

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**

---

Lavori di consolidamento versante tra via Prenestina Vecchia e Nuova in  
corrispondenza di Villetta Ortensia e annessi interventi strutturali

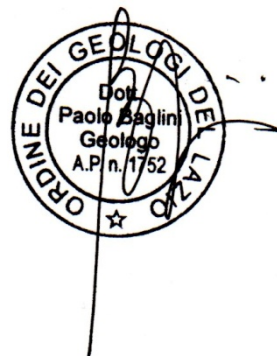
---

Committente: Comune di Cave

N. Documento: 310\_33-2112

Cave, dicembre 2021

Geologo  
Dott. Paolo Baglini



## INDICE

<b>Generalità.....</b>	<b>3</b>
Premessa .....	3
<b>Metodologia.....</b>	<b>3</b>
<b>Inquadramento generale.....</b>	<b>3</b>
<b>Campagna di Indagini.....</b>	<b>6</b>
Progettazione .....	6
Sondaggio .....	7
Indagini Sismiche .....	7
<b>Inquadramento Geologico .....</b>	<b>9</b>
<b>Assetto Geomorfologico .....</b>	<b>10</b>
<b>Idrogeologia .....</b>	<b>12</b>
Circolazione Superficiale.....	12
Circolazione Sotterranea.....	12
<b>Caratteristiche Geotecniche .....</b>	<b>14</b>
Indagini di Laboratorio .....	14
SPT in foro.....	14
Modello geotecnico .....	15
Rilievo geomeccanico.....	17
<b>Caratteristiche Sismiche .....</b>	<b>17</b>
Parametri di base .....	17
Microzonazione sismica .....	19
Indagini.....	19
HVSr .....	19
Masw .....	21
DH.....	23
RSL - Metodo semplificato .....	24
Modello Sismico e dati di input per l'analisi di RSL .....	25
Condizioni topografiche.....	25
Condizioni sismostratigrafiche.....	26
RSL.....	27
<b>Analisi Rischio Dissesto Idrogeologico .....</b>	<b>29</b>
Evoluzione Geomorfologica del Versante .....	29
Vulnerabilità .....	29
Pericolosità .....	29
Valutazione Rischio.....	29
<b>Conclusioni.....</b>	<b>30</b>

## ALLEGATI

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

## **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 messa in sicurezza del tratto vallivo a valle della SP 155 in corrispondenza del Villino Ortensia.

Il sito in esame è stato inquadrato e studiato da un punto di vista topografico, geologico, idrogeomorfologico, in modo da costruire un modello di tutto il versante compreso fra via Prenestina Vecchia a valle e via Prenestina Nuova a monte (figura 1).

## **METODOLOGIA**

Lo scopo dello studio è l'acquisizione dei dati necessari alla progettazione per la messa in sicurezza del tratto vallivo in esame, compresi i suoli fondazionali della struttura della ex biblioteca chiamata Villino Ortensia. Tali dati, attraverso una analisi di rischio, forniranno le basi teoriche dal punto di vista geologico per la strategia di intervento, inoltre si forniranno i dati sia geotecnici che sismici per eventuali procedure di autorizzazione sismica (Regolamento Regionale Lazio n. 26 del 2020 – DGR Lazio 724/2020). Per il raggiungimento di tali obiettivi il lavoro si è articolato attraverso più fasi lavorative:

Fase 1 – Preliminare; reperimento dati bibliografici e progettazione campagna geognostica.

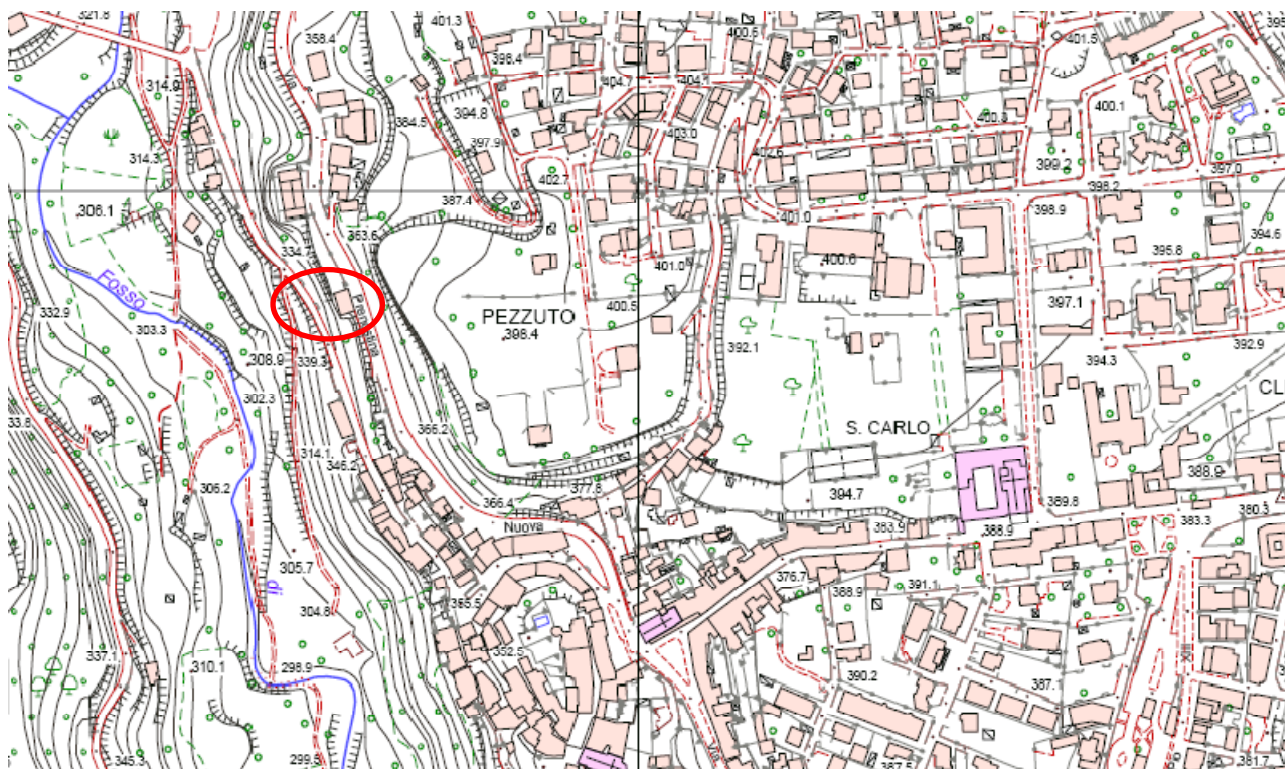
Fase 2 – Acquisizione dati di campo

Fase 3 – Elaborazione dati e ricostruzione del modello geologico dello stato attuale, nonché geotecnico e sismotratigrafico

Fase 4 – Analisi di rischio e basi teoriche progettuali; risposta sismica locale

## **INQUADRAMENTO GENERALE**

L'area in esame si estende lungo il tratto vallivo sottostante su via Prenestina Vecchia fino alla SS 155 (via Prenestina Nuova) a monte, nel tratto dove è situata la ex biblioteca – Villino Ortensia. Si tratta di parte del versante sinistro della valle percorsa dal fosso Rio, la più profonda e matura del territorio comunale. Il tratto si estende per circa 50 m per un dislivello di circa 20 m (da quota 355 a quota 335 s.l.m.) e pendenze mediamente di 50-60°.

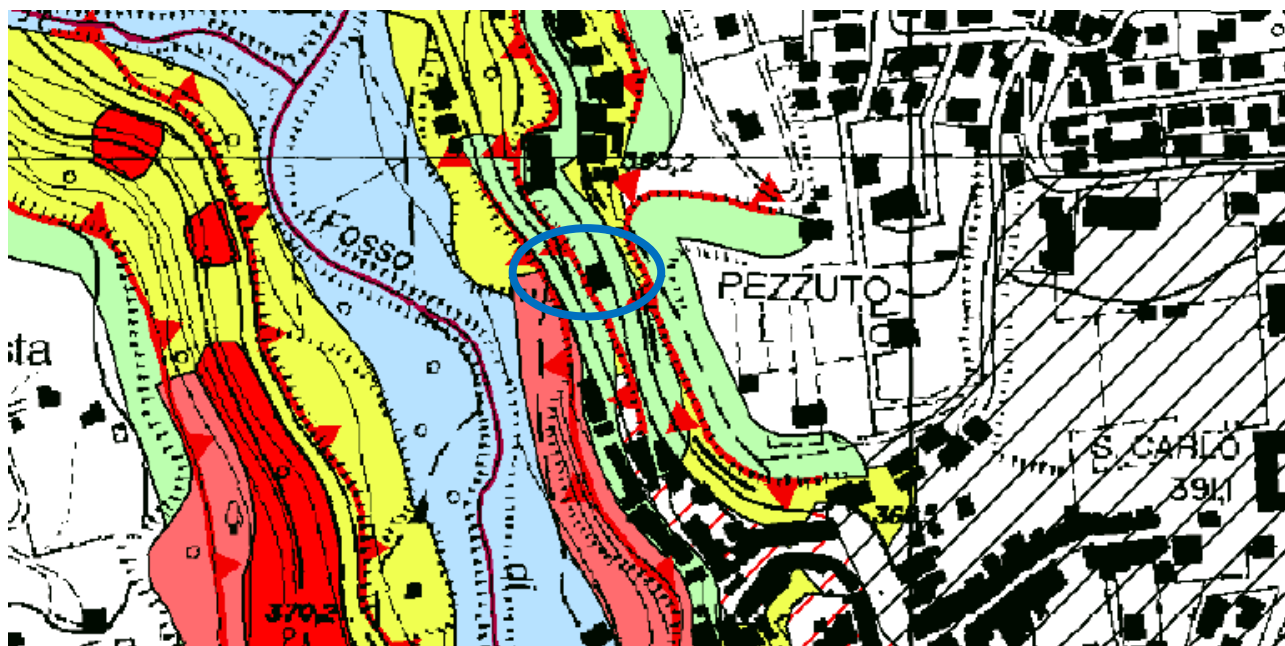


**Figura 1: Inquadramento dell'area in esame su CTR 5000**

Nella carta di Idoneità Territoriale approvata col PUGC vigente (figura 2) l'area ricade in zona di scarpata e pendio accentuato, ovvero zone nelle quali dovrà essere evitato qualsiasi intervento in virtù della potenziale instabilità e dissesto idrogeologico dovuta alle pendenze accentuate.

È da segnalare come secondo il PAI dell'ex-Autorità di Bacino del Liri-Garigliano-Volturno, nella carta degli scenari di rischio, l'area non ricade in zona R4 se non a valle della strada via Prenestina Vecchia esterna all'area oggetto del presente studio (figura 3).





d) Zone di scarpata e pendio accentuato

Queste aree vanno considerate di **ALTA ATTENZIONE**, qual'ora il pendio risulti scosceso e potenzialmente instabile, dovrà essere evitato qualunque intervento



Zona di rispetto di 30m dalla scarpata



Area con pendenza media superiore al 30%

Figura 2: Carta della idoneità territoriale del PUGC del Comune di Cave

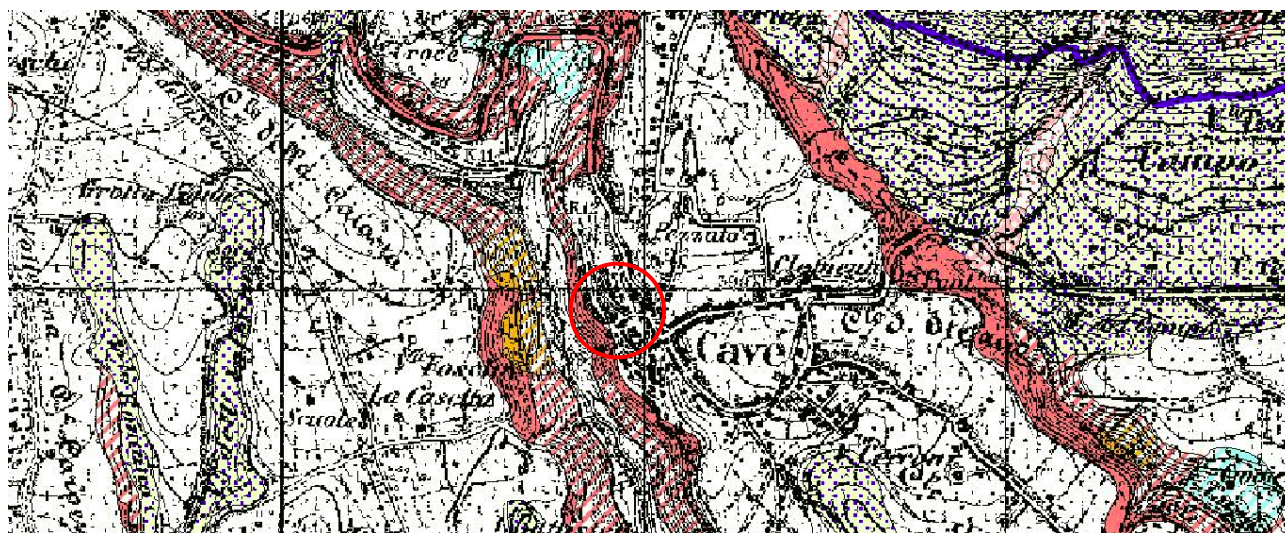
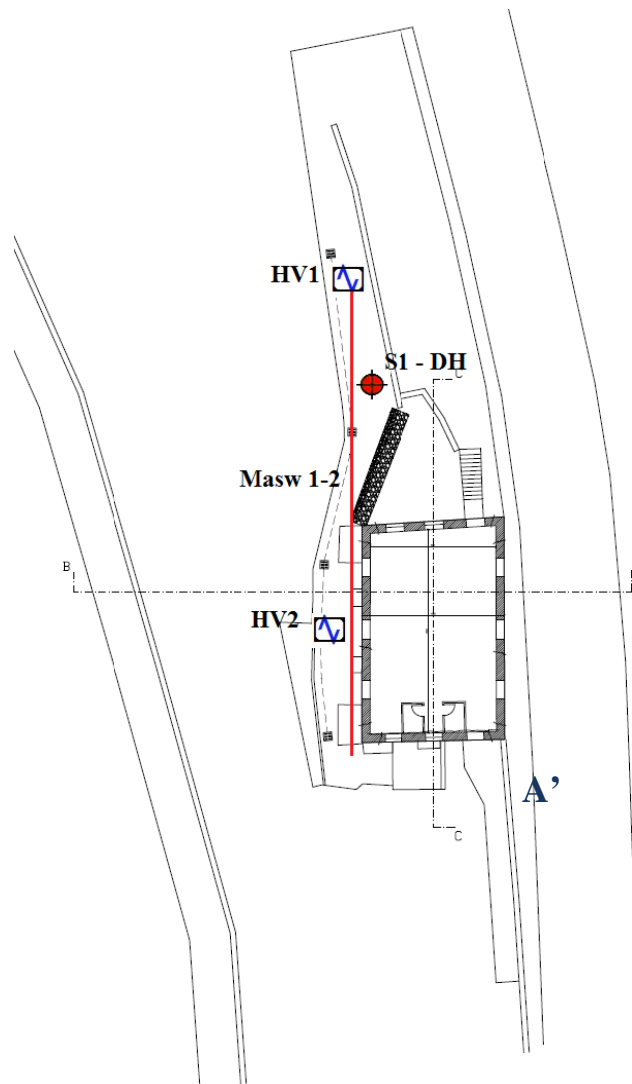


Figura 3: Estratto PSAI ex AB Liri-Garigliano

## CAMPAGNA DI INDAGINI

### *Progettazione*

La cartografia geologica di bibliografia suggerisce la costituzione del colle in esame in strati piano paralleli debolmente inclinati verso sud. Lo studio del versante richiede la conoscenza nel dettaglio di tali strati, della loro potenza e caratteristiche geologico-tecniche e di comportamento sismico. Pertanto è stato eseguito n. 1 sondaggio geognostico lungo il passaggio pedonale che conduce alle cantine della struttura (figura 5), dunque a monte del versante. Durante la perforazione è stato prelevato un campione indisturbato ed analizzato da laboratorio certificato di fiducia (Geores srl); inoltre il foro è stato attrezzato per l'esecuzione di una indagine sismica di tipo Down Hole (figura 6). Anche le analisi delle onde sismiche di superficie sono state eseguite lungo il citato passaggio; in figura 4 la carta delle indagini.



**Figura 4: Carta delle indagini**

### ***Sondaggio***

Il punto di perforazione è stato scelto il più vicino possibile alla struttura di villetta Ortensia, fin dove era accessibile con la attrezzatura. Il sondaggio spinto fino alla profondità di 30 m e prelevate carote distribuite in cassette la cui documentazione fotografica è riportata nel report allegato.



**Figura 5: momento durante il sondaggio geognostico**

### ***Indagini Sismiche***

La campagna di indagine delle proprietà sismiche dei terreni coinvolti è consistita in:

- N. 2 indagini di sismica passiva (HVSr), ovvero a “stazione singola”, 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). Tale metodologia permette di identificare la frequenza fondamentale  $f$  dei terreni indagati detta di “risonanza”.
- N. 2 analisi delle onde di superficie attraverso acquisizioni di sismica attiva (MASW) elaborate attraverso la metodologia *HoliSurface*<sup>®</sup> (HS), ovvero una procedura di



acquisizione ed analisi di dati di sismica attiva che considera in modo congiunto (olistico) tutta una serie di *oggetti di analisi* che, nel loro insieme, descrivono in maniera appunto olistica la propagazione delle onde di Rayleigh. Tale tipo di indagine è una evoluzione (brevettata) del metodo di analisi delle velocità di gruppo tramite MFA (*Multiple Filter Analysis* – Dziewonski et al., 1969) e/o FTAN (*FrequencyTime Analysis* – Natale et al., 2004), quindi basata sulla dispersione delle onde di superficie (velocità di gruppo; rapporto tra spazio e tempo di arrivo dell'onda frequenza per frequenza) e la sua analisi secondo l'approccio FVS (*Full Velocity Spectrum*).

- N. 1 indagine sismica in foro (DH) ovvero una procedura di acquisizione di segnali sismici di tipo attivo consistente in una perturbazione in superficie ad una nota distanza dalla bocca pozzo e stazione mobile di rilevamento in foro la quale registra i tempi di arrivo ogni metro di profondità.



**Figura 6: momento durante le acquisizioni sismiche**



## INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La situazione geologica dei luoghi è stata investigata attraverso consultazione della cartografia e bibliografia tecnica, rilevamento geologico di superficie dell'intero tratto di versante e ricostruzione stratigrafica dal sondaggio effettuato.

I terreni sono di origine vulcanica, appartenenti all'attività eruttiva Pleistocenica dei Colli Albani, depositi su sedimenti calcareo organogeni prevalentemente litoidi. Si tratta di bancate a giacitura pressoché orizzontale o a 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.

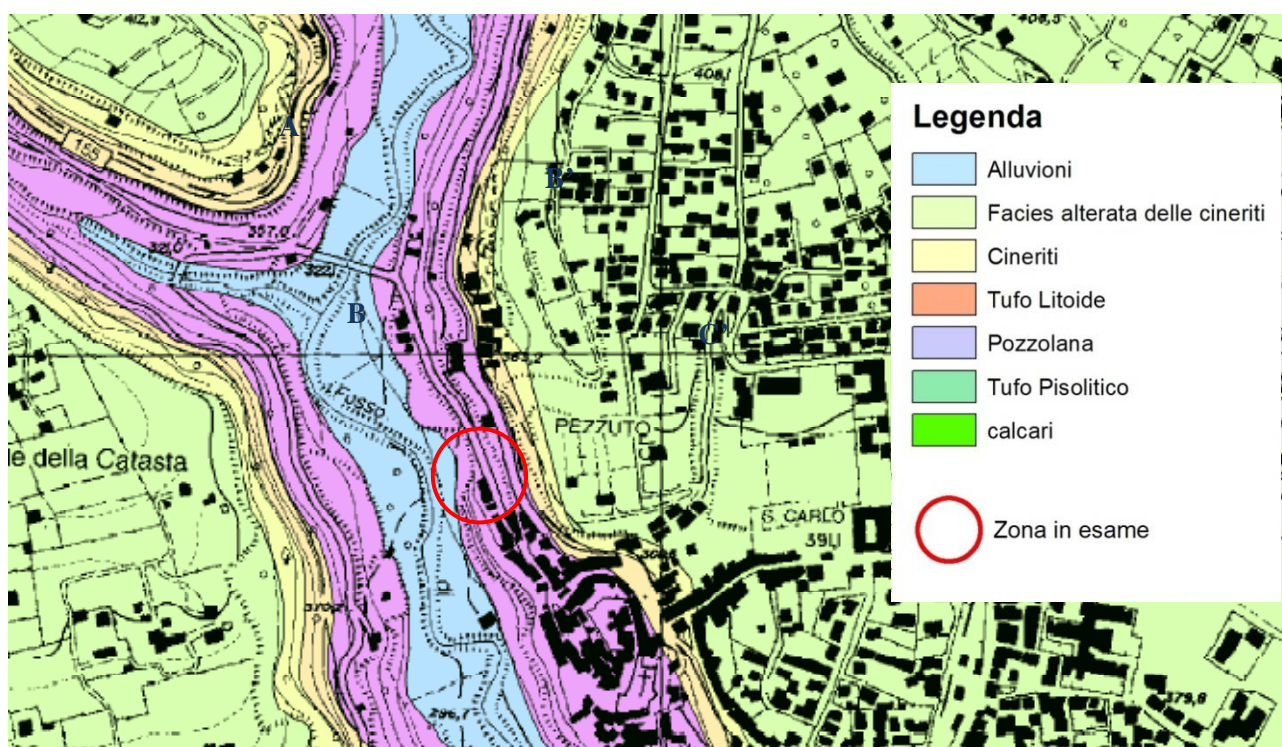


Figura 7: Carta geologica in scala 1:10.000.

Il sondaggio effettuato ha messo in evidenza la presenza di tre litotipi principali, dall'alto abbiamo:

- **Pozzolana sabbiosa poco addensata:** piroclastiti pozzolanacee costituite da ceneri e lapilli di colore bruno. Lo spessore è di circa 4 metri. La consistenza è medio-bassa.
- **Pozzolana cementata:** piroclastiti pozzolanacee in aggregato di scorie sabbiose grossolane, di colore grigio scuro e spessore di 11 m. La consistenza è alta.
- **Tufo Litoide:** piroclastiti litoidi e massive con matrice cineritica bruno-rossiccia. Contiene scorie gialle e litici lavici ed olocristallini. Lo spessore è di circa 14 metri.

## ASSETTO GEOMORFOLOGICO

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 e pozzolanacei. Dunque la geomorfologia della zona è risultato di modellamento di tipo fluviodenudazionale con scorrimento superficiale delle acque in un reticolo idrografico ben organizzato e diretto in torrenti e fossi di fondovalle.

Il versante in esame si presenta con pendenze variabili (mediamente fra 50 e 60°) a seconda della consistenza dei terreni coinvolti.

Il versante in esame è stato oggetto di alcuni interventi locali di messa in sicurezza, quali il rinforzo della porzione immediatamente adiacente la strada via Prenestina Nuova a monte attraverso la realizzazione muri di contenimento, pilastri di rinforzo e gabbionature, realizzati in fase di costruzione del camminamento pedonale visibile in figura 5 ed 8. In alcuni tratti è presente una maglia di acciaio a protezione della strada sottostante dalla caduta di materiale di distacco di piccole dimensioni (foto destra di figura 8). Inoltre a valle è stato realizzato un muro di contenimento di circa 1,5 m, anch'esso atto al medesimo scopo della rete (foto sinistra di figura 8). Nel complesso il versante risulta completamente infestato da vegetazione (foto di figura 8 e 9) ed in alcuni tratti con rete metallica incompleta ed aperta nella parte bassa (figura 9)





**Figura 8: foto di tratti del versante in oggetto**





**Figura 9: tratto tufaceo verticale del versante in oggetto**

## **IDROGEOLOGIA**

### ***Circolazione Superficiale***

Naturalmente le acque meteoriche lungo il versante seguono la morfologia superficiale, dunque in direzione ovest verso il fosso Rio, la quale risulta priva di qualsiasi misura di regimentazione. A monte ed a valle invece, le acque sono intercettate dalle strutture viarie e dalle relative opere di convogliamento in pubblica fognatura

### ***Circolazione Sotterranea***

Per quanto riguarda la circolazione sotterranea, la prima falda significativa si rinviene oltre 80 m dal piano di campagna, possono talora essere presenti falde sospese secondarie di modesta entità con acquifero piroclastico. Nella zona, sono presenti delle piccole falde stagionali, a monte in corrispondenza della strada SS155; alcune sono convogliate in fontanelle o fonti, altre emergenti direttamente sul versante o sui muraglioni di contenimento all'ingresso dell'abitato di Cave; in genere si attivano corrispondenza di stagioni particolarmente piovose. In tutti i casi tale sorgenti, sebbene modeste, sono intercettate dalla pavimentazione stradale di monte, con le relative canalette e opere di convogliamento in fognatura delle acque piovane ove presenti. In corrispondenza della cantina di villetta Ortensia, giusto al di sotto del livello stradale, vi è una zona particolarmente umida visibile dall'alterazione dell'intonaco della volta dei locali (figura 10). Tale situazione riveste una importanza fondamentale in quanto le acque di infiltrazione possono andare ad imbibire il riempimento della volta, andando a comprometterne la stabilità.





**Figura 10: particolare della grotta di Villetta Ortensia soggetta a infiltrazioni**

Nel restante tratto di versante indagato non sono presenti ulteriori emergenze di falde sotterranee e non vi sono altre aree a rischio di dissesto ad innesco idrogeologico.

Altre sorgenti sono presenti a valle di via Prenestina Vecchia; anch'esse a carattere stagionale le cui acque vanno a defluire direttamente nell'adiacente fosso e che non interagiscono con i litotipi indagati oggetto del presente lavoro.

I terreni piroclastici di questo tipo presentano caratteristiche idrogeologiche eterogenee, ma nel complesso possono essere caratterizzati da una permeabilità per porosità medio-bassa (circa  $K = 10^{-5}$  m/s).

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Le caratteristiche geotecniche dei terreni coinvolti sono state indagate tramite SPT in foro e indagini di laboratorio.

### *Indagini di Laboratorio*

È stato prelevato un campione indisturbato alla profondità di 3.5 m. In tabella 2 la sintesi delle indagini eseguite sul provino, in allegato il report dettagliato.

**Tabella 1: sunto delle caratteristiche geotecniche analizzate dalle indagini di laboratorio**

<u>CARATTERISTICHE FISICHE</u>			
Umidità naturale	23.2	%	
Peso di volume	16.0	kN/m <sup>3</sup>	
Peso di volume secco	13.0	kN/m <sup>3</sup>	
<u>TAGLIO DIRETTO</u>			
Prova consolidata-lenta			
c'	4.5	kPa	$\phi'$ 28.5 °

### *SPT in foro*

In tabella 3 i parametri geotecnici ricavati dalle prove SPT in foro.

**Tabella 2: prove SPT in foro**

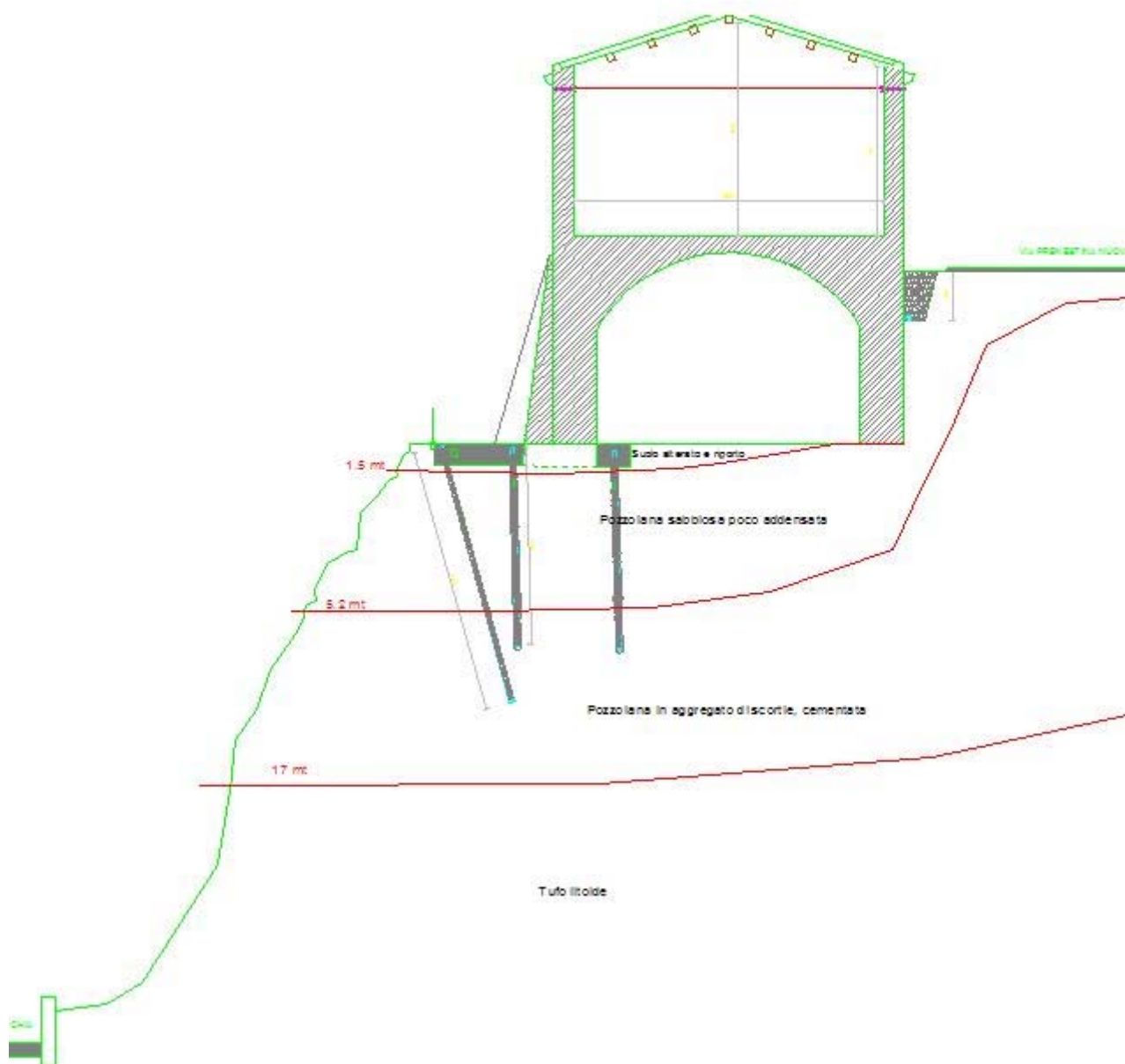
	Profondità	Colpi	NSPT
SPT1	2.50	10	24.00
	2.65	12	
	2.80	12	
SPT2	12.00	24	RIF.
	12.15	RIF.	
	12.30	-	
SPT3	18.00	RIF.	RIF.
	18.15	-	
	18.30	-	

**Modello geotecnico**

Sulla base delle indagini eseguite è stato ricostruito il modello geotecnico sia in formato numerico (Tabella 4) che grafico (Figura 11)

**Tabella 3: Caratteristiche geotecniche**

	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>
Definizione	Suolo alterato e riporto	Pozzolana sabbiosa, poco addensata	Pozzolana, in aggregato di scorie cementate da frazione fine	Tufo litoide
Spessore [m]	1.40	3.8	11	>10 16
Nspt	3	24	RIF.	RIF
Rd [daN/cm <sup>2</sup> ]	15	40	60	120
Qc [daN/cm <sup>2</sup> ]	8	20	45	70
$\gamma$ [daN/m <sup>3</sup> ]	1600	1439	1559	1650
$\gamma_s$ [daN/m <sup>3</sup> ]	1700	1630	1750	1720
W %	64	44	35	27
$\phi$	28°	32°	35°	40°
Coes. dren. C' [daN/cm <sup>2</sup> ]	-	0.11	0.09	-
Coes. non dren. Cu [daN/cm <sup>2</sup> ]	-	0.21	0.14	-
E [daN/cm <sup>2</sup> ]	-	152	294	418
G [daN/cm <sup>2</sup> ]	-	56	112	163
E <sub>ed(1-2)</sub> [daN/cm <sup>2</sup> ]	-	60	35	-



**Figura 11: Modello geotecnico in formato grafico**



### ***Rilievo geomeccanico***

Sugli affioramenti litoidi visibili lungo la scarpata (figura 9), nonché all'interno delle grotte presenti a valle in prossimità della porta di entrata al paese vecchio, correlati con i dati provenienti dal sondaggio, è stato eseguito un rilievo geomeccanico e strutturale degli ammassi costituenti il versante.

Sono state rilevate tre famiglie di fratture e discontinuità:

**S<sub>0</sub>**: discontinuità corrispondente con il piano di sedimentazione degli ammassi piroclastici. Tali piani si presentano a debole pendenza verso sud (circa 10°) e son ben visibili nei cambi di colore e tessitura dei layers rappresentativi delle varie fasi eruttive. Per tale motivo la frequenza è assai eterogenea, decimetrica generalmente in corrispondenza di fasi iniziali e finali, mentre durante le fasi massive della colata piroclastica, l'S<sub>0</sub> non è evidente lungo tutto lo spessore corrispondente a tale fase.

**S<sub>1</sub>-S<sub>2</sub>**: si tratta della famiglia di fratture principale che tende a trasformare le porzioni massive e litoidi o pseudo-litoidi in prismi colonnari a base quadrata. Si tratta infatti di 2 sottogruppi ortogonali fra loro a giacitura pressoché verticale, o comunque compresa fra 80-90°. Sono visibili nel tratto di affioramento litoide verticale (figura 9). La frequenza va da 30-50 cm fino al metro.

**S<sub>3</sub>**: I prismi creati dall'S<sub>1-2</sub>, tendono alla rottura lungo piani a giacitura assai variabile, ma che va da 0-10° (dunque circa parallela a S<sub>0</sub>) fino a circa 40-50°. Sono assai meno frequenti (qualche metro solo negli strati litoidi), per tale motivo i prismi risultanti tendono ad assumere una forma colonnare e dunque sviluppati in altezza.

## **CARATTERISTICHE SISMICHE**

### ***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, il comune rientra in zona sismica **2 sottozona B**. Nelle tabelle che seguono vengono riportati i parametri di base relativi al dimensionamento dell'opera prevista nei riguardi dell'azione sismica, come previsto dagli allegati A e B delle nuove NTC, DM 17/01/2018. Circa i parametri di pericolosità sono stati considerati tempi di ritorno relativi a strutture di classe d'uso III in virtù della classe attribuita al Villino Ortensia.

Tabella 4: Parametri sismici di base

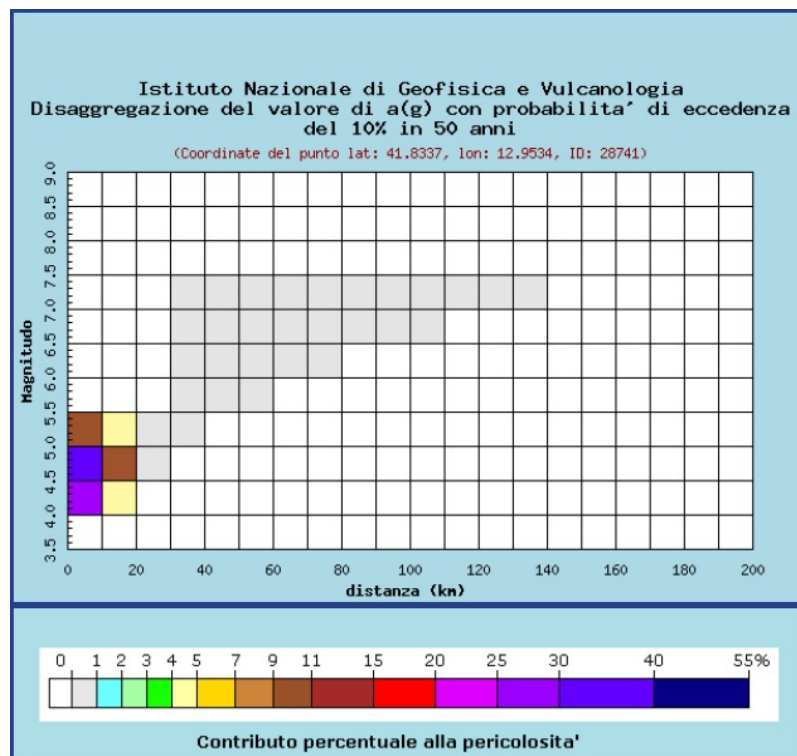
ZONA SISMICA	SOTTOZONA SISMICA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI ( $a_g$ )
1		$0.25 \leq a_g < 0.278g$ (val. Max per il Lazio)
2	A	$0.20 \leq a_g < 0.25$
	B	$0.15 \leq a_g < 0.20$
3	A	$0.10 \leq a_g < 0.15$
	B	(val. min.) $0.062 \leq a_g < 0.10$

Tabella 5: Parametri di pericolosità sismica

“Stato Limite”	$T_r$ (anni)	$A_g$ (g)	$F_0$ (-)	$T_c^*$ (s)
Operatività	45	0,068	2,453	0,272
Danno	75	0,084	2,456	0,281
Salvaguardia vita	712	0,186	2,490	0,303
Prevenzione collasso	1462	0,227	2,509	0,313

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 m



### **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 di attenzione per instabilità ( $ZA_{FR}$ ) con modello sismostratigrafico caratterizzato da una potente coltre di sabbie piroclastiche (80-100 m) su bedrock calcareo compatto e suscettibilità ad instabilità in seguito ad evento sismico per le elevate pendenze dei versanti. In figura 12 un estratto della carta delle MOPS.

