



COMUNE DI CASTELNUOVO DI GARFAGNANA

PROVINCIA DI LUCCA

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

Committente: Comune di Castelnuovo di Garfagnana

RELAZIONE TECNICA

Dicembre 2014

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

I N D I C E

PREMESSA.....	3
1. METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	3
2. RISULTATI.....	4
OPERE CITATE.....	10

ALLEGATI

Tavole delle misure H/V

Raggruppamenti curve H/V

Carta delle frequenze di risonanza del sottosuolo

COMUNE DI CASTELNUOVO DI GARFAGNANA

PROVINCIA DI LUCCA

MISURE DI RUMORE SISMICO AMBIENTALE A STAZIONE SINGOLA

PREMESSA

Per incarico dell'*Amministrazione Comunale di Castelnuovo di Garfagnana* sono state effettuate indagini sismiche attraverso 35 misure di rumore sismico ambientale a stazione singola finalizzate alla redazione della carta delle frequenze di risonanza del sottosuolo e, insieme ad altre tipologie di elaborati (carta delle indagini, carta geologico-tecnica, ecc.), alla realizzazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) del Comune di Castelnuovo di Garfagnana.

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. n° 261 del 18 Aprile 2011 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 recentemente 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 50 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 35 misure di rumore sismico ambientale a stazione singola (da TR1 a TR35) distribuite sulle parti del territorio comunale su cui sorgono centri abitati ed altre strutture antropiche, individuate di concerto con l'Amministrazione Comunale ed il Genio Civile di Lucca in base ai criteri del Programma VEL della Regione Toscana, secondo una rete a maglie quadrate di 250 metri di lato. La tabella seguente riassume 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 *Carta delle Frequenze di Risonanza del Sottosuolo* riportata in allegato.

COMUNE DI CASTELNUOVO DI GARFAGNANA						
Numero Misura	Località di rilevamento	Picchi tra 0.1 e 20 Hz				Classe
		Principali		Secondari		
		Freq (Hz)	Ampiezza	Freq (Hz)	Ampiezza	
Tr 1	Gragnanella					A
Tr 2bis	Pocchera	2.09	3.86			B
Tr 3bis	Pettinella					B
Tr 4bis	Sasso	8.13	2.30			B
Tr 5	Il Colletto	4.66	4.42			A
Tr 6	Dezza	3.38	3.24			A
Tr 7	S. Maria	12.69	3.29	1.38	2.54	B
Tr 8	Capoluogo	4.81	2.41			B
Tr 9	Capoluogo	16.56	4.10	4.4	2.3	A
Tr 10bis	Capoluogo	4.06	2.26	2	2.1	B
Tr 11	Capoluogo	3.88	2.04			A
Tr 12	Monte Alfonso	5.63	2.92			B
Tr13bis	Ai Cerri	11.22	3.33			B
Tr14	Pasquigliora	5.28	3.55			A
Tr15	Scepato	5.28	2.69			B
Tr16	Torrite	16.47	3.77			A
Tr17	Perdonica					A
Tr 18	Cecchetti	18.03	5.34			A
Tr 19	San Carlo	19.38	3.93	3.75	2.62	A
Tr 20	Antisciana	8.11	2.42	0.7	2.1	B
Tr 21	Debbia	4.88	3.75			A
Tr 22	Capoluogo					B
Tr 23	Saiona					B
Tr 24	S. Lucia	19.06	2.75	11.56	2.6	A
Tr 25	Zona industriale	17.16	2.28			B
Tr 26	Zona industriale	3.59	3.42			A
Tr 27	Stazione ferroviaria	3.91	2.75			B
Tr 28bis	Ospedale	15.94	3.44			B
Tr 29	Le Lame					A
Tr 30	Piano di Pieve	2.31	2.17	23	2.9	A
Tr 31	Piano di Pieve					B
Tr 32	Piano di Pieve	20.00	4.19	2.47	2.52	A
Tr 33	Piano di Pieve	18.59	3.31			A
Tr 34	Zona industriale	18.13	3.54	10	2.8	B
Tr 35	Capoluogo					B

Per ogni 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 lisciati, sui quali, ad esempio, sono maggiormente evidenziati eventuali picchi di origine antropica (artefatti).

Le misure particolarmente disturbate, 6 in tutto (indicate con il suffisso *bis* nella tabella precedente), 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 48 % circa delle curve H/V ottenute (17 su 35) 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.

E' stato analizzato l'intervallo di frequenze di maggiore interesse ingegneristico, ossia quello compreso tra 0.1 e 20 Hz. I risultati ottenuti sono sintetizzati nella *Carta delle frequenze di risonanza del sottosuolo*, riportata in allegato, di cui si riporta la legenda realizzata secondo le indicazioni regionali:

Frequenza di risonanza f_0 in Hz

- nessuna risonanza
- $0,1 \leq f_0 < 0,5$
- $0,5 \leq f_0 < 1,0$
- $1,0 \leq f_0 < 2,5$
- $2,5 \leq f_0 < 5,0$
- $5,0 \leq f_0 < 7,5$
- $7,5 \leq f_0 < 10,0$
- $10,0 \leq f_0 < 15,0$
- $15,0 \leq f_0 < 20,0$

H/V (A_0) nell'intervallo di frequenze 0,1-20 Hz

- nessuna risonanza
- $1,1 \leq A_0 < 2$
- $2,0 \leq A_0 < 3$
- $3,00 \leq A_0 < 5$
- $5,0 \leq A_0$

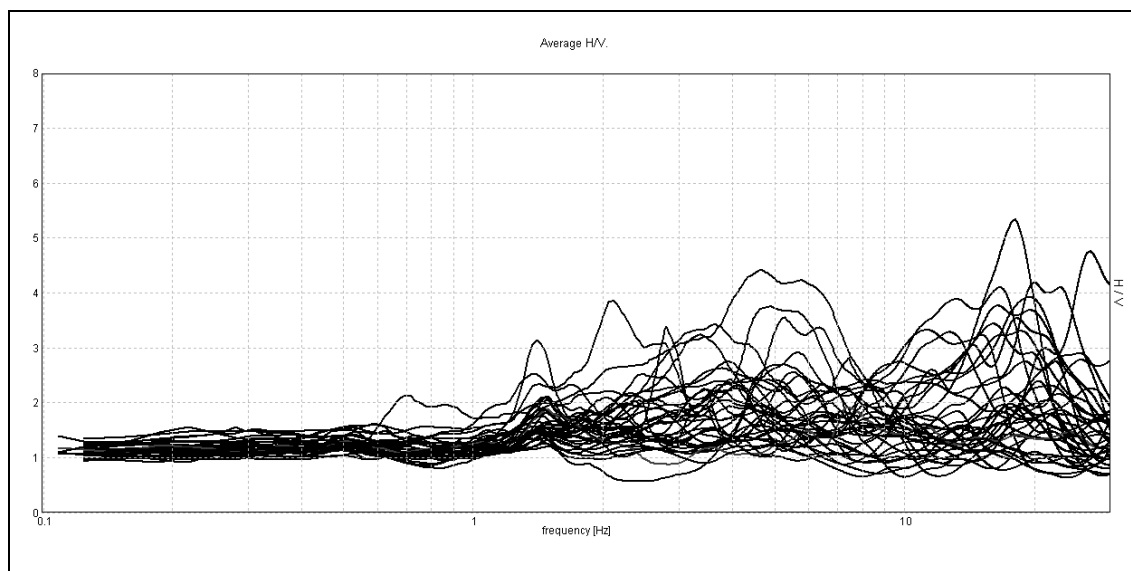
Si noti che, nel caso in cui siano presenti picchi di risonanza secondari (es. TR7) il valore della frequenza e dell'ampiezza sono riportati tra parentesi:

In nero il numero d'ordine della stazioni, in rosso i valori di frequenza ed in blu i valori di ampiezza di risonanza
 I valori tra parentesi si riferiscono ad eventuale picco di risonanza secondario

10,25Hz (5,25Hz)
 2,60 (2,20)
 Tr20

I dati in essa contenuti, incrociati con i dati geotecnici, stratigrafici e sismici disponibili sull'area, contribuiranno alla redazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (Mops) delle aree antropizzate del Comune di Castelnuovo di Garfagnana, a cura dello Studio di Geologia Barsanti, Sani & Ass.ti.

La figura seguente mostra le curve H/V di tutte le misure effettuate. La figura mostra che la maggior parte dei picchi di risonanza misurati hanno frequenza maggiore di 2 Hz. I picchi intorno a 1.5 Hz sono quasi tutti di origine antropica (artefatti) e quindi non hanno interesse ai fini ingegneristici poiché non sono generati da contrasti di impedenza sismica di origine stratigrafica. Risonanze a frequenze inferiori a 2 Hz sono state riscontrate solo nelle misure TR7 e TR20 le cui curve H/V mostrano modesti massimi relativi (H/V rispettivamente di 2.54 e 2.1) alle frequenze di 0.7 Hz e di circa 1.4 Hz (vedi schede allegate).



Per meglio descrivere il significato dei picchi di risonanza del sottosuolo alle varie frequenze, le curve sono state raggruppate in 4 set, riportati nell'allegato *Raggruppamenti curve H/V*. Ogni set contiene spettri H/V relativi a siti con risonanze del sottosuolo a frequenze simili e per ognuno di essi vengono discusse le possibili correlazioni tra risonanze rilevate e variazioni nella stratigrafia del sottosuolo così come

sono note dai dati geologici e stratigrafici (cartografie geologiche, sondaggi, prove penetrometriche, ecc.) alla luce anche degli altri dati sismici (sismica a rifrazione, downhole) disponibili sull'area. I nomi e le sigle formazionali adottati nelle descrizioni seguenti sono quelli della Carta Geologica della Regione Toscana alla scala 1:10 000.

Il set 1 include tutte le curve H/V caratterizzate da un picco di risonanza significativo (H/V maggiore di 2) nell'intervallo di frequenze compreso tra 2 e 4 Hz. I picchi osservati sono correlabili con contrasti di impedenza sismica a profondità di qualche decina di metri correlabili probabilmente con il passaggio tra i depositi della *Formazione di Casanova/membro-CCV2*, appartenente all'Unità di Ottone del Dominio Ligure Esteno, e la *Formazione Macigno-MAC* della Falda Toscana (ad esempio sotto la verticale delle misure TR2 e TR6) oppure con il passaggio tra la *Formazione Macigno* ed il *Membro delle Calcareni di Montegrossi-STO3* (Nummulitico Auctt.) della sottostante *Formazione della Scaglia Toscana-STO* (esempi: misure TR11 e TR27)

Il set 2 raggruppa le curve con picchi di risonanza a frequenze maggiori di 4 Hz e minori di 10 Hz, legati a salti di impedenza a profondità comprese tra una decina e poche decine di metri, attribuibili a seconda dei casi ad una delle seguenti contesti stratigrafici: passaggio tra depositi alluvionali recenti e le sottostanti *Formazione dei Conglomerati di Barga-PBL* e *Formazione delle Argille, sabbie e Conglomerati di Fornaci di Barga-AFB*, entrambe appartenenti ai Depositi Fluvio-Lacustri del Bacino di Barga e di Castelnuovo di Garfagnana (es. misura TR12); variazioni di granulometria e/o addensamento all'interno della *Formazione di Casanova* (misura TR4); passaggio tra la *Formazione Macigno* e la *Formazione della Scaglia Toscana/Membro delle Calcareni di Montegrossi* (es. TR5).

Il set 3 include le curve H/V caratterizzate da picchi di risonanza significativi compresi tra 10 e 20 Hz generati, quindi, da salti di impedenza sismica a deboli profondità, comprese tra pochi metri e 10 metri. Questi contrasti di impedenza sono generati al contatto tra i sedimenti alluvionali attuali/recenti o le coperture detritiche con i sottostanti depositi, sismicamente molto più rigidi, costituiti dalla successione torbida oligo-miocenica della *Formazione Macigno* (es. TR24 e TR25) oppure dalla successione clastica plio-pleistocenica appartenente al *Ciclo Fluvio-Lacustre* (TR7).

Il set 4 infine evidenzia situazioni, in cui non sono state rilevate risonanze significative del sottosuolo nell'intervallo di frequenze 0.1-20 Hz. L'assenza di risonanza suggerisce un graduale miglioramento delle caratteristiche meccaniche dei terreni con la profondità. In questi siti non sono però da escludere fenomeni di amplificazione sismica locale in caso di terremoti, dovuti ad effetti bidimensionali e tridimensionali generati da particolari condizioni topografiche e/o da paleomorfologie sepolte, non rilevabili con misure di microtremore a stazione singola. Infatti questa tipologia di indagini è in grado di evidenziare solo gli effetti dell'amplificazione sismica

locale generati da contrasti di impedenza sismica legati a variazioni verticali nella stratigrafia del sottosuolo indagato (effetti 1D).

Lucca, 03/12/14

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.

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

Albarelo 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,



COMUNE DI CASTELNUOVO DI GARFAGNANA

PROVINCIA DI LUCCA

MISURE DI RUMORE SISMICO AMBIENTALE A STAZIONE SINGOLA

Committente: Comune di Castelnuovo di Garfagnana

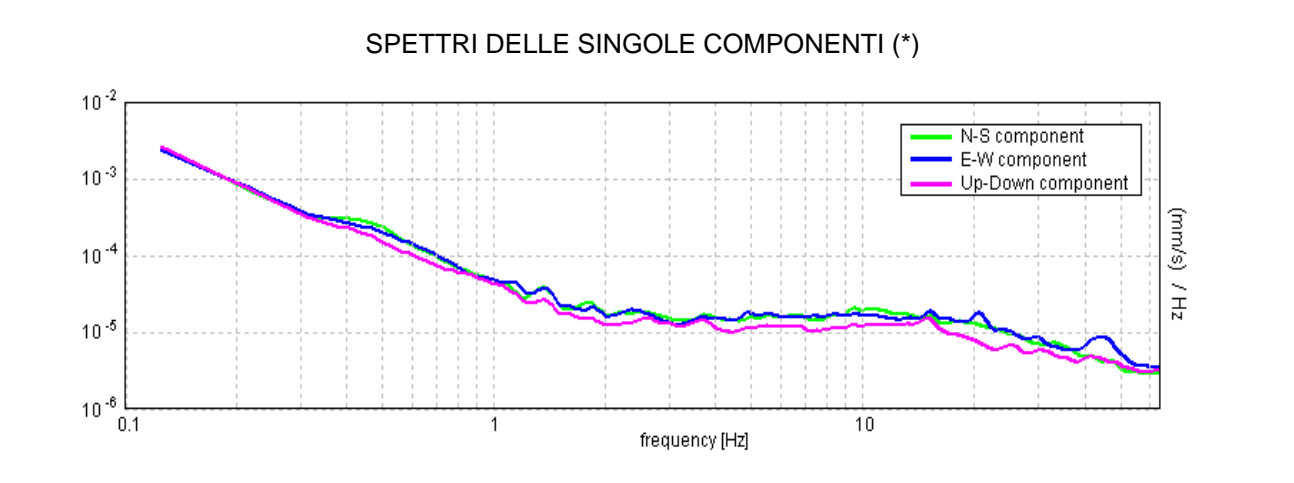
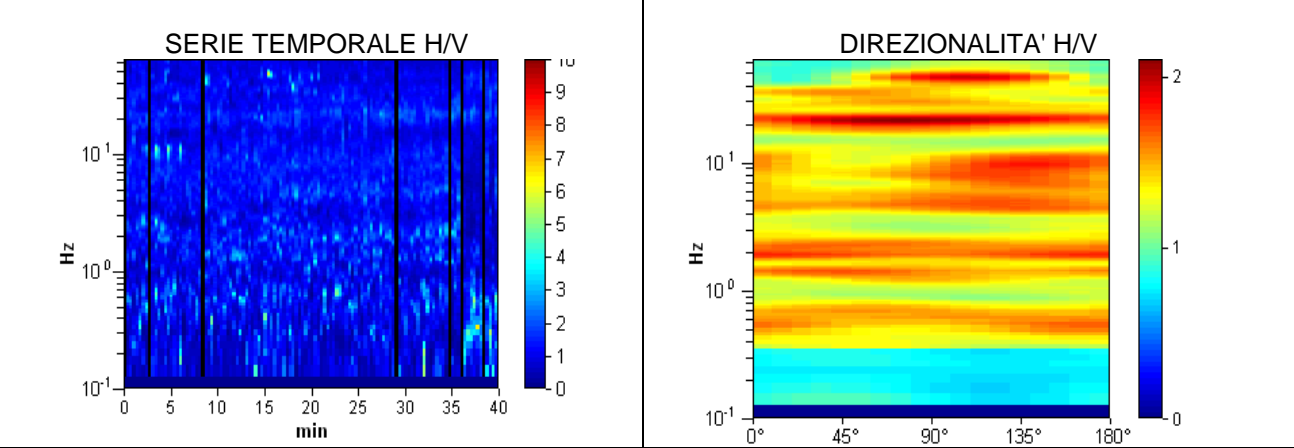
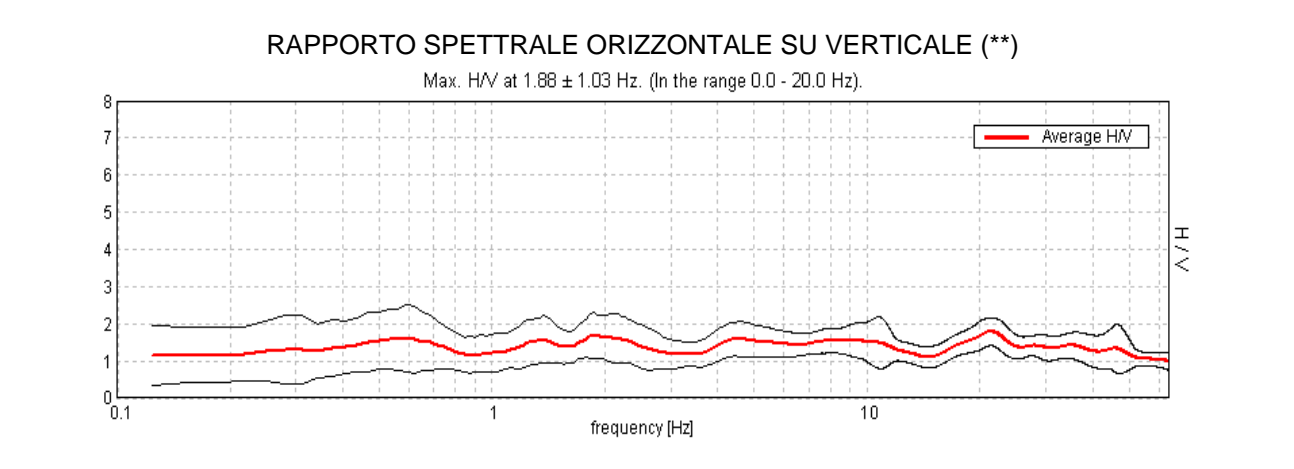
TAVOLE

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

CASTELNUOVO COMUNE, GRAGNANELLA TR01
Coordinate (WGS84): N 44,12358°; E 10,37705°

Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 27/10/14 09:45:18
Fine registrazione: 27/10/14 10:25:19

Durata registrazione: 0h40'00".
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 5% (*) e 10% (**)
Analizzato 94% tracciato (selezione manuale)
Condizioni meteo: sereno, calma di vento
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: alcuni transienti



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 1.88 ± 1.03 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	1.88 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	4237.5 > 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 91	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	1.70 > 2		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.2753 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.51618 < 0.1875		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3128 < 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
σ_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 σ_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	2

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.

CASTELNUOVO COMUNE, POCCERA
Coordinate (WGS84): N 44,12582°; E 10,38135°

TR02 BIS

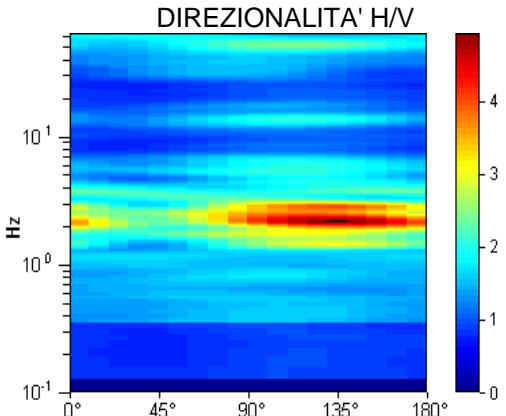
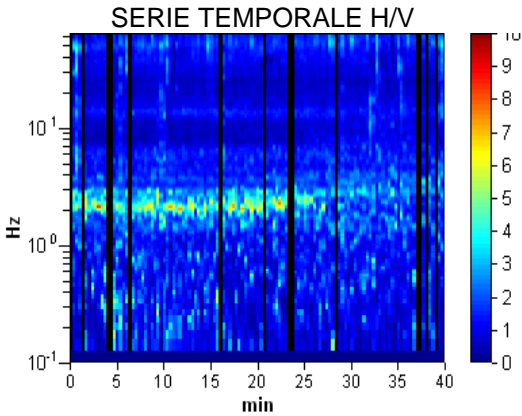
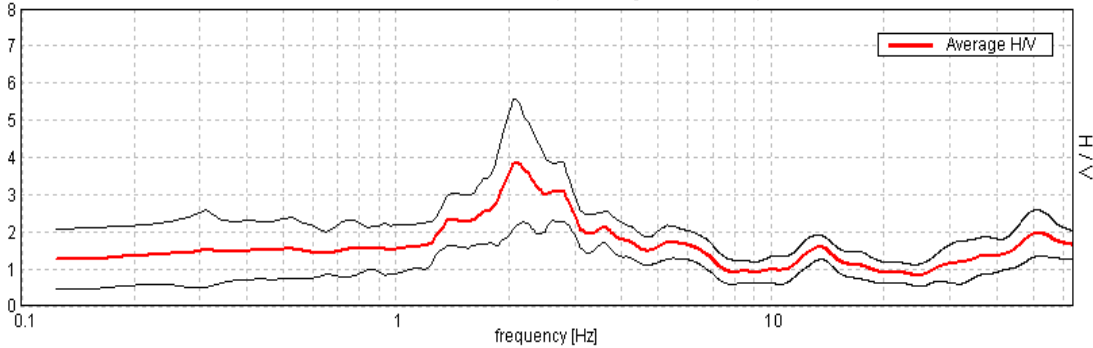
Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 11/11/14 13:15:53
Fine registrazione: 11/11/14 13:55:54

Durata registrazione: 0h40'00".
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 5% (*) e 10% (**)
Analizzato 88% tracciato (selezione manuale)
Condizioni meteo: pioviggine
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: diversi transienti ed alcuni artefatti

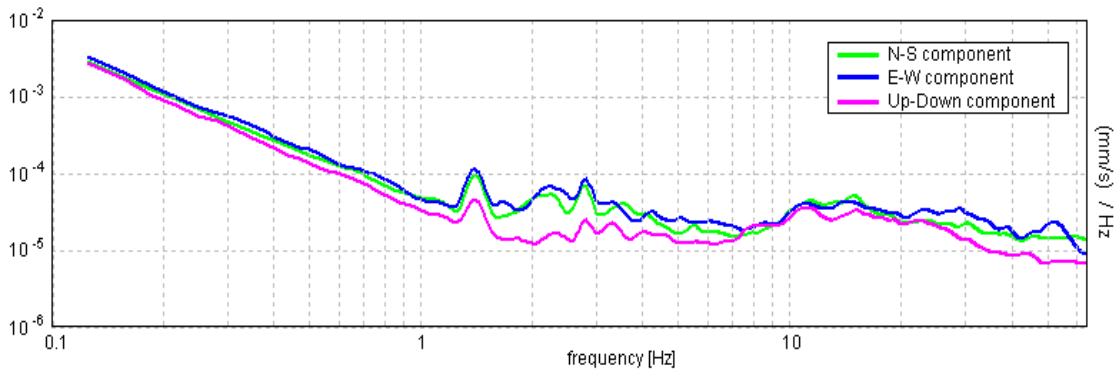


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (**)

Max. H/V at 2.09 ± 0.01 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (*)



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 2.09 ± 0.01 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.09 > 0.50$	OK
$n_c(f_0) > 200$	$4438.8 > 200$	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 102	OK

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.281 Hz	OK
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.844 Hz	OK
$A_0 > 2$	$3.86 > 2$	OK
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$[0.00254] < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.00531 < 0.10469$	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.8496 < 1.58$	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
σ_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 σ_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 "chiari" 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.

