



Città  
di Lucca

# il Piano Operativo

Quadro Geologico - Tecnico

**RELAZIONE MISURE HVSR 2020**

## I N D I C E

PREMESSA.....	3
1. METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE.....	4
2. RISULTATI.....	5
OPERE CITATE.....	7

## ALLEGATI

Tavole delle misure H/V

Ubicazione misure su foto aeree Google fuori scala

\*\*\*\*\*

# COMUNE DI LUCCA

## PROVINCIA DI LUCCA

### MISURE DI RUMORE SISMICO AMBIENTALE A STAZIONE SINGOLA

#### PREMESSA

Per incarico dell'*Amministrazione Comunale di Lucca* sono state effettuate misure di rumore sismico ambientale a stazione singola, nell'ambito degli studi di Microzonazione Sismica di Livello II che il Comune ha inteso eseguire contestualmente alla Variante Generale al Piano Operativo comunale.

Le nuove misure, in numero di 55 di cui 5 ripetute per un totale complessivo di 60, sono state finalizzate all'integrazione delle Carte delle frequenze di risonanza del sottosuolo già realizzate nel 2014 a supporto degli Studi di Microzonazione Sismica di Livello I: in particolare, a seguito di concertazione con i Tecnici del Servizio Sismico – Prevenzione sismica della Regione Toscana, le misure sono state ubicate ai margini della piana lucchese al fine di individuare il passaggio tra zone caratterizzate da substrato sismico ( $V_s \geq 800$  m/s) a profondità inferiore a 30 m e zone in cui tale substrato si incontra a profondità  $> 30$  m. Tale dato infatti è discriminante per l'applicazione degli abachi per il calcolo dei fattori amplificativi per la MS di Livello II.

Le indagini sono state condotte secondo il D.P.G.R. Toscana n° 53/R del 25 Ottobre 2011, ed in particolare nel rispetto dei contenuti dell'All. A della delibera G.R. T. n° 1162/2018 che ha interamente recepito le linee guida degli *Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica* (Gruppo di lavoro MS, 2008) approvati nel novembre del 2008 dalla Conferenza delle Regioni e Province Autonome e successivamente rivisti ed aggiornati nel supplemento alla rivista *Ingegneria Sismica* – Anno XXVIII, n.2, 2011.

L'elaborazione e l'interpretazione dei dati è stata effettuata in collaborazione con il Dottor Donato Merola. Le presenti note illustrano la metodologia delle indagini ed i risultati conseguiti.

## 1. METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

È stata utilizzata la tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) con tromografo digitale (indagine sismica con metodologia dei microtremori). La misura del rumore sismico ambientale è stata acquisita con strumentazione tromografica portatile, dotata di tre canali di acquisizione connessi a tre velocimetri elettrodinamici ad alta risoluzione, in grado di misurare le componenti della velocità (moto) di ogni strato lungo le direzioni N-S; E-W; H-V.

L'elaborazione del microtremore registrato fornisce i rapporti spettrali HVSR o H/V (Nogoshi & Igarashi, 1970) e consente di stimare le frequenze fondamentali di risonanza del sottosuolo.

Per gli aspetti teorici essenziali e le principali applicazioni si veda, fra gli altri, Nakamura (1989), SESAME projet (2004), Castellaro e Mulargia (2009a, 2009b), Albarello et alii (2011), Albarello e Castellaro (2011), Mucciarelli e Gallipoli (2011).

Per le analisi del microtremore sismico è stato utilizzato un tromografo digitale della ditta Micromed (Tromino modello TRZ-0101/01-10) con software di elaborazione dedicato.

Dalle registrazioni del rumore sismico sono state ricavate le curve H/V utilizzando i seguenti parametri:

- Tempo di acquisizione: 40 min
- Frequenza di campionamento: 128 Hz
- Larghezza delle finestre d'analisi: da 20 a 60 s
- Lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 5% e al 10% della frequenza centrale.

Per ulteriori informazioni sulle misure effettuate (condizioni ambientali, tipo di superficie di misura, "pulizia" dei dati, processing, spettri ottenuti, ecc.) si rimanda alle tavole di sintesi allegate. Le tavole riportano anche, per ogni misura, una stima della sua affidabilità secondo gli standard suggeriti dalle linee guida del SESAME Projet (2004) e da Albarello et alii (2011).

## 2. RISULTATI

Sono state effettuate 55 misure di rumore sismico ambientale a stazione singola (da TR199 a TR253 continuando la numerazione delle misure della MS di Livello I): le tabelle seguenti riassumono i dati (frequenza e ampiezza) dei picchi di risonanza del sottosuolo e la classificazione delle curve H/V relative a tutti i siti di misura. Per l'ubicazione puntuale delle misure si rimanda alle *Carte delle frequenze di Risonanza del sottosuolo* riportate in allegato.

Per ogni singola misura effettuata vengono presentati in un quadro unitario (tavole in allegato), insieme ai parametri di acquisizione ed elaborazione dei dati, le curve H/V ottenute, gli spettri delle tre componenti del moto, i grafici della direzionalità e i grafici delle serie temporali, questi ultimi depurati da eventuali transienti.

Per tutte le misure l'elaborazione dei dati è stata eseguita lisciando gli spettri con una finestra triangolare sia al 5% sia al 10% della frequenza centrale. Una volta verificato, dal confronto delle due elaborazioni, che la curva H/V ottenuta con il lisciamento al 10% non fosse affetta da perdita di informazioni significative per eccessivo smoothing degli spettri, abbiamo scelto di includere nelle tavole di sintesi le curve H/V ottenute con un lisciamento al 10% e le relative componenti lisciate al 5%. In questo modo si ha una maggiore leggibilità delle curve H/V e, contemporaneamente, la possibilità di un confronto immediato con gli spettri delle singole componenti meno lisciate, sui quali, ad esempio, sono maggiormente evidenziati eventuali picchi di origine antropica (artefatti).

Le misure particolarmente disturbate, 4 in tutto, sono state ripetute in un giorno diverso e ad orari diversi rispetto alla prima registrazione, spesso cambiando il punto di acquisizione, in modo da minimizzare gli effetti dovuti ad artefatti, transienti o disturbi atmosferici (vento), ottenendo un miglioramento della loro qualità.

Gli standard di qualità adottati prevedono una classificazione delle curve H/V in 3 classi (A, B e C) di qualità decrescente da A a C. Le classi A e B sono ulteriormente suddivise in due tipologie (tipo 1 e tipo 2). Per il significato di questa classificazione, riportato sinteticamente in tutte le tavole allegate, si veda Albarello et alii (2011) e Albarello e Castellaro (2011).

Il 55% circa delle curve H/V ottenute (30 su 55) sono classificabili in classe A; le restanti curve ricadono in classe B. Ognuna di queste ultime è coerente con le curve delle misure circostanti ed è in ragionevole accordo con i dati stratigrafici di sottosuolo disponibili. Anche le curve classificate in classe B, quindi, esprimono in maniera affidabile le frequenze di risonanza del sottosuolo.

COMUNE DI LUCCA								
Numero Misura	Località di rilevamento	Picchi						Classe
		Picco di maggiore A		Altri picchi				
		Freq (Hz)	Ampiezza	Freq (Hz)	Ampiezza	Freq (Hz)	Ampiezza	
Tr 199	Saltochio	5.94	2.51					B
Tr 200	S. Pancrazio	0.84	2.13	8	2			A
Tr 201 bis	S. Cassiano di Moriano	12.19	5.06	2.7	2.6			B
Tr 202	S. Cassiano di Moriano	1.63	3.40	15	2.5			B
Tr 203 bis	S. Cassiano di Moriano	11.13	3.03	2.25	2.3			B
Tr 204	S. Cassiano di Moriano	15.25	2.87					A
Tr 205	S. Quirico di Moriano	12.63	2.86	0.8	1.98			A
Tr 206	S. Quirico di Moriano	1.56	2.49					B
Tr 207	S. Quirico di Moriano	15.00	3.03					B
Tr 208	S. Quirico di Moriano	1.66	2.98					A
Tr 209	Monte S. Quirico	2.38	6.17	8.94	3.58			B
Tr 210	Monte S. Quirico	2.25	5.94	16.4	2.83			B
Tr 211 bis	Monte S. Quirico	3.30	9.77	2.1	7.5	10.7	2.4	B
Tr 212	Monte S. Quirico	6.75	5.79					A
Tr 213	Monte S. Quirico	12.72	3.49	2.8	3			B
Tr 214	Monte S. Quirico	7.19	4.23					B
Tr 215bis	San Marco	1.78	3.10	13.1	2.6			B
Tr 216	San Marco	4.63	2.86					A
Tr 217	San Marco	6.13	4.67					A
Tr 218	Monte S. Quirico	1.78	2.68					B
Tr 219	Sant'Alessio	6.22	4.53					A
Tr 220	Sant'Alessio	4.88	4.72					A
Tr 221	Sant'Alessio	2.44	4.53	5.5	3	15	2	A
Tr 222	Sant'Alessio	2.25	3.41	8.2	2.8			A
Tr 223	Carignano	20.00	2.20					B
Tr 224	Carignano	2.03	2.07					A
Tr 225	Carignano	3.56	3.23					A
Tr 226	Nave	2.31	4.86					A
Tr 227	Montuolo	2.50	7.04					A
Tr 228	Montuolo	2.34	8.44					A
Tr 229	Montuolo	2.72	8.48					A
Tr 230	Montuolo	2.50	4.83					A
Tr 231	S. Maria a Colle	7.06	3.45					A
Tr 232	S. Maria a Colle	2.09	8.42					B
Tr 233	Maggiano	3.34	5.52					B
Tr 234	Maggiano	2.72	5.76					B
Tr 235	Maggiano	3.25	5.80					A
Tr 236	Arliano	4.16	4.39					A
Tr 237	Farneta	3.69	3.13					B
Tr 238	Farneta	1.53	3.39					B
Tr 239	Farneta	1.38	5.39					B
Tr 240	Farneta	3.56	2.96					A
Tr 241	S. Macario in Piano	4.31	4.19					A
Tr 242	S. Macario in Piano	20.00	2.50					B
Tr 243	S. Maria a Colle	2.06	5.85					A
Tr 244	Nozzano Castello	1.88	8.90					A
Tr 245	Nozzano S. Pietro	3.09	5.17	15.63	2.02			A
Tr 246	Nozzano Castello	1.84	9.71					A
Tr 247	Nozzano Castello	1.75	7.00					A
Tr 248	Castiglioncello	2.31	7.39					A
Tr 249	Balbano	2.09	5.36					B
Tr 250	Nozzano Castello	1.53	3.43					B
Tr 251bis	S. Lorenzo a Vaccoli	3.19	2.74					B
Tr 252	S. Lorenzo a Vaccoli	3.03	4.54	4.5	4.1	18	2.3	A
Tr 253	S. Lorenzo a Vaccoli	2.19	4.19	15	2.1			B

\*\*\*\*\*

Lucca, 15/03/20

Collaboratore:  
Dr. Donato Merola



GEOPROVE S.A.S.  
Socio Accomandatario  
e Direttore Tecnico  
Dr. Pietro Barsanti  
**GEOPROVE S.a.S.**  
Il Socio Accomandatario  
e Direttore Tecnico  
Dr. Geol. Pietro Barsanti  
(n° 193 Albo dei Geologi della Toscana)

## OPERE CITATE

AA. VV. (2011) - Supplemento alla rivista *Ingegneria Sismica* – Anno XXVIII, n.2, 2011.

Albarello D. & Castellaro S. (2011) - *Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola*. Supplemento alla rivista *Ingegneria sismica* Anno XXVIII, n. 2-2011, 32-62.

Albarello D., Cesi C., Eulilli V., Guerrini F., Lunedei E., Paolucci E., Pileggi D., Puzzilli L.M. (2011) - The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. *Boll. Geofis. Teor. Appl.*, 52 (3), 513-538.

Castellaro S. e Mulargia F. (2009a) – *Vs30 estimates using constrained H/V measurements*. *Boll. Seism. Soc. Am.*, 99, 761-773.

Castellaro S. e Mulargia F. (2009b) – *The effect of velocity inversion on H/V*. *Pure Appl. Geophys.*, 166, 567-592.

Gruppo di lavoro MS (2008) - *Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica*. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome - Dipartimento della protezione civile, Roma, 3 vol. e Dvd.

Mucciarelli M.& Gallipoli M.R. (2001) – *A critical review of 10 years of microtremor HVSR technique*. *Boll Geofis. Teorica Appl.*, 42, 255-266.

Nakamura Y. (1989) - A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. *Quarterly Report Railway Tech. Res. Inst.*, 30, 25–30.

Nogoshi M. & Igarashi T. (1970) – *On the propagation characteristics of microtremor*. *J. Seism. Soc. Japan*, 23, 264-280.

SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no.D23.12,

# Misure di rumore sismico ambientale

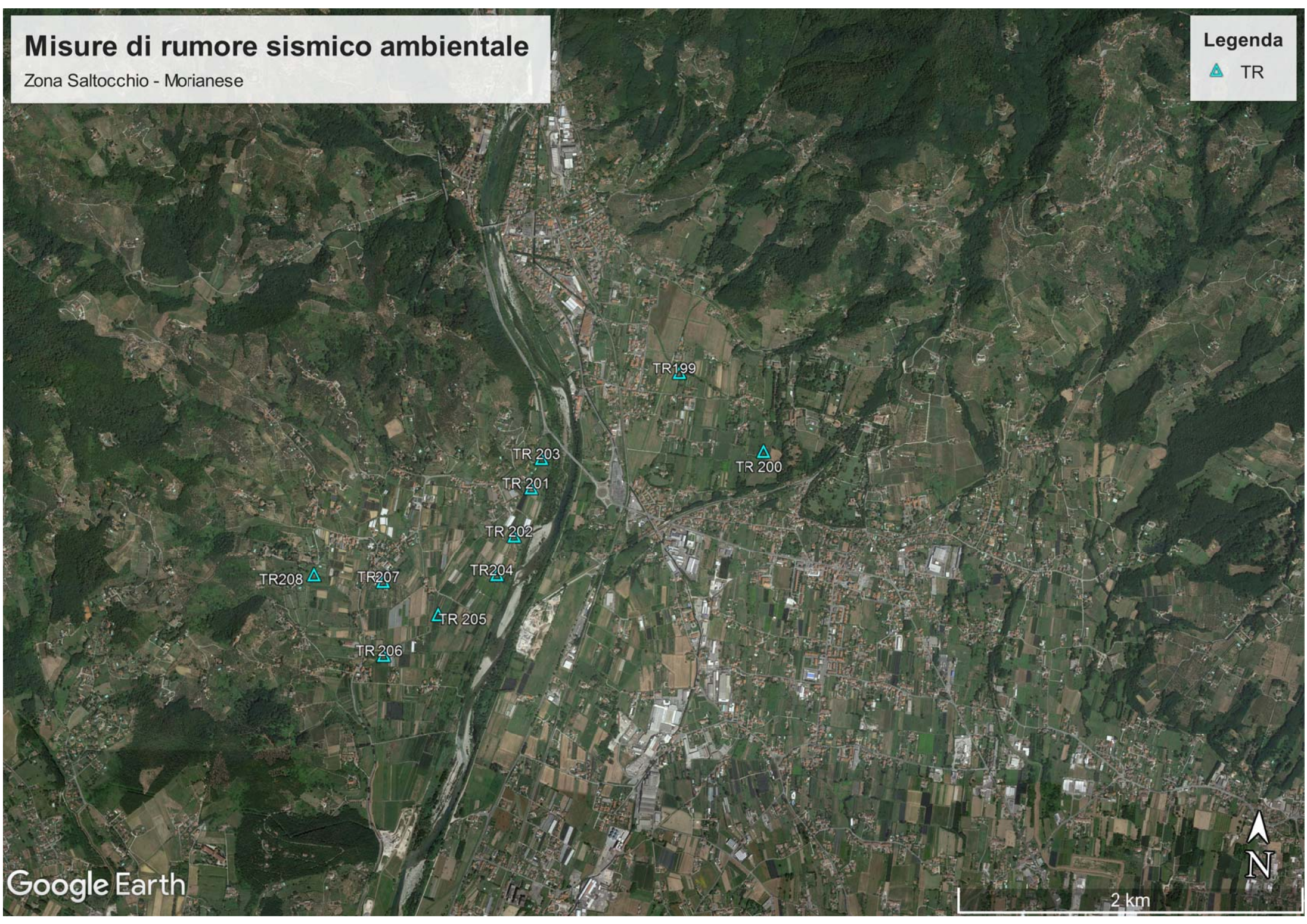
Zona Saltocchio - Morianese

Legenda

▲ TR

Google Earth

2 km



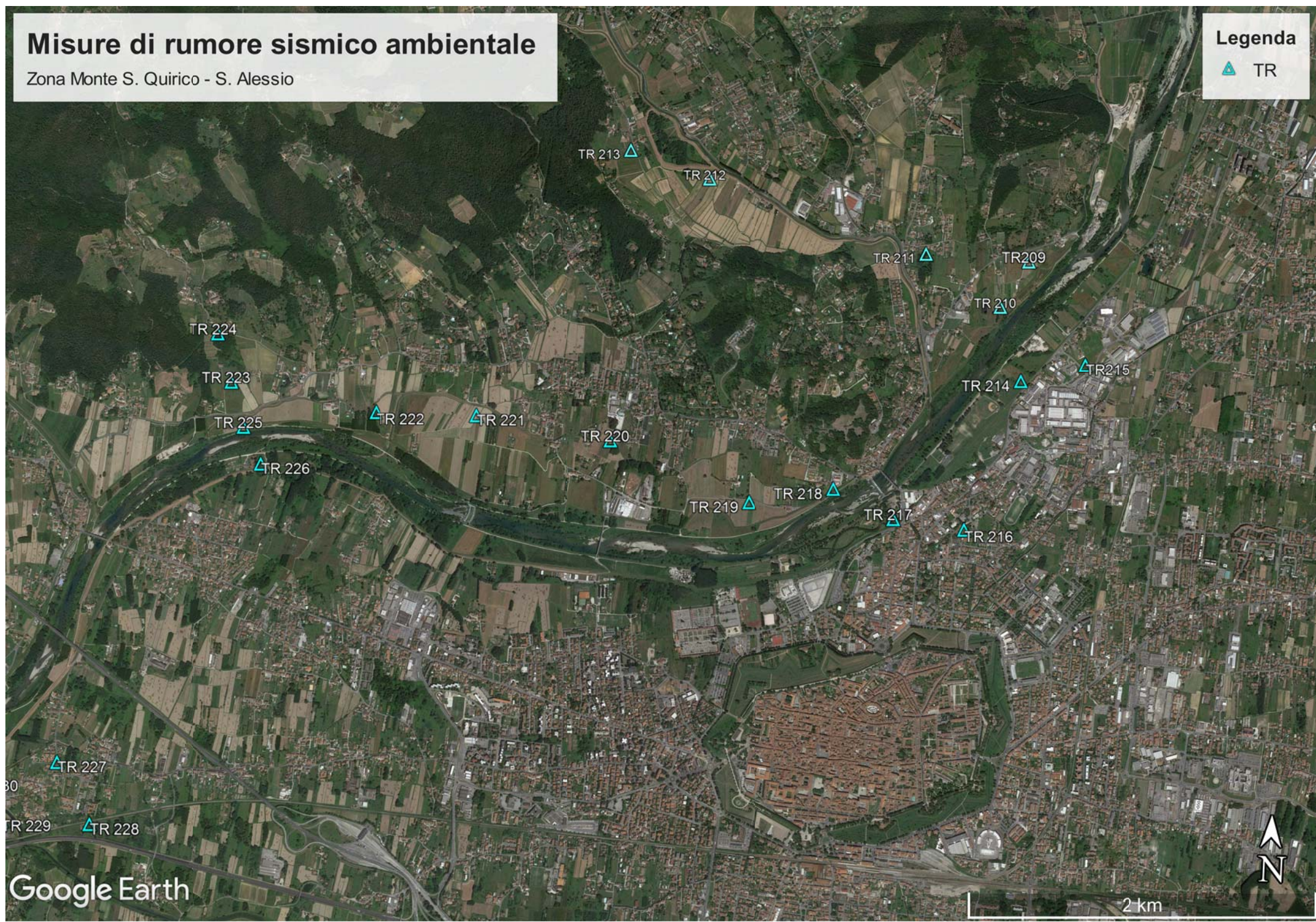


# Misure di rumore sismico ambientale

Zona Monte S. Quirico - S. Alessio

Legenda

▲ TR

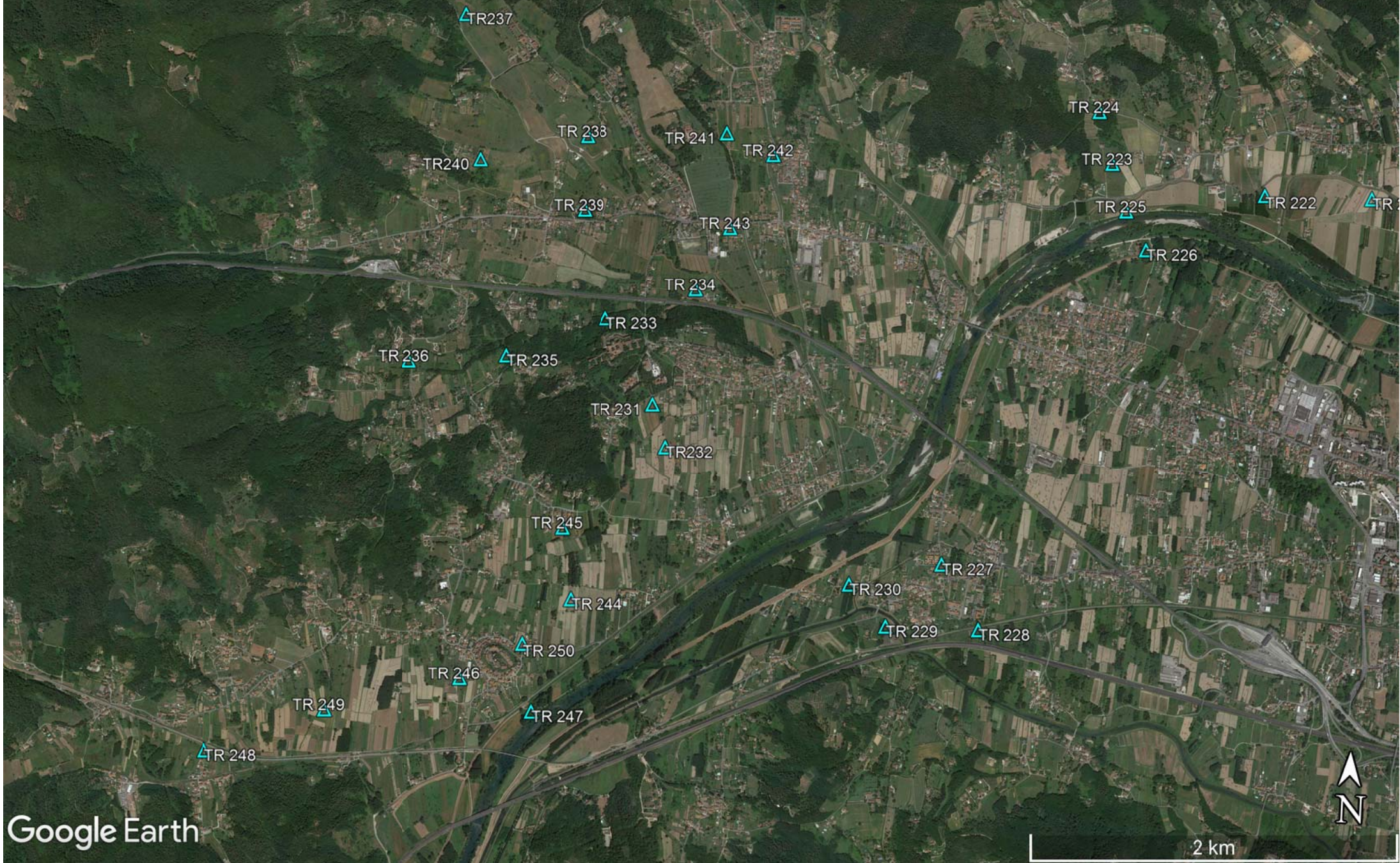


# Misure di rumore sismico ambientale

Zona Farneta - S. Maria a Colle - Maggiano - Nozzano Castello - Montuolo

Legenda

▲ TR



# Misure di rumore sismico ambientale

Zona S. Lorenzo a Vaccoli

Legenda

▲ TR

▲ TR 253

▲ TR 252

▲ TR 251

Google Earth

2 km





**COMUNE DI LUCCA**  
**PROVINCIA DI LUCCA**

**MISURE DI RUMORE SISMICO AMBIENTALE  
A STAZIONE SINGOLA**

**Committente: Comune di Lucca**

**TAVOLE**

**GEOPROVE S.a.S.**  
Il Socio Accomandatario  
e Direttore Tecnico  
Dr. Geol. Pietro Barsanti  
(n° 193 Albo dei Geologi della Toscana)

**LUCCA, Saltocchio**

Coordinate (WGS84): N 43,902714°; E 10,542212°

**TR199**

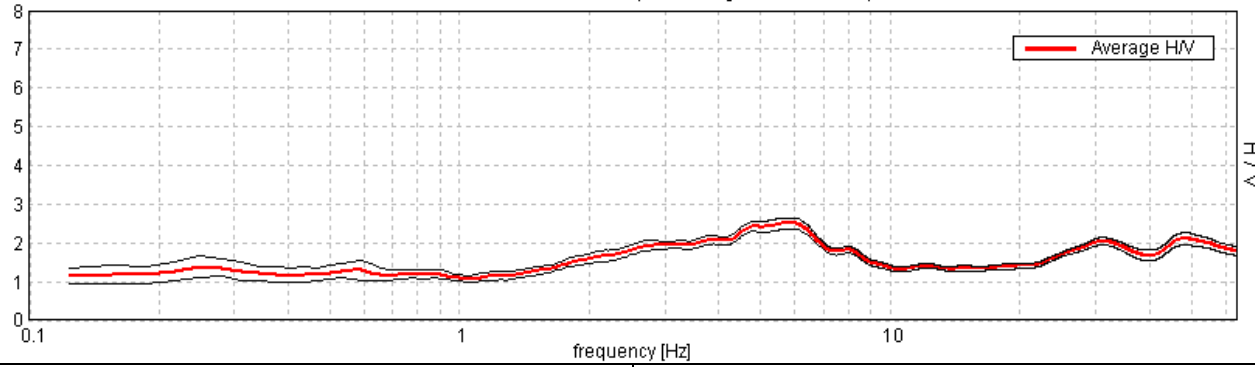


Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 27/12/19 11:09:30  
 Fine registrazione: 27/12/19 11:49:31

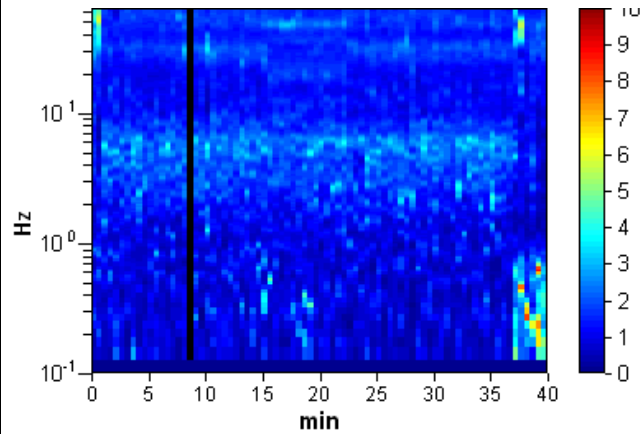
Durata registrazione: 0h40'00"  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 99% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: sereno, brezza leggera  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari transienti e rari artefatti di piccola ampiezza

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

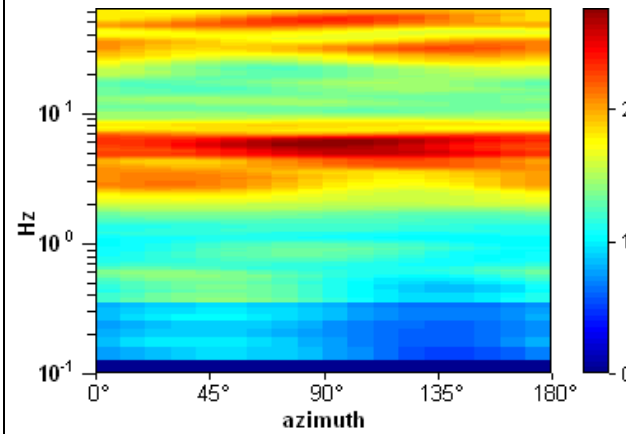
Max. H/V at 5.94 ± 1.1 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



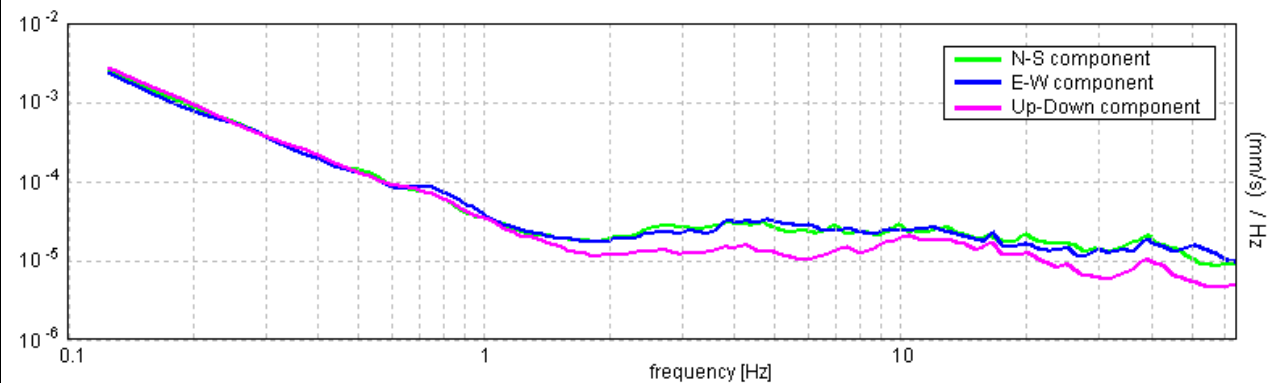
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 5.94 ± 1.1 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	5.94 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	14071.9 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 286	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.51 > 2	OK	
$f_{\text{picco}} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.08515  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \sigma(f_0)$	0.19931 < 0.29688	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1395 < 1.58	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	B
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.  
 Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE**

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12  
 (2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.  
 (3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, S. Pancrazio**  
 Coordinate (WGS84): N 43,898728°; E 10,548690°

**TR200**

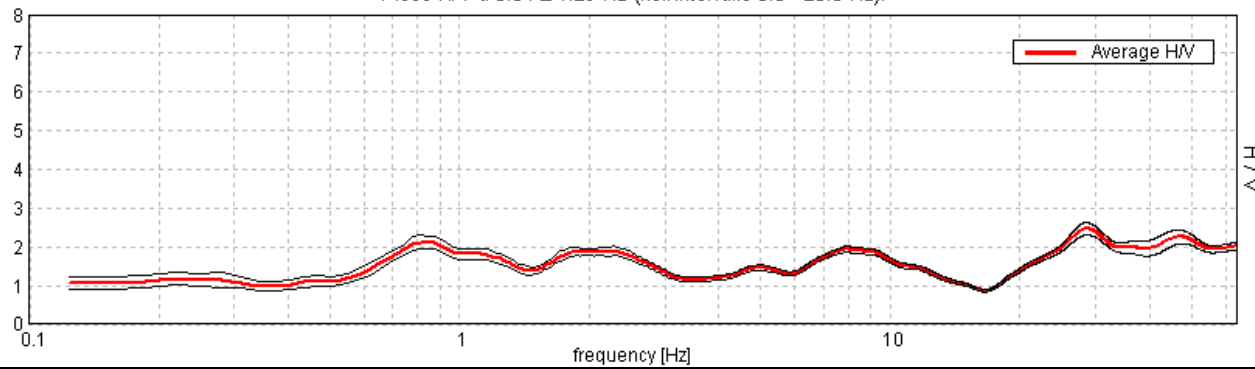


Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 27/12/19 12:02:28  
 Fine registrazione: 27/12/19 12:42:29

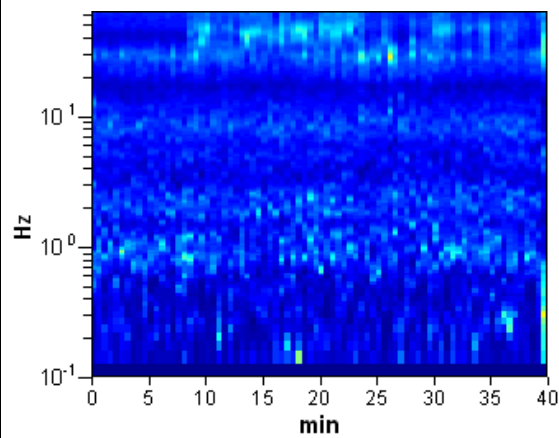
Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analisi effettuata sull'intera traccia  
 Condizioni meteo: sereno, calma di vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari transienti e rari artefatti di piccola ampiezza

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

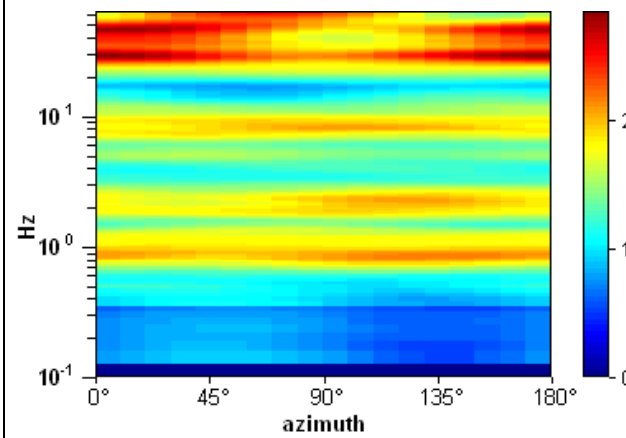
Picco H/V a 0.84 ± 1.29 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).



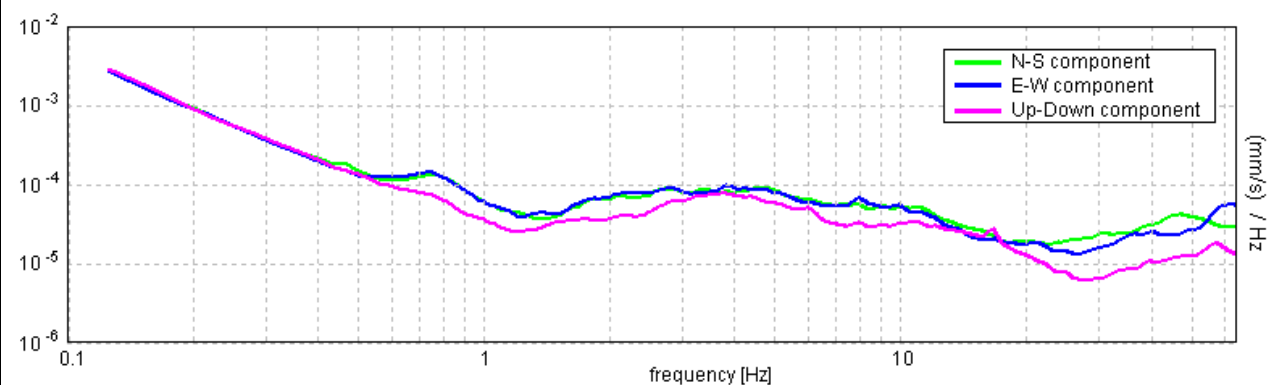
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 0.84 ± 1.29 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	0.84 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	2025.0 > 200	OK	
$\square_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 42	OK	
$\square_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz			

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.406 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.13 > 2	OK	
$f_{picco} [A_{H/V}(f) \pm \square_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.06332  < 0.05$		NO
$\square_f < \square(f_0)$	0.12374 < 0.12656	OK	
$\square_A(f_0) < \square(f_0)$	0.1615 < 2.0	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE**

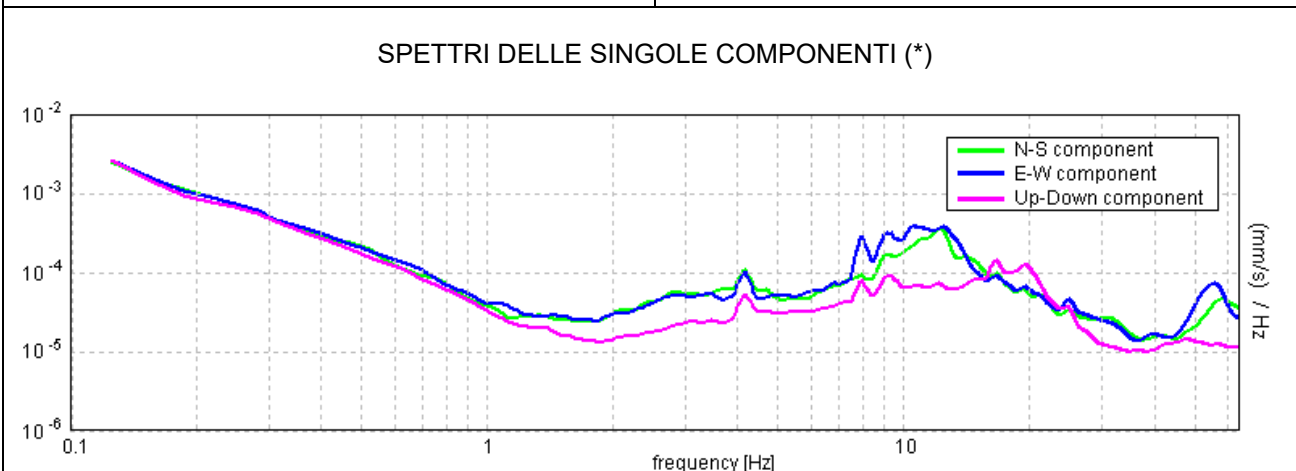
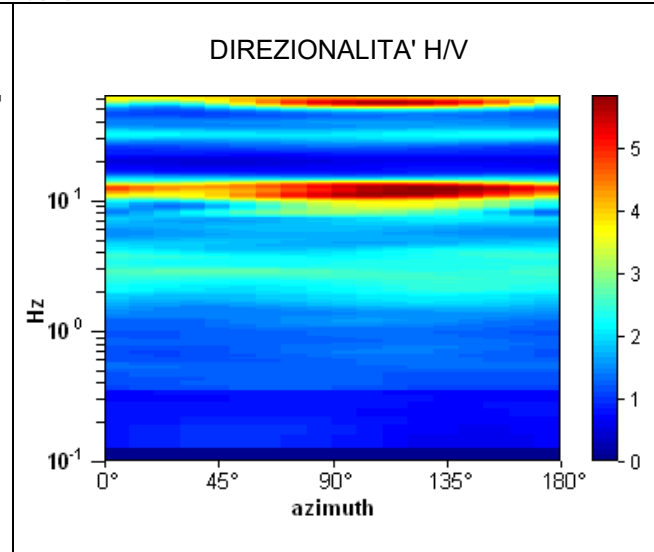
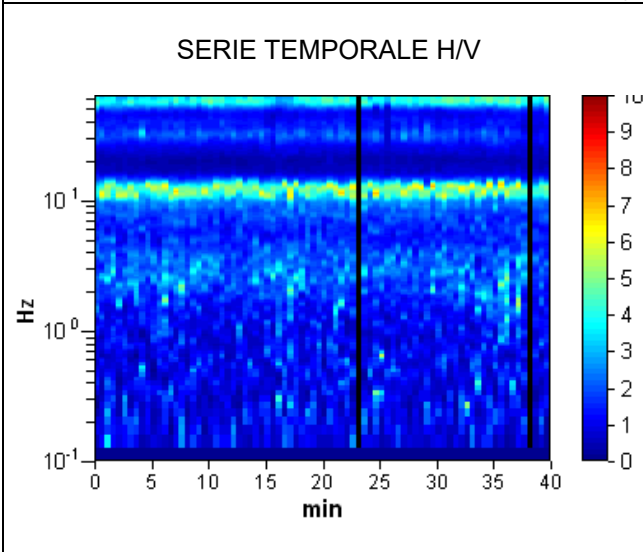
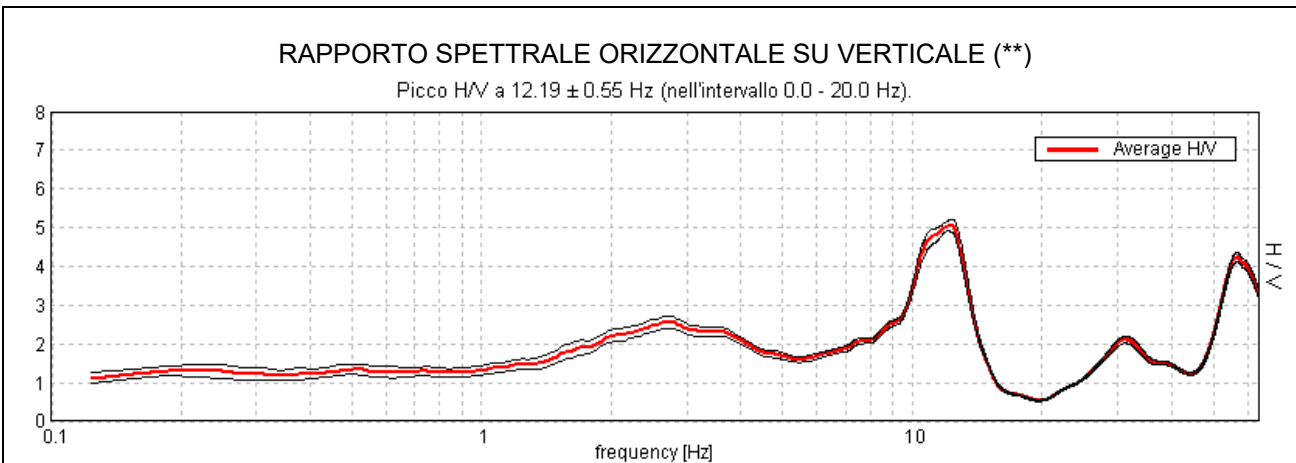
(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12  
 (2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.  
 (3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, S. Cassiano di Moriano** TR201bis  
 Coordinate (WGS84): N 43,896249°; E 10,531691°



Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 04/02/20 13:55:39  
 Fine registrazione: 04/02/20 14:35:40

Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 98% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: sereno, brezza leggera  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari transienti e alcuni artefatti



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 12.19 ± 0.55 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	12.19 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	28518.8 > 200	OK	
$\square_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\square_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 586	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	9.0 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	14.0 Hz	OK	
$A_0 > 2$	5.06 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \square_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04486  < 0.05$	OK	
$\square_r < \square(f_0)$	$0.54678 < 0.60938$	OK	
$\square_A(f_0) < \square(f_0)$	$0.1406 < 1.58$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	B
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A** (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.  
**Eccezione:** nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B** (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C** (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:** possibilità di risonanza del sottosuolo anche alla frequenza di circa 2,7 Hz.

