
committente

Comune di Colle Santa Lucia

Via Villagrande n.57
32020 Colle Santa Lucia (BL)

Responsabile Unico del Procedimento

ing. Stefano Tancon

Responsabile area tecnico-manutentiva

ing. Stefano Tancon



progettisti incaricati

Sinergo Spa

via Ca' Bembo, 152
30030, Maerne di Martellago - Venezia - Italia
T +39 041.3642511 - F +39 041.640481
www.sinergospa.com - info@sinergospa.com

sinergo

Responsabile integrazione prestazioni op. specialistiche e op. architettoniche
arch. Alberto Muffato

Responsabile del Progetto Strutturale

ing. Stefano Muffato

Responsabile del progetto Impiantistico e del Progetto Antincendio

ing. Filippo Bittante

Coordinatore della Sicurezza in fase di Progettazione

ing. Stefano Muffato

Geologo

geol. Luca Santi

progettisti incaricati

Righetto + Partners

Via Tre Garofoli 3 int. 2, Venezia (VE)
T +39 041942983 - F +39 041942983
studio@rparchitetti.com - www.rparchitetti.com



Progettista opere architettoniche

Arch. Giuseppe Righetto

gruppo di lavoro

arch. Marika Scaduto	ing. Alberto Minato
arch. Daniela Rossato	per.ind. Beppino Bortot
arch. Giovanni Agrò	ing. Vincenzo Baccan
dott.arch. Anna Acciarino	geom. Giancarlo Rizzato

oggetto

**PROGETTO DEFINITIVO
RISTRUTTURAZIONE GLOBALE MESSA IN
SICUREZZA E ADEGUAMENTO SISMICO EDIFICIO
MUNICIPALE E UFFICI**

CUP: G21I20000000001 - CIG: 8670767F45

località

Colle Santa Lucia

elaborato

Relazione geologica

GT.01

file

commessa

RP027

rev	data	redatto	verificato	approvato
rev	data	redatto	verificato	approvato
rev	data	redatto	verificato	approvato
00				



VERTICALGEO Stprl

	
SALTI LUCA GEOLOGO	PI / CF: 01251870257
Via dell'ANTA, 48/a 32100 Belluno (ITA)	www.lucasalti.it
OGGETTO	

RELAZIONE GEOLOGICA
PROGETTO DI RISTRUTTURAZIONE GLOBALE MESSA IN SICUREZZA E
ADEGUAMENTO SISMICO EDIFICIO MUNICIPALE E UFFICI
CUP: G21I20000000001

PROGETTO DEFINITIVO

PROVINCIA	COMUNE
Belluno	Colle Santa Lucia
COMMITTENTE	
Comune di Colle Santa Lucia Via Villagrande n.57 32020 Colle Santa Lucia (BL)	

DATA	PRIMA VERSIONE	AGGIORNAMENTO
Giugno 2023		
CODICE LAVORO		



VERTICALGEO Stprl

1	PREMESSA.....	4
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E VINCOLISTICO	5
3	MODELLAZIONE GEOLOGICA	7
3.1	LITOLOGIA GENERALE DELL'AREA	7
3.2	GEOMORFOLOGIA ED IDROGEOLOGIA	8
4	INDAGINI SISMICHE ESEGUITE IN AMBITO DELLO STUDIO	9
4.1	INDAGINE SISMICA CON METODOLOGIA M.A.S.W.	9
5	SISMICITA'DELL'AREA	14
6	CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI.....	15

ALLEGATI

ALL.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO
ALL.2	CARTA GEOLOGICA
ALL.3	SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA
ALL.4	REPORT INDAGINE MASW
ALL.5	REPORT INDAGINE HVSR



1 PREMESSA

Lo scrivente Dott. Geol. SALTU LUCA per conto della società Verticalgeo stprl con sede in via dell'Anta 48 - 32100 Belluno, ha redatto la seguente relazione a supporto del progetto definitivo che riguarda la ristrutturazione (demolizione e ricostruzione) dell'attuale edificio destinato a municipio/ufficio postale nel Comune di Colle Santa Lucia (BL).

L'intervento in oggetto è un'opera pubblica denominata "RISTRUTTURAZIONE GLOBALE MESSA IN SICUREZZA E ADEGUAMENTO SISMICO EDIFICIO MUNICIPALE E UFFICI" - CUP G21I20000000001 - CIG 8670767F45

Il presente studio è stato sviluppato, in un primo momento, con un rilievo di campagna finalizzato a mettere in evidenza le caratteristiche geomorfologiche, idrogeologiche dell'area e le caratteristiche granulometriche dei sedimenti. Successivamente è stata realizzata una campagna di indagini geofisiche sia passive che attive per elaborare un modello geologico del terreno considerato.

L'analisi qui riportata dovrà essere integrata da verifiche geognostiche dirette e da analisi di risposta sismica. Queste verifiche saranno da eseguirsi prima della progettazione esecutiva.

In seguito, è stato realizzato un lavoro a tavolino con l'elaborazione di tutti i dati raccolti precedentemente in campagna, dalla bibliografia di settore e dalle informazioni dei tecnici comunali.

Si è svolta l'indagine ai sensi della normativa in vigore sulle norme tecniche delle costruzioni (DM 17gennaio 2018).

Il presente lavoro è stato redatto anche in ottemperanza al D.M. L.L. P.P. 11.03.88 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" (Pubbl. G.U. suppl. ord. n° 127, 01\06\88), vista la circolare min. nr.30483/88 e vista la Legge 2.2.1974 n.64 "Costruzioni con particolari provvedimenti per le zone sismiche".

Come indicato dal testo unico sulle costruzioni precedentemente menzionato, si ritiene che il modello del sottosuolo verrà confermato e perfezionato seguendo il principio "osservazionale" in fase esecutiva.



Figura 1 - Vista aerea dell'area di intervento (Fonte Bing Mappe)

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E VINCOLISTICO

L'area in esame si trova nel nucleo della frazione di Villagrande, sede municipale del Comune di Colle Santa Lucia, in un'area posta alla sommità di un colle.

Per avere un inquadramento generale si rimanda all'All.1 (inquadramento geografico). Per avere un dettaglio maggiore si rimanda all'All.2 in cui, su base cartografica regionale (ctr scala 1:2.000), è stata stilata la carta geomorfologica.

Il piano di assetto idrogeologico, approvato nel 2012, non pone perimetrazioni e vincoli nella zona di studio, neanche secondo il recente P.G.R.A. risultano vincoli di carattere idraulico. L'area risulta pertanto stabile.



