

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

---

## COMUNE DI CAVE

CITTA' METROPOLITANA DI ROMA CAPITALE

---

# Relazione Geologica

ai sensi delle NTC - DM 17/01/2018  
e della DGR n. 375 del 05/07/2016

---

Realizzazione di un nuovo corpo di fabbrica scuola secondaria di primo grado,  
presso l'istituto comprensivo "via Giacomo Matteotti 11" in viale Venzi 23

.....

*Fondo di cui all'art. 1, comma 140, della legge 11 dicembre 2016, n.232*

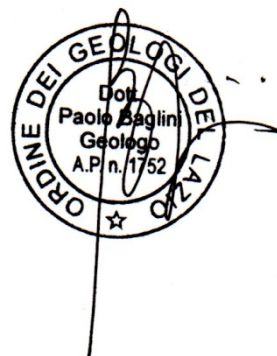
---

Committente: Comune di Cave

N. Documento: 268\_20-2008

Cave, agosto 2020

Geologo  
Dott. Paolo Baglini



## INDICE

<b>Rispondenza ai contenuti minimi della relazione geologica (Allegato C – Reg. Reg. n.14/2016)</b> .....	<b>3</b>
<b>Generalità</b> .....	<b>4</b>
Premessa .....	4
Metodologia.....	5
<b>Inquadramento generale del sito</b> .....	<b>5</b>
<b>Inquadramento geologico</b> .....	<b>6</b>
<b>Geomorfologia</b> .....	<b>9</b>
<b>Idrogeologia</b> .....	<b>9</b>
<b>Piano indagini</b> .....	<b>10</b>
<b>Modello geotecnico</b> .....	<b>11</b>
<b>Modello sismico</b> .....	<b>14</b>
Parametri di base .....	14
Microzonazione Sismica.....	15
Indagini.....	16
HVSr .....	16
MASW .....	16
DH.....	17
Metodo semplificato .....	19
Modello Sismico e dati di input per l'analisi di RSL .....	20
Condizioni topografiche.....	20
Condizioni sismostratigrafiche.....	20
RSL - SLV.....	22
RSL - SLD.....	27
RSL - SLO.....	32
<b>Conclusioni</b> .....	<b>37</b>

## ALLEGATI

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Report DPSH</li> <li>• Report SPT</li> <li>• Report Sondaggio</li> <li>• Indagini di Laboratorio</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Report DH</li> <li>• Report MASW</li> <li>• Report HVSr</li> <li>• Spettri RSL formato numerico</li> </ul> |
|--|---|

**RISPONDEZA AI CONTENUTI MINIMI DELLA RELAZIONE GEOLOGICA (ALLEGATO C – REG. REG. N.14/2016)**

Il presente elaborato è stato redatto ai sensi del Regolamento Regionale n. 14 del 2016 – (DGR n. 375 del 05/07/2016). Secondo l'allegato C, i 12 punti che indicano i contenuti minimi della relazione geologica sono stati trattati:

1. Indicazione del livello di vulnerabilità dell'opera indicato in Tabella 1 a pagina 4.
2. La carta geologica di dettaglio in scala 1:1.000 è inserita in figura 3 di pagina 8.
3. Le caratteristiche idrogeologiche e la interazione con la falda idrica sono state descritte nel relativo capitolo a partire da pagina 9.
4. La categoria di sottosuolo di fondazione, sebbene sia stata effettuata una analisi di RSL, è comunque stata individuata a pagina 19 in Tabella 6; la categoria topografica è a pagina 20 nel relativo paragrafo.
5. La sezione geologica è congiunta al modello geotecnico in figura 6 a pagina 13; la sezione sismica è presentata in termini di velocità di propagazione delle onde S schematizzata in Tabella 7 a pagina 20.
6. L'ubicazione delle indagini è stata inserita in carta di figura 5 a pagina 11.
7. Ogni indagine e relativi elaborati numerici e grafici sono riportati in allegato al presente documento, mentre le conclusioni dei dati ottenuti dalle prove sono stati riassunti in relazione relativamente ad ogni capitolo: quelle geotecniche da pagina 11, le indagini geofisiche in quello dedicato agli aspetti sismici (da pagina 16).
8. Lo stralcio della cartografia del P.A.I. è in figura 4 di pagina 10.
9. Lo stralcio della carta delle MOPS è in figura 8 a pagina 15.
10. La documentazione fotografica attestante l'esecuzione delle prove è stata inserita in ognuno dei report corrispondenti in allegato.
11. La stratigrafia a 30 m è in figura 6 a pagina 13.
12. Le conclusioni sulla fattibilità e le considerazioni finali sono riportate a pagina 37.

**GENERALITÀ*****Premessa***

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Cave, è stata redatta la presente relazione geologica che forma parte integrante del progetto definitivo circa la realizzazione di un corpo di fabbrica per scuola secondaria di primo grado, presso l'istituto comprensivo "via Giacomo Matteotti 11" in viale Venzi 23. Si tratta di un fabbricato di due piani localizzato nell'angolo nord-orientale del fabbricato esistente, ovvero nell'attuale parcheggio.

Il presente studio è stato sviluppato per individuare le interazioni di carattere geologico fra tale opera ed i terreni fondazionali, secondo quanto previsto dalle NTC 2018 ed in riferimento alla DGR 375/16, nonché a tutta la normativa vigente per quanto riguarda gli aspetti sismici, e indicata nel relativo capitolo.

Secondo il Regolamento Regionale n. 14/16 per il rilascio dell'autorizzazione sismica (DGR 375/2016), essendo l'opera di Classe d'Uso III – strutture per l'istruzione (opera pubblica) ed il Comune di Cave inquadrato sismicamente in zona 2B, è individuato un livello di vulnerabilità alto (Tab. 1), per il quale sono prescritte una serie di indagini minime obbligatorie rispettate e descritte nel relativo capitolo del piano indagini.

**Tabella 1: Estratto Allegato C del Reg. Reg. n. 14/16**

	zona sismica 1	zona sismica 2a	zona sismica 2b	zona sismica 3a	zona sismica 3b
<b>ASSEVERAZIONI</b>	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BASSO	BASSO
<b>PROGETTI A SORTEGGIO</b>	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BASSO	BASSO
<b>PROGETTI A CONTROLLO OBBLIGATORIO (classe d'uso II; classe d'uso III, escluse le strutture per l'istruzione - DGRL n. 489/2012)</b>	ALTO	MEDIO	MEDIO	BASSO	BASSO
<b>PROGETTI A CONTROLLO OBBLIGATORIO (classe d'uso III - strutture per l'istruzione; classe d'uso IV e opere pubbliche)</b>	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO



### **Metodologia**

Nel maggio 2015 era già stata effettuata dal sottoscritto una campagna per l'autorizzazione sismica circa la riqualificazione e l'adeguamento della palestra dello stesso istituto ed ubicata a circa 10 m dall'area oggetto del presente studio. Si è articolato in più fasi lavorative secondo la seguente metodologia:

- prima fase **conoscitiva**: studio dei precedenti lavori, reperimento normativa e materiale bibliografico, sopralluogo e campagna fotografica, verifica accessibilità al sito e sottoservizi, progettazione piano di indagini.
- seconda fase di **indagine**: nel mese di luglio 2020 si è provveduto alla acquisizione dei dati secondo il piano di indagini progettato e descritto nel relativo capitolo ad integrazione del precedente.
- Fase di **elaborazione dei dati** acquisiti e di analisi di Risposta Sismica Locale per la valutazione dell'azione sismica.
- **Stesura della relazione geologica** con preparazione della cartografia e delle tavole. Le carte di figura 2, 3 e 4 sono state rielaborate in ambiente GIS su base CTR in scala 1:10.000, 1:1.000 e 1:5.000 rispettivamente.

Circa le metodologie utilizzate per la valutazione dell'azione sismica sono indicate e dettagliatamente spiegate nel relativo capitolo.

### **INQUADRAMENTO GENERALE DEL SITO**

Il complesso scolastico in oggetto è ubicato a nord del centro urbano di Cave, alla quota di circa 400 m slm (fig. 2) in un contesto parzialmente urbano. Il lato meridionale infatti confina con un esteso lotto di terreno ad uso agricolo con orti ed ulivi.

Le Carte Tecniche Regionali di riferimento sono: 375160 per la CTR in scala 1:10.000 e 375163 per quella in scala 1:5.000.

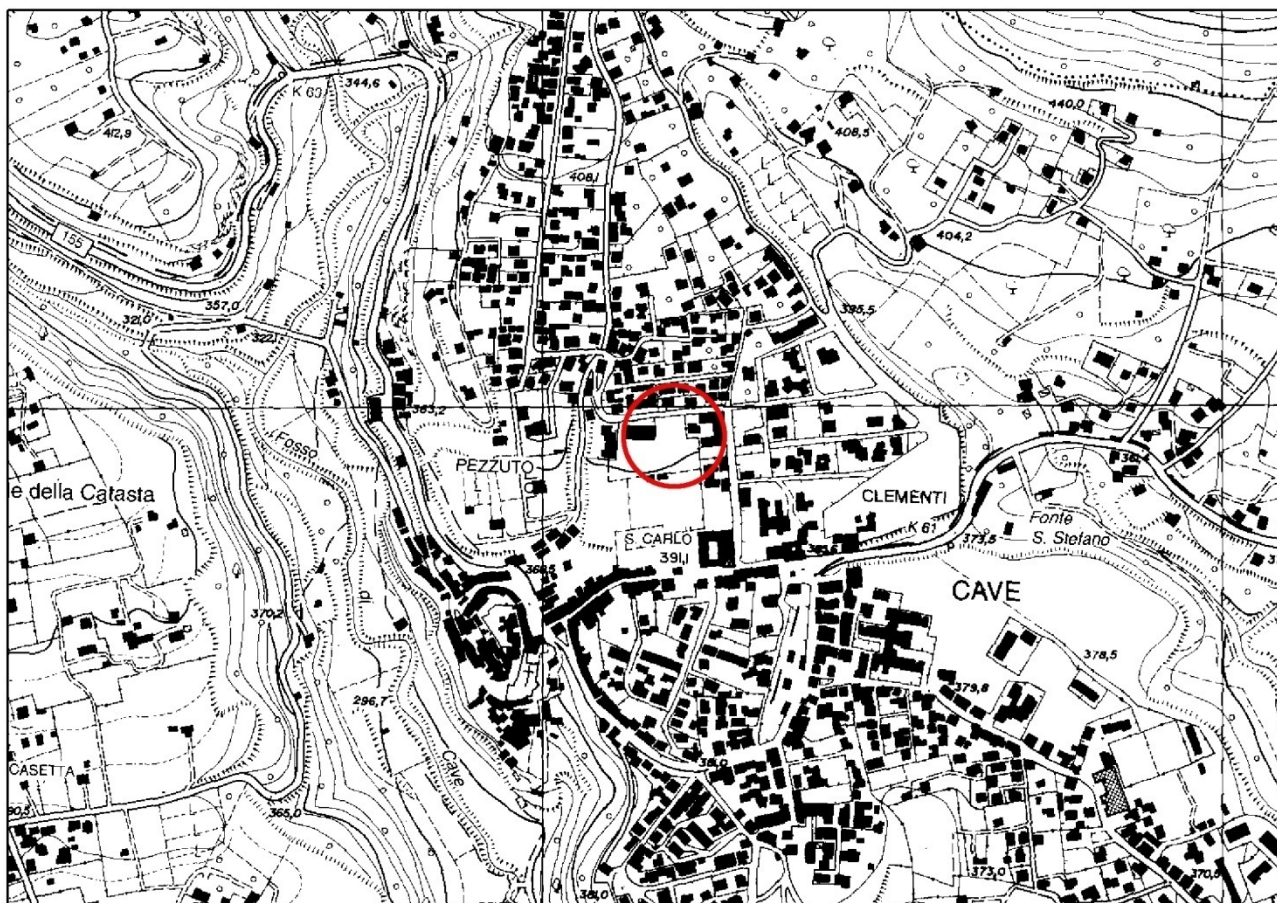


Figura 1: Estratto della carta topografica in scala 1:5.000 del Comune di Cave

## 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. In figura 2 la carta geologica in scala 1:10.000.

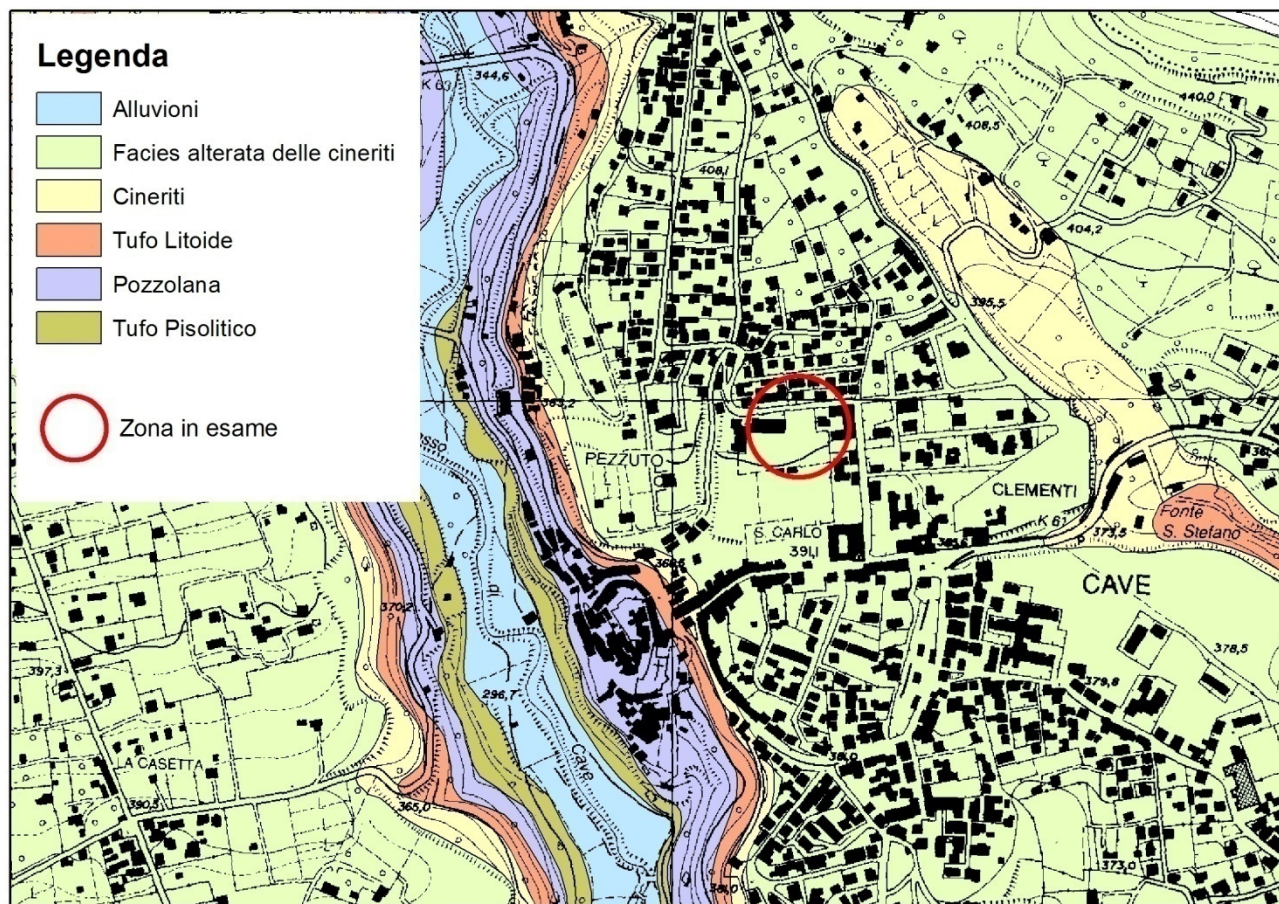


Figura 2: Carta geologica in scala 1:10.000

La stratigrafia:

- Alluvioni attuali: depositi recenti di fondovalle
- Piroclastiti pleistoceniche caratterizzate da:
  - o Facies di alterazione delle piroclastiti
  - o Cineriti: alternanza di cineriti e livelli decimetrici di scorie grossolane
  - o Tufo litoide
  - o Pozzolane: insieme al tufo litoide costituiscono l'ossatura delle colline circostanti.
  - o Tufo pisolitico

In figura 3 la carta geologica in scala 1:1.000 così come richiesto dal Regolamento Regionale. In verde la facies di alterazione delle cineriti.

La stratigrafia di dettaglio è stata ricavata direttamente dal sondaggio a carotaggio continuo effettuato il giorno 13/05/2015 e prevede lungo tutta la verticale fino a 30 m di profondità litologie di natura piroclastica che si differenziano per granulometria, colore e consistenza in virtù dei meccanismi deposizionali dei flussi piroclastici di formazione anche all'interno dello stesso evento



eruttivo, proprio per le differenti condizioni fisico chimiche delle varie fasi che lo interessano. Ovvero si hanno depositi massivi delimitati alla base ad al tetto da orizzonti differenti e caratteristici di fasi iniziali e finali dell'evento eruttivo. La stratigrafia è stata ricavata differenziando il tipo di formazione, la granulometria osservata e la consistenza.

**Tabella 2: stratigrafia di dettaglio**

Profondità	Deposito	Granulometria	Consistenza
0.00 – 1.00	Sottofondo stradale e riporti	varia	-
1.00 – 4.50	Cinerite	Limo-argillosa	Poco consistente
4.50 – 5.50	Tufo terroso	Limo-sabbiosa	Consistente
5.50 – 6.80		Limo-sabbiosa	Poco consistente
6.80 – 9.30		Sabbiosa	Poco consistente
9.30 – 10.50		Limo-sabbiosa	Mediamente consistente
10.50 – 17.00		Sabbiosa	Poco o mediamente consistente
17.00 – 23.00		Limo-sabbiosa	Mediamente consistente
23.00 – 26.50		Sabbiosa	Mediamente consistente
25.00 – 26.50		Limo-sabbiosa	Mediamente consistente
26.50 – 29.00		Sabbiosa	Consistente
29.00 – 30.00		Piroclastite cineritica	Limosa



**Figura 3: Carta geologica di dettaglio in scala 1:1.000**

## **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 è situata sulla sommità del colle dove sorge il quartiere di S. Lorenzo, completamente in piano e in assenza di fenomeni o indizi di instabilità sia in atto che potenziale.

L'area non rientra fra quelle soggette a vincolo idrogeologico e fra quelle a rischio frana indicate dall'ex Autorità di Bacino del Liri-Garigliano nel Piano di Assetto Idrogeologico (fig. 4).

## **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 del piccolo piazzale antistante la scuola 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.

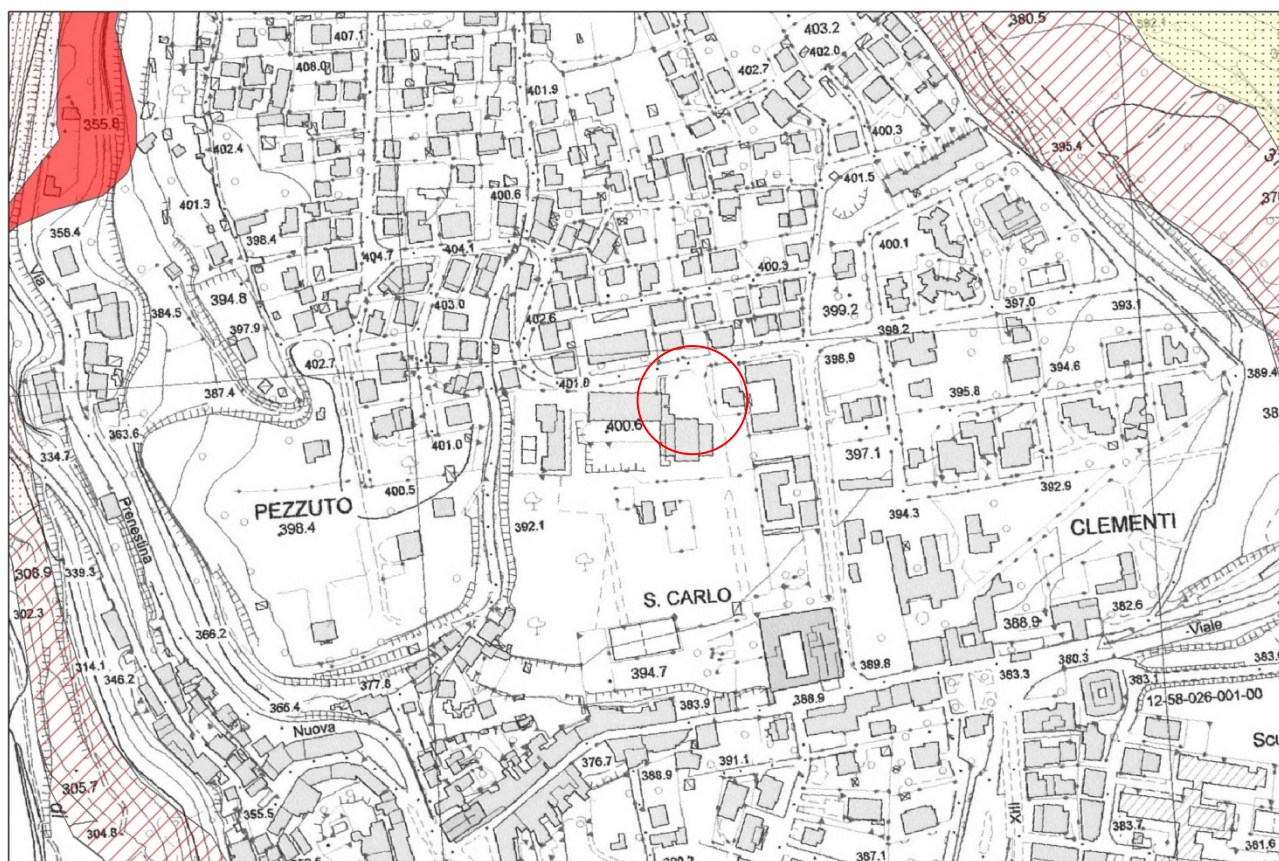


Figura 4: Estratto PAI ex Autorità di Bacino Liri-Garigliano su base CTR 5.000

## PIANO INDAGINI

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

Campagna progressa (maggio 2015):

- 2 prove sismiche indirette di tipo MASW
- 1 sondaggio a carotaggio continuo
- 3 prove SPT in foro
- 1 analisi di laboratorio su campione indisturbato
- 1 prova sismica diretta di tipo DownHole
- 1 misura di frequenza fondamentale del terreno di tipo HVSr

Integrazioni campagna (luglio 2020):

- 2 prove penetrometriche di tipo DPSH

In figura 5 l'ubicazione delle indagini.

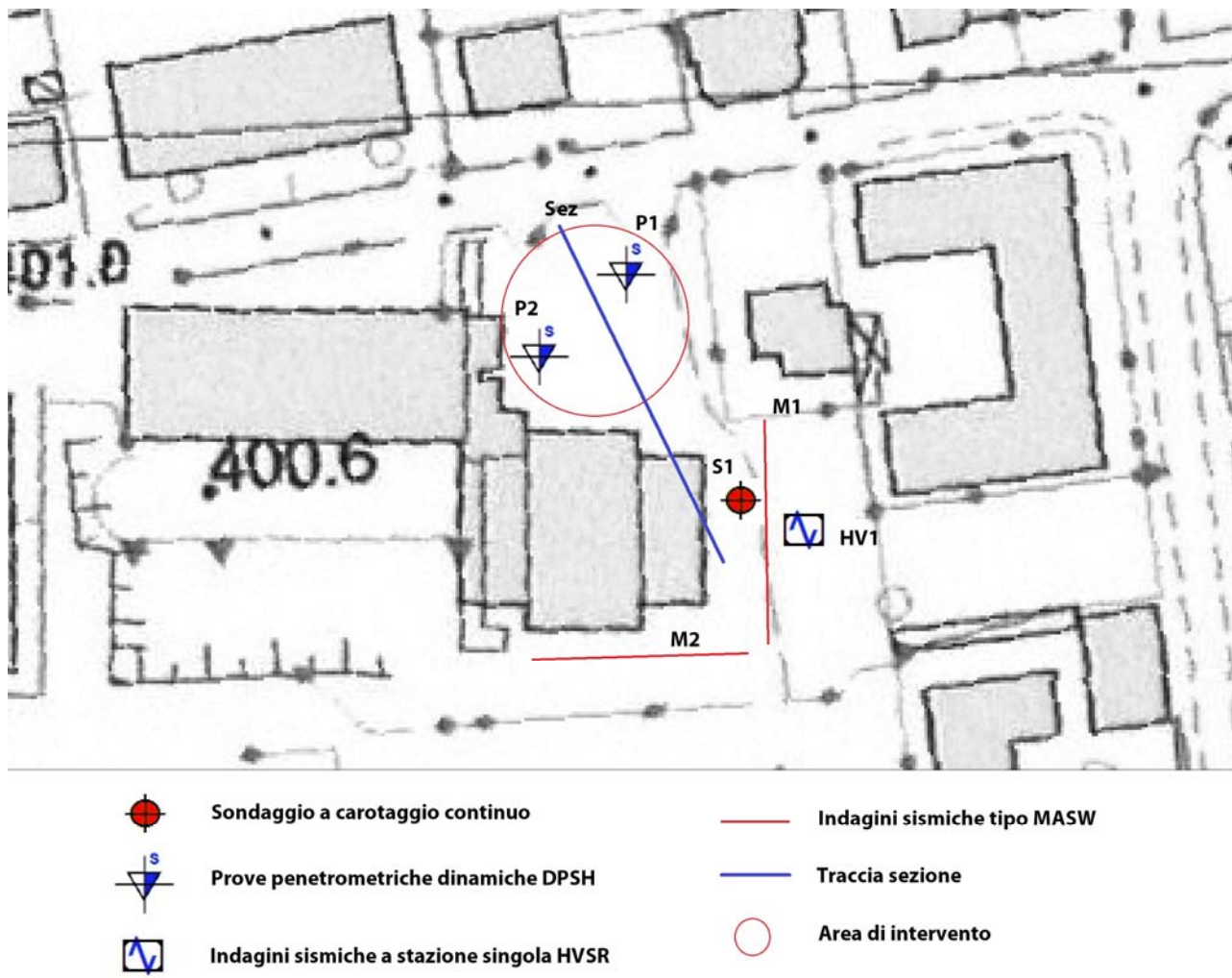


Figura 5: Carta delle indagini

## MODELLO GEOTECNICO

I dati geotecnici sono stati acquisiti mediante prove DPSH fino a profondità di 10 m dal piano di campagna e mediante SPT in foro a 5, 10 e 15 m. Per le DPSH è stato utilizzato un penetrometro dinamico Pagani TG100 con maglio da 73,5 Kg, volata di 75 cm e diametro punta 5,1 cm e mediante prove SPT in foro. Il numero dei colpi N per ogni 20cm 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 Nspt. 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. Per quanto riguarda le SPT, sono state effettuate durante il sondaggio alla profondità iniziale di 5,5, 11 e 20 m dal piano di campagna. La prova consiste in una penetrometrica standard di infissione lungo 45 cm. Le condizioni standard strumentali sono riportate in allegato. Il campione indisturbato è stato prelevato alla profondità di 17 m ed eseguita una analisi granulometrica al fine di caratterizzare il tipo di materiale e la relativa curva di decadimento per l'analisi di RSL.

Le prove hanno evidenziato la presenza di piroclastiti alterate a carattere cineritico (strato A) al di sotto di circa 1 m di sottofondo stradale e riporti (R), seguite da piroclastiti terrose (strati B, C e successivi). Tali terreni, a parte un orizzonte di circa 1 m di spessore piuttosto consistente (B) si presentano scarsamente consistenti al tetto con caratteristiche geotecniche che migliorano gradualmente con la profondità. Le prove sono risultate correlabili fra loro ed entrambe sono state arrestate ad una profondità di 10 m. Le SPT hanno sostanzialmente confermato la presenza di terreni scarsi ai 5 m di con miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità.