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, S. Cassiano di Moriano** TR202  
 Coordinate (WGS84): N 43,893676°; E 10,530631°

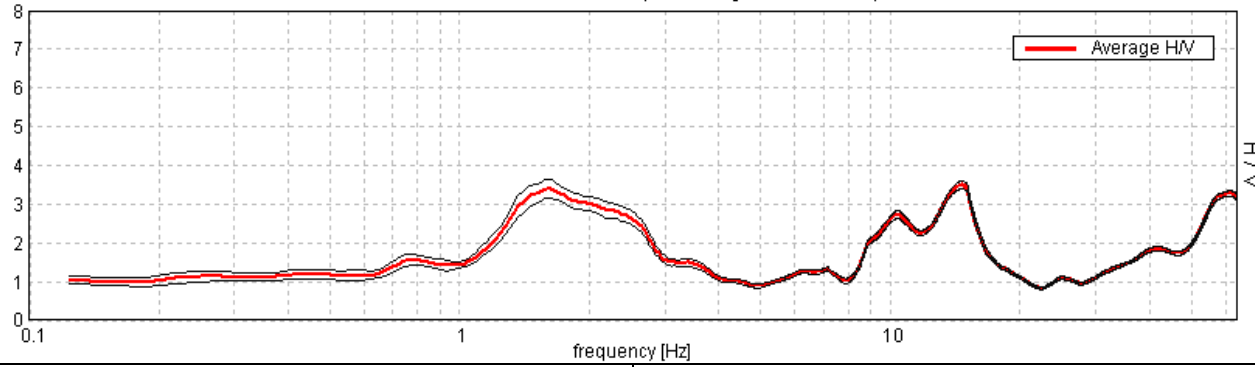


Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 27/12/19 13:52:16  
 Fine registrazione: 27/12/19 14:32:17

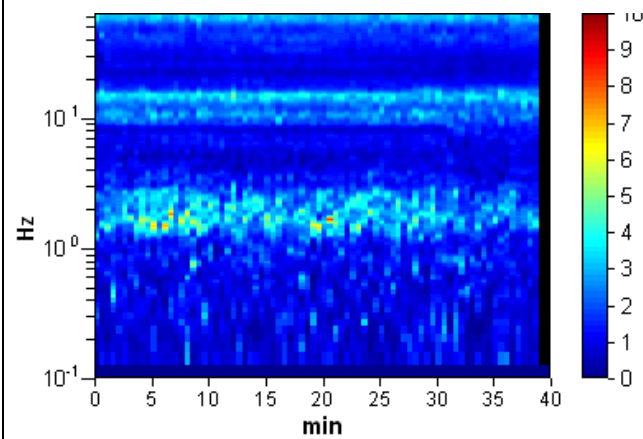
Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 98% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: sereno, senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari transienti e alcuni artefatti

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

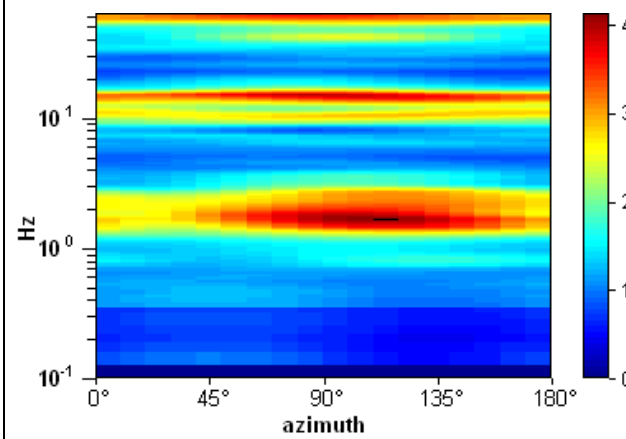
Max. H/V at 1.63 ± 0.08 Hz. (In the range 0.0 - 10.0 Hz).



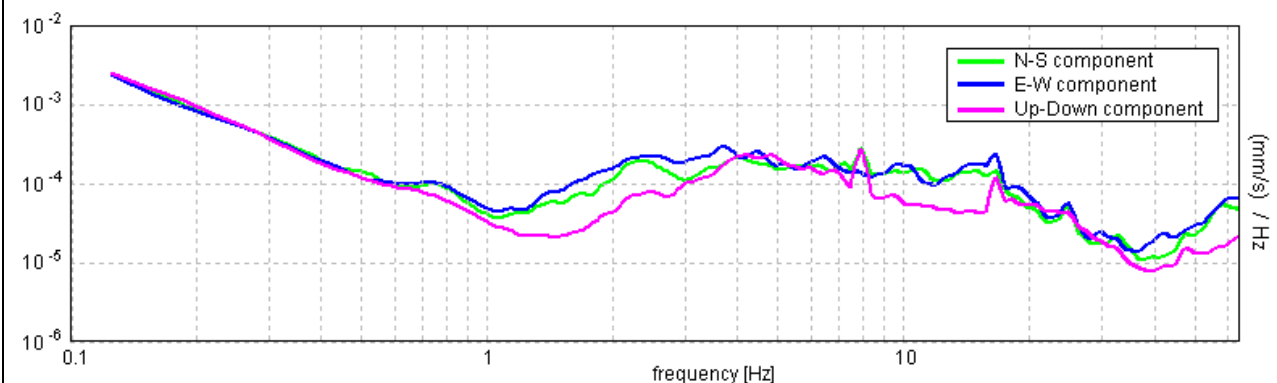
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 1.63 ± 0.08 Hz (nell'intervallo 0.0 - 10.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	1.63 > 0.33	OK
$n_c(f_0) > 200$	3802.5 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 79	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.094 Hz	OK
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.938 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.40 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.05069  < 0.05$	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.08238 < 0.1625$	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2525 < 1.78$	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$

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

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	B
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A** (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B** (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C** (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:** possibilità di risonanza del sottosuolo anche alla frequenza di circa 2,7 Hz.

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.



**LUCCA, S. Cassiano di Moriano** TR203bis  
 Coordinate (WGS84): N 43,897823°; E 10,532345°

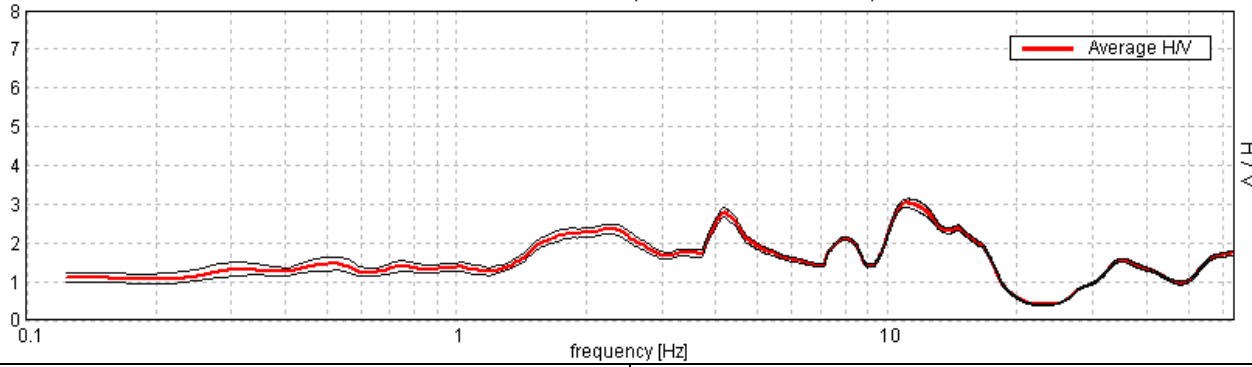
Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 04/02/20 13:00:26  
 Fine registrazione: 04/02/20 13:40:27

Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analisi effettuata sull'intera traccia  
 Condizioni meteo: sereno, senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: diversi artefatti

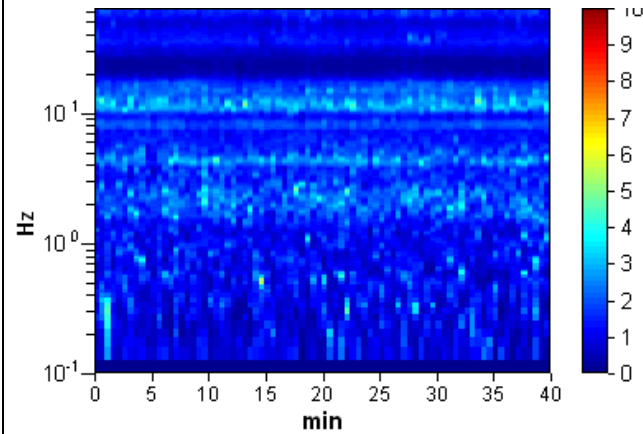


**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

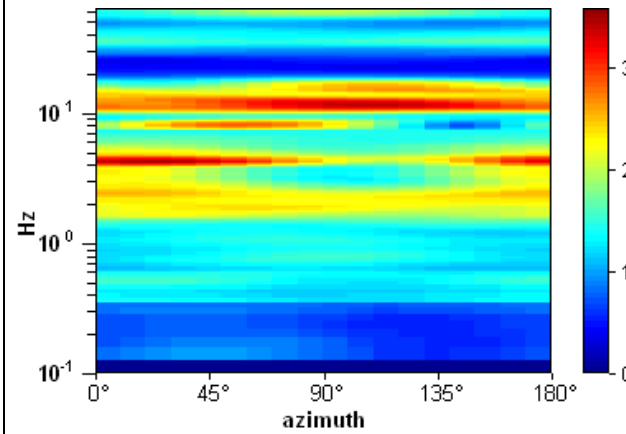
Picco H/V a 11.13 ± 0.4 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).



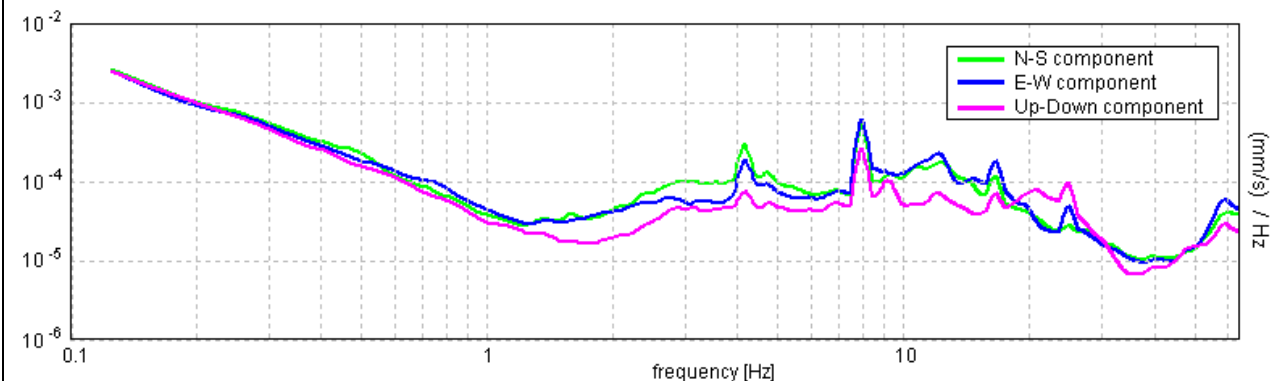
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 11.13 ± 0.4 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	11.13 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	26700.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 535	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	9.438 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	17.531 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.03 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03594  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.39984 < 0.55625$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1055 < 1.58$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	B
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A** (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B** (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C** (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:** risonanza del sottosuolo anche alla frequenza di 2,25 Hz.

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, S. Cassiano di Moriano** **TR204**  
 Coordinate (WGS84): N 43,891553°; E 10,529818°

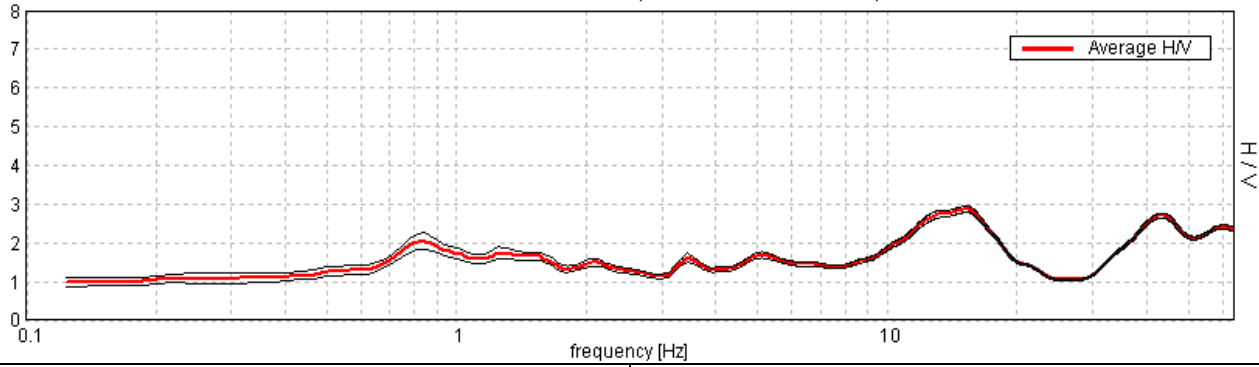
Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 28/12/19 12:50:41  
 Fine registrazione: 28/12/19 13:30:42

Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 25 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analisi effettuata sull'intera traccia  
 Condizioni meteo: sereno, senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: alcuni artefatti

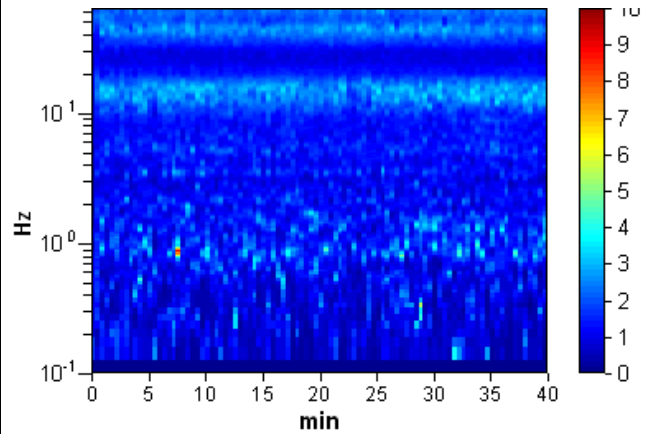


**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

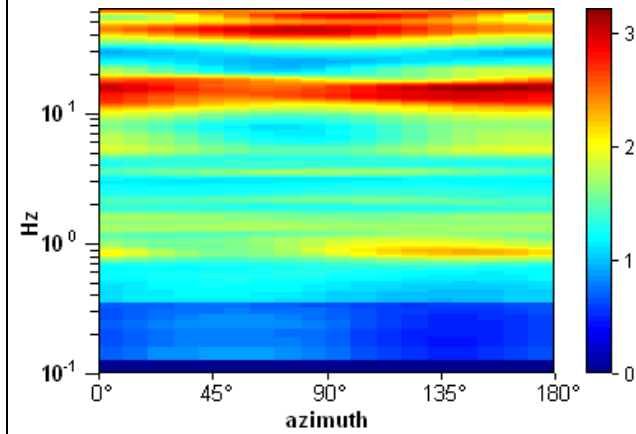
Picco H/V a 15.25 ± 1.57 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).



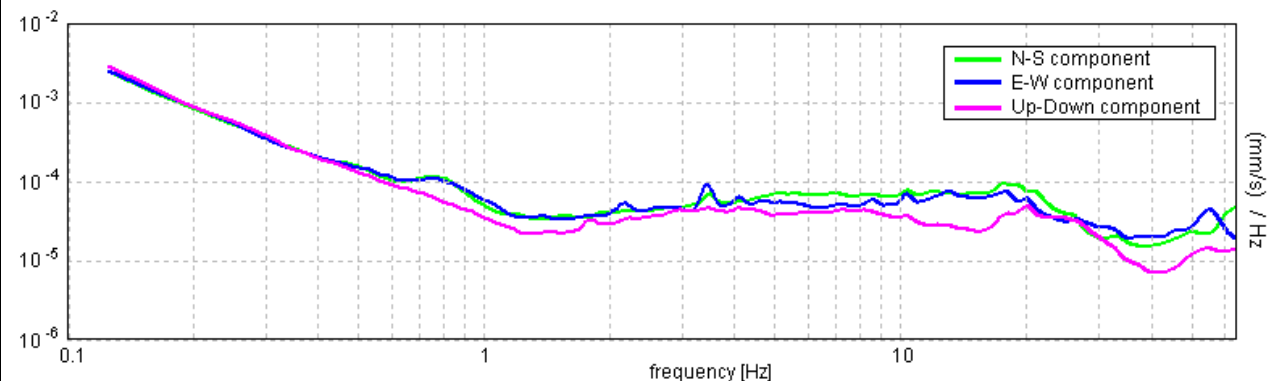
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 15.25 ± 1.57 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	15.25 > 0.40	OK	
$n_c(f_0) > 200$	36600.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 733	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	8.156 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	21.0 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.87 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.5028  < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.56764 < 0.7625	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.0819 < 1.58	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A** (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B** (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C** (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 1: *assenza di risonanza*)

NOTE:

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, b S. QUIRICO DI MORIANO**  
 Coordinate (WGS84): N 43,889316°; E 10,525392°

TR 205

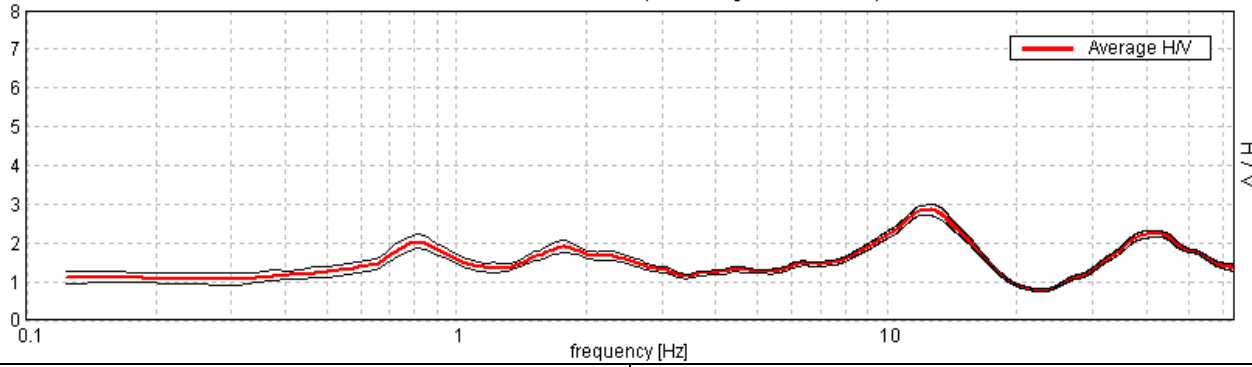


Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 28/12/19 13:45:23  
 Fine registrazione: 28/12/19 14:25:24

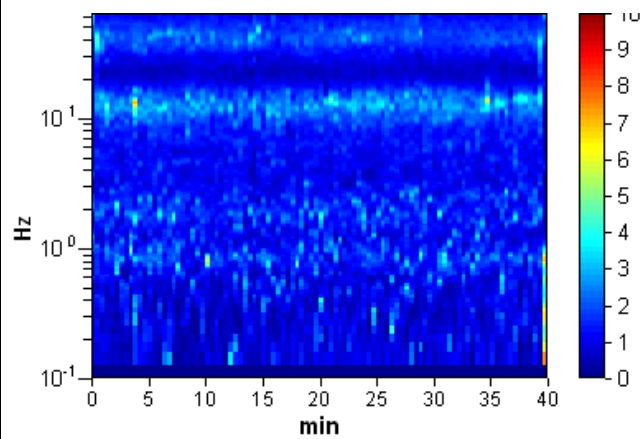
Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 25 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analisi effettuata sull'intera traccia  
 Condizioni meteo: sereno, senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari transienti e rari artefatti

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

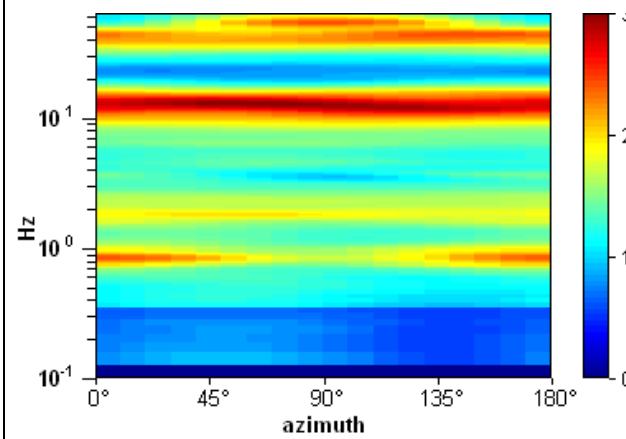
Max. H/V at 12.63 ± 1.77 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



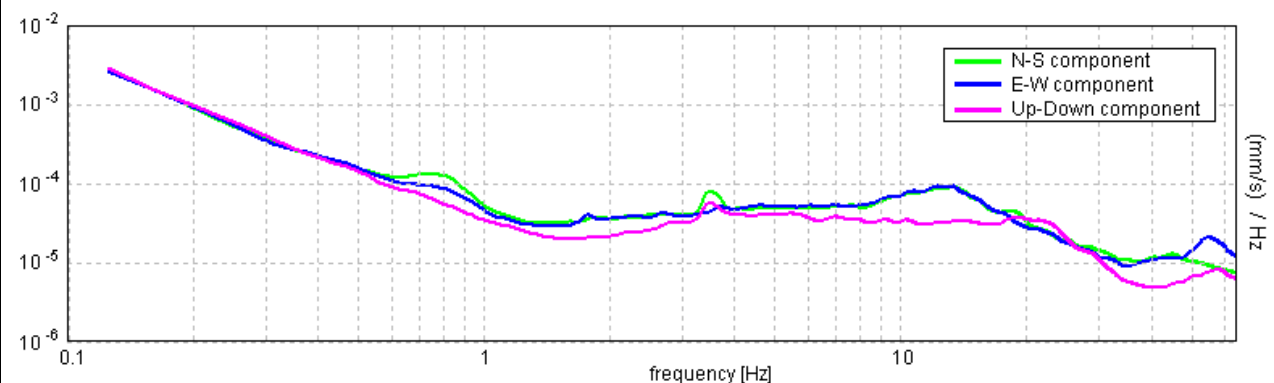
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 12.63 ± 1.77 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	12.63 > 0.40	OK	
$n_c(f_0) > 200$	30300.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 607	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	6.063 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	17.438 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.86 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	[0.04041] < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.60267 < 0.63125	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.147 < 1.58	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A** (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B** (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C** (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:** possibilità di debole risonanza del sottosuolo anche alla frequenza di circa 0.8 Hz.

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, S. QUIRICO DI MORIANO**  
 Coordinate (WGS84): N 43,887072°; E 10,521595°

TR 206

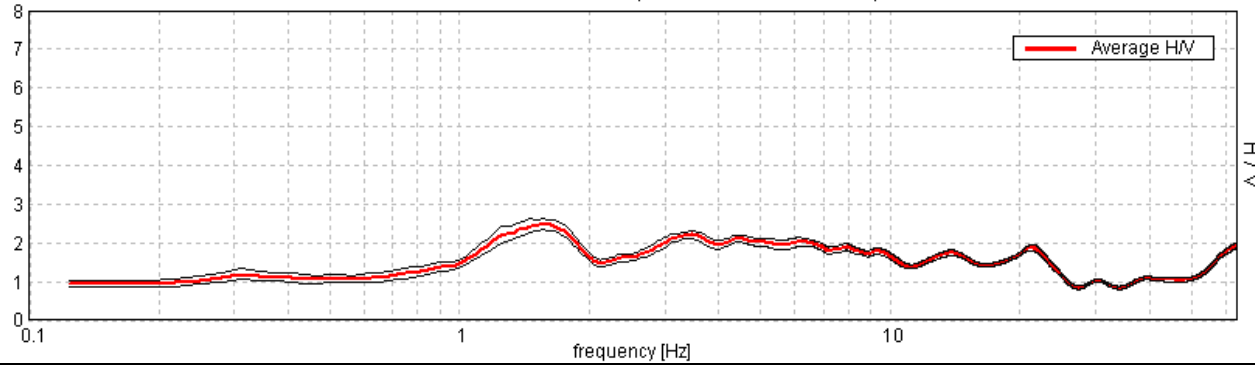


Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 03/01/20 11:27:58  
 Fine registrazione: 03/01/20 12:07:59

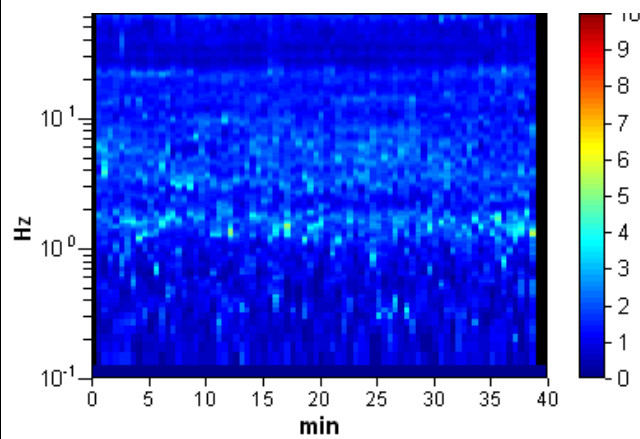
Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 96% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: sereno, senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari transienti e alcuni artefatti

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

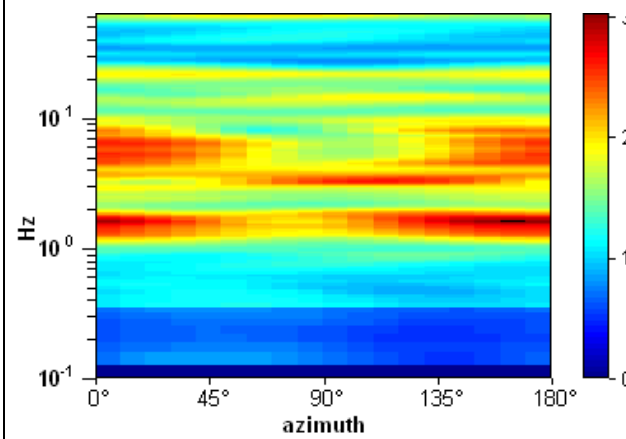
Picco H/V a 1.56 ± 1.15 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).



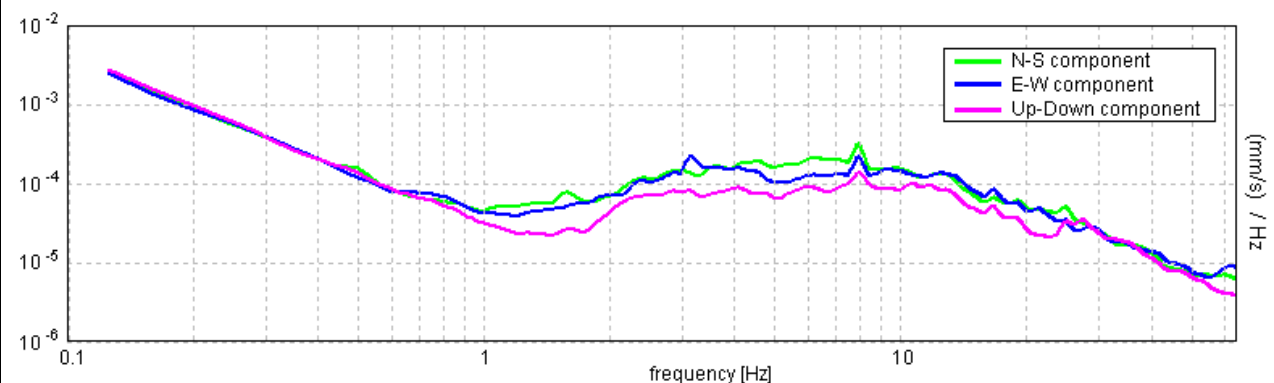
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 1.56 ± 1.15 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	1.56 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	3609.4 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 76	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.781 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.49 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.7812  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.15331 < 0.15625$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1514 < 1.78$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	B
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A** (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B** (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C** (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 1: *assenza di risonanza*)

NOTE:

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, S. QUIRICO DI MORIANO**  
 Coordinate (WGS84): N 43,890922°; E 10,521247°

TR 207

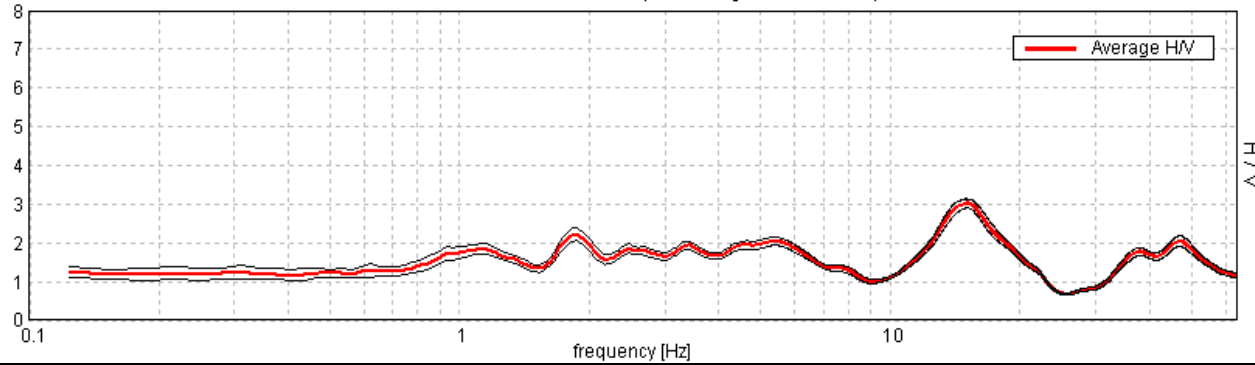


Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 03/01/20 12:16:37  
 Fine registrazione: 03/01/20 12:56:38

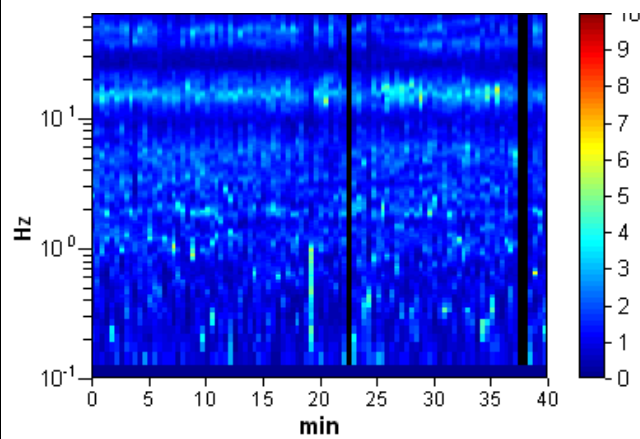
Durata registrazione: 0h40'00"  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 25 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 97% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: poco nuvoloso, senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari transienti e alcuni artefatti

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

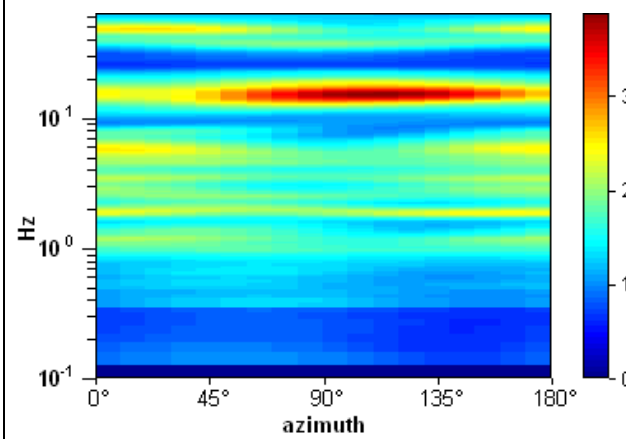
Max. H/V at 15.0 ± 1.33 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



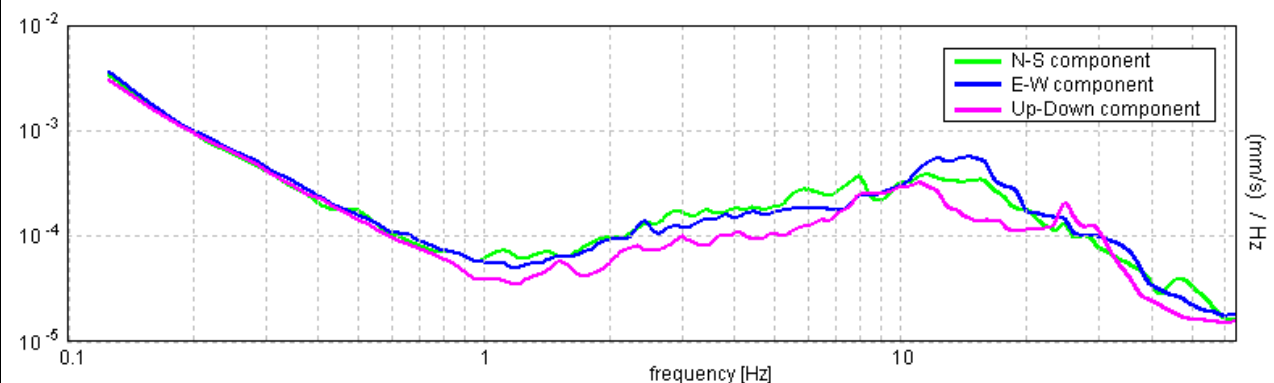
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 15.0 ± 1.33 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	15.00 > 0.40	OK
$n_c(f_0) > 200$	34875.0 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 721	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	11.219 Hz	OK
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	20.563 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.02 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$[0.04852] < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.72786 < 0.75$	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1178 < 1.58$	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$**

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

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	B
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

NOTE:

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, S. QUIRICO DI MORIANO**  
 Coordinate (WGS84): N 43,891102°; E 10,516131°

TR 208

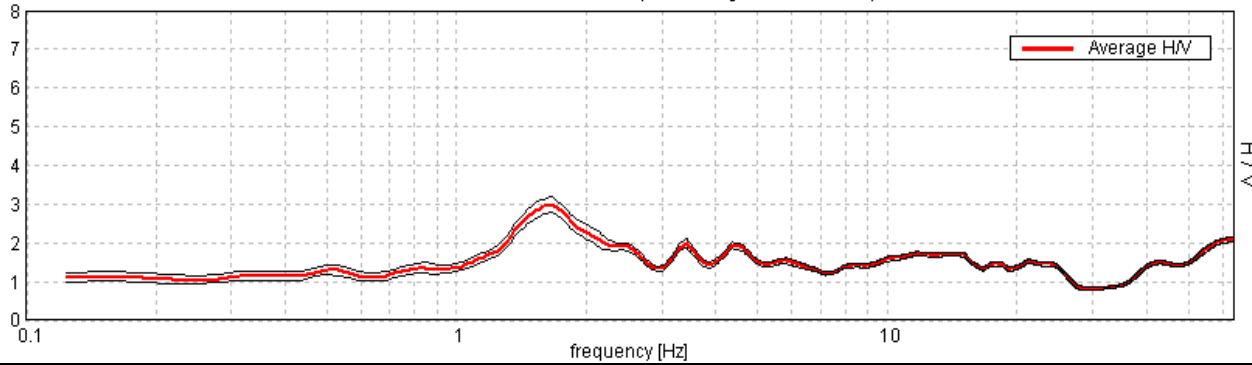


Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 03/01/20 13:02:54  
 Fine registrazione: 03/01/20 13:42:55

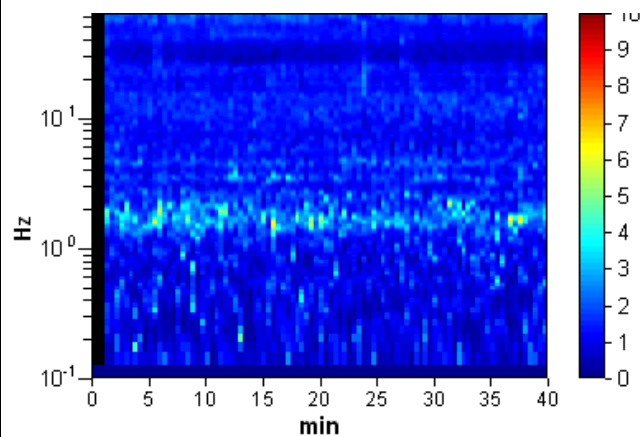
Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 25 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 97% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: poco nuvoloso, senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari transienti e diversi artefatti

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

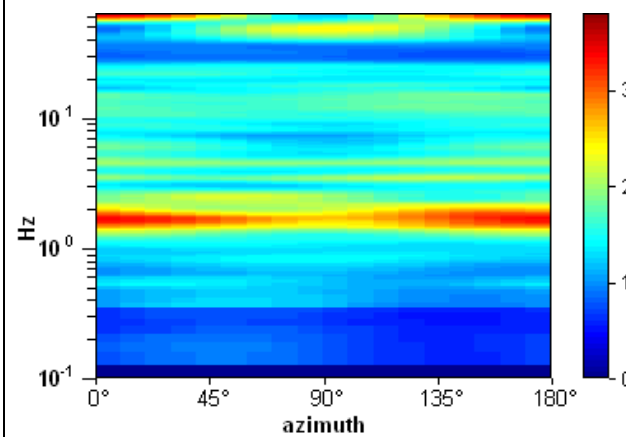
Max. H/V at 1.66 ± 0.07 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



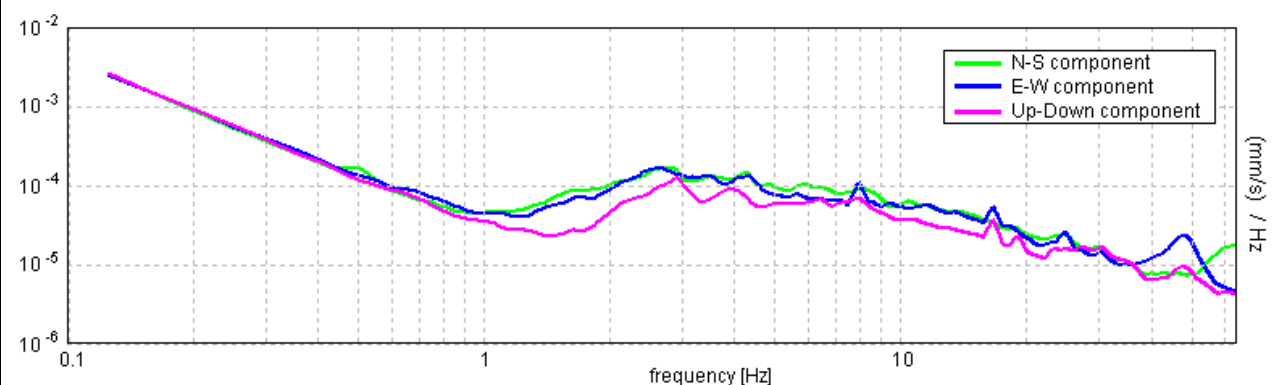
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 1.66 ± 0.07 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	1.66 > 0.40	OK
$n_c(f_0) > 200$	3850.8 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 80	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.063 Hz	OK
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.781 Hz	OK
$A_0 > 2$	2.98 > 2	OK
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04228  < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.07003 < 0.16563$	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2019 < 1.78$	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$**

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

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.  
 Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 1: *assenza di risonanza*)

NOTE:

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, S. QUIRICO DI MORIANO**  
 Coordinate (WGS84): N 43,869260°; E 10,516437°

TR 209

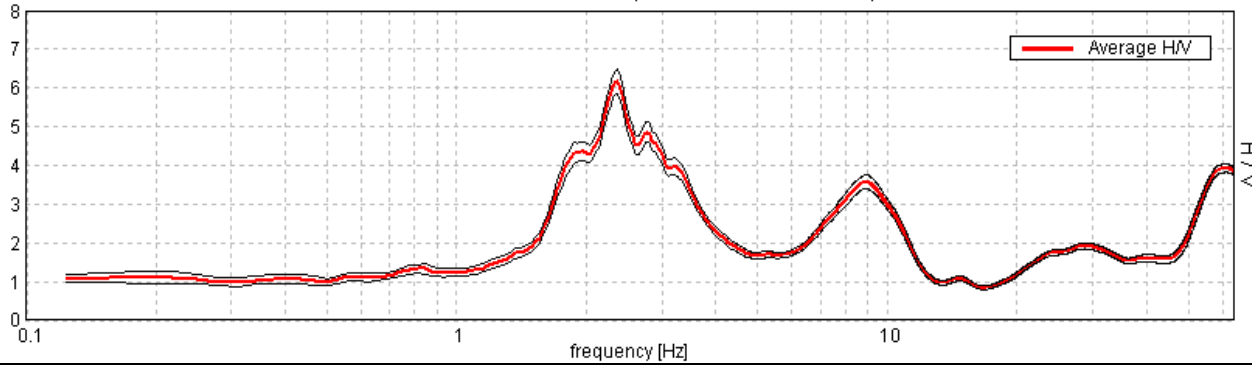


Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 07/01/20 12:21:31  
 Fine registrazione: 07/01/20 13:01:32

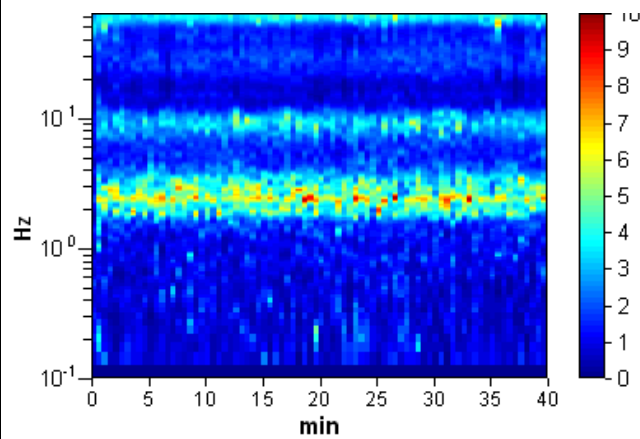
Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analisi effettuata sull'intera traccia  
 Condizioni meteo: poco nuvoloso, senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: diversi artefatti

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

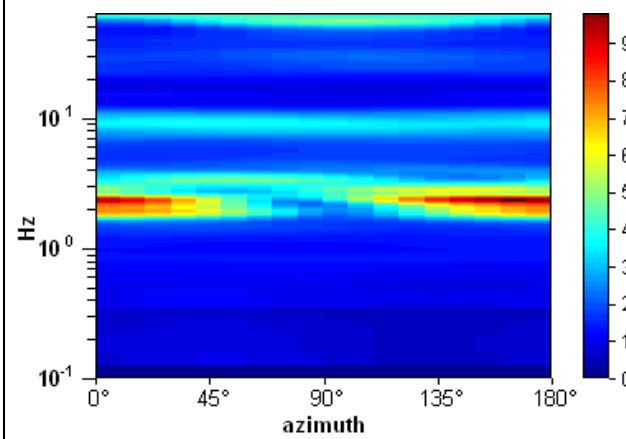
Picco H/V a 2.38 ± 0.02 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).