VERTICALGEO SpA

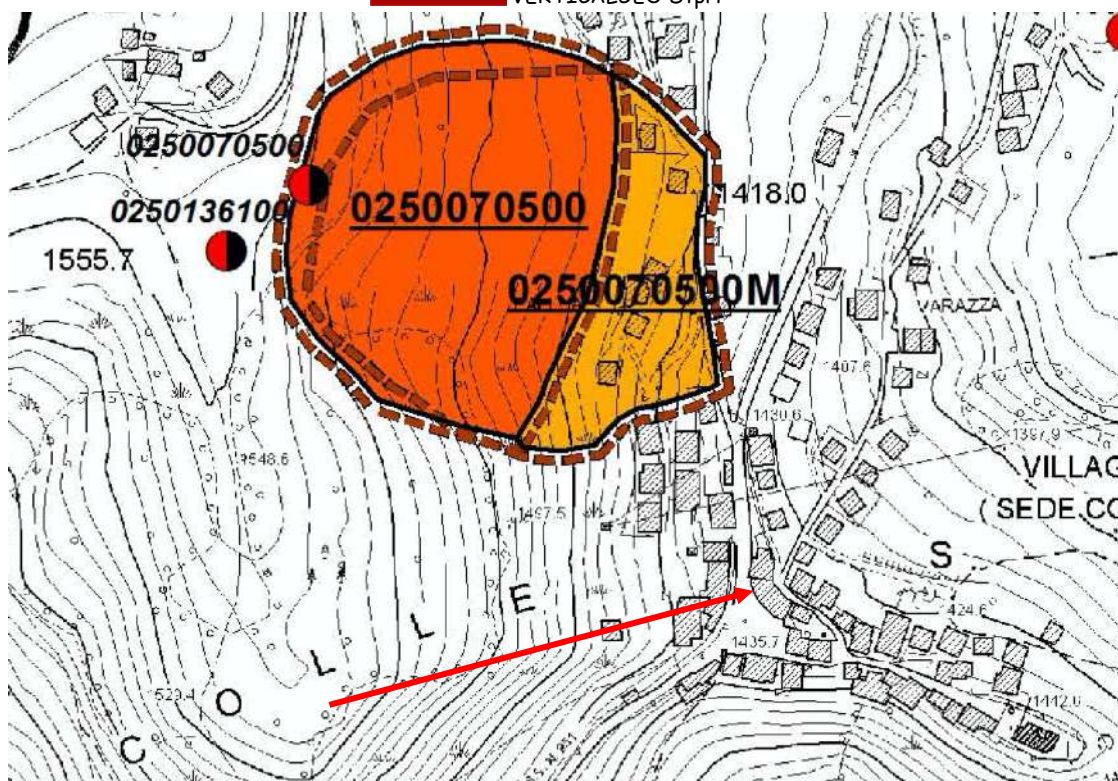


Figura 2 - Estratto della Carta della Pericolosità Geologica del PAI - Comune di Colle S. Lucia.

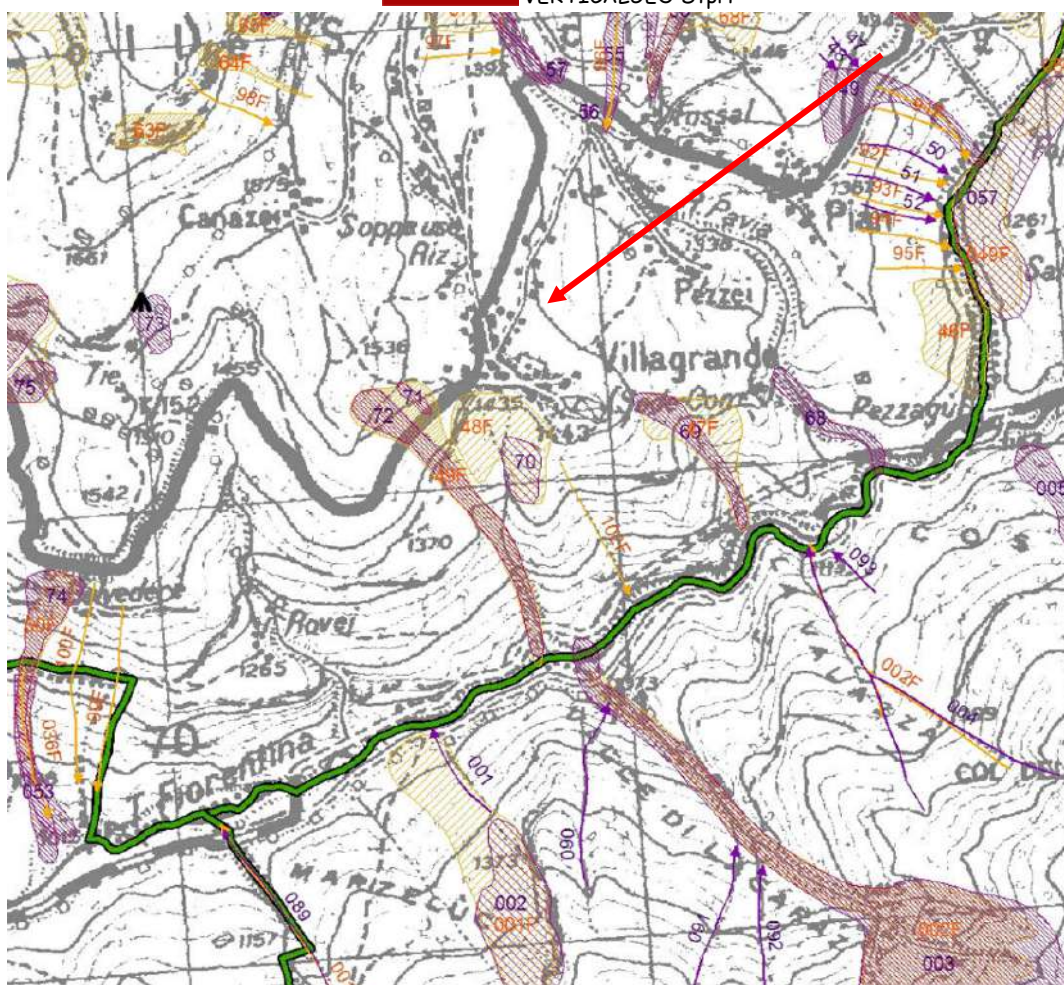


Figura 2 - Estratto della Carta della Pericolosità da Valanga del PAI - Comune di Colle S. Lucia.

3 MODELLAZIONE GEOLOGICA

3.1 Litologia generale dell'area

Il promontorio su cui sorge la frazione di Villagrande di Colle S. Lucia, sede del municipio, è strutturato al passaggio stratigrafico tra materiali di copertura fluvio-glaciale costituiti da ghiaie e ciottoli arrotondati in matrice sabbioso limosa a tratti coesiva per la forte presenza di argilla, e il sottostante substrato roccioso che affiora nella porzione meridionale dell'abitato.

Da informazioni dirette ricevute dai tecnici comunali, nei locali seminterrati dell'edificio, soprattutto nella porzione meridionale, emerge il substrato roccioso, pertanto è presumibile pensare che esso sia posto a poca profondità dalla superficie.

Anche durante i lavori di messa in sicurezza dell'adiacente muro di contenimento per il potenziamento dei parcheggi pubblici, è stato intercettato il substrato roccioso nella parte terminale della posa delle opere di consolidamento.

Al di sopra dei materiali di origine fluvioglaciale è sempre presente uno strato più o meno spesso di materiale di riporto. Tale condizione va verificata in fase esecutiva.

