

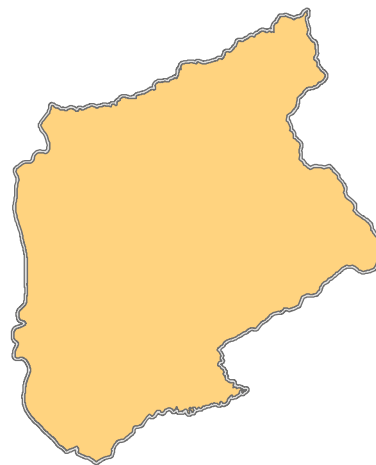


COMUNE DI REGGELLO

PROVINCIA DI FIRENZE

INDAGINI GEOLOGICO TECNICHE DI SUPPORTO AL PIANO OPERATIVO CON AGGIORNAMENTO DEL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE

Fascicolo A
Indagini sismiche per Microzonazione Sismica
previsioni all'esterno del territorio urbanizzato.



Professionista incaricato:
Dott. Geol. Eros Aiello

Emesso: marzo 2020	Revisionato:	Adottato con	Approvato con:
-----------------------	--------------	--------------	----------------

GEOECO
PROGETTI

VIA ANDREA DEL CASTAGNO, 8
50132 FIRENZE
Tel. e Fax 055.571393-575954
C.F. e P. IVA 02287880484

WEST
Systems S.r.l.
Divisione **PHYSIS**
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE

PHYSIS DIVISIONE WEST SYSTEMS
SEDE VIALE DONATO GIANNOTTI
50126 FIRENZE
Tel. 055.461429 Fax 055.6580564
P. IVA 01071300501



Regione Toscana



Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77

PIANO OPERATIVO COMUNALE

Relazione delle indagini geofisiche

Regione Toscana
Comune di Reggello (FI)



<p>Regione Regione Toscana</p>	<p>Soggetto realizzatore: Comune di Reggello/Servizio Assetto del Territorio/RUP Arch. Stefano Ermini</p> <p>Professionisti incaricati: Dott. Geol. Eros Aiello Dott. Geol. Gabriele Grandini Dott. Geol. Cristian Pieroni Dott. Geol. Francesco Puccetti</p> 	<p>Data Febbraio 2020</p>
------------------------------------	---	-------------------------------

INDICE RELAZIONE

1 – PREMESSA	2
1.1 UBICAZIONE AREA DI STUDIO	2
1.2 INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE	2
1.3 STRUTTURA DELLA RELAZIONE	2
2 – INDAGINE SISMICA PASSIVA HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Noise Ratio)	3
2.1 ACQUISIZIONE DEI DATI DI RUMORE A STAZIONE SINGOLA	4
2.2 ANALISI DEI DATI	5
2.3 IL PROGETTO SESAME	5
2.3.1 CRITERI DI AFFIDABILITA' DEL PICCO	5
2.3.2 CRITERI DI CHIAREZZA DEL PICCO	7
2.3.3 INFORMAZIONI AGGIUNTIVE AI CRITERI SESAME	8
2.4 VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DELLE MISURE HVSR	10
2.5 CARATTERISTICHE DELLA STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	12
3 – BIBLIOGRAFIA	14

ALLEGATI

- ALLEGATO GRAFICO: ACQUISIZIONI MICROTREMORI – RAPPORTO SPETTRALE H/V – SPETTRO DELLE SINGOLE COMPONENTI – CRITERI DI AFFIDABILITÀ SESAME – CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA ALBARELLO ET ALII

1 – PREMESSA

Il presente documento riguarda la descrizione, l'elaborazione e i risultati delle indagini geofisiche, di tipo sismico passivo (HVSr), condotte a supporto degli studi inerenti il Piano Operativo Comune di Reggello (FI).

1.1 – UBICAZIONE AREA DI STUDIO

Le indagini geofisiche integrate, sono state eseguite all'interno del territorio del Comune di Reggello, per la visualizzazione dell'ubicazione di ciascuna indagine geofisica svolta si rimanda alla cartografia tematica realizzata.

1.2 – INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE

La caratterizzazione dal punto vista sismico del terreno è stata condotta mediante la realizzazione delle seguenti tipologie di prove geofisiche passive:

n. 24 indagini sismiche passive HVSr per determinare la frequenza di risonanza di sito.

1.3 – STRUTTURA DELLA RELAZIONE

La presente relazione descriverà i metodi di indagine utilizzati, illustrerà la metodologia di acquisizione, la strumentazione utilizzata, le tecniche e modalità di inversione/interpretazione, e verranno mostrati, in allegato, i risultati ottenuti con la campagna di prospezione geofisica sismica integrata, a supporto della caratterizzazione sismica del sottosuolo relativamente alle diverse aree di indagine.

Verranno quindi in un primo momento illustrate e descritte le varie tecniche di acquisizione dei dati geofisiche, successivamente verranno riportate le modalità di elaborazione dei dati ed infine mostrati i risultati ottenuti.

2 – INDAGINE SISMICA PASSIVA HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Noise Ratio)

Il metodo reso popolare da Nakamura nel 1989 è una valutazione di tipo sperimentale dei rapporti di ampiezza spettrale fra le componenti orizzontali (H) e la componente verticale (V) delle vibrazioni ambientali sulla superficie terrestre misurati puntualmente mediante l'utilizzo di un apposito sismometro a tre componenti (due orizzontali ortogonali tra di loro ed una verticale).

Proprio dal fatto che tale metodo si basa su di un rapporto viene anche denominato indagine HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Noise Ratio) o più semplicemente prova "di Nakamura".

Rumore al di sotto degli 0.5 Hz è generato prevalentemente da onde marine e perturbazioni atmosferiche mentre al di sopra degli 0.5 Hz il contributo prevalente è dato da vento, traffico veicolare e attività industriali.

Il risultato di tale misura viene mostrato in un grafico in cui il rapporto H/V (in ordinata) è messo in relazione con la frequenza (in ascissa).

Le frequenze alle quali la curva H/V mostra dei picchi sono le frequenze di risonanza del terreno al di sotto del punto di misura.

La risonanza è un fenomeno che si viene a creare quando si hanno forti contrasti di impedenza sismica tra uno strato e il sottostante.

In caso quindi di misura effettuata al di sopra di una roccia la curva H/V non presenterà picchi significativi ma avrà un andamento piano con ampiezza pari ad 1. Maggiore quindi è il contrasto sismico e maggiore sarà la precisione della misura H/V.

Geologicamente quindi una copertura soffice al di sopra di un basamento rigido rappresenta la condizione ottimale per questa metodologia di misurazione.

In questa configurazione molto semplice è possibile quindi mettere in relazione la frequenza di risonanza (f) con la velocità media delle onde S (Vs) e lo spessore della copertura soffice (h) mediante la seguente relazione:

$$f = V_s/4h$$

Data quindi la frequenza di risonanza calcolata tramite il metodo H/V e la velocità media delle Vs delle coperture è quindi possibile ricavare la profondità dello strato a forte impedenza sismica e quindi fare successivamente una valutazione sulla possibile amplificazione sismica del sito in esame.

E' importante però che questo metodo (data la sua natura stocastica) sia utilizzato assieme ad una conoscenza generale dell'area di studio dal punto di vista geologico ed a prove di sismica quali MASW e/o rifrazione in modo da avere una conoscenza a priori della natura del sito e della velocità delle coperture.

In assenza di qualsiasi vincolo infatti esistono infiniti modelli (cioè combinazioni Vs-H) che soddisfano la stessa curva H/V.

2.1 – ACQUISIZIONE DEI DATI DI RUMORE A STAZIONE SINGOLA

Le misure di rumore a stazione singola si effettuano mediante l'utilizzo di sismometri a tre componenti (chiamati anche tromografi) con una sensibilità tra 0.1 e 20 Hz (corrispondenti ai modi di vibrare della maggior parte delle strutture).

Per quanto riguarda l'acquisizione in campagna bisogna prestare molta cura ed attenzione al posizionamento dello strumento.

L'accoppiamento dello strumento con il terreno deve essere fatto il più solidale possibile evitando interfacce intermedie (ad esempio cemento, fondo stradale ecc.) le quali causano grossi problemi dovuti all'inversione di velocità la cui conseguenza in molti casi è il non corretto risultato della curva H/V.

Importante è la messa in bolla dello strumento, se questo non fosse verificato le misure sarebbero completamente errate. Evitare la misura in giornate particolarmente avverse dal punto di vista meteorologico.

E' sempre consigliabile posizionare lo strumento all'interno di una piccola buca nel terreno in modo da mantenerlo oltre che perfettamente solidale anche al riparo da possibili agenti di disturbo.

Dal momento che le frequenze di interesse ingegneristico non superano i 25 Hz la frequenza di campionamento non deve essere inferiore ai 50 Hz.

Particolarmente importante è la durata della registrazione. Come accennato in precedenza, la misura di rumore è un fenomeno detto stocastico quindi per avere una validità dal punto di vista statistico è necessaria una consistente quantità di dati i quali si ottengono registrando il rumore per una durata commisurata alla frequenza di risonanza di interesse.

In generale quindi per avere un dato concreto riguardante un bedrock sismico profondo (basse frequenze di risonanza) sarà necessario un tempo di registrazione più lungo rispetto ad un bedrock sismico superficiale (alte frequenze di risonanza).

L'orientamento dello strumento in via convenzionale deve essere rivolto verso il Nord geografico.

In presenza di elementi topografici o morfologici lo strumento dovrebbe essere allineato secondo gli assi di questi in modo da cogliere eventuali effetti di direttività. Quest'ultima può essere causata o da una non omogenea distribuzione delle sorgenti attorno allo strumento di misura o da cause derivanti dalla natura del sottosuolo sia per motivi topografici (misure a bordo di una scarpata ad esempio) sia per motivi stratigrafici (valli sepolte, stratificazioni inclinate ecc.). Le misure quindi in cui è presente questa problematica vanno interpretate con cautela.

2.2 – ANALISI DEI DATI

Una volta registrate le serie temporali di ciascuna componente il calcolo della curva H/V avviene passando al dominio delle frequenze e facendo il rapporto tra la componente H e la componente V. La componente H è la media delle due componenti orizzontali.

Per quanto riguarda le fasi dettagliate del processing si fa riferimento alle linee guide fornite dal progetto SESAME (2004).

La fase di interpretazione successiva deve essere fatta con alcuni accorgimenti fondamentali:

- 1- La curva H/V deve essere statisticamente significativa, ovvero deve avere una deviazione standard sia in ampiezza che in frequenza ridotta. Se questo non fosse verificato, premesso che la prova è stata acquisita tenendo presente tutti gli accorgimenti descritti nel precedente paragrafo, è necessario “pulire” la curva H/V. SESAME (2004) propone la rimozione nella serie temporale di quelle finestre in cui la deviazione standard del segnale STA (media a breve termine) è maggiore della media a lungo termine (LTA). Si tratta quindi dell’eliminazione di quelle finestre in cui è evidente la presenza di segnali di disturbo (detti transienti).
- 2- La curva H/V deve essere SEMPRE osservata insieme agli spettri di ciascuna componente in modo da poter effettivamente individuare quei picchi di natura stratigrafica. In condizioni normali infatti le tre componenti hanno ampiezze simili. Alla frequenza di risonanza si ha un picco del rapporto H/V in quanto diminuisce la componente verticale determinando una forma a “occhio” o “ogiva” indice di una risonanza stratigrafica. I picchi di forma differente non sono attribuibili a cause stratigrafiche.

2.3 – IL PROGETTO SESAME

Il progetto SESAME ha stabilito delle direttive per garantire la riproducibilità delle misure H/V, indispensabile per ottenere dei dati rappresentativi e poco influenzati dal contesto di misura ed ambientale.

Le direttive fornite dal progetto SESAME descrivono diversi criteri da seguire mediante i quali è possibile valutare l’attendibilità della curva H/V.

2.3.1 – CRITERI DI AFFIDABILITÀ DEL PICCO

Le seguenti condizioni di affidabilità sono state stabilite grazie al progetto SESAME (Site Effects Assessment Using Ambient Excitations), a seguito dei numerosi studi condotti (SESAME 2004).

La prima condizione necessaria per ritenere una curva H/V affidabile, è la sua riproducibilità nello stesso sito con altre sorgenti e tipologie di rumore ambientale, e mediante una differente selezione di finestre.

