



COMUNE DI GAZZANIGA
Provincia di Bergamo

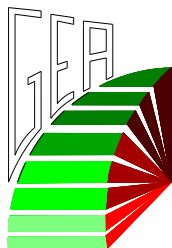
AMMINISTRAZIONE COMUNALE

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E
SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO**

IN ATTUAZIONE DELL'ART. 57 DELLA L.R. 11/03/2005 N. 12

INDAGINE SISMICA DI TERRENO

settembre 2012 – aggiornamento dopo osservazioni



a cura di:

Dott. Geol. Sergio Ghilardi
iscritto O.R.G. della Lombardia, n. 258

INDICE

1 - INTRODUZIONE	2
2 – SONDAGGI SISMICI VERTICALI - HVSR.....	2
2.1 Microtremori ambientali	2
2.2 Basi teoriche.....	2
2.3 Procedura di analisi.....	4
3 – SONDAGGI SISMICI VERTICALI - HVSR.....	6
SSV1 - Via Salici 1	6
SSV2 - Via Salici - Zona industriale	7
SSV3 - Via Salici 2	8
SSV4 - Via Salici 3	9
SSV5 - Via Marconi	10
SSV6 - Via C. Battisti.....	11
SSV7 - Via G. Verdi.....	12
SSV8 - Ospedale.....	13
SSV9 - Via Gruppo Cerete	14
SSV10 – Via Europa	15
SSV11 – San Rocco 1.....	16
SSV12 – San Rocco 2.....	17
SSV13 – Masserini 1	18
SSV14 – Masserini 2.....	19
SSV15 - Mozzo	20
3 - CONCLUSIONI	23

ALLEGATI

- TAVOLA 1 – Ubicazione indagini scala 1:5000
- Schede sondaggi sismici verticali

1 - INTRODUZIONE

In data 11/11/2009 e 12/11/2009 sono stati effettuati 15 sondaggi sismici verticali a mezzo di misurazione di microtremori ambientali, distribuiti sul territorio comunale.

L'indagine è stata finalizzata alla individuazione della presenza di contrasti di impedenza marcati nel sottosuolo, alla determinazione della frequenza naturale di vibrazione del sottosuolo ed alla stima del profilo di velocità delle onde S con la profondità.

Negli allegati sono riportati i diagrammi dei sondaggi sismici effettuati, in termini di rapporto H/V, singole componenti spettrali, direzionalità e durabilità del segnale, unitamente alla sintesi e validazione delle acquisizioni secondo le linee guida del progetto Sesame.

Il profilo delle onde S con la profondità è stato desunto dalle stratigrafie fornite dalla committenza.

2 – SONDAGGI SISMICI VERTICALI - HVSR

2.1 Microtremori ambientali

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Viene definito microtremore in quanto riguarda oscillazioni di ridotta entità, molto più piccole di quelle indotte dai terremoti. I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva. L'utilizzo della tecnica HVSR comporta la misurazione di tali microtremori naturali.

2.2 Basi teoriche

Dai primi studi di Kanai (1957) in poi sono stati proposti diversi metodi per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo a partire dagli spettri del rumore sismico registrati in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è la tecnica dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (HVSR), applicata da Nogoshi e Igarashi (1970).

Il metodo fu in seguito reso popolare principalmente da Nakamura (1989) come strumento per la determinazione dell'amplificazione sismica locale; sebbene su questo punto non sia ancora stato raggiunto consenso, è invece ampiamente riconosciuto che l'HVSR è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza dei sottosuoli.

Riconosciuta questa capacità e dato che, se è disponibile una stima delle velocità delle

onde elastiche, le frequenze di risonanza possono essere convertite in stratigrafia, ne risulta che il metodo HVSR può essere in linea di principio usato come strumento stratigrafico.

Le basi teoriche dell'HVSR sono relativamente semplici in un sistema stratificato in cui i parametri variano solo con la profondità (1-D). Si consideri il sistema di figura 1, in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità (ρ_1 e ρ_2) e le diverse velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2).

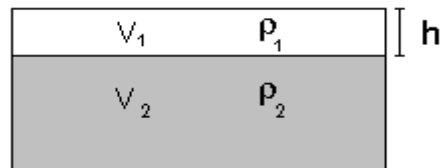


Figura 1 - Modello di suolo costituito da due strati a diverse velocità delle onde sismiche e densità

Un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'orizzonte che separa i due strati; l'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore H del primo strato.

In altre parole la frequenza fondamentale di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde P è pari a:

$$f_r = V_{P1}/(4 H)$$

mentre quella relativa alle onde S è:

$$f_r = V_{S1}/(4 H).$$

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati. Questo, insieme ad una stima delle velocità, è in grado di fornire previsioni sullo spessore H degli strati.

Questa informazione è per lo più contenuta nella componente verticale del moto ma la prassi di usare il rapporto tra gli spettri orizzontali e quello verticale, piuttosto che il solo spettro verticale, deriva dal fatto che il rapporto fornisce un'importante normalizzazione del segnale per il contenuto in frequenza, per la risposta strumentale e per l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

La normalizzazione, che rende più semplice l'interpretazione del segnale, è alla base della popolarità del metodo. Si rileva inoltre come i microtrempi siano solo in parte costituiti da onde di volume, P o S, e in misura molto maggiore da onde superficiali, in particolare da onde di Rayleigh (Lachet e Bard, 1994).

Tuttavia ci si può ricondurre a risonanza delle onde di volume poiché le onde di superficie sono prodotte da interferenza costruttiva di queste ultime è poiché la velocità dell'onda di Rayleigh è molto prossima a quella delle onde S.

L'applicabilità pratica delle formule sopra indicate è stata già dimostrata in molti studi sia nell'ambito della prospezione geofisica che nell'ambito ingegneristico (per un riassunto cf. Gallipoli *et al.*, 2000; Mucciarelli e Gallipoli, 2001; Castellaro *et al.*, 2005). Poiché la situazione illustrata è tipica delle coltri sedimentarie sovrastanti basamenti rocciosi, il metodo HVSR è parso immediatamente applicabile alla determinazione dello spessore delle coltri sedimentarie.

2.3 Procedura di analisi

L'indagine prevede l'acquisizione del rumore sismico nelle sue tre componenti attraverso un tromografo digitale ad alta sensibilità (TROMINO® -figura 2). Lo strumento è dotato di tre velocimetri che misurano le componenti N-S, E-W, e verticale del tremore che vengono amplificate, digitalizzate e memorizzate nella memoria dello strumento. La durata di acquisizione, per ogni sondaggio è stata di 20 minuti.

Il segnale acquisito viene quindi rielaborato mediante software dedicato (*Grilla*®). Esso procede nel seguente modo:

Suddivide la registrazione in finestre della durata di qualche decina di secondi ciascuna;

Elimina il trend da ciascuna finestra;

Esegue il "taper" con una finestra Bartlett;

Esegue il "pad" di ciascuna finestra con degli zero;

Calcola la trasformata di Fourier (FFT) per ciascuna finestra;

Calcola lo spettro di ampiezza per ciascuna finestra;

Smussa ciascuna finestra secondo una funzione di smussamento prescelta;

Calcola il rapporto spettrale HVSR ad ogni frequenza per ciascuna finestra;

Calcola la funzione HVSR finale effettuando la media di tutte le finestre. Per produrre l'HVSR finale le componenti orizzontali sono mediate tra loro con la media quadratica e vengono poi divise per la componente verticale.



Figura 2 – Tromografo digitale

Le profondità H delle discontinuità sismiche sono state ricavate tramite la formula di seguito riportata in cui V_0 è la velocità al tetto dello strato, α un fattore che dipende dalle caratteristiche del sedimento (granulometria, coesione ecc.) e v la frequenza fondamentale di risonanza (cf. ad esempio Ibs-Von Seht e Wohlenberg, 1999).

$$H = \left[\frac{V_0(1-\alpha)}{4\hat{v}_1} + 1 \right]^{1/(1-\alpha)} - 1$$

In presenza di variazioni litologiche, il rapporto H/V (componenti orizzontali/componenti verticali) mostra dei picchi in corrispondenza di determinate frequenze. Tali picchi sono tanto più marcati, quanto il cambiamento di litologia è netto e la loro posizione è funzione sia della profondità di tale variazione, che della velocità di trasmissione delle onde Vs nello strato superiore all'interfaccia di variazione. Per risalire alla profondità delle variazioni litologiche si ricorre a punti di taratura a stratigrafia nota.

3 – SONDAGGI SISMICI VERTICALI - HVSR

Di seguito viene fornita una descrizione sintetica di ogni singola indagine svolta. Le indagini sono state raggruppate in base al contesto geologico e geomorfologico del sito in esame.

SSV1 - Via Salici 1

Nella figura 3.1 è sintetizzata la curva HVSR della misura effettuata. Il picco del diagramma indicato con la freccia di colore magenta è attribuibile al contatto tra orizzonti con contrasto di impedenza marcato. La misurazione è stata effettuata su terreno.

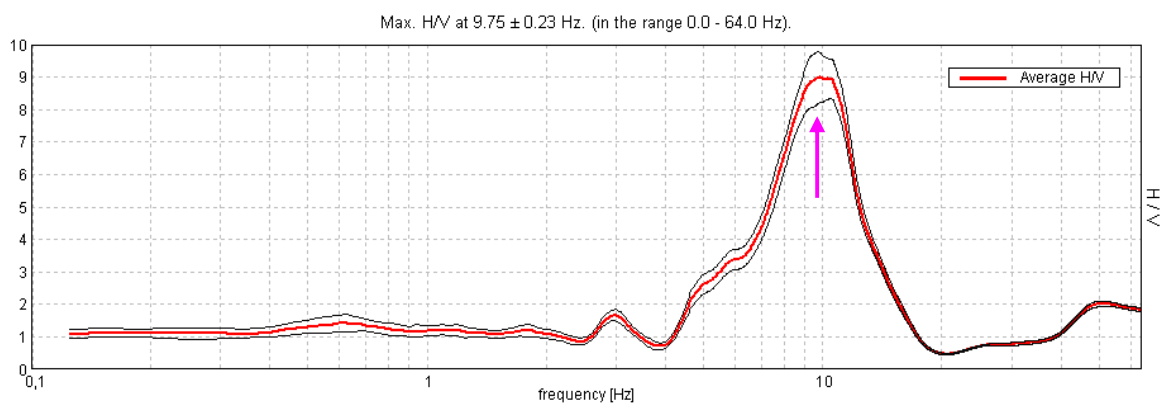


Figura 3.1 –Curva H/V del sondaggio SSV1. In magenta il picco identificativo del contatto stratigrafico.

Emerge quanto segue:

- E' presente un picco esteso, a frequenza di circa 10,28 Hz. Il segnale si presenta stabile nel tempo ed omnidirezionale;
- Tale picco si riferisce ad un contatto stratigrafico abbastanza superficiale, stimato in circa 8,5 m dal piano campagna. Sulla scorta informazioni disponibili, è possibile associare tale picco al contatto tra terreno di copertura e sottostante substrato roccioso;
- Il picco situato a circa 3 Hz è attribuibile a un disturbo antropico-ambientale.

SSV2 - Via Salici - Zona industriale

Nella figura 3.2 è sintetizzata la curva HVSR della misura effettuata. Il picco del diagramma indicato con la freccia di colore magenta è attribuibile al contatto tra orizzonti con contrasto di impedenza marcato. La misurazione è stata effettuata su asfalto.

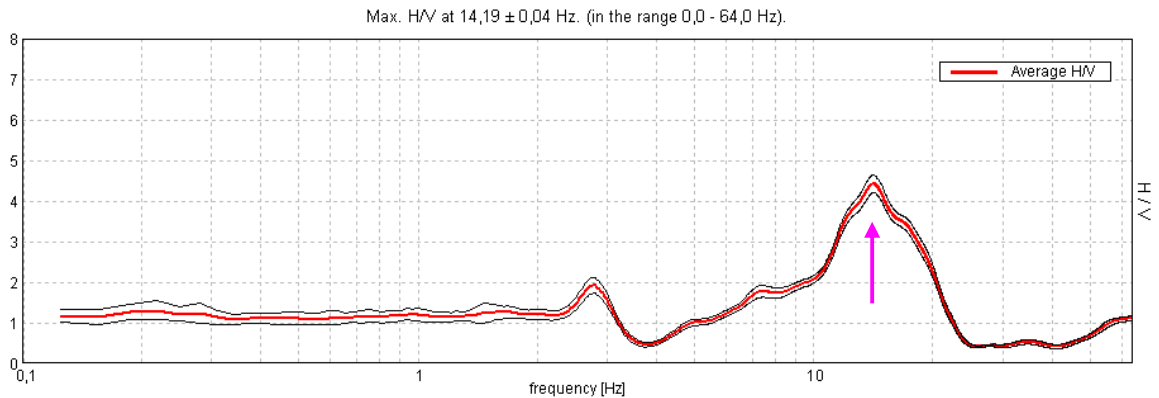


Figura 3.2 –Curva H/V del sondaggio SSV2. In magenta il picco identificativo del contatto stratigrafico.

Emerge quanto segue:

- E' presente un picco esteso, a frequenza di circa 14,19 Hz. Il segnale si presenta stabile nel tempo ed omnidirezionale;
- Tale picco si riferisce ad un contatto stratigrafico abbastanza superficiale, stimato in circa 6 m dal piano campagna. Sulla scorta informazioni disponibili, è possibile associare tale picco al contatto tra terreno di copertura e sottostante substrato roccioso;
- Da 22,51 Hz a 56,89 Hz è presente un'inversione legata alla misurazione effettuata su base rigida (asfalto);
- Il picco situato a circa 2,83 Hz è attribuibile a un disturbo antropico-ambientale.

SSV3 - Via Salici 2

Nella figura 3.3 è sintetizzata la curva HVSR della misura effettuata. Il picco del diagramma indicato con la freccia di colore magenta è attribuibile al contatto tra orizzonti con contrasto di impedenza marcato. La misurazione è stata effettuata su asfalto.

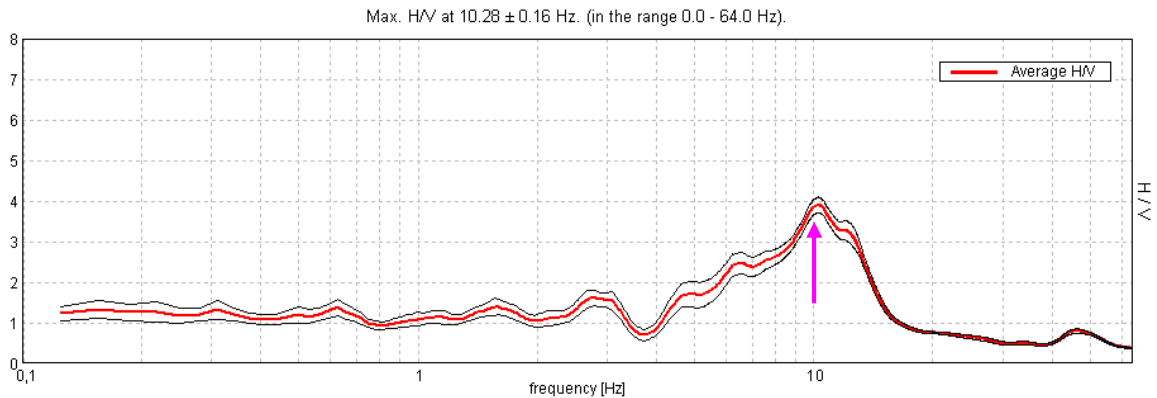


Figura 3.3 –Curva H/V del sondaggio SSV3. In magenta il picco identificativo del contatto stratigrafico.

Emerge quanto segue:

- E' presente un picco esteso, a frequenza di circa 10,31 Hz. Il segnale si presenta stabile nel tempo ed omnidirezionale;
- Tale picco si riferisce ad un contatto stratigrafico abbastanza superficiale, stimato in circa 8.5 m dal piano campagna. Sulla scorta informazioni disponibili, è possibile associare tale picco al contatto tra terreno di copertura e sottostante substrato roccioso;
- Da 16,16 Hz a frequenze superiori a 60 Hz è presente un'inversione legata alla misurazione effettuata su base rigida (asfalto).

SSV4 - Via Salici 3

Nella figura 3.4 è sintetizzata la curva HVSR della misura effettuata. Il picco del diagramma indicato con la freccia di colore magenta è attribuibile al contatto tra orizzonti con contrasto di impedenza marcato. La misurazione è stata effettuata su asfalto.

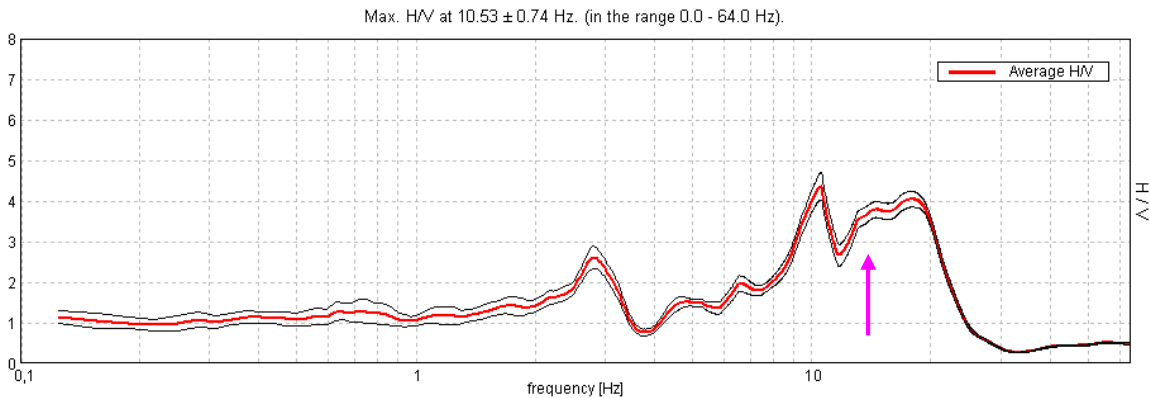


Figura 3.4 –Curva H/V del sondaggio SSV4. In magenta il picco identificativo del contatto stratigrafico.

Emerge quanto segue:

- E' presente un picco esteso, a frequenza di circa 15,69 Hz. Il segnale si presenta stabile nel tempo ed omnidirezionale. Tale picco risulta parzialmente mascherato da disturbi di origine antropico-ambientale;
- Tale picco si riferisce ad un contatto stratigrafico abbastanza superficiale, stimato in circa 6 m dal piano campagna. Sulla scorta informazioni disponibili, è possibile associare tale picco al contatto tra terreno di copertura e sottostante substrato roccioso;
- Da 16,16 Hz a frequenze superiori a 60 Hz è presente un'inversione legata alla misurazione effettuata su base rigida (asfalto);
- Il picco situato a circa 2,83 Hz è attribuibile a un disturbo antropico-ambientale.

SSV5 - Via Marconi

Nella figura 3.5 è sintetizzata la curva HVSR della misura effettuata. Il picco del diagramma indicato con la freccia di colore magenta è attribuibile al contatto tra orizzonti con contrasto di impedenza marcato. La misurazione è stata effettuata su terreno.

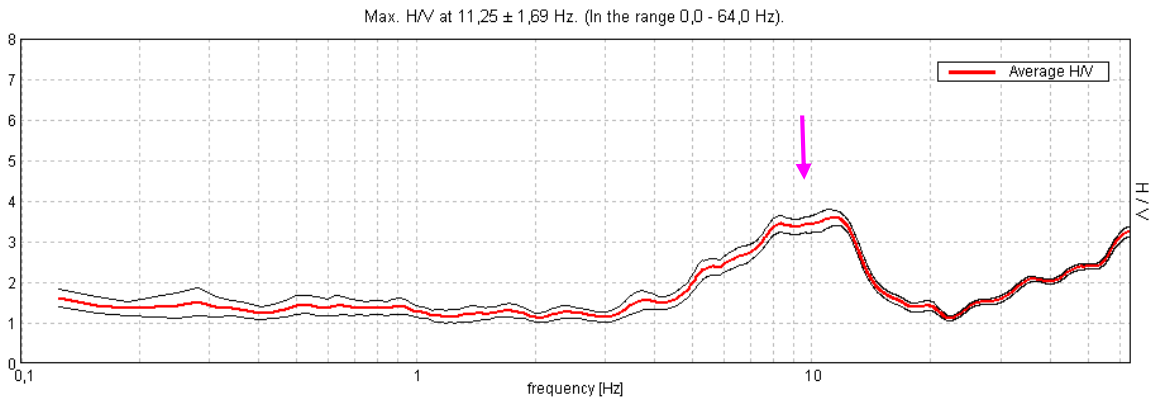


Figura 3.5 –Curva H/V del sondaggio SSV5. In magenta il picco identificativo del contatto stratigrafico.

Emerge quanto segue:

- E' presente un picco esteso, a frequenza di circa 9,58 Hz. Il segnale si presenta stabile nel tempo ed omnidirezionale;
- Tale picco si riferisce ad un contatto stratigrafico abbastanza superficiale, stimato in circa 9 m dal piano campagna. Sulla scorta informazioni disponibili, è possibile associare tale picco al contatto tra terreno di copertura e sottostante substrato roccioso.

SSV6 - Via C. Battisti

Nella figura 3.6 è sintetizzata la curva HVSR della misura effettuata. Il picco del diagramma indicato con la freccia di colore magenta è attribuibile al contatto tra orizzonti con contrasto di impedenza marcato. La misurazione è stata effettuata su asfalto.

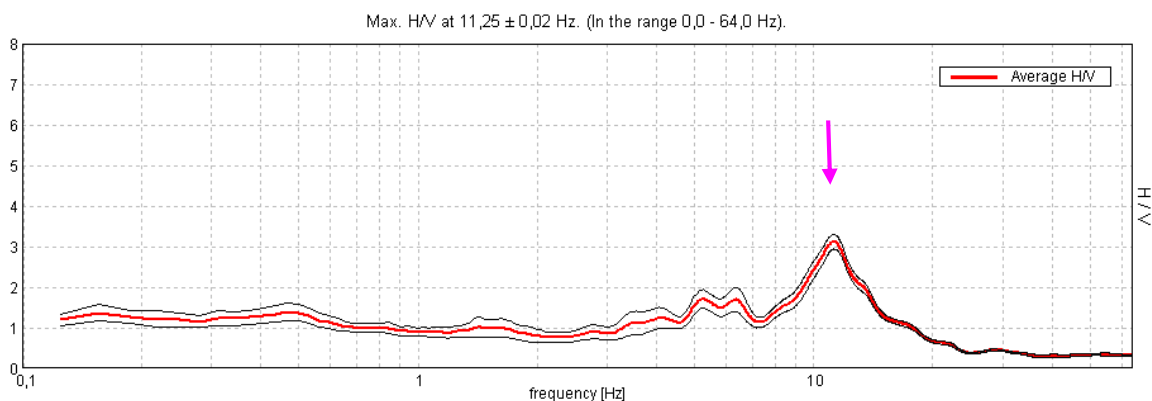


Figura 3.6 –Curva H/V del sondaggio SSV6. In magenta il picco identificativo del contatto stratigrafico.

Emerge quanto segue:

- E' presente un picco esteso, a frequenza di circa 11,25 Hz. Il segnale si presenta stabile nel tempo ed omnidirezionale;
- Tale picco si riferisce ad un contatto stratigrafico abbastanza superficiale, stimato in circa 8,5 m dal piano campagna. Sulla scorta informazioni disponibili, è possibile associare tale picco al contatto tra terreno di copertura e sottostante substrato roccioso;
- Da 17,79 Hz a frequenze superiori a 60 Hz è presente un'inversione legata alla misurazione effettuata su base rigida (asfalto);
- Il picco individuato risulta influenzato da un disturbo antropico-ambientale con frequenza paragonabile alla frequenza del picco stesso.

SSV7 - Via G. Verdi

Nella figura 3.7 è sintetizzata la curva HVSR della misura effettuata. Il picco del diagramma indicato con la freccia di colore magenta è attribuibile al contatto tra orizzonti con contrasto di impedenza marcato. La misurazione è stata effettuata su terreno.

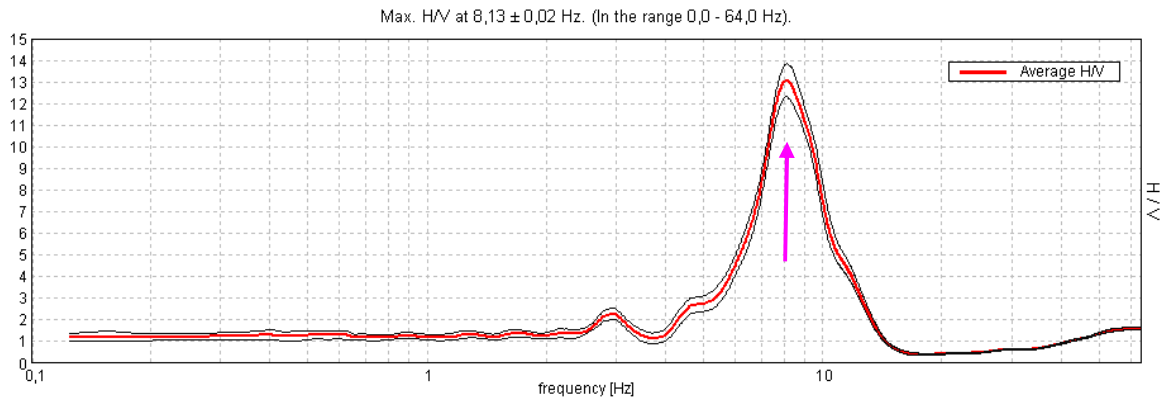


Figura 3.7 –Curva H/V del sondaggio SSV7. In magenta il picco identificativo del contatto stratigrafico.