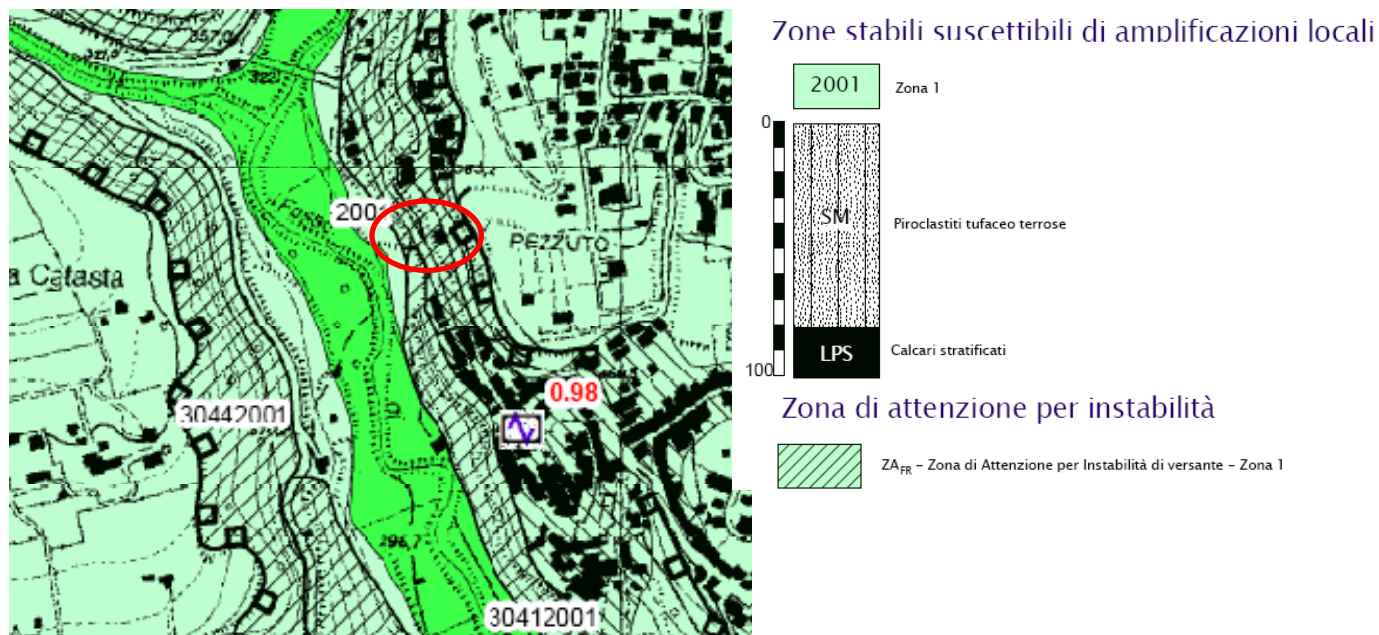


Figura 12: estratto della carta delle MOPS del Comune di Cave

### **Indagini**

#### **HVSR**

La frequenza di picco del rapporto H/V è risultata essere a circa **13 Hz** per la prova HV1, riferibile a contrasto di impedenza superficiali fra 5 e 10 m di profondità, riferibile al passaggio fra la pozzolana sabbiosa poco addensata e quella cementata. È presente un secondo picco a circa 1 Hz (coincidente in entrambe le prove) rappresentativo del passaggio fra vulcaniti e calcari oltre i 100 m di profondità. In figura 13 il confronto fra le curve H/V risultanti, in figura 14 il profili delle velocità (sismostratigrafia) elaborato per la prova HV1.

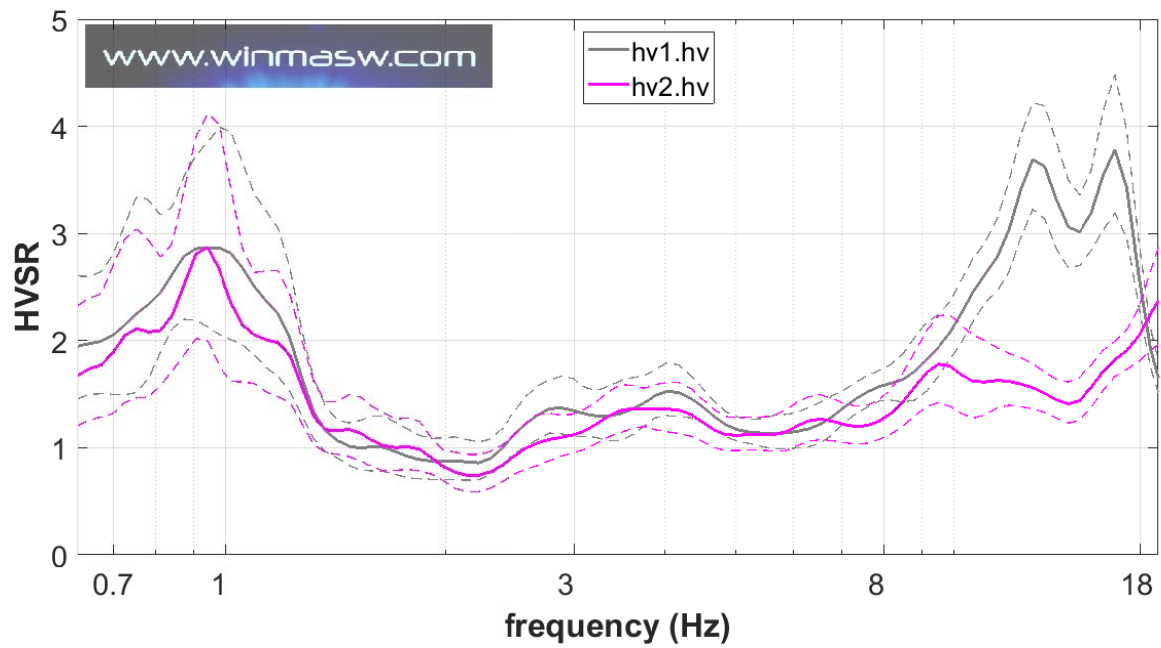


Figura 13: Curve H/V delle prove eseguite

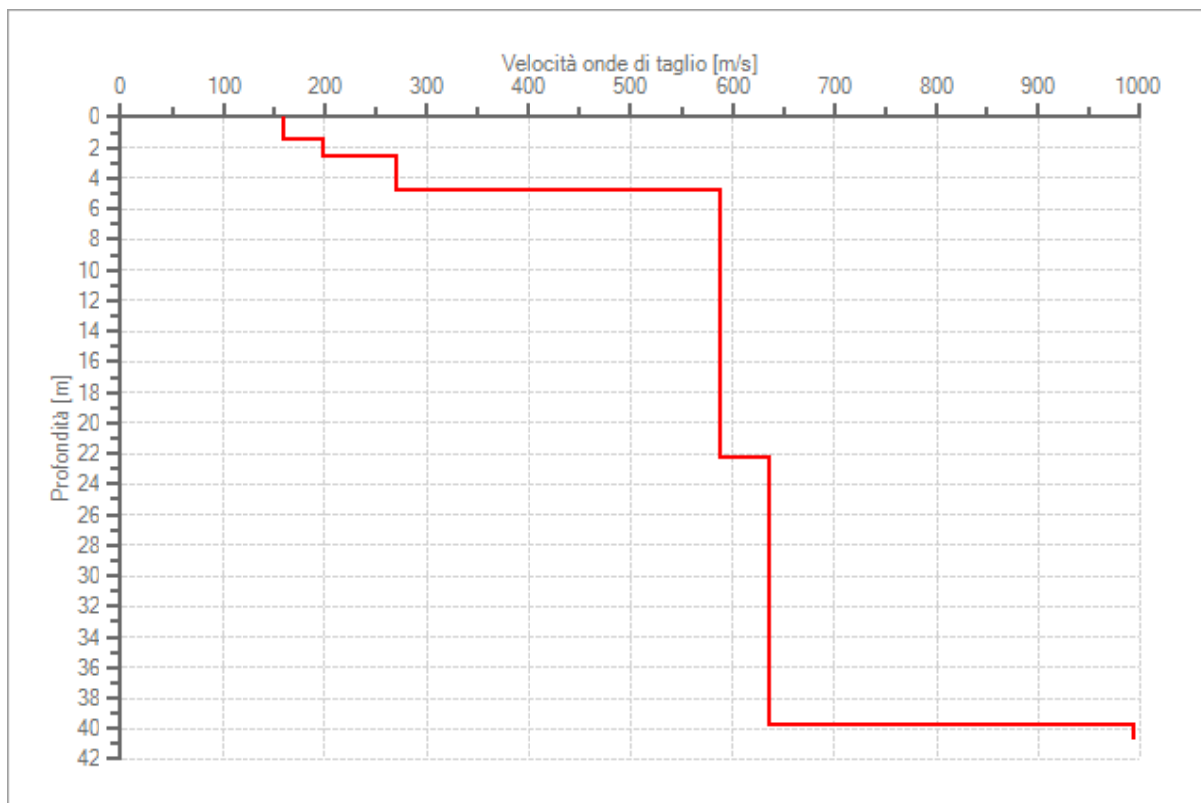


Figura 14: Profilo di velocità derivato dalla elaborazione della HV1



### Masw

L'analisi delle onde di superficie è stata effettuata attraverso la metodologia *HoliSurface*<sup>®</sup> (HS), ovvero una procedura di acquisizione ed analisi di dati di sismica attiva che considera in modo congiunto (olistico) tutta una serie di *oggetti di analisi* che, nel loro insieme, descrivono in maniera appunto olistica la propagazione delle onde di Rayleigh e Love.

Tale tipo di indagine è una evoluzione (brevettata) del metodo di analisi delle velocità di gruppo tramite MFA (*Multiple Filter Analysis* – Dziewonski et al., 1969) e/o FTAN (*FrequencyTime ANalysis* – Natale et al., 2004), quindi basata sulla dispersione delle onde di superficie (velocità di gruppo; rapporto tra spazio e tempo di arrivo dell'onda frequenza per frequenza) e la sua analisi secondo l'approccio FVS (*Full Velocity Spectrum*).

Il sistema di acquisizione dei dati, sia attivo che passivo (HVSr), si avvale di un geofono triassiale (*triggerabile*) in grado di acquisire registrazioni di segnali provenienti da una sorgente ad un noto offset e di rumore ambientale, secondo lo schema presentato in figura 16 e con parametri riportati in tabella 7.

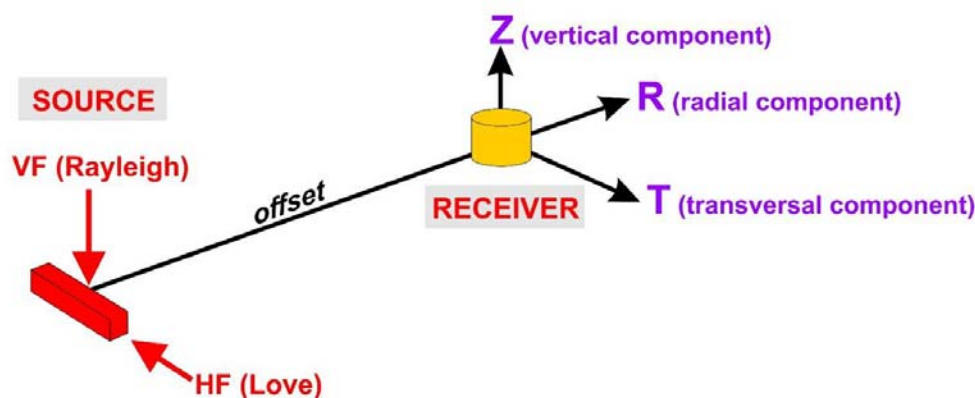


Figura 15: schema di acquisizione mediante tecnica HS

Tabella 6: Parametri di acquisizione

offset	32 m
lunghezza registrazione	5 s (poi ridotto a 1,5 s in fase di elaborazione)
frequenza di campionamento	300 Hz
sorgente	Mazza da 5 kg su piastra orizzontale (per la generazione delle onde di Rayleigh)
stack	7

L'elaborazione dei dati acquisiti è stata effettuata dapprima considerando l'analisi dei microtremori dalla acquisizione passiva, poi verificando la continuità laterale attraverso la comparazione delle due curve H/V (figura 13). Infine tramite la curve di dispersione delle onde di

Rayleigh sia del moto verticale (ZVF) che radiale (RVF). La determinazione delle qualità sismiche dei terreni è stata fatta procedendo con l'inversione delle varie componenti singolarmente, poi combinate in modo da ridurre l'errore dovuto alla molteplicità di modelli che possano rappresentare quelle curve di dispersione. In figura 17 la schermata del programma di elaborazione HoliSurface per l'elaborazione Masw 1 a 2 Componenti (ZVF + RVF) con la relativa inversione e determinazione del profilo di velocità; in figura 14 quella relativa alla Masw 2 a 2 Componenti (Disp + HVSR).

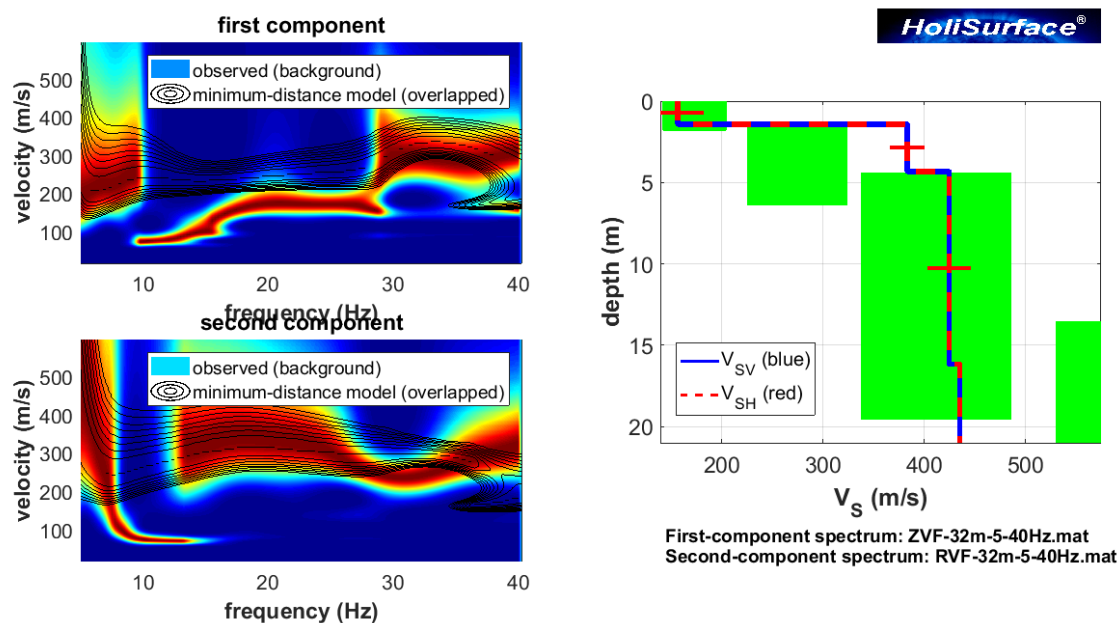


Figura 16: Elaborazione Masw 1 a 2 componenti (ZVF + RVF)

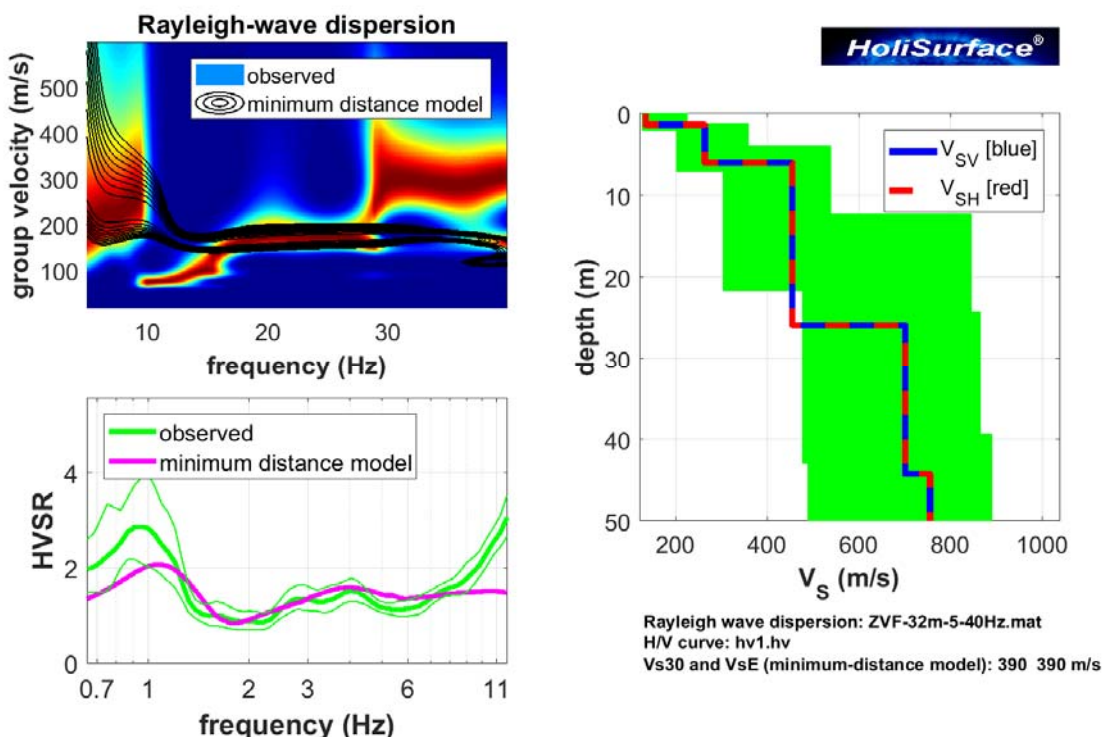


Figura 17: Elaborazione Masw 2 a 2 componenti (Disp. + HVSR)

*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  $S_x$  ed  $S_y$  riassunti nel grafico delle dromocrone di figura 19. Per il dettaglio si rimanda ai report in allegato.

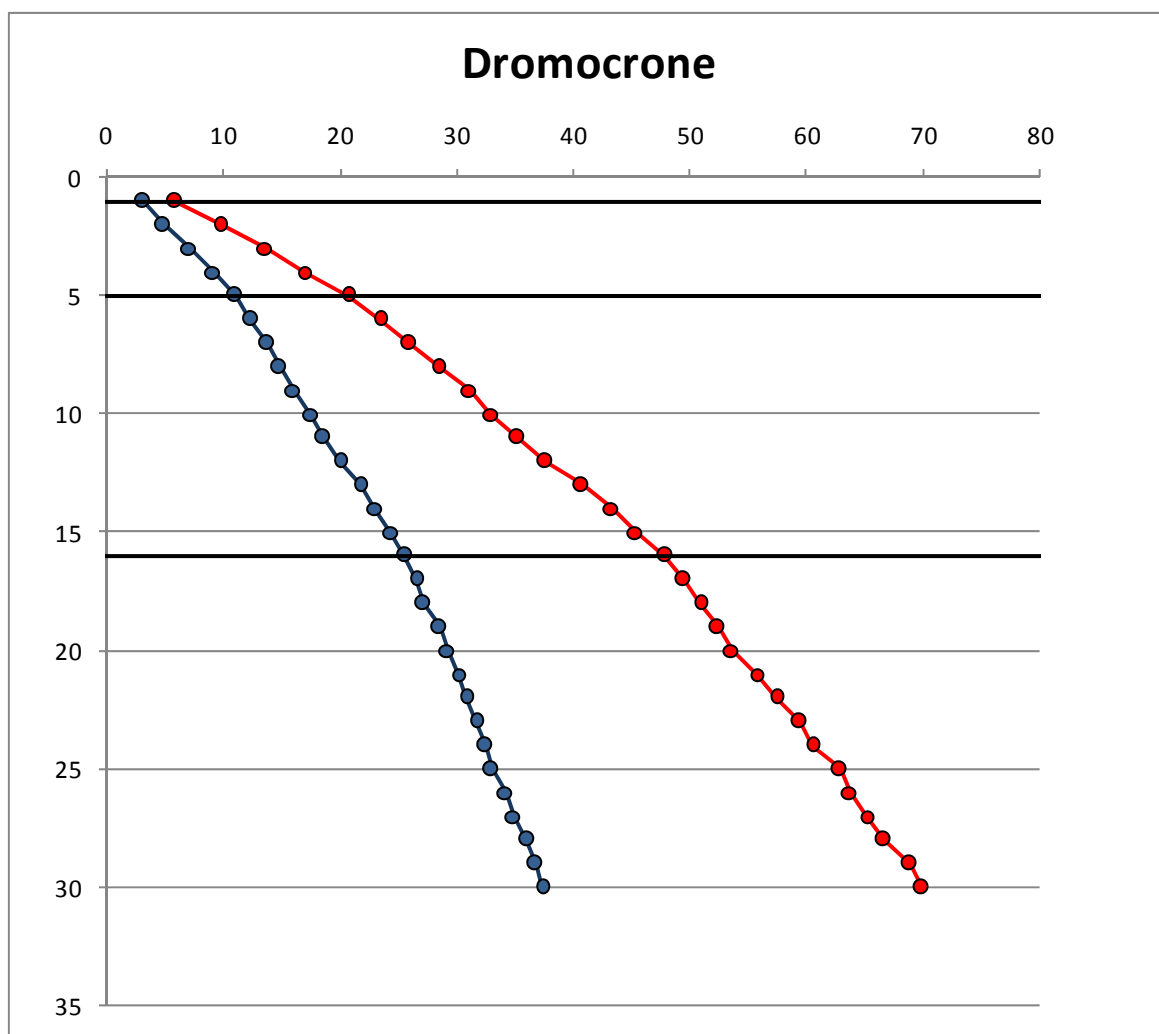


Figura 18: Dromocrone derivanti da indagine di tipo DH

**RSL - 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  $V_{S30}$  come da Tabella 8, confermano una categoria di sottosuolo **B**, “*rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*”, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

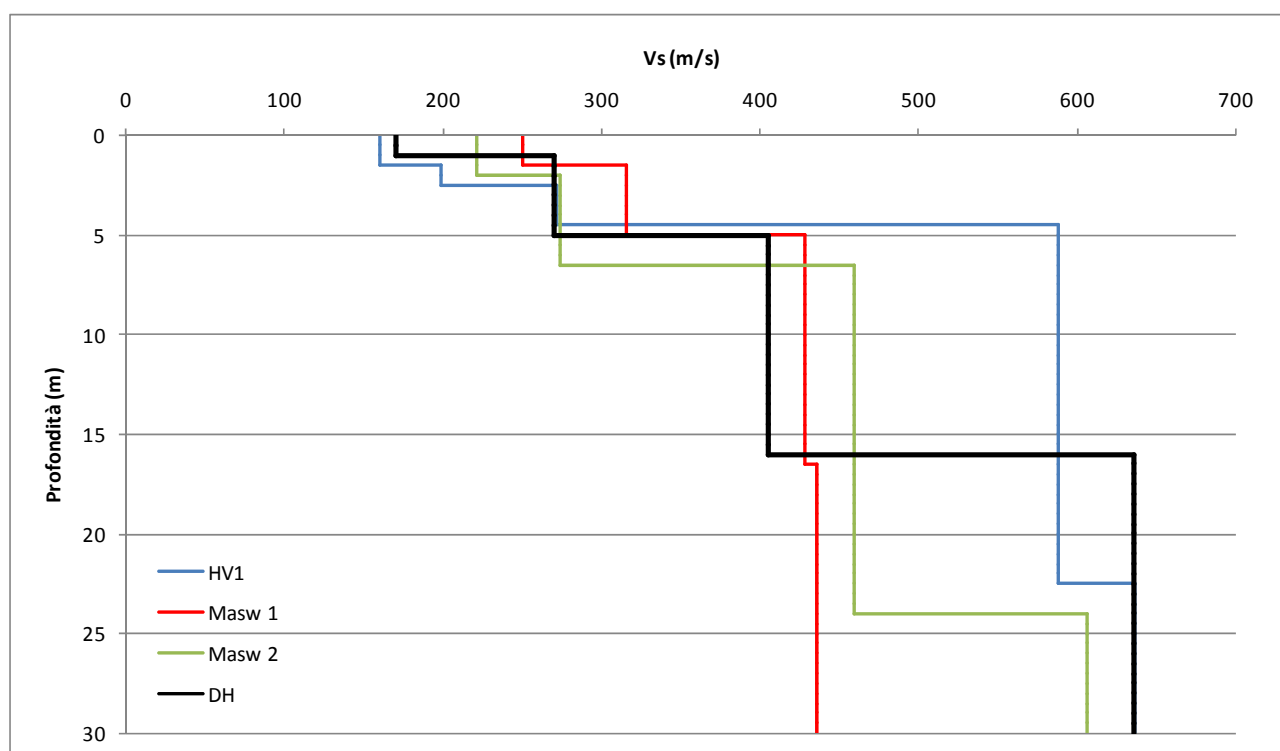


Figura 19: Profili di velocità delle indagini eseguite a confronto



**Tabella 7: riepilogo valori di  $V_{s,eq}$  (30 m)**

	$V_{s30}$	Categoria
HV1	<b>467.4</b>	<b>B</b>
Masw 1	<b>400.5</b>	<b>B</b>
Masw 2	<b>408.2</b>	<b>B</b>
DH	<b>429.4</b>	<b>B</b>
media	<b>432.0</b>	<b>B</b>

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

L'analisi di RSL è stata effettuata considerando interventi edilizi su strutture di classe d'uso III (considerando la medesima classe della Villetta Ortensia qualora siano necessari lavori che richiedano calcoli per i quali debba essere richiesta l'autorizzazione sismica in virtù della DGR 724/2020. Sono inoltre stati considerati tutti gli stati limite previsti dalle NTC 2018.

***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 T2**, "Pendii con inclinazione media  $i > 15^\circ$ " (tabella .

**Tabella 8: Condizioni topografiche**

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Diagrammi illustrativi delle condizioni topografiche:

- T2:** Pendii o rilievi isolati con inclinazione  $\beta > 15^\circ$ ,  $S_T \geq 1.2$ .
- T3:** Rilievo con larghezza in cresta molto inferiore a quella alla base, con inclinazione  $15^\circ < \beta < 30^\circ$ ,  $S_T \geq 1.2$ .
- T4:** Rilievo con larghezza in cresta molto inferiore a quella alla base, con inclinazione  $\beta > 30^\circ$ ,  $S_T \geq 1.4$ .

### 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 dalle altre indagini (HV e MASW) per l'andamento sismostratigrafico al di sotto dei 30 m. Il bedrock è stato posizionato a profondità >100m.

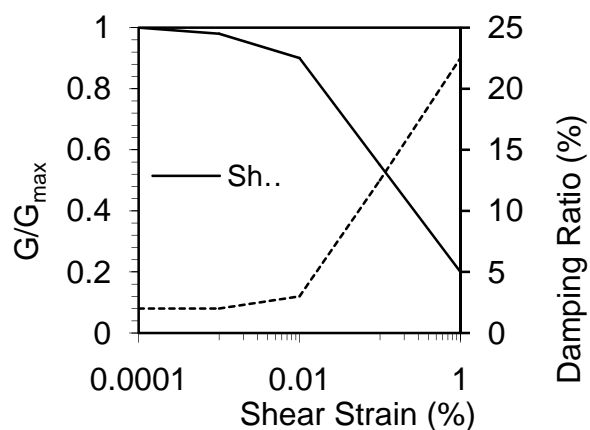
Il profilo sismico del volume di terreno indagato ed oggetto della amplificazione sismica, così come è stato immesso fra i dati di input dell'analisi di RSL, è riassunto in tabella 9.

**Tabella 9: Sismostratigrafia di input**

Sismostratigrafia					
Strato	Profondità	Spessore	Densità	Vs medie	Materiale
1	0-1	1	1,7	170	1
2	1-5	4	1,7	270	1
3	5-16	11	1,7	405	1
4	16-30	14	1,7	636	1
5	30-100	70	1.7	700	1
bedrock	>100			>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:

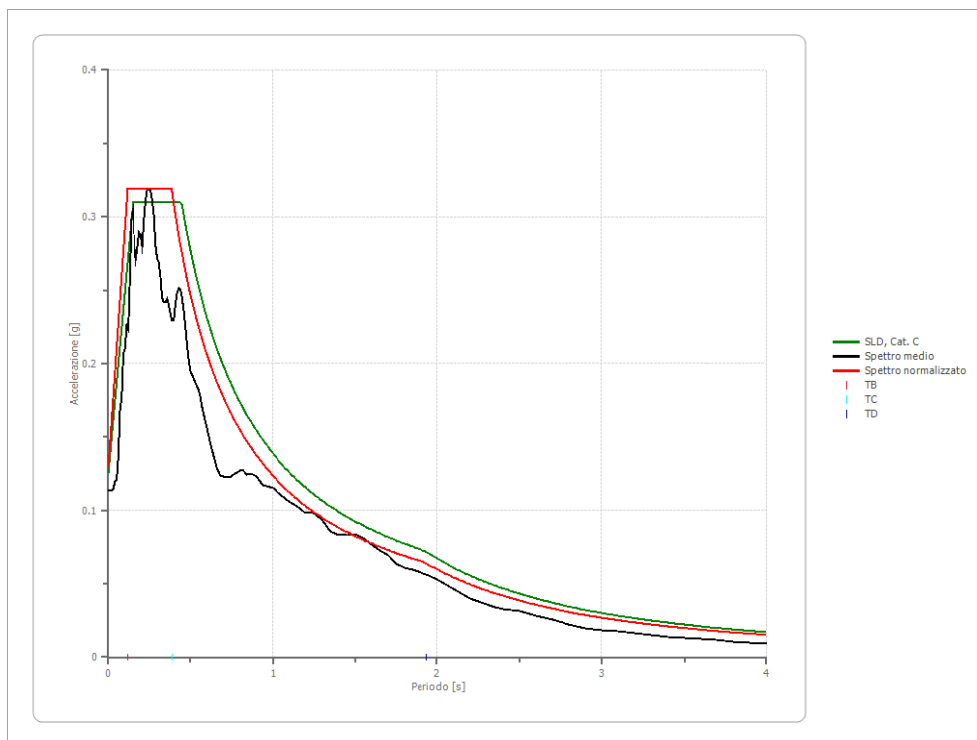
sabbie di alterazione - Regione Lazio			
Strain (%)	G/G <sub>max</sub>	Strain (%)	Damping (%)
0.0001	1	0.0001	2
0.001	0.98	0.001	2
0.01	0.9	0.01	3
0.1	0.55	0.1	12.5
1	0.2	1	22.5



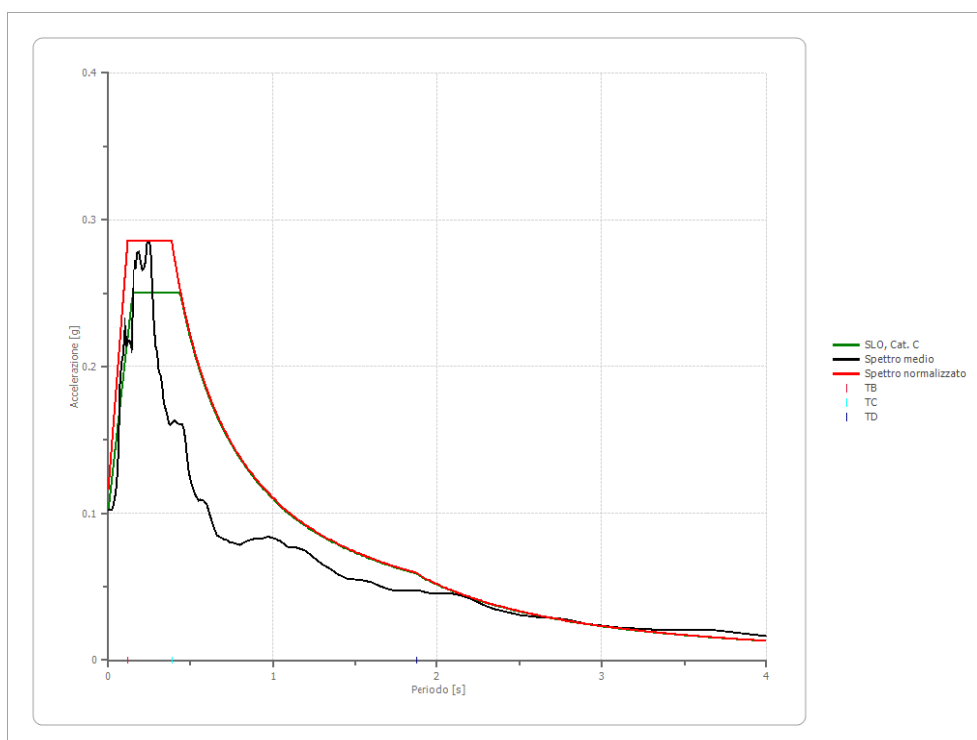
**Figura 20: Curve di decadimento utilizzate**

**RSL**

Nelle figure che seguono gli spettri di risposta per gli stati limite considerati derivanti dalle analisi di risposta sismica locale effettuata. Per i dettagli si rimanda ai relativi report.



**Figura 21: spettro di RSL per lo SLD**



**Figura 22: spettro di RSL per lo SLC**

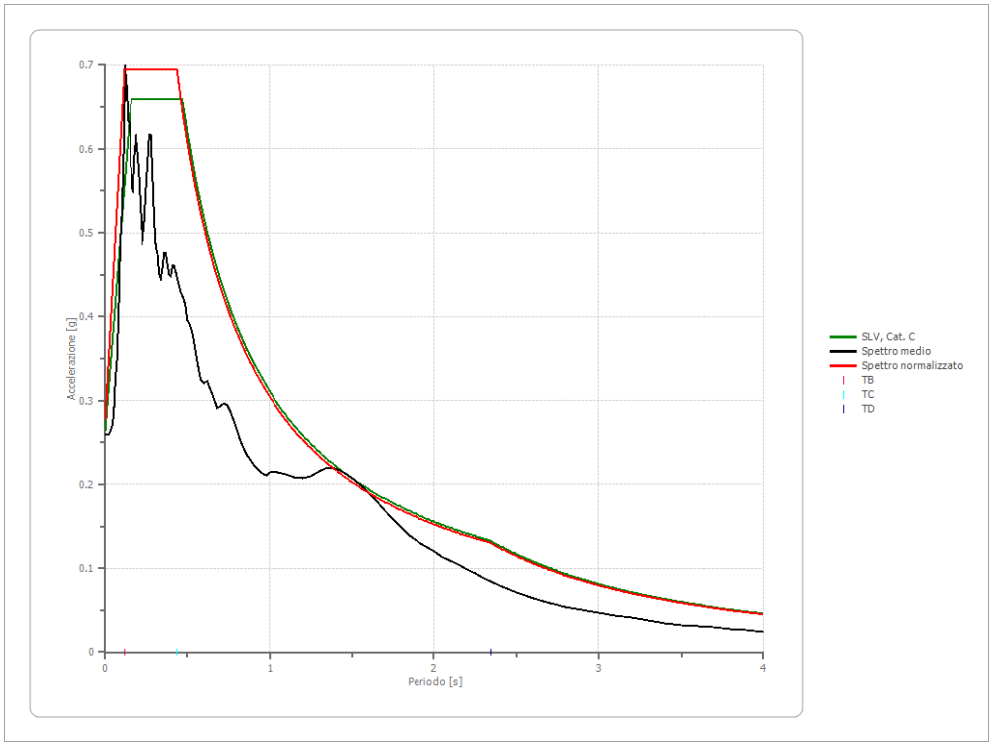


Figura 23: spettro di RSL per o SLV

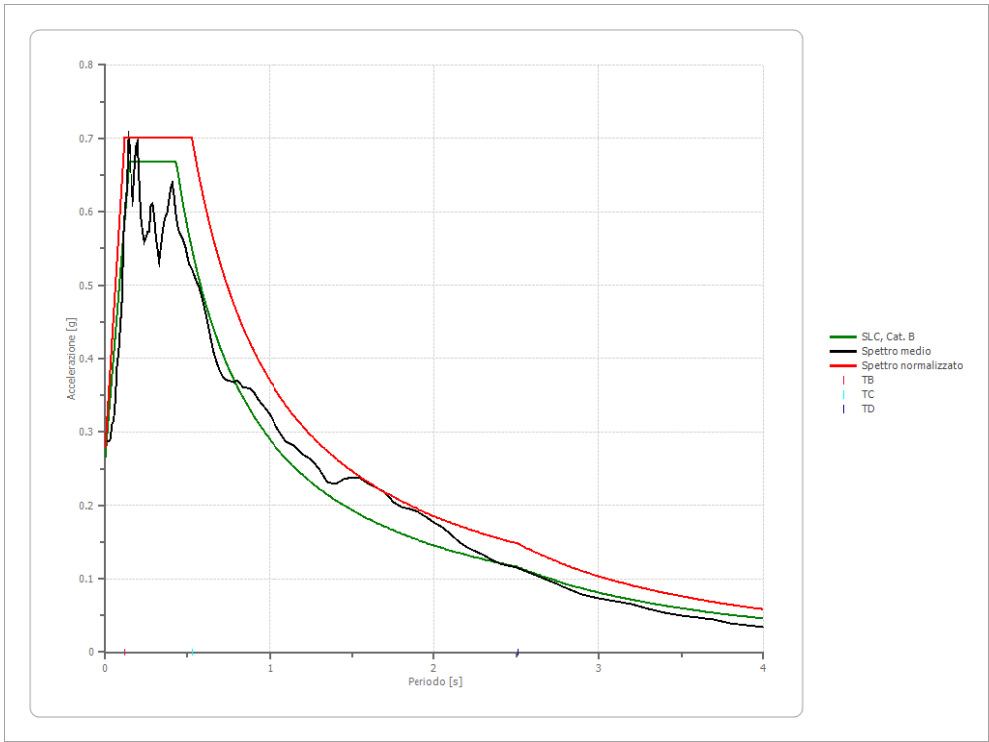


Figura 24: spettro di RSL per lo SLC



## **ANALISI RISCHIO DISSESTO IDROGEOLOGICO**

### ***Evoluzione Geomorfologica del Versante***

Naturalmente la geometria del versante in esame tende all'equilibrio fra proprietà geotecniche dei materiali che lo compongono e regime di piogge locale. Il fosso di fondovalle incide e trasporta il materiale in posto e franato, scalzando il piede del pendio e creando disequilibrio. Eventi meteorici innescano movimenti di terreno verso valle che tendono a riequilibrare il sistema. Col tempo tali cicli fanno arretrare il versante con velocità in stretta relazione con agenti erosivi, dunque fosso di fondovalle e dal regime di piogge.