In sintesi i primi tre criteri tutti da soddisfare sono i seguenti:

1. $f_0 > 10 / l_w$, ovvero che alla frequenza di interesse devono trovarsi almeno 10 cicli significativi nella finestra selezionata.; l_w è la lunghezza della finestra.
2. $n_c = l_w \cdot n_w \cdot f_0 > 200$, ossia che il numero di cicli significativi sia maggiore di 200; n_w è il numero di finestre selezionate per condurre l'analisi.
3. un basso livello di scattering tra le finestre. Deviazioni standard troppo elevate sono riportabili a situazioni di scarsa stazionarietà ed alta perturbazione del segnale, quindi ad una bassa rappresentatività. In particolare la deviazione standard deve essere minore di 2 (se $f_0 > 0.5$) nell'intervallo $0.5f_0 < f < 2f_0$ e minore di 3 (se $f_0 < 0.5$) sempre nel solito intervallo.

Per quanto detto nei punti I e II quindi un picco ad 1 Hz per la sua corretta affidabilità devono esserci almeno 20 finestre di 10 s ognuna, o per un picco a 0,5 Hz, 10 finestre a 40s.

Nella tabella sottostante vengono indicati parametri di affidabilità a seconda del picco di interesse.

f_0 [Hz]	Minimum value for l_w [s]	Minimum number of significant cycles (n_c)	Minimum number of windows	Minimum useful signal duration [s]	Recommended minimum record duration [min]
0.2	50	200	10	1000	30'
0.5	20	200	10	400	20'
1	10	200	10	200	10'
2	5	200	10	100	5'
5	5	200	10	40	3'
10	5	200	10	20	2'

Poiché i transienti eventualmente presenti nella registrazione vanno eliminati in fase di processing, è opportuno allungare il tempo di registrazione.

La tabella sopra indicata, fornita dal progetto SESAME deve comunque essere utilizzata in maniera molto indicativa.

Nella realtà infatti bisogna tenere presente che per la registrazione corretta di un picco a basse frequenze (bedrock sismico profondo quindi) a seconda delle caratteristiche geologiche del sito sono necessari tempi di registrazione superiori (anche nell'ordine delle ore).

E' quindi buona norma prima di effettuare misure di rumore conoscere la geologia della zona da investigare e fare riferimento a tutte le prove pregresse effettuate nel sito.

2.3.2 – CRITERI DI CHIAREZZA DEL PICCO

Nel migliore dei casi, la curva mostra un singolo picco 'netto', definibile in termini di ampiezza, deviazione standard relativa ed assoluta. In termini di ampiezza deve soddisfare le seguenti condizioni:

1. Esistenza di una frequenza f^- tra $f_0/4$ ed f_0 tale che $A_0 / A_{H/V}(f^-) > 2$; dove A_0 rappresenta l'ampiezza media del picco e $A_{H/V}(f^-)$ l'ampiezza della frequenza f^- .
2. Esistenza di un'altra frequenza f^+ , compresa tra f_0 e $4f_0$, tale che $A_0 / A_{H/V}(f^+) > 2$;
3. $A_0 > 2$.

Viceversa le condizioni di **stabilità** sono che:

1. Il picco deve apparire alla stessa frequenza sulle curve H/V corrispondenti alla somma e differenza della deviazione standard, con una percentuale del 5%;
2. La deviazione standard del picco in frequenza σ_f , deve essere inferiore ad una soglia massima $\varepsilon(f_0)$;
3. La deviazione standard del picco in ampiezza $\sigma_A(f_0)$, deve essere inferiore ad una soglia massima $\theta(f_0)$; Il valore $\sigma_A(f_0)$ rappresenta il numero con cui moltiplicare e dividere la curva media H/V per ottenere le curve relative alla deviazione standard.

Di seguito sono inseriti i valori massimi accettabili per le deviazioni standard a diversi range di frequenza del picco.

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

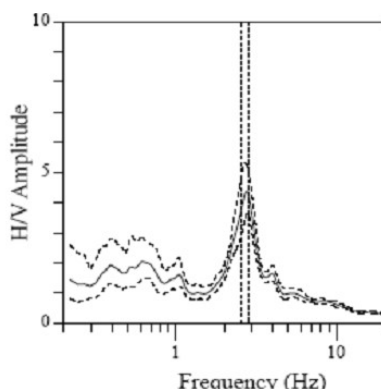
Quindi se la curva H/V per un dato sito soddisfa almeno 5 di queste 6 condizioni, il valore di f_0 è da considerarsi rappresentativo della frequenza fondamentale; se l'ampiezza di picco A_0 è

maggiore di 4 o 5, si può affermare con certezza che esiste una discontinuità ed un contrasto di velocità ad una qualche profondità.

Bisogna infine verificare che:

1. la frequenza f_0 è consistente con la frequenza di cut-off del sensore e con la sensibilità;
2. il picco non ha origine industriale.

In basso si riporta un esempio di curva H/V, con picco ‘netto’ che soddisfa le condizioni di stabilità.



Window length t_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_o	Frequency statistics from individual windows			
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_{A_0}(f_0)$
41	14	1561	2.72	0.11	4.4	1.2

Fig. 10 - Esempio di picco netto da SESAME (2004)

Non sempre la curva H/V mostra dei picchi netti. Talora sono poco chiari o allargati, e non soddisfano le condizioni sopra citate.

In questi casi sono imputabili a diversi fattori quali: un contrasto di impedenza moderato o alla bassa frequenza delle vibrazioni ambientali; condizioni di misura ventose e perturbate; un disaccoppiamento suolo-sensore; disturbi a bassa frequenza (camion, macchine a grande distanza); parametri di smoothing inadeguati; sensore a frequenza e sensibilità troppo basse.

2.3.3 – INFORMAZIONI AGGIUNTIVE AI CRITERI SESAME

A questo punto verificati i punti sopra elencati occorre allegare a tali risultati altre informazioni non descritte nel progetto SESAME per dare maggiore stabilità all'indagine.

Di seguito l'elenco completo:

1. Stazionarietà temporale dei rapporti spettrali.

In pratica una volta effettuata la registrazione, il dato viene diviso dall'operatore in finestre temporali, per ciascuna di esse il software calcola la curva H/V e come output restituisce un diagramma FT in cui al variare del tempo viene mostrato l'andamento del segnale.

Il segnale è stazionario se la forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% circa della durata della misura.

2. Direttività del segnale (azimuth).

Il software calcola una volta selezionate le finestre la direttività del segnale ovvero la sua provenienza rispetto all'orientazione degli assi dei sensori dello strumento (di norma la componente orizzontale NS deve essere rivolta verso Nord).

La direttività corretta si ha quando il picco H/V (nel caso sia presente uno solo altrimenti tutti i picchi) è presente da 0 a 180° (da 180° a 360° è superfluo poiché la distribuzione del segnale è speculare) ovvero le sorgenti intorno allo strumento sono uniformi in tutte le direzioni.

Viceversa in caso di segnali direttivi in un range ridotto di frequenze le cause possono essere varie tra cui sorgenti non uniformi (es. rumori industriali).

In questo caso il risultato della registrazione non è attendibile. le variazioni azimuthali di ampiezza non devono superare il 30% del massimo.

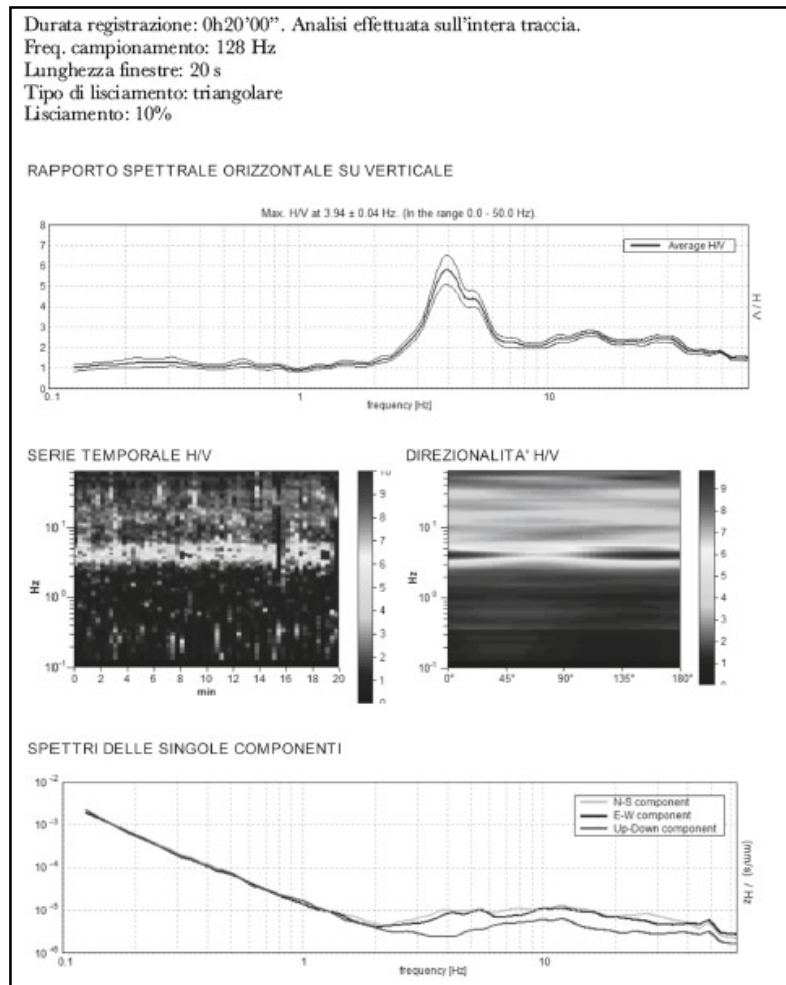
Questo deriva dal fatto che, nonostante la natura stocastica del fenomeno, in presenza di un campo d'onda diffuso, ovvero caratterizzato da sorgenti posizionate in maniera statisticamente omogenea attorno al sito di misura che si attivano in maniera non coordinata, l'andamento medio del segnale risulterà statisticamente indipendente dalla loro natura e posizione e sarà condizionato soprattutto dalla struttura del sottosuolo.

3. Si deve inoltre allegare l'andamento complessivo del rapporto H/V e gli spettri di ciascuna componente.

Ciò è utile per verificare che in corrispondenza del picco ci sia un effettivo abbassamento della componente verticale rispetto alle componenti orizzontali (plausibilità fisica).

Inoltre mediante il confronto dei vari spettri è possibile verificare se lo strumento è bene in bolla e l'eventuale presenza di inversioni di velocità caratterizzate contrariamente da quanto detto in precedenza da un abbassamento delle componenti orizzontali rispetto alla componente verticale.

4. Bisogna verificare l'assenza di rumore elettromagnetico caratterizzato da una forte direttività e da picchi molto stretti nella curva H/V.



Picco H/V a 3.9 ± 0.04 Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).			
Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	3.94 > 0.50	OK	
$n_s(f_0) > 200$	4725.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 190	OK	
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$			
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^* in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0 / 2$	3.031 Hz	OK	
Esiste f^* in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0 / 2$	5.938 Hz	OK	
$A_0 > 2$	5.79 > 2	OK	
$f_{scor} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.00462 < 0.05	OK	
$\sigma_f < g(f_0)$	0.01818 < 0.19688	OK	
$\sigma_A(f_0) < 0(f_0)$	0.3534 < 1.58	OK	

Fig. 11 - Esempio di acquisizione corretta e presentazione dei risultati (D.Albarello,S.Castellaro, 2011)

2.4 – VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELLE MISURE HVSR

E' proposta, quale metodo di valutazione della qualità tecnica delle misure HVSR acquisite, la classificazione proposta da Albarello et alii, 2010 e Albarello & Castellaro,2011.

L'obiettivo della classificazione è fornire una indicazione immediata circa la qualità delle singole misure H/V, con lo scopo di aiutare gli operatori nella fase interpretativa e nel confronto con altri dati osservati.

La classificazione di Albarello et alii, 2010 e Albarello & Castellaro, 2011 si divide in 3 classi principali: Classe A, Classe B e Classe C.

Classe A: H/V affidabile e interpretabile: può essere utilizzata anche da sola.

1. la forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% circa della durata della misura (stazionarietà)
2. le variazioni azimuthali di ampiezza non superano il 30% del massimo (isotropia)
3. non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse (assenza di disturbi)
4. i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale (plausibilità fisica)
5. i criteri di SESAME per una curva H/V attendibile (primi 3 criteri) sono verificati (robustezza statistica)
6. la misura è durata almeno 15/20 minuti (durata)

ECCEZIONE per la Classe A: misure effettuate su roccia integra affiorante o in zone alluvionali fini con basamento sismico molto profondo (tipicamente > 1 km) possono non mostrare alcun picco statisticamente significativo della curva H/V nell'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico, a causa dell'assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati. In questi casi, in cui la curva H/V apparirà piatta e con ampiezza circa pari a 1, il criterio 5 risulterà non verificato anche se la misura è di fatto attendibile.

