

## ELABORAZIONE DELLA PROSPEZIONI SISMICA PASSIVA ("Metodo Hvsr")

**VISNÀ (TV), DEPURATORE HV1**

Instrument: TZ3-0094/02-19

Data format: 32 byte; Full scale [mV]: 51

Start recording: 07/02/20 12:32:00 End recording: 07/02/20 12:52:00

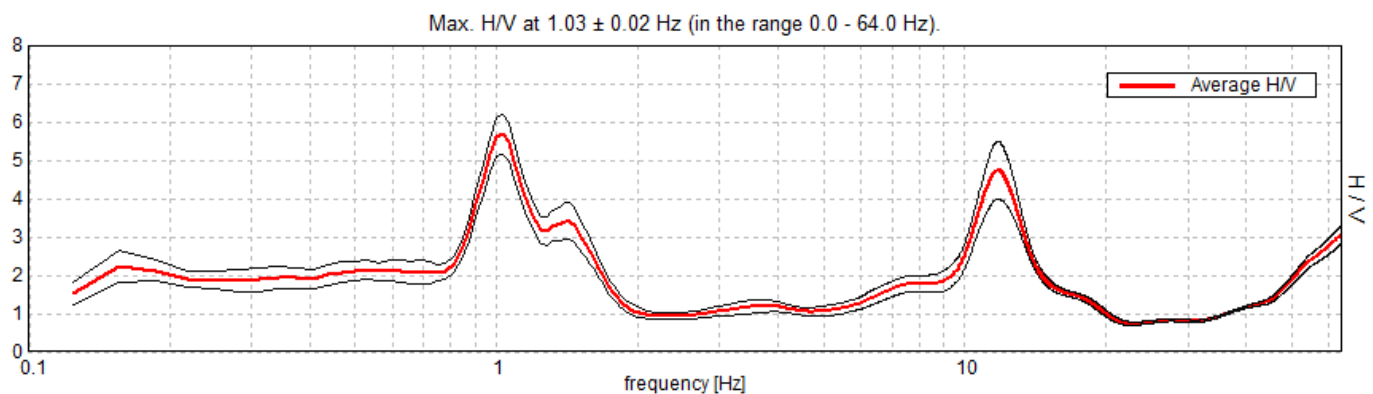
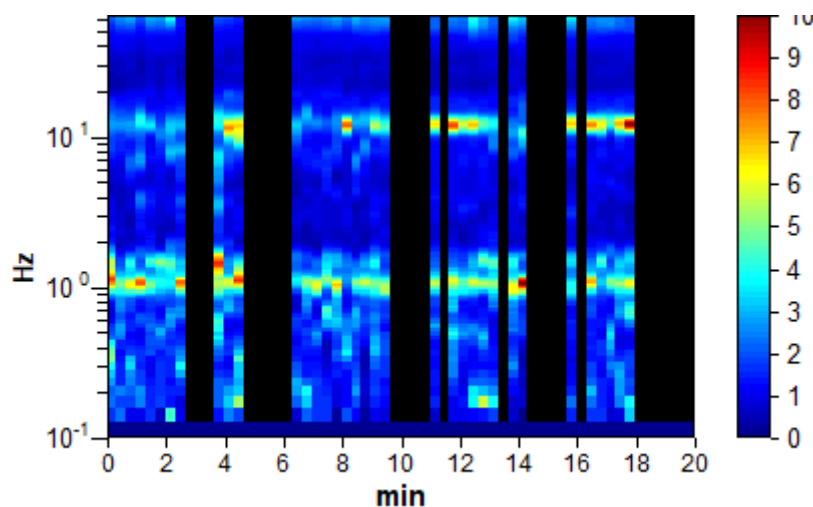
Smoothing type: Triangular window