La presenza di attività antropiche quali abitazioni e viabilità a monte che raccolgono le acque e le convogliano in fognatura, unito alla presenza della strada a valle che, allo stesso modo, regima le acque di scorrimento superficiale, limitano in maniera significativa l'erosione ed il naturale evolversi geomorfologico dell'intero tratto di versante. I processi erosivi sono di fatto rallentati dalla regimentazione delle acque sia a monte che a valle del versante.

### ***Vulnerabilità***

Gli elementi a rischio sono costituiti dalle strutture antropiche presenti nel sistema, ovvero il Villino Ortensia al ridosso della scarpata e la viabilità a monte e a valle.

### ***Pericolosità***

L'elevata pendenza del versante, anche in prossimità di litotipi litoidi e semilitoidi i quali presentano un sistema di fratturazione sfavorevole alla stabilità globale, unitamente alla presenza di acqua a ridosso del villino a monte, costituiscono i principali fattori di pericolosità considerando un breve-medio periodo. Inoltre, tutta la parete della scarpata è interessata da una folta vegetazione, costituita nella parte più alta, prevalentemente da robinie, a scendere, lungo la parete sono presenti piante erbacee, rampicanti, con impianto radicale sulla parete stessa. Lo sviluppo degli apparati radicali della vegetazione all'interno delle dislocazioni presenti, tende a ridurre la resistenza al taglio lungo i piani di frattura;

### ***Valutazione Rischio***

Dall'analisi condotta emerge che le aree più a rischio sono localizzate lungo tutto il versante nel quale non vi sono strutture di sostegno ed è infestato da vegetazione non controllata. Nella parte alta le strutture di sostegno presenti mantengono in sicurezza la fascia adiacente la strada e la

struttura della ex biblioteca, eccetto la porzione retrostante il muro della cantina del Villino Ortensia, interessata da presenza di acqua.

## CONCLUSIONI

Sulla base dello studio effettuato, la strategia di intervento sarà rivolta a mitigare i fenomeni di potenziale dissesto e ridurre nel complesso il livello di rischio. Tale strategia dovrà essere pensata attenuando gli agenti scatenanti, per esempio attraverso la cattura delle acque retrostanti la cantina della villetta tramite trincea drenante e convogliamento in pubblica fognatura, e aumentando le forze resistenti, dunque agendo, per esempio, alla realizzazione di chiodature al fine di scongiurare la stabilità dell'edificio presente.

Circa la vegetazione infestante, si dovrà provvedere al taglio ed eliminazione della stessa ed all'essiccamento degli apparati radicali. Potranno quindi essere pensati altri interventi in aumento di forze resistenti, per esempio con soluzioni di ingegneria ambientale per le coperture sciolte, oppure ulteriori chiodature e ripristino delle maglie esistenti per i tratti litoidi o semilitoidi.

Si raccomanda inoltre che qualsiasi struttura di contenimento venga realizzata dovrà garantire un accurato drenaggio delle acque e favorirne il naturale deflusso, onde evitare accumulo in occasione di piogge straordinarie che possano mettere a rischio la stabilità globale del sistema.

Cave, dicembre 2021

Il geologo  
Dott. Paolo Baglini



## **ALLEGATI**

# SONDAGGIO S1

S1 Comune di Cave		Profondità raggiunta 30 mt	Quota Ass. P.C. 353 mt s.l.m. Lat. 41.820444° Long. 12.926351°		Data fine Scavo 17/09/2021	
		Indagine Dissesti scarpata Villa Ortenzia	Tipo Sonda CMV 600			
Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	S.P.L. (m) Campi	Caratteristiche	Altre note
1		Suolo alterato e riporto	1.40			
2		Piroclastite, costituita da un aggregato di scorie di dimensioni medie, cementate da frazione fine, numerosa la presenza di leucite alterata. Colore passante dal marrone al grigio	5.20	10-12-12 2.50 PC 3.50 4.00		
3		Possolana sabbiosa, molto addensata, costituita da scorie e brandelli lavici, cementata. Presenza di leucitite e pirosseni. Colore grigio scuro				
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11				24-RIF		
12				12.00 PC		
13						
14						
15						
16			16.20			
17		Tufo litoide		RIF		
18				18.00 PC		
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30			30.00			



COMMITTENTE: Dott. Geol. Leonardo Romboli

RIFERIMENTO: Palazzina Ortensia - Cave - Prelievo del 17/09/2021

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.50-4.00

## MODULO RIASSUNTIVO

## CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	23.2	%
Peso di volume	16.0	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume secco	13.0	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo		kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico		
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		%
CNR-UNI 10006/00		

## ANALISI GRANULOMETRICA

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

## PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

## COMPRESSIONE

$\sigma$	kPa	$\sigma_{\text{Rim}}$	kPa
$c_u$	kPa	$c_{u \text{ Rim}}$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta					
c'	4.5	kPa	$\phi'$	28.5	°
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

Limo sabbioso debolmente argilloso di colore marrone scuro. Presenza di rari inclusi

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone  
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685  
laboratorio@geores.itAZIENDA CON  
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'  
UNI EN ISO 9001:2015  
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06423	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/10/21	Inizio analisi: 06/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 454 del 20/09/21		Apertura campione: 06/10/21	Fine analisi: 07/10/21

COMMITTENTE: Dott. Geol. Leonardo Romboli				
RIFERIMENTO: Palazzina Ortensia - Cave - Prelievo del 17/09/2021				
SONDAGGIO: S1		CAMPIONE: C1		PROFONDITA': m 3.50-4.00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

**Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 23.2 %**

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo  
☐ Stratificato  
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Limo sabbioso debolmente argilloso di colore marrone scuro. Presenza di rari inclusi

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone  
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685  
laboratorio@geores.itAZIENDA CON  
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'  
UNI EN ISO 9001:2015  
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010CERTIFICATO DI PROVA N°: **06424** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 454 del 20/09/21

DATA DI EMISSIONE: 13/10/21

Inizio analisi: 06/10/21

Apertura campione: 06/10/21

Fine analisi: 06/10/21

COMMITTENTE: Dott. Geol. Leonardo Romboli

RIFERIMENTO: Palazzina Ortensia - Cave - Prelievo del 17/09/2021

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.50-4.00

**PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE**

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata**Peso di volume allo stato naturale = 16.0 kN/m<sup>3</sup>**

Limo sabbioso debolmente argilloso di colore marrone scuro. Presenza di rari inclusi

**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06425** Pagina 1/2

**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 454** del 20/09/21

**DATA DI EMISSIONE:** 13/10/21

**Inizio analisi:** 06/10/21

**Apertura campione:** 06/10/21

**Fine analisi:** 08/10/21

**COMMITTENTE:** Dott. Geol. Leonardo Romboli

**RIFERIMENTO:** Palazzina Ortensia - Cave - Prelievo del 17/09/2021

**SONDAGGIO:** S1

**CAMPIONE:** C1

**PROFONDITA':** m 3.50-4.00

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	50.0	100.0	200.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	23.0 25.3	24.5 30.0	24.1 24.9
Peso di volume (kN/m³):	16.0	15.9	16.2
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0.008 mm / min	

DIAGRAMMA  
Tensione  
Deformazione orizzontale

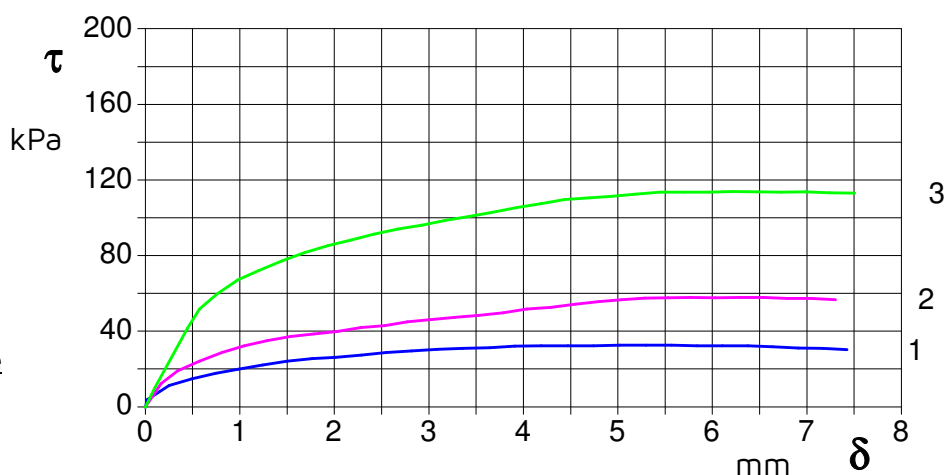
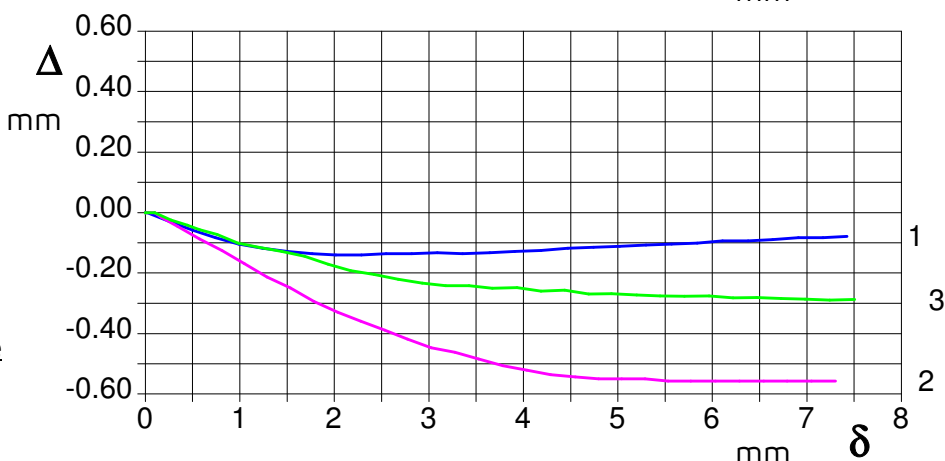


DIAGRAMMA  
Deformazione verticale  
Deformazione orizzontale



Limo sabbioso debolmente argilloso di colore marrone scuro. Presenza di rari inclusi



CERTIFICATO DI PROVA N°: 06425	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 13/10/21	Inizio analisi: 06/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 454	del 20/09/21	Apertura campione: 06/10/21	Fine analisi: 08/10/21

COMMITTENTE: Dott. Geol. Leonardo Romboli

RIFERIMENTO: Palazzina Ortensia - Cave - Prelievo del 17/09/2021

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.50-4.00

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

[illegible]

**ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 454 del 20/09/21

DATA DI EMISSIONE: 13/10/21

Inizio analisi: 06/10/21

Apertura campione: 06/10/21

Fine analisi: 08/10/21

COMMITTENTE: Dott. Geol. Leonardo Romboli

RIFERIMENTO: Palazzina Ortensia - Cave - Prelievo del 17/09/2021

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.50-4.00

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	50	100	200
Tensione a rottura (kPa):	33	58	114
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	5.02	6.29	6.22
Deformazione verticale a rottura (mm):	-0.11	-0.56	-0.28
Umidità iniziale e umidità finale (%):	23.0 25.3	24.5 30.0	24.1 24.9
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	16.0 16.3	15.9 16.7	16.2 16.3

#### DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 4.5 kPa

Angolo di attrito interno: 28.5 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta

Velocità di deformazione: 0.008 mm / min

Tempo di consolidazione (ore): 24

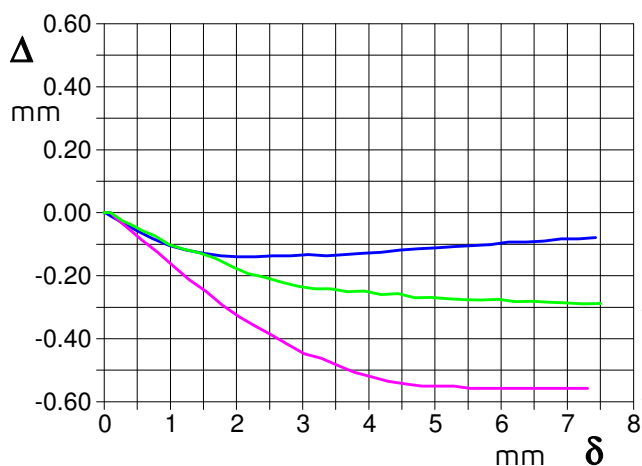
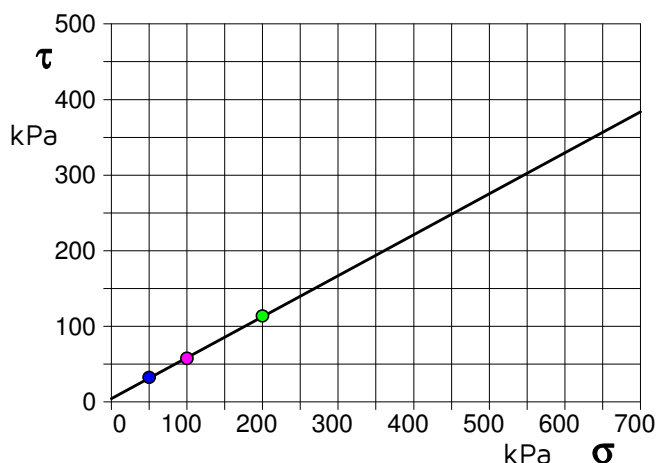


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

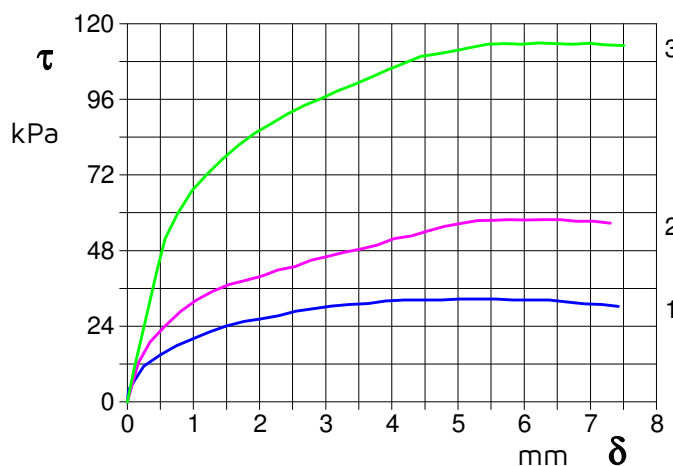


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Limo sabbioso debolmente argilloso di colore marrone scuro. Presenza di rari inclusi

PROVA SISMICA DOWN HOLE

Cantiere:	Cave - Villa Ortensia
Data:	11/11/2021
N. prova:	DH1
Esecutore:	Geol. Leonardo Romboli
Elaborazione:	Geol. Leonardo Romboli

distanza della sparo da bocca foro (m): 2

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	1.0	7.04	13.15	13.15	3.15	5.88	5.88
2	2.0	6.89	13.80	13.80	4.87	9.76	9.76
3	3.0	8.54	16.60	16.11	7.11	13.81	13.40
4	4.0	10.25	18.80	19.11	9.17	16.82	17.09
5	5.0	11.91	22.29	22.29	11.06	20.70	20.70
6	6.0	13.02	24.67	24.81	12.35	23.40	23.54
7	7.0	14.32	26.97	27.02	13.77	25.93	25.98
8	8.0	15.28	29.33	29.25	14.82	28.45	28.38
9	9.0	16.45	31.91	31.87	16.06	31.15	31.11
10	10.0	17.84	33.56	33.64	17.49	32.91	32.99
11	11.0	18.94	35.64	35.95	18.63	35.07	35.37
12	12.0	20.31	37.88	38.46	20.03	37.36	37.94
13	13.0	22.01	41.20	41.10	21.75	40.72	40.62
14	14.0	23.22	43.76	43.72	22.99	43.32	43.28
15	15.0	24.57	45.89	45.52	24.35	45.49	45.12
16	16.0	25.77	48.23	48.22	25.57	47.86	47.85
17	17.0	26.76	49.72	49.81	26.58	49.38	49.47
18	18.0	27.35	51.20	51.18	27.18	50.89	50.87
19	19.0	28.69	52.64	52.76	28.53	52.35	52.47
20	20.0	29.38	53.77	53.89	29.23	53.50	53.62
21	21.0	30.26	55.90	55.96	30.12	55.65	55.71
22	22.0	30.98	57.42	57.84	30.85	57.18	57.60
23	23.0	31.82	59.63	59.58	31.70	59.41	59.36
24	24.0	32.63	60.41	61.03	32.52	60.20	60.82
25	25.0	33.11	62.94	63.12	33.00	62.74	62.92
26	26.0	34.27	63.86	63.96	34.17	63.67	63.77
27	27.0	35.00	65.30	65.28	34.90	65.12	65.10
28	28.0	36.11	66.76	66.81	36.02	66.59	66.64
29	29.0	36.83	68.94	69.05	36.74	68.78	68.89
30	30.0	37.43	70.00	70.01	37.35	69.84	69.85

Velocità onde P
-----------------

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]
1	1	318
2	5	505
3	16	758
4	30	1190

Velocità onde S (x)
---------------------

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]
1	1	170
2	5	270
3	16	405
4	30	636

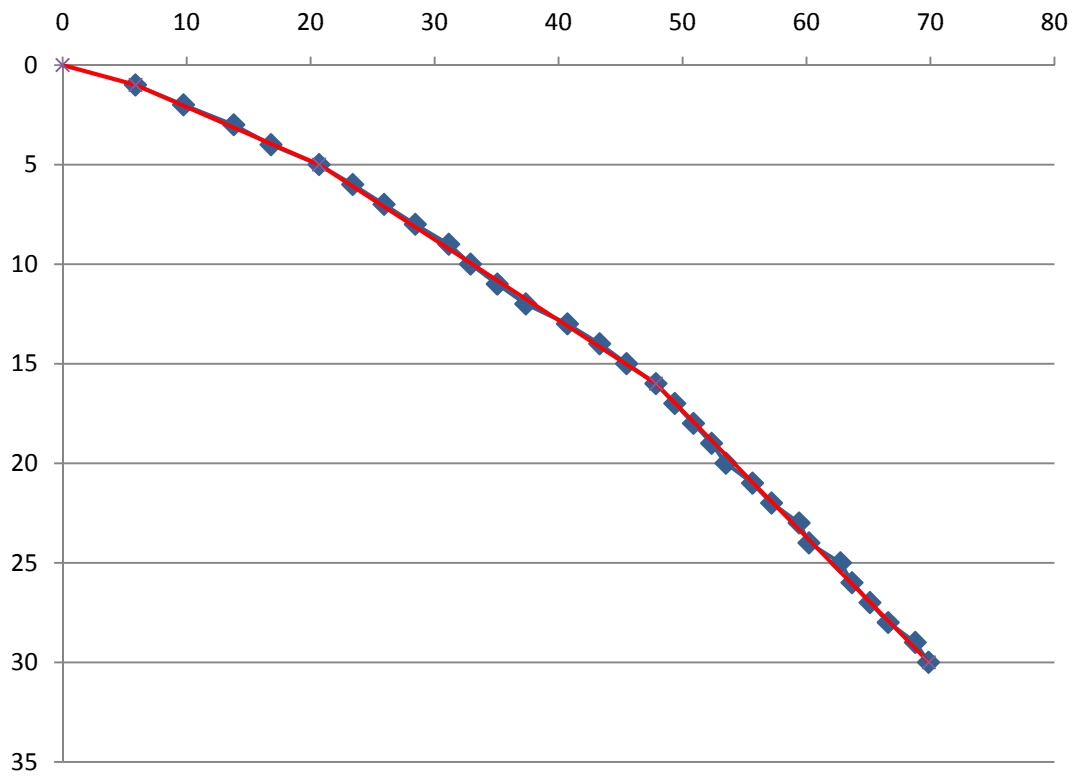
Velocità onde S (y)
---------------------

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]
1	1	170
2	5	270
3	16	405
4	30	636

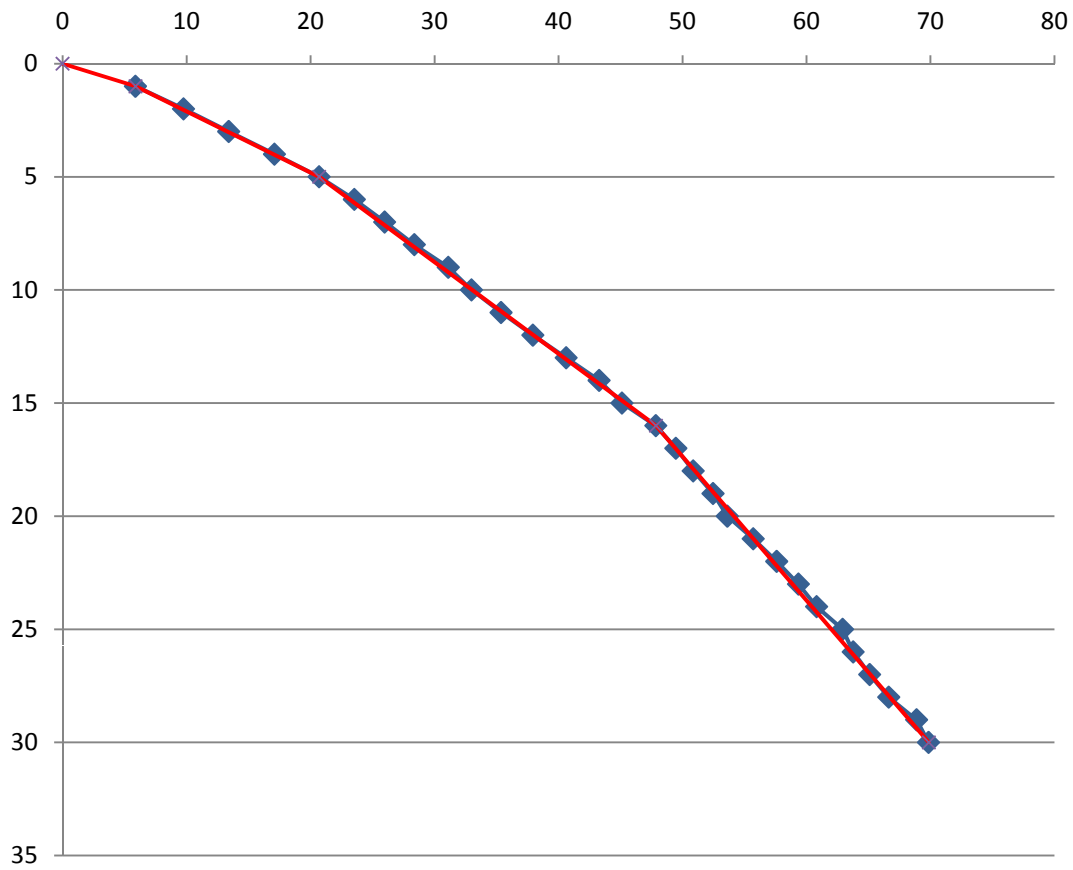
Velocità onde S medie
-----------------------

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]
1	1	170
2	5	270
3	16	405
4	30	636

Onde S (x)

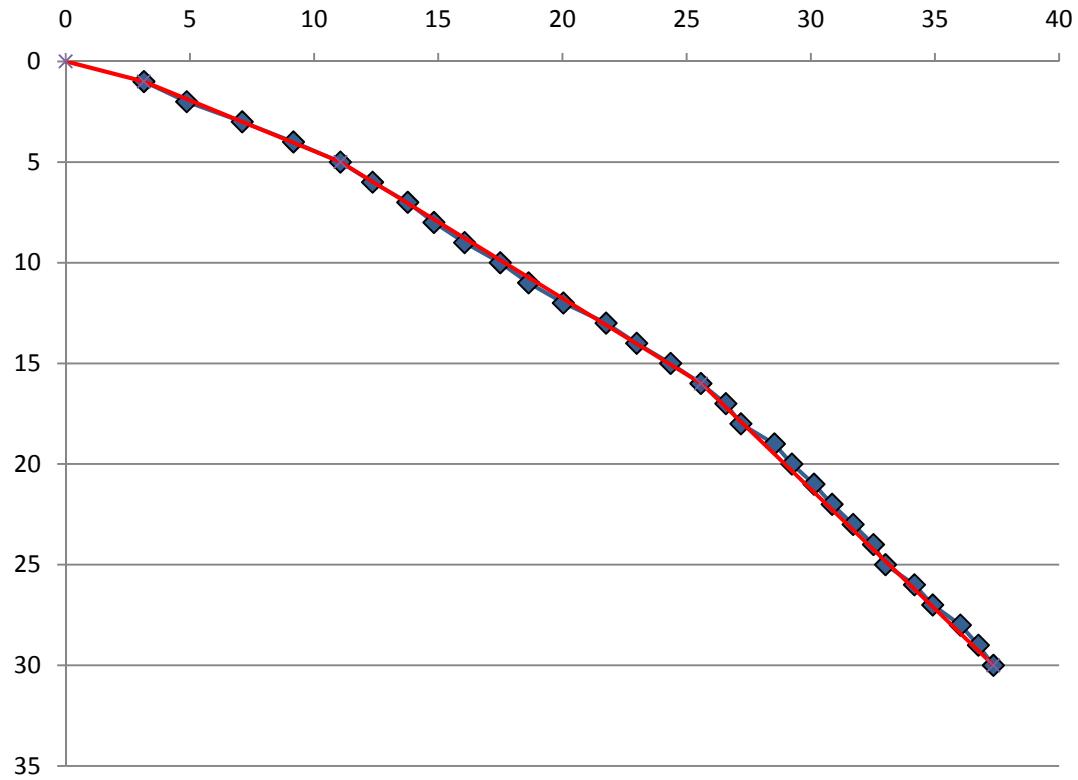


Onde S (y)

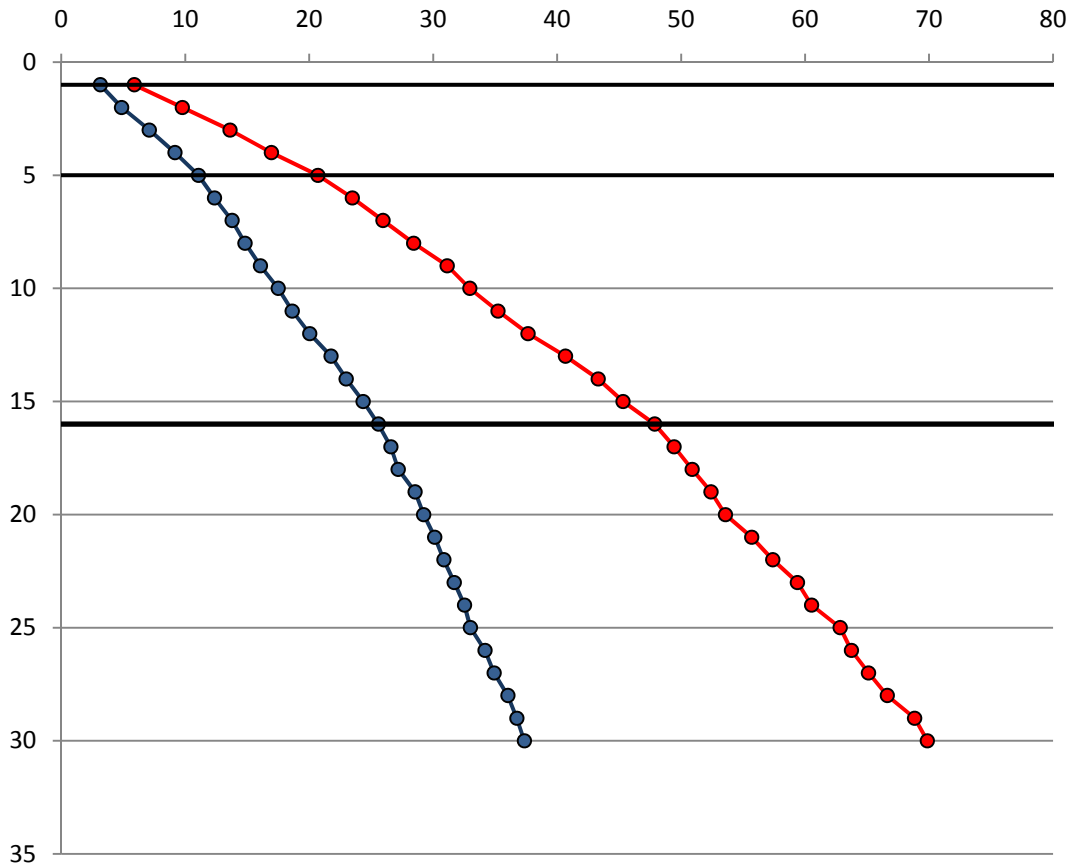




## Onde P



## Dromocrone



# HoliSurface - joint inversion of surface-wave dispersion

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

for further details see "HoliSurface\_report.txt"

Date: 15 12 2021

Time: 23 54

First-component dispersion file: ZVF-32m-5-40Hz.mat

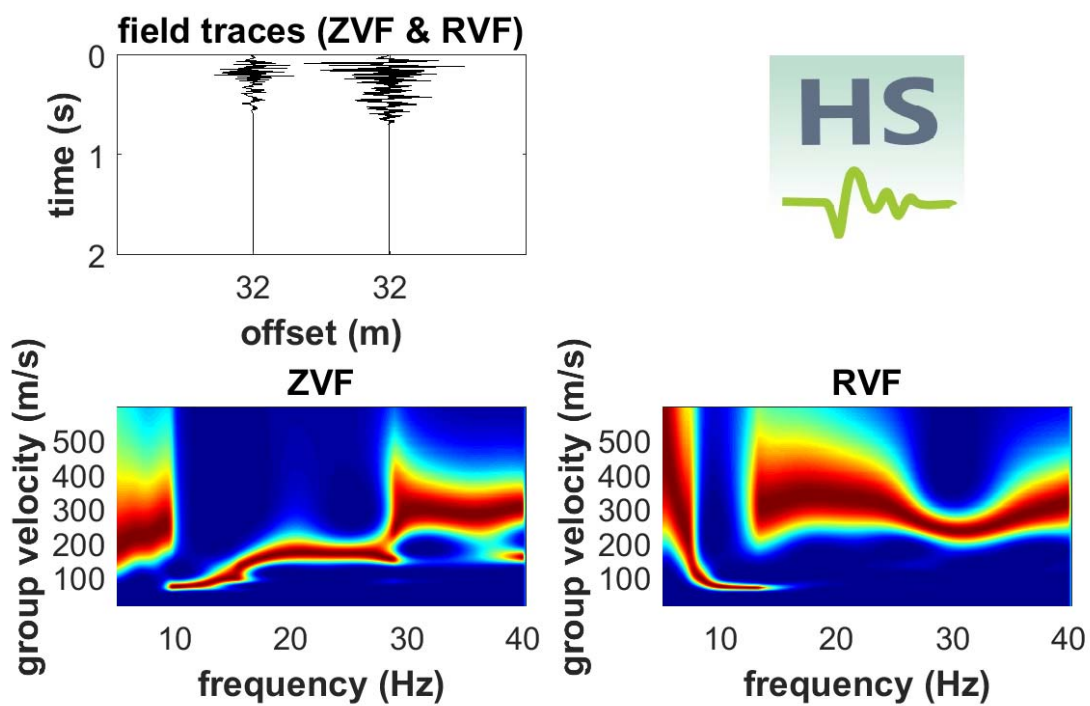
Second-component dispersion file: RVF-32m-5-40Hz.mat

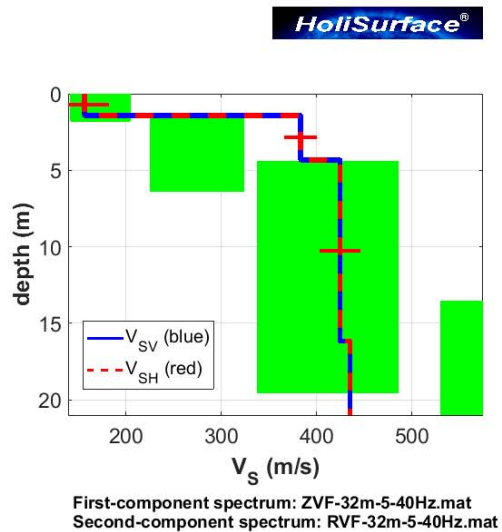
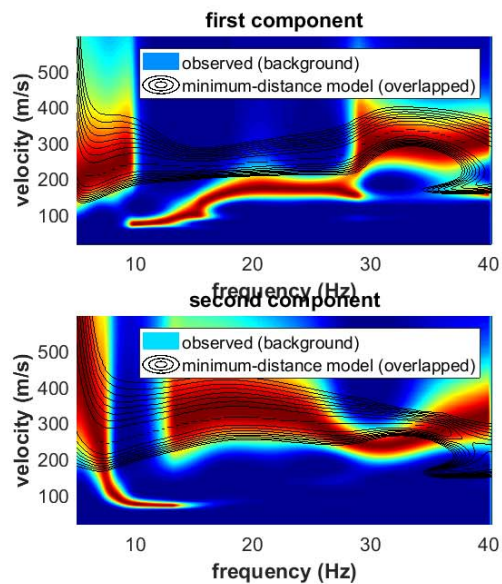
Rayleigh waves - Adopted number of modes: 9