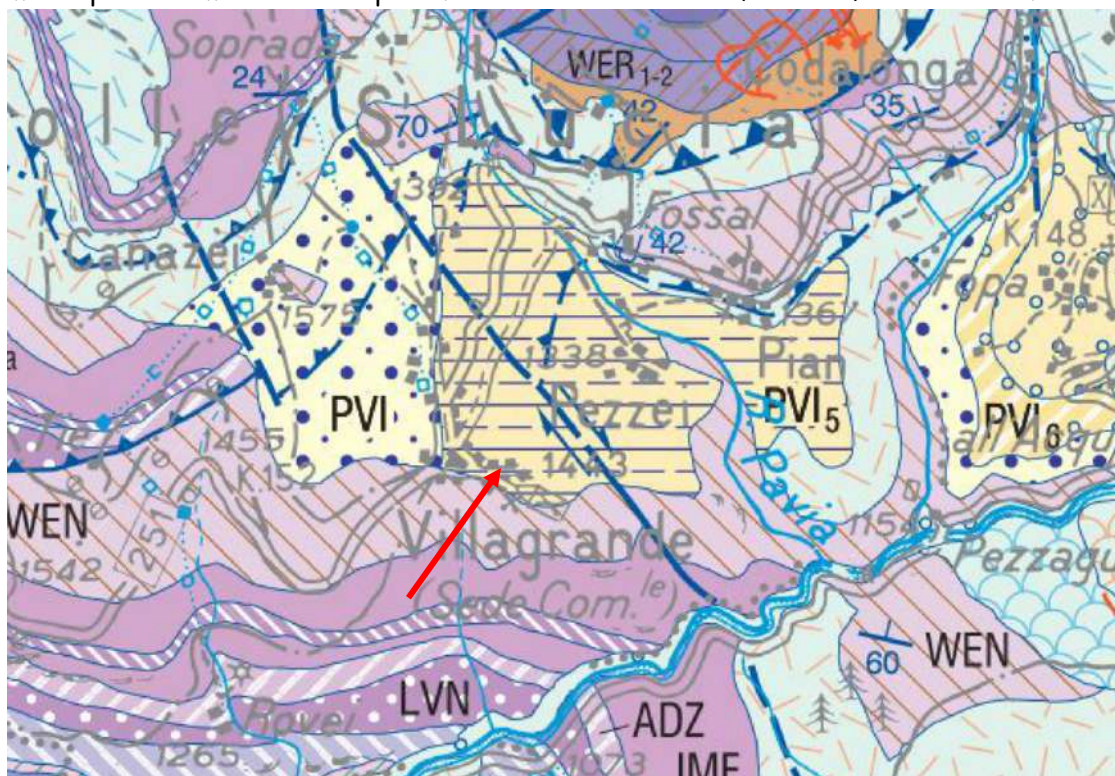


Figura 3 - Estratto carta geologica foglio CARG 50.000.

3.2 Geomorfologia ed idrogeologia

La zona risulta stabile dal punto di vista morfologico, in quanto nelle immediate vicinanze non ci sono segni di dissesti, frane, cedimenti. E' stato eseguito un censimento speditivo delle strutture e non si sono rilevate fratture e lesioni, fatto salvo chiaramente l'edificio oggetto di intervento che presenta alcune problematiche legate alla vetustà propria dei materiali che lo costituiscono.

Essendo una zona fortemente antropizzata, in quanto siamo nel centro della frazione abitata, non vi sono elementi idrogeologici di spicco quali ruscellamenti, concentrazioni idriche superficiali. Le strade sono le uniche direttrici di ruscellamento durante le intense precipitazioni, ma sono dotate di rete di smaltimento propria.

Visto però che siamo inseriti in un contesto stratigrafico di contatto tra le coperture detritiche moreniche e il substrato, si ritiene che possano esserci delle circolazioni medie profonde importanti che richiederanno opportune opere di drenaggio.



4 INDAGINI SISMICHE ESEGUITE IN AMBITO DELLO STUDIO

In data 22/06/2023 è stata eseguita un'indagine geofisica per la determinazione della velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$; $V_{S,30}$, così come definita al § 3.2.2. delle *Norme Tecniche per le Costruzioni* di cui al D.M. 17/01/2018. La campagna di indagine geofisica si è così sviluppata:

- n°1 indagine sismica con metodologia M.A.S.W. (multi-channel analysis of surface waves).
- n°1 indagine sismica con metodologia H.V.S.R.

4.1 Indagine sismica con metodologia M.A.S.W.

Per la presente indagine è stato eseguito un profilo a 24 geofoni verticali con frequenza pari a 4.5 Hz collegati ad un sismografo modello GEA24 a 24 canali - 24 bit della PASI. L'acquisizione dei dati sismici è stata condotta con la seguente configurazione spazio temporale:

- n° geofoni: 24
- distanza intergeofonica: 1.0 m per uno stendimento sismico totale di 31 m.
- minimum offset: 5.0 m
- n° 5 shots per ogni punto di energizzazione da sottoporre al processo di stacking in fase di processing per ottimizzare il rapporto signal/noise.
- tempo di acquisizione: 1.0 s
- intervallo di campionamento 0.265 μ s.

Per l'energizzazione del terreno è stata impiegata una mazza da 5 Kg ed un piattello di battuta di alluminio.



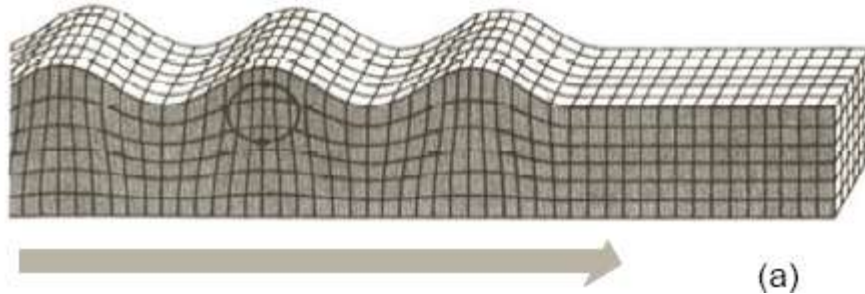
Figura 4 - Stendimento sismico per l'indagine MASW



VERTICALGEO Stprl

La metodologia chiamata M.A.S.W. si basa sull'analisi della propagazione, lungo un profilo, delle onde superficiali denominate onde di Rayleigh e prevede che tali onde vengano generate artificialmente mediante una percussione al suolo di una massa. Questo tipo di onde superficiali è contraddistinto da una velocità di propagazione che è funzione di quella delle onde S proprie dei terreni al di sotto del profilo investigato.

Le onde di Rayleigh si propagano in corrispondenza di una superficie libera e causano un movimento ellittico retrogrado delle particelle del mezzo attraversato su un piano verticale comprendente la direzione di propagazione.



Schema illustrante movimento delle particelle in un'onda di Rayleigh

L'ampiezza dello spostamento indotto alle particelle del terreno decresce con la profondità ed è maggiore per lunghezze d'onda più grandi (frequenze più basse). Pertanto lunghezze d'onda maggiori interferiscono con porzioni più profonde del sottosuolo.

