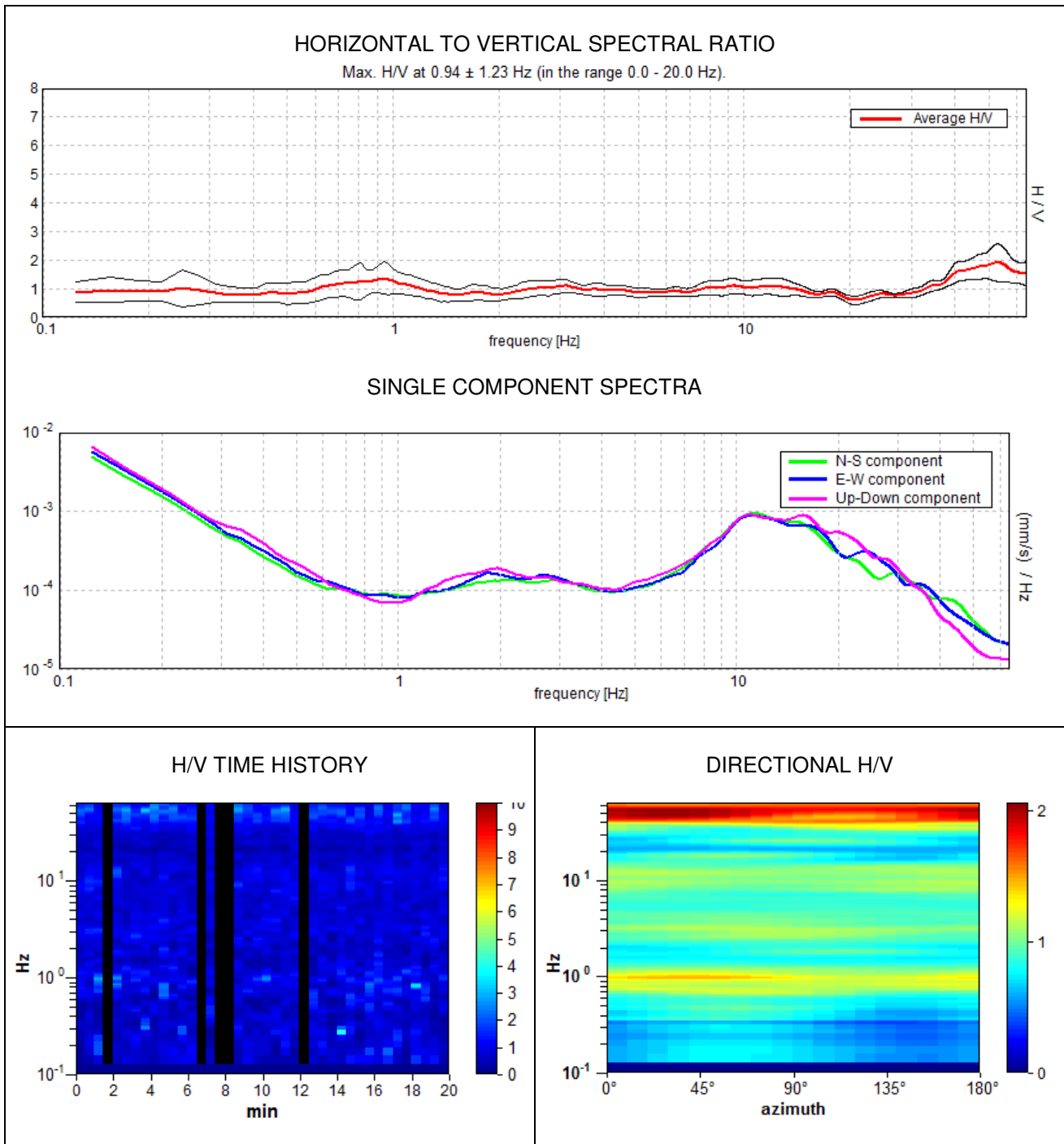


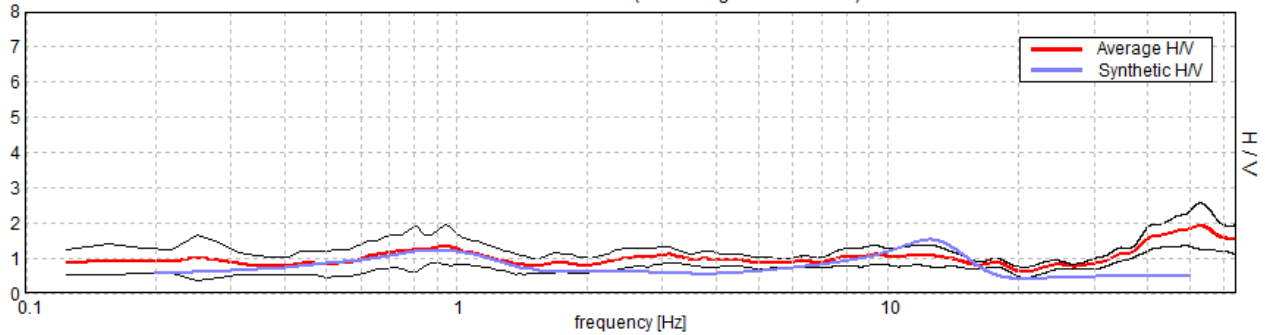
BOLOGNA Incrocio Via LIBIA - ferrovia BO – Portomaggiore - HVSR 1

Instrument: TRZ-0121/01-11
Start recording: 02/08/14 08:42:24 End recording: 02/08/14 09:02:24
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS: LAT 44.493224° - LONG 11.366580°
Trace length: 0h20'00". Analyzed 88% trace (manual window selection)
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 30 s - Smoothing type: Triangular window - Smoothing: 10%



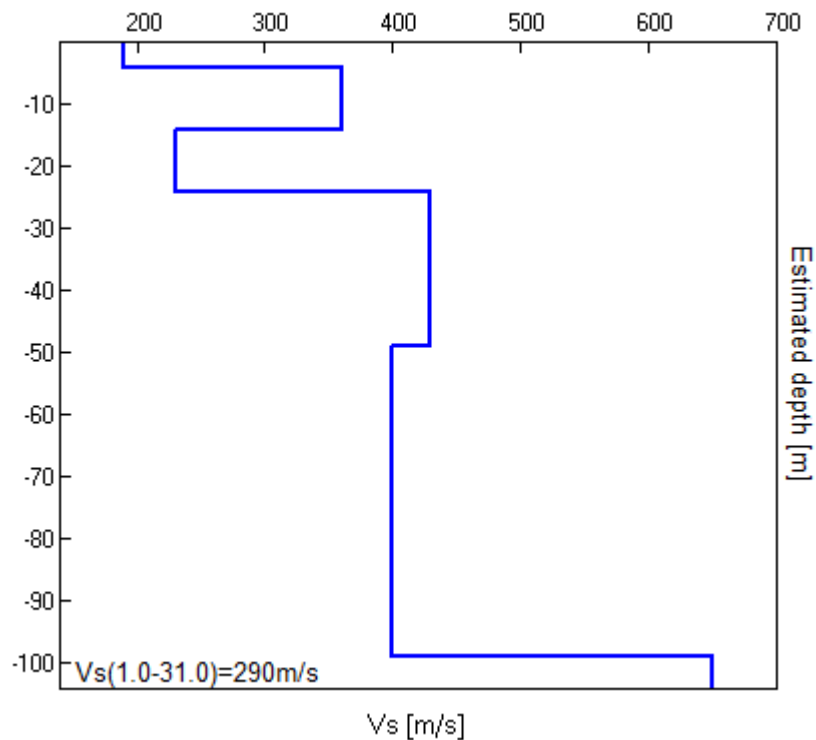
EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 0.94 ± 1.23 Hz (in the range 0.0 - 20.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
4.00	4.00	190	0.35
14.00	10.00	360	0.35
24.00	10.00	230	0.35
49.00	25.00	430	0.35
99.00	50.00	400	0.35
inf.	inf.	650	0.35

$V_s(1.0-31.0)=290\text{m/s}$



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

Max. H/V at 0.94 ± 1.23 Hz (in the range 0.0 - 20.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	0.94 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	984.4 > 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 46 times	OK	

Criteria for a clear H/V 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 $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	1.37 > 2		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 1.30749 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.22577 < 0.14063		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.5633 < 2.0	OK	

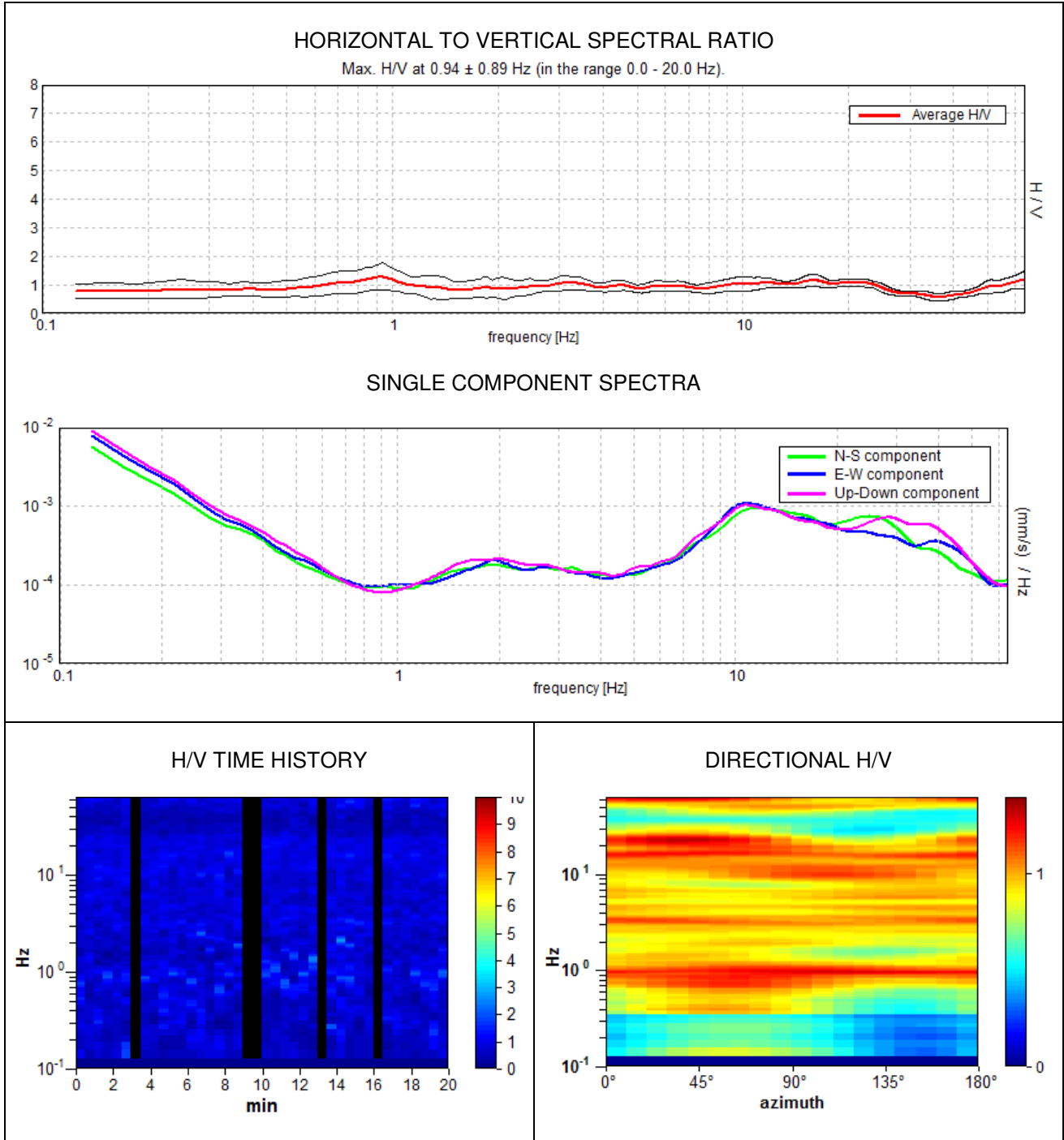
L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak 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

BOLOGNA Incrocio Via LIBIA - ferrovia BO – Portomaggiore - HVSR 2

Instrument: TRZ-0121/01-11
Start recording: 02/08/14 09:09:03 End recording: 02/08/14 09:29:03
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS: LAT 44.493225° - LONG 11.36172°
Trace length: 0h20'00". Analyzed 88% trace (manual window selection)
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 30 s - Smoothing type: Triangular window - Smoothing: 10%



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

Max. H/V at 0.94 ± 0.89 Hz (in the range 0.0 - 20.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	0.94 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	984.4 > 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 46 times	OK	

Criteria for a clear H/V 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 $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	1.29 > 2		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.94932 < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.88999 < 0.14063		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.4853 < 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

MASW - In Onde Rayleigh (ZVFDX5MO10)

BOLOGNA INCROCIO VIA LIBIA – FERROVIE BO – PORTOMAGGIORE

- **Strumento e Parametri di acquisizione**

Strumento: SAB – 0019 / 02 - 11

Start recording: 02/08/14 09:23:21 End recording: 02/08/14 09:26:22

Trace length: 0h00'02". Sampling rate: 512 Hz

- **Geometria Array**

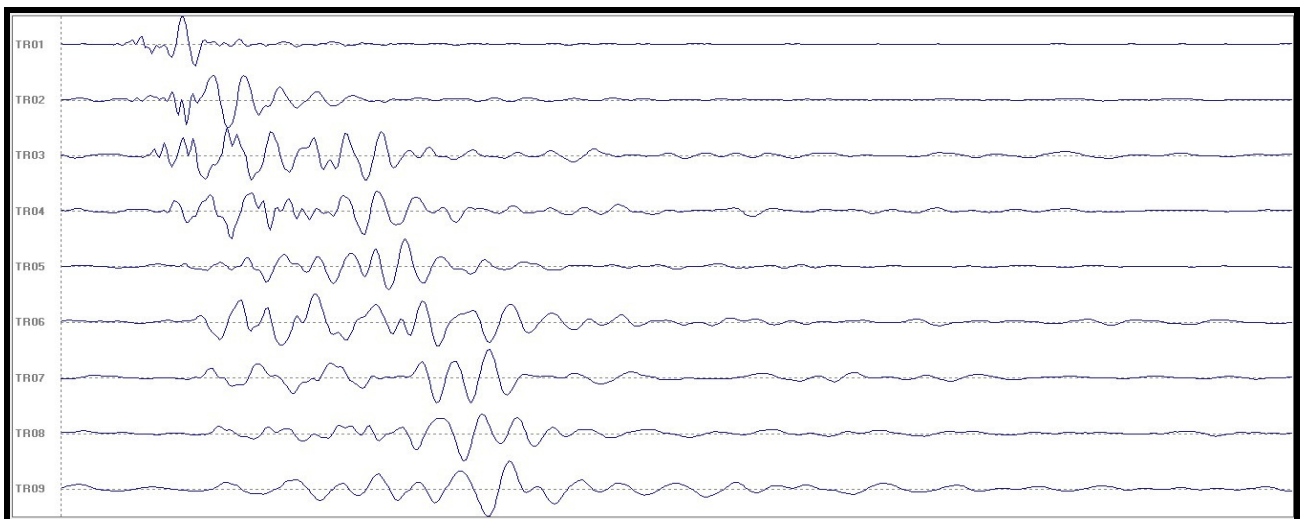
Nomi canali : TR01 ;TR02 ; TR03 ; TR04 ; TR05 ; TR06 ; TR07 ; TR08 ; TR09

Array geometry (x): 0.0 5.0 10.0 15.0 20.0 25.0 30.0 35.0 40.0 m.

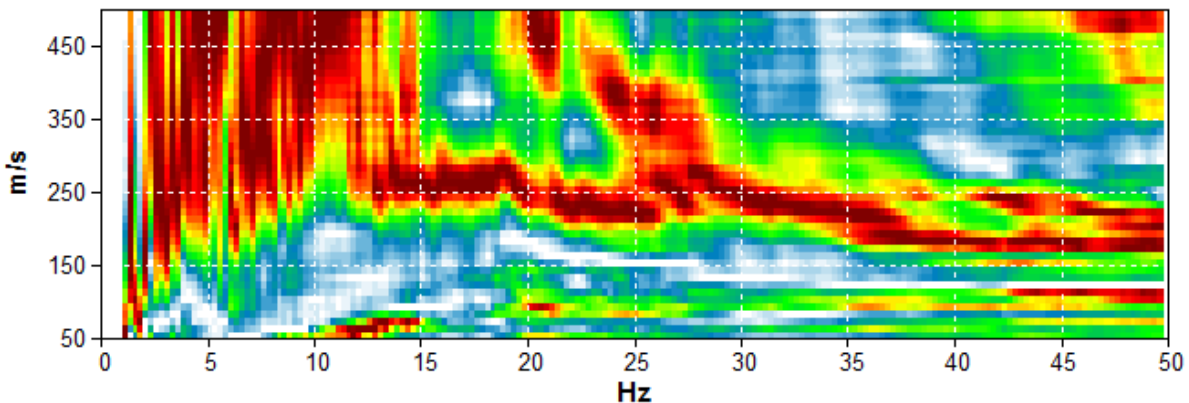
Distanza intergeofonica : DX = 5,00 m.

Offset minimo MO = 10,00 m.

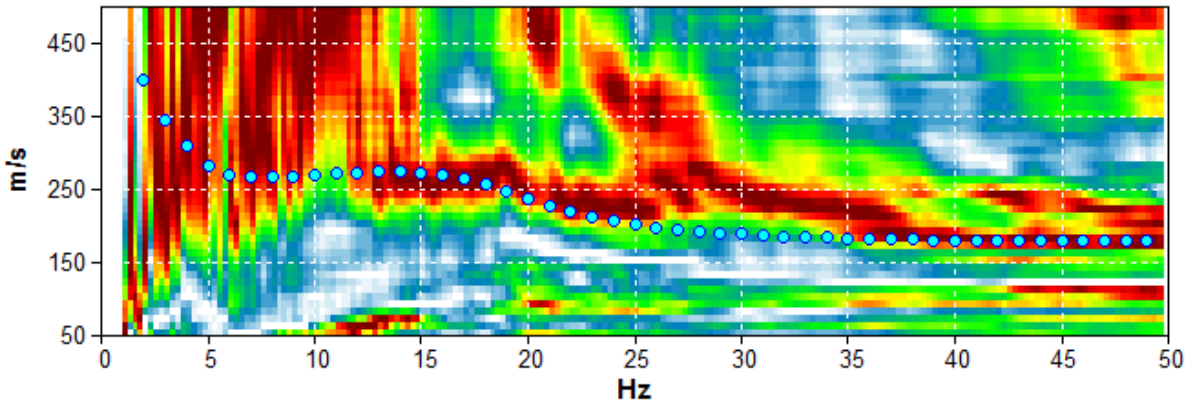
Dataset normalizzato nell'intervallo (0 – 1 s) – Componente Verticale onde Rayleigh ZVF:



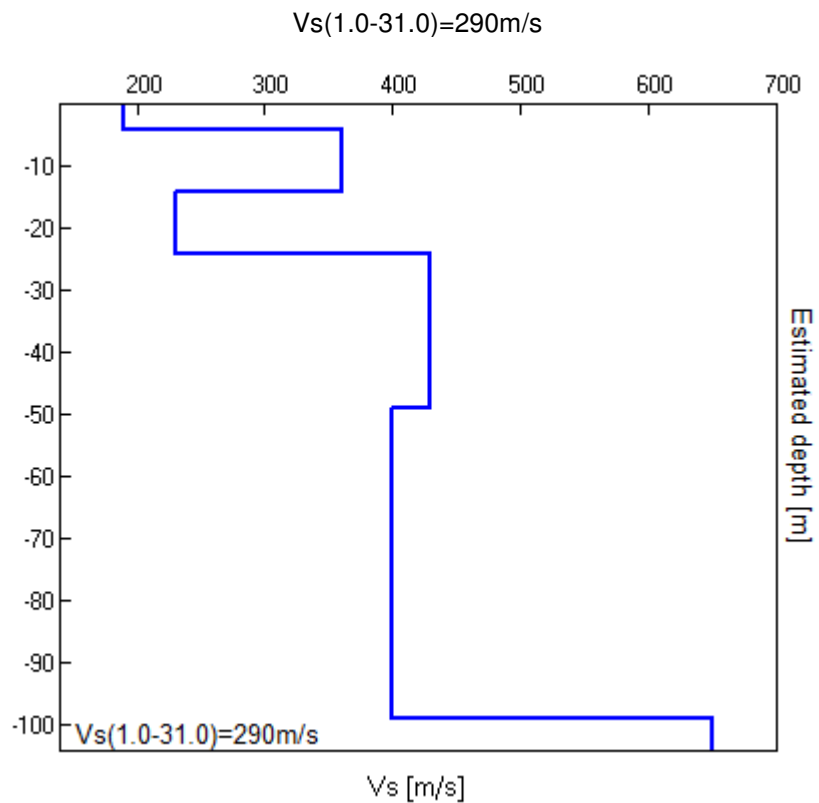
Spettro Velocità di Fase Onde RAYLEIGH:



MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
4.00	4.00	190	0.35
14.00	10.00	360	0.35
24.00	10.00	230	0.35
49.00	25.00	430	0.35
99.00	50.00	400	0.35
inf.	inf.	650	0.35



La Masw ha dato informazioni fino a circa 12 Hz ossia 10 m di profondità , la restante porzione del modello è stato ricavato dal fit congiunto con HVSr 1 .

Re.Mi / ESAC

BOLOGNA INCROCIO VIA LIBIA – FERROVIE BO – PORTOMAGGIORE

- **Strumento e Parametri di acquisizione**

Strumento: SAB – 0019 / 02 - 11

Start recording: 02/08/14 08:37:35 End recording: 02/08/14 08:57:37

Trace length: 0h20'03". - Sampling rate: 256 Hz

- **Geometria Array**

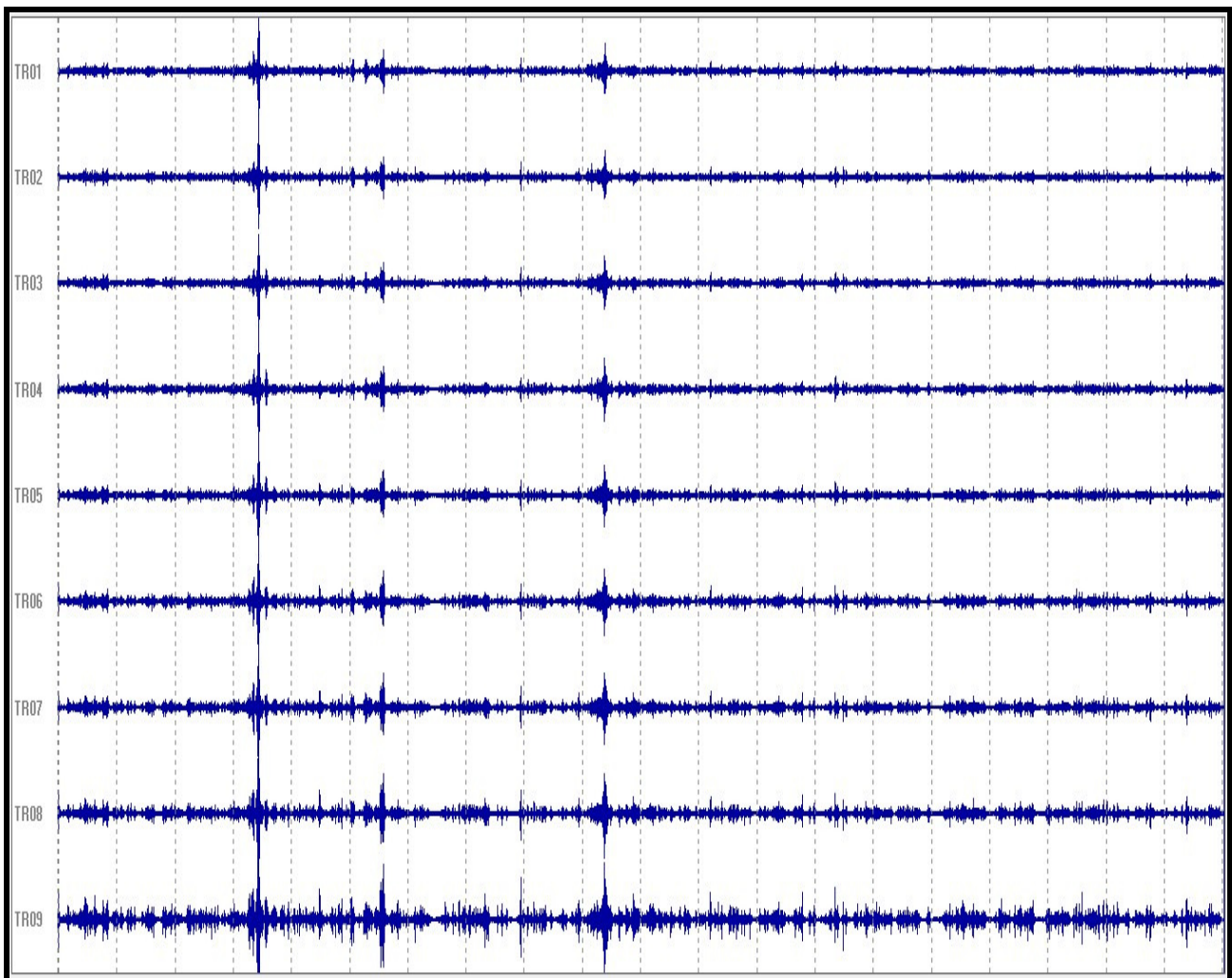
Nomi canali : TR01 ;TR02 ; TR03 ; TR04 ; TR05 ; TR06 ; TR07 ; TR08 ; TR09

Array geometry (x): 0.0 5.0 10.0 15.0 20.0 25.0 30.0 35.0 40.0 m.