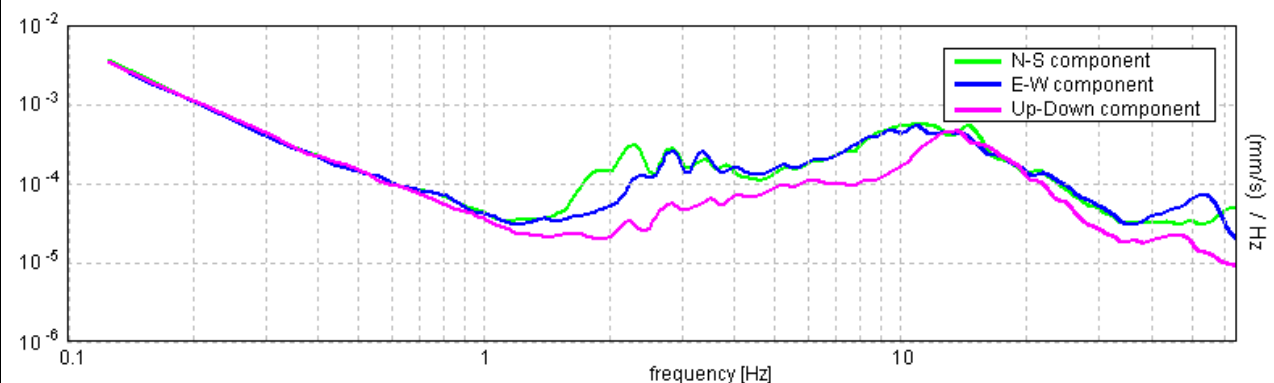
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 2.38 ± 0.02 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	2.38 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	5700.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 115	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.656 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.625 Hz	OK	
$A_0 > 2$	6.17 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00895  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.02125 < 0.11875$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3129 < 1.58$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	B
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A** (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B** (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C** (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:** picco di maggiore ampiezza leggermente alterato in ampiezza e frequenza a causa di artefatti.  
 Risonanza del sottosuolo anche a 8.9 Hz.

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, MONTE S. QUIRICO** TR 210  
 Coordinate (WGS84): N 43,866776°; E 10,514441°

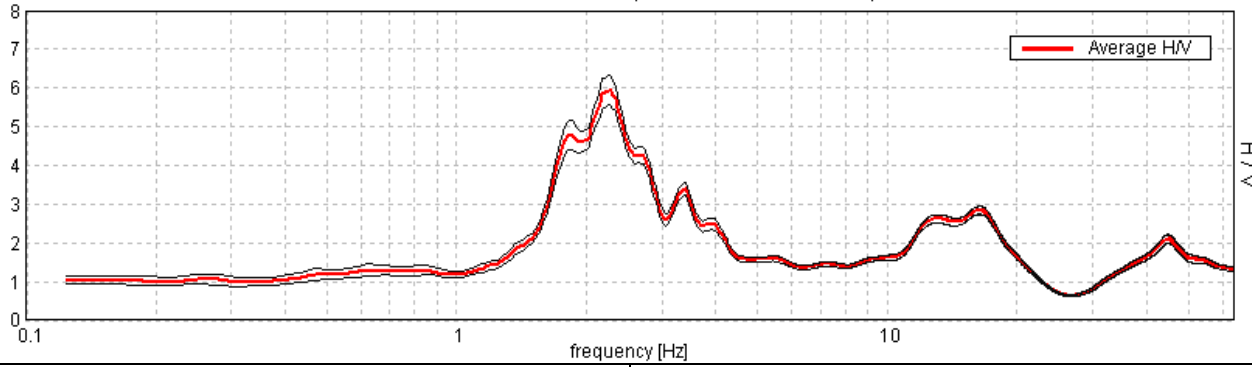


Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 07/01/20 13:08:54  
 Fine registrazione: 07/01/20 13:48:55

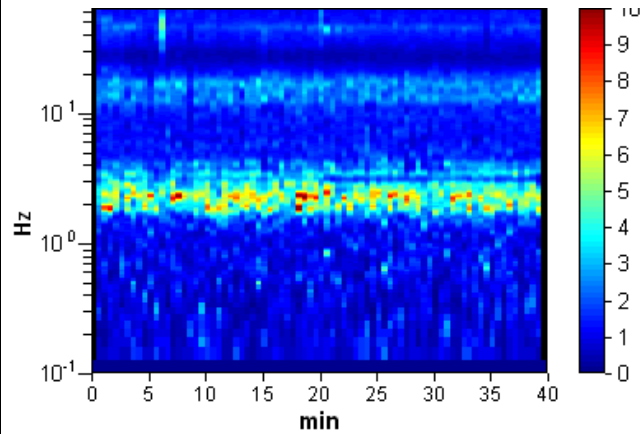
Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 98% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: nuvoloso, senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari transienti e diversi artefatti

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

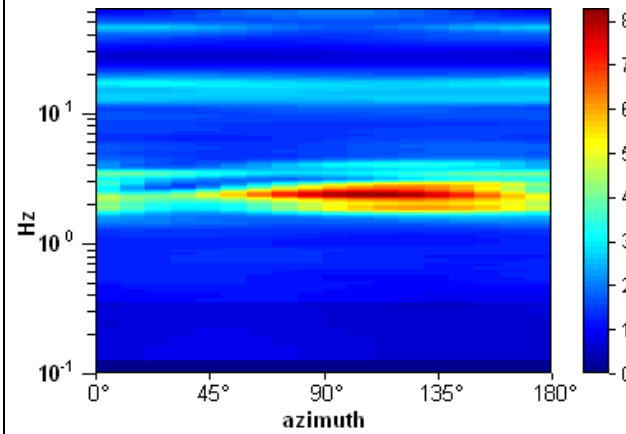
Picco H/V a 2.25 ± 0.11 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).



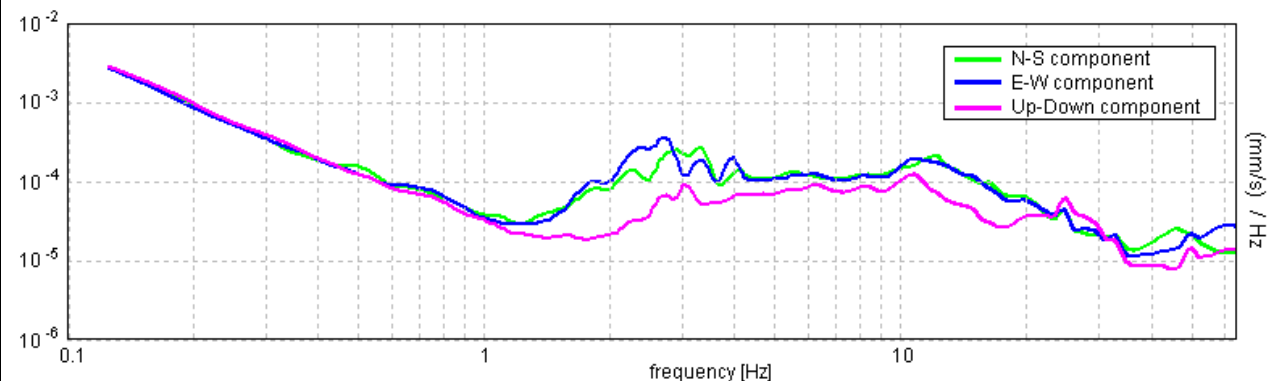
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 2.25 ± 0.11 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	2.25 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	5265.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 109	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.594 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.969 Hz	OK	
$A_0 > 2$	5.94 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$[0.04754] < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.10697 < 0.1125$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3854 < 1.58$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	B
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A** (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B** (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C** (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:** picco di maggiore ampiezza leggermente alterato in ampiezza per la presenza di artefatti. Risonanza del sottosuolo anche a 10.4 Hz.

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

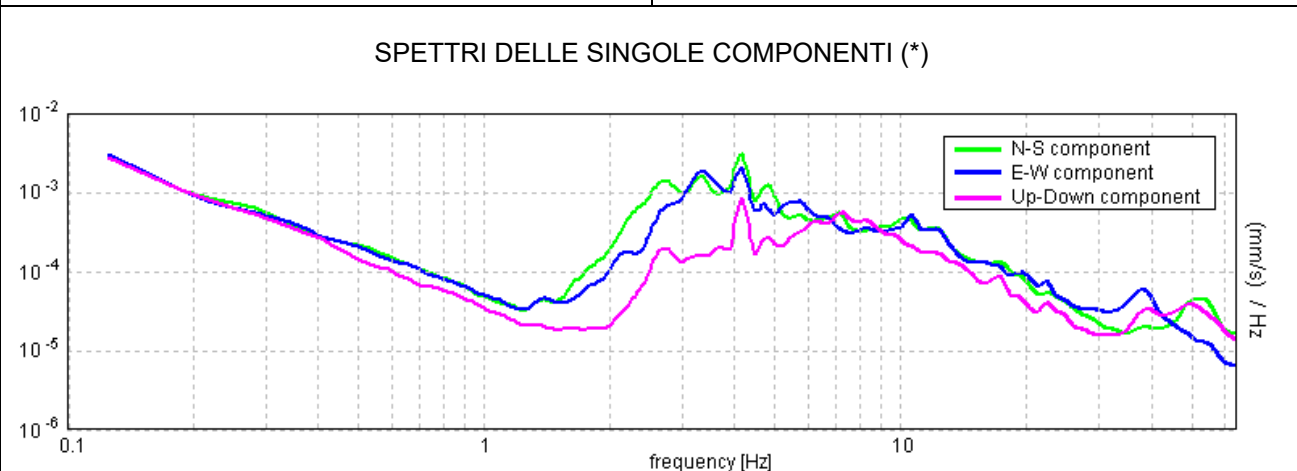
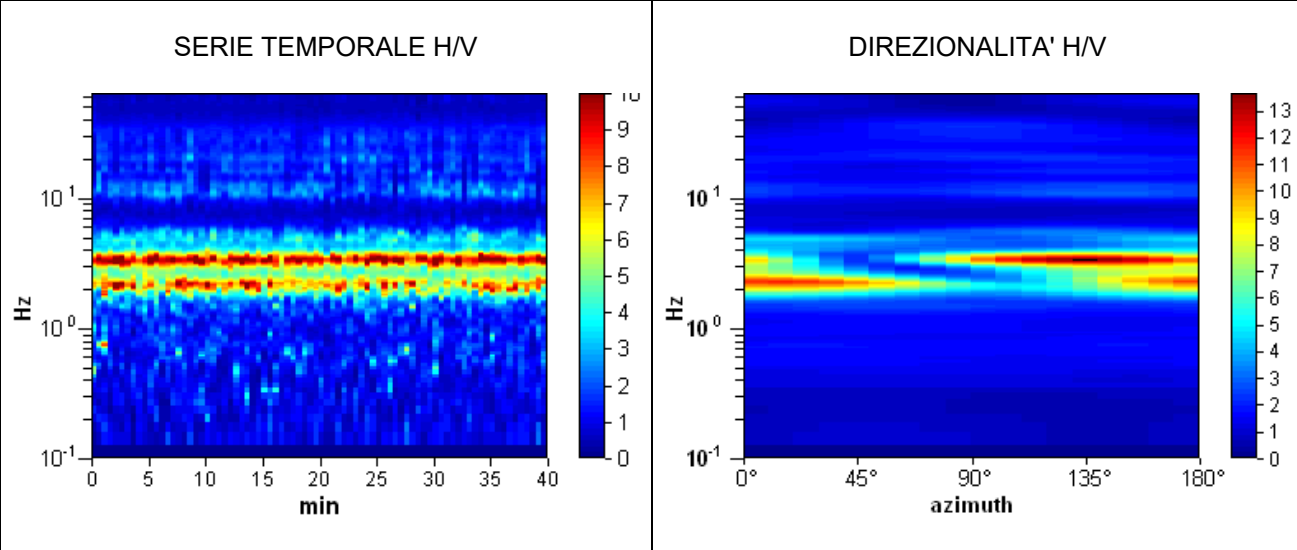
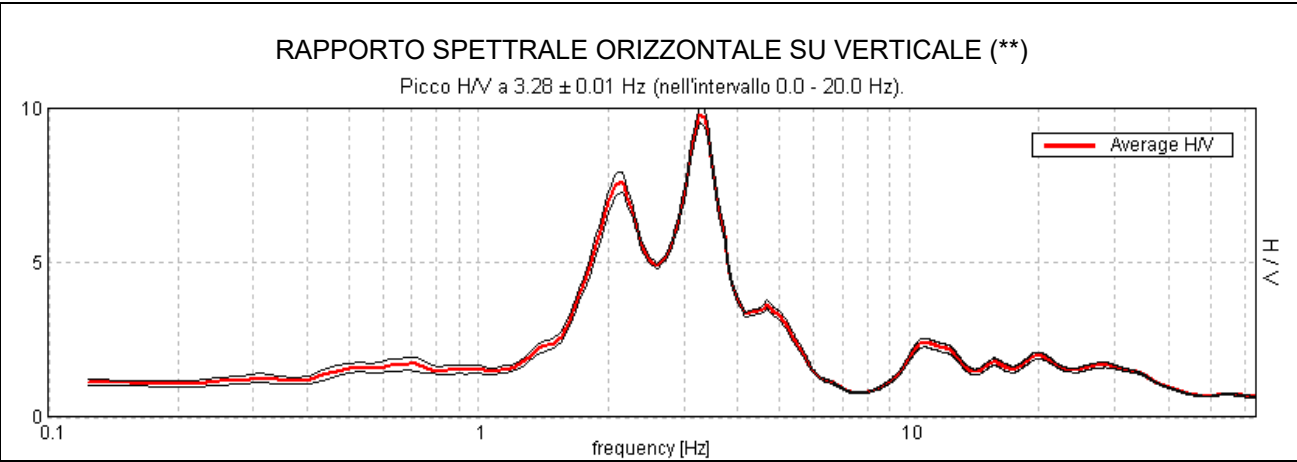
(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.



**LUCCA, MONTE S. QUIRICO** TR 211bis  
 Coordinate (WGS84): N 43,869423°; E 10,508836°

Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 04/02/20 11:56:12  
 Fine registrazione: 04/02/20 12:36:12

Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analisi effettuata sull'intera traccia  
 Condizioni meteo: nuvoloso, senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: diversi artefatti



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 3.28 ± 0.01 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	3.28 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	7875.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 158	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.594 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.844 Hz	OK	
$A_0 > 2$	9.77 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00319  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.01048 < 0.16406$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2641 < 1.58$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	B
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A** (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B** (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C** (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:** picchi esagerati in ampiezza a causa della presenza di artefatti.

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, MONTE S. QUIRICO** TR 212  
 Coordinate (WGS84): N 43,872951°; E 10,492648°

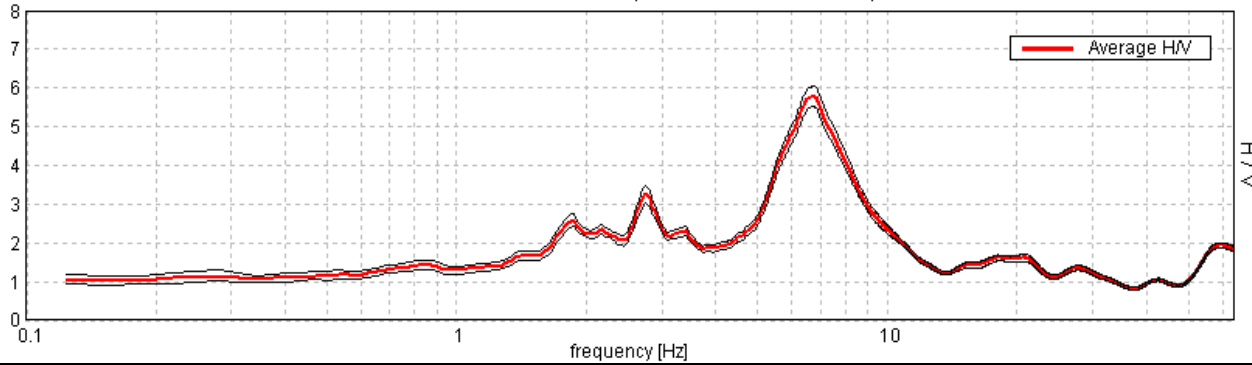
Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 07/01/20 14:02:21  
 Fine registrazione: 07/01/20 14:42:22

Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analisi effettuata sull'intera traccia  
 Condizioni meteo: nuvoloso, senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: diversi artefatti

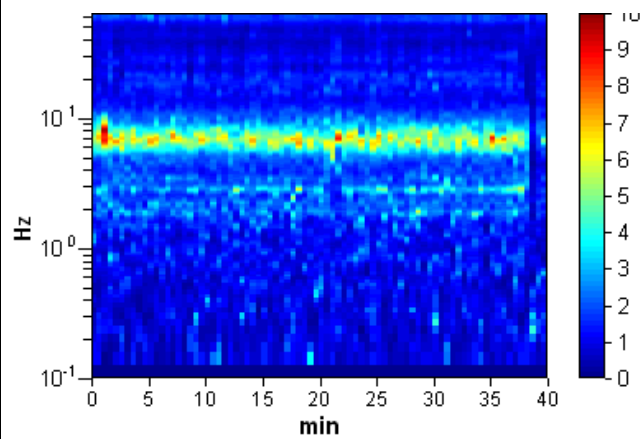


**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

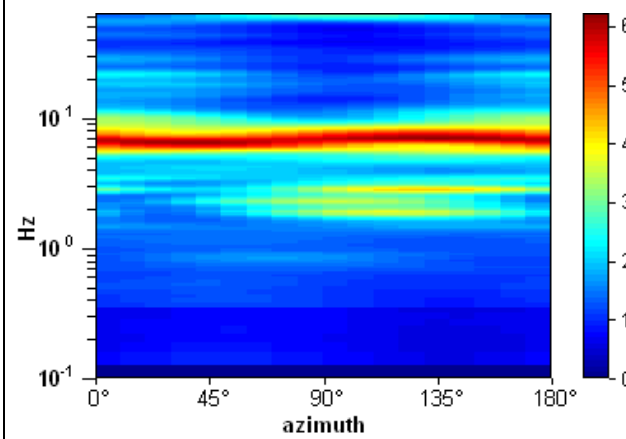
Picco H/V a 6.75 ± 0.03 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).



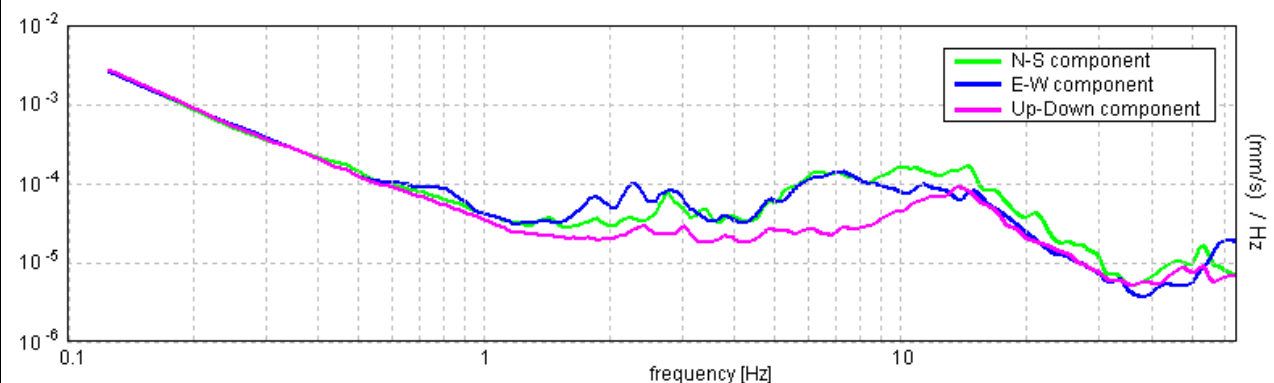
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 6.75 ± 0.03 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	6.75 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	16200.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 325	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	5.125 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	9.094 Hz	OK	
$A_0 > 2$	5.79 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00491  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.03315 < 0.3375$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2638 < 1.58$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A** (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B** (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C** (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 1: *assenza di risonanza*)

NOTE:

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA COMUNE, MTE S.QUIRICO TR 213**

Coordinate (WGS84): N 43,872951°; E 10,492648°

Strumento: TRZ-0101/01-10

Inizio registrazione: 07/01/20 15:42:50

Fine registrazione: 07/01/20 16:22:51

Durata registrazione: 0h40'00"

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 30 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

Analisi effettuata sull'intera traccia

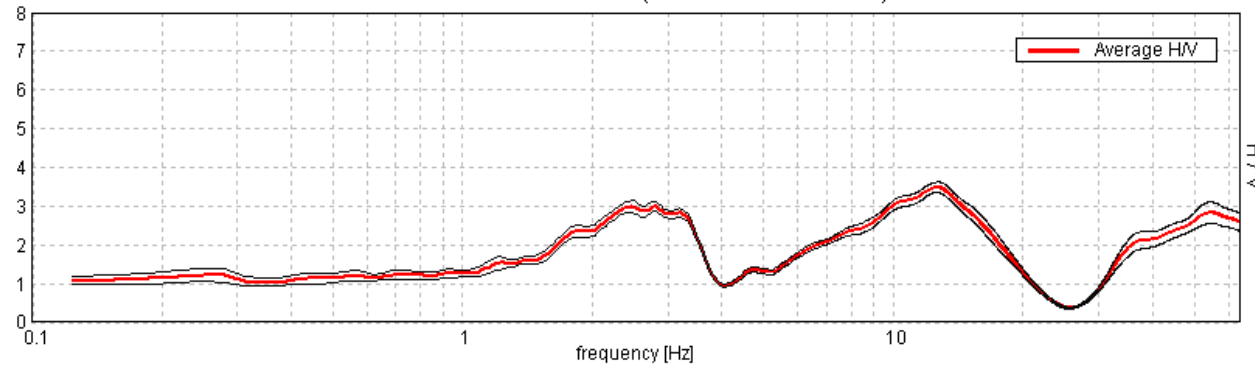
Condizioni meteo: nuvoloso, senza vento

Tipo di superficie: terreno naturale

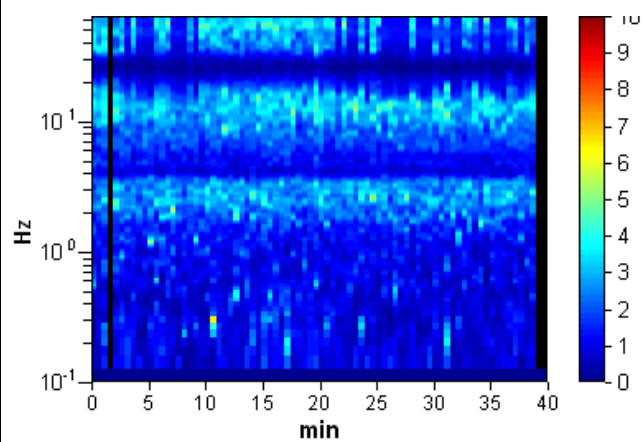
Disturbi: diversi artefatti

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

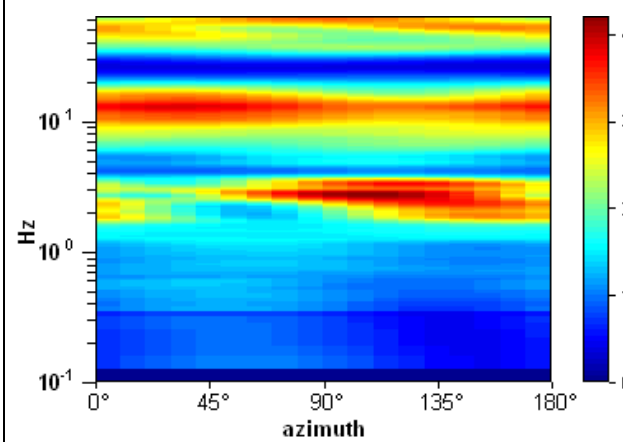
Picco H/V a 12.72 ± 0.39 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).



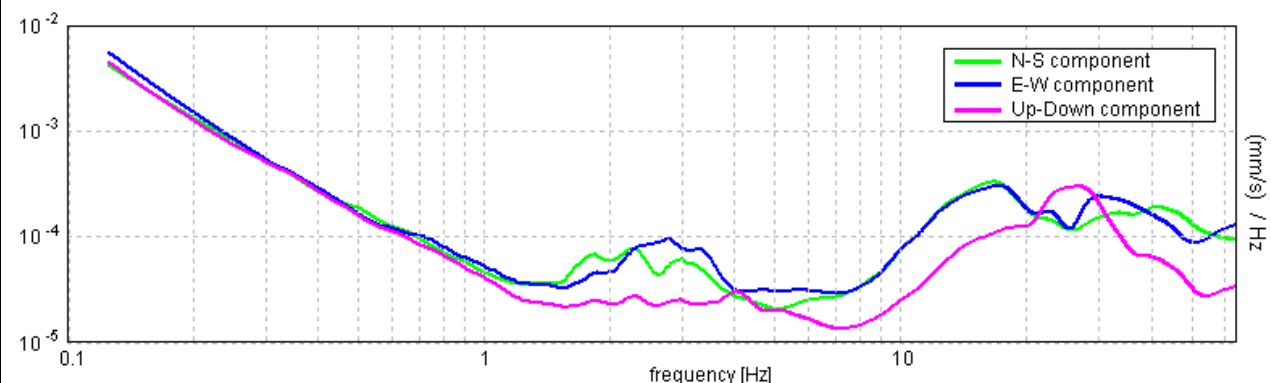
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 12.72 ± 0.39 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	12.72 > 0.33	OK
$n_c(f_0) > 200$	29380.3 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 612	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	6.0 Hz	OK
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	18.531 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.49 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03072  < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.3907 < 0.63594	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1381 < 1.58	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

NOTE:

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eullivi V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis.Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, MONTE S. QUIRICO** TR 214  
 Coordinate (WGS84): N 43,862860°; E 10,516112°

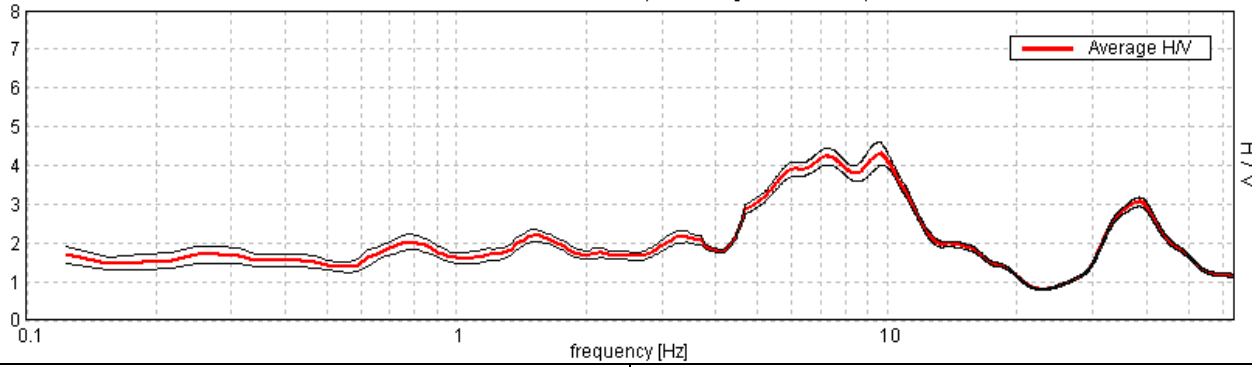
Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 13/01/20 12:44:13  
 Fine registrazione: 13/01/20 13:24:14

Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 25 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 92% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: sereno, senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: alcuni transienti e alcuni artefatti

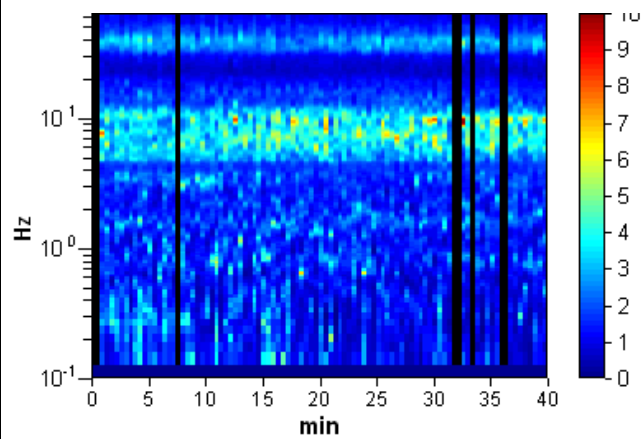


**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

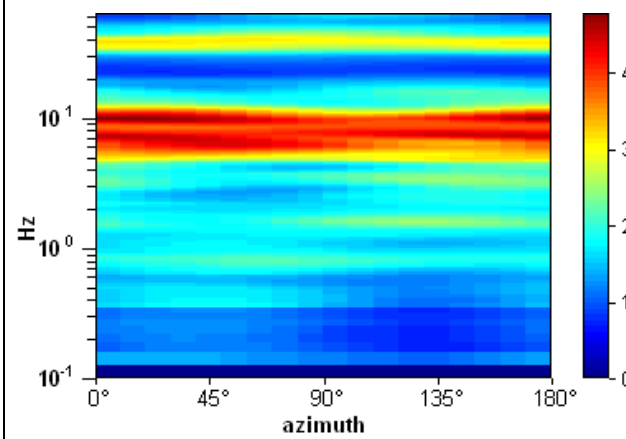
Max. H/V at 7.19 ± 0.26 Hz. (In the range 0.0 - 8.0 Hz).



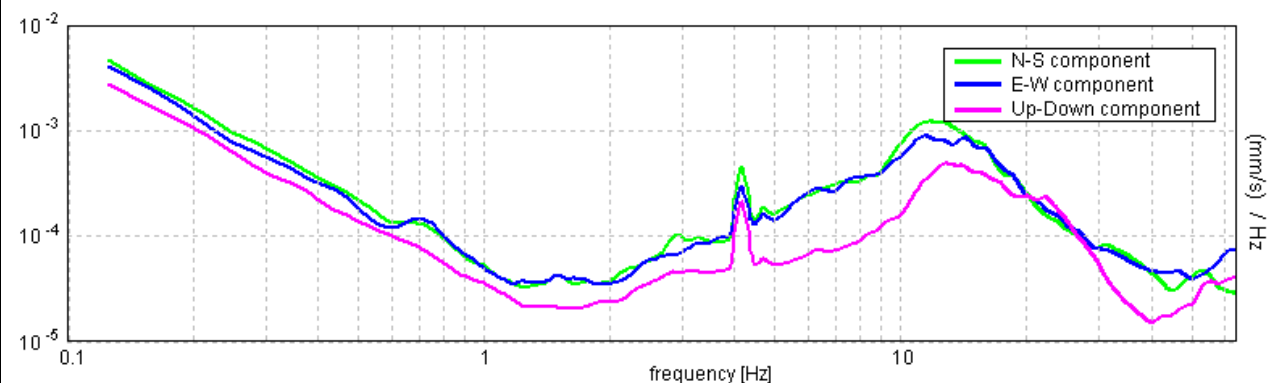
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 7.19 ± 0.26 Hz (nell'intervallo 0.0 - 8.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	7.19 > 0.40	OK	
$n_c(f_0) > 200$	15812.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 346	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	4.406 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	12.719 Hz	OK	
$A_0 > 2$	4.23 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$[0.03565] < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.25627 < 0.35938$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2115 < 1.58$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	B
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A** (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B** (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C** (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 1: *assenza di risonanza*)

NOTE:

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, S. MARCO** **TR 215bis**  
 Coordinate (WGS84): N 43,863884°; E 10,520790°

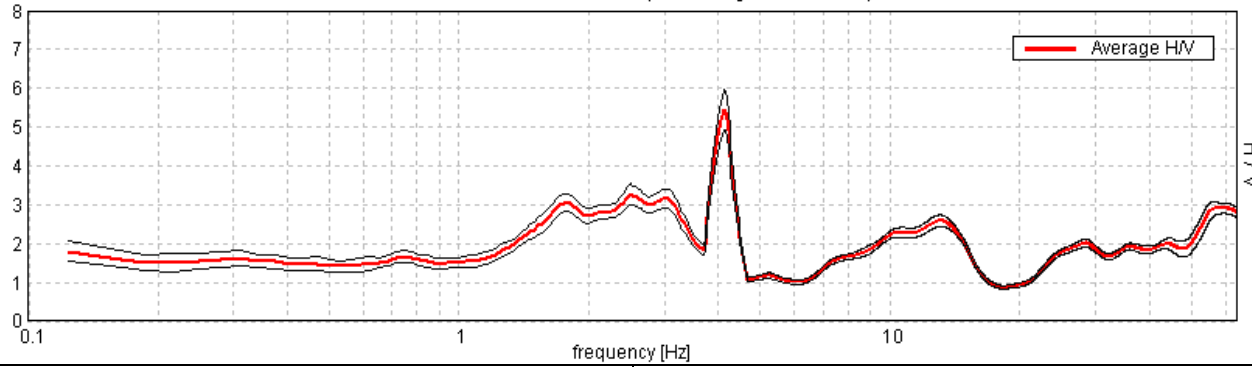


Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 13/01/20 13:39:42  
 Fine registrazione: 13/01/20 14:19:43

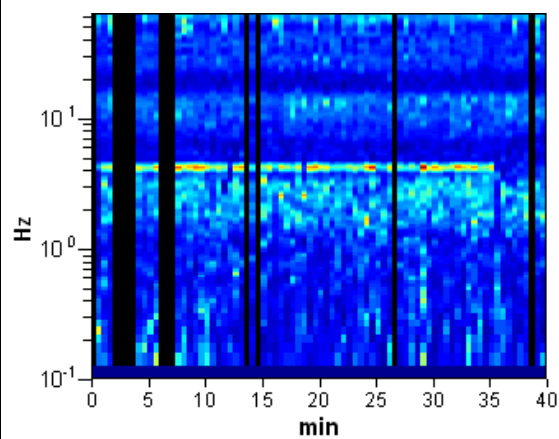
Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 85% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: sereno, senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: numerosi transienti e diversi artefatti

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

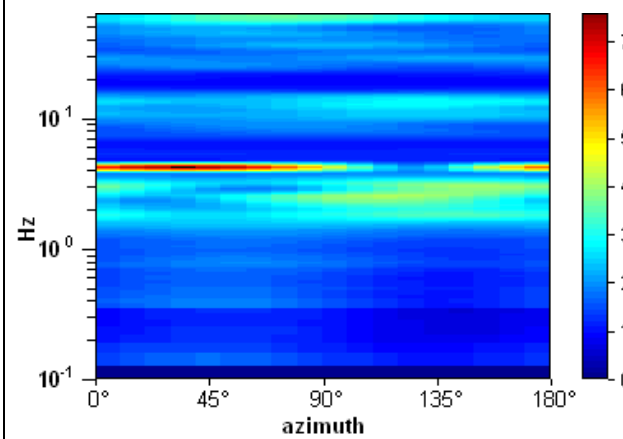
Max. H/V at 1.78 ± 0.59 Hz. (In the range 0.0 - 2.0 Hz).



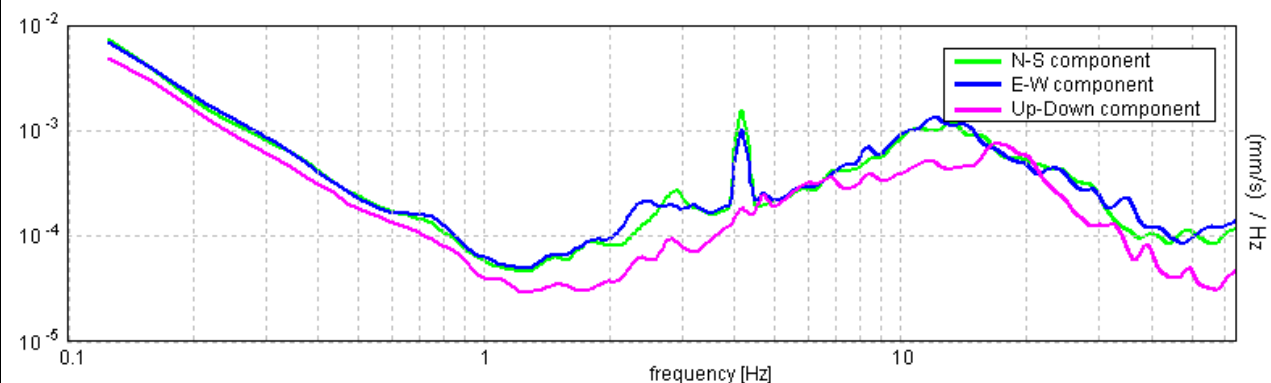
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 1.78 ± 0.59 Hz (nell'intervallo 0.0 - 2.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	1.78 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	3633.8 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 86	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.0 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.594 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.06 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$[0.12978] < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.28742 < 0.17813$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2313 < 1.78$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	B
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A** (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B** (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C** (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:** I picchi tra 2 e 5 Hz non sono di origine stratigrafica ma sono generati da artefatti (si veda l'andamento degli spettri delle singole componenti)

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, S. MARCO**

Coordinate (WGS84): N 43,854907°; E 10,512319°

**TR 216**

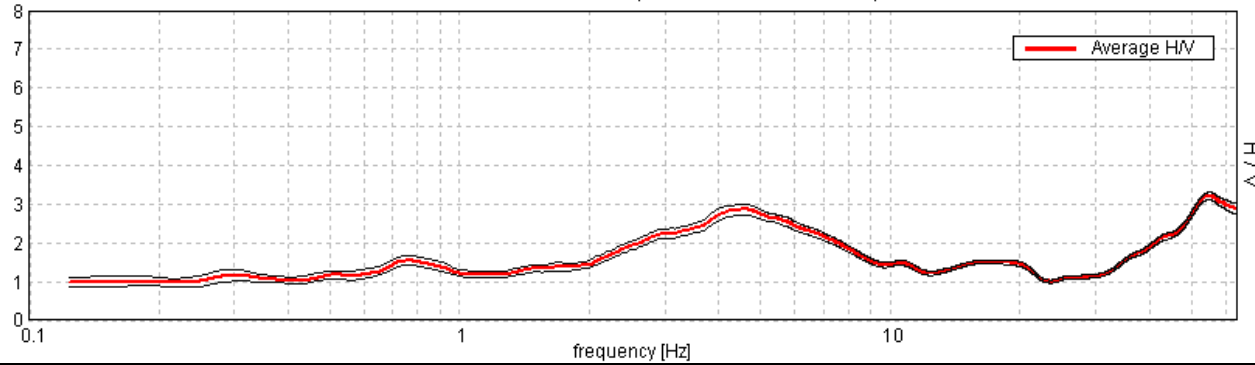
Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 13/01/20 14:28:09  
 Fine registrazione: 13/01/20 15:08:10

Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analisi effettuata sull'intera traccia  
 Condizioni meteo: sereno, senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari artefatti

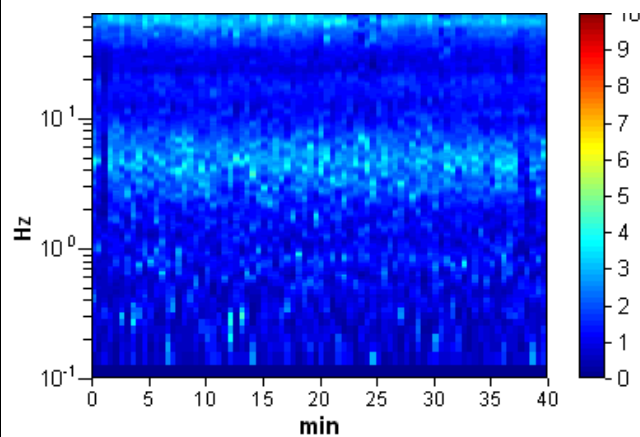


**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

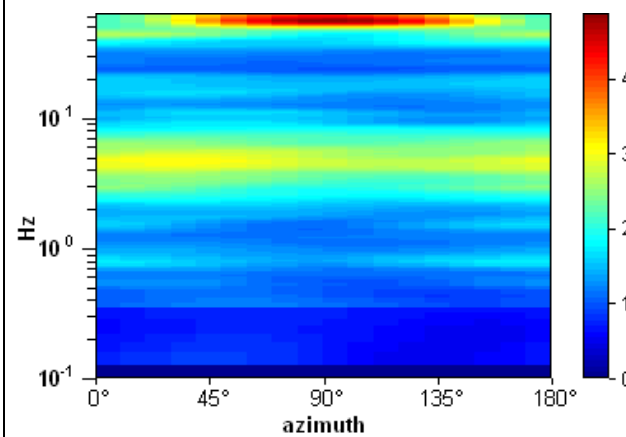
Picco H/V a 4.63 ± 0.07 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).