CASTELNUOVO COMUNE, PETTINELLA
Coordinate (WGS84): N 44,13029°; E 10,38134°

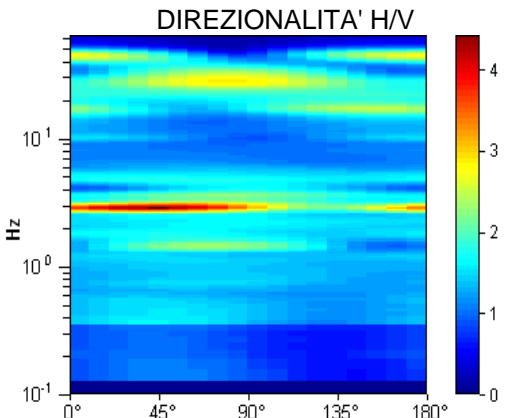
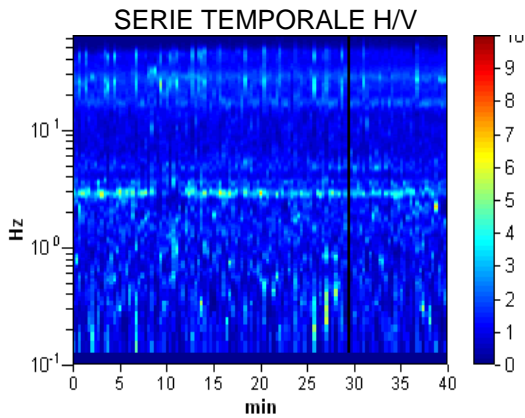
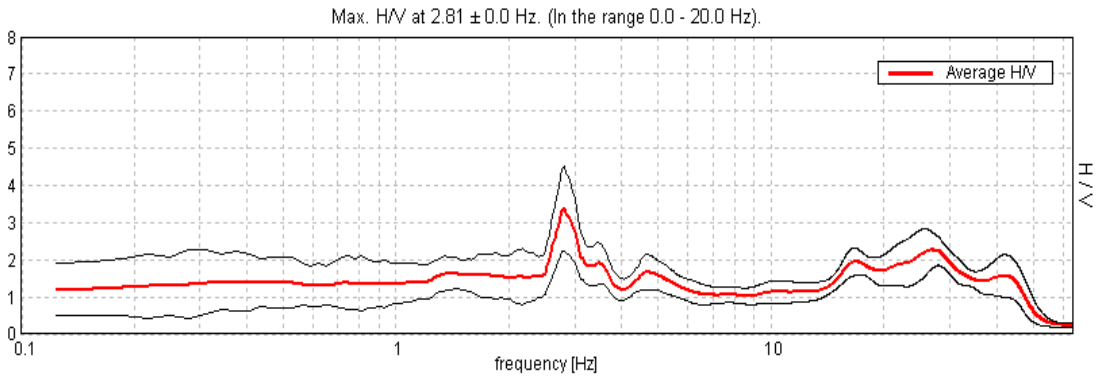
TR03 BIS

Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 11/11/14 14:05:47
Fine registrazione: 11/11/14 14:45:48

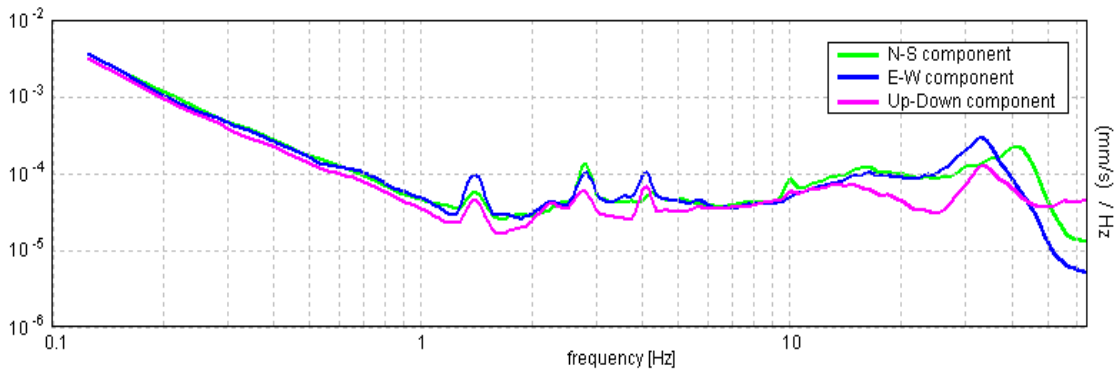
Durata registrazione: 0h40'00".
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 5% (*) e 10% (**)
Analizzato 99% tracciato (selezione manuale)
Condizioni meteo: pioviggine
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: rari transienti ed alcuni artefatti



RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (**)



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (*)



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 2.81 ± 0.0 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	2.81 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	6693.8 > 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 136	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.5 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.688 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.39 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00021 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.00059 < 0.14063$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.5786 < 1.58$	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
σ_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 σ_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	2

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 2,81Hz è generato da un disturbo monocromatico di origine antropica (artefatto) e non è stato quindi preso in considerazione

(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

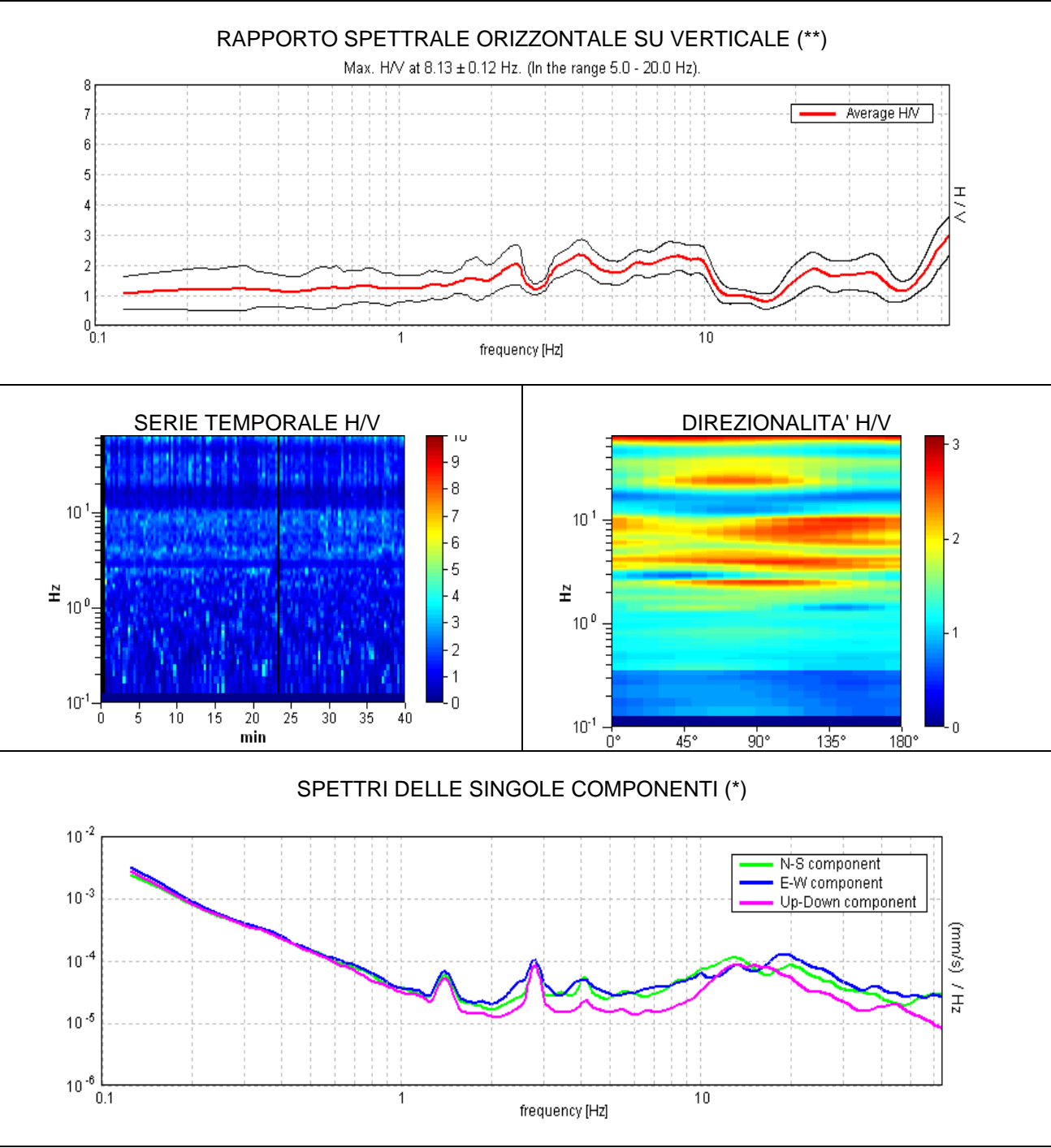
(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): *The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake*. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

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

CASTELNUOVO COMUNE, SASSO TR04 BIS
Coordinate (WGS84): N 44,12667°; E 10,38573°

Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 11/11/14 14:52:40
Fine registrazione: 11/11/14 15:32:41

Durata registrazione: 0h40'00".
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 5% (*) e 10% (**)
Analizzato 98% tracciato (selezione manuale)
Condizioni meteo: pioggia
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: alcuni artefatti



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 8.13 ± 0.12 Hz (nell'intervallo 5.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	8.13 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	19012.5 > 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 391	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 $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	11.281 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.30 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	[0.00715] < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.05807 < 0.40625	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2367 < 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
σ_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 σ_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 "chiari" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

NOTE

Il picco a circa 4Hz non è stato considerato perché di origine antropica (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 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.

CASTELNUOVO COMUNE, IL COLLETO
Coordinate (WGS84): N 44,12423°; E 10,39144°

TR05

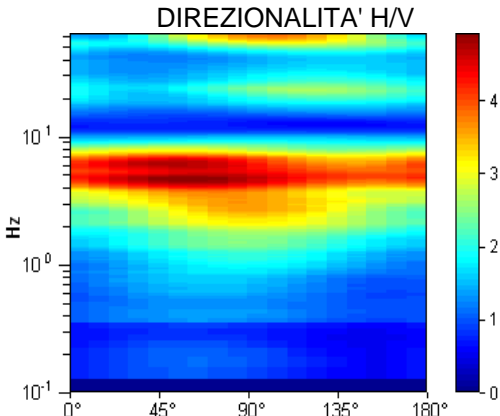
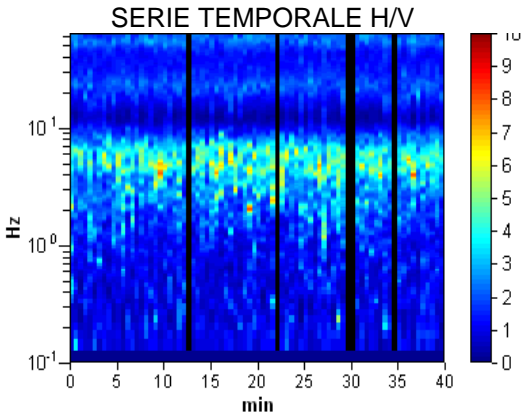
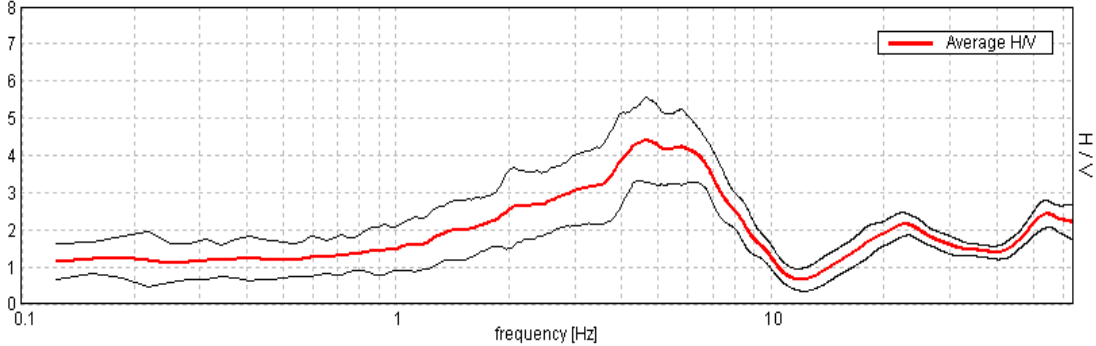
Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 27/10/14 13:02:31
Fine registrazione: 27/10/14 13:42:32

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, vento leggero
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: alcuni transienti (autoveicoli)

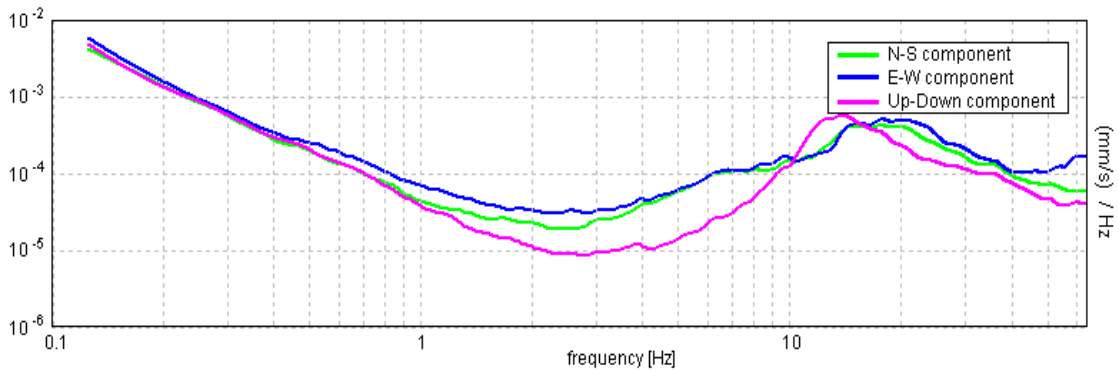


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (**)

Max. H/V at 4.66 ± 0.17 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (*)



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 4.66 ± 0.17 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	4.66 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	10476.6 > 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 224	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 $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	8.469 Hz	OK	
$A_0 > 2$	4.42 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01824 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.08493 < 0.23281$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.5698 < 1.58$	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
σ_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 σ_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

(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.

CASTELNUOVO COMUNE, DEZZA
Coordinate (WGS84): N 44,12109°; E 10,39351°

TR06

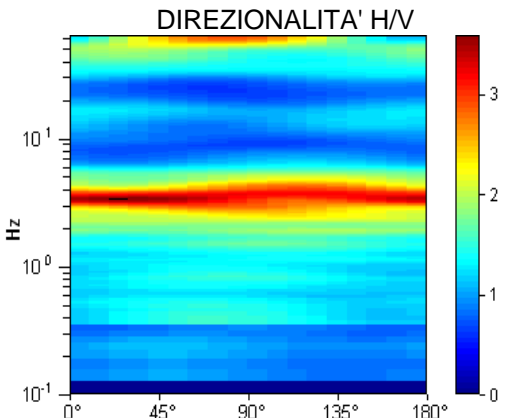
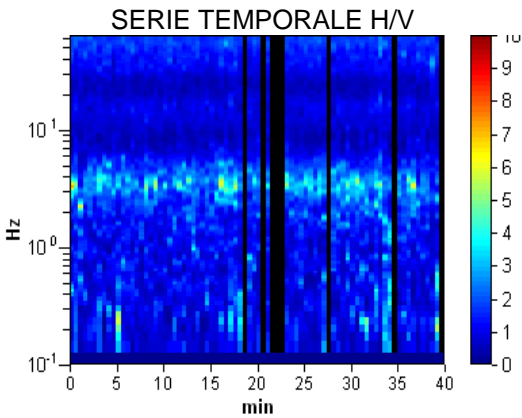
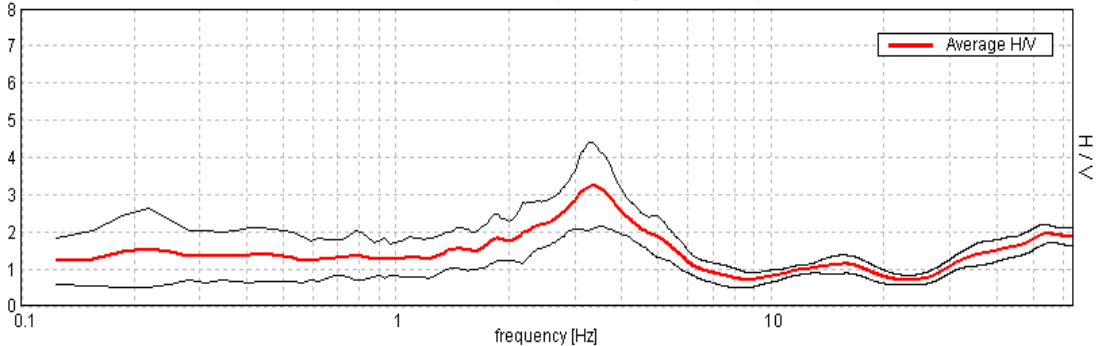
Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 27/10/14 13:46:50
Fine registrazione: 27/10/14 14:26:51

Durata registrazione: 0h40'00".
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 30 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 5% (*) e 10% (**)
Analizzato 90% tracciato (selezione manuale)
Condizioni meteo: sereno, vento leggero
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: alcuni transienti (autoveicoli)

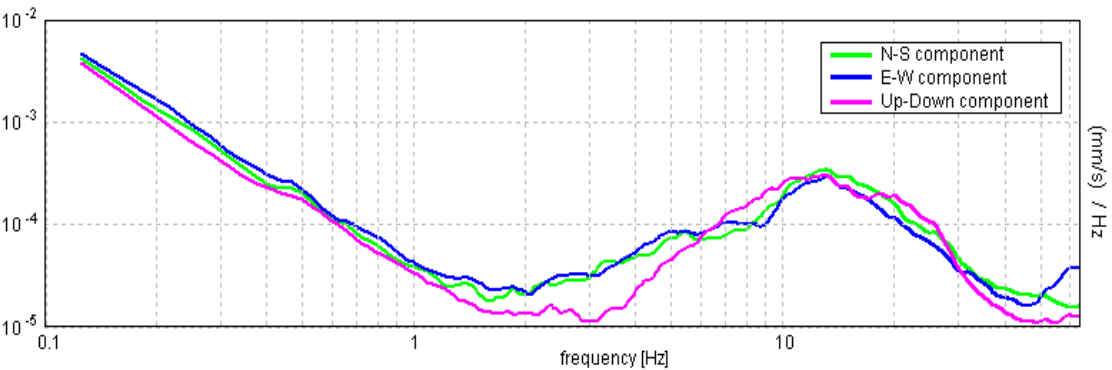


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (**)

Max. H/V at 3.38 ± 0.02 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (*)



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 3.38 ± 0.02 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$3.38 > 0.33$	OK
$n_c(f_0) > 200$	$7290.0 > 200$	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 163	OK

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.719 Hz	OK
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	5.406 Hz	OK
$A_0 > 2$	$3.24 > 2$	OK
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$[0.00343] < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.01157 < 0.16875$	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.5666 < 1.58$	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
σ_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 σ_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 "chiari" 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.

CASTELNUOVO COMUNE, S.MARIA
Coordinate (WGS84): N 44,11698°; E 10,39691°

TR07

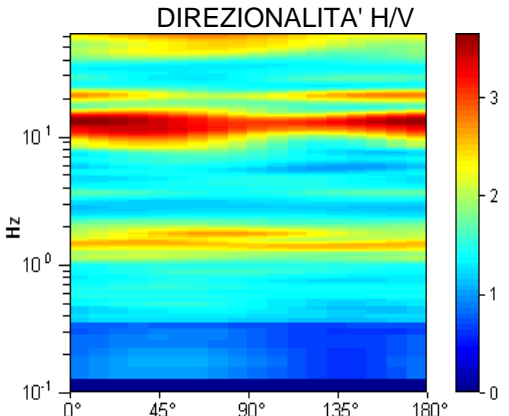
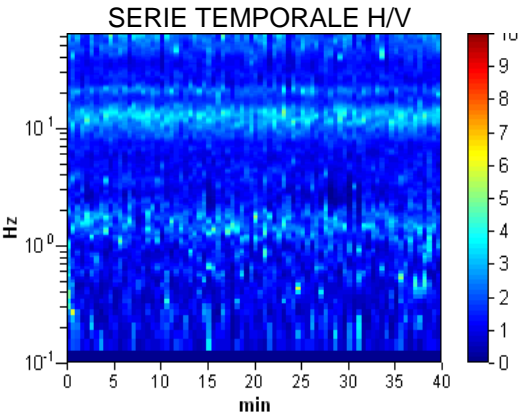
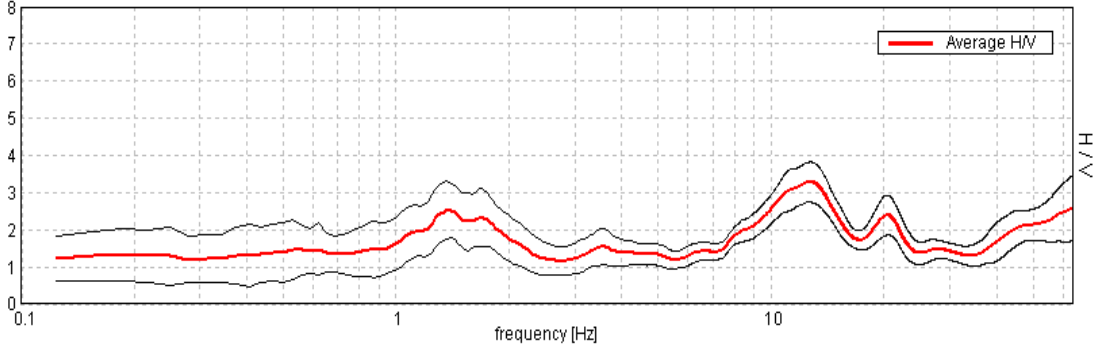
Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 27/10/14 14:38:28
Fine registrazione: 27/10/14 15:18:29

Durata registrazione: 0h40'00".
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 30 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 5% (*) e10% (**)
Analisi effettuata sull'intera traccia.
Condizioni meteo: sereno, vento leggero con raffiche a tratti
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: alcuni artefatti di piccola ampiezza

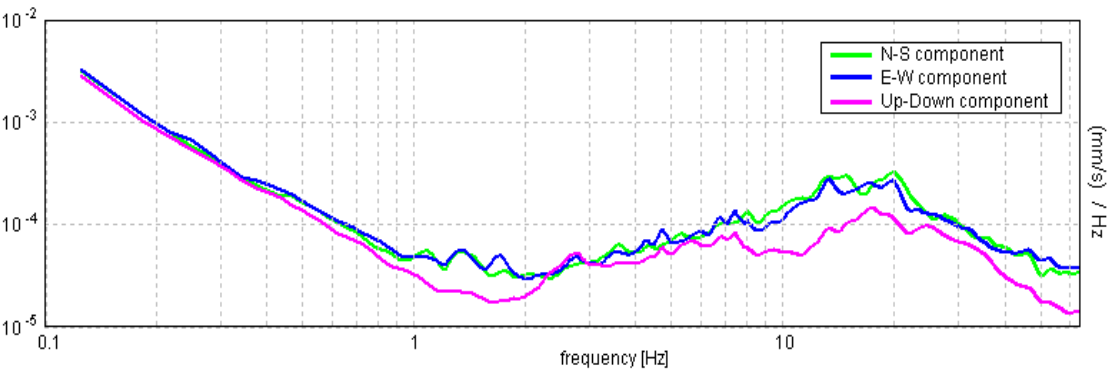


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (**)

Max. H/V at 12.69 ± 0.63 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (*)



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 12.69 ± 0.63 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	12.69 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	30450.0 > 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 610	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	7.688 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	23.031 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.29 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02465 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.31269 < 0.63438$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2682 < 1.58$	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
σ_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 σ_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

Risonanza del sottosuolo anche alla frequenza di 1,4Hz

(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.