Classe B: curva H/V sospetta (da "interpretare"): va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure ottenute nelle vicinanze

1. almeno una delle condizioni della classe A non è soddisfatta, a condizione che non si rientri nell'ECCEZIONE per la Classe A.

Classe C: curva H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata

1. misura di tipo B nella quale la curva H/V mostra una ampiezza crescente al diminuire della frequenza (deriva), indice di un movimento dello strumento durante la misura
2. misura di tipo B nella quale si evidenzia la presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di potenziale interesse.

Per le sole Classi A e B si possono pertanto definire due sottoclassi delle classi precedenti, ossia: Tipo 1. Presenta almeno un picco "chiaro" secondo i criteri di SESAME: possibile

risonanza Tipo 2. Non presenta picchi “chiari” nell’intervallo di frequenze di interesse: assenza di risonanza

2.5 – CARATTERISTICHE DELLA STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Le misure di rumore HVSR sono state tutte registrate mediante l’utilizzo del tromografo *THEREMINO*, costituito da geofoni con frequenza di 4.5 Hz

La sua particolare forma e utilizzo è il risultato di alcune considerazioni sperimentali e non per motivi estetici o di designer:

- 1- Forma circolare per avere la minima resistenza al vento;
- 2- Cupola emisferica ribassata per avere la minima resistenza al vento;
- 3- Baricentro molto ribassato per avere la massima stabilità;
- 4- Peso aumentato da una zavorra in piombo;
- 5- Diametro sufficientemente largo per avere una maggiore stabilità;
- 6- Materiale in policarbonato per isolare acusticamente i geofoni dai rumori antropici ed ambientali;
- 7- I cavi non devono essere posizionati verticalmente rispetto allo strumento perché causano vibrazioni dovute al vento, il cavo ha l'effetto " bandiera " generando frequenze orizzontali che non hanno nulla a che fare con i microtremori;
- 8- Aumento della larghezza della base di appoggio, in questo modo i tre puntali che poggiano sul terreno aumentano la stabilità dello strumento e garantiscono una riduzione della rumorosità strumentale indotta da vento e rumori antropici;
- 9- Distanza identica tra i vari puntali, in questo modo si ha una eguale distribuzione a 360° delle vibrazioni indotte dal terreno;
- 10- Con il piombo di zavorra si è aumentata la pressione sul terreno evitando così saltellamenti verticali e garantendo una maggiore aderenza e continuità tra terreno e strumento;
- 11- La zavorra in piombo posizionata nella parte medio bassa della piastra e l'alleggerimento della cupola hanno spostato il baricentro strumentale a pochi cm dal piano di appoggio sul terreno, ciò va a favore della stabilità;
- 12- La forma rotondeggiante della piastra e la forma emisferica della cupola permette di avere un alto grado di permeabilità al vento, possibile affondare la piastra di 4- 5 cm nel terreno estirpando la cortina erbosa superficiale, in questo modo dal piano di campagna si spunta solo la cupola riducendo ulteriormente l'effetto vento;

-
- 13- Isolamento acustico del geofono grazie allo spessore della cupola, in questo modo di riduce l'effetto "microfono" dei geofoni che trasformano i rumori acustici in fastidiosi disturbi e rumori random;
 - 14- Spessori centimetrici delle pareti dell'ufo per evitare vibrazioni dannose dovute a spessori millimetrici dei contenitori spesso in plastica della scatola utilizzata;
 - 15- Minima superficie laterale per ridurre l'impatto con il vento;
 - 16- La forma tondeggiante e emisferica della piastra e della cupola permette di avere la medesima disposta al vento in tutti i 360 gradi;
 - 17- Contenitore basso e largo, e pesante al contrario di molti strumenti stretti alti e leggeri con pareti di lamierino sottile (vere casse acustiche), il contrario di come dovrebbero essere;
 - 18- Molta cura nel posizionamento all'interno dello strumento dell'elettronica e dei geofoni, riduzione al massimo di componenti inutili che hanno lo scopo di sporcare il segnale e una cura per schermare il segnale da inquinamento elettromagnetico.

3 – BIBLIOGRAFIA

C. Park, R. Miller, J. Xia. Multichannel Analysis of Surface Waves, *Geophysics*, 64(3), 800-808, 1999.

C. Park, R. Miller, J. Xia and J. Ivanov. Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW) – active and passive methods, *The Leading Edge* (January 2007).

M. Cercato. Addressing non-uniqueness in linearized multichannel surface wave inversion, *Geophysical Prospecting*, 00, 1-21, 2008.

S. Foti, F. Santucci de Magistris, F. Silvestri, C. Eva. Valutazione degli standard di esecuzione e dell'efficacia delle indagini di sismica attiva e passiva, 2008.

D. Albarello, S. Castellaro. Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola *Ingegneria Sismica Anno XXVIII – n. 2 – 2011*.

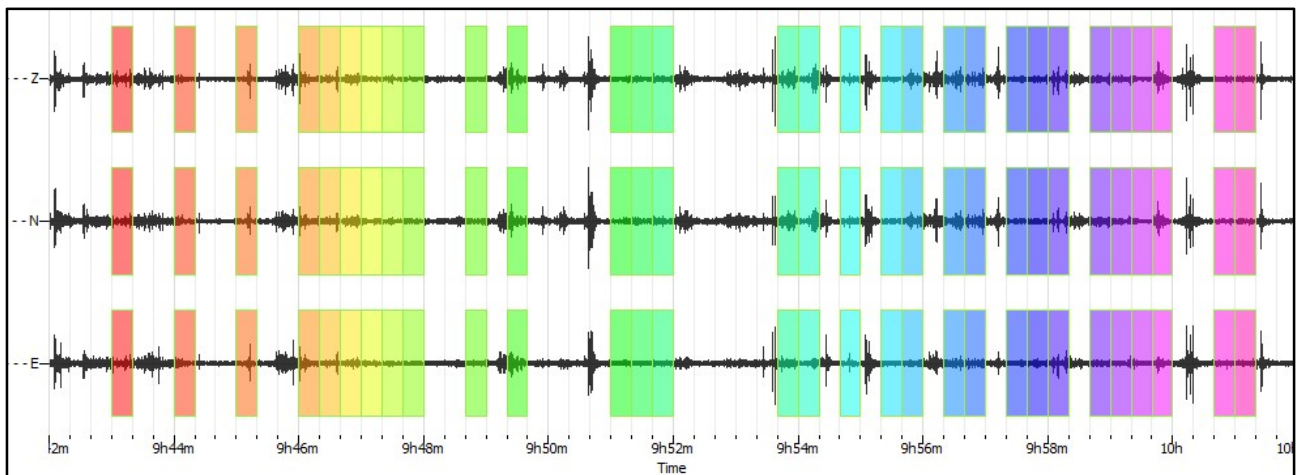
M. Bour*, D. Fouissac, P. Dominique & C. Martin. On the use of microtremor recordings in seismic microzonation (1998).

SESAME European research project. Guidelines for implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations, measurements, processing and interpretation (2004).

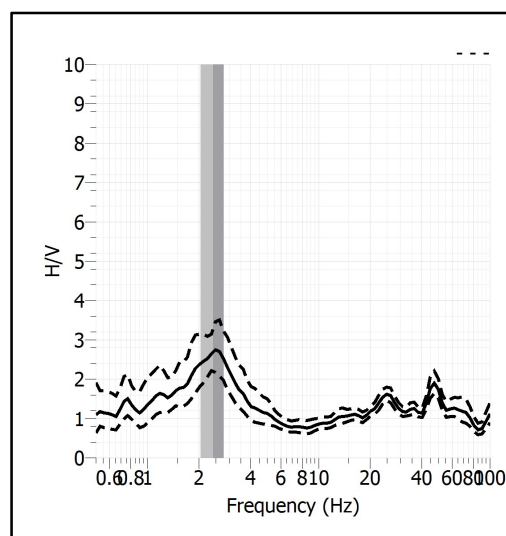
Stazione	1	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Gennaio 2020	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	30 (50% del tracciato)	
Tipo di lisciamo	Konno & Ohmachi	
Lisciamo	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	2.44Hz
Ampiezza Media della frequenza	2.71

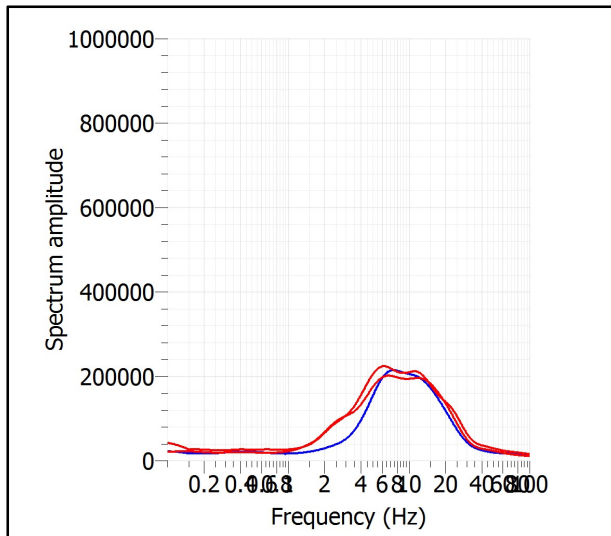
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



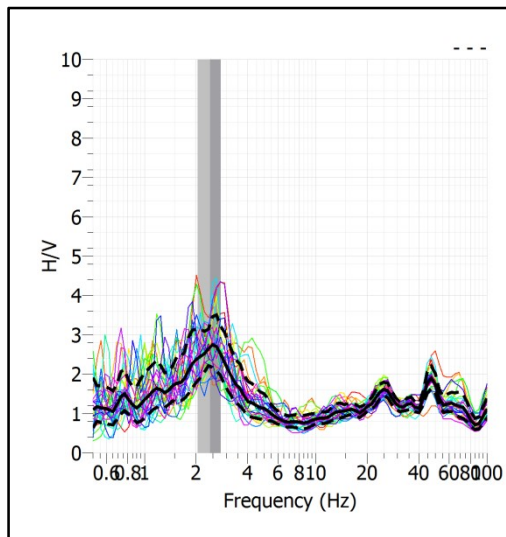
RAPPORTO SPETTRALE H/V



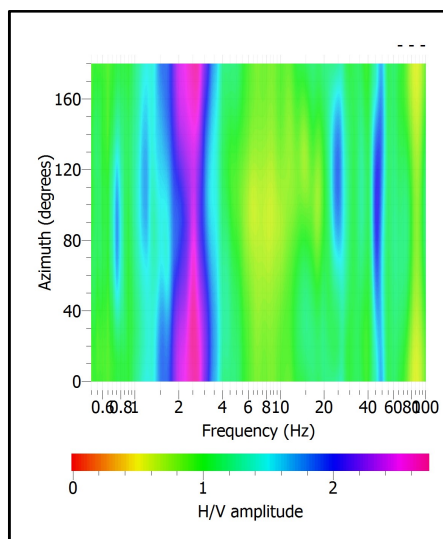
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	30	1467	2.445	0.35	2.71	1.23	BASSO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/Lw$			2.445	>	0.500		OK
$n_c(f_0) > 200$			1467	>	200		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27				OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$			2.7139	>	2	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$			0.3543	>	0.1222	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$			1.2318	<	1.5800	OK

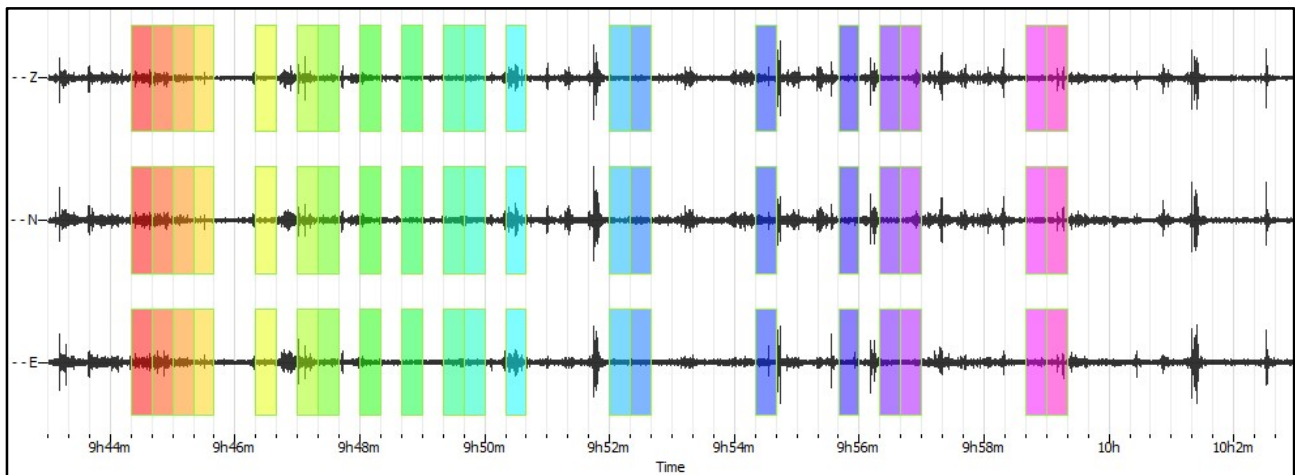
ULTERIORI CRITERI(D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum Lw$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse	SI
PLAUSIBILITA' FISICA	I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale	SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre Criteri SESAME per curva affidabile	SI