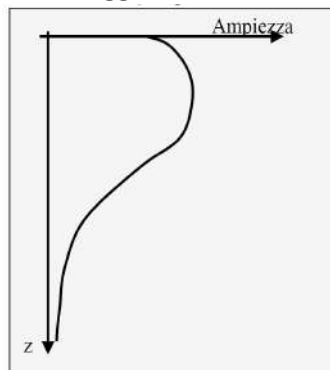


Grafico illustrante l'ampiezza del movimento delle particelle con la profondità in un'onda di Rayleigh

Le onde superficiali in esame possono essere trasmesse sulla superficie di un semispazio uniforme o di un mezzo in cui la velocità di propagazione cambia con la profondità. In questo ultimo caso le onde sono dispersive, cioè le varie componenti a lunghezza d'onda diversa viaggiano con velocità differenti. Questo fenomeno è determinato dal fatto che le varie lunghezze d'onda interessano profondità diverse e quindi interferiscono con materiali contraddistinti da caratteristiche di rigidezza e velocità di propagazione delle onde S differenti. Pertanto, ogni frequenza contenuta nel treno d'onde si propagherà con una propria velocità (velocità di fase). Il fenomeno appena descritto viene analizzato mediante lo spettro di velocità che riporta la velocità di fase e la frequenza. Su tale grafico viene calcolata la curva di dispersione relativa al modello monodimensionale di velocità di propagazione delle onde S ipotizzato che viene ottimizzato fino a quando la curva di dispersione si sovrappone allo spettro di velocità.



VERTICALGEO SpA

Lo studio delle caratteristiche di dispersione delle onde superficiali costituisce quindi un metodo per la determinazione della velocità di propagazione delle onde S (VS) nelle porzioni più superficiali del sottosuolo.

I sismogrammi acquisiti sono stati elaborati con il software winMASW 7.0 3C, con il quale è stato calcolato lo spettro di velocità.

La modellazione della velocità delle onde S è stata eseguita con un'elaborazione dello spettro di velocità della componente radiale delle onde di Rayleigh, ottenuto con il profilo MASW. La modellazione è stata eseguita allo spettro di velocità delle curve di dispersione modali per vari modi (fondamentale e superiori) e lo spettro di velocità (contour) calcolato con sismogrammi sintetici, generati sulla base del modello secondo il metodo della "Modal Summation" (Herrmann, 2003). Di seguito vengono riportati il sismogramma acquisito con l'indagine MASW, il modello di velocità delle onde S risultante dall'elaborazione dello spettro di velocità sul quale sono evidenziati, modo principale e modi superiori corrispondenti al modello ipotizzato e lo spettro di velocità (contour) calcolato con sismogrammi sintetici, generati sulla base del modello assunto secondo il metodo della "Modal Summation" (Herrmann, 2003).

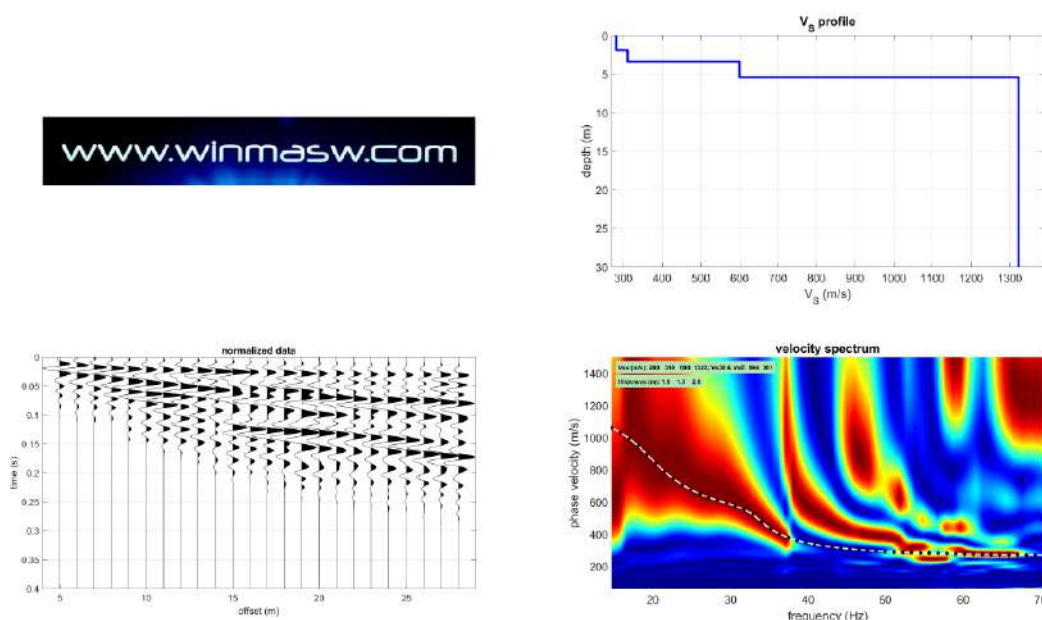


Figura 5 - Estratto indagine MASW

Qui di seguito viene esposta una tabella con la relativa caratterizzazione sismica dei sismostrati individuati.

Il calcolo dei moduli elastici si basa sulla teoria dell'elasticità, la quale prevede che per sforzi impulsivi e di piccola energia, i corpi subiscono deformazioni linearmente proporzionali, alle forze che le originano. Pertanto, per sollecitazioni impulsive e di bassa energia, terreni e rocce rispondono nel campo della deformazione elastica. Le velocità di propagazione delle onde sismiche variano al variare delle caratteristiche geomeccaniche e fisiche dei litotipi coinvolti e quindi, consentono di ottenere informazioni sulle proprietà elastiche dei mezzi attraversati.



VERTICALGEO Stprl

Sismostrato	Spessore (m)	Vs (m/s)	Densità (gr/cm ³)	Mod. di Poisson	Mod. di Taglio (Mpa)
I	1,9	280	1,88	0,25	147
II	1,5	310	1,90	0,25	183
III	2,0	600	2,06	0,25	743
IV	Semispazio inf.	1323	2,26	0,25	3948

Tabella 2 - caratterizzazione sismica dei sismostrati individuati

Per velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio si intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati nei primi metri di profondità dal piano di posa della fondazione, secondo la relazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore h(strato) e dalla velocità delle onde S Vs(strato). Per H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio Vs,eq è definita dal parametro Vs30, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Sulla base del modello di distribuzione di velocità delle onde S calcolato risulta una velocità equivalente delle onde di taglio **Vs,eq= 361 m/s**, considerando nel calcolo i 30 m a partire dalla superficie topografica.

E' EMERSO UN TERRENO DI CATEGORIA B.

Indagine sismica con metodologia HVSR

L'indagine consiste nella misurazione, e nella successiva elaborazione, del microtremore ambientale nelle sue tre componenti spaziali (x, y e z opp. E-W, N-S e Up-Down) a varie frequenze. Dall'analisi delle componenti spettrali delle tracce registrate è possibile ricavare la frequenza fondamentale (o di risonanza) del sito.

Per l'Analisi spettrale delle tracce e la modellazione viene utilizzato il software winMASW 7.0 3C, conforme alle direttive fornite dal progetto di ricerca europeo SESAME (2005).

La prova sismica passiva a stazione singola mette in luce le frequenze alle quali il moto agisce come sorgente di eccitazione. Un suolo vibra con maggiore ampiezza a specifiche frequenze (per l'appunto di risonanza) non solo quando è eccitato da un terremoto ma anche quando è eccitato da un tremore di qualsiasi origine. Questo fa sì che la misura delle frequenze di risonanza dei terreni sia possibile ovunque ed in modo semplice, anche in assenza di terremoti.