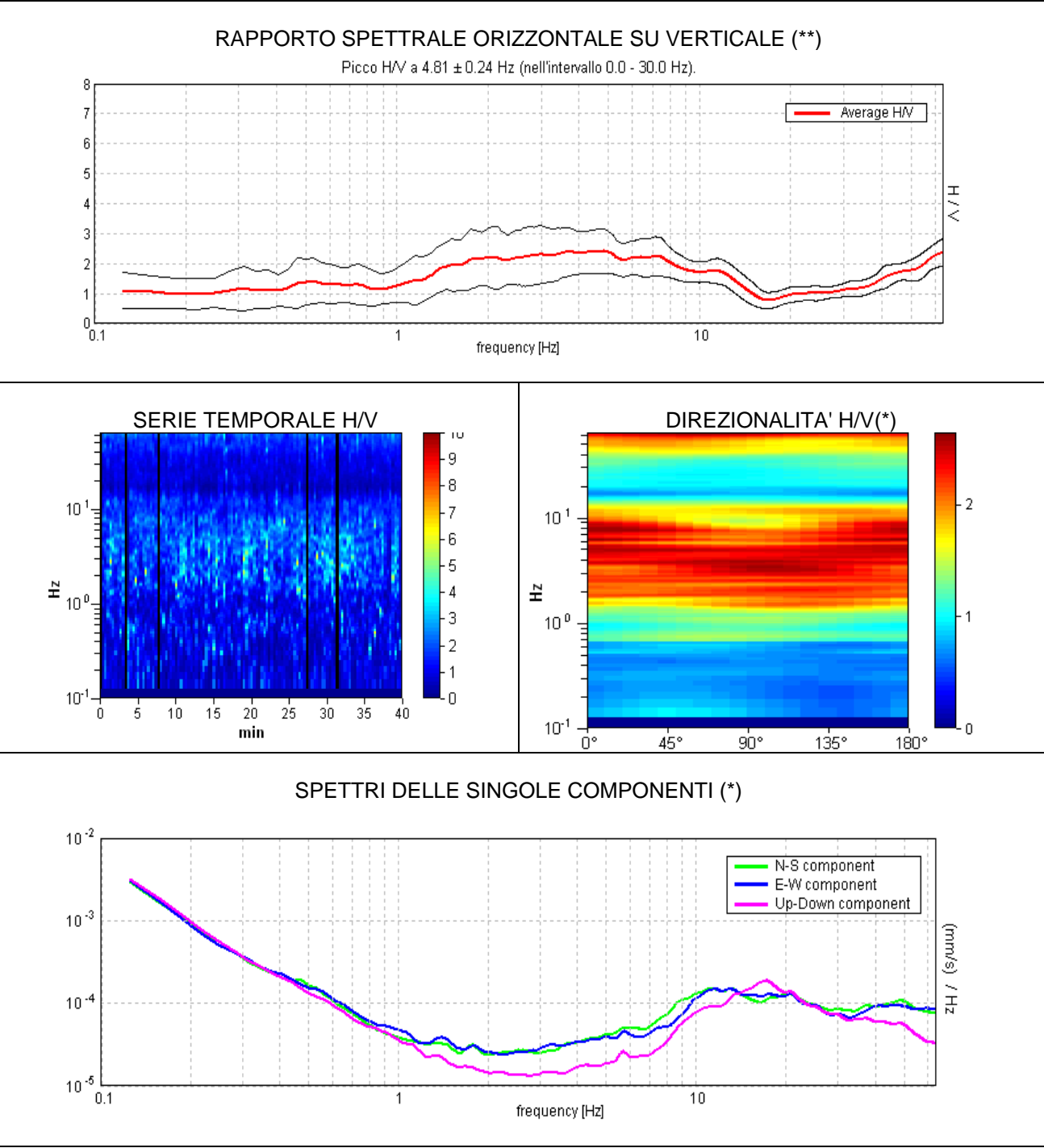
CASTELNUOVO COMUNE, CAPOLUOGO
Coordinate (WGS84): N 44,10751°; E 10,40951°

TR08



Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 27/10/14 15:29:44
Fine registrazione: 27/10/14 16:09:45

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: sereno, vento leggero
Tipo di superficie: terreno in aiuola
Disturbi: alcuni transienti e rari artefatti di piccola ampiezza



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 4.81 ± 0.24 Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	4.81 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	11068.8 > 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 232	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 $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	14.031 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.41 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$[0.02514] < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.12101 < 0.24063	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3679 < 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
σ_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 σ_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 blanda risonanza del sottosuolo in tutto il range 1,8 – 8Hz (possibili picchi a frequenze ravvicinate non risolvibili singolarmente)

(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.

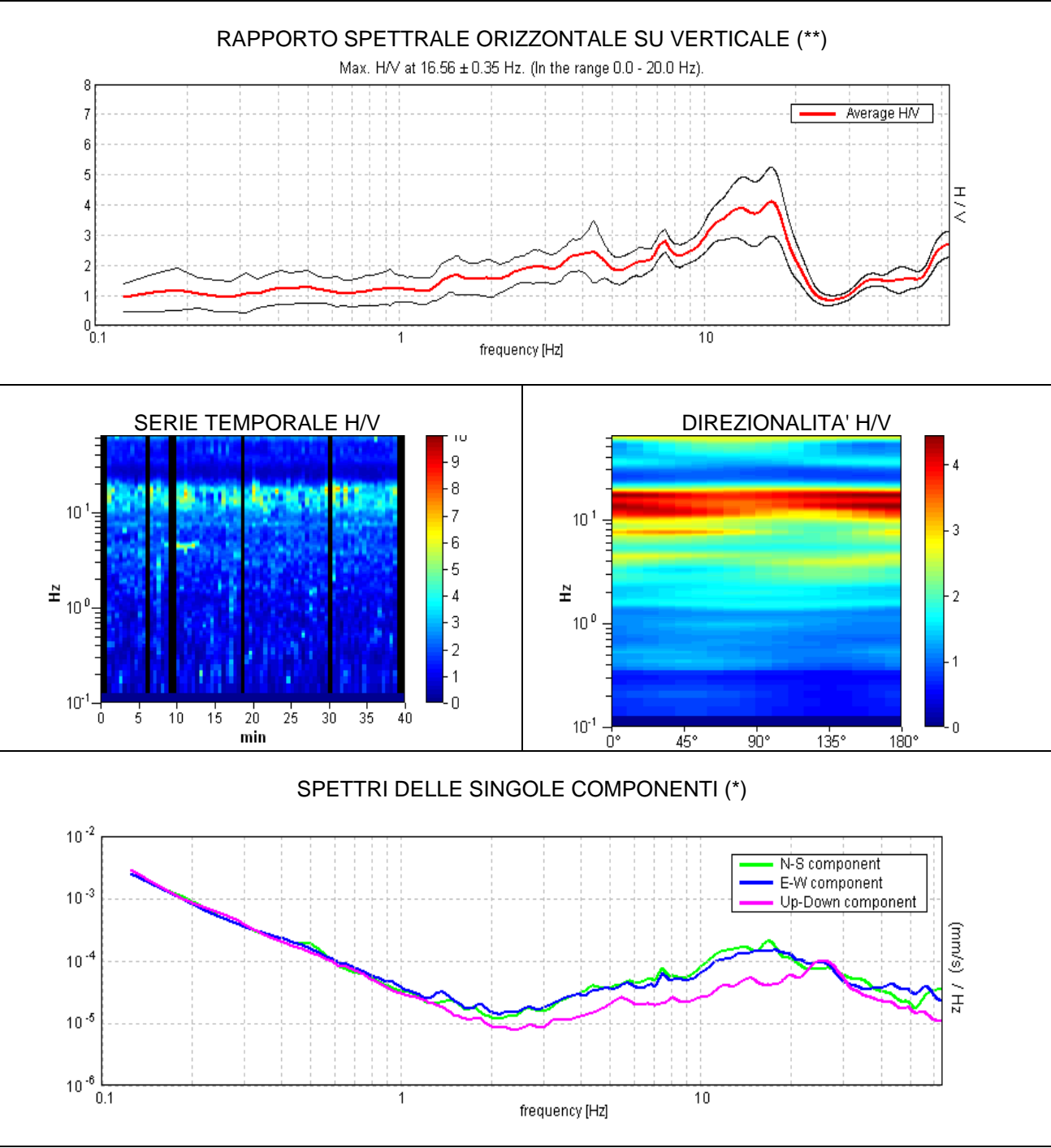
CASTELNUOVO COMUNE, CAPOLUOGO
Coordinate (WGS84): N 44,11066°; E 10,41040°

TR09



Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 27/10/14 16:20:05
Fine registrazione: 27/10/14 17:00:06

Durata registrazione: 0h40'00".
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 30 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 5% (*) e 10% (**)
Analizzato 89% tracciato (selezione manuale)
Condizioni meteo: sereno, vento a tratti
Tipo di superficie: terreno in parco giochi
Disturbi: alcuni transienti ed alcuni artefatti di piccola ampiezza



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 16.56 ± 0.35 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	16.56 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	35278.1 > 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 796	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	5.844 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	20.313 Hz	OK	
$A_0 > 2$	4.10 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.0106 < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.17548 < 0.82813	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.5725 < 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
σ_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 σ_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 "chiari" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

NOTE

Possibilità di blanda risonanza del sottosuolo anche alla frequenza di circa 4Hz

(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.

CASTELNUOVO COMUNE, CAPOLUOGO TR10 BIS

Coordinate (WGS84): N 44,10409°; E 10,40802°

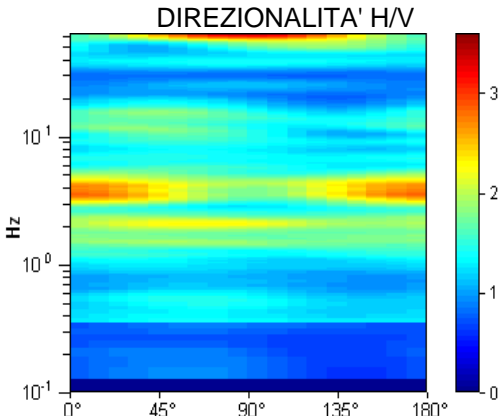
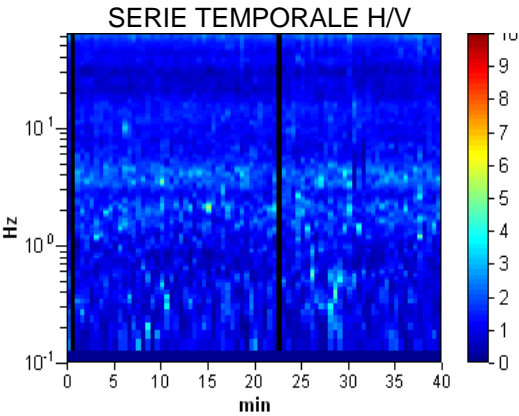
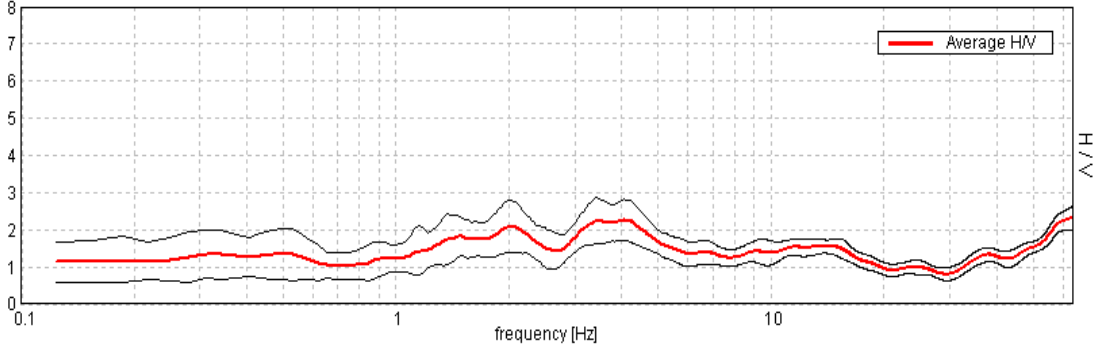
Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 11/11/14 11:30:39
Fine registrazione: 11/11/14 12:10:40

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
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: rari transienti ed artefatti

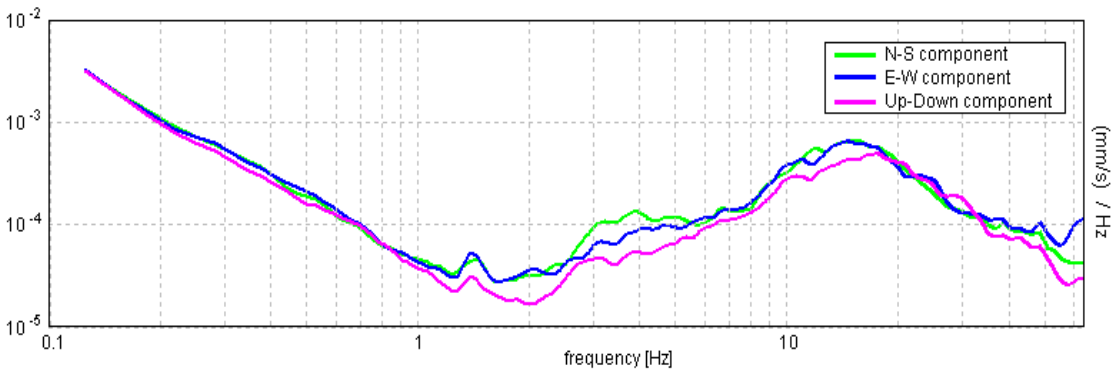


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (**)

Max. H/V at 4.06 ± 0.16 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (*)



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 4.06 ± 0.16 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	4.06 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	9506.3 > 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 196	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	
$A_0 > 2$	2.26 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01977 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.08033 < 0.20313	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2763 < 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
σ_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 σ_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 blanda risonanza del sottosuolo anche alla frequenza di circa 2Hz

(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.

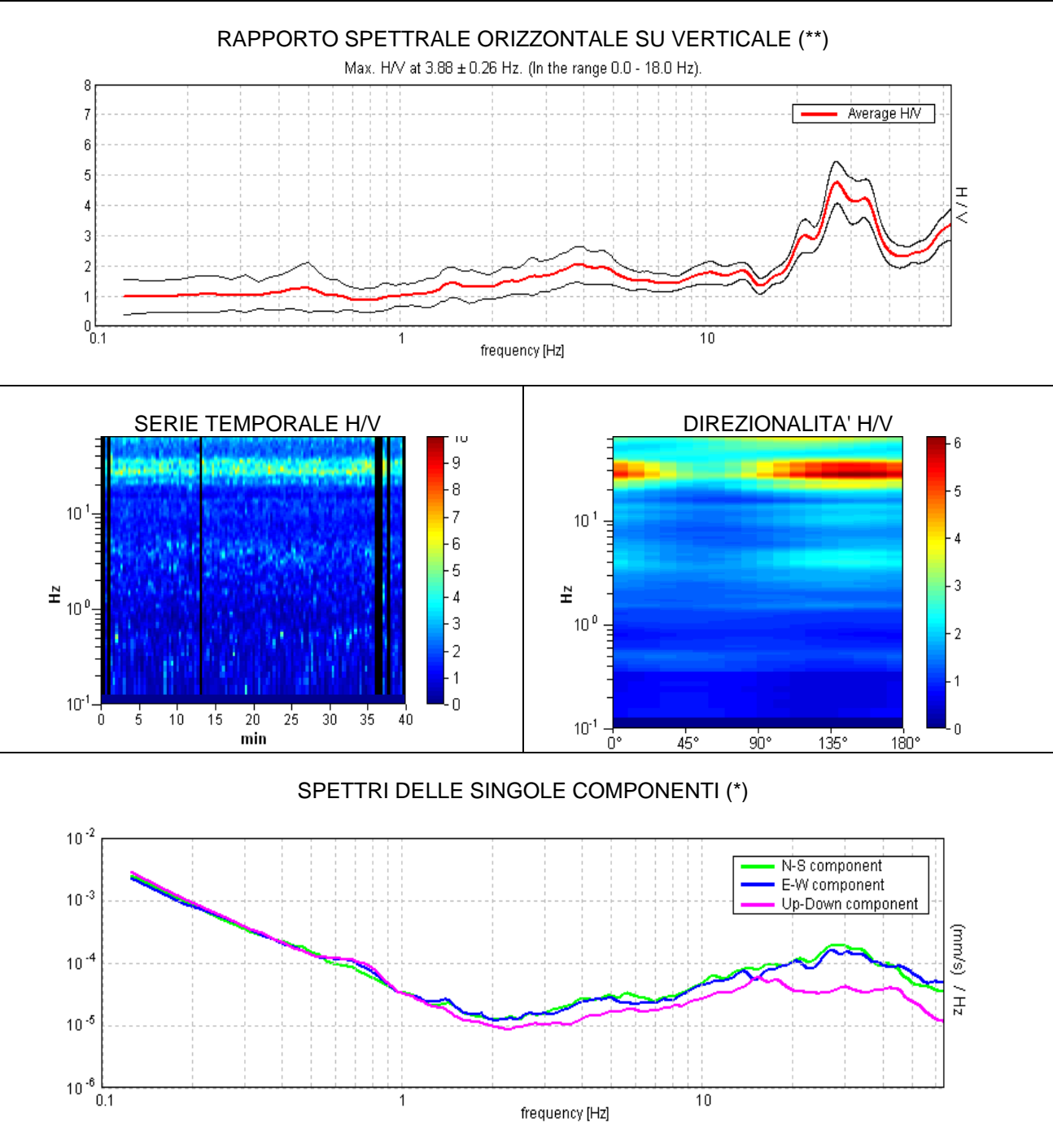
CASTELNUOVO COMUNE, CAPOLUOGO
Coordinate (WGS84): N 44,10973°; E 10,41275°

TR11



Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 28/10/14 09:30:07
Fine registrazione: 28/10/14 10:10:08

Durata registrazione: 0h40'00".
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 5% (*) e 10% (**)
Analizzato 92% tracciato (selezione manuale)
Condizioni meteo: sereno, calma di vento
Tipo di superficie: terreno in aiuola
Disturbi: alcuni transienti (traffico veicolare)



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 3.88 ± 0.26 Hz (nell'intervallo 0.0 - 18.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	3.88 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	8602.5 > 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 187	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.969 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.04 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$[0.03324] < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.12882 < 0.19375	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.298 < 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
σ_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 σ_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 "chiari" 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.

CASTELNUOVO COMUNE, MONTE ALFONSO TR12
Coordinate (WGS84): N 44,10827°; E 10,40068°

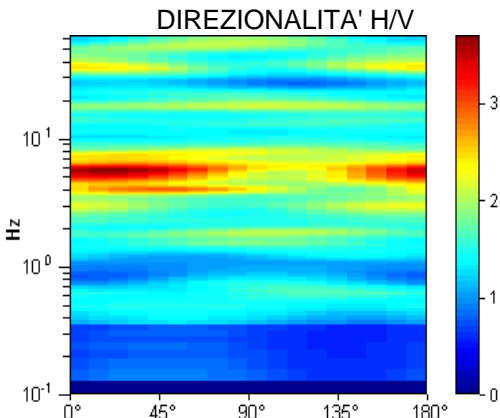
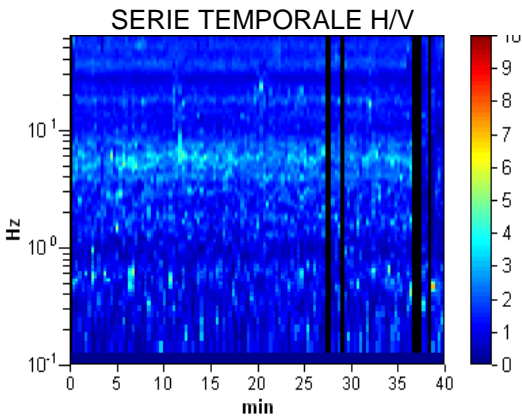
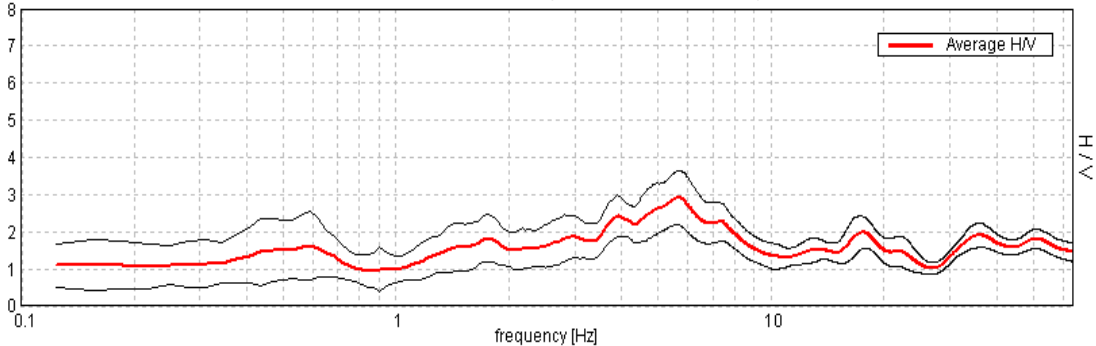
Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 28/10/14 10:22:53
Fine registrazione: 28/10/14 11:02:54

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, brezza leggera
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: alcuni transienti ed alcuni artefatti

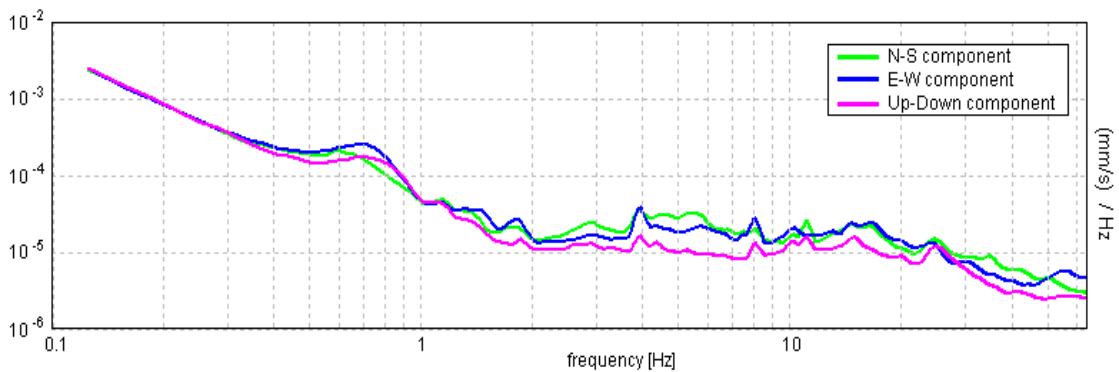


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (**)

Picco H/V a 5.63 ± 0.15 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (*)



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 5.63 ± 0.15 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	5.63 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	12600.0 > 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 271	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 $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	9.375 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.92 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	[0.01307] < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.0735 < 0.28125	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3685 < 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
σ_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 σ_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 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.