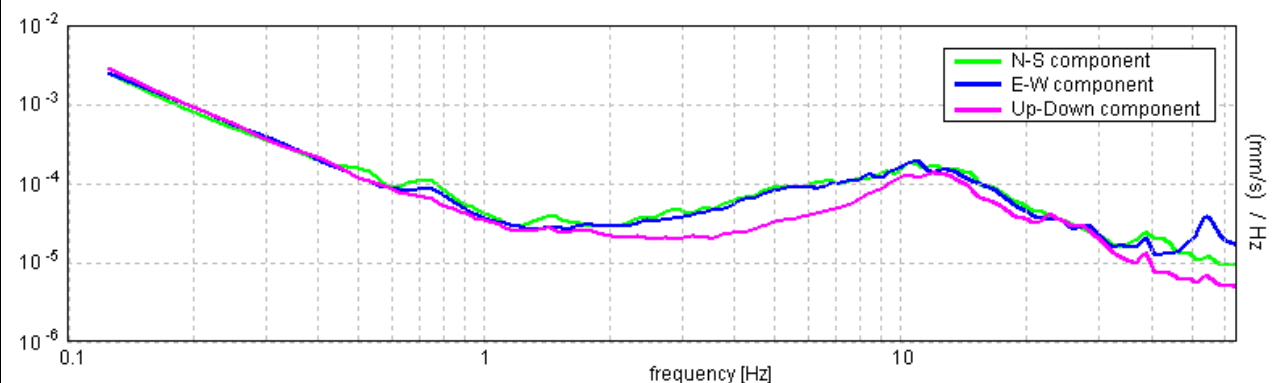
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 4.63 ± 0.07 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	4.63 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	11100.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 223	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.969 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	9.656 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.86 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01552  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.07177 < 0.23125$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1427 < 1.58$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 1: *assenza di risonanza*)

NOTE:

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, S. MARCO**

Coordinate (WGS84): N 43,855295°; E 10,507119°

**TR 217**

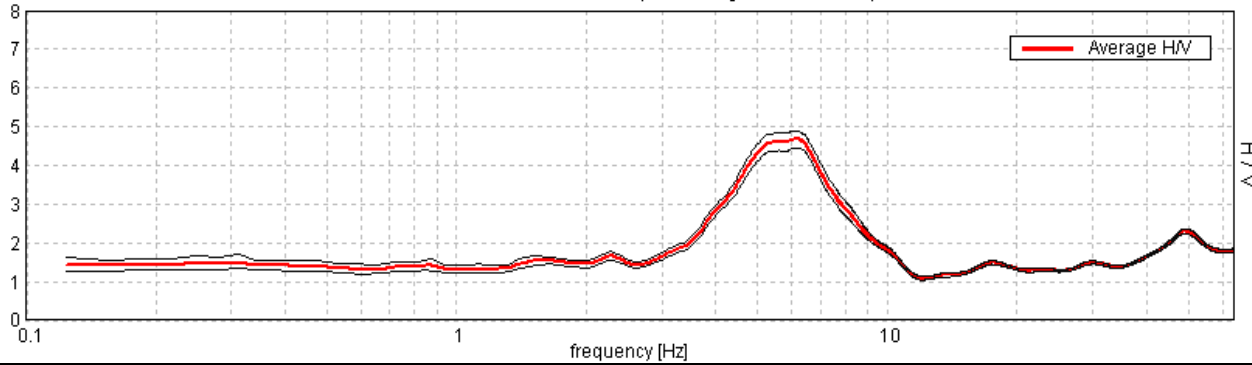
Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 13/01/20 18:15:33  
 Fine registrazione: 13/01/20 18:55:34

Durata registrazione: 0h40'00"  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 25 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 98% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: sereno, senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari artefatti e rari transienti

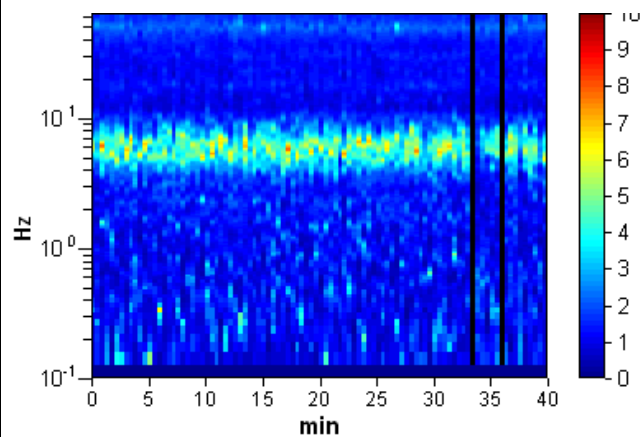


**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

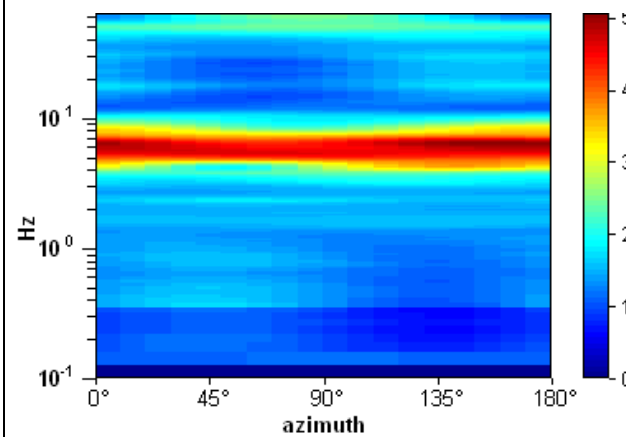
Max. H/V at 6.13 ± 0.26 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



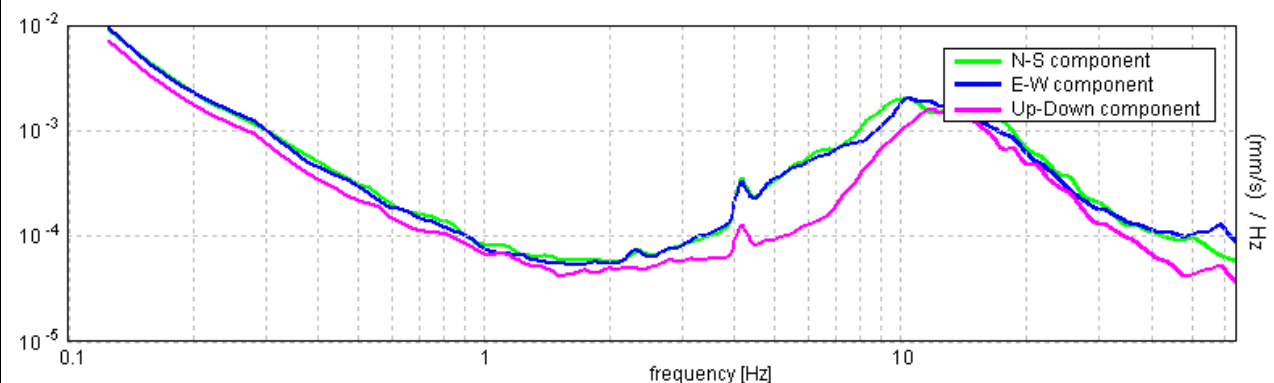
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 6.13 ± 0.26 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	6.13 > 0.40	OK	
$n_c(f_0) > 200$	14393.8 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 295	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.719 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	8.813 Hz	OK	
$A_0 > 2$	4.67 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$[0.04189] < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.2566 < 0.30625$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2153 < 1.58$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:**

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, MONTE SAN QUIRICO**  
 Coordinate (WGS84): N 43,856730°; E 10,502693°

**TR 218**

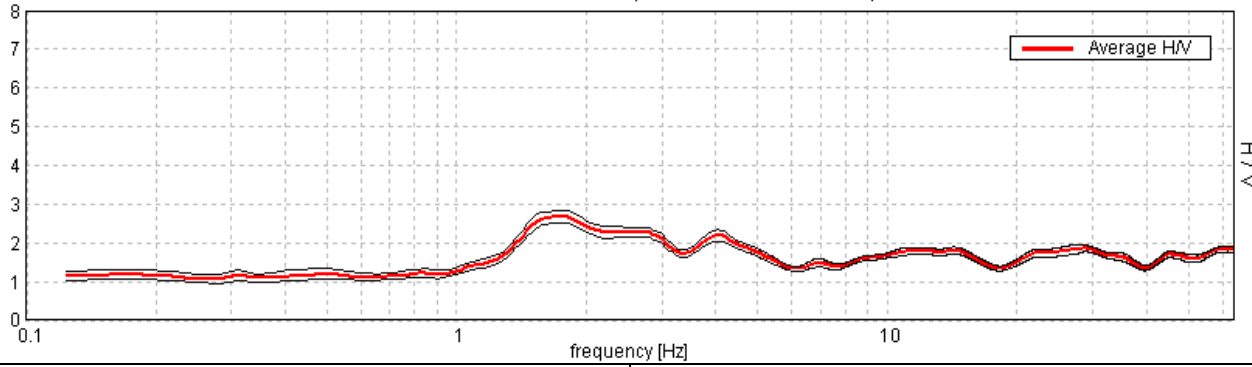
Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 13/01/20 19:10:38  
 Fine registrazione: 13/01/20 19:50:38

Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analisi effettuata sull'intera traccia  
 Condizioni meteo: sereno, senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: alcuni artefatti di piccola ampiezza

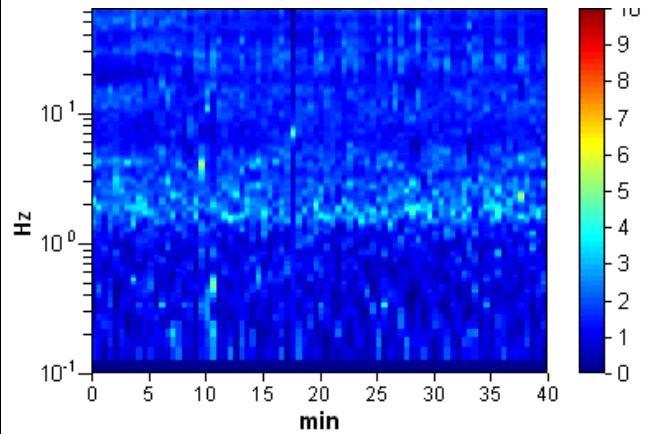


**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

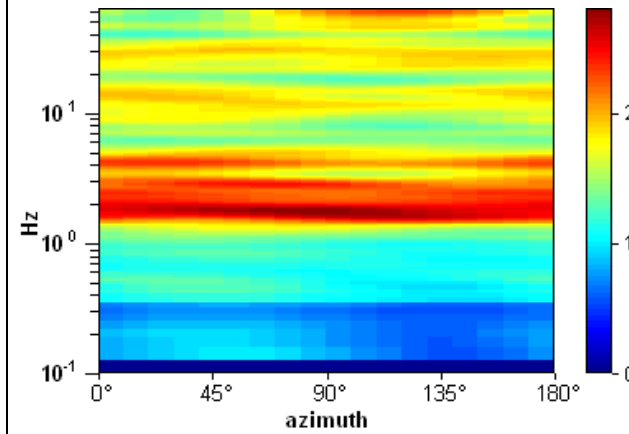
Picco H/V a 1.78 ± 0.28 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).



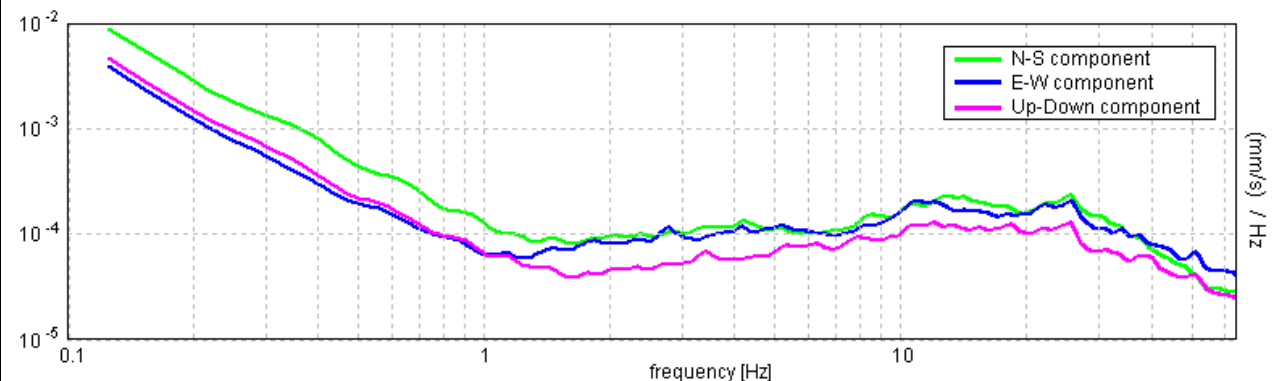
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 1.78 ± 0.28 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	1.78 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	4275.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 86	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.031 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	6.063 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.68 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$[0.06625] < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.16833 < 0.17813$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1667 < 1.78$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	B
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A** (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B** (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C** (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

NOTE:

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.



**LUCCA, S. ALESSIO** TR 219  
 Coordinate (WGS84): N 43,855829°; E 10,496552°

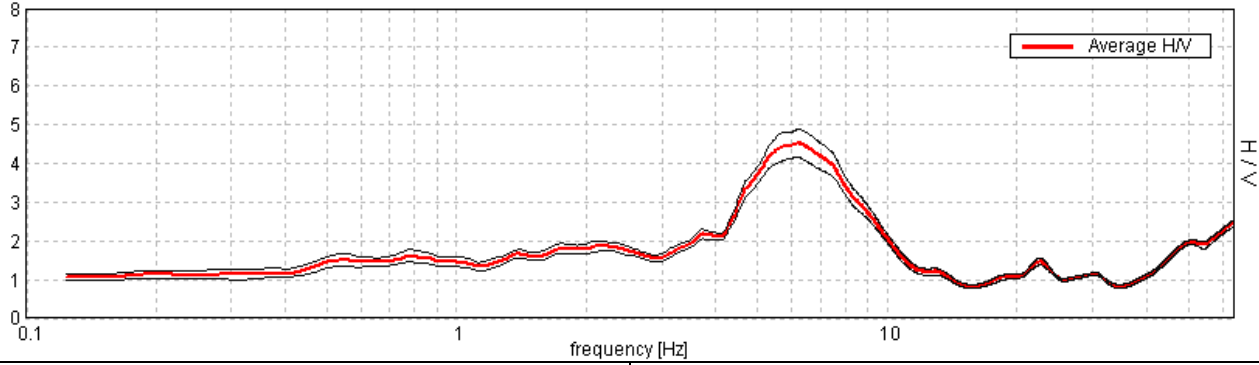
Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 14/01/20 12:22:51  
 Fine registrazione: 14/01/20 13:02:52

Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 25 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 99% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: nuvoloso, senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari transienti e rari artefatti

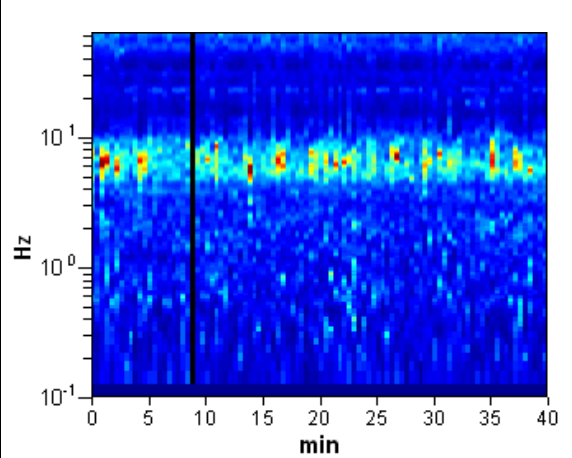


**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

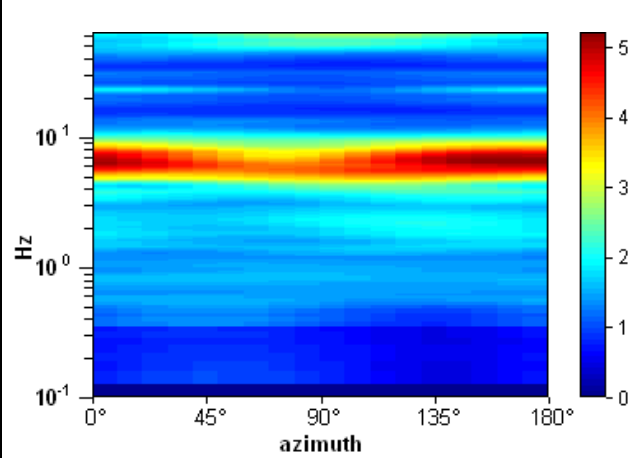
Max. H/V at 6.22 ± 0.25 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



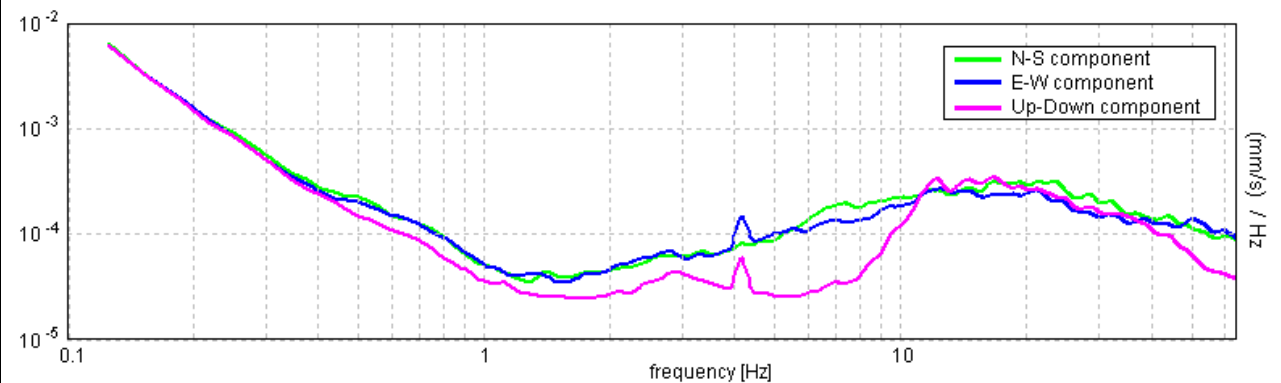
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 6.22 ± 0.25 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	6.22 > 0.40	OK	
$n_c(f_0) > 200$	14769.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 300	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	4.219 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	9.719 Hz	OK	
$A_0 > 2$	4.53 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03981  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.24758 < 0.31094$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3652 < 1.58$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A** (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B** (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C** (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 1: *assenza di risonanza*)

NOTE:

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, S. ALESSIO**  
 Coordinate (WGS84): N 43,858742°; E 10,486283°

**TR 220**

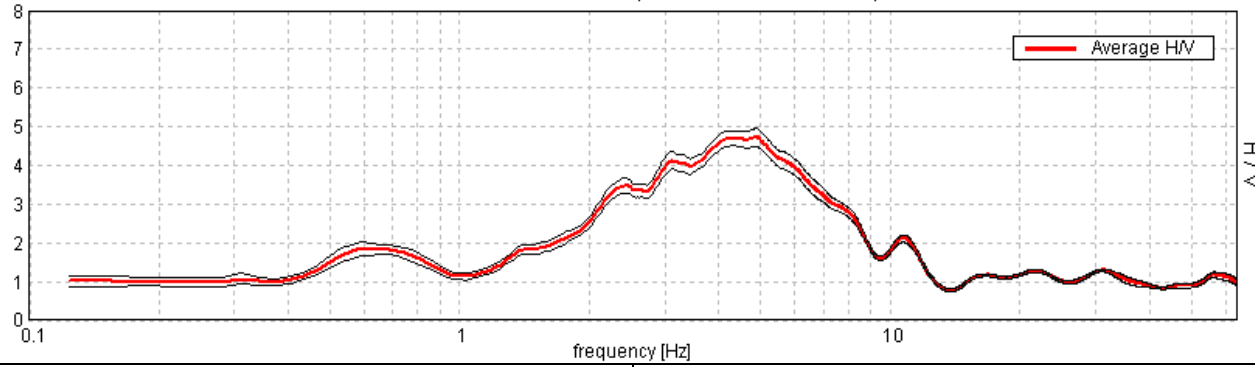


Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 14/01/20 13:17:15  
 Fine registrazione: 14/01/20 13:57:15

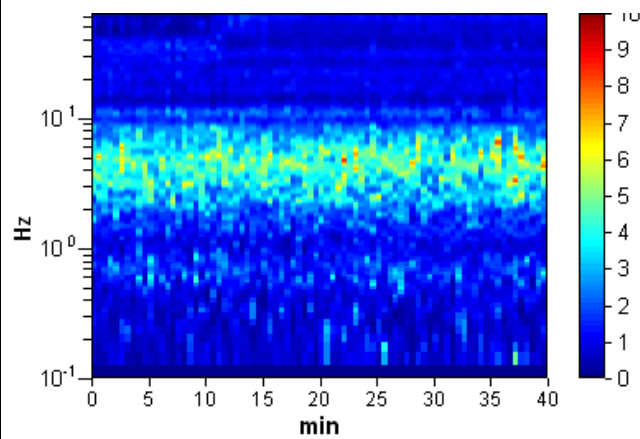
Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analisi effettuata sull'intera traccia  
 Condizioni meteo: nuvoloso, senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: alcuni artefatti

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

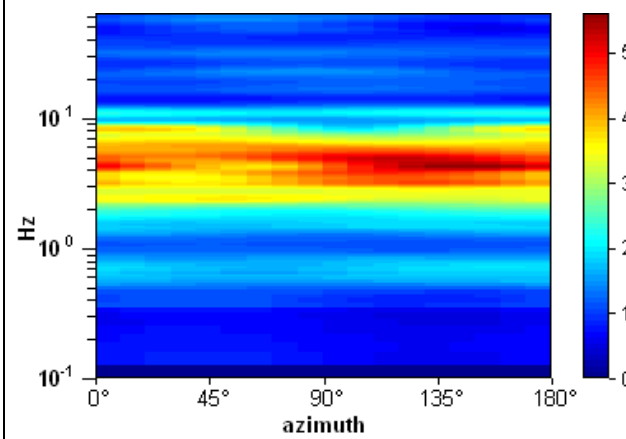
Picco H/V a 4.88 ± 0.14 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).



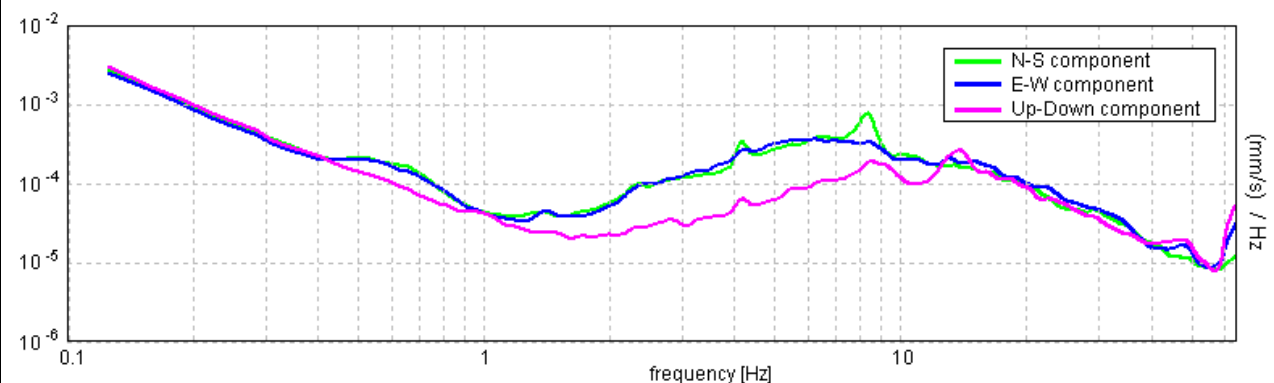
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 4.88 ± 0.14 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	4.88 > 0.33	OK
$n_c(f_0) > 200$	11700.0 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 235	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.906 Hz	OK
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	8.531 Hz	OK
$A_0 > 2$	4.72 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02787  < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.13586 < 0.24375$	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2335 < 1.58$	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$**

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (*ampiezza della curva circa uguale ad 1: assenza di risonanza*)

NOTE:

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, S. ALESSIO**  
 Coordinate (WGS84): N 43,859740°; E 10,476352°

**TR 221**

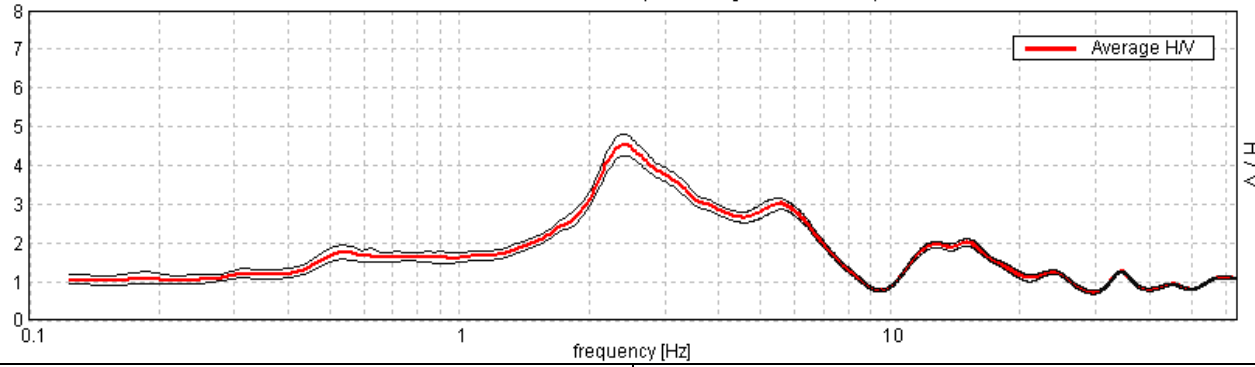


Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 14/01/20 14:14:53  
 Fine registrazione: 14/01/20 14:54:53

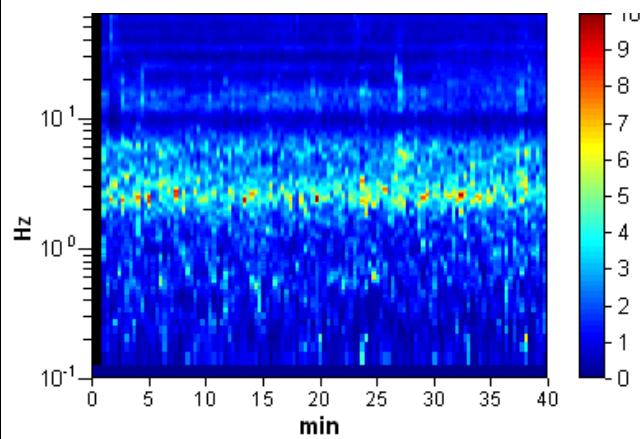
Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 98% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: nuvoloso con leggera pioggia  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari transienti e rari artefatti di piccola ampiezza

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

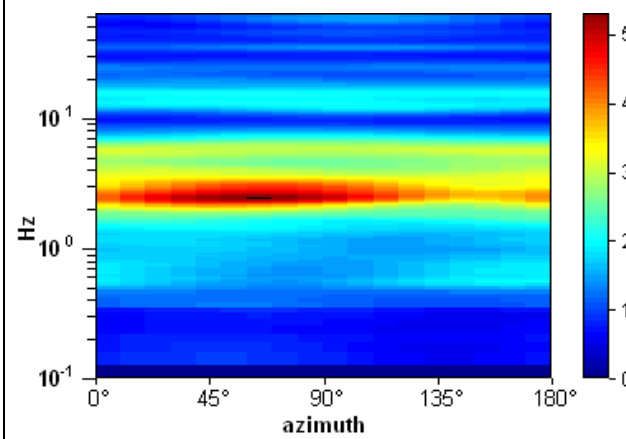
Max. H/V at 2.44 ± 0.08 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



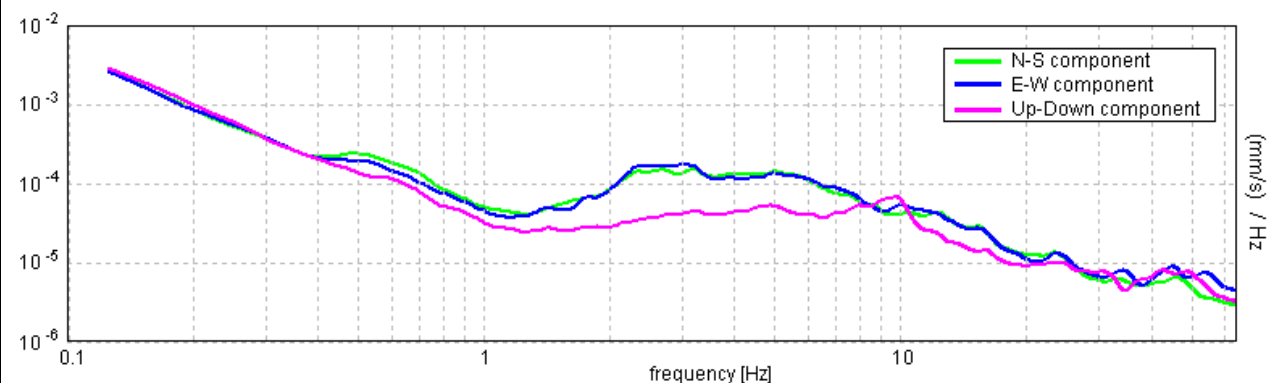
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 2.44 ± 0.08 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	2.44 > 0.50	OK
$n_c(f_0) > 200$	5703.8 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 118	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f) < A_0 / 2$	1.625 Hz	OK
Esiste f* in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^*) < A_0 / 2$	6.656 Hz	OK
$A_0 > 2$	4.53 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$[0.03289] < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.08017 < 0.12188$	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2819 < 1.58$	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f-	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f+	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$**

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

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:** possibilità di risonanza del sottosuolo anche a circa 5.5 e 15 Hz.

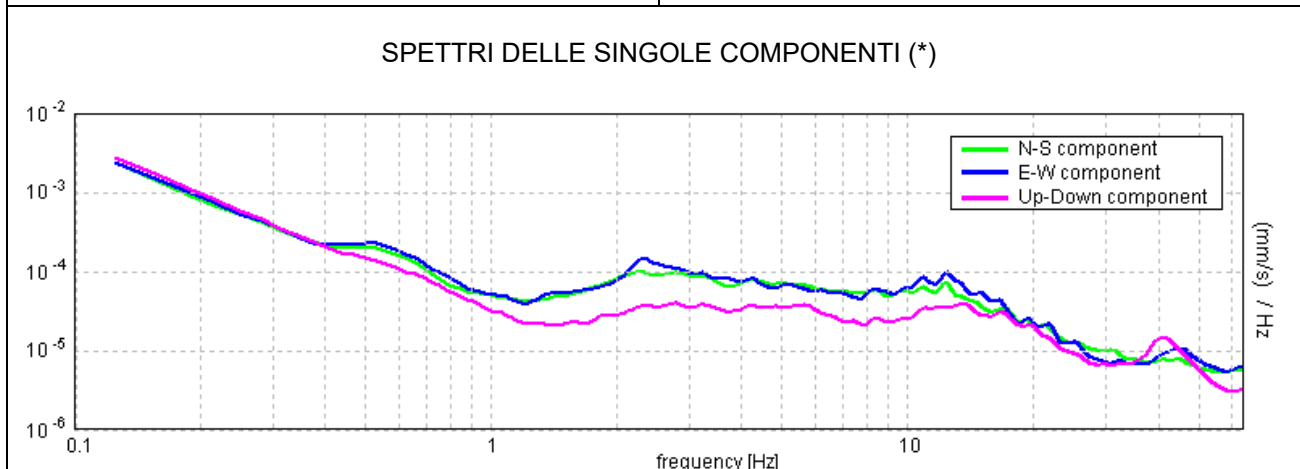
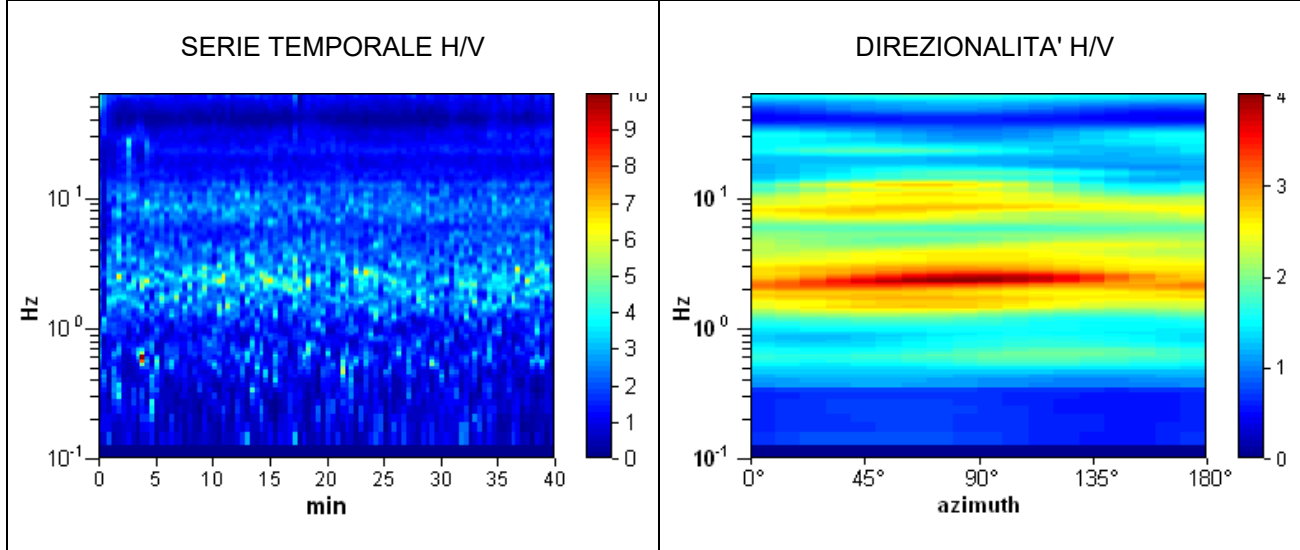
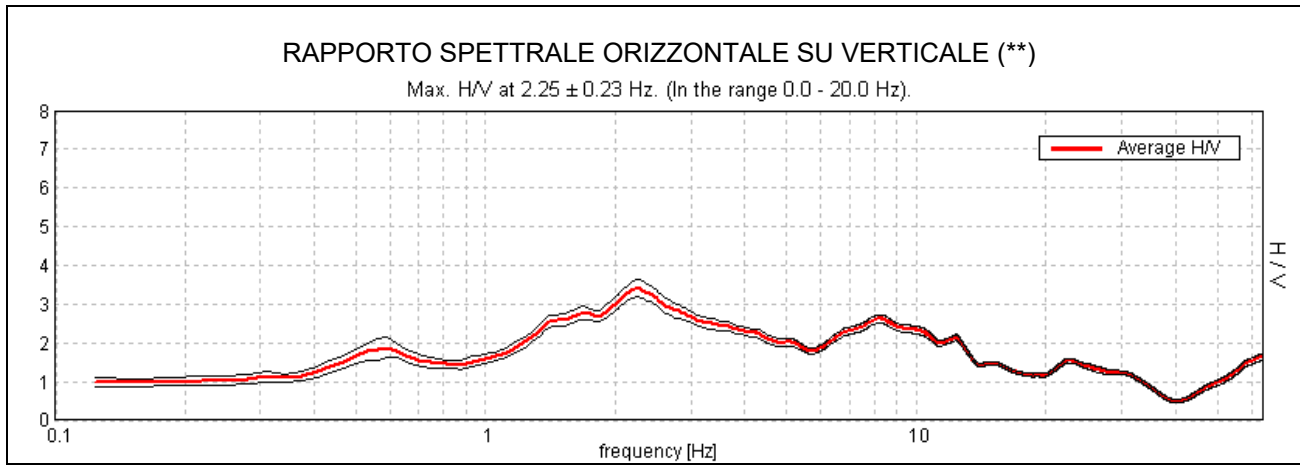
(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 14/01/20 15:07:19  
 Fine registrazione: 14/01/20 15:47:20

Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 25 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analisi effettuata sull'intera traccia  
 Condizioni meteo: nuvoloso, senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari artefatti di piccola ampiezza



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 2.25 ± 0.23 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	2.25 > 0.40	OK	
$n_c(f_0) > 200$	5400.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 109	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.063 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	3.41 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04735  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.10254 < 0.1125$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2273 < 1.58$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A** (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B** (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C** (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:** possibilità di risonanza del sottosuolo anche a circa 8.2 Hz.