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

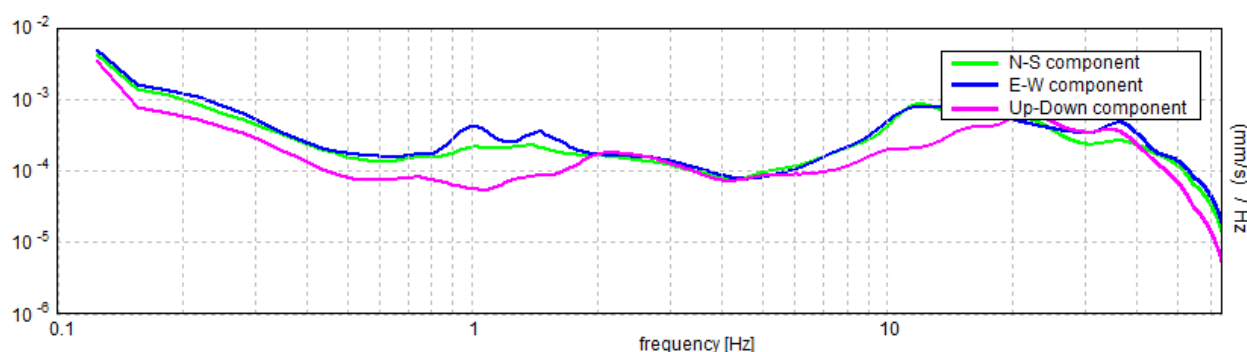
Trace length: 0h20'00". Analyzed 58% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz; Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window; Smoothing: 17%

**HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO****H/V TIME HISTORY**

## SINGLE COMPONENT SPECTRA



I risultati ottenuti vengono verificati secondo i criteri di ammissibilità delle linee guida del progetto SESAME 2005:

**Picco H/V a  $1,03 \pm 0,02$  (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

**Criteri di affidabilità della curva HVSr  
(Tutti e 3 devono essere superati)**

$f_0 > 10 / Lw$	$1.03 > 0.50$	[ OK ]
$n_c(f_0) > 200$	$721.9 > 200$	[ 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 $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 50	[ OK ]

**Criteri di di pulizia del picco massimo  
(almeno 5 su 6 devono essere superati)**

Esiste f- in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f_-) < A_0 / 2$	0.844 Hz	[ OK ]
Esiste f+ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f_+) < A_0 / 2$	1.563 Hz	[ OK ]
$A_0 > 2$	$5.68 > 2$	[ OK ]
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0162  < 0.05$	[ OK ]
$\sigma f < \varepsilon(f_0)$	$0.0167 < 0.10313$	[ OK ]
$\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.5135 < 1.78$	[ OK ]

Criteri di affidabilità della curva HVSr:

1) In corrispondenza della frequenza del picco di interesse, vi siano almeno 10 cicli significativi in ogni finestra temporale individuata nel segnale registrato

2) È necessario utilizzare un grande numero di finestre temporali e di cicli, almeno 200 cicli 3) Il livello di scattering, cioè di dispersione delle curve HVSr ottenute nelle diverse finestre temporali deve essere moderato, altrimenti potrebbe essere un sintomo di un rumore ambientale fortemente non-stazionario, che influenza la forma della curva HVSr in maniera non ripetibile.

Le condizioni 1) e 2) confermano che la durata del segnale registrato sia sufficientemente estesa, la condizione 3) assicura che la curva HVSr misurata sia di buona qualità e poco dispersa.

Criteri di pulizia del picco massimo:

- Condizioni sull'Ampiezza:

4) Esiste una frequenza f-, compresa tra  $f_0/4$  e  $f_0$ , tale che  $A_0 / A_{H/V}(f_-) > 2$

5) Esiste un'altra frequenza f+, compresa tra  $f_0$  e  $4 \cdot f_0$ , tale che  $A_0 / A_{H/V}(f_+) > 2$

6) Deve essere  $A_0 > 2$

Le condizioni 4) e 5) confermano che il picco sia sufficientemente isolato sia a sinistra (condizione 4), sia a destra (condizione 5) del picco. La condizione 6) assicura che il picco sia sufficientemente elevato e questo dipende dall'entità del contrasto di rigidità tra gli strati.

- Condizioni sulla Stabilità:

7) Il picco dovrebbe comparire alla stessa frequenza (entro il  $\pm 5\%$ ) nelle curve H/V corrispondenti alla media + e- lo standard deviation.

8) Lo scarto quadratico medio  $\sigma_f$  deve essere inferiore ad un valore limite  $f$  dipendente dalla frequenza come riportato nella tabella dei criteri Sesame.

9) Deve essere  $\sigma_A(f_0)$  inferiore ad un valore limite  $\theta(f)$  dipendente dalla frequenza come riportato in tabella dei criteri Sesame. Le condizioni 7), 8) e 9) confermano che la curva HVSR misurata sia stabile, cioè di buona qualità e poco dispersa.