CLASSE | A1

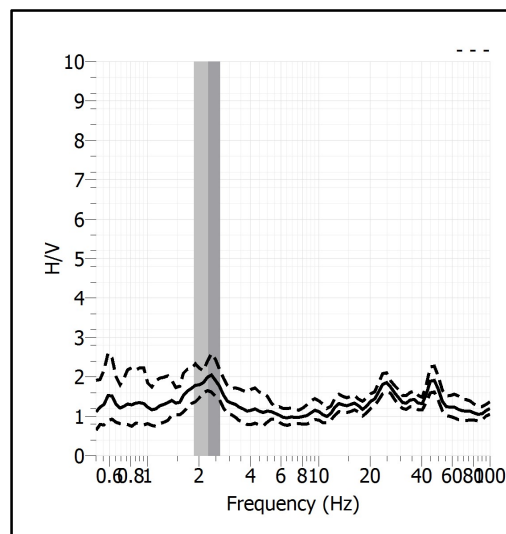
Stazione	2	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Gennaio 2020	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	20 (33% del tracciato)	
Tipo di lisciamento	Konno & Ohmachi	
Lisciamento	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	2.26Hz
Ampiezza Media della frequenza	2.00

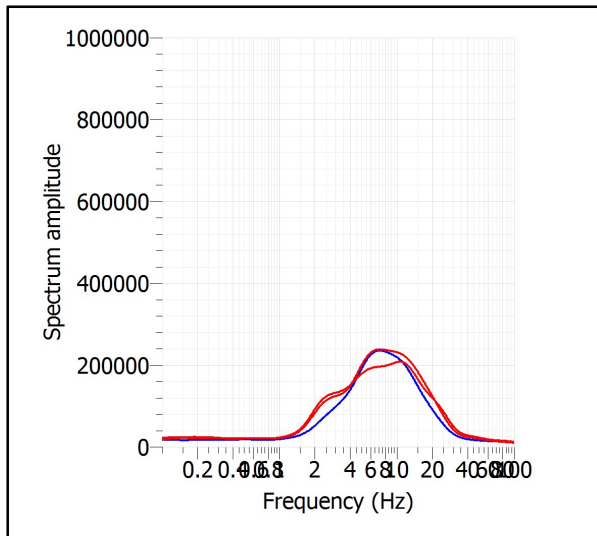
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



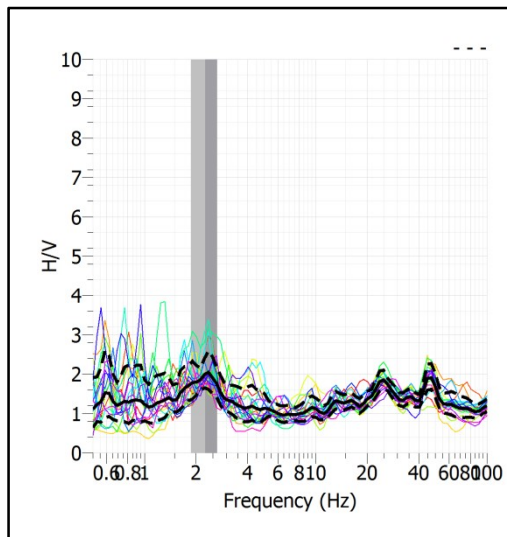
RAPPORTO SPETTRALE H/V



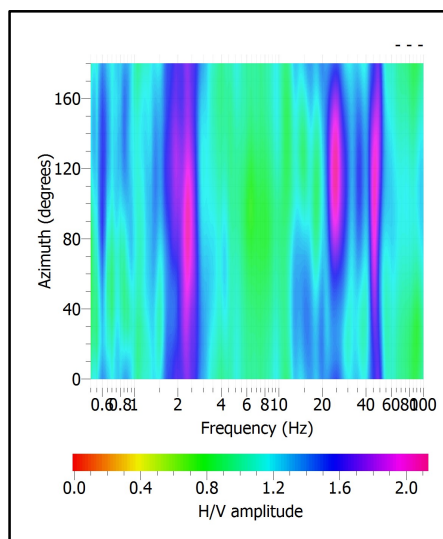
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V




CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	20	905	2.264	0.40	2.00	1.23	BASSO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/Lw$			2.264	>	0.500		OK
$n_c(f_0) > 200$			905	>	200		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27				OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	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
	$A_0 > 2$			2.0037	>	2	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$			0.3993	>	0.1132	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$			1.2253	<	1.5800	OK

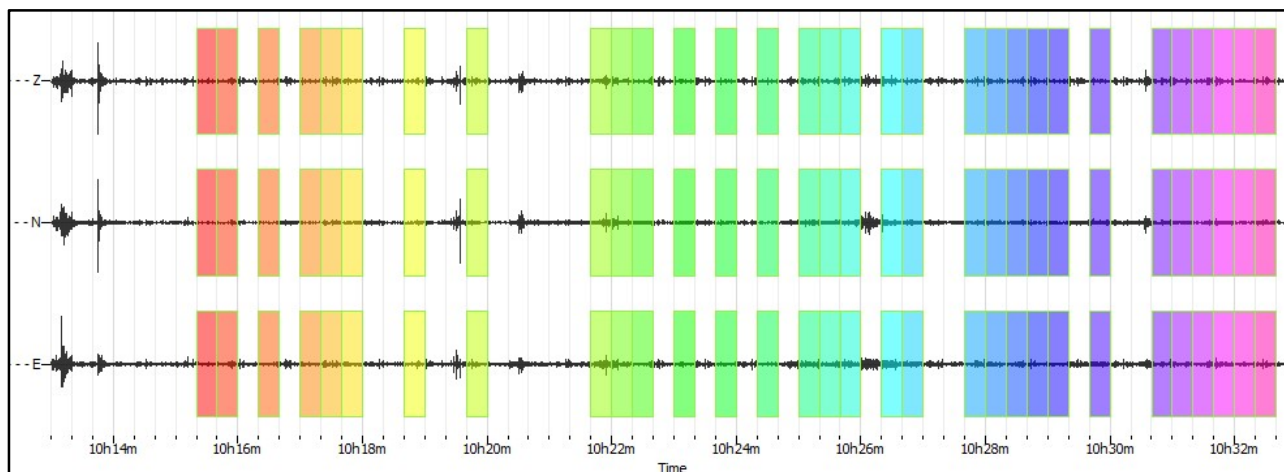
ULTERIORI CRITERI(D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum Lw$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse	SI
PLAUSIBILITA' FISICA	I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale	SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre Criteri SESAME per curva affidabile	SI

CLASSE | A1

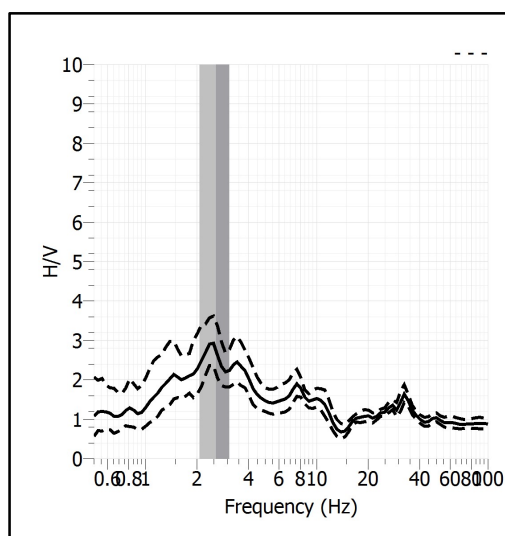
Stazione	3	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Gennaio 2020	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	31 (52% del tracciato)	
Tipo di lisciamento	Konno & Ohmachi	
Lisciamento	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	2.58Hz
Ampiezza Media della frequenza	2.72

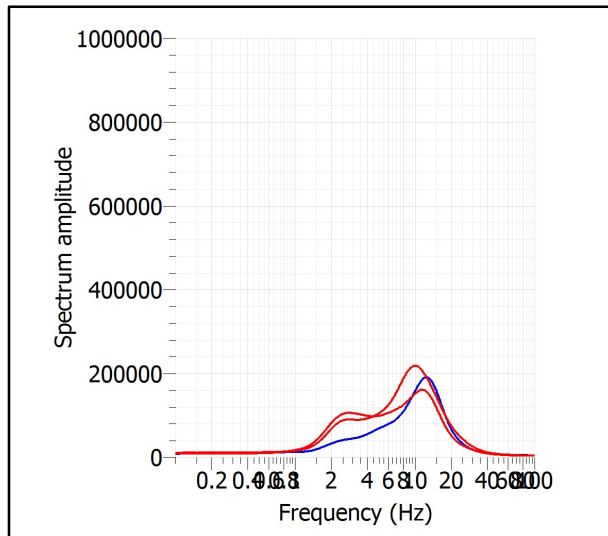
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



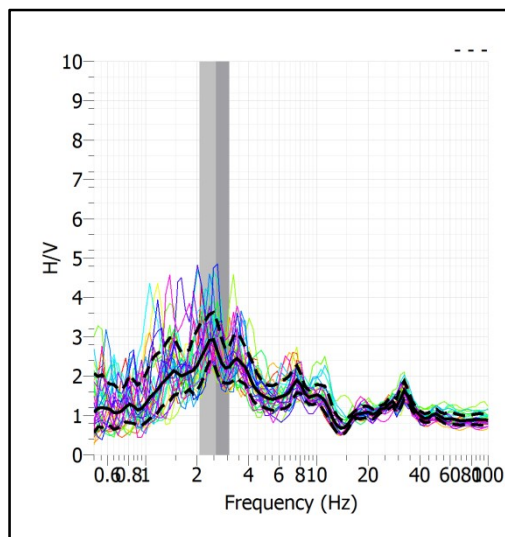
RAPPORTO SPETTRALE H/V



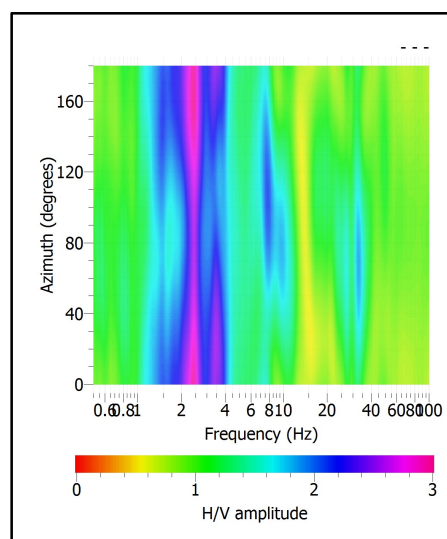
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

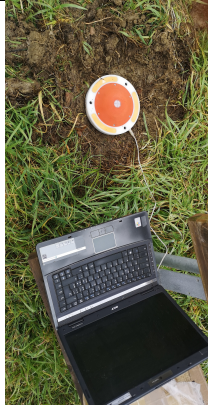


CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	31	1603	2.585	0.52	2.72	1.25	BASSO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/Lw$			2.585	>	0.500		OK
$n_c(f_0) > 200$			1603	>	200		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27				OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						NO
	$A_0 > 2$			2.7189	>	2	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$			0.5163	>	0.1293	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$			1.2483	<	1.5800	OK