Di seguito i parametri geotecnici medi calcolati per i terreni interessati (per il dettaglio di ciascuna prova si rimanda ai report allegati):

**Tabella 3: Parametri medi da prove penetrometriche DPSH**

strato	Spessore <i>m</i>	peso <i>(t/m<sup>3</sup>)</i>	Nspt	angolo attrito <i>(°)</i>	Qc <i>(Kg/cm<sup>2</sup>)</i>	c <i>(Kg/cm<sup>2</sup>)</i>	E <i>(Kg/cm<sup>2</sup>)</i>	G <i>(Kg/cm<sup>2</sup>)</i>	Eed <i>(Kg/cm<sup>2</sup>)</i>	cu <i>(Kg/cm<sup>2</sup>)</i>
R	1,0	1,5	9,9	27	19,71	0,00	78,84	67,27	69,97	0,66
A	3,3	1,7	3,1	22	6,27	0,00	25,08	28,17	22,26	0,21
B	1,0	1,7	7,1	25	14,28	0,10	57,12	52,65	50,69	0,48
C	4,7	1,7	2,9	22	5,75	0,20	23,00	26,37	20,41	0,19

**Tabella 4: Parametri geotecnici da prove SPT in foro**

strato	Profondità <i>m</i>	peso <i>(t/m<sup>3</sup>)</i>	Nspt	angolo attrito <i>(°)</i>	Qc <i>(Kg/cm<sup>2</sup>)</i>	c <i>(Kg/cm<sup>2</sup>)</i>	E <i>(Kg/cm<sup>2</sup>)</i>	G <i>(Kg/cm<sup>2</sup>)</i>	Eed <i>(Kg/cm<sup>2</sup>)</i>	cu <i>(Kg/cm<sup>2</sup>)</i>
Tufo Terroso	5,5	1,7	3,0	22	6,00	0,00	24,00	27,24	21,30	0,20
Tufo Terroso	11	1,7	6,0	24	12,00	0,10	48,00	46,13	42,60	0,40
Tufo Terroso	20	1,7	10,0	27	20,00	0,20	80,00	68,02	71,00	0,67



Tabella 5: Dati riepilogativi da indagini di laboratorio

CARATTERISTICHE FISICHE		ANALISI GRANUOMETRICA		
Umidità naturale	%	Ghiaia	1.6	%
Peso di volume	kN/m <sup>3</sup>	Sabbia	60.1	%
Peso di volume secco	kN/m <sup>3</sup>	Limo	26.0	%
Peso di volume saturo	kN/m <sup>3</sup>	Argilla	12.3	%
Peso specifico	2.60	D 10	0.004039	mm
		D 50	0.187257	mm
		D 60	0.293143	mm
		D 90	1.673311	mm
		Passante set. 10	92.4	%
		Passante set. 40	66.6	%
		Passante set. 200	38.3	%

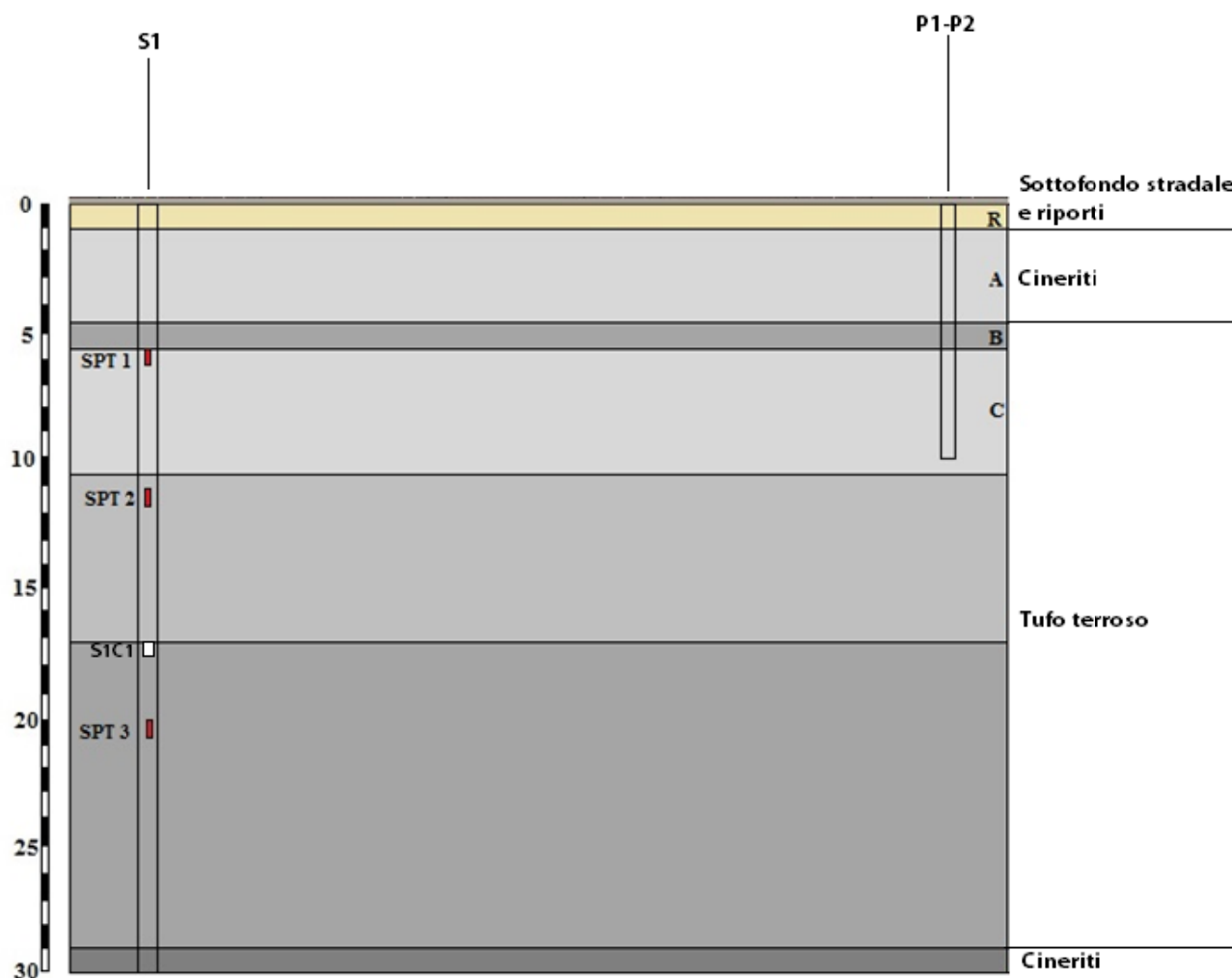


Figura 6: Modello geotecnico e stratigrafico

**MODELLO SISMICO*****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.

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:	41.820624	41.821612
Longitudine:	12.931200	12.932115
Classe edificio:	III	
Vita nominale della struttura:	100	
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	150	

"Stato Limite"		$T_r$ (anni)	$A_g$ (g)	$F_0$ (-)	$T^*_c$ (s)
SLE	Operatività (SLO)	90	0.089	2.468	0.283
	Danno (SLD)	151	0.109	2.495	0.287
SLU	Salvaguardia vita (SLV)	1424	0.223	2.509	0.316
	Prevenzione collasso (SLC)	2475	0.257	2.536	0.324

Parametri di disaggregazione (variabilità in termini di magnitudo M e distanza R) estratti dalla pagina del sito dell'Istituto di Geofisica e Vulcanologia di Milano (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>):

$$M = 4 - 5,5; R = 0 - 20 \text{ m}$$

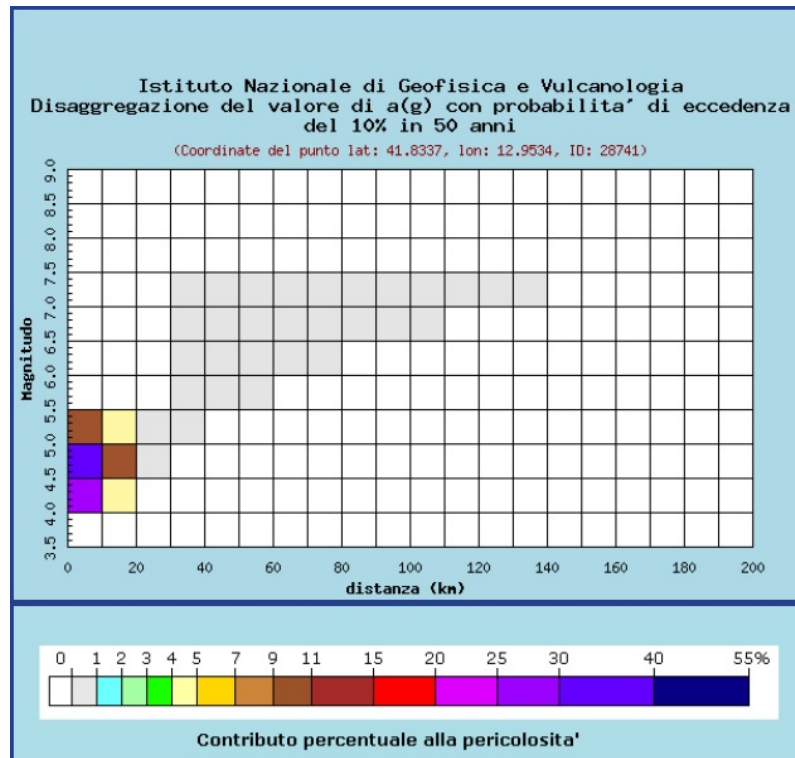


Figura 7: grafico magnitudo - distanza

### Microzonazione Sismica

Nella carta delle MOPS dello studio di Microzonazione Sismica di primo livello del Comune di Cave validato dalla Regione Lazio, l'area rientra in zona stabile suscettibile di amplificazione sismica (SA1) con modello sismostratigrafico caratterizzato da una potente coltre di sabbie piroclastiche (80-100 m) su bedrock calcareo compatto. In figura 7 un estratto della carta delle MOPS.



Figura 8: Estratto della carta delle MOPS

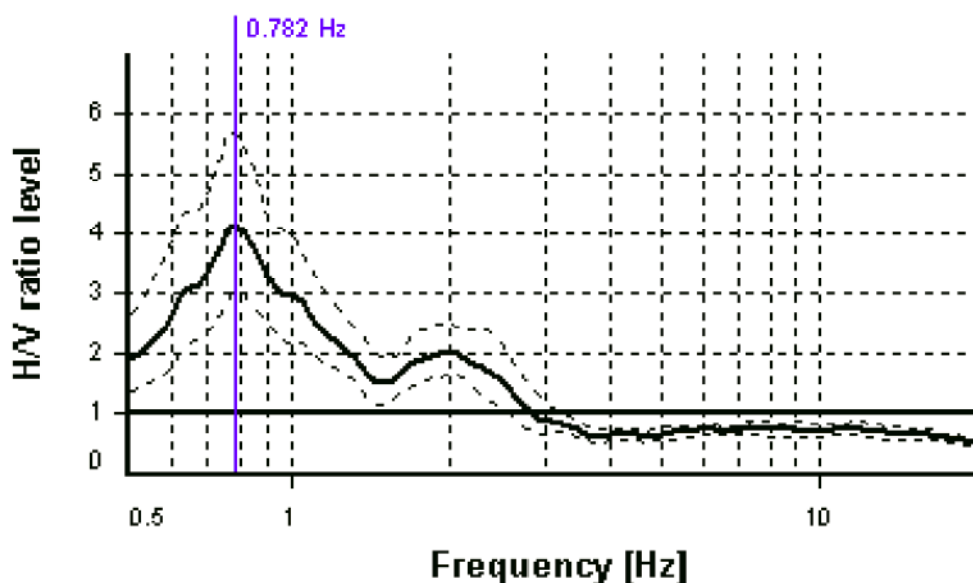
## ***Indagini***

### *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 frequenza di picco del rapporto H/V è risultata essere: **0.768 Hz  $\pm$  0.103 Hz**.

Il basso valore denota un contrasto di impedenza profondo (oltre i 100 m) che è attribuito all'interfaccia calcari/vulcaniti.



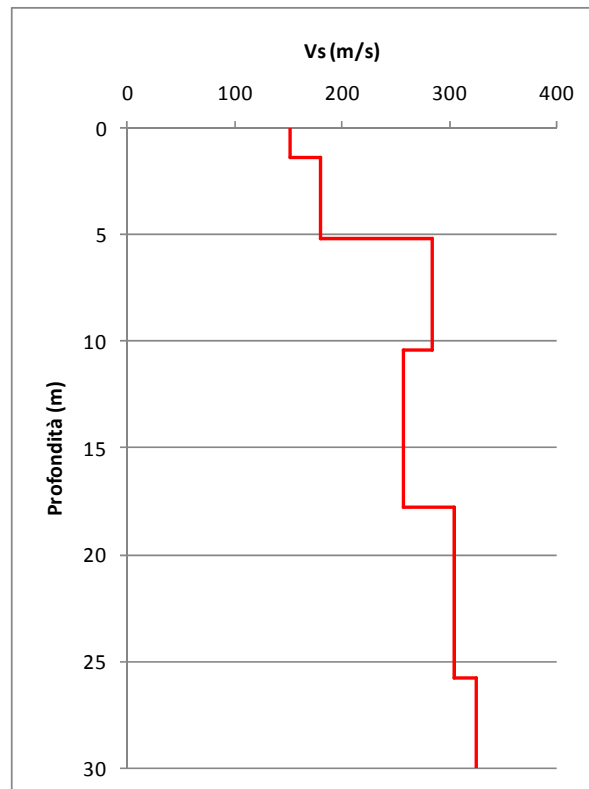
**Figura 9: grafico rapporto spettrale H/V**

### *MASW*

La metodologia MASW è un tipo di indagine non invasivo che consente la determinazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ , 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.

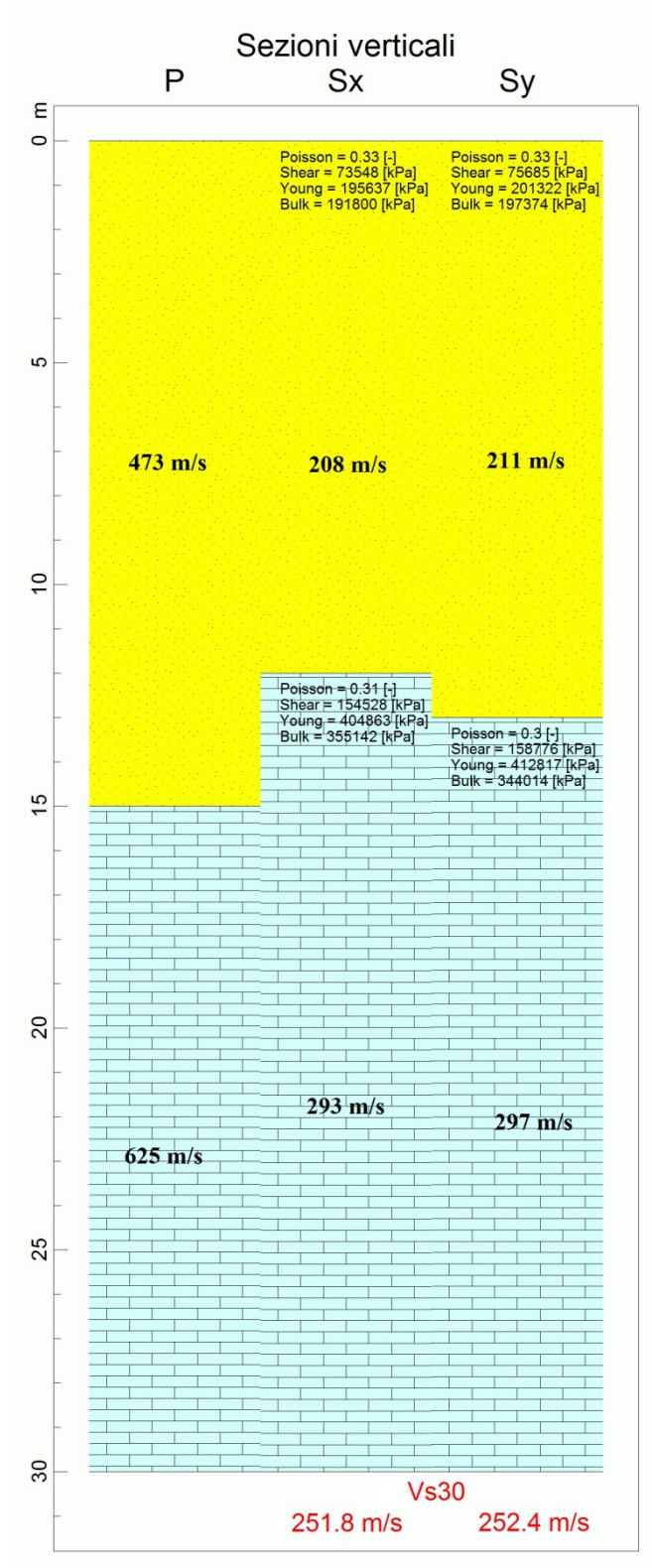
In figura 9 è presentato il profilo risultato dalla media delle due prove.



**Figura 10: Profilo di velocità nei primi 30 m dalla media delle prove M1 e M2**

### *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. Il sondaggio è stato effettuato 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 Sx ed Sy riassunti nel grafico delle dromocrone di figura 10. Per il dettaglio si rimanda ai report in allegato.



**Figura 11: dromocrone e sismostratigrafia risultanti da indagine DH**

### ***Metodo semplificato***

La classificazione del suolo (secondo la procedura semplificata nelle NTC 2018) è convenzionalmente eseguita sulla base della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio  $V_s$ , ovvero mediante la formula 3.2.1 delle NTC 2018:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove  $h_i$  e  $V_{S,i}$  indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato  $i$ -esimo, per un totale di  $N$  strati presenti nello spessore  $H$  di coperture al di sopra del bedrock sismico.

In base ai risultati ottenuti, il bedrock sismico è stato individuato a profondità superiori a 30m, pertanto l'azione sismica, in via preliminare, è valutata attraverso il parametro  $V_{s30}$ . I valori di  $V_{s,eq}$  come da Tabella 8, confermano una categoria di sottosuolo **C**, “*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiore 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*”.

**Tabella 6: riepilogo valori di  $V_{s,eq}$  (30 m)**

	$V_{s30}$	Categoria
DH	<b>252</b>	<b>C</b>
Masw 1	<b>251</b>	<b>C</b>
Masw 2	<b>262</b>	<b>C</b>

### **Modello Sismico e dati di input per l'analisi di RSL**

Trattandosi di fabbricato in classe d'uso III – strutture per l'istruzione, non può essere utilizzato solo il metodo semplificato, ma va calcolata la RSL tramite analisi numerica, così come specificato dal § 3.2.2 e 7.11.3 delle NTC 2018, e prescritto dalla DGR 375/16.

#### *Condizioni topografiche*

Le condizioni topografiche non risultano complesse, pertanto, per tali configurazioni superficiali è stata adottata la classificazione prevista in tabella 3.2.III delle NTC 2018, ovvero la zona in esame rientra in **categoria T1**, “*Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $I \leq 15^\circ$* ”.

#### *Condizioni sismostratigrafiche*

Il modello sismostratigrafico prevede, coerentemente con quello geologico tecnico, layers piano paralleli caratterizzati da materiali di origine piroclastica a differente comportamento sismico e crescenti con la profondità. Per i primi 30 m la velocità di propagazione delle onde S caratteristica di ogni strato è stata ricavata direttamente dalla prova Down Hole i cui valori sono stati poi integrati con quelli provenienti dai sondaggi e dalle indagini Masw. L'andamento sismostratigrafico al di sotto dei 30 m è stato valutato dalle indagini Masw, a sua volta integrato con quelli provenienti dalle Hvsr per gli strati profondi. La profondità del **bedrock** sismico è stata stimata e posizionata dall'analisi delle Hvsr che hanno fornito un contrasto di impedenza profondo (0,7 Hz)

Il profilo sismico del volume di terreno indagato ed oggetto della amplificazione sismica, così come è stato immesso fra i dati di input dell'analisi di RSL, è riassunto in tabella 9.

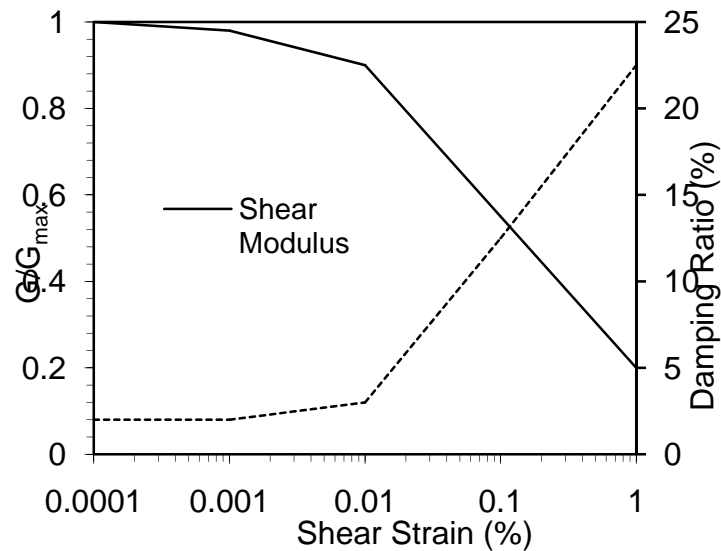
**Tabella 7: Sismostratigrafia di input**

<b>Sismostratigrafia</b>					
<b>Strato</b>	<b>Profondità</b>	<b>Spessore</b>	<b>Densità</b>	<b>Vs medie</b>	<b>Materiale</b>
1	0-13	13	1,8	210	1
2	13-41	28	1,8	295	1
3	41-91	50	1,8	430	1
4	91-131	40	1,8	480	1
bedrock	>131			>800	



Per quanto riguarda le curve di decadimento utilizzate a seconda del tipo di materiale coinvolto nell'analisi di RSL, sono state utilizzate quelle fornite dalla Regione Lazio, ovvero Sabbie di Alterazione – Depositi Piroclastici lungo tutta la colonna stratigrafica considerata, in virtù dei materiali indagati durante il sondaggio, che dalla bibliografia tecnica per i sottostanti:

sabbie di alterazione - Regione Lazio			
Strain (%)	G/G <sub>max</sub>	Strain (%)	Damping (%)
0.0001	1	0.0001	2
0.001	0.98	0.001	2
0.01	0.9	0.01	3
0.1	0.55	0.1	12.5
1	0.2	1	22.5

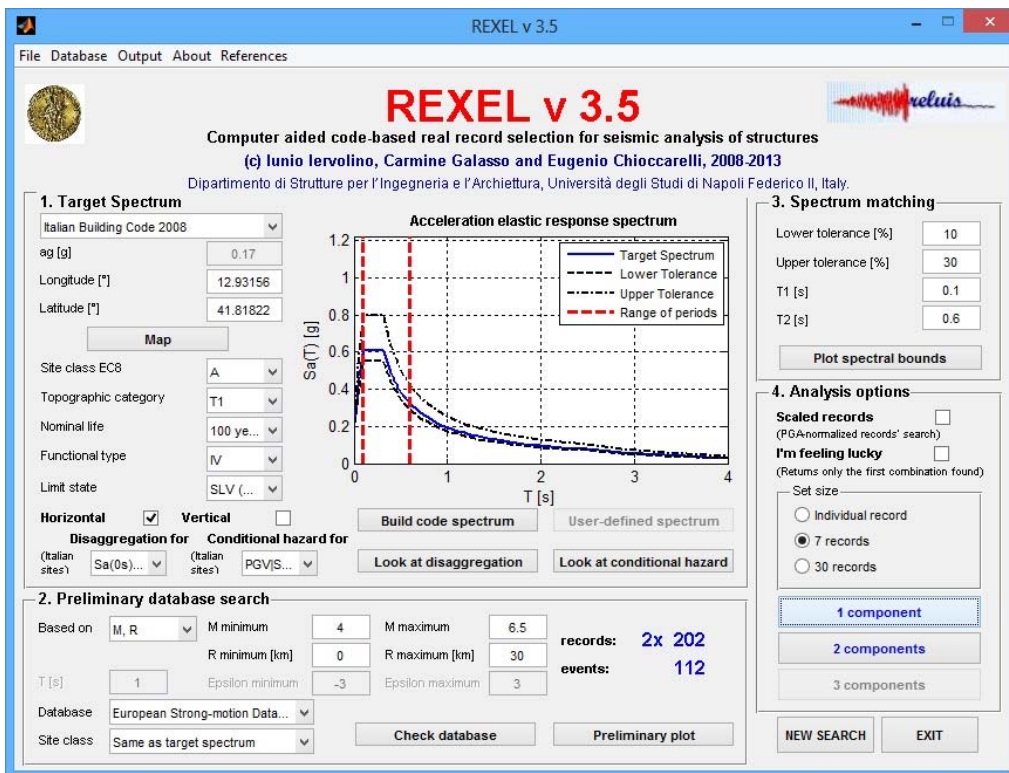


**Figura 12: Curve di decadimento utilizzate**

**RSL - SLV**

In figura 15 la schermata con i dati in ingresso di Rexel per la ricerca della combinazione della settupla di accelerogrammi di input. È stata scelta la combinazione 181 fra quelle a minore scarto rispetto allo spettro di riferimento eliminando anche quelle con presenza di accelerogrammi con picchi troppo accentuati o con anomalie rilevanti rispetto lo spettro target.

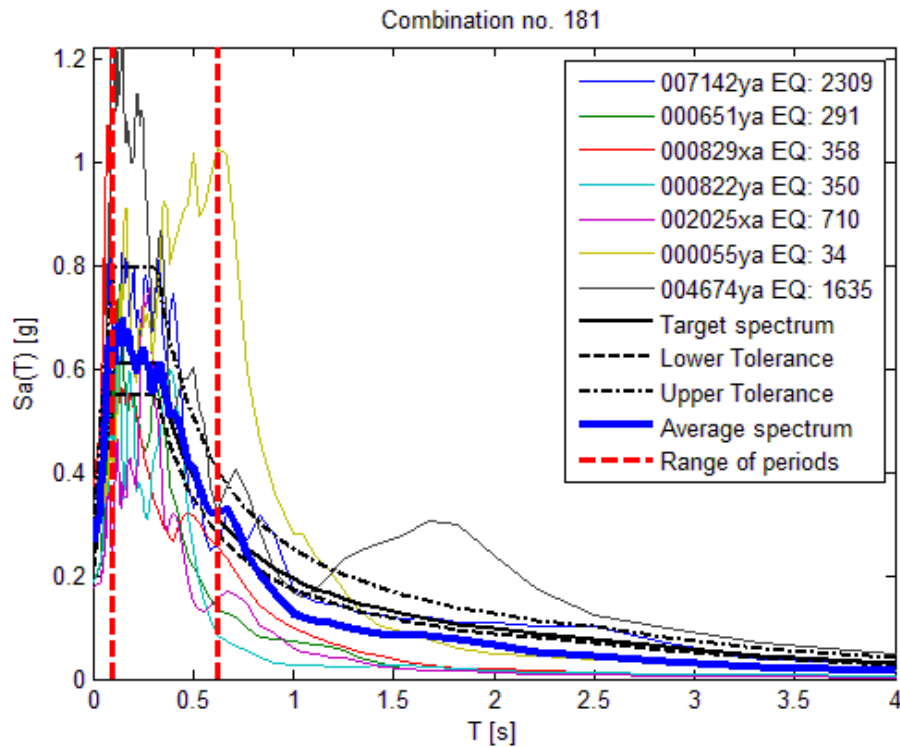
I dati identificativi degli accelerogrammi di base scelti, sono indicati in Tabella 10 ed i relativi spettri graficizzati in Figura 16.



