
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		3.05	3.05	344.4	210.9
2		9.02	5.97	528.0	323.3
3		14.62	5.60	566.6	347.0
4		20.74	6.12	695.6	425.9
5		29.68	8.94	819.2	501.7
6		∞	∞	1070.2	655.4

Frequenze



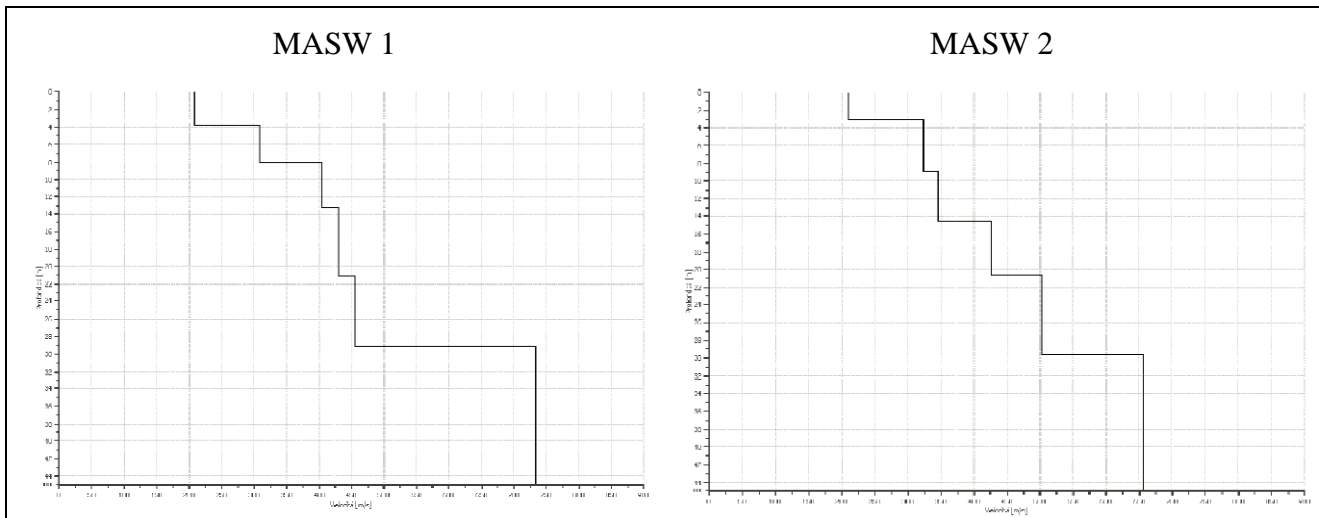
Frequenze

Frequenze



Frequenze

Profilo delle velocità:



Risultati:

MASW 1		MASW 2	
Profondità piano di posa [m]	0.00	Profondità piano di posa [m]	1.00
Vs30 [m/sec]	365.90	Vs30 [m/sec]	382.10
Categoria del suolo	B	Categoria del suolo	B

Altri parametri geotecnici:

MASW 1											MASW 2														
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m ³]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]	n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m ³]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	3.78	3.78	207.55	338.93	1800.00	0.20	77.54	206.77	103.38	186.09	N/A	916.10	1	3.05	3.05	210.93	344.45	1800.00	0.20	80.09	213.56	106.78	192.20	N/A	993.61
2	8.06	4.29	308.90	504.44	1800.00	0.20	171.76	458.02	229.01	412.22	N/A	N/A	2	9.02	5.97	323.33	528.00	1800.00	0.20	188.18	501.82	250.91	451.64	N/A	N/A
3	13.14	5.08	403.80	659.40	1800.00	0.20	293.50	782.66	391.33	704.39	N/A	N/A	3	14.62	5.60	346.96	566.58	1800.00	0.20	216.68	577.81	288.91	520.03	N/A	N/A
4	21.12	7.98	429.11	700.73	1800.00	0.20	331.44	883.85	441.93	795.47	N/A	N/A	4	20.74	6.12	425.94	695.56	1800.00	0.20	326.57	870.86	435.43	783.77	N/A	N/A
5	29.12	8.00	455.77	744.27	1800.00	0.20	373.91	997.08	498.54	897.38	N/A	N/A	5	29.68	8.94	501.68	819.24	1800.00	0.20	453.03	1208.08	604.04	1087.27	N/A	N/A
6	∞	∞	732.90	1196.81	1800.00	0.20	966.85	2578.26	1289.13	2320.43	0	N/A	6	∞	∞	655.37	1070.21	1800.00	0.20	773.11	2061.62	1030.81	1855.46	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;
 Ed: Modulo edometrico;
 M0: Modulo di compressibilità volumetrica;
 Ey: Modulo di Young;