Le frequenze a cui si manifesta la risonanza sono descritte dalla relazione:

VERTICALGEO STPrI Sede: Via dell'Anta 48/a – 32100 Belluno

C.F. Plva R. Imprese 01251870257 REA BL-428513

Capitale sociale euro 10.000,00 di cui versato euro 2.500,00

Mail: luca.salti@me.com ; PEC: luca.salti@epap.sicurezzapostale.it

Cell.3282686353



VERTICALGEO Stprl

$$f=Vs/4h$$

(formula semplificata) dove Vs è la velocità delle onde di taglio nello strato che risuona e h è lo spessore di detto strato.

La prova, comunemente nota con il termine H/V o HVSR (rapporto tra le componenti spettrali orizzontali H e verticale V) fu applicata per la prima volta da Nogoshi e Igarashi (1970) e resa popolare da Nakamura (1989).

Infatti, è proprio dal grafico del rapporto tra le componenti spettrali orizzontale e verticale che viene evidenziata la frequenza (o più frequenze se si è in presenza di un profilo stratigrafico multistrato con contrasti di minimo della componente verticale, riscontrabile negli spettri delle singole componenti).



Figura 6 - Esecuzione indagine HVSR

La frequenza fondamentale del sito è da intendersi quella più significativa a bassa frequenza. Eventuali altre frequenze evidenziate (picchi secondari) se vicine alle frequenze di interesse ingegneristico (struttura) possono essere comunque significative.

Le frequenze di risonanza del sottosuolo costituiscono un parametro fondamentale per i progettisti, i quali devono evitare, o se non è possibile quanto meno tenere in debita considerazione nel dimensionamento delle strutture, i fenomeni di "doppia risonanza" che costituiscono la vera causa delle distruzioni generate da un terremoto.



VERTICALGEO Stprl

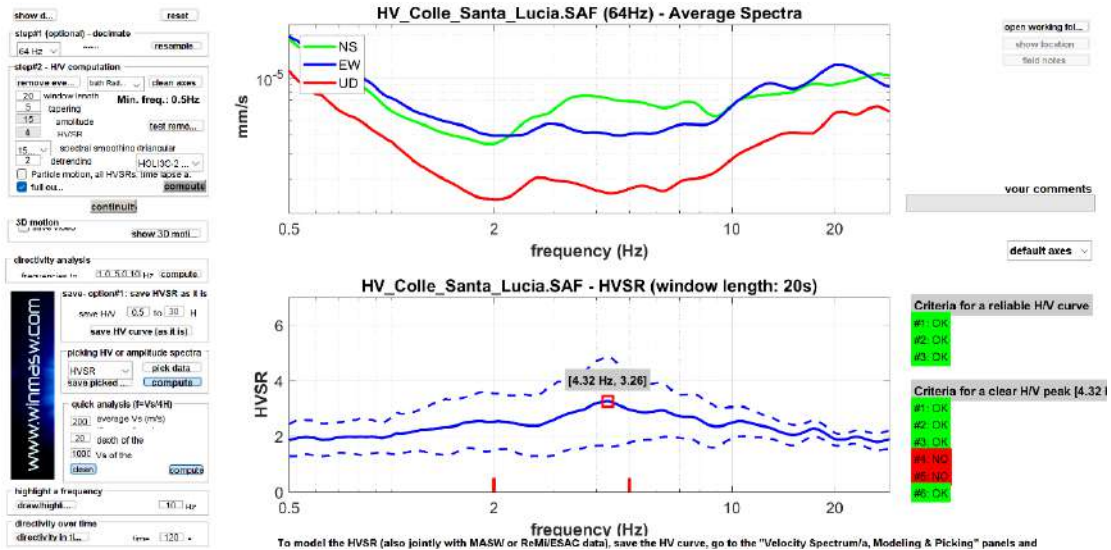


Figura 7 - Estratto prova HVSR - Picco $F_0=4,32$ Hz

Dal punto di vista della frequenza propria del terreno, l'indagine HV ha permesso di delineare una frequenza $F_0=4,32$ Hz

5 SISMICITA'DELL'AREA

Dalla pubblicazione dell'OPCM 3274/03, la normativa sismica ha subito e sta subendo un'importante evoluzione. La Regione Veneto con DLGR n. 244 del 09 marzo 2021 ha proposto l'aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche del Veneto.

A livello nazionale sono entrate in vigore le nuove norme tecniche sulle costruzioni (DM 17/01/2018).

Il Comune di Colle Santa Lucia è definito sismico con grado $S=6$ ai sensi del D.M. 14 maggio 1982. In merito all' DLGR244/21 il territorio del comune di Lozzo di Cadore ricade nella zona sismica 3.

In funzione della mappa della pericolosità riportata dall'OPCM 3519/06 si considera un'accelerazione al suolo rigido compresa 0.125-0.150.

Il punto della griglia di quattro nodi sismici più vicino alla zona di progetto e maggiormente sfavorevole è il 8305.

La classe d'uso può comunque essere rivista dal progettista.

La classe del terreno è stata ricavata dall'indagine geofisica di tipo attivo con tecnica MASW, che ha permesso di ricavare la $V_{s_{eq}}$.

Ai sensi del DM 17/01/2018 si può classificare il sito come segue:

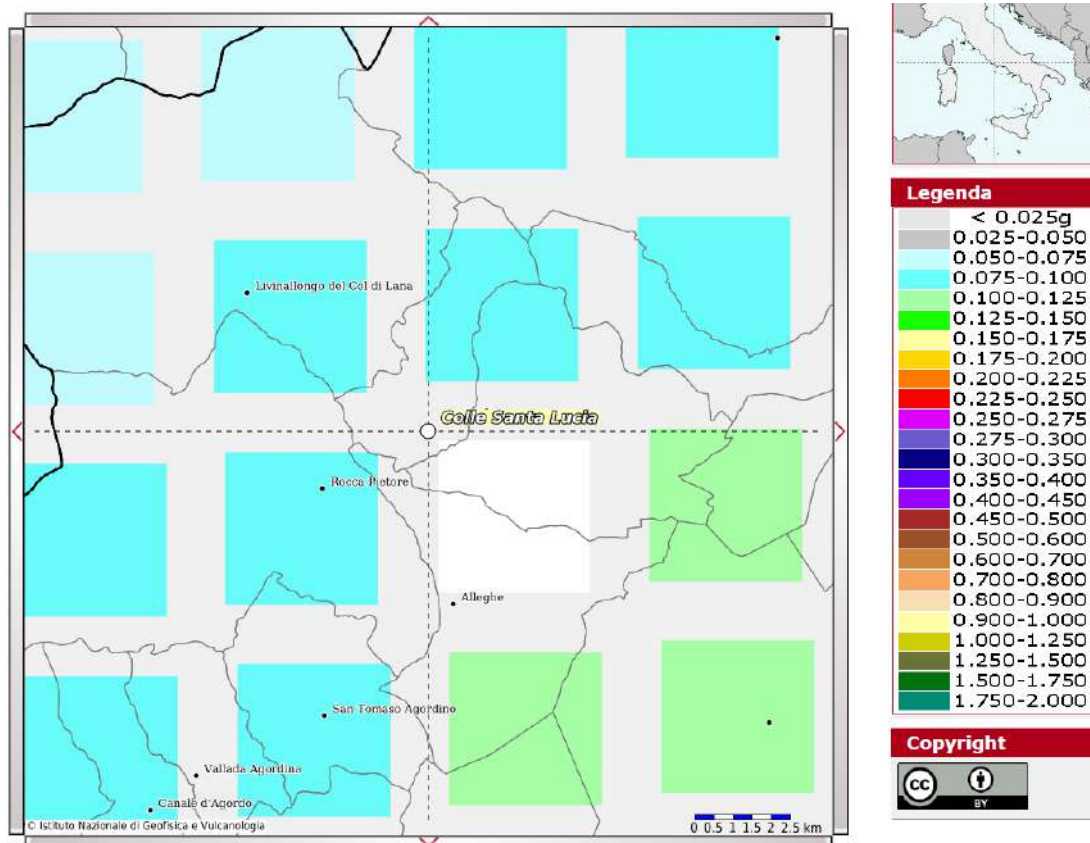


Figura 8 - Estratto nodi sismici comune di Colle Santa Lucia.