CASTELNUOVO COMUNE, AI CERRI
Coordinate (WGS84): N 44,10508; E 10,40321°

TR13 BIS

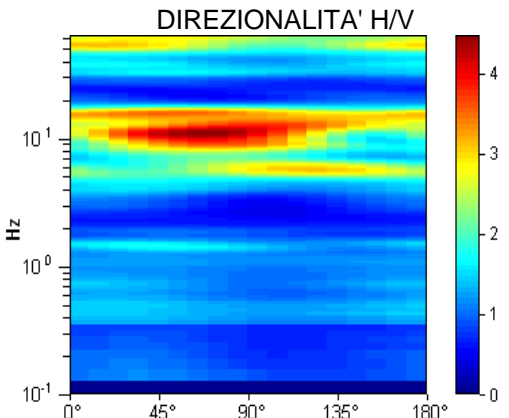
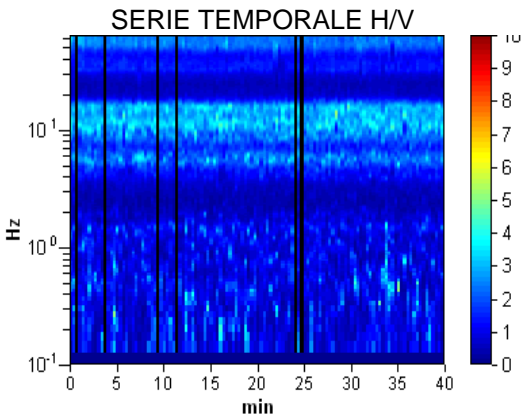
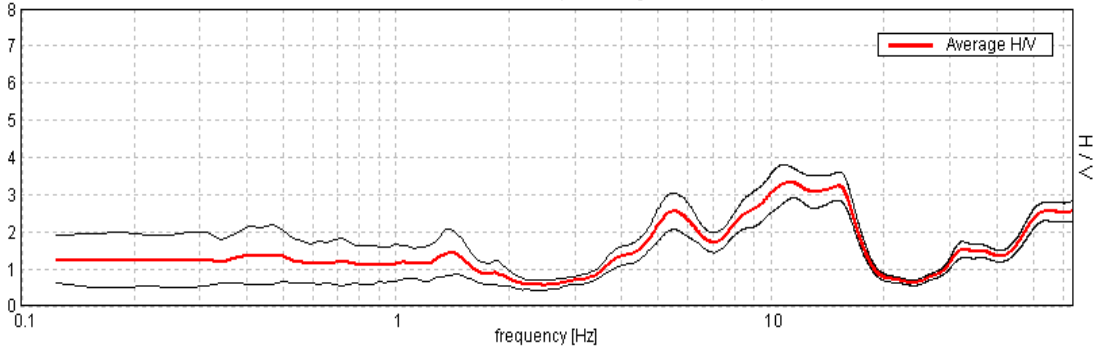
Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 11/11/14 12:19:17
Fine registrazione: 11/11/14 12:59:18

Durata registrazione: 0h40'00".
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 5% (*) e 10% (**)
Analizzato 95% tracciato (selezione manuale)
Condizioni meteo: sereno
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: alcuni transienti e rari artefatti

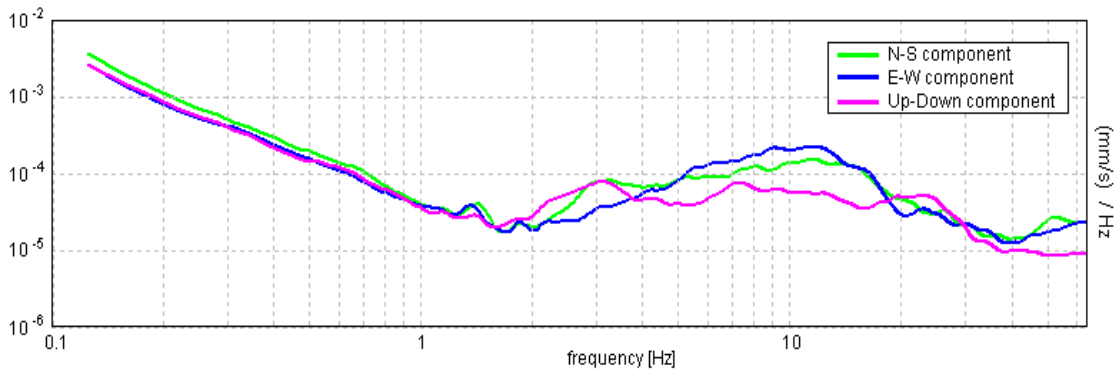


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (**)

Max. H/V at 11.22 ± 0.04 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (*)



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 11.22 ± 0.04 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	11.22 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	25578.8 > 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 540	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	4.594 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	17.563 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.33 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$[0.00196] < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.02195 < 0.56094	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2206 < 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
σ_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 σ_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

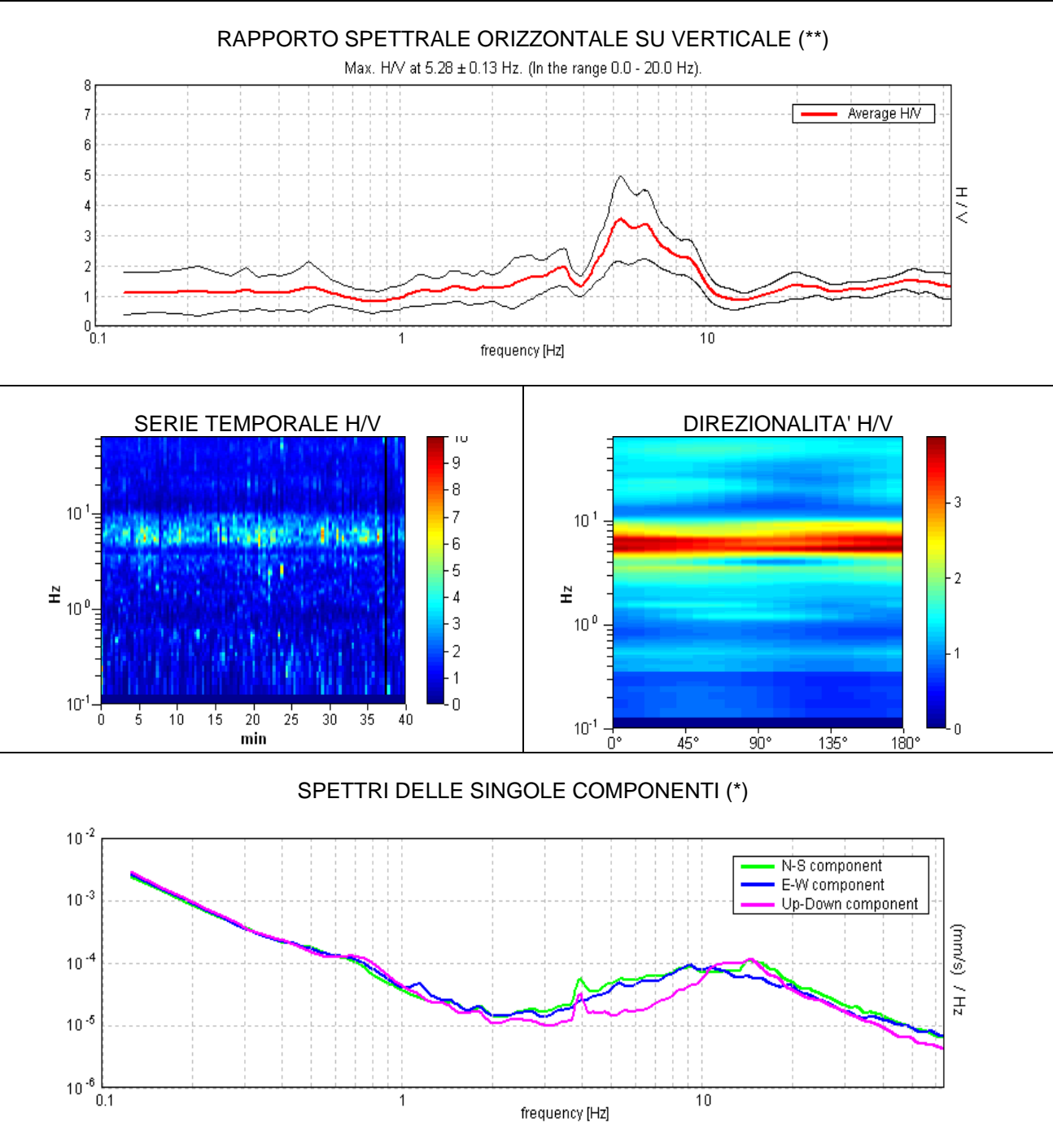
(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): *The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake*. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

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

CASTELNUOVO COMUNE, PASQUIGLIORA TR14
Coordinate (WGS84): N 44,10434°; E 10,39480°

Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 28/10/14 12:05:16
Fine registrazione: 28/10/14 12:45:17

Durata registrazione: 0h40'00".
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 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



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 5.28 ± 0.13 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	5.28 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	12569.4 > 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 254	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 $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	9.625 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.55 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	[0.01265] < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.06681 < 0.26406	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.7114 < 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
σ_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 σ_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 "chiari" 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.

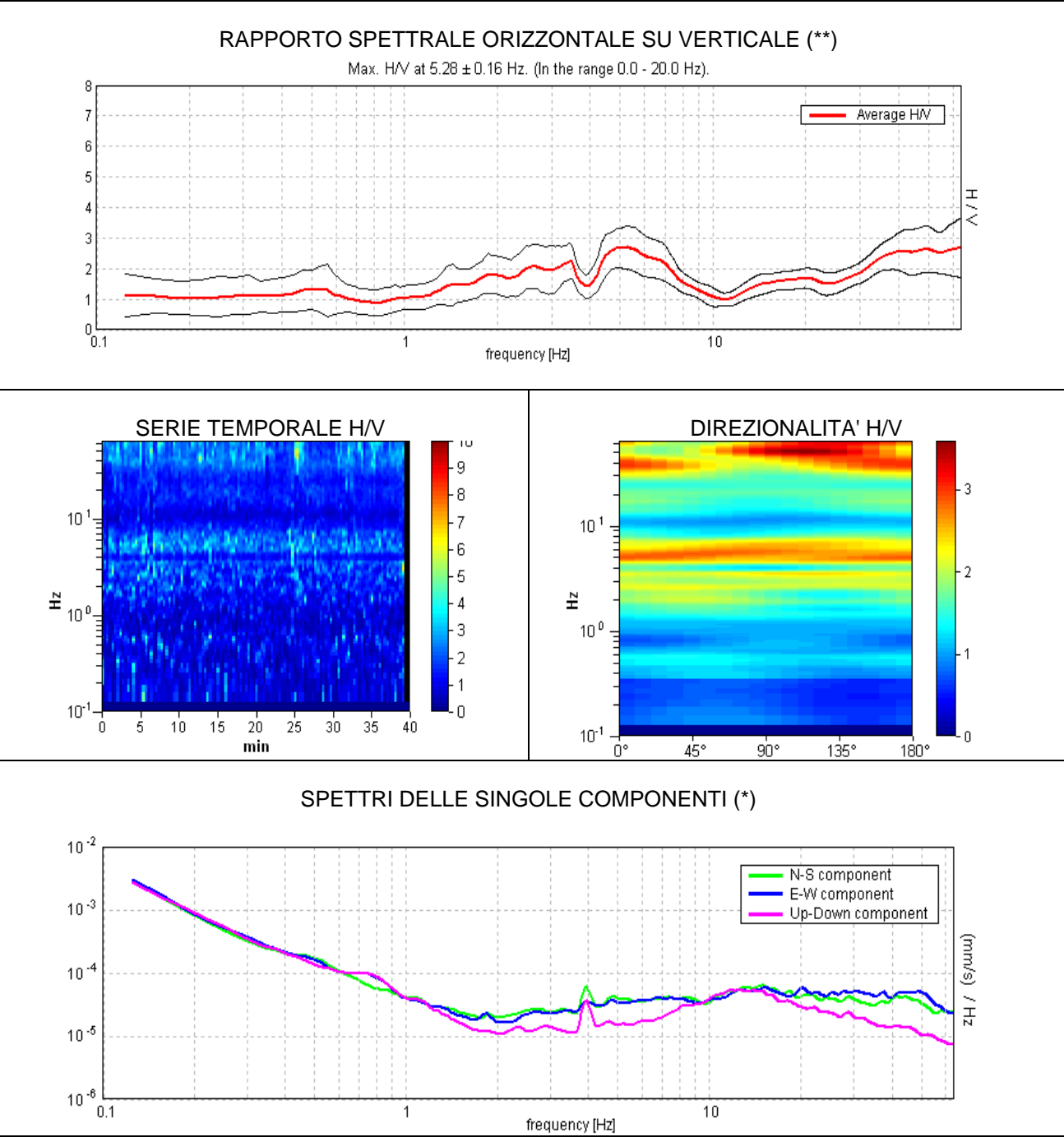
CASTELNUOVO COMUNE, SCEPATO
Coordinate (WGS84): N 44,10435°; E 10,38879°

TR15



Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 28/10/14 12:53:12
Fine registrazione: 28/10/14 13:33:12

Durata registrazione: 0h40'00".
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 5% (*) e 10% (**)
Analizzato 98% tracciato (selezione manuale)
Condizioni meteo: sereno, calma di vento
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: rari transienti e rari artefatti



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 5.28 ± 0.16 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	5.28 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	12463.8 > 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 254	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.313 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	8.781 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.69 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01566 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.08269 < 0.26406$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3615 < 1.58$	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
σ_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 σ_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.

CASTELNUOVO COMUNE, TORRITE
Coordinate (WGS84): N 44,10226°; E 10,39213°

TR16

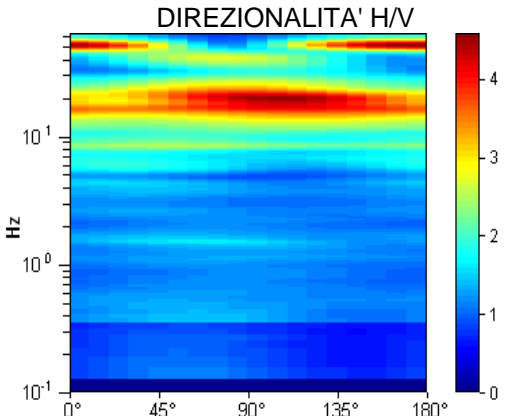
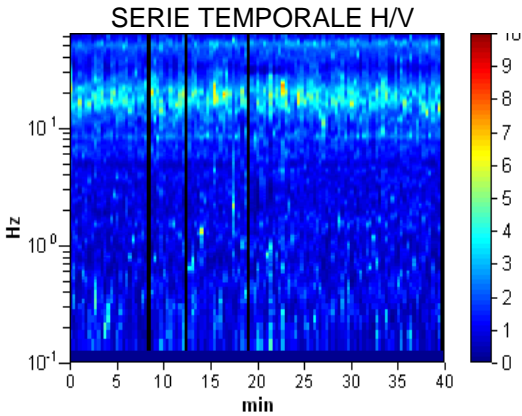
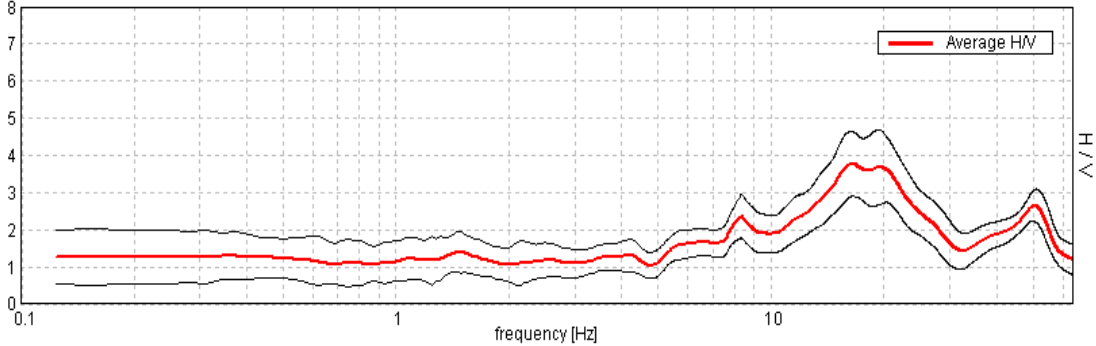
Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 28/10/14 13:46:52
Fine registrazione: 28/10/14 14:26:53

Durata registrazione: 0h40'00".
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 5% (*) e 10% (**)
Analizzato 97% tracciato (selezione manuale)
Condizioni meteo: sereno, brezza leggera
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: rari transienti (traffico veicolare) ed alcuni artefatti

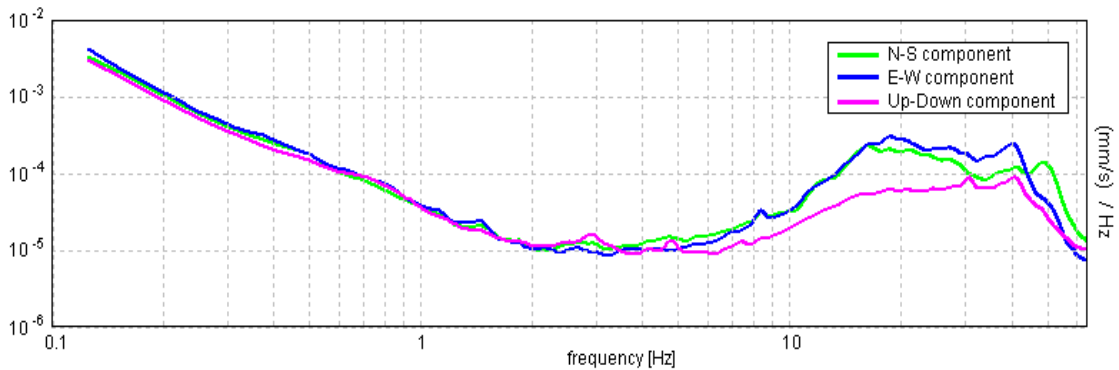


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (**)

Max. H/V at 16.47 ± 0.23 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (*)



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 16.47 ± 0.23 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	16.47 > 0.50	OK
$n_c(f_0) > 200$	38207.5 > 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 792	OK

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	7.688 Hz	OK
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	28.625 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.77 > 2	OK
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$[0.00704] < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.11588 < 0.82344$	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4371 < 1.58$	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
σ_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 σ_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 "chiari" 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.

CASTELNUOVO COMUNE, PERDONICA
Coordinate (WGS84): N 44,10234°; E 10,39805°

TR17

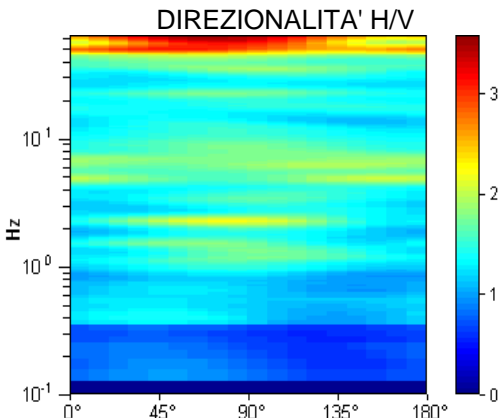
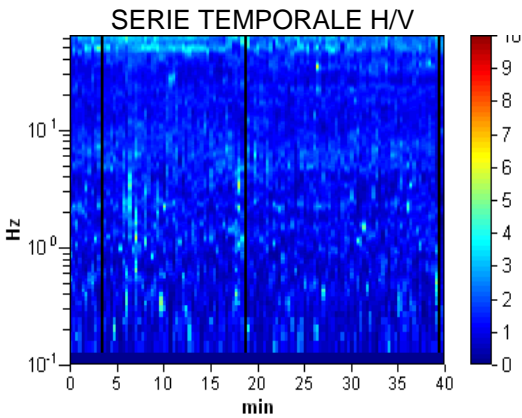
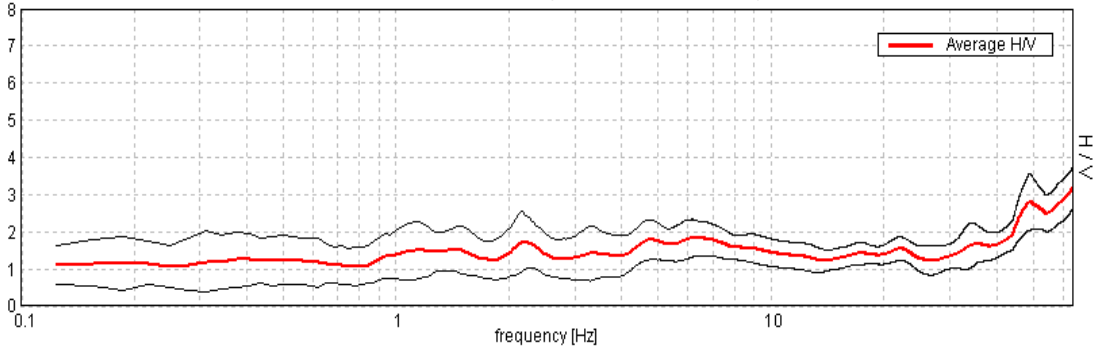
Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 28/10/14 14:34:23
Fine registrazione: 28/10/14 15:14:24

Durata registrazione: 0h40'00".
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 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 ed alcuni artefatti

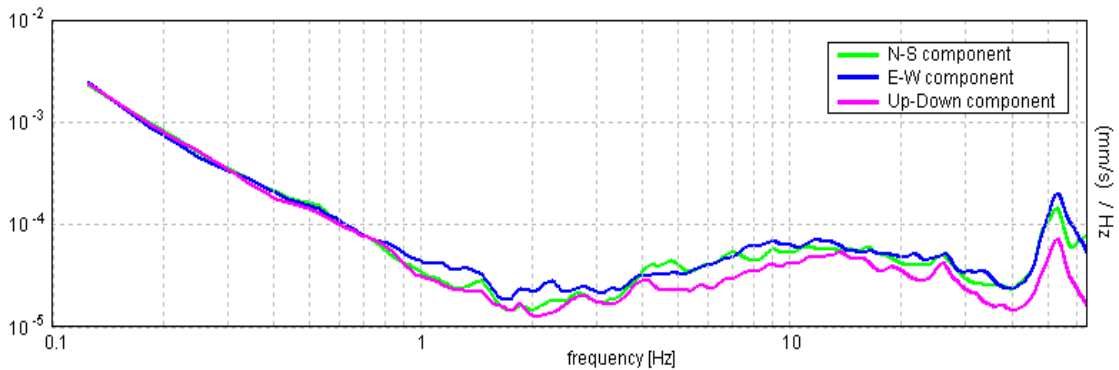


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (**)

Picco H/V a 6.25 ± 0.46 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (*)



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 6.25 ± 0.46 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	6.25 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	14625.0 > 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 301	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 $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	1.83 > 2		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03697 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.23107 < 0.3125	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2487 < 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
σ_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 σ_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	2

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.

CASTELNUOVO COMUNE, CECCHETTI
Coordinate (WGS84): N 44,10337°; E 10,40190°

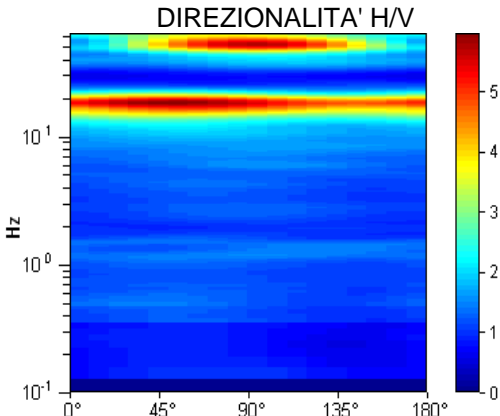
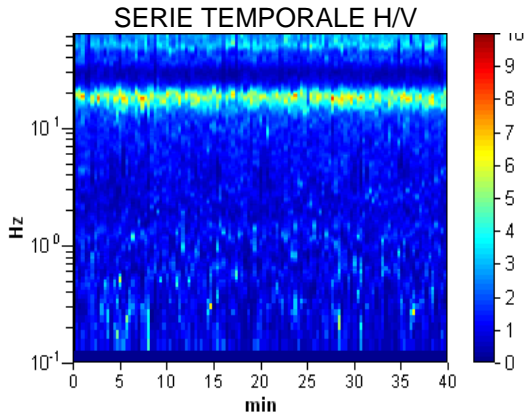
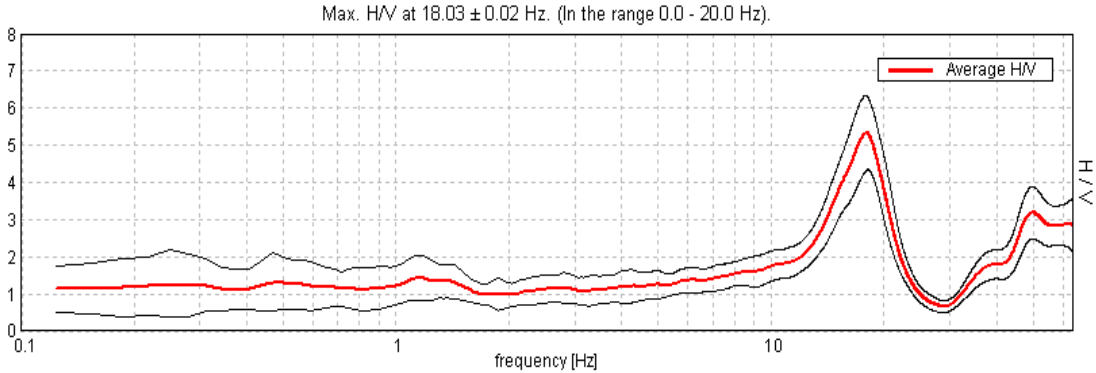
TR18

Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 28/10/14 15:21:31
Fine registrazione: 28/10/14 16:01:32

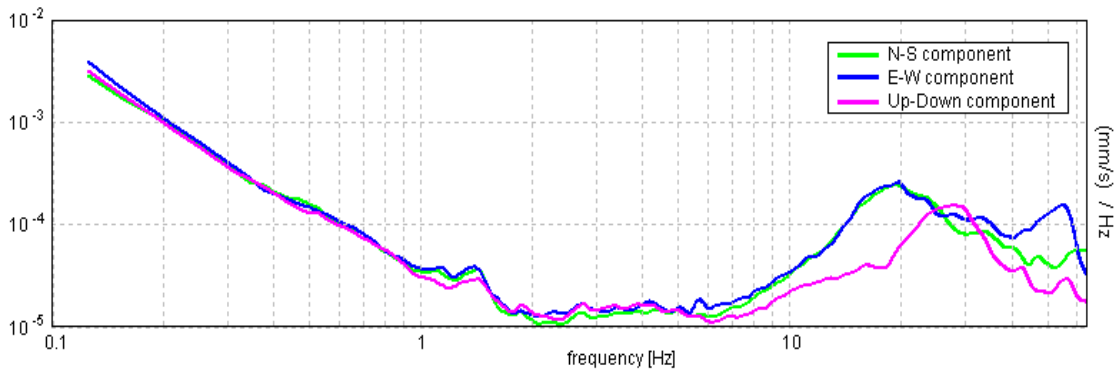
Durata registrazione: 0h40'00".
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 5% (*) e 10% (**)
Analizzato 99% tracciato (selezione manuale)
Condizioni meteo: sereno, calma di vento
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: alcuni artefatti



RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (**)



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (*)



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 18.03 ± 0.02 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

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

$f_0 > 10 / L_w$	18.03 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	42914.4 > 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 866	OK	

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

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	13.563 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	21.281 Hz	OK	
$A_0 > 2$	5.34 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	[0.00056] < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.01011 < 0.90156	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.4975 < 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
σ_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 σ_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 "chiari" 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.