**Figura 13: schermata iniziale di Rexel con i dati di input immessi**

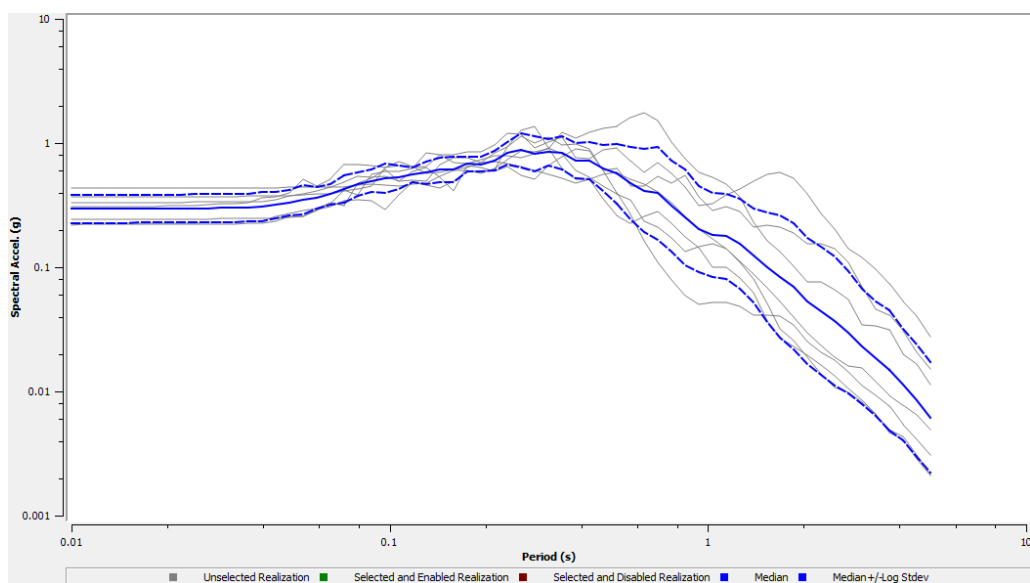
**Tabella 8: Dati identificativi accelerogrammi di input SLV**

Waveform ID	Earthquake ID	Station ID	Earthquake Name	Date	Mw	Fault Mechanism	Epicentral Distance [km]	PGA_X [m/s <sup>2</sup> ]	PGA_Y [m/s <sup>2</sup> ]	PGV_X [m/s]	PGV_Y [m/s]	ID_X	ID_Y	Np_X	Np_Y	EC8 Site class
7142	2309	ST539	Bingol	01/05/2003	06.03	strike slip	14	50,514	29,178	0.233333	1.45625	73,341	84,263	0.64556	0.85171	A
651	291	ST236	Umbria Marche (aftershock)	06/10/1997	05.05	normal	5	22,292	18,377	0.699306	0.584722	60,098	111,199	0.90021	0.57384	A
829	358	ST236	Umbria Marche (aftershock)	16/10/1997	04.03	strike slip	1	36,788	39,885	0.981944	0.682639	25,659	58,243	0.64972	0.53692	A
822	350	ST236	Umbria Marche (aftershock)	03/10/1997	05.03	normal	5	15,287	18,377	0.447917	0.579861	9,007	97,887	0.46302	0.31172	A
2025	710	ST1357	Kremidia (aftershock)	25/10/1984	00.00	?	16	17,272	17,658	0.638194	0.084	87,607	95,544	0.85398	0.83373	A
55	34	ST20	Friuli	06/05/1976	06.05	thrust	23	34,985	30,968	1.43125	2.265278	69,175	72,301	0.56953	0.68607	A
4674	1635	ST2486	South Iceland	17/06/2000	06.05	strike slip	5	31,176	33,109	4.251389	1.650694	40,709	98,457	0.79545	0.58565	A
mean:					5.628571		9.857143	2.975914	2.679314	0.221829	0.160514	6.38084	8.827057	0.696782	0.625664	

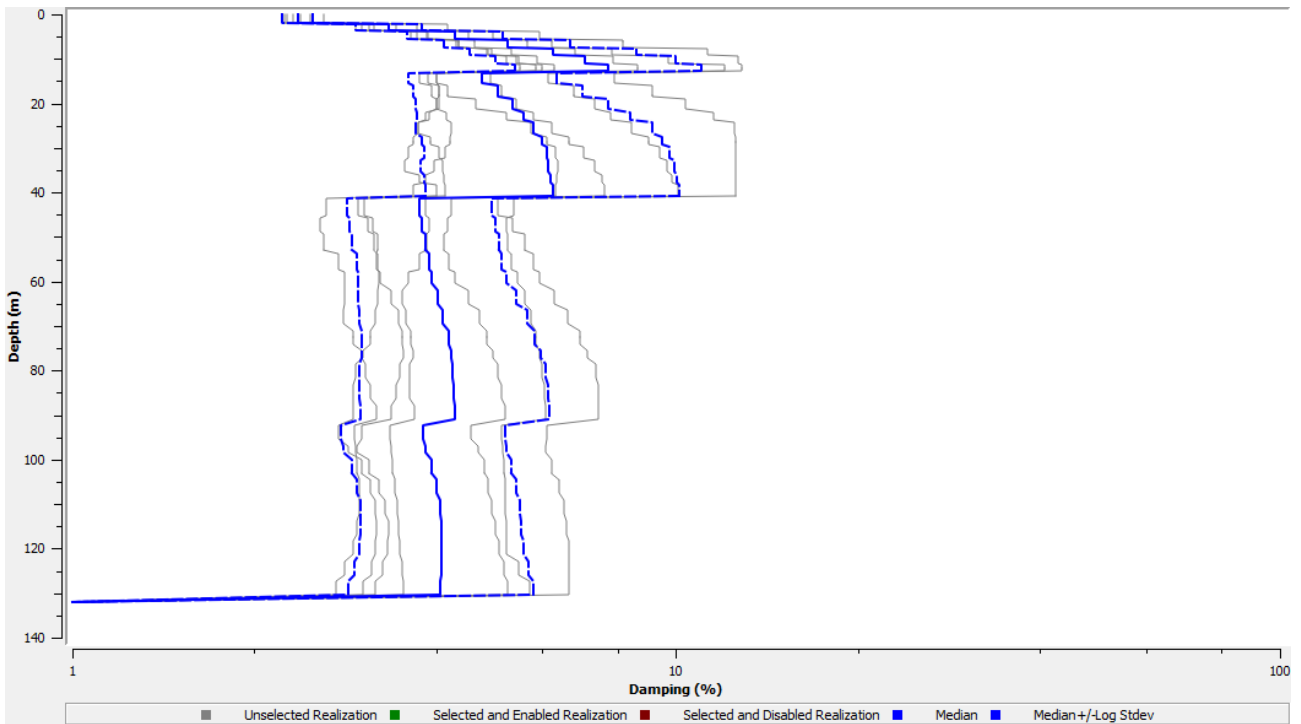


**Figura 14: spettri degli accelerogrammi di input**

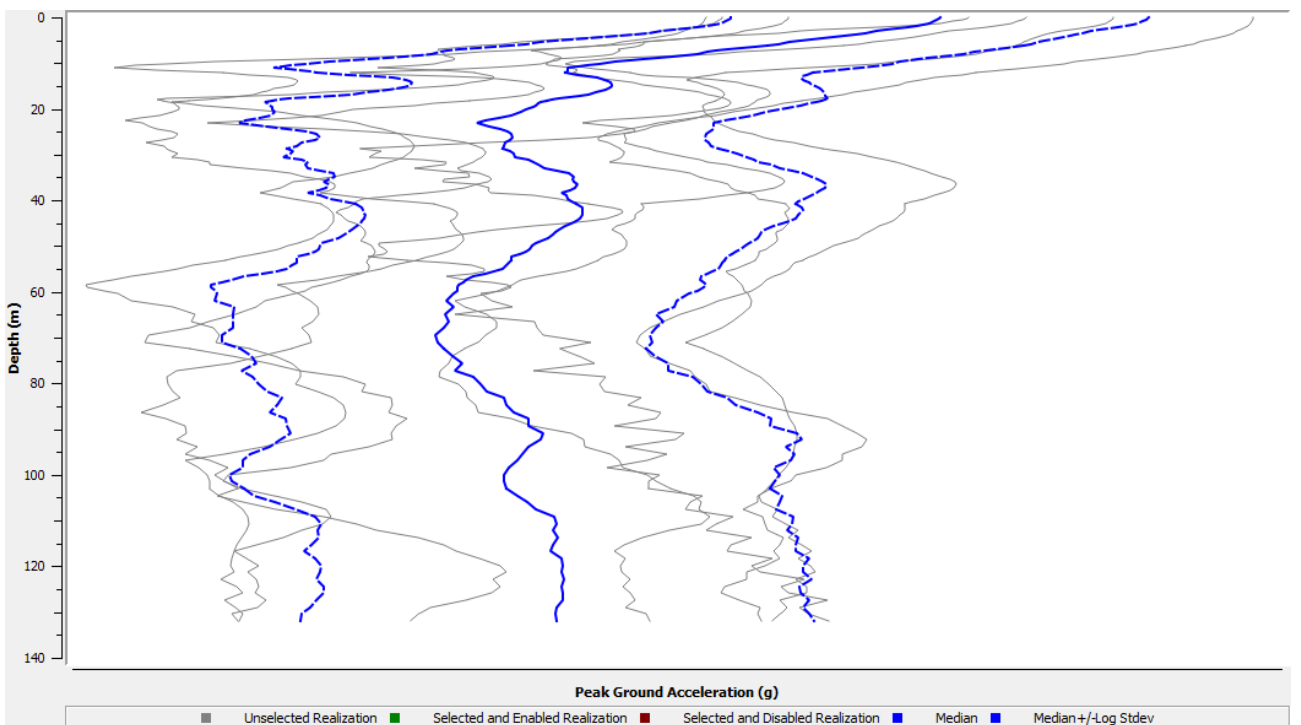
Tramite software Strata è stata eseguita l'analisi numerica di risposta sismica locale, inserendo nel programma i dati di input appena descritti, ovvero i sette accelerogrammi naturali trovati e modello sismo stratigrafico di Tabella 8. Di seguito e per ciascuno degli stati limite studiati sono presentati graficamente gli spettri in uscita, i vari profili di damping, picchi di accelerazione al suolo, modulo di taglio, stress e funzione di trasferimento. Gli accelerogrammi di input, output e spettri in formato numerico sono riportati in allegato.



**Figura 15: Spettri in uscita (Strata)**



**Figura 16: Profile damping**



**Figura 17: Peak ground acceleration Profile**

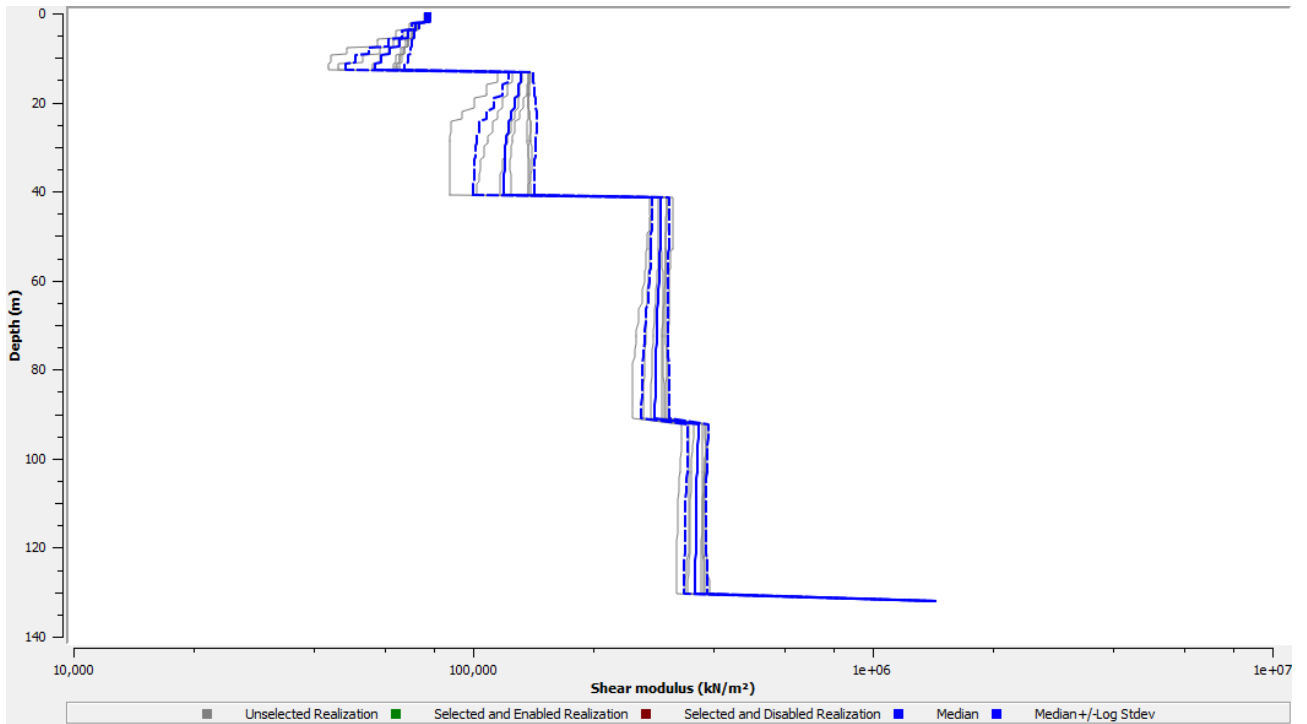


Figura 18: Shear modulus profile

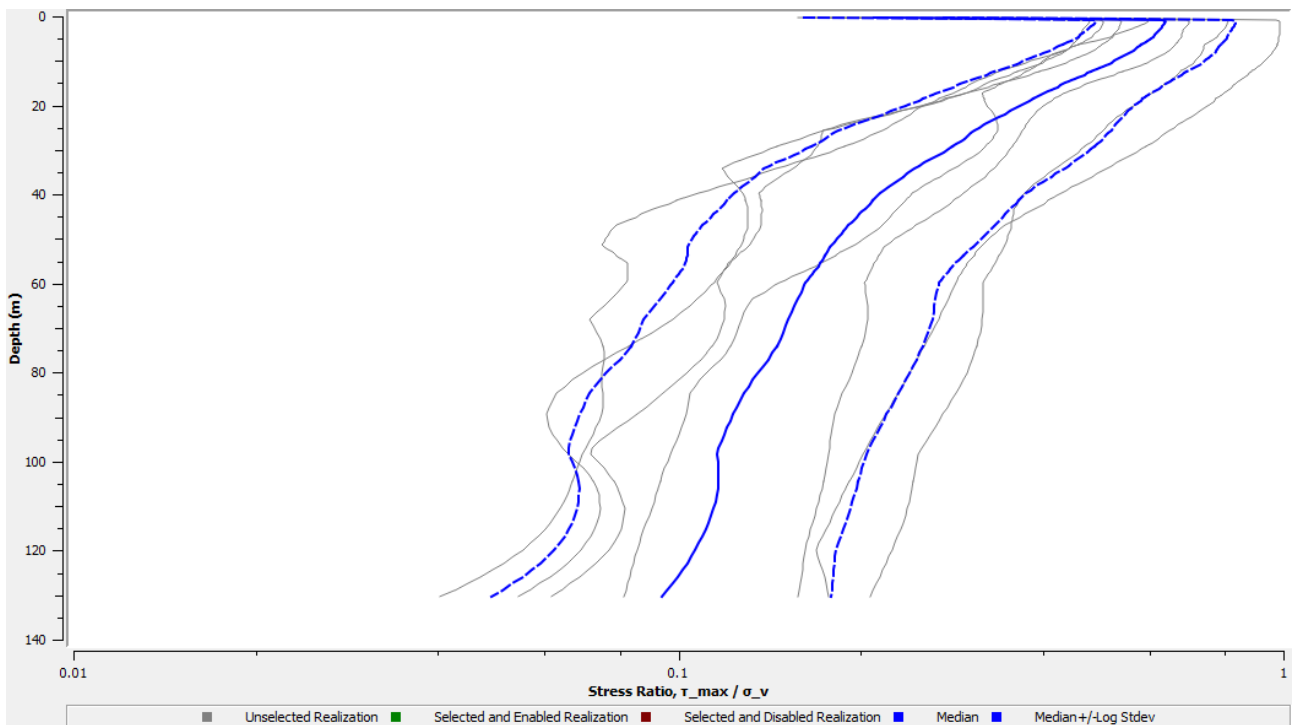
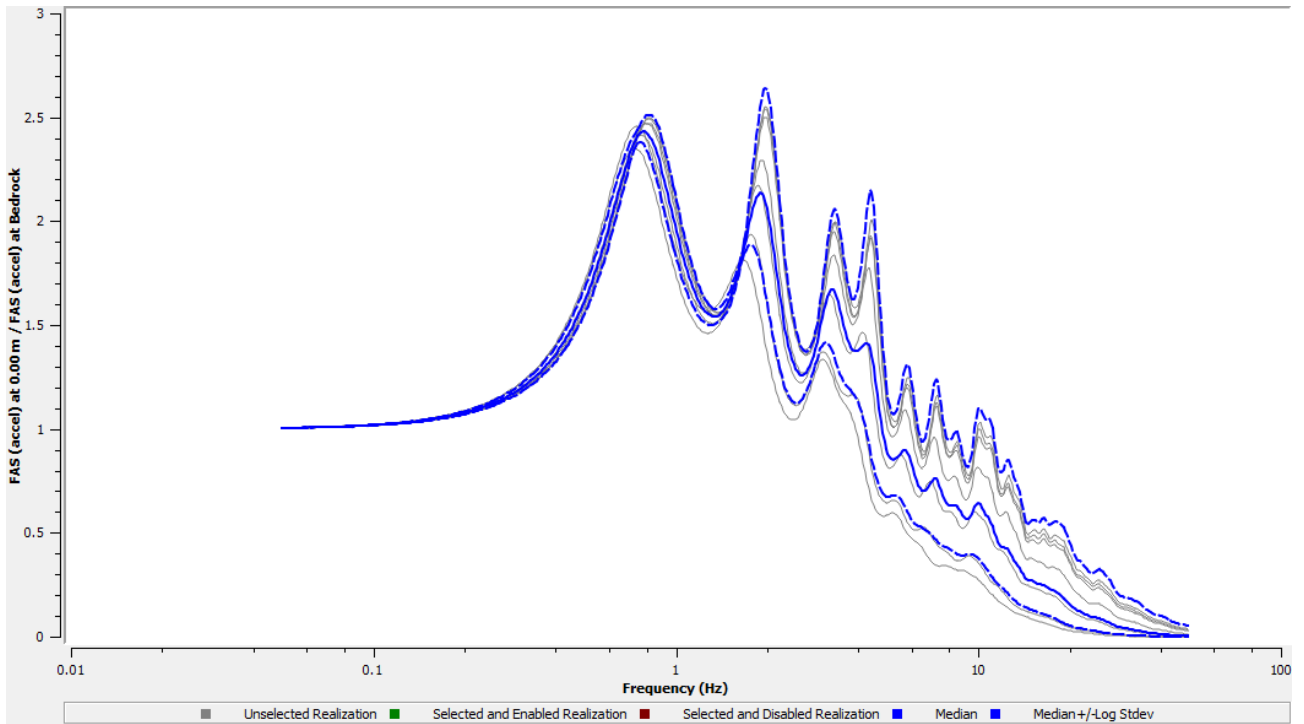
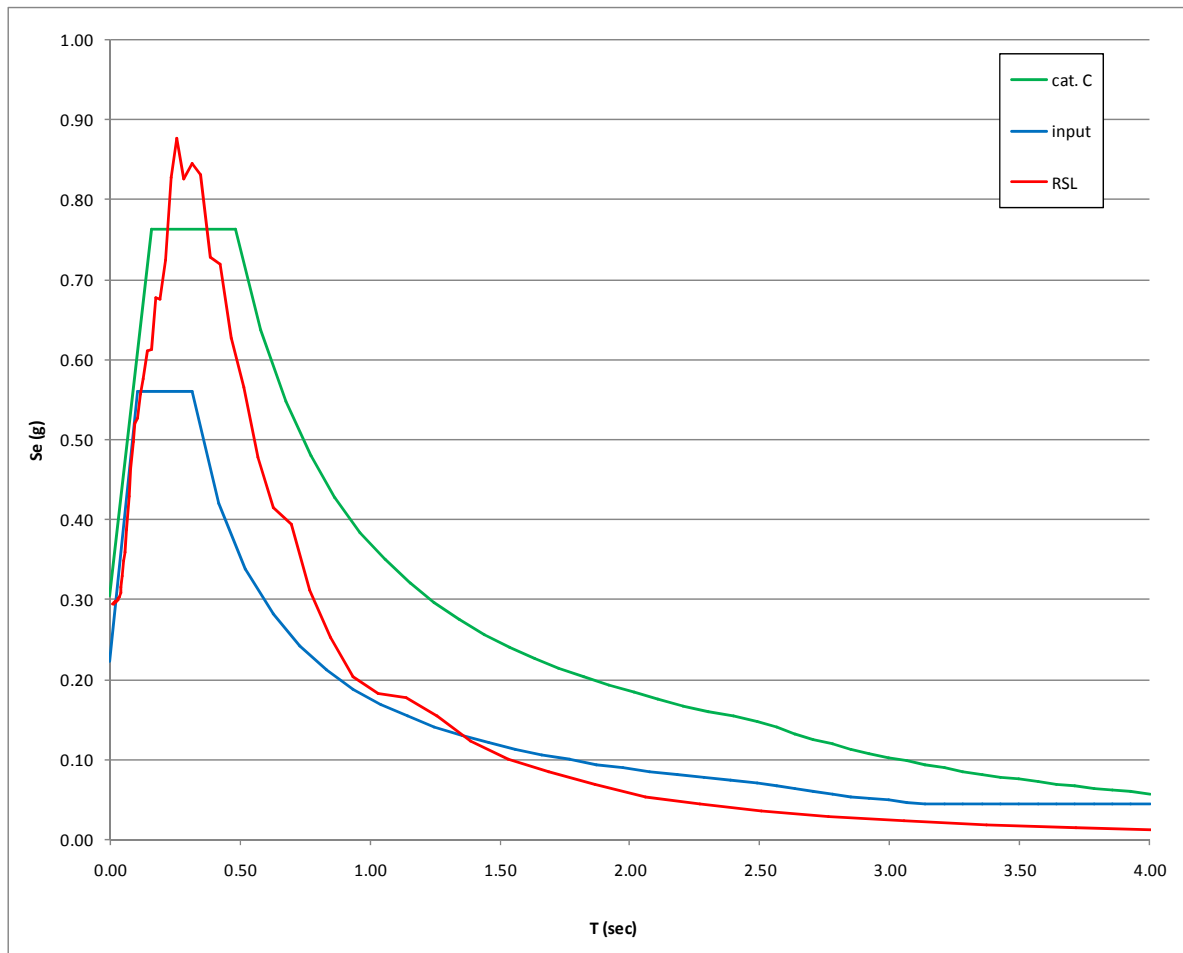


Figura 19: Stress ratio profile



**Figura 20: Transfer function**



**Figura 21: Spettro in uscita da analisi numerica di RSL comparato con gli spettri di normativa**

## RSL - SLD

In figura 24 la schermata con i dati in ingresso di Rexel per la ricerca della combinazione della settupla di accelerogrammi di input. È stata scelta la combinazione 39 fra quelle a minore scarto rispetto allo spettro di riferimento eliminando anche quelle con presenza di accelerogrammi con picchi troppo accentuati o con anomalie rilevanti rispetto lo spettro target.

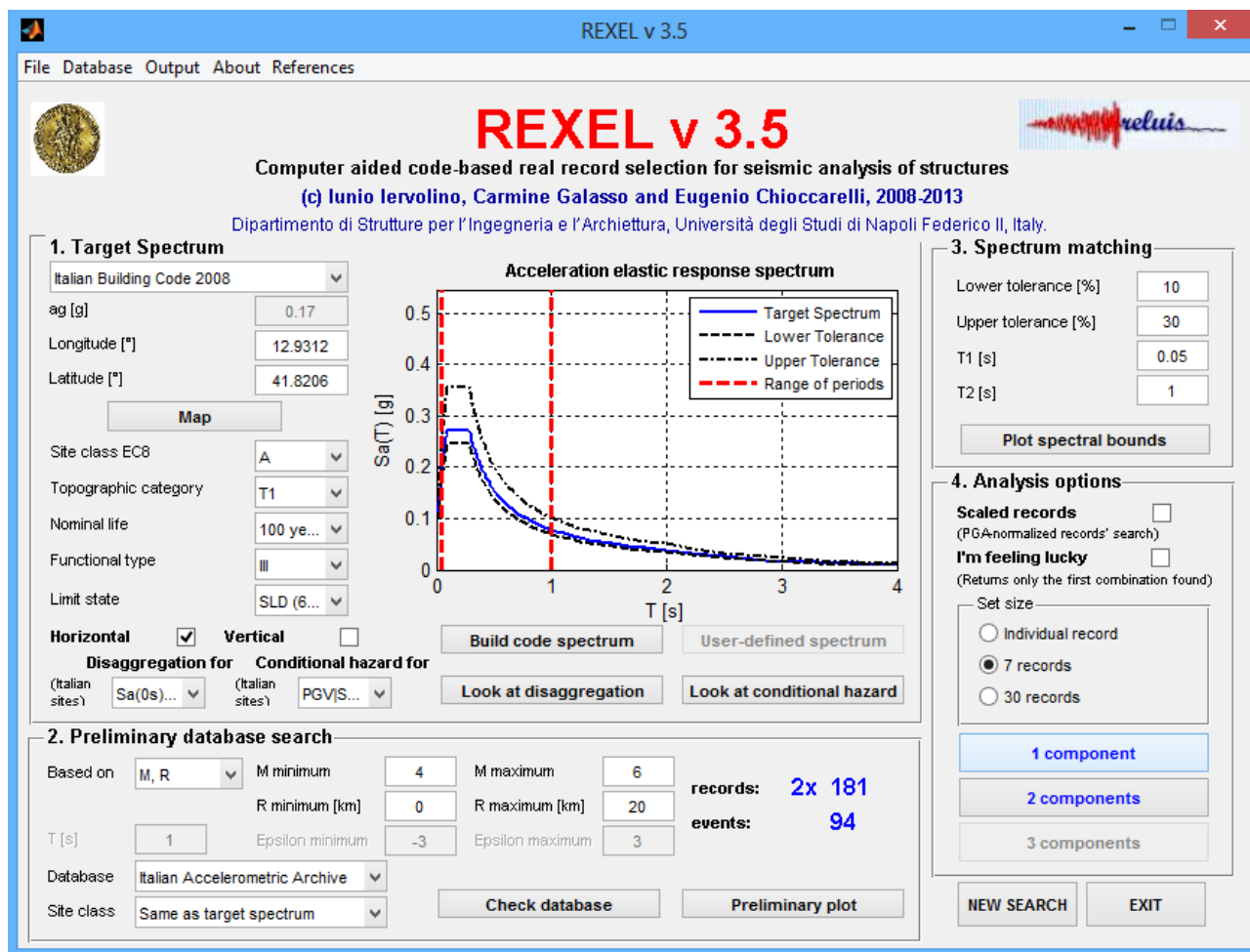


Figura 22: schermata iniziale di Rexel con i dati di input immessi

Tabella 9: Dati identificativi accelerogrammi di input SLD

Waveform ID	Earthquake ID	Station ID	Earthquake Name	Date	Mw	Fault Mechanism	Epicentral Distance [km]	PGA_X [m/s <sup>2</sup> ]	PGA_Y [m/s <sup>2</sup> ]	PGV_X [m/s]	PGV_Y [m/s]	ID_X	ID_Y	Np_X	Np_Y	EC8 Site class
440	111	NCM	APP. UMBRO-MARCHIGIANO	06/10/1997	5.4	Normal	14.1045	1.4445	1.7175	0.069068	0.091058	5.446	3.819	0.587	0.612	A
148	40	CSR	VAL NERINA	28/02/1980	5	n/a	5.8515	0.74542	1.2897	0.032511	0.046094	12.4245	6.4734	0.610	0.551	A
103	28	SRC0	FRIULI EARTHQUAKE 4TH SHOCK	15/09/1976	5.9	Thrust	16.4207	1.2852	2.449	0.10752	0.20528	4.2894	3.1488	0.653	0.558	A
440	111	NCM	APP. UMBRO-MARCHIGIANO	06/10/1997	5.4	Normal	14.1045	1.4445	1.7175	0.069068	0.091058	5.446	3.819	0.587	0.612	A
606	136	LRS	APP. LUCANO	09/09/1998	5.6	Normal	9.8488	1.6193	1.5607	0.1253	0.10141	4.8264	4.1194	0.549	0.588	A
139	36	CSC	VAL NERINA	19/09/1979	5.8	Normal	9.2711	1.4397	1.9832	0.079103	0.14104	13.3224	3.9336	0.819	1.186	A
851	181	MTR	Gran Sasso		5.1	Normal	12.7217	0.65447	0.42949	0.016383	0.015595	7.347	5.043	0.592	0.706	A
mean:					5.457		11.7604	1.233284	1.59243	0.07128	0.09879	8.026	4.665	0.628	0.688	

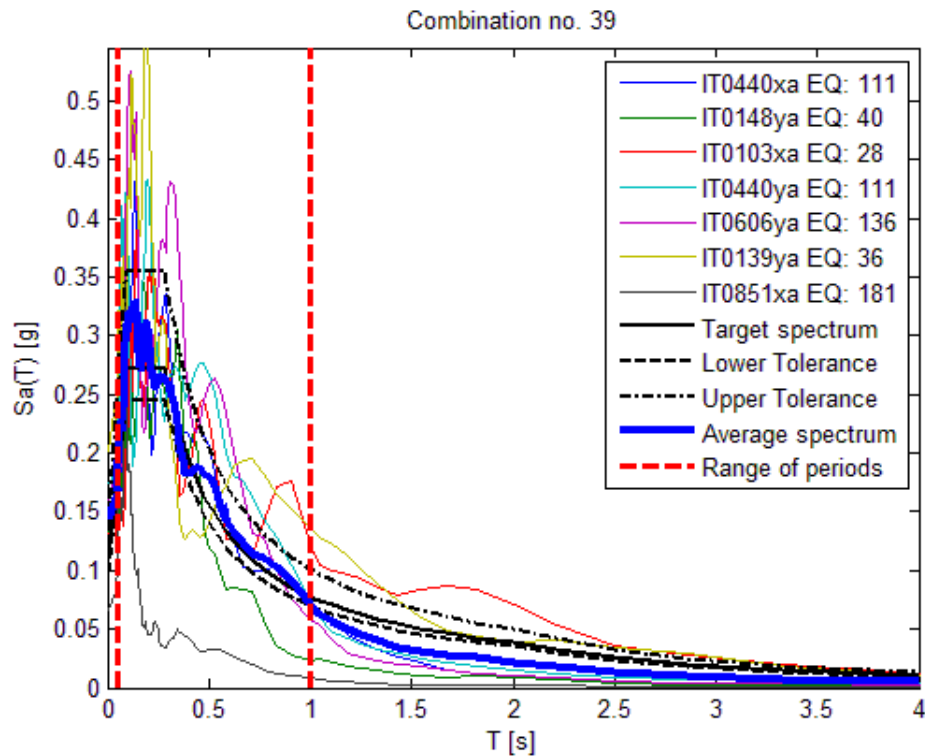


Figura 23: spettri degli accelerogrammi di input

Tramite software Strata è stata eseguita l'analisi numerica di risposta sismica locale SLD, inserendo nel programma i dati di input appena descritti, ovvero i sette accelerogrammi naturali trovati e modello sismo stratigrafico di tabella 9. Di seguito e per ciascuno degli stati limite studiati sono presentati graficamente gli spettri in uscita, i vari profili di damping, picchi di accelerazione al suolo, modulo di taglio, stress e funzione di trasferimento. Gli accelerogrammi di input, output e spettri in formato numerico sono riportati in allegato.