6 CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

In questa fase di progettazione si sono eseguite le sole verifiche geologiche e sismiche.

In fase di progetto esecutivo si dovranno eseguire necessariamente le opportune indagini dirette (trincee, sondaggi, ecc.) e l'analisi di Risposta Sismica Locale 2D, visto il contesto geologico e geomorfologico dell'area e la valenza strategica dell'edificio.

Si raccomanda:

- di seguire le prescrizioni indicate nella presente relazione;
- di rispettare la normativa in materia di terre e rocce da scavo;
- di allontanare le acque piovane verso recapiti sicuri distanti dagli orli morfologici, dagli edifici e dagli scarichi delle acque nere
- di verificare, direttamente in fase esecutiva a scavi aperti, l'omogeneità dei terreni e le caratteristiche geotecniche ed idrogeologiche adottate per il terreno e la roccia al fine di adeguare, eventualmente, il dimensionamento delle strutture, degli scavi e delle dispersioni.



VERTICALGEO Stprl

Belluno, giugno 2023

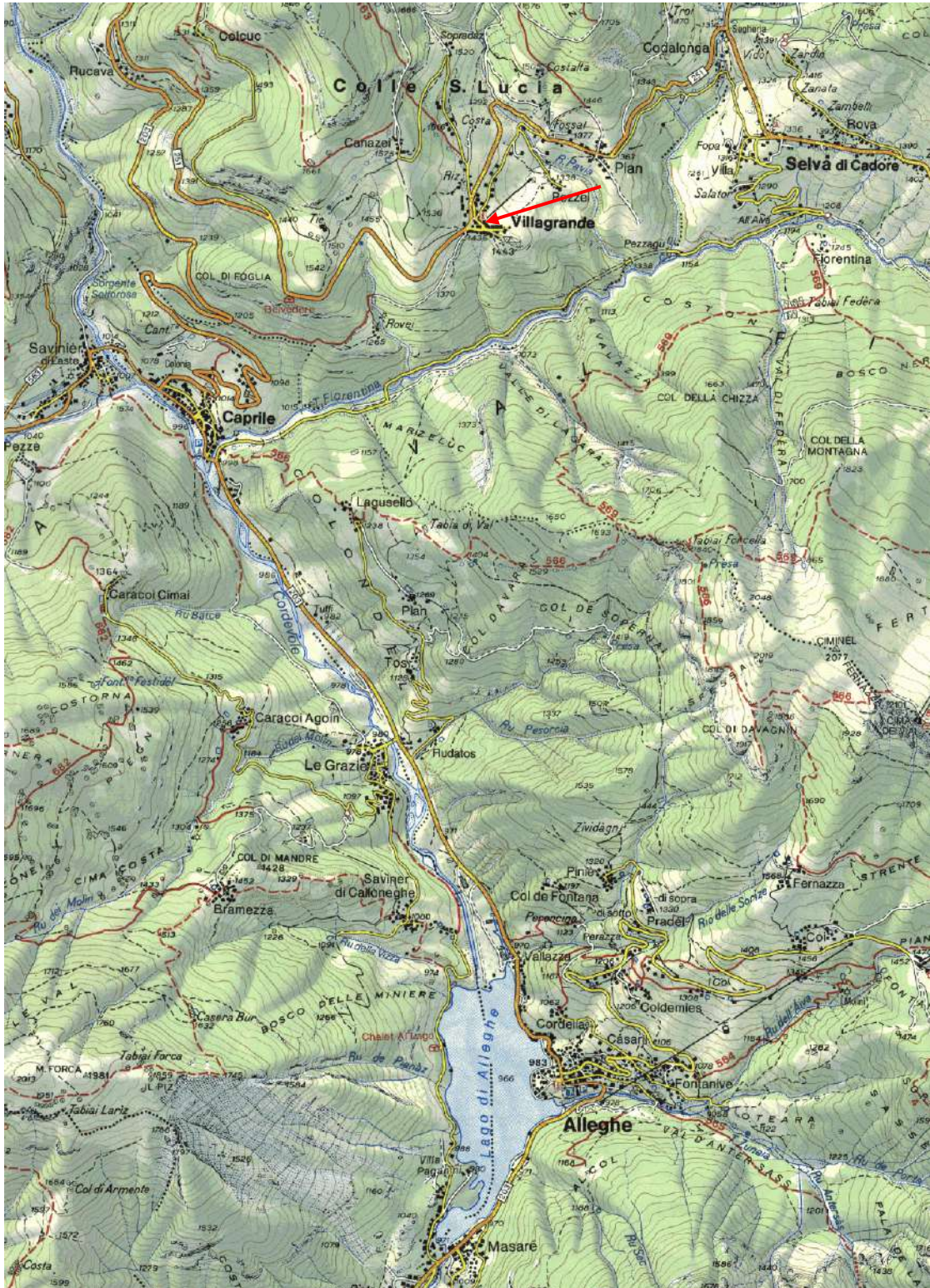
VERTICALGEO STP
Dott. Geol. SALTÌ LUCA



VERTICALGEO Stprl

All.1

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO



VERTICALGEO STPr Sede: Via dell'Anta 48/a – 32100 Belluno
C.F. Plva R. Imprese 01251870257 REA BL-428513
Capitale sociale euro 10.000,00 di cui versato euro 2.500,00
Mail: luca.salti@me.com ; PEC: luca.salti@epap.sicurezza postale.it
Cell.3282686353