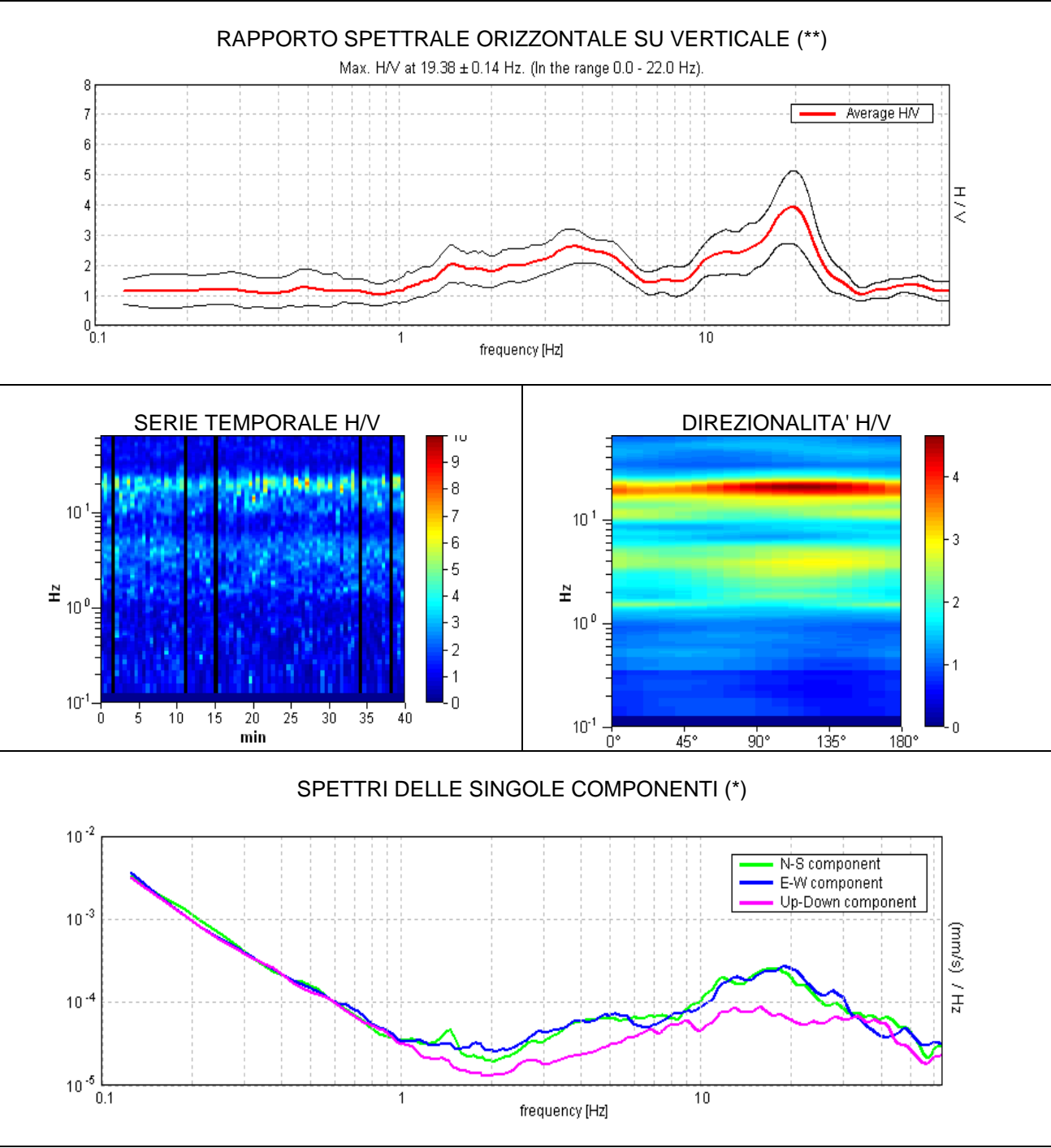
CASTELNUOVO COMUNE, S.CARLO
Coordinate (WGS84): N 44,10338°; E 10,41071°

TR19



Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 28/10/14 16:09:54
Fine registrazione: 28/10/14 16:49:55

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, calma di vento
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: rari transienti ed alcuni artefatti



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 19.38 ± 0.14 Hz (nell'intervallo 0.0 - 22.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	19.38 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	43593.8 > 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 931	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	9.625 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	24.875 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.93 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$[0.00362] < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.07016 < 0.96875	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.602 < 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
σ_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 σ_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 "chiari" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

NOTE

Risonanza del sottosuolo anche alla frequenza di 3,75Hz

(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.

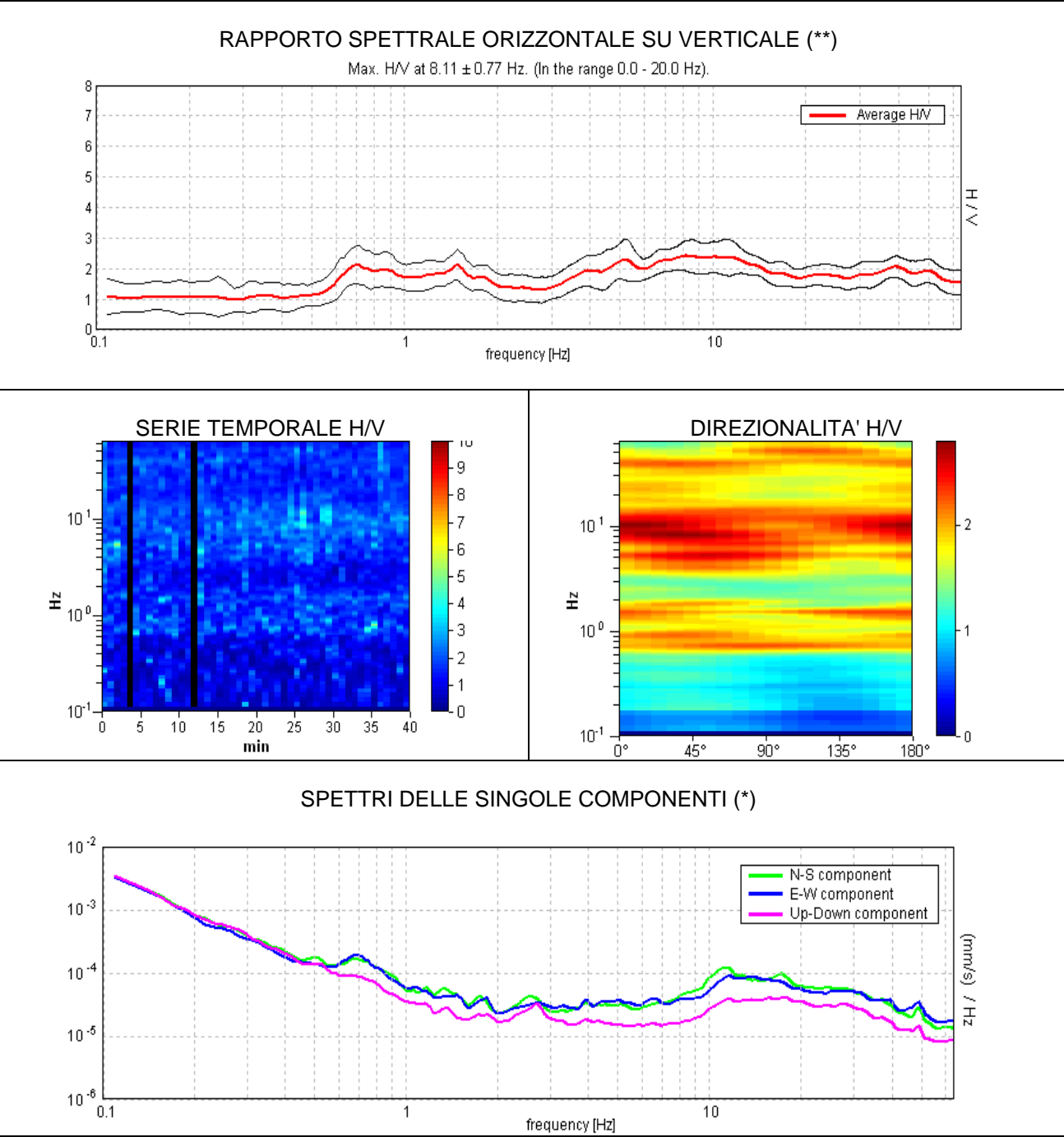
CASTELNUOVO COMUNE, ANTISCIANA
Coordinate (WGS84): N 44,11955°; E 10,38679°

TR20



Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 29/10/14 09:36:36
Fine registrazione: 29/10/14 10:16:36

Durata registrazione: 0h40'00".
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 50 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 5% (*) e 10% (**)
Analizzato 96% tracciato (selezione manuale)
Condizioni meteo: sereno, calma di vento
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: rari transienti ed alcuni artefatti di piccola ampiezza



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 8.11 ± 0.77 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	8.11 > 0.20	OK	
$n_c(f_0) > 200$	18651.6 > 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 780	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$		OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.42 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04659 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.37785 < 0.40547$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2386 < 1.58$	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
σ_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 σ_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 blanda risonanza del sottosuolo anche a circa 0,7Hz.

(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.

CASTELNUOVO COMUNE, DEBBIA
Coordinate (WGS84): N 44,11282°; E 10,40139°

TR21

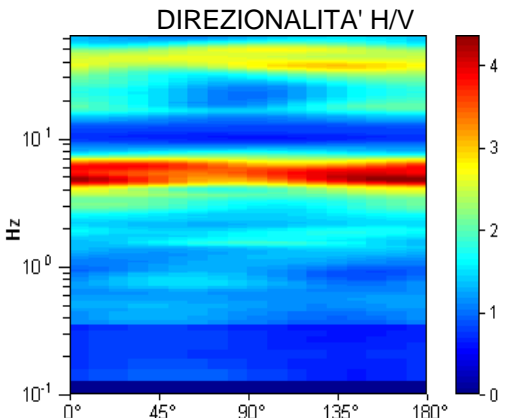
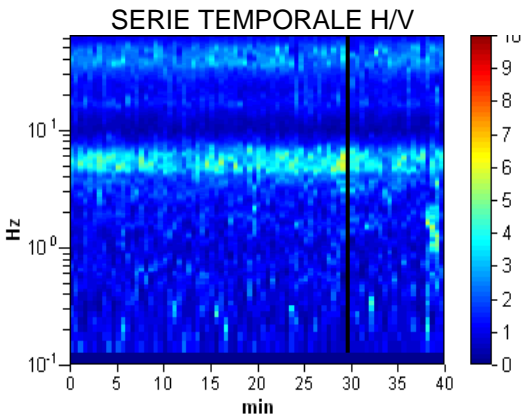
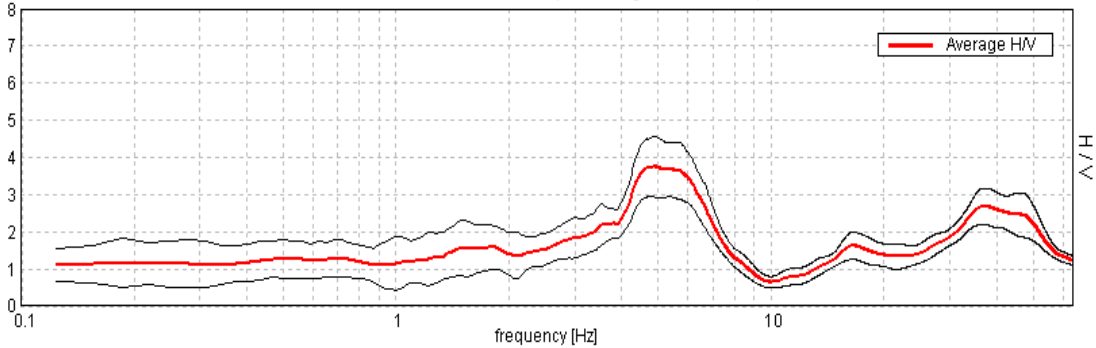
Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 29/10/14 10:26:35
Fine registrazione: 29/10/14 11:06:35

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, calma di vento
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: rari transienti ed alcuni artefatti

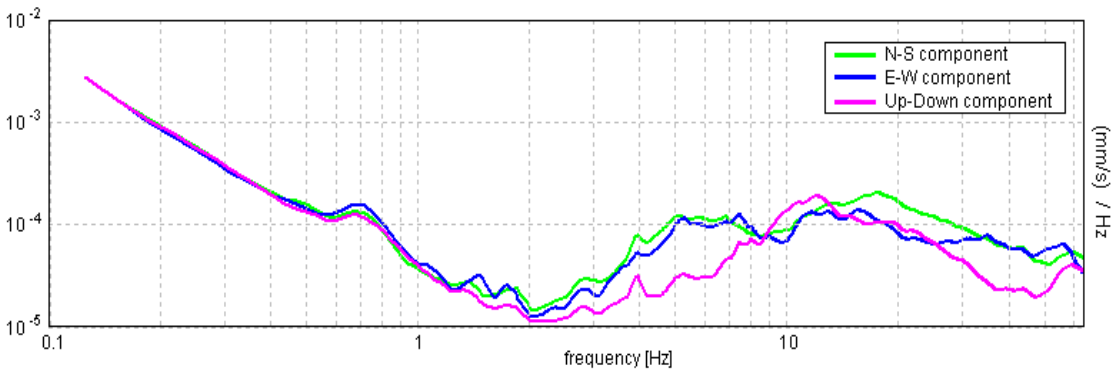


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (**)

Max. H/V at 4.88 ± 0.04 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (*)



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 4.88 ± 0.04 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	
$n_c(f_0) > 200$	11553.8 > 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 235	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.156 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	7.313 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.75 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	[0.00421] < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.02055 < 0.24375	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.4058 < 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
σ_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 σ_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 "chiari" 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.

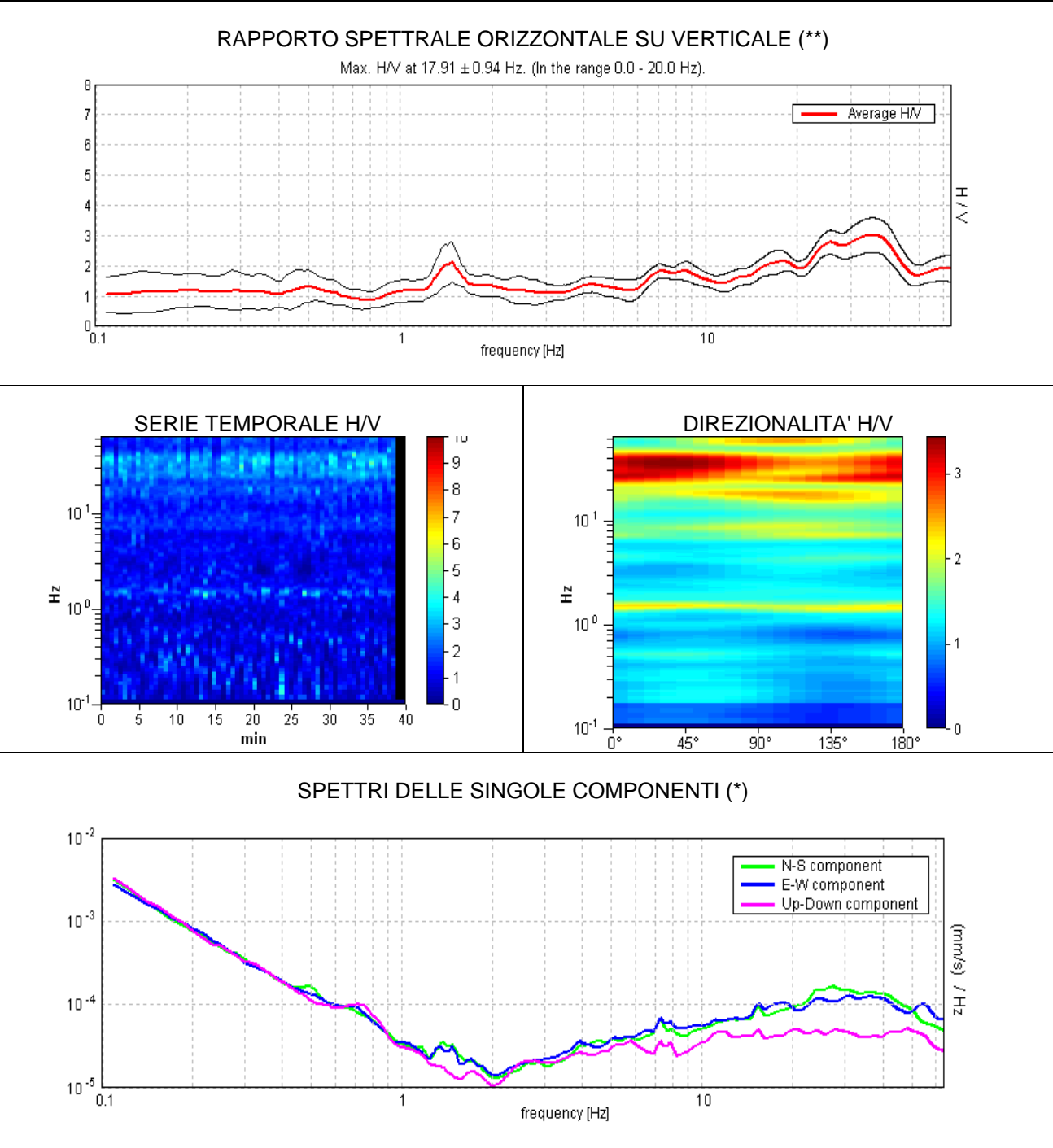
CASTELNUOVO COMUNE, CAPOLUOGO
Coordinate (WGS84): N 44,11187°; E 10,40696°

TR22



Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 29/10/14 11:18:16
Fine registrazione: 29/10/14 11:58:17

Durata registrazione: 0h40'00".
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 35 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 5% (*) e 10% (**)
Analizzato 97% tracciato (selezione manuale)
Condizioni meteo: sereno, calma di vento
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: rari transienti ed alcuni artefatti



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 17.91 ± 0.94 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	17.91 > 0.29	OK	
$n_c(f_0) > 200$	41363.4 > 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 1720	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 $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.16 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02599 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.46547 < 0.89531$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1709 < 1.58$	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
σ_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 σ_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	2

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 "chiari" 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.

CASTELNUOVO COMUNE, SAIONA
Coordinate (WGS84): N 44,11588°; E 10,40168°

TR23

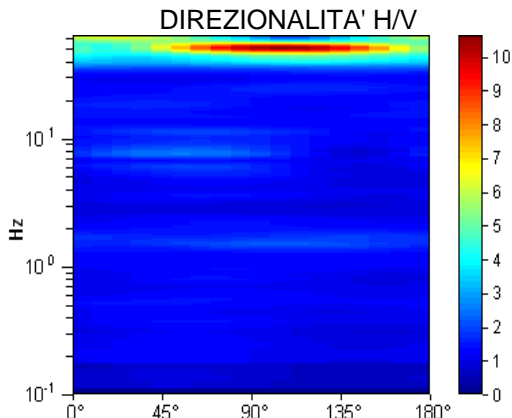
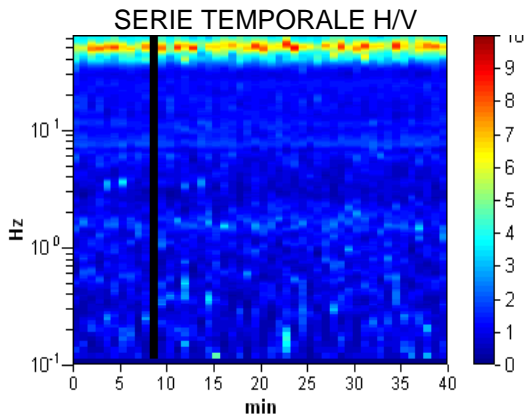
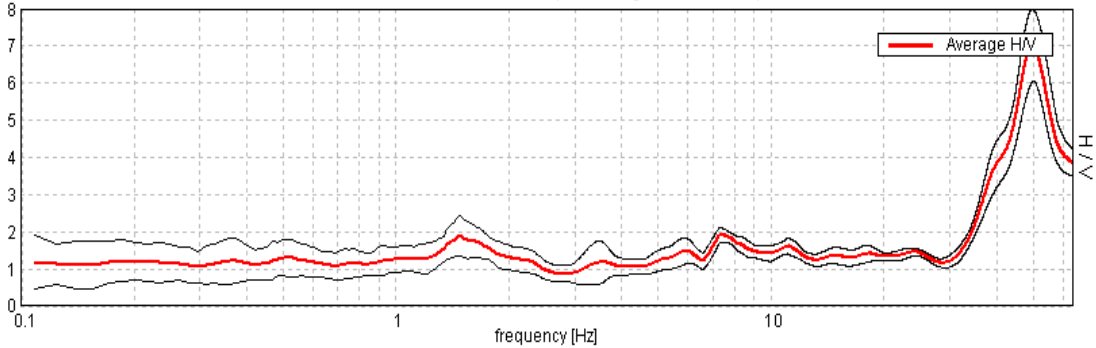
Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 29/10/14 12:05:25
Fine registrazione: 29/10/14 12:45:26

Durata registrazione: 0h40'00".
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 50 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 5% (*) e 10% (**)
Analizzato 98% tracciato (selezione manuale)
Condizioni meteo: sereno, calma di vento
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: rari transienti e diversi artefatti

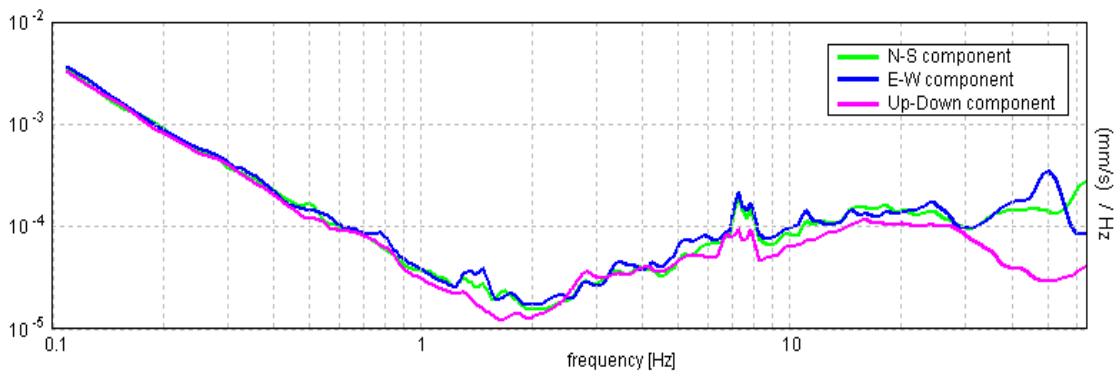


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max. H/V at 7.34 ± 1.05 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (*)



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 7.34 ± 1.05 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	7.34 > 0.20	OK	
$n_c(f_0) > 200$	17257.8 > 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 706	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.094 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	1.91 > 2		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.07016 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.51525 < 0.36719$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0997 < 1.58$	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
σ_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 σ_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	2

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.