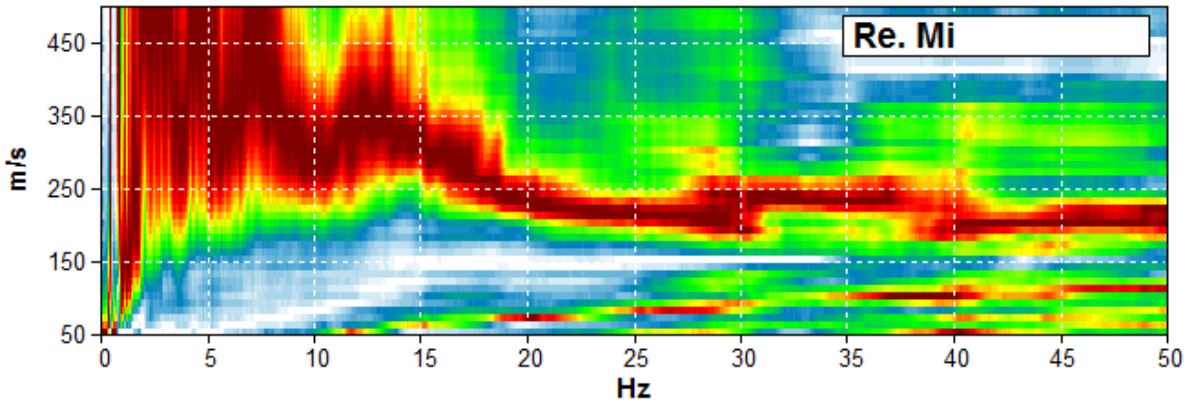
Array geometry (y): 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 m.

Distanza intergeofonica : DX = 5,00 m.

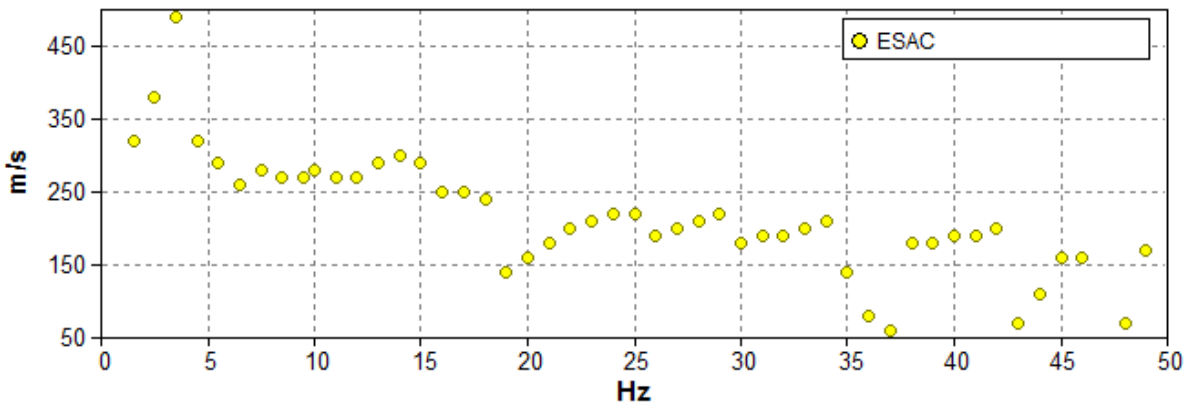
Dataset normalizzato nei 20 minuti di acquisizione:



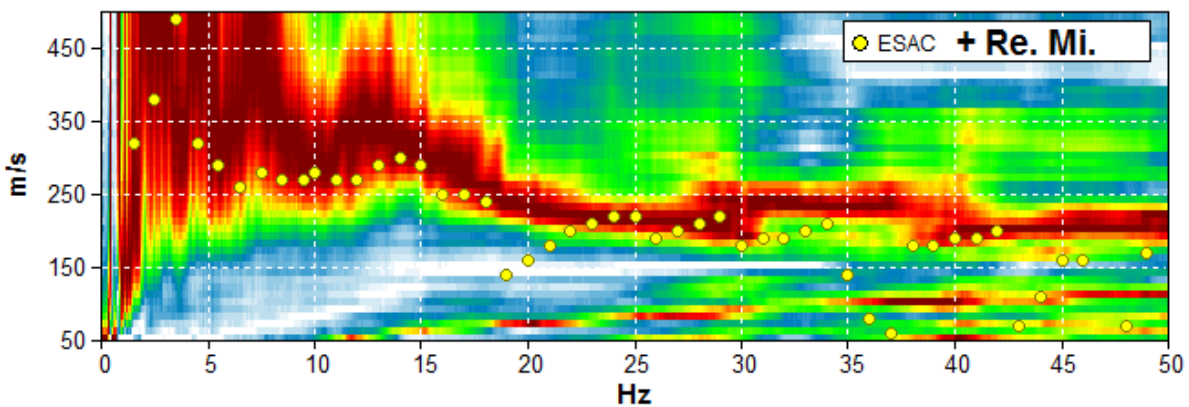
Spettro Velocità di Fase Onde Rayleigh da Prova Re.Mi.



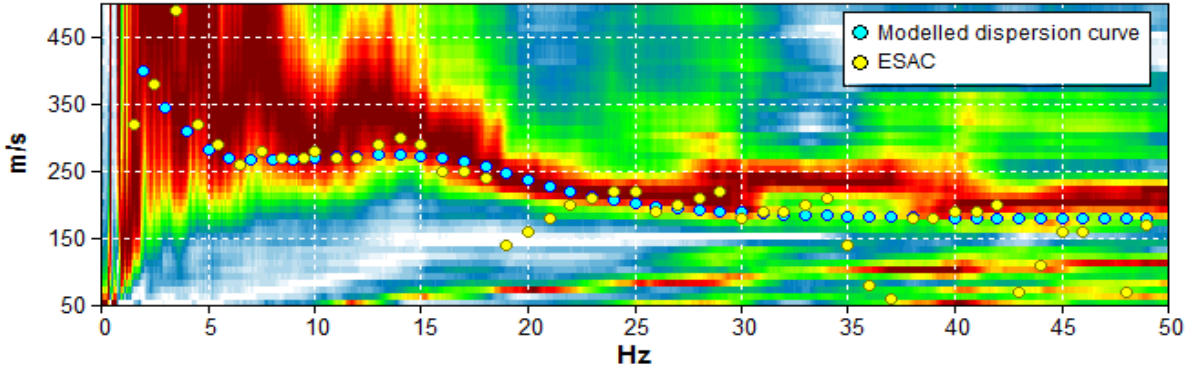
Curva di Dispersione Sperimentale da Procedura ESAC:



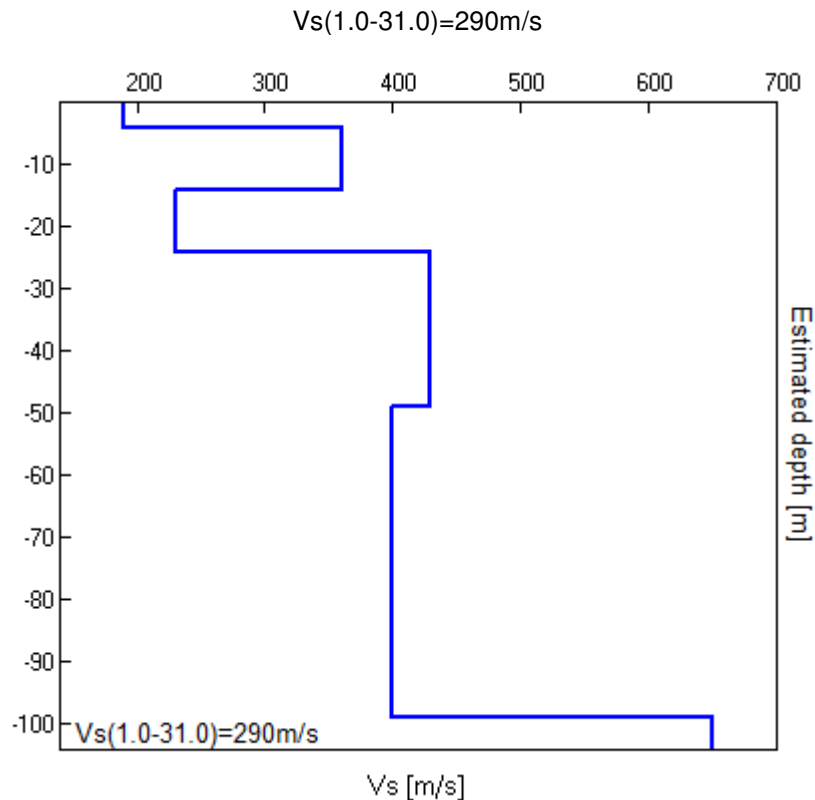
Spettro Velocità di Fase Onde Rayleigh da Prova Re.Mi. + Curva di Dispersione Effettiva da Procedura ESAC:



MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
4.00	4.00	190	0.35
14.00	10.00	360	0.35
24.00	10.00	230	0.35
49.00	25.00	430	0.35
99.00	50.00	400	0.35
inf.	inf.	650	0.35



La prova REMI/ESAC ha dato informazioni fino a circa 2,5 Hz, pertanto la profondità, raggiunta è circa 40,00 - 50,00 m., la restante porzione del modello è stato ricavato dal fit congiunto REMI/ESAC – HVSr1.

REGISTRAZIONI SISMICHE

HVSR – MASW - ReMi / ESAC

TRATTA VIA LARGA

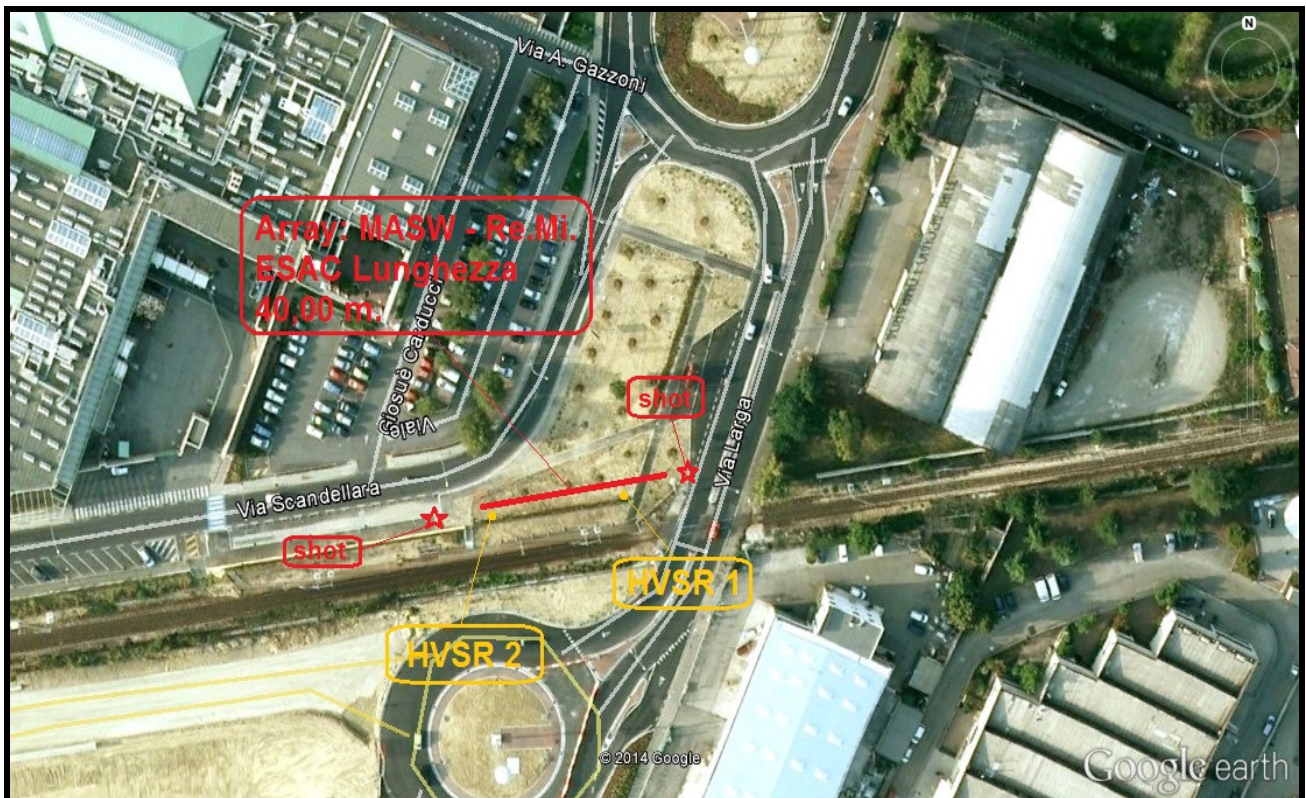


Fig 1 Ubicazione indagine: HVSR – MASW - ReMi/ESAC

Per ogni misura effettuata, è stata realizzata una scheda che riporta: Modello dello strumento utilizzato, data e ora della registrazione, coordinate geografiche (GPS), caratteristiche della registrazione, frequenza e durata, caratteristiche dell'elaborazione, lunghezza delle finestre, tipo e % del liscio, questa fase è stata effettuata attraverso il software Grilla in dotazione a TROMINO, secondo la procedura descritta in Castellaro (2010).

Le schede si completano con il diagramma del rapporto spettrale H/V, gli spettri delle singole componenti e le serie temporali e direzionali del H/V.

Per la MASW e la ReMi, si riporta lo Spettro velocità di fase delle Onde Rayleigh e per L'ESAC si riporta la rispettiva curva di dispersione sperimentale del sito.

L'acquisizione e l'elaborazione, per le misure HVSR viene convalidata attraverso il confronto con le tabelle delle linee guida, Progetto europeo SESAME 2005.

E la classificazione proposta da ALBARELLO (2011) in I.C.M.S. "Indirizzi e Criteri Microzonazione Sismica, Protezione Civile (2011)".

L'obiettivo del lavoro è stato quello di, determinare il **MODELLO GEOFISICO**, ossia:

- 1. Frequenza e Periodo fondamentale del sito,**
- 2. Profilo di Vs con la profondità e Vs (30),**
- 3. Profondità del Bedrock Sismico, ossia la profondità in cui le Vs risultano > di 600 - 800 m/s.**

Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo alle norme tecniche per le costruzioni DM 14 gennaio 2008 e I.C.M.S. "Indirizzi e Criteri Microzonazione Sismica, Protezione Civile (2011).

2. CENNI DI TEORIA "da letteratura vedi Castellaro e Albarello¹"

Sul sito oggetto di studio sono state eseguite due metodologie diverse: due misure a stazione singola HVSR e tre misure in array, MASW – ReMi – ESAC.

▪ MISURE A STAZIONE SINGOLA - HVSR

L'acronimo HVSR indica rapporto spettrale tra la componente orizzontale e la componente verticale del moto, il metodo è stato applicato da Nogoshi e Igarashi (1970 e 1971) e reso noto da Nakamura (1989 e 2000) L'uso dei rapporti spettrali orizzontale su verticale (H/V) per ricavare la frequenza fondamentale dei siti caratterizzati da una copertura soffice su un basamento rigido è diventato sempre più popolare a causa della sua semplicità in termini di applicazione e il suo basso costo.

Una panoramica del metodo è stato presentato da Bard (1999), Mucciarelli e Gallipoli (2001).

Nonostante il fatto che la base teorica è ancora dibattuta vi è un consenso sul fatto che questo rapporto ci permette di stimare, con ragionevole accuratezza, la frequenza fondamentale del sito .

Per i casi semplice, caratterizzati da un singolo strato, poggiante su un basamento rigido la frequenza fondamentale di risonanza è pari:

¹ Albarello: Professore di Geofisica Università di Siena , Castellaro: Prof.ssa di Geofisica Università di Bologna.

$$f = Vs/4H$$

dove V_s è la media delle onde S nello strato di copertura, mentre H rappresenta lo spessore.

Il metodo HVSR non fornisce direttamente la velocità delle onde di taglio V_s , ma queste possono essere ricavate indirettamente, utilizzando la relazione sopra esposta, conoscendo, attraverso un'indagine supplementare lo spessore H della copertura.

▪ MISURE IN ARRAY MASW – REMI / ESAC

Sono tutte tecniche che analizzano le Onde di Superficie, le misure in array si dividono in due "famiglie", attive e passive. Si riporta adesso una tabella riassuntiva, proposta da Castellaro "Corso di aggiornamento Marzo 2012", in cui vengono forniti, parametri di acquisizione dei segnali sismici, vantaggi - svantaggi delle tecniche in onde di superficie, rispetto alle tecniche geofisiche classiche "rifrazione, riflessione e prove in foro".

	TECNICHE ATTIVE CLASSICHE (rifrazione riflessione prove i foro)	TECNICHE ATTIVE IN ONDE DI SUPERFICIE (Masw)	TECNICHE PASSIVE IN ONDE DI SUPERFICIE (Re.Mi / ESAC)
SORGENTE	Impulsiva (fucile sismico, mazza)	Preferibile ad alto contenuto in frequenza (Caduta di grave)	Naturale
STENDIMENTO	1D- necessari molti ricevitori - geofoni	1D 4 – 5 ricevitori sono già sufficienti (esistono geometrie più furbe di quella equi distanziata)	1D 4 – 5 ricevitori sono già sufficienti (esistono geometrie più furbe di quella equi distanziata)
PROFONDITA' DI INDAGINE	1/4 - 1/5 apertura	Teoricamente fino a 1.5 – 2 volte l'apertura	Teoricamente fino a 1.5 – 2 volte l'apertura
RICEVITORI	H o V ad alta frequenza	H (Love) o V (Rayleigh) a bassa frequenza	Solitamente V a bassa frequenza
FREQUENZA DI CAMPIONAMENTO	1 KHz	< 1 KHz	< 1 KHz
REQUISITI DEL SOTTOSUOLO	2D no inversioni di velocità	Solo 1D	Solo 1D
RISULTATI	$V_p - V_s$	V Onde di Superficie $\approx V_s$	V Onde di Superficie $\approx V_s$ Metodi 1D V apparente \geq V reale! Metodi 2D: V più probabile nell'ipotesi di distribuzione delle sorgenti relativamente omogenea e isotropa.

▪ **MASW (ZVFDX5MO5)**

L'acronimo MASW indica (analisi multi – canale di onde di superficie) pertanto la tecnica analizza la dispersione delle onde di Rayleigh o Love (onde di superficie generate artificialmente, dallo studio delle dispersione di queste ultime si ottengono profili verticali di VS (velocità di propagazione delle onde di taglio VSh).

L'acronimo ZVFDX5MO10, indica che le registrazioni sono state effettuate utilizzando dei geofoni a componente verticale, energizzazioni verticali, inter distanziati di 5,00 m. l'offset minimo, ossia distanza tra Tigger scoppio e primo geofono è di 5,00 m.

▪ **REMI**

Negli ultimi anni la tecnica dell'analisi della rifrazione del Microtremore (ReMi), sviluppato da (Louie, 2001) ha guadagnato una grande popolarità, grazie al suo equipaggiamento limitato e ai bassi requisiti di spazio necessari per effettuarla. Il metodo analizza il microtremore ambientale, registrato da un sistema standard di sismica a rifrazione con geofoni verticali, collocati lungo una linea. L'analisi ha come base la trasformazione dei dati, misurati nel dominio spazio-tempo è trasformati nel dominio frequenza – velocità.

Questa trasformazione viene eseguita mediante l'applicazione di un "slant-stack" o "p- τ " trasformazione "(Thorson e Claerbout, 1985), utilizzando la trasformata di Fourier. Il risultato dell'analisi è un grafico della potenza del segnale in funzione della frequenza e velocità.

L'uso di array lineari offre una complessa interpretazione degli spettri velocità di fase, inguanto si presenta il problema dalla velocità apparente, che deriva dal fatto che la direzione della propagazione delle onde in un sondaggio passivo non è necessariamente parallela allo stendimento. La soluzione ha questo problema è quella di scegliere la curva di dispersione non lungo la massima energia dello spettro velocità di fase, ma si fa in modo che La curva di dispersione stia un po' sotto (Louie, 2001). Questa procedura nel metodo ReMi implica un certo grado di soggettività nel determinare il modello di velocità.

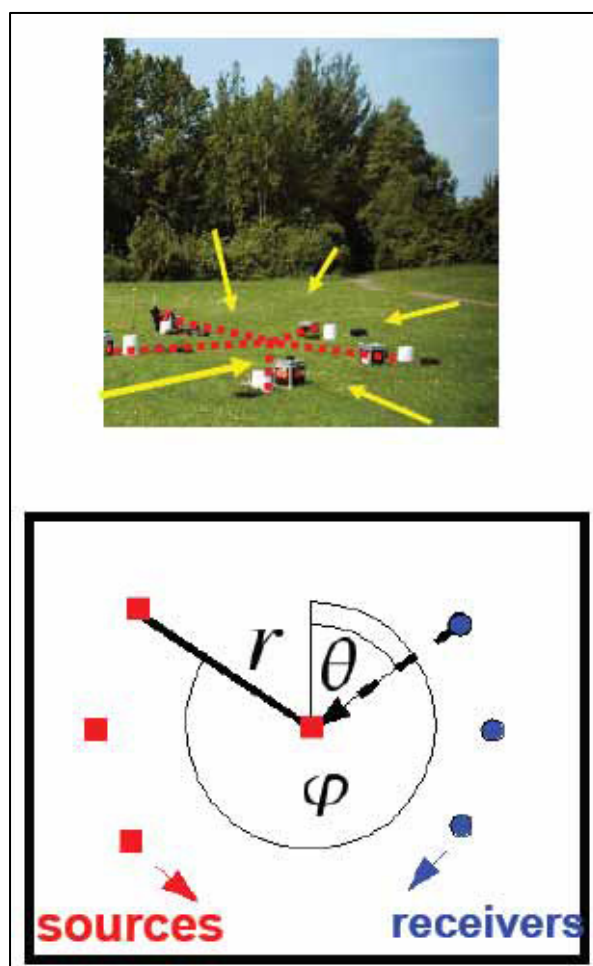
▪ **ESAC/SPAC**

L'acronimo ESAC indica: estesa autocorrelazione spaziale. Il metodo ha origine dalla tecnica, (SPAC) autocorrelazione spaziale, metodo, che si basa sulla ricerca intrapresa da Aki verso la fine del 1950. Il metodo ESAC/SPAC, ha come fondamento teorico il presupposto di uno campo d'onda stocastico è stazionario sia nel tempo che nello spazio (Aki, 1957). Due ipotesi sono alla base dei due metodi, il primo e che le onde di Rayleigh sono i dominanti del modo fondamentale, e il secondo, che la struttura del sottosuolo è a

strati paralleli. Il metodo SPAC richiede un array circolare, mentre il metodo ESAC non richiede un array circolare, ma è applicabile a qualsiasi forma (L o T).

Un vantaggio significativo della SPAC/ESAC sul metodo ReMi è l'estrazione della velocità di fase, indipendente dalla direzione alla sorgente, in questa procedura i segnali vengono analizzati in termini direzionali.

Le procedure ESAC sono basate sul risultato di Aki (1959) secondo il quale la funzione di correlazione media fra le registrazioni di un rumore isotropo effettuate su sensori verticali distribuiti nelle diverse direzioni a parità distanza r da un sensore centrale, ha una forma nota (Funzione di Bessel di ordine 0)



La forma di questa funzione di Bessel ad una data frequenza ed a una data distanza r è controllata dal valore della velocità di fase.

In realtà, il metodo ESAC consente di definire la cosiddetta **curva di dispersione sperimentale “effettiva”** che rappresenta una combinazione delle diverse curve modali “pesate” in base al loro specifico contenuto energetico nel sito.

Ricordiamo che la legge fisica a cui, occorre fare riferimento, per l’analisi della propagazione delle Onde, è:

$$v = \lambda \times f = \lambda/T$$

pertanto per l’analisi degli spettri e curve di dispersione occorre fare riferimento alla sopra citata relazione, ricordando che V , rappresenta la Velocità delle onde di Rayleigh.

Si riportano adesso due diagrammi con due algoritmi estratti dal corso di aggiornamento del Prof. Albarello, che illustrano il procedimento matematico, del passaggio dallo spettro velocità di fase dell’onda Rayleigh e “curve di dispersione” misurate durante le prove in array, (MASW – Re.Mi. – ESAC) al calcolo della V_S , con la profondità, richiesta dalla Normativa.