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, CARIGNANO**

Coordinate (WGS84): N 43,860911°; E 10,458301°

**TR 223**

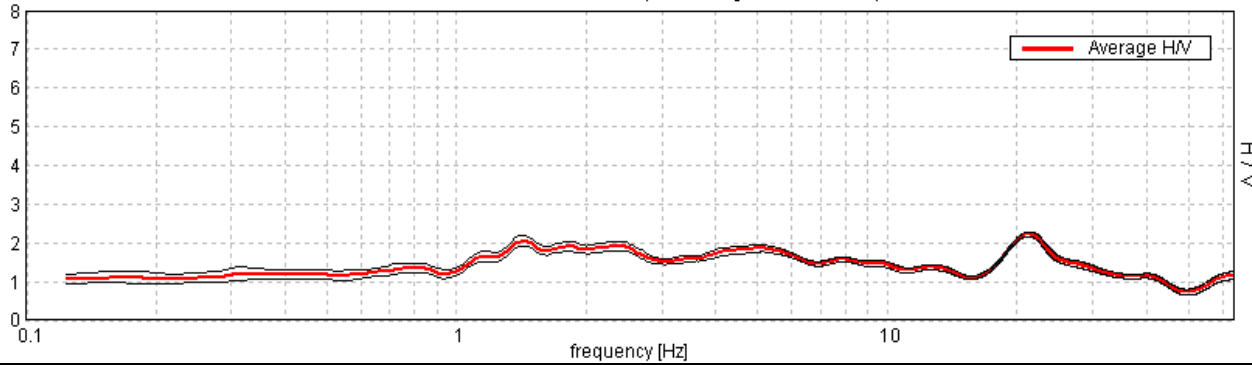


Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 16/01/20 10:57:54  
 Fine registrazione: 16/01/20 11:37:55

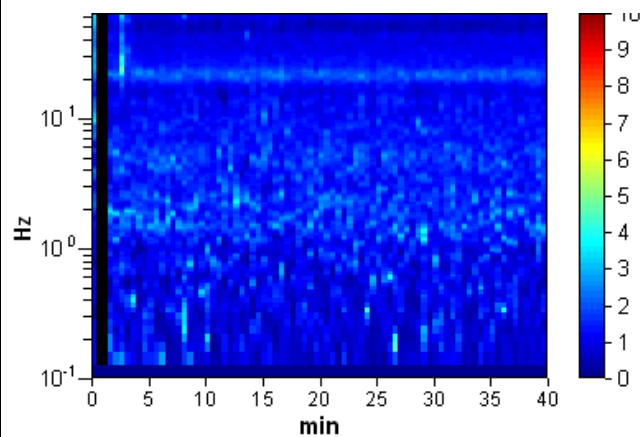
Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 98% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: sereno, senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari transienti e rari artefatti di piccola ampiezza

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

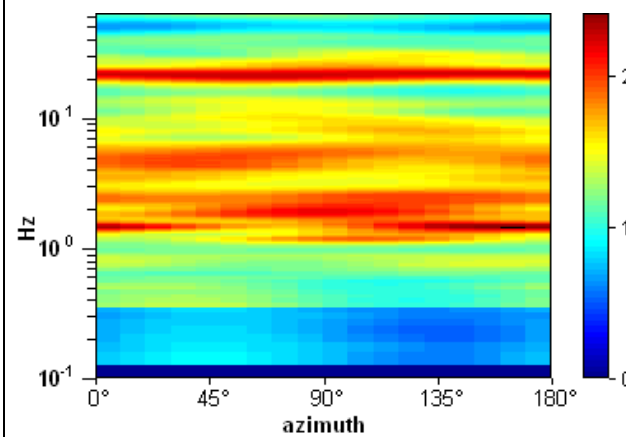
Max. H/V at 21.25 ± 8.75 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



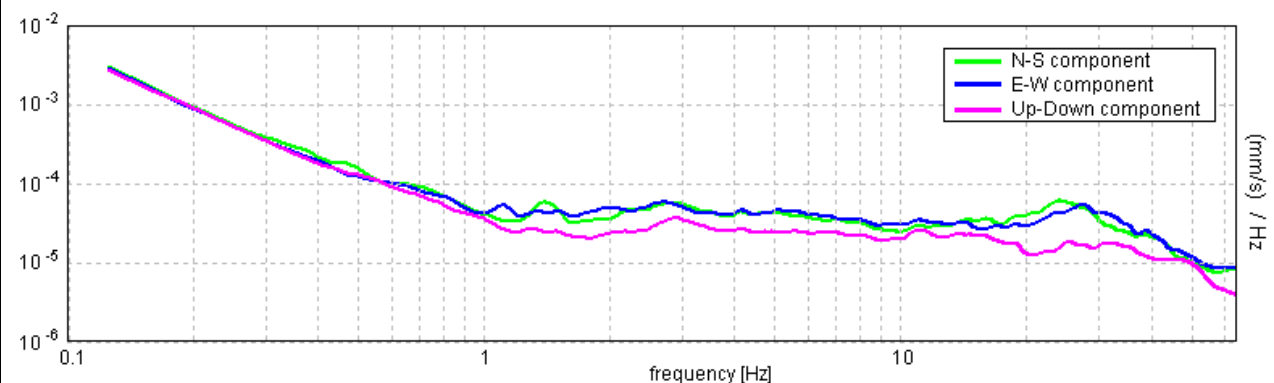
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 21.25 ± 8.75 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	21.25 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	49725.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 1021	OK	

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	16.031 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	41.813 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.23 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.41187  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	8.75213 < 1.0625		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.0629 < 1.58	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$**

Intervallo di freq. [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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	B
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:**

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12  
 (2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.  
 (3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, CARIGNANO**

Coordinate (WGS84): N 43,863427°; E 10,457216°

**TR 224**

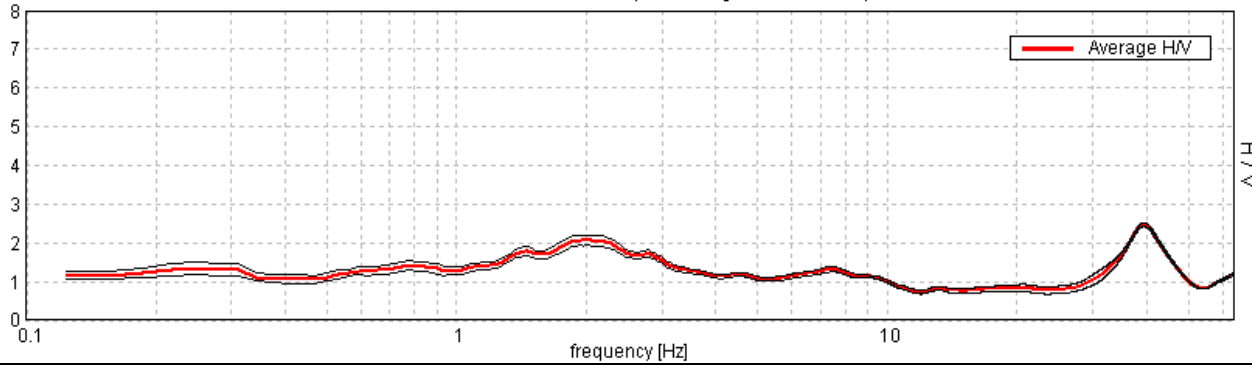


Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 16/01/20 11:51:54  
 Fine registrazione: 16/01/20 12:31:55

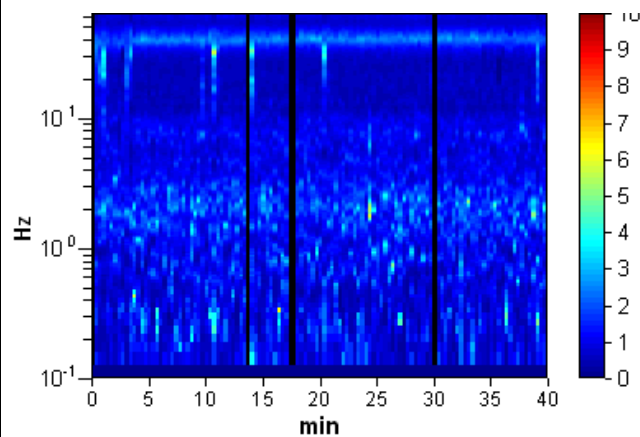
Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 96% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: nuvoloso senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari transienti e alcuni artefatti

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

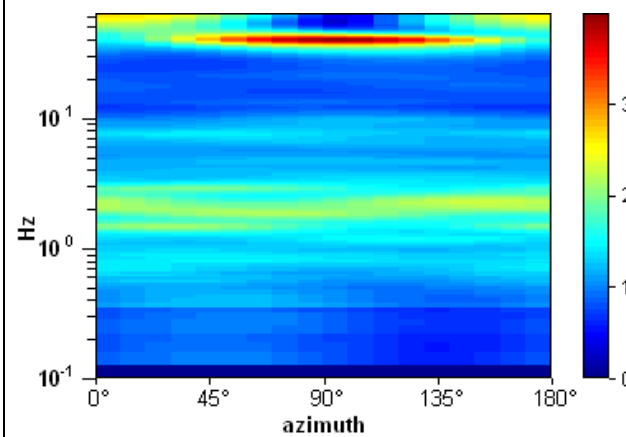
Max. H/V at 2.03 ± 0.1 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



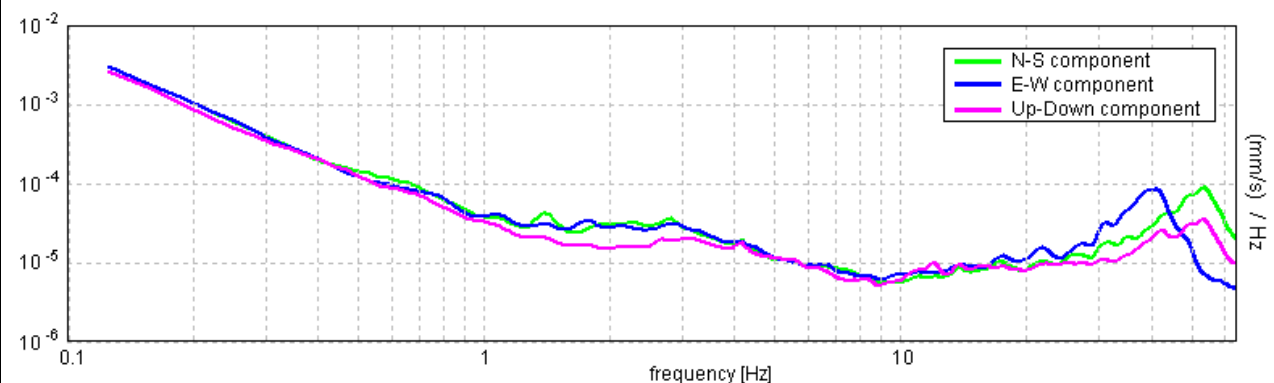
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 2.03 ± 0.1 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	2.03 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	4671.9 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 98	OK	

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f) < A_0 / 2$			NO
Esiste f* in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^*) < A_0 / 2$		OK	
$A_0 > 2$	2.07 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04951  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.10462 < 0.10156		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.134 < 1.58	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f -	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f +	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$**

Intervallo di freq. [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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.  
 Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (deriva) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (possibile risonanza)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: assenza di risonanza)

**NOTE:**

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12  
 (2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.  
 (3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, CARIGNANO**

Coordinate (WGS84): N 43,858562°; E 10,459372°

**TR 225**

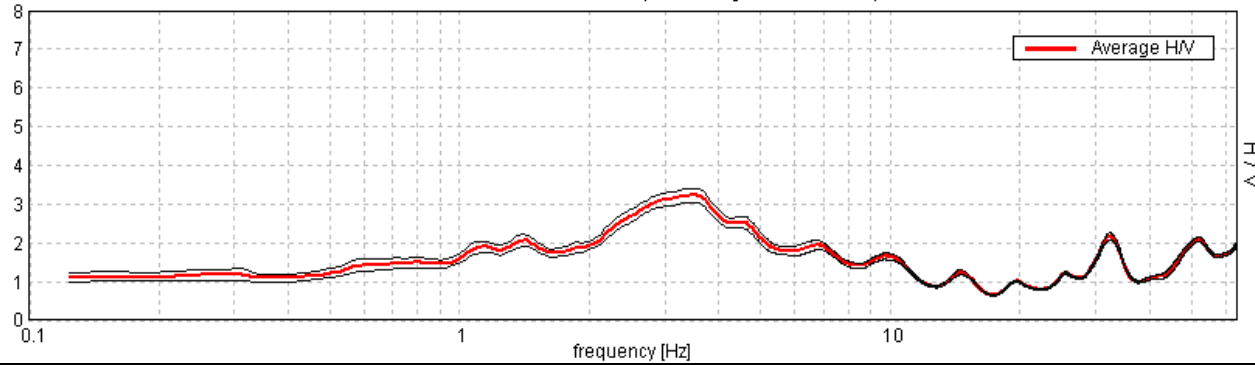


Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 16/01/20 12:44:55  
 Fine registrazione: 16/01/20 13:24:56

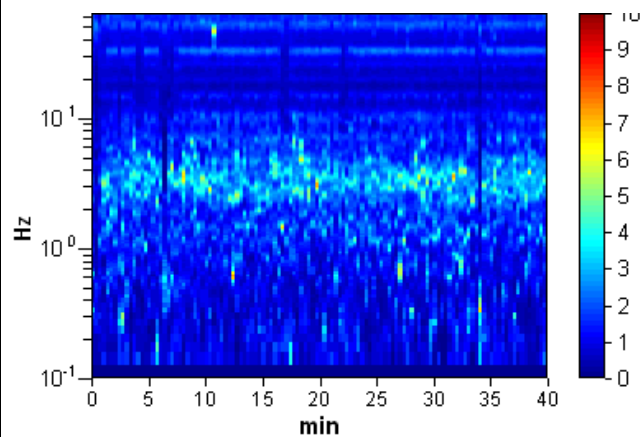
Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analisi effettuata sull'intera traccia  
 Condizioni meteo: nuvoloso senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: diversi artefatti

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

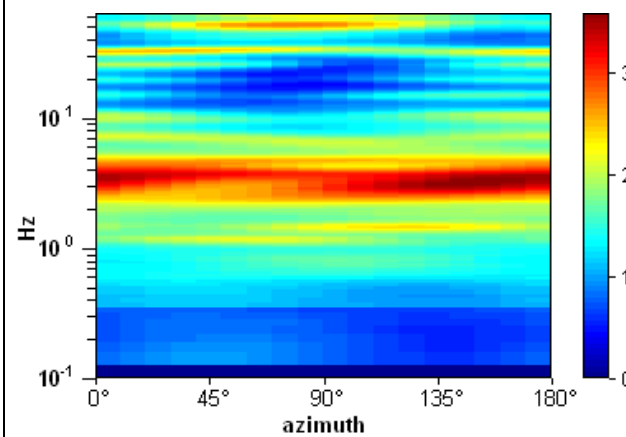
Max. H/V at 3.56 ± 0.53 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



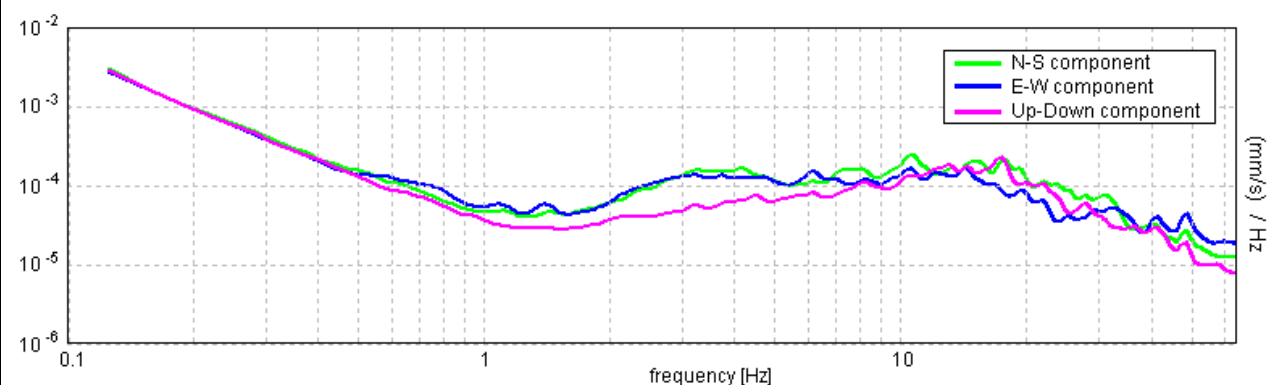
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 3.56 ± 0.53 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	3.56 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	8550.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 172	OK	

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f) < A_0 / 2$	1.0 Hz	OK	
Esiste f* in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^*) < A_0 / 2$	7.594 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.23 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.05212  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.16123 < 0.17813	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1859 < 1.58	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f-	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f+	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$**

Intervallo di freq. [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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:**

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

# LUCCA, NAVE

Coordinate (WGS84): N 43,856667°; E 10,460805°

TR 226

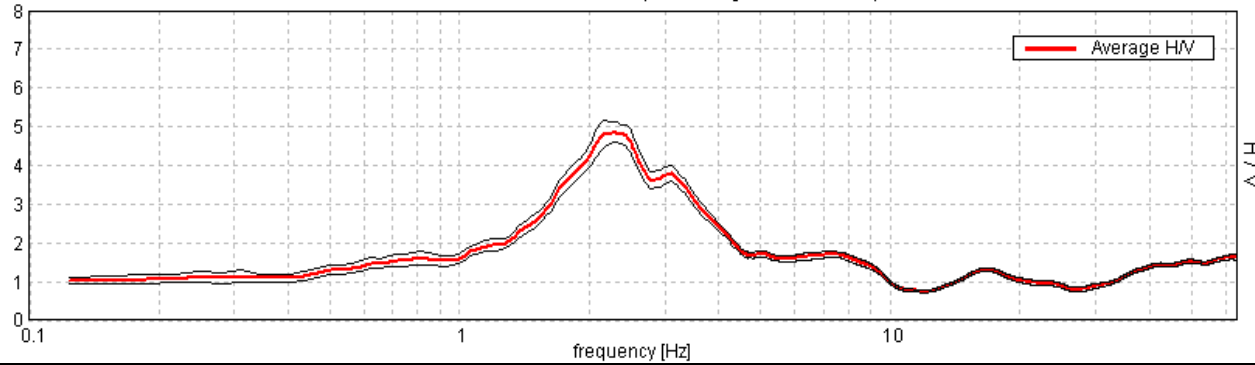


Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 16/01/20 13:43:21  
 Fine registrazione: 16/01/20 14:23:22

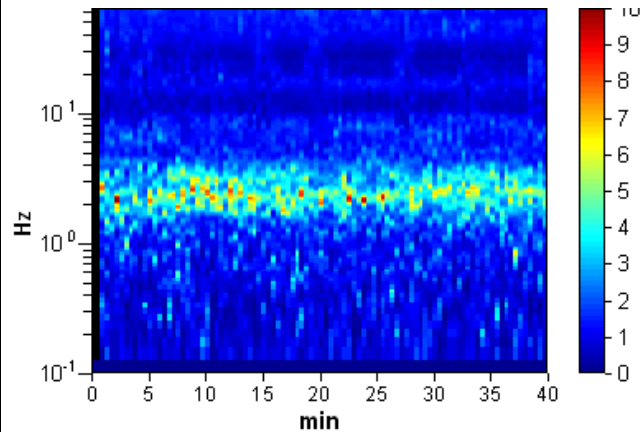
Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 25 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 98% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: nuvoloso senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari transienti e rari artefatti di piccola ampiezza

## RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)

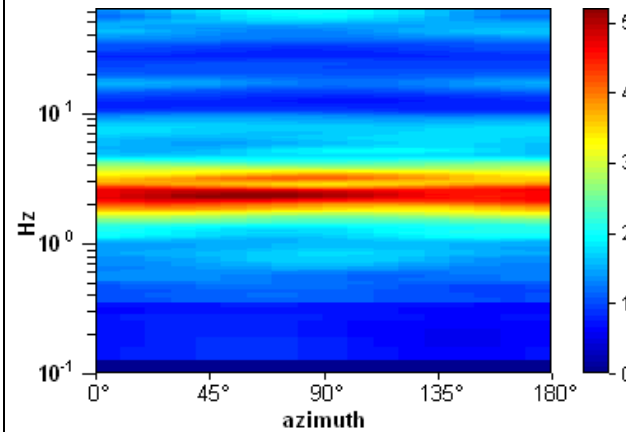
Max. H/V at 2.31 ± 0.14 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



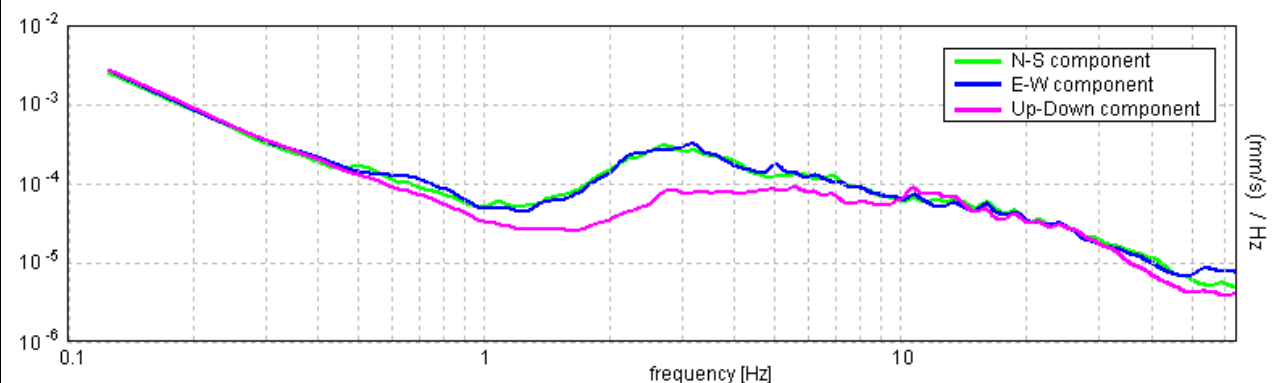
## SERIE TEMPORALE H/V



## DIREZIONALITA' H/V



## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)



## CRITERI SESAME (2004) (1)

Picco H/V a 2.31 ± 0.14 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

### Criteria per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	2.31 > 0.40	OK
$n_c(f_0) > 200$	5434.4 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 112	OK

### Criteria per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.406 Hz	OK
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.0 Hz	OK
$A_0 > 2$	4.86 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04907  < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.1066 < 0.11563	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2616 < 1.58	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

### Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

### Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

### Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

## NOTE:

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.



**LUCCA, MONTUOLO**

Coordinate (WGS84): N 43,840622°; E 10,447502°

TR 227

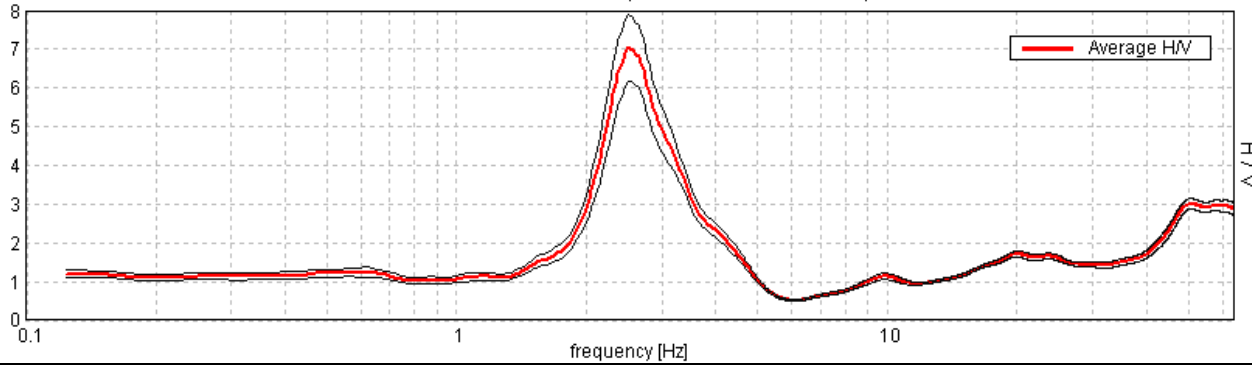


Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 16/01/20 13:43:21  
 Fine registrazione: 16/01/20 14:23:22

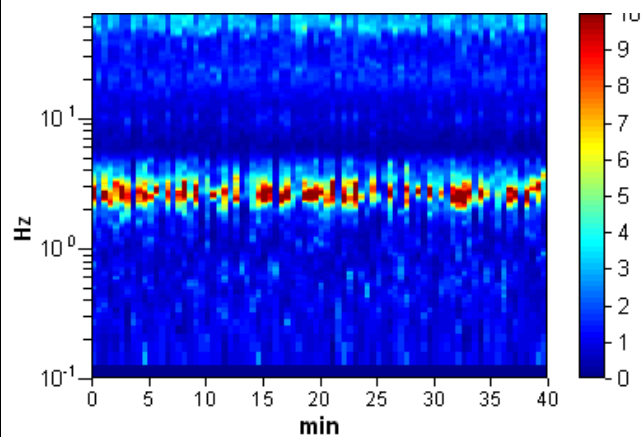
Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analisi effettuata sull'intera traccia  
 Condizioni meteo: nuvoloso senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi:

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

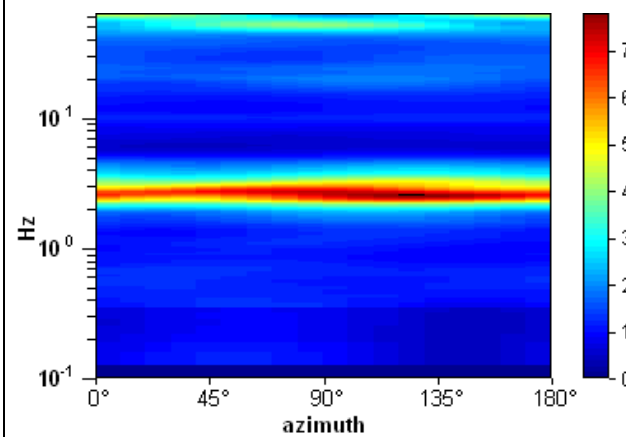
Picco H/V a 2.5 ± 0.05 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).



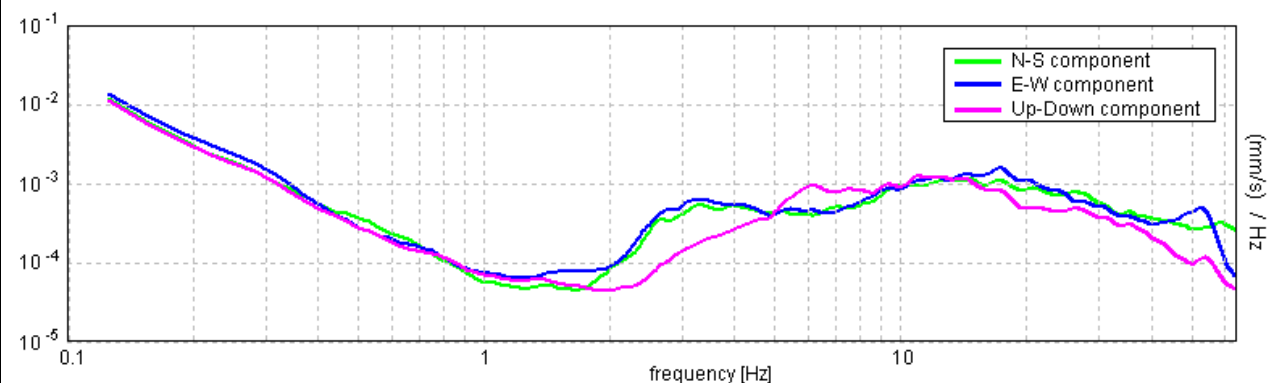
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 2.5 ± 0.05 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	2.50 > 0.33	OK
$n_c(f_0) > 200$	6000.0 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 121	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.063 Hz	OK
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.438 Hz	OK
$A_0 > 2$	7.04 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01957  < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.04891 < 0.125	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.8732 < 1.58	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$**

Intervallo di freq. [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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:**

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12  
 (2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.  
 (3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, MONTUOLO**

Coordinate (WGS84): N 43,837522°; E 10,450141°

**TR 228**

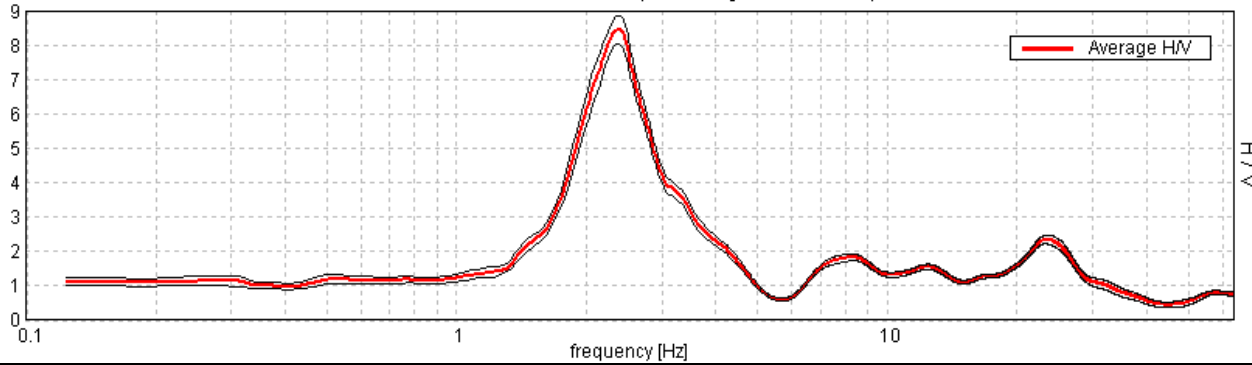
Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 16/01/20 15:29:12  
 Fine registrazione: 16/01/20 16:09:13

Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 94% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: poco nuvoloso senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari transienti e alcuni artefatti

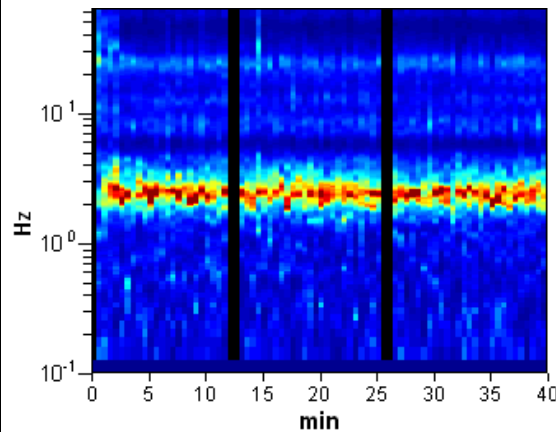


**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

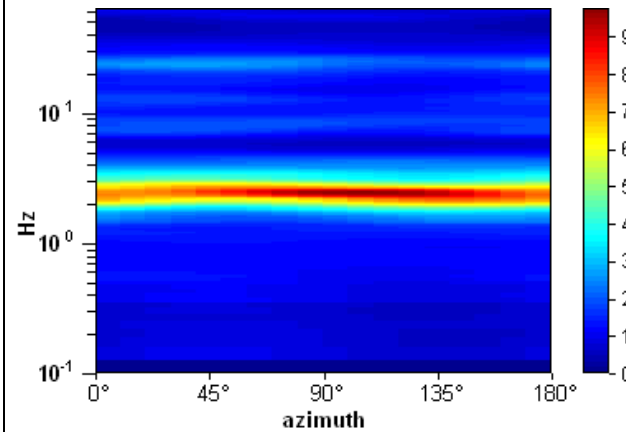
Max. H/V at 2.34 ± 0.07 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



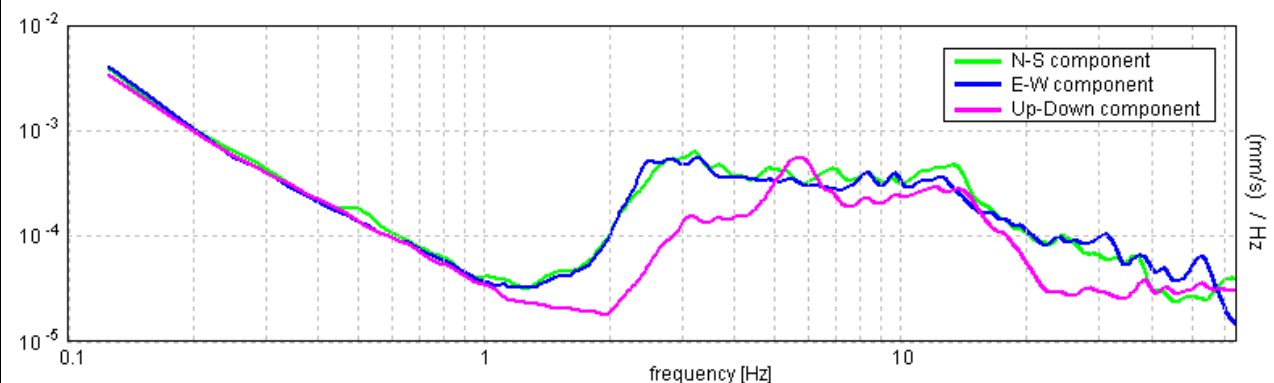
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 2.34 ± 0.07 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	2.34 > 0.33	OK
$n_c(f_0) > 200$	5273.4 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 114	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.813 Hz	OK
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.031 Hz	OK
$A_0 > 2$	8.44 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03159  < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.07404 < 0.11719	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.4028 < 1.58	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.  
 Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:**

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12  
 (2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.  
 (3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, MONTUOLO**

Coordinate (WGS84): N 43,837485°; E 10,443856°

TR 229

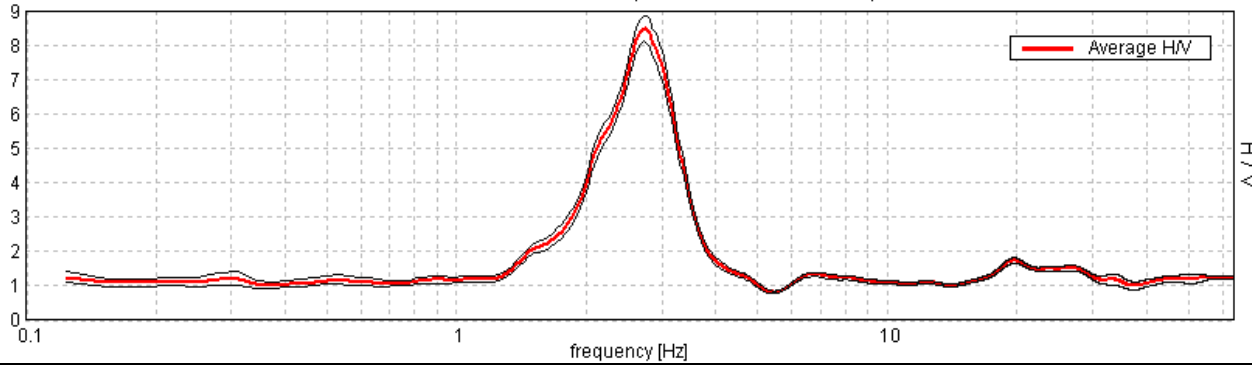


Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 17/01/20 10:55:44  
 Fine registrazione: 17/01/20 11:35:45

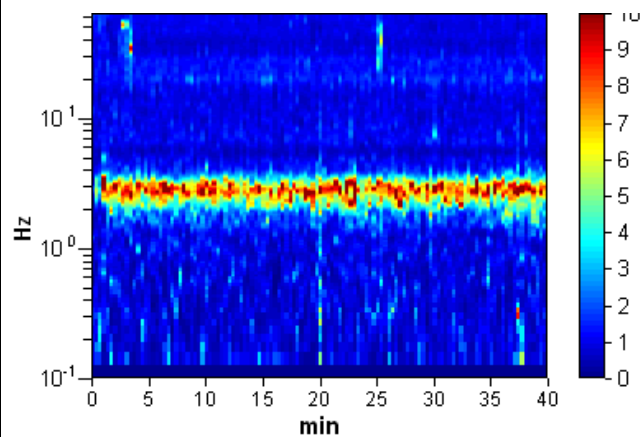
Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analisi effettuata sull'intera traccia  
 Condizioni meteo: sereno senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi:

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

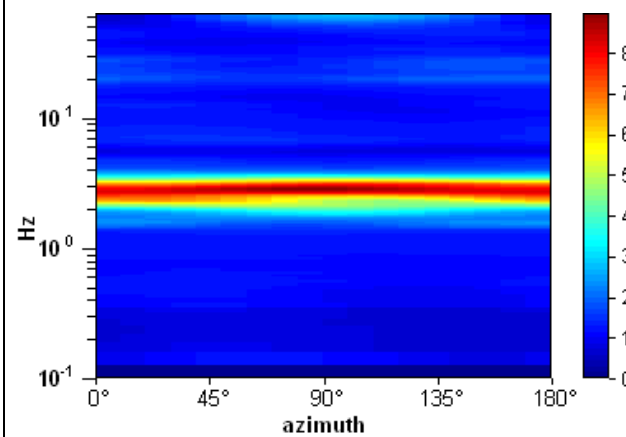
Picco H/V a 2.72 ± 0.03 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).



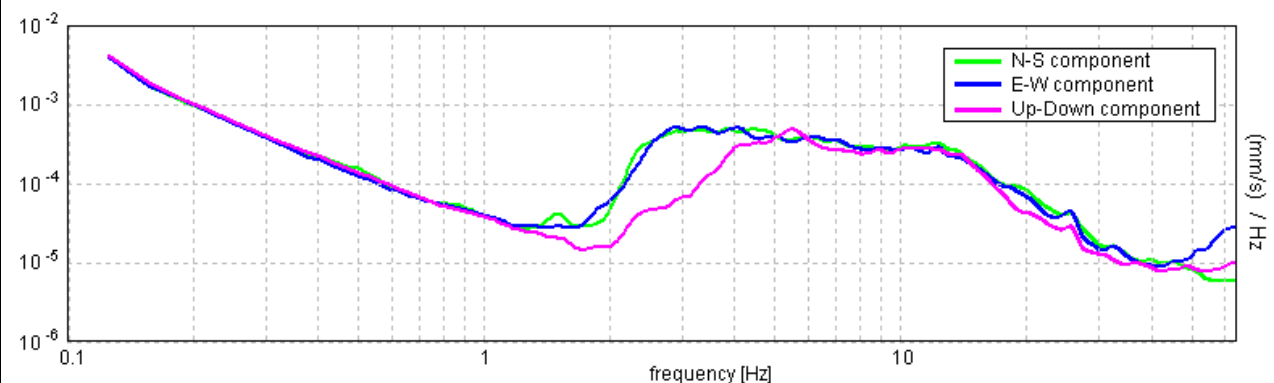
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 2.72 ± 0.03 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	2.72 > 0.50	OK
$n_c(f_0) > 200$	6525.0 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 132	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.0 Hz	OK
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.406 Hz	OK
$A_0 > 2$	8.48 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01201  < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.03265 < 0.13594	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3794 < 1.58	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$**

Intervallo di freq. [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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:**

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12  
 (2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.  
 (3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, MONTUOLO**

Coordinate (WGS84): N 43,839437°; E 10,441275°

**TR 230**

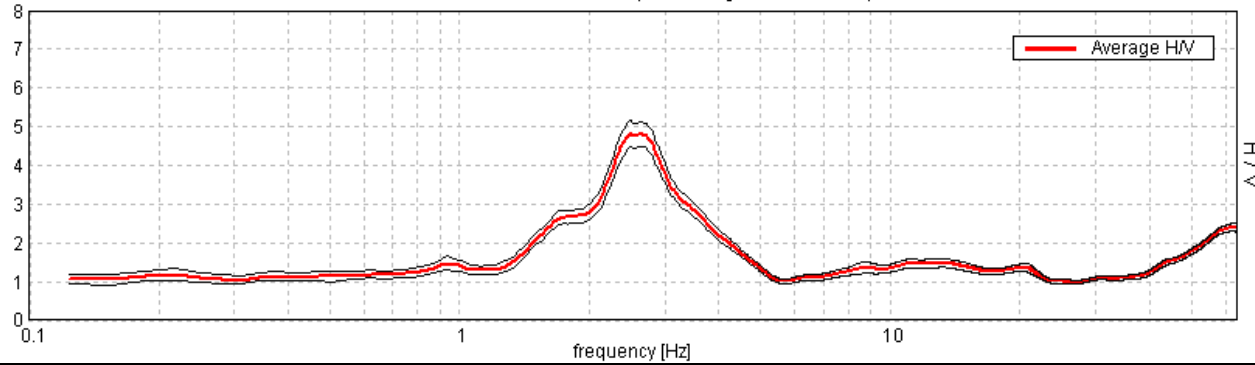


Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 17/01/20 11:42:20  
 Fine registrazione: 17/01/20 12:22:21

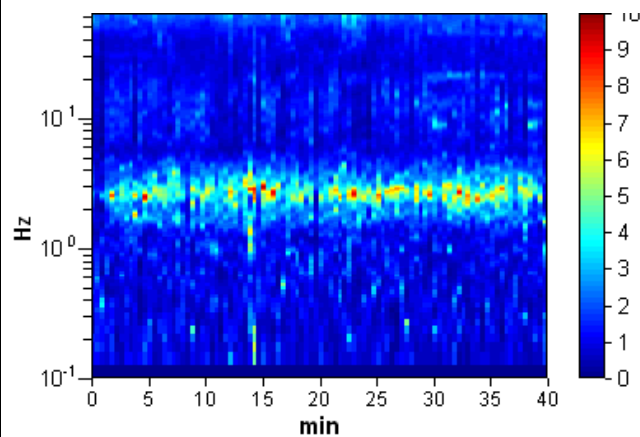
Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 25 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analisi effettuata sull'intera traccia  
 Condizioni meteo: sereno senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari artefatti di modesta ampiezza

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

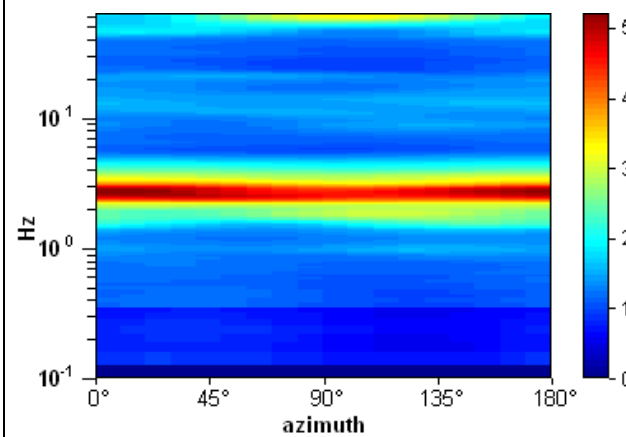
Max. H/V at 2.5 ± 0.07 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



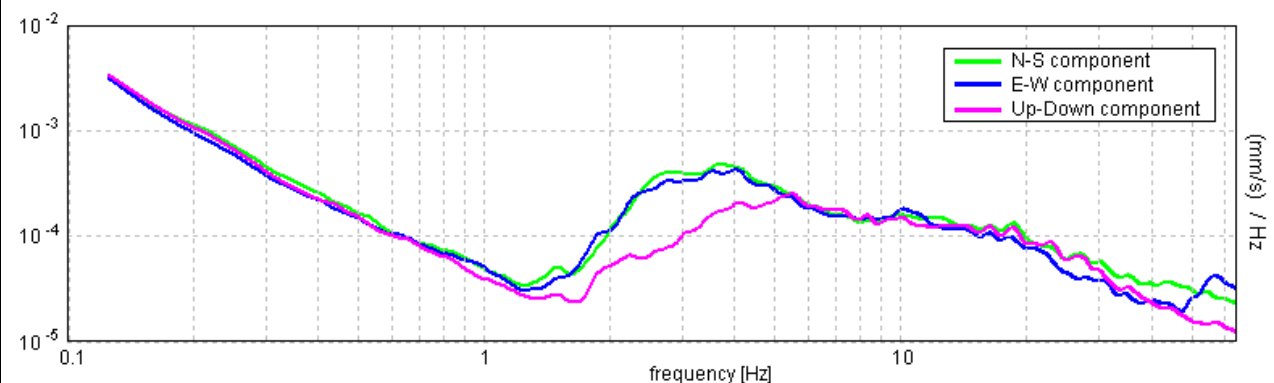
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 2.5 ± 0.07 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	2.50 > 0.40	OK
$n_c(f_0) > 200$	6000.0 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 121	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.594 Hz	OK
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.844 Hz	OK
$A_0 > 2$	4.83 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02856  < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.07139 < 0.125	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3457 < 1.58	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.  
 Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:**

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12  
 (2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.  
 (3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, S. MARIA A COLLE**  
 Coordinate (WGS84): N 43,847856°; E 10,427304°

**TR 231**

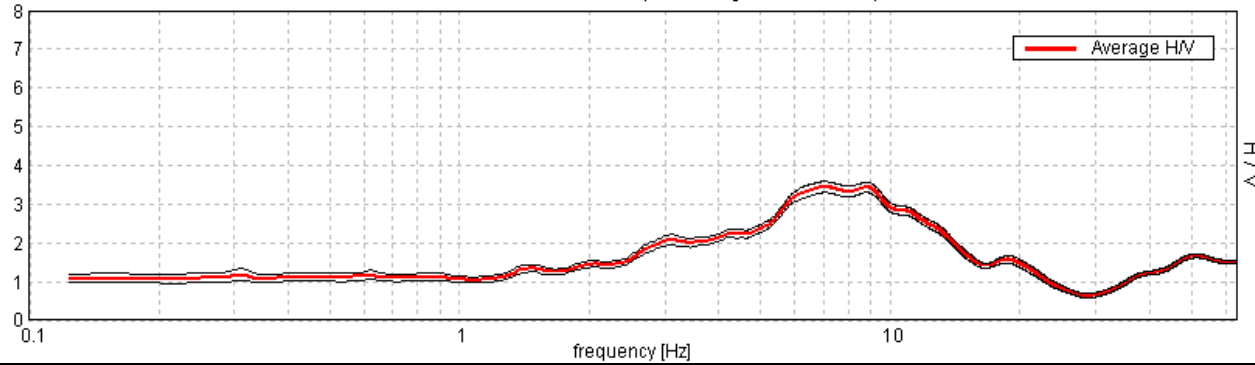
Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 17/01/20 12:35:06  
 Fine registrazione: 17/01/20 13:15:07

Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analisi effettuata sull'intera traccia  
 Condizioni meteo: sereno senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari artefatti

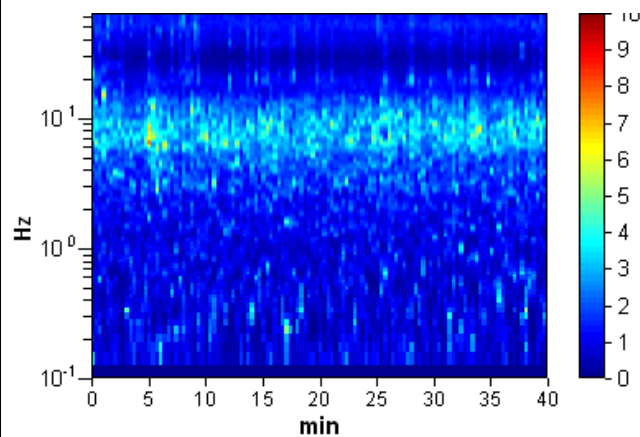


**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

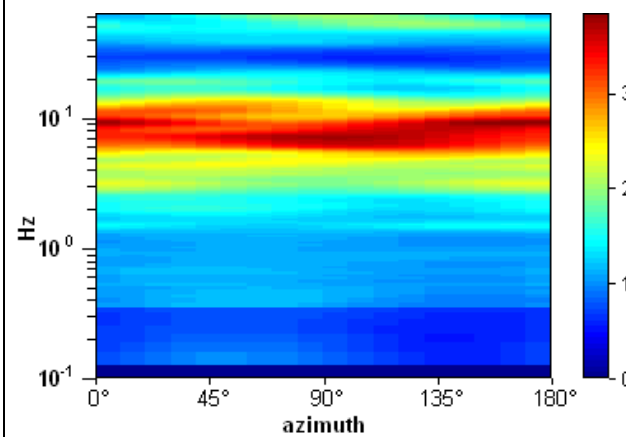
Max. H/V at 7.06 ± 0.54 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



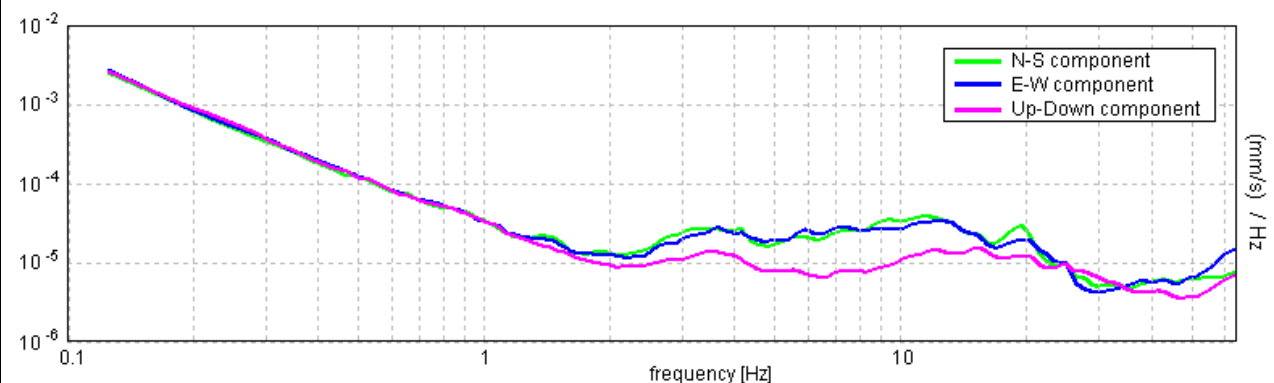
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 7.06 ± 0.54 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	7.06 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	16950.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 340	OK	

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.594 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	14.906 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.45 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.05648  < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.34014 < 0.35313	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1444 < 1.58	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:**

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, S. MARIA A COLLE**  
 Coordinate (WGS84): N 43,845771°; E 10,428314°

**TR 232**

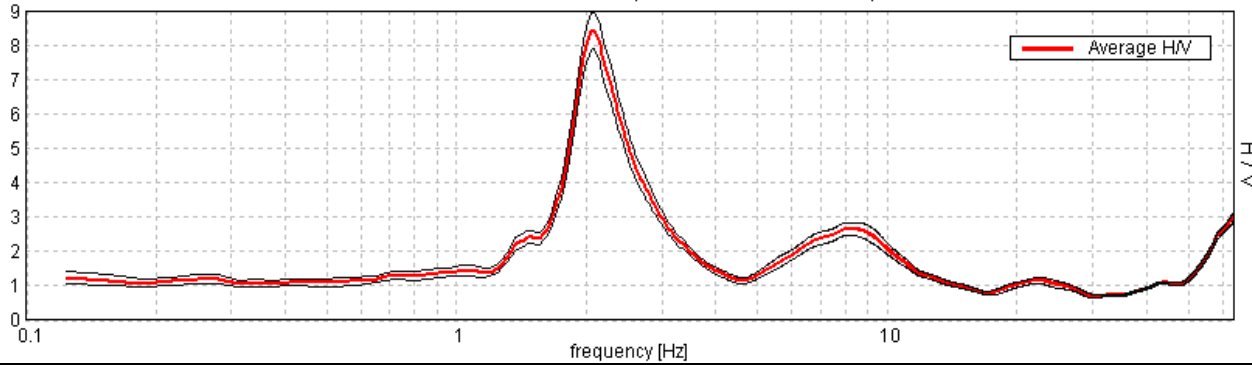
Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 17/01/20 13:41:55  
 Fine registrazione: 17/01/20 14:21:56

Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 96% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: nuvoloso senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari transienti e alcuni artefatti

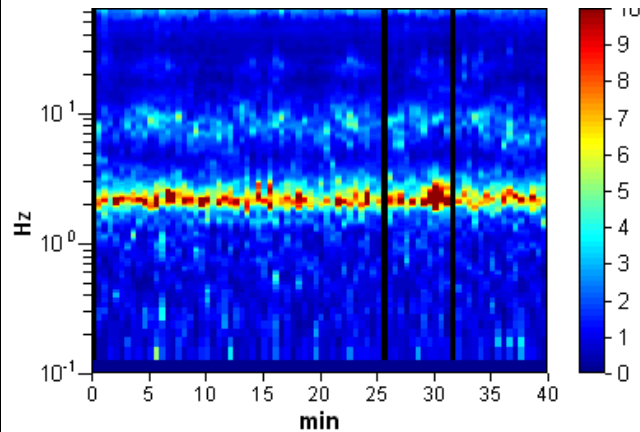


**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

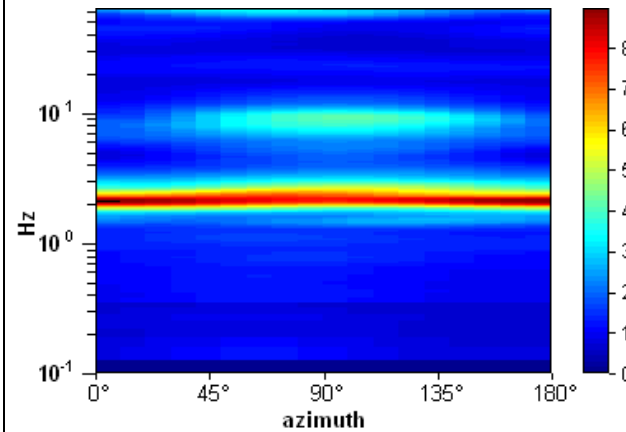
Picco H/V a 2.09 ± 0.02 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).