CASTELNUOVO COMUNE, S.LUCIA
Coordinate (WGS84): N 44,11273°; E 10,41168°

TR24

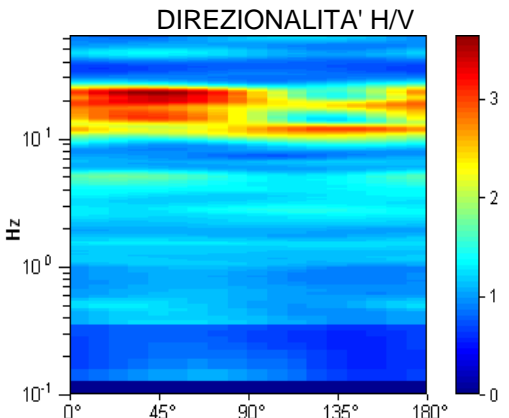
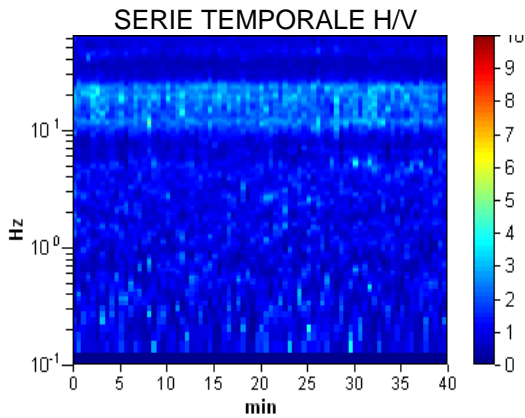
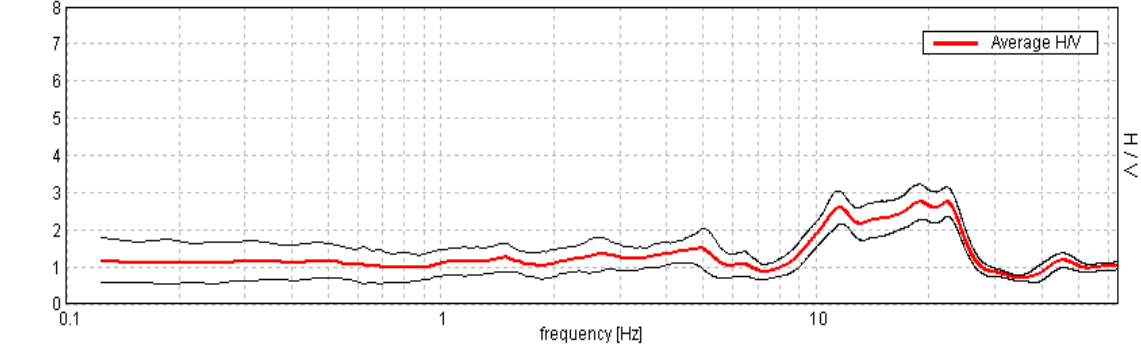
Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 29/10/14 13:02:01
Fine registrazione: 29/10/14 13:42:02

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 di riporto
Disturbi: rari artefatti di piccola ampiezza

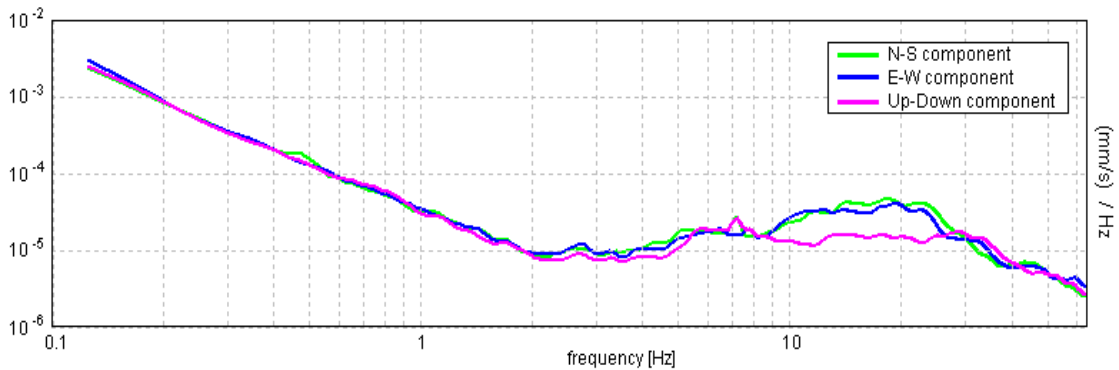


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (**)

Max. H/V at 19.06 ± 0.07 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (*)



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 19.06 ± 0.07 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

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

$f_0 > 10 / L_w$	19.06 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	45750.0 > 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 916	OK	

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

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	9.063 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	25.969 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.75 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	[0.00179] < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.0341 < 0.95313	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2337 < 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
σ_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 σ_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 "chiari" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

NOTE

Risonanza del sottosuolo anche alla frequenza di 11 – 12Hz

(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.

CASTELNUOVO COMUNE, Z. INDUSTRIALE
Coordinate (WGS84): N 44,11450°; E 10,40701°

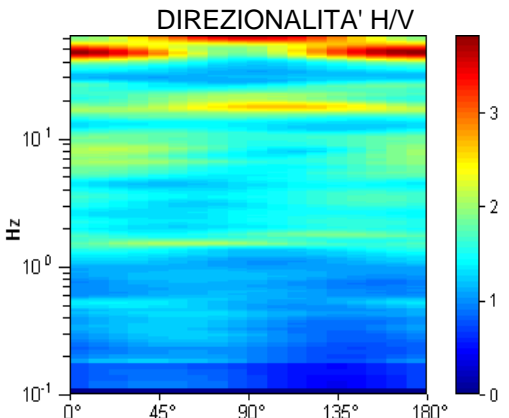
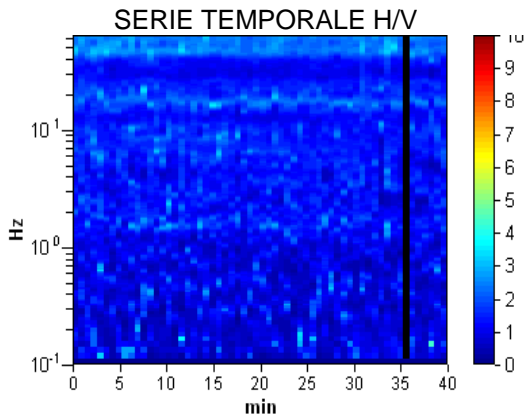
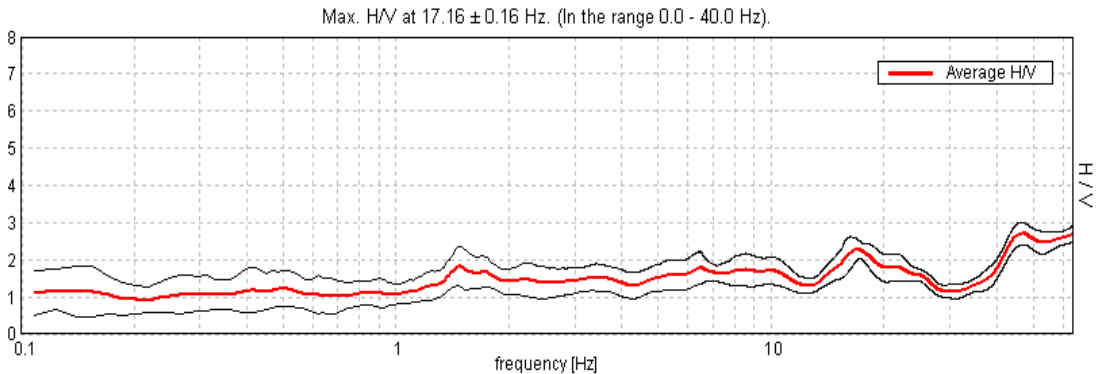
Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 29/10/14 13:53:57
Fine registrazione: 29/10/14 14:33:58

Durata registrazione: 0h40'00".
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 40 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 5% (*) e 10% (**)
Analizzato 98% tracciato (selezione manuale)
Condizioni meteo: sereno, calma di vento
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: rari transienti ed alcuni artefatti

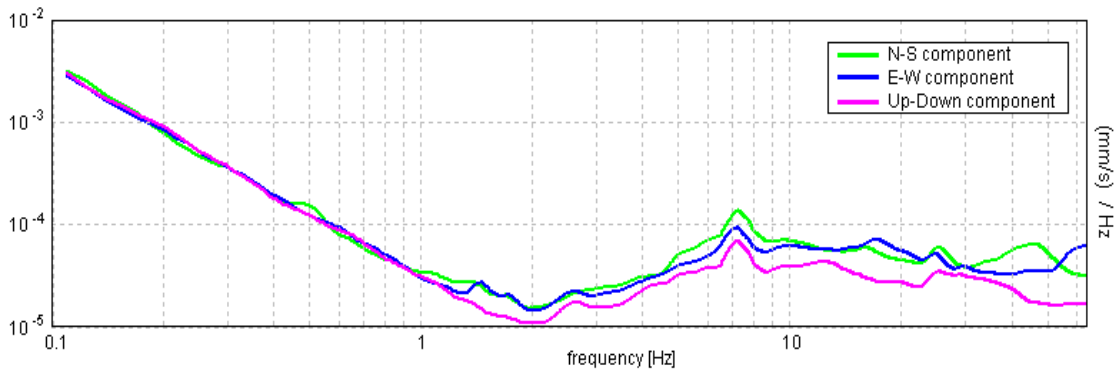
TR25



RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (**)



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (*)



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 17.16 ± 0.16 Hz (nell'intervallo 0.0 - 40.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	$17.16 > 0.25$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$40488.8 > 200$	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 1648	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$		OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.28 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$[0.00458] < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.07862 < 0.85781$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.123 < 1.58$	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
σ_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 σ_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 "chiari" 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.

CASTELNUOVO COMUNE, Z. INDUSTRIALE
Coordinate (WGS84): N 44,11995°; E 10,40019°

TR26

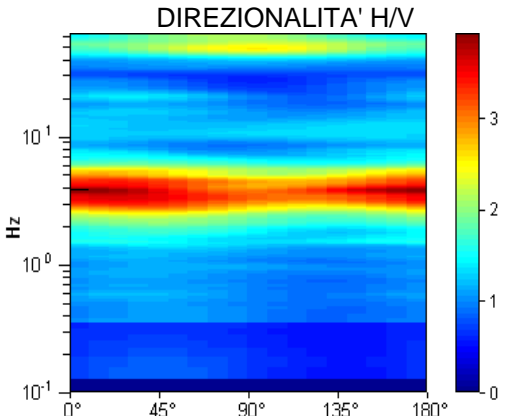
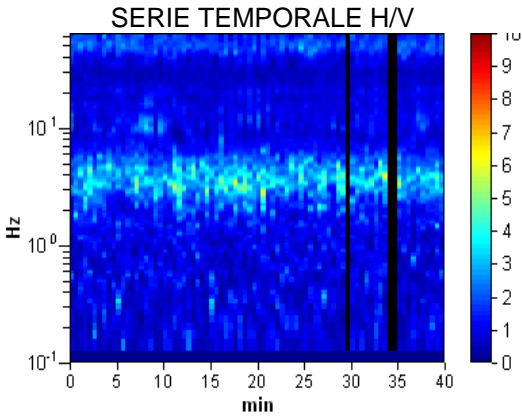
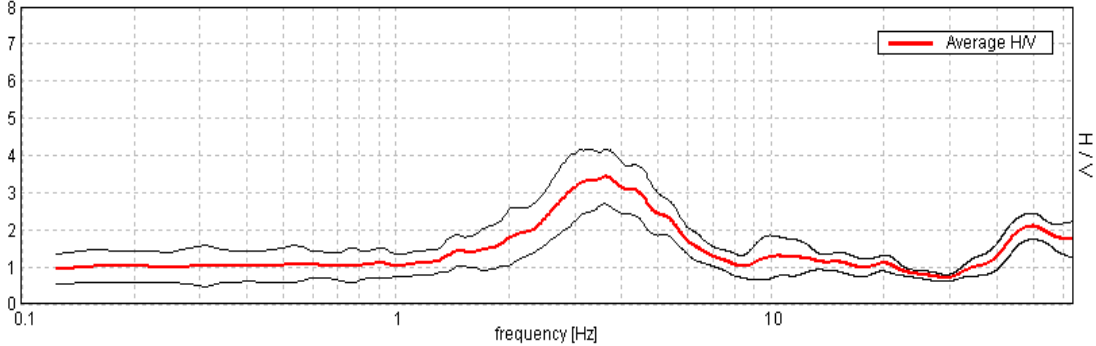
Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 29/10/14 14:50:50
Fine registrazione: 29/10/14 15:30:51

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, calma di vento
Tipo di superficie: terreno di riporto
Disturbi: rari transienti ed alcuni artefatti di piccola ampiezza

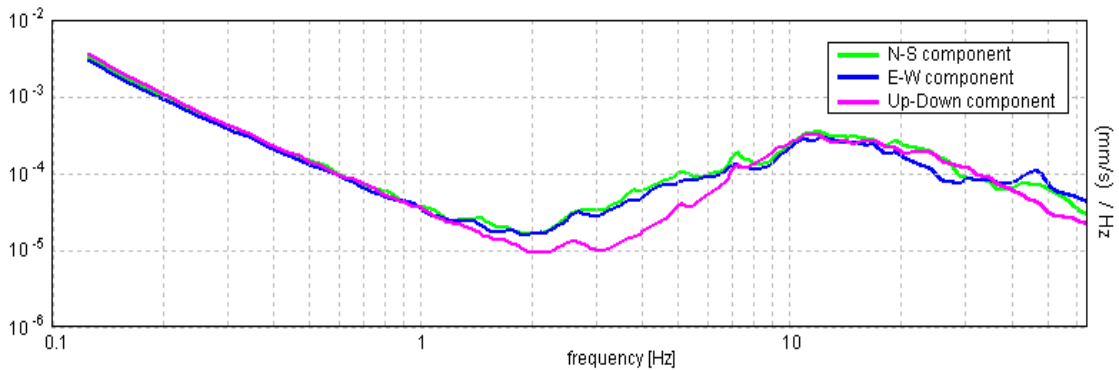


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (**)

Max. H/V at 3.59 ± 0.09 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (*)



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 3.59 ± 0.09 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

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

$f_0 > 10 / L_w$	$3.59 > 0.33$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$8301.6 > 200$	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 174	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 $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	6.0 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.42 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$[0.01254] < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.04505 < 0.17969$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3602 < 1.58$	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
σ_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 σ_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 "chiari" 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.

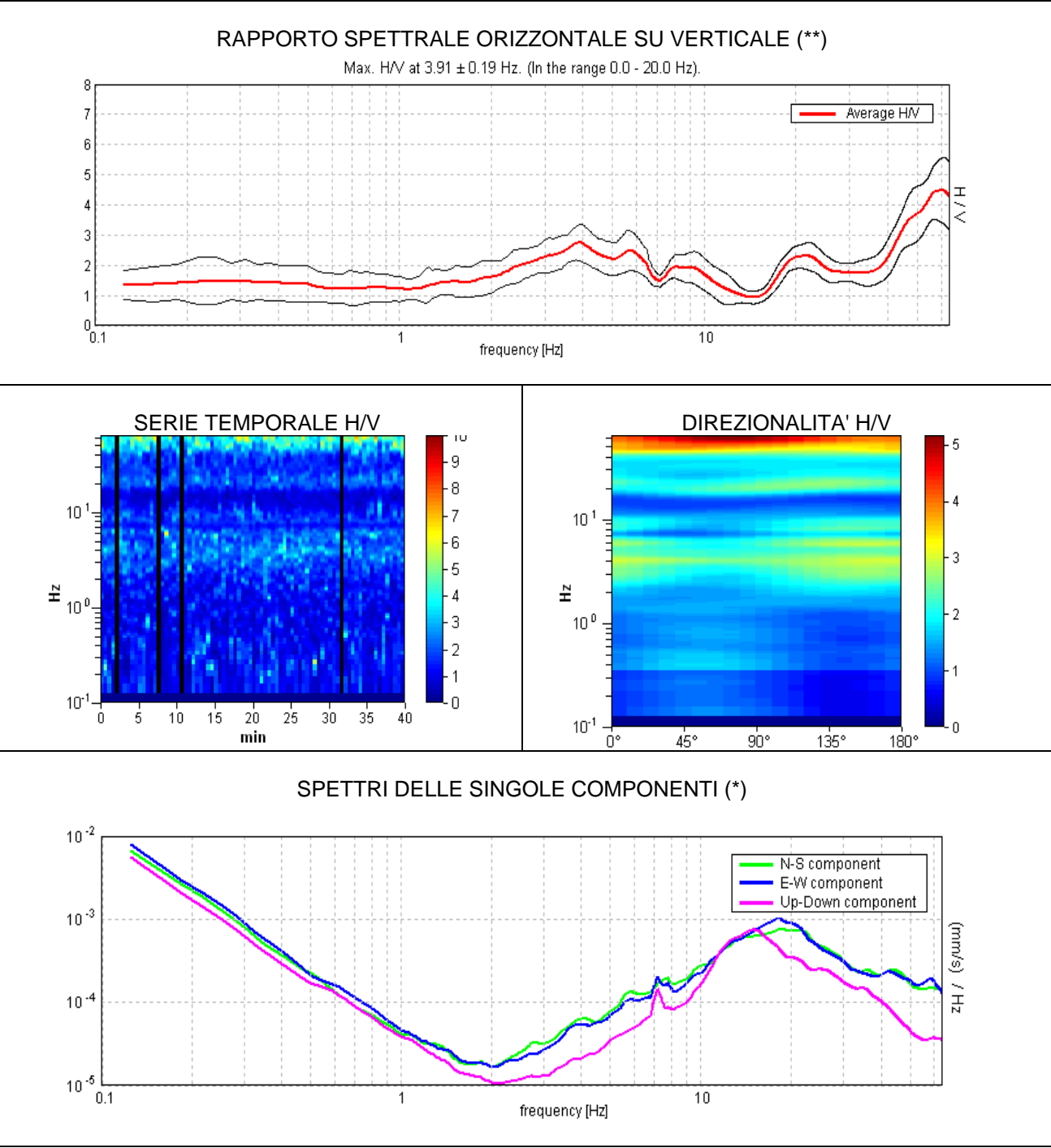
CASTELNUOVO COMUNE, STAZIONE
Coordinate (WGS84): N 44,11675°; E 10,40952°

TR27



Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 29/10/14 15:40:04
Fine registrazione: 29/10/14 16:20:05

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, brezza leggera
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: alcuni transienti (traffico veicolare) e rari artefatti



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 3.91 ± 0.19 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	3.91 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	8906.3 > 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 188	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.281 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	11.063 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.75 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.0239 < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.09336 < 0.19531	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2968 < 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
σ_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 σ_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.

CASTELNUOVO COMUNE, OSPEDALE
Coordinate (WGS84): N 44,11177°; E 10,41470°

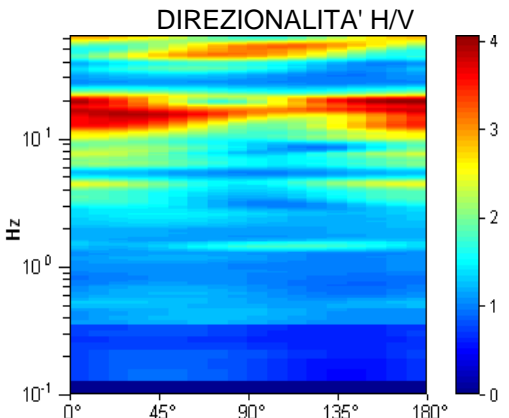
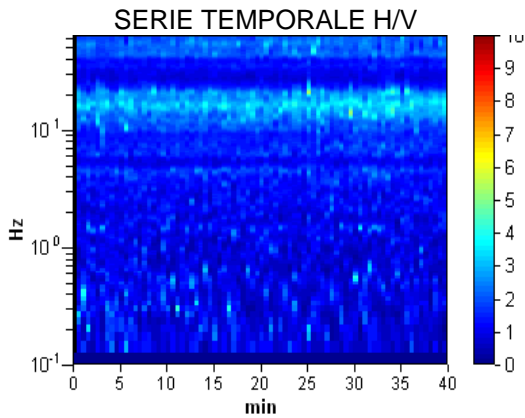
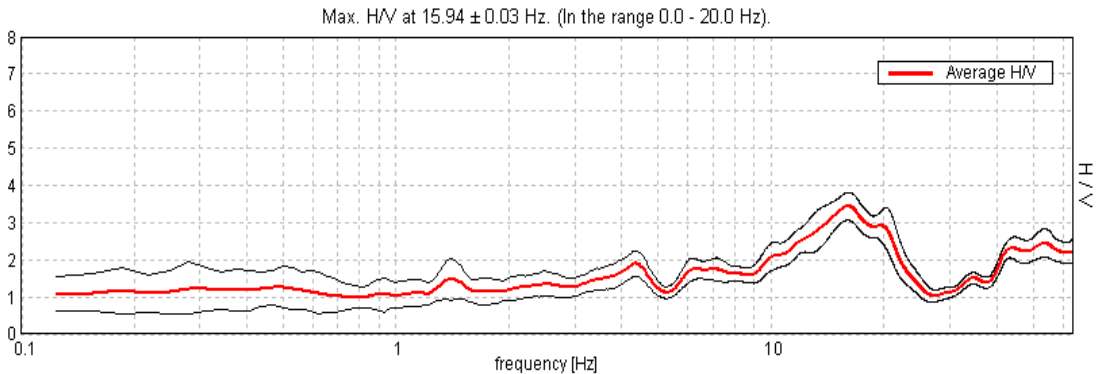
TR28BIS

Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 11/11/14 15:51:42
Fine registrazione: 11/11/14 16:31:43

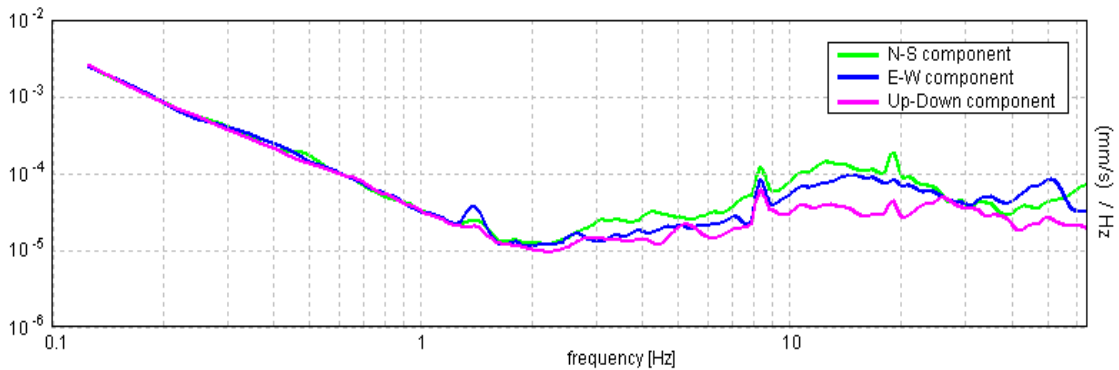
Durata registrazione: 0h40'00".
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 30 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 5% (*) e 10% (**)
Analizzato 99% tracciato (selezione manuale)
Condizioni meteo: pioggia
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: alcuni artefatti



RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (**)



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (*)



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 15.94 ± 0.03 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	15.94 > 0.33	OK
$n_c(f_0) > 200$	37771.9 > 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 766	OK

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	9.281 Hz	OK
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	22.969 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.44 > 2	OK
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	[0.00086] < 0.05	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.01367 < 0.79688	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1855 < 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
σ_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 σ_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 "chiari" 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.