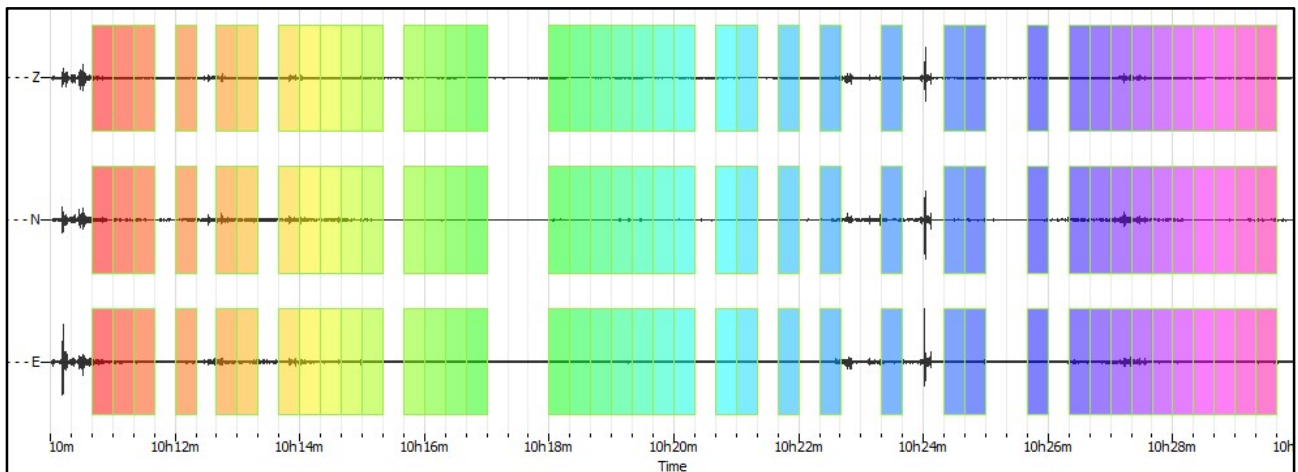
ULTERIORI CRITERI(D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum Lw$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse	SI
PLAUSIBILITA' FISICA	I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale	SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre Criteri SESAME per curva affidabile	SI

CLASSE | A1

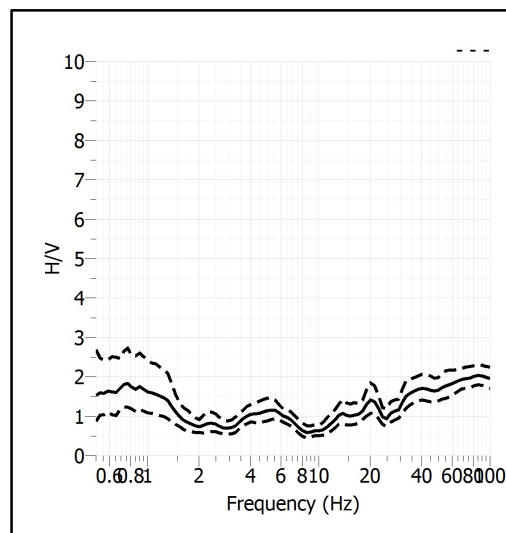
Stazione	4	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Gennaio 2020	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	40 (67% del tracciato)	
Tipo di lisciamento	Konno & Ohmachi	
Lisciamento	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	NP
Ampiezza Media della frequenza	-

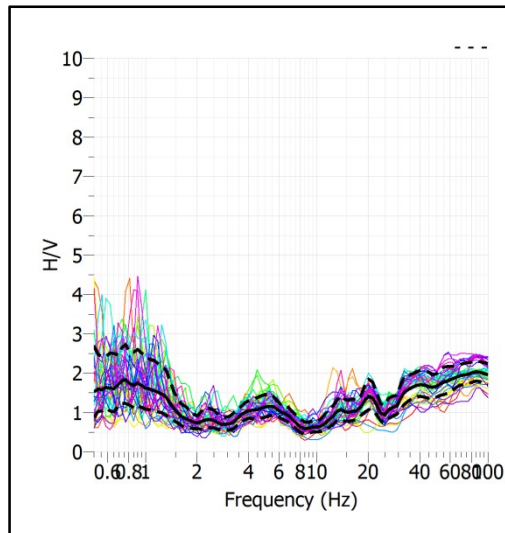
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



RAPPORTO SPETTRALE H/V



SERIE TEMPORALE H/V



CRITERI SESAME

ULTERIORI CRITERI(D.Albarelo, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum Lw$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse	SI
PLAUSIBILITA' FISICA	I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale	NO
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre Criteri SESAME per curva affidabile	NO

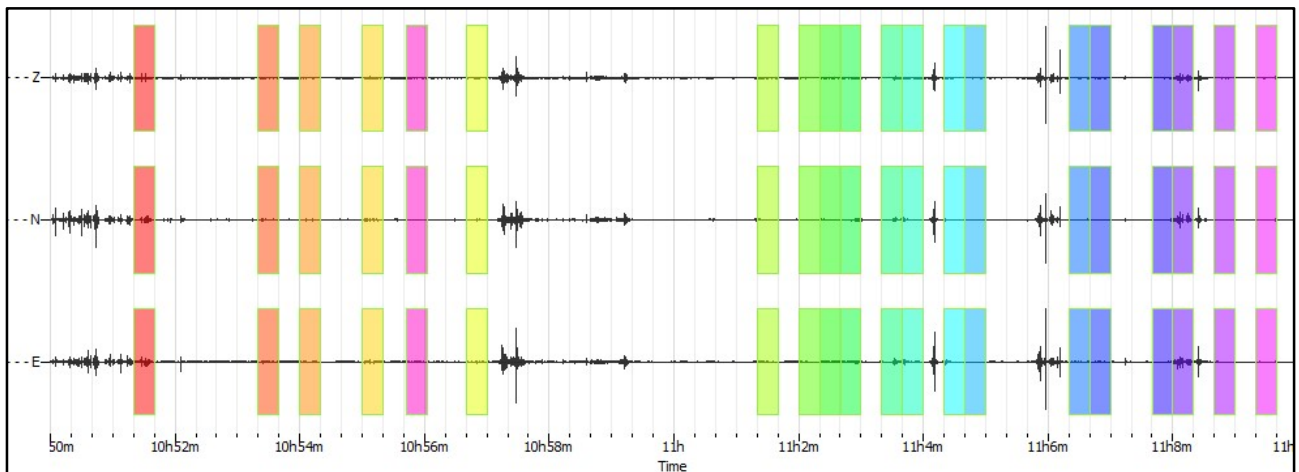
CLASSE A2

Stazione	5
Strumento	Theremino
Data acquisizione	Gennaio 2020
Durata registrazione	20 minuti
Freq. Campionamento	500 Hz
Lunghezza finestre	20 s
Numero di finestre analizzate	20 (33% del tracciato)
Tipo di lisciamento	Konno & Ohmachi
Lisciamento	40
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo naturale
Meteo	Sereno

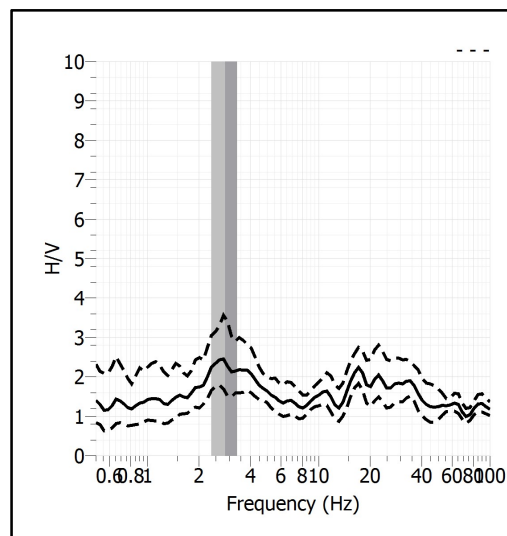


Frequenza del picco H/V	2.84Hz
Ampiezza Media della frequenza	2.37

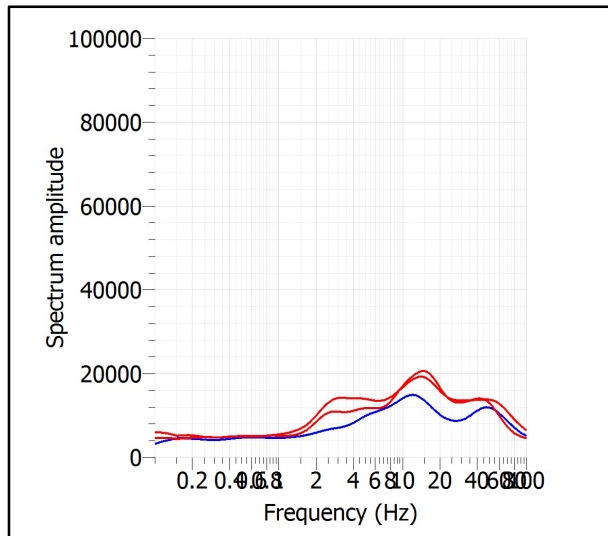
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



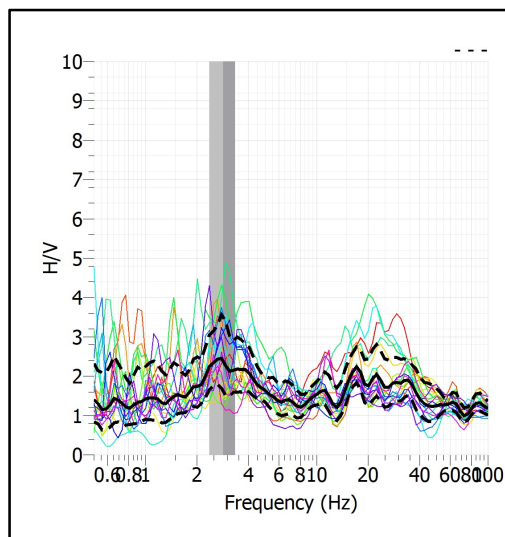
RAPPORTO SPETTRALE H/V



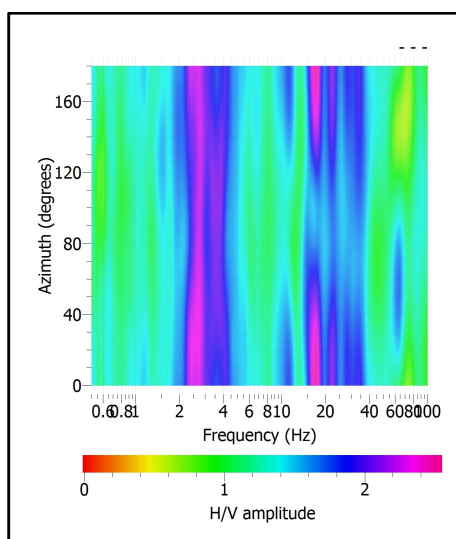
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	20	1136	2.841	0.50	2.37	1.48	BASSO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/Lw$			2.841	>	0.500		OK
$n_c(f_0) > 200$			1136	>	200		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27				OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						NO
	$A_0 > 2$			2.3712	>	2	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$			0.5010	>	0.1420	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$			1.4757	<	1.5800	OK

ULTERIORI CRITERI(D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum Lw$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse	SI
PLAUSIBILITA' FISICA	I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale	SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre Criteri SESAME per curva affidabile	SI

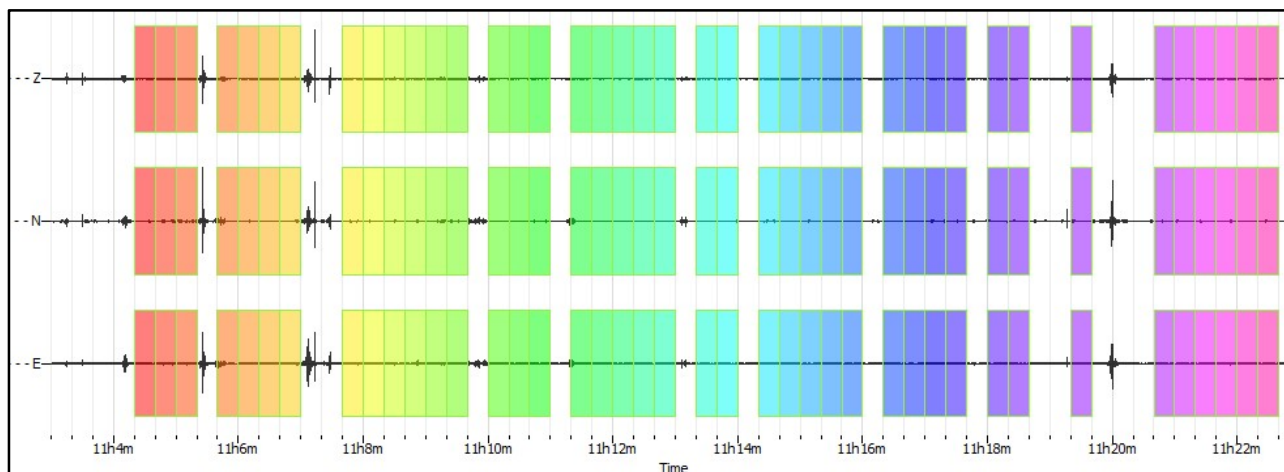
CLASSE | A1

Stazione	6
Strumento	Theremino
Data acquisizione	Gennaio 2020
Durata registrazione	20 minuti
Freq. Campionamento	500 Hz
Lunghezza finestre	20 s
Numero di finestre analizzate	41 (68% del tracciato)
Tipo di lisciamo	Konno & Ohmachi
Lisciamo	40
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo naturale
Meteo	Sereno