## INDAGINE SISMICA ATTIVA ("Metodo MASW")

L'indagine sismica attiva è stata effettuata con il metodo MASW, impiegando un array digitale (SoilSpy Rosina, Micromed spa), collegato a geofoni verticali a frequenza propria di 4.5 Hz. La digitalizzazione del segnale avviene direttamente sui geofoni, il che elimina la possibilità di fenomeni di cross-talk lungo il cavo, migliorando il rapporto segnale-rumore. Le acquisizioni sono state condotte a frequenza di campionamento di 512 Hz.

Per la prova MASW si è energizzato in testa allo stendimento, alla distanza di 3 m dal primo geofono. La sorgente sismica utilizzata è consistita in una massa battente di 5 kg. La durata della registrazione è stata di 2 s a partire dal superamento del valore di soglia.

Le serie temporali multicanale ottenute sono state elaborate nel dominio frequenza-velocità di fase al fine di discriminare l'energia associata alle onde di Rayleigh.

**Site ID:** Visnà (TV) - Depuratore, Visnà (TV) - Depurator 3

Instrument: SAB-0018/02-11

Data format: 16 byte

Sampling rate: 512 Hz

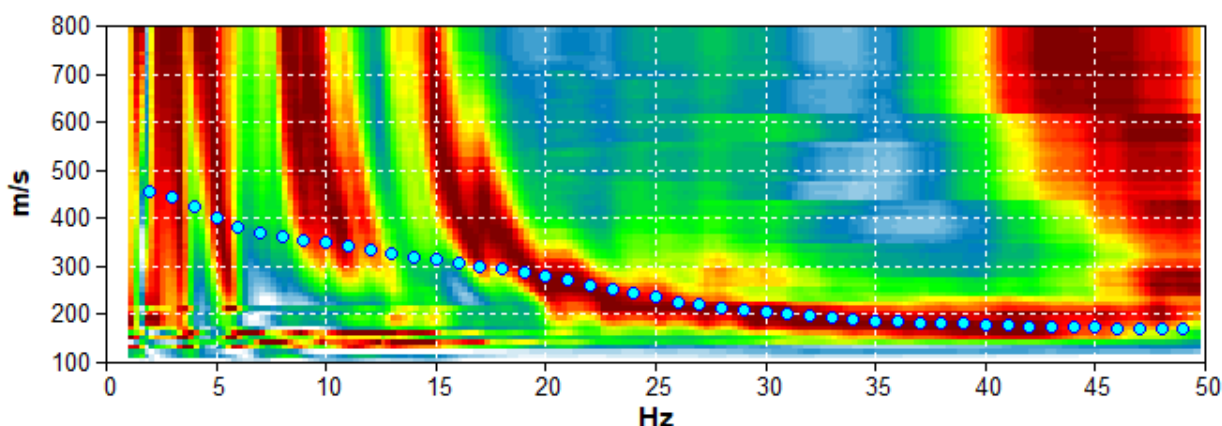
Start recording: 07/02/20 12:17:10

End recording: 07/02/20 12:19:12

Trace length: 0h00'02"

Nomi canali: TR01 +TR01 ; TR02 +TR02 ; TR03 +TR03 ; TR04 +TR04 ; TR05 +TR05; TR06 +TR06 ; TR07 +TR07 ; TR08 +TR08 ; TR09 +TR09; TR10 +TR10; TR011 +TR11; TR012 +TR12

**Array geometry (x): 0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 m.**



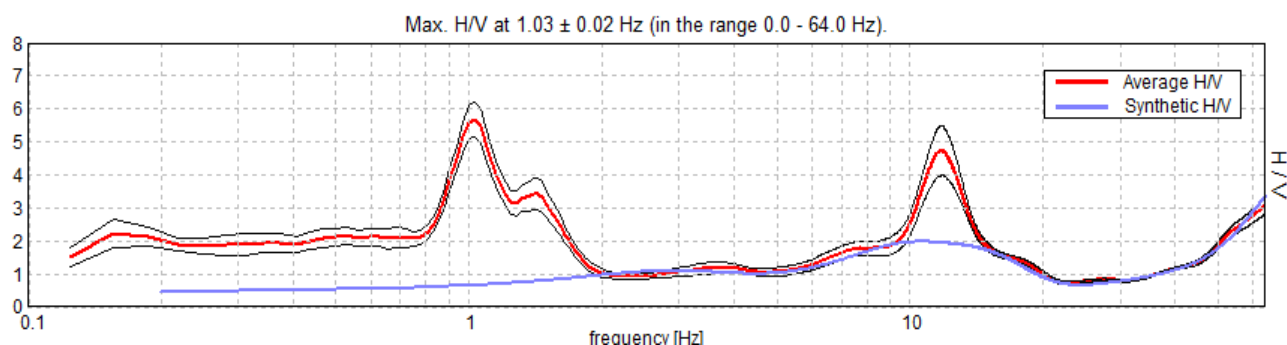
*Grafico a contour:* spettri di velocità di fase dell'onda di Rayleigh per lo stendimento MASW. *Linea azzurra:* primo modo della curva di dispersione teorica per il modello di sottosuolo proposto per il sito. **Il modello di sottosuolo a frequenze minori (maggiori profondità) è derivato dal fit congiunto delle prove in array e delle prove H/V.**