Considered component#1: ZVF

Considered component#2: RVF

## FIELD DATA

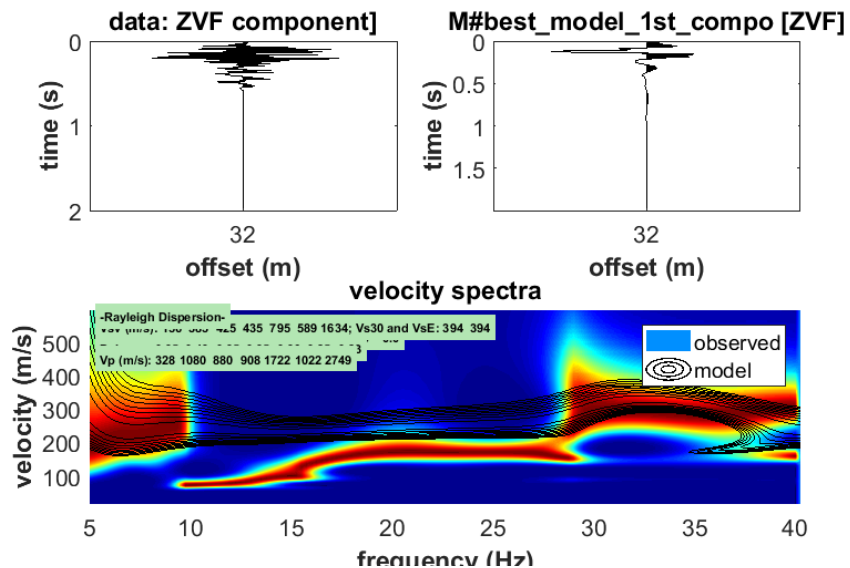


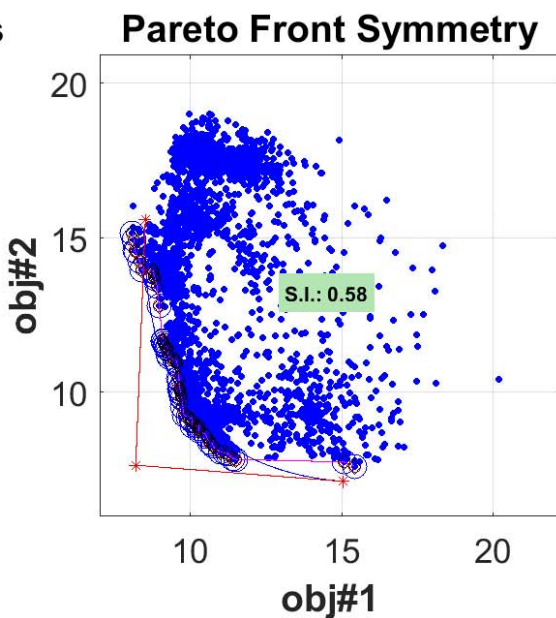
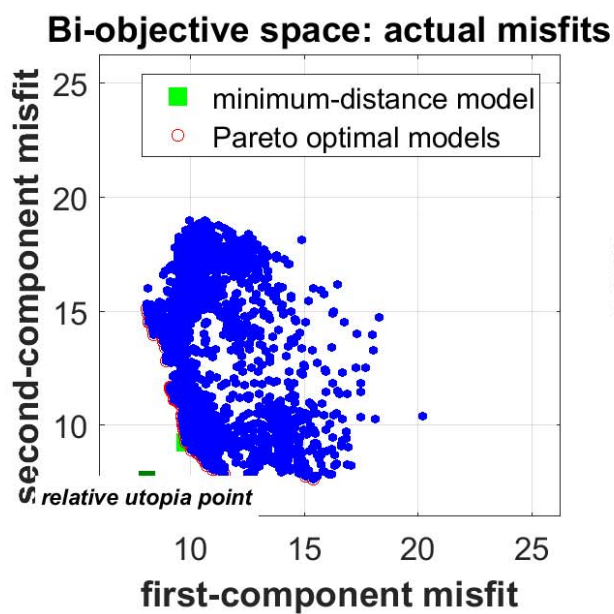
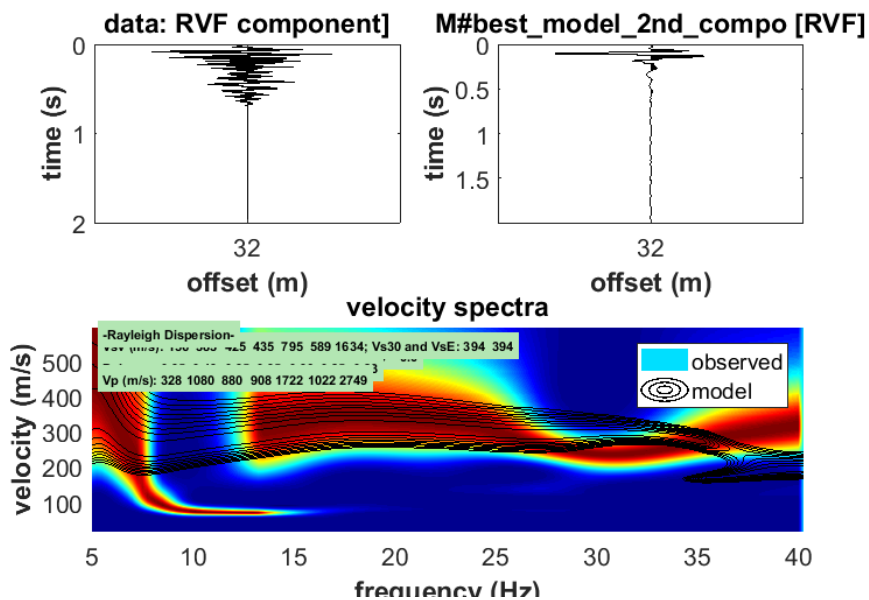


#### Minimum-distance model:

$V_{sv}$  (m/s): 156, 383, 425, 435, 795, 589, 1634

thickness (m): 1.4, 2.9, 12.0, 13.5, 20.2, 49.9  $V_{s30}$  and  $V_{sE}$  (m/s): 394, 394



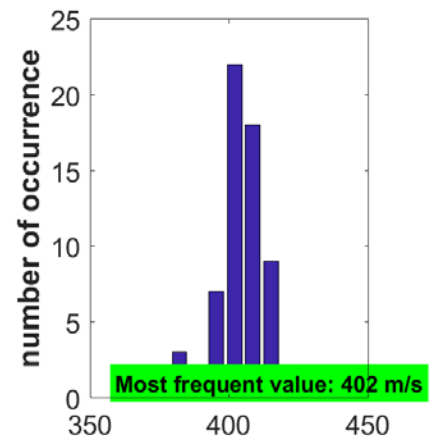
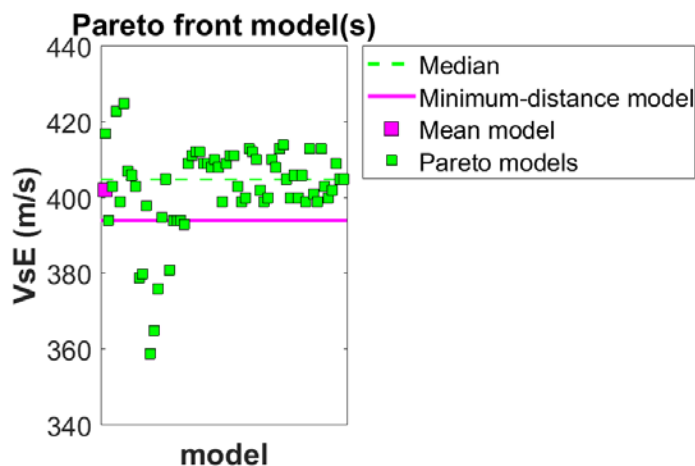
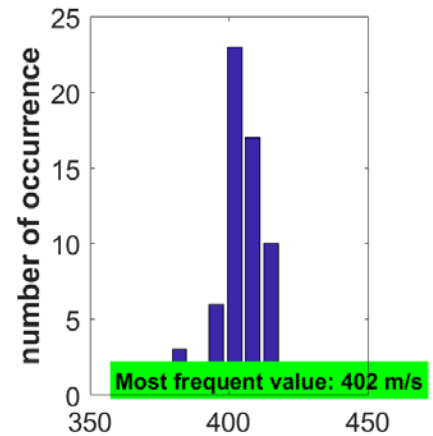
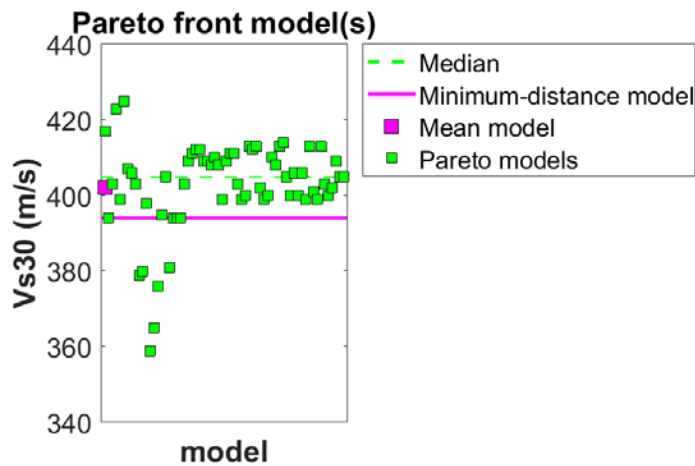


Moderate variability of Vs30 might indicate overall inversion congruency (see manual)

#### Mean model:

V<sub>sv</sub> (m/s): 250, 316, 428, 436, 752, 470, 1284

Thickness (m): 1.4, 3.5, 11.4, 13.6, 21.2, 33.5



Minimum Vs30 (m/s): 359

Maximum Vs30 (m/s): 425

Minimum VsE (m/s): 359

Maximum VsE (m/s): 425

Soil classification must be performed by the user.

For Italian Users:

Decreto 17 gennaio 2018 in aggiornamento alle Norme Tecniche per le Costruzioni e pubblicato sul Supplemento ordinario n° 8 alla Gazzetta Ufficiale del 20/02/2018:

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

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

D - Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato



superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

## References

### HoliSurface and MAAM ###

On the efficient acquisition and holistic analysis of Rayleigh waves: Technical aspects and two comparative case studies (Dal Moro G., Al-Arifi N., Moustafa S., 2019). *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 125. On-line: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0267726118310613>

Effective Active and Passive Seismics for the Characterization of Urban and Remote Areas: Four Channels for Seven Objective Functions (Dal Moro G., 2019). *Pure and Applied Geophysics*, 176, 1445-1465. Available on-line: <https://rdcu.be/bbT04>

Improved Holistic Analysis of Rayleigh Waves for Single- and Multi-Offset Data: Joint Inversion of Rayleigh-wave Particle Motion and Vertical- and Radial-Component Velocity Spectra (Dal Moro G., Al-Arifi N., Moustafa S.R., 2017), *Pure and Applied Geophysics*, on-line: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs00024-017-1694-8.pdf>

Single- and multi-component inversion of surface waves acquired by a single 3-component geophone: an illustrative case study (Dal Moro G. and Puzzilli L.M.), *Acta Geodyn. Geomater.*, 14, 4 (188), 431-444, online: [https://www.irms.cas.cz/materialy/acta\\_content/2017\\_doi/DalMoro\\_AGG\\_2017\\_0024.pdf](https://www.irms.cas.cz/materialy/acta_content/2017_doi/DalMoro_AGG_2017_0024.pdf)

Analysis of Rayleigh-Wave Particle Motion from Active Seismics (Dal Moro G., Al-Arifi N., Moustafa S.R., 2017) *Bulletin of the Seismological Society of America (BSSA)*, 107, 51-62

Shear-wave velocity profiling according to three alternative approaches: a comparative case study (Dal Moro G., Keller L., Al-Arifi N., Moustafa S.R., 2016), *Journal of Applied Geophysics*, 134, 112-124

Four Geophones for seven possible objective functions: active and passive seismics for tricky areas (Dal Moro G.) Invited presentation and Extended Abstract for the Urban Geophysics workshop of the 22nd EAGE Near Surface Geoscience conference (4-8 September 2016 - Barcelona, Spain)

Less is more: from van der Rohe to the 4-channel system for the efficient and holistic acquisition and analysis of surface waves. An urban case study. (Dal Moro G., Moustafa S.R., Al-Arifi N., 2015). *Proceedings of the GNGTS (Gruppo Nazionale Geofisica della Terra Solida - ogs.trieste.it) congress (17-19 November 2015 - Trieste, Italy)*

Geophysikalische In-situ-Bestimmung der Eingangsparameter in die seismischen Standortanalysen am Beispiel des Ambassador House Opfikon (Keller L., Weber T., Dal Moro G., 2015). *Proceedings of the 14th D-A-CH conference of the Swiss Society for Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, Zurich, August 21-21, SIA D0255, ISBN 978-3-03732-060-0

A Comprehensive Seismic Characterization via Multi-Component Analysis of Active and Passive Data (Dal Moro G., Keller L., Poggi V., 2015), *First Break*, 33, 45-53

Efficient acquisition and holistic analysis of Rayleigh waves (Dal Moro G., Moustafa S.R., Al-Arifi N.), *Proceedings of the Near-Surface EAGE 2015 congress (Turin - Italy)* [having received a very high score from the reviewers, the work was invited to be published in *Near Surface Geophysics*]

Joint Inversion of Rayleigh-Wave Dispersion and HVSR of Lunar Seismic Data from the Apollo 14 and 16 sites (Dal Moro G., 2015), *ICARUS*, 254, 338-349

Unconventional Optimized Surface Wave Acquisition and Analysis: Comparative Tests in a Perilagoon Area (Dal Moro G., Ponta R., Mauro R., 2015), *Appl. Geophysics*, 114, 158-167

Surface Wave Analysis for Near Surface Applications (Dal Moro G., 2014), Elsevier, ISBN 978-0-12-800770-9, 252pp (theory, field practice and advanced joint analysis) [see in particular paragraphs 2.2, 7.2 and case studies #2, 6, 8, 12 and 14]

### GHM method [building vibration modes] ###

Gaussian-filtered Horizontal Motion (GHM) plots of non-synchronous ambient microtremors for the identification of flexural and torsional modes of a building (Dal Moro G., Weber T., Keller L., 2018). *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 112, 243-255

Influenza della modellazione degli edifici sulla determinazione della loro vulnerabilità sismica (Sancin L., Dal Moro G., Amadio C., Romanelli F., Vaccari F., 2018). *Atti convegno GNGTS 2018 (gngts.ogs.trieste.it)*

HoliSurface® - Joint Inversion of Surface-Wave Dispersion and HVSR

Main results

For further details see the "HoliSurface\_report.txt"

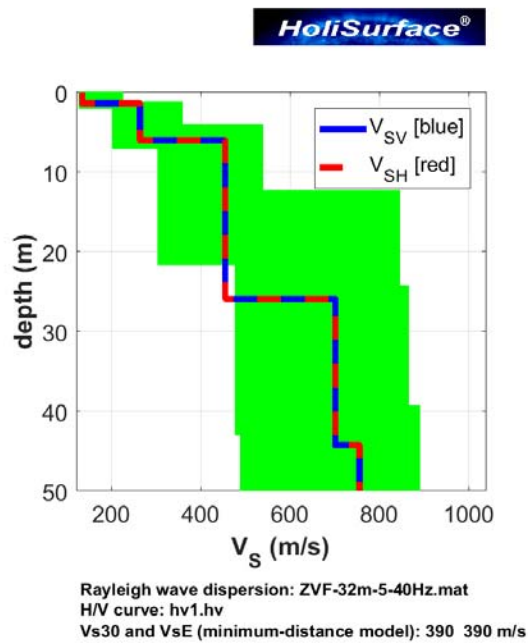
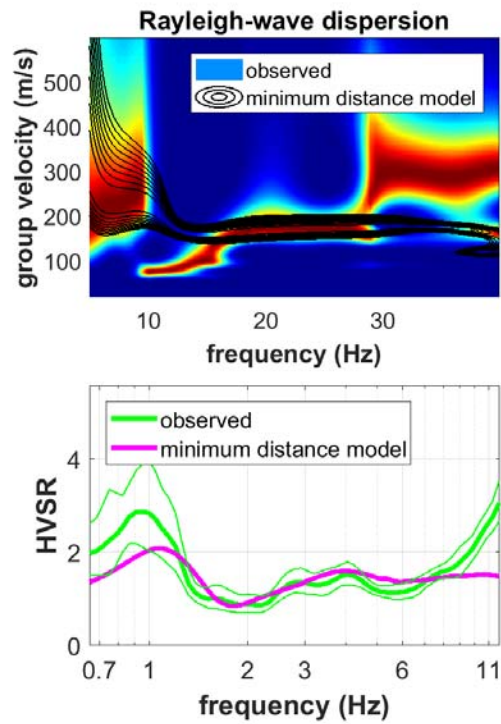
Date: 16 12 2021

Time: 0 31

HVSR curve: hv1.hv

Dispersion file: ZVF-32m-5-40Hz.mat

Dispersion Analysis: Rayleigh Waves



Minimum-distance model (from the utopia point)

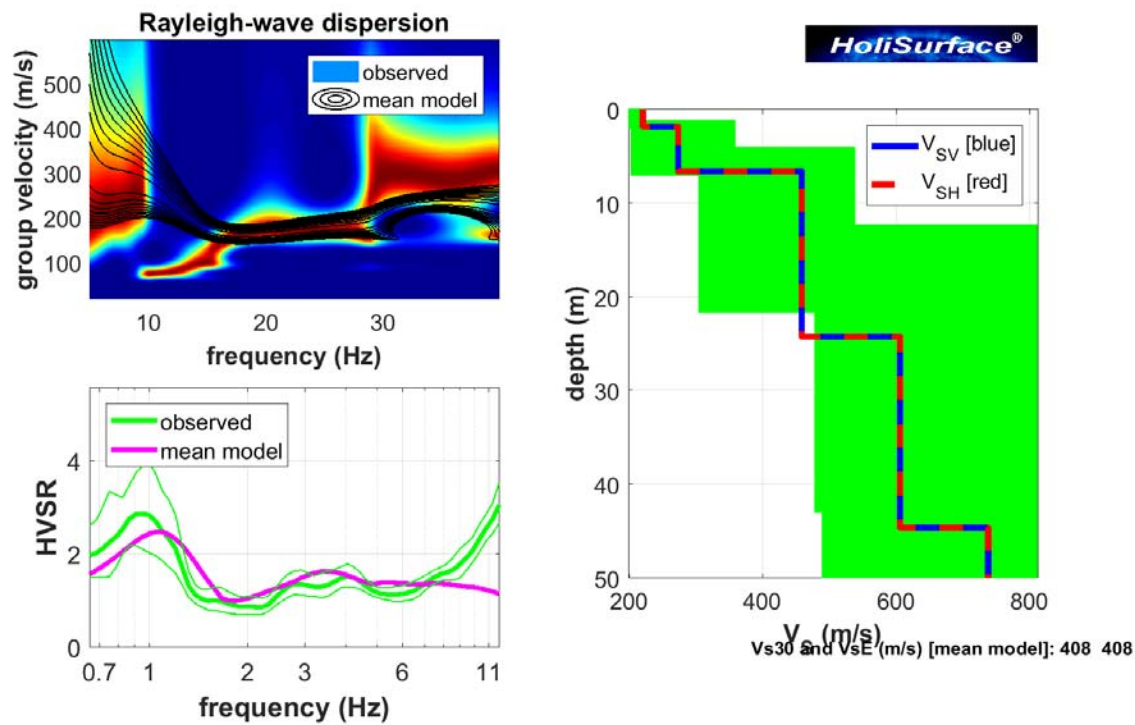
Vsv (m/s): 135, 265, 456, 701, 755, 574, 1287

Thickness (m): 1.3, 4.7, 19.9, 18.4, 24.6, 65.8

Alfa parameter for HVSR (Arai & Tokimatsu, 2004): 0.1636

Vs30 and VsE (m/s): 390, 390

1	135	1.3460	1.3460
2	265	4.6590	6.0050
3	456	19.8610	25.8660
4	701	18.3600	44.2260
5	755	24.6390	68.8650
6	574	65.8450	134.7100
7	1287	0	0



Mean model

Vs (m/s): 221, 274, 459, 606, 738, 643, 1246

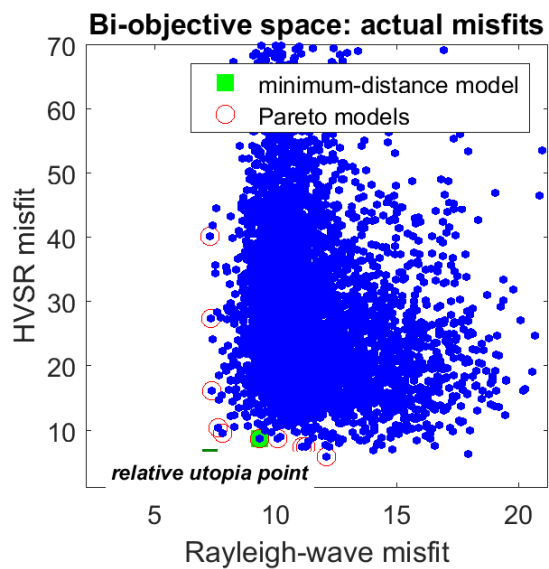
Thickness (m): 1.8, 4.8, 17.6, 20.4, 26.3, 79.3

Alfa parameter for HVSR (Arai & Tokimatsu, 2004): 0.2378

Vs30 and VsE (m/s): 408 408

1	221	1.8044	1.8044
2	274	4.8026	6.6070
3	459	17.6438	24.2508
4	606	20.3704	44.6212
5	738	26.2542	70.8754
6	643	79.3477	150.2231
7	1246	0	0

Moderate variability of Vs30 suggests overall inversion congruency (see manual)



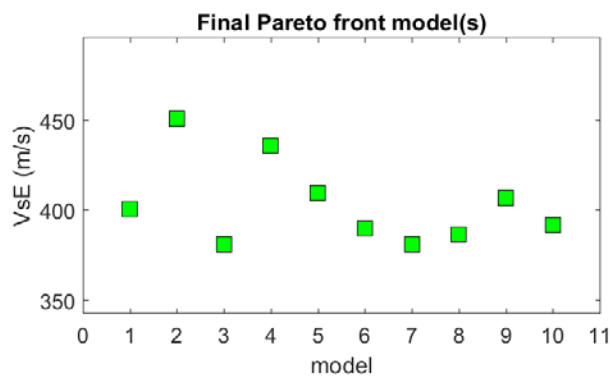
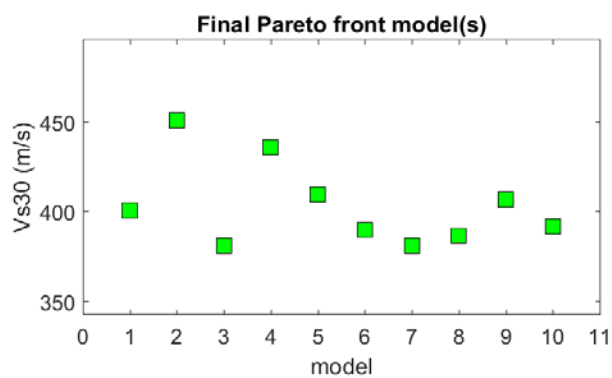
**Pareto front models:**

Minimum Vs30 (m/s): 381

Maximum Vs30 (m/s): 451

Minimum VsE (m/s): 381

Maximum VsE (m/s): 451



Soil classification must be performed by the user.

For Italian Users:

Decreto 17 gennaio 2018 in aggiornamento alle Norme Tecniche per le Costruzioni e pubblicato sul Supplemento ordinario n° 8 alla Gazzetta Ufficiale del 20/02/2018:

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

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

D - Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

## References

### HoliSurface and MAAM ###

On the efficient acquisition and holistic analysis of Rayleigh waves: Technical aspects and two comparative case studies (Dal Moro G., Al-Arifi N., Moustafa S., 2019). Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 125. On-line: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0267726118310613>

Effective Active and Passive Seismics for the Characterization of Urban and Remote Areas: Four Channels for Seven Objective Functions (Dal Moro G., 2019). Pure and Applied Geophysics, 176, 1445-1465. Available on-line: <https://rdcu.be/bbT04>

Improved Holistic Analysis of Rayleigh Waves for Single- and Multi-Offset Data: Joint Inversion of Rayleigh-wave Particle Motion and Vertical- and Radial-Component Velocity Spectra (Dal Moro G., Al-Arifi N., Moustafa S.R., 2017), Pure and Applied Geophysics, on-line: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs00024-017-1694-8.pdf>

Single- and multi-component inversion of surface waves acquired by a single 3-component geophone: an illustrative case study (Dal Moro G. and Puzzilli L.M.), Acta Geodyn. Geomater., 14, 4 (188), 431-444, online: [https://www.irms.cas.cz/materialy/acta\\_content/2017\\_doi/DalMoro\\_AGG\\_2017\\_0024.pdf](https://www.irms.cas.cz/materialy/acta_content/2017_doi/DalMoro_AGG_2017_0024.pdf)

Analysis of Rayleigh-Wave Particle Motion from Active Seismics (Dal Moro G., Al-Arifi N., Moustafa S.R., 2017) Bulletin of the Seismological Society of America (BSSA), 107, 51-62

Shear-wave velocity profiling according to three alternative approaches: a comparative case study (Dal Moro G., Keller L., Al-Arifi N., Moustafa S.R., 2016), Journal of Applied Geophysics, 134, 112-124

Four Geophones for seven possible objective functions: active and passive seismics for tricky areas (Dal Moro G.) Invited presentation and Extended Abstract for the Urban Geophysics workshop of the 22nd EAGE Near Surface Geoscience conference (4-8 September 2016 - Barcelona, Spain)

Less is more: from van der Rohe to the 4-channel system for the efficient and holistic acquisition and analysis of surface waves. An urban case study. (Dal Moro G., Moustafa S.R., Al-Arifi N., 2015). Proceedings of the GNGTS (Gruppo Nazionale Geofisica della Terra Solida - ogs.trieste.it) congress (17-19 November 2015 - Trieste, Italy)

Geophysikalische In-situ-Bestimmung der Eingangsparameter in die seismischen Standortanalysen am Beispiel des Ambassador House Opfikon (Keller L., Weber T., Dal Moro G., 2015). Proceedings of the 14th D-A-CH conference of the Swiss Society for Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Zurich, August 21-21, SIA D0255, ISBN 978-3-03732-060-0

A Comprehensive Seismic Characterization via Multi-Component Analysis of Active and Passive Data (Dal Moro G., Keller L., Poggi V., 2015), First Break, 33, 45-53

Efficient acquisition and holistic analysis of Rayleigh waves (Dal Moro G., Moustafa S.R., Al-Arifi N.), Proceedings of the Near-Surface EAGE 2015 congress (Turin - Italy) [having received a very high score from the reviewers, the work was invited to be published in Near Surface Geophysics]

Joint Inversion of Rayleigh-Wave Dispersion and HVSr of Lunar Seismic Data from the Apollo 14 and 16 sites (Dal Moro G., 2015), ICARUS, 254, 338-349

Unconventional Optimized Surface Wave Acquisition and Analysis: Comparative Tests in a Perilagoon Area (Dal Moro G., Ponta R., Mauro R., 2015), Appl. Geophysics, 114, 158-167

Surface Wave Analysis for Near Surface Applications (Dal Moro G., 2014), Elsevier, ISBN 978-0-12-800770-9, 252pp (theory, field practice and advanced joint analysis) [see in particular paragraphs 2.2, 7.2 and case studies #2, 6, 8, 12 and 14]

### GHM method [building vibration modes] ###

Gaussian-filtered Horizontal Motion (GHM) plots of non-synchronous ambient microtremors for the identification of flexural and torsional modes of a building (Dal Moro G., Weber T., Keller L., 2018). Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 112, 243-255

Influenza della modellazione degli edifici sulla determinazione della loro vulnerabilità sismica (Sancin L., Dal Moro G., Amadio C., Romanelli F., Vaccari F., 2018). Atti convegno GNGTS 2018 (gngts.ogs.trieste.it)

--

<b>C.FISC:</b> <b>P.IVA:</b>	<b>Via:</b> -  <b>Tel:</b> - <b>Fax:</b> <b>Email:</b> <b>Web:</b>
---------------------------------	--

--

	<b>Data: dicembre 2021</b>
	<b>Il committente</b>
	<b>IL Tecnico</b>
	<b>Il Progettista</b>
<b>Indagine geofisica tramite tecnica HVSR</b>	



## **Cenni sulla teoria della tecnica HVSR**

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo Vs30 attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo Vs30.

## Dati generali

Nome progetto:

Committente:

Cantiere:

Località:

Operatore:

Responsabile:

Data: 15/12/2021 00:00:00

Zona:

Latitudine:

Longitudine:

## Tracce in input

### Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3

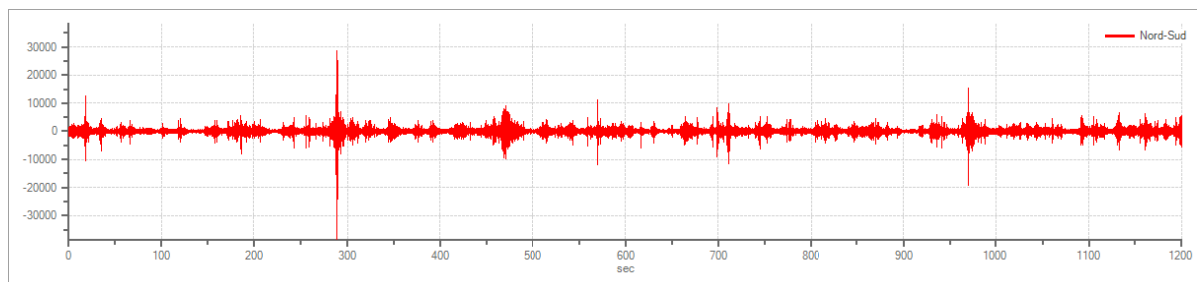
Durata registrazione: 1200 s

Frequenza di campionamento: 300.00 Hz

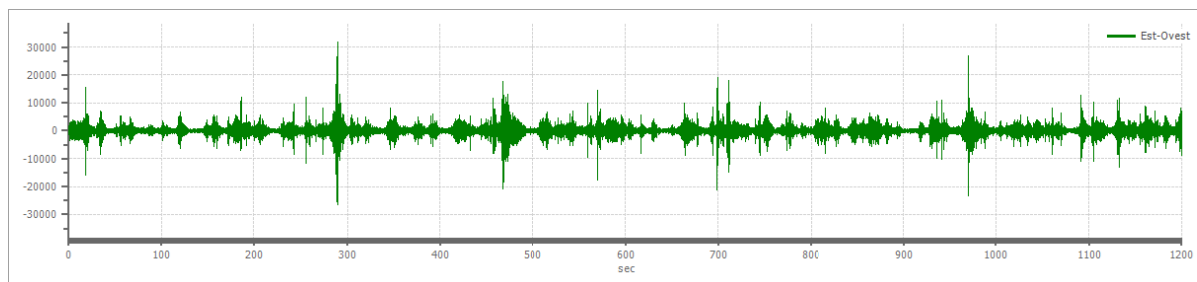
Numero campioni: 360000

Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

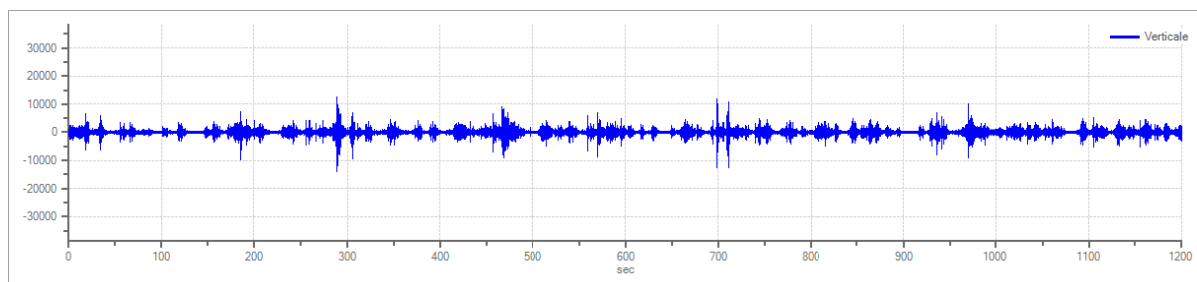
### Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

## Finestre selezionate

### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 59

Numero finestre incluse nel calcolo: 59

Dimensione temporale finestre: 20.000 s

Tipo di lisciamo: Triangolare proporzionale

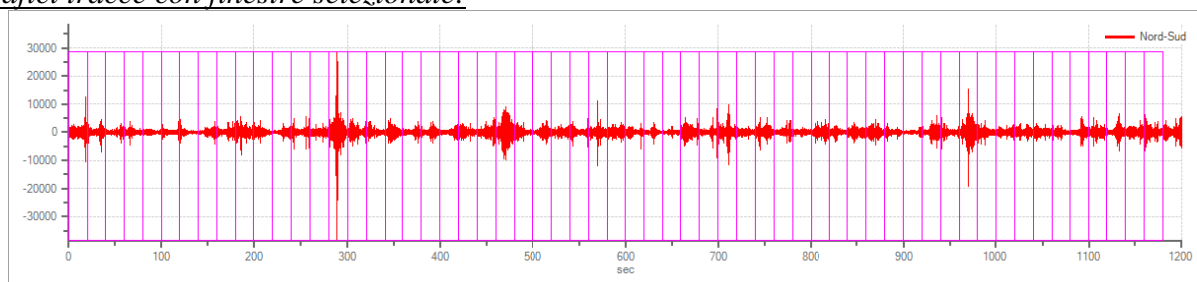
Percentuale di lisciamo: 10.00 %

### Tabella finestre:

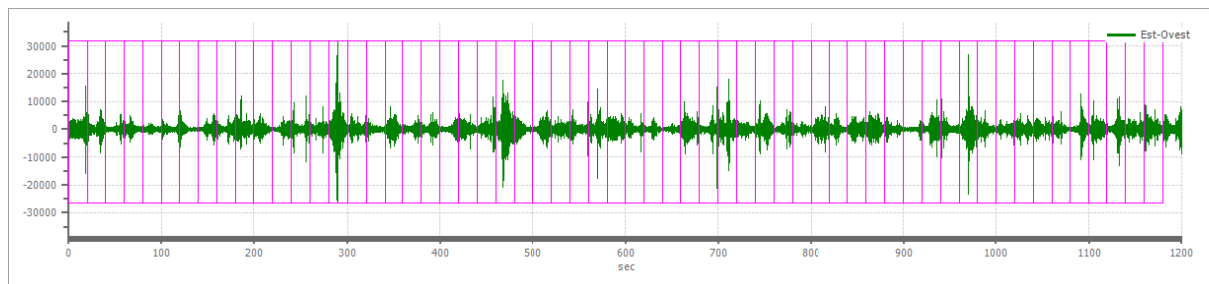
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	20	40	Inclusa
3	40	60	Inclusa
4	60	80	Inclusa
5	80	100	Inclusa
6	100	120	Inclusa
7	120	140	Inclusa
8	140	160	Inclusa
9	160	180	Inclusa
10	180	200	Inclusa
11	200	220	Inclusa
12	220	240	Inclusa
13	240	260	Inclusa
14	260	280	Inclusa
15	280	300	Inclusa
16	300	320	Inclusa
17	320	340	Inclusa
18	340	360	Inclusa
19	360	380	Inclusa
20	380	400	Inclusa
21	400	420	Inclusa
22	420	440	Inclusa
23	440	460	Inclusa
24	460	480	Inclusa
25	480	500	Inclusa
26	500	520	Inclusa
27	520	540	Inclusa

28	540	560	Inclusa
29	560	580	Inclusa
30	580	600	Inclusa
31	600	620	Inclusa
32	620	640	Inclusa
33	640	660	Inclusa
34	660	680	Inclusa
35	680	700	Inclusa
36	700	720	Inclusa
37	720	740	Inclusa
38	740	760	Inclusa
39	760	780	Inclusa
40	780	800	Inclusa
41	800	820	Inclusa
42	820	840	Inclusa
43	840	860	Inclusa
44	860	880	Inclusa
45	880	900	Inclusa
46	900	920	Inclusa
47	920	940	Inclusa
48	940	960	Inclusa
49	960	980	Inclusa
50	980	1000	Inclusa
51	1000	1020	Inclusa
52	1020	1040	Inclusa
53	1040	1060	Inclusa
54	1060	1080	Inclusa
55	1080	1100	Inclusa
56	1100	1120	Inclusa
57	1120	1140	Inclusa
58	1140	1160	Inclusa
59	1160	1180	Inclusa

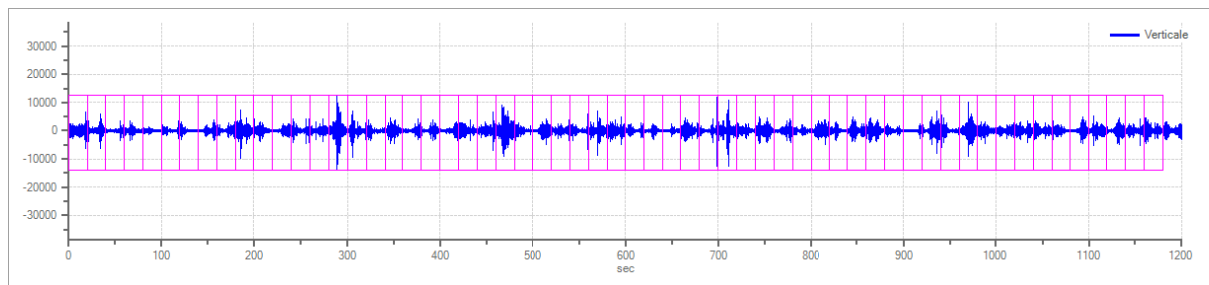
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