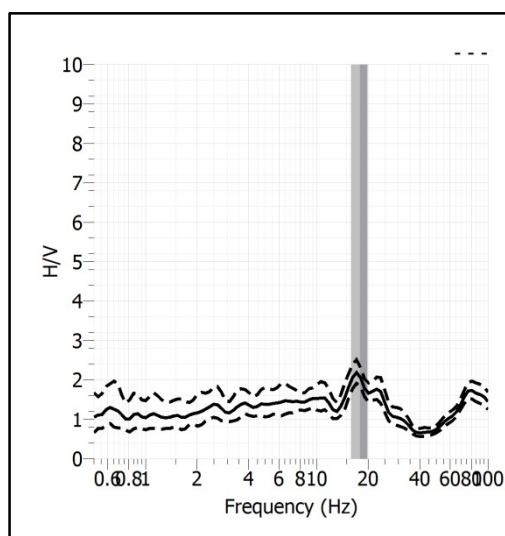


Frequenza del picco H/V	17.87Hz
Ampiezza Media della frequenza	2.08

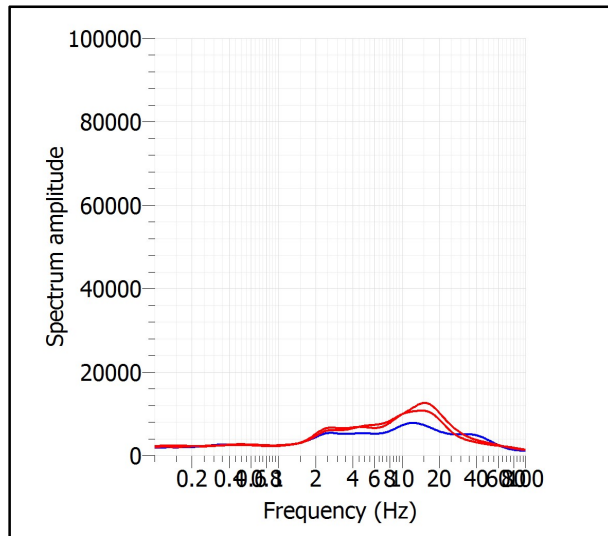
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



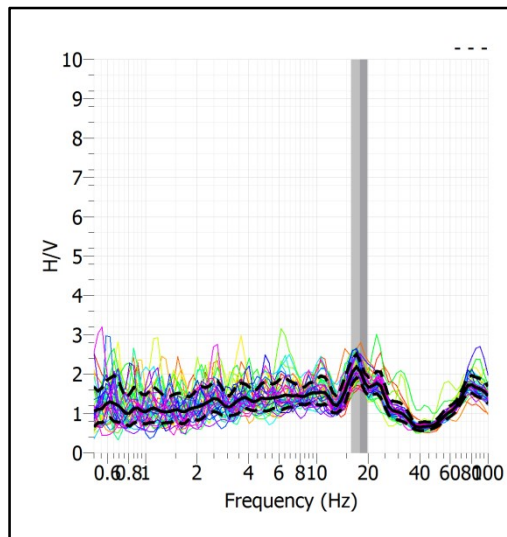
RAPPORTO SPETTRALE H/V



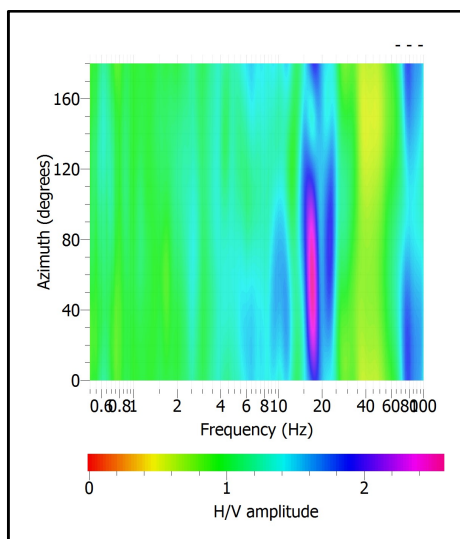
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	41	14658	17.876	1.95	2.08	1.14	BASSO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/Lw$			17.876	>	0.500		OK
$n_c(f_0) > 200$			14658	>	200		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27				OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$						NO
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$			2.0810	>	2	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$			1.9492	>	0.8938	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$			1.1425	<	1.5800	OK

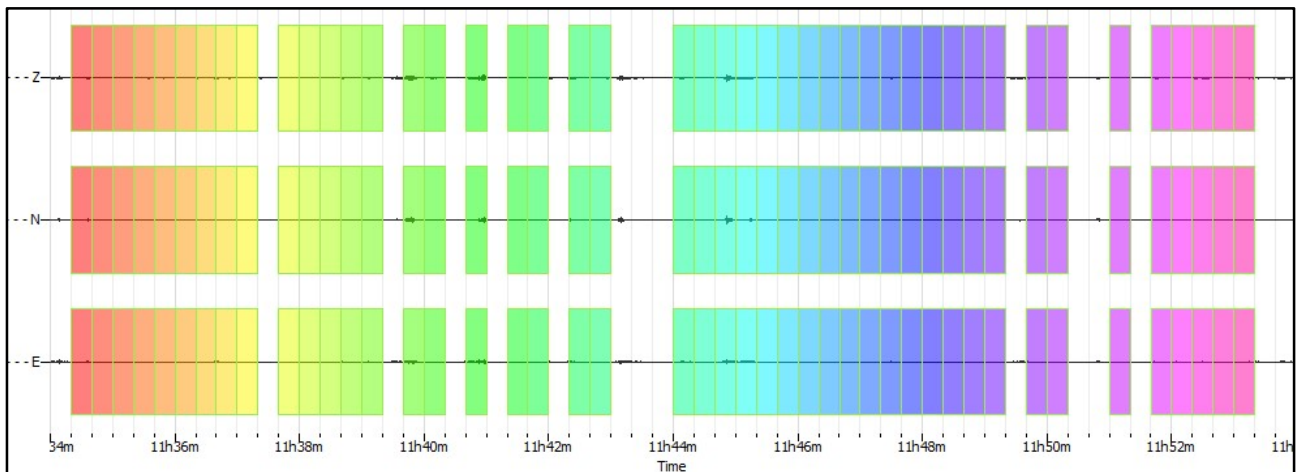
ULTERIORI CRITERI(D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum Lw$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse	SI
PLAUSIBILITA' FISICA	I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale	SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre Criteri SESAME per curva affidabile	SI

CLASSE A1

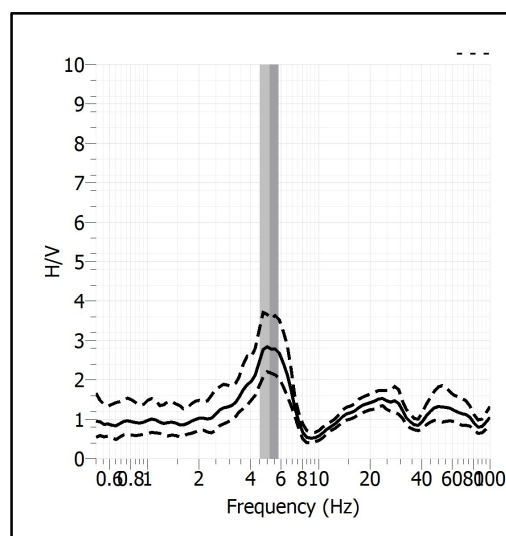
Stazione	7	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Gennaio 2020	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	45 (75% del tracciato)	
Tipo di lisciamo	Konno & Ohmachi	
Lisciamo	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	5.17Hz
Ampiezza Media della frequenza	2.80

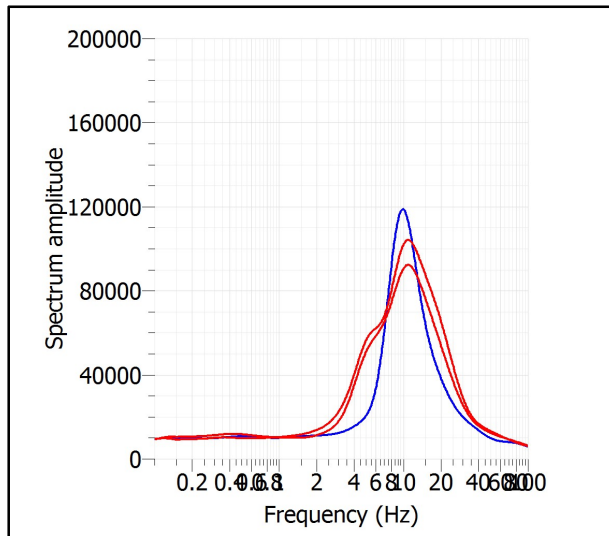
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



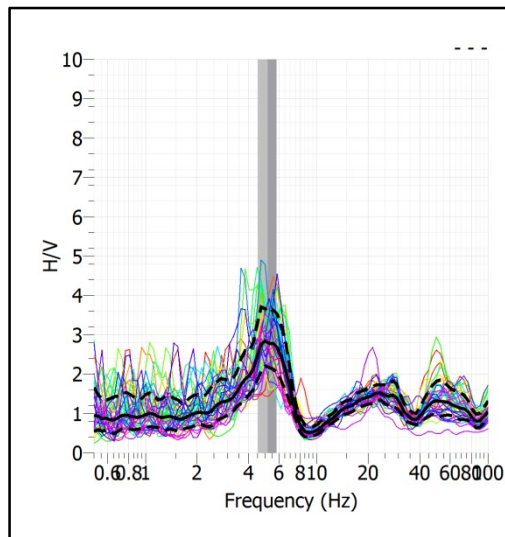
RAPPORTO SPETTRALE H/V



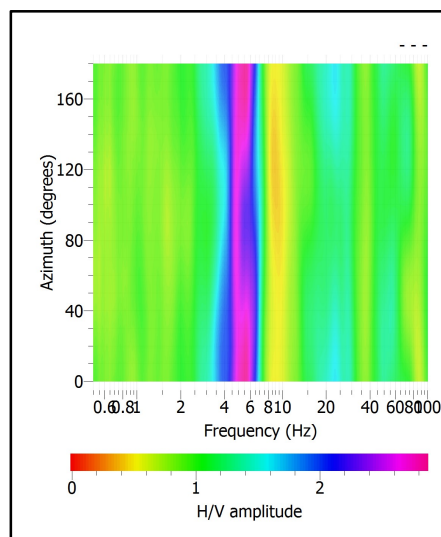
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	45	4660	5.177	0.64	2.80	1.29	BASSO
Criteria per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/Lw$			5.177	>	0.500		OK
$n_c(f_0) > 200$			4660	>	200		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27				OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteria per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$			2.7991	>	2	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$			0.6428	>	0.2589	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$			1.2856	<	1.5800	OK

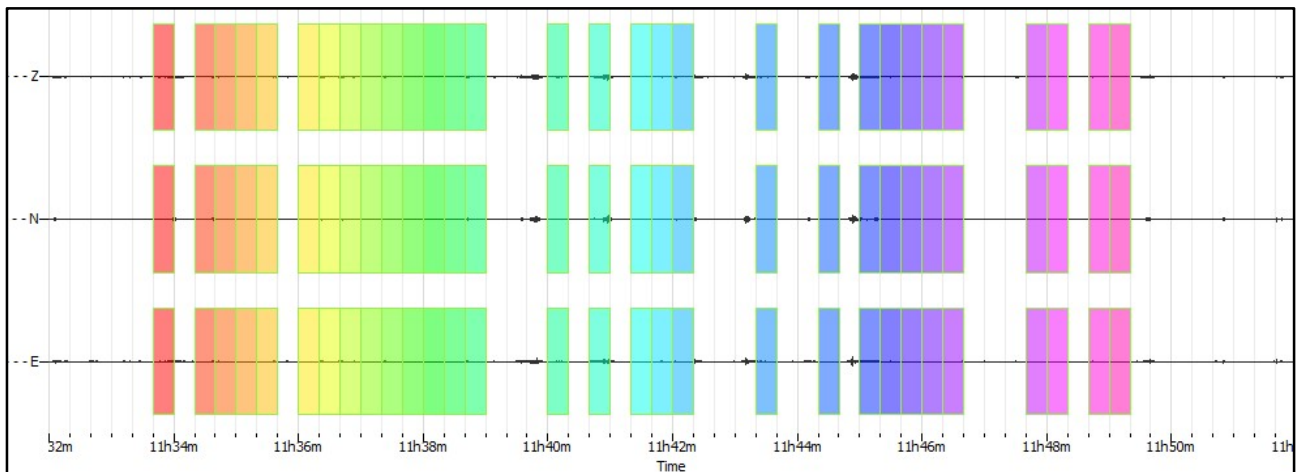
ULTERIORI CRITERI(D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum Lw$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse	SI
PLAUSIBILITA' FISICA	I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale	SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre Criteri SESAME per curva affidabile	SI