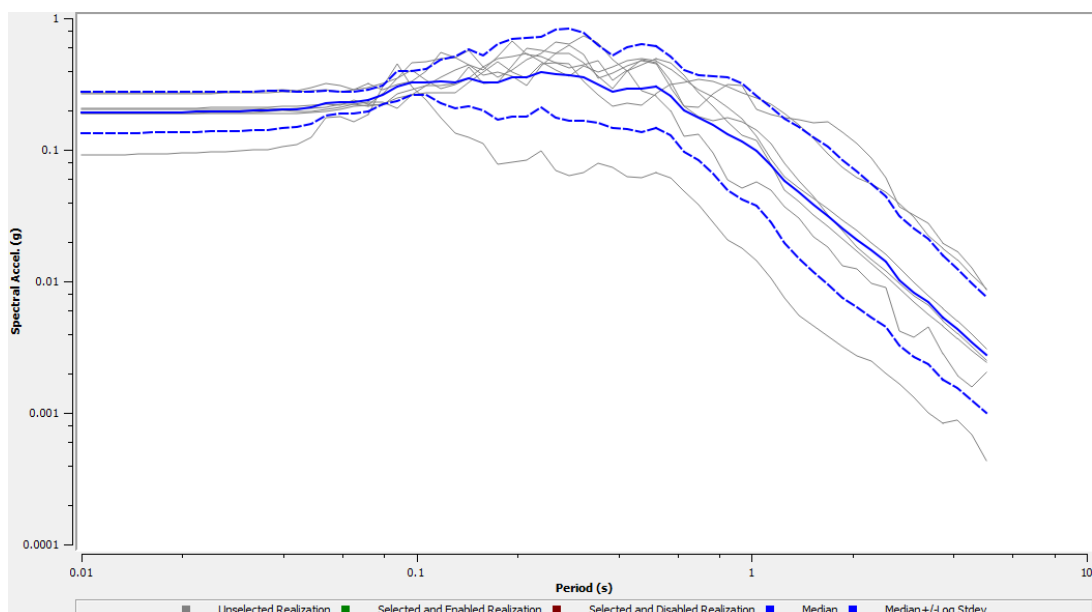
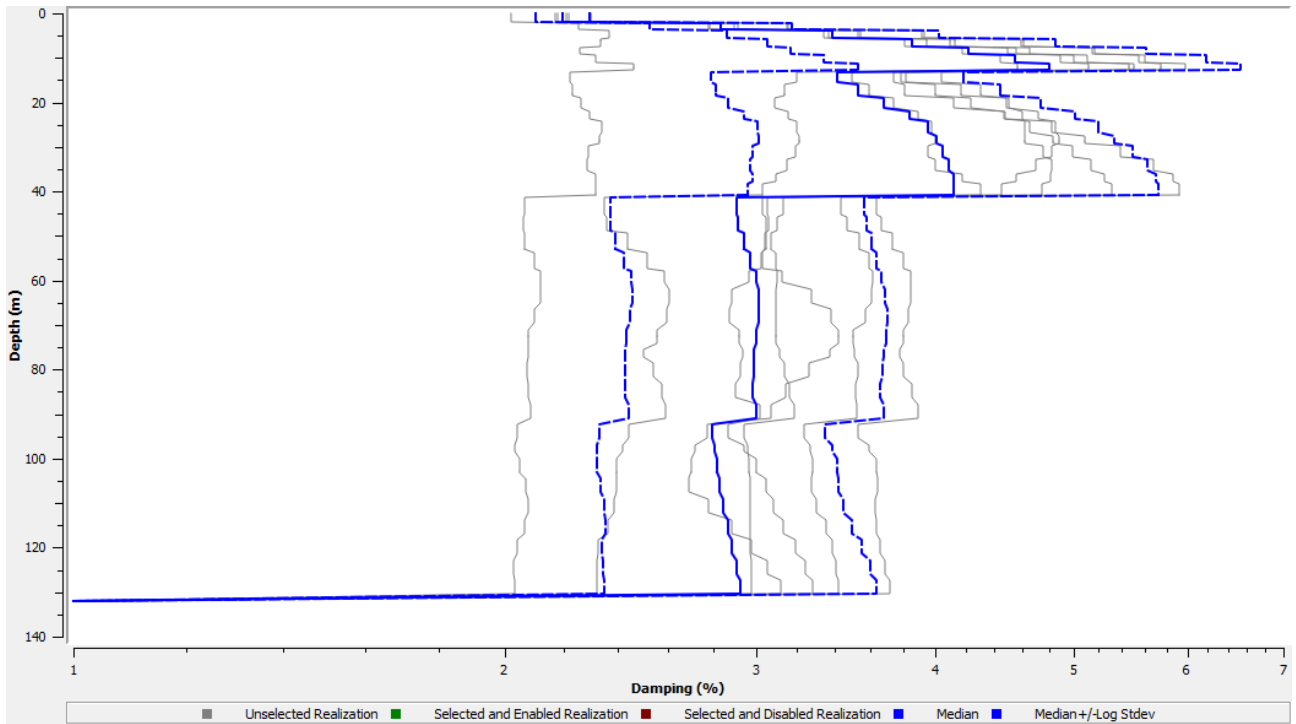
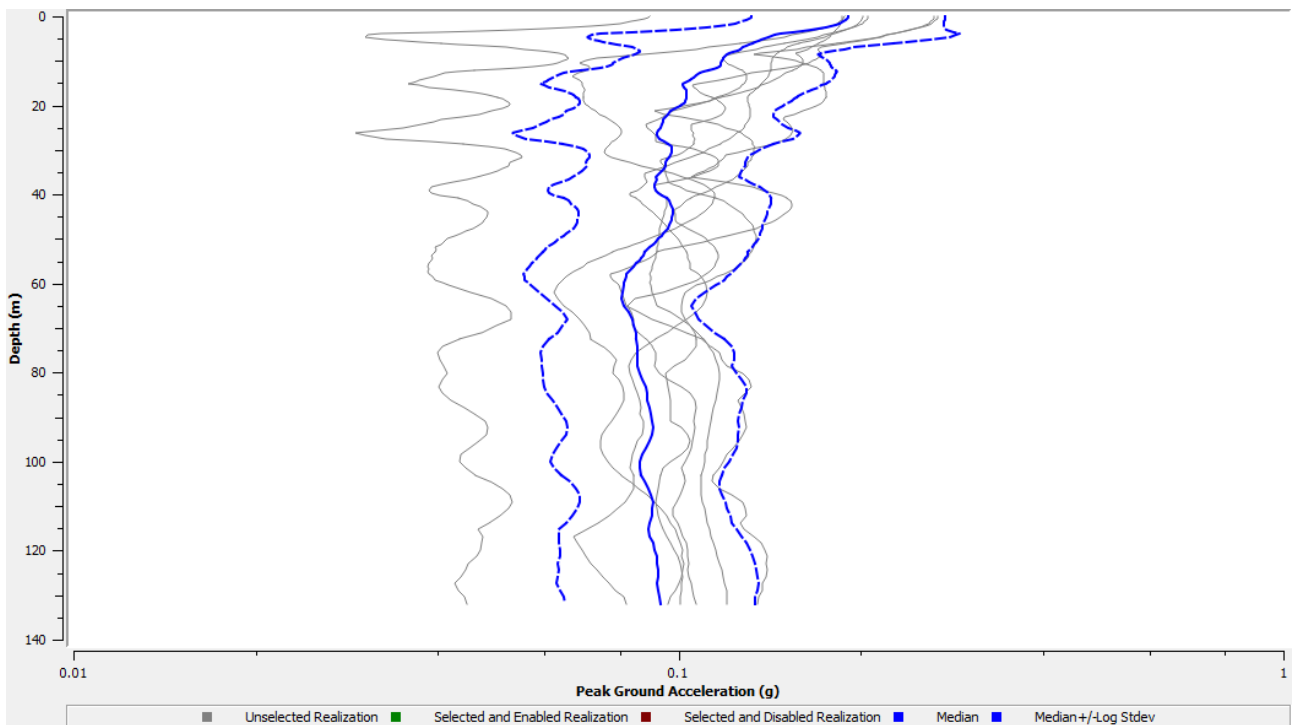


Figura 24: Spettri in uscita (Strata)





**Figura 25: Profile damping**



**Figura 26: Peak ground acceleration Profile**

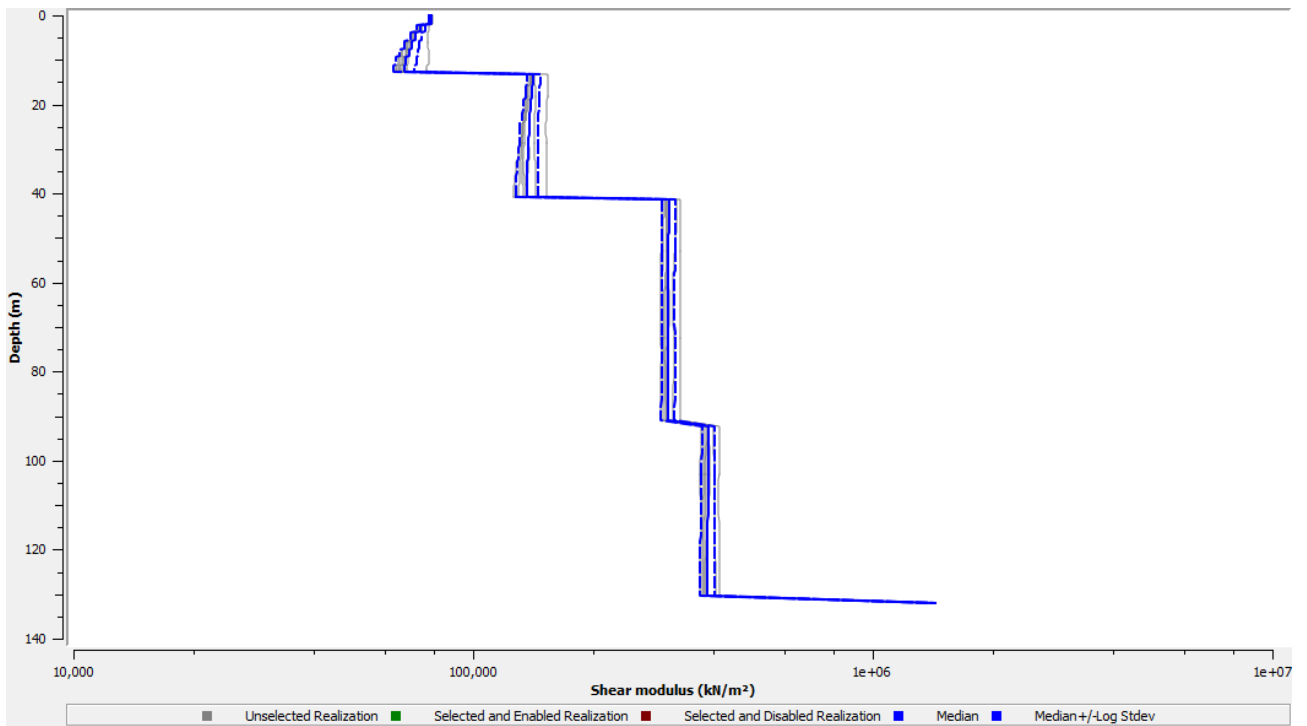


Figura 27: Shear modulus profile

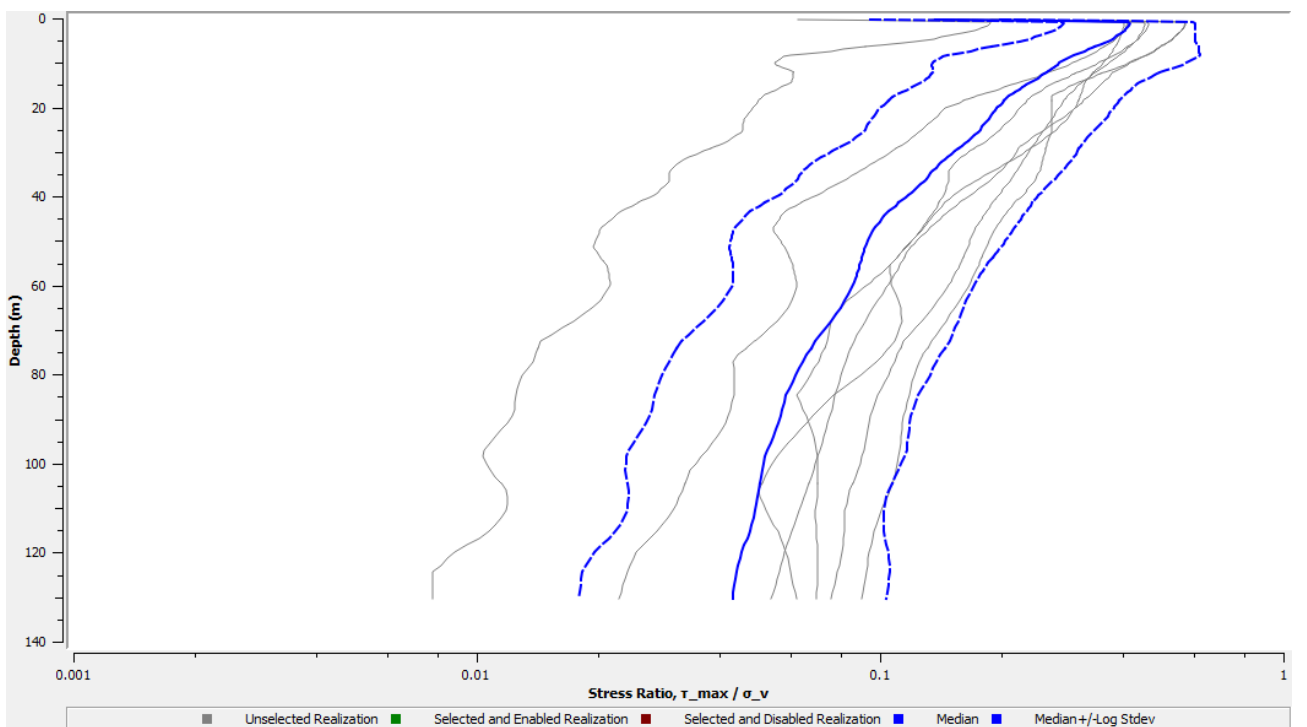
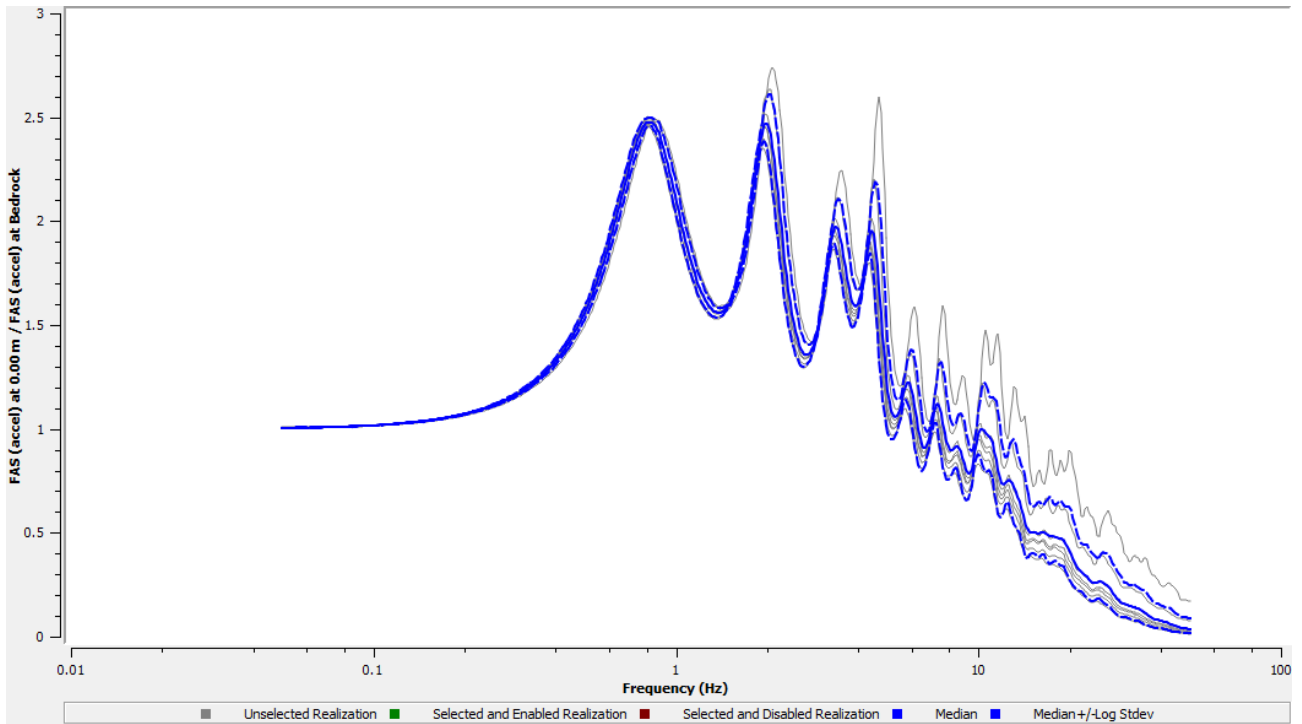
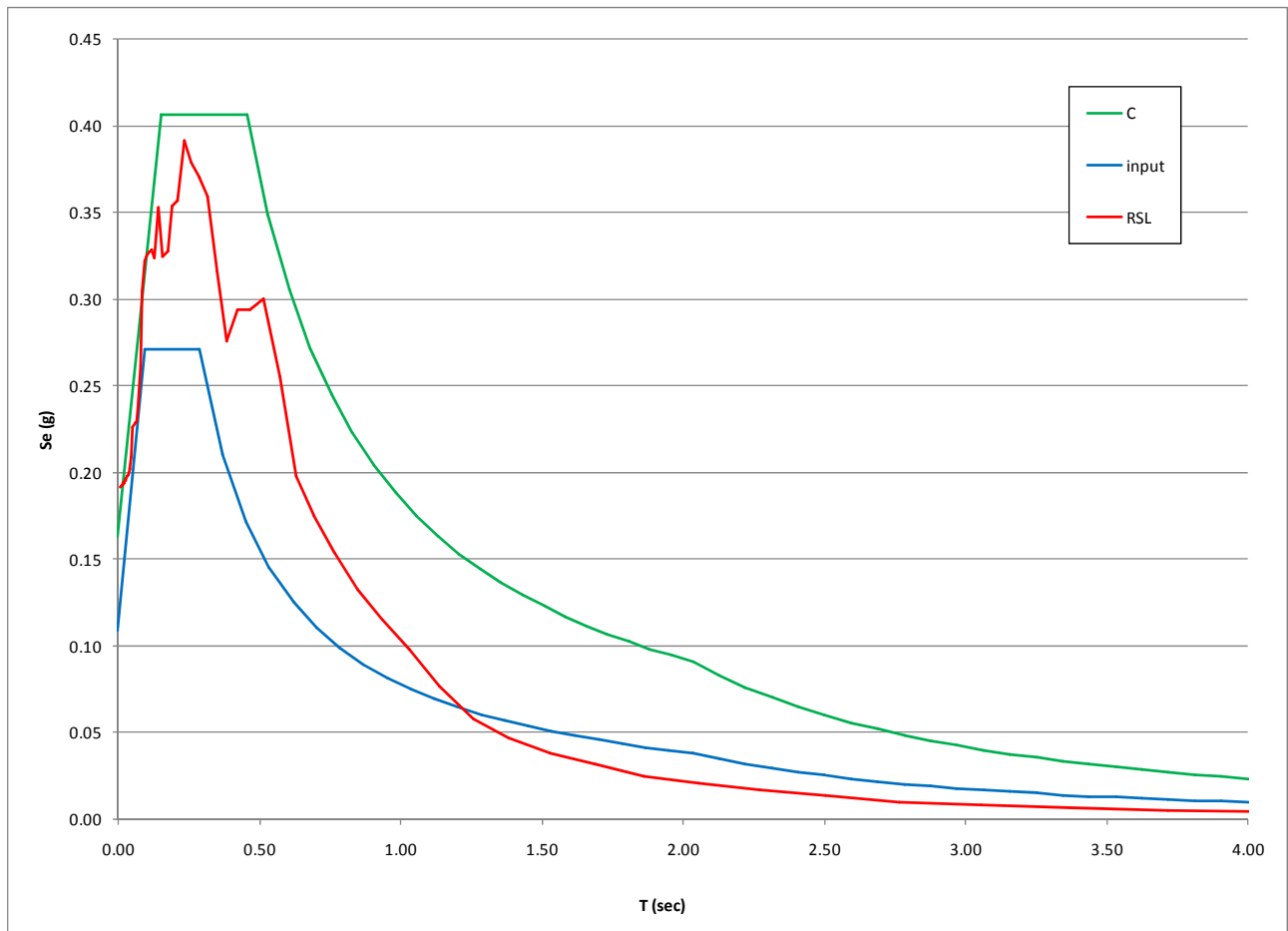


Figura 28: Stress ratio profile



**Figura 29: Transfer function**



**Figura 30: Spettro in uscita da analisi numerica di RSL comparato con gli spettri di normativa**

**RSL - SLO**

In figura 33 la schermata con i dati in ingresso di Rexel per la ricerca della combinazione della settupla di accelero grammi di input. È stata scelta la combinazione 43 fra quelle a minore scarto rispetto allo spettro di riferimento eliminando anche quelle con presenza di accelerogrammi con picchi troppo accentuati o con anomalie rilevanti rispetto lo spettro target.