A partire dalla legge fisica  $\lambda f = V$  (ove  $\lambda$  è la lunghezza d'onda,  $f$  la frequenza e  $V$  la velocità) e considerato che la capacità di penetrazione nel sottosuolo di questi metodi in array è all'incirca  $\lambda/2$ , si ottiene che in questo caso l'array attivo può dare informazioni fino a circa  $370 \text{ m/s} / 9 \text{ Hz} / 2 < 20,5 \text{ m}$ . La restante parte del modello di sottosuolo sarà pertanto derivata dal fit congiunto con la prova H/V (la cui elaborazione è riportata nel capitolo successivo).

## PROFILO DI VS E DETERMINAZIONE DEL VS30

Per la determinazione della velocità delle onde S è stata utilizzata la tecnica di inversione sia per misure a stazione singola che per quella in array, confrontando gli spettri dei rapporti H/V e la curva di dispersione con quelli "sintetici".

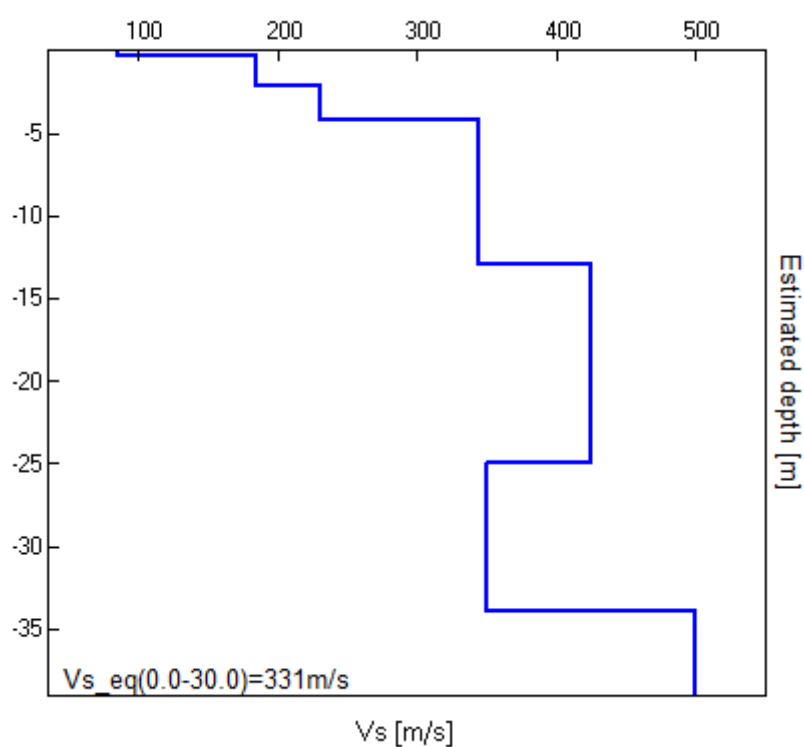
### H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Confronto tra curva H/V sperimentale (rosso) e teorica (azzurro).

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
0.30	0.30	85
2.20	1.90	185
4.20	2.00	230
13.00	8.80	345
25.00	12.00	425
34.00	9.00	350
inf.	0.00	500

Modello di sottosuolo impiegato per le inversioni.



Profili di Vs

La stima del Vs30 si ottiene utilizzando la formula seguente:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

Si ottiene:

1 - Da 0,0 a 30,0  **$V_{s_{eq}} = 331 \text{ m/s}$**

2 - Da 2,0 a 32,0  **$V_{s_{eq}} = 359 \text{ m/s}$**