CLASSE | A1

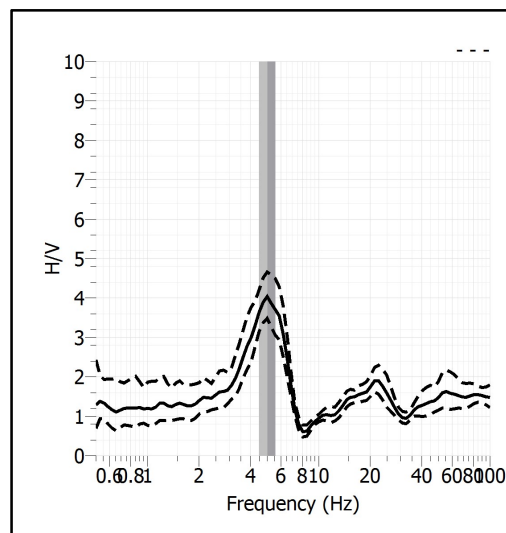
Stazione	8	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Gennaio 2020	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	30 (50% del tracciato)	
Tipo di lisciamo	Konno & Ohmachi	
Lisciamo	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	5.03Hz
Ampiezza Media della frequenza	4.01

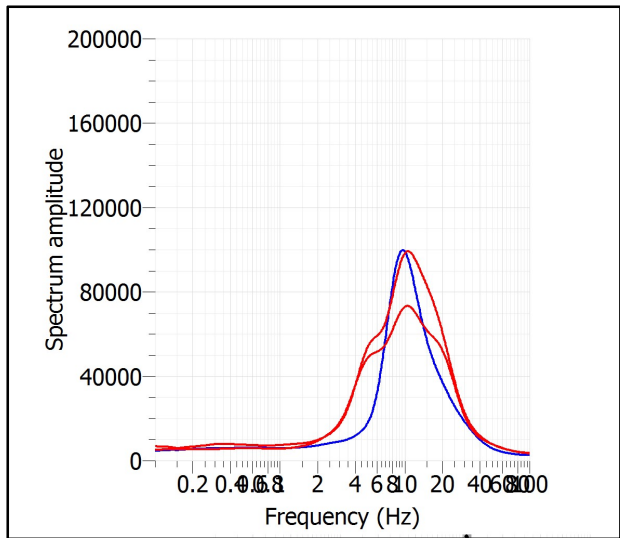
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



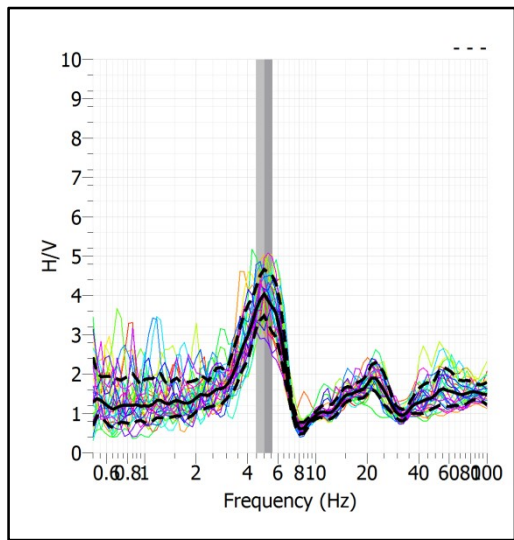
RAPPORTO SPETTRALE H/V



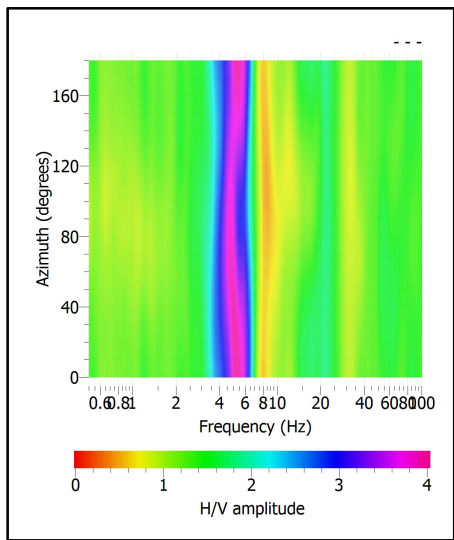
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	30	3020	5.033	0.55	4.01	1.18	ALTO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/Lw$			5.033	>	0.500		OK
$n_c(f_0) > 200$			3020	>	200		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27				OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$			4.0093	>	2	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$			0.5523	>	0.2517	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$			1.1805	<	1.5800	OK

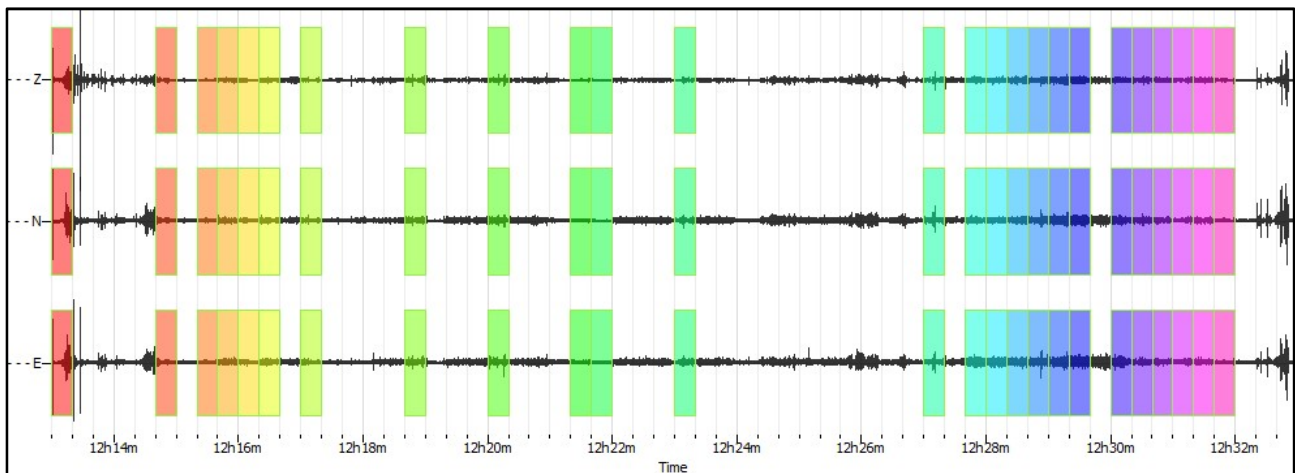
ULTERIORI CRITERI(D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum Lw$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse	SI
PLAUSIBILITA' FISICA	I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale	SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre Criteri SESAME per curva affidabile	SI

CLASSE | A1

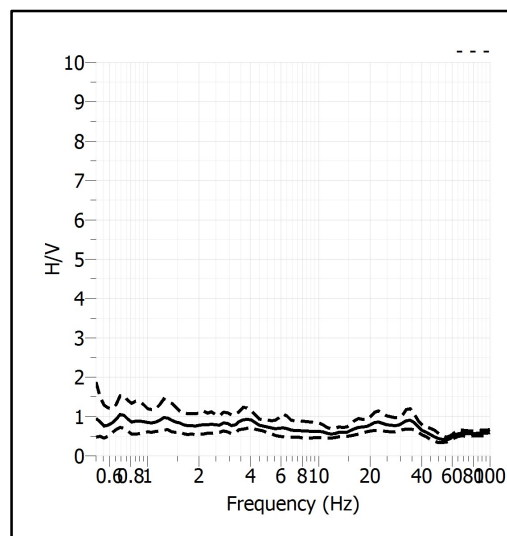
Stazione	9	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Gennaio 2020	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	25 (42% del tracciato)	
Tipo di lisciamo	Konno & Ohmachi	
Lisciamo	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	NP
Ampiezza Media della frequenza	-

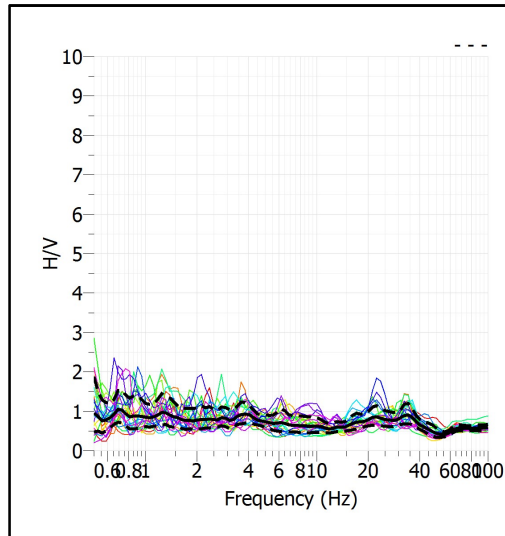
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



RAPPORTO SPETTRALE H/V



SERIE TEMPORALE H/V



CRITERI SESAME

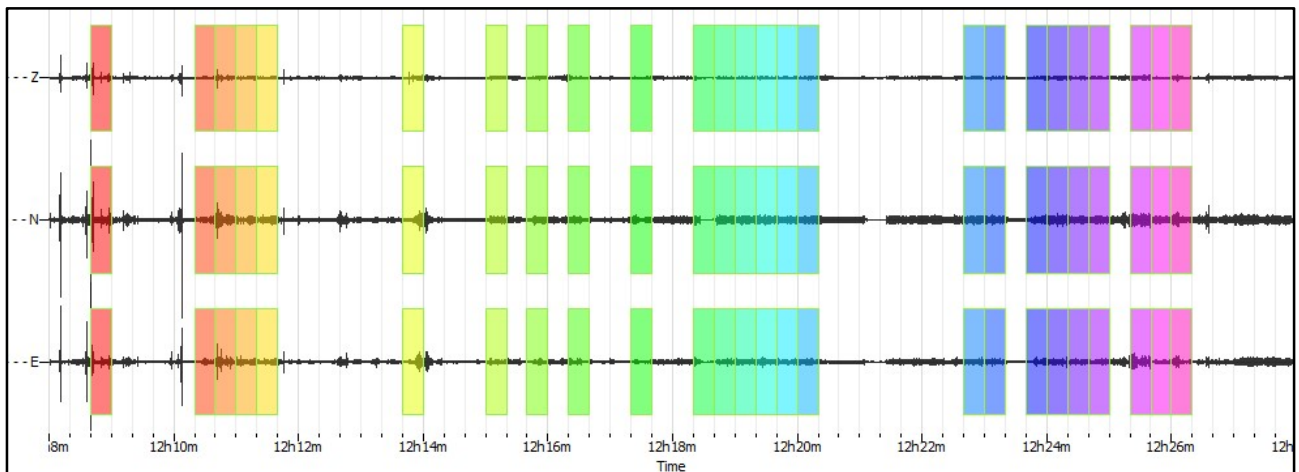
ULTERIORI CRITERI(D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum Lw$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse	SI
PLAUSIBILITA' FISICA	I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale	NO
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre Criteri SESAME per curva affidabile	NO

CLASSE | A2

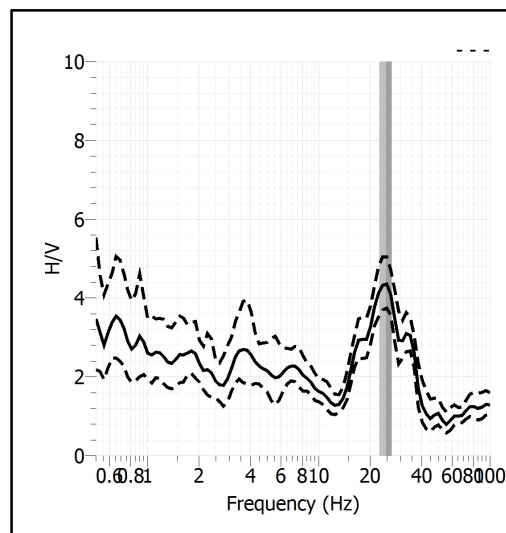
Stazione	10	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Gennaio 2020	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	25 (42% del tracciato)	
Tipo di lisciamo	Konno & Ohmachi	
Lisciamo	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	24.68Hz
Ampiezza Media della frequenza	4.34