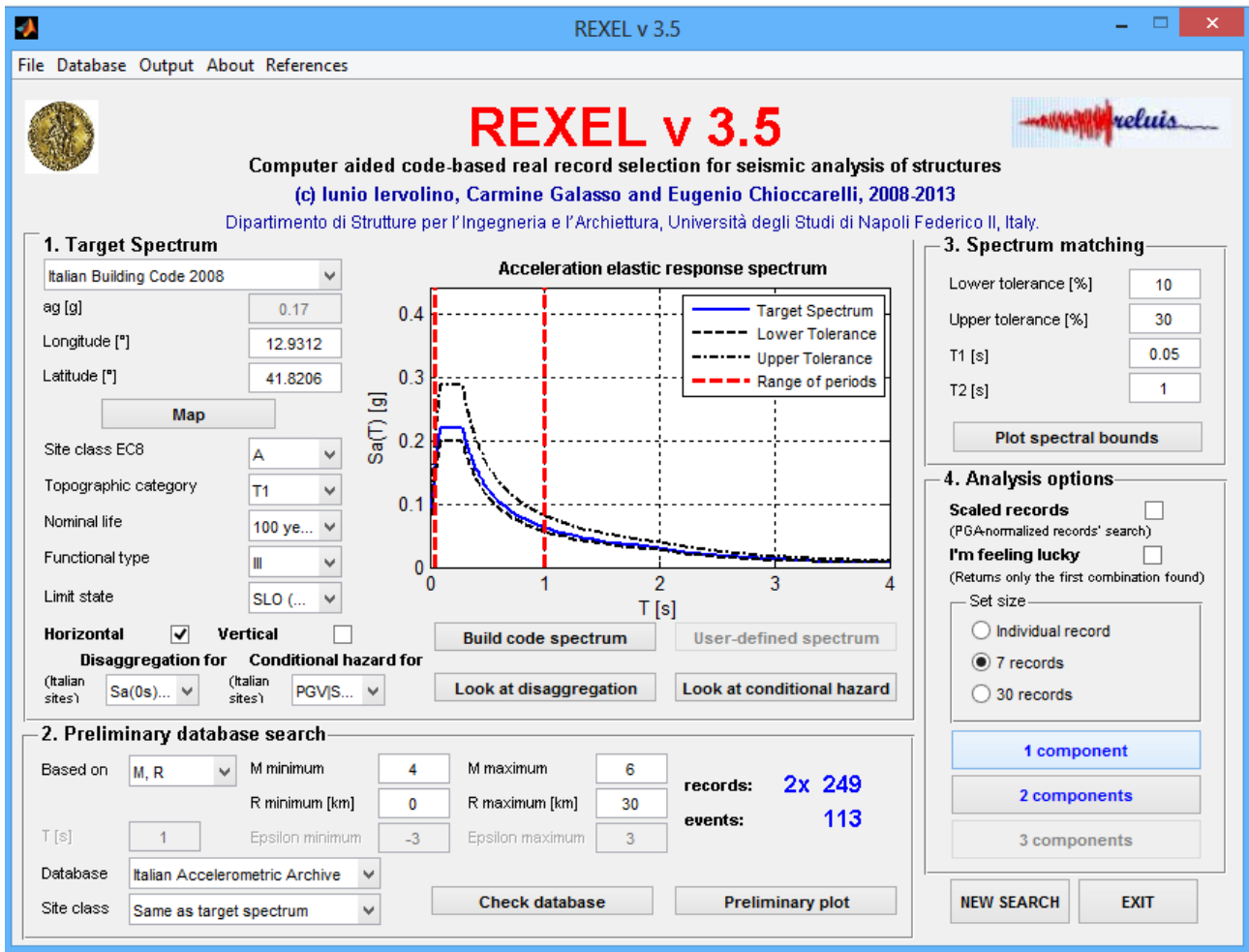
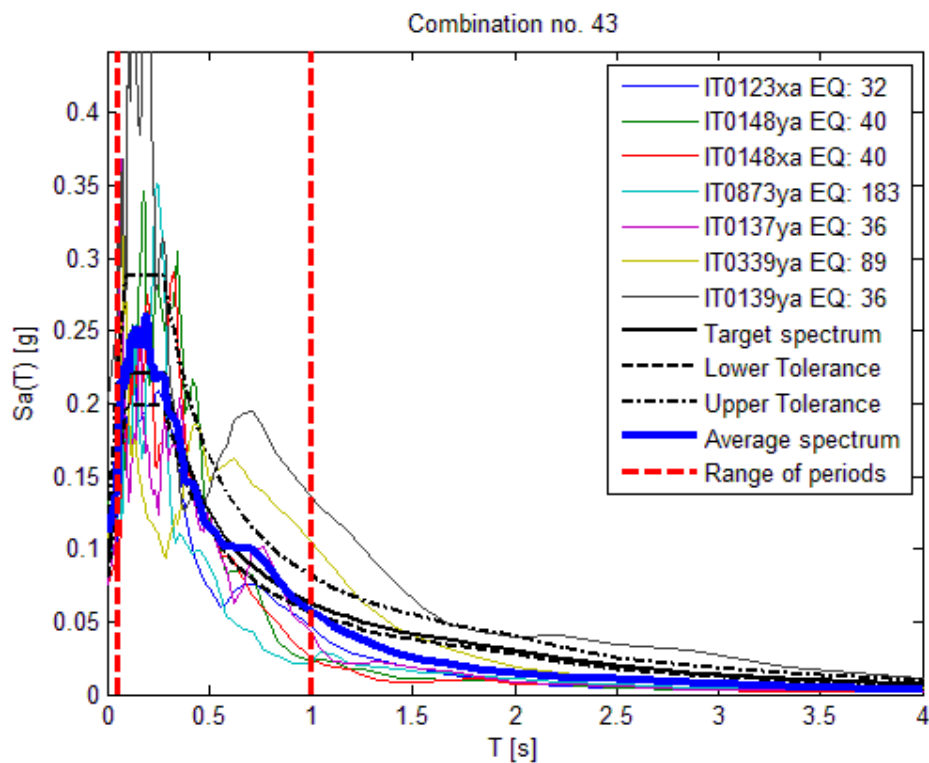


Figura 31: schermata iniziale di Rexel con i dati di input immessi

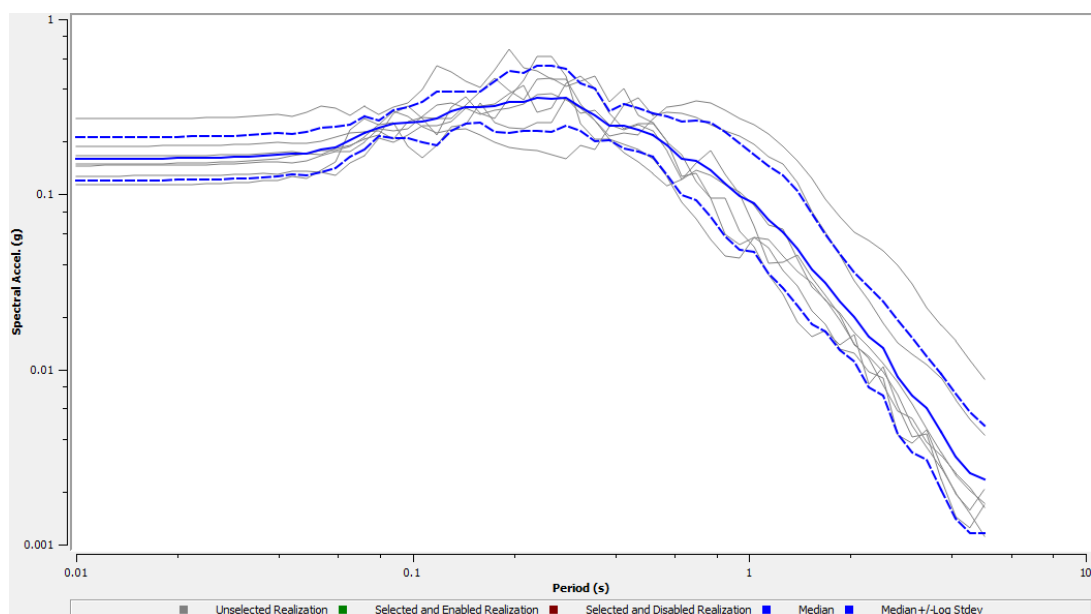
Tabella 10: Dati identificativi accelerogrammi di input SLO

Waveform ID	Earthquake ID	Station ID	Earthquake Name	Date	Mw	Fault Mechanism	Epicentral Distance [km]	PGA_X [m/s <sup>2</sup> ]	PGA_Y [m/s <sup>2</sup> ]	PGV_X [m/s]	PGV_Y [m/s]	ID_X	ID_Y	Np_X	Np_Y	EC8 Site class
123	32	SMT	FRIULI	16/09/1977	5.3	Thrust	9.131	0.95342	0.69551	0.054833	0.020683	2.1302	3.3238	0.89681	0.5966	A
148	40	CSR	VAL NERINA	28/02/1980	5	n/a	5.8515	0.74542	1.2897	0.032511	0.046094	12.4245	6.4734	0.61026	0.55114	A
148	40	CSR	VAL NERINA	28/02/1980	5	n/a	5.8515	0.74542	1.2897	0.032511	0.046094	12.4245	6.4734	0.61026	0.55114	A
873	183	AQP	L'Aquila Earthquake	19/09/1979	5.6	Normal	14.4077	0.74601	0.92135	0.027658	0.042698	10.2083	6.5068	0.94972	0.48085	A
137	36	ARQ	VAL NERINA	19/09/1979	5.8	Normal	21.0469	0.54655	0.74342	0.032751	0.040893	13.1471	15.3933	0.42846	0.63976	A
339	89	SRT	EAST SICILY	13/12/1990	5.6	Strike-slip	28.3352	0.61251	1.0579	0.032797	0.069099	14.8803	4.9543	0.66094	0.9611	A
139	36	CSC	VAL NERINA	19/09/1979	5.8	Normal	9.2711	1.4397	1.9832	0.079103	0.14104	13.3224	3.9336	0.81964	1.1870	A
mean:					5.442857		13.41356	0.827002	1.140113	0.041738	0.058085	11.21961	6.722657	0.710871	0.64955	



**Figura 32: spettri degli accelerogrammi di input**

Tramite software Strata è stata eseguita l'analisi numerica di risposta sismica locale SLO, inserendo nel programma i dati di input appena descritti, ovvero i sette accelerogrammi naturali trovati e modello sismo stratigrafico di tabella 10. Di seguito e per ciascuno degli stati limite studiati sono presentati graficamente gli spettri in uscita, i vari profili di damping, picchi di accelerazione al suolo, modulo di taglio, stress e funzione di trasferimento. Gli accelerogrammi di input, output e spettri in formato numerico sono riportati in allegato.



**Figura 33: Spettri in uscita (Strata)**

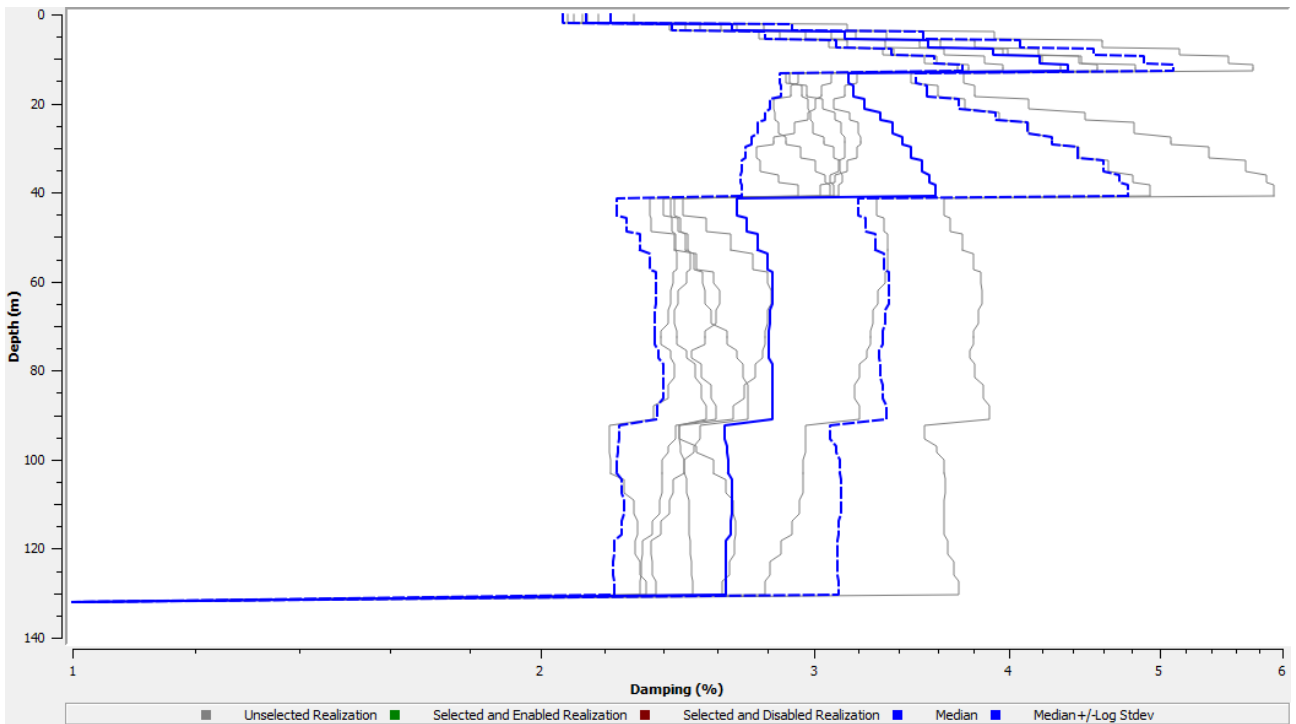


Figura 34: Profile damping

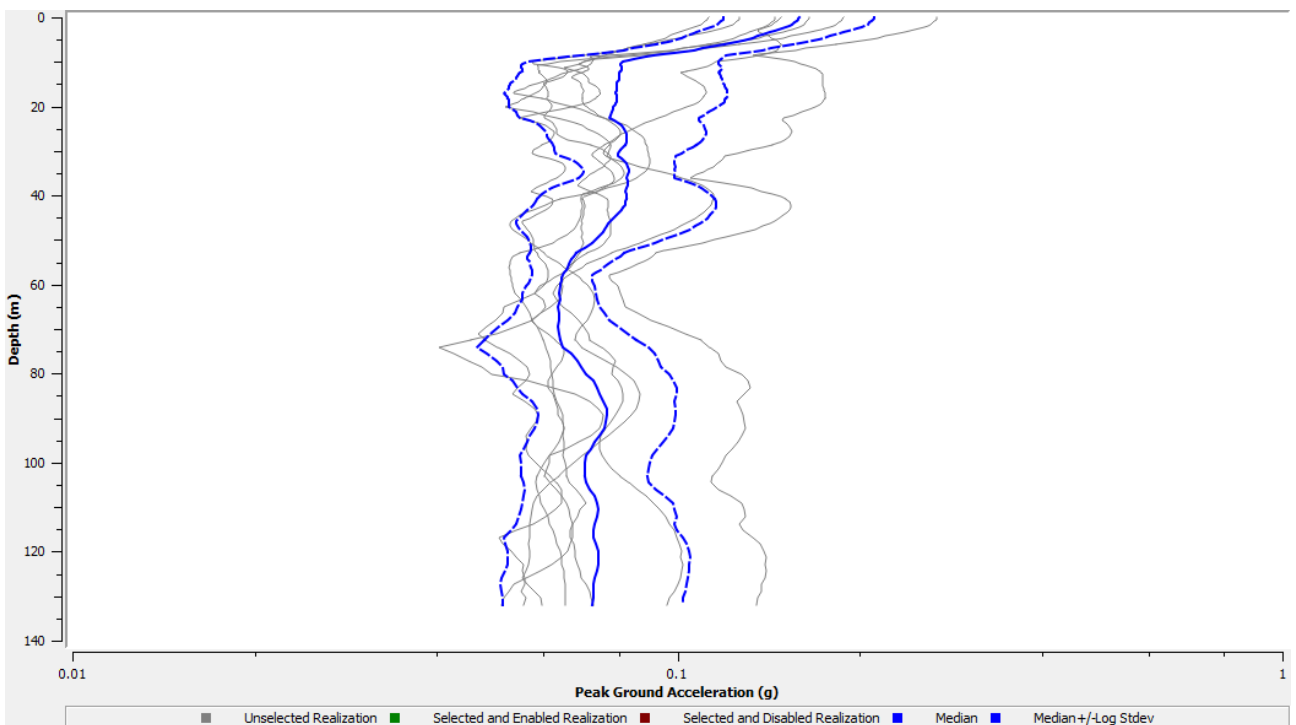


Figura 35: Peak ground acceleration Profile

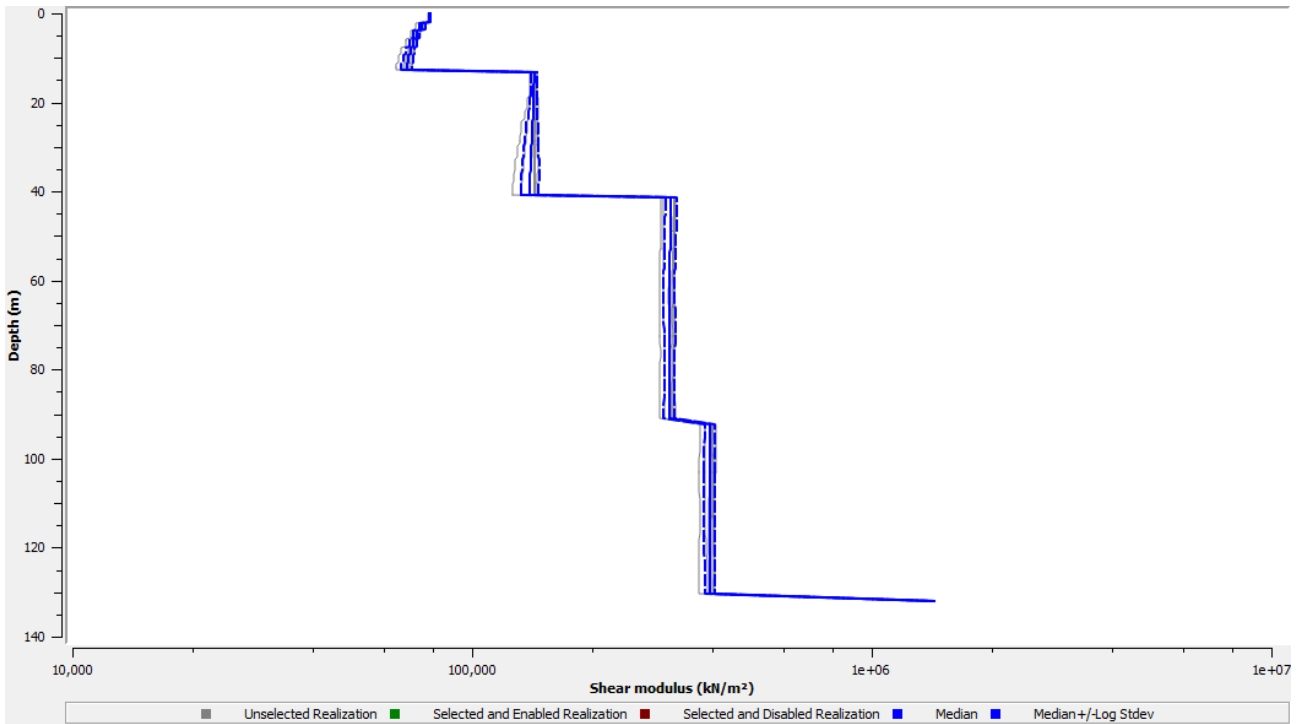


Figura 36: Shear modulus profile

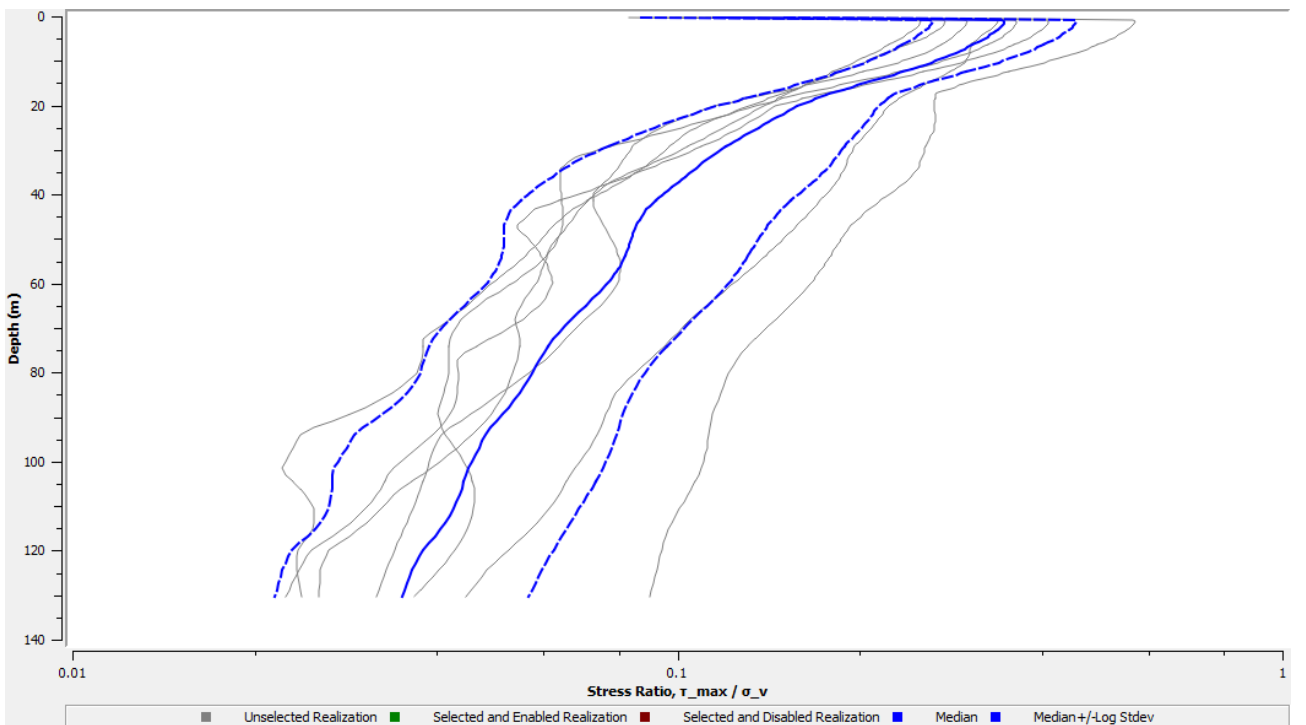


Figura 37: Stress ratio profile

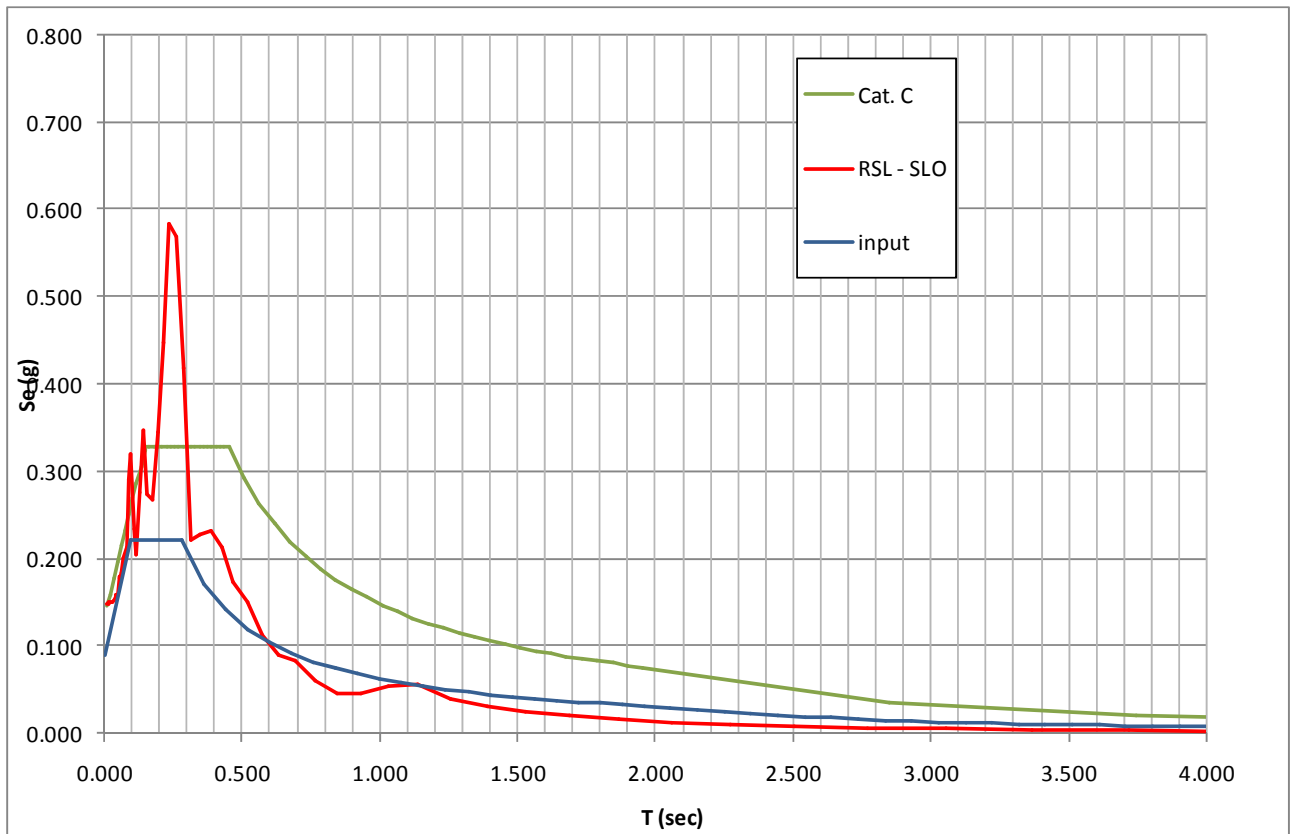


Figura 38: Spettro in uscita da analisi numerica di RSL comparato con gli spettri di normativa

In figura 39 sono messe a confronto le funzioni trasferimento per gli stati limite considerati, con la curva H/V.

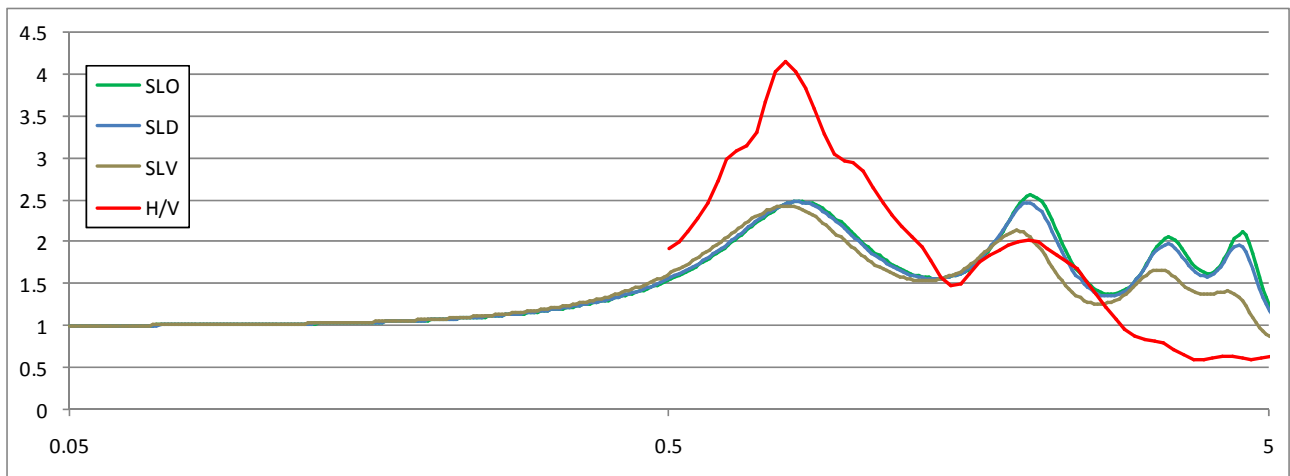


Figura 39: Funzioni di trasferimento e H/V



## CONCLUSIONI

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

- In relazione alla morfologia del sito, l'area in esame si presenta in piano e non sono stati rilevati indizi di instabilità sia potenziale che in atto.
- Le fondazioni sono di tipo diretto e dovranno attestarsi al di sotto del primo metro di sottofondo stradale e riporti. 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 Vs progressivamente in aumento con la profondità ed un effetto di amplificazione per effetti stratigrafici, quantificata come da analisi numerica di RSL e piuttosto coerente con uno spettro normativo di categoria C.
- Essendo il livello statico della prima falda acquifera posto a profondità superiori a 15 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.