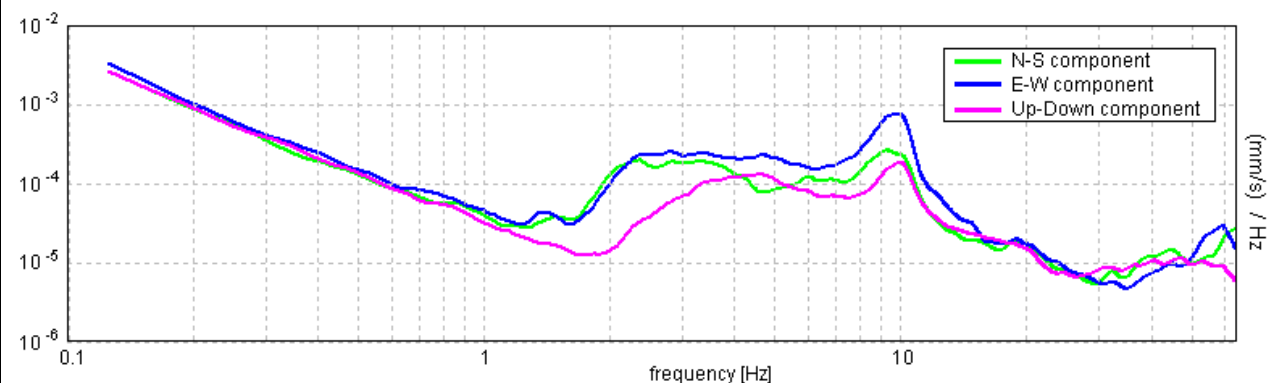
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 2.09 ± 0.02 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	2.09 > 0.33	OK
$n_c(f_0) > 200$	4836.6 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 102	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.75 Hz	OK
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.688 Hz	OK
$A_0 > 2$	8.42 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00977  < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.02046 < 0.10469	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.5233 < 1.58	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:** il picco a 8-9 Hz non è di origine stratigrafica ma è generato da un artefatto.

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

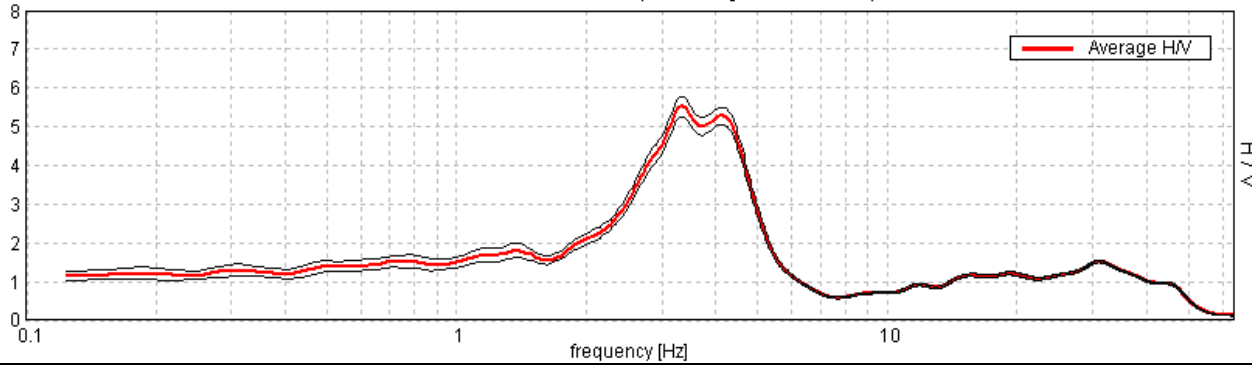
(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 20/01/20 13:40:13  
 Fine registrazione: 20/01/20 14:20:13

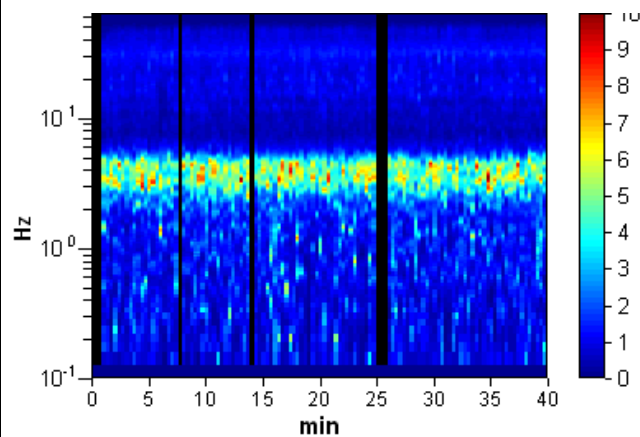
Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 93% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: sereno, vento leggero  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: alcuni transienti e alcuni artefatti

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)

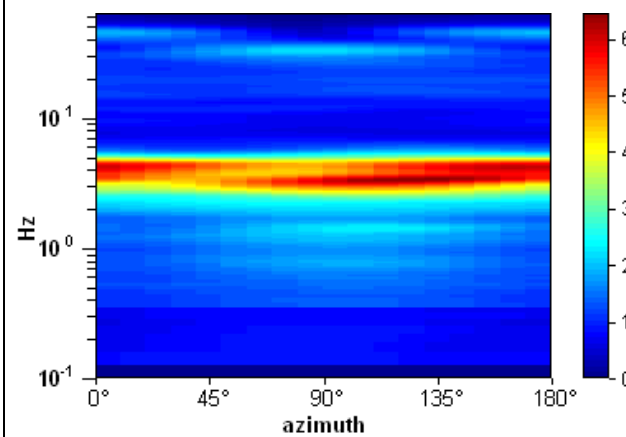
Max. H/V at 3.34 ± 0.04 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



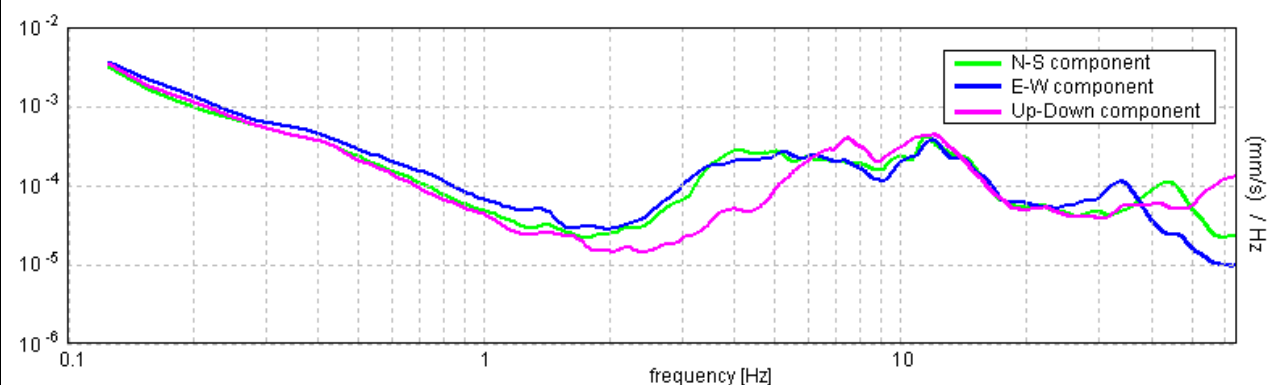
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)



CRITERI SESAME (2004) (1)

Picco H/V a 3.34 ± 0.04 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteria per una curva H/V affidabile  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	3.34 > 0.50	OK
$n_c(f_0) > 200$	7490.0 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 162	OK

Criteria per un picco H/V chiaro  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f in $[f_0/4, f_0]   A_{H/V}(f) < A_0 / 2$	2.375 Hz	OK
Esiste f* in $[f_0, 4f_0]   A_{H/V}(f^*) < A_0 / 2$	5.031 Hz	OK
$A_0 > 2$	5.52 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01096  < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.03664 < 0.16719	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2655 < 1.58	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f -	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f +	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)

CLASSE	B
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A** (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B** (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C** (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

NOTE: il picco a 8-9 Hz non è di origine stratigrafica ma è generato da un artefatto.

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, MAGGIANO**

Coordinate (WGS84): N 43,853664°; E 10,429869°

**TR 234**

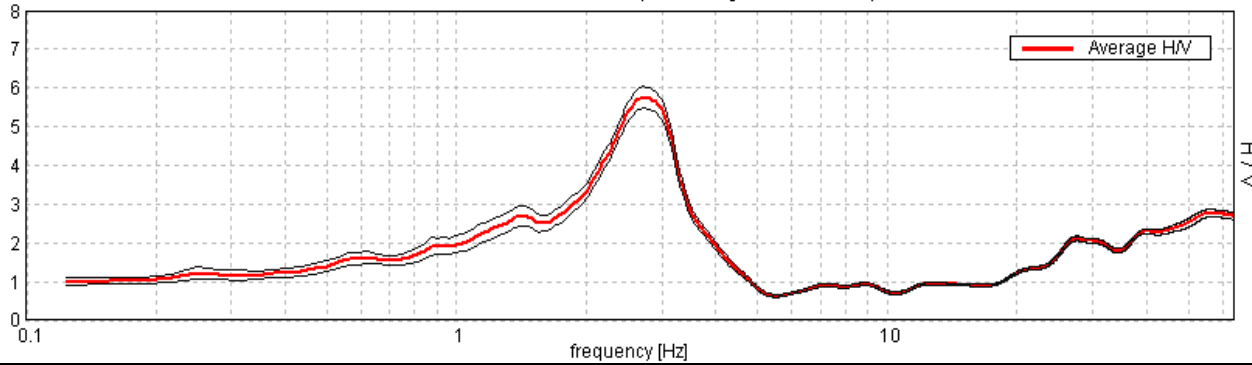


Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 20/01/20 14:27:56  
 Fine registrazione: 20/01/20 15:07:57

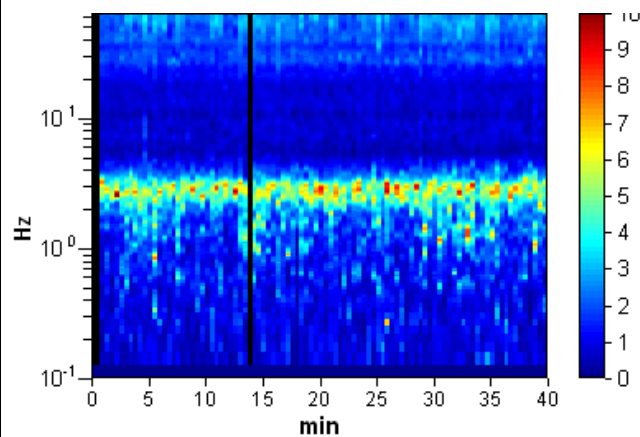
Durata registrazione: 0h40'00"  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 25 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 97% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: sereno, vento leggero  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari transienti e rari artefatti

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

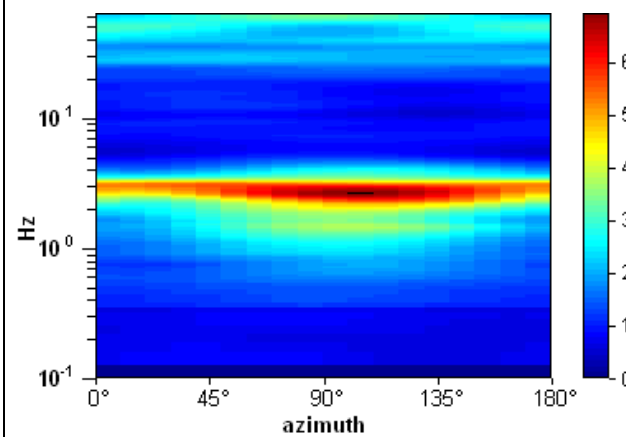
Max. H/V at 2.72 ± 0.08 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



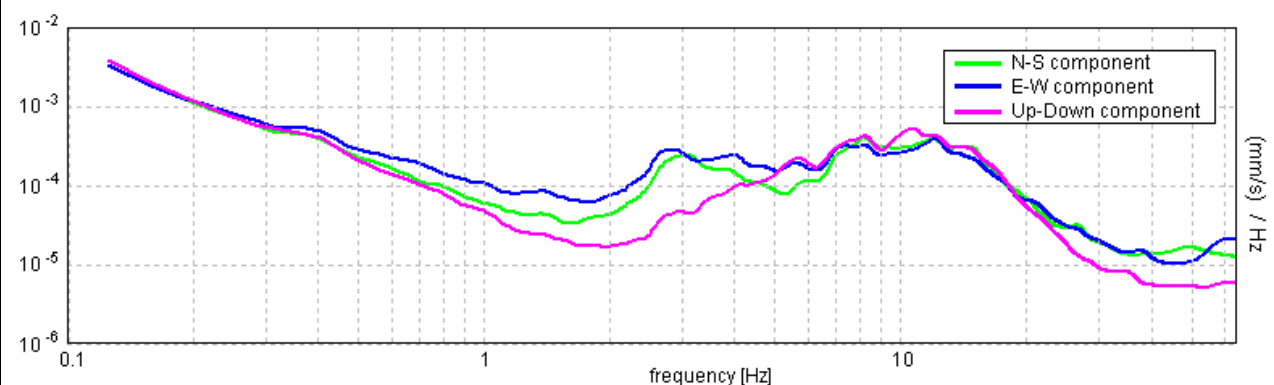
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 2.72 ± 0.08 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	2.72 > 0.40	OK
$n_c(f_0) > 200$	6321.1 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 132	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.781 Hz	OK
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.5 Hz	OK
$A_0 > 2$	5.76 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02994  < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.0814 < 0.13594	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2771 < 1.58	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:**

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.



**LUCCA, MAGGIANO**

Coordinate (WGS84): N 43,849929°; E 10,417087°

**TR 235**

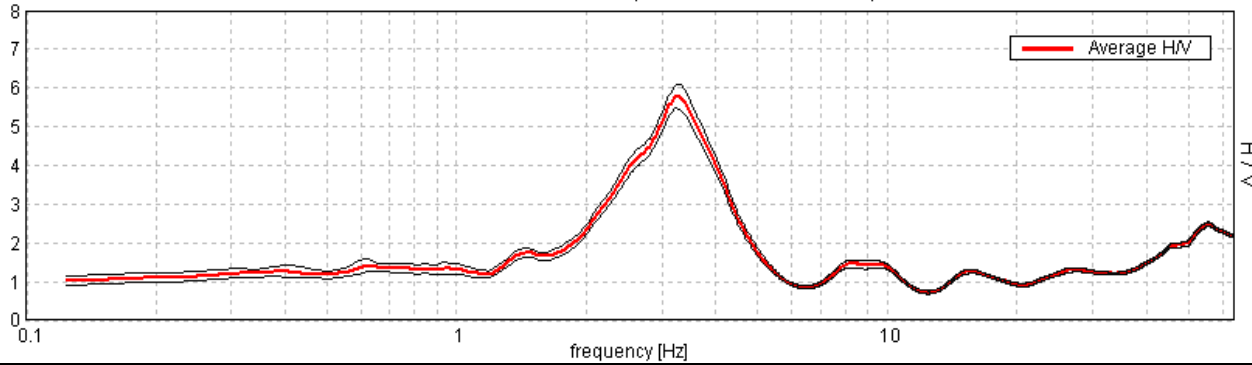


Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 20/01/20 18:26:45  
 Fine registrazione: 20/01/20 19:06:46

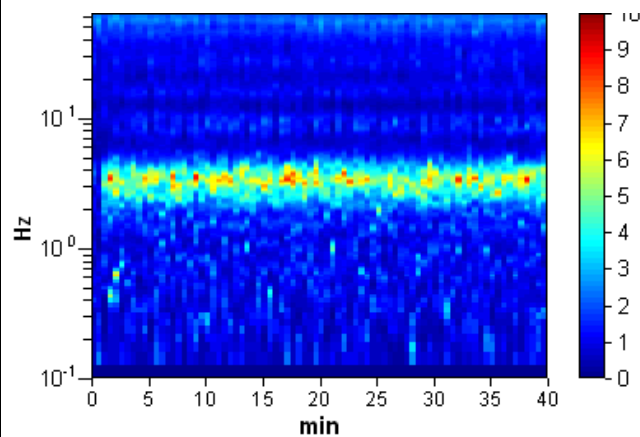
Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 25 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analisi effettuata sull'intera traccia  
 Condizioni meteo: sereno, vento leggero  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari artefatti

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

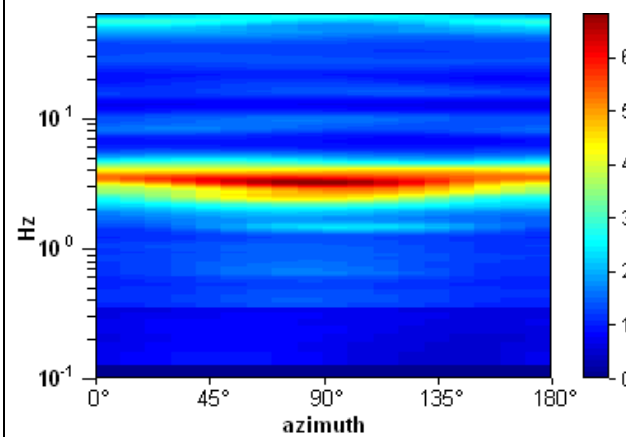
Picco H/V a 3.25 ± 0.08 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).



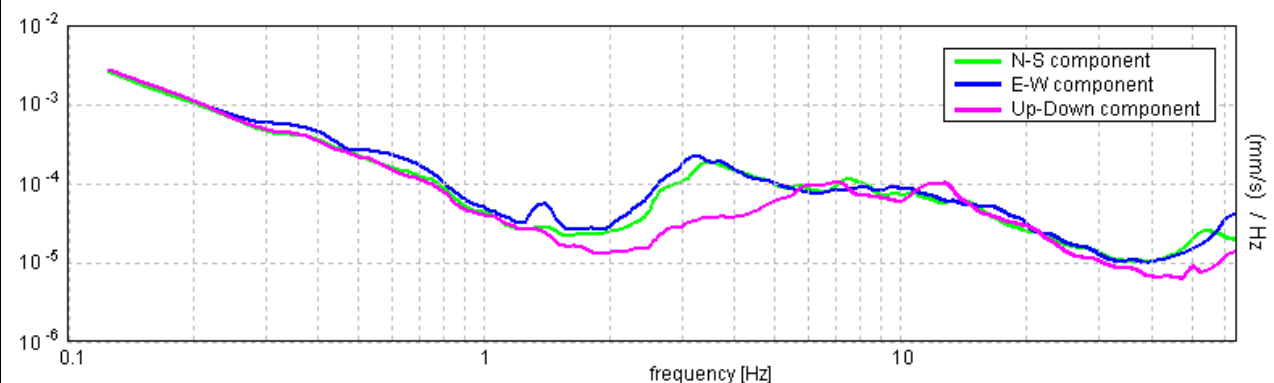
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 3.25 ± 0.08 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	3.25 > 0.33	OK
$n_c(f_0) > 200$	7800.0 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 157	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f) < A_0 / 2$	2.156 Hz	OK
Esiste f* in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^*) < A_0 / 2$	4.406 Hz	OK
$A_0 > 2$	5.80 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02421  < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.07867 < 0.1625	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3075 < 1.58	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f-	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f+	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:**

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, ARLIANO**

Coordinate (WGS84): N 43,849447°; E 10,410459°

**TR 236**

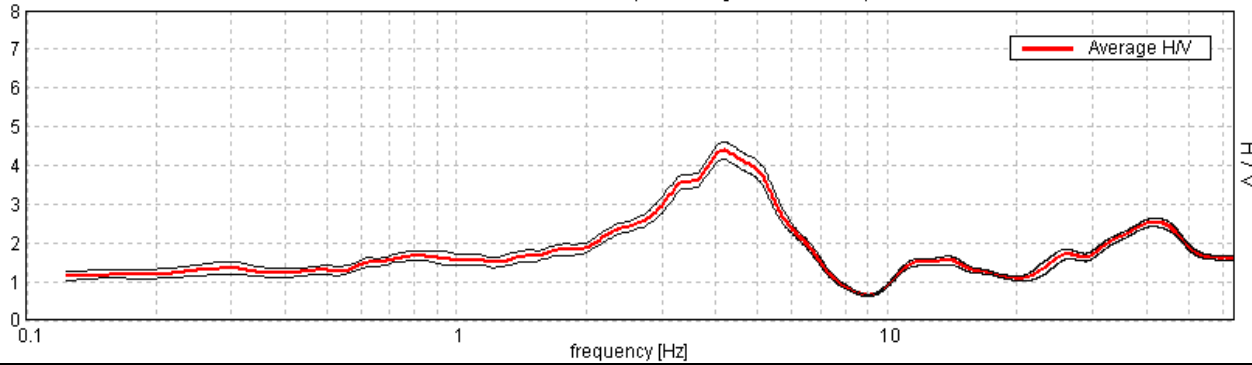
Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 20/01/20 19:16:34  
 Fine registrazione: 20/01/20 19:56:34



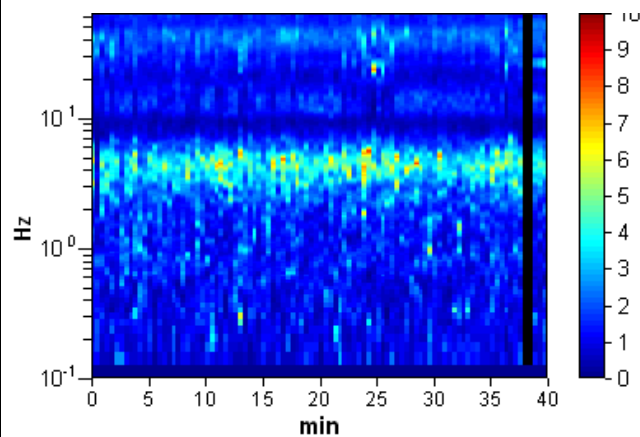
Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 25 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 98% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: nuvoloso, vento leggero  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari transienti e alcuni artefatti di piccola ampiezza

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

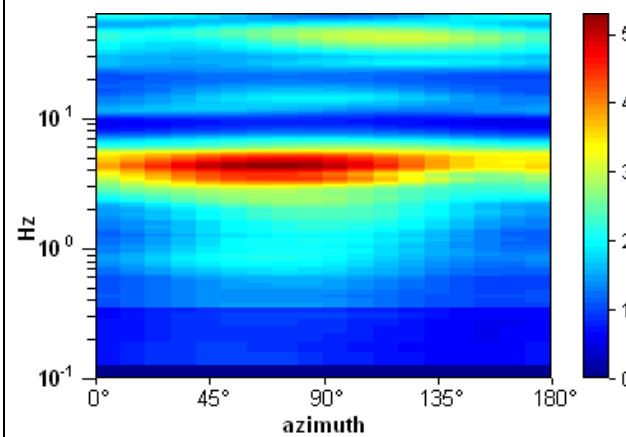
Max. H/V at 4.16 ± 0.2 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



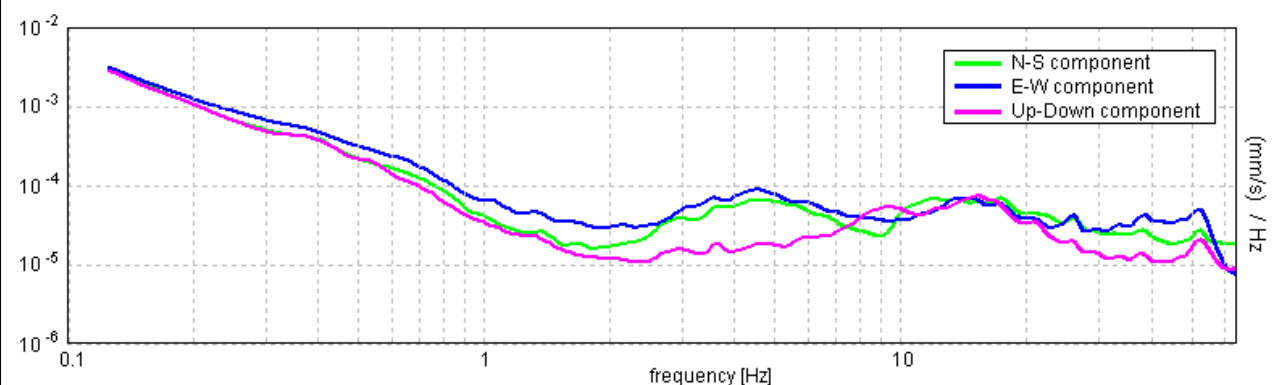
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 4.16 ± 0.2 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	4.16 > 0.40	OK
$n_c(f_0) > 200$	9767.2 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 200	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f) < A_0 / 2$	2.219 Hz	OK
Esiste f* in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^*) < A_0 / 2$	6.219 Hz	OK
$A_0 > 2$	4.39 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04781  < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.19869 < 0.20781	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2281 < 1.58	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f-	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f+	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:**

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12  
 (2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.  
 (3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, FARNETA**

Coordinate (WGS84): N 43,866975°; E 10,413022°

**TR 237**

Strumento: TRZ-0101/01-10

Inizio registrazione: 21/01/20 14:06:10

Fine registrazione: 21/01/20 14:46:11

Durata registrazione: 0h40'00".

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 25 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)

Analizzato 97% tracciato (selezione manuale)

Condizioni meteo: sereno, senza vento

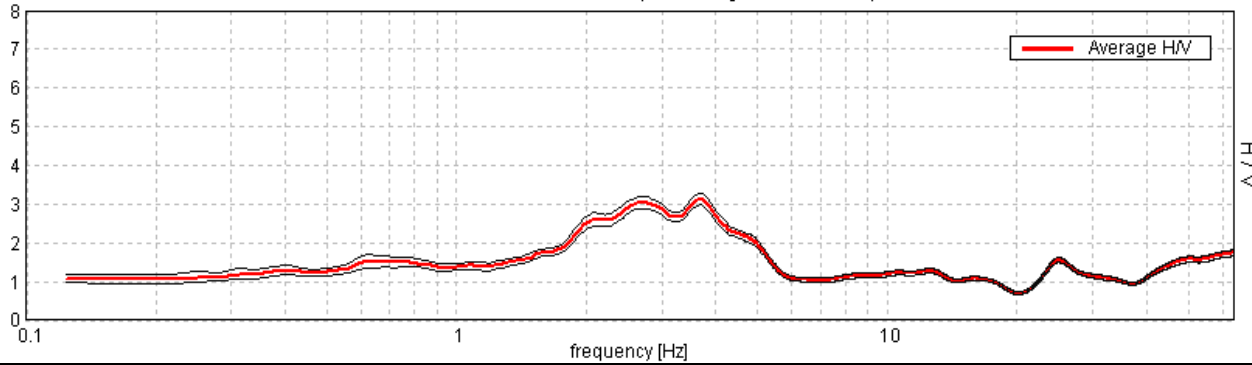
Tipo di superficie: terreno naturale

Disturbi: rari transienti

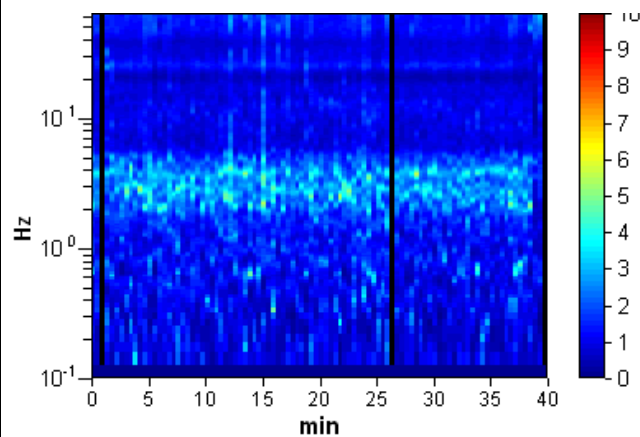


**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

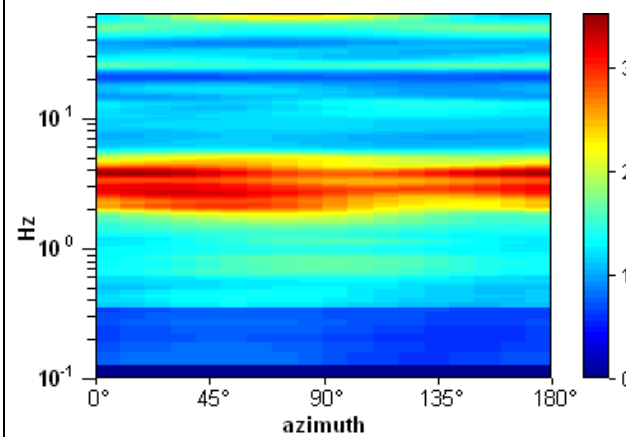
Max. H/V at 3.69 ± 0.49 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



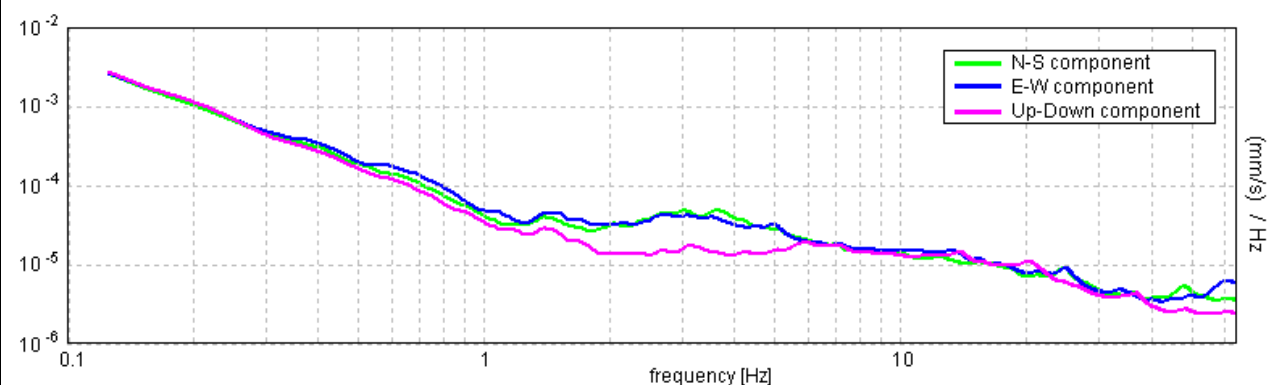
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 3.69 ± 0.49 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	3.69 > 0.40	OK
$n_c(f_0) > 200$	8573.4 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 178	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f) < A_0 / 2$	1.406 Hz	OK
Esiste f* in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^*) < A_0 / 2$	5.344 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.13 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.06338  < 0.05$	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.19184 < 0.18438	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1532 < 1.58	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f-	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f+	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$**

Intervallo di freq. [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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	B
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, FARNETA**

Coordinate (WGS84): N 43,861098°; E 10,421899°

**TR 238**

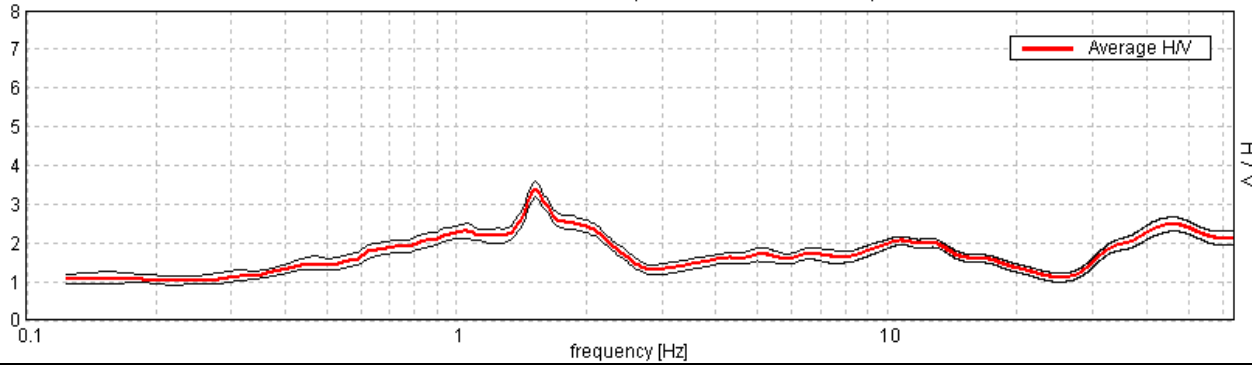


Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 21/01/20 14:52:38  
 Fine registrazione: 21/01/20 15:32:39

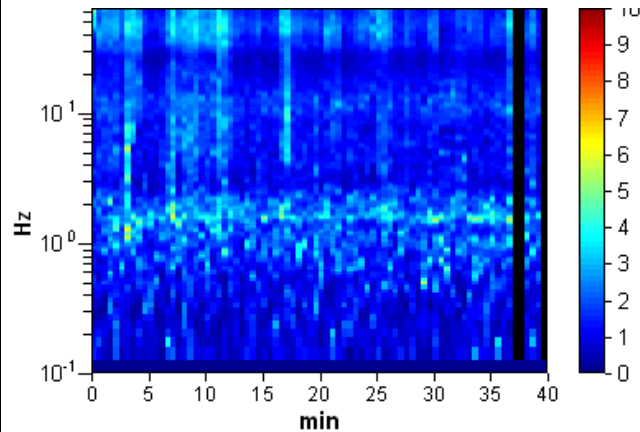
Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 96% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: sereno, vento leggero  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari transienti e rari artefatti

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

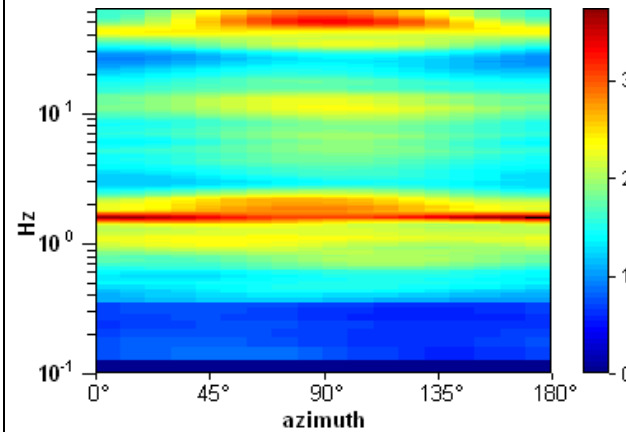
Picco H/V a 1.53 ± 0.11 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).