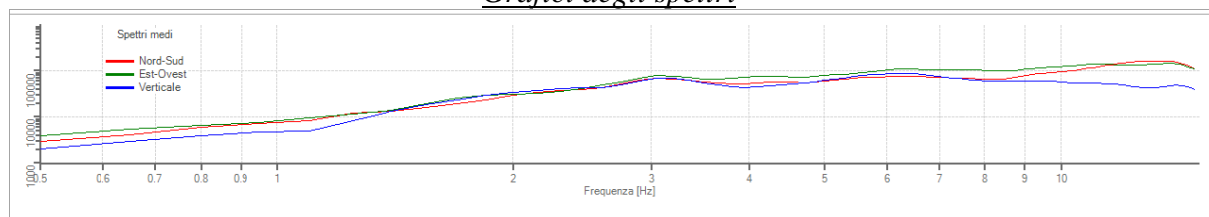


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

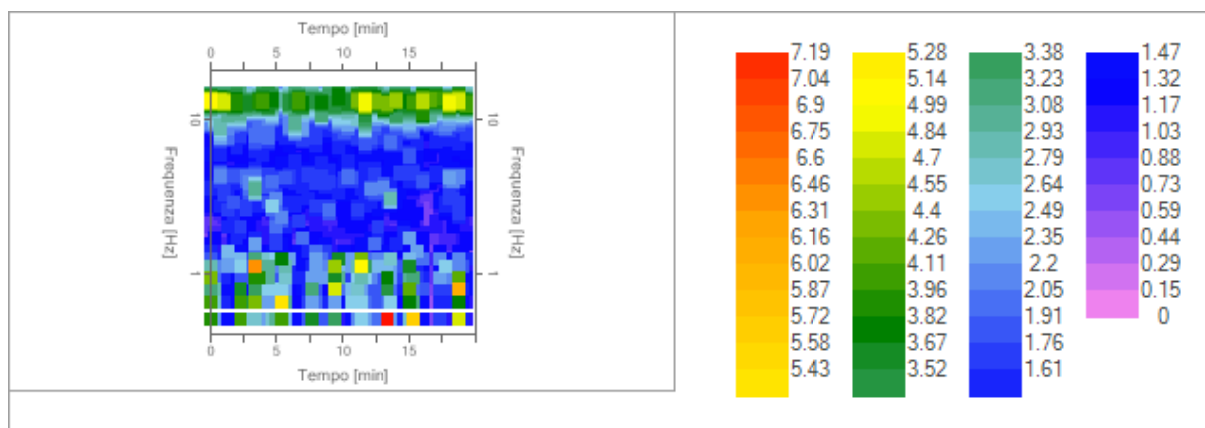


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

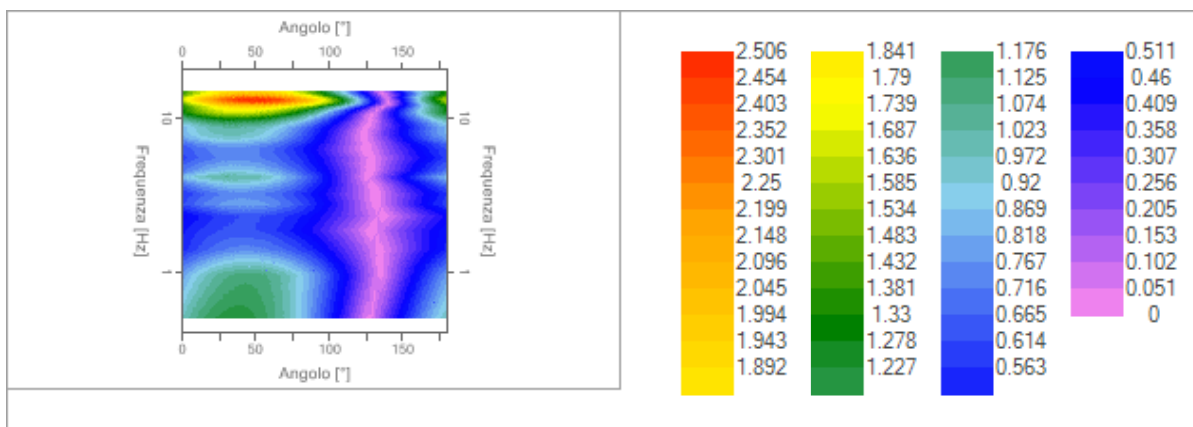
### Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mapa della direzionalità degli spettri

## Rapporto spettrale H/V

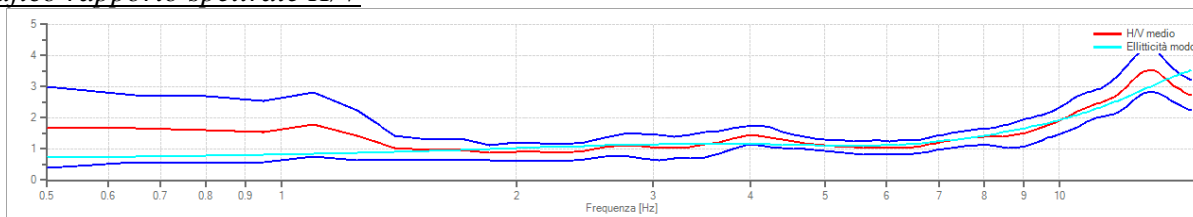
### Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 15.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.15 Hz  
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 13.10 Hz  $\pm$  0.20 Hz

### Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

### Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5H$ :	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5H$ :	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Non superato
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok



$$\sigma_f < \varepsilon(f)$$

Ok

$$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$$

Ok

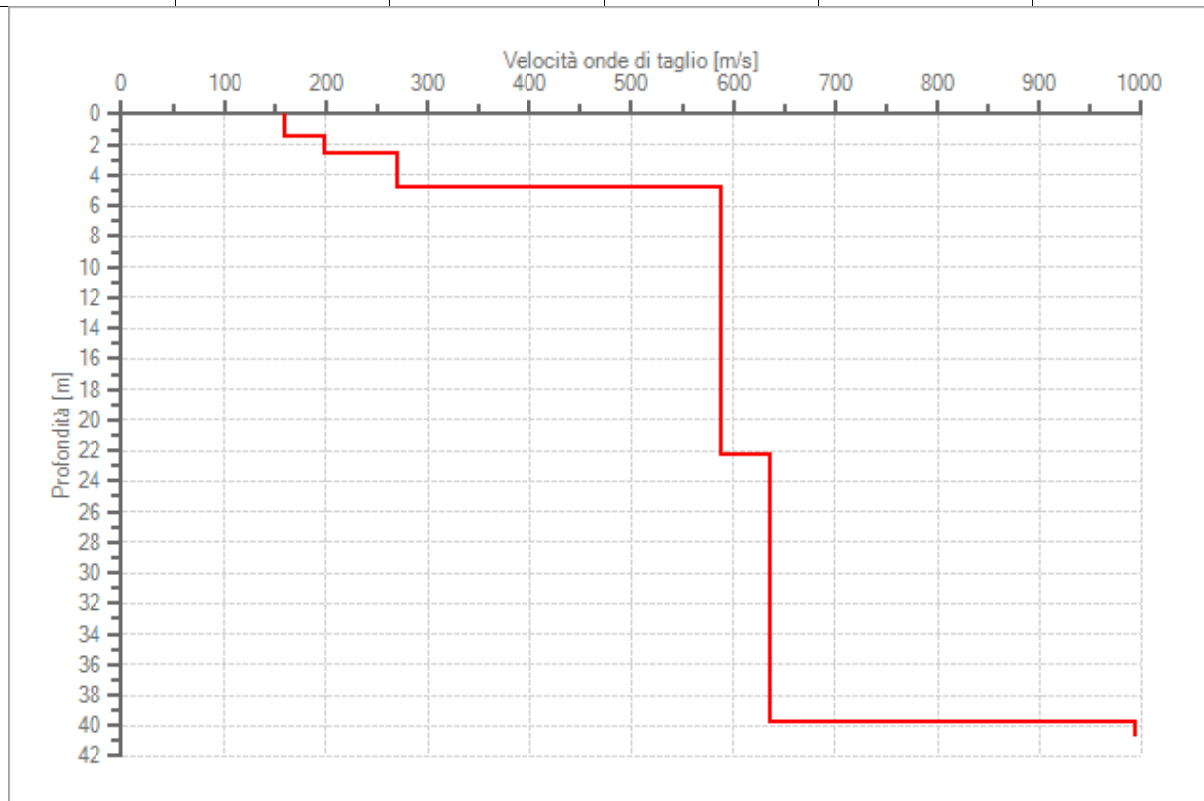
## Modello stratigrafico

### Dati riepilogativi:

Numero strati: 6  
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 14.75 Hz  
 Valore di disadattamento: 0.16  
 Valore Vs30: 462.97 m/s

### Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	1.5	18	0.3	160
2	1.5	1.06	18	0.3	199
3	2.56	2.24	18	0.3	271
4	4.79	17.5	18	0.3	588
5	22.29	17.45	18	0.3	636
6	39.74	1	18	0.3	993



Profilo delle velocità delle onde di taglio.

## Indice

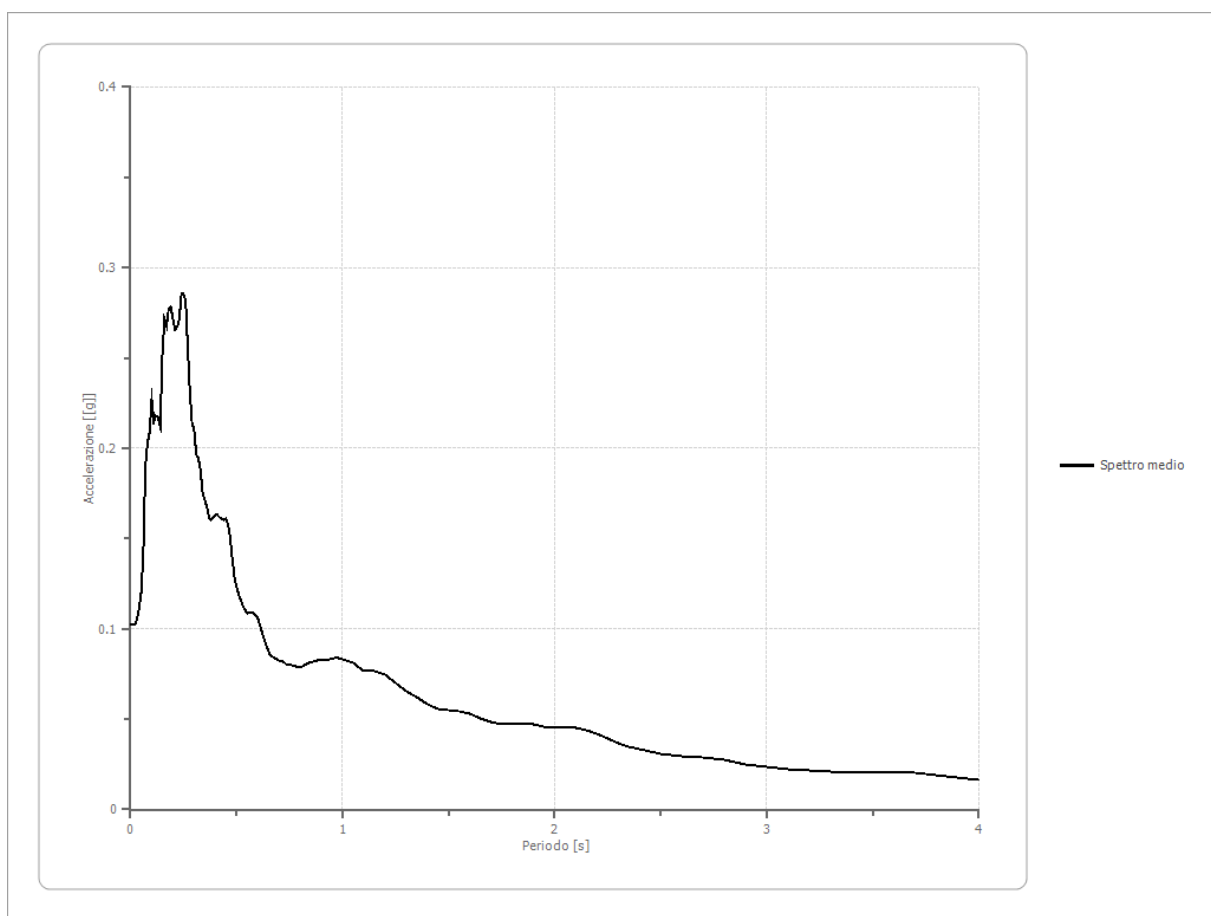
Cenni tecnica HVSR	.2
Dati generali	.3
Tracce in input	.3
Grafici tracce	.3
Finestre selezionate	.4
Tabella finestre	.4
Grafici tracce con finestre selezionate	.5
Grafici degli spettri	.6
Mappa stazionarietà	.6
Mappa direzionalità	.6
Rapporto spettrale H/V	.7
Grafico H/V	.7
Verifiche SESAME	.7
Modello stratigrafico	.8
Grafico Profilo velocità	.8
Indice	.9

**VILLINO ORTENSIA**  
**SLO**  
**Fattori di amplificazione**

Tai	0.240 [s]
Tvi	2.200 [s]
Tao	0.240 [s]
Tvo	2.200 [s]
Sami	1.608 [m/s <sup>2</sup> ]
Svmi	0.110 [m/s]
Samo	2.343 [m/s <sup>2</sup> ]
Svmo	0.147 [m/s]
<b>Fa</b>	<b>1.457 [-]</b>
<b>Fv</b>	<b>1.340 [-]</b>
TB	0.116 [s]
TC	0.388 [s]
TD	1.872 [s]
SA(0)	0.116 [g]
SA(TB)	0.285 [g]

**Spettro medio di risposta elastico**

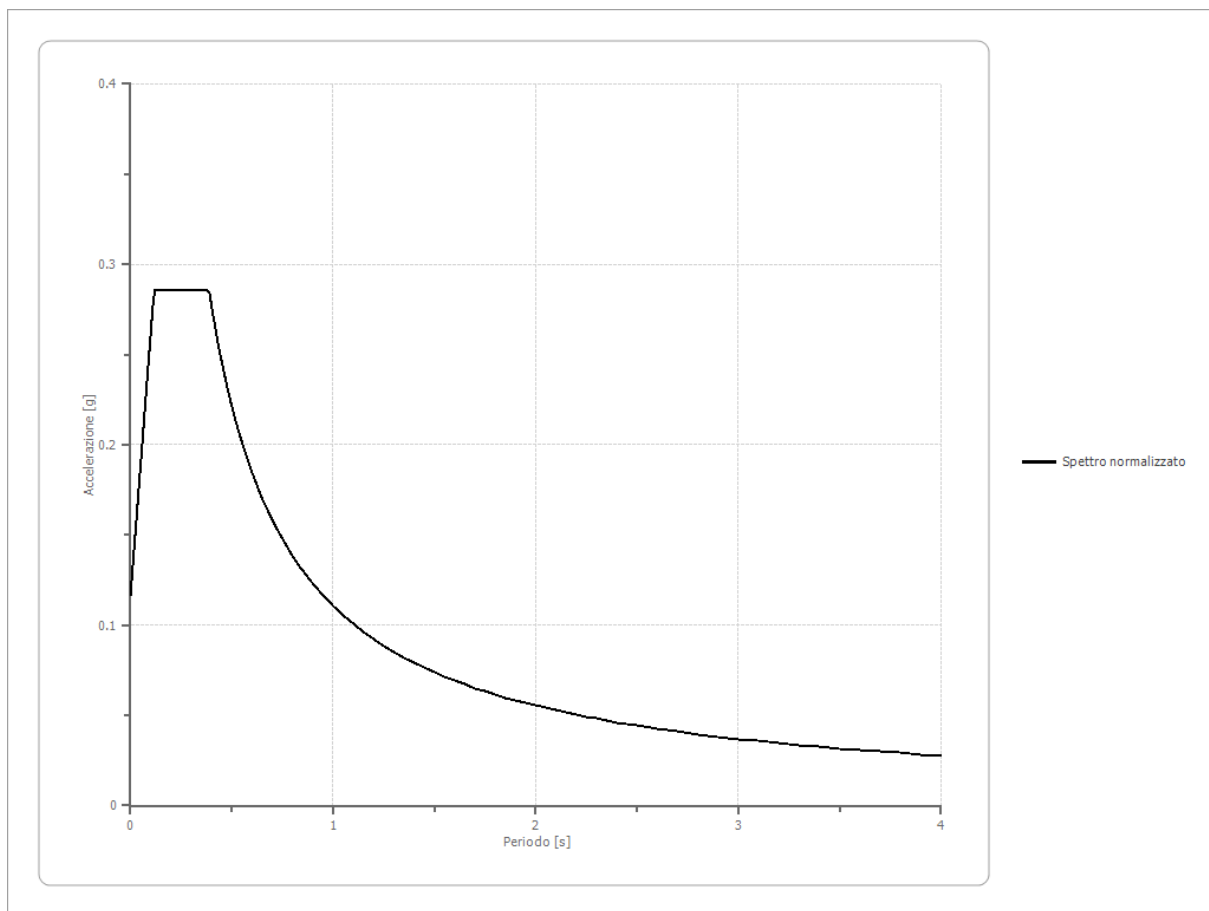
Periodo [s]	Accelera zione [g]	Periodo [s]	Accelera zione [g]	Periodo [s]	Accelera zione [g]	Periodo [s]	Accelera zione [g]	Periodo [s]	Accelera zione [g]
0.00	0.1023	0.26	0.2816	0.52	0.1158	0.98	0.0840	2.25	0.0396
0.01	0.1023	0.27	0.2552	0.53	0.1126	1.00	0.0831	2.30	0.0368
0.02	0.1023	0.28	0.2304	0.54	0.1105	1.05	0.0813	2.35	0.0347
0.03	0.1053	0.29	0.2142	0.55	0.1088	1.10	0.0768	2.40	0.0331
0.04	0.1110	0.30	0.2102	0.56	0.1091	1.15	0.0767	2.50	0.0308
0.05	0.1198	0.31	0.1966	0.57	0.1087	1.20	0.0748	2.60	0.0296
0.06	0.1405	0.32	0.1941	0.58	0.1085	1.25	0.0704	2.70	0.0286
0.07	0.1897	0.33	0.1876	0.60	0.1061	1.30	0.0653	2.80	0.0273
0.08	0.2026	0.34	0.1755	0.62	0.0979	1.35	0.0622	2.90	0.0251
0.09	0.2089	0.35	0.1716	0.64	0.0910	1.40	0.0582	3.00	0.0233
0.10	0.2270	0.36	0.1677	0.66	0.0850	1.45	0.0558	3.10	0.0221
0.11	0.2150	0.37	0.1620	0.68	0.0838	1.50	0.0547	3.20	0.0214
0.12	0.2182	0.38	0.1603	0.70	0.0825	1.55	0.0542	3.30	0.0210
0.13	0.2172	0.39	0.1619	0.72	0.0816	1.60	0.0528	3.40	0.0205
0.14	0.2119	0.40	0.1631	0.74	0.0800	1.65	0.0507	3.50	0.0205
0.15	0.2505	0.41	0.1631	0.76	0.0800	1.70	0.0485	3.60	0.0207
0.16	0.2715	0.42	0.1616	0.78	0.0793	1.75	0.0469	3.70	0.0202
0.17	0.2677	0.43	0.1608	0.80	0.0783	1.80	0.0470	3.80	0.0193
0.18	0.2773	0.44	0.1603	0.82	0.0796	1.85	0.0472	3.90	0.0178
0.19	0.2780	0.45	0.1608	0.84	0.0809	1.90	0.0469	4.00	0.0162
0.20	0.2718	0.46	0.1580	0.86	0.0821	1.95	0.0460		
0.21	0.2658	0.47	0.1505	0.88	0.0827	2.00	0.0449		
0.22	0.2673	0.48	0.1390	0.90	0.0825	2.05	0.0453		
0.23	0.2720	0.49	0.1288	0.92	0.0827	2.10	0.0454		
0.24	0.2854	0.50	0.1229	0.94	0.0832	2.15	0.0441		
0.25	0.2851	0.51	0.1190	0.96	0.0840	2.20	0.0419		



**Spettro normalizzato di risposta elastico**

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.1163	0.26	0.2854	0.52	0.2129	0.98	0.1130	2.25	0.0492
0.01	0.1309	0.27	0.2854	0.53	0.2089	1.00	0.1107	2.30	0.0481
0.02	0.1455	0.28	0.2854	0.54	0.2051	1.05	0.1055	2.35	0.0471
0.03	0.1601	0.29	0.2854	0.55	0.2013	1.10	0.1007	2.40	0.0461
0.04	0.1746	0.30	0.2854	0.56	0.1977	1.15	0.0963	2.50	0.0443
0.05	0.1892	0.31	0.2854	0.57	0.1943	1.20	0.0923	2.60	0.0426
0.06	0.2038	0.32	0.2854	0.58	0.1909	1.25	0.0886	2.70	0.0410
0.07	0.2184	0.33	0.2854	0.60	0.1846	1.30	0.0852	2.80	0.0395
0.08	0.2329	0.34	0.2854	0.62	0.1786	1.35	0.0820	2.90	0.0382
0.09	0.2475	0.35	0.2854	0.64	0.1730	1.40	0.0791	3.00	0.0369
0.10	0.2621	0.36	0.2854	0.66	0.1678	1.45	0.0764	3.10	0.0357
0.11	0.2766	0.37	0.2854	0.68	0.1628	1.50	0.0738	3.20	0.0346
0.12	0.2854	0.38	0.2854	0.70	0.1582	1.55	0.0714	3.30	0.0336
0.13	0.2854	0.39	0.2839	0.72	0.1538	1.60	0.0692	3.40	0.0326
0.14	0.2854	0.40	0.2768	0.74	0.1496	1.65	0.0671	3.50	0.0316
0.15	0.2854	0.41	0.2701	0.76	0.1457	1.70	0.0651	3.60	0.0308
0.16	0.2854	0.42	0.2636	0.78	0.1420	1.75	0.0633	3.70	0.0299
0.17	0.2854	0.43	0.2575	0.80	0.1384	1.80	0.0615	3.80	0.0291
0.18	0.2854	0.44	0.2517	0.82	0.1350	1.85	0.0599	3.90	0.0284

0.19	0.2854	0.45	0.2461	0.84	0.1318	1.90	0.0583	4.00	0.0277
0.20	0.2854	0.46	0.2407	0.86	0.1288	1.95	0.0568		
0.21	0.2854	0.47	0.2356	0.88	0.1258	2.00	0.0554		
0.22	0.2854	0.48	0.2307	0.90	0.1230	2.05	0.0540		
0.23	0.2854	0.49	0.2260	0.92	0.1204	2.10	0.0527		
0.24	0.2854	0.50	0.2215	0.94	0.1178	2.15	0.0515		
0.25	0.2854	0.51	0.2171	0.96	0.1153	2.20	0.0503		



### Parametri spettro normalizzato

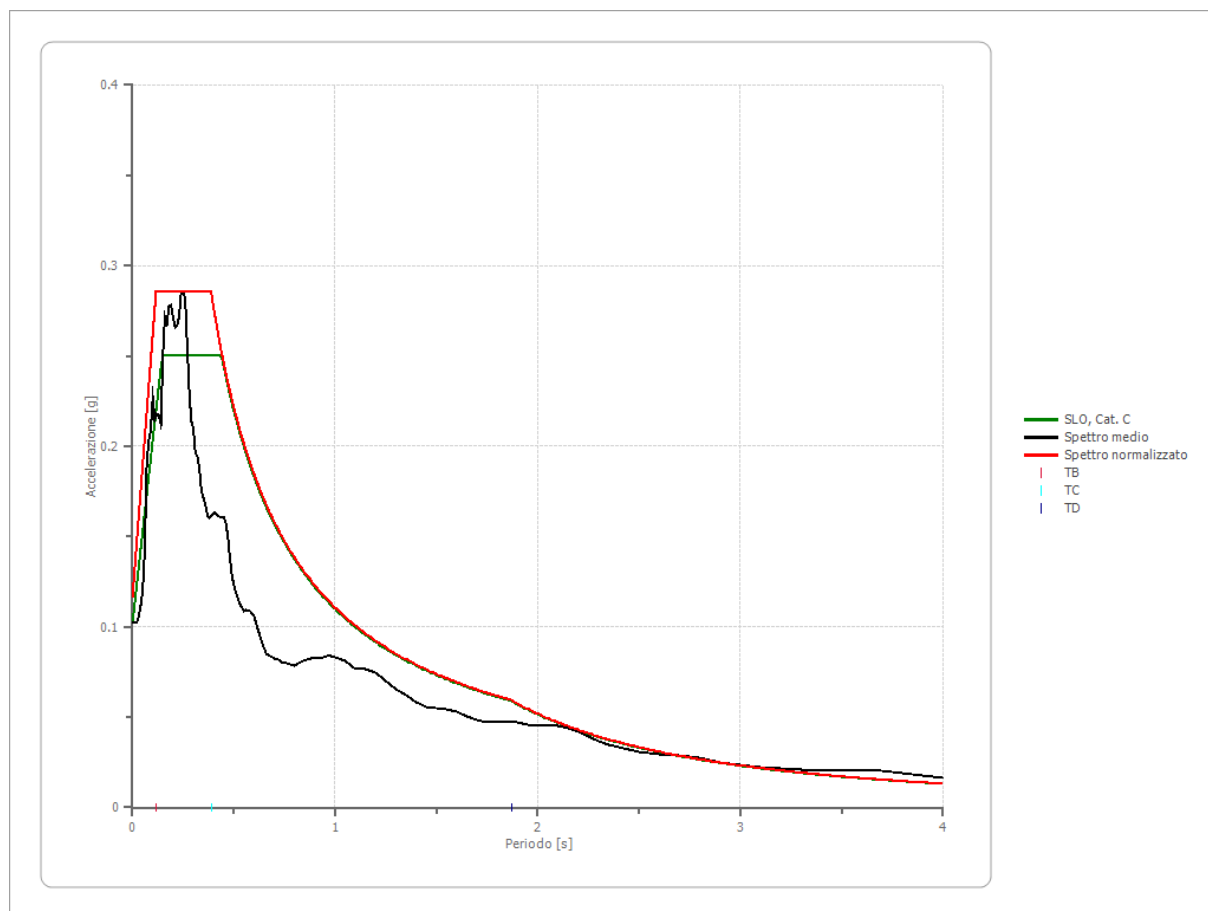
Agmax [g]	Ag [g]	S	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
0.116	0.068	1.705	2.453	--	0.116	0.388	1.872	0.116	0.285

### Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	45	75	712	1462
ag [g]	0.068	0.084	0.186	0.227
Fo	2.453	2.456	2.49	2.509
Tc* [s]	0.272	0.281	0.303	0.313

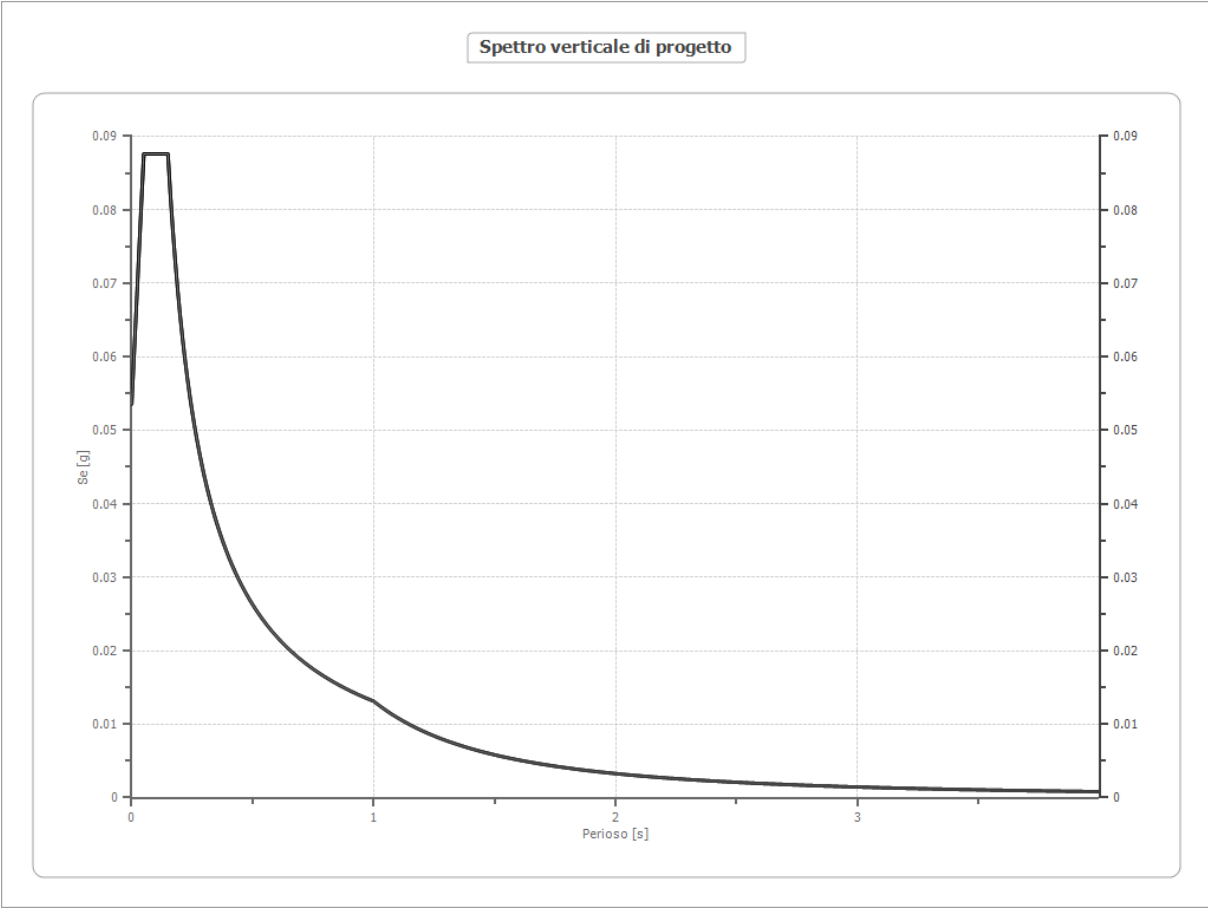
Ss	1.50	1.50	1.42	1.36
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.61	1.60	1.56	1.54
TB [s]	0.146	0.150	0.157	0.161
TC [s]	0.439	0.449	0.472	0.482
TD [s]	1.872	1.936	2.344	2.508
Se(0) [g]	0.102	0.126	0.265	0.308
Se(TB) [g]	0.250	0.309	0.659	0.774



### Spettro verticale di progetto

Ag [g]	F0	Tc*	Fv	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
0.068	2.453	0.150	1.130	1.5	0.050	0.150	1.000	0.031	0.051





VILLINO ORTENSIA

SLD

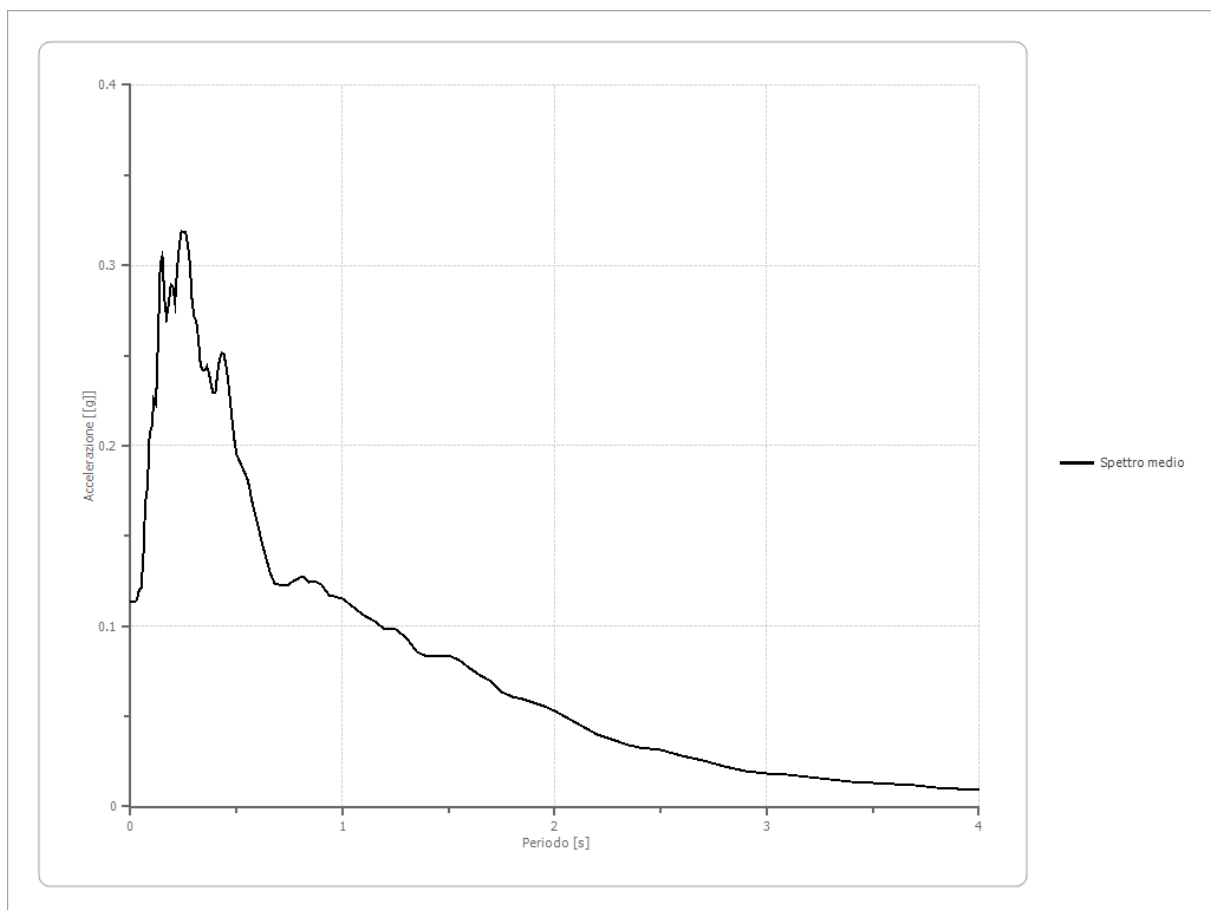
Fattori di amplificazione

Tai	0.270 [s]
Tvi	2.000 [s]
Tao	0.240 [s]
Tvo	1.500 [s]
Sami	1.948 [m/s <sup>2</sup> ]
Svmi	0.143 [m/s]
Samo	2.768 [m/s <sup>2</sup> ]
Svmo	0.208 [m/s]
<b>Fa</b>	<b>1.421 [-]</b>
<b>Fv</b>	<b>1.450 [-]</b>
TB	0.116 [s]
TC	0.388 [s]
TD	1.936 [s]
SA(0)	0.130 [g]
SA(TB)	0.319 [g]

Spettro medio di risposta elastico

Periodo	Accelera	Periodo	Accelera	Periodo	Accelera	Periodo	Accelera	Periodo	Accelera
---------	----------	---------	----------	---------	----------	---------	----------	---------	----------

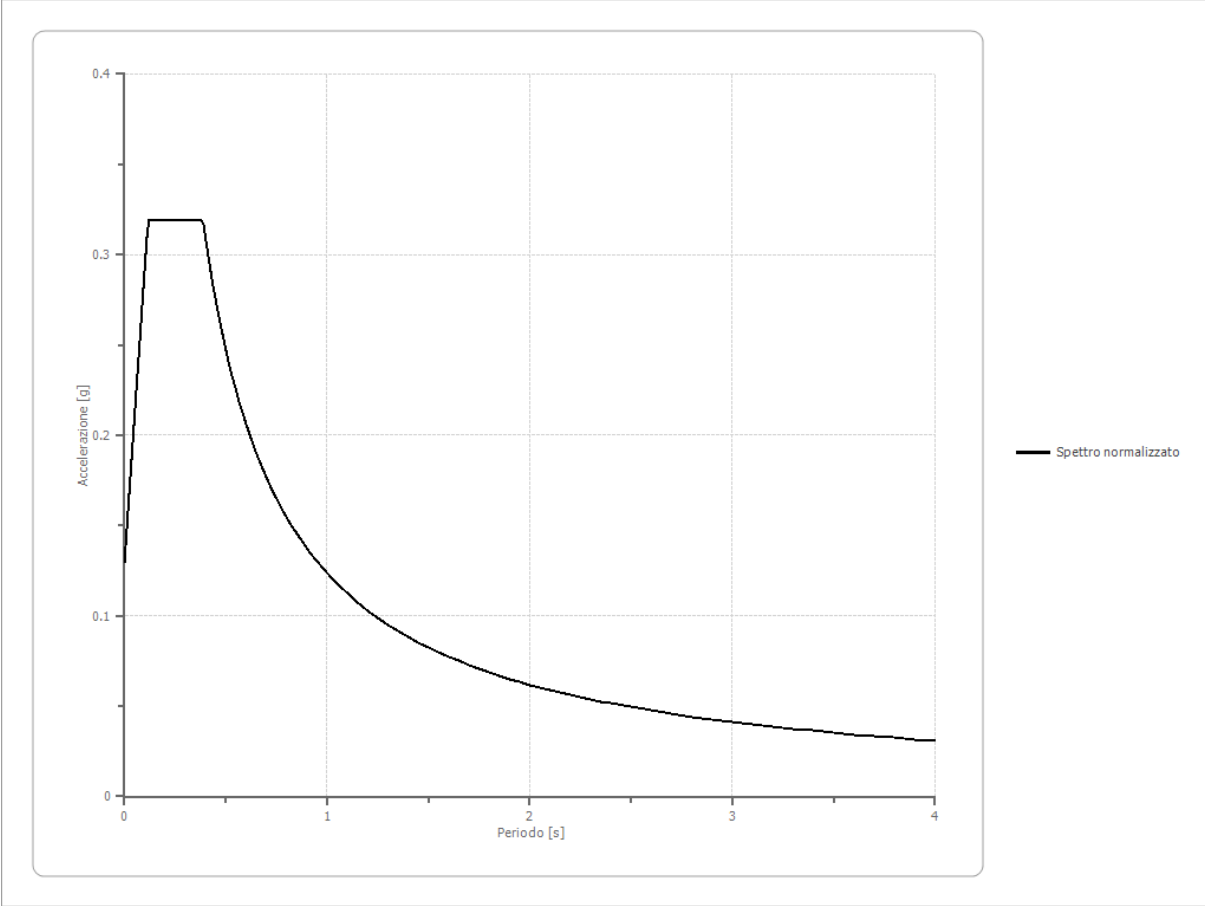
[s]	zione [g]	[s]	zione [g]	[s]	zione [g]	[s]	zione [g]	[s]	zione [g]
0.00	0.1130	0.26	0.3182	0.52	0.1901	0.98	0.1156	2.25	0.0378
0.01	0.1130	0.27	0.3119	0.53	0.1872	1.00	0.1153	2.30	0.0361
0.02	0.1130	0.28	0.3009	0.54	0.1849	1.05	0.1109	2.35	0.0343
0.03	0.1149	0.29	0.2808	0.55	0.1819	1.10	0.1063	2.40	0.0327
0.04	0.1195	0.30	0.2719	0.56	0.1774	1.15	0.1029	2.50	0.0312
0.05	0.1213	0.31	0.2691	0.57	0.1711	1.20	0.0984	2.60	0.0284
0.06	0.1369	0.32	0.2594	0.58	0.1653	1.25	0.0981	2.70	0.0253
0.07	0.1689	0.33	0.2450	0.60	0.1567	1.30	0.0938	2.80	0.0220
0.08	0.1768	0.34	0.2419	0.62	0.1462	1.35	0.0855	2.90	0.0198
0.09	0.2068	0.35	0.2413	0.64	0.1374	1.40	0.0829	3.00	0.0182
0.10	0.2105	0.36	0.2443	0.66	0.1291	1.45	0.0834	3.10	0.0176
0.11	0.2259	0.37	0.2405	0.68	0.1239	1.50	0.0838	3.20	0.0166
0.12	0.2232	0.38	0.2339	0.70	0.1234	1.55	0.0813	3.30	0.0153
0.13	0.2591	0.39	0.2291	0.72	0.1221	1.60	0.0765	3.40	0.0141
0.14	0.3003	0.40	0.2293	0.74	0.1224	1.65	0.0728	3.50	0.0132
0.15	0.3049	0.41	0.2404	0.76	0.1242	1.70	0.0693	3.60	0.0127
0.16	0.2817	0.42	0.2479	0.78	0.1254	1.75	0.0636	3.70	0.0119
0.17	0.2711	0.43	0.2513	0.80	0.1269	1.80	0.0609	3.80	0.0107
0.18	0.2789	0.44	0.2506	0.82	0.1272	1.85	0.0597	3.90	0.0098
0.19	0.2894	0.45	0.2447	0.84	0.1244	1.90	0.0579	4.00	0.0091
0.20	0.2883	0.46	0.2367	0.86	0.1248	1.95	0.0554		
0.21	0.2793	0.47	0.2254	0.88	0.1243	2.00	0.0528		
0.22	0.2979	0.48	0.2136	0.90	0.1230	2.05	0.0501		
0.23	0.3108	0.49	0.2028	0.92	0.1196	2.10	0.0467		
0.24	0.3188	0.50	0.1952	0.94	0.1164	2.15	0.0432		
0.25	0.3184	0.51	0.1926	0.96	0.1163	2.20	0.0400		