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

Cave, agosto 2020

Il geologo

Dott. Paolo Baglini



## **ALLEGATI**

## PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DPSH)

### Committente:

Comune di Cave

### Località:

via S. Lorenzo

Scuola Media Statale "P. Metastasio"

### Data:

19/05/2015

### 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 <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste:	1 m
Peso aste a metro:	6,3 Kg/m
Avanzamento punta:	0,20 m

### Parametri:

c = coesione

cu = coesione non drenata

E = modulo di deformazione

Qc = resistenza alla punta

G = modulo di taglio dinamico

Eed = modulo edometrico

**Report Prove:**

Prova penetrometrica dinamica n.: **P1**

**Numero di colpi penetrazione punta**

	0	5	10	15	20
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	█				
8,2	█				
8,4	█				
8,6	█				
8,8	█				
9	█				
9,2	█				
9,4	█				
9,6	█				
9,8	█				
10	█				

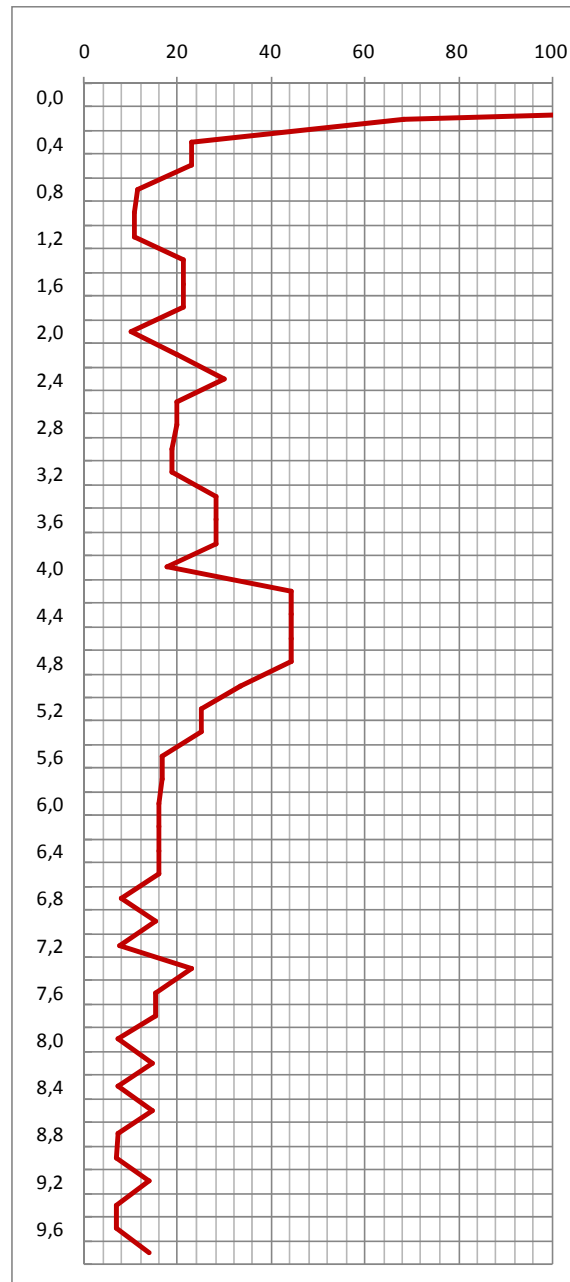
**Interpretazione stratigrafica**

	ε	Nspt	φ	cu
R	1	10,49	28	0,70
A	3,2	3,28	22	0,22
B	1	7,63	26	0,51
C	4,8	2,85	22	0,19

N  
22  
6  
2  
2  
1  
1  
1  
2  
2  
2  
2  
1  
2  
3  
2  
2  
2  
2  
3  
3  
3  
3  
2  
5  
5  
5  
5  
4  
3  
3  
2  
2  
2  
2  
2  
2  
1  
2  
1  
3  
2  
2  
1  
2  
1  
2  
1  
1  
2

### Rpd (P1)

(Kg/cm<sup>2</sup>)



### Dati (P1)

strato	Spessore m	peso (t/m <sup>3</sup> )	Nspt	angolo attrito (°)	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	c (Kg/cm <sup>2</sup> )	E (Kg/cm <sup>2</sup> )	G (Kg/cm <sup>2</sup> )	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )	cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
R	1,0	1,7	10,49	28	20,98	0,00	83,92	70,54	74,48	0,70
A	3,2	1,7	3,28	22	6,56	0,10	26,24	29,15	23,29	0,22
B	1,0	1,7	7,60	26	15,20	0,20	60,80	55,21	53,96	0,51
C	4,8	1,7	2,85	22	5,70	0,10	22,80	26,20	20,24	0,19

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				
8,2	█			
8,4	█			
8,6	█			
8,8	█			
9				
9,2	█			
9,4	█			
9,6	█			
9,8	█			
10				

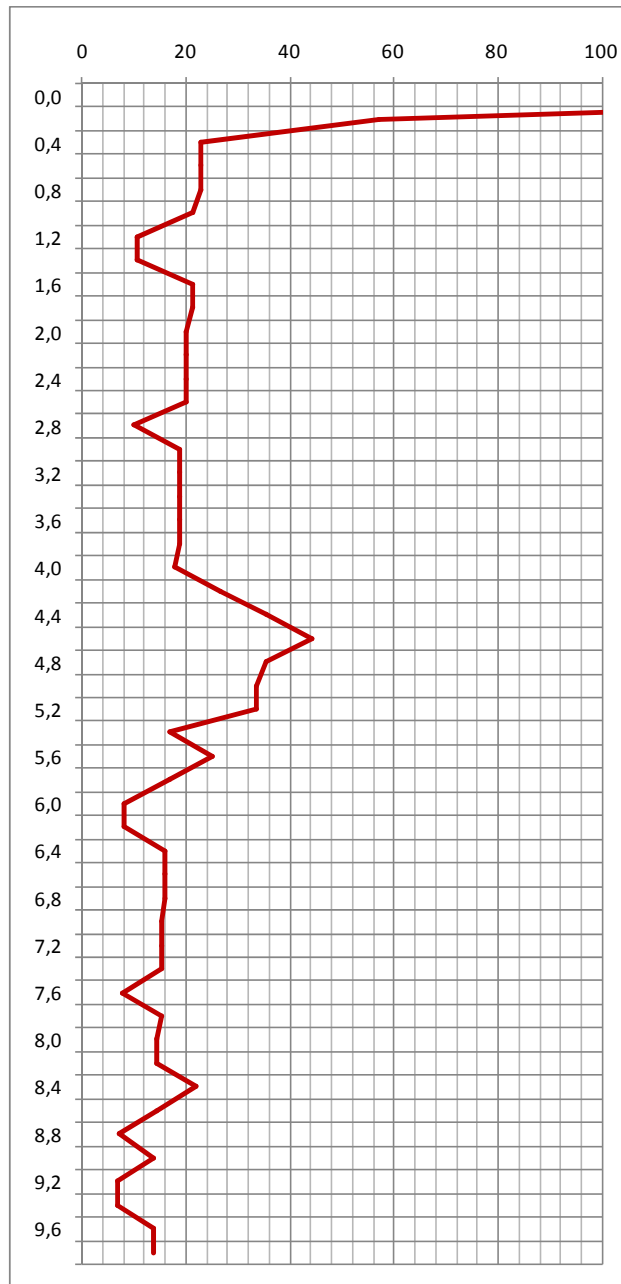
**Interpretazione stratigrafica**

	ε	Nspt	φ	cu
R	1	9,22	27	0,62
A	3,4	2,99	22	0,20
B	1	6,68	25	0,45
C	4,6	2,90	22	0,19

N  
18  
5  
2  
2  
2  
2  
1  
1  
1  
2  
2  
2  
2  
2  
2  
2  
2  
2  
2  
3  
4  
5  
4  
4  
4  
2  
2  
3  
2  
1  
1  
1  
2  
2  
2  
2  
2  
2  
2  
1  
2  
2  
2  
2

## Rpd (P2)

(Kg/cm<sup>2</sup>)



## Dati (P2)

strato	Spessore m	peso (t/m <sup>3</sup> )	Nspt	angolo attrito (°)	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	c (Kg/cm <sup>2</sup> )	E (Kg/cm <sup>2</sup> )	G (Kg/cm <sup>2</sup> )	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )	cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
R	1,0	1,7	9,22	27	18,44	0,00	73,76	63,95	65,46	0,62
A	3,4	1,7	2,99	22	5,98	0,10	23,92	27,17	21,23	0,20
B	1,0	1,7	6,68	25	13,36	0,20	53,44	50,06	47,43	0,45
C	4,6	1,7	2,90	22	5,80	0,10	23,20	26,55	20,59	0,19

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DPSH





## SPT in Foro

Committente: Comune di Cave

Località: via S. Lorenzo – Scuola Media Statale “P. Metastasio”

Prova eseguita in data: 13/05/2015

Peso Massa battente: 63.5 Kg  
 Altezza di caduta libera: 0.76 m  
 Peso sistema di battuta: 4.2 Kg  
 Diametro punta conica: 50.46 mm  
 Area di base punta: 20 cm<sup>2</sup>  
 Lunghezza delle aste: 1 m  
 Peso aste a metro: 7 Kg/m  
 Profondità giunzione prima asta: 0.80 m  
 Avanzamento punta: 0.30 m  
 Numero colpi per punta: N(30)  
 Coeff. Correlazione: 1  
 Rivestimento/fanghi: No

	Profondità	N	
SPT1	5,50	2	N1
	5,65	1	N2
	5,80	2	N3
SPT2	11,00	3	N1
	11,15	3	N2
	11,30	3	N3
SPT3	20,00	6	N1
	20,15	5	N2
	20,30	5	N3

strato	Profondità	peso	Nspt	angolo attrito	Qc	c	E	G	Eed	cu
	<i>m</i>	<i>(t/m<sup>3</sup>)</i>		<i>(°)</i>	<i>(Kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>(Kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>(Kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>(Kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>(Kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>(Kg/cm<sup>2</sup>)</i>
Tufo Terroso	5,5	1,7	3,00	22	6,00	0,00	24,00	27,24	21,30	0,20
Tufo Terroso	11	1,7	6,00	24	12,00	0,10	48,00	46,13	42,60	0,40
Tufo Terroso	20	1,7	10,00	27	20,00	0,20	80,00	68,02	71,00	0,67

# SONDAGGIO











Committente: Comune di Cave  
 Cantiere: Scuola Media . Via S. Lorenzo  
 Data: 13/05/2015

S1		GRANULOMETRIA	CONSISTENZA
0,00	Coperture		
0,50			
1,00			
1,50			
2,00			
2,50	Cineriti	limo argilloso	poco consistente
3,00			
3,50			
4,00			
4,50		limo sabbioso	consistente
5,00			
5,50		limo sabbioso	poco consistente
6,00			
6,50			
7,00			
7,50			
8,00			
8,50		sabbioso	poco consistente
9,00			
9,50			
10,00		limo sabbioso	mediam. Consistente
10,50			
11,00			
11,50			
12,00			
12,50			
13,00			
13,50			
14,00		sabbioso	poco o mediamente consistente
14,50			
15,00			
15,50			
16,00			
16,50	Tufo terroso		
17,00			
17,50			
18,00			
18,50			
19,00			
19,50			
20,00		limo sabbioso	mediam. Consistente
20,50			
21,00			
21,50			
22,00			
22,50			
23,00			
23,50			
24,00		sabbioso	mediam. Consistente
24,50			
25,00			
25,50		limo sabbioso	mediam. Consistente
26,00			
26,50			
27,00			
27,50		sabbioso	consistente
28,00			
28,50			
29,00			
29,50	Cinerite	limo sabbioso molto fine	molto consistente
30,00			

COMMITTENTE: Dott. Geol. Paolo Baglini

RIFERIMENTO: Cave

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: T1

PROFONDITA': m 17.0

**MODULO RIASSUNTIVO**
**CARATTERISTICHE FISICHE**

Umidità naturale	%
Peso di volume	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume secco	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico	2.60
Indice dei vuoti	
Porosità	%
Grado di saturazione	%
Limite di liquidità	%
Limite di plasticità	%
Indice di plasticità	%
Indice di consistenza	
Passante al set. n° 40	
Limite di ritiro	%
Classif. CNR-UNI	

**ANALISI GRANULOMETRICA**

Ghiaia	1.6	%
Sabbia	60.1	%
Limo	26.0	%
Argilla	12.3	%
D 10	0.004039	mm
D 50	0.187257	mm
D 60	0.293143	mm
D 90	1.673311	mm
Passante set. 10	92.4	%
Passante set. 40	66.6	%
Passante set. 200	38.3	%

**PERMEABILITA'**

Coefficiente k cm/sec

**COMPRESSIONE**

$\sigma$	kPa	$\sigma_{Rim}$	kPa
----------	-----	----------------	-----

**TAGLIO DIRETTO**

Prova consolidata-lenta			
c	kPa	$\phi$	°
c Res	kPa	$\phi_{Res}$	°

**COMPRESSIONE TRIASSIALE**

C.D.	$C_d$	kPa	$\phi_d$	°
C.U.	$C'_{cu}$	kPa	$\phi'_{cu}$	°
	$C_{cu}$	kPa	$\phi_{cu}$	°
U.U.	$C_u$	kPa	$\phi_u$	°

**PROVA EDOMETRICA**

$\sigma$ kPa	E kPa	$C_v$ cm <sup>2</sup> /sec	k cm/sec

Sabbia con limo argillosa di colore marrone

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone  
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685  
laboratorio@geores.itAZIENDA CON  
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'  
UNI EN ISO 9001:2008  
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
Decreto 160/19-04-2011 - DPR 246/1993 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00031	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/02/16	Inizio analisi: 02/02/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 11 del 28/01/16		Apertura campione: 28/01/16	Fine analisi: 03/02/16

COMMITTENTE: Dott. Geol. Paolo Baglini		
RIFERIMENTO: Cave		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: T1	PROFONDITA': m 17.0

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

$\gamma_s$  = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.60

$\gamma_{sc}$  = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.60

Metodo:  A  B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 21.0 °C

Disaerazione eseguita per bollitura

Sabbia con limo argillosa di colore marrone

Sperimentatore  
Roberto Braccaglia

Direttore  
Enrico Tallini

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone  
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685  
laboratorio@geores.itAZIENDA CON  
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'  
UNI EN ISO 9001:2008  
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
Decreto 160/19-04-2011 - DPR 246/1993 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00032 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 11 del 28/01/16

DATA DI EMISSIONE: 04/02/16

Inizio analisi: 01/02/16

Apertura campione: 28/01/16

Fine analisi: 04/02/16

COMMITTENTE: Dott. Geol. Paolo Baglini

RIFERIMENTO: Cave

SONDAGGIO: S1

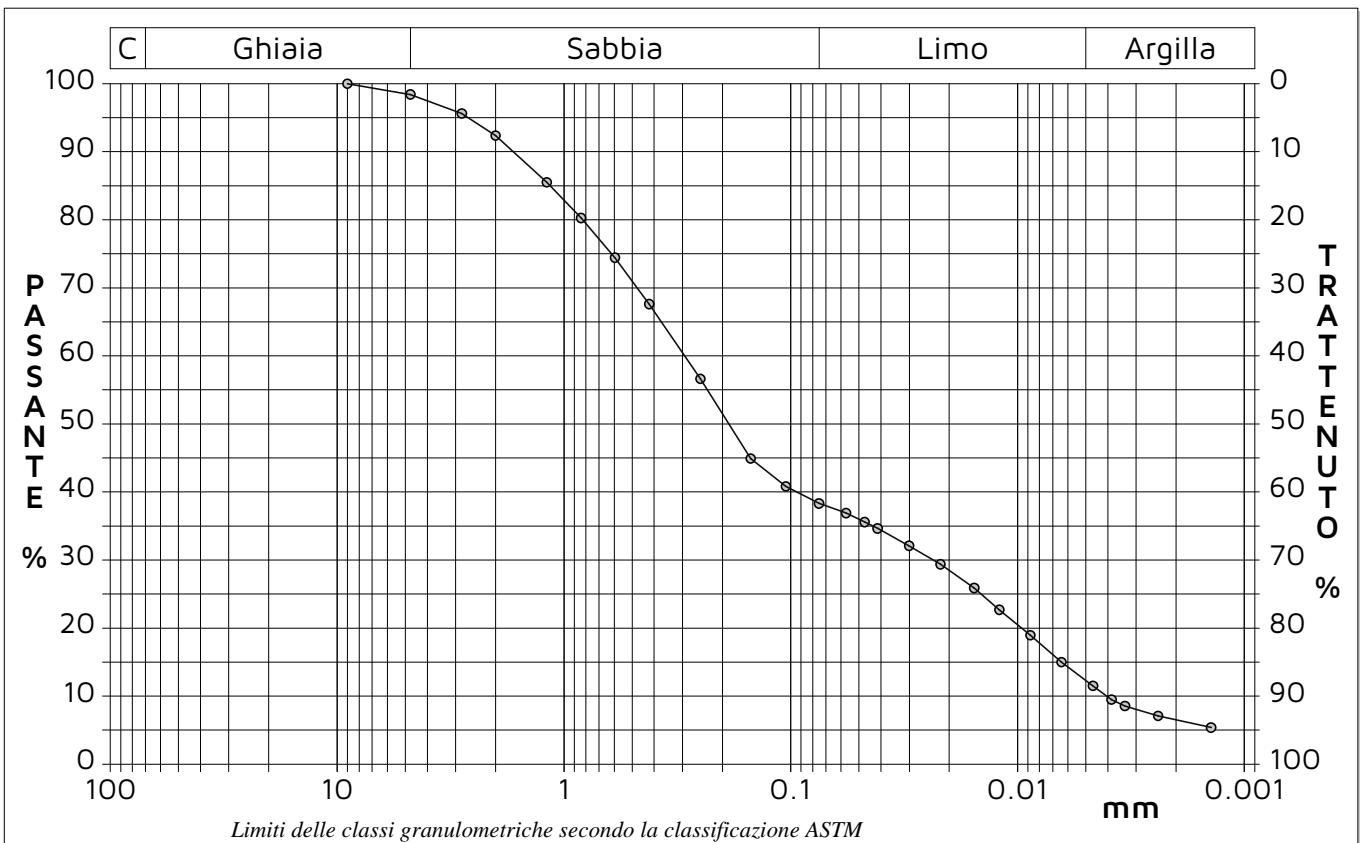
CAMPIONE: T1

PROFONDITA': m 17.0

**ANALISI GRANULOMETRICA**

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	1.6 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	92.4 %	D10	0.00404 mm
Sabbia	60.1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	66.6 %	D30	0.02356 mm
Limo	26.0 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	38.3 %	D50	0.18726 mm
Argilla	12.3 %			D60	0.29314 mm
Coefficiente di uniformità		72.58	Coefficiente di curvatura		0.47
				D90	1.67331 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
9.0000	100.00	0.8410	80.26	0.1050	40.82	0.0301	32.08	0.0064	15.00
4.7500	98.41	0.5950	74.42	0.0750	38.30	0.0219	29.37	0.0046	11.51
2.8200	95.61	0.4200	67.60	0.0570	36.90	0.0155	25.87	0.0039	9.49
2.0000	92.35	0.2500	56.63	0.0473	35.58	0.0120	22.69	0.0034	8.56
1.1900	85.51	0.1500	44.91	0.0414	34.64	0.0088	18.96	0.0024	7.09

Sabbia con limo argillosa di colore marrone

Sperimentatore  
Roberto Braccaglia  
*Roberto Braccaglia*Direttore  
Enrico Tallini  
*Enrico Tallini*



## DOWN HOLE

### TABELLA PRIMI ARRIVI DISTANZA DELLO SPARO DA BOCCA FORO

Distanza = 2.00 [m]

#### PRIMI ARRIVI

N° Geof.	Profondità [m]	Onde P [ms]	Onde S (X) [ms]	Onde S (Y) [ms]	Onde P (corretti) [ms]	Onde S (X) (corretti) [ms]	Onde S (Y) (corretti) [ms]
1	1.00	6.65	10.50	7.60	2.97	4.70	3.40
2	2.00	7.59	13.50	10.90	5.37	9.55	7.71
3	3.00	9.26	18.10	17.50	7.70	15.06	14.56
4	4.00	9.73	21.50	21.80	8.70	19.23	19.50
5	5.00	10.56	25.00	25.90	9.81	23.21	24.05
6	6.00	11.39	28.60	30.20	10.81	27.13	28.65
7	7.00	12.70	33.20	32.50	12.21	31.92	31.25
8	8.00	14.72	39.10	38.40	14.28	37.93	37.25
9	9.00	18.04	44.50	43.70	17.61	43.44	42.66
10	10.00	21.72	49.30	49.30	21.29	48.34	48.34
11	11.00	23.38	53.70	54.40	23.00	52.83	53.52
12	12.00	24.68	58.80	57.90	24.35	58.00	57.11
13	13.00	25.86	62.60	62.00	25.56	61.87	61.28
14	14.00	28.96	66.90	65.80	28.66	66.23	65.14
15	15.00	31.92	69.50	68.80	31.64	68.89	68.20
16	16.00	34.18	72.10	71.90	33.91	71.54	71.34
17	17.00	35.84	75.80	74.90	35.59	75.28	74.39
18	18.00	38.57	78.60	78.20	38.33	78.12	77.72
19	19.00	40.19	81.00	83.30	39.97	80.55	82.84
20	20.00	42.48	84.20	85.30	42.27	83.78	84.88
21	21.00	43.67	86.60	89.40	43.47	86.21	89.00
22	22.00	44.62	89.20	89.90	44.44	88.83	89.53
23	23.00	45.93	93.50	94.20	45.75	93.15	93.85
24	24.00	46.34	98.60	98.00	46.18	98.26	97.66
25	25.00	47.10	104.30	103.40	46.95	103.97	103.07
26	26.00	48.77	108.90	107.20	48.63	108.58	106.88
27	27.00	50.18	111.00	111.50	50.04	110.70	111.20
28	28.00	52.22	114.50	114.30	52.09	114.21	114.01
29	29.00	53.76	115.90	115.30	53.63	115.63	115.03
30	30.00	54.27	116.90	116.20	54.15	116.64	115.94

#### VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]
1	15	473
2	30	625

## PARAMETRI ONDE SX

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	12	208	0.33	73548.0	195637	191800
2	30	293	0.31	154528..	404863	355142

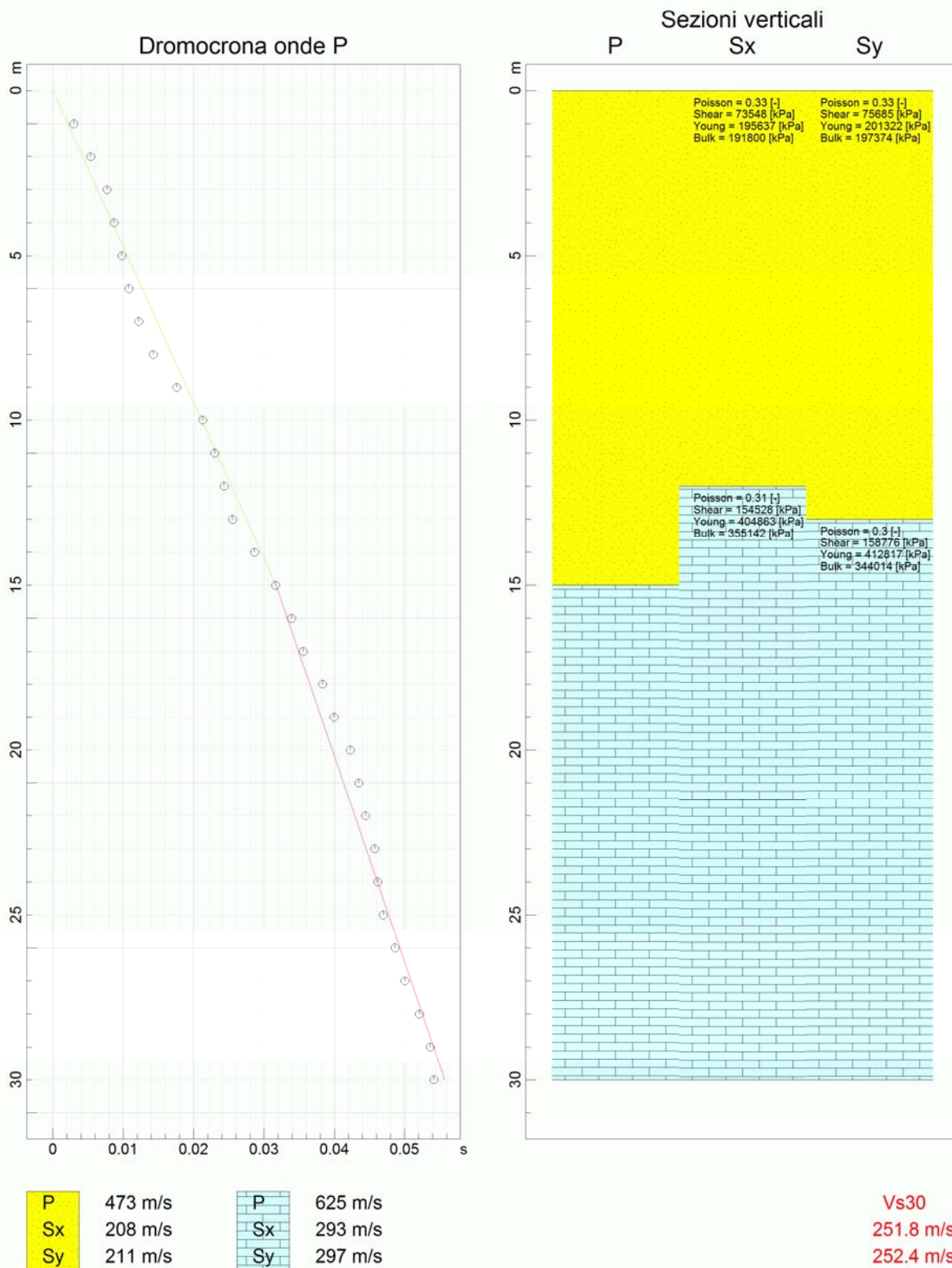
## PARAMETRI ONDE SY

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	13	211	0.33	75685.0	201322	197374
2	30	297	0.30	158776..	412817	344014

## VELOCITA' MEDIE VS30

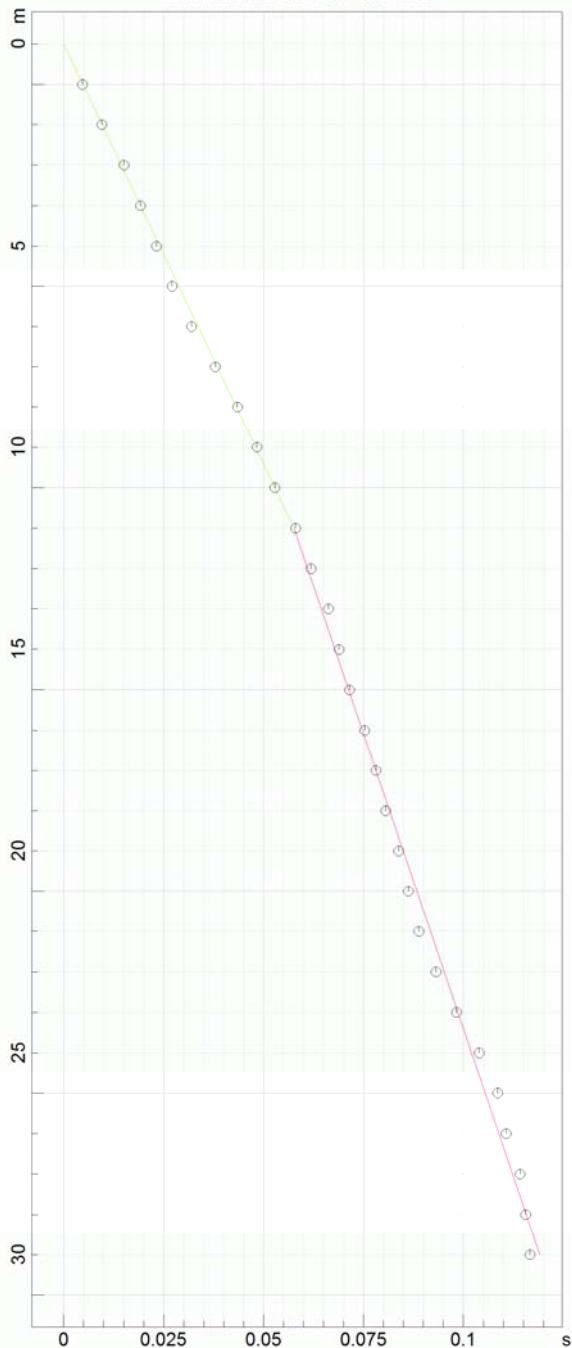
Geofono	VS30 [m/s]
orizzontale Sx	251.8
orizzontale Sy	252.4