Emerge quanto segue:

- E' presente un picco esteso, a frequenza di circa 8,13 Hz. Il segnale si presenta stabile nel tempo ed omnidirezionale;
- Tale picco si riferisce ad un contatto stratigrafico abbastanza superficiale, stimato in circa 12,5 m dal piano campagna. Sulla scorta informazioni disponibili, è possibile associare tale picco al contatto tra terreno di copertura e sottostante substrato roccioso;
- Il picco presente alla frequenza di 2,91 Hz è legato alla presenza di un disturbo antropico-ambientale.

SSV8 - Ospedale

Nella figura 3.8 è sintetizzata la curva HVSR della misura effettuata. Il picco del diagramma indicato con la freccia di colore magenta è attribuibile al contatto tra orizzonti con contrasto di impedenza marcato. La misurazione è stata effettuata su terreno.

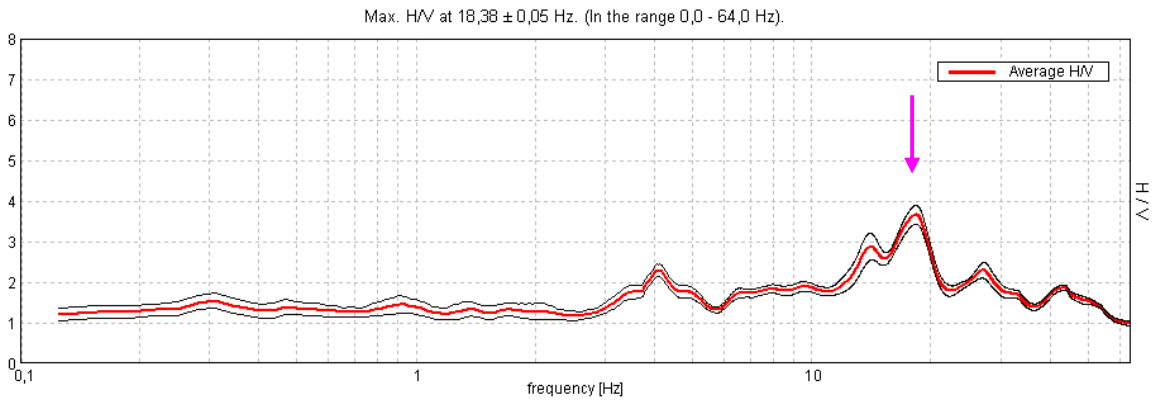


Figura 3.8 –Curva H/V del sondaggio SSV8. In magenta il picco identificativo del contatto stratigrafico.

Emerge quanto segue:

- E' presente un picco esteso, a frequenza di circa 18,38 Hz. Il segnale si presenta stabile nel tempo ed omnidirezionale;
- Tale picco si riferisce ad un probabile contatto stratigrafico abbastanza superficiale, stimato in circa 4,5 m dal piano campagna;
- Il picco presente alla frequenza di 4,11 Hz è legato alla presenza di un disturbo antropico-ambientale.

SSV9 - Via Gruppo Cerete

Nella figura 3.9 è sintetizzata la curva HVSR della misura effettuata. Il picco del diagramma indicato con la freccia di colore magenta è attribuibile al contatto tra orizzonti con contrasto di impedenza marcato. La misurazione è stata effettuata su asfalto.

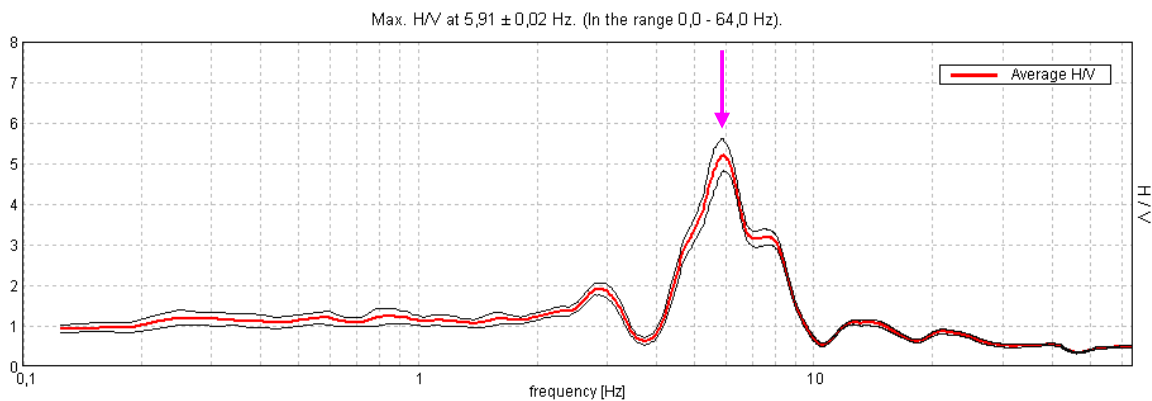


Figura 3.9 –Curva H/V del sondaggio SSV9. In magenta il picco identificativo del contatto stratigrafico.

Emerge quanto segue:

- E' presente un picco esteso, a frequenza di circa 5,91 Hz. Il segnale si presenta stabile nel tempo ed omnidirezionale;
- Tale picco si riferisce ad un probabile contatto stratigrafico abbastanza superficiale, stimato in circa 13,5 m dal piano campagna;
- Il picco presente alla frequenza di 2,85 Hz è legato alla presenza di un disturbo antropico-ambientale;
- Da 17,79 Hz a frequenze superiori a 60 Hz è presente un'inversione legata alla misurazione effettuata su base rigida (asfalto).

SSV10 – Via Europa

Nella figura 3.10 è sintetizzata la curva HVSR della misura effettuata. Il picco del diagramma indicato con la freccia di colore magenta è attribuibile al contatto tra orizzonti con contrasto di impedenza marcato. La misurazione è stata effettuata su terreno.

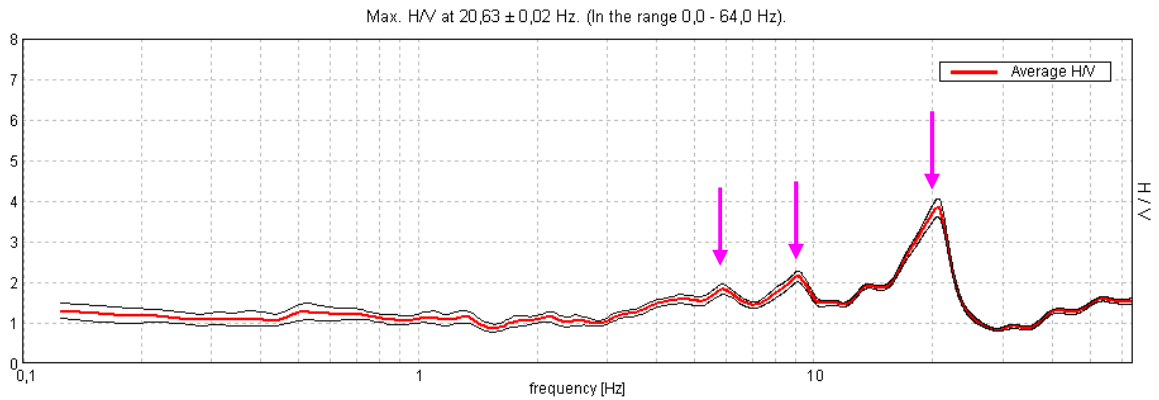


Figura 3.10 –Curva H/V del sondaggio SSV10. In magenta i picchi identificativi dei contatti stratigrafici.

Emerge quanto segue:

- E' presente un picco esteso, a frequenza di circa 20,63 Hz. Il segnale si presenta stabile nel tempo ed omnidirezionale. Sono presenti altri due picchi alla frequenza di 9,1 Hz e 5,81 Hz, il cui segnale risulta debole ma distinguibile;
- Il picco principale si riferisce ad un probabile contatto stratigrafico abbastanza superficiale, stimato in circa 3,6 m dal piano campagna. I picchi a frequenze inferiori possono essere correlati al cambiamento del grado di fratturazione della roccia.

SSV11 – San Rocco 1

Nella figura 3.11 è sintetizzata la curva HVSR della misura effettuata. La misurazione è stata effettuata su terreno.

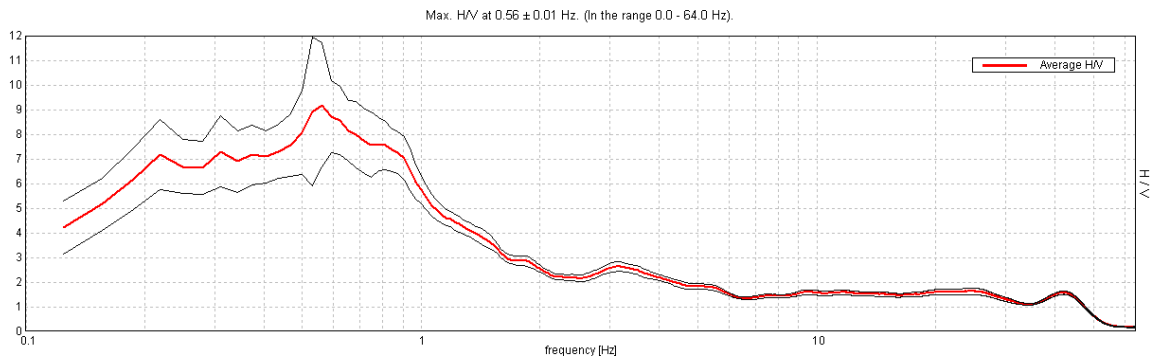


Figura 3.11 –Curva H/V del sondaggio SSV11.

Emerge quanto segue:

- La misurazione risulta fortemente influenzata da un disturbo antropico-ambientale con frequenza compresa tra 0,3 Hz e 1 Hz circa. Il disturbo mostra una forte componente direzionale;
- A causa del disturbo antropico-ambientale registrato dalla prova e in assenza di picchi evidenti e univocamente interpretabili, si ritiene la prova non attendibile.

SSV12 – San Rocco 2

Nella figura 3.12 è sintetizzata la curva HVSR della misura effettuata. Il picco del diagramma indicato con la freccia di colore magenta è attribuibile al contatto tra orizzonti con contrasto di impedenza marcato. La misurazione è stata effettuata su terreno.

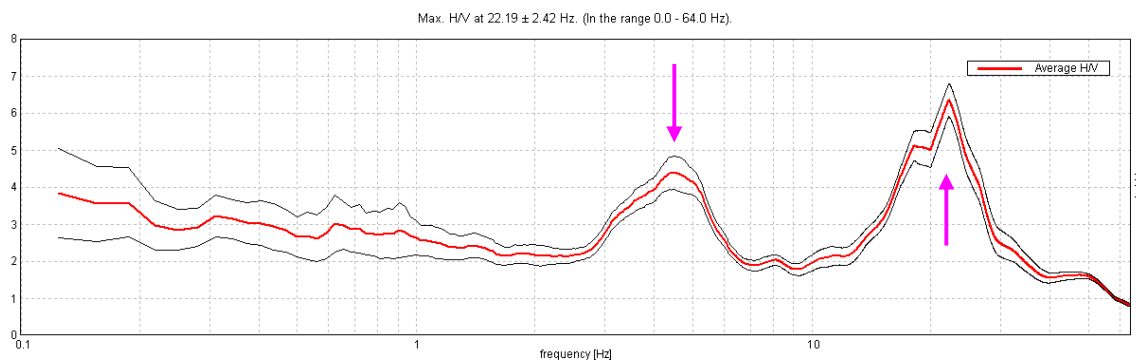


Figura 3.12 –Curva H/V del sondaggio SSV12. In magenta i picchi corrispondenti a contatti stratigrafici.

Emerge quanto segue:

- Il segnale è affetto da disturbo antropico-ambientale con frequenze inferiori a 1 Hz. Tale disturbo assume una forte componente direzionale;
- Sono presenti due picchi estesi, a frequenza di circa 4,52 Hz e 22,19. Il segnale si presenta stabile nel tempo ed omnidirezionale;
- Tali picchi possono essere riferiti rispettivamente al contatto tra coperture e substrato roccioso ad una profondità stimata di circa 22,2 m dal piano campagna e al passaggio tra orizzonte rimaneggiato e pedogenizzato superficiale e terreno naturale a profondità di circa 1,7 m dal piano campagna;
- Nonostante il forte disturbo registrato si ritiene la prova attendibile.

SSV13 – Masserini 1

Nella figura 3.13 è sintetizzata la curva HVSR della misura effettuata. Il picco del diagramma indicato con la freccia di colore magenta è attribuibile al contatto tra orizzonti con contrasto di impedenza marcato. La misurazione è stata effettuata su terreno.

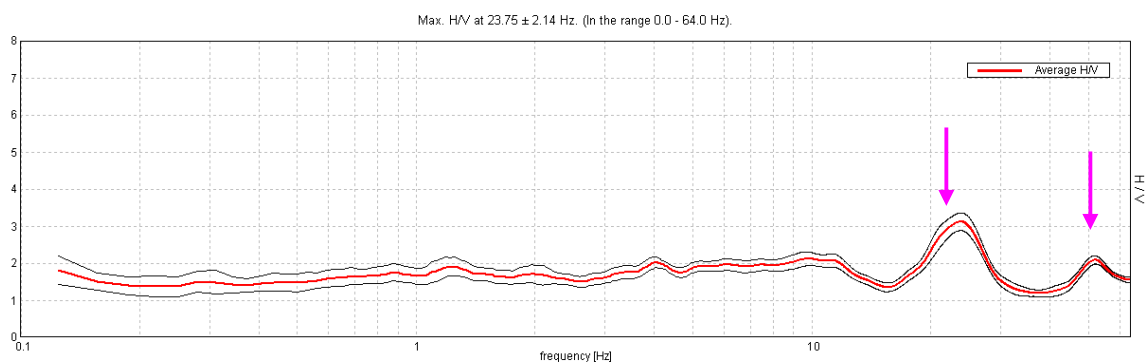


Figura 3.13 –Curva H/V del sondaggio SSV13. In magenta i picchi identificativi dei contatti stratigrafici.

Emerge quanto segue:

- Sono presenti due picchi alla frequenza di 9,1 Hz e 5,81 Hz. Il segnale si presenta stabile nel tempo ed omnidirezionale;
- Il picco più marcato si riferisce ad un probabile contatto stratigrafico abbastanza superficiale, stimato in circa 3,5 m dal piano campagna e probabilmente si riferisce al contatto tra depositi superficiali e un orizzonte con grado di addensamento marcato. Il picco meno marcato è probabilmente riferito al contatto tra terreno naturale e orizzonte superficiale rimaneggiato e pedogenizzato con profondità indicativa di 0.65 m dal piano campagna;
- Dall'analisi delle componenti verticali risulta la presenza di un terzo contatto non evidenziato dal grafico riportato nella figura 3.13. Tale contatto è evidenziato da un minimo della componente orizzontale situato alla frequenza di circa 9 Hz. Sulla base delle informazioni disponibili la profondità di tale contatto è stimata in circa 12,5 m dal piano campagna.

SSV14 – Masserini 2

Nella figura 3.14 è sintetizzata la curva HVSR della misura effettuata. Il picco del diagramma indicato con la freccia di colore magenta è attribuibile al contatto tra orizzonti con contrasto di impedenza marcato. La misurazione è stata effettuata su terreno.

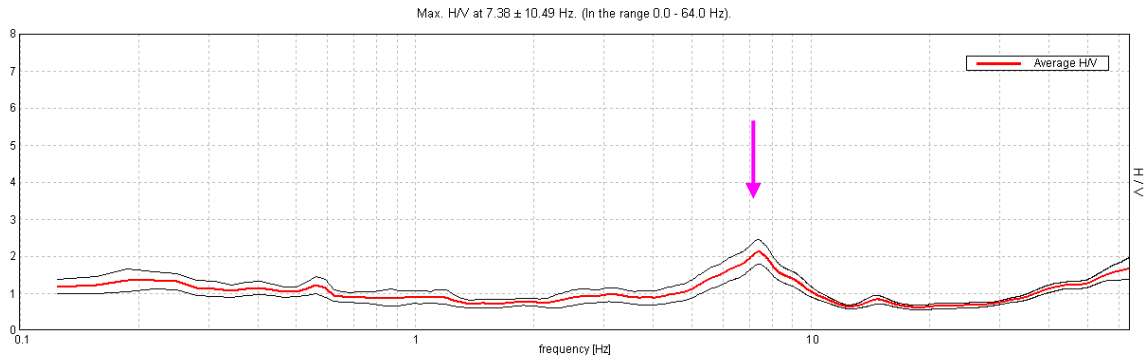


Figura 3.14 –Curva H/V del sondaggio SSV14. In magenta il picco identificativo del contatto stratigrafico.

Emerge quanto segue:

- È presente un picco alla frequenza di 7.38 Hz. Il segnale si presenta stabile nel tempo ed omnidirezionale;
- Tale picco è probabilmente riferibile al contatto tra coperture e substrato roccioso ad una profondità stimata di circa 12 m dal piano compagna;

SSV15 - Mozzo

Nella figura 3.15 è sintetizzata la curva HVSR della misura effettuata. Il picco del diagramma indicato con la freccia di colore magenta è attribuibile al contatto tra orizzonti con contrasto di impedenza marcato. La misurazione è stata effettuata su terreno.

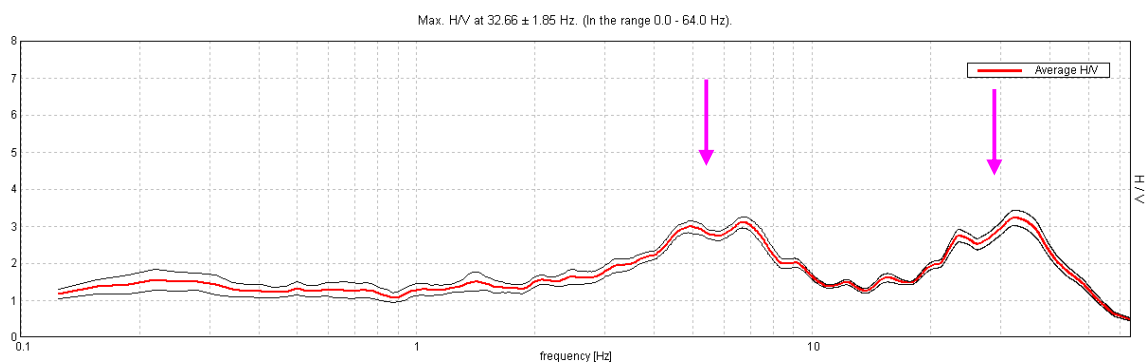


Figura 3.15 –Curva H/V del sondaggio SSV15. In magenta i picchi identificativi dei contatti stratigrafici.

Emerge quanto segue:

- Sono presenti due picchi situati a 5,73 Hz e 32,66 Hz. Il segnale si presenta stabile nel tempo ed omnidirezionale. Entrambi i picchi risultano parzialmente mascherati da disturbi antropico-ambientali;
- Tali picchi si riferiscono probabilmente a contatti stratigrafici attribuibili rispettivamente al contatto tra substrato roccioso e terreni di copertura ad una profondità stimata di circa 13 m dal piano campagna e il contatto tra l'orizzonte pedogenizzato e rimaneggiato e i sottostanti terreni naturali, posto ad una profondità di circa 1 m dal piano campagna.

3 - CONCLUSIONI

Le misurazioni effettuate, ad eccezione della misura SSV11, hanno permesso di identificare le frequenze principali di risonanza dei siti indagati. Nel paragrafo 2 della presente relazione è stata riportata una descrizione sintetica di ogni singola misurazione, indicando la frequenza di risonanza e la probabile profondità dei contatti stratigrafici.

Si precisa che la stima delle profondità è stata effettuata sulla scorta delle informazioni fornite dalla committenza, consistite in stratigrafie ricavate da sondaggi e da prove penetrometriche. L'ubicazione di tali stratigrafie può differire dall'ubicazione delle indagini effettuate, pertanto le stime di profondità effettuate possono differire dalle stratigrafie fornite dalla committenza.

I tabulati relativi alle singole prove sono in allegato alla presente relazione assieme alla tavola riportante l'ubicazione delle singole misurazioni.

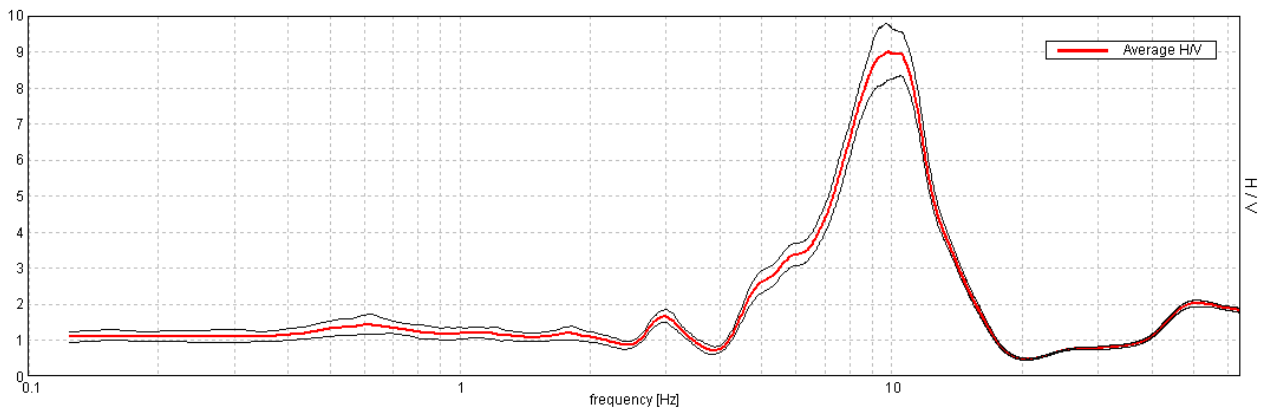
SSV1 – VIA SALICI 1

Start recording: 11/11/09 18:12:23 End recording: 11/11/09 18:32:24
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

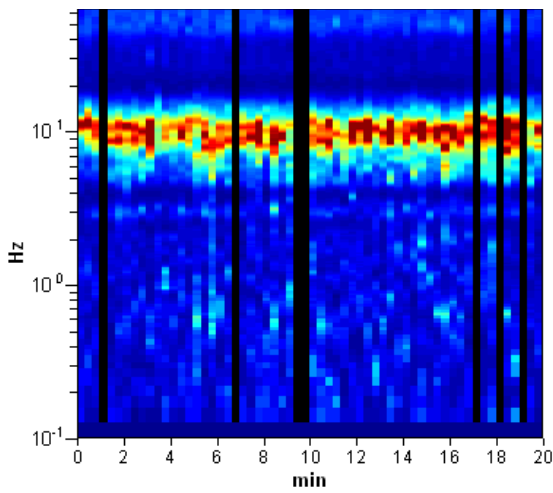
Trace length: 0h20'00". Analyzed 88% trace (manual window selection)
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

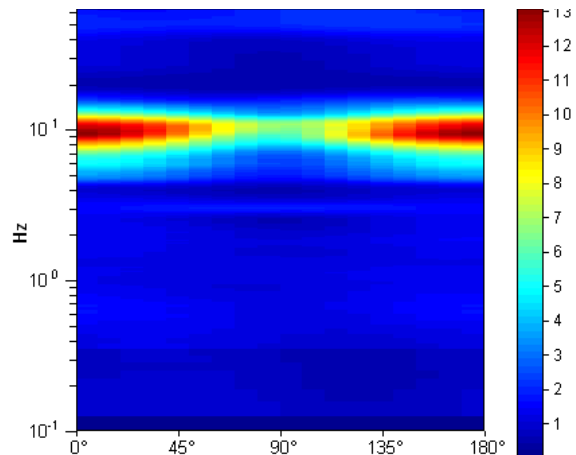
Max. H/V at 9.75 ± 0.23 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



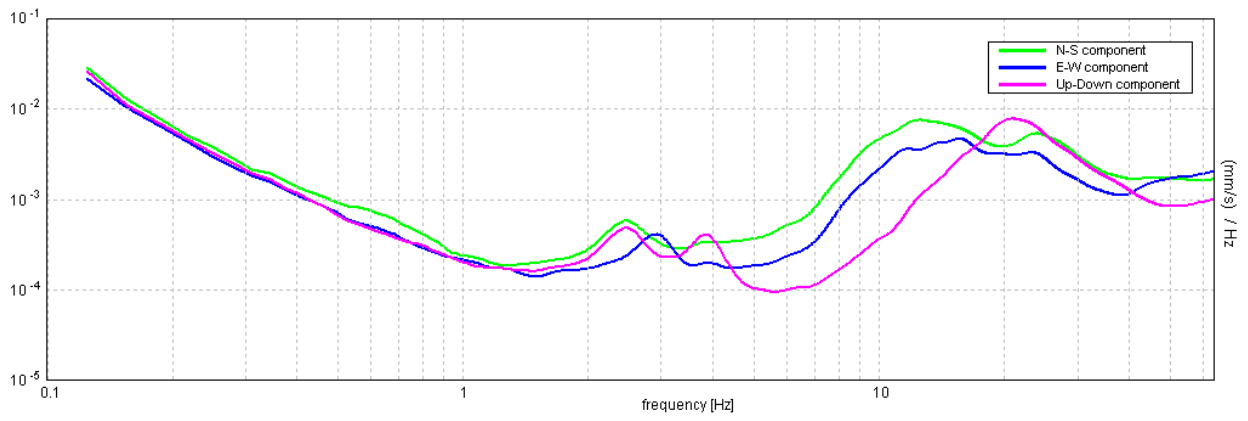
H/V TIME HISTORY



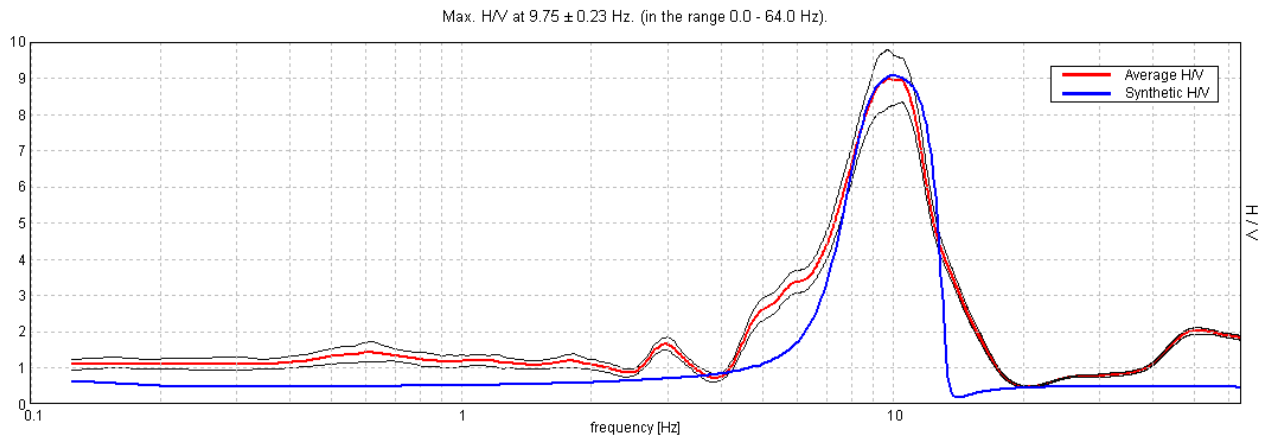
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer

[m]
8.50
inf.