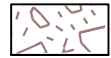
Carta geomorfologica

Scala 1:2.000

All.2



Materiale di riporto/antropico



Depositi fluvio-glaciali



Orlo morfologico
non attivo



Ruscellamento



Deflussi profondi



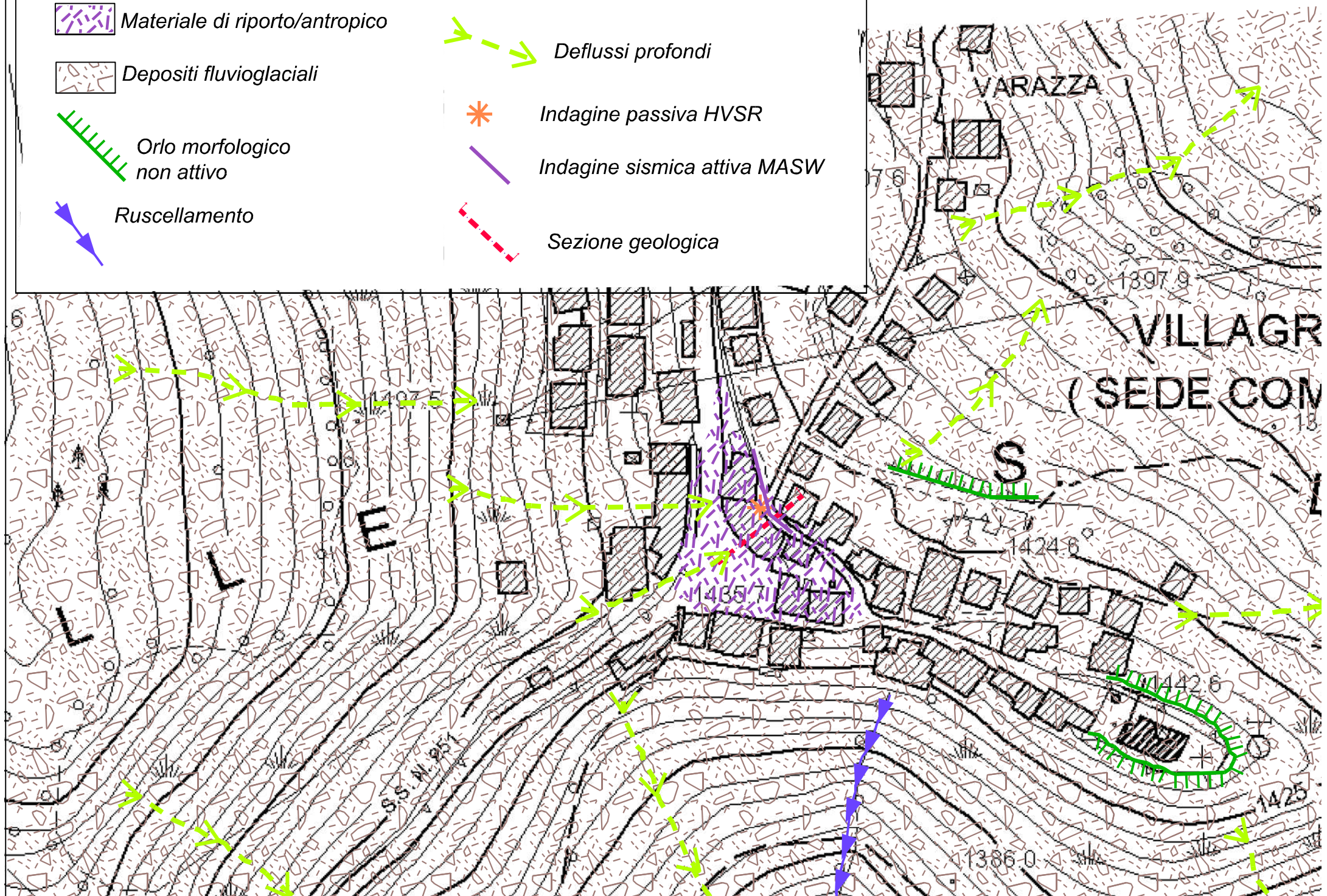
Indagine passiva HVSR



Indagine sismica attiva MASW



Sezione geologica



E

A number line from 0 to 9. The segment from 0 to 3 is shaded black. The segment from 3 to 6 is white with a black border. The segment from 6 to 9 is shaded black.



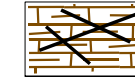
Depositi fluvioglaciali Ghiaie e ciottoli in matrice sabbioso limosa