## DH SCUOLA P. METASTASIO CAVE

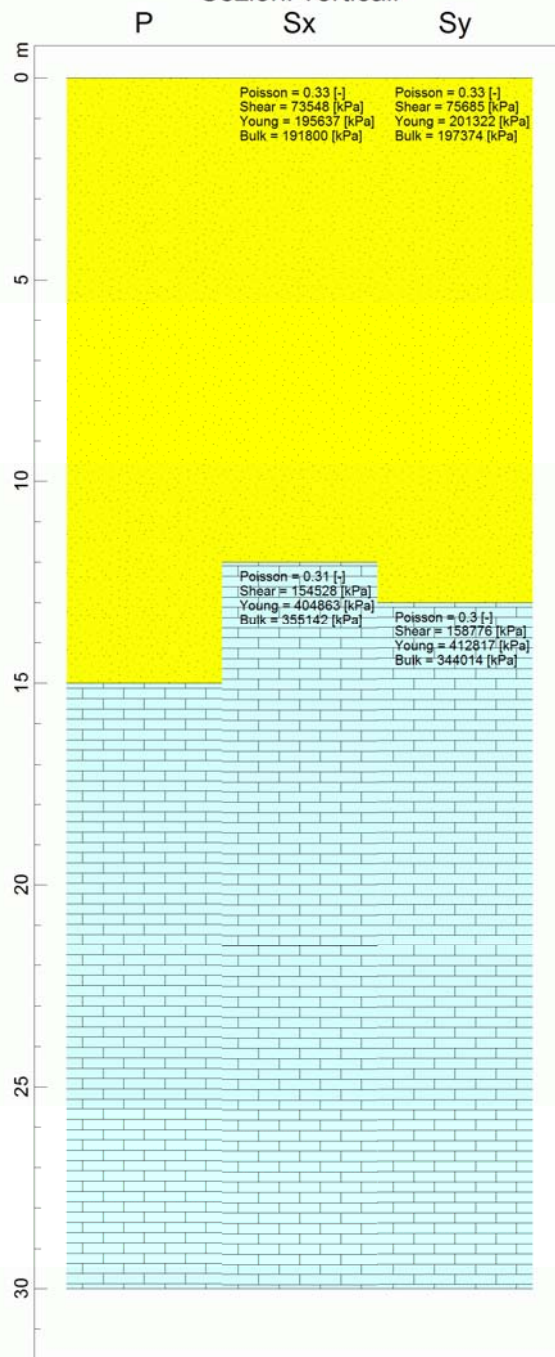


## DH SCUOLA P. METASTASIO CAVE

Dromocrona onde Sx



Sezioni verticali

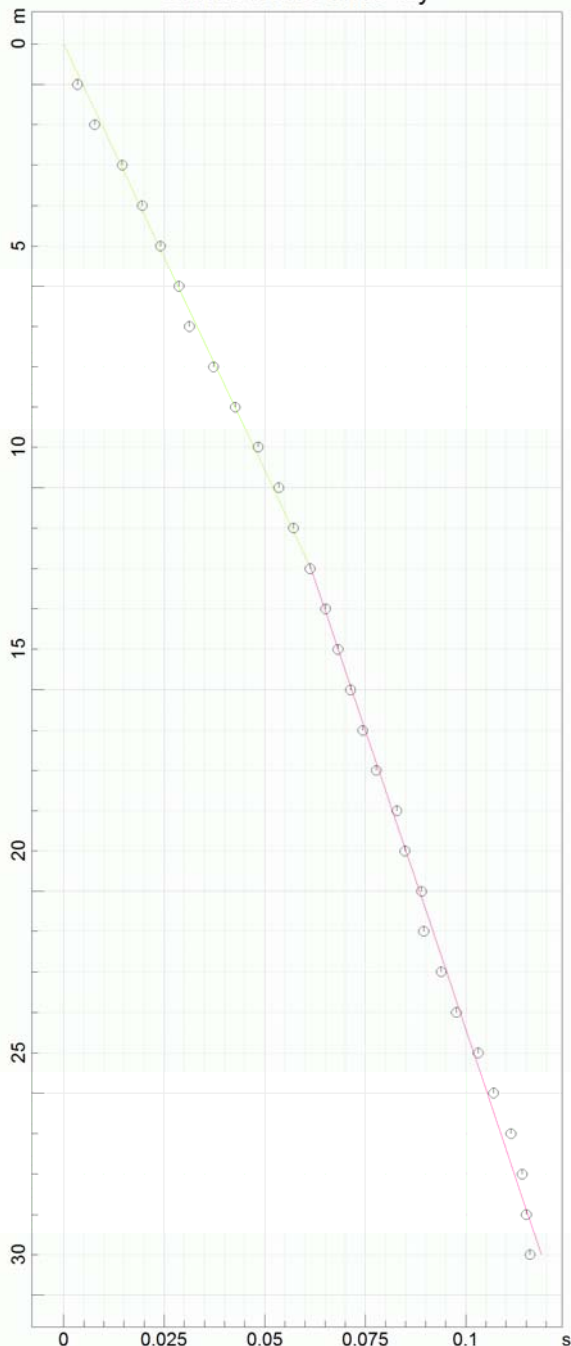


P	473 m/s	P	625 m/s
Sx	208 m/s	Sx	293 m/s
Sy	211 m/s	Sy	297 m/s

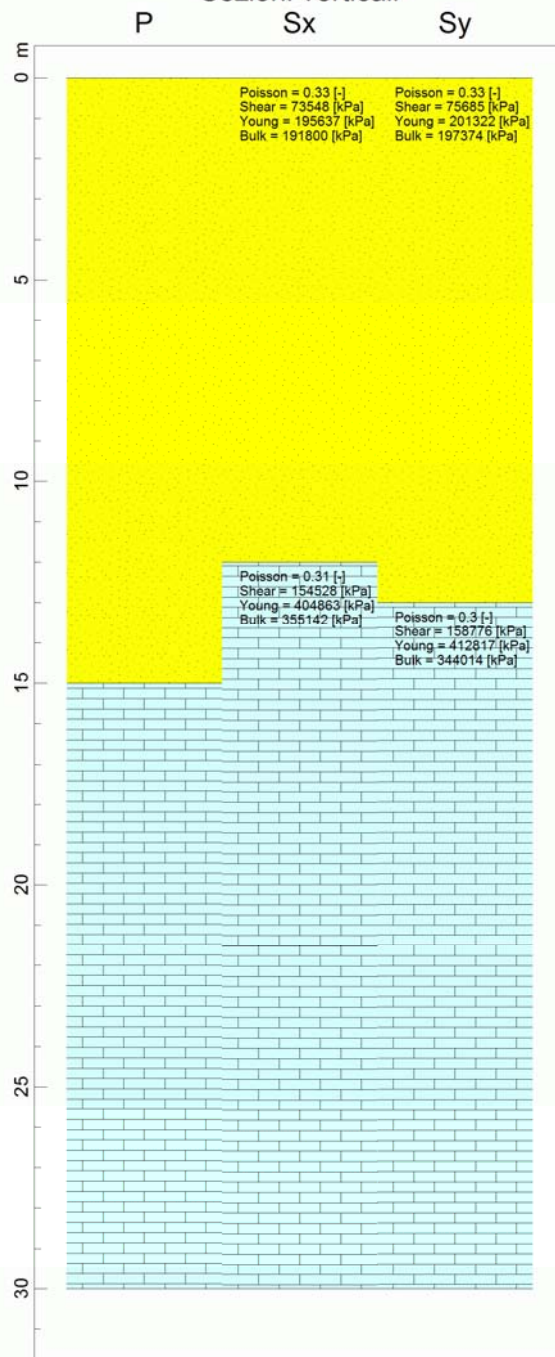
**Vs30**  
**251.8 m/s**  
**252.4 m/s**

## DH SCUOLA P. METASTASIO CAVE

Dromocrona onde Sy



Sezioni verticali



P	473 m/s	P	625 m/s
Sx	208 m/s	Sx	293 m/s
Sy	211 m/s	Sy	297 m/s

**Vs30**  
**251.8 m/s**  
**252.4 m/s**



## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



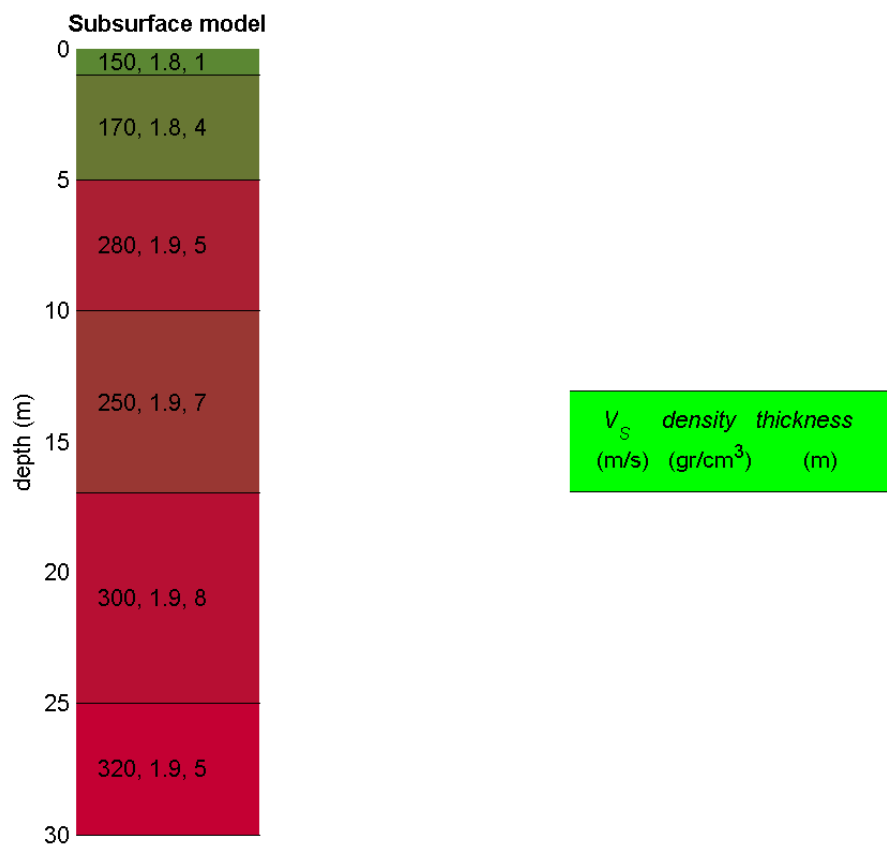
# MASW 1

Località:

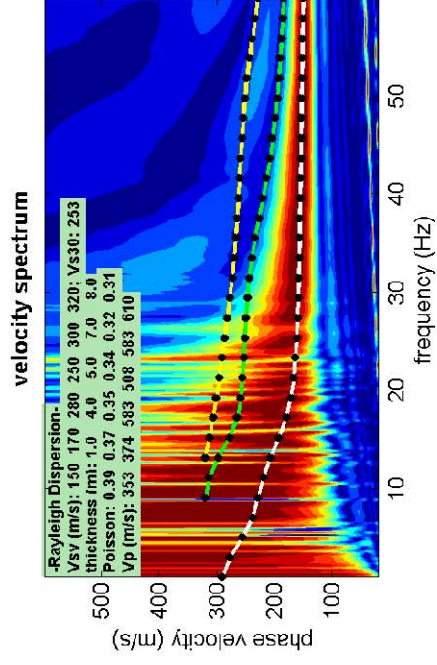
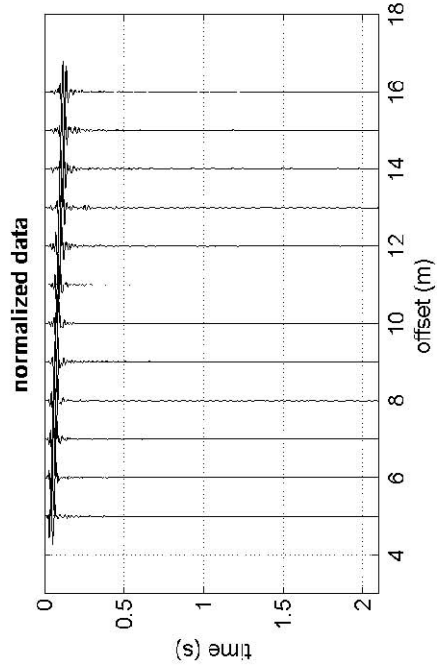
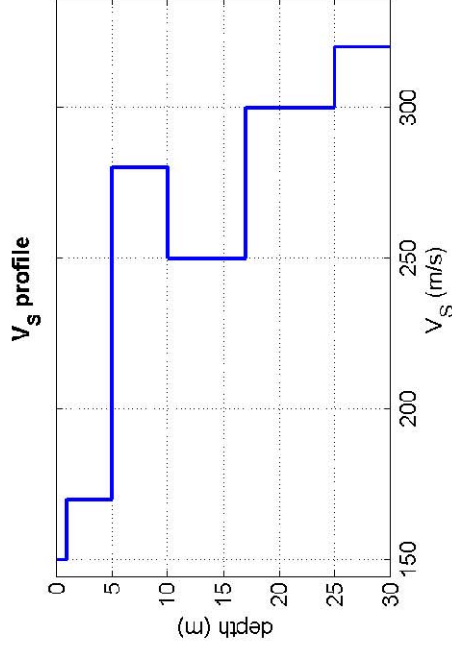
Cave, via S. Lorenzo – Scuola media statale “Pietro Metastasio”

Committente:

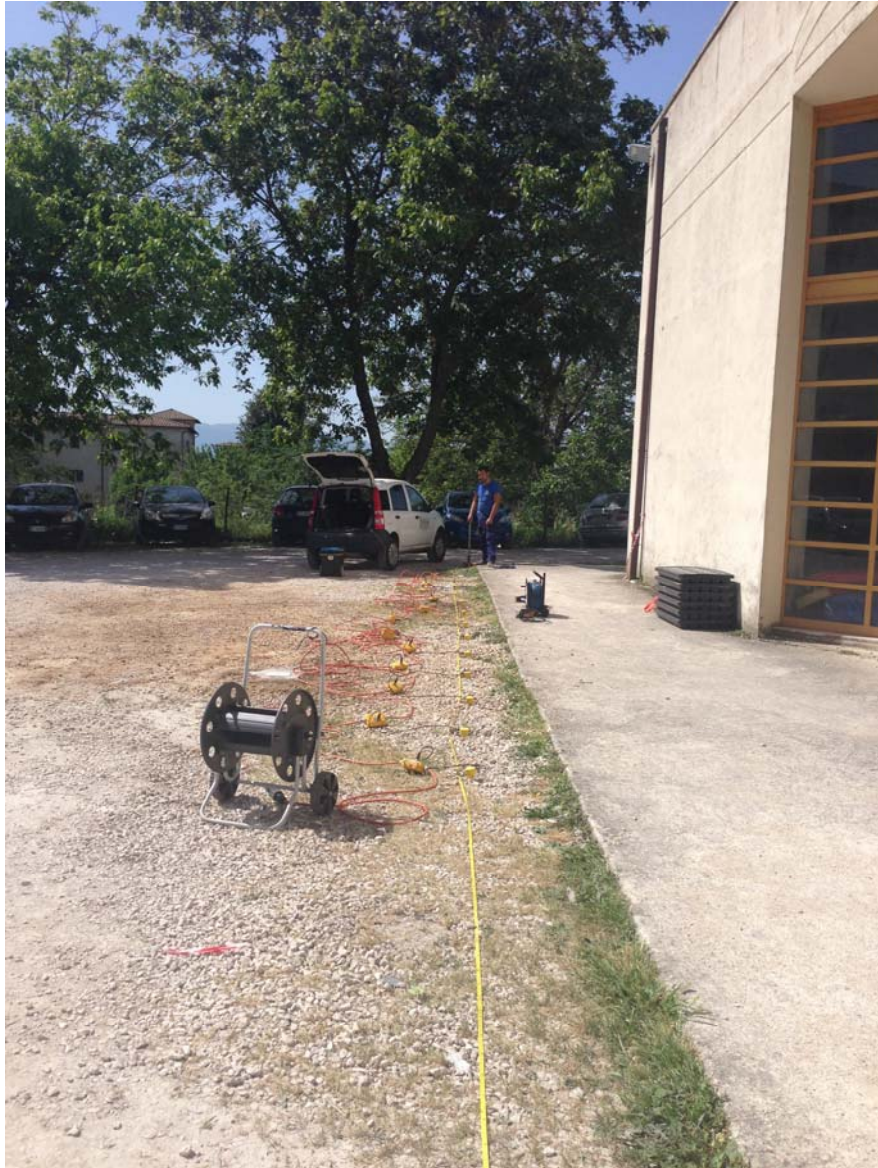
Comune di Cave



www.winmasw.com







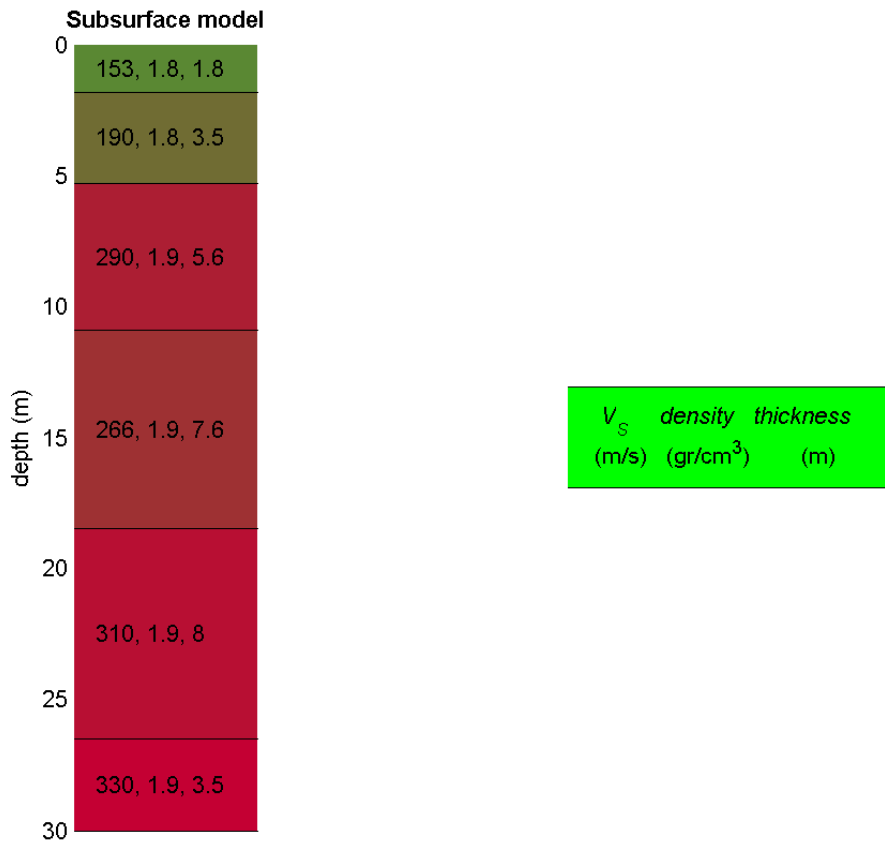
# MASW 2

Località:

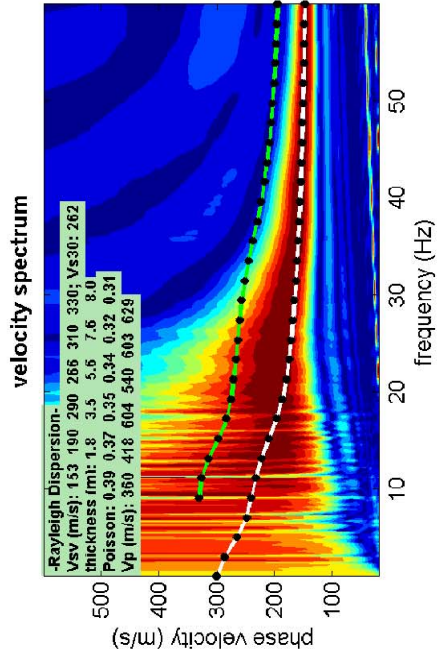
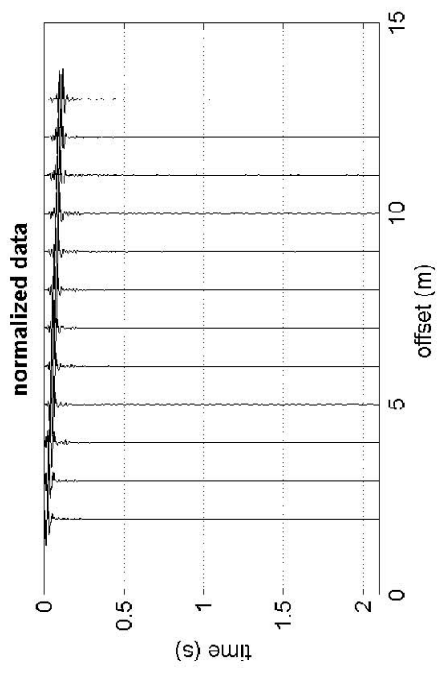
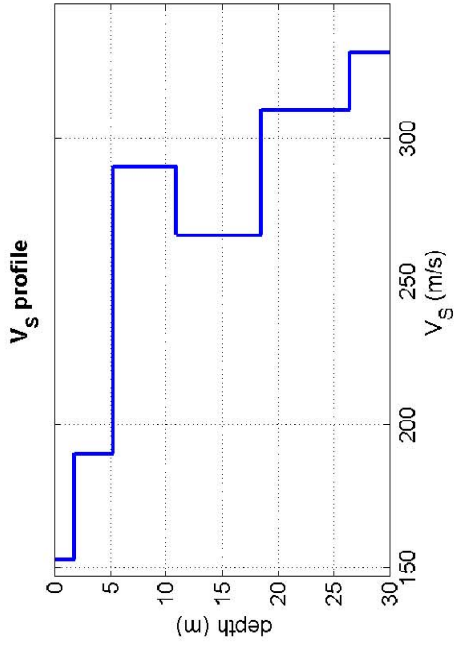
Cave, via S. Lorenzo – Scuola media statale “Pietro Metastasio”

Committente:

Comune di Cave



[www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)



## STATION INFORMATION

*Station code:* -

*Model:* -

*Sensor:* -

*Notes:* -

## PLACE INFORMATION

*Place ID:* Cave

*Address:* via S. Lorenzo - Scuola Media

*Latitude:* 41.820624

*Longitude:* 12.931200

*Coordinate system:* WGS84

*Elevation:* 400 m s.l.m.

*Weather:* -

*Notes:* -

## PHOTOGRAPHIC REFERENCES



### SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 300 Hz

Recording start time: 2015/05/19 11:16:21

Recording length: 20 min

Windows count: 35

Average windows length: 30

Signal coverage: 87.5%

71354 Counts

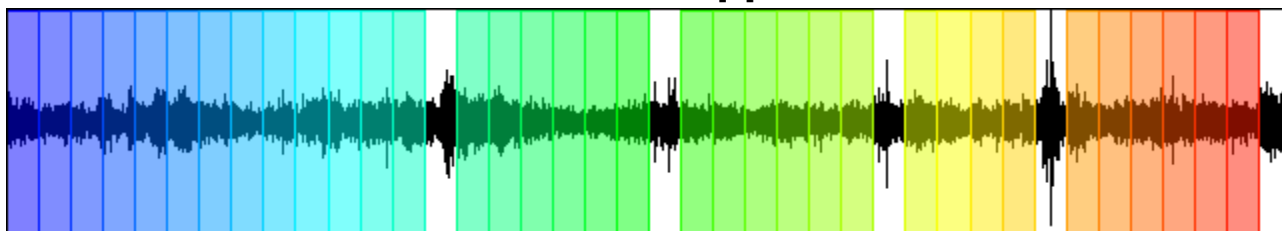
CHANNEL #1 [V]



-69531 Counts

29240 Counts

CHANNEL #2 [N]



-27203 Counts

31374 Counts

CHANNEL #3 [E]



-33322 Counts

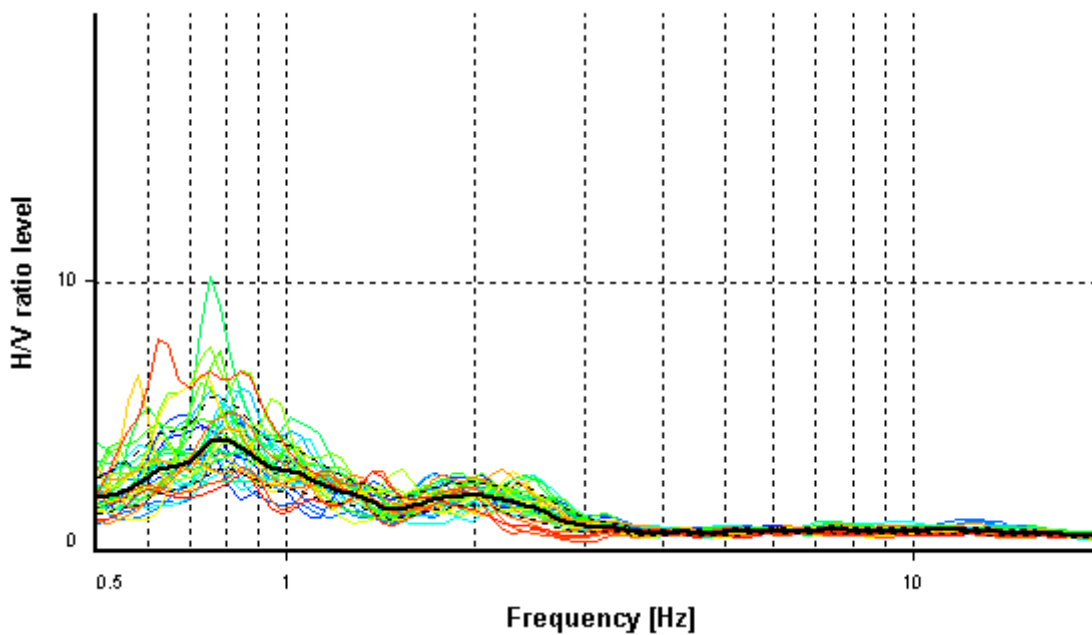
## HVSR ANALYSIS

*Tapering:* Enabled (Bandwidth = 5%)

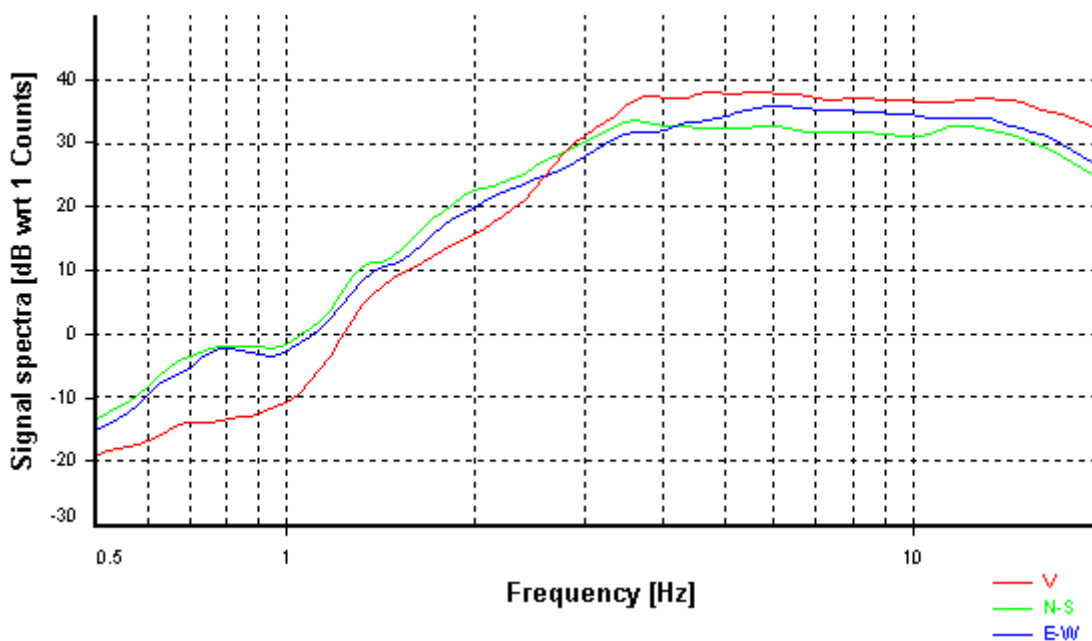
*Smoothing:* Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