**Spettro normalizzato di risposta elastico**

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.1298	0.26	0.3188	0.52	0.2379	0.98	0.1262	2.25	0.0550
0.01	0.1461	0.27	0.3188	0.53	0.2334	1.00	0.1237	2.30	0.0538
0.02	0.1624	0.28	0.3188	0.54	0.2291	1.05	0.1178	2.35	0.0526
0.03	0.1787	0.29	0.3188	0.55	0.2249	1.10	0.1124	2.40	0.0515
0.04	0.1950	0.30	0.3188	0.56	0.2209	1.15	0.1076	2.50	0.0495
0.05	0.2113	0.31	0.3188	0.57	0.2170	1.20	0.1031	2.60	0.0476
0.06	0.2276	0.32	0.3188	0.58	0.2133	1.25	0.0990	2.70	0.0458
0.07	0.2439	0.33	0.3188	0.60	0.2062	1.30	0.0951	2.80	0.0442
0.08	0.2601	0.34	0.3188	0.62	0.1995	1.35	0.0916	2.90	0.0427
0.09	0.2764	0.35	0.3188	0.64	0.1933	1.40	0.0884	3.00	0.0412
0.10	0.2927	0.36	0.3188	0.66	0.1874	1.45	0.0853	3.10	0.0399
0.11	0.3090	0.37	0.3188	0.68	0.1819	1.50	0.0825	3.20	0.0387
0.12	0.3188	0.38	0.3188	0.70	0.1767	1.55	0.0798	3.30	0.0375
0.13	0.3188	0.39	0.3172	0.72	0.1718	1.60	0.0773	3.40	0.0364
0.14	0.3188	0.40	0.3092	0.74	0.1672	1.65	0.0750	3.50	0.0353
0.15	0.3188	0.41	0.3017	0.76	0.1628	1.70	0.0728	3.60	0.0344
0.16	0.3188	0.42	0.2945	0.78	0.1586	1.75	0.0707	3.70	0.0334
0.17	0.3188	0.43	0.2877	0.80	0.1546	1.80	0.0687	3.80	0.0326
0.18	0.3188	0.44	0.2811	0.82	0.1508	1.85	0.0669	3.90	0.0317
0.19	0.3188	0.45	0.2749	0.84	0.1473	1.90	0.0651	4.00	0.0309
0.20	0.3188	0.46	0.2689	0.86	0.1438	1.95	0.0634		
0.21	0.3188	0.47	0.2632	0.88	0.1406	2.00	0.0618		

0.22	0.3188	0.48	0.2577	0.90	0.1374	2.05	0.0603		
0.23	0.3188	0.49	0.2524	0.92	0.1344	2.10	0.0589		
0.24	0.3188	0.50	0.2474	0.94	0.1316	2.15	0.0575		
0.25	0.3188	0.51	0.2425	0.96	0.1288	2.20	0.0562		



### Parametri spettro normalizzato

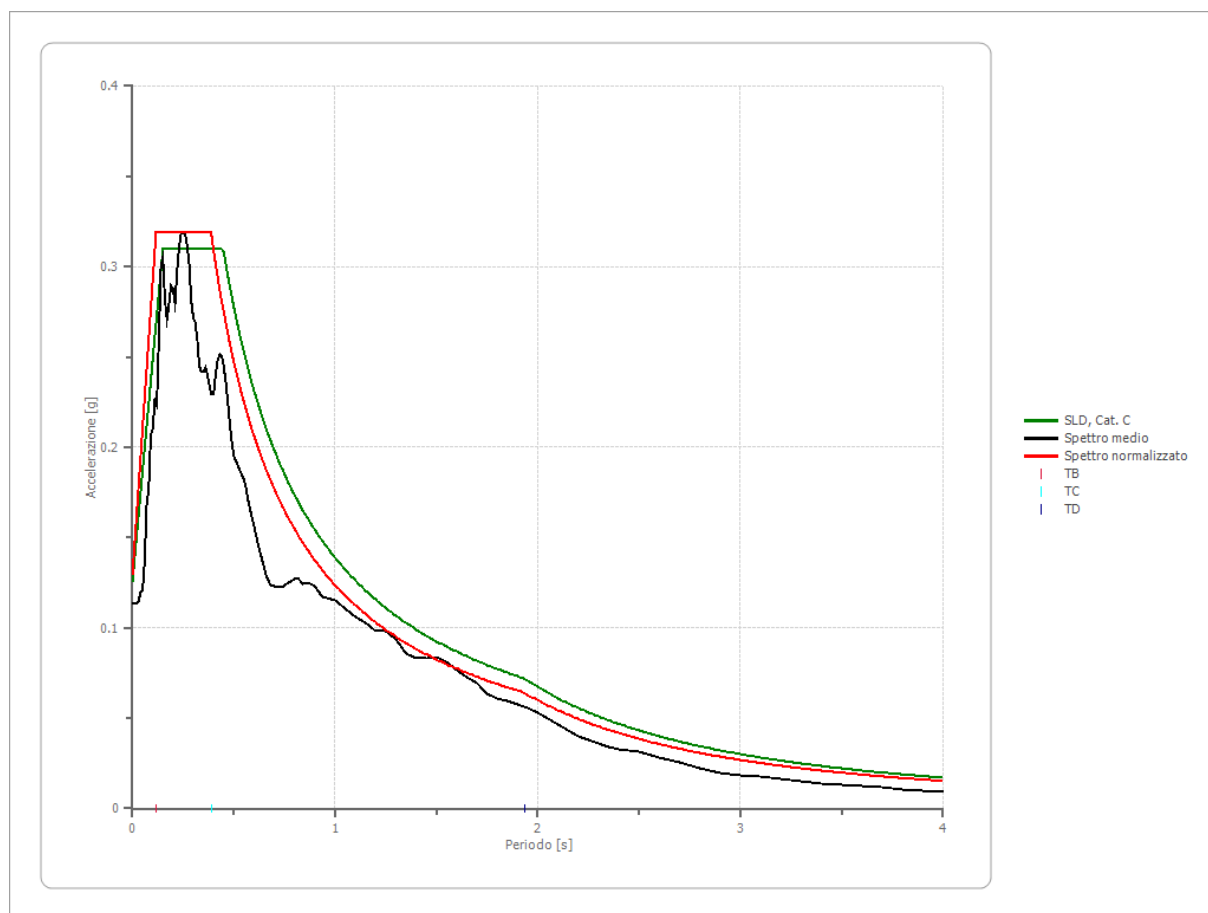
Agmax [g]	Ag [g]	S	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
0.130	0.084	1.547	2.456	--	0.116	0.388	1.936	0.130	0.319

### Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

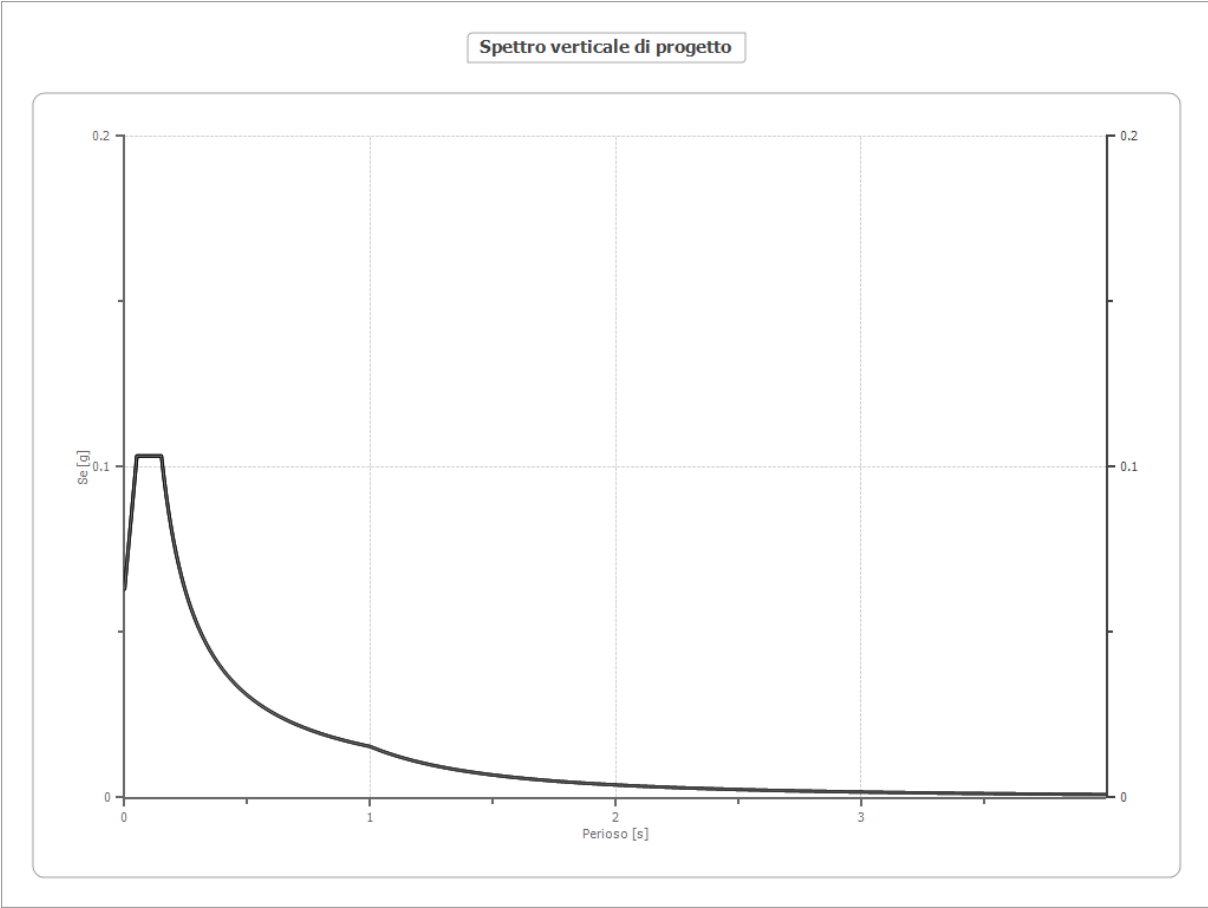
	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	45	75	712	1462
ag [g]	0.068	0.084	0.186	0.227

Fo	2.453	2.456	2.49	2.509
Tc* [s]	0.272	0.281	0.303	0.313
Ss	1.50	1.50	1.42	1.36
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.61	1.60	1.56	1.54
TB [s]	0.146	0.150	0.157	0.161
TC [s]	0.439	0.449	0.472	0.482
TD [s]	1.872	1.936	2.344	2.508
Se(0) [g]	0.102	0.126	0.265	0.308
Se(TB) [g]	0.250	0.309	0.659	0.774



### Spettro verticale di progetto

Ag [g]	F0	Tc*	Fv	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
0.084	2.456	0.150	1.195	1.5	0.050	0.150	1.000	0.0040	0.066



VILAL ORTENSIA  
SLV  
**Fattori di amplificazione**

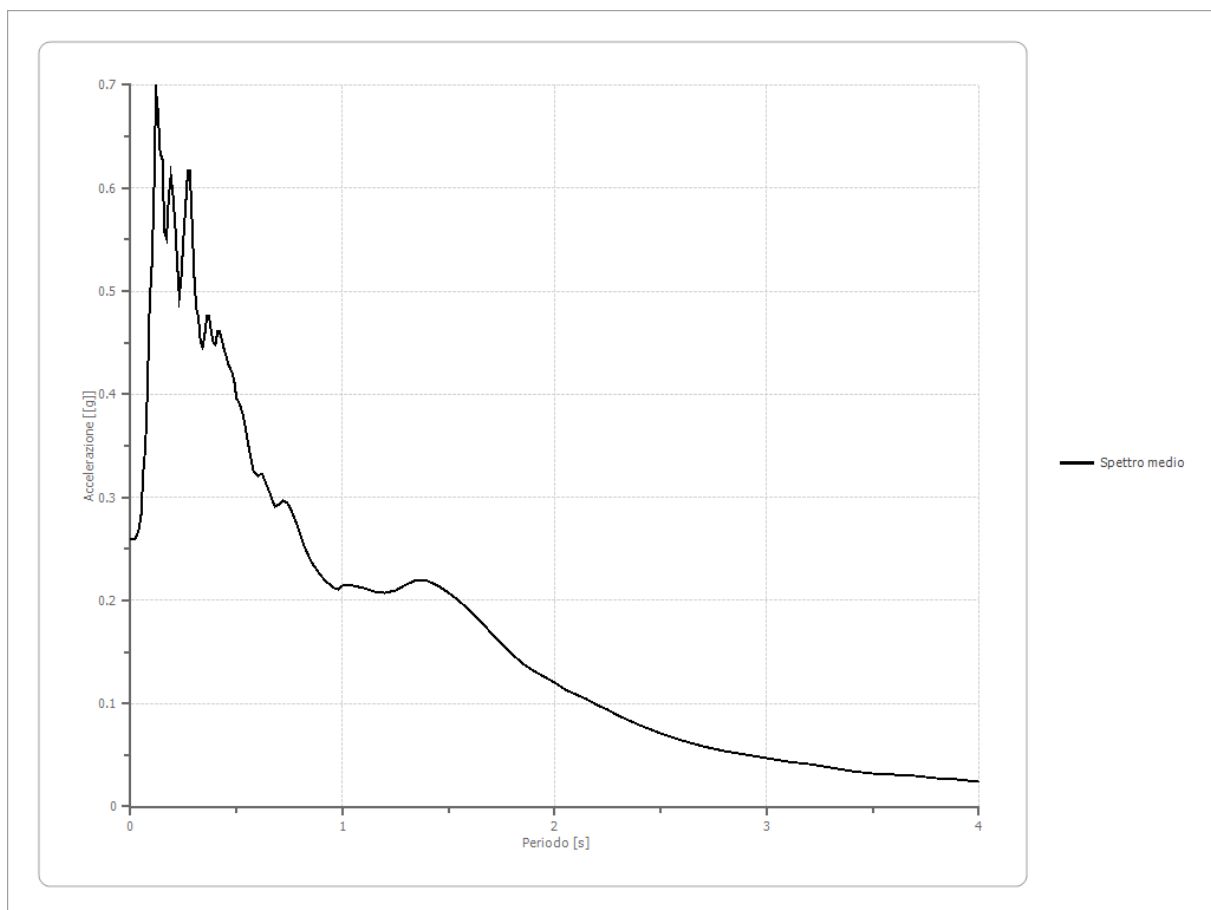
Tai	0.120 [s]
Tvi	1.650 [s]
Tao	0.120 [s]
Tvo	1.600 [s]
Sami	4.111 [m/s <sup>2</sup> ]
Svmi	0.359 [m/s]
Samo	5.349 [m/s <sup>2</sup> ]
Svmo	0.501 [m/s]
<b>Fa</b>	<b>1.301 [-]</b>
<b>Fv</b>	<b>1.396 [-]</b>
TB	0.116 [s]
TC	0.438 [s]
TD	2.344 [s]
SA(0)	0.279 [g]
SA(TB)	0.694 [g]

**Spettro medio di risposta elastico**

Periodo	Accelera	Periodo	Accelera	Periodo	Accelera	Periodo	Accelera	Periodo	Accelera
[s]	zione [g]	[s]	zione [g]	[s]	zione [g]	[s]	zione [g]	[s]	zione [g]



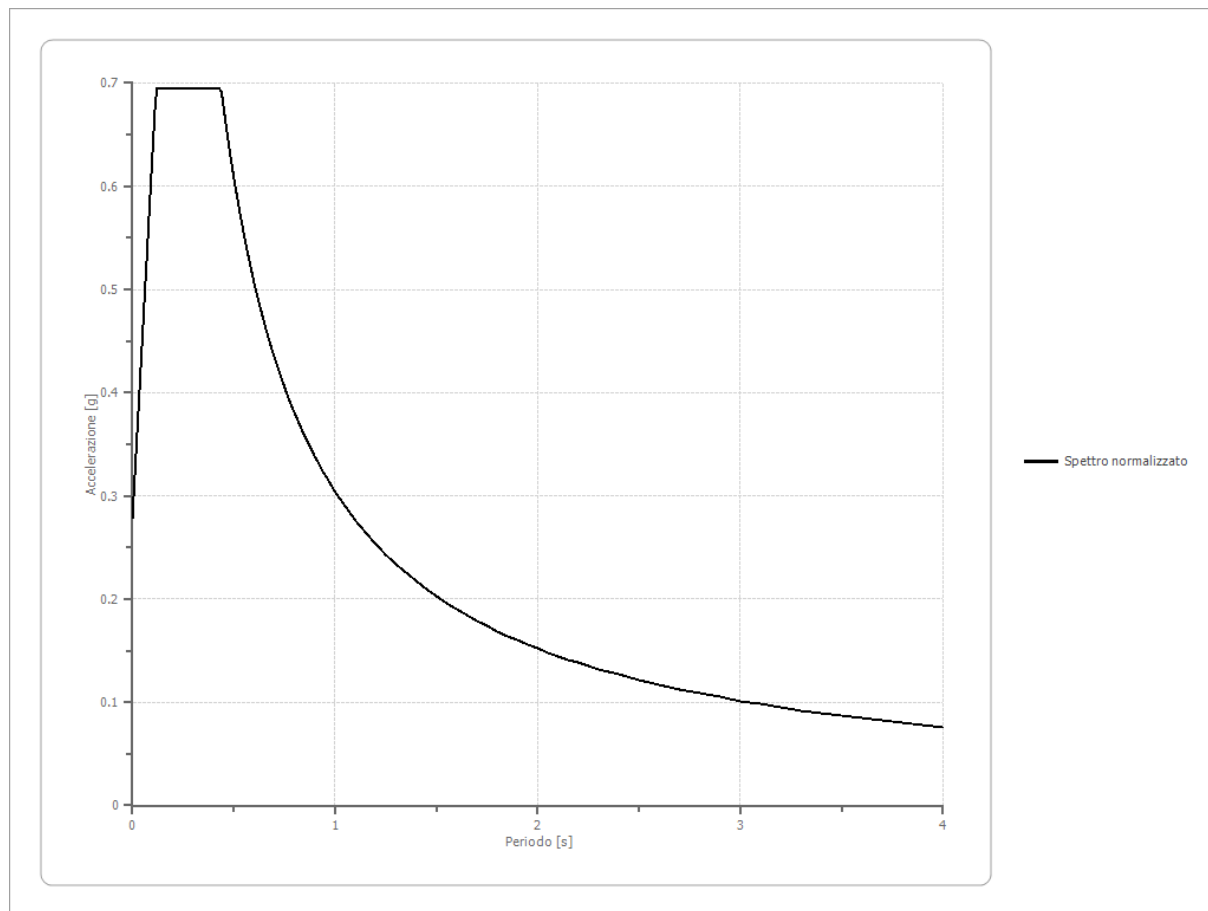
0.00	0.2594	0.26	0.5828	0.52	0.3875	0.98	0.2106	2.25	0.0939
0.01	0.2595	0.27	0.6163	0.53	0.3805	1.00	0.2141	2.30	0.0888
0.02	0.2595	0.28	0.6160	0.54	0.3705	1.05	0.2145	2.35	0.0838
0.03	0.2630	0.29	0.5684	0.55	0.3578	1.10	0.2114	2.40	0.0791
0.04	0.2687	0.30	0.5152	0.56	0.3465	1.15	0.2085	2.50	0.0710
0.05	0.2825	0.31	0.4840	0.57	0.3357	1.20	0.2076	2.60	0.0644
0.06	0.3244	0.32	0.4753	0.58	0.3257	1.25	0.2099	2.70	0.0589
0.07	0.3487	0.33	0.4514	0.60	0.3205	1.30	0.2158	2.80	0.0541
0.08	0.4043	0.34	0.4461	0.62	0.3231	1.35	0.2201	2.90	0.0499
0.09	0.4873	0.35	0.4581	0.64	0.3125	1.40	0.2192	3.00	0.0467
0.10	0.5232	0.36	0.4750	0.66	0.3020	1.45	0.2143	3.10	0.0438
0.11	0.5861	0.37	0.4755	0.68	0.2913	1.50	0.2075	3.20	0.0407
0.12	0.6944	0.38	0.4622	0.70	0.2934	1.55	0.1997	3.30	0.0377
0.13	0.6721	0.39	0.4503	0.72	0.2970	1.60	0.1906	3.40	0.0349
0.14	0.6319	0.40	0.4484	0.74	0.2940	1.65	0.1799	3.50	0.0326
0.15	0.6300	0.41	0.4603	0.76	0.2864	1.70	0.1685	3.60	0.0311
0.16	0.5562	0.42	0.4605	0.78	0.2761	1.75	0.1578	3.70	0.0296
0.17	0.5509	0.43	0.4538	0.80	0.2643	1.80	0.1480	3.80	0.0278
0.18	0.5915	0.44	0.4448	0.82	0.2525	1.85	0.1391	3.90	0.0258
0.19	0.6119	0.45	0.4372	0.84	0.2428	1.90	0.1323	4.00	0.0241
0.20	0.5937	0.46	0.4295	0.86	0.2353	1.95	0.1263		
0.21	0.5654	0.47	0.4251	0.88	0.2296	2.00	0.1201		
0.22	0.5284	0.48	0.4207	0.90	0.2236	2.05	0.1139		
0.23	0.4945	0.49	0.4114	0.92	0.2187	2.10	0.1093		
0.24	0.5152	0.50	0.3952	0.94	0.2150	2.15	0.1046		
0.25	0.5520	0.51	0.3932	0.96	0.2123	2.20	0.0991		



**Spettro normalizzato di risposta elastico**

Periodo [s]	Accelera zione [g]	Periodo [s]	Accelera zione [g]	Periodo [s]	Accelera zione [g]	Periodo [s]	Accelera zione [g]	Periodo [s]	Accelera zione [g]
0.00	0.2789	0.26	0.6944	0.52	0.5849	0.98	0.3104	2.25	0.1352
0.01	0.3147	0.27	0.6944	0.53	0.5739	1.00	0.3041	2.30	0.1322
0.02	0.3505	0.28	0.6944	0.54	0.5632	1.05	0.2897	2.35	0.1294
0.03	0.3863	0.29	0.6944	0.55	0.5530	1.10	0.2765	2.40	0.1267
0.04	0.4222	0.30	0.6944	0.56	0.5431	1.15	0.2645	2.50	0.1217
0.05	0.4580	0.31	0.6944	0.57	0.5336	1.20	0.2535	2.60	0.1170
0.06	0.4938	0.32	0.6944	0.58	0.5244	1.25	0.2433	2.70	0.1126
0.07	0.5296	0.33	0.6944	0.60	0.5069	1.30	0.2340	2.80	0.1086
0.08	0.5654	0.34	0.6944	0.62	0.4906	1.35	0.2253	2.90	0.1049
0.09	0.6013	0.35	0.6944	0.64	0.4752	1.40	0.2172	3.00	0.1014
0.10	0.6371	0.36	0.6944	0.66	0.4608	1.45	0.2098	3.10	0.0981
0.11	0.6729	0.37	0.6944	0.68	0.4473	1.50	0.2028	3.20	0.0950
0.12	0.6944	0.38	0.6944	0.70	0.4345	1.55	0.1962	3.30	0.0922
0.13	0.6944	0.39	0.6944	0.72	0.4224	1.60	0.1901	3.40	0.0895
0.14	0.6944	0.40	0.6944	0.74	0.4110	1.65	0.1843	3.50	0.0869
0.15	0.6944	0.41	0.6944	0.76	0.4002	1.70	0.1789	3.60	0.0845
0.16	0.6944	0.42	0.6944	0.78	0.3899	1.75	0.1738	3.70	0.0822
0.17	0.6944	0.43	0.6944	0.80	0.3802	1.80	0.1690	3.80	0.0800
0.18	0.6944	0.44	0.6912	0.82	0.3709	1.85	0.1644	3.90	0.0780
0.19	0.6944	0.45	0.6759	0.84	0.3621	1.90	0.1601	4.00	0.0760
0.20	0.6944	0.46	0.6612	0.86	0.3537	1.95	0.1560		
0.21	0.6944	0.47	0.6471	0.88	0.3456	2.00	0.1521		

0.22	0.6944	0.48	0.6336	0.90	0.3379	2.05	0.1484		
0.23	0.6944	0.49	0.6207	0.92	0.3306	2.10	0.1448		
0.24	0.6944	0.50	0.6083	0.94	0.3236	2.15	0.1415		
0.25	0.6944	0.51	0.5964	0.96	0.3168	2.20	0.1382		



### Parametri spettro normalizzato

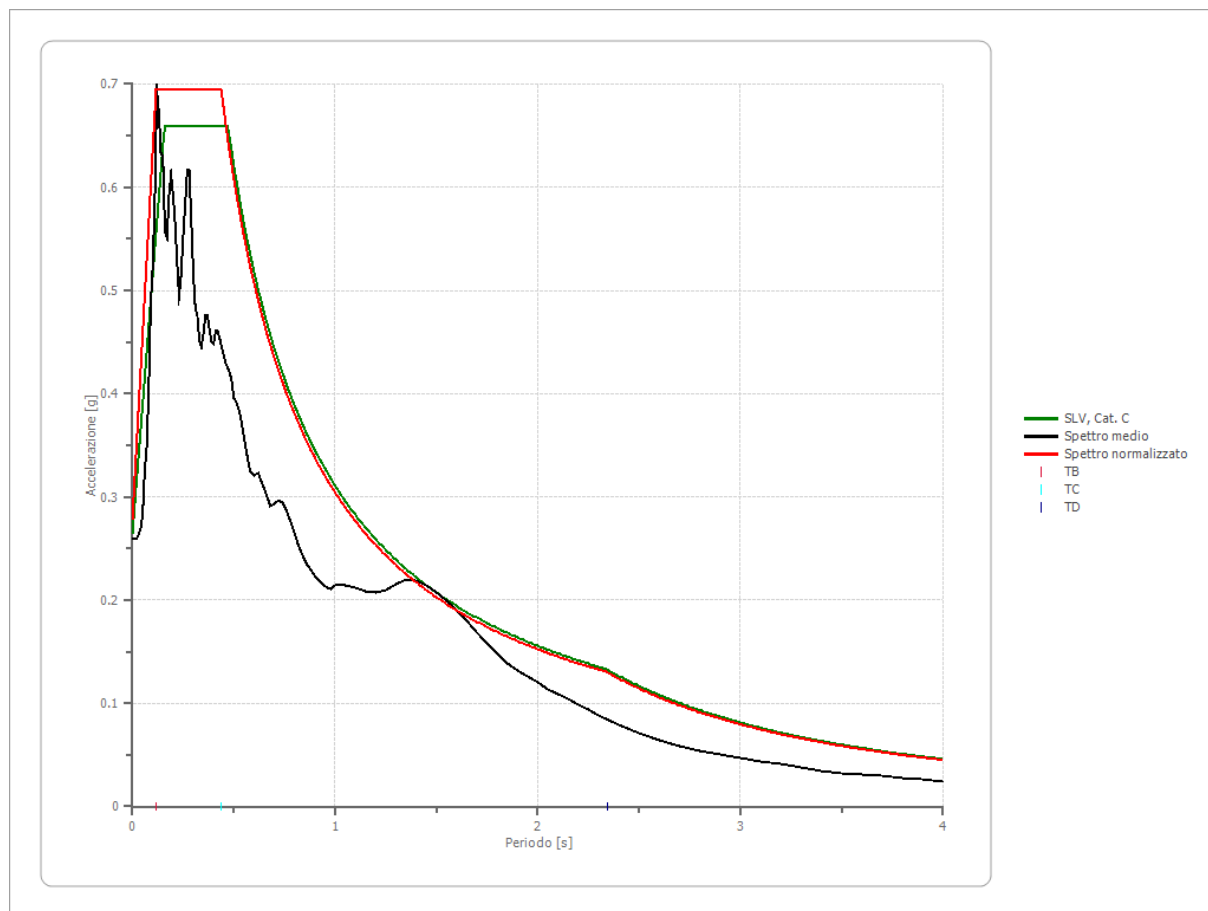
Agmax [g]	Ag [g]	S	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
0.279	0.186	1.5	2.490	--	0.116	0.438	2.344	0.279	0.694

### Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

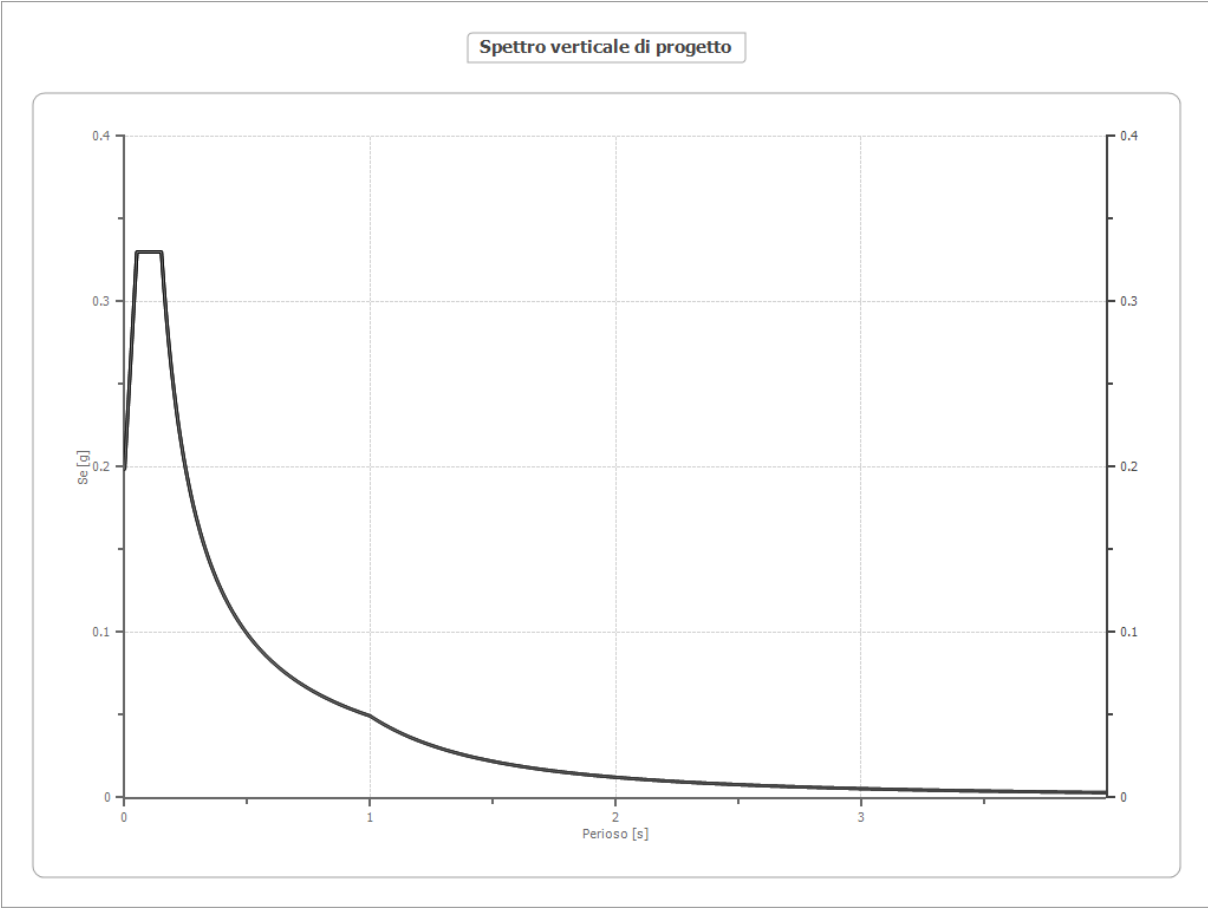
	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	45	75	712	1462
ag [g]	0.068	0.084	0.186	0.227
Fo	2.453	2.456	2.49	2.509
Tc* [s]	0.272	0.281	0.303	0.313
Ss	1.50	1.50	1.42	1.36
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.61	1.60	1.56	1.54

TB [s]	0.146	0.150	0.157	0.161
TC [s]	0.439	0.449	0.472	0.482
TD [s]	1.872	1.936	2.344	2.508
Se(0) [g]	0.102	0.126	0.265	0.308
Se(TB) [g]	0.250	0.309	0.659	0.774



### Spettro verticale di progetto

Ag [g]	F0	Tc*	Fv	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
0.186	2.490	0.150	1.775	1.5	0.050	0.150	1.000	0.132	0.220



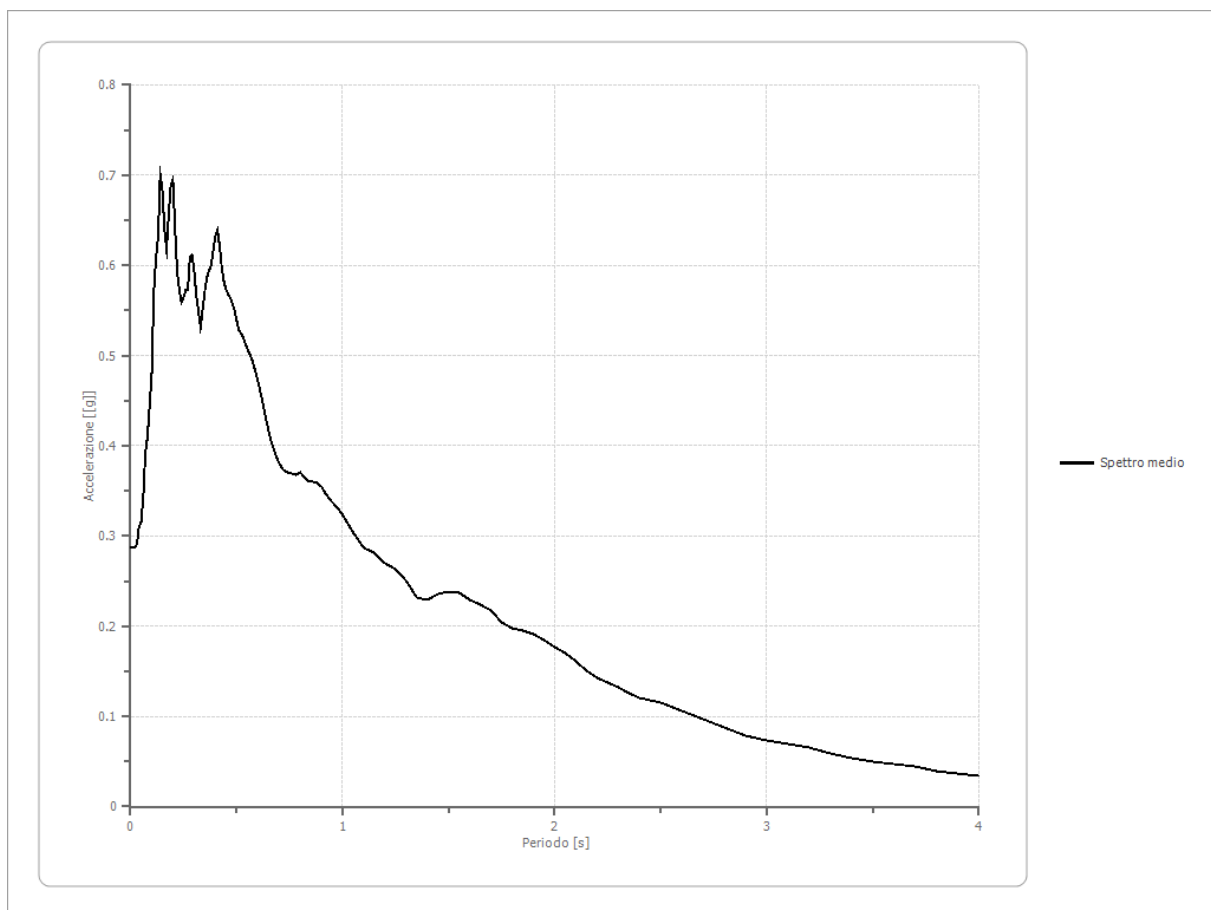
VILLA ORTENSIA  
SLC  
**Fattori di amplificazione**