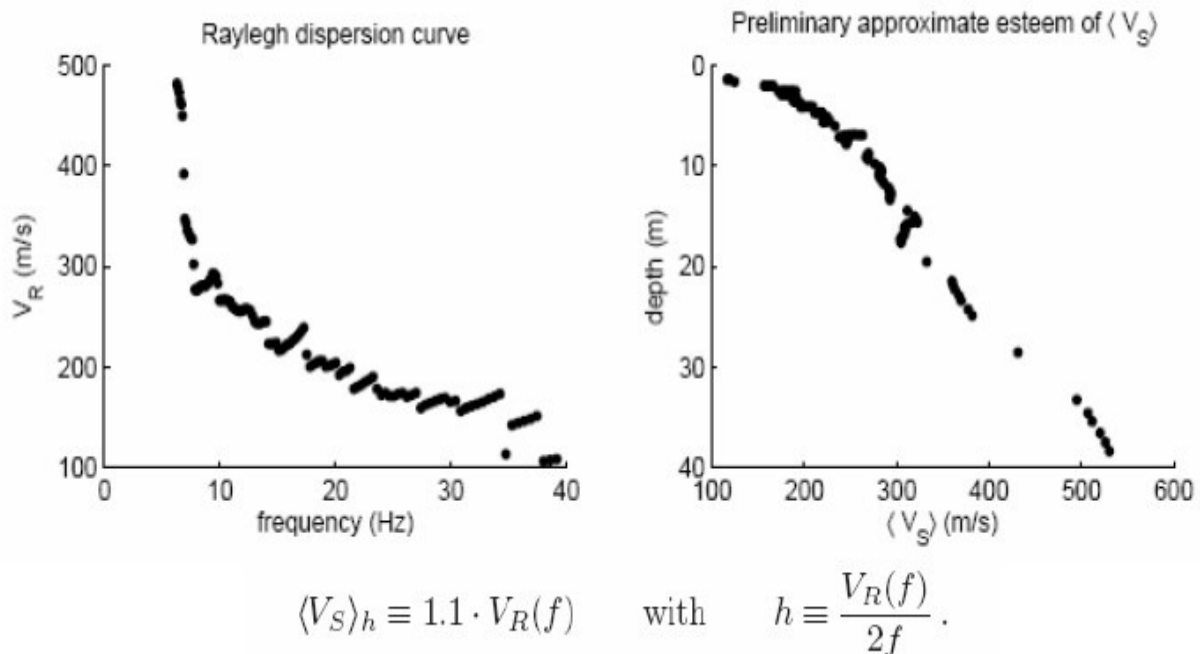


Fig 1 : Estratto da corso di aggiornamento Albarello, Algoritmi utilizzati per passare dallo spettro velocità di fase dell’onda Rayleigh al profilo di V_S con la profondità.

Occorre adesso fare un cenno sulla **massima profondità di esplorazione delle tecniche in array**, “Vedi ALBARELLO”.

In presenza di forti contrasti di impedenza sismica, l'analisi della curva di dispersione al di sopra della frequenza di risonanza, fornisce informazioni sul profilo di velocità delle onde S al di sopra del basamento risonante, in assenza di grandi contrasti di impedenza, la profondità di esplorazione, dipende da tre elementi:

1. La frequenza di risonanza dei geofoni
2. La dimensione dello stendimento
3. Dalla presenza di segnale in bassa frequenza

Simulazioni numeriche e l'esperienza di campagna hanno dimostrato che in presenza di un segnale intenso, è possibile determinare differenze di fase fino a frequenze pari alla metà circa della frequenza propria dei sensori (f_0). In generale, però, questa frequenza è la minima raggiungibile.

Data una velocità di fase V per le onde superficiali misurate, la massima lunghezza d'onda misurabile (V/f), almeno nel caso della procedura ESAC è dell'ordine di due volte la dimensione dello stendimento.

Dato che la profondità di esplorazione è circa dell'ordine della metà della lunghezza d'onda ne risulta che la profondità di esplorazione è, dell'ordine di grandezza della dimensione dello stendimento.

Studi sperimentali hanno messo in evidenza che :

$$V(\lambda 40m) \approx V_s (30)$$

▪ **Fit Congiunto MASW – Re.Mi / ESAC - HVSR**

In questa fase si è realizzato un modello di sottosuolo, che rispetti entrambi i fenomeni fisici, ossia, la dispersione delle onde di superficie per le MASW – Re.Mi / ESAC e i picchi di risonanza della curva H/V per HVSR.

Questa operazione dà la possibilità di migliorare e raffinare notevolmente il modello in quanto le tre tecniche vanno a vincolarsi e a compensarsi a vicenda, ossia:

- La MASW caratterizza meglio le alte frequenze, ossia gli strati più superficiali.
- La REMI/ESAC caratterizza meglio le medie - basse frequenze ossia gli strati a media profondità.
- La HVSR misura i contrasti di Impedenza Sismica.

3. SPECIFICHE TECNICHE

Di seguito si riporta la descrizione degli strumenti: **TROMINO ZERO, modello TRZ-0121/01-11.**

TROMINO® ZERO	
<i>Codice</i>	<i>Descrizione</i>
TROMINO® ZERO	<p>Registratore digitale tutto in uno 10 x 7 x 13 cm, ~ 1 kg 1 Gb di memoria alimentazione a batteria (AA, 2 x 1.5 V) 2 set di piedini per accoppiamento al suolo banda di lavoro 0.1-200 Hz</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3 canali velocimetrici per microtremore sismico ambientale (saturazione ±1.2 mm/s in banda), • frequenze di campionamento 128, 256, 512 Hz su tutti i canali, • valigetta rigida per il trasporto • cavo USB per trasferimento dati al PC



➤ **ANTENNA SISMICA - Soil Spy Rosina**
 ➤ **Modello n° di serie SAB-0019/02-11,**

➤ **Nome:** SoilSpy Rosina

➤ **Descrizione:** sistema di acquisizione sismica, portatile digitale multicanale

➤ **Array-PC:** tramite interfaccia USB

➤ **Sensor-Array connessione:** bipolare, uno per ogni modulo

➤ **Impedenza d'ingresso:** 20 kΩ (12 kΩ in modalità attenuata)

➤ **Gamma dinamica:** 142 dB, da ± 3,2 mV a ± 665 mV (8 opzioni)

➤ **Risoluzione:** da 0,1 μV / digit 20 μV / digit (8 opzioni)

➤ **Frequenza di campionamento:** 89 kHz su ogni canale

➤ **Dati di output:** 256, 512, 1024, 2048 Hz su ogni canale

➤ **Conversione:** sincronizzato su ogni canale

➤ **Tempo massimo di registrazione continua:** limitato solo dalla capacità memoria del PC

➤ **Trasmissione dati:** bidirezionale asincrono seriali, 1Mb

➤ **Cross-talk:** inesistente

➤ Indicatori di stato: LED su ogni modulo
➤ Consumo medio: 7.5 mA @ 256 Hz per canale (120 mA a 256 Hz su 16 canali) 8,1 mA a 512 Hz per canale (130 mA a 512 Hz su 16 canali) 9,4 mA a 1024 Hz per canale (130 mA a 1024 Hz su 16 canali) Alimentazione: Alimentato direttamente dal PC via USB. Nessuna batterie esterna supplementare Tensione Interna: 3,3 V
➤ Numero di canali: 1 per ogni modulo, analogico banda DC-360 Hz
➤ Numero di moduli: 1 da 8 geofoni + 1 geofono da Trigger = 9 geofoni verticali da 4,5 Hz
➤ Peso: <200 g per ogni geofono + 5 m filo. ~ 3 kg totali
➤ Condizioni ambientali di funzionamento: Temperatura 0-50 °C, Umidità 0-100% Stoccaggio e di trasporto: Temperatura -20-50 °C, Umidità 0-95% senza condensazione Impermeabilità: indice di protezione IP 65 (polveri prova, prova di schizzi) Produttore: Micromed S.p.A via Giotto 2 - 31021 Mogliano Veneto (TV) – Italia telefono +39 041 5937000 web www.tromino.it web www.micromed.eu e-Mail support@tromino.it

4. **COMMENTO - INTERPRETAZIONI E RISULTATI**

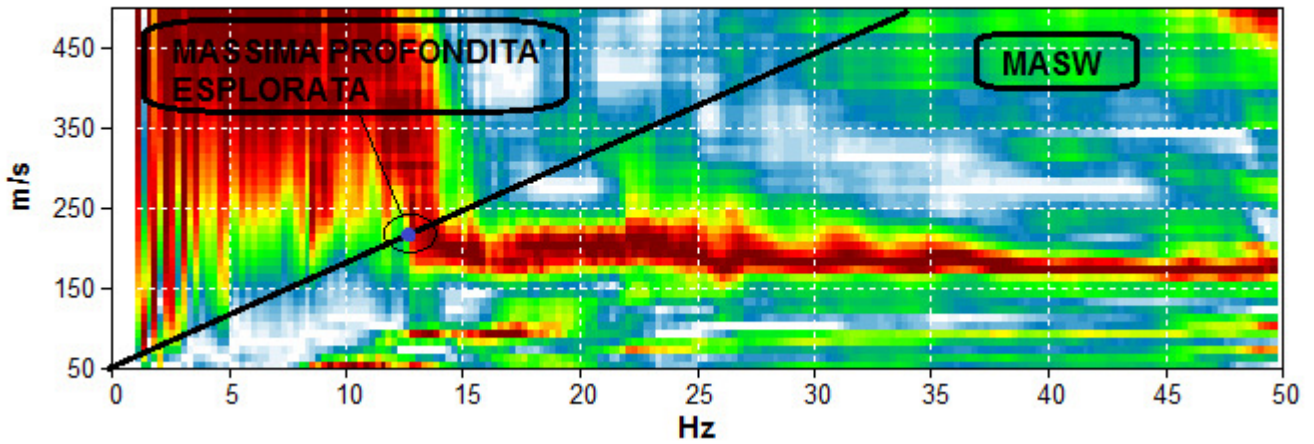
L'elaborazione è stata effettuata con il software Grilla in dotazione a TROMINO e SOILSPY ROSINA , secondo la procedura descritta in Castellaro (2010), relativamente ai parametri utilizzati, sia in fase di acquisizione che di elaborazione, si rimanda alle singole schede.

Tutte le acquisizioni HVSR, risultano completamente convalidate dalle linee guida SESAME 2005, per gli aspetti che riguardano andamento generale della curva H/V e i parametri di acquisizione.

Se si fa riferimento alla classificazione proposta da ALBARELLO (2011) in I.C.M.S. "Indirizzi e Criteri Microzonazione Sismica, Protezione Civile (2011)". Le registrazioni sono da ritenersi in classe B.

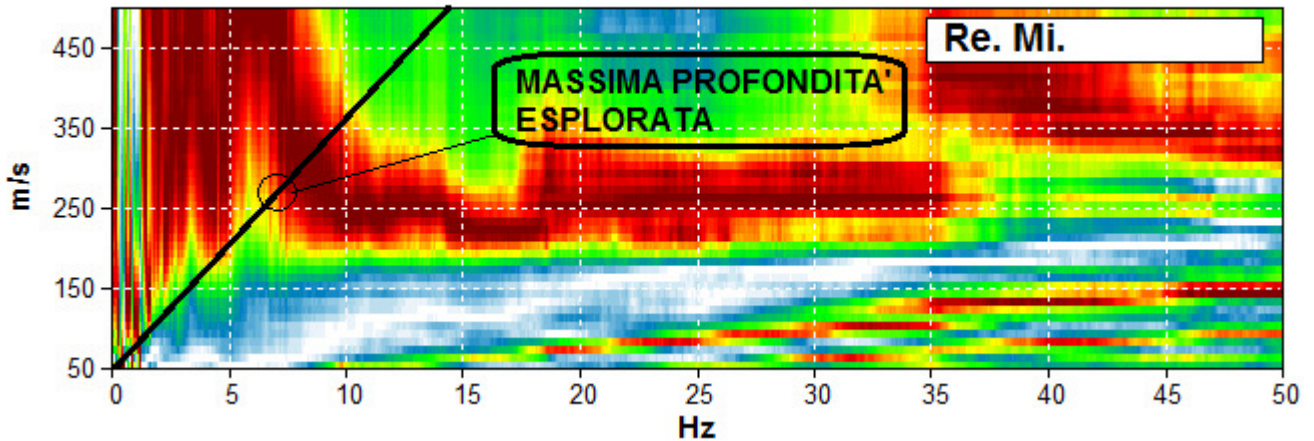
La modellazione in termini di **V_s**, è stata effettuata, su tutte le registrazioni, vincolando le curve spettrali H/V, alla curva di dispersione MASW e Re.Mi / ESAC, I risultati sono:

▪ SPETTRO - MASW



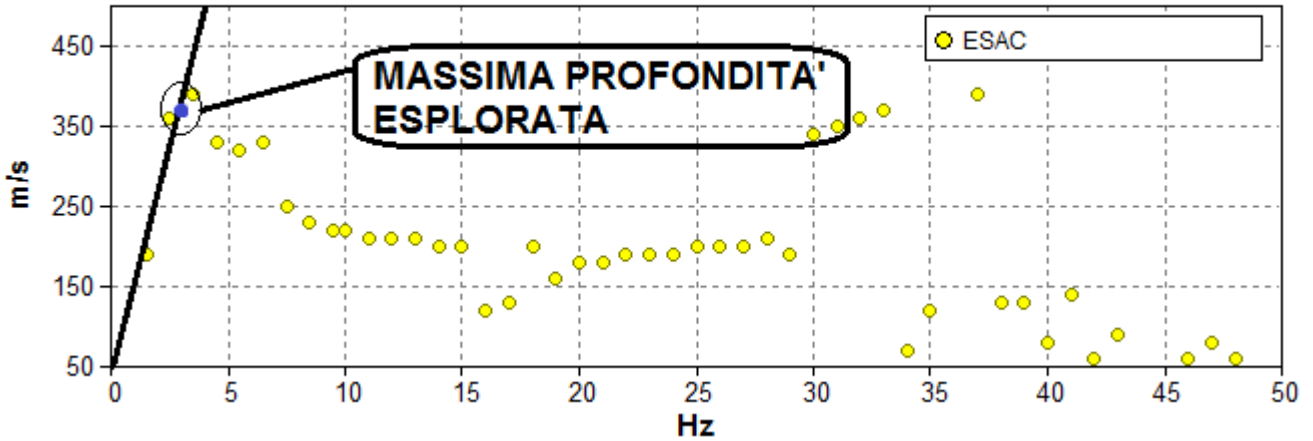
La **profondità di indagine raggiunta con il rilievo MASW**, è pari a : $\lambda/2,5$ dove la **lunghezza d'onda λ** è pari a $\lambda = V/f, = 240/12 = 20,00$ m. Profondità max = $\lambda/2,5 = 8.00$ m ≈ 10.00 m, al di sopra dei 12 Hz le velocità si assestano su valori medi di circa 200 m/s.

▪ SPETTRO – Re. Mi



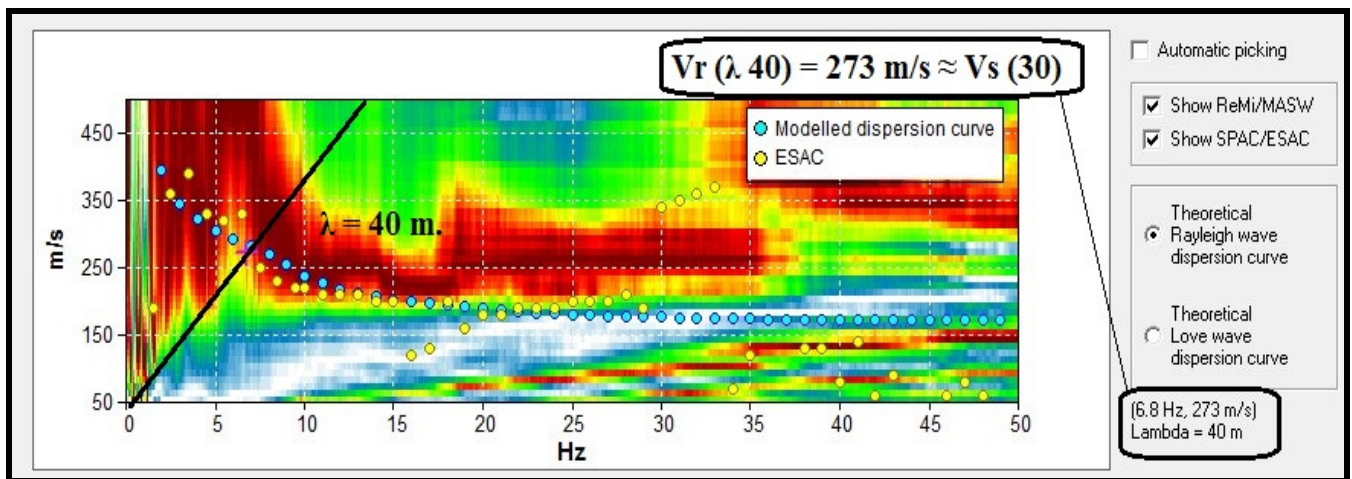
Lo spettro REMI, illeggibile alle alte frequenze, in quanto dominato dai modi superiori, si è dimostrato utile nell'intervallo tra 18 – 6 Hz e si è spinto ad una profondità di: Profondità Max = $\lambda/2.5$ $\lambda = V/f = 280/5 \approx 56,00$ m Profondità Max = $56,00/2.5 \approx 22.4$ m.

▪ CURVA DI DISPERSIONE SPERIMENTALE “EFFETTIVA” ESAC

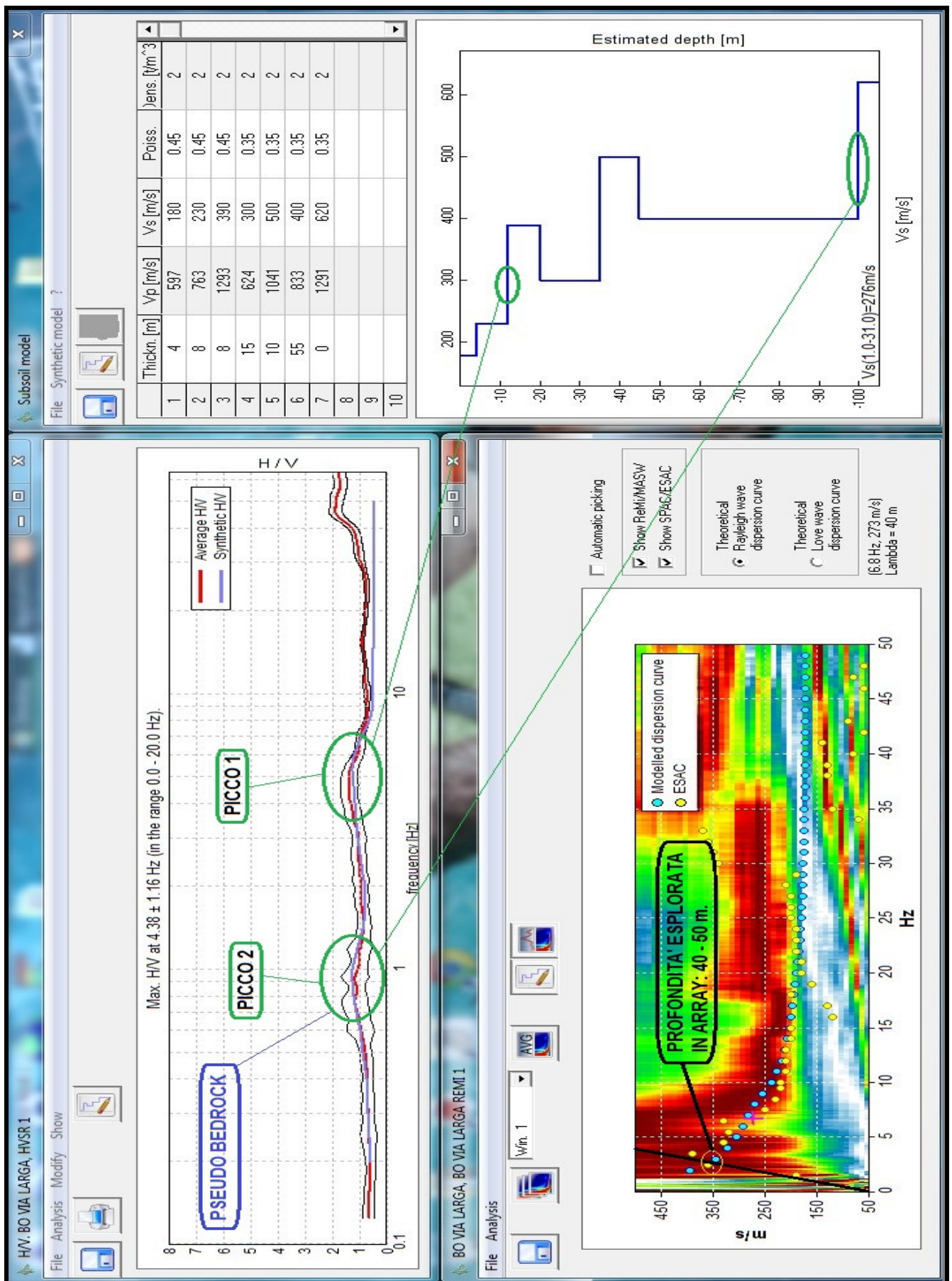


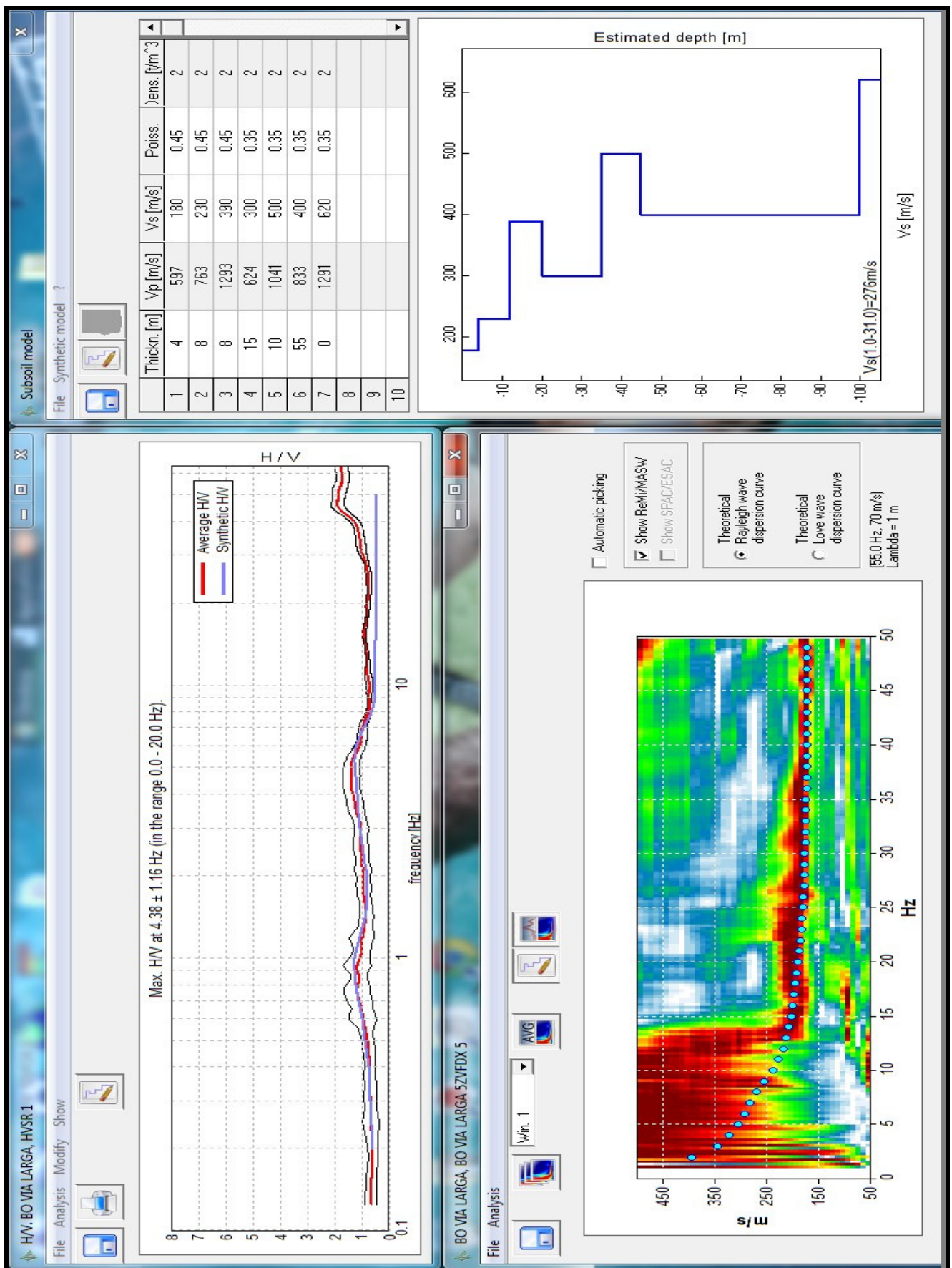
Attraverso la procedura ESAC, e quindi la Curva di dispersione sperimentale del Sito, “ben definita nell’intervallo tra 15 e 2,5 Hz, si è potuto caratterizzare porzioni di sottosuolo più Profonde, rispettivamente: Profondità Max = $\lambda/2.5$ $\lambda = V/f = 360/2,5 = 144$ m Profondità Max = $144/2.5 = 57$ m. $\approx 50 - 40,00$ m.