*Instrumental correction:* Disabled

### HVSR average

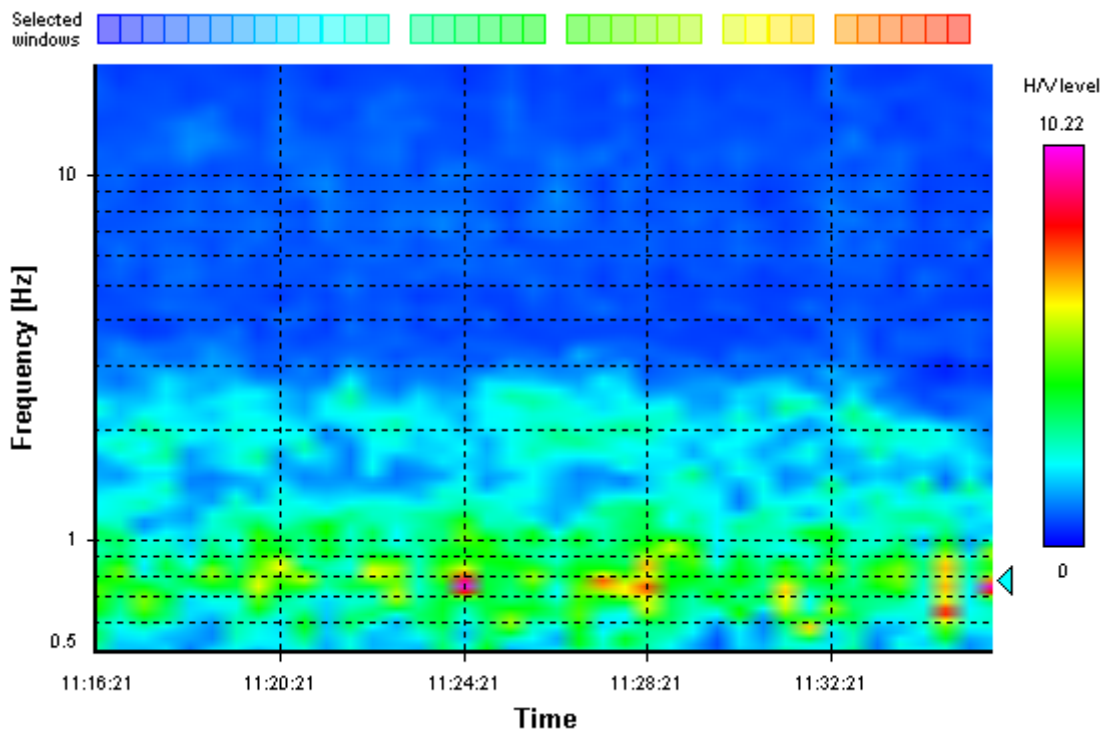


### Signal spectra average

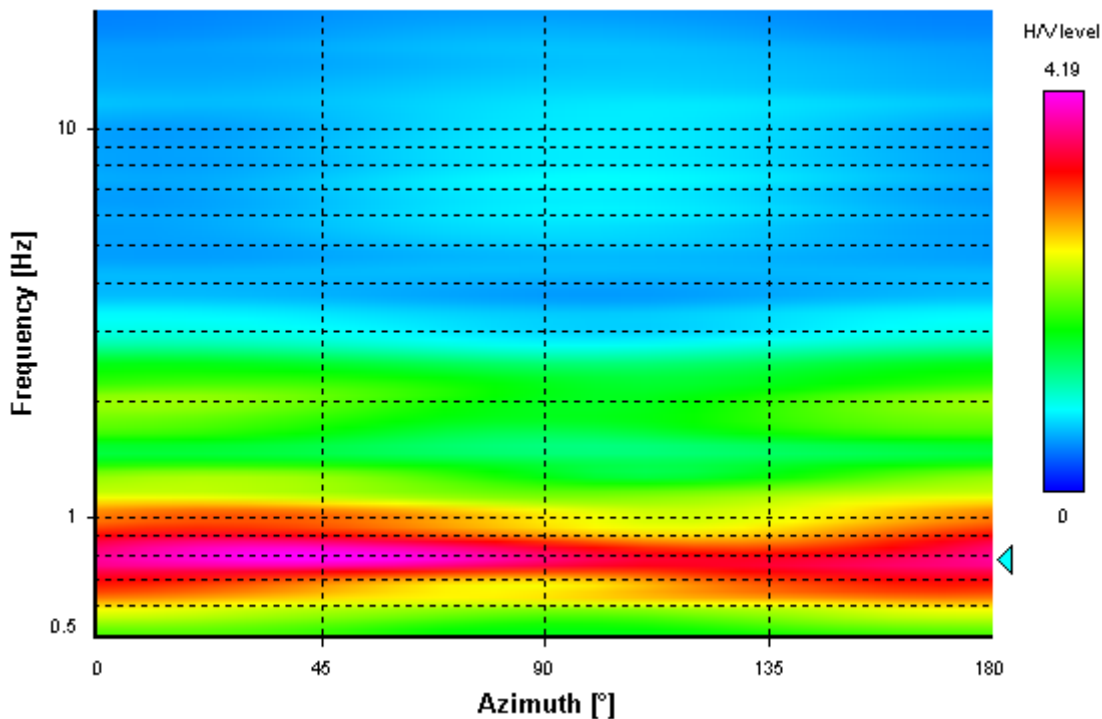




### HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



### HVSR directional analysis



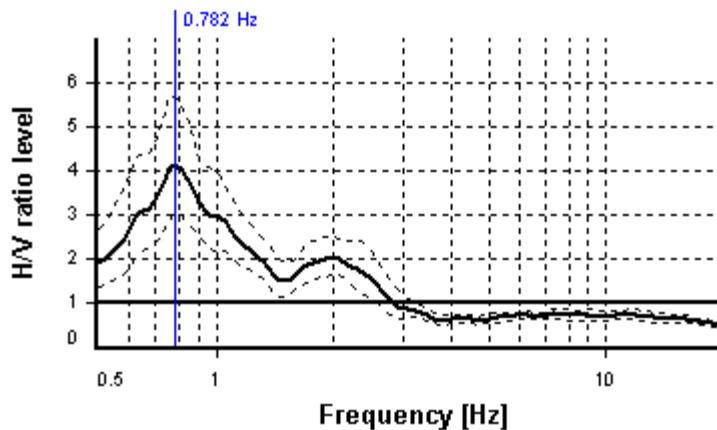
## SESAME CRITERIA

**Selected  $f_0$  frequency**

**0.782 Hz**

**$A_0$  amplitude = 4.155**

**Average  $f_0 = 0.768 \pm 0.103$**



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	35 valid windows (length > 12.79 s) out of 35	OK
$n_c(f_0) > 200$	821.01 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 31	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	0.51898 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.2692 Hz	OK
$A_0 > 2$	4.15 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.10269 < 0.11729	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.37099 < 2	OK
Overall criteria fulfillment		OK

## Spettri di risposta elastici

<b>SLO</b>									
# Period (s)	S-1-M-strata\IT0123xa_record.txt	S-1-M-strata\IT0137ya_record.txt	S-1-M-strata\IT0139ya_record.txt	S-1-M-strata\IT0148xa_record.txt	S-1-M-strata\IT0148ya_record.txt	S-1-M-strata\IT0339ya_record.txt	S-1-M-strata\IT0873ya_record.txt	Median	Log Stdev
0.010	0.145851	0.112854	0.269438	0.127148	0.188159	0.148791	0.165801	0.159424	0.285071
0.011	0.145930	0.112927	0.269586	0.127217	0.188260	0.148897	0.165868	0.159514	0.285041
0.012	0.146027	0.113017	0.269767	0.127301	0.188383	0.149029	0.165950	0.159624	0.285002
0.013	0.146147	0.113129	0.269990	0.127401	0.188551	0.149189	0.166050	0.159761	0.284967
0.015	0.146293	0.113228	0.270265	0.127529	0.188739	0.149399	0.166148	0.159918	0.284972
0.016	0.146477	0.113400	0.270591	0.127686	0.188971	0.149663	0.166298	0.160126	0.284876
0.018	0.146708	0.113616	0.271025	0.127880	0.189254	0.149997	0.166473	0.160387	0.284781
0.020	0.146983	0.113892	0.271565	0.128107	0.189624	0.150413	0.166686	0.160709	0.284678
0.022	0.147290	0.114227	0.272225	0.128419	0.190038	0.151030	0.166925	0.161114	0.284485
0.024	0.147738	0.114692	0.273037	0.128801	0.190614	0.151684	0.167183	0.161619	0.284189
0.027	0.148381	0.115426	0.274058	0.129129	0.191438	0.152708	0.167535	0.162317	0.283701
0.030	0.149437	0.116122	0.275102	0.130367	0.191815	0.153570	0.168033	0.163177	0.282061
0.033	0.151011	0.117407	0.277717	0.129982	0.192759	0.154530	0.169387	0.164280	0.283042
0.036	0.152333	0.119767	0.281834	0.132477	0.196143	0.156584	0.169612	0.166508	0.281860
0.040	0.153425	0.119785	0.284746	0.130656	0.197500	0.160106	0.172802	0.167738	0.286798
0.044	0.151541	0.126689	0.279492	0.136031	0.196368	0.166999	0.174521	0.170435	0.264043
0.048	0.154646	0.123792	0.294763	0.134892	0.195075	0.170546	0.171217	0.171344	0.284181
0.053	0.166001	0.136984	0.321099	0.133678	0.201609	0.178223	0.168485	0.179091	0.294901
0.059	0.175394	0.152292	0.310279	0.129105	0.211495	0.178659	0.183404	0.184995	0.275898
0.065	0.176089	0.233643	0.283694	0.150714	0.222863	0.188268	0.189728	0.202584	0.208023
0.072	0.198144	0.269691	0.317572	0.166682	0.228229	0.212292	0.207535	0.224165	0.211249
0.079	0.235395	0.250318	0.287071	0.208962	0.230342	0.248787	0.217620	0.238643	0.104673
0.088	0.230405	0.255138	0.314618	0.197824	0.205423	0.296704	0.288880	0.251935	0.183986
0.097	0.237237	0.187902	0.332130	0.218217	0.261288	0.278904	0.320593	0.257703	0.205261
0.107	0.280411	0.161455	0.397265	0.245597	0.273308	0.242591	0.272015	0.259697	0.266147
0.118	0.325360	0.190664	0.545620	0.245646	0.272093	0.225182	0.217015	0.272142	0.351181
0.130	0.334139	0.244002	0.500680	0.258540	0.269243	0.232851	0.315032	0.297948	0.263540
0.143	0.309334	0.249433	0.439483	0.311093	0.325462	0.237730	0.358930	0.312794	0.209297
0.158	0.287531	0.330174	0.407348	0.319501	0.386530	0.217740	0.291398	0.314306	0.208609
0.175	0.301110	0.256584	0.514577	0.328351	0.463796	0.198562	0.272575	0.317840	0.334084
0.193	0.312155	0.238999	0.670782	0.376645	0.392214	0.185751	0.357789	0.336773	0.406526
0.213	0.326320	0.236001	0.530153	0.419325	0.348587	0.180391	0.449678	0.336062	0.377683
0.235	0.372192	0.256896	0.509374	0.292901	0.453399	0.177452	0.614922	0.354657	0.431410
0.259	0.375956	0.257162	0.454484	0.308637	0.459631	0.167331	0.614257	0.349789	0.431933
0.286	0.345593	0.357648	0.452812	0.430289	0.415970	0.159144	0.474354	0.358174	0.376223
0.316	0.311863	0.290942	0.329126	0.476004	0.445141	0.190211	0.254084	0.314718	0.315967
0.349	0.262488	0.302225	0.263400	0.401422	0.473746	0.179833	0.206326	0.283570	0.343559
0.385	0.207456	0.248638	0.214099	0.290529	0.338380	0.244590	0.207592	0.246389	0.185569
0.425	0.173818	0.234727	0.225140	0.235273	0.403125	0.322508	0.193346	0.245875	0.290965
0.469	0.153181	0.251008	0.218305	0.252324	0.281482	0.356208	0.179369	0.233716	0.281758

0.517	0.132507	0.228743	0.267777	0.252691	0.256865	0.281921	0.160490	0.218577	0.288981
0.571	0.112194	0.176339	0.313667	0.197290	0.198149	0.294558	0.124318	0.189832	0.389388
0.630	0.121313	0.121050	0.325161	0.169367	0.127340	0.291912	0.090396	0.160280	0.483084
0.695	0.136699	0.152010	0.341602	0.118189	0.131629	0.274502	0.072372	0.155453	0.524003
0.767	0.128916	0.177742	0.333219	0.095429	0.095366	0.250348	0.055528	0.138264	0.619394
0.847	0.113839	0.129572	0.301399	0.095607	0.058781	0.231293	0.044672	0.114509	0.684278
0.935	0.102976	0.100748	0.270317	0.061276	0.051306	0.214596	0.043056	0.097114	0.702639
1.032	0.086397	0.065721	0.248692	0.050171	0.056642	0.191861	0.057048	0.088911	0.641527
1.139	0.066907	0.040322	0.220113	0.034607	0.049725	0.164003	0.055373	0.071205	0.708256
1.257	0.063264	0.040787	0.188829	0.026725	0.036668	0.148741	0.044580	0.061065	0.738589
1.387	0.042556	0.044897	0.155352	0.018519	0.029981	0.116403	0.036153	0.049157	0.751447
1.531	0.029642	0.033221	0.122715	0.015402	0.021611	0.079771	0.031055	0.037257	0.727561
1.689	0.025033	0.026667	0.093836	0.016687	0.018212	0.061006	0.024776	0.031199	0.641595
1.864	0.019169	0.020386	0.074041	0.013777	0.013146	0.044831	0.021055	0.024260	0.635544
2.058	0.014042	0.013795	0.060868	0.015880	0.012437	0.031962	0.016226	0.019835	0.583622
2.271	0.011584	0.011848	0.054774	0.008269	0.009626	0.024698	0.013492	0.015335	0.659270
2.507	0.008063	0.009718	0.047487	0.010371	0.008923	0.018385	0.010840	0.013167	0.623939
2.766	0.005767	0.007216	0.039081	0.006144	0.004198	0.014083	0.008431	0.009052	0.745523
3.053	0.005264	0.004767	0.030712	0.004131	0.003773	0.012252	0.006339	0.007126	0.752363
3.370	0.003846	0.003597	0.022381	0.004278	0.004512	0.010662	0.004604	0.006040	0.681735
3.719	0.003218	0.002728	0.017952	0.002341	0.002814	0.008964	0.003349	0.004385	0.761837
4.105	0.002571	0.001979	0.014509	0.001441	0.001934	0.006672	0.002490	0.003198	0.822275
4.530	0.002106	0.001501	0.011219	0.001247	0.001567	0.005186	0.002022	0.002563	0.797759
5.000	0.001643	0.001112	0.008799	0.001670	0.002045	0.004210	0.001727	0.002353	0.707258

**SLD**

# Period (s)	S-1-M-strata\IT01 03xa_recor d.txt	S-1-M-strata\IT01 39ya_recor d.txt	S-1-M-strata\IT01 48ya_recor d.txt	S-1-M-strata\IT04 40xa_recor d.txt	S-1-M-strata\IT04 40ya_recor d.txt	S-1-M-strata\IT06 06ya_recor d.txt	S-1-M-strata\IT08 51xa_recor d.txt	Median	Log Stdev
0.010	0.201884	0.269438	0.188159	0.206324	0.265591	0.186924	0.091217	0.191841	0.361205
0.011	0.201956	0.269586	0.188260	0.206418	0.265715	0.186949	0.091362	0.191953	0.360835
0.012	0.202035	0.269767	0.188383	0.206542	0.265859	0.186980	0.091603	0.192108	0.360139
0.013	0.202131	0.269990	0.188551	0.206683	0.266039	0.187017	0.091902	0.192301	0.359277
0.015	0.202247	0.270265	0.188739	0.206855	0.266258	0.187051	0.092267	0.192531	0.358238
0.016	0.202388	0.270591	0.188971	0.207065	0.266527	0.187103	0.092705	0.192811	0.356995
0.018	0.202558	0.271025	0.189254	0.207322	0.266856	0.187173	0.093217	0.193150	0.355593
0.020	0.202763	0.271565	0.189624	0.207640	0.267272	0.187264	0.093888	0.193584	0.353745
0.022	0.203042	0.272225	0.190038	0.208020	0.267794	0.187385	0.094603	0.194082	0.351906
0.024	0.203346	0.273037	0.190614	0.208493	0.268406	0.187486	0.095794	0.194780	0.348545
0.027	0.203723	0.274058	0.191438	0.209133	0.269171	0.187749	0.097027	0.195616	0.345320
0.030	0.204283	0.275102	0.191815	0.209857	0.270010	0.188393	0.098472	0.196549	0.341500
0.033	0.204525	0.277717	0.192759	0.210657	0.271404	0.188456	0.099986	0.197678	0.338811
0.036	0.205495	0.281834	0.196143	0.211368	0.272694	0.187360	0.100437	0.198914	0.340690
0.040	0.204649	0.284746	0.197500	0.212762	0.274321	0.189122	0.106370	0.201555	0.324174
0.044	0.207259	0.279492	0.196368	0.215285	0.276778	0.188682	0.109786	0.202660	0.312650
0.048	0.206033	0.294763	0.195075	0.219855	0.280677	0.191278	0.124842	0.209066	0.284623
0.053	0.211756	0.321099	0.201609	0.223742	0.288160	0.196212	0.174148	0.226093	0.218966
0.059	0.223342	0.310279	0.211495	0.217736	0.275782	0.203193	0.180178	0.228194	0.186196
0.065	0.221414	0.283694	0.222863	0.237264	0.288447	0.213733	0.163327	0.229413	0.192017
0.072	0.214167	0.317572	0.228229	0.222337	0.297926	0.219067	0.185562	0.236837	0.191398
0.079	0.220924	0.287071	0.230342	0.218127	0.321097	0.266490	0.304331	0.261214	0.158970
0.088	0.249784	0.314618	0.205423	0.266983	0.351394	0.349418	0.453190	0.303978	0.261425
0.097	0.263154	0.332130	0.261288	0.284902	0.402187	0.456500	0.300622	0.322025	0.214598
0.107	0.310098	0.397265	0.273308	0.308068	0.335610	0.468317	0.238468	0.325696	0.225717
0.118	0.310035	0.545620	0.272093	0.352774	0.290533	0.493149	0.175939	0.328101	0.381088
0.130	0.318947	0.500680	0.269243	0.407218	0.315775	0.500257	0.134081	0.323507	0.455336
0.143	0.427473	0.439483	0.325462	0.444764	0.348974	0.573204	0.124356	0.352516	0.494688
0.158	0.318350	0.407348	0.386530	0.370791	0.425471	0.425493	0.112012	0.324255	0.479353
0.175	0.323582	0.514577	0.463796	0.386246	0.492876	0.353516	0.077849	0.327559	0.656977
0.193	0.431980	0.670782	0.392214	0.364774	0.514036	0.401874	0.080475	0.353455	0.684244
0.213	0.590132	0.530153	0.348587	0.306957	0.540274	0.488311	0.083154	0.356678	0.686188
0.235	0.571728	0.509374	0.453399	0.433500	0.465740	0.540095	0.097840	0.391462	0.619284
0.259	0.535904	0.454484	0.459631	0.544231	0.402054	0.656447	0.069155	0.378455	0.765984
0.286	0.542531	0.452812	0.415970	0.629432	0.365495	0.641097	0.063173	0.370155	0.807271
0.316	0.457465	0.329126	0.445141	0.531390	0.433214	0.732720	0.067550	0.358674	0.774712
0.349	0.359442	0.263400	0.473746	0.349228	0.392307	0.645002	0.078489	0.315490	0.673226
0.385	0.289918	0.214099	0.338380	0.379895	0.424896	0.482877	0.073449	0.275429	0.640571
0.425	0.399225	0.225140	0.403125	0.436924	0.476140	0.397694	0.062654	0.293547	0.722852
0.469	0.481266	0.218305	0.281482	0.477293	0.495835	0.446079	0.060840	0.294019	0.763421
0.517	0.455505	0.267777	0.256865	0.449739	0.473398	0.489410	0.067550	0.300356	0.712481

0.571	0.330906	0.313667	0.198149	0.298961	0.414457	0.455518	0.060993	0.255358	0.685386
0.630	0.215267	0.325161	0.127340	0.215162	0.340603	0.371161	0.048457	0.197565	0.721711
0.695	0.209381	0.341602	0.131629	0.179355	0.285907	0.271990	0.038130	0.174903	0.743704
0.767	0.263901	0.333219	0.095366	0.164731	0.250206	0.213723	0.027865	0.154046	0.854956
0.847	0.314947	0.301399	0.058781	0.176966	0.209275	0.164460	0.020783	0.132216	0.987969
0.935	0.305658	0.270317	0.051306	0.163709	0.172821	0.129239	0.017742	0.115548	1.011167
1.032	0.202820	0.248692	0.056642	0.140631	0.127343	0.117706	0.014389	0.097975	0.966965
1.139	0.184237	0.220113	0.049725	0.110824	0.084480	0.078062	0.010654	0.076760	1.009013
1.257	0.176588	0.188829	0.036668	0.078879	0.062360	0.049327	0.007525	0.058091	1.090866
1.387	0.168579	0.155352	0.029981	0.057612	0.051172	0.040623	0.005496	0.047133	1.150278
1.531	0.161394	0.122715	0.021611	0.044044	0.042829	0.031849	0.004601	0.038182	1.176830
1.689	0.162067	0.093836	0.018212	0.031708	0.035329	0.025971	0.003837	0.031521	1.201231
1.864	0.136507	0.074041	0.013146	0.024258	0.029341	0.021004	0.003205	0.025150	1.207638
2.058	0.110524	0.060868	0.012437	0.018075	0.024480	0.016947	0.002720	0.020839	1.185556
2.271	0.086370	0.054774	0.009626	0.014751	0.019550	0.013591	0.002458	0.017164	1.166393
2.507	0.061581	0.047487	0.008923	0.012058	0.015974	0.010881	0.001998	0.014072	1.138840
2.766	0.036960	0.039081	0.004198	0.009671	0.012586	0.008729	0.001659	0.010095	1.126867
3.053	0.031927	0.030712	0.003773	0.007765	0.009837	0.006992	0.001321	0.008254	1.124629
3.370	0.027532	0.022381	0.004512	0.006562	0.007809	0.005637	0.001009	0.006984	1.098004
3.719	0.019418	0.017952	0.002814	0.005035	0.006283	0.004555	0.000833	0.005301	1.084435
4.105	0.016890	0.014509	0.001934	0.004008	0.005025	0.003679	0.000879	0.004379	1.045531
4.530	0.012686	0.011219	0.001567	0.003201	0.003951	0.002986	0.000689	0.003449	1.028471
5.000	0.008677	0.008799	0.002045	0.002504	0.003065	0.002425	0.000432	0.002771	1.018377

**SLV**

# Period (s)	S-1-M-strata\000055ya_rec ord.txt	S-1-M-strata\000651ya_rec ord.txt	S-1-M-strata\000822ya_rec ord.txt	S-1-M-strata\000829xa_rec ord.txt	S-1-M-strata\002025xa_r ecord.txt	S-1-M-strata\004674ya_rec ord.txt	S-1-M-strata\007142ya_rec ord.txt	Median	Log Stdev
0.010	0.434007	0.220034	0.225505	0.306220	0.243803	0.366120	0.330331	0.295003	0.259602
0.011	0.434059	0.220063	0.225620	0.306547	0.243864	0.366230	0.330495	0.295125	0.259592
0.012	0.434109	0.220098	0.225761	0.306996	0.243937	0.366350	0.330696	0.295276	0.259572
0.013	0.434170	0.220149	0.225932	0.307549	0.244025	0.366512	0.330941	0.295465	0.259549
0.015	0.434245	0.220200	0.226175	0.308235	0.244132	0.366709	0.331241	0.295701	0.259508
0.016	0.434335	0.220262	0.226427	0.309087	0.244261	0.366950	0.331606	0.295982	0.259496
0.018	0.434446	0.220336	0.226734	0.310153	0.244415	0.367245	0.332053	0.296328	0.259491
0.020	0.434581	0.220424	0.227106	0.311490	0.244599	0.367610	0.332644	0.296759	0.259513
0.022	0.434768	0.220533	0.227556	0.312984	0.244813	0.368066	0.333316	0.297260	0.259547
0.024	0.434970	0.220646	0.228103	0.315217	0.245059	0.368563	0.334128	0.297909	0.259635
0.027	0.435216	0.220791	0.228738	0.318147	0.245333	0.369254	0.335107	0.298726	0.259854
0.030	0.435518	0.220889	0.229400	0.322029	0.245617	0.370101	0.336259	0.299711	0.260379
0.033	0.435889	0.220992	0.229957	0.327152	0.245807	0.371135	0.337405	0.300848	0.261385
0.036	0.436322	0.225118	0.232962	0.333368	0.245488	0.372360	0.338243	0.303254	0.257668
0.040	0.436677	0.226008	0.233611	0.362068	0.246469	0.374002	0.338875	0.307634	0.263545
0.044	0.437745	0.234478	0.256344	0.372112	0.246019	0.376461	0.348959	0.316257	0.247953
0.048	0.438601	0.256278	0.270209	0.398318	0.250870	0.378832	0.372283	0.330204	0.234152
0.053	0.438925	0.258062	0.283732	0.513109	0.255533	0.380648	0.391053	0.348731	0.274694
0.059	0.441518	0.288320	0.299059	0.447805	0.289209	0.386654	0.408485	0.359676	0.200829
0.065	0.440008	0.323987	0.333394	0.513510	0.308526	0.390857	0.444153	0.387301	0.191798
0.072	0.442889	0.421052	0.313183	0.675291	0.340467	0.409037	0.482411	0.428432	0.250222
0.079	0.457982	0.381637	0.475205	0.671280	0.351611	0.429594	0.543865	0.463279	0.217325
0.088	0.465788	0.563059	0.518152	0.663046	0.344344	0.452229	0.531886	0.496741	0.205252
0.097	0.456882	0.591106	0.615108	0.629841	0.291594	0.632064	0.537251	0.520572	0.280440
0.107	0.448395	0.586165	0.494282	0.702354	0.381728	0.654757	0.491483	0.526460	0.216026
0.118	0.464329	0.621338	0.589502	0.641675	0.485481	0.630867	0.499458	0.557289	0.138195
0.130	0.471429	0.838886	0.636896	0.564996	0.459660	0.647706	0.493937	0.575576	0.216121
0.143	0.539232	0.805651	0.532218	0.583580	0.432610	0.801080	0.677072	0.610645	0.229627
0.158	0.605956	0.696187	0.412284	0.612908	0.489447	0.810546	0.758380	0.611772	0.240701
0.175	0.599154	0.688234	0.661900	0.634905	0.587202	0.845975	0.761195	0.677511	0.131312
0.193	0.565383	0.733585	0.635822	0.699509	0.585852	0.852955	0.701383	0.676214	0.141092
0.213	0.625515	0.794137	0.594523	0.707347	0.613996	0.967119	0.836459	0.723489	0.183086
0.235	0.730549	0.796833	0.644390	0.686144	0.938375	1.191203	0.927413	0.828001	0.214523
0.259	0.871703	0.760833	0.551034	0.646302	1.260188	1.168884	1.144896	0.876783	0.319990
0.286	0.850113	0.815856	0.506716	0.600320	1.357007	0.912767	1.003487	0.825954	0.325555
0.316	0.890220	0.913083	0.656408	0.556520	0.920293	1.015765	1.112081	0.845423	0.246144
0.349	1.224764	0.825952	0.779076	0.516365	0.618810	1.117695	0.968420	0.830530	0.310709
0.385	1.102774	0.602285	0.893119	0.479654	0.508866	0.760385	0.976888	0.727207	0.326823
0.425	1.223713	0.533651	0.867271	0.510958	0.508897	0.746046	0.903981	0.718983	0.340765
0.469	1.317620	0.449264	0.602344	0.561561	0.357662	0.876904	0.601321	0.626215	0.429296
0.517	1.373016	0.390456	0.399224	0.576477	0.260455	0.916644	0.625031	0.565138	0.561254
0.571	1.608756	0.350159	0.263970	0.512444	0.226107	0.722974	0.451689	0.477095	0.666070

0.630	1.741143	0.236097	0.162623	0.464303	0.257154	0.581994	0.450933	0.414290	0.776222
0.695	1.529893	0.210253	0.108699	0.403553	0.279229	0.700225	0.537809	0.394374	0.860210
0.767	1.014148	0.173160	0.079541	0.330630	0.226512	0.568183	0.475247	0.311170	0.841275
0.847	0.752556	0.133960	0.059130	0.257180	0.176305	0.443801	0.548487	0.252695	0.889848
0.935	0.579878	0.145868	0.050402	0.201569	0.143648	0.312544	0.370157	0.203153	0.797769
1.032	0.534613	0.155341	0.051989	0.169554	0.099261	0.322361	0.285441	0.182281	0.780809
1.139	0.463674	0.141808	0.052066	0.140269	0.099977	0.381501	0.305767	0.177723	0.789806
1.257	0.367539	0.108892	0.048556	0.112372	0.081318	0.428565	0.279977	0.154807	0.828738
1.387	0.230583	0.080264	0.041254	0.088689	0.062620	0.488691	0.212001	0.123545	0.869164
1.531	0.161902	0.050875	0.040904	0.068954	0.036618	0.558121	0.218502	0.100527	1.016736
1.689	0.133755	0.031686	0.040187	0.053222	0.026953	0.581976	0.209834	0.084132	1.139854
1.864	0.102203	0.025606	0.034037	0.039909	0.023194	0.524539	0.188842	0.069917	1.172714
2.058	0.075709	0.018828	0.025078	0.029674	0.019678	0.389971	0.153434	0.053466	1.168249
2.271	0.075862	0.013760	0.020815	0.023528	0.016405	0.269793	0.153532	0.044533	1.184834
2.507	0.066457	0.010657	0.017707	0.018762	0.013246	0.201718	0.139854	0.036597	1.196886
2.766	0.055197	0.009872	0.014445	0.016015	0.010637	0.142358	0.108600	0.029771	1.132094
3.053	0.034256	0.008226	0.011210	0.015333	0.008424	0.119105	0.069452	0.022971	1.067035
3.370	0.033657	0.006492	0.009314	0.011955	0.006551	0.096904	0.045857	0.018379	1.061452
3.719	0.031590	0.004898	0.007603	0.009352	0.004681	0.073614	0.041107	0.014804	1.110114
4.105	0.019746	0.004358	0.005370	0.007717	0.004100	0.053135	0.030859	0.011331	1.028879
4.530	0.016587	0.003072	0.004101	0.006428	0.002838	0.040431	0.020478	0.008481	1.040932
5.000	0.011408	0.002136	0.003101	0.004963	0.002086	0.027813	0.015212	0.006145	1.023168