Tai	0.200 [s]
Tvi	2.100 [s]
Tao	0.140 [s]
Tvo	1.900 [s]
Sami	4.841 [m/s <sup>2</sup> ]
Svmi	0.442 [m/s]
Samo	5.849 [m/s <sup>2</sup> ]
Svmo	0.606 [m/s]
<b>Fa</b>	<b>1.208 [-]</b>
<b>Fv</b>	<b>1.371 [-]</b>
TB	0.116 [s]
TC	0.528 [s]
TD	2.508 [s]
SA(0)	0.279 [g]
SA(TB)	0.701 [g]

**Spettro medio di risposta elastico**

Periodo	Accelera	Periodo	Accelera	Periodo	Accelera	Periodo	Accelera	Periodo	Accelera
[s]	zione [g]	[s]	zione [g]	[s]	zione [g]	[s]	zione [g]	[s]	zione [g]

0.00	0.2864	0.26	0.5721	0.52	0.5251	0.98	0.3298	2.25	0.1369
0.01	0.2864	0.27	0.5725	0.53	0.5207	1.00	0.3235	2.30	0.1317
0.02	0.2864	0.28	0.6092	0.54	0.5148	1.05	0.3032	2.35	0.1256
0.03	0.2904	0.29	0.6110	0.55	0.5082	1.10	0.2874	2.40	0.1208
0.04	0.3103	0.30	0.5939	0.56	0.5025	1.15	0.2811	2.50	0.1154
0.05	0.3159	0.31	0.5671	0.57	0.4971	1.20	0.2691	2.60	0.1067
0.06	0.3434	0.32	0.5494	0.58	0.4898	1.25	0.2637	2.70	0.0973
0.07	0.3914	0.33	0.5318	0.60	0.4723	1.30	0.2501	2.80	0.0872
0.08	0.4103	0.34	0.5516	0.62	0.4519	1.35	0.2321	2.90	0.0791
0.09	0.4444	0.35	0.5711	0.64	0.4287	1.40	0.2295	3.00	0.0728
0.10	0.4802	0.36	0.5872	0.66	0.4072	1.45	0.2356	3.10	0.0695
0.11	0.5710	0.37	0.5948	0.68	0.3922	1.50	0.2383	3.20	0.0651
0.12	0.6078	0.38	0.5995	0.70	0.3812	1.55	0.2370	3.30	0.0590
0.13	0.6317	0.39	0.6170	0.72	0.3730	1.60	0.2291	3.40	0.0542
0.14	0.7007	0.40	0.6326	0.74	0.3707	1.65	0.2233	3.50	0.0502
0.15	0.6854	0.41	0.6392	0.76	0.3693	1.70	0.2175	3.60	0.0472
0.16	0.6409	0.42	0.6217	0.78	0.3686	1.75	0.2044	3.70	0.0441
0.17	0.6174	0.43	0.5986	0.80	0.3702	1.80	0.1977	3.80	0.0399
0.18	0.6565	0.44	0.5831	0.82	0.3655	1.85	0.1955	3.90	0.0366
0.19	0.6892	0.45	0.5733	0.84	0.3594	1.90	0.1912	4.00	0.0340
0.20	0.6955	0.46	0.5680	0.86	0.3598	1.95	0.1841		
0.21	0.6408	0.47	0.5638	0.88	0.3584	2.00	0.1774		
0.22	0.5934	0.48	0.5578	0.90	0.3546	2.05	0.1697		
0.23	0.5740	0.49	0.5519	0.92	0.3466	2.10	0.1605		
0.24	0.5596	0.50	0.5388	0.94	0.3401	2.15	0.1506		
0.25	0.5643	0.51	0.5290	0.96	0.3354	2.20	0.1423		

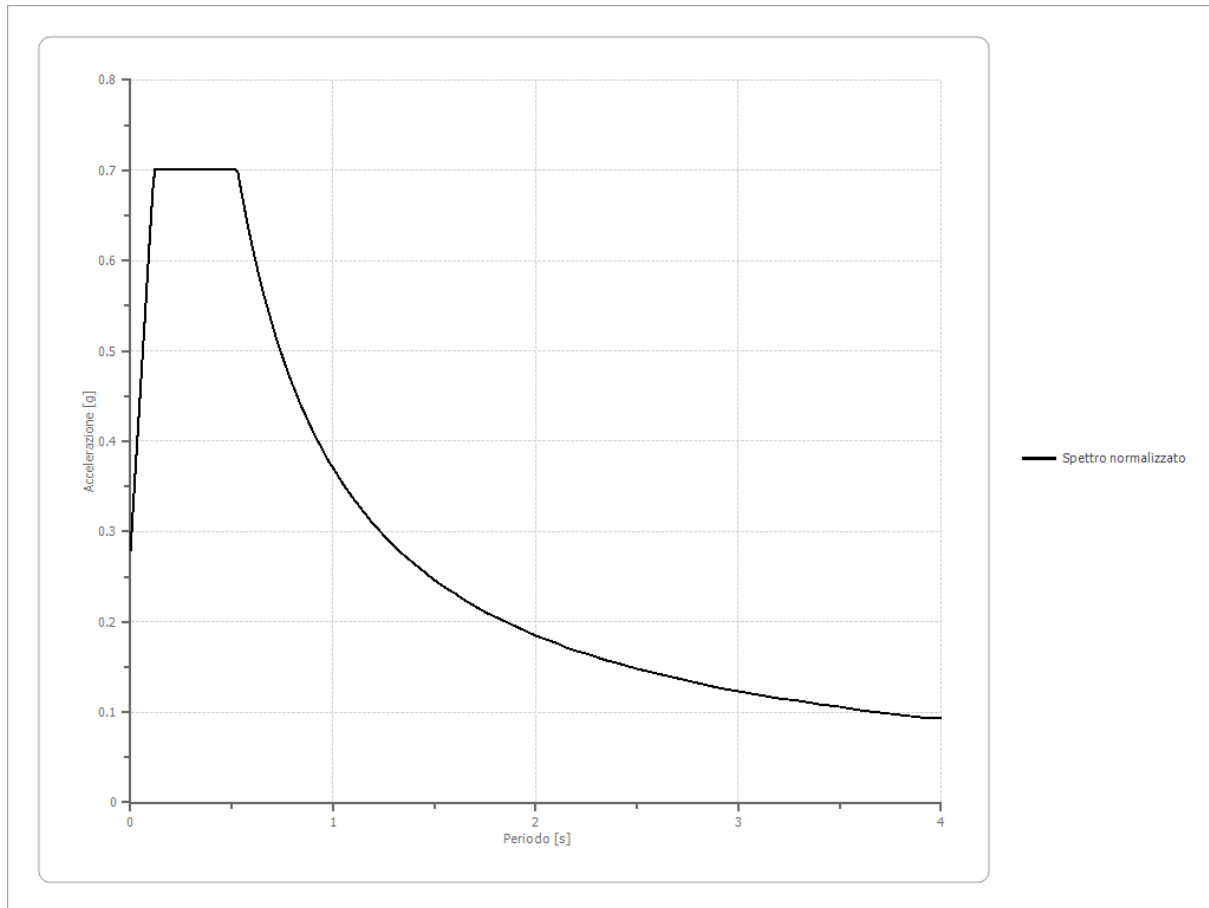


**Spettro normalizzato di risposta elastico**

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.2793	0.26	0.7007	0.52	0.7007	0.98	0.3775	2.25	0.1644
0.01	0.3156	0.27	0.7007	0.53	0.6980	1.00	0.3699	2.30	0.1608
0.02	0.3519	0.28	0.7007	0.54	0.6851	1.05	0.3523	2.35	0.1574
0.03	0.3882	0.29	0.7007	0.55	0.6726	1.10	0.3363	2.40	0.1541
0.04	0.4246	0.30	0.7007	0.56	0.6606	1.15	0.3217	2.50	0.1480
0.05	0.4609	0.31	0.7007	0.57	0.6490	1.20	0.3083	2.60	0.1423
0.06	0.4972	0.32	0.7007	0.58	0.6378	1.25	0.2960	2.70	0.1370
0.07	0.5335	0.33	0.7007	0.60	0.6166	1.30	0.2846	2.80	0.1321
0.08	0.5699	0.34	0.7007	0.62	0.5967	1.35	0.2740	2.90	0.1276
0.09	0.6062	0.35	0.7007	0.64	0.5780	1.40	0.2642	3.00	0.1233
0.10	0.6425	0.36	0.7007	0.66	0.5605	1.45	0.2551	3.10	0.1193
0.11	0.6789	0.37	0.7007	0.68	0.5440	1.50	0.2466	3.20	0.1156
0.12	0.7007	0.38	0.7007	0.70	0.5285	1.55	0.2387	3.30	0.1121
0.13	0.7007	0.39	0.7007	0.72	0.5138	1.60	0.2312	3.40	0.1088
0.14	0.7007	0.40	0.7007	0.74	0.4999	1.65	0.2242	3.50	0.1057
0.15	0.7007	0.41	0.7007	0.76	0.4868	1.70	0.2176	3.60	0.1028
0.16	0.7007	0.42	0.7007	0.78	0.4743	1.75	0.2114	3.70	0.1000
0.17	0.7007	0.43	0.7007	0.80	0.4624	1.80	0.2055	3.80	0.0974
0.18	0.7007	0.44	0.7007	0.82	0.4512	1.85	0.2000	3.90	0.0949
0.19	0.7007	0.45	0.7007	0.84	0.4404	1.90	0.1947	4.00	0.0925
0.20	0.7007	0.46	0.7007	0.86	0.4302	1.95	0.1897		
0.21	0.7007	0.47	0.7007	0.88	0.4204	2.00	0.1850		



0.22	0.7007	0.48	0.7007	0.90	0.4111	2.05	0.1805		
0.23	0.7007	0.49	0.7007	0.92	0.4021	2.10	0.1762		
0.24	0.7007	0.50	0.7007	0.94	0.3936	2.15	0.1721		
0.25	0.7007	0.51	0.7007	0.96	0.3854	2.20	0.1682		



### Parametri spettro normalizzato

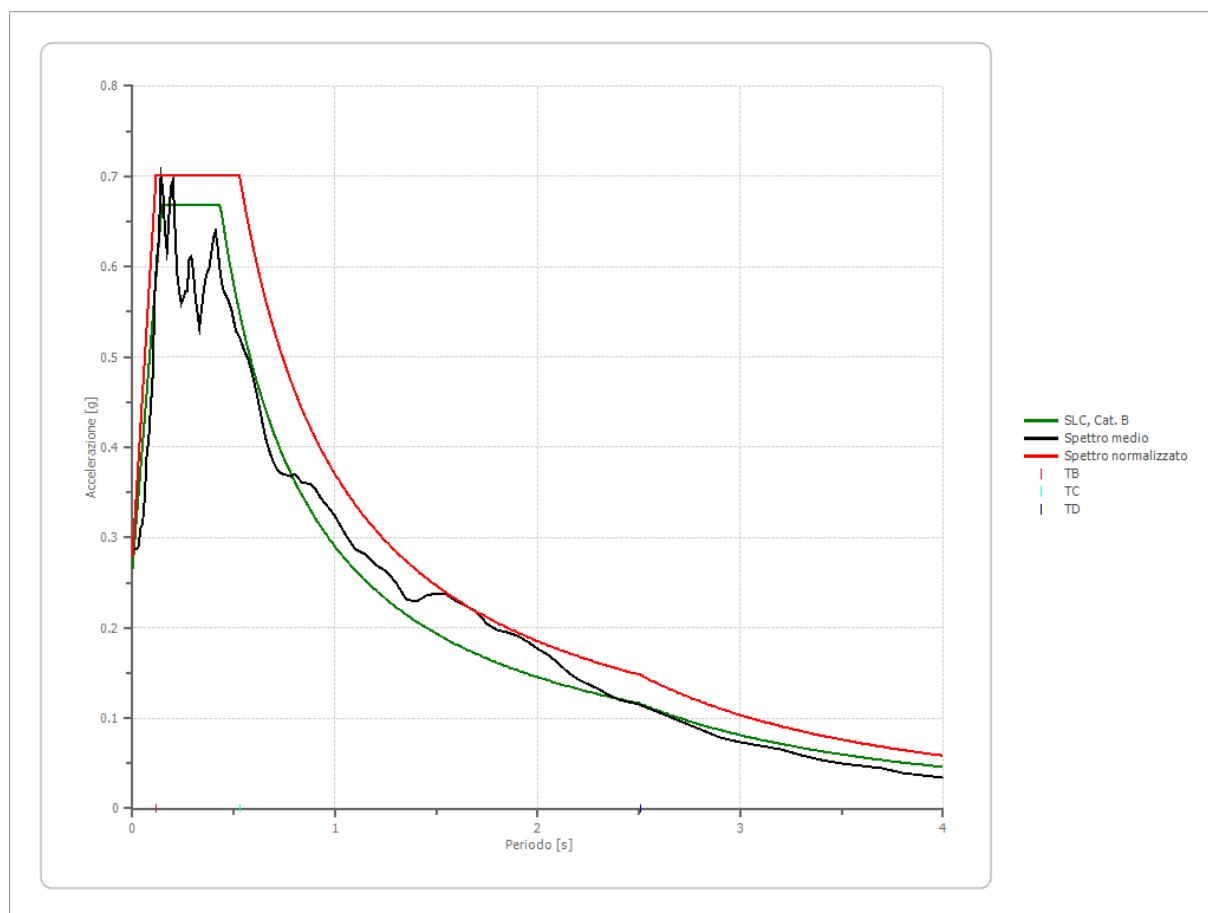
Agmax [g]	Ag [g]	S	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
0.279	0.227	1.229	2.509	--	0.116	0.528	2.508	0.279	0.701

### Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	45	75	712	1462
ag [g]	0.068	0.084	0.186	0.227
Fo	2.453	2.456	2.49	2.509
Tc* [s]	0.272	0.281	0.303	0.313
Ss	1.20	1.20	1.20	1.17
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.43	1.42	1.40	1.39

TB [s]	0.129	0.133	0.141	0.145
TC [s]	0.388	0.398	0.423	0.434
TD [s]	1.872	1.936	2.344	2.508
Se(0) [g]	0.082	0.101	0.223	0.266
Se(TB) [g]	0.200	0.248	0.556	0.668



### Spettro verticale di progetto

Ag [g]	F0	Tc*	Fv	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
0.227	2.509	0.150	1.790	1.5	0.050	0.150	1.000	0.161	0.270

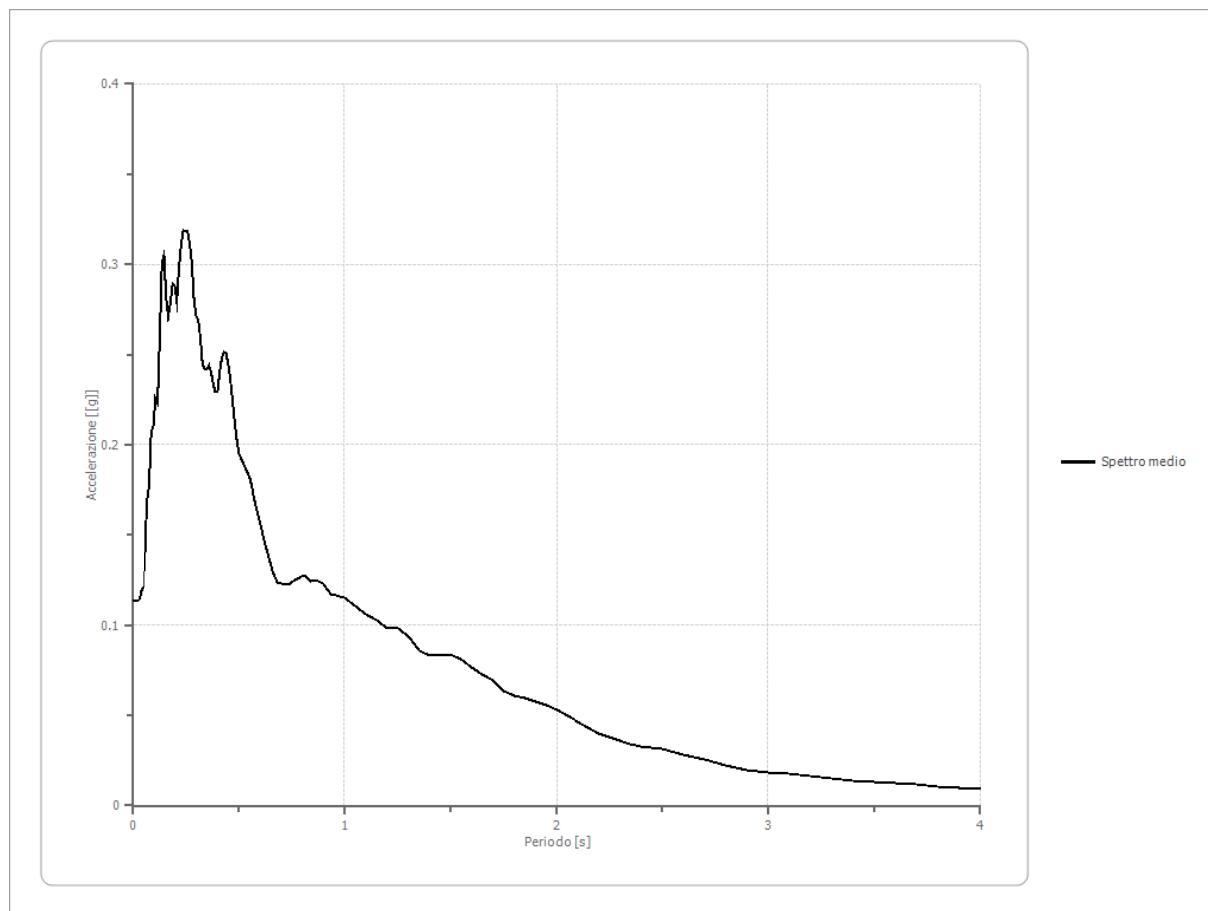
VILLINO ORTENSIA  
SLD  
**Fattori di amplificazione**

Tai	0.270 [s]
Tvi	2.000 [s]
Tao	0.240 [s]
Tvo	1.500 [s]
Sami	1.948 [m/s <sup>2</sup> ]
Svmi	0.143 [m/s]
Samo	2.768 [m/s <sup>2</sup> ]
Svmo	0.208 [m/s]
<b>Fa</b>	<b>1.421 [-]</b>
<b>Fv</b>	<b>1.450 [-]</b>
TB	0.116 [s]
TC	0.388 [s]
TD	1.936 [s]
SA(0)	0.130 [g]
SA(TB)	0.319 [g]

**Spettro medio di risposta elastico**

Periodo [s]	Accelera- zione [g]	Periodo [s]	Accelera- zione [g]	Periodo [s]	Accelera- zione [g]	Periodo [s]	Accelera- zione [g]	Periodo [s]	Accelera- zione [g]
0.00	0.1130	0.26	0.3182	0.52	0.1901	0.98	0.1156	2.25	0.0378
0.01	0.1130	0.27	0.3119	0.53	0.1872	1.00	0.1153	2.30	0.0361
0.02	0.1130	0.28	0.3009	0.54	0.1849	1.05	0.1109	2.35	0.0343
0.03	0.1149	0.29	0.2808	0.55	0.1819	1.10	0.1063	2.40	0.0327
0.04	0.1195	0.30	0.2719	0.56	0.1774	1.15	0.1029	2.50	0.0312
0.05	0.1213	0.31	0.2691	0.57	0.1711	1.20	0.0984	2.60	0.0284
0.06	0.1369	0.32	0.2594	0.58	0.1653	1.25	0.0981	2.70	0.0253
0.07	0.1689	0.33	0.2450	0.60	0.1567	1.30	0.0938	2.80	0.0220
0.08	0.1768	0.34	0.2419	0.62	0.1462	1.35	0.0855	2.90	0.0198
0.09	0.2068	0.35	0.2413	0.64	0.1374	1.40	0.0829	3.00	0.0182
0.10	0.2105	0.36	0.2443	0.66	0.1291	1.45	0.0834	3.10	0.0176
0.11	0.2259	0.37	0.2405	0.68	0.1239	1.50	0.0838	3.20	0.0166
0.12	0.2232	0.38	0.2339	0.70	0.1234	1.55	0.0813	3.30	0.0153
0.13	0.2591	0.39	0.2291	0.72	0.1221	1.60	0.0765	3.40	0.0141
0.14	0.3003	0.40	0.2293	0.74	0.1224	1.65	0.0728	3.50	0.0132
0.15	0.3049	0.41	0.2404	0.76	0.1242	1.70	0.0693	3.60	0.0127
0.16	0.2817	0.42	0.2479	0.78	0.1254	1.75	0.0636	3.70	0.0119
0.17	0.2711	0.43	0.2513	0.80	0.1269	1.80	0.0609	3.80	0.0107
0.18	0.2789	0.44	0.2506	0.82	0.1272	1.85	0.0597	3.90	0.0098
0.19	0.2894	0.45	0.2447	0.84	0.1244	1.90	0.0579	4.00	0.0091
0.20	0.2883	0.46	0.2367	0.86	0.1248	1.95	0.0554		
0.21	0.2793	0.47	0.2254	0.88	0.1243	2.00	0.0528		
0.22	0.2979	0.48	0.2136	0.90	0.1230	2.05	0.0501		
0.23	0.3108	0.49	0.2028	0.92	0.1196	2.10	0.0467		

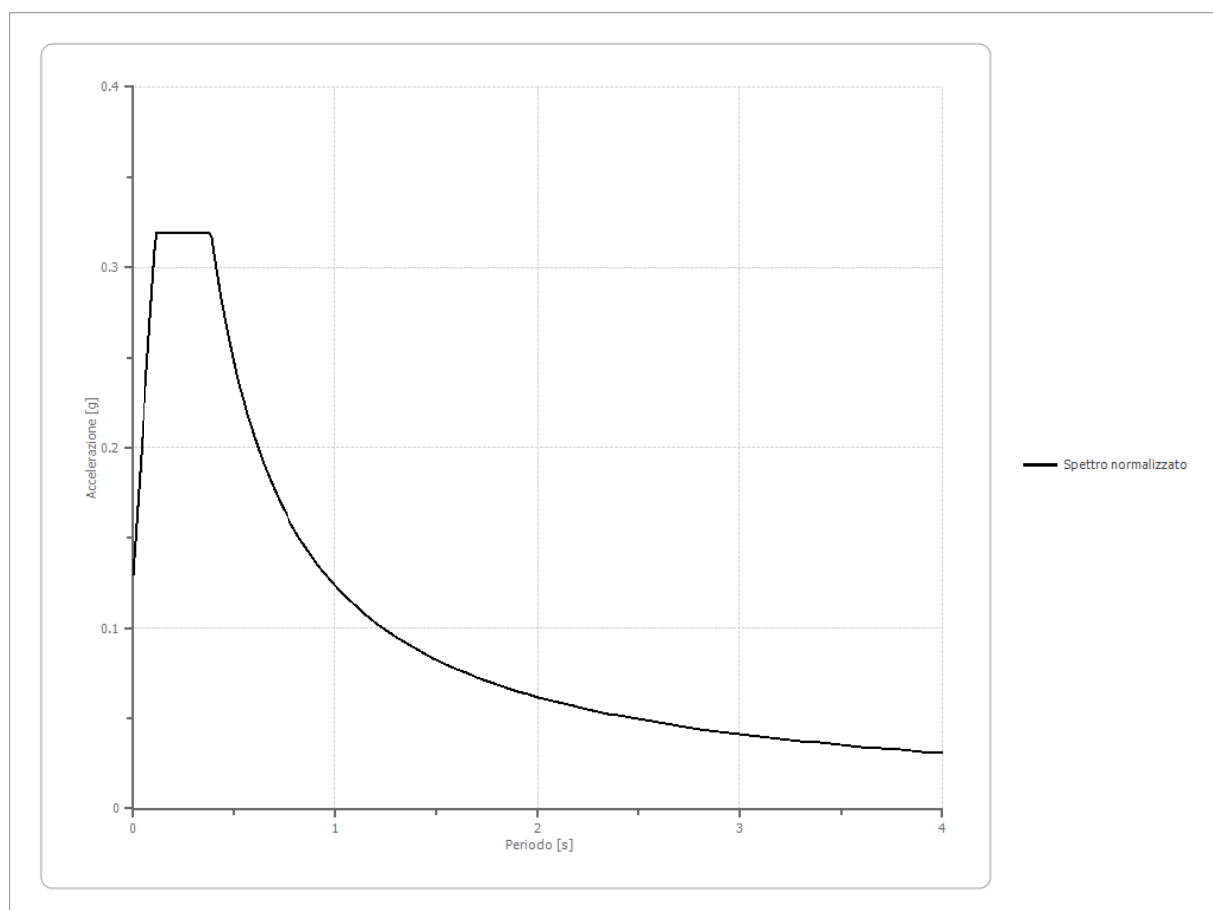
0.24	0.3188	0.50	0.1952	0.94	0.1164	2.15	0.0432		
0.25	0.3184	0.51	0.1926	0.96	0.1163	2.20	0.0400		



**Spettro normalizzato di risposta elastico**

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.1298	0.26	0.3188	0.52	0.2379	0.98	0.1262	2.25	0.0550
0.01	0.1461	0.27	0.3188	0.53	0.2334	1.00	0.1237	2.30	0.0538
0.02	0.1624	0.28	0.3188	0.54	0.2291	1.05	0.1178	2.35	0.0526
0.03	0.1787	0.29	0.3188	0.55	0.2249	1.10	0.1124	2.40	0.0515
0.04	0.1950	0.30	0.3188	0.56	0.2209	1.15	0.1076	2.50	0.0495
0.05	0.2113	0.31	0.3188	0.57	0.2170	1.20	0.1031	2.60	0.0476
0.06	0.2276	0.32	0.3188	0.58	0.2133	1.25	0.0990	2.70	0.0458
0.07	0.2439	0.33	0.3188	0.60	0.2062	1.30	0.0951	2.80	0.0442
0.08	0.2601	0.34	0.3188	0.62	0.1995	1.35	0.0916	2.90	0.0427
0.09	0.2764	0.35	0.3188	0.64	0.1933	1.40	0.0884	3.00	0.0412
0.10	0.2927	0.36	0.3188	0.66	0.1874	1.45	0.0853	3.10	0.0399
0.11	0.3090	0.37	0.3188	0.68	0.1819	1.50	0.0825	3.20	0.0387
0.12	0.3188	0.38	0.3188	0.70	0.1767	1.55	0.0798	3.30	0.0375
0.13	0.3188	0.39	0.3172	0.72	0.1718	1.60	0.0773	3.40	0.0364
0.14	0.3188	0.40	0.3092	0.74	0.1672	1.65	0.0750	3.50	0.0353
0.15	0.3188	0.41	0.3017	0.76	0.1628	1.70	0.0728	3.60	0.0344
0.16	0.3188	0.42	0.2945	0.78	0.1586	1.75	0.0707	3.70	0.0334
0.17	0.3188	0.43	0.2877	0.80	0.1546	1.80	0.0687	3.80	0.0326

0.18	0.3188	0.44	0.2811	0.82	0.1508	1.85	0.0669	3.90	0.0317
0.19	0.3188	0.45	0.2749	0.84	0.1473	1.90	0.0651	4.00	0.0309
0.20	0.3188	0.46	0.2689	0.86	0.1438	1.95	0.0634		
0.21	0.3188	0.47	0.2632	0.88	0.1406	2.00	0.0618		
0.22	0.3188	0.48	0.2577	0.90	0.1374	2.05	0.0603		
0.23	0.3188	0.49	0.2524	0.92	0.1344	2.10	0.0589		
0.24	0.3188	0.50	0.2474	0.94	0.1316	2.15	0.0575		
0.25	0.3188	0.51	0.2425	0.96	0.1288	2.20	0.0562		



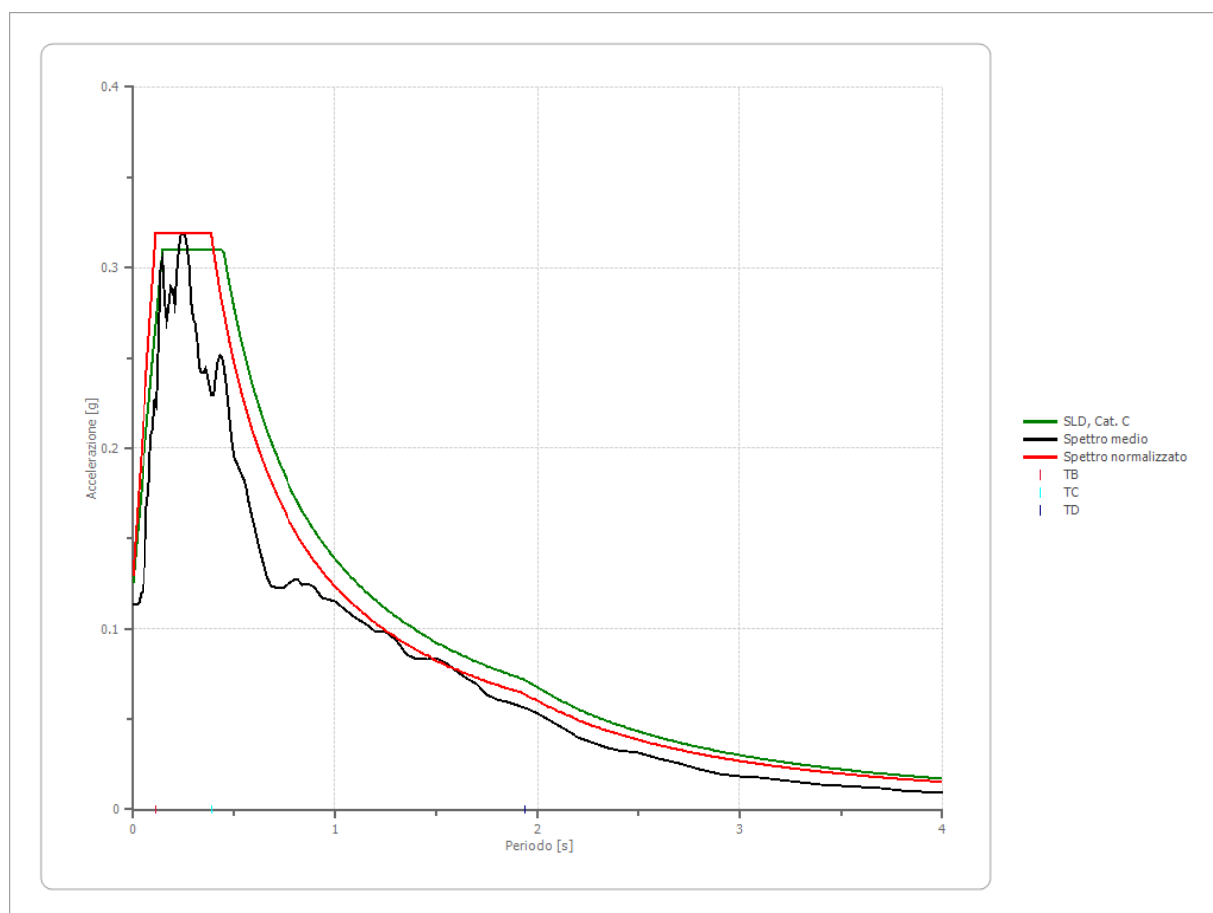
### Parametri spettro normalizzato

Agmax [g]	Ag [g]	S	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
0.130	0.084	1.547	2.456	--	0.116	0.388	1.936	0.130	0.319

### Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

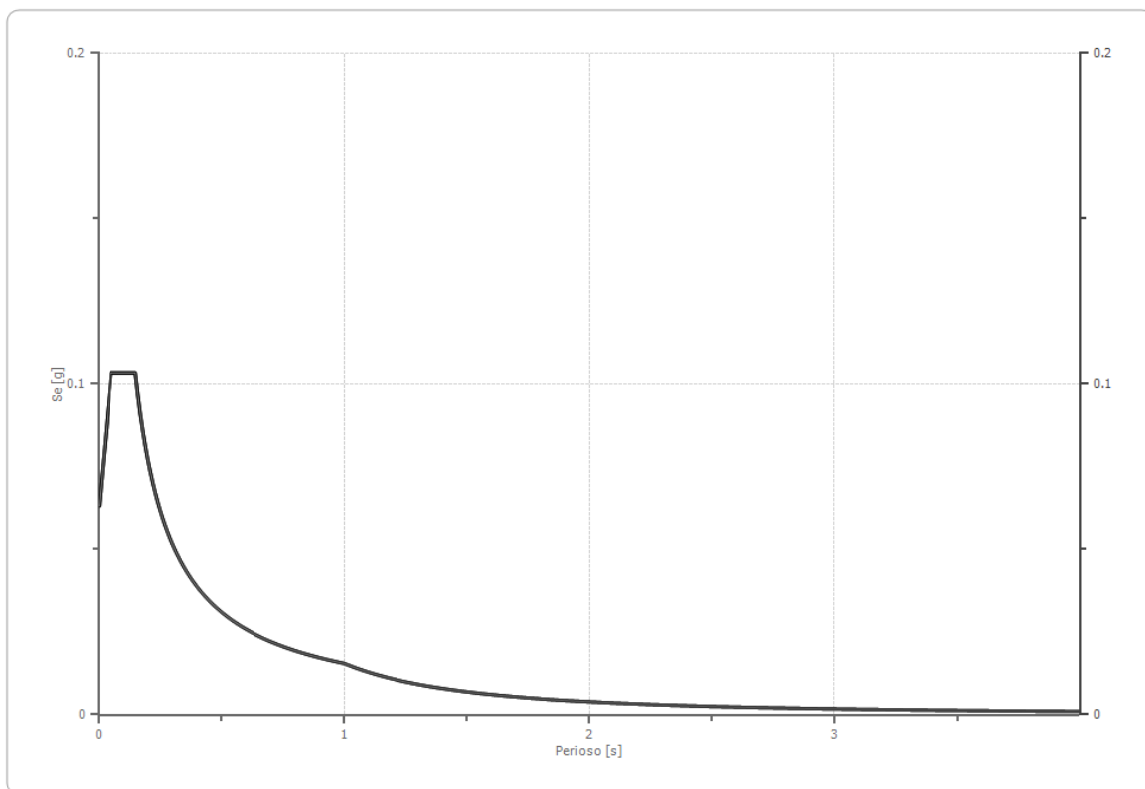
	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	45	75	712	1462
ag [g]	0.068	0.084	0.186	0.227
Fo	2.453	2.456	2.49	2.509
Tc* [s]	0.272	0.281	0.303	0.313
Ss	1.50	1.50	1.42	1.36
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.61	1.60	1.56	1.54
TB [s]	0.146	0.150	0.157	0.161
TC [s]	0.439	0.449	0.472	0.482
TD [s]	1.872	1.936	2.344	2.508
Se(0) [g]	0.102	0.126	0.265	0.308
Se(TB) [g]	0.250	0.309	0.659	0.774



**Spettro verticale di progetto**

Ag [g]	F0	Tc*	Fv	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
0.084	2.456	0.150	1.195	1.5	0.050	0.150	1.000	0.0040	0.066