CASTELNUOVO COMUNE, LE LAME
Coordinate (WGS84): N 44,11672°; E 10,41458°

TR29

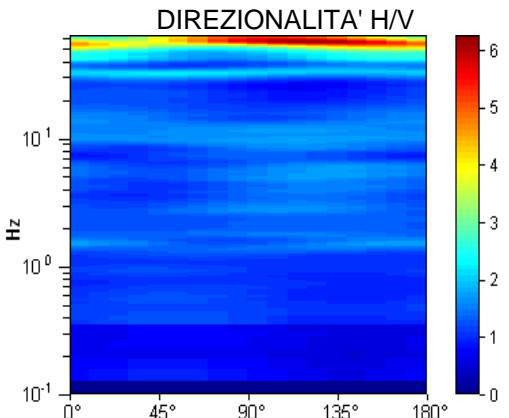
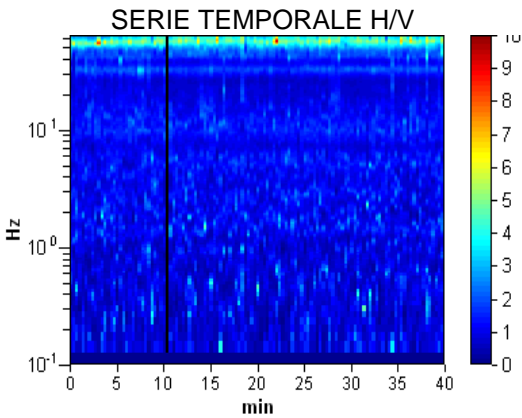
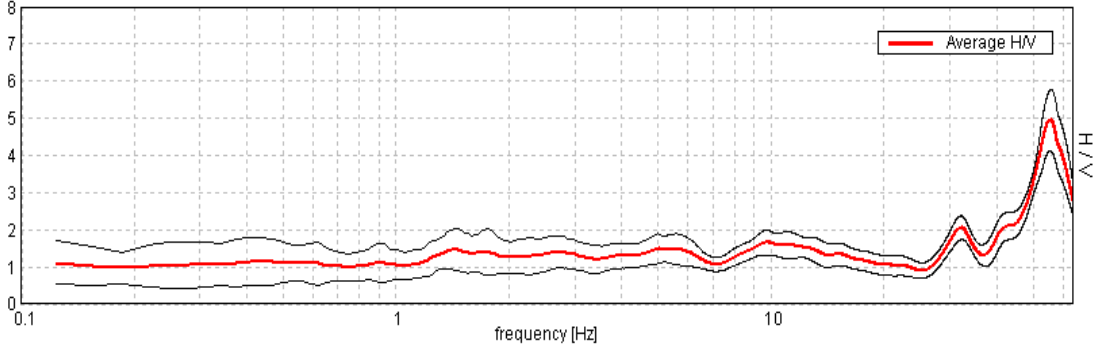
Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 29/10/14 17:32:07
Fine registrazione: 29/10/14 18:12:08

Durata registrazione: 0h40'00".
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 5% (*) e 10% (**)
Analizzato 99% tracciato (selezione manuale)
Condizioni meteo: sereno, calma di vento
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: diversi artefatti di piccola ampiezza

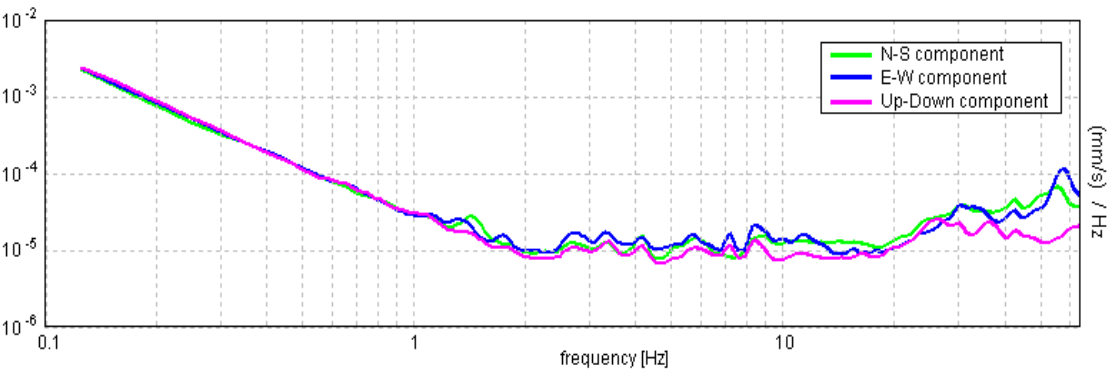


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (**)

Max. H/V at 9.69 ± 0.58 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (*)



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 9.69 ± 0.58 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	9.69 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	23056.3 > 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 466	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 $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	1.66 > 2		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02993 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.28993 < 0.48438$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1706 < 1.58$	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
σ_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 σ_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	2

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.

CASTELNUOVO COMUNE, PIANO DI PIEVE
Coordinate (WGS84): N 44,12002°; E 10,41045°

TR30

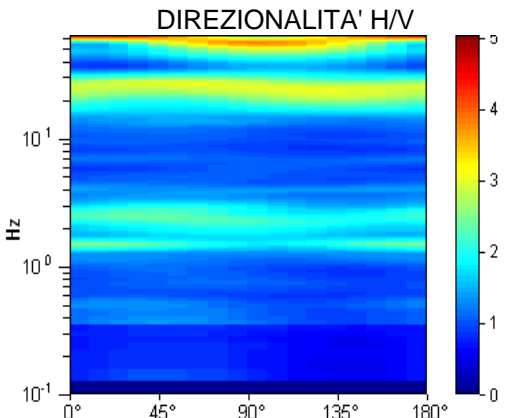
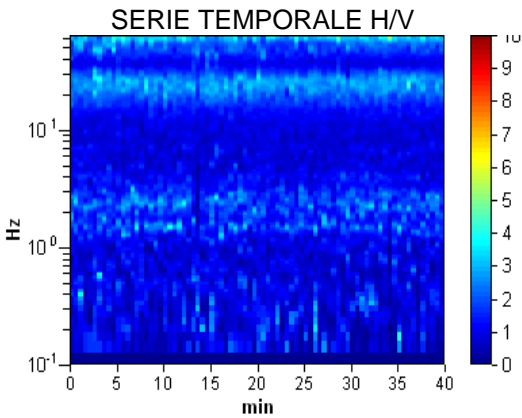
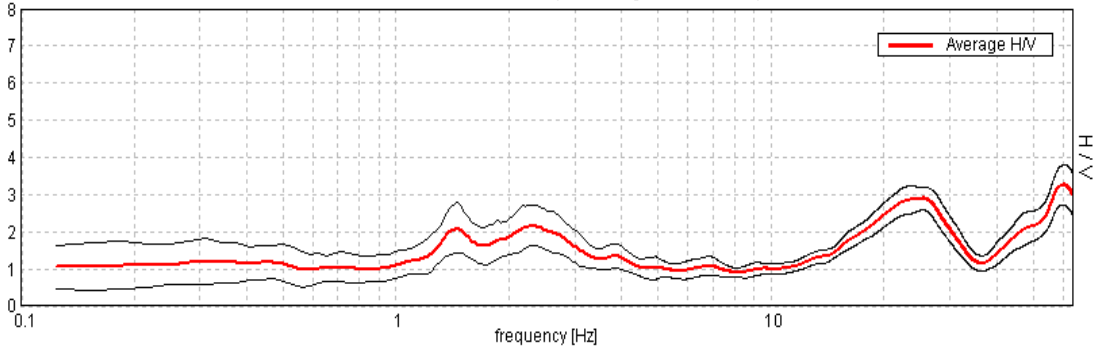
Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 30/10/14 09:21:51
Fine registrazione: 30/10/14 10:01:52

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: nebbia, calma di vento
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi:

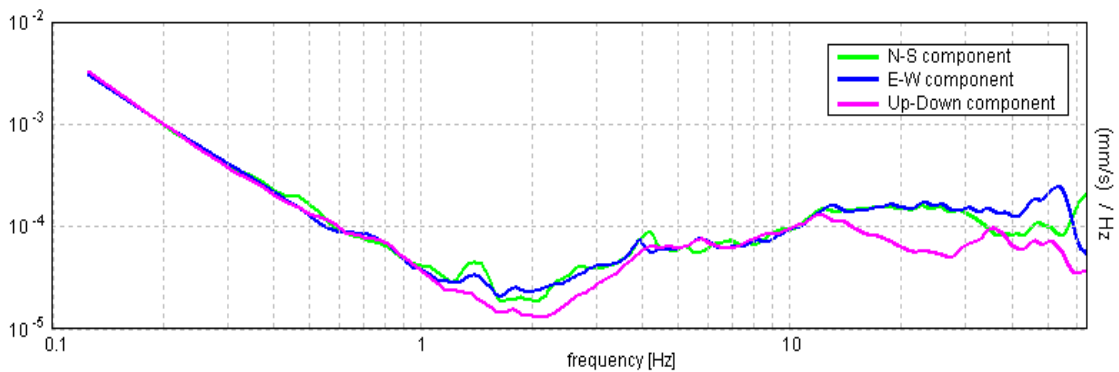


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (**)

Max. H/V at 2.31 ± 0.02 Hz. (In the range 0.0 - 18.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (*)



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 2.31 ± 0.02 Hz (nell'intervallo 0.0 - 18.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.31 > 0.33$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$5550.0 > 200$	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 112	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.969 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.375 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.17 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0034 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.00785 < 0.11563$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2646 < 1.58$	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
σ_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 σ_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

Risonanza del sottosuolo anche a circa 23Hz

(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

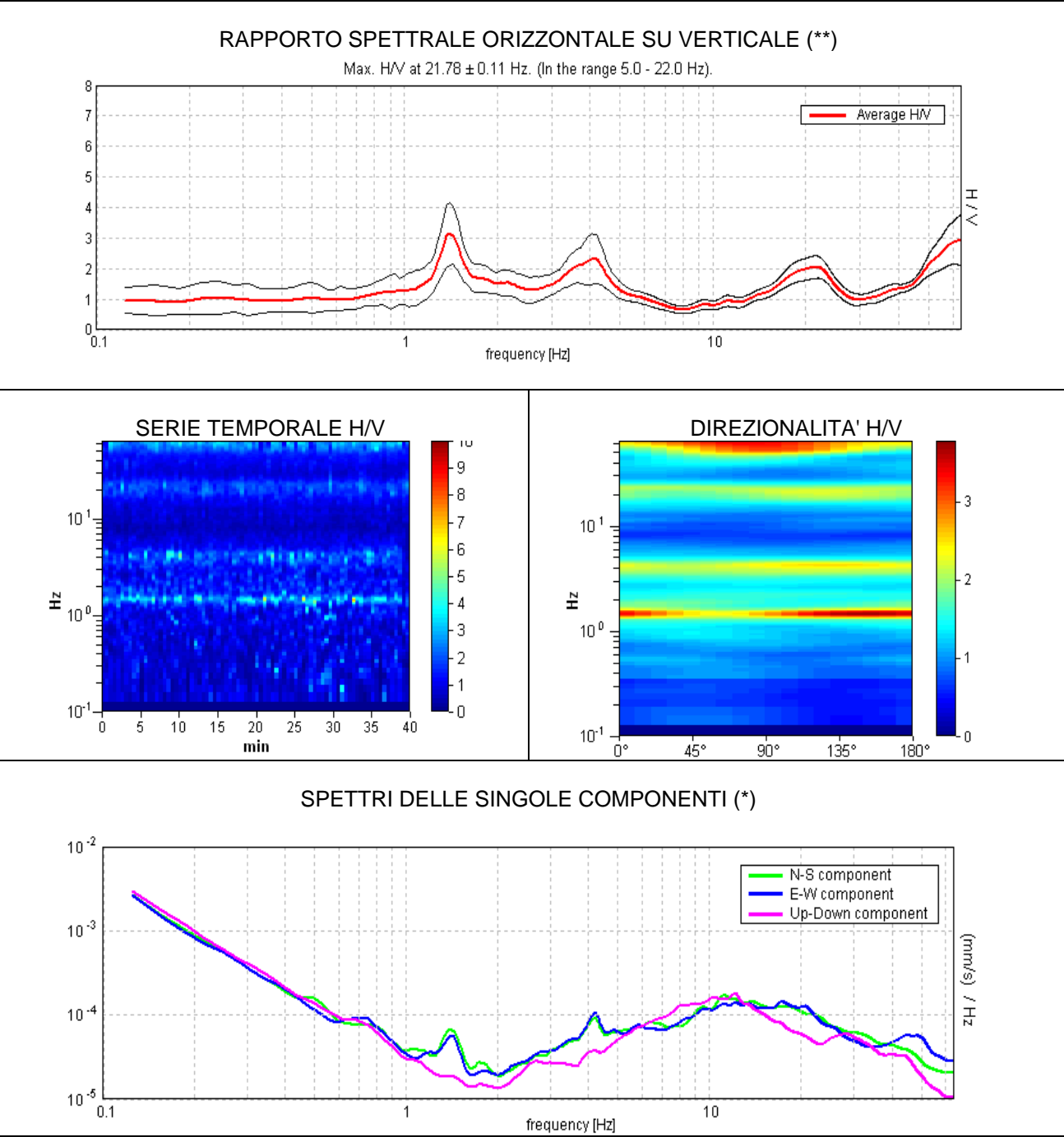
(2) - Albarello D., Cesi C., Eulilli V. et alii (2011): The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 513-538.

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

CASTELNUOVO COMUNE, PIANO DI PIEVE TR31
Coordinate (WGS84): N 44,12343°; E 10,40842°

Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 30/10/14 10:05:52
Fine registrazione: 30/10/14 10:45:53

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: sereno, calma di vento
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: alcuni artefatti



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 21.78 ± 0.11 Hz (nell'intervallo 5.0 - 22.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	21.78 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	52275.0 > 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 1046	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	13.219 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	28.125 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.05 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00255 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.0555 < 1.08906	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.181 < 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
σ_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 σ_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

I picchi a circa 1,4Hz e 4Hz non sono dovuti a contrasti di impedenza sismica del sottosuolo indagato ma sono generati da disturbi monocromatici di origine antropica (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.

CASTELNUOVO COMUNE, PIANO DI PIEVE
Coordinate (WGS84): N 44,12405°; E 10,40463°

TR32

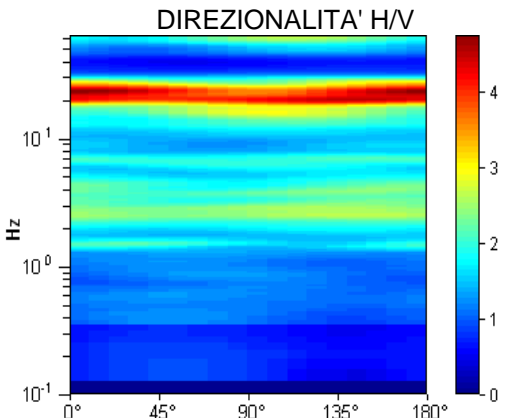
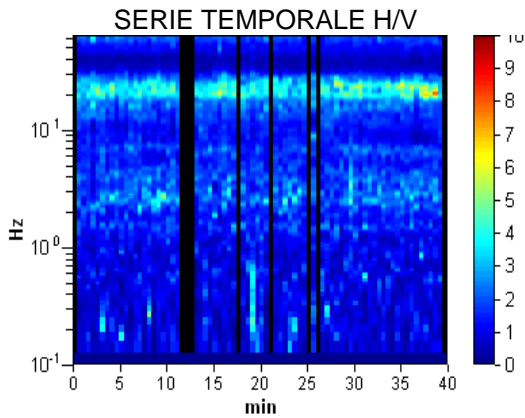
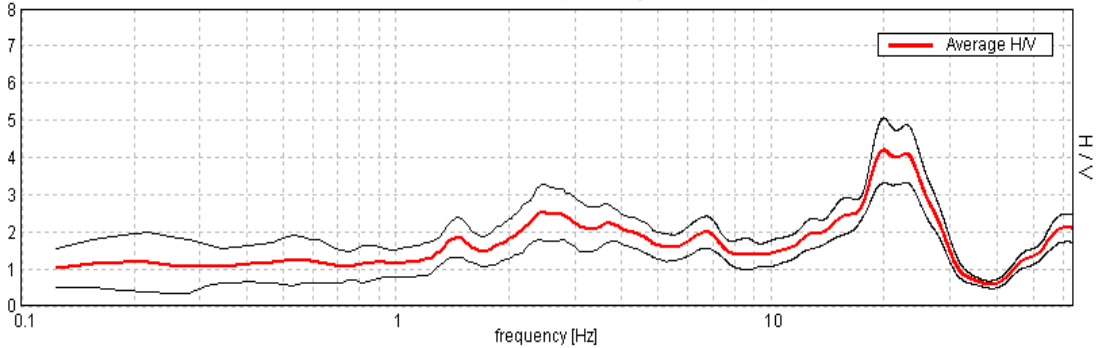


Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 30/10/14 10:50:46
Fine registrazione: 30/10/14 11:30:47

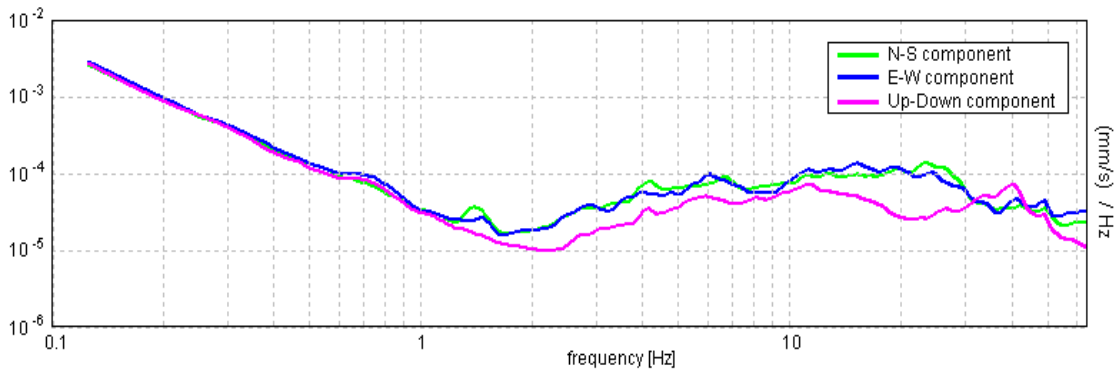
Durata registrazione: 0h40'00".
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 30 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 5% (*) e 10% (**)
Analizzato 89% tracciato (selezione manuale)
Condizioni meteo: sereno, calma di vento
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: alcuni transienti ed alcuni artefatti

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (**)

Max. H/V at 19.97 ± 0.04 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (*)



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 19.97 ± 0.04 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	
$n_c(f_0) > 200$	42533.4 > 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 960	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	14.281 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	28.531 Hz	OK	
$A_0 > 2$	4.19 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	[0.00096] < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.01915 < 0.99844	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.4402 < 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
σ_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 σ_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 "chiari" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguali ad 1: *assenza di risonanza*)

NOTE

Risonanza del sottosuolo anche alla frequenza di circa 2,5Hz

(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.

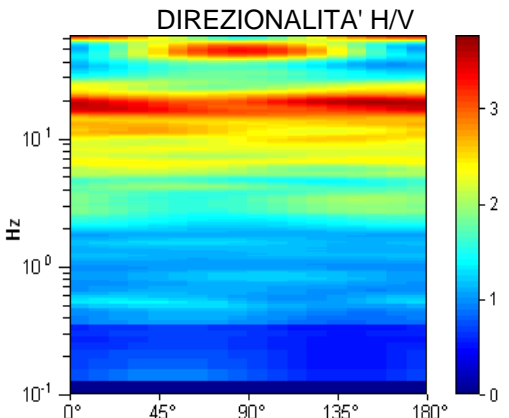
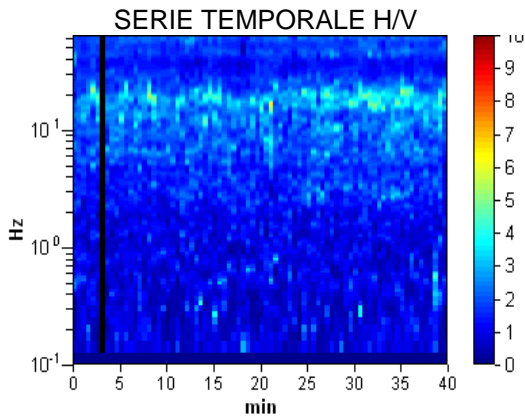
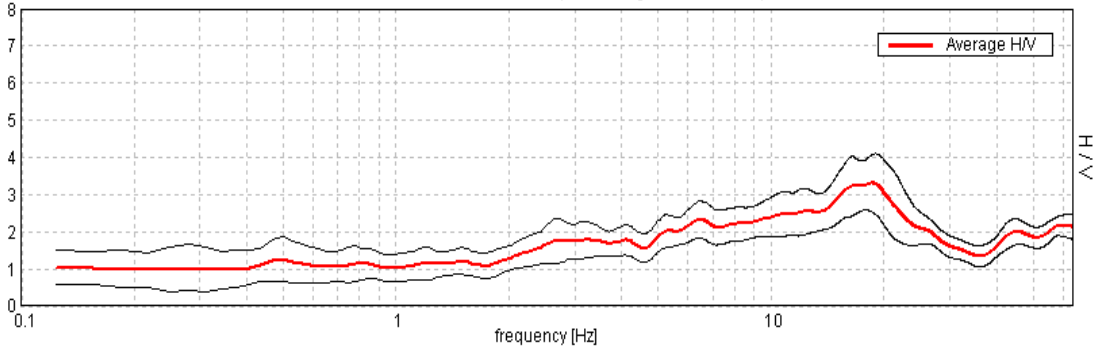
Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 30/10/14 11:36:53
Fine registrazione: 30/10/14 12:16:54

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, calma di vento
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: rari transienti

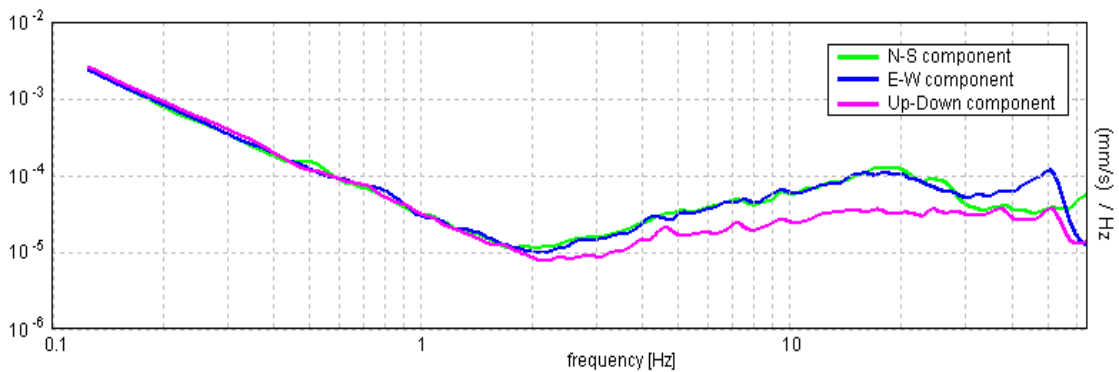


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max. H/V at 18.59 ± 0.29 Hz. (In the range 0.0 - 20.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (**)



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 18.59 ± 0.29 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	18.59 > 0.33	OK
$n_c(f_0) > 200$	44067.2 > 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 894	OK

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	4.781 Hz	OK
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	29.344 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.31 > 2	OK
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$[0.00776] < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.14422 < 0.92969	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3839 < 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
σ_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 σ_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 "chiari" 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.