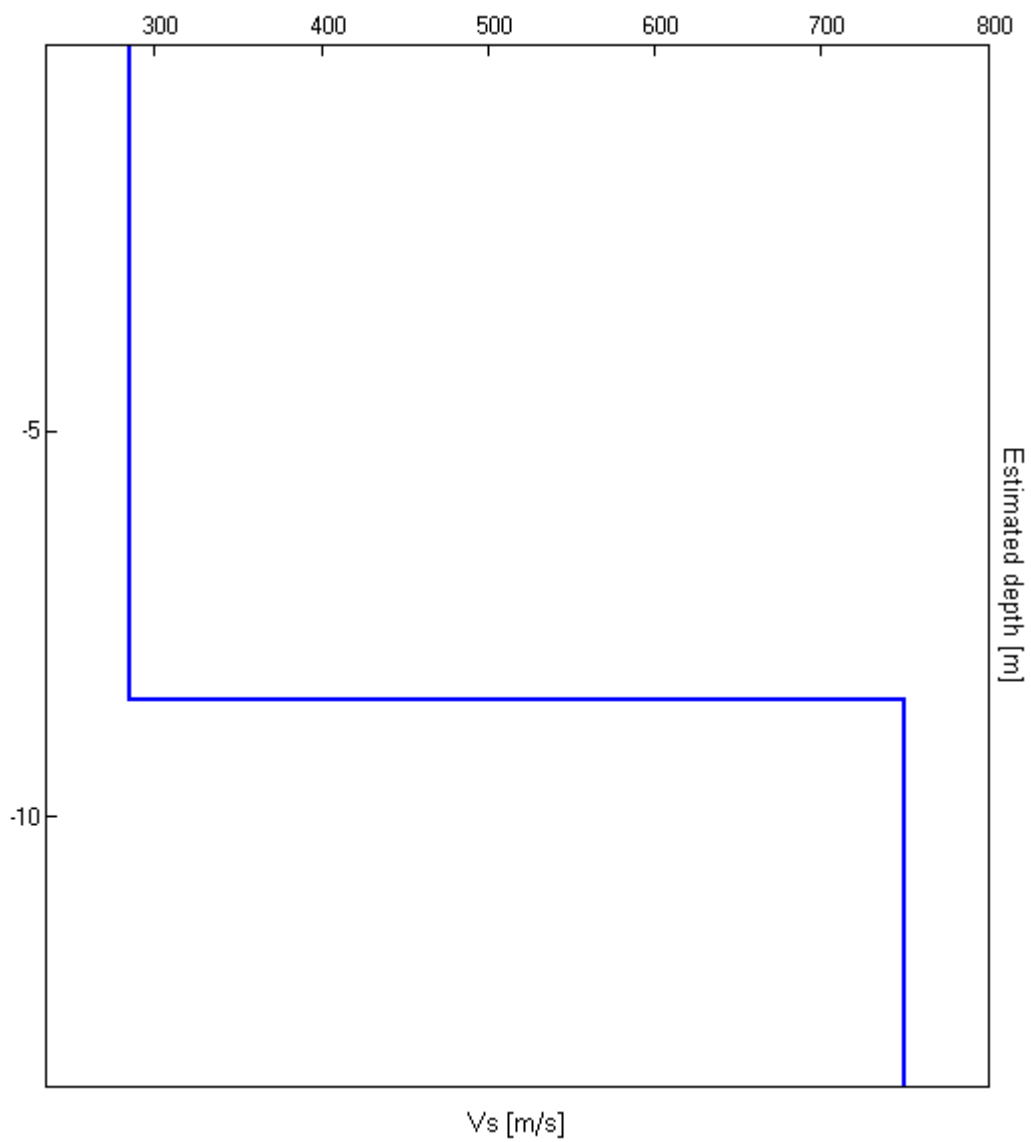
Thickness [m]

8.50
inf.

Vs [m/s]

285
750

Vs(0.0-30.0)=513m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 9.75 ± 0.23 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	9.75 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	10335.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 469 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	7.063 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	12.781 Hz	OK	
$A_0 > 2$	8.99 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01162 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.11334 < 0.4875$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3908 < 1.58$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of log $A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

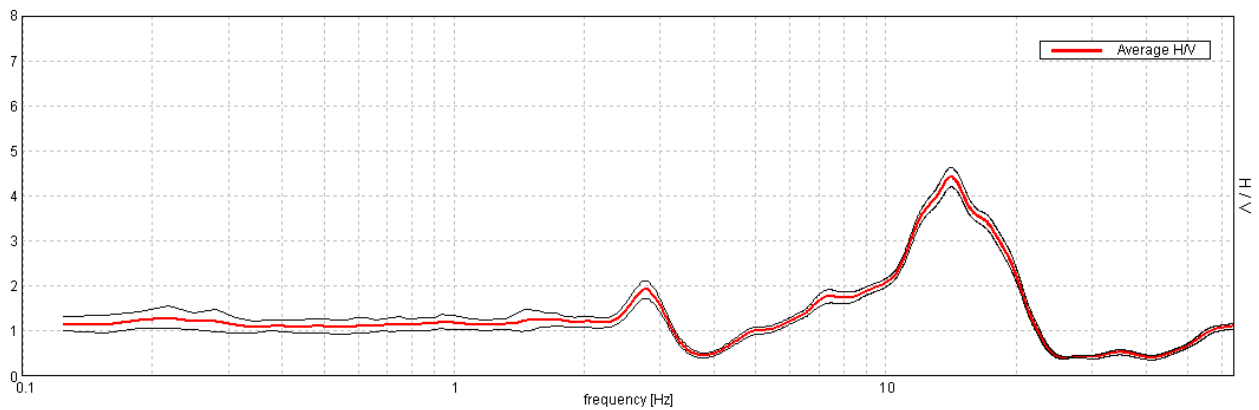
SSV2 – VIA SALICI ZONA INDUSTRIALE

Start recording: 12/11/09 10:55:33 End recording: 12/11/09 11:15:34
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

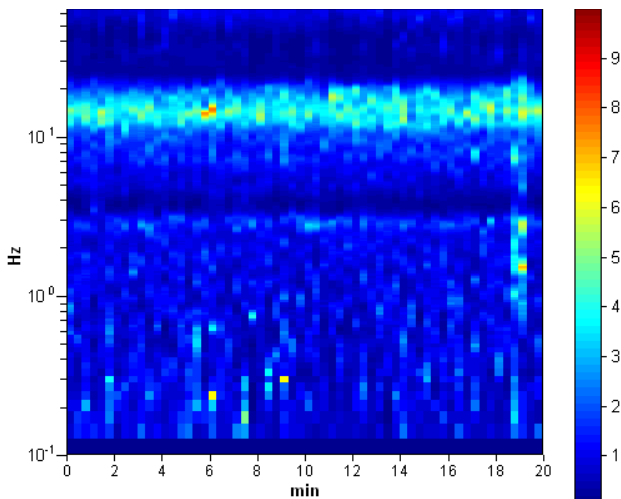
Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

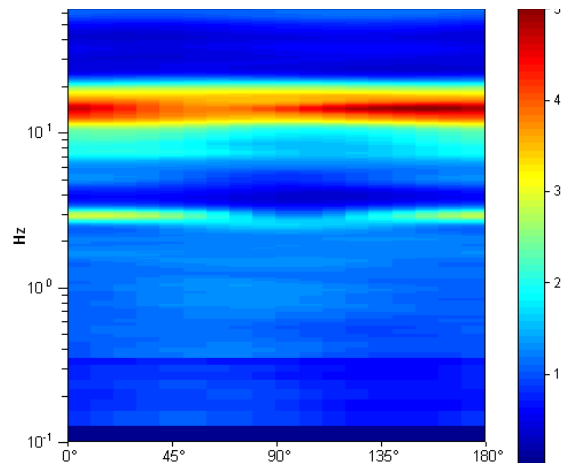
Max. H/V at 14.19 ± 0.04 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



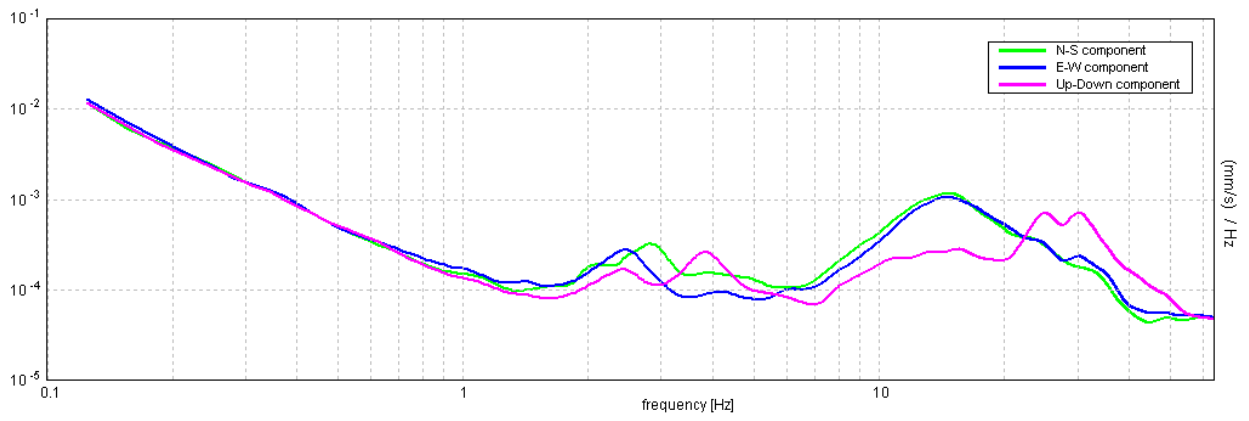
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

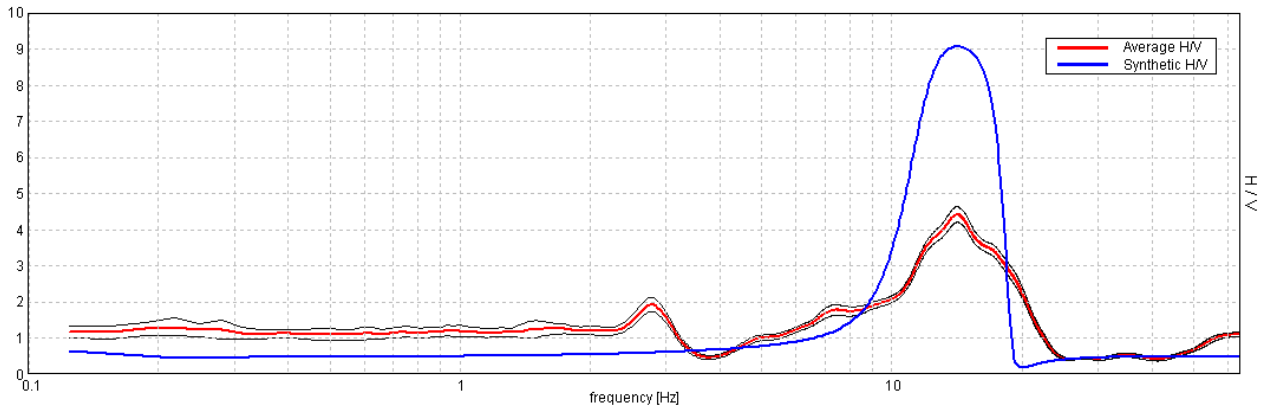


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 14.19 ± 0.04 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer

[m]

6.00

inf.

Thickness [m]

6.00

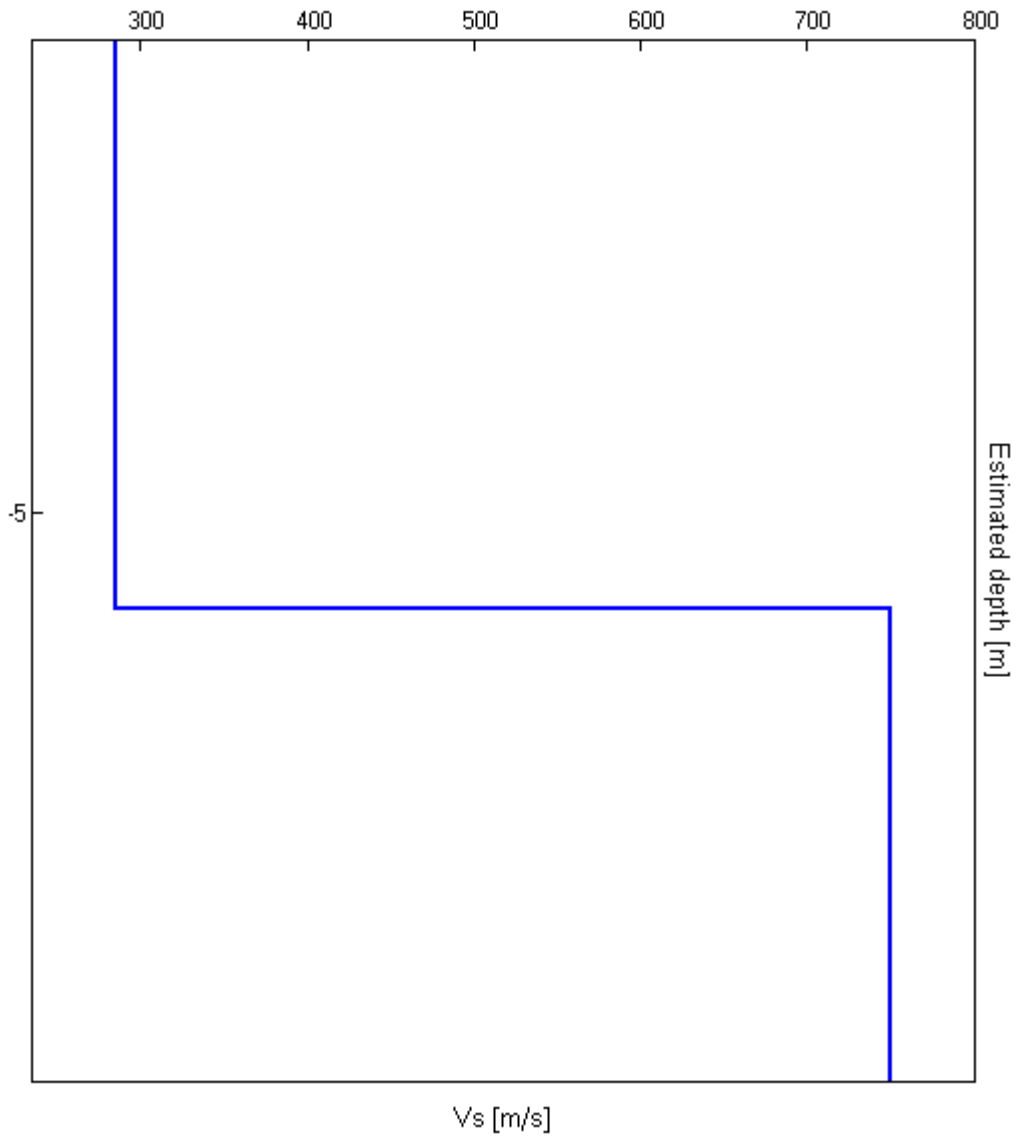
inf.

Vs [m/s]

285

750

Vs(0.0-30.0)=565m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 14.19 ± 0.04 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	14.19 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	17025.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 682 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	10.406 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	20.094 Hz	OK	
$A_0 > 2$	4.42 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00129 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.01824 < 0.70938$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1067 < 1.58$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

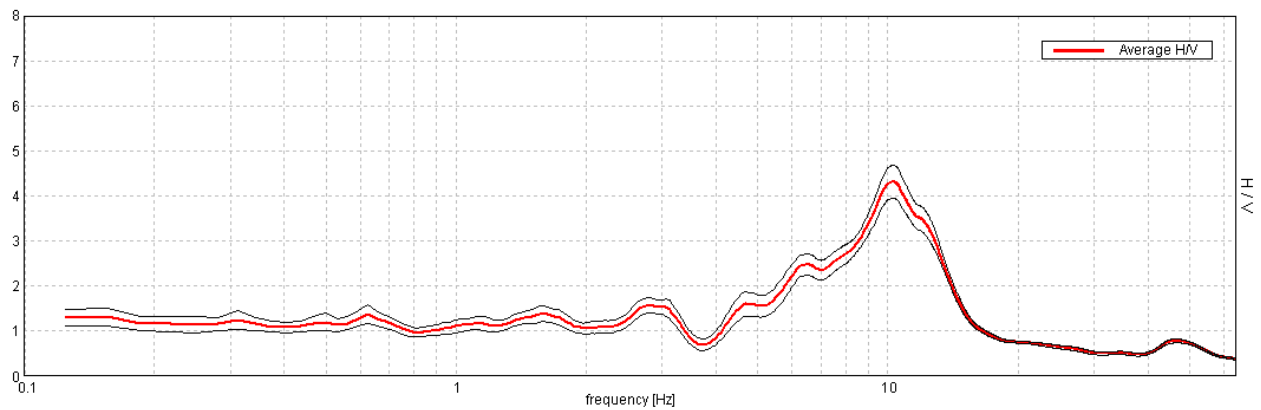
SSV3 – VIA SALICI 2

Start recording: 11/11/09 17:43:00 End recording: 11/11/09 18:03:01
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

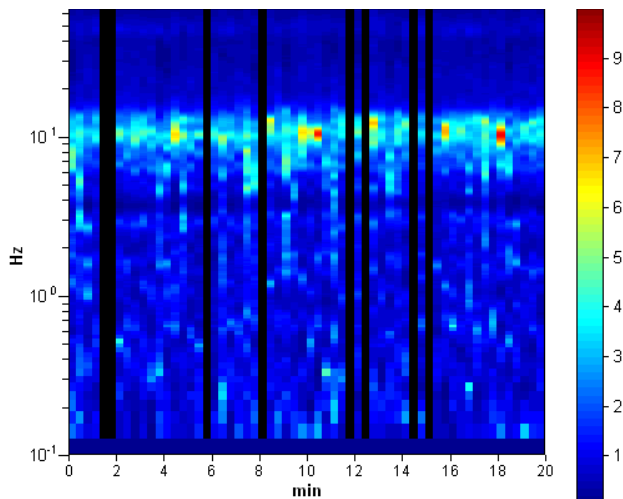
Trace length: 0h20'00". Analyzed 87% trace (manual window selection)
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

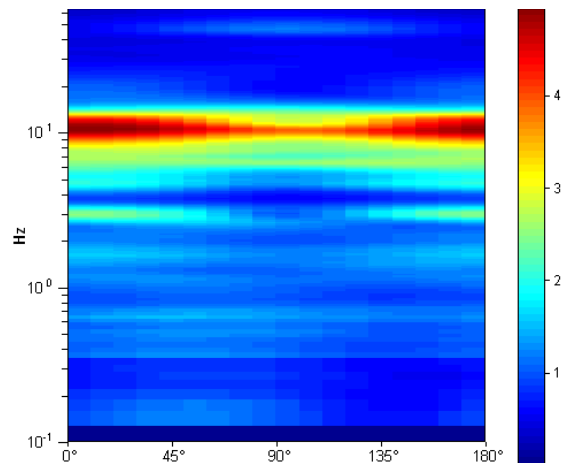
Max. H/V at 10.31 ± 0.14 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



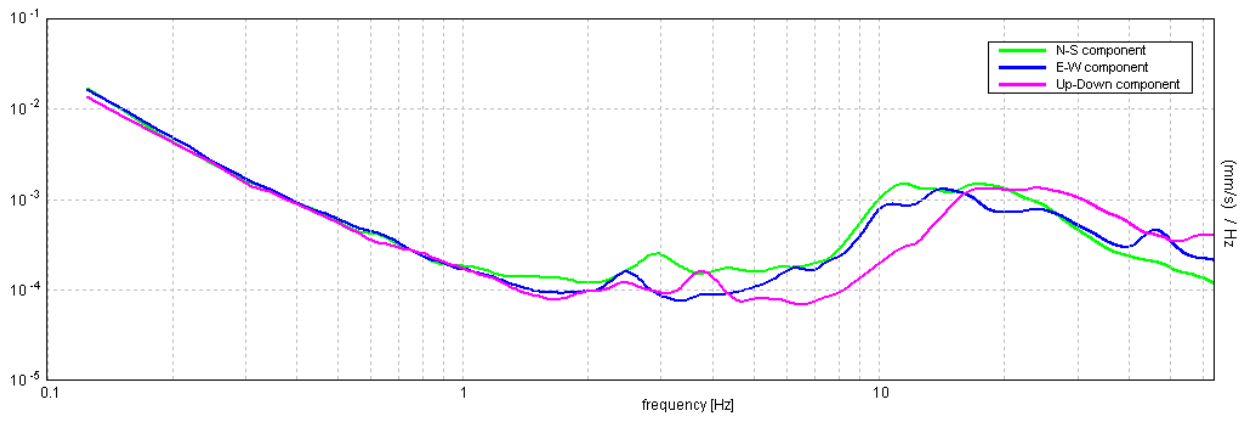
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

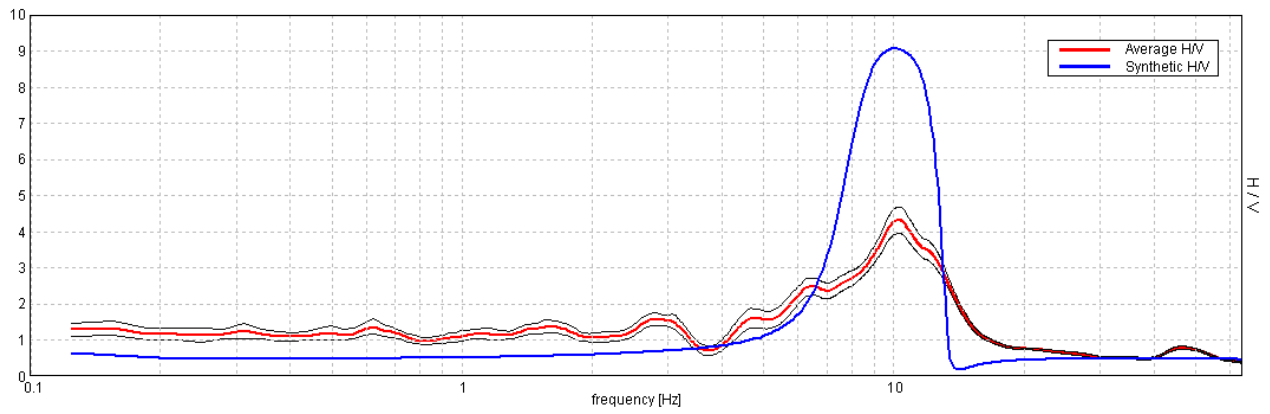


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 10.31 ± 0.14 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

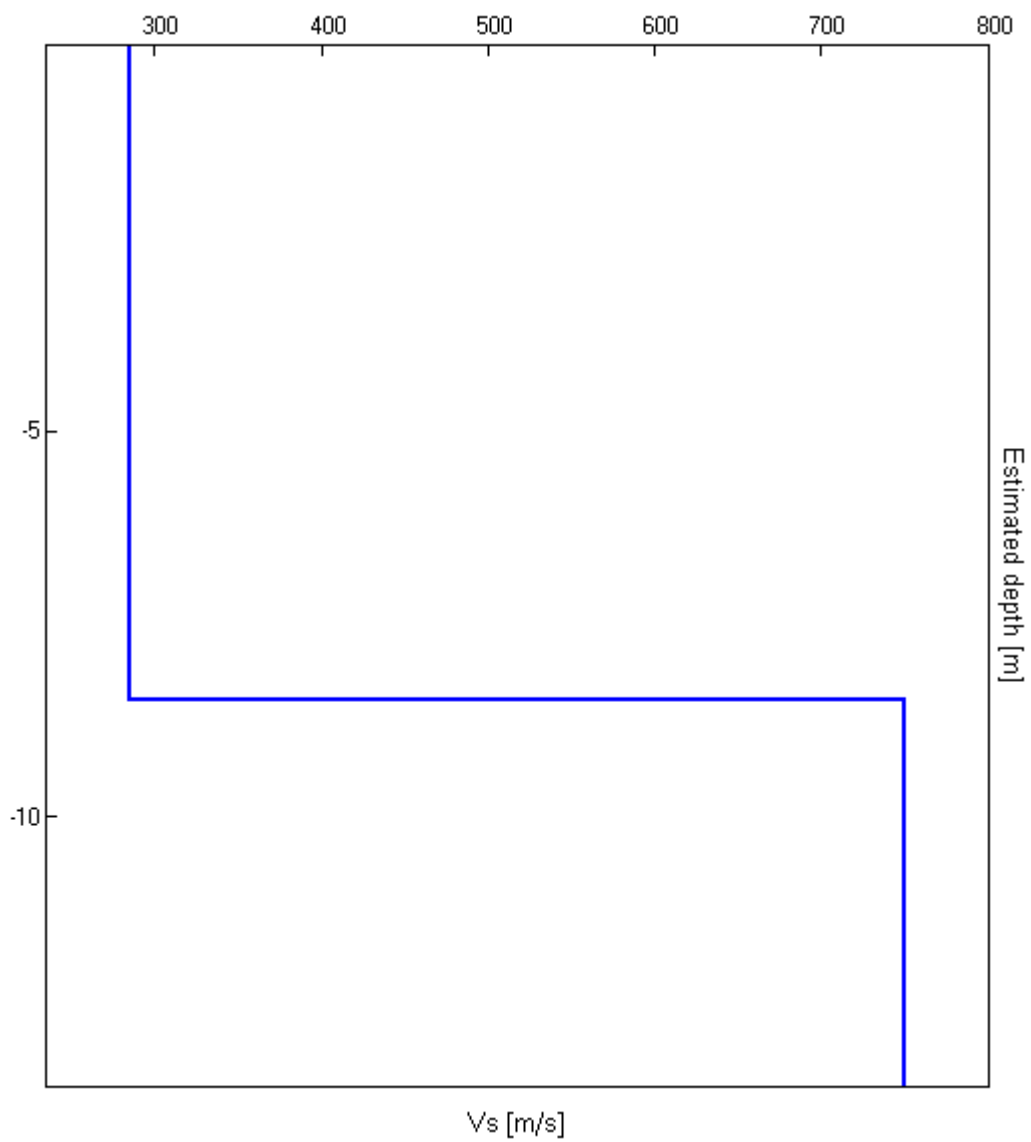


Depth at the bottom of the layer
[m]
8.50
inf.