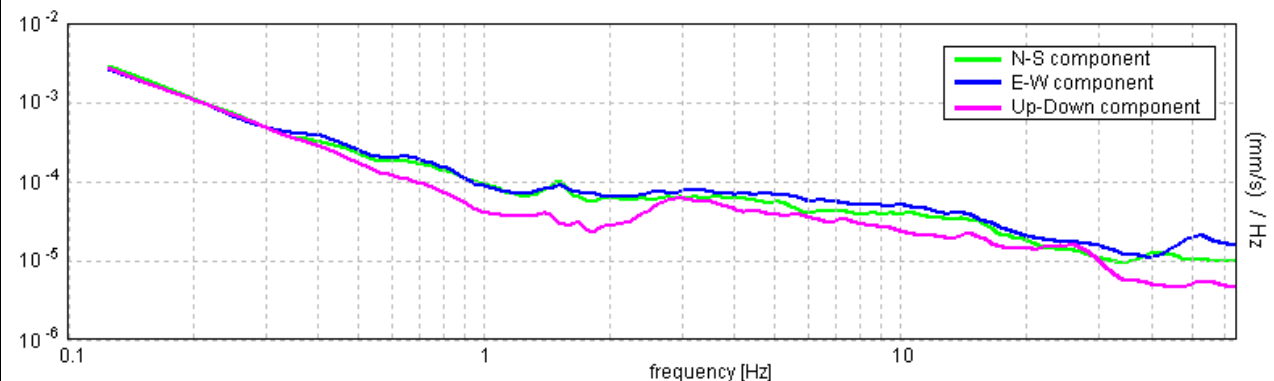
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 1.53 ± 0.11 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	1.53 > 0.33	OK
$n_c(f_0) > 200$	3537.2 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 74	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f) < A_0 / 2$	0.594 Hz	OK
Esiste f* in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^*) < A_0 / 2$	2.469 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.39 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.07277  < 0.05$	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.11143 < 0.15313	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2089 < 1.78	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f-	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f+	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	B
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:** picco leggermente alterato, soprattutto in ampiezza, per la presenza di artefatti

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, FARNETA**

Coordinate (WGS84): N 43,857391°; E 10,421948°

**TR 239**

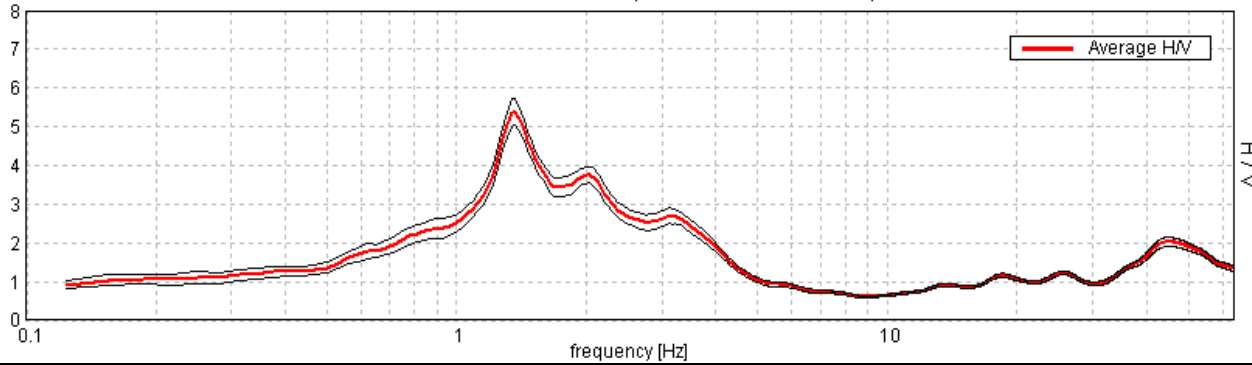


Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 21/01/20 15:39:26  
 Fine registrazione: 21/01/20 16:19:27

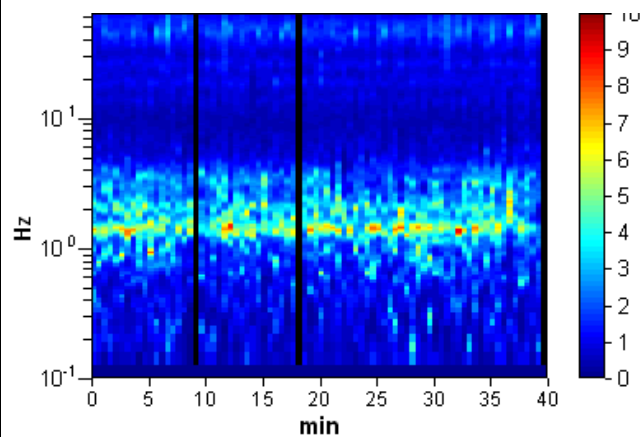
Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 96% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: sereno, vento leggero  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: alcuni transienti e rari artefatti

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

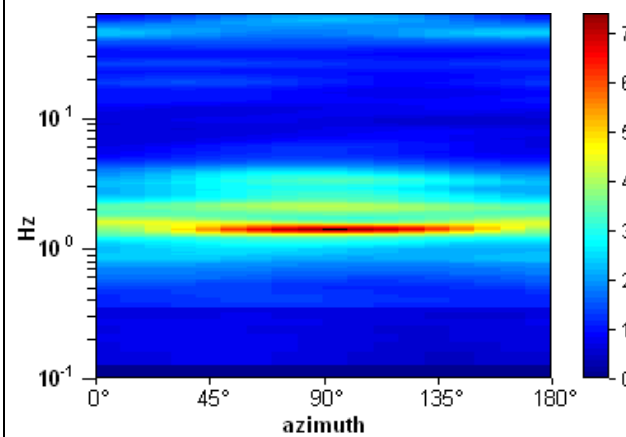
Picco H/V a 1.38 ± 0.03 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).



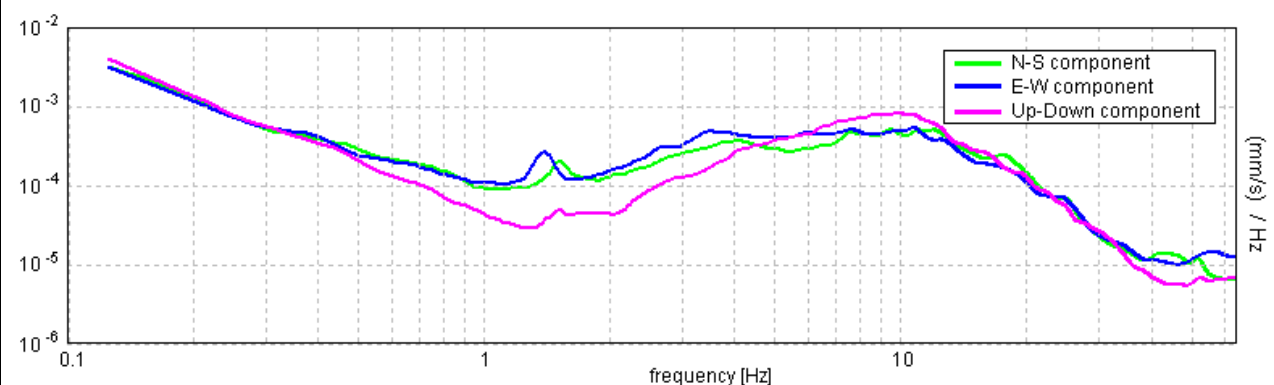
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 1.38 ± 0.03 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	1.38 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	3176.3 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 67	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.031 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.5 Hz	OK	
$A_0 > 2$	5.39 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01903  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.02617 < 0.1375$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.348 < 1.78$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	B
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A** (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B** (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C** (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:** picco interessato da artefatto che ne modifica in parte ampiezza e frequenza. eggermente alterato, soprattutto in ampiezza, per la presenza di artefatti

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, FARNETA**

Coordinate (WGS84): N 43,859649°; E 10,414594°

**TR 240**

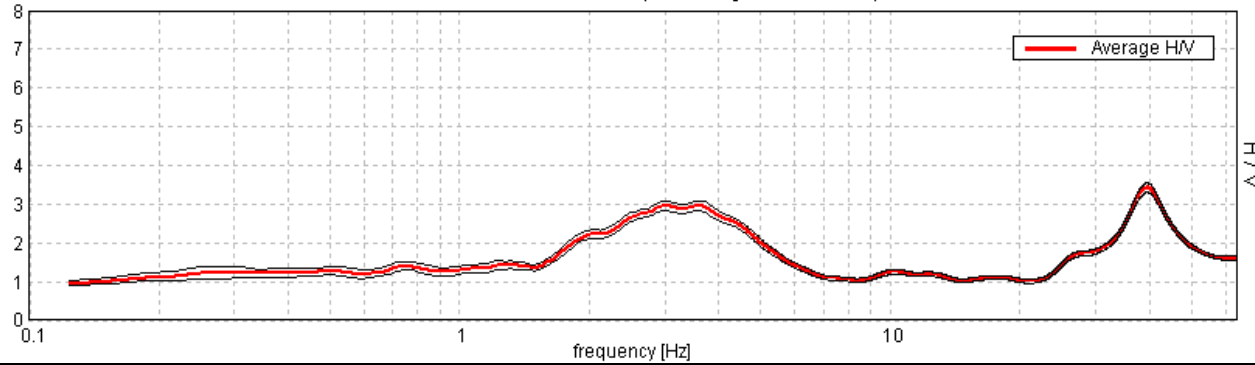
Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 21/01/20 15:39:26  
 Fine registrazione: 21/01/20 16:19:27

Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 25 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analisi effettuata sull'intera traccia  
 Condizioni meteo: sereno, vento leggero  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari artefatti

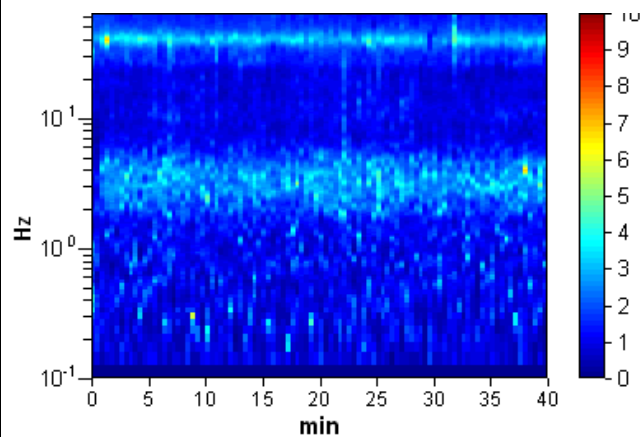


**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

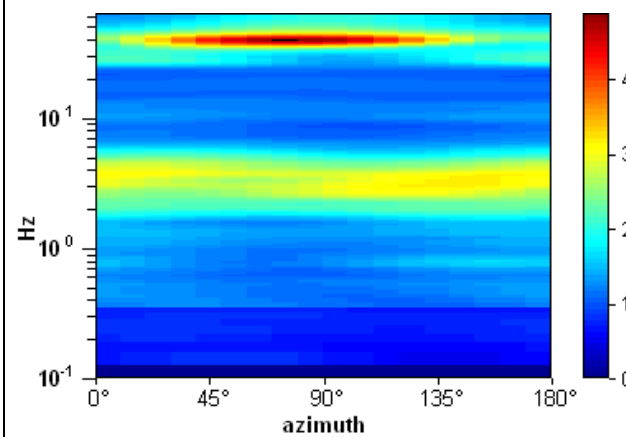
Max. H/V at 3.56 ± 0.61 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



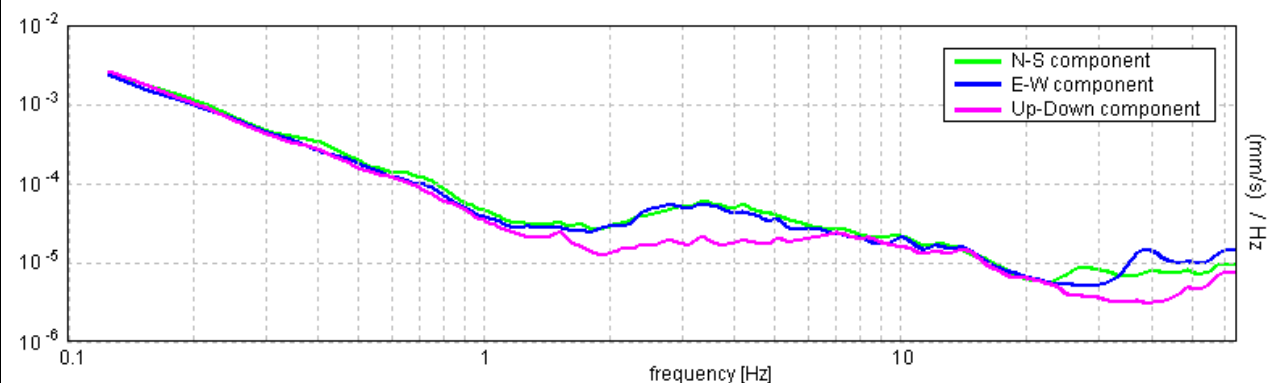
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 3.56 ± 0.61 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	3.56 > 0.40	OK
$n_c(f_0) > 200$	8550.0 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 172	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.563 Hz	OK
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	5.875 Hz	OK
$A_0 > 2$	2.96 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04172  < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.16274 < 0.17813	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1248 < 1.58	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

**Eccezione:** nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:**

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12  
 (2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.  
 (3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, S. MACARIO IN PIANO** TR 241  
 Coordinate (WGS84): N 43,861563°; E 10,431519°

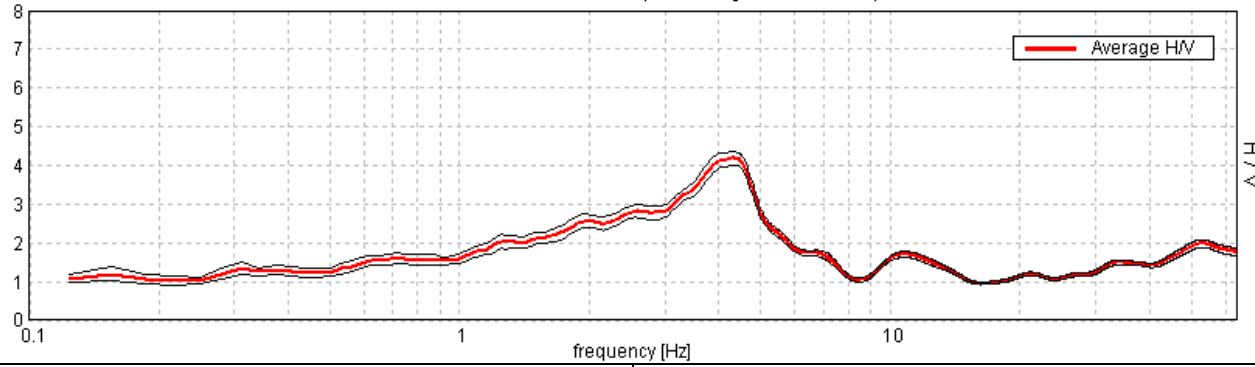
Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 21/01/20 17:41:57  
 Fine registrazione: 21/01/20 18:21:58

Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 25 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 97% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: nuvoloso senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari transienti e rari artefatti

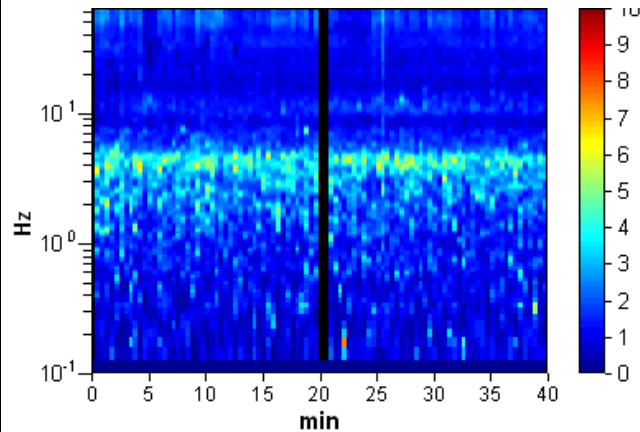


**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

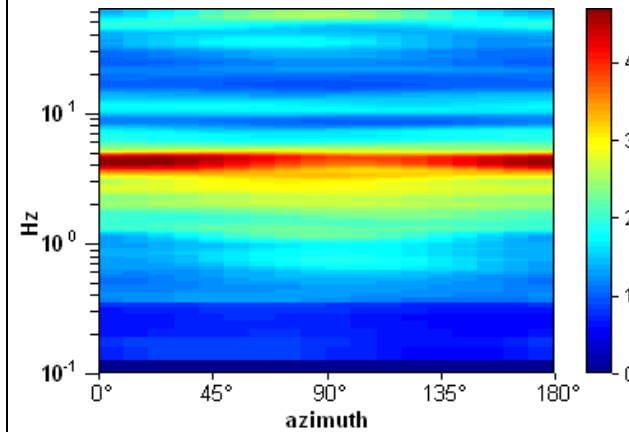
Max. H/V at 4.31 ± 0.25 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



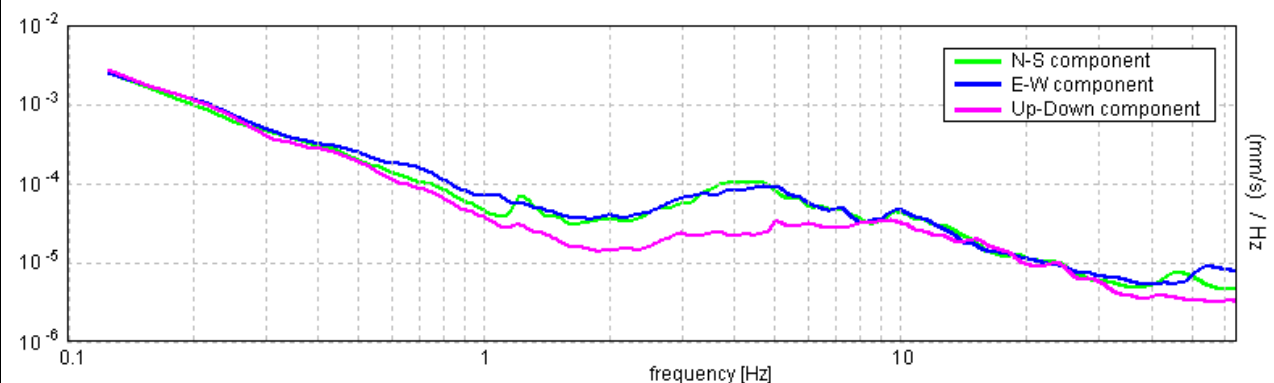
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 4.31 ± 0.25 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	4.31 > 0.40	OK
$n_c(f_0) > 200$	10026.6 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 208	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.469 Hz	OK
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	5.719 Hz	OK
$A_0 > 2$	4.19 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04777  < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.20912 < 0.21563	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1819 < 1.58	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:**

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, S. MACARIO IN PIANO** TR 242  
 Coordinate (WGS84): N 43,860571°; E 10,434793°

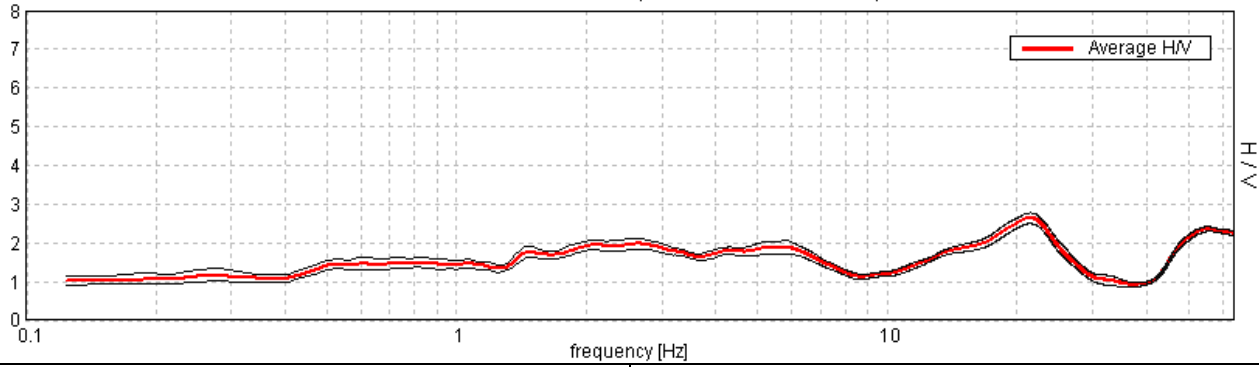
Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 22/01/20 12:41:52  
 Fine registrazione: 22/01/20 13:21:53

Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analisi effettuata sull'intera traccia  
 Condizioni meteo: nuvoloso senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari transienti e rari artefatti

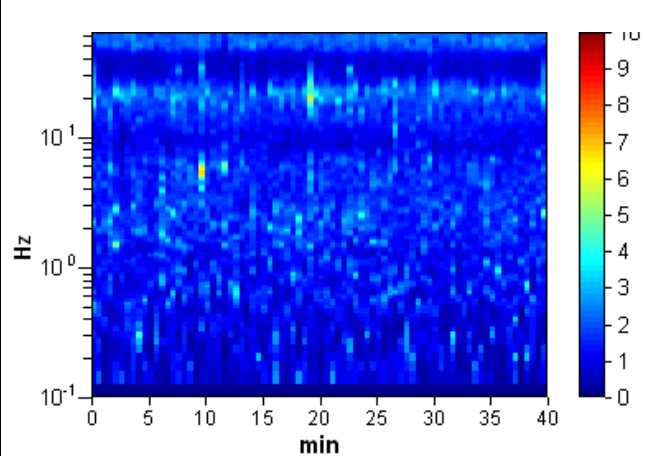


**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

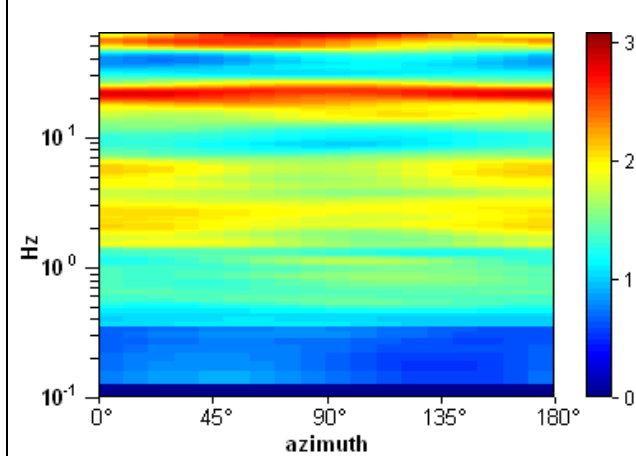
Picco H/V a 19.97 ± 0.45 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).



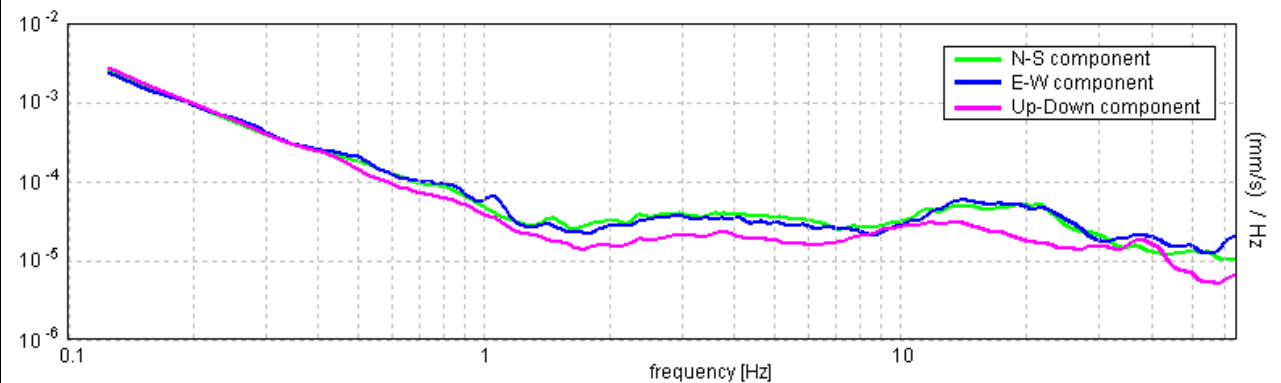
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 19.97 ± 0.45 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	19.97 > 0.33	OK
$n_c(f_0) > 200$	47925.0 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 960	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	10.563 Hz	OK
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	28.75 Hz	OK
$A_0 > 2$	2.51 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02254  < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.45003 < 0.99844	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1345 < 1.58	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:**

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12  
 (2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.  
 (3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.



**LUCCA, S. MARIA A COLLE**  
 Coordinate (WGS84): N 43,856820°; E 10,432043°

**TR 243**

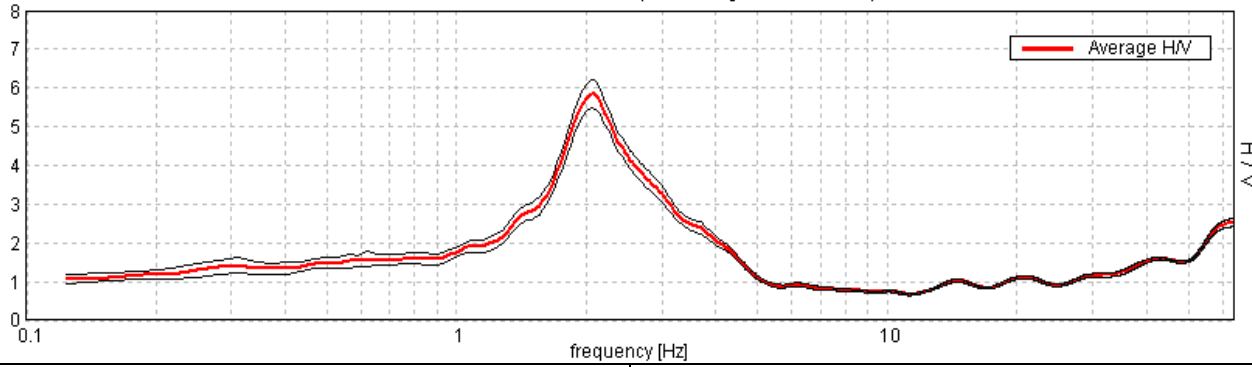
Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 23/01/20 13:35:09  
 Fine registrazione: 23/01/20 14:15:10

Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 96% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: sereno senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari transienti

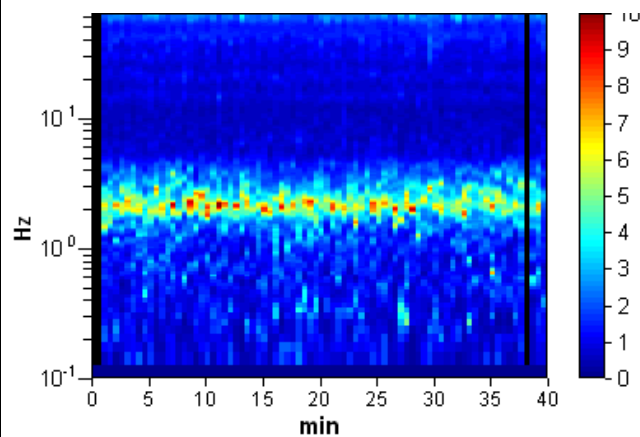


**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

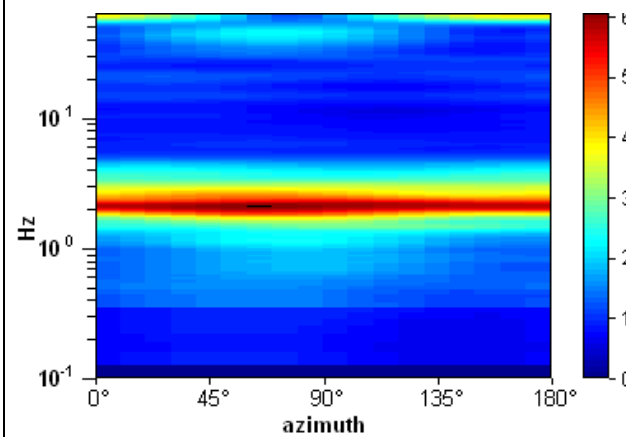
Max. H/V at 2.06 ± 0.02 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



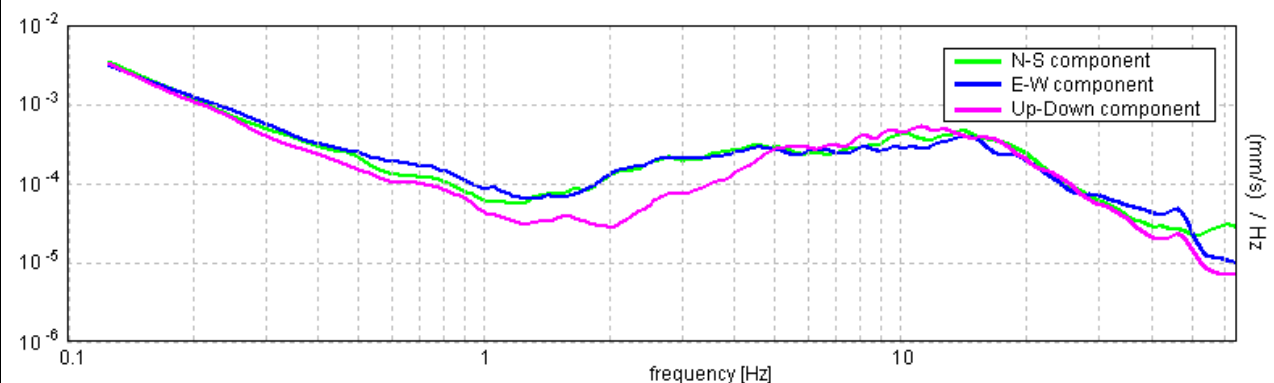
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 2.06 ± 0.02 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	2.06 > 0.33	OK
$n_c(f_0) > 200$	4764.4 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 100	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.531 Hz	OK
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.188 Hz	OK
$A_0 > 2$	5.85 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01007  < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.02077 < 0.10313	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3623 < 1.58	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

**Eccezione:** nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:**

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12  
 (2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.  
 (3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, NOZZANO CASTELLO**  
 Coordinate (WGS84): N 43,838087°; E 10,422358°

TR 244

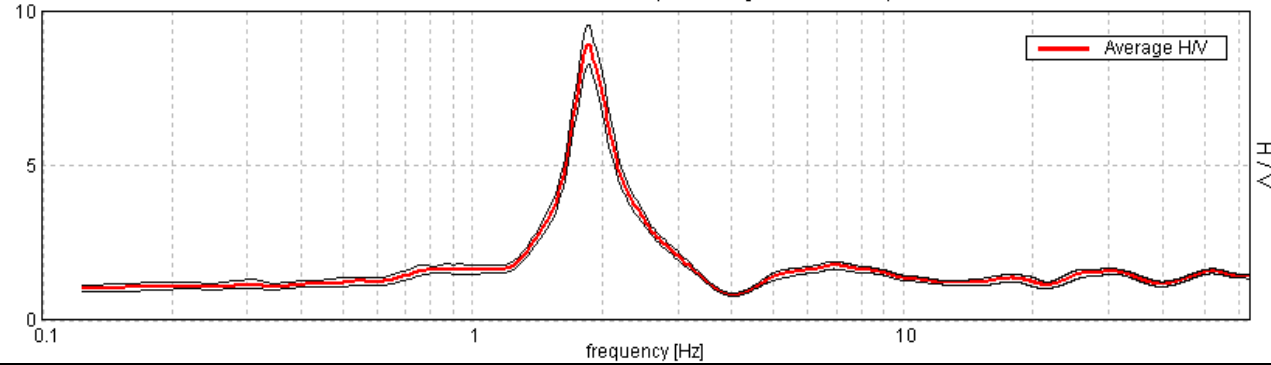
Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 23/01/20 14:27:25  
 Fine registrazione: 23/01/20 15:07:25

Durata registrazione: 0h40'00"  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 94% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: sereno senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari transienti

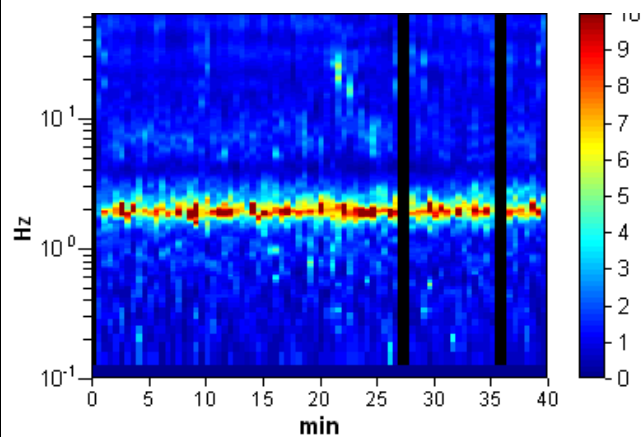


**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

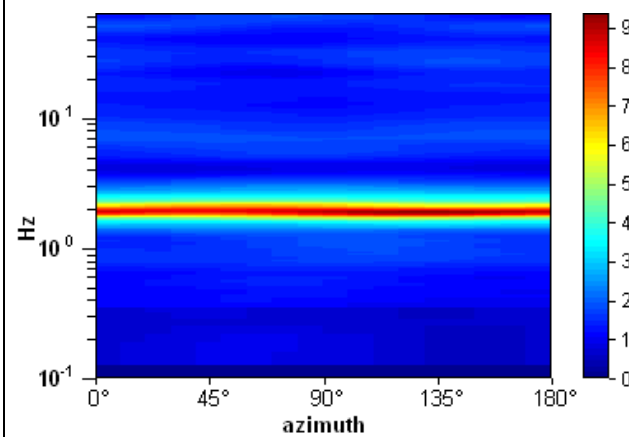
Max. H/V at 1.88 ± 0.02 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



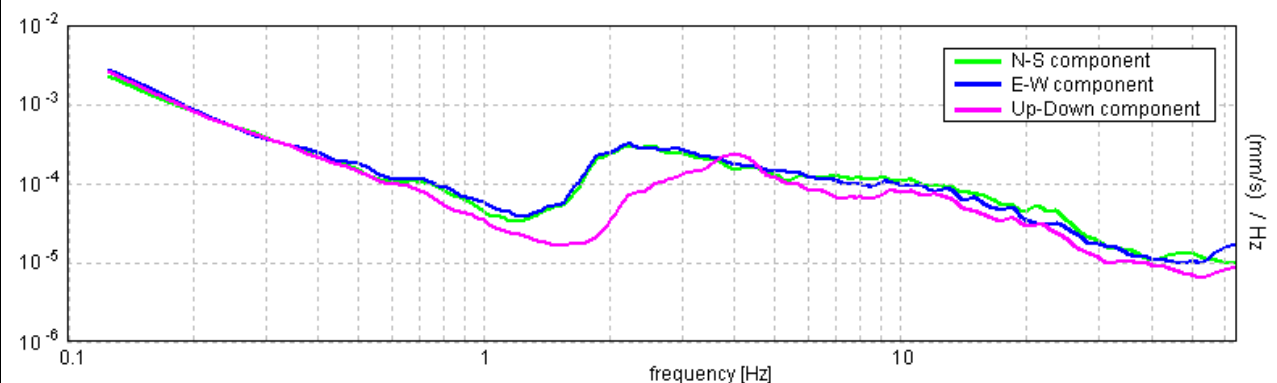
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 1.88 ± 0.02 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	1.88 > 0.33	OK
$n_c(f_0) > 200$	4218.8 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 91	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.594 Hz	OK
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.25 Hz	OK
$A_0 > 2$	8.90 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01186  < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.02224 < 0.1875	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.6271 < 1.78	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:**

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, NOZZANO SAN PIETRO**  
 Coordinate (WGS84): N 43,841553°; E 10,421532°

**TR 245**

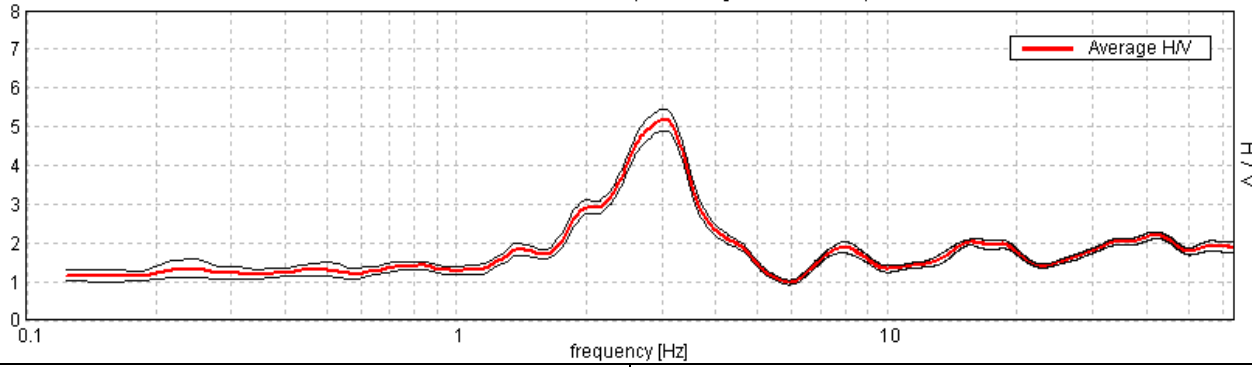
Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 23/01/20 15:17:57  
 Fine registrazione: 23/01/20 15:57:58

Durata registrazione: 0h40'00"  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 91% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: sereno senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: alcuni transienti

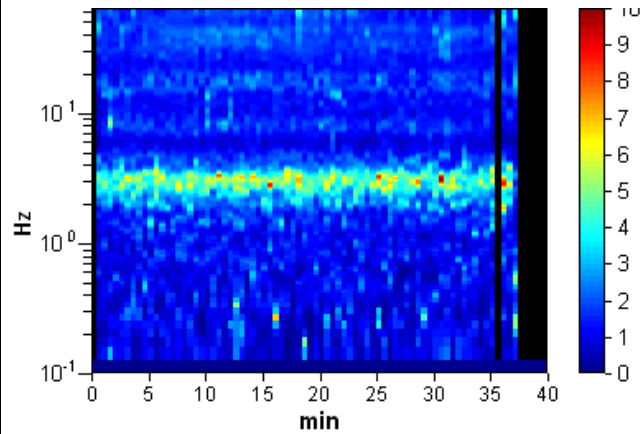


**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

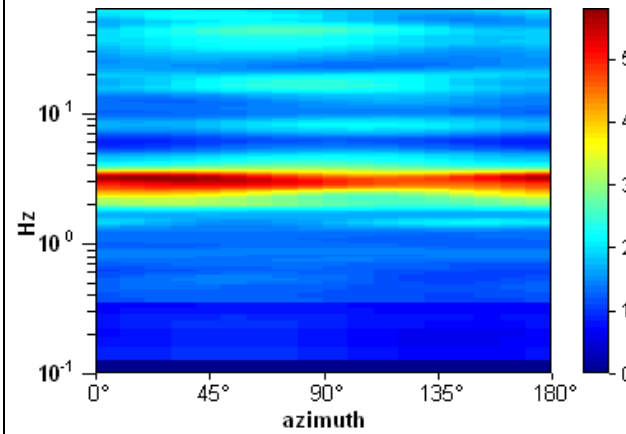
Max. H/V at 3.09 ± 0.1 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



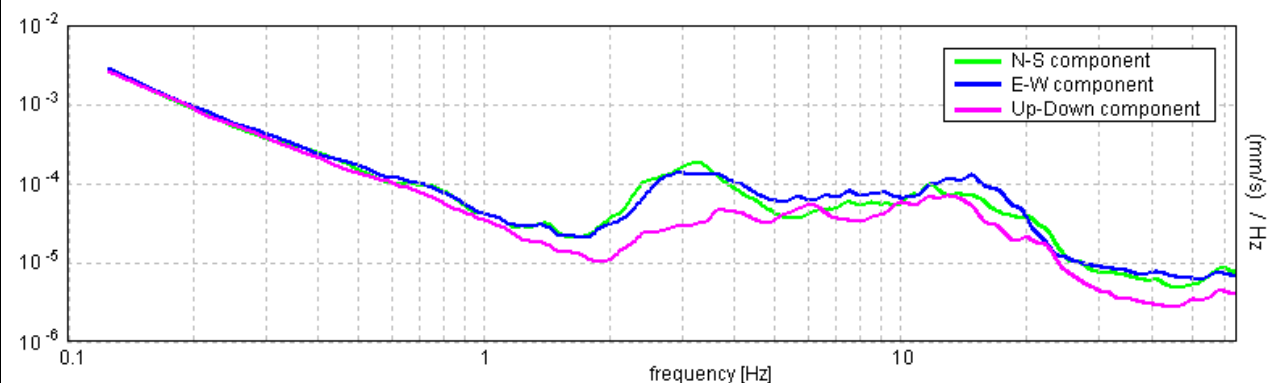
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 3.09 ± 0.1 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	3.09 > 0.33	OK
$n_c(f_0) > 200$	6775.3 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 150	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f) < A_0 / 2$	1.844 Hz	OK
Esiste f* in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^*) < A_0 / 2$	3.844 Hz	OK
$A_0 > 2$	5.17 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03128  < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.09677 < 0.15469	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2694 < 1.58	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f-	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f+	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:** possibilità di debole risonanza del sottosuolo anche alla frequenza di circa 15.6 Hz

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, NOZZANO CASTELLO**  
 Coordinate (WGS84): N 43,834006°; E 10,415103°

TR 246

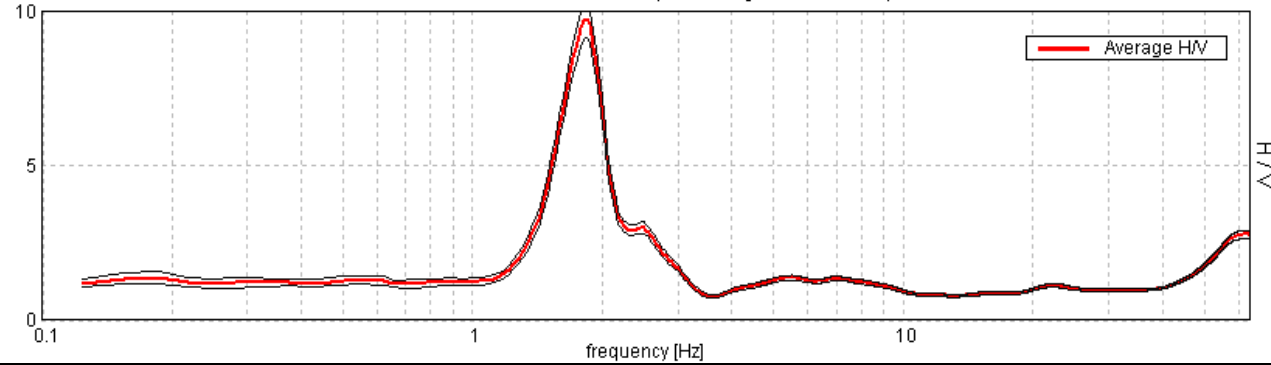
Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 23/01/20 18:15:25  
 Fine registrazione: 23/01/20 18:55:26

Durata registrazione: 0h40'00"  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 96% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: sereno senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari transienti e rari artefatti

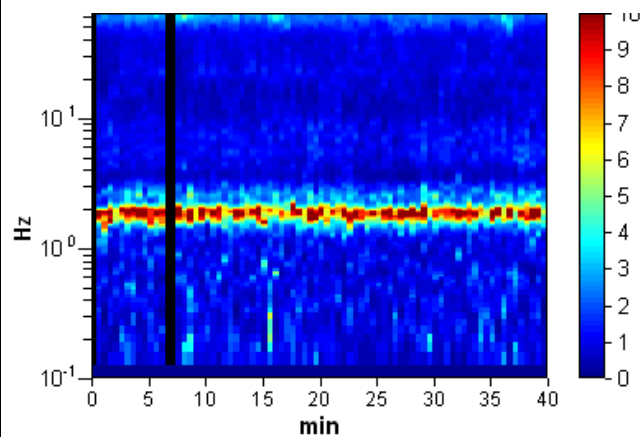


**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

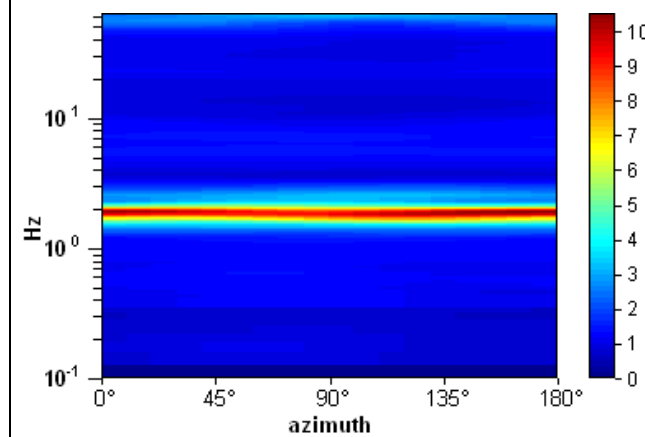
Max. H/V at 1.84 ± 0.01 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