CASTELNUOVO COMUNE, Z INDUSTRIALE
Coordinate (WGS84): N 44,12030°; E 10,40656°

TR34

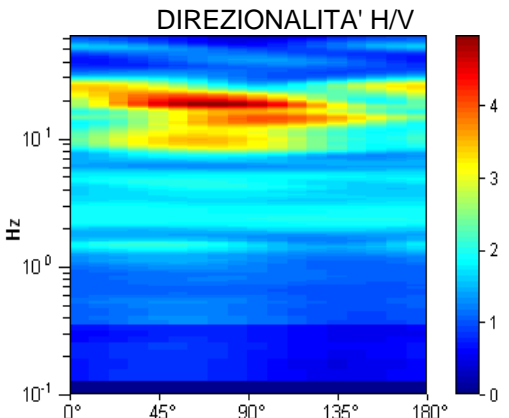
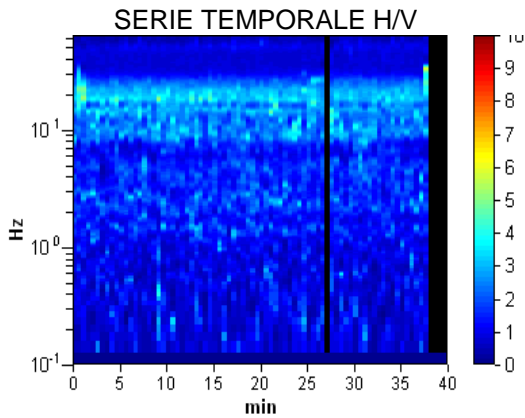
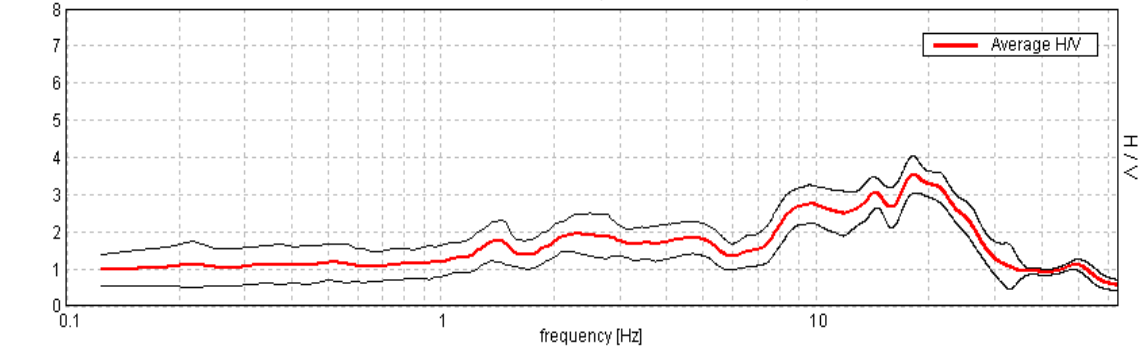
Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 30/10/14 12:25:59
Fine registrazione: 30/10/14 13:06:00

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, calma di vento
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi:

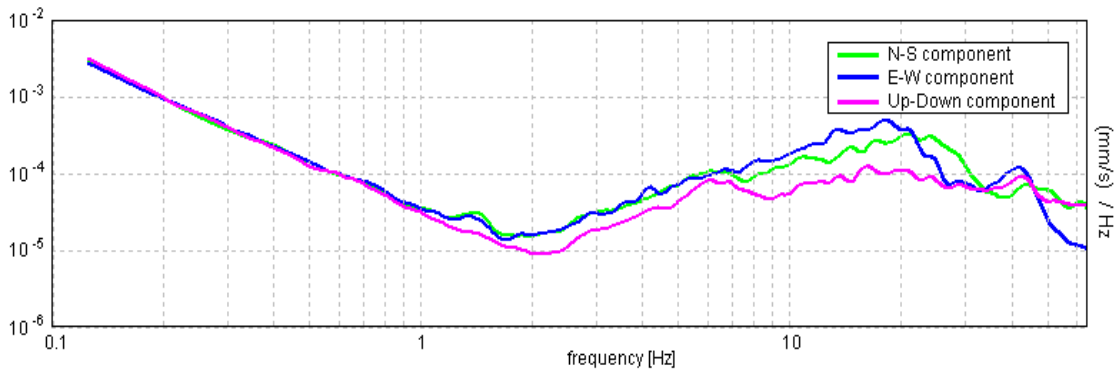


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (**)

Picco H/V a 18.13 ± 0.27 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (*)



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 18.13 ± 0.27 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	18.13 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	40781.3 > 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 871	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	7.531 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	27.531 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.54 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	[0.00731] < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.13252 < 0.90625	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2504 < 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
σ_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 σ_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 "chiari" 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 10Hz

(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.

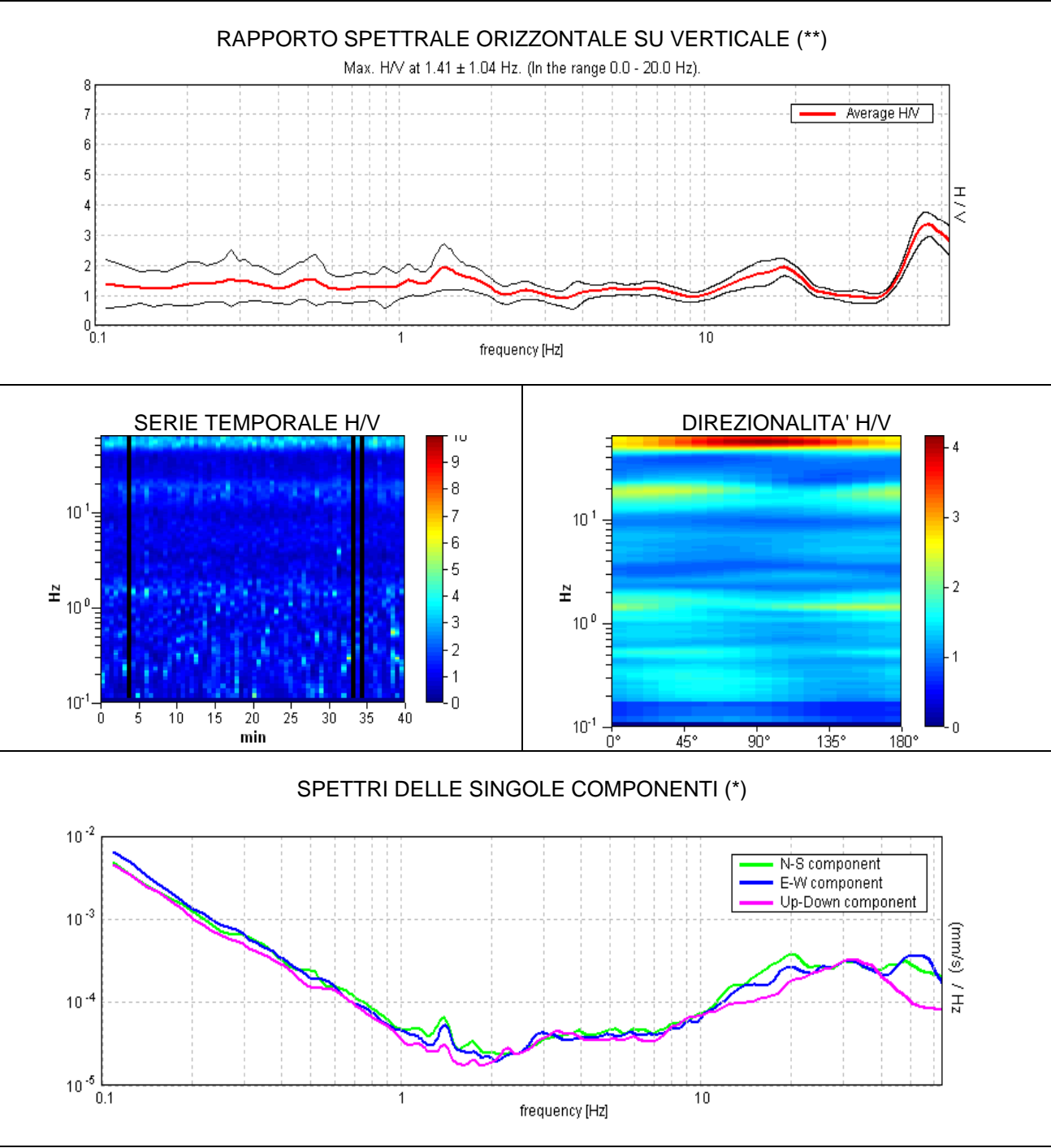
CASTELNUOVO COMUNE, CAPOLUOGO
Coordinate (WGS84): N 44,10862°; E 10,40818°

TR35



Strumento: TRZ-0101/01-10
Inizio registrazione: 11/11/14 10:40:39
Fine registrazione: 11/11/14 11:20:40

Durata registrazione: 0h40'00".
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 35 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 5% (*) e 10% (**)
Analizzato 96% tracciato (selezione manuale)
Condizioni meteo: nuvoloso, calma di vento
Tipo di superficie: terreno naturale
Disturbi: rari transienti ed alcuni artefatti



CRITERI SESAME (2004) ⁽¹⁾

Picco H/V a 1.41 ± 1.04 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	1.41 > 0.29	OK	
$n_c(f_0) > 200$	3199.2 > 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 136	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 $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.125 Hz	OK	
$A_0 > 2$	1.95 > 2		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$[0.36762] < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.51697 < 0.14063		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3836 < 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
σ_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 σ_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	2

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

I moderati picchi a 1,41Hz e a circa 18 Hz non sono stati considerati perché generati o fortemente condizionati da 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.



COMUNE DI CASTELNUOVO DI GARFAGNANA

PROVINCIA DI LUCCA

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

Committente: Comune di Castelnuovo di Garfagnana

RAGGRUPPAMENTI CURVE H\V

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

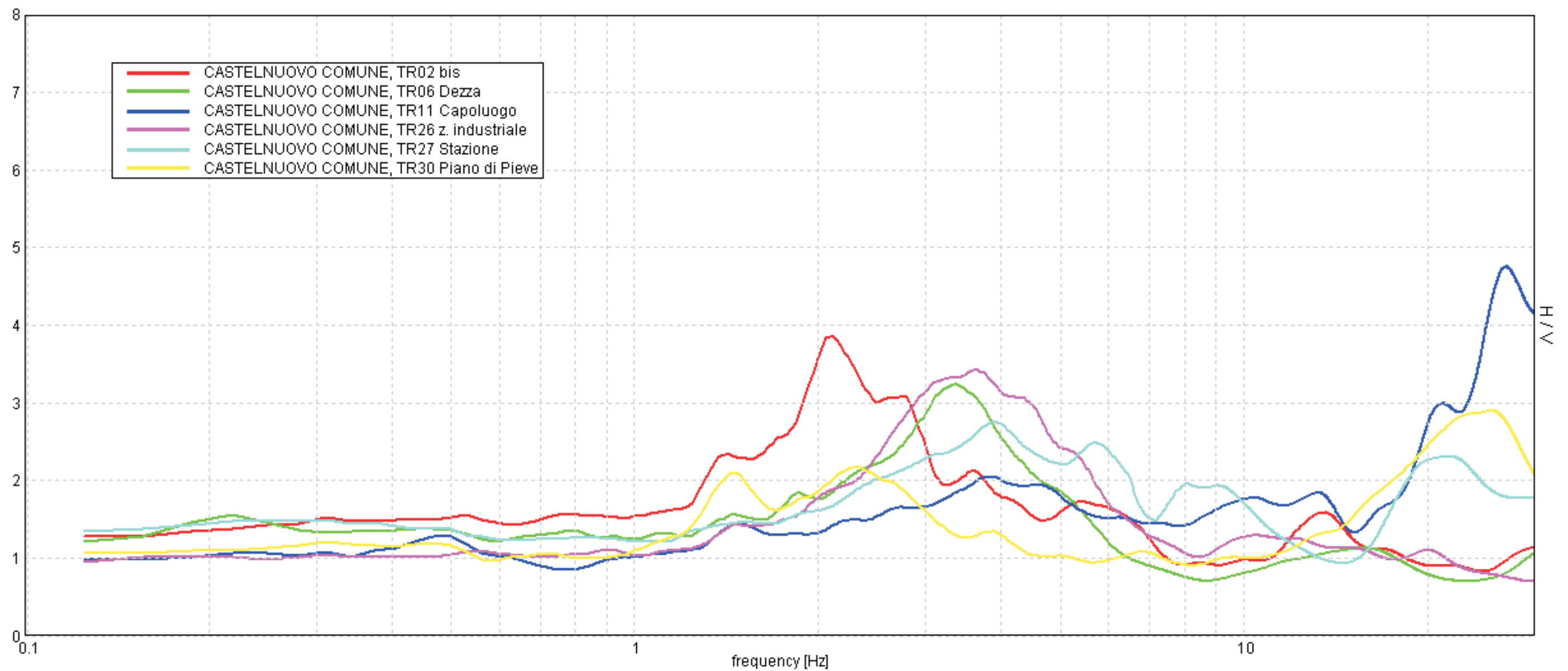
COMUNE DI CASTELNUOVO DI GARFAGNANA

Committente: Comune di Castelnuovo di G.

Raggruppamento curve H/V - SET 1



Average H/V.



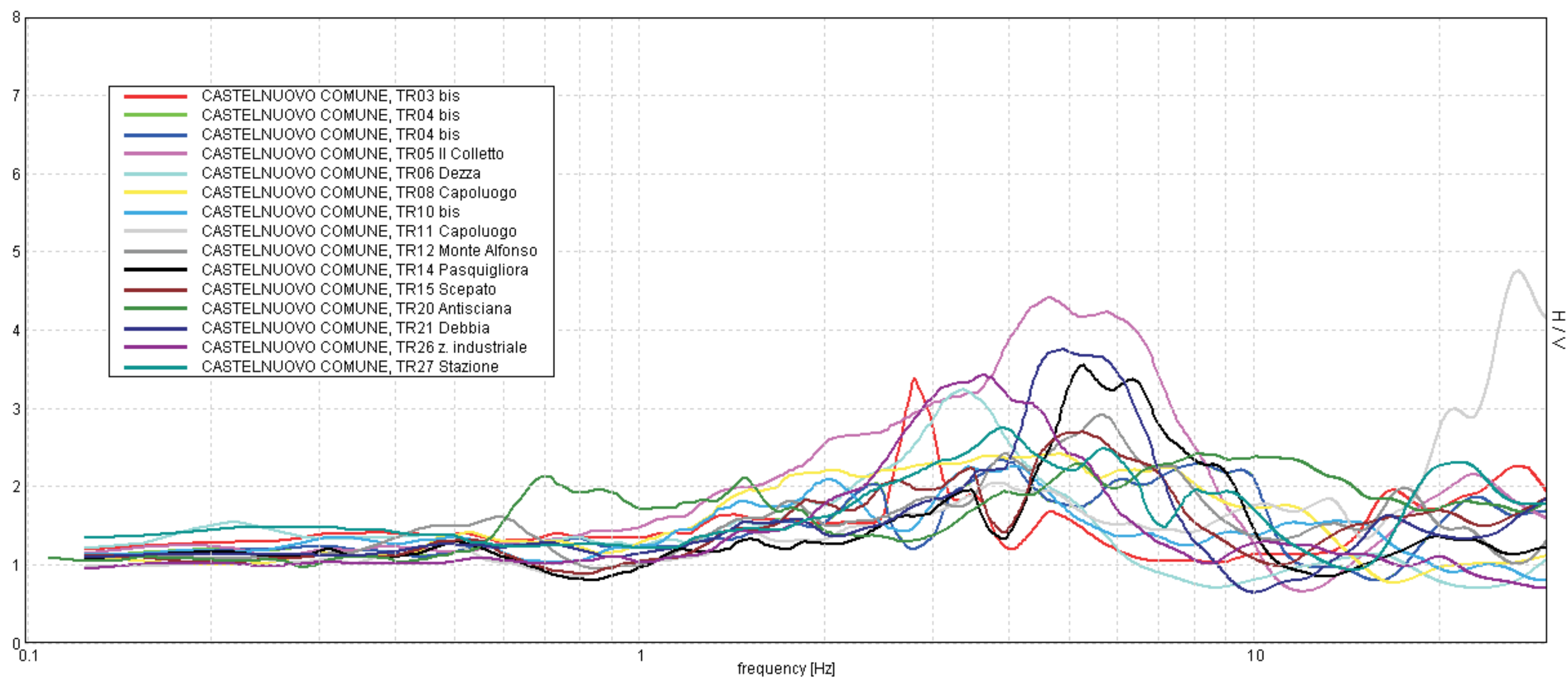
COMUNE DI CASTELNUOVO DI GARFAGNANA

Committente: Comune di Castelnuovo di G.

Raggruppamento curve H/V - SET 2



Average H/V.



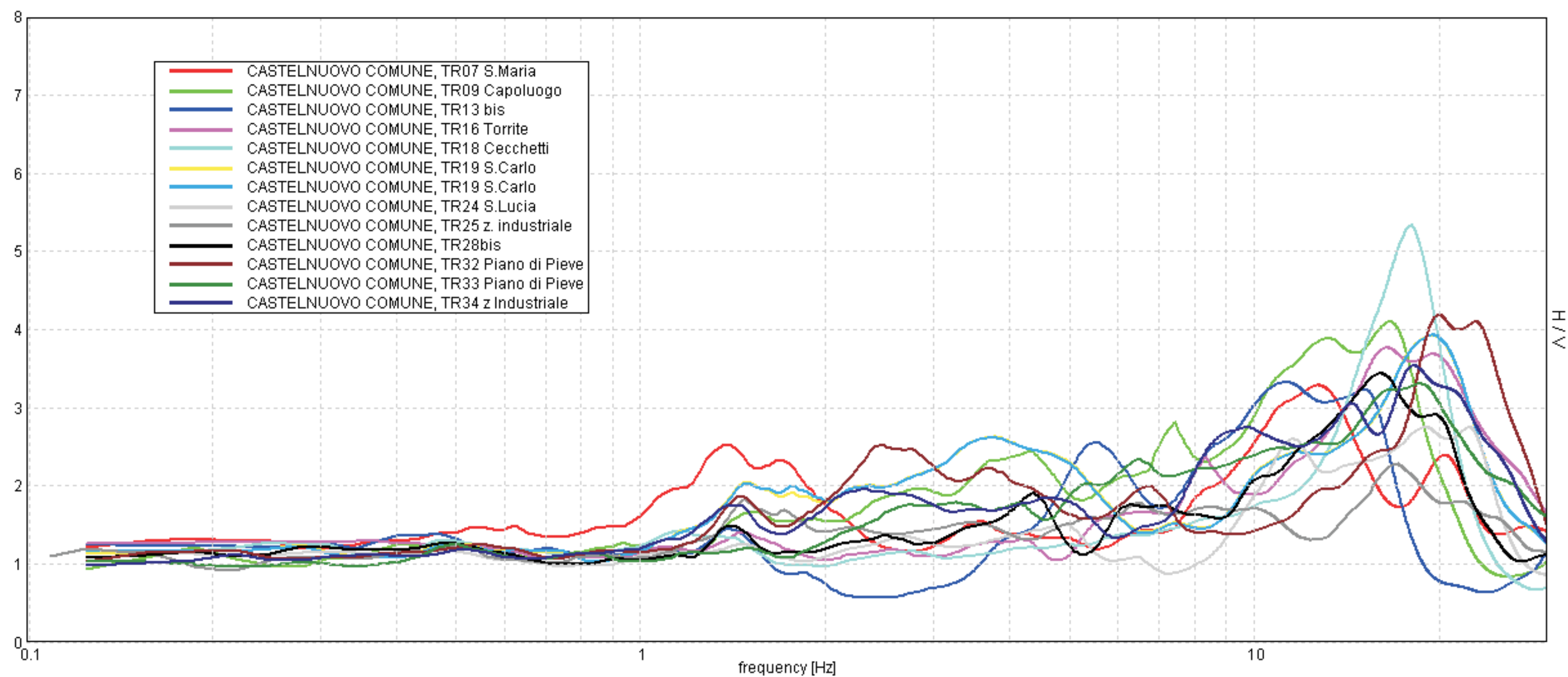
COMUNE DI CASTELNUOVO DI GARFAGNANA

Committente: Comune di Castelnuovo di G.

Raggruppamento curve H/V - SET 3



Average H/V.



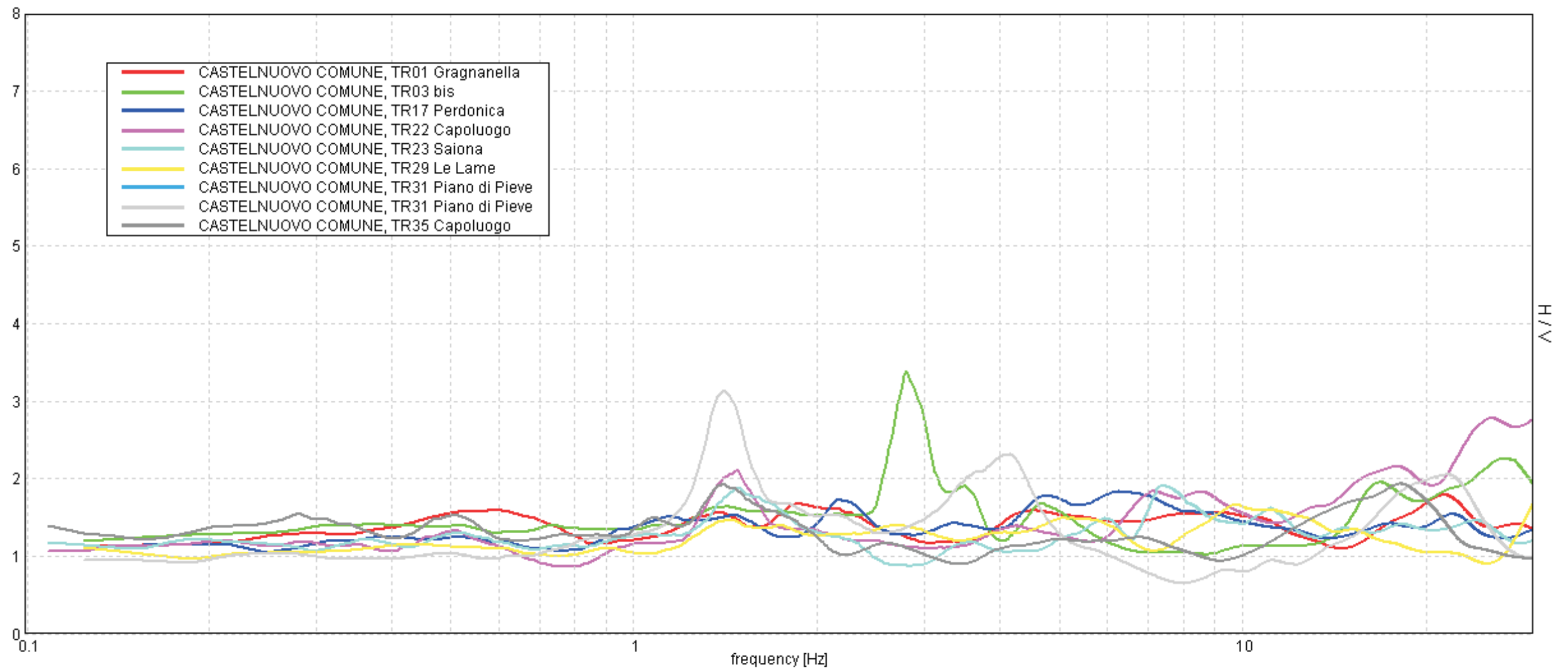
COMUNE DI CASTELNUOVO DI GARFAGNANA

Committente: Comune di Castelnuovo di G.

Raggruppamento curve H/V - SET 4



Average H/V.





COMUNE DI CASTELNUOVO DI GARFAGNANA

PROVINCIA DI LUCCA

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

Committente: Comune di Castelnuovo di Garfagnana

CARTA DELLE FREQUENZE DI RISONANZA DEL SOTTOSUOLO

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

MICROZONAZIONE SISMICA

Carta delle frequenze di risonanza

scala 1: 10.000

Regione Toscana

Comune di Castelnuovo di Garfagnana



GEOPROVE S.p.A.
Il Socio Accomandatario
e Direttore Tecnico
Dr. Geo. Pietro Barsanti
(n. 105.000 del Registro delle Imprese di Lucca)

Frequenza di risonanza f_0 in Hz

- nessuna risonanza
- $0,1 \leq f_0 < 0,5$
- $0,5 \leq f_0 < 1,0$
- $1,0 \leq f_0 < 2,5$
- $2,5 \leq f_0 < 5,0$
- $5,0 \leq f_0 < 7,5$
- $7,5 \leq f_0 < 10,0$
- $10,0 \leq f_0 < 15,0$
- $15,0 \leq f_0 < 20,0$

H/V (A_0) nell'intervallo di frequenze 0,1-20 Hz

- nessuna risonanza
- $1,1 \leq A_0 < 2$
- $2,0 \leq A_0 < 3$
- $3,0 \leq A_0 < 5$
- $5,0 \leq A_0$

In nero il numero d'ordine della stazioni, in rosso i valori di frequenza ed in blu i valori di ampiezza di risonanza
I valori tra parentesi si riferiscono ad eventuale picco di risonanza secondario

Limite dei centri abitati significativi

Limite del territorio comunale