Thickness [m]
8.50
inf.

Vs [m/s]
285
750

Vs(0.0-30.0)=513m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 10.31 ± 0.14 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	10.31 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	10725.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 496 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	5.906 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	13.875 Hz	OK	
$A_0 > 2$	4.32 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00669 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.069 < 0.51563$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1797 < 1.58$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

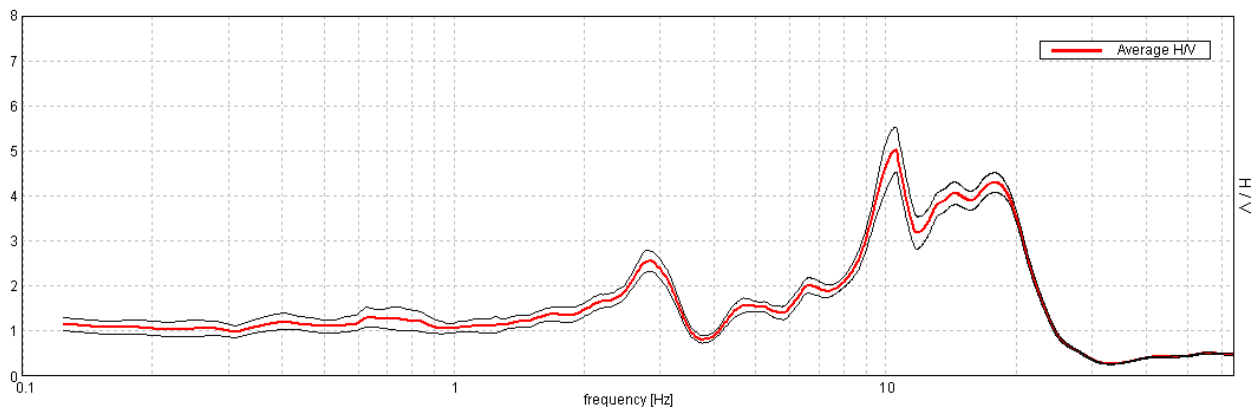
SSV4 – VIA SALICI 3

Start recording: 11/11/09 17:14:17 End recording: 11/11/09 17:34:18
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

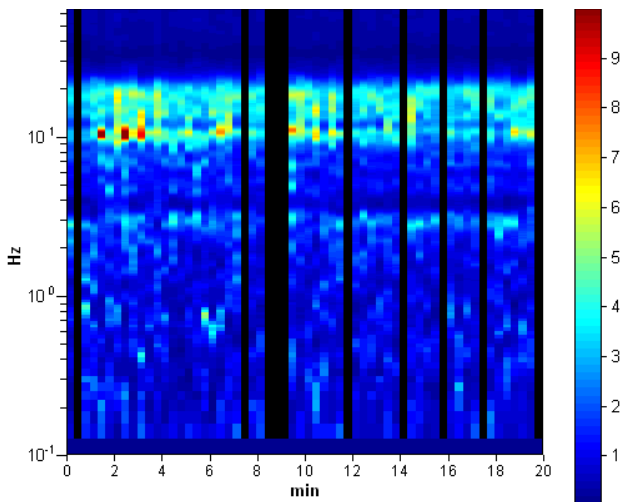
Trace length: 0h20'00". Analyzed 83% trace (manual window selection)
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

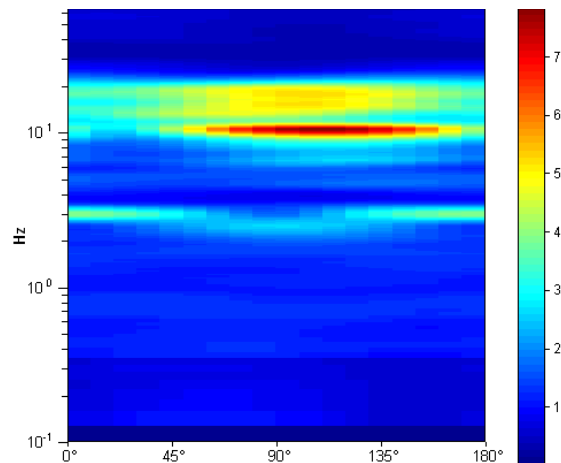
Max. H/V at 10.53 ± 0.53 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



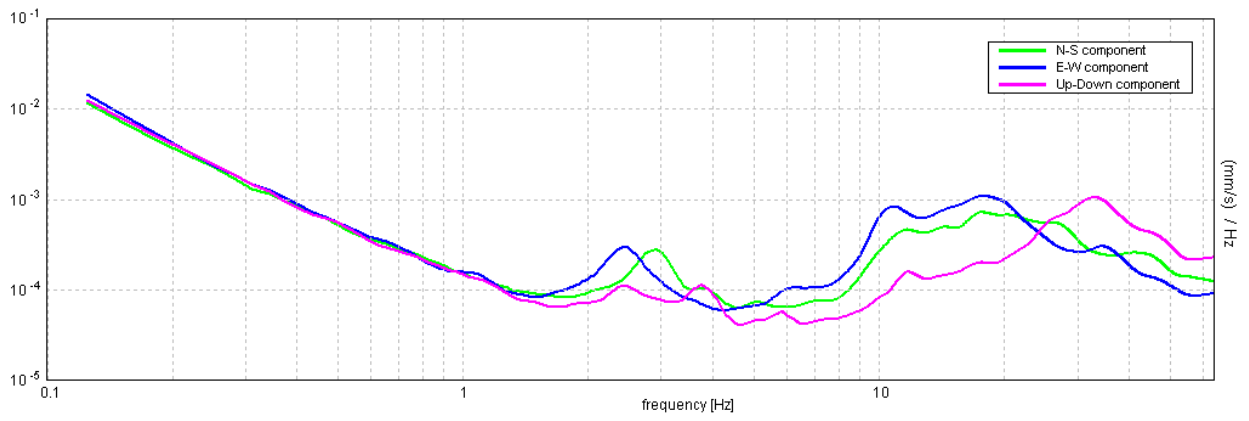
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

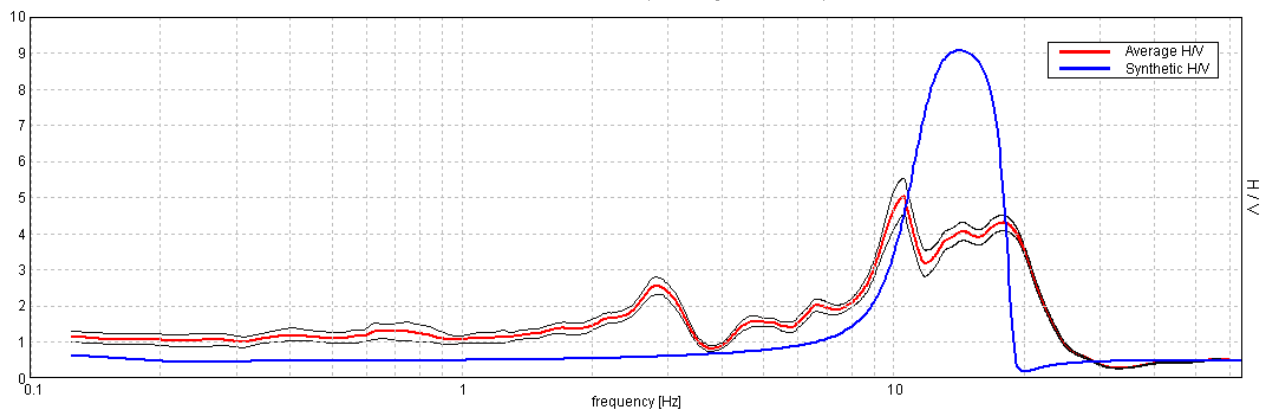


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 10.53 ± 0.53 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer

[m]

6.00

inf.

Thickness [m]

6.00

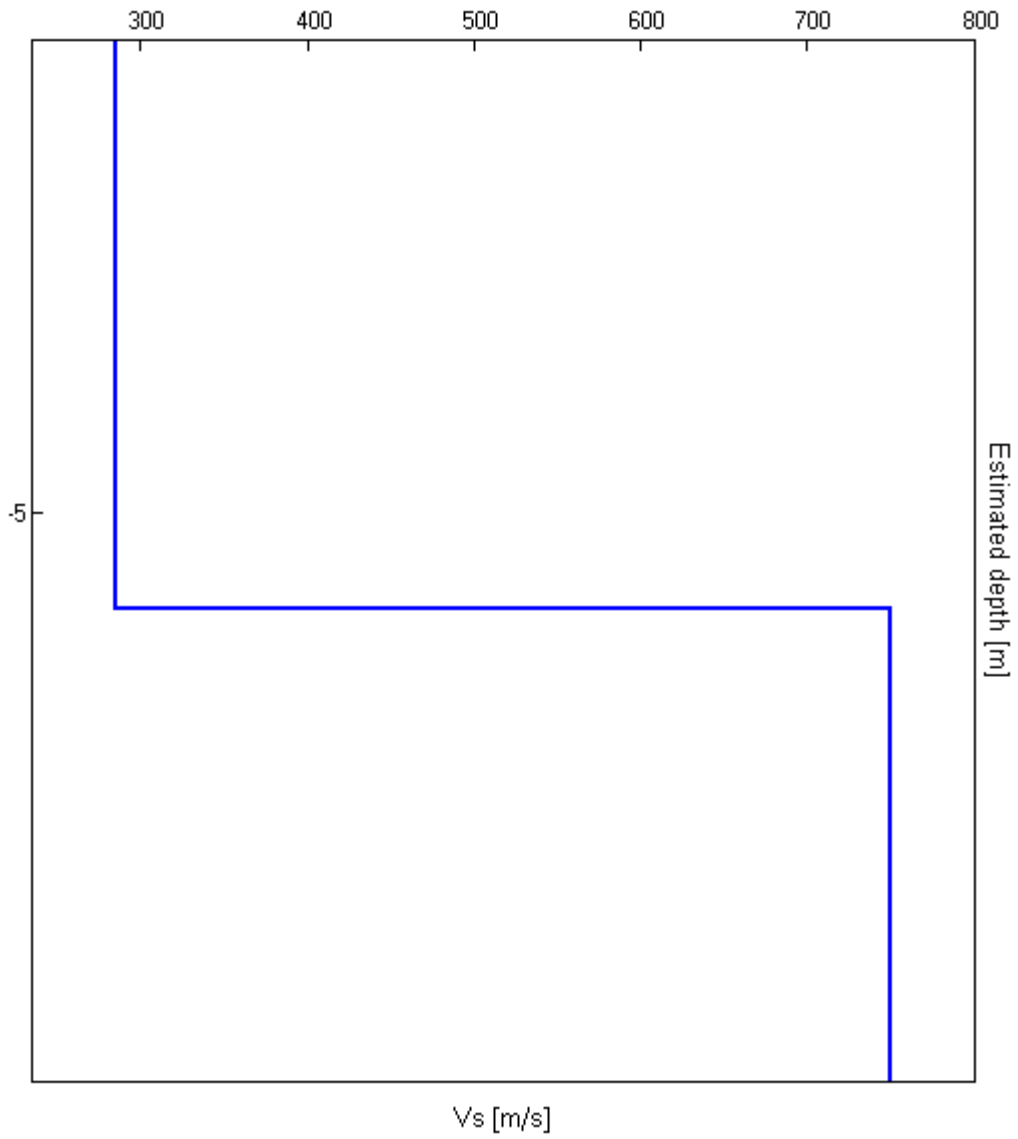
inf.

Vs [m/s]

285

750

Vs(0.0-30.0)=565m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 10.53 ± 0.53 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	10.53 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	10531.3 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 506 times	OK	
Criteria for a clear HVSR peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	8.563 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	21.438 Hz	OK	
$A_0 > 2$	5.03 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02483 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.26147 < 0.52656$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2458 < 1.58$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of log $A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

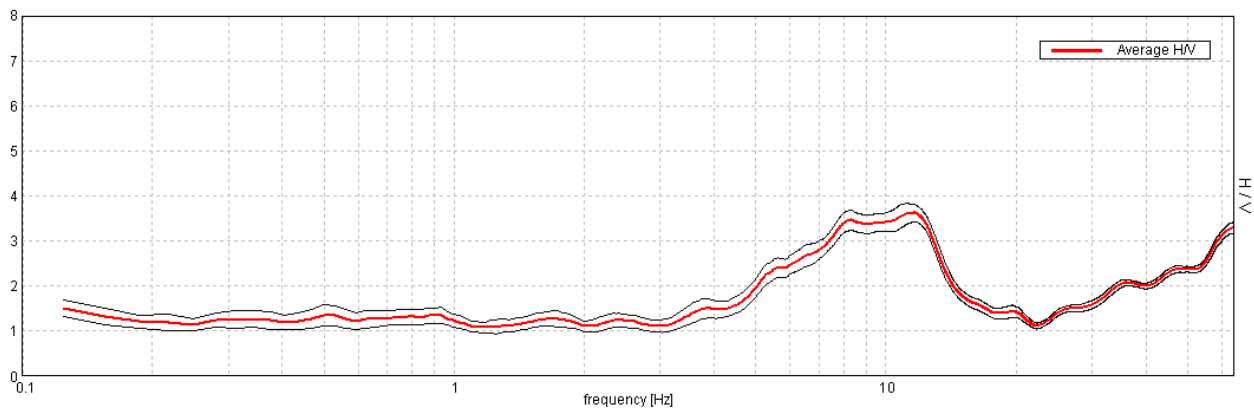
SSV5 – VIA MARCONI

Start recording: 12/11/09 09:07:52 End recording: 12/11/09 09:27:52
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

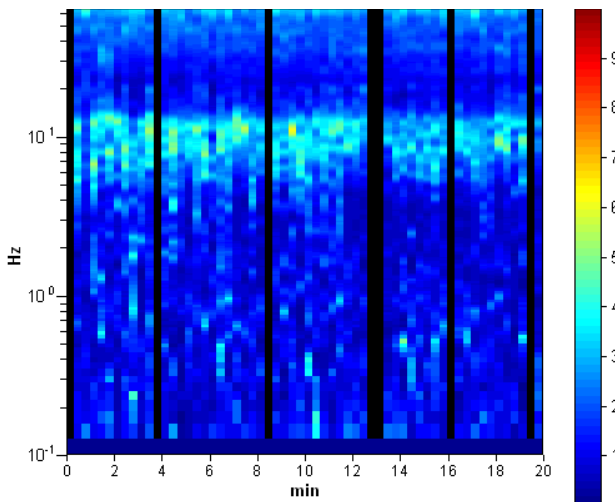
Trace length: 0h20'00". Analyzed 88% trace (manual window selection)
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

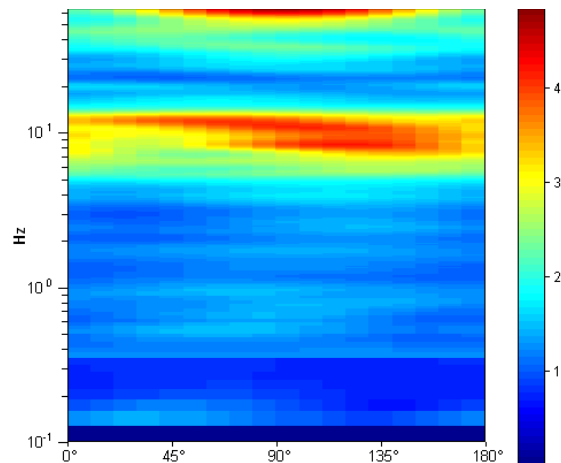
Max. H/V at 11.56 ± 1.93 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



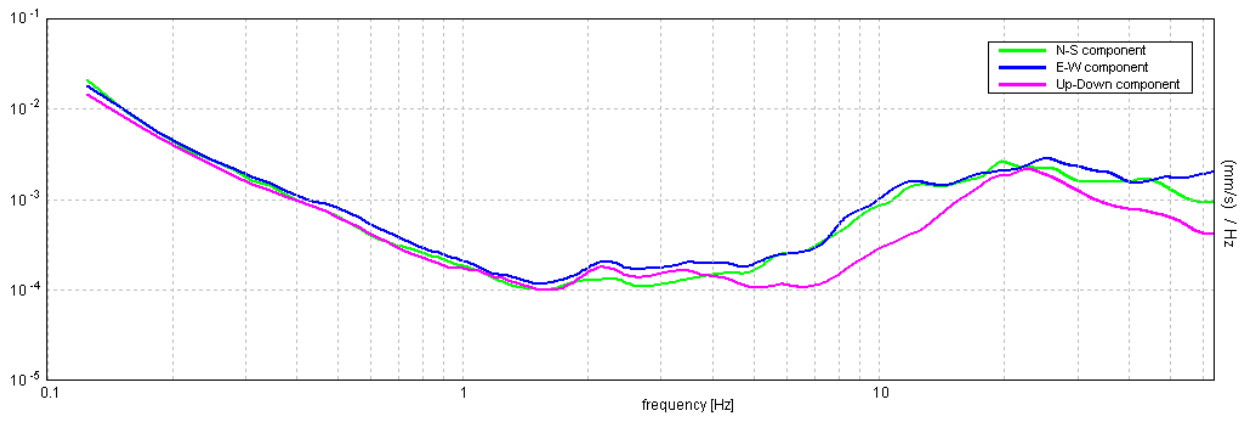
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

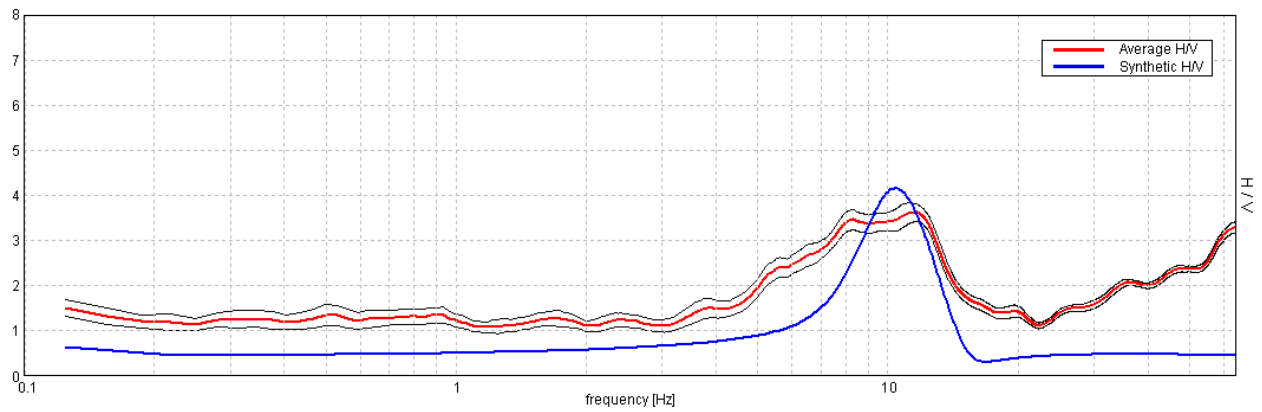


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 11.56 ± 1.93 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer

[m]

9.00

inf.

Thickness [m]

9.00

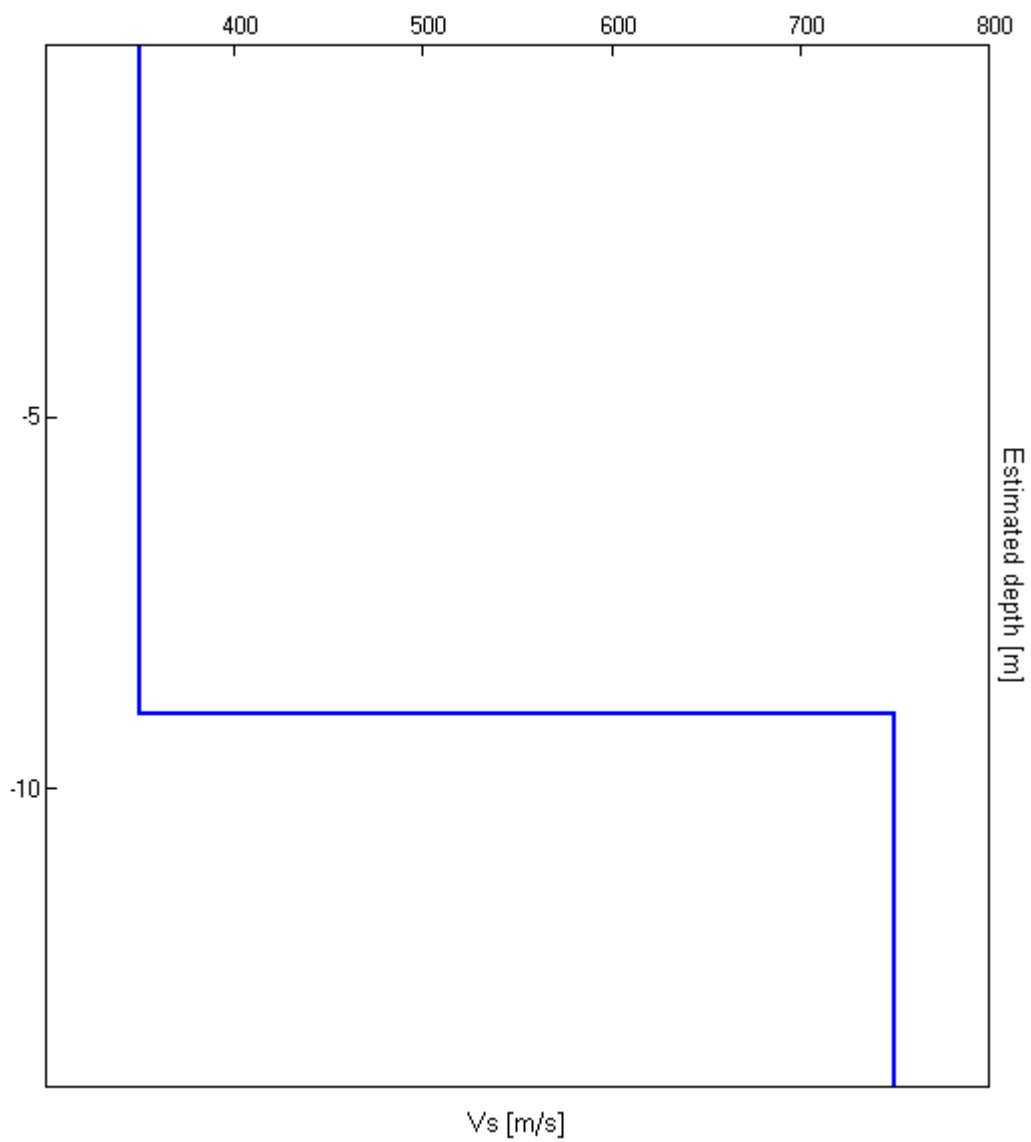
inf.