▪ Fit REMI/ESAC + CURVA DI DISPERSIONE MODELLO



Si riporta adesso il fit congiunto Re.Mi / ESAC + HVSR1, + MODELLO GEOFISICO DEL SITO, e MASW + HVSR 1 MODELLO GEOFISICO DEL SITO, risultato dell’indagine e dell’interpretazione :





Dall'analisi dei grafici si osserva che le prove in array hanno permesso di caratterizzare, circa 50,00 m di sottosuolo, mentre la restante porzione è stata caratterizzata dal fit con la prova a stazione singola HVSR, i risultati in termini di VS(30), sono:

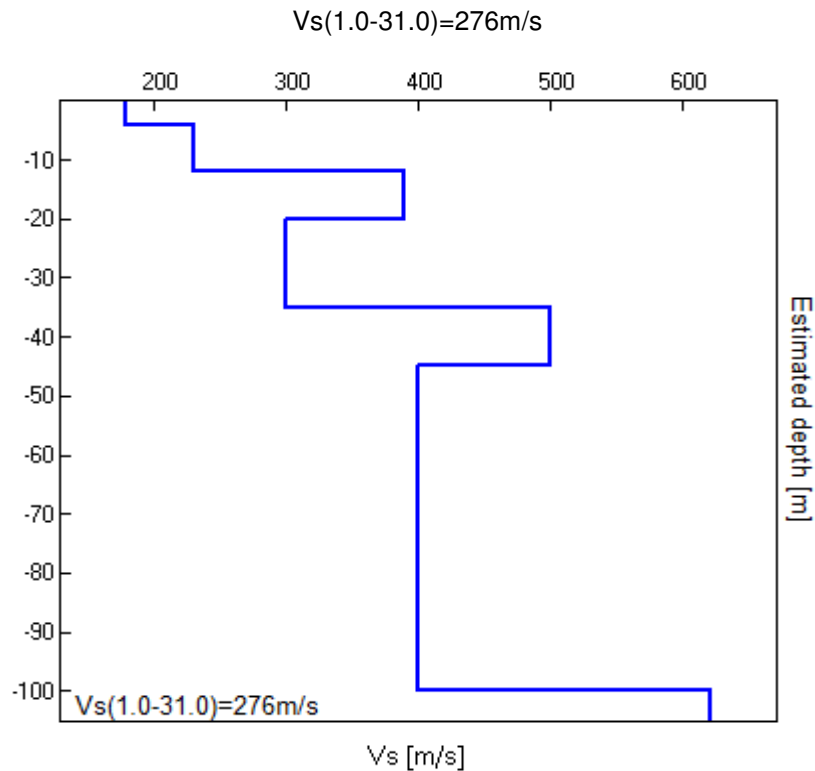
$V_s(30) \approx 276\text{m/s} \pm 10\%$

Da fit congiunto MASW - Re.Mi /ESAC + HVSR

5. MODELLO GEOFISICO e/o DINAMICO DEL TERRENO

Si riporta adesso il modello geofisico ottenuto dall'elaborazione di tutte le prove Geofisiche effettuate :

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
4.00	4.00	180	0.45
12.00	8.00	230	0.45
20.00	8.00	390	0.45
35.00	15.00	300	0.35
45.00	10.00	500	0.35
100.00	55.00	400	0.35
inf.	inf.	620	0.35



si riporta adesso, il grafico del confronto delle misure HVSR :

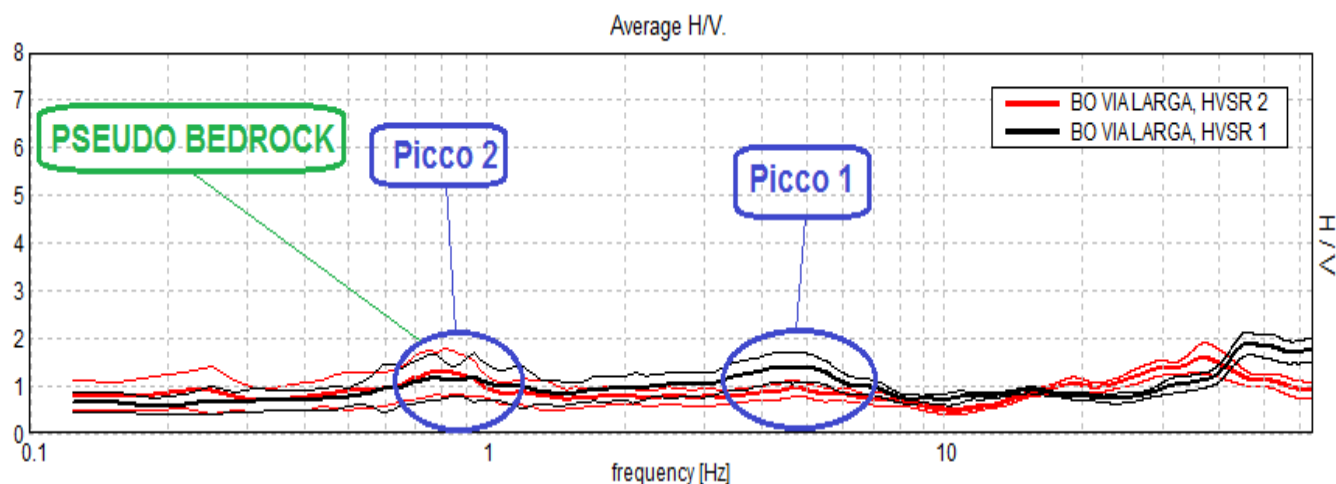


Fig. 3: Confronto curve HV

Le due misure, HVSR, hanno registrato, due picchi stratigrafici caratteristici, rispettivamente:

FREQUENZA E PERIODO CARATTERISTICO:

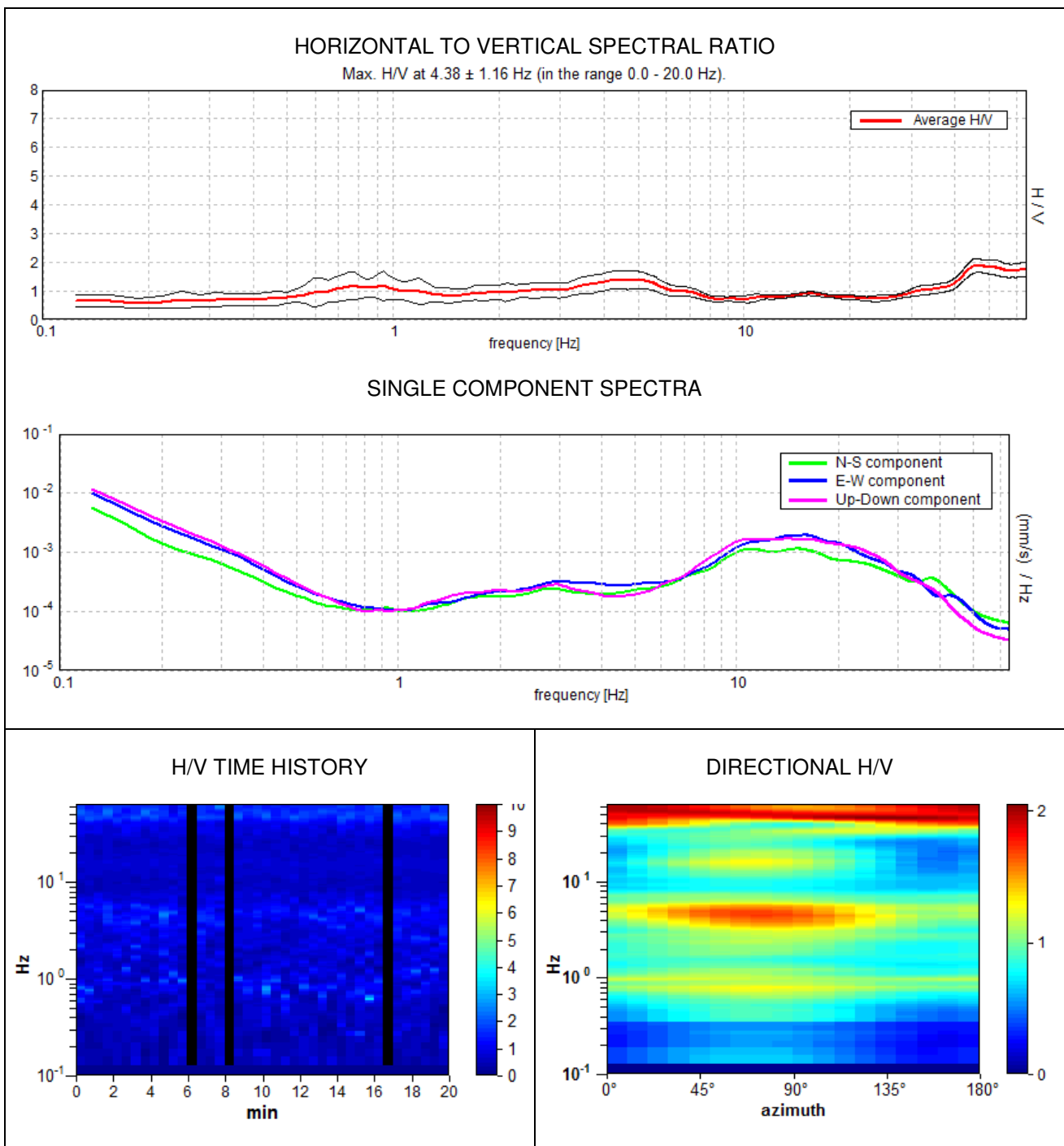
Picchi Stratigrafici	Rapporto H/V (valori medi)	Frequenza(Hz) Caratteristica (valori medi)	Periodo (s) Caratteristico (valori medi)
1	1.4	~ 4.5	~ 0,22
2	1,3	~ 0.9	~ 1.11

Per la modellazione dei picchi di risonanza si è fatto riferimento a sondaggi geognostici presi dalla banca dati del sito ufficiale della Regione Emilia Romagna.

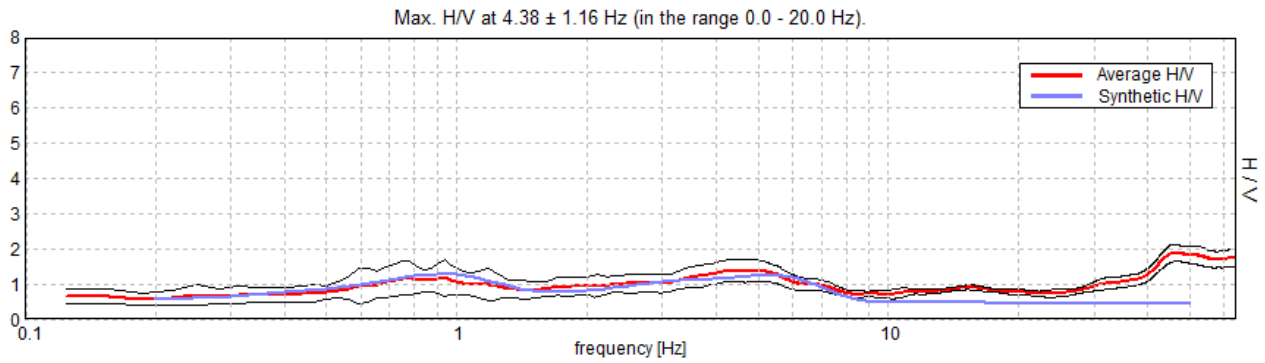
Il **picco 1** rappresenta un contrasto d'impedenza, superficiale, circa 12,00 m, il **picco 2** indica un contrasto d'impedenza situato a circa – 90 - 100, 00 m. rappresenta il (**Pseudo Bed Rock sismico**).

BOLOGNA Incrocio Via LARGA - ferrovia BO – Portomaggiore - HVSR 1

Instrument: TRZ-0121/01-11
Start recording: 02/08/14 10:29:59 End recording: 02/08/14 10:49:59
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS: LAT 44.496868° - LONG 11.393054°
Trace length: 0h20'00". Analyzed 92% trace (manual window selection)
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 30 s - Smoothing type: Triangular window - Smoothing: 10%

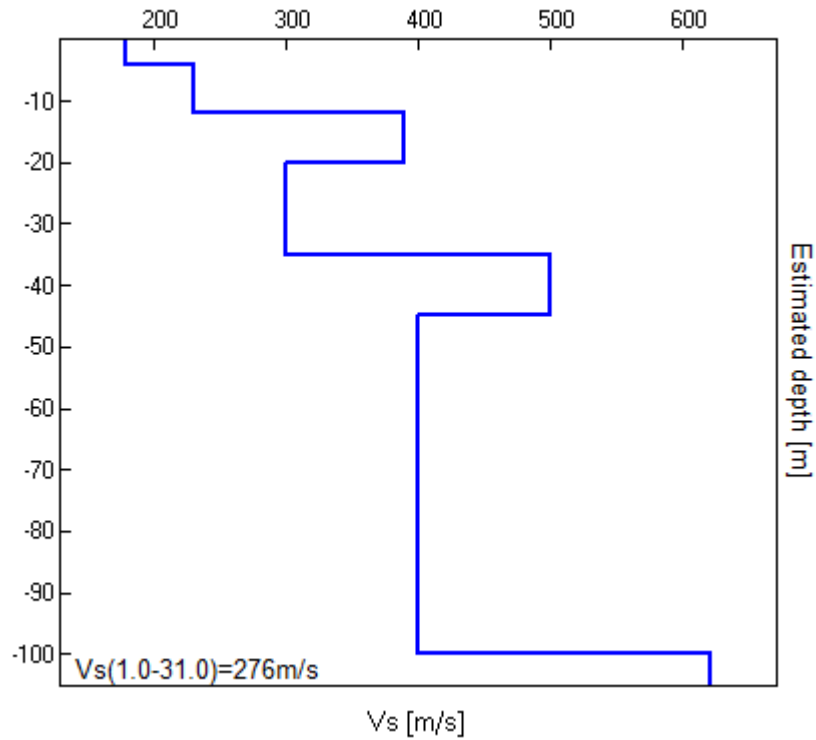


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
4.00	4.00	180	0.45
12.00	8.00	230	0.45
20.00	8.00	390	0.45
35.00	15.00	300	0.35
45.00	10.00	500	0.35
100.00	55.00	400	0.35
inf.	inf.	620	0.35

$V_s(1.0-31.0)=276\text{m/s}$



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

Max. H/V at 4.38 ± 1.16 Hz (in the range 0.0 - 20.0 Hz).

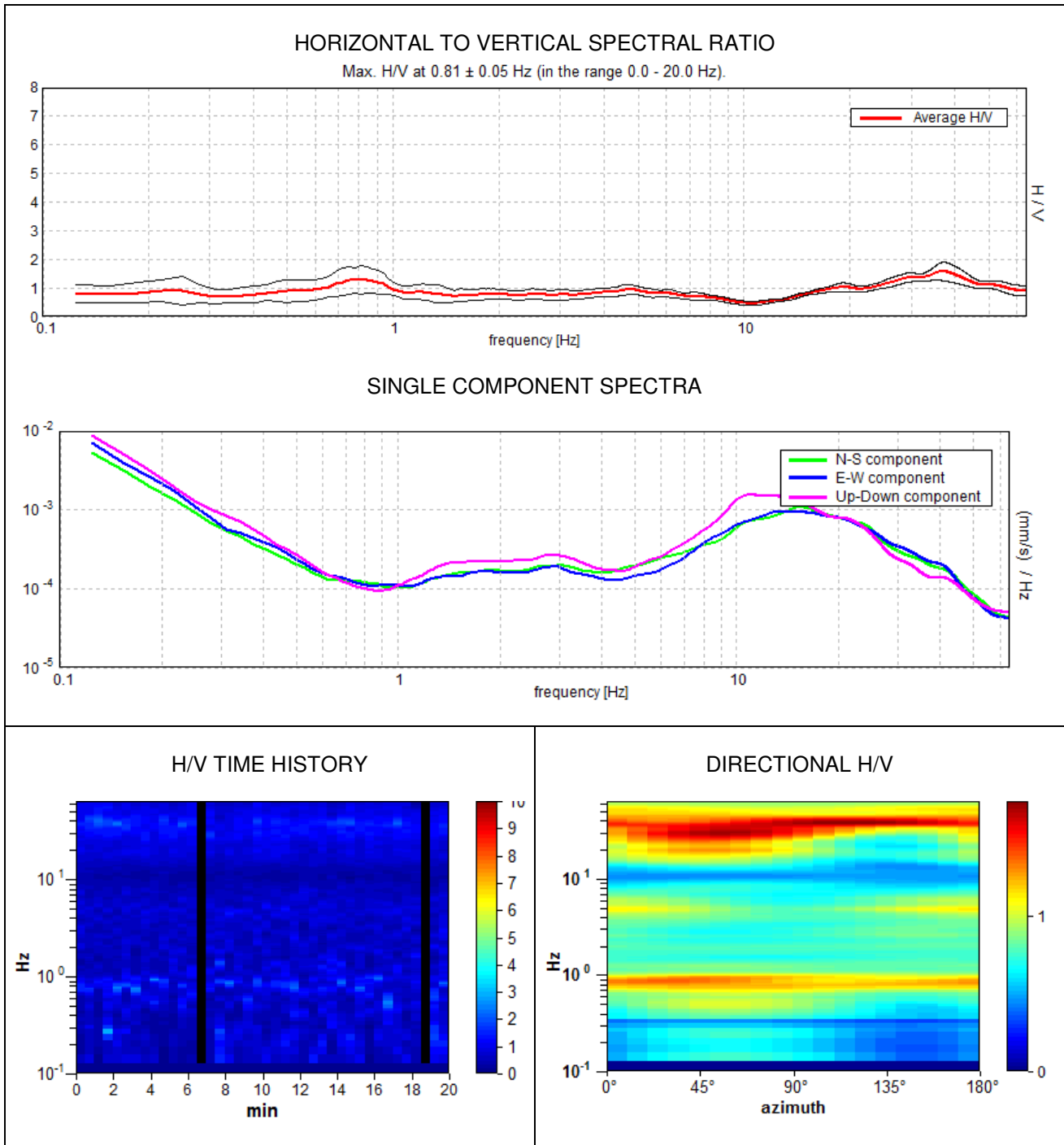
Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	4.38 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	4856.3 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 211 times	OK	
Criteria for a clear H/V 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 $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	1.38 > 2		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.26627 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.16495 < 0.21875		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3254 < 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

BOLOGNA Incrocio Via LARGA - ferrovia BO – Portomaggiore - HVSR 2

Instrument: TRZ-0121/01-11
Start recording: 02/08/14 10:57:26 End recording: 02/08/14 11:17:26
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS: LAT 44.496830° - LONG 11.392683°
Trace length: 0h20'00". Analyzed 95% trace (manual window selection)
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 30 s - Smoothing type: Triangular window - Smoothing: 10%



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

Max. H/V at 0.81 ± 0.05 Hz (in the range 0.0 - 20.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	$0.81 > 0.33$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$926.3 > 200$	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 40 times	OK	
Criteria for a clear H/V 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 $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.29 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.06573 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.05341 < 0.12188$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.5073 < 2.0$	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

MASW - In Onde Rayleigh (ZVFDX5MO5)

BOLOGNA INCROCIO VIA LARGA – FERROVIE BO – PORTOMAGGIORE

- **Strumento e Parametri di acquisizione**

Strumento: SAB – 0019 / 02 - 11

Start recording: 02/08/14 11:17:45 End recording: 02/08/14 11:17:59

Trace length: 0h00'02". - Sampling rate: 512 Hz

- **Geometria Array**

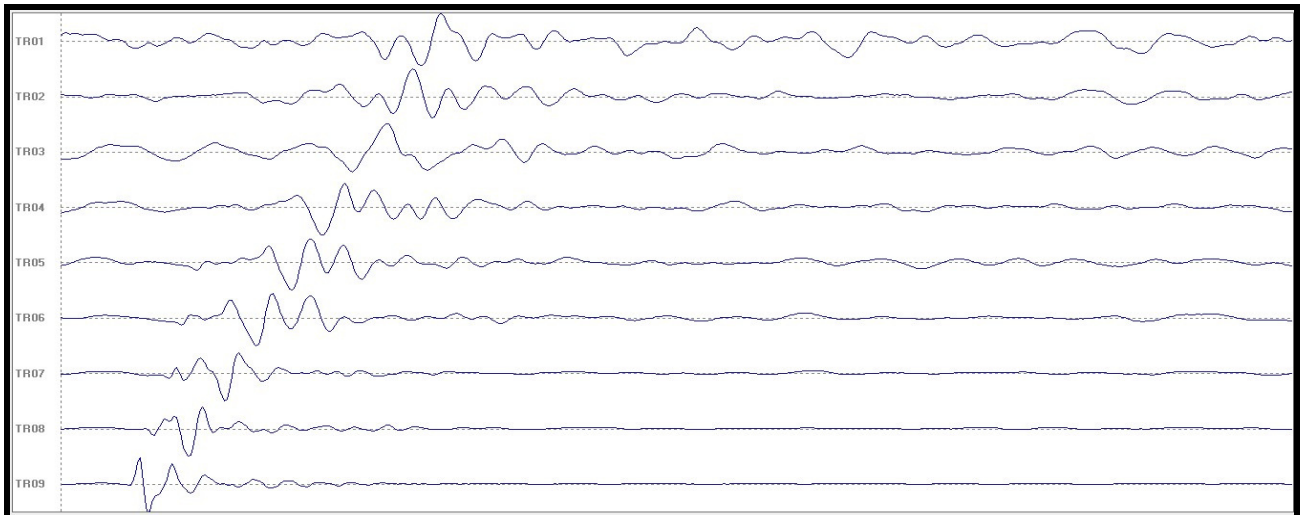
Nomi canali : TR01 ;TR02 ; TR03 ; TR04 ; TR05 ; TR06 ; TR07 ; TR08 ; TR09

Array geometry (x): 0.0 5.0 10.0 15.0 20.0 25.0 30.0 35.0 40.0 m.

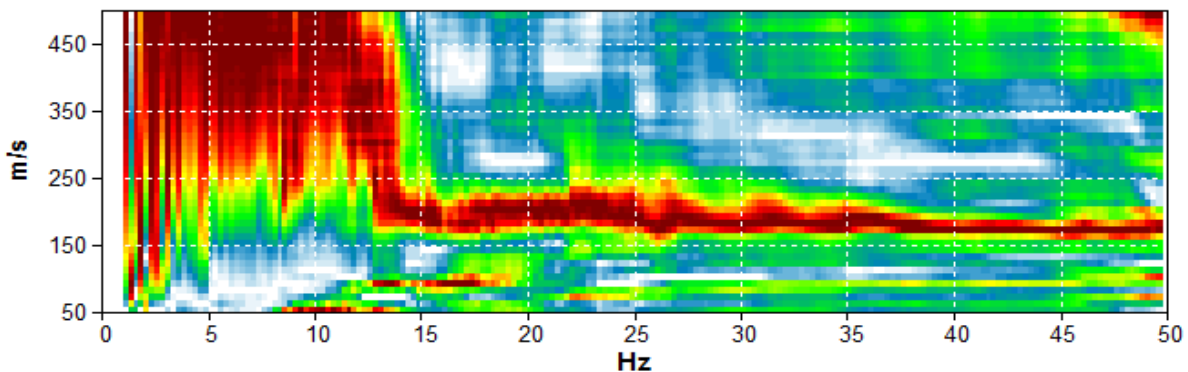
Distanza intergeofonica : DX = 5,00 m.

Offset minimo MO = 10,00 m.

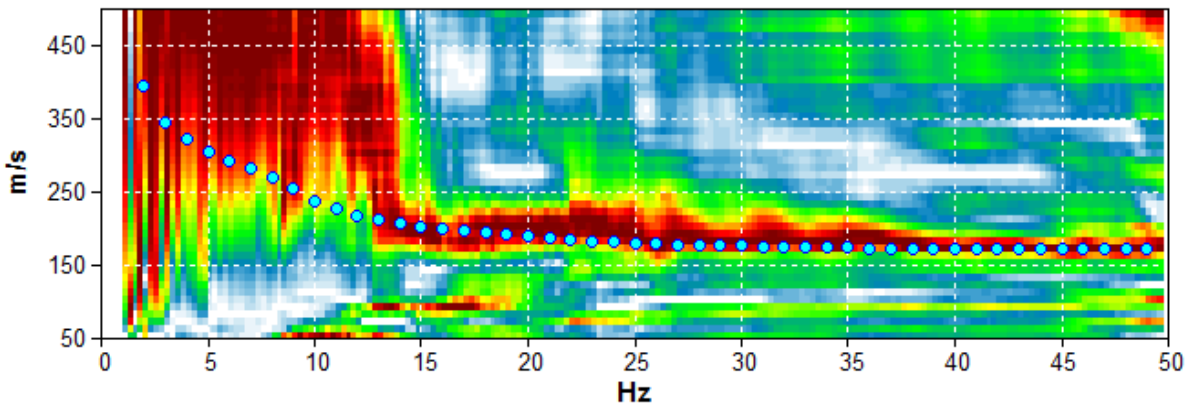
Dataset normalizzato nell'intervallo (0 – 1 s) – Componente Verticale onde Rayleigh ZVF:



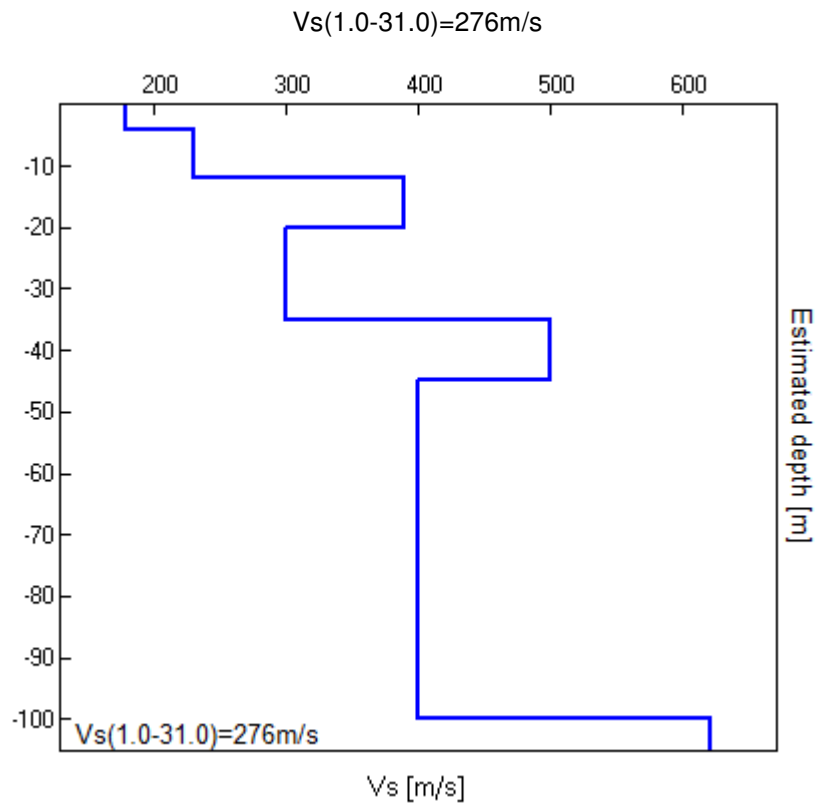
Spettro Velocità di Fase Onde RAYLEIGH:



MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
4.00	4.00	180	0.45
12.00	8.00	230	0.45
20.00	8.00	390	0.45
35.00	15.00	300	0.35
45.00	10.00	500	0.35
100.00	55.00	400	0.35
inf.	inf.	620	0.35



La Masw ha dato informazioni fino a circa 12 Hz ossia 10 m di profondità , la restante porzione del modello è stato ricavato dal fit congiunto con HVSr 1 e le prove in Array.