Possibili lenti di materiale a carattere coesivo limoso argilloso



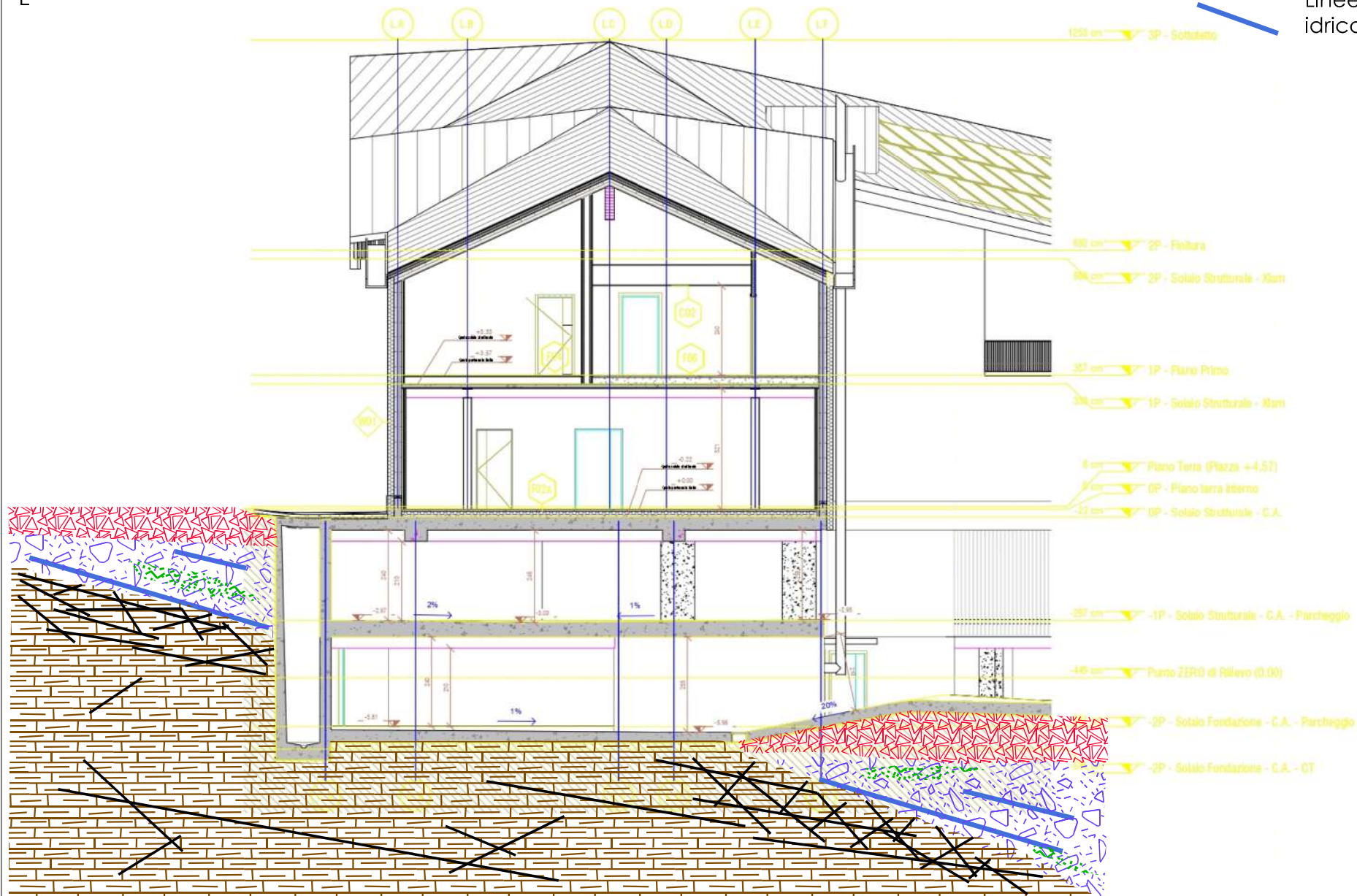
Materiale di riporto



Substrato roccioso

Linee di scorrimento
idrico

W



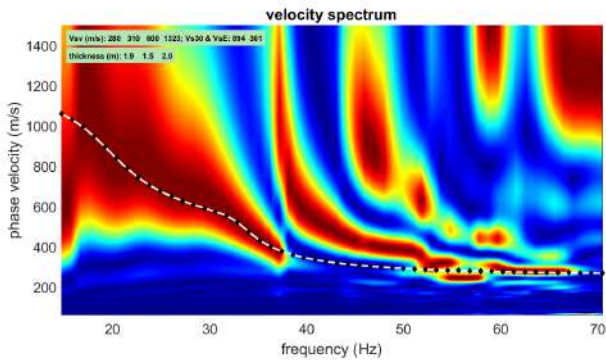
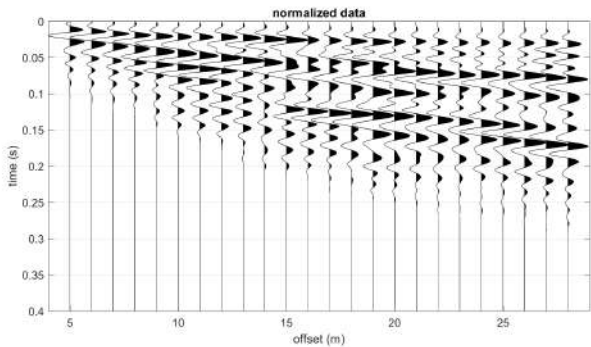
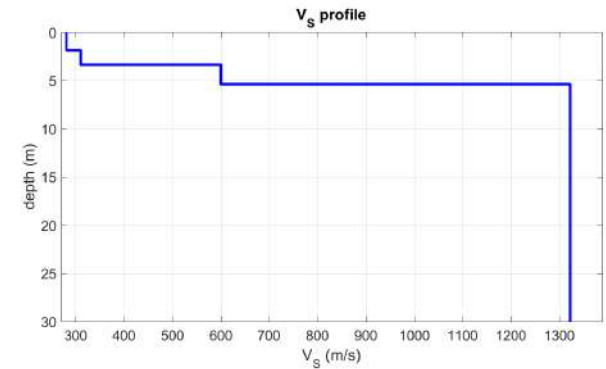
winMASW - Inversion of Surface-Wave Dispersion Curves

www.winmasw.com

Date: 23 6 2023

Time: 14 11

Dataset: velspe.mat



Subsurface Model

V_s (m/s): 280 310 600 1323

Thickness (m): 1.9, 1.5, 2.0

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.88 1.90 2.06 2.26

Shear modulus (MPa) (approximate values): 147 183 743 3948

Analyzing Phase velocities

Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for V_p and Poisson (please, see manual).

V_p (m/s): 485 537 1039 2292

Poisson: 0.25 0.25 0.25 0.25

Vs30 and VsE (m/s): 894 361

Pay attention

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.

winMASW - Surface Waves & Beyond

www.winmasw.com

winMASW & HoliSurface: Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

Dataset: HV_Colle_Santa_Lucia.SAF

DATA ACQUISITION

Date and time: 2023 06 22 13 14 35

GPS data: Unavailable

DATA PROCESSING

Date: 23 6 2023

Time: 8 59

Sampling frequency (Hz): 64

Window length (sec): 20

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 18.3

Tapering (%): 5

Smoothing (%): 15

SESAME criteria

In the following the results considering the data in the 2.0-5.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 4.3 (± 1.0)

Peak HVSR value: 3.3 (± 1.6)

==== Criteria for a reliable H/V curve =====

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $4.317 > 0.5$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $8720 > 200$ (OK)

#3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

==== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

#1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: yes (considering standard deviations), at frequency 1.1Hz (OK)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes (considering standard deviations), at frequency Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $3.3 > 2$ (OK)

#4. [$f_{\text{peak}}[A_h/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (NO)

#5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: $1.017 > 0.216$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $1.405 < 1.58$ (OK)

Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities.

Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters the results may change.

show d...reset

step#1 (optional) - decimate

64 Hzresample

step#2 - H/V computation

remove eve...both Rad...clean axes

20window length

5tapering

15amplitude

4H/VSR

15...spectral smoothing (triangular)

2detrending

HOLI3C-2...

Particle motion, all HVSRS, time lapse a...

full ou...compute

continuity

3D motion

show 3D moti...

directivity analysis

transmit in1.05.010ipcompute

save: option#1: save HVS as it is

save HV0.5to30H

save HV curve (as it is)

picking HV or amplitude spectra

HVSR

pick data

save picked...compute

quick analysis (F=Vs/4H)

200average Vs (m/s)

20depth of the

1000Vs of the

cleancompute

highlight a frequency

draw/highli...10Hz

directivity over time

directivity in ti...time120s

HV_Colle_Santa_Lucia.SAF (64Hz) - Average Spectra

mm/s

frequency (Hz)

NS
EW
UD

HV_Colle_Santa_Lucia.SAF - HVSR (window length: 20s)

frequency (Hz)

UD
NS
EW

[4.32 Hz, 3.26]

To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/ESAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/a, Modeling & Picking" panels and

open working fol...
show location
field notes

your comments

default axes

Criteria for a reliable H/V curve

#1: OK
#2: OK
#3: OK

Criteria for a clear H/V peak [4.32]

#1: OK
#2: OK
#3: OK
#4: NO
#5: NO
#6: OK

Continuity (Persistence) of the H/V Spectral Ratio

amplitude $\times 10^{-3}$

time (min)

UD
NS
EW

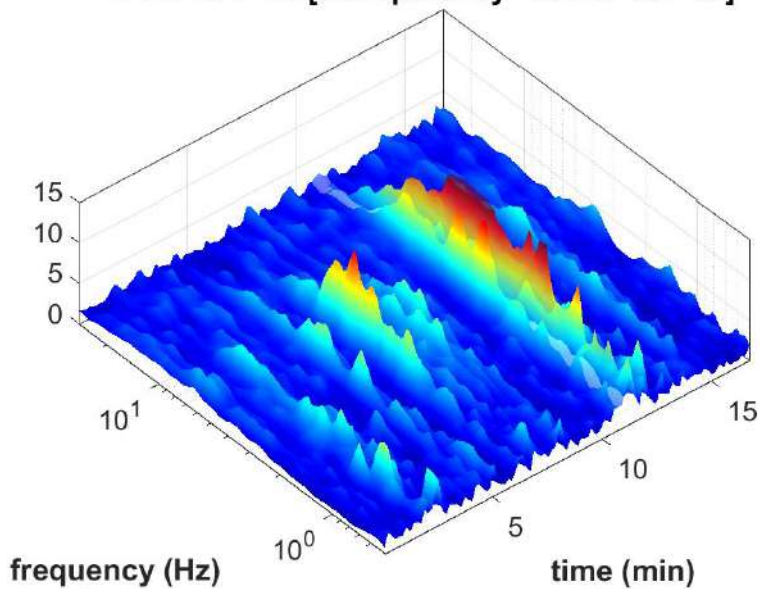
HVSR vs Time [transparency: outlier curves]

frequency (Hz)

time (min)

2 4 6 8 10 12 14

HVSR vs Time [transparency: outlier curves]



Directivity of the H/V Spectral Ratio