Vs [m/s]

350

750

Vs(0.0-30.0)=559m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 11.56 ± 1.93 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	11.56 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	12256.3 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 556 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	4.844 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	14.875 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.62 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.08248 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.95366 < 0.57813$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0974 < 1.58$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

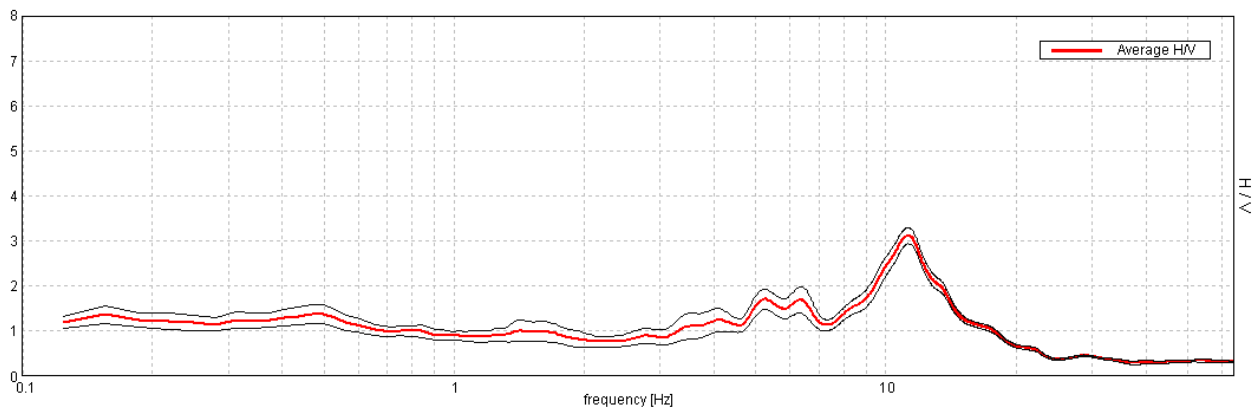
SSV6 – VIA CESARE BATTISTI

Start recording: 11/11/09 10:38:22 End recording: 11/11/09 10:58:23
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

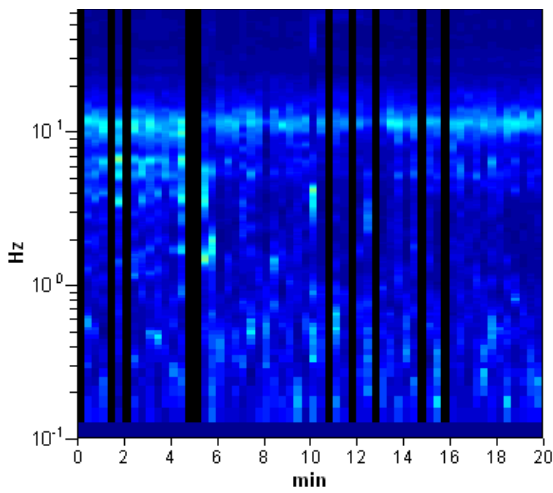
Trace length: 0h20'00". Analyzed 83% trace (manual window selection)
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

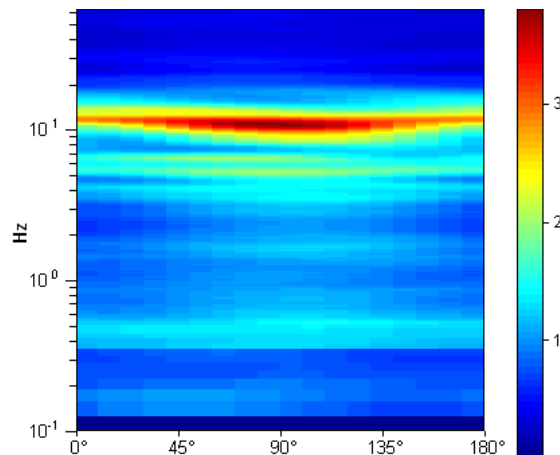
Max. H/V at $11,25 \pm 0,02$ Hz. (in the range 0,0 - 64,0 Hz).



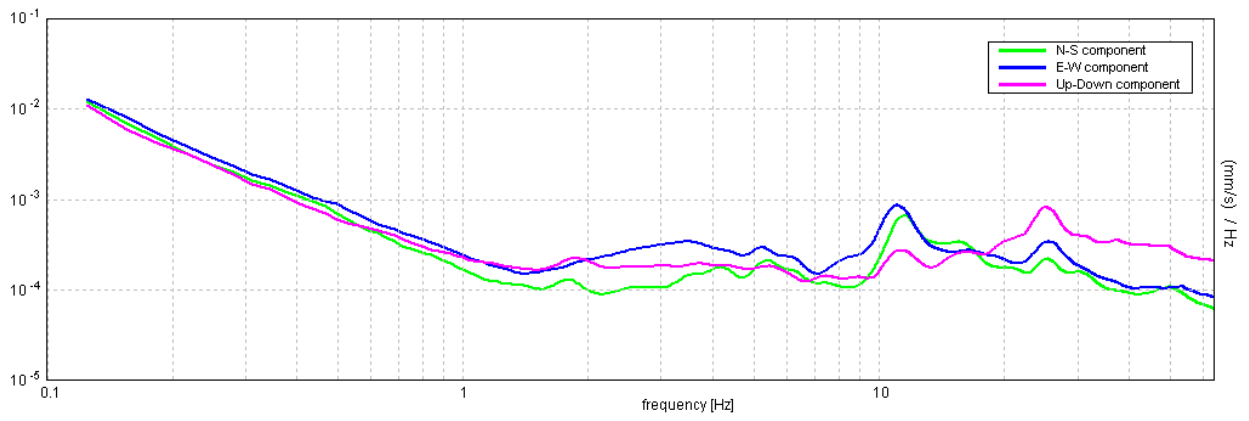
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

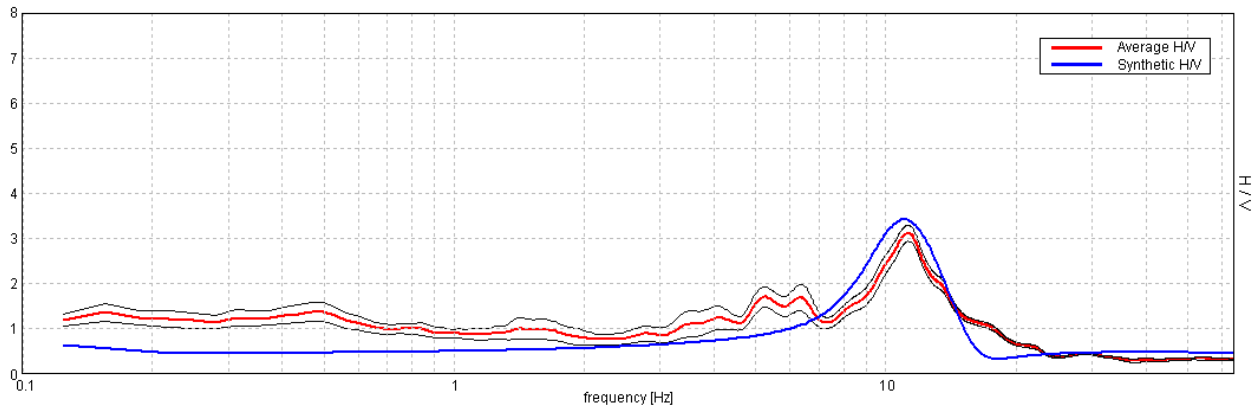


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 11,25 ± 0,02 Hz. (in the range 0,0 - 64,0 Hz).



Depth at the bottom of the layer

[m]
8.50
inf.

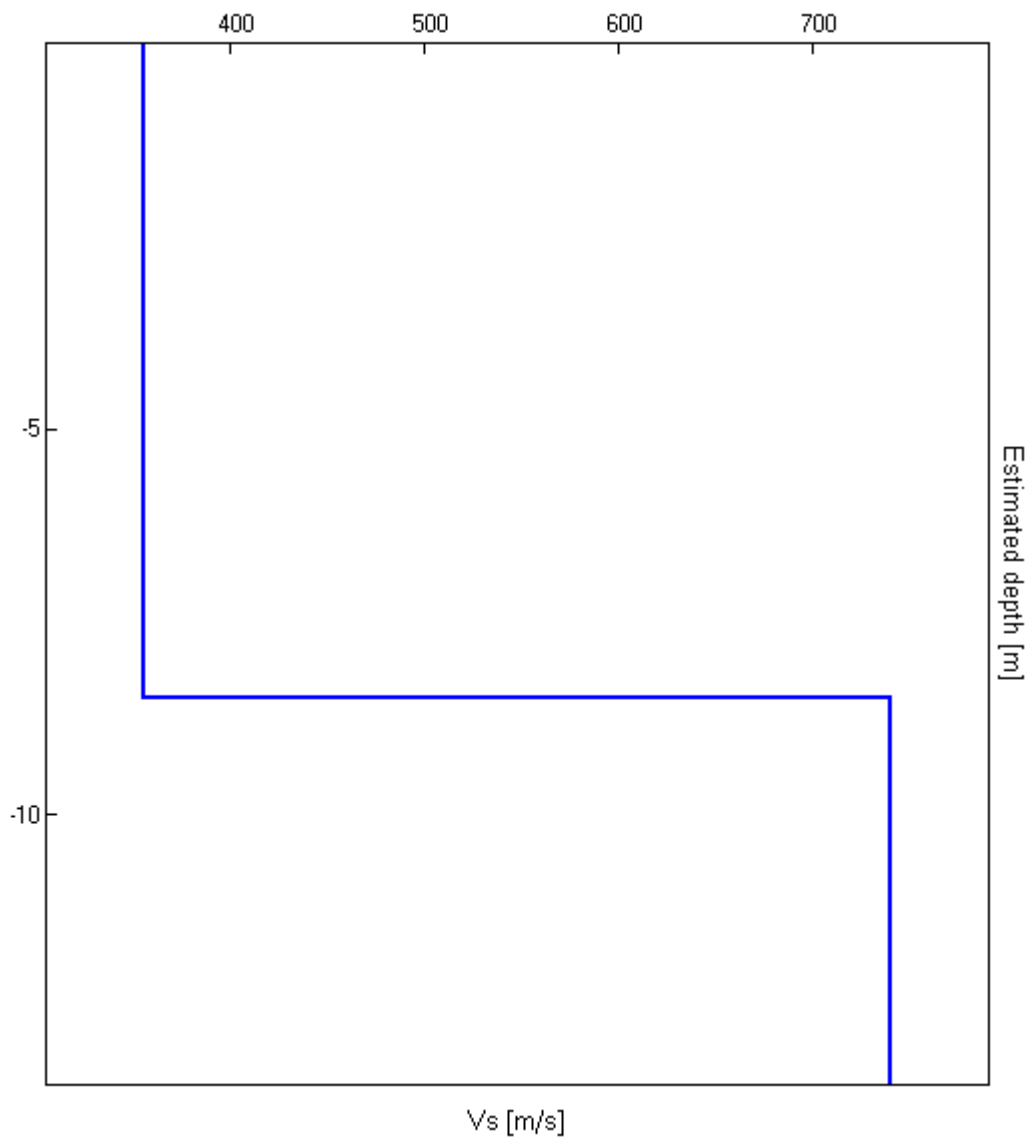
Thickness [m]

8.50
inf.

Vs [m/s]

355
740

Vs(0.0-30.0)=566m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 11,25 ± 0,02 Hz. (in the range 0,0 - 64,0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	11.25 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	11250.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 541 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	8.5 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	14.281 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.12 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00091 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.01025 < 0.5625$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0884 < 1.58$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

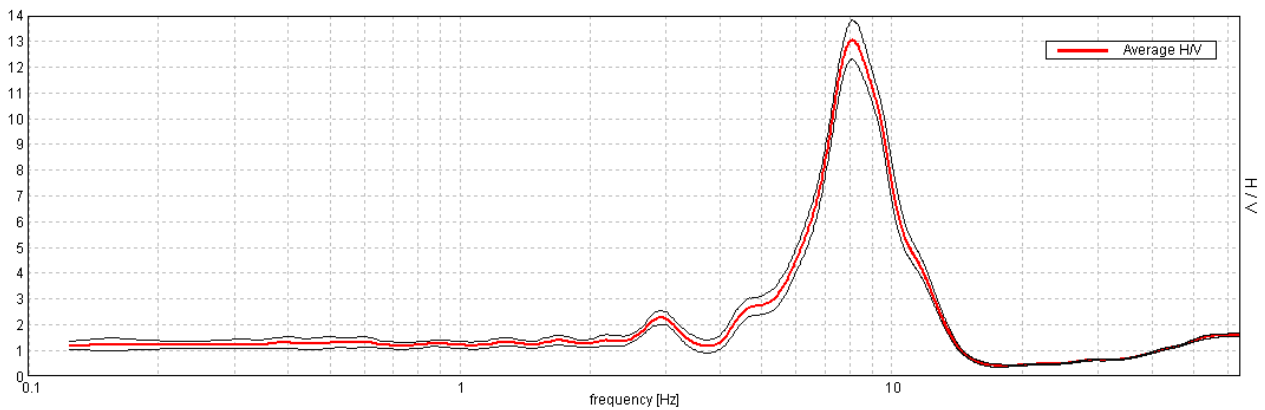
SSV7 – VIA G. VERDI

Start recording: 12/11/09 10:25:03 End recording: 12/11/09 10:45:04
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

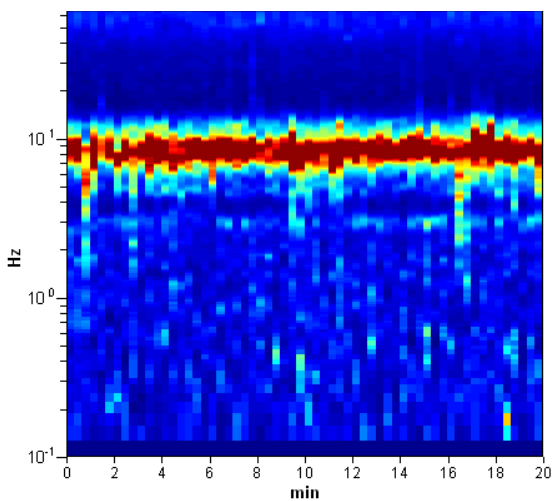
Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

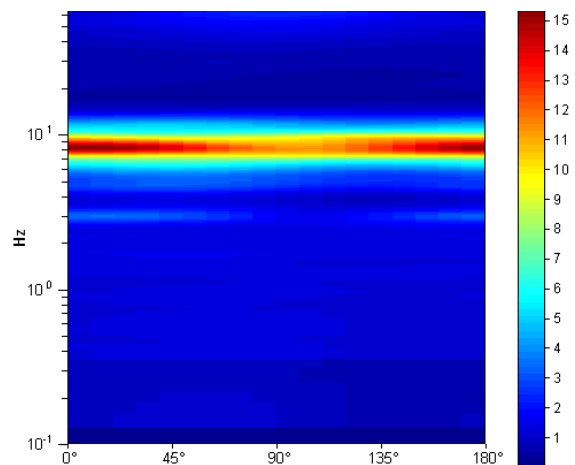
Max. H/V at 8.13 ± 0.02 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



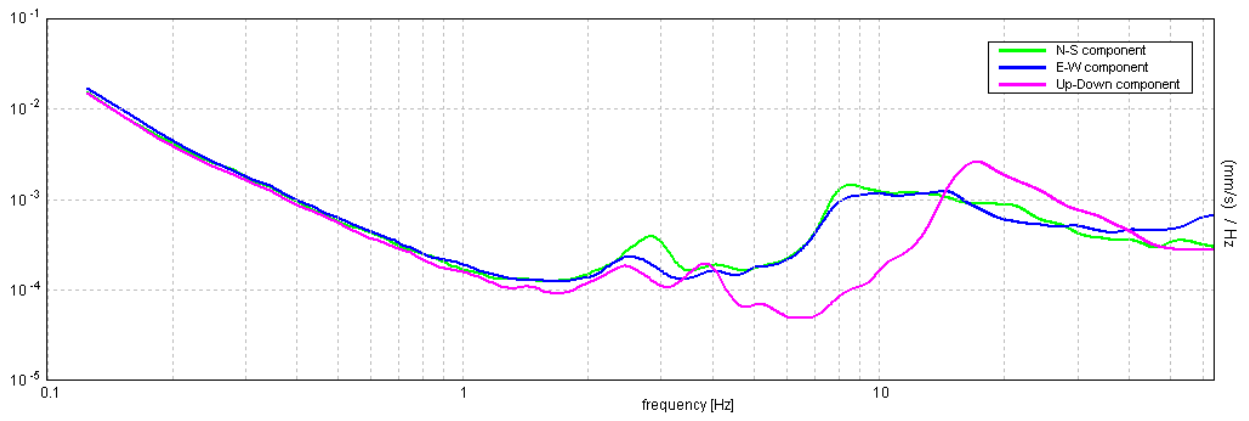
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

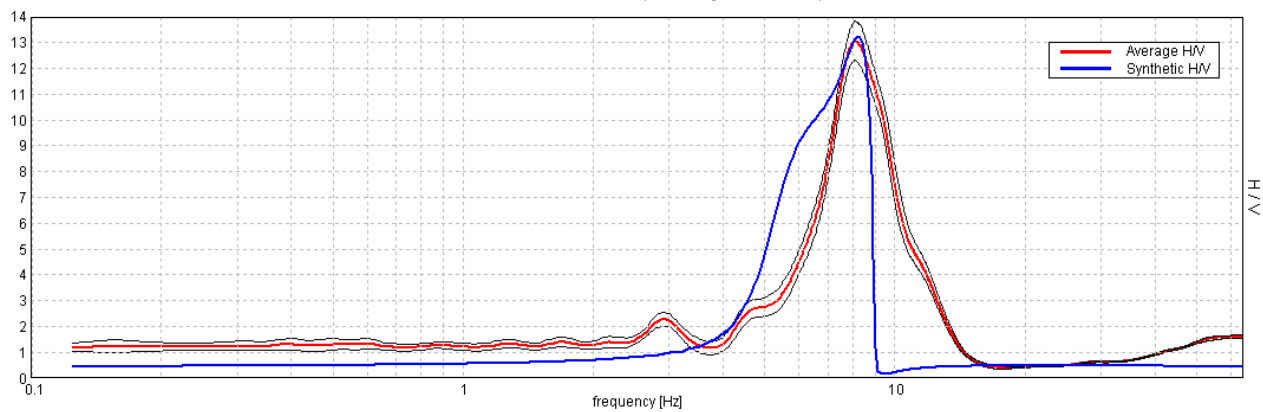


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 8.13 ± 0.02 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer

[m]

12.50

inf.

Thickness [m]

12.50

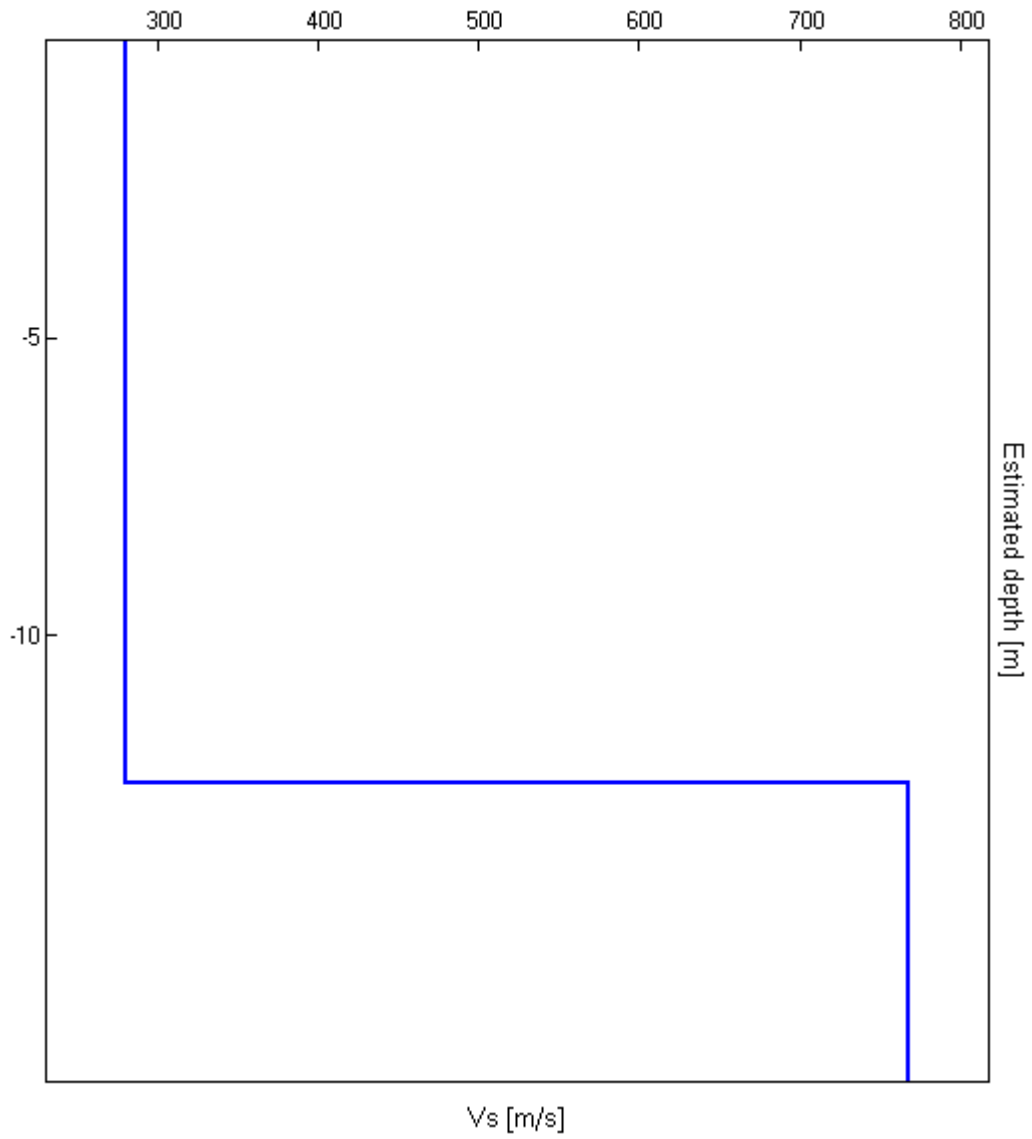
inf.

Vs [m/s]

281

767

Vs(0.0-30.0)=446m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 8.13 ± 0.02 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	8.13 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	9750.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 391 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	6.625 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	10.313 Hz	OK	
$A_0 > 2$	13.08 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00125 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.01019 < 0.40625$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3814 < 1.58$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

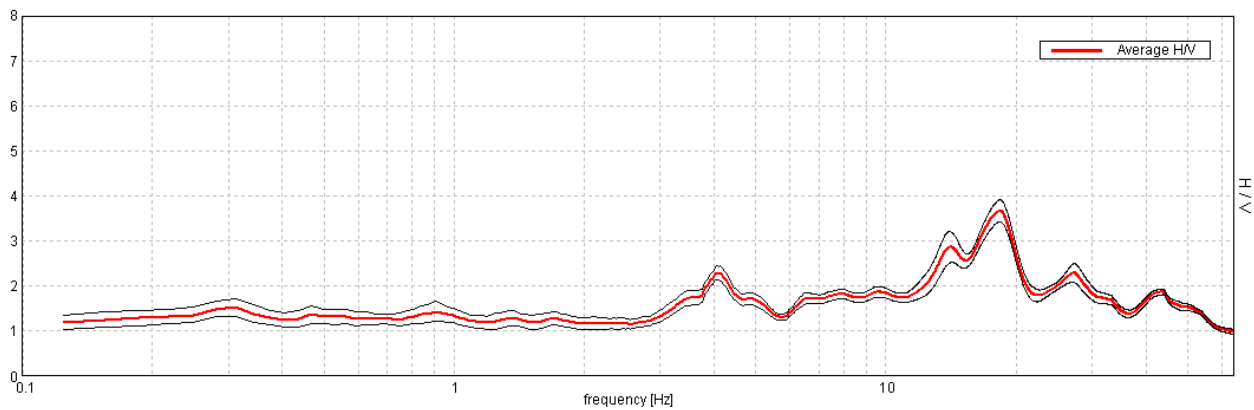
SSV 8 - OSPEDALE

Start recording: 12/11/09 09:51:08 End recording: 12/11/09 10:11:09
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

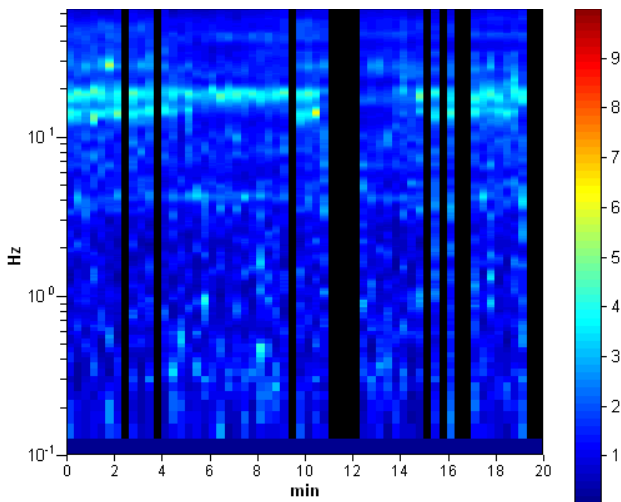
Trace length: 0h20'00". Analyzed 78% trace (manual window selection)
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

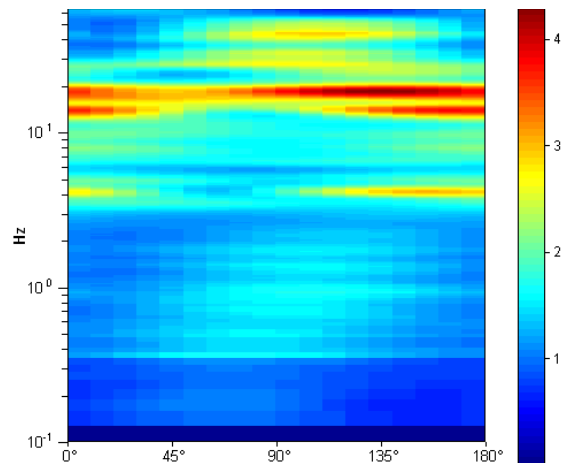
Max. H/V at 18.38 ± 0.05 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



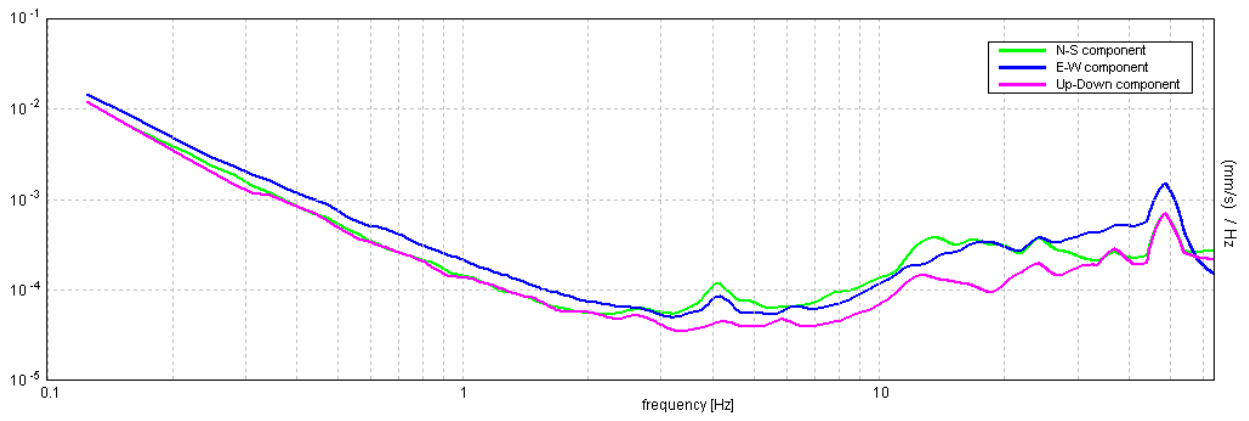
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

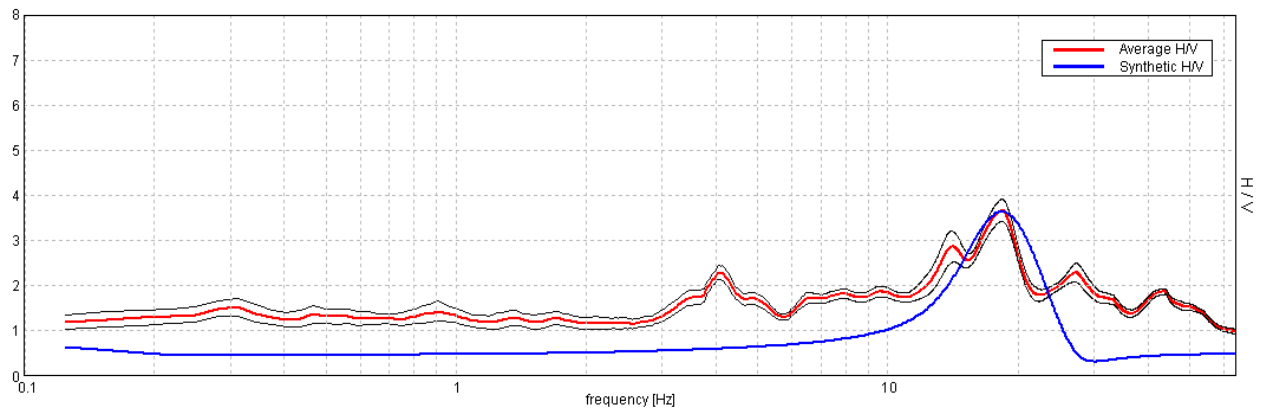


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 18.38 ± 0.05 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer

[m]
4.50
inf.