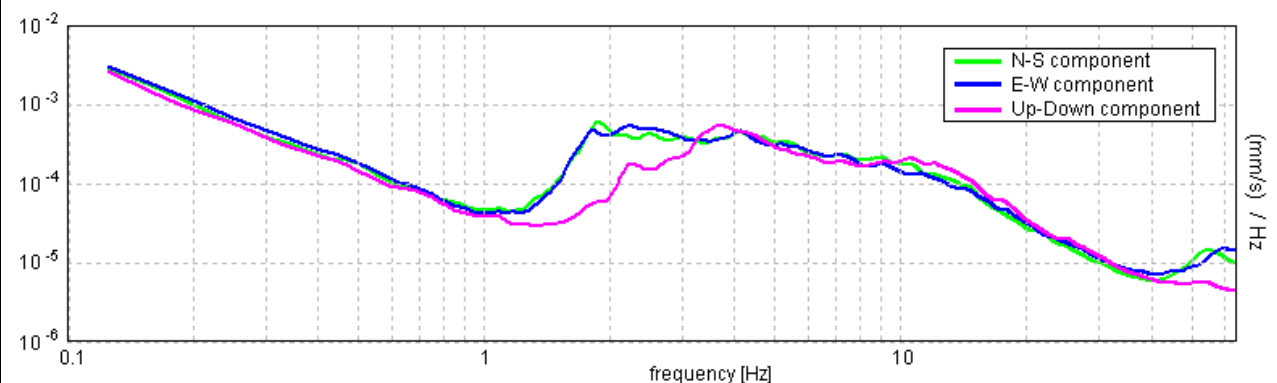
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 1.84 ± 0.01 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	1.84 > 0.33	OK
$n_c(f_0) > 200$	4259.1 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 90	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.5 Hz	OK
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.094 Hz	OK
$A_0 > 2$	9.71 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00796  < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.01468 < 0.18438	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.5989 < 1.78	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:**

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, NOZZANO CASTELLO**  
 Coordinate (WGS84): N 43,832545°; E 10,420062°

**TR 247**

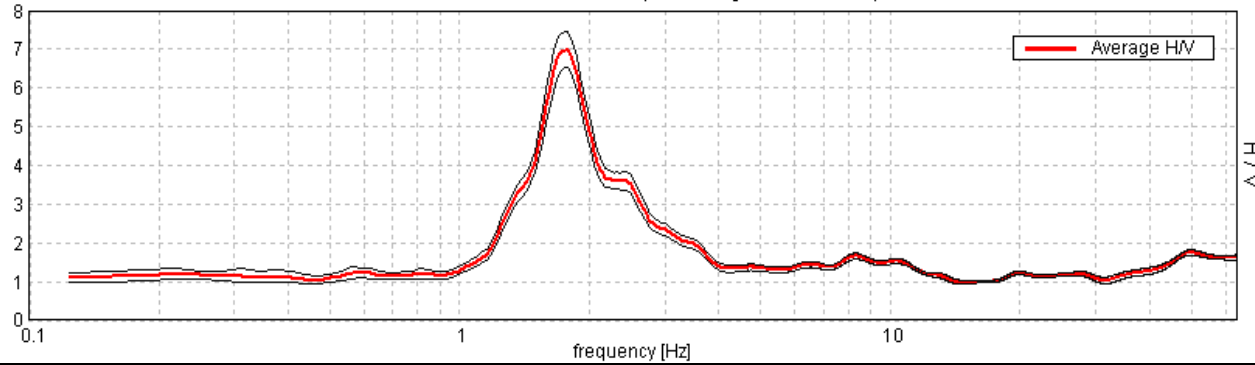
Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 23/01/20 19:11:02  
 Fine registrazione: 23/01/20 19:51:02

Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 91% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: sereno senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: alcuni transienti e diversi artefatti di piccola ampiezza

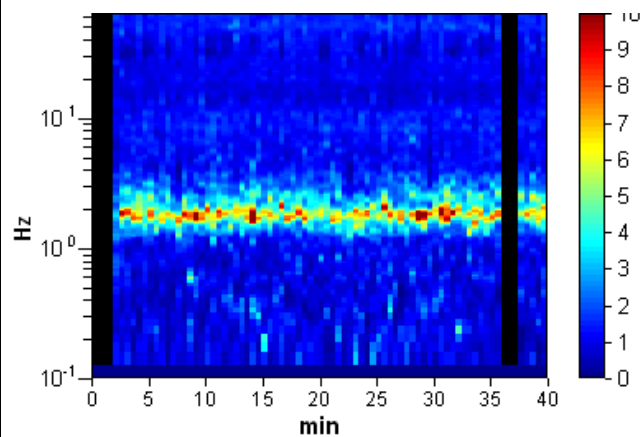


**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

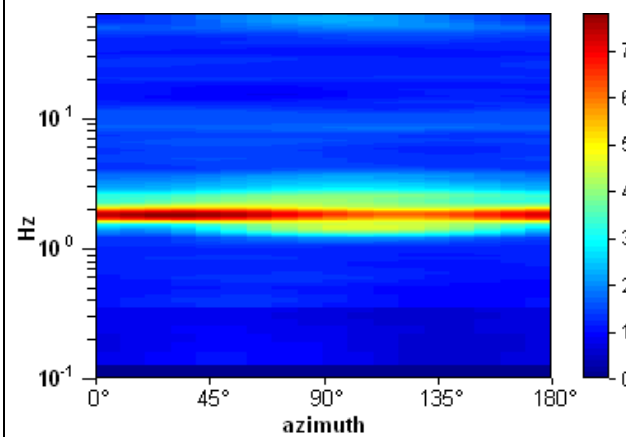
Max. H/V at 1.75 ± 0.03 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



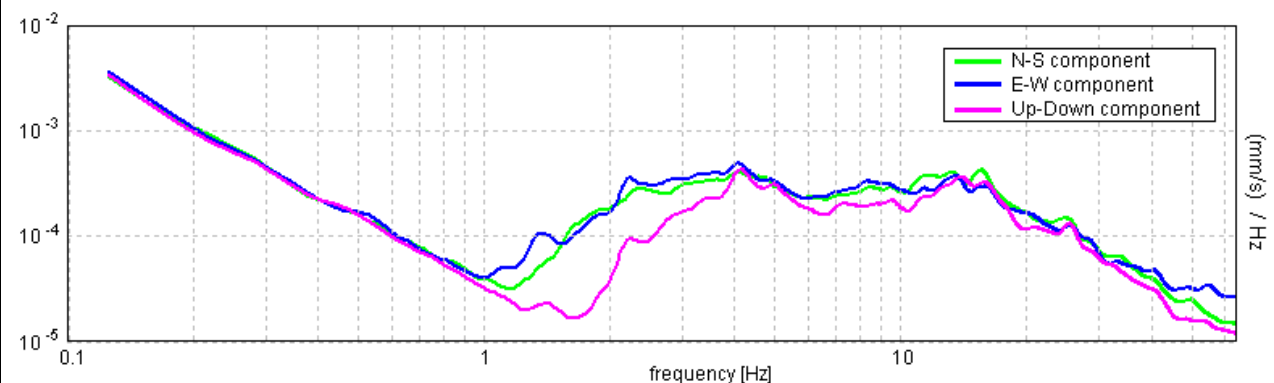
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 1.84 ± 0.01 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	1.84 > 0.33	OK
$n_c(f_0) > 200$	4259.1 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 90	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.5 Hz	OK
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.094 Hz	OK
$A_0 > 2$	9.71 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00796  < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.01468 < 0.18438	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.5989 < 1.78	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$**

Intervallo di freq. [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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:**

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12  
 (2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.  
 (3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, CASTIGLIONCELLO**  
 Coordinate (WGS84): N 43,829923°; E 10,398087°

**TR 248**

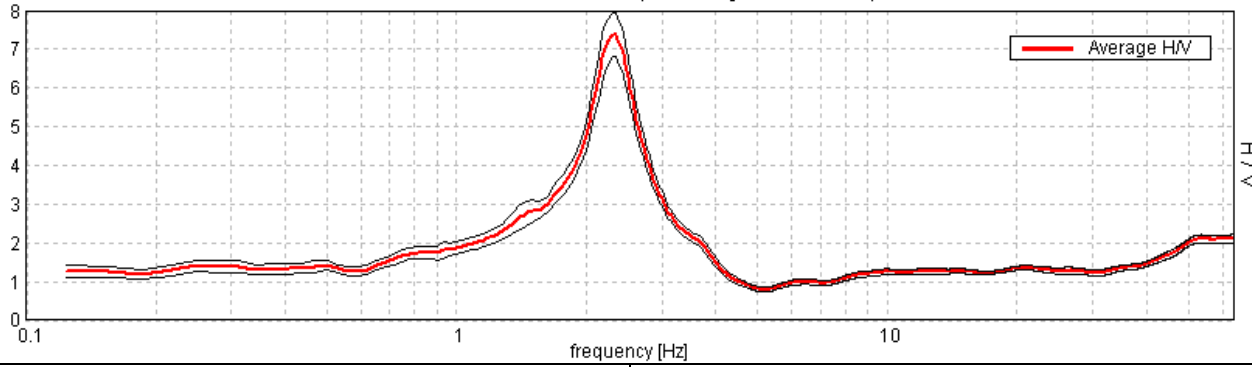
Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 28/01/20 12:10:05  
 Fine registrazione: 28/01/20 12:50:06

Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 98% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: sereno senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: alcuni transienti e diversi artefatti di piccola ampiezza

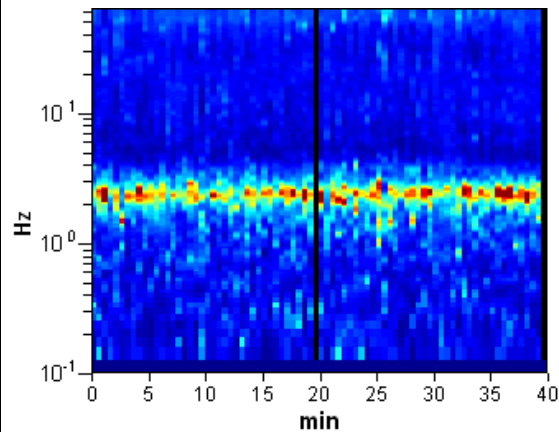


**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

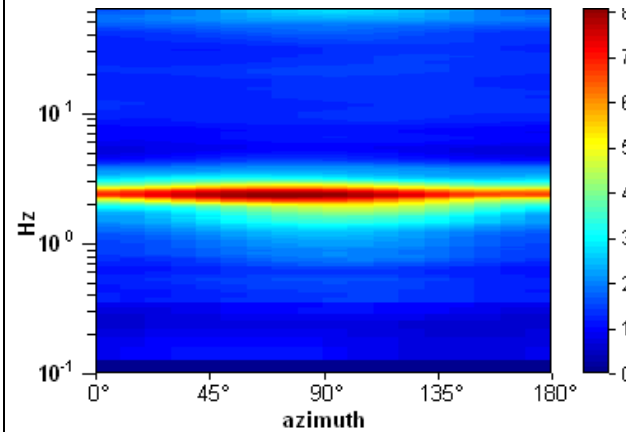
Max. H/V at 2.31 ± 0.02 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



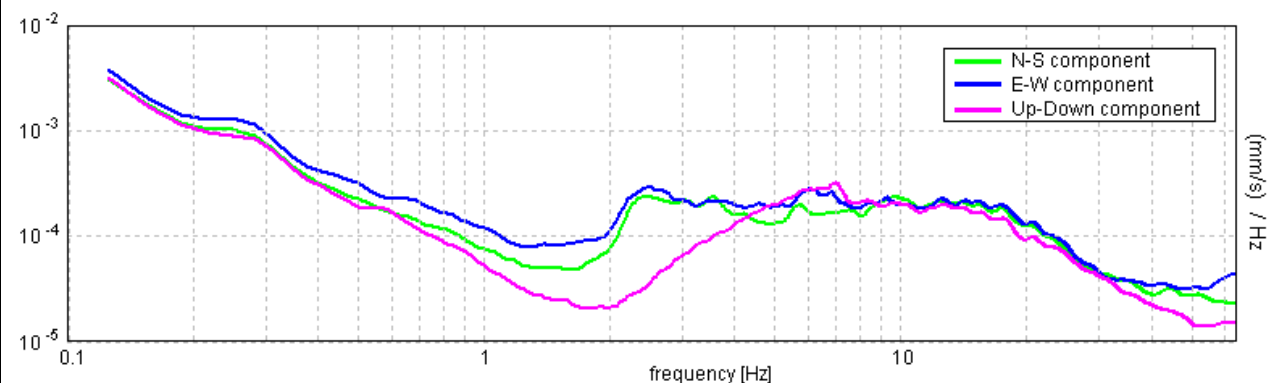
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 2.31 ± 0.02 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	2.31 > 0.33	OK
$n_c(f_0) > 200$	5411.3 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 112	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.813 Hz	OK
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.875 Hz	OK
$A_0 > 2$	7.39 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.00956  < 0.05	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.0221 < 0.11563	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.5671 < 1.58	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:**

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, BALBANO**

Coordinate (WGS84): N 43,832173°; E 10,406034°

**TR 249**

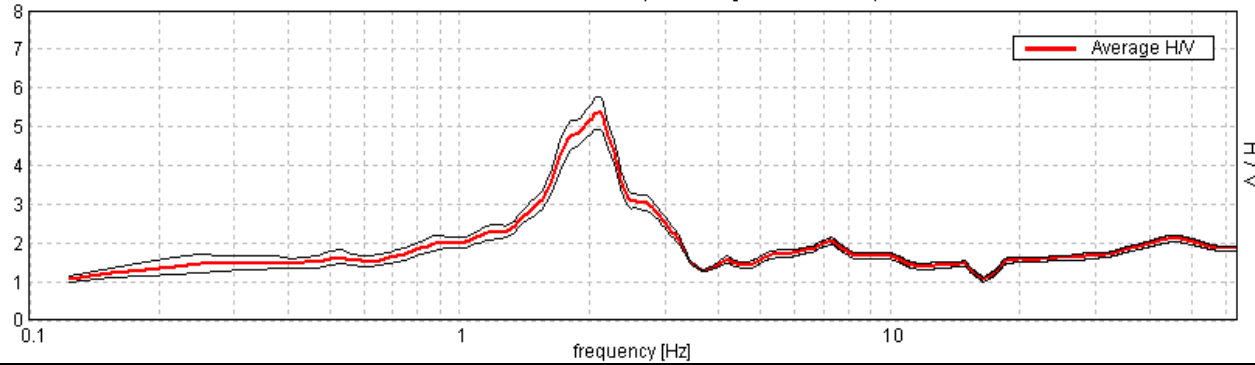


Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 28/01/20 13:09:10  
 Fine registrazione: 28/01/20 13:49:11

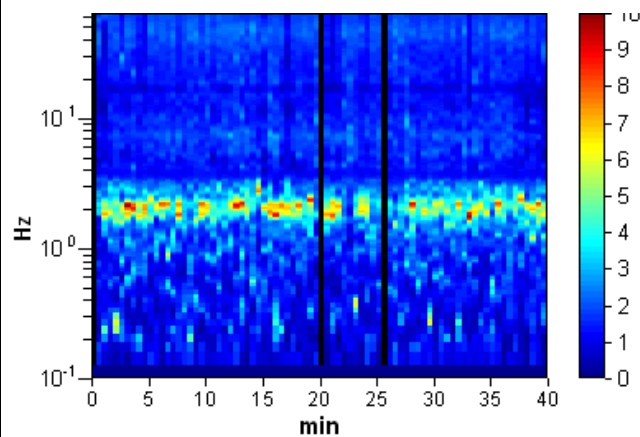
Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 96% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: nuvoloso con vento leggero  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari transienti e diversi artefatti

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

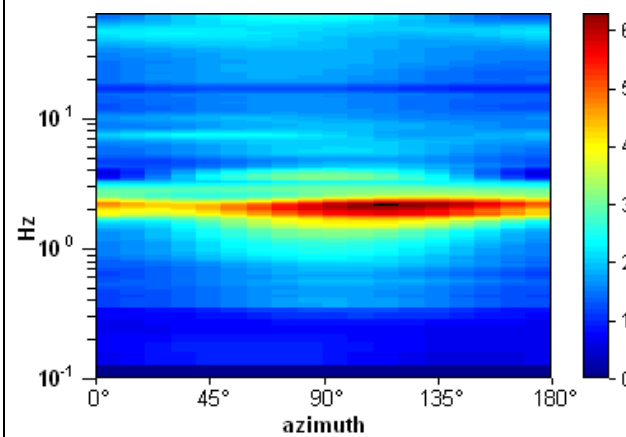
Max. H/V at 2.09 ± 0.07 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



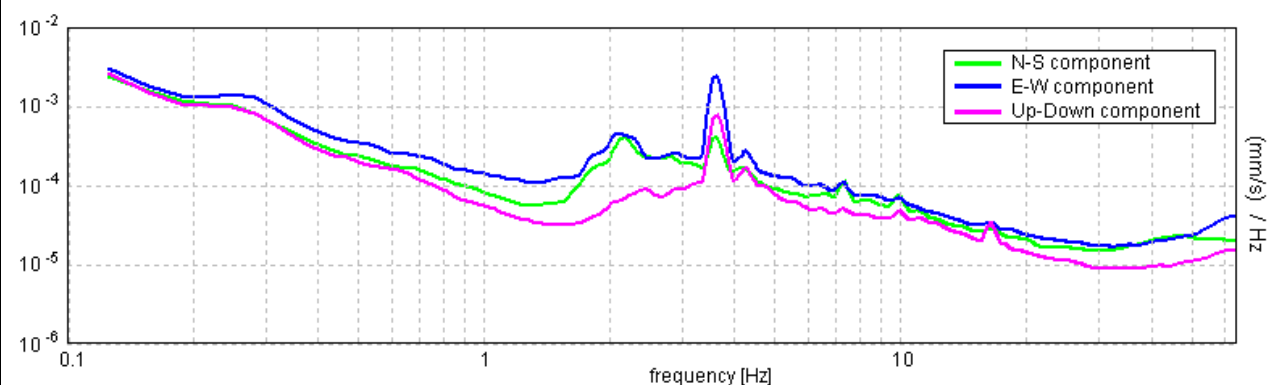
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 2.09 ± 0.07 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	2.09 > 0.33	OK
$n_c(f_0) > 200$	4836.6 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 102	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.406 Hz	OK
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.938 Hz	OK
$A_0 > 2$	5.36 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03214  < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.06729 < 0.10469	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.4221 < 1.58	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	B
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:**

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

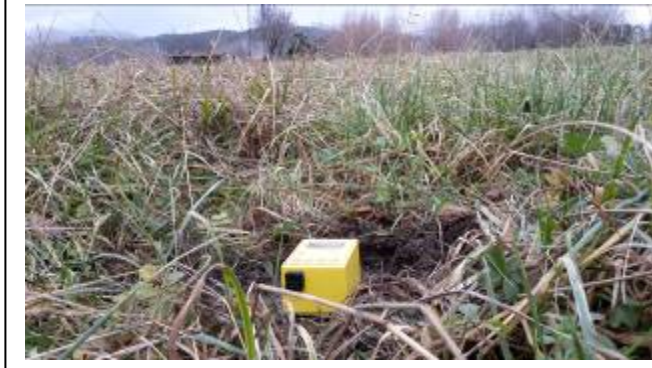
(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, NOZZANO CASTELLO**  
 Coordinate (WGS84): N 43,835820°; E 10,419223°

**TR 250**

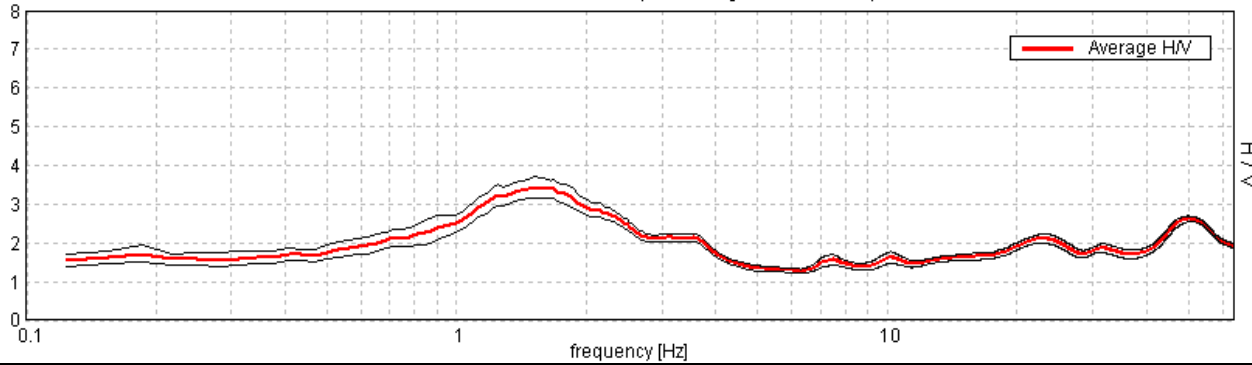
Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 28/01/20 13:59:42  
 Fine registrazione: 28/01/20 14:39:43

Durata registrazione: 0h40'00"  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 25 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 93% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: nuvoloso con vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: diversi transienti e rari artefatti di piccola ampiezza

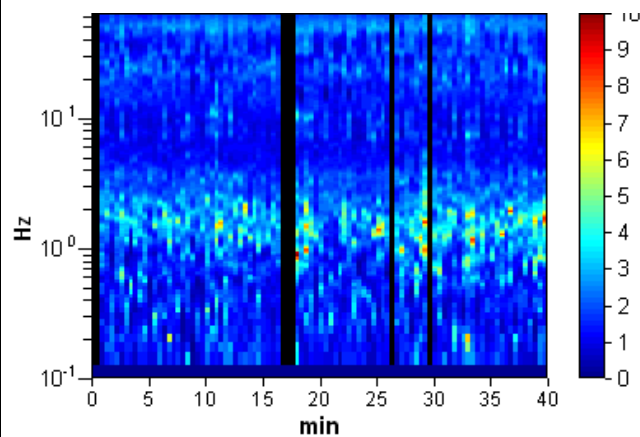


**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

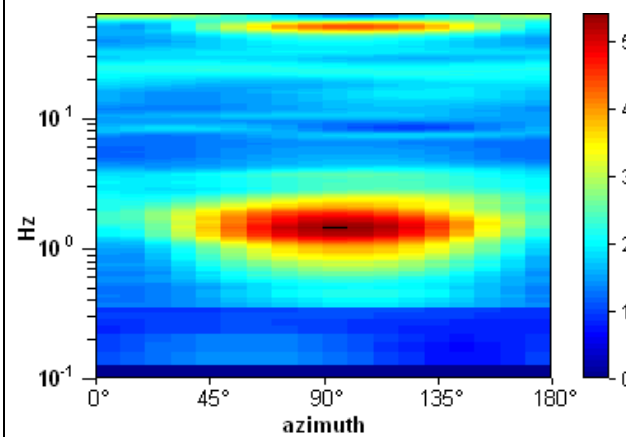
Max. H/V at 1.53 ± 0.09 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



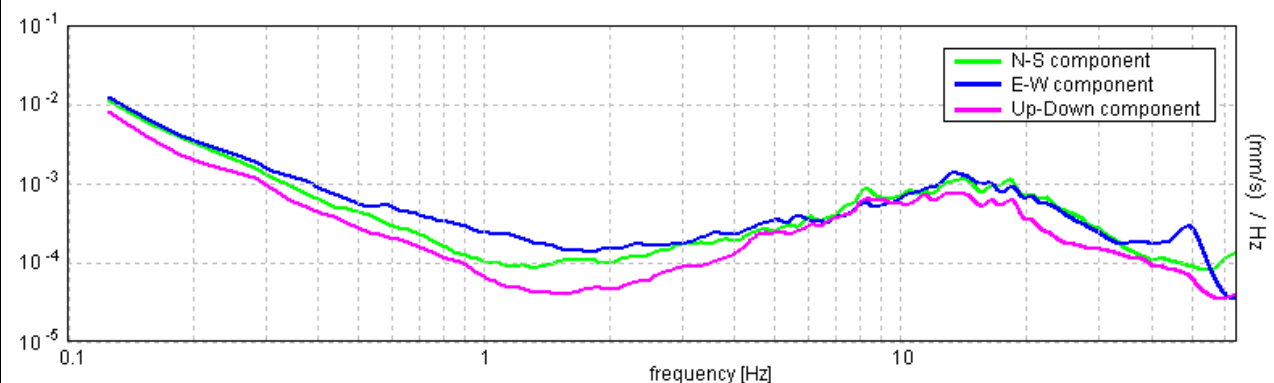
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 1.53 ± 0.09 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	1.53 > 0.40	OK	
$n_c(f_0) > 200$	3407.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 74	OK	

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f) < A_0 / 2$	0.469 Hz	OK	
Esiste f* in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^*) < A_0 / 2$	4.031 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.43 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.05837  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.08938 < 0.15313	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2738 < 1.78	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f-	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f+	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	B
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)**

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

**Eccezione:** nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)**

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)**

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:**

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.



**LUCCA, SAN LORENZO A VACCOLI TR 251**  
 Coordinate (WGS84): N 43,794207°; E 10,483007°

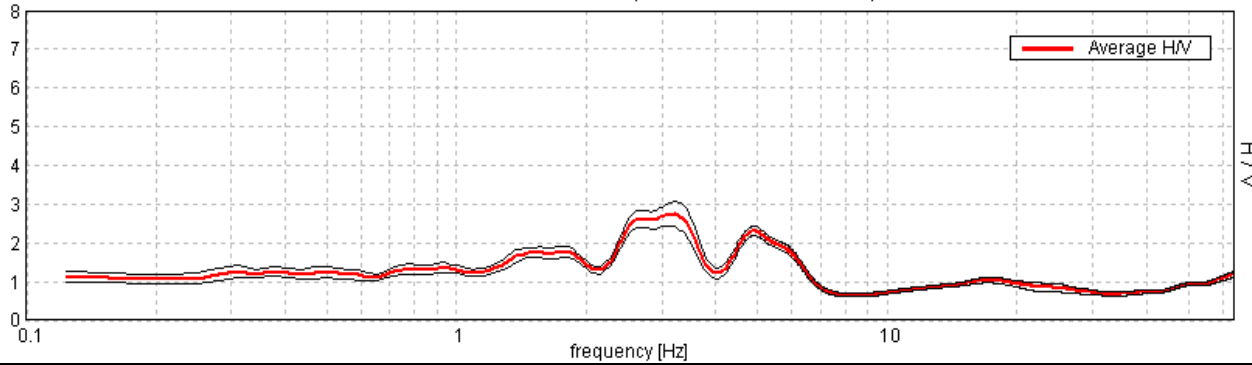
Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 28/02/20 18:26:08  
 Fine registrazione: 28/02/20 19:06:09

Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 30 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 95% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: sereno senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: alcuni transienti e alcuni artefatti

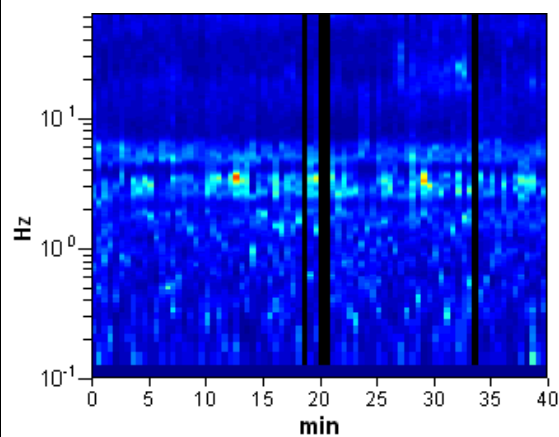


**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

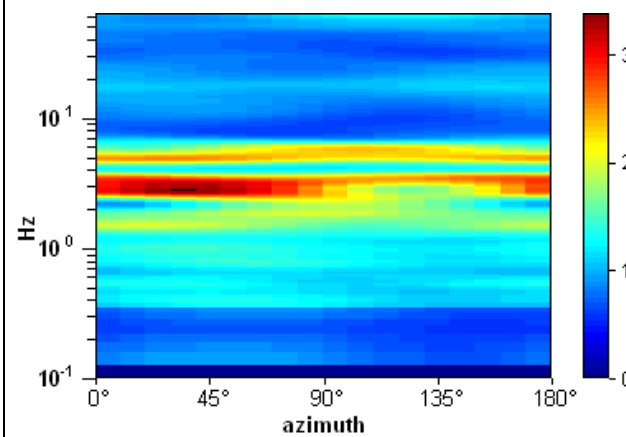
Picco H/V a 3.19 ± 0.94 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).



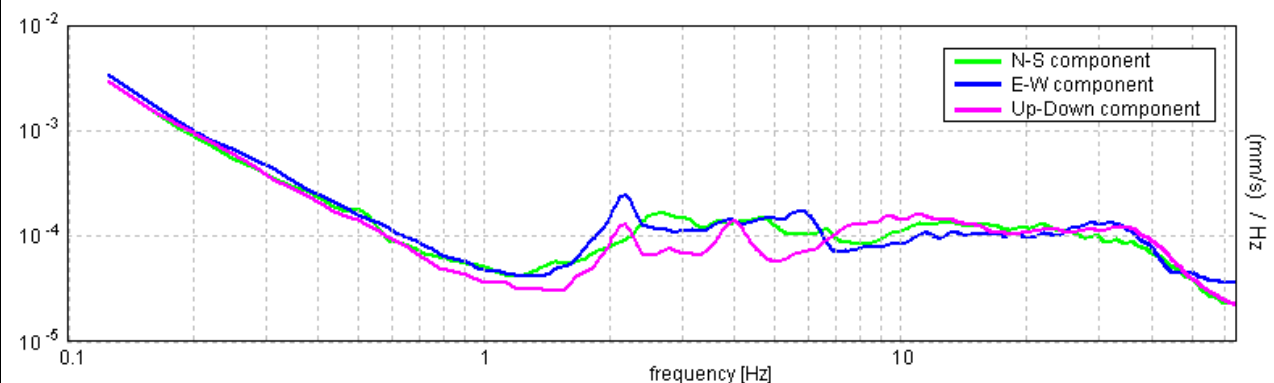
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 3.19 ± 0.94 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	3.19 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	7267.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 154	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.188 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.875 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.74 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.19611  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.24385 < 0.15938$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3171 < 1.58$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	B
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A** (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B** (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C** (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:** picco suddiviso artificialmente in più massimi relativi a causa di disturbi dovuti ad artefatti (Cartiera).  
 Misura ripetuta due volte in giorni e orari diversi.

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, SAN LORENZO A VACCOLI** TR 252  
 Coordinate (WGS84): N 43,797862°; E 10,486184°

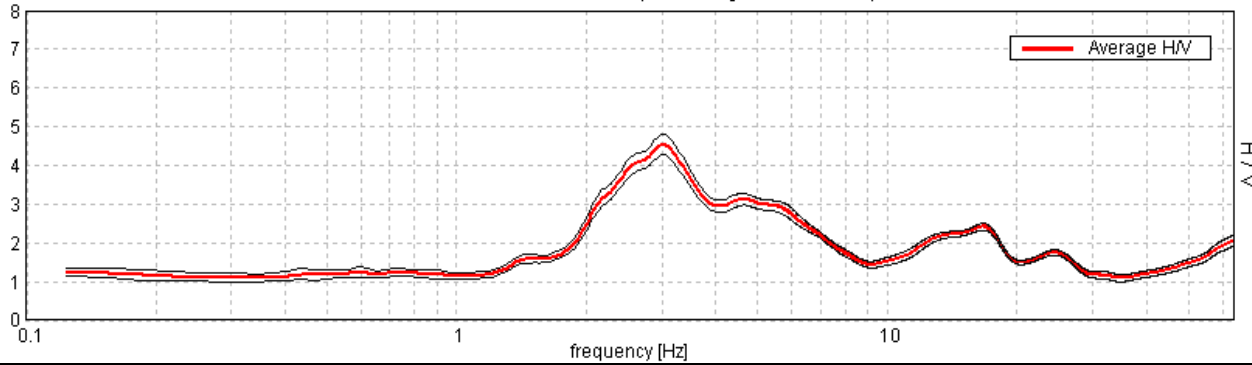
Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 03/02/20 13:20:48  
 Fine registrazione: 03/02/20 14:00:49

Durata registrazione: 0h40'00".  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analisi effettuata sull'intera traccia  
 Condizioni meteo: nuvoloso senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi:

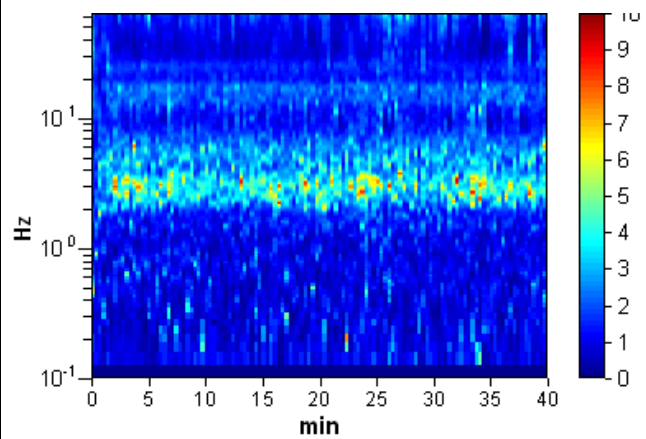


**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

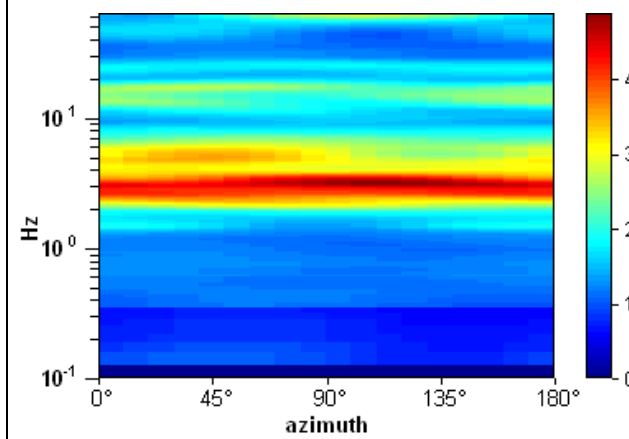
Max. H/V at 3.03 ± 0.42 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



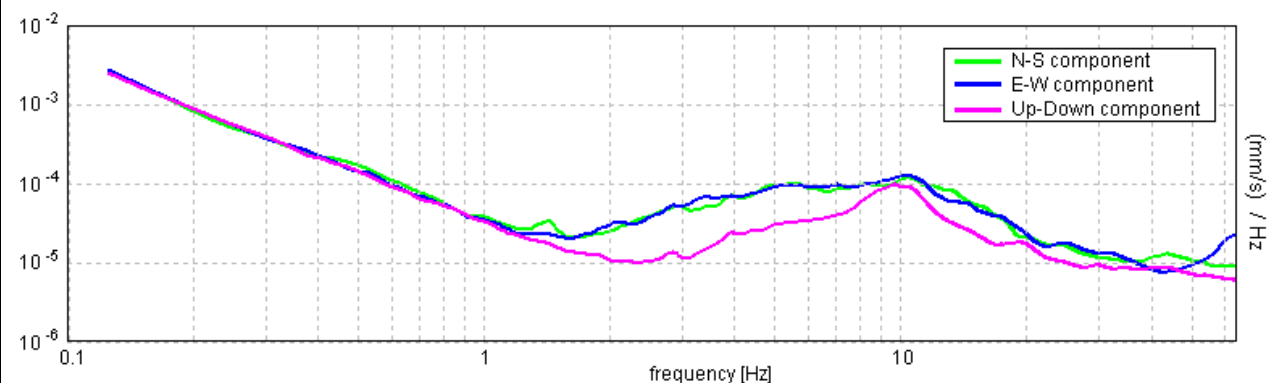
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 3.03 ± 0.42 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	3.03 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	7275.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 146	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.938 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	6.875 Hz	OK	
$A_0 > 2$	4.54 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.05714  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.11572 < 0.15156$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2628 < 1.58$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A** (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B** (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C** (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:** risonanza del sottosuolo anche alle frequenze di 4,5 e 18 Hz circa.

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**LUCCA, SAN LORENZO A VACCOLI** TR 253  
 Coordinate (WGS84): N 43,803159°; E 10,493258°

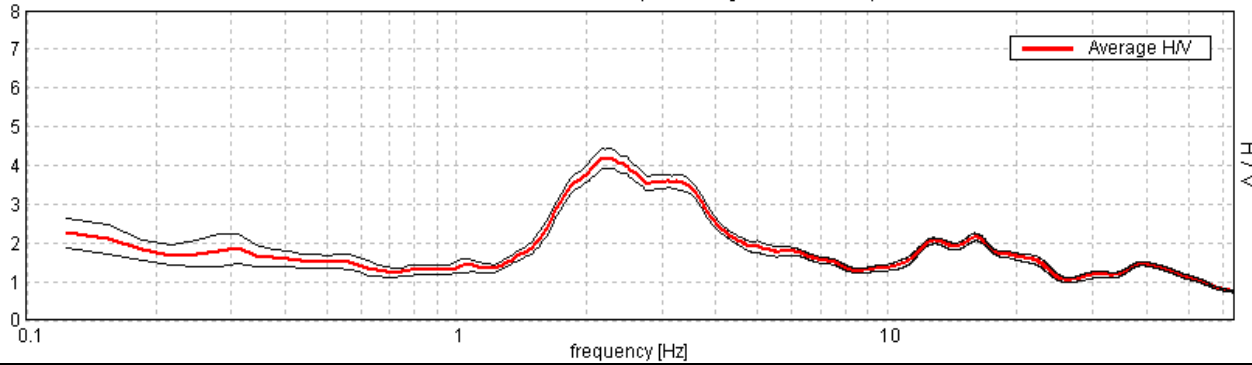


Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 03/02/20 14:18:14  
 Fine registrazione: 03/02/20 14:58:15

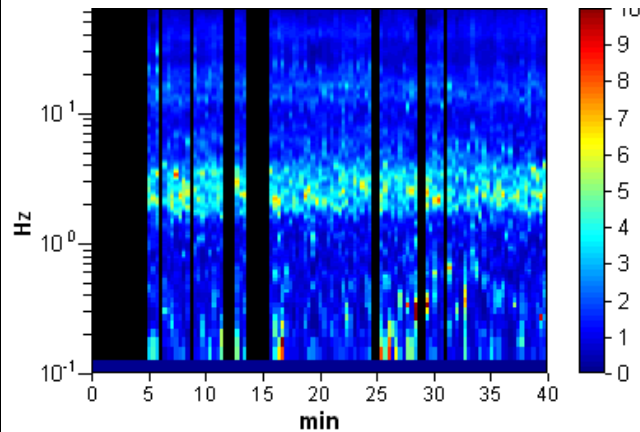
Durata registrazione: 0h40'00"  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 74% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: nuvoloso senza vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: numerosi transienti e alcuni artefatti di piccola ampiezza

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

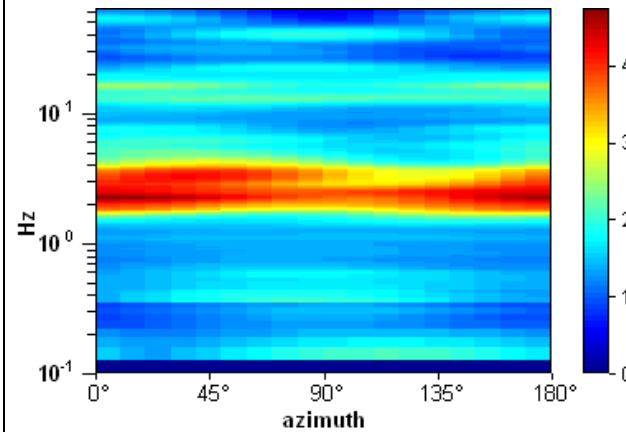
Max. H/V at 2.19 ± 0.05 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



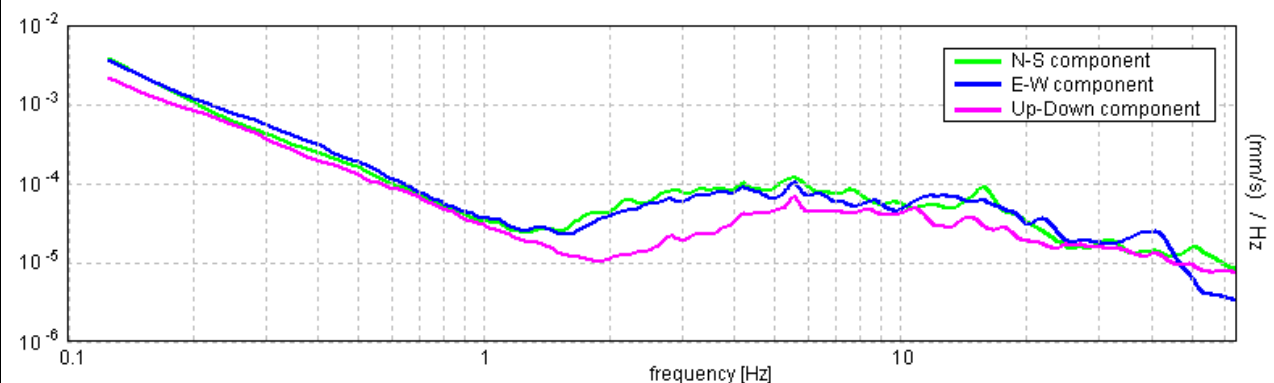
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a 2.19 ± 0.05 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	2.19 > 0.50	OK
$n_c(f_0) > 200$	3893.8 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 106	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.531 Hz	OK
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.469 Hz	OK
$A_0 > 2$	4.19 > 2	OK
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02479  < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.05423 < 0.10938	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2517 < 1.58	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
	< 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 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	B
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A** (H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-i primi 3 criteri SESAME per una curva H/V attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.

**Eccezione:** nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (H/V tipo 2, v. sotto).

**Classe B** (H/V da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C** (H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (*deriva*) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

**NOTE:** possibilità di debole risonanza del sottosuolo anche alla frequenze di circa 15 Hz.

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12

(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

(3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.