Spettro verticale di progetto





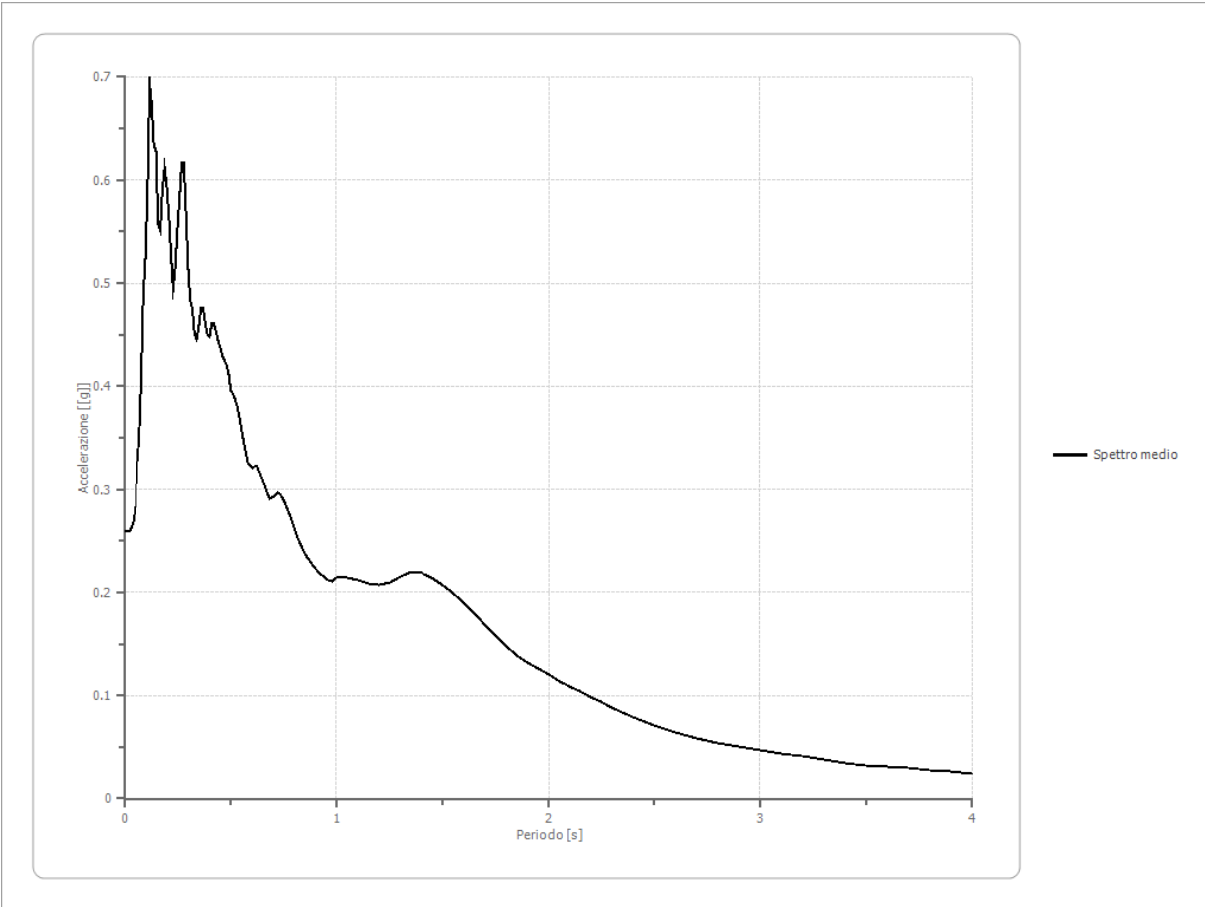
VILAL ORTENSIA  
SLV  
**Fattori di amplificazione**

Tai	0.120 [s]
Tvi	1.650 [s]
Tao	0.120 [s]
Tvo	1.600 [s]
Sami	4.111 [m/s <sup>2</sup> ]
Svmi	0.359 [m/s]
Samo	5.349 [m/s <sup>2</sup> ]
Svmo	0.501 [m/s]
<b>Fa</b>	<b>1.301 [-]</b>
<b>Fv</b>	<b>1.396 [-]</b>
TB	0.116 [s]
TC	0.438 [s]
TD	2.344 [s]
SA(0)	0.279 [g]
SA(TB)	0.694 [g]

**Spettro medio di risposta elastico**

Periodo [s]	Accelera zione [g]	Periodo [s]	Accelera zione [g]	Periodo [s]	Accelera zione [g]	Periodo [s]	Accelera zione [g]	Periodo [s]	Accelera zione [g]
0.00	0.2594	0.26	0.5828	0.52	0.3875	0.98	0.2106	2.25	0.0939
0.01	0.2595	0.27	0.6163	0.53	0.3805	1.00	0.2141	2.30	0.0888
0.02	0.2595	0.28	0.6160	0.54	0.3705	1.05	0.2145	2.35	0.0838
0.03	0.2630	0.29	0.5684	0.55	0.3578	1.10	0.2114	2.40	0.0791
0.04	0.2687	0.30	0.5152	0.56	0.3465	1.15	0.2085	2.50	0.0710
0.05	0.2825	0.31	0.4840	0.57	0.3357	1.20	0.2076	2.60	0.0644
0.06	0.3244	0.32	0.4753	0.58	0.3257	1.25	0.2099	2.70	0.0589
0.07	0.3487	0.33	0.4514	0.60	0.3205	1.30	0.2158	2.80	0.0541
0.08	0.4043	0.34	0.4461	0.62	0.3231	1.35	0.2201	2.90	0.0499
0.09	0.4873	0.35	0.4581	0.64	0.3125	1.40	0.2192	3.00	0.0467
0.10	0.5232	0.36	0.4750	0.66	0.3020	1.45	0.2143	3.10	0.0438
0.11	0.5861	0.37	0.4755	0.68	0.2913	1.50	0.2075	3.20	0.0407
0.12	0.6944	0.38	0.4622	0.70	0.2934	1.55	0.1997	3.30	0.0377
0.13	0.6721	0.39	0.4503	0.72	0.2970	1.60	0.1906	3.40	0.0349
0.14	0.6319	0.40	0.4484	0.74	0.2940	1.65	0.1799	3.50	0.0326
0.15	0.6300	0.41	0.4603	0.76	0.2864	1.70	0.1685	3.60	0.0311
0.16	0.5562	0.42	0.4605	0.78	0.2761	1.75	0.1578	3.70	0.0296
0.17	0.5509	0.43	0.4538	0.80	0.2643	1.80	0.1480	3.80	0.0278
0.18	0.5915	0.44	0.4448	0.82	0.2525	1.85	0.1391	3.90	0.0258
0.19	0.6119	0.45	0.4372	0.84	0.2428	1.90	0.1323	4.00	0.0241
0.20	0.5937	0.46	0.4295	0.86	0.2353	1.95	0.1263		
0.21	0.5654	0.47	0.4251	0.88	0.2296	2.00	0.1201		
0.22	0.5284	0.48	0.4207	0.90	0.2236	2.05	0.1139		
0.23	0.4945	0.49	0.4114	0.92	0.2187	2.10	0.1093		
0.24	0.5152	0.50	0.3952	0.94	0.2150	2.15	0.1046		

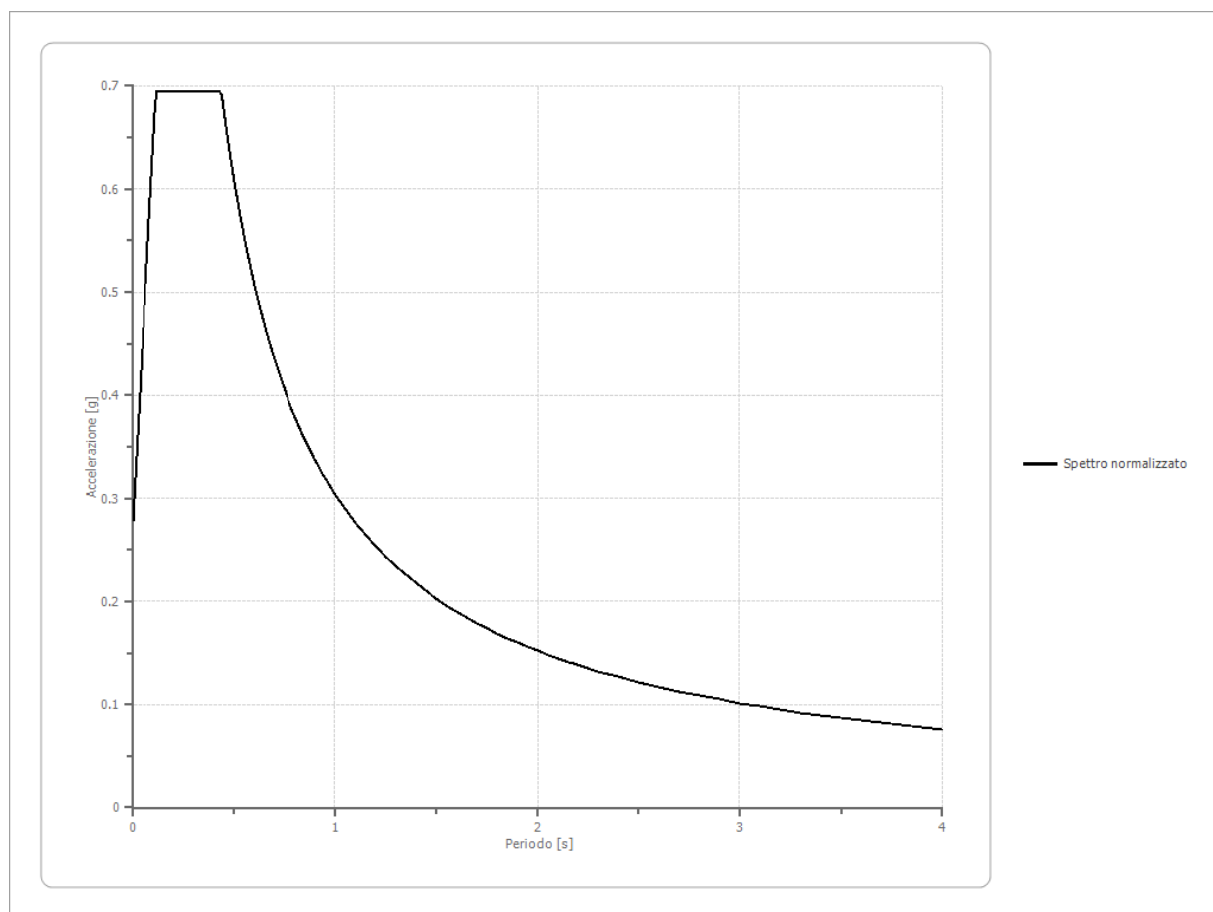
0.25	0.5520	0.51	0.3932	0.96	0.2123	2.20	0.0991		
------	--------	------	--------	------	--------	------	--------	--	--



**Spettro normalizzato di risposta elastico**

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.2789	0.26	0.6944	0.52	0.5849	0.98	0.3104	2.25	0.1352
0.01	0.3147	0.27	0.6944	0.53	0.5739	1.00	0.3041	2.30	0.1322
0.02	0.3505	0.28	0.6944	0.54	0.5632	1.05	0.2897	2.35	0.1294
0.03	0.3863	0.29	0.6944	0.55	0.5530	1.10	0.2765	2.40	0.1267
0.04	0.4222	0.30	0.6944	0.56	0.5431	1.15	0.2645	2.50	0.1217
0.05	0.4580	0.31	0.6944	0.57	0.5336	1.20	0.2535	2.60	0.1170
0.06	0.4938	0.32	0.6944	0.58	0.5244	1.25	0.2433	2.70	0.1126
0.07	0.5296	0.33	0.6944	0.60	0.5069	1.30	0.2340	2.80	0.1086
0.08	0.5654	0.34	0.6944	0.62	0.4906	1.35	0.2253	2.90	0.1049
0.09	0.6013	0.35	0.6944	0.64	0.4752	1.40	0.2172	3.00	0.1014
0.10	0.6371	0.36	0.6944	0.66	0.4608	1.45	0.2098	3.10	0.0981
0.11	0.6729	0.37	0.6944	0.68	0.4473	1.50	0.2028	3.20	0.0950
0.12	0.6944	0.38	0.6944	0.70	0.4345	1.55	0.1962	3.30	0.0922
0.13	0.6944	0.39	0.6944	0.72	0.4224	1.60	0.1901	3.40	0.0895
0.14	0.6944	0.40	0.6944	0.74	0.4110	1.65	0.1843	3.50	0.0869
0.15	0.6944	0.41	0.6944	0.76	0.4002	1.70	0.1789	3.60	0.0845
0.16	0.6944	0.42	0.6944	0.78	0.3899	1.75	0.1738	3.70	0.0822
0.17	0.6944	0.43	0.6944	0.80	0.3802	1.80	0.1690	3.80	0.0800
0.18	0.6944	0.44	0.6912	0.82	0.3709	1.85	0.1644	3.90	0.0780

0.19	0.6944	0.45	0.6759	0.84	0.3621	1.90	0.1601	4.00	0.0760
0.20	0.6944	0.46	0.6612	0.86	0.3537	1.95	0.1560		
0.21	0.6944	0.47	0.6471	0.88	0.3456	2.00	0.1521		
0.22	0.6944	0.48	0.6336	0.90	0.3379	2.05	0.1484		
0.23	0.6944	0.49	0.6207	0.92	0.3306	2.10	0.1448		
0.24	0.6944	0.50	0.6083	0.94	0.3236	2.15	0.1415		
0.25	0.6944	0.51	0.5964	0.96	0.3168	2.20	0.1382		



### Parametri spettro normalizzato

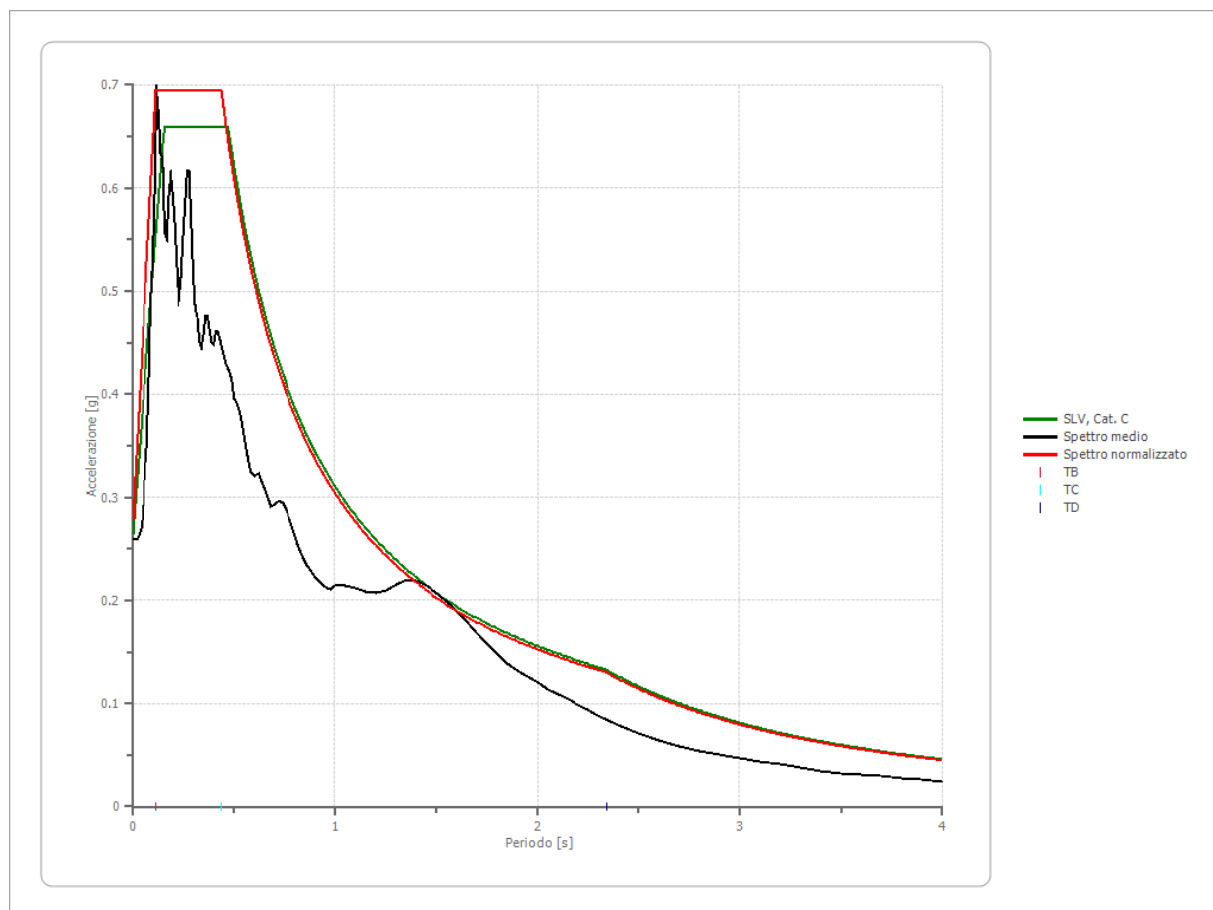
Agmax [g]	Ag [g]	S	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
0.279	0.186	1.5	2.490	--	0.116	0.438	2.344	0.279	0.694

### Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	45	75	712	1462
ag [g]	0.068	0.084	0.186	0.227
Fo	2.453	2.456	2.49	2.509
Tc* [s]	0.272	0.281	0.303	0.313

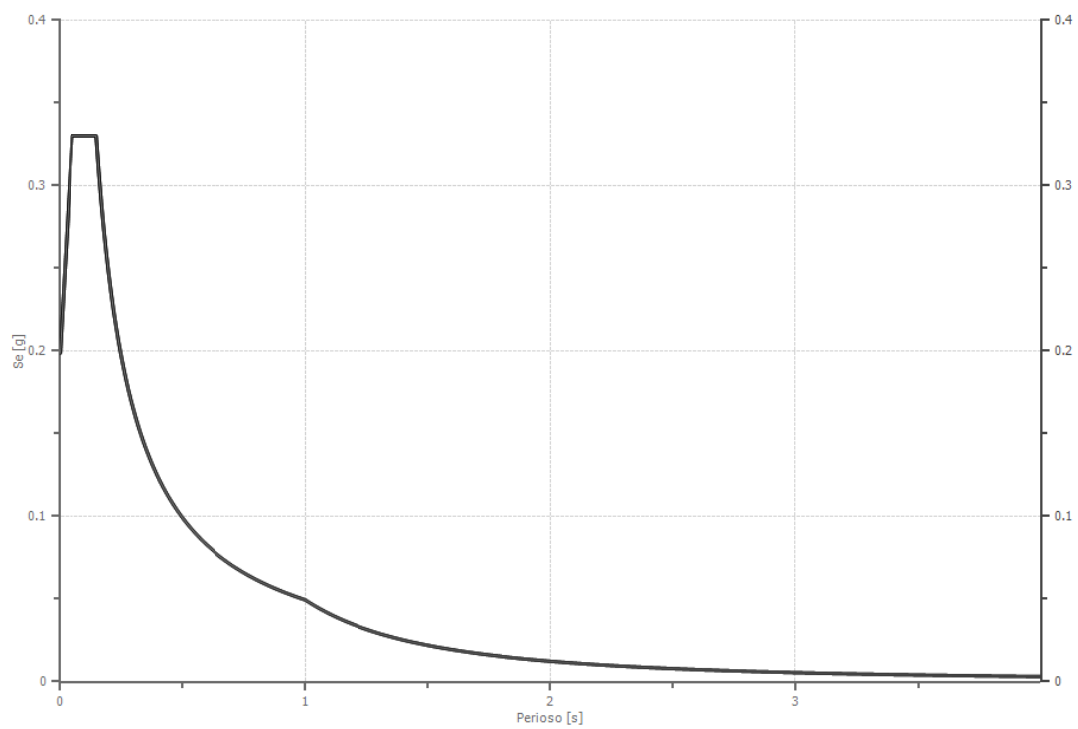
Ss	1.50	1.50	1.42	1.36
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.61	1.60	1.56	1.54
TB [s]	0.146	0.150	0.157	0.161
TC [s]	0.439	0.449	0.472	0.482
TD [s]	1.872	1.936	2.344	2.508
Se(0) [g]	0.102	0.126	0.265	0.308
Se(TB) [g]	0.250	0.309	0.659	0.774



### Spettro verticale di progetto

Ag [g]	F0	Tc*	Fv	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
0.186	2.490	0.150	1.775	1.5	0.050	0.150	1.000	0.132	0.220

Spettro verticale di progetto



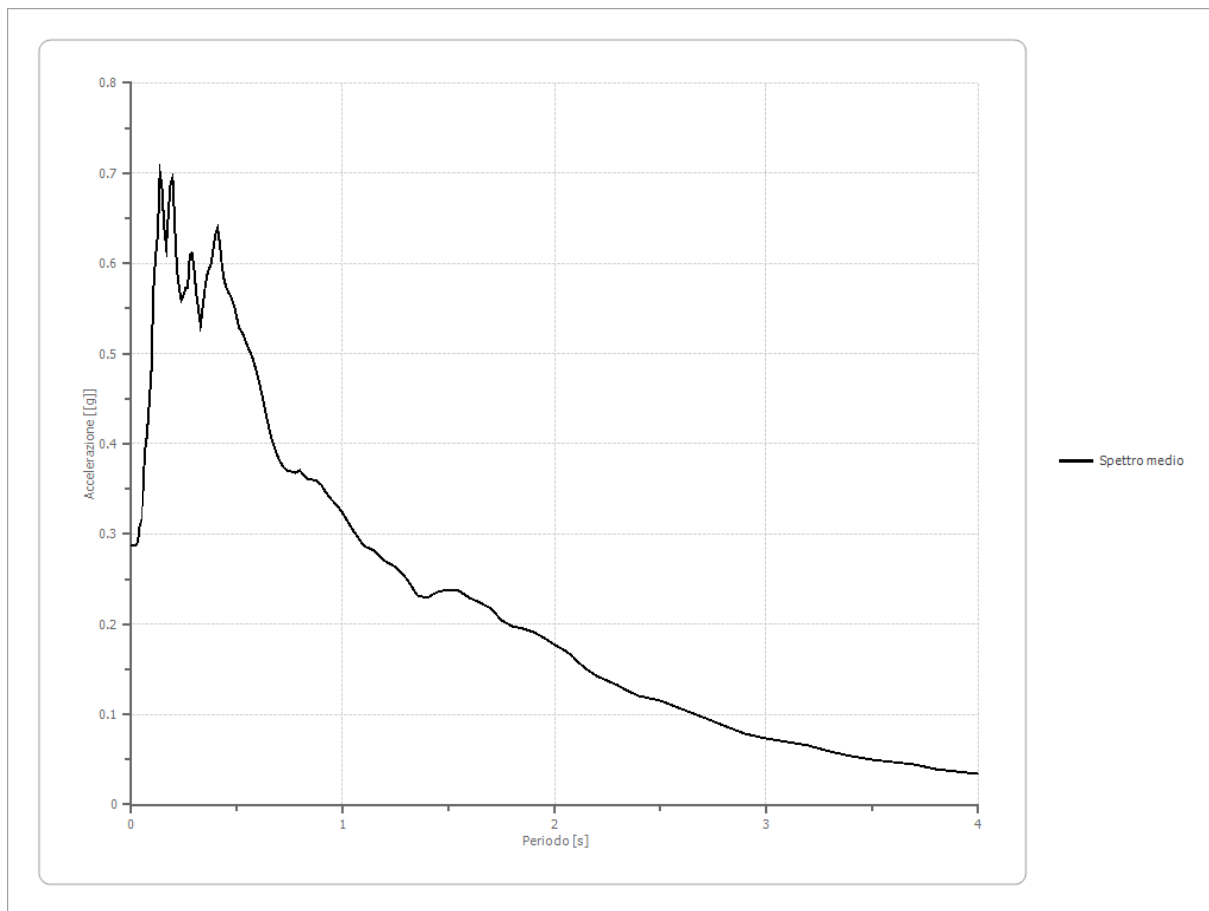
VILLA ORTENSIA  
SLC  
**Fattori di amplificazione**

Tai	0.200 [s]
Tvi	2.100 [s]
Tao	0.140 [s]
Tvo	1.900 [s]
Sami	4.841 [m/s <sup>2</sup> ]
Svmi	0.442 [m/s]
Samo	5.849 [m/s <sup>2</sup> ]
Svmo	0.606 [m/s]
<b>Fa</b>	<b>1.208 [-]</b>
<b>Fv</b>	<b>1.371 [-]</b>
TB	0.116 [s]
TC	0.528 [s]
TD	2.508 [s]
SA(0)	0.279 [g]
SA(TB)	0.701 [g]

**Spettro medio di risposta elastico**

Periodo [s]	Accelera zione [g]	Periodo [s]	Accelera zione [g]	Periodo [s]	Accelera zione [g]	Periodo [s]	Accelera zione [g]	Periodo [s]	Accelera zione [g]
0.00	0.2864	0.26	0.5721	0.52	0.5251	0.98	0.3298	2.25	0.1369
0.01	0.2864	0.27	0.5725	0.53	0.5207	1.00	0.3235	2.30	0.1317
0.02	0.2864	0.28	0.6092	0.54	0.5148	1.05	0.3032	2.35	0.1256
0.03	0.2904	0.29	0.6110	0.55	0.5082	1.10	0.2874	2.40	0.1208
0.04	0.3103	0.30	0.5939	0.56	0.5025	1.15	0.2811	2.50	0.1154
0.05	0.3159	0.31	0.5671	0.57	0.4971	1.20	0.2691	2.60	0.1067
0.06	0.3434	0.32	0.5494	0.58	0.4898	1.25	0.2637	2.70	0.0973
0.07	0.3914	0.33	0.5318	0.60	0.4723	1.30	0.2501	2.80	0.0872
0.08	0.4103	0.34	0.5516	0.62	0.4519	1.35	0.2321	2.90	0.0791
0.09	0.4444	0.35	0.5711	0.64	0.4287	1.40	0.2295	3.00	0.0728
0.10	0.4802	0.36	0.5872	0.66	0.4072	1.45	0.2356	3.10	0.0695
0.11	0.5710	0.37	0.5948	0.68	0.3922	1.50	0.2383	3.20	0.0651
0.12	0.6078	0.38	0.5995	0.70	0.3812	1.55	0.2370	3.30	0.0590
0.13	0.6317	0.39	0.6170	0.72	0.3730	1.60	0.2291	3.40	0.0542
0.14	0.7007	0.40	0.6326	0.74	0.3707	1.65	0.2233	3.50	0.0502
0.15	0.6854	0.41	0.6392	0.76	0.3693	1.70	0.2175	3.60	0.0472
0.16	0.6409	0.42	0.6217	0.78	0.3686	1.75	0.2044	3.70	0.0441
0.17	0.6174	0.43	0.5986	0.80	0.3702	1.80	0.1977	3.80	0.0399
0.18	0.6565	0.44	0.5831	0.82	0.3655	1.85	0.1955	3.90	0.0366
0.19	0.6892	0.45	0.5733	0.84	0.3594	1.90	0.1912	4.00	0.0340
0.20	0.6955	0.46	0.5680	0.86	0.3598	1.95	0.1841		
0.21	0.6408	0.47	0.5638	0.88	0.3584	2.00	0.1774		
0.22	0.5934	0.48	0.5578	0.90	0.3546	2.05	0.1697		
0.23	0.5740	0.49	0.5519	0.92	0.3466	2.10	0.1605		
0.24	0.5596	0.50	0.5388	0.94	0.3401	2.15	0.1506		

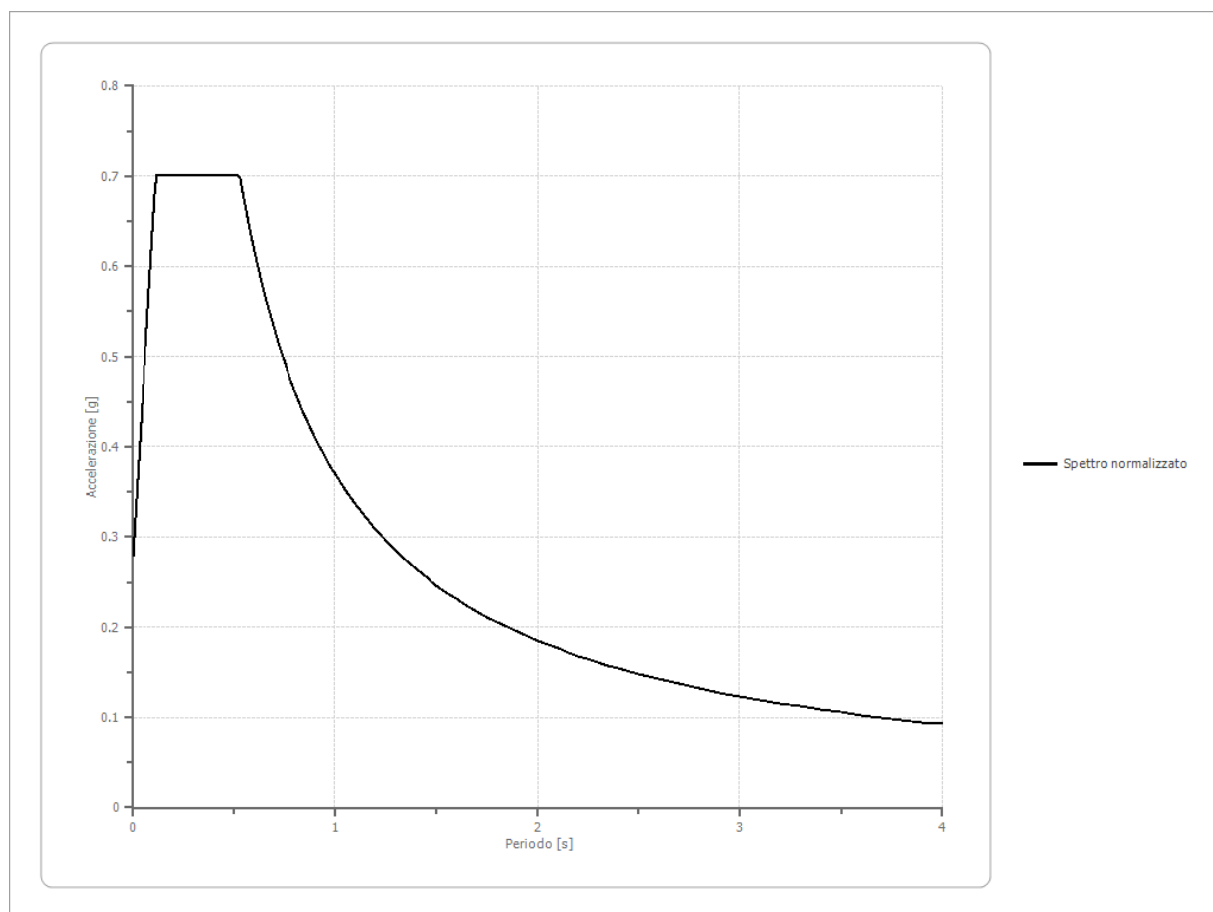
0.25	0.5643	0.51	0.5290	0.96	0.3354	2.20	0.1423		
------	--------	------	--------	------	--------	------	--------	--	--



**Spettro normalizzato di risposta elastico**

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.2793	0.26	0.7007	0.52	0.7007	0.98	0.3775	2.25	0.1644
0.01	0.3156	0.27	0.7007	0.53	0.6980	1.00	0.3699	2.30	0.1608
0.02	0.3519	0.28	0.7007	0.54	0.6851	1.05	0.3523	2.35	0.1574
0.03	0.3882	0.29	0.7007	0.55	0.6726	1.10	0.3363	2.40	0.1541
0.04	0.4246	0.30	0.7007	0.56	0.6606	1.15	0.3217	2.50	0.1480
0.05	0.4609	0.31	0.7007	0.57	0.6490	1.20	0.3083	2.60	0.1423
0.06	0.4972	0.32	0.7007	0.58	0.6378	1.25	0.2960	2.70	0.1370
0.07	0.5335	0.33	0.7007	0.60	0.6166	1.30	0.2846	2.80	0.1321
0.08	0.5699	0.34	0.7007	0.62	0.5967	1.35	0.2740	2.90	0.1276
0.09	0.6062	0.35	0.7007	0.64	0.5780	1.40	0.2642	3.00	0.1233
0.10	0.6425	0.36	0.7007	0.66	0.5605	1.45	0.2551	3.10	0.1193
0.11	0.6789	0.37	0.7007	0.68	0.5440	1.50	0.2466	3.20	0.1156
0.12	0.7007	0.38	0.7007	0.70	0.5285	1.55	0.2387	3.30	0.1121
0.13	0.7007	0.39	0.7007	0.72	0.5138	1.60	0.2312	3.40	0.1088
0.14	0.7007	0.40	0.7007	0.74	0.4999	1.65	0.2242	3.50	0.1057
0.15	0.7007	0.41	0.7007	0.76	0.4868	1.70	0.2176	3.60	0.1028
0.16	0.7007	0.42	0.7007	0.78	0.4743	1.75	0.2114	3.70	0.1000
0.17	0.7007	0.43	0.7007	0.80	0.4624	1.80	0.2055	3.80	0.0974
0.18	0.7007	0.44	0.7007	0.82	0.4512	1.85	0.2000	3.90	0.0949

0.19	0.7007	0.45	0.7007	0.84	0.4404	1.90	0.1947	4.00	0.0925
0.20	0.7007	0.46	0.7007	0.86	0.4302	1.95	0.1897		
0.21	0.7007	0.47	0.7007	0.88	0.4204	2.00	0.1850		
0.22	0.7007	0.48	0.7007	0.90	0.4111	2.05	0.1805		
0.23	0.7007	0.49	0.7007	0.92	0.4021	2.10	0.1762		
0.24	0.7007	0.50	0.7007	0.94	0.3936	2.15	0.1721		
0.25	0.7007	0.51	0.7007	0.96	0.3854	2.20	0.1682		



### Parametri spettro normalizzato

Agmax [g]	Ag [g]	S	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
0.279	0.227	1.229	2.509	--	0.116	0.528	2.508	0.279	0.701

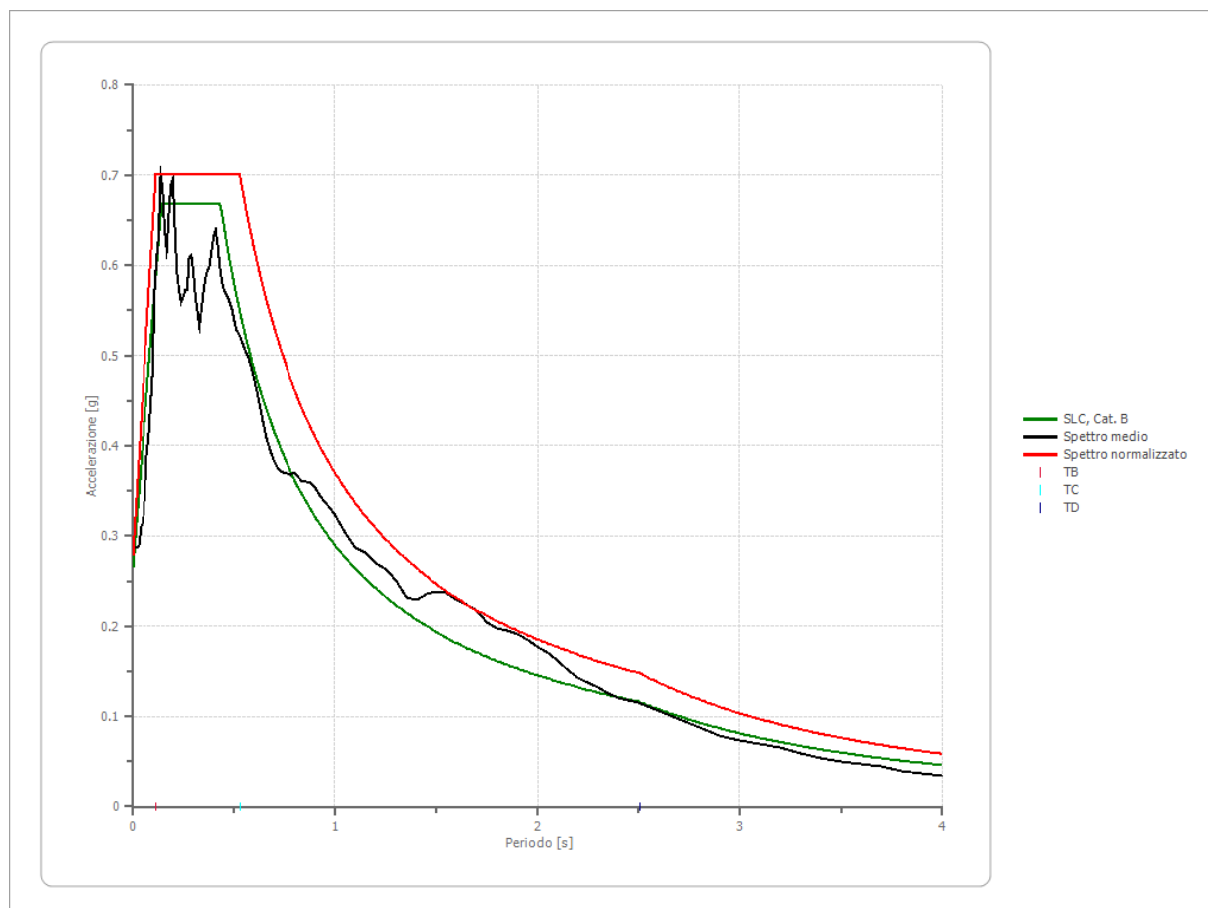
### Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	45	75	712	1462
ag [g]	0.068	0.084	0.186	0.227
Fo	2.453	2.456	2.49	2.509
Tc* [s]	0.272	0.281	0.303	0.313



Ss	1.20	1.20	1.20	1.17
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.43	1.42	1.40	1.39
TB [s]	0.129	0.133	0.141	0.145
TC [s]	0.388	0.398	0.423	0.434
TD [s]	1.872	1.936	2.344	2.508
Se(0) [g]	0.082	0.101	0.223	0.266
Se(TB) [g]	0.200	0.248	0.556	0.668



### Spettro verticale di progetto

Ag [g]	F0	Tc*	Fv	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
0.227	2.509	0.150	1.790	1.5	0.050	0.150	1.000	0.161	0.270

Spettro verticale di progetto