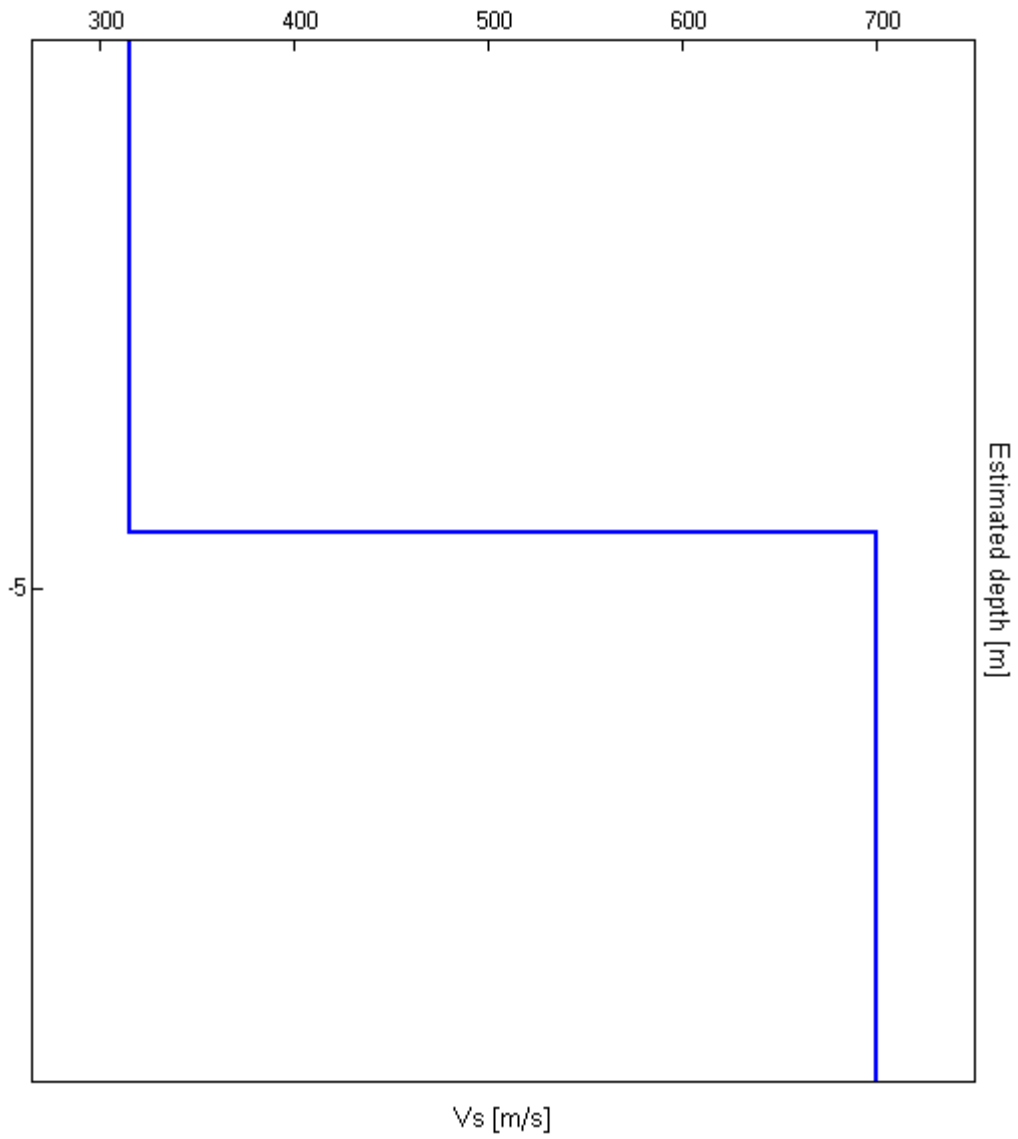
Thickness [m]

4.50
inf.

Vs [m/s]

315
700

Vs(0.0-30.0)=592m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 18.38 ± 0.05 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	18.38 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	17272.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 883 times	OK	
Criteria for a clear HVSR peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	11.625 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	21.813 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.67 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00134 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.02457 < 0.91875$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1192 < 1.58$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

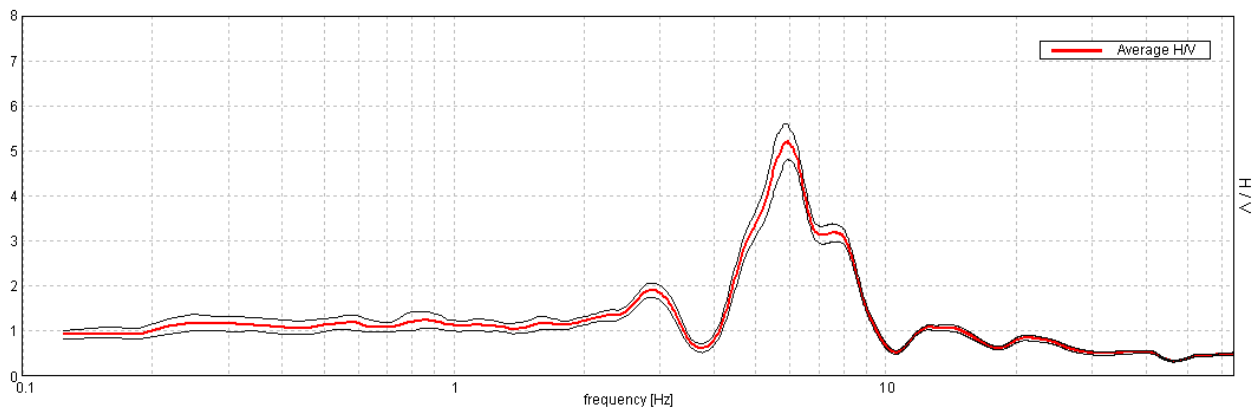
SSV9 – VIA GRUPPO CERETE

Start recording: 11/11/09 19:04:13 End recording: 11/11/09 19:24:14
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

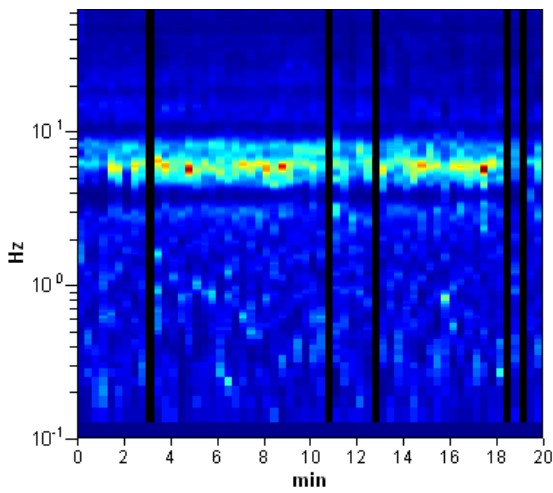
Trace length: 0h20'00". Analyzed 92% trace (manual window selection)
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

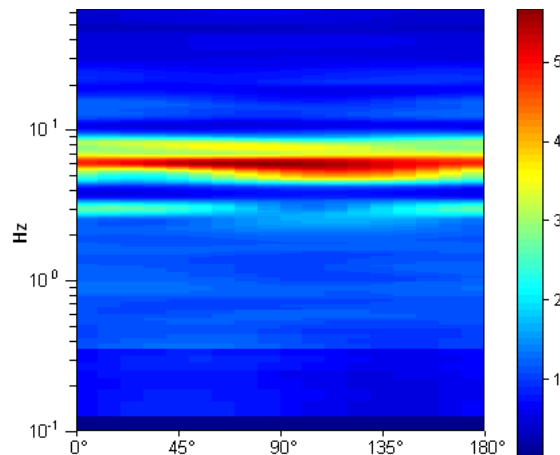
Max. H/V at $5,91 \pm 0,02$ Hz. (in the range 0,0 - 64,0 Hz).



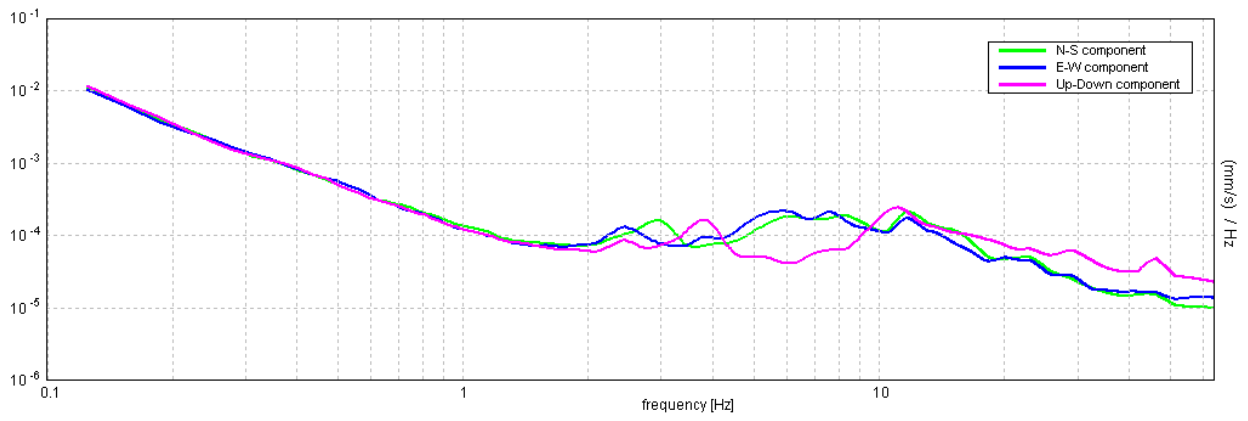
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

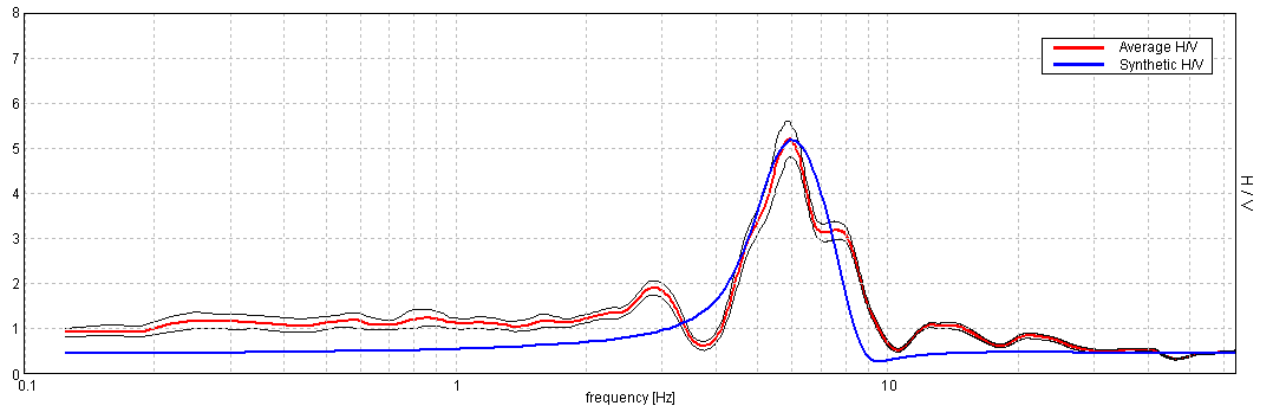


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at $5,91 \pm 0,02$ Hz. (in the range 0,0 - 64,0 Hz).



Depth at the bottom of the layer

[m]
13.50
inf.

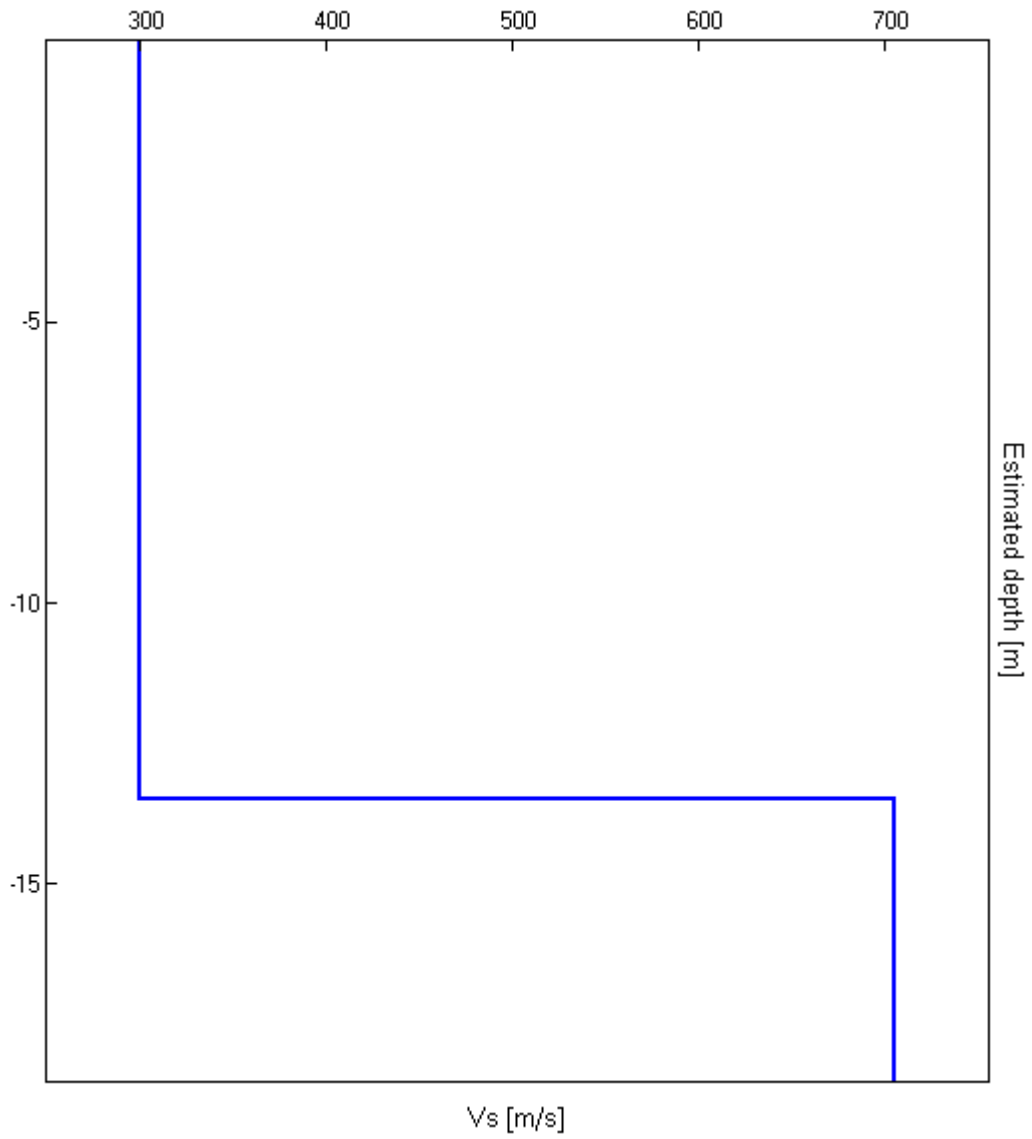
Thickness [m]

13.50
inf.

Vs [m/s]

300
705

Vs(0.0-30.0)=439m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. Please read carefully the Grilla manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 5,91 ± 0,02 Hz. (in the range 0,0 - 64,0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	5.91 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	6496.9 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 284 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	4.594 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	8.406 Hz	OK	
$A_0 > 2$	5.20 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00203 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.01201 < 0.29531	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1978 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of log $A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

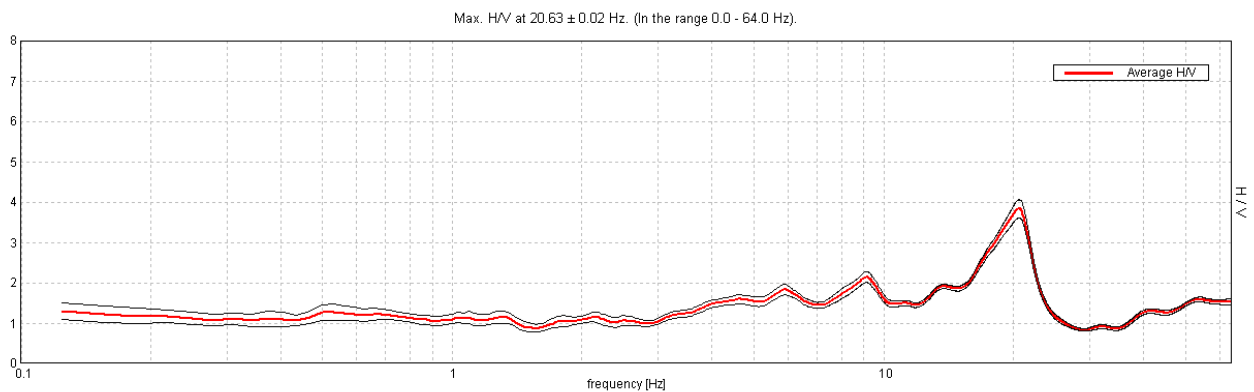
Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SSV10 – VIA EUROPA

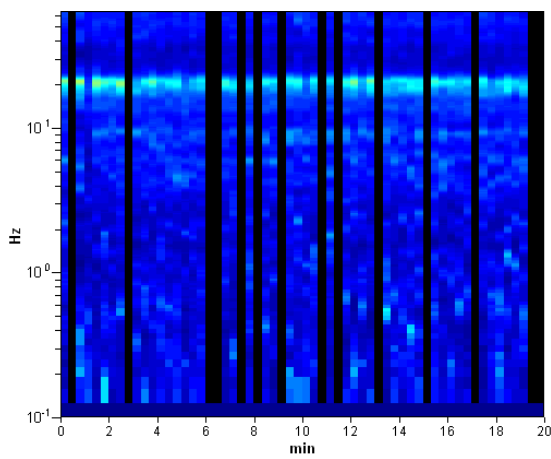
Start recording: 11/11/09 11:08:35 End recording: 11/11/09 11:28:36
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 77% trace (manual window selection)
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

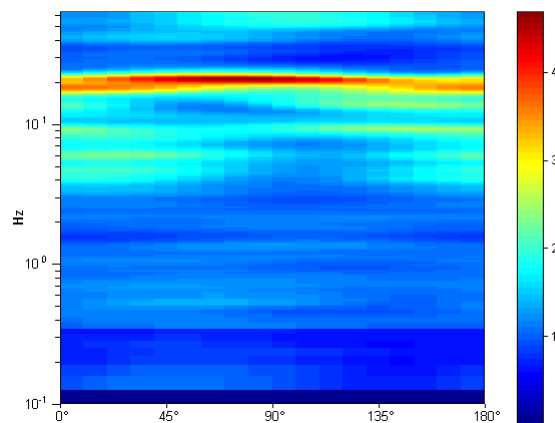
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



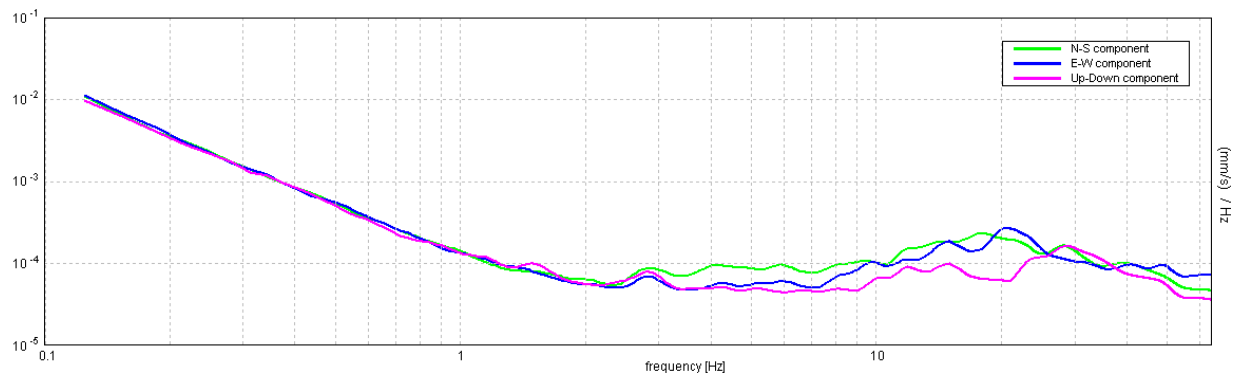
H/V TIME HISTORY



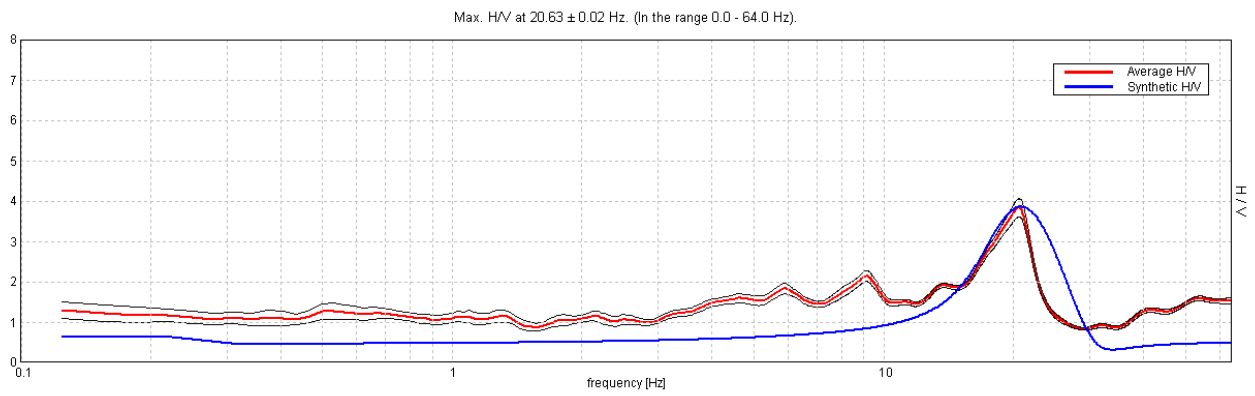
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

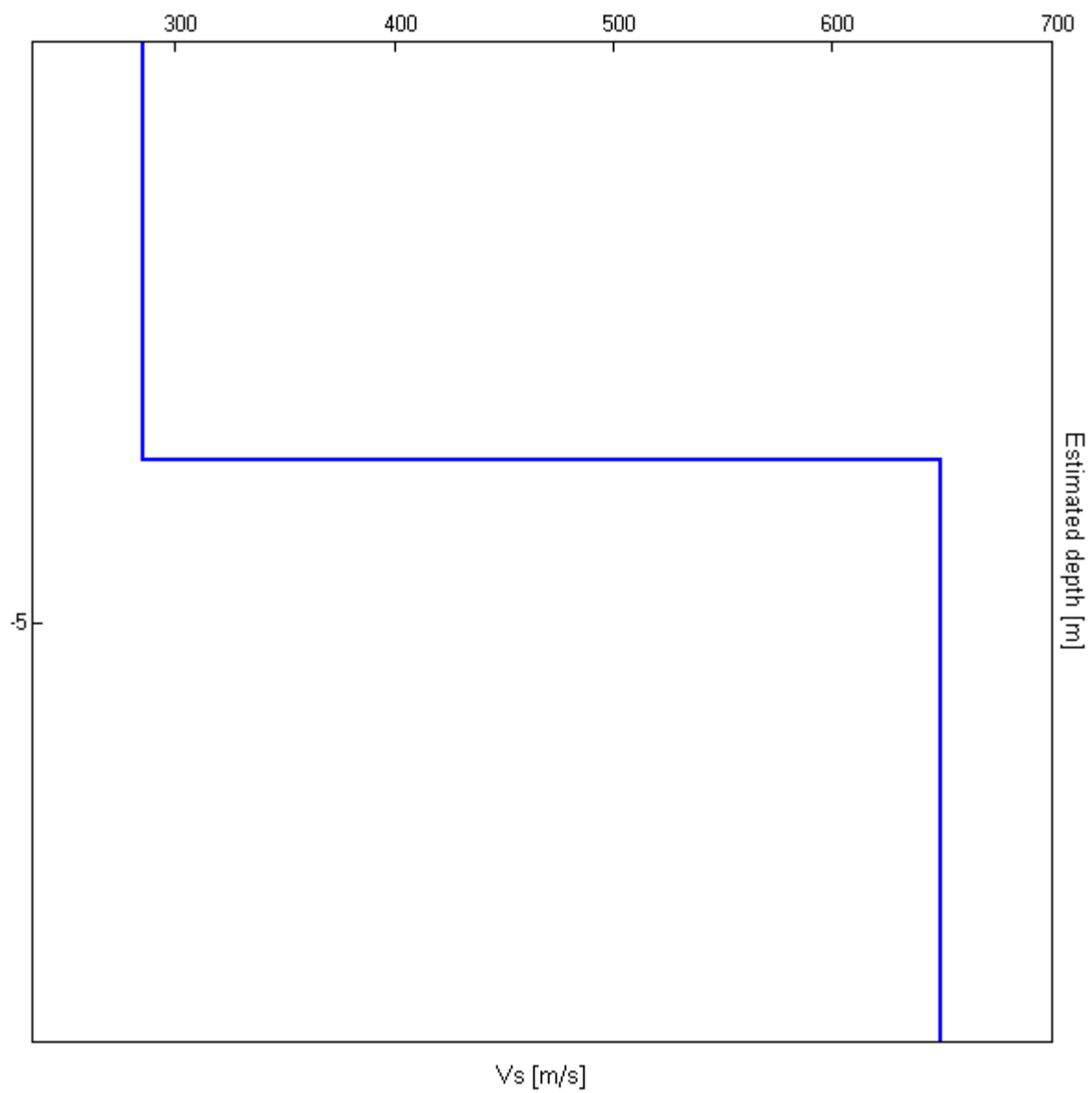


Depth at the bottom of the layer
[m]
3.60
inf.