Re.Mi / ESAC

BOLOGNA INCROCIO VIA LARGA – FERROVIE BO – PORTOMAGGIORE

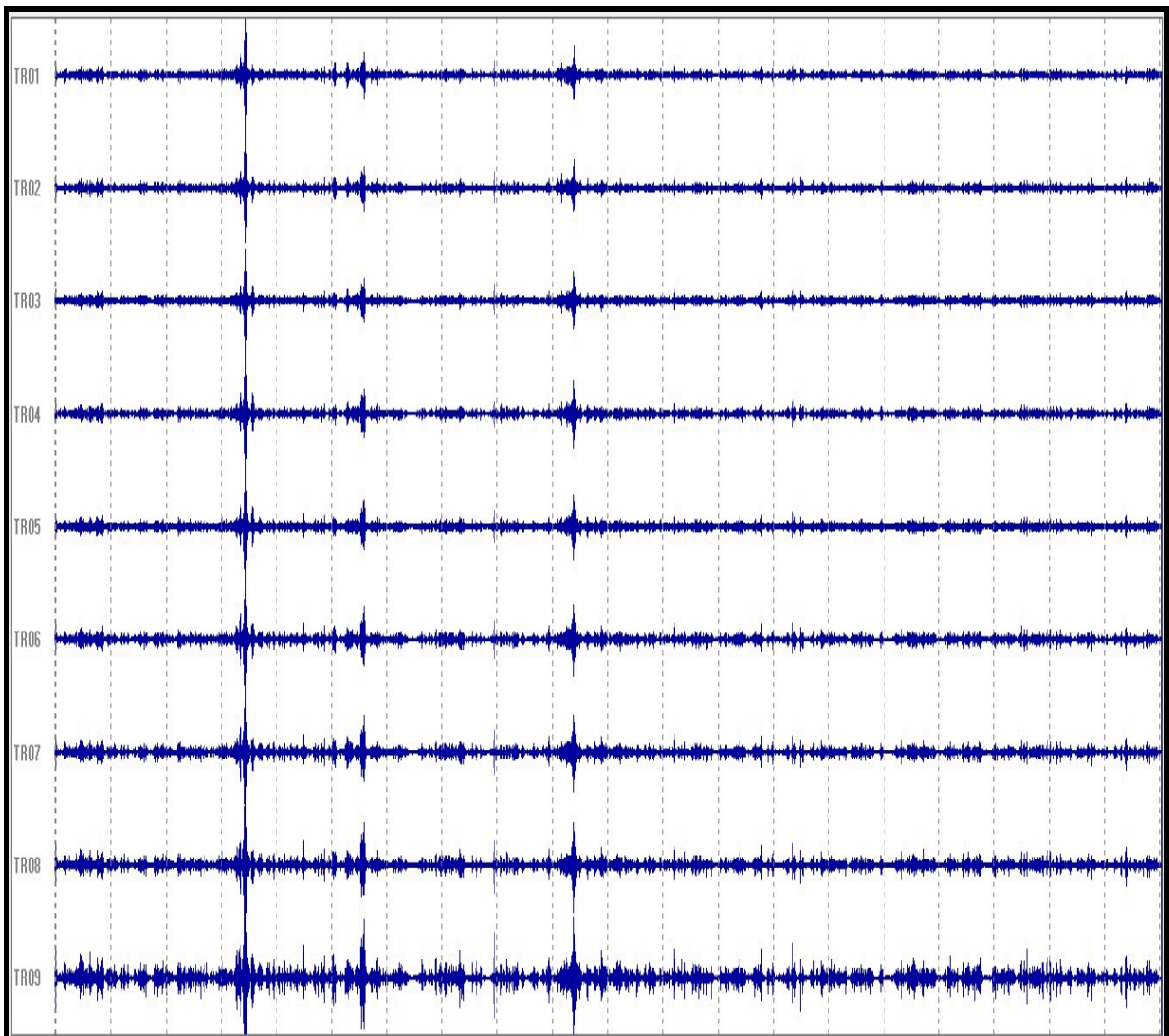
- **Strumento e Parametri di acquisizione**

Strumento: SAB – 0019 / 02 - 11
Start recording: 02/08/14 10:21:41 End recording: 02/08/14 10:41:45
Trace length: 0h20'04". Sampling rate: 256 Hz

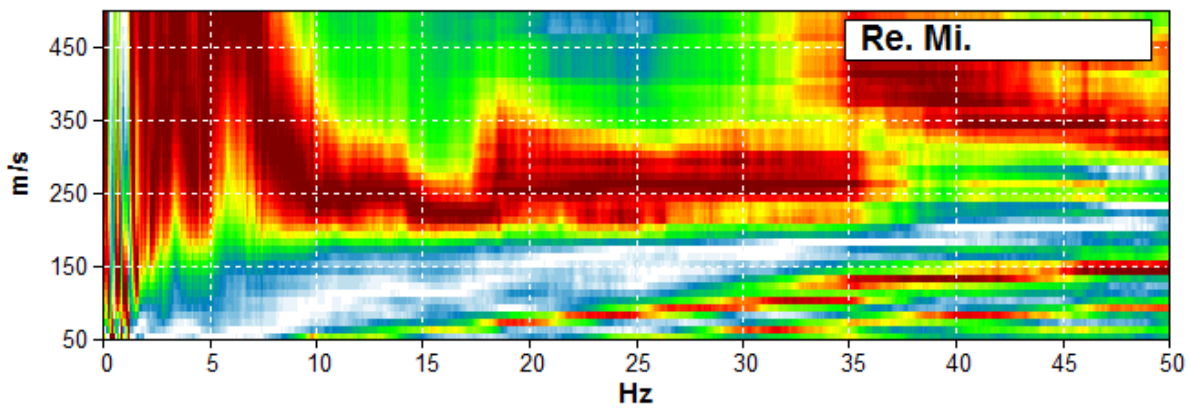
- **Geometria Array**

Nomi canali : TR01 ;TR02 ; TR03 ; TR04 ; TR05 ; TR06 ; TR07 ; TR08 ; TR09
Array geometry (x): 0.0 5.0 10.0 15.0 20.0 25.0 30.0 35.0 40.0 m.
Array geometry (y): 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 m.
Distanza intergeofonica : DX = 5,00 m.

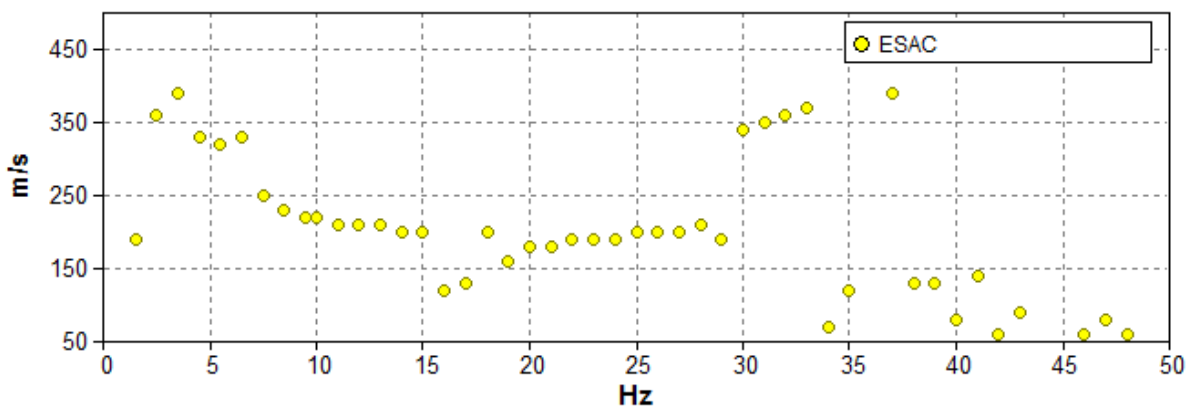
Dataset normalizzato nei 20 minuti di acquisizione:



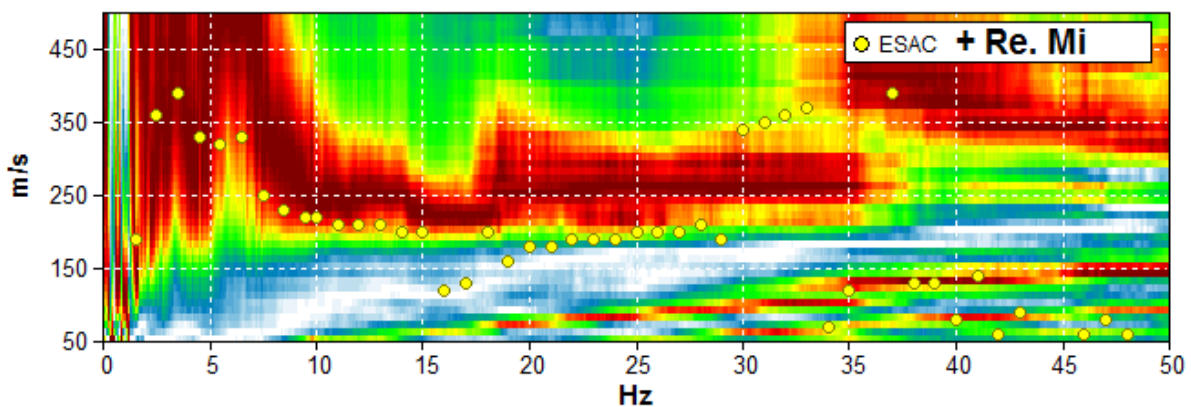
Spettro Velocità di Fase Onde Rayleigh da Prova Re.Mi.



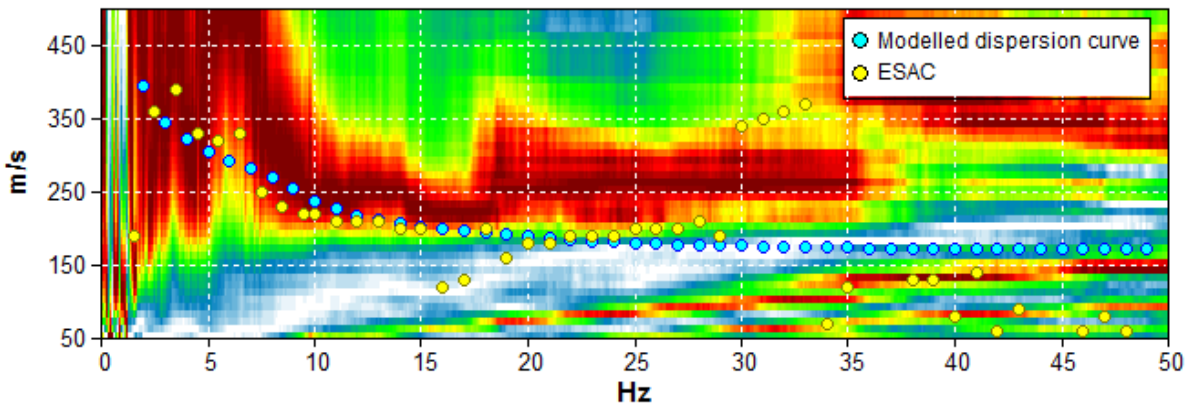
Curva di Dispersione Sperimentale da Procedura ESAC:



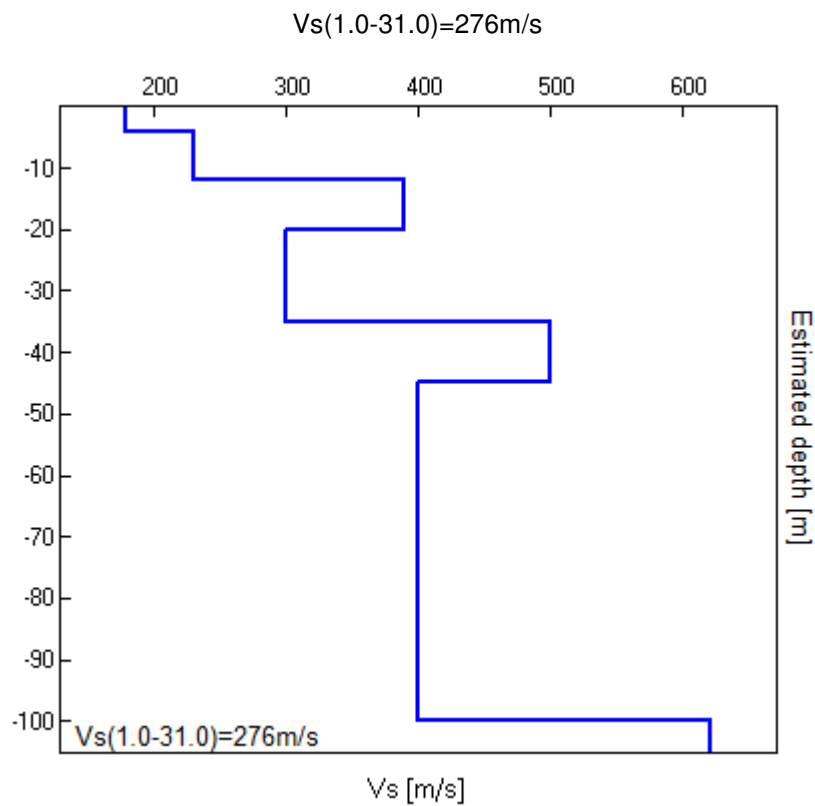
Spettro Velocità di Fase Onde Rayleigh da Prova Re.Mi. + Curva di Dispersione Effettiva da Procedura ESAC:



MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
4.00	4.00	180	0.45
12.00	8.00	230	0.45
20.00	8.00	390	0.45
35.00	15.00	300	0.35
45.00	10.00	500	0.35
100.00	55.00	400	0.35
inf.	inf.	620	0.35



La prova REMI/ESAC ha dato informazioni fino a circa 2,5 Hz, pertanto la profondità, raggiunta è circa 40,00 – 50.00 m., la restante porzione del modello è stato ricavato dal fit congiunto REMI/ESAC – HVS1.

ALLEGATO B

REGISTRAZIONI HVSR

BOPO TR-1

Instrument: TRS-0016/01-06

Start recording: 29/07/14 08:09:16 End recording: 29/07/14 08:29:17

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS location: 011°22.5809 E, 44°29.7254 N (not available)

(UTC time synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 samples

Satellite no.: 03

Trace length: 0h20'00". Analyzed 84% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

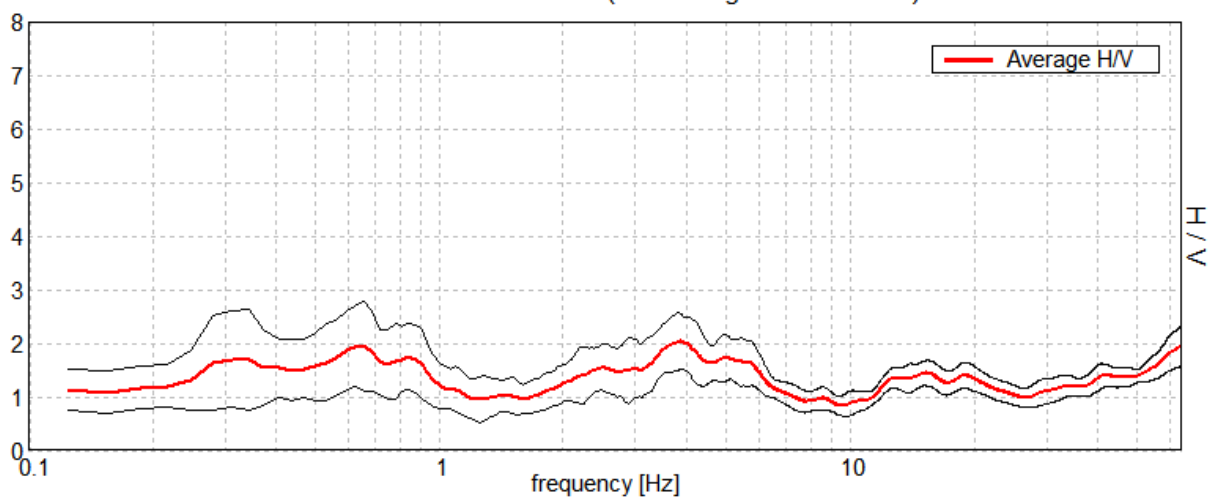
Window size: 24 s

Smoothing type: Triangular window

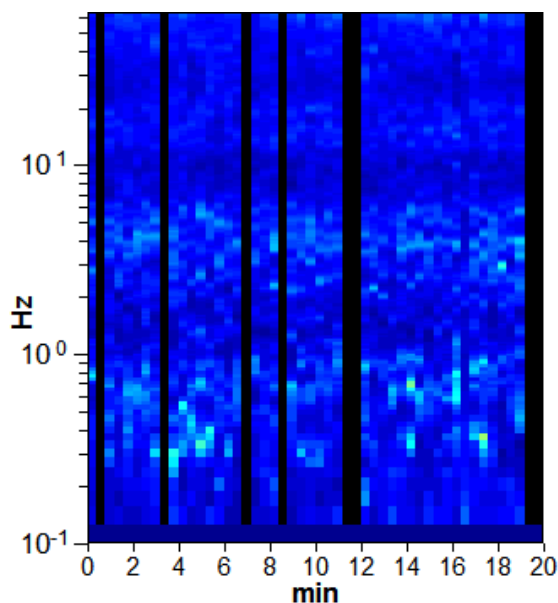
Smoothing: 8%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

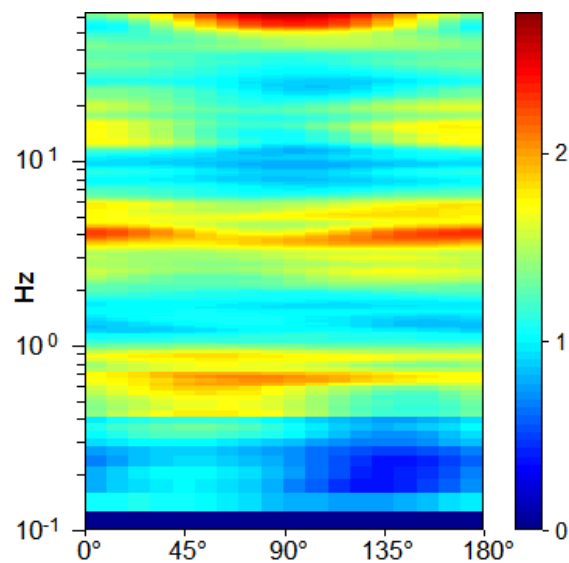
Max. H/V at 3.84 ± 0.12 Hz. (In the range 2.5 - 45.0 Hz).



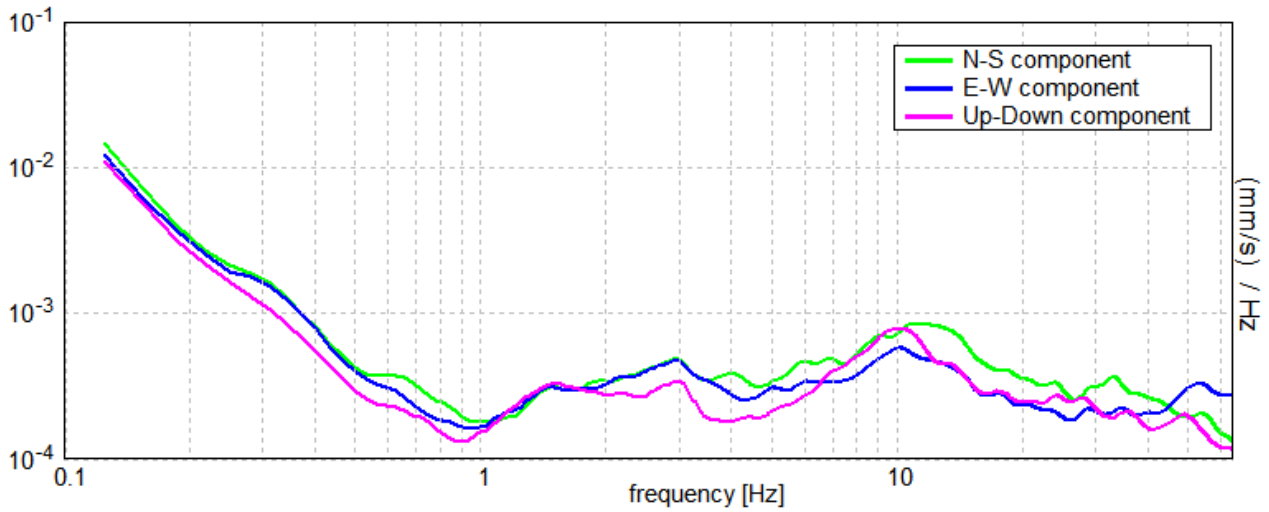
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

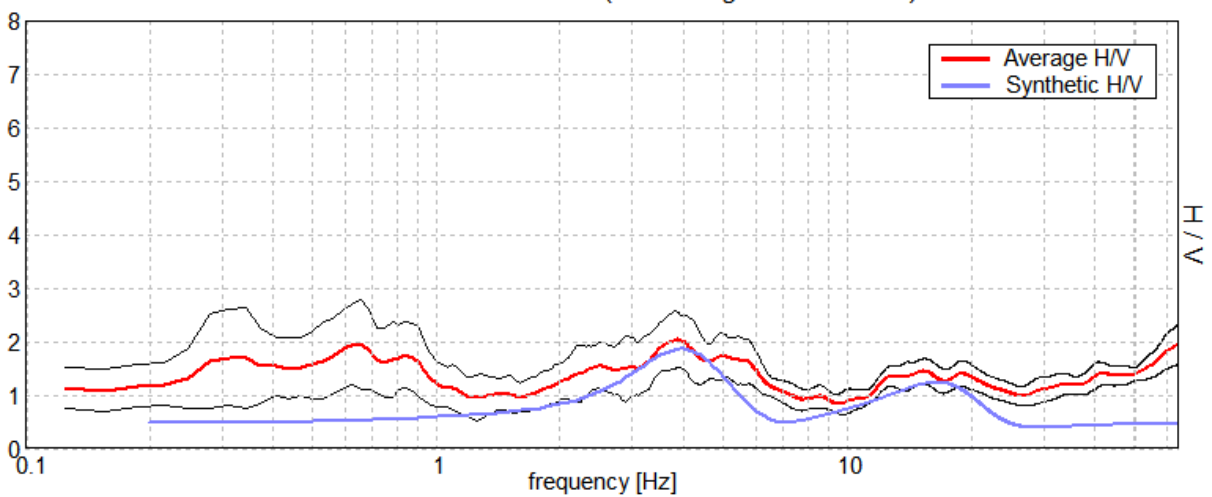


SINGLE COMPONENT SPECTRA



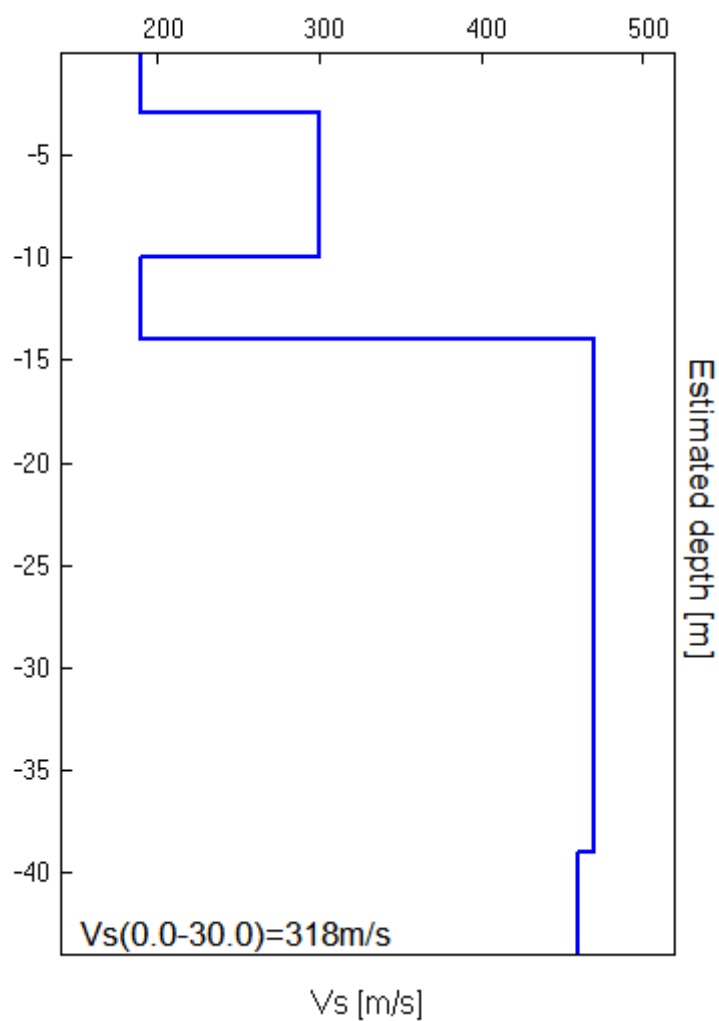
EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 3.84 ± 0.12 Hz. (In the range 2.5 - 45.0 Hz).



Bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
3.00	3.00	190	0.45
10.00	7.00	300	0.45
14.00	4.00	190	0.45
39.00	25.00	470	0.35
inf.	inf.	460	0.35

Vs(0.0-30.0)=318m/s



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

Max. H/V at 3.84 ± 0.12 Hz (in the range 2.5 - 45.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	3.84 > 0.42	OK	
$n_c(f_0) > 200$	3874.5 > 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 186 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.688 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	7.219 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.03 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01579 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.06068 < 0.19219	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2589 < 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

BOPO TR-2

Instrument: TRS-0016/01-06

Start recording: 29/07/14 08:39:40 End recording: 29/07/14 08:59:41

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS location: 011°22.3704 E, 44°29.6286 N (91.7 m)

(UTC time synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 samples

Satellite no.: 05

Trace length: 0h20'00". Analyzed 85% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

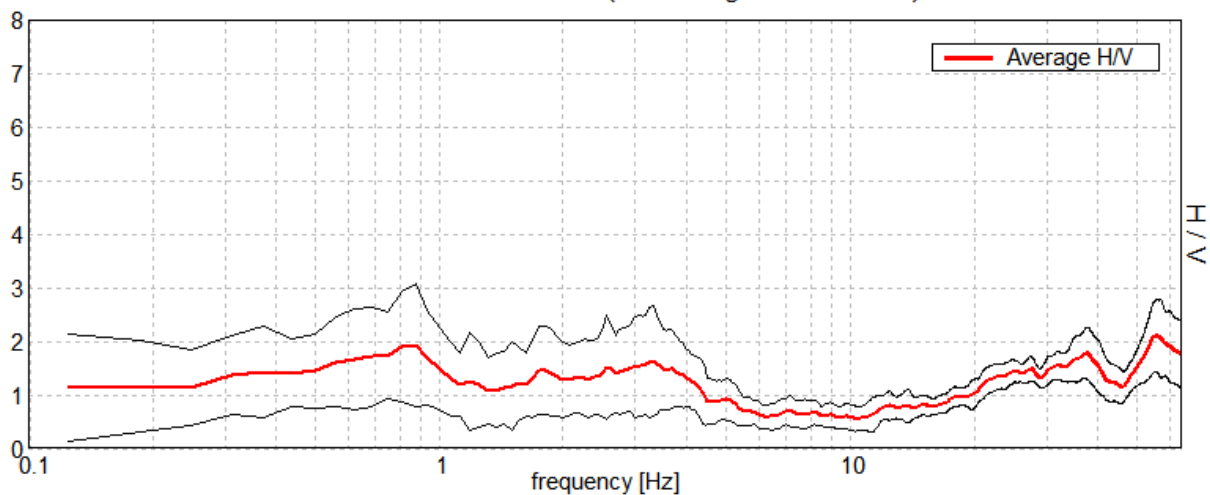
Window size: 12 s

Smoothing type: Triangular window

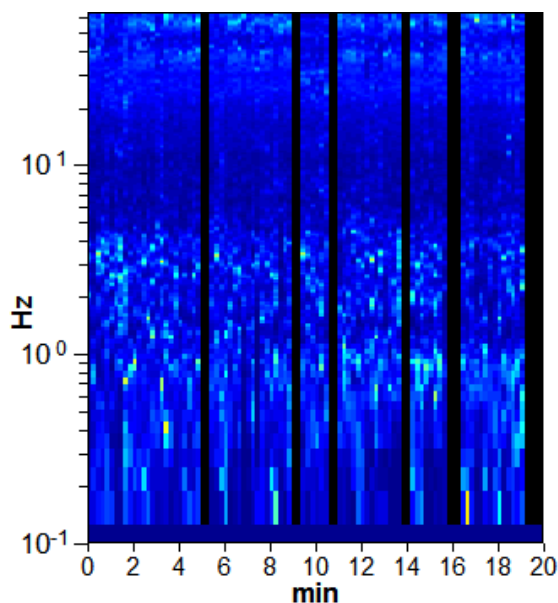
Smoothing: 4%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

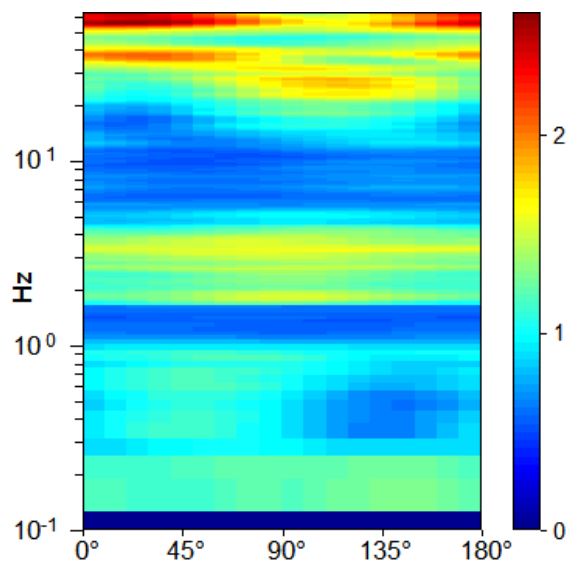
Max. H/V at 55.5 ± 4.78 Hz. (In the range 2.5 - 64.0 Hz).



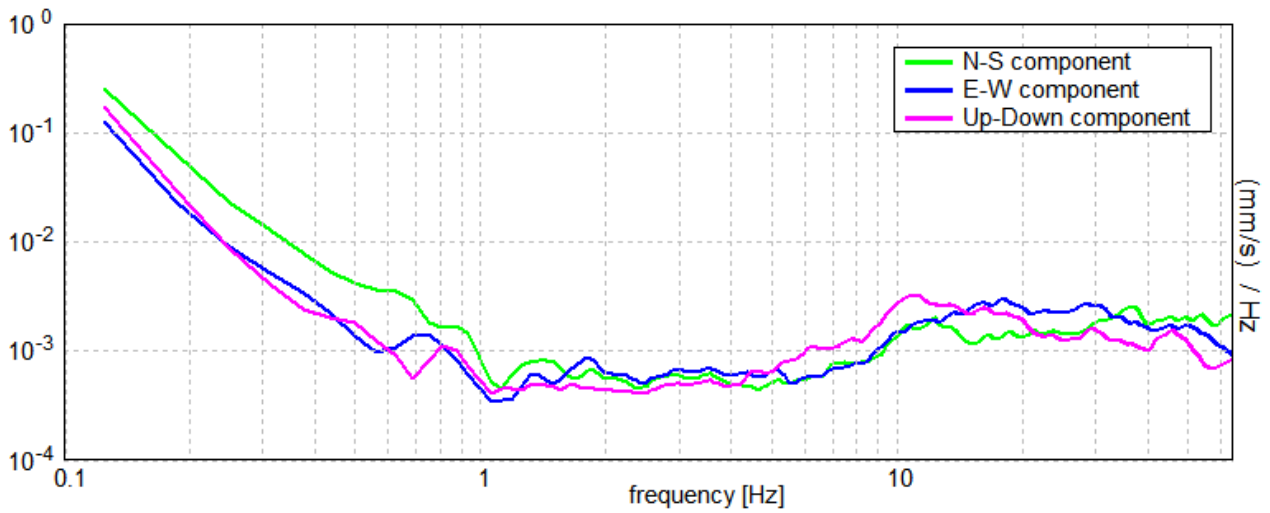
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

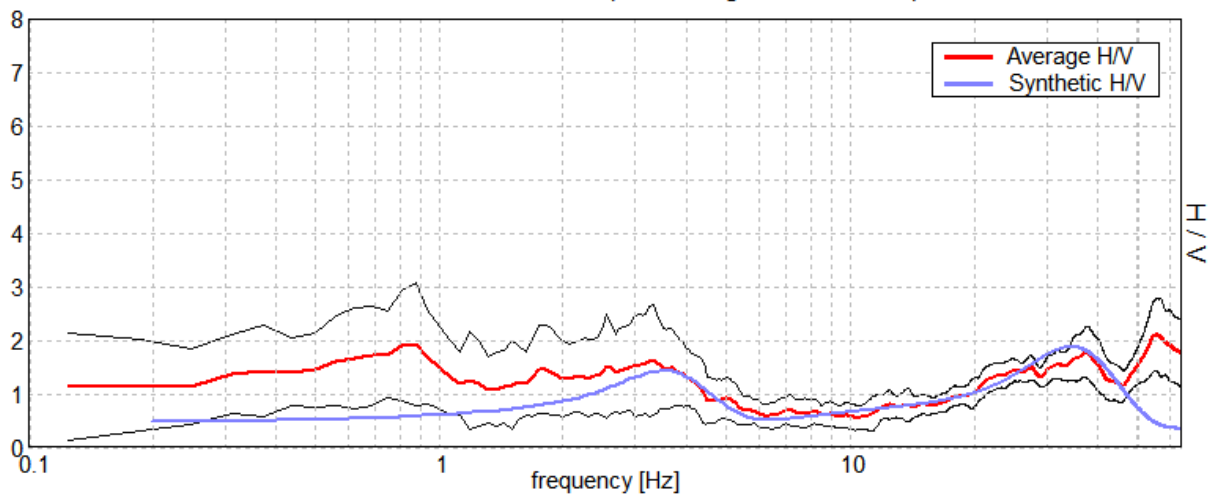


SINGLE COMPONENT SPECTRA



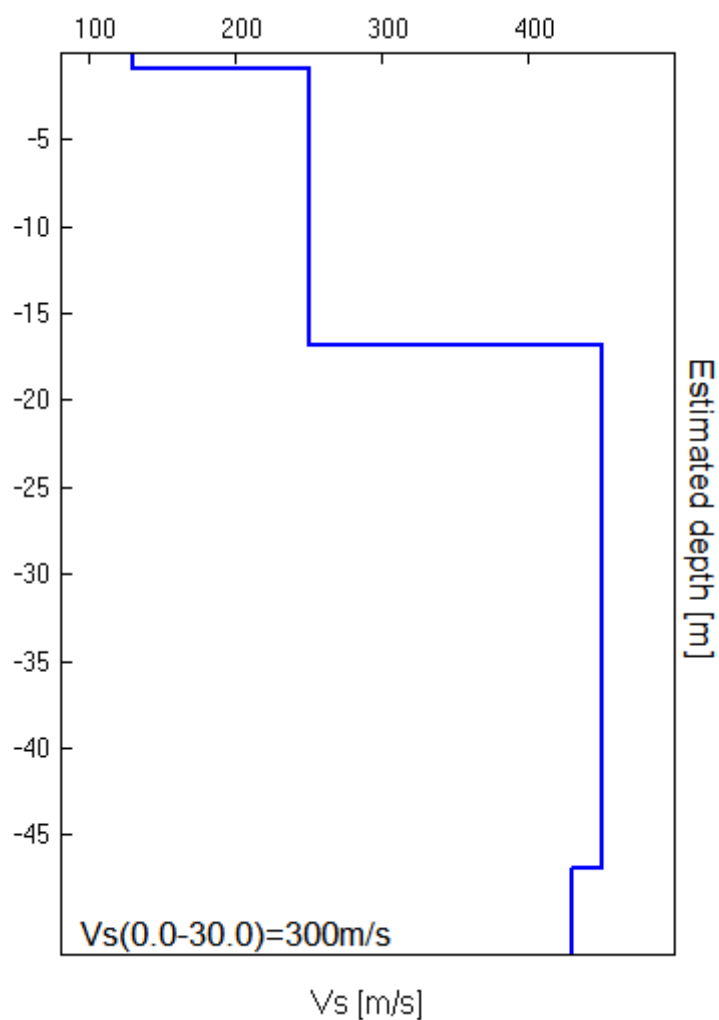
EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 55.5 ± 4.78 Hz. (In the range 2.5 - 64.0 Hz).



Bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.90	0.90	130	0.40
16.90	16.00	250	0.35
46.90	30.00	450	0.35
inf.	inf.	430	0.35

Vs(0.0-30.0)=300m/s



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

Max. H/V at 55.5 ± 4.78 Hz (in the range 2.5 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	55.50 > 0.83	OK	
$n_c(f_0) > 200$	56610.0 > 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 581 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	20.25 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.10 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04307 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	2.39028 < 2.775	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3341 < 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

BOPO TR-3

Instrument: TRS-0016/01-06

Start recording: 29/07/14 09:07:46 End recording: 29/07/14 09:27:47

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS location: 011°22.2632 E, 44°29.6232 N (92.3 m)

(UTC time synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 samples

Satellite no.: 04

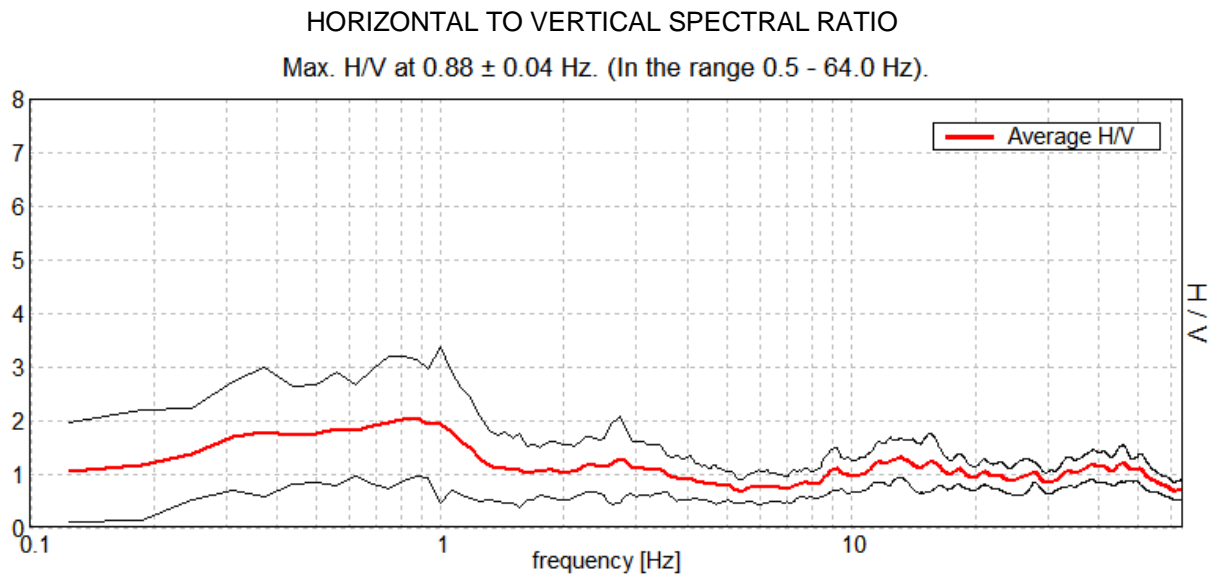
Trace length: 0h20'00". Analyzed 93% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

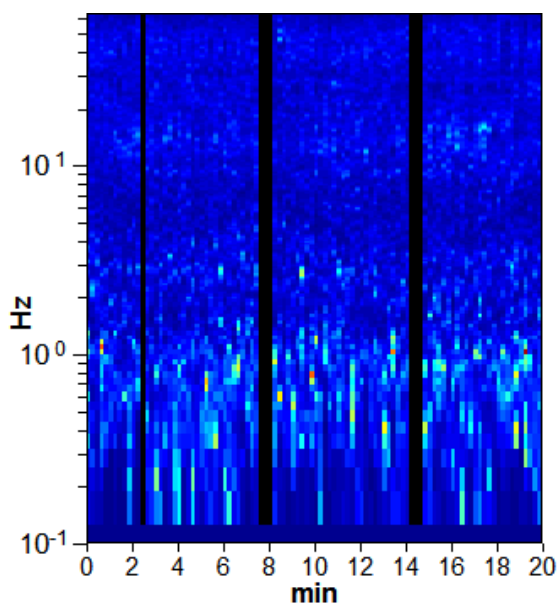
Window size: 12 s

Smoothing type: Triangular window

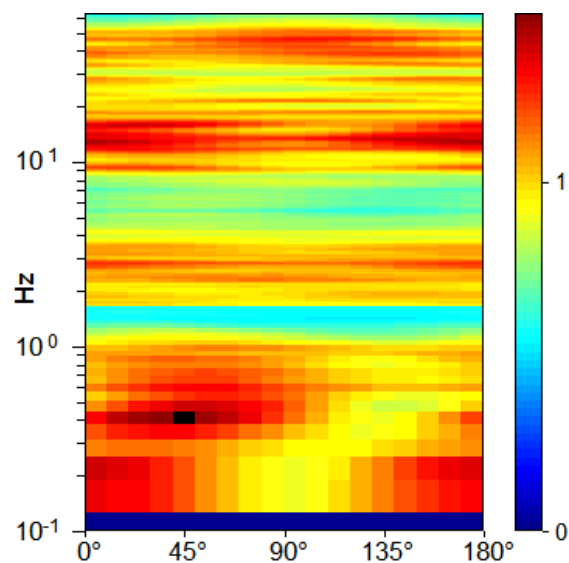
Smoothing: 4%



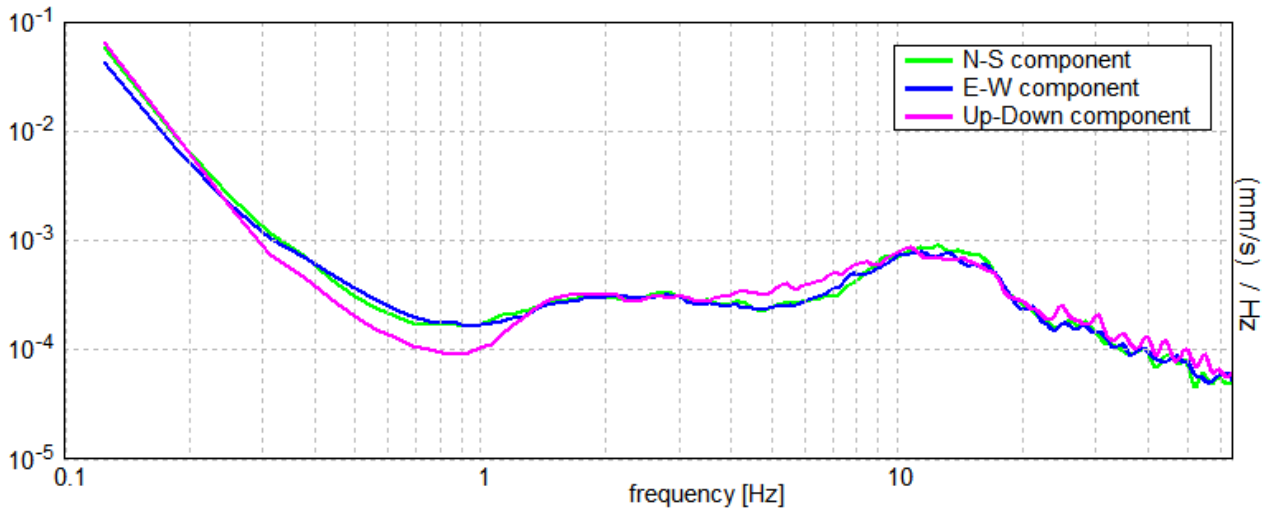
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

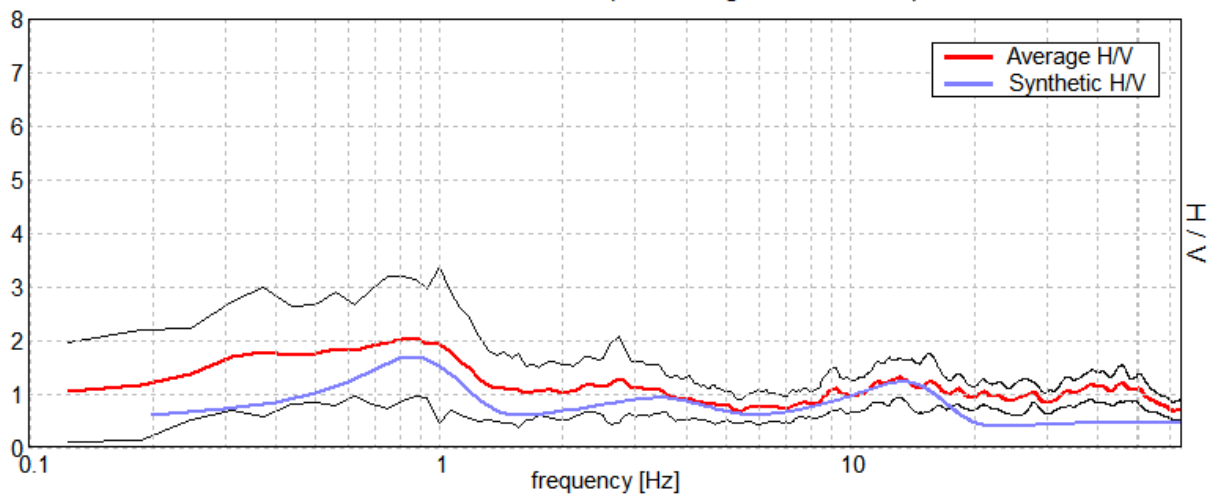


SINGLE COMPONENT SPECTRA



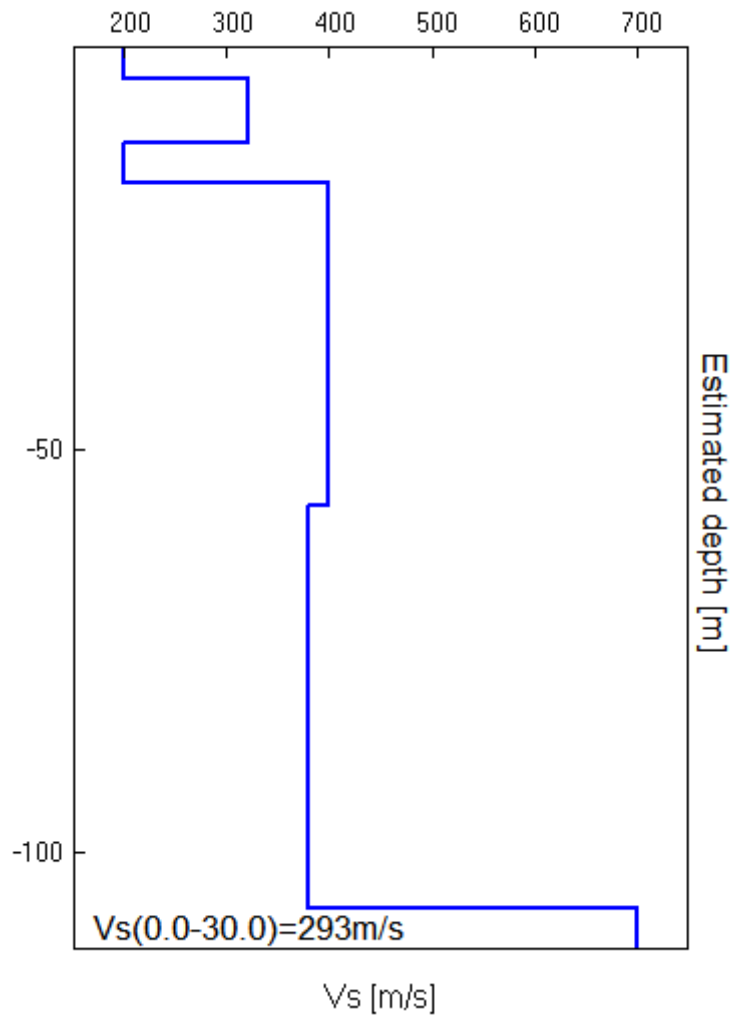
EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 0.88 ± 0.04 Hz. (In the range 0.5 - 64.0 Hz).



Bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
4.00	4.00	200	0.45
12.00	8.00	320	0.45
17.00	5.00	200	0.45
57.00	40.00	400	0.35
107.00	50.00	380	0.35
inf.	inf.	700	0.35

Vs(0.0-30.0)=293m/s



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

Max. H/V at 0.88 ± 0.04 Hz (in the range 0.5 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	0.88 > 0.83	OK	
$n_c(f_0) > 200$	976.5 > 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 22 times	OK	
Criteria for a clear H/V 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 $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.625 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.03 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02095 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.01833 < 0.13125	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.5462 < 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

BOPO TR-4 (Via Larga – Sond 433)

Instrument: TRS-0016/01-06

Start recording: 29/07/14 10:03:42 End recording: 29/07/14 10:23:43

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS location: 011°23.5857 E, 44°29.8144 N (98.2 m)

(UTC time synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 samples

Satellite no.: 04

Trace length: 0h20'00". Analyzed 88% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

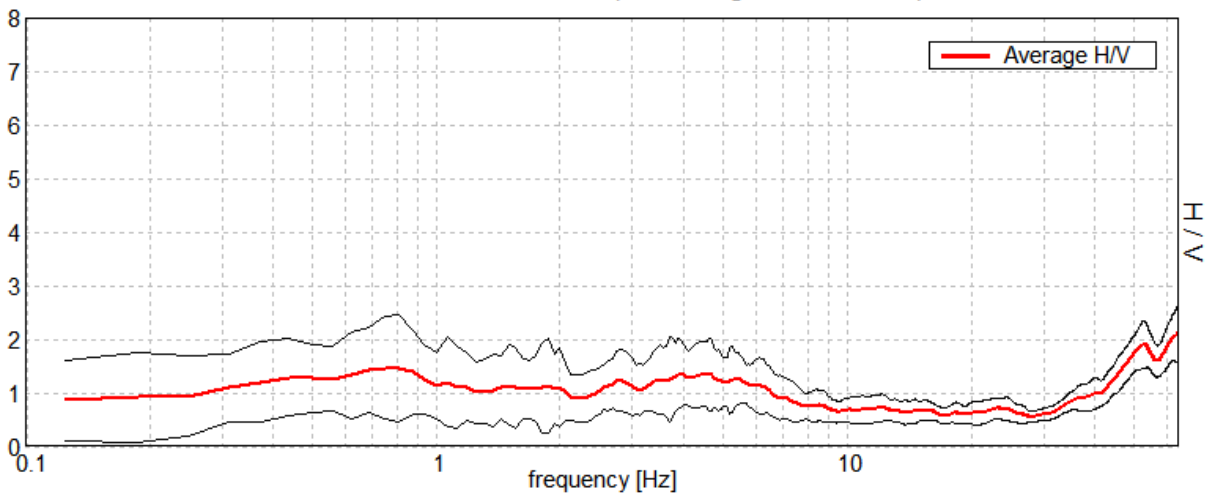
Window size: 10 s

Smoothing type: Triangular window

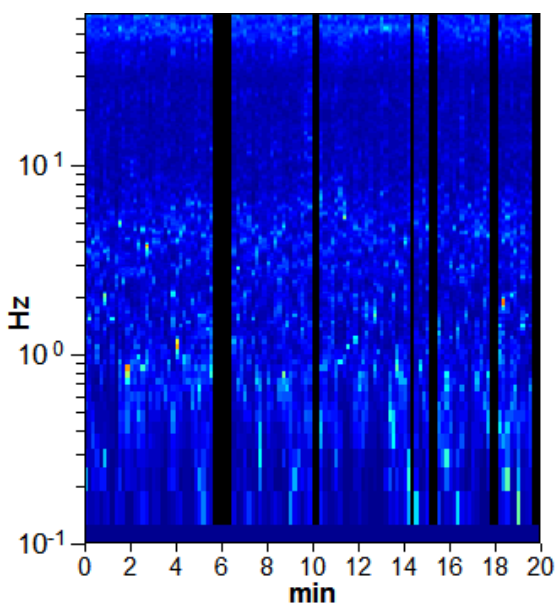
Smoothing: 4%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

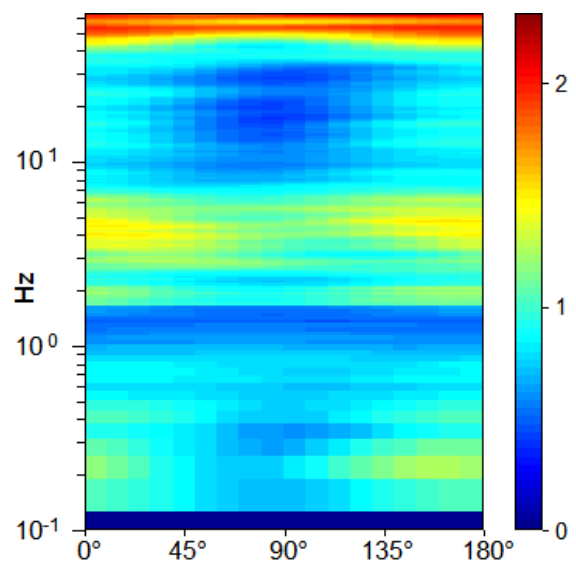
Max. H/V at 63.94 ± 1.69 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



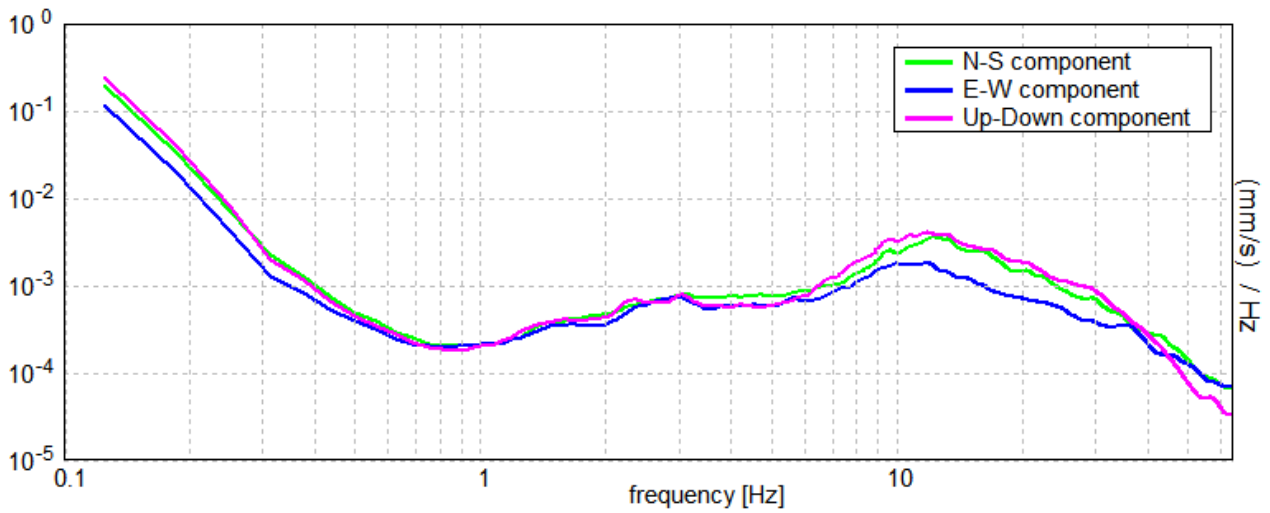
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

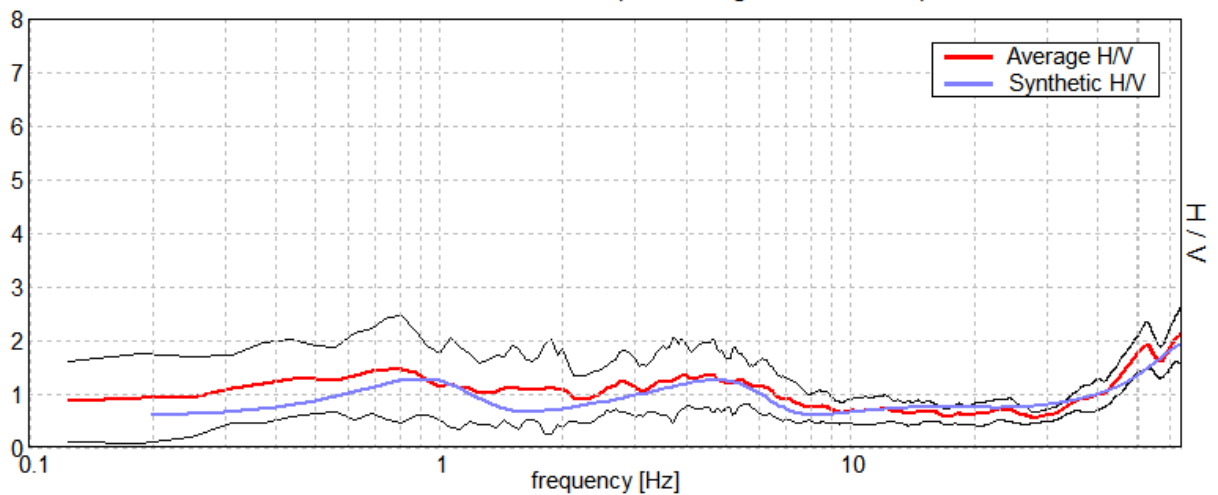


SINGLE COMPONENT SPECTRA

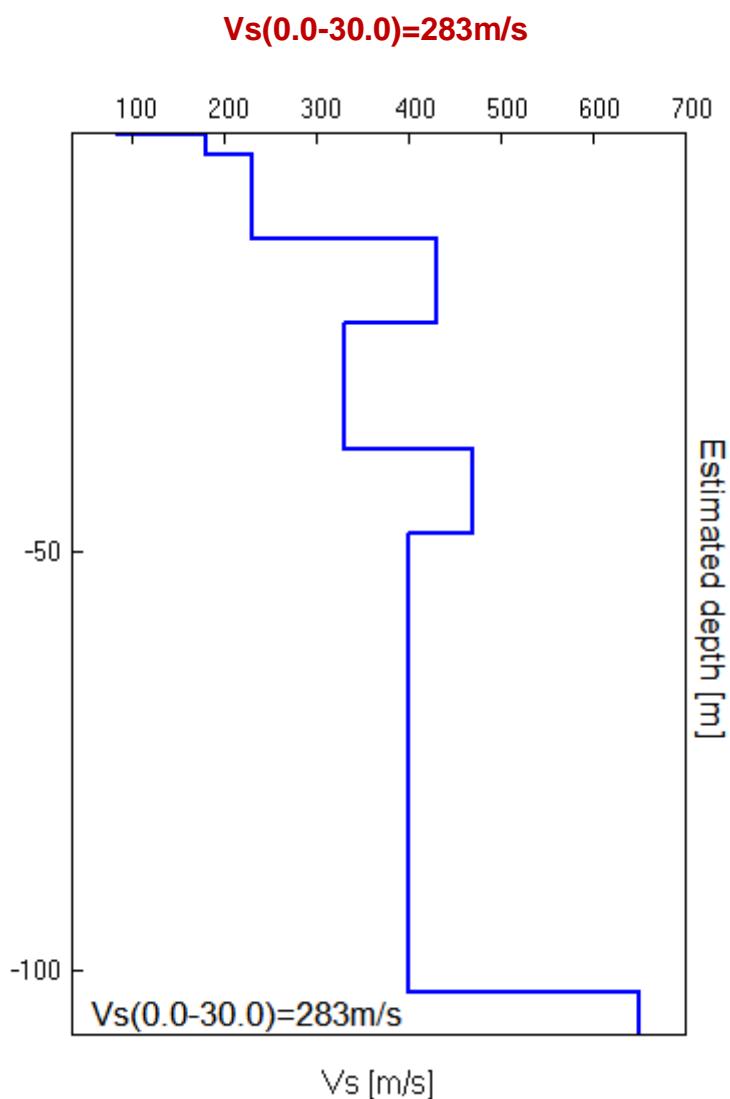


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 63.94 ± 1.69 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.30	0.30	85	0.35
2.80	2.50	180	0.35
12.80	10.00	230	0.35
22.80	10.00	430	0.35
37.80	15.00	330	0.35
47.80	10.00	470	0.35
102.80	55.00	400	0.35
inf.	inf.	650	0.35



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

Max. H/V at 63.94 ± 1.69 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	63.94 > 1.00	OK	
$n_c(f_0) > 200$	67773.8 > 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 514 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	42.5 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.14 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01324 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.84673 < 3.19688	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2987 < 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

BOPO TR-5 (Via Larga – Sond 433)

Instrument: TRS-0016/01-06

Start recording: 29/07/14 10:31:56 End recording: 29/07/14 10:51:57

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS location: 011°23.5816 E, 44°29.8318 N (not available)

(UTC time synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 samples

Satellite no.: 03

Trace length: 0h20'00". Analyzed 90% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

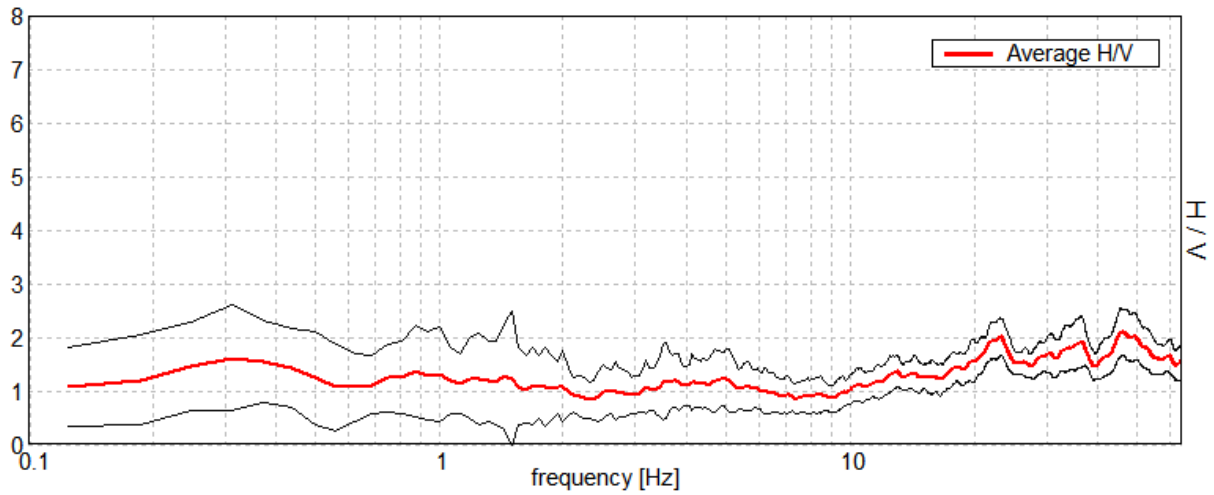
Window size: 15 s

Smoothing type: Triangular window

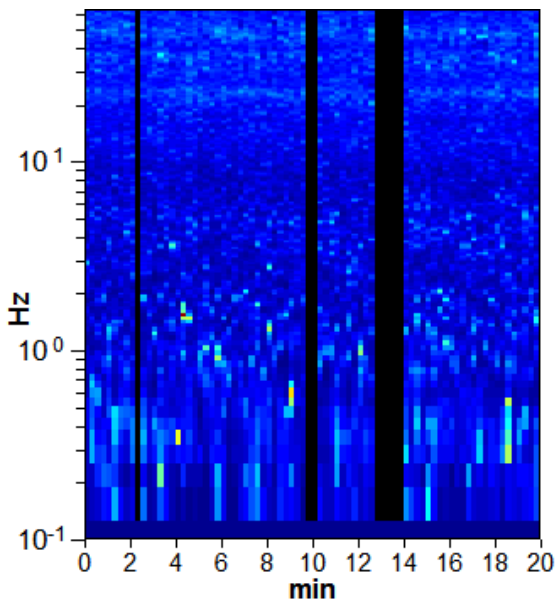
Smoothing: 3%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

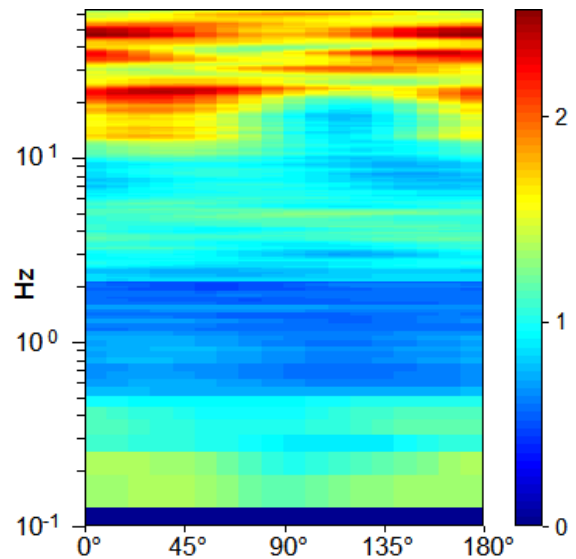
Max. H/V at 23.25 ± 1.84 Hz. (In the range 2.5 - 40.0 Hz).



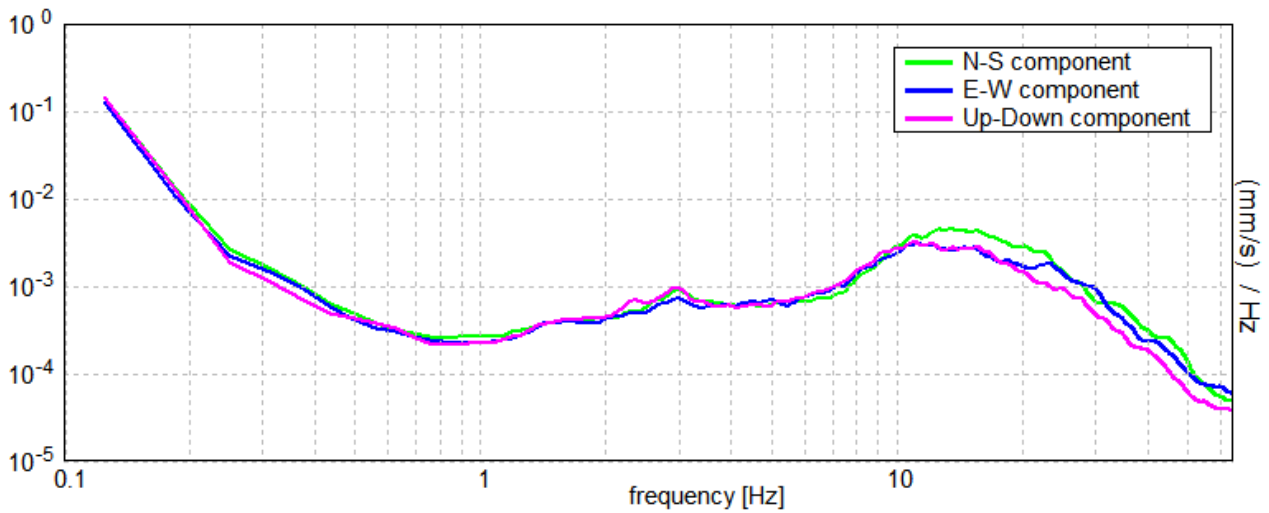
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

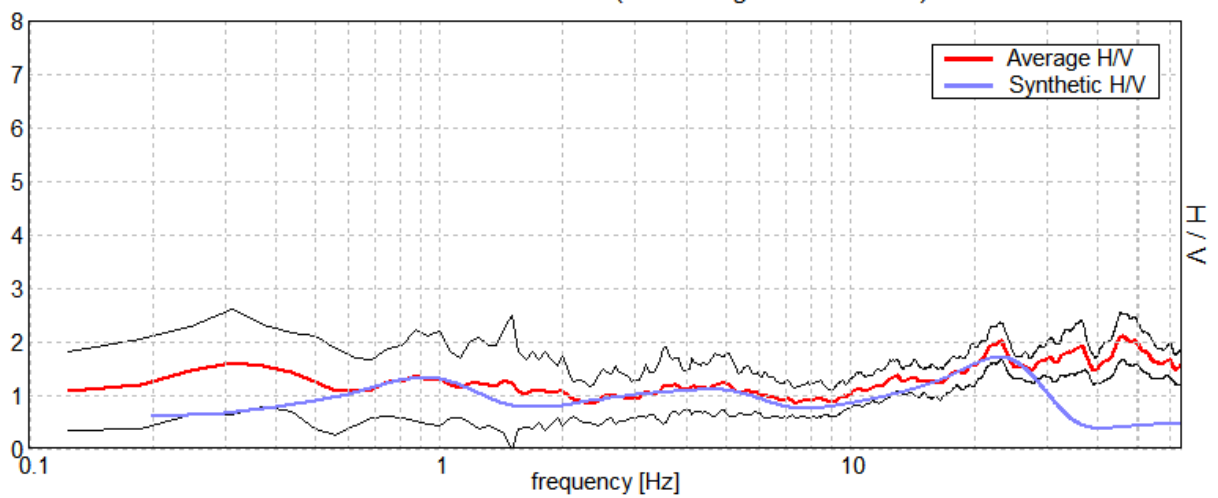


SINGLE COMPONENT SPECTRA



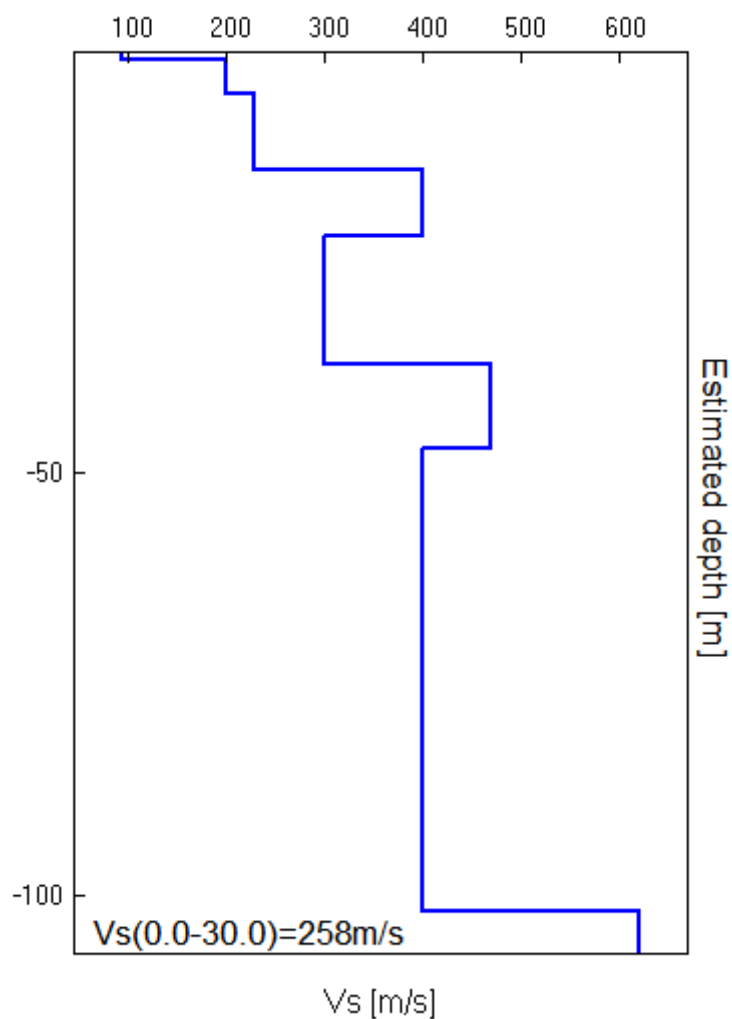
EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 23.25 ± 1.84 Hz. (In the range 2.5 - 40.0 Hz).



Bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.00	1.00	95	0.35
5.00	4.00	200	0.35
14.00	9.00	230	0.35
22.00	8.00	400	0.35
37.00	15.00	300	0.35
47.00	10.00	470	0.35
102.00	55.00	400	0.35
inf.	inf.	620	0.35

Vs(0.0-30.0)=258m/s



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

Max. H/V at 23.25 ± 1.84 Hz (in the range 2.5 - 40.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	23.25 > 0.67	OK	
$n_c(f_0) > 200$	25110.0 > 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 559 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	9.875 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.00 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03948 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.9178 < 1.1625	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1732 < 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

BOPO TR-6 (San Vitale – Sond 425-426)

Instrument: TRS-0016/01-06

Start recording: 01/08/14 07:39:33 End recording: 01/08/14 07:59:34

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

GPS location: 011°22.0860 E, 44°29.6044 N (104.6 m)

(UTC time synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 samples

Satellite no.: 05

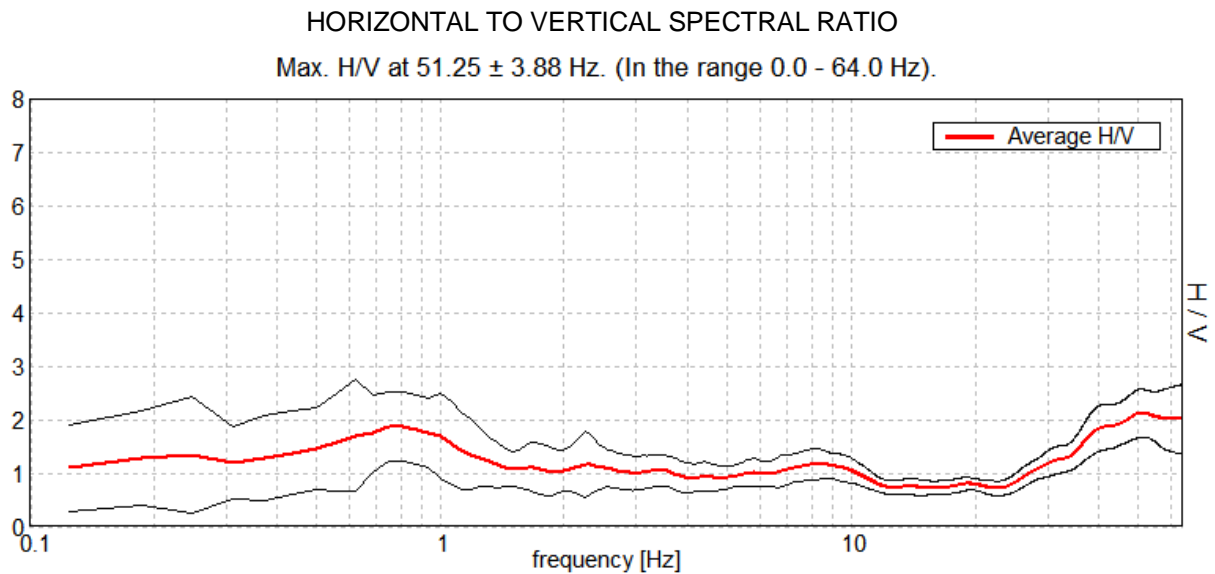
Trace length: 0h20'00". Analyzed 92% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

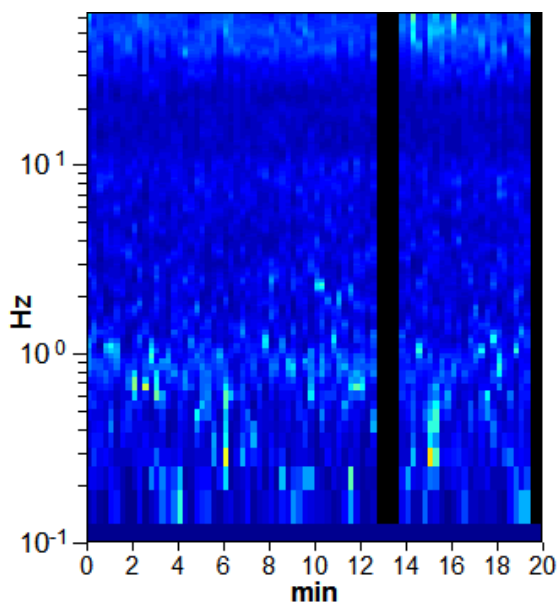
Window size: 15 s

Smoothing type: Triangular window

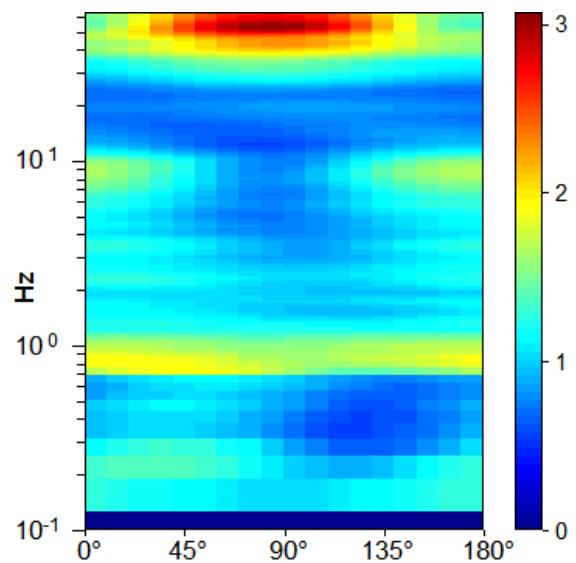
Smoothing: 10%



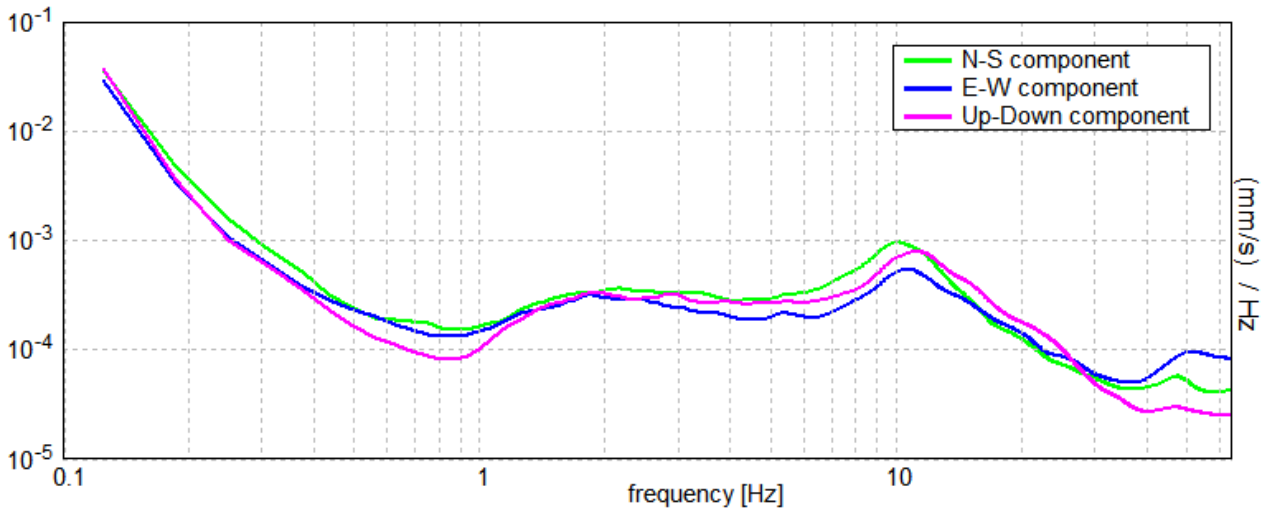
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

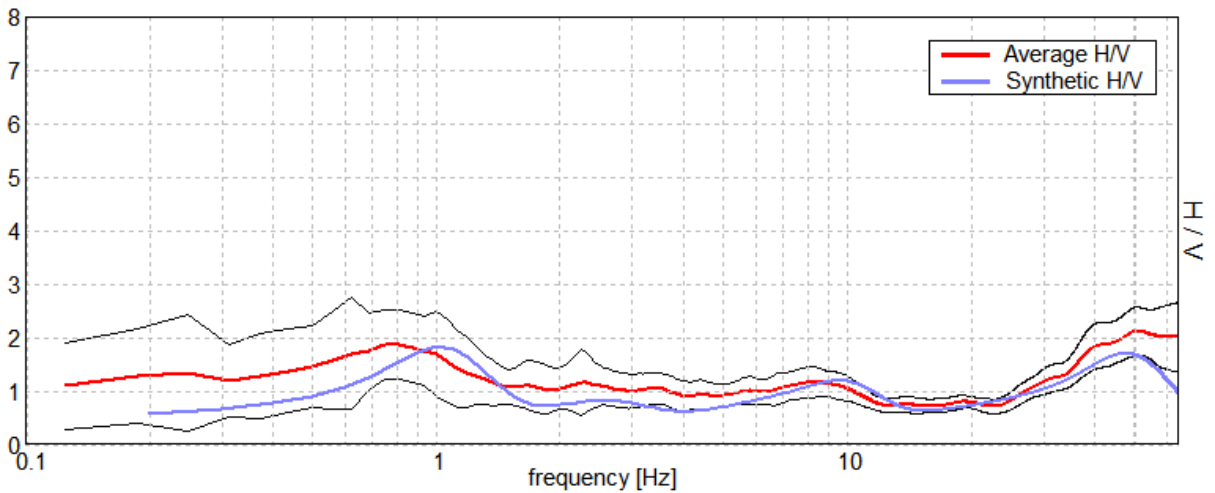


SINGLE COMPONENT SPECTRA



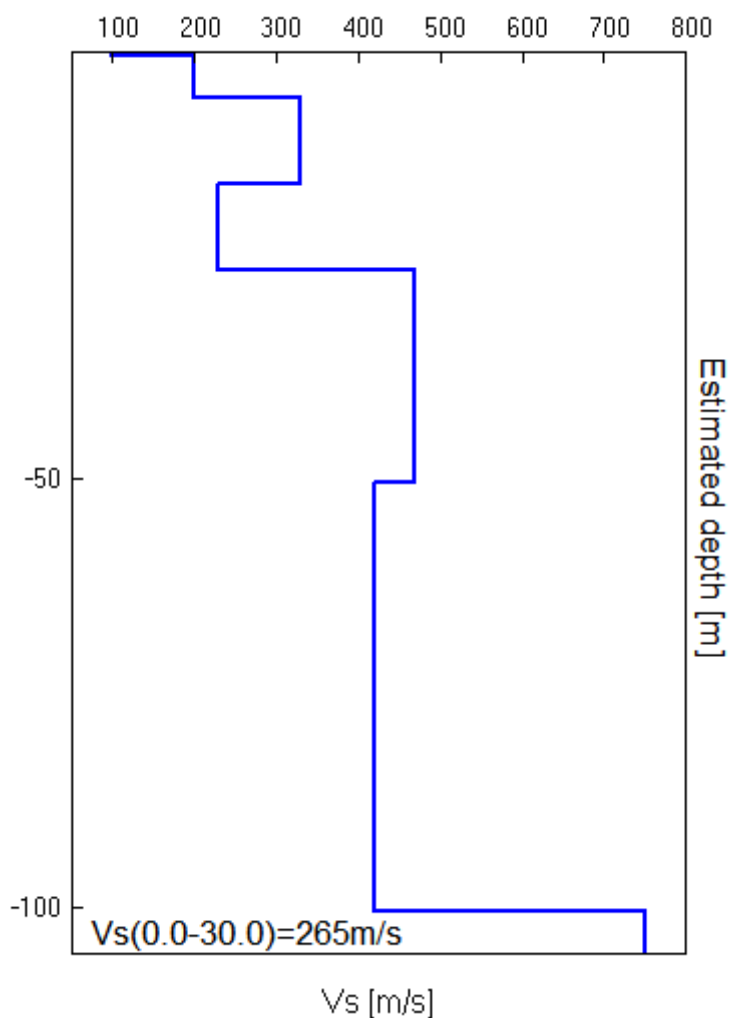
EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 51.25 ± 3.88 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.50	0.50	100	0.35
5.50	5.00	200	0.35
15.50	10.00	330	0.35
25.50	10.00	230	0.35
50.50	25.00	470	0.35
100.50	50.00	420	0.35
inf.	inf.	750	0.35

Vs(0.0-30.0)=265m/s



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

Max. H/V at 51.25 ± 3.88 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	51.25 > 0.67	OK	
$n_c(f_0) > 200$	56887.5 > 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 615 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	28.063 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.12 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03777 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.93564 < 2.5625	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2212 < 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

BOPO TR-7 (San Vitale – Sond 425-426)

Instrument: TRS-0016/01-06

Start recording: 01/08/14 08:08:51 End recording: 01/08/14 08:28:52

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS location: 011°21.9696 E, 44°29.5951 N (99.7 m)

(UTC time synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 samples

Satellite no.: 04

Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.

Sampling rate: 128 Hz

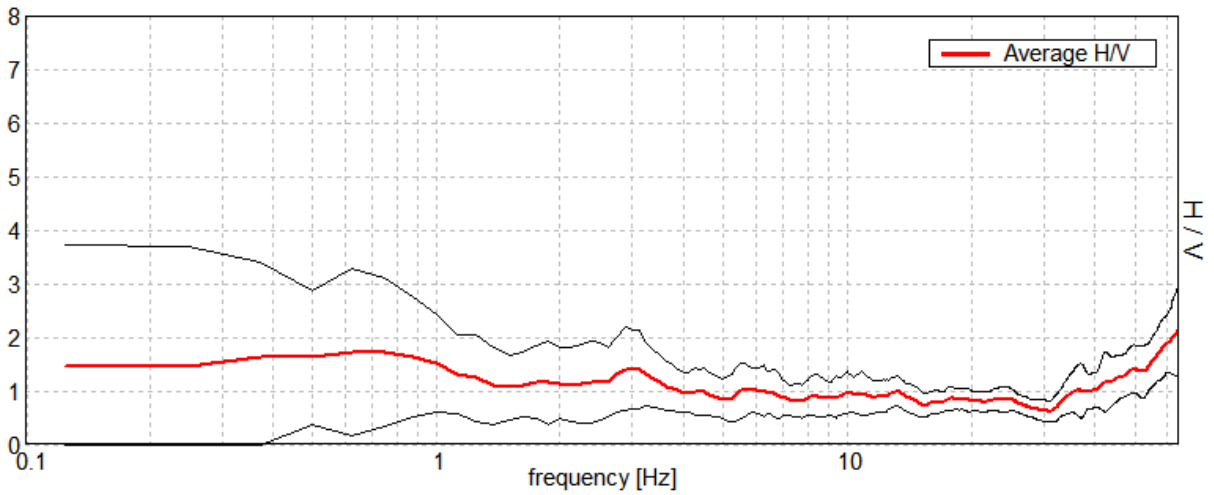
Window size: 8 s

Smoothing type: Triangular window

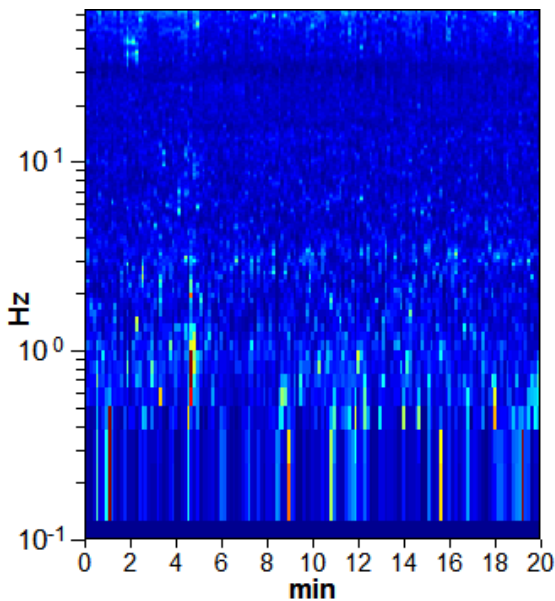
Smoothing: 4%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

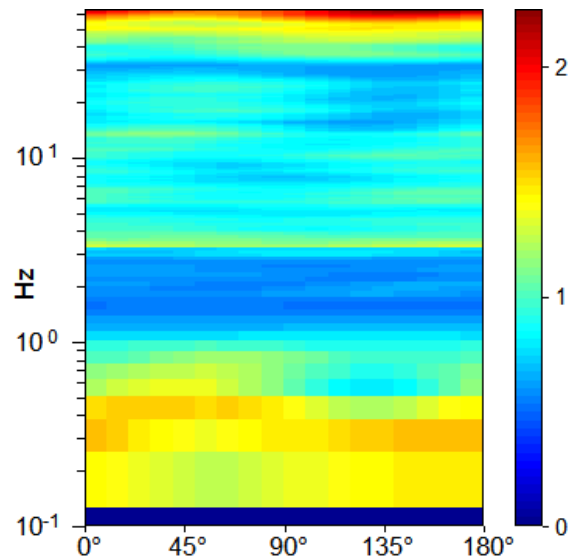
Max. H/V at 63.88 ± 3.74 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



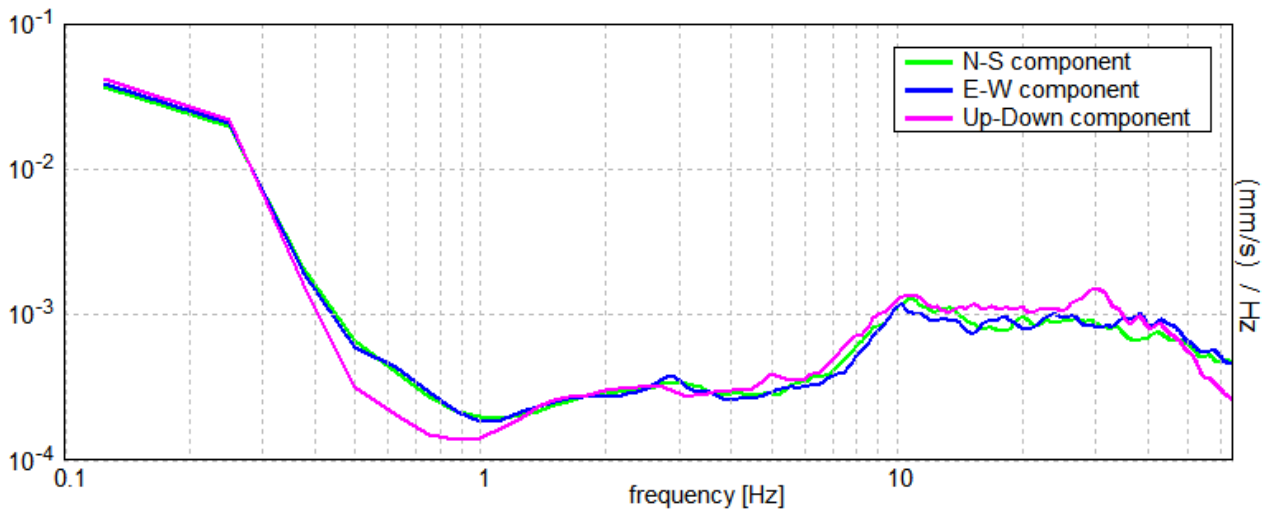
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

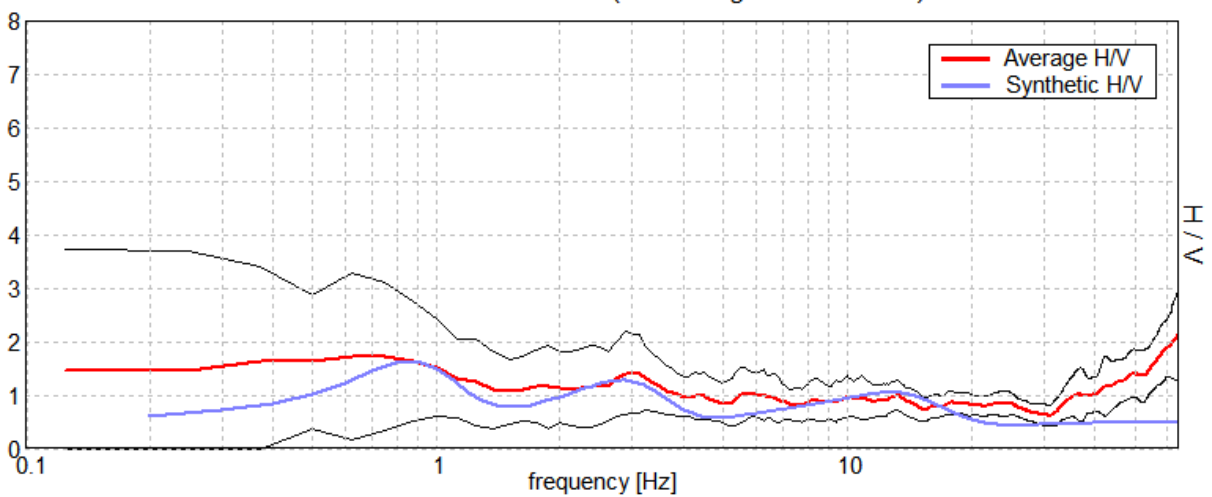


SINGLE COMPONENT SPECTRA



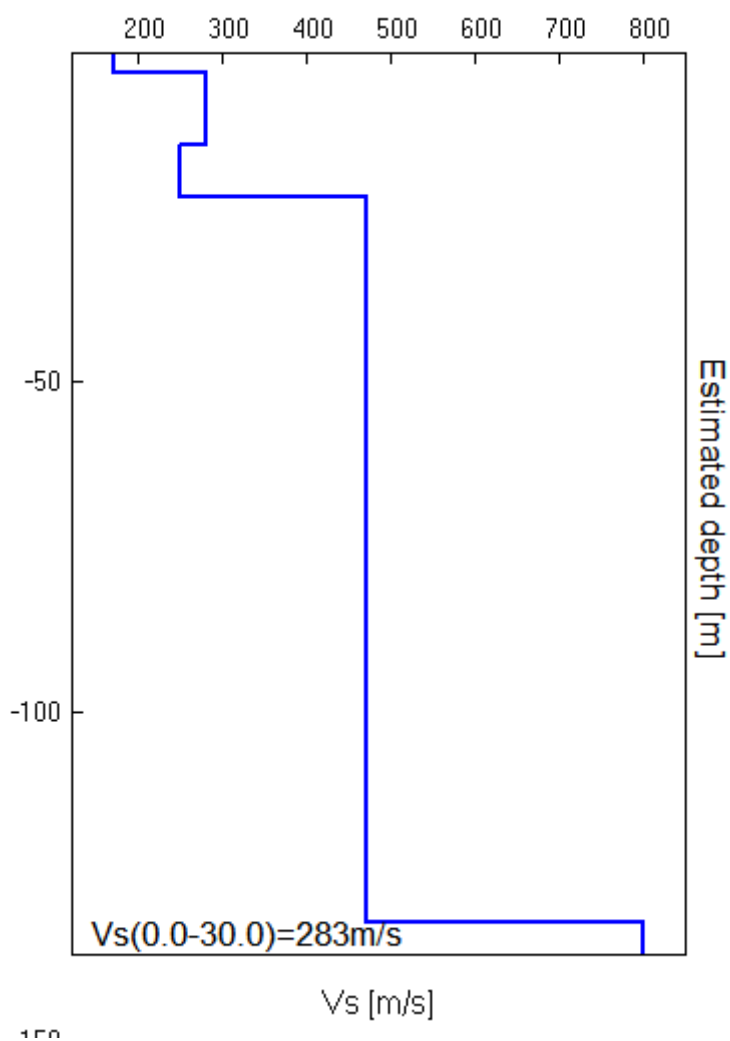
EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 63.88 ± 3.74 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
3.00	3.00	170	0.35
14.00	11.00	280	0.35
22.00	8.00	250	0.35
132.00	110.00	470	0.35
inf.	inf.	800	0.35

Vs(0.0-30.0)=283m/s



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

Max. H/V at 63.88 ± 3.74 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	63.88 > 1.25	OK	
$n_c(f_0) > 200$	76650.0 > 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 258 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	40.75 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.13 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02955 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.88747 < 3.19375	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.4475 < 1.58	OK	

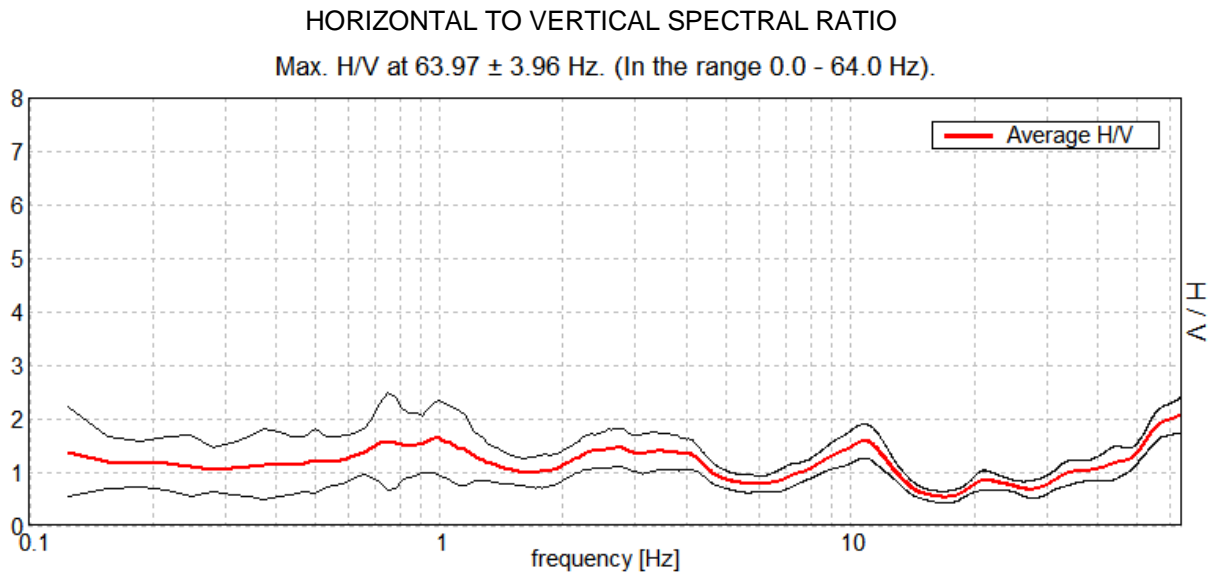
L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak 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 $\sigma_A(f_0)$

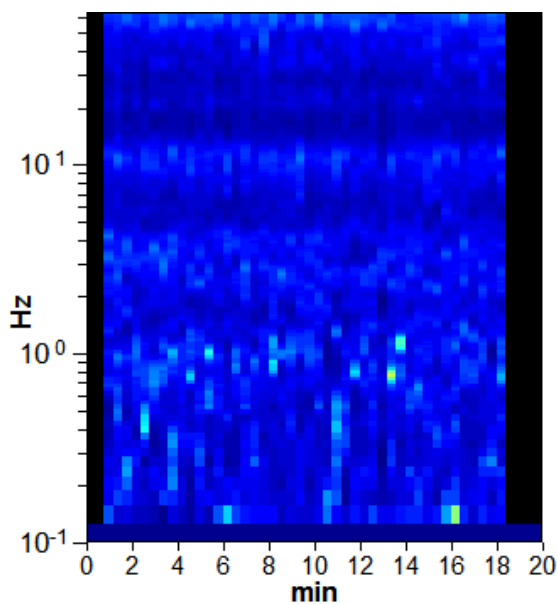
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

BOPO TR-8 (San Vitale - Sond 427)

Instrument: TRS-0016/01-06
Start recording: 01/08/14 08:54:28 End recording: 01/08/14 09:14:29
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
GPS location: 011°21.8001 E, 44°29.6193 N (not available)
(UTC time synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 samples
Satellite no.: 02
Trace length: 0h20'00". Analyzed 88% trace (manual window selection)
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 24 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 12%



H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