Thickness [m]
3.60
inf.

Vs [m/s]
285
650

Vs(0.0-30.0)=563m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 20.63 ± 0.02 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	20.63 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	18975.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 991 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	15.406 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	22.906 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.83 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00045 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.00927 < 1.03125	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1111 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

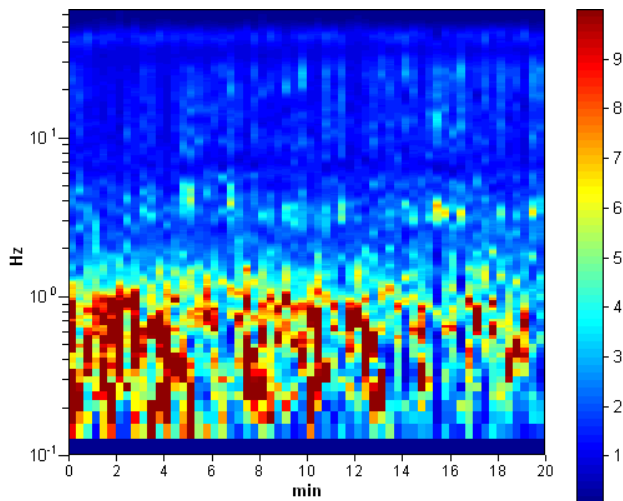
SSV11 – SAN ROCCO 1

Start recording: 11/11/09 15:57:57 End recording: 11/11/09 16:17:58
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

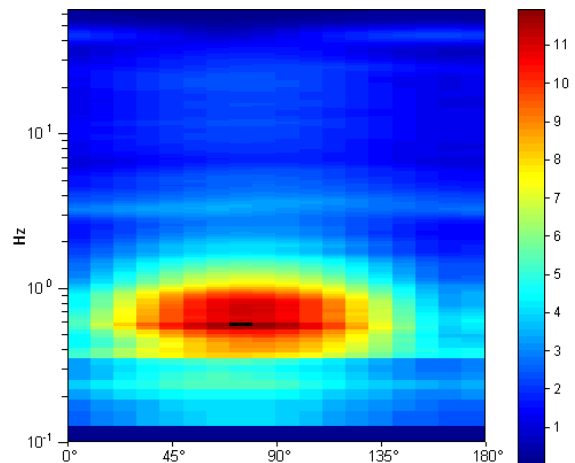
Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

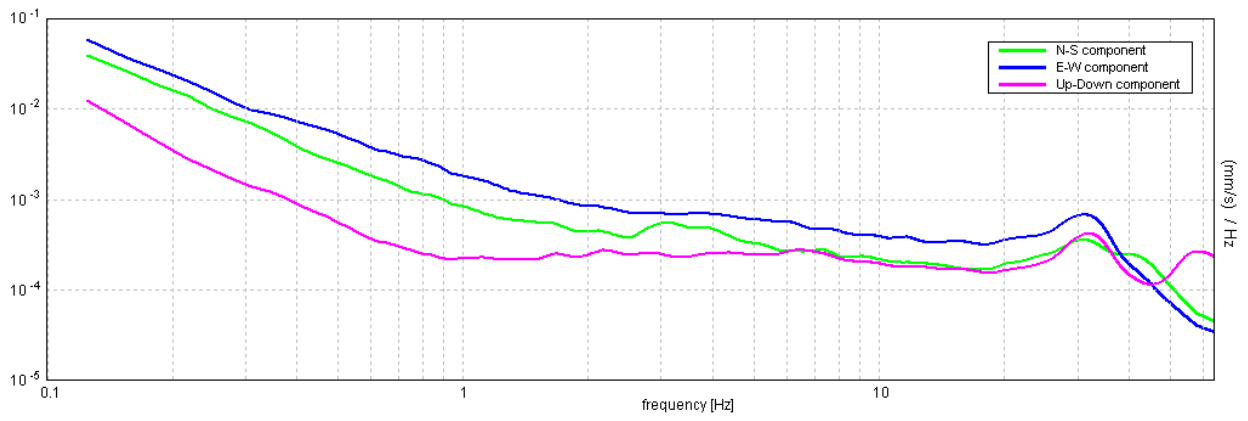
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



[According to the Sesame, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 0.56 ± 0.01 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.56 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$675.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 28 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.281 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$8.26 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00532 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.00299 < 0.08438$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.0739 < 2.0$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

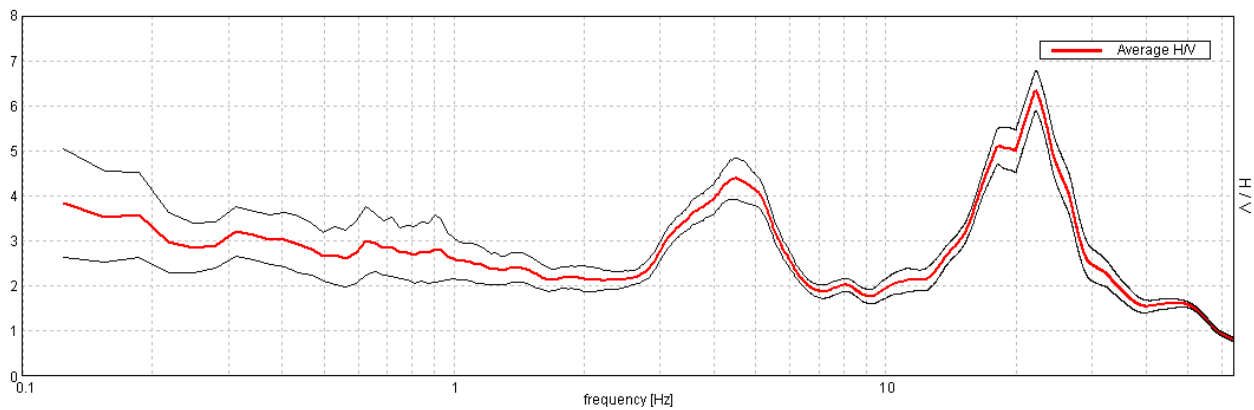
SSV12 – SAN ROCCO 2

Start recording: 11/11/09 16:29:04 End recording: 11/11/09 16:49:05
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

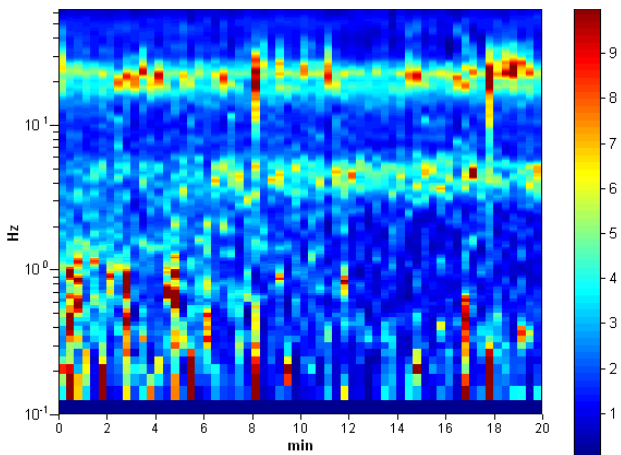
Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

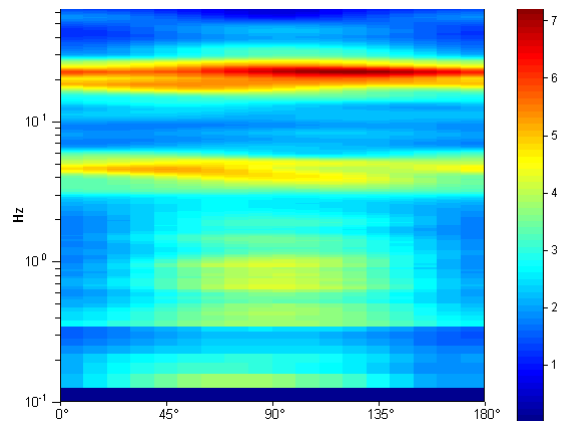
Max. H/V at 22.19 ± 2.42 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



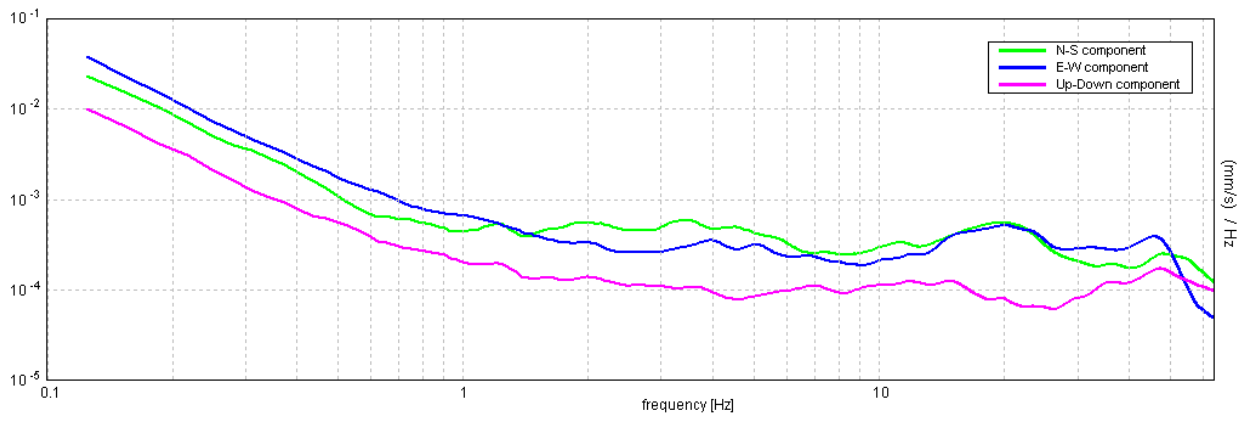
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

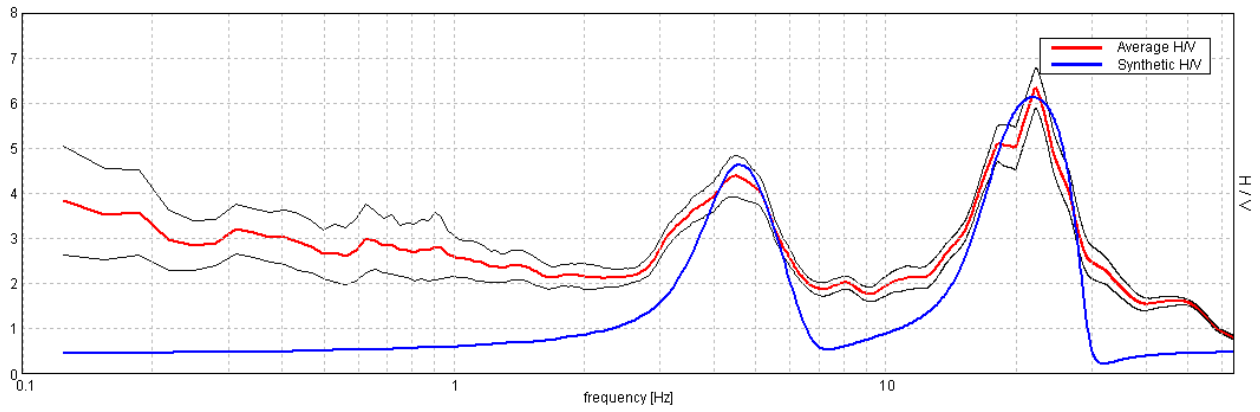


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 22.19 ± 2.42 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer

[m]

1.70

21.20

inf.

Thickness [m]

1.70

19.50

inf.

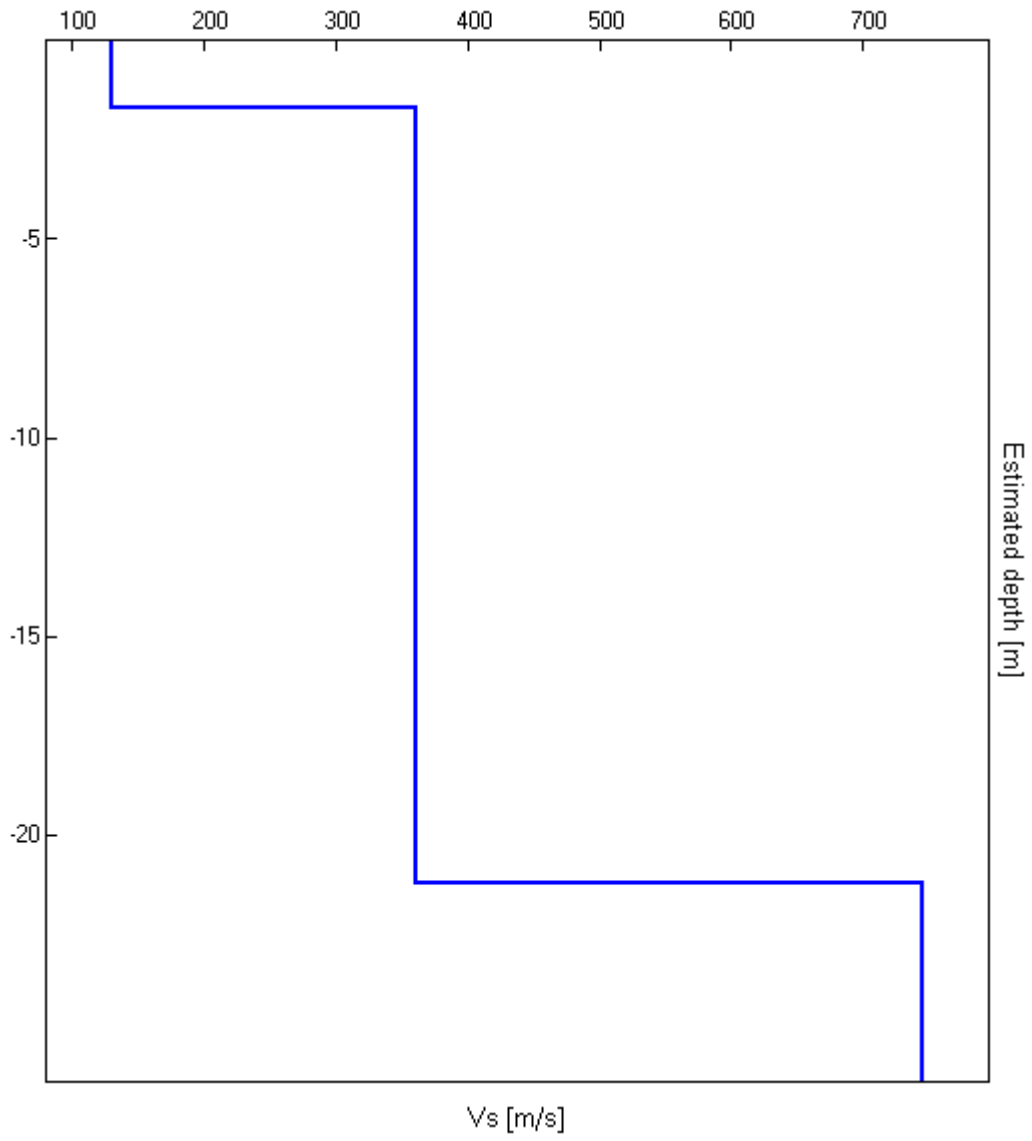
Vs [m/s]

130

360

745

Vs(0.0-30.0)=379m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 22.19 ± 2.42 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	22.19 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	26625.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1066 times	OK	
Criteria for a clear HVSR peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	15.219 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	27.906 Hz	OK	
$A_0 > 2$	6.35 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.05405 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.19929 < 1.10938		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2219 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

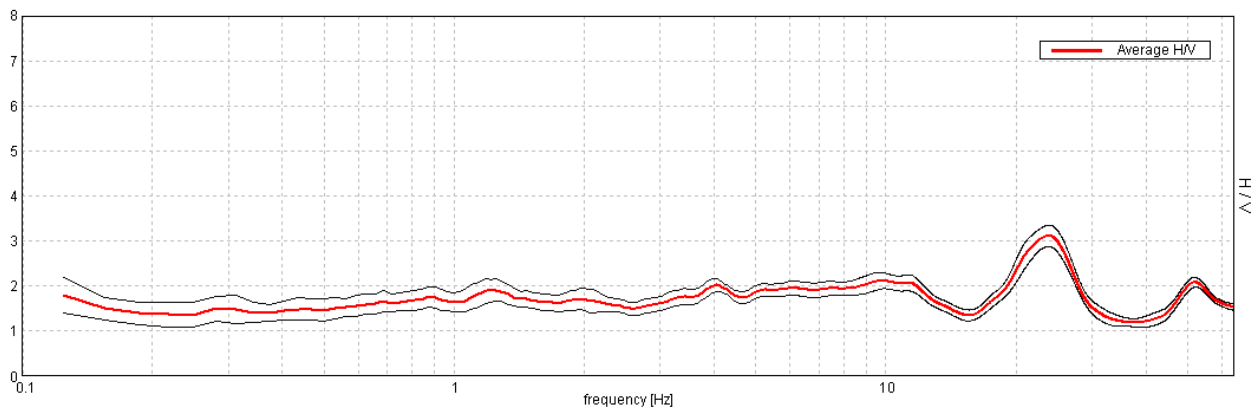
SSV13 - MASSERINI 1

Start recording: 11/11/09 15:16:14 End recording: 11/11/09 15:36:15
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

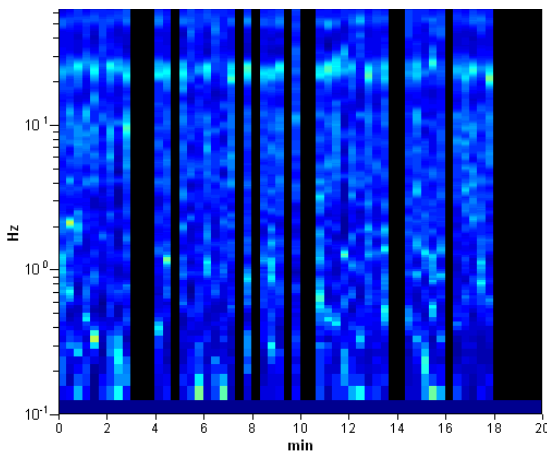
Trace length: 0h20'00". Analyzed 70% trace (manual window selection)
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

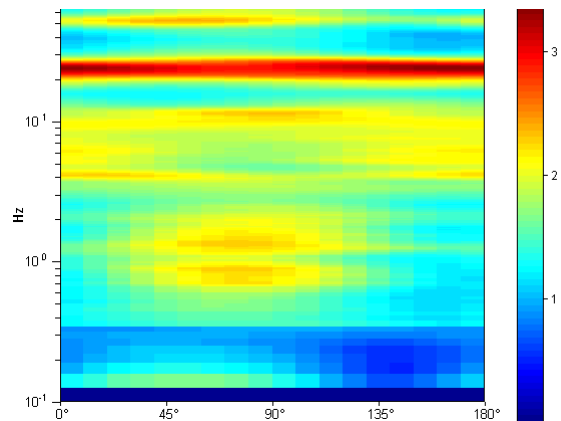
Max. H/V at 23.75 ± 2.14 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



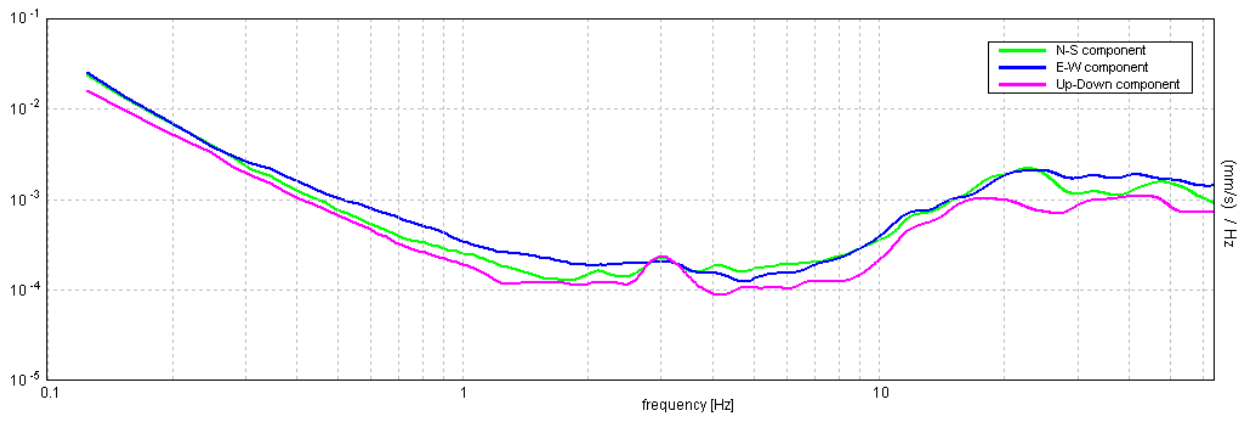
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

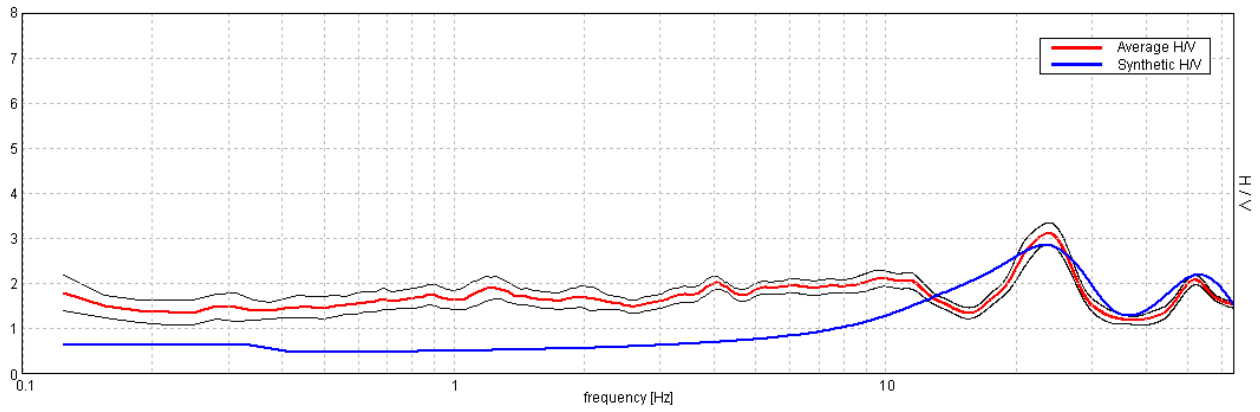


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 23.75 ± 2.14 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer

[m]

0.65

3.45

12.45

inf.

Thickness [m]

0.65

2.80

9.00

inf.

Vs [m/s]

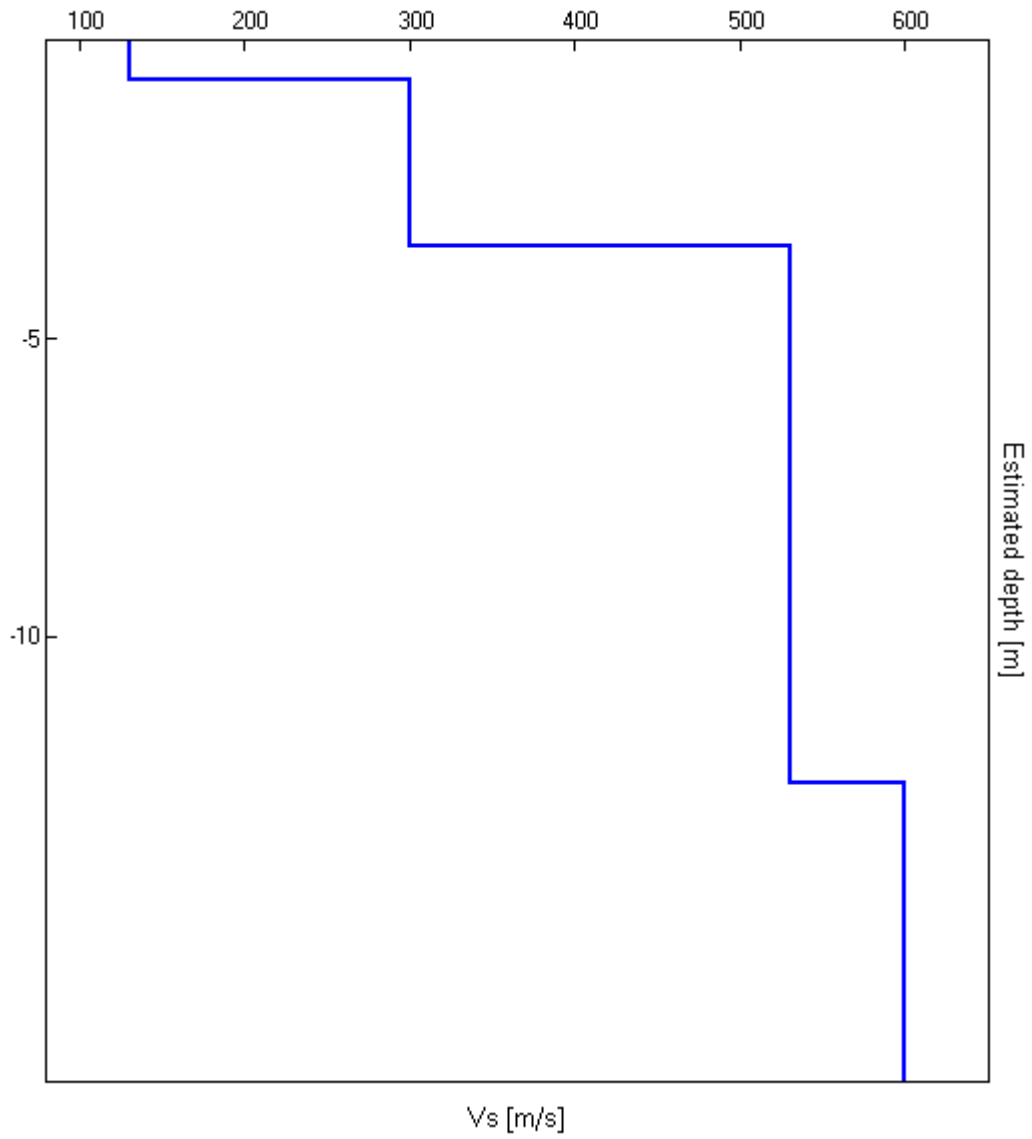
130

300

530

600

Vs(0.0-30.0)=495m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. Please read carefully the Grilla manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 23.75 ± 2.14 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	23.75 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	19950.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1141 times	OK	
Criteria for a clear HVSR peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	17.063 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	29.813 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.12 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04398 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.04451 < 1.1875	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1161 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

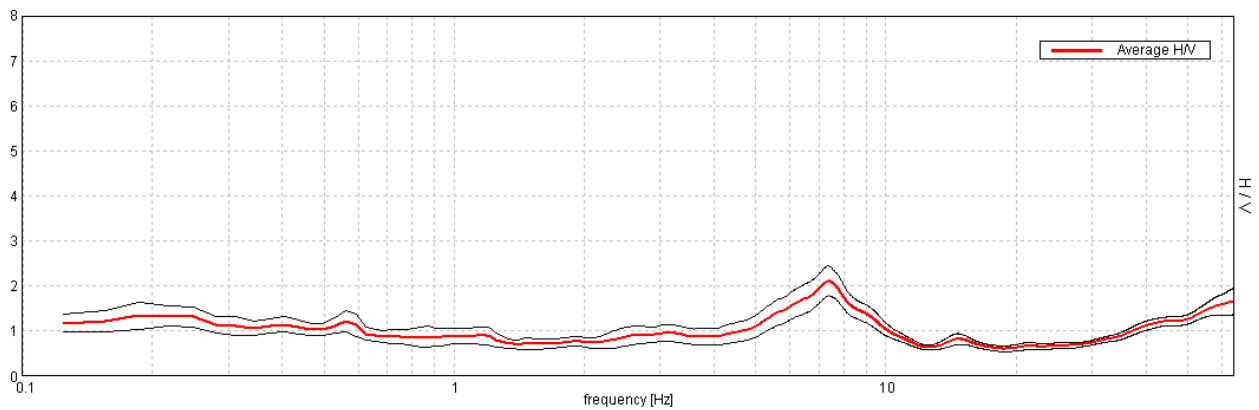
SSV14 – MASSERINI 2

Start recording: 11/11/09 12:01:11 End recording: 11/11/09 12:21:12
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

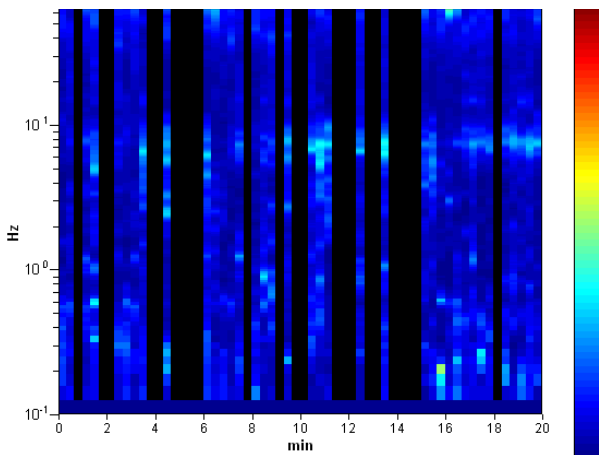
Trace length: 0h20'00". Analyzed 62% trace (manual window selection)
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

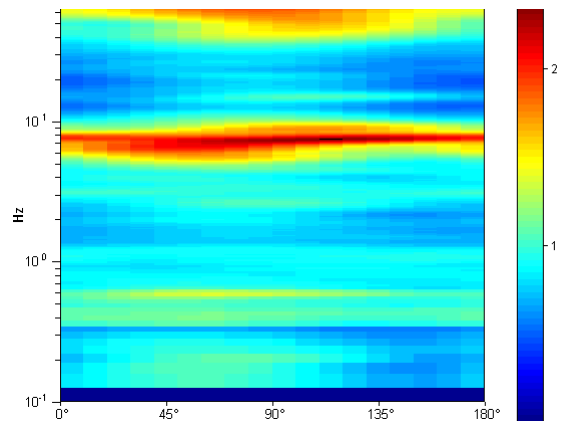
Max. H/V at 7.38 ± 10.49 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



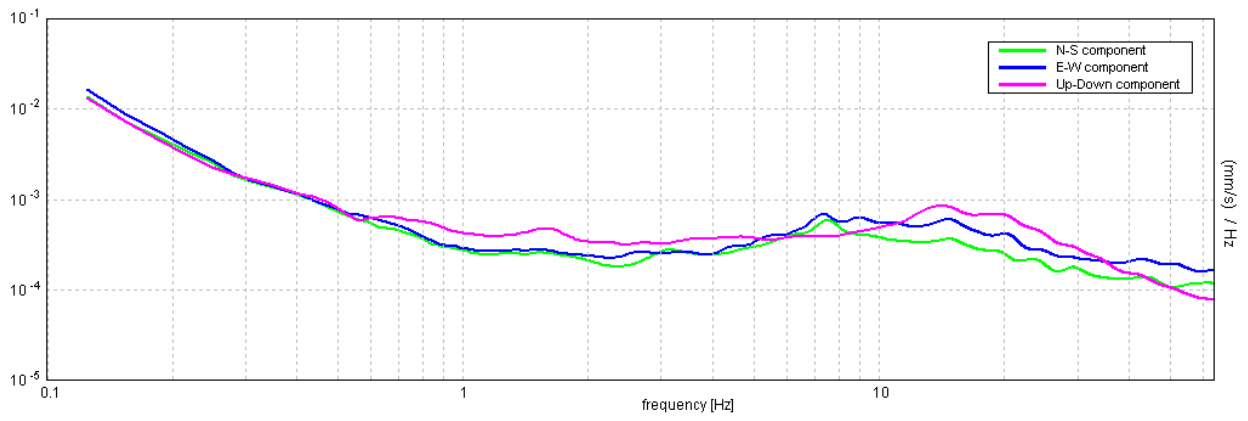
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

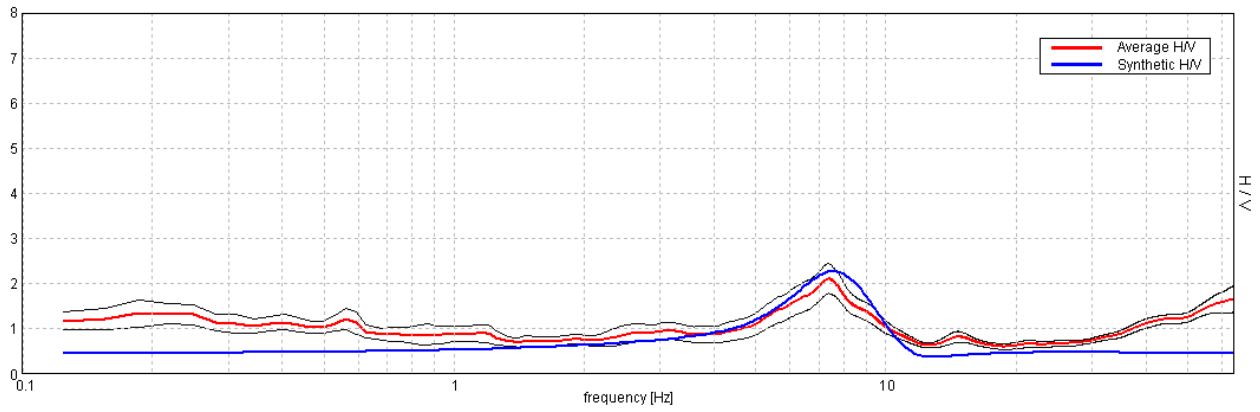


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 7.38 ± 10.49 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer

[m]
12.00
inf.

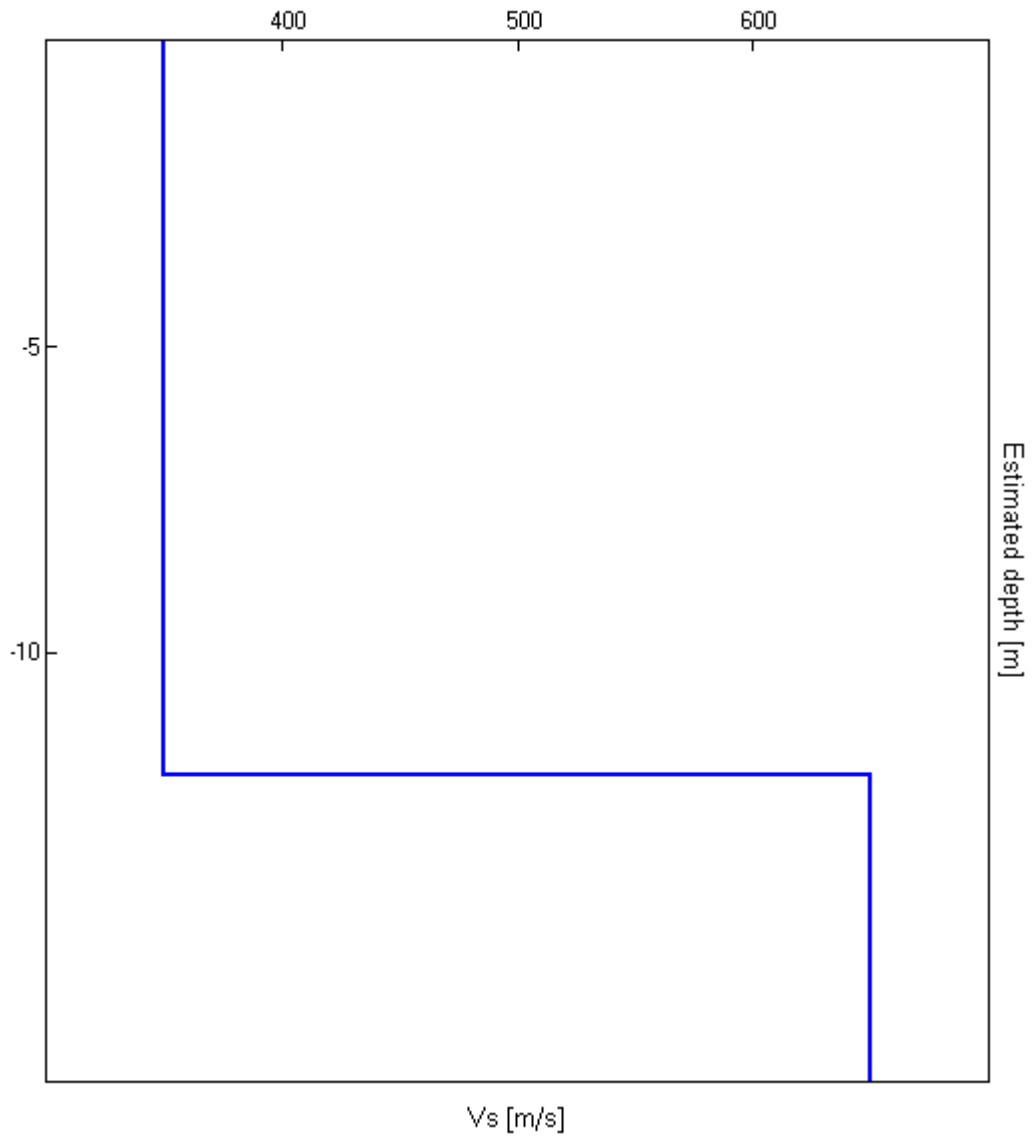
Thickness [m]

12.00
inf.

Vs [m/s]

350
650

Vs(0.0-30.0)=484m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 7.38 ± 10.49 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	7.38 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	5457.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 355 times	OK	
Criteria for a clear HVSR peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	4.844 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	9.969 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.11 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.69151 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	5.09989 < 0.36875		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1605 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

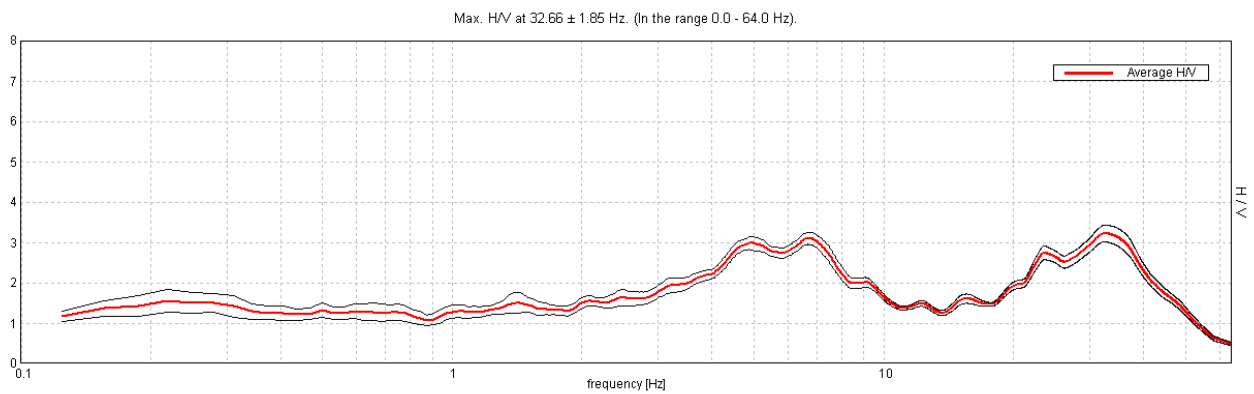
Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SSV15 - MOZZO

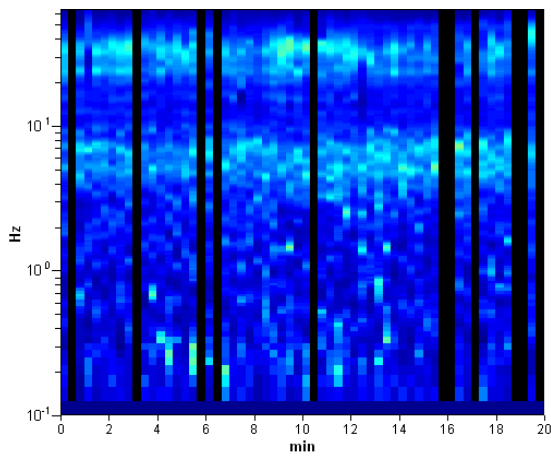
Start recording: 11/11/09 12:45:06 End recording: 11/11/09 13:05:07
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 82% trace (manual window selection)
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

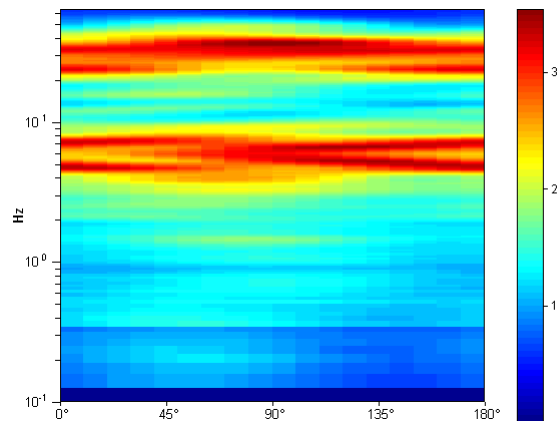
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



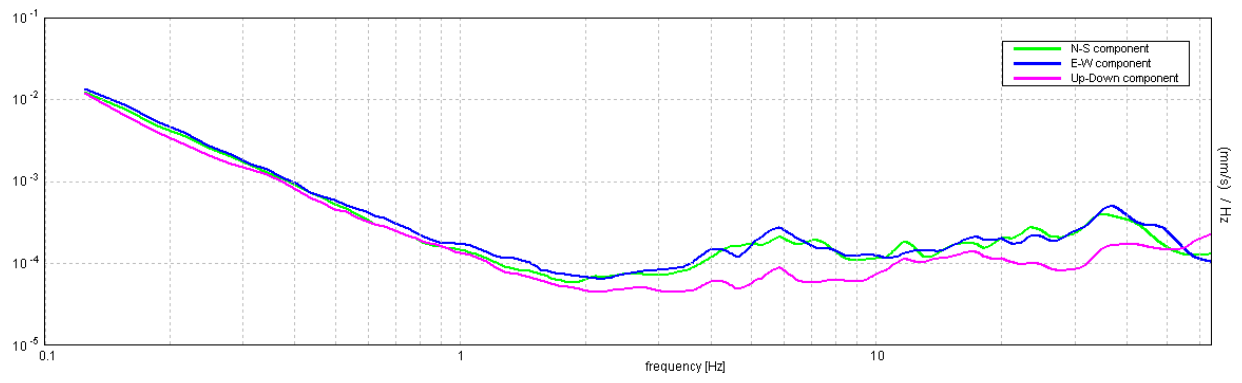
H/V TIME HISTORY



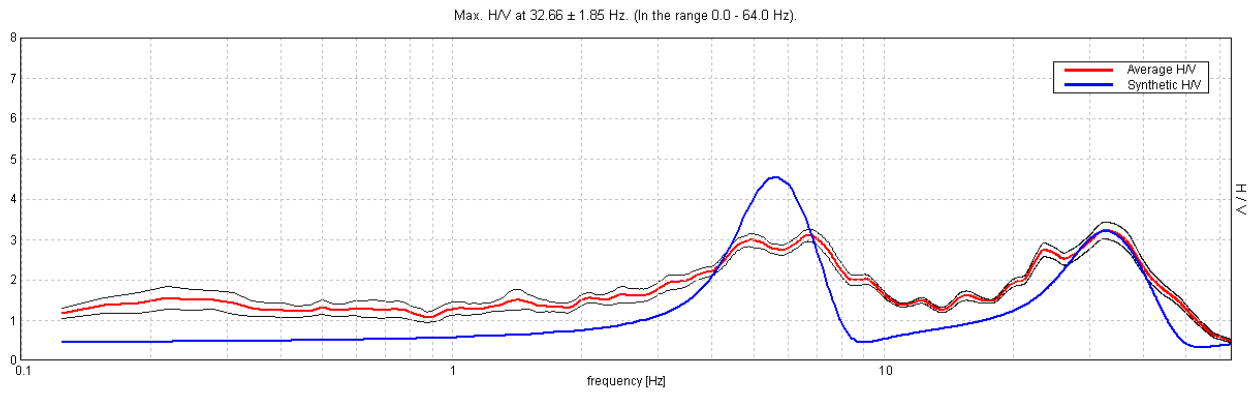
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

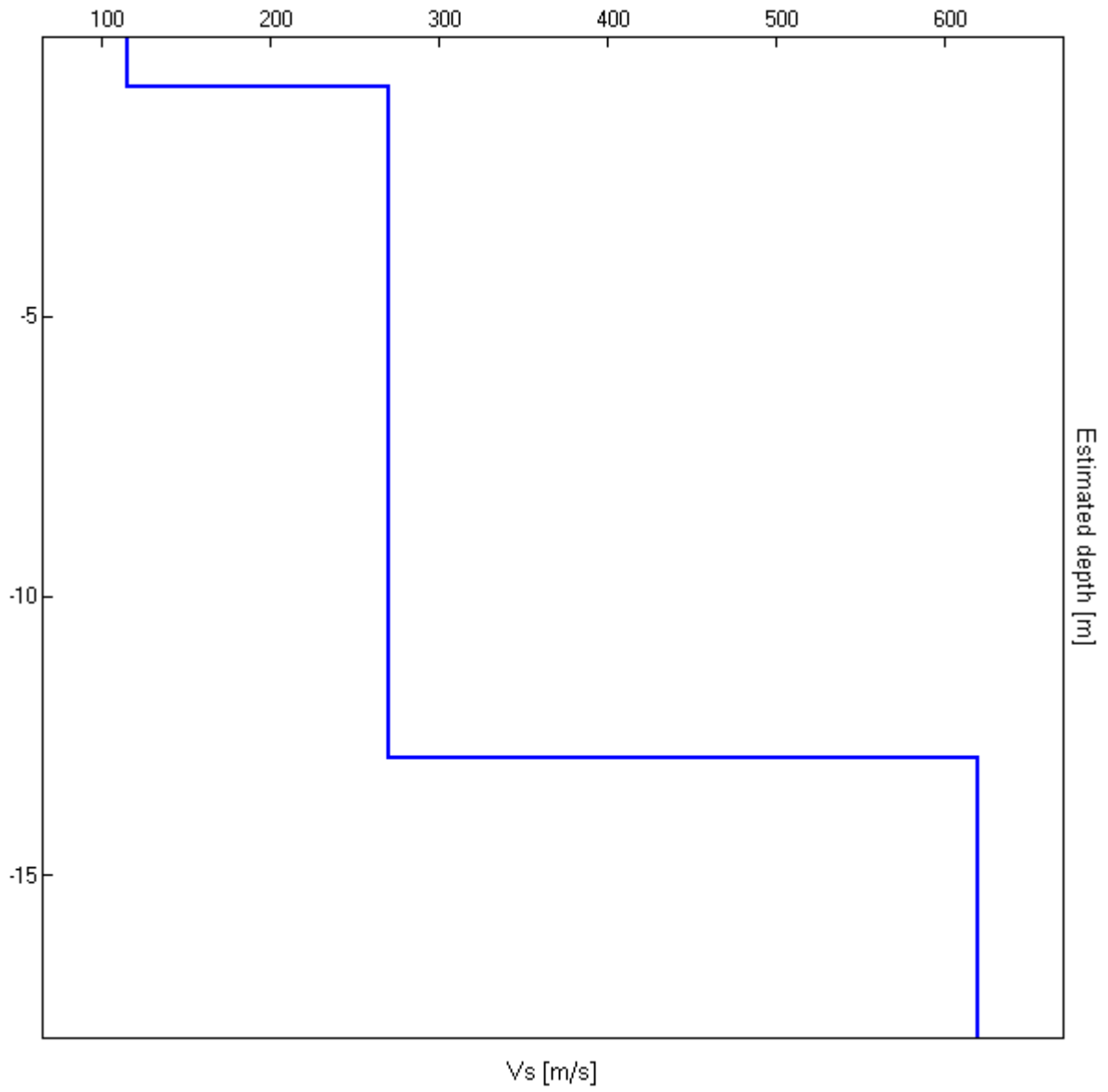


Depth at the bottom of the layer
[m]
0.90
12.90
inf.

Thickness [m]
0.90
12.00
inf.

Vs [m/s]
115
270
620

Vs(0.0-30.0)=376m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 32.66 ± 1.85 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	32.66 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	32003.1 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1526 times	OK	
Criteria for a clear HVSR peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	18.625 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	46.406 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.22 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02795 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.91269 < 1.63281	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.102 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20