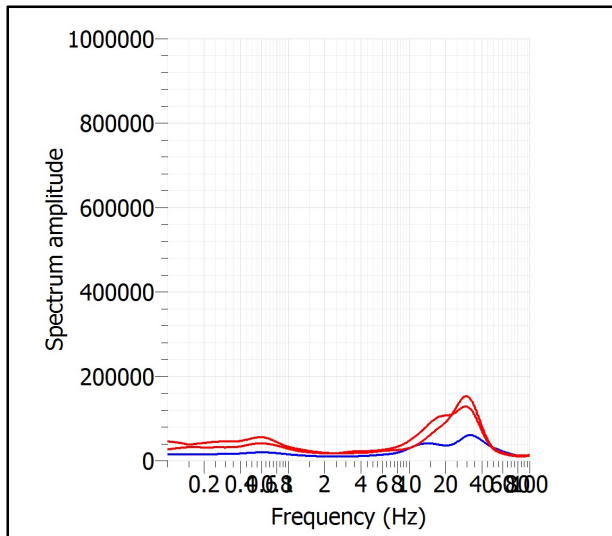
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



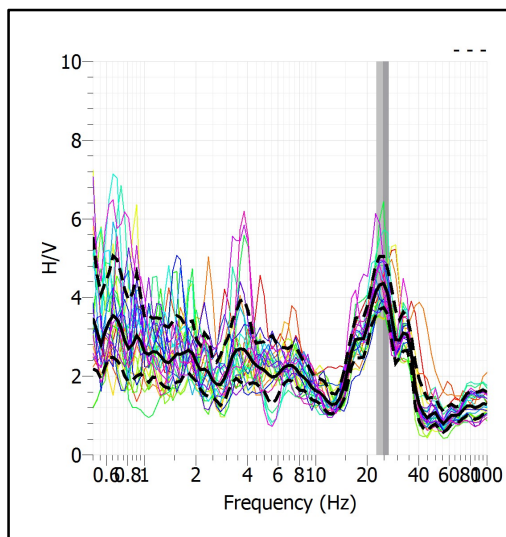
RAPPORTO SPETTRALE H/V



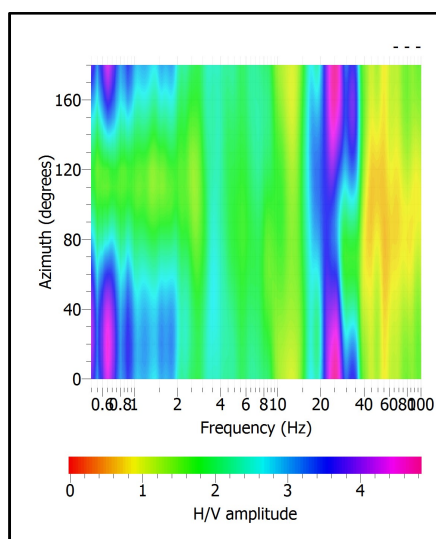
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	25	12343	24.686	2.07	4.34	1.16	ALTO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/Lw$			24.686	>	0.500		OK
$n_c(f_0) > 200$			12343	>	200		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27				OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$			4.3443	>	2	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$			2.0701	>	1.2343	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$			1.1616	<	1.5800	OK

ULTERIORI CRITERI(D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum Lw$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse	SI
PLAUSIBILITA' FISICA	I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale	SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre Criteri SESAME per curva affidabile	SI

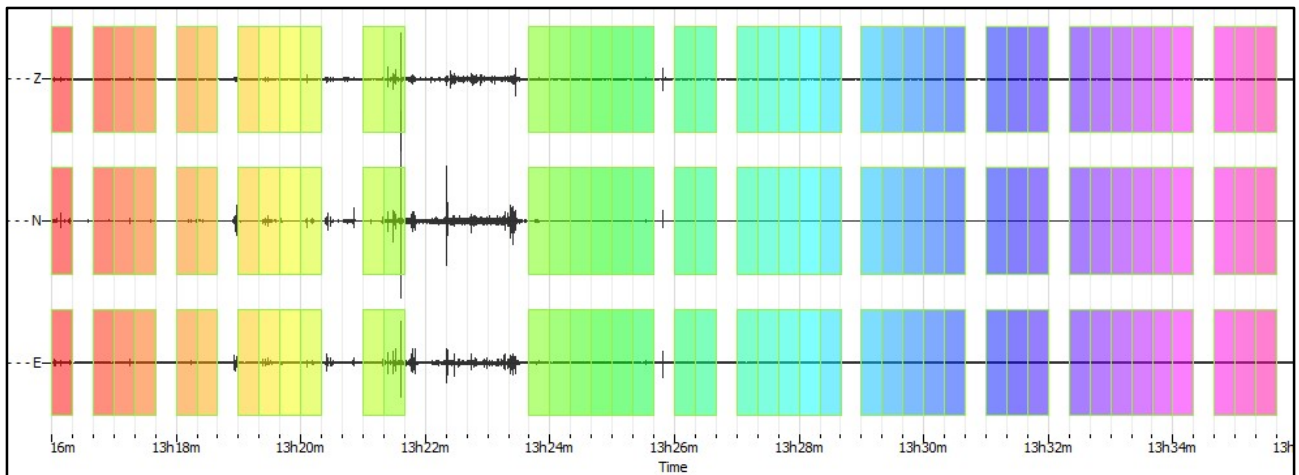
CLASSE | A1

Stazione	11
Strumento	Theremino
Data acquisizione	Gennaio 2020
Durata registrazione	20 minuti
Freq. Campionamento	500 Hz
Lunghezza finestre	20 s
Numero di finestre analizzate	42 (70% del tracciato)
Tipo di lisciamo	Konno & Ohmachi
Lisciamo	40
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo naturale
Meteo	Sereno

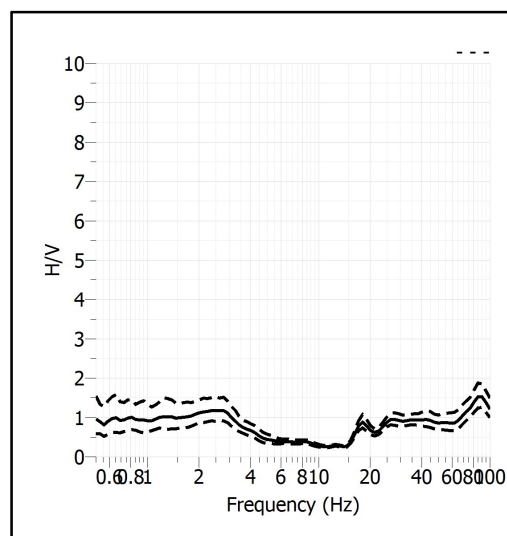


Frequenza del picco H/V	NP
Ampiezza Media della frequenza	-

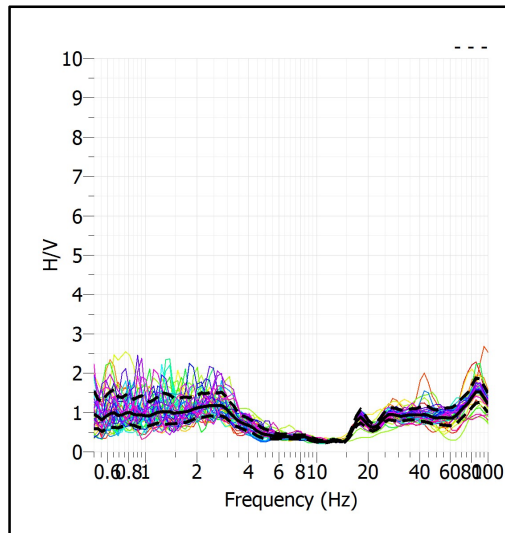
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



RAPPORTO SPETTRALE H/V



SERIE TEMPORALE H/V



CRITERI SESAME

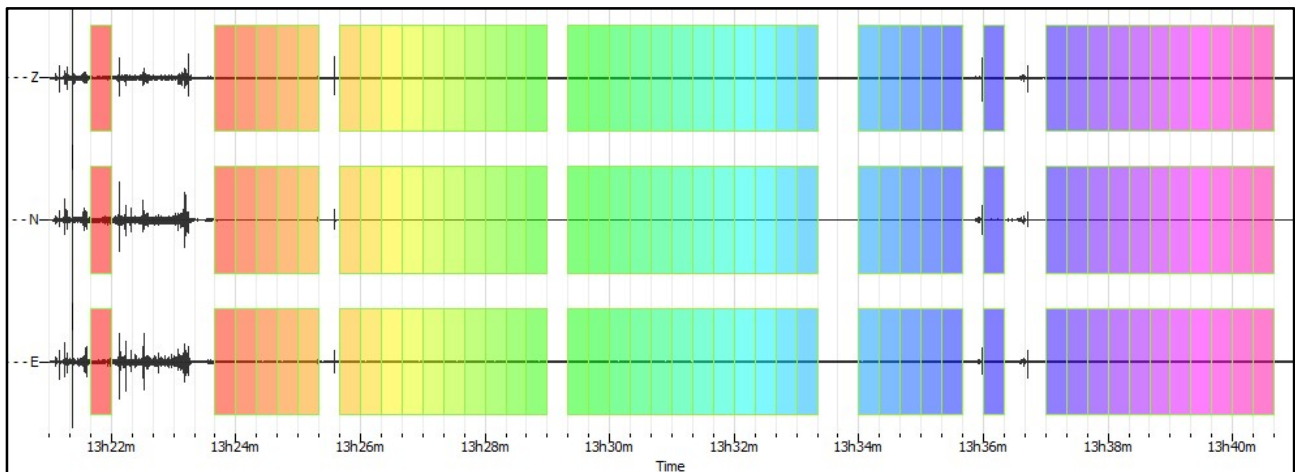
ULTERIORI CRITERI(D.Albarellò, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum L_w$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse	SI
PLAUSIBILITA' FISICA	I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale	NO
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre Criteri SESAME per curva affidabile	NO

CLASSE A2

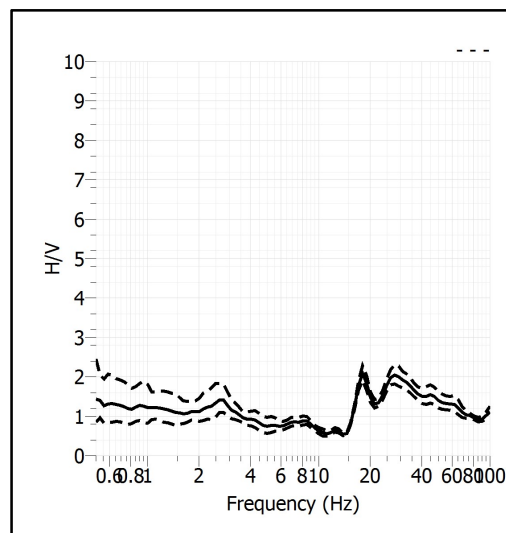
Stazione	12	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Gennaio 2020	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	45 (75% del tracciato)	
Tipo di lisciamo	Konno & Ohmachi	
Lisciamo	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	NP
Ampiezza Media della frequenza	-

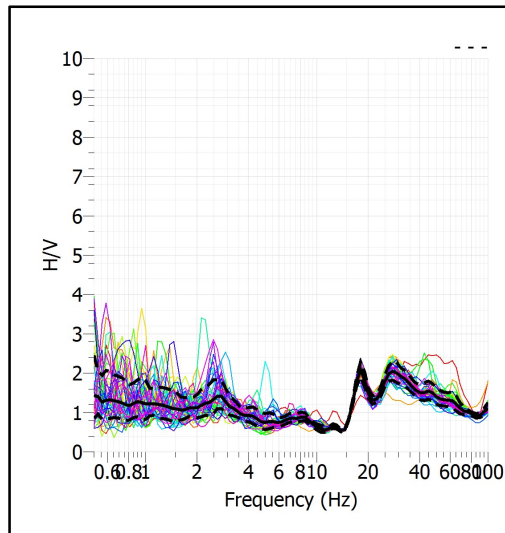
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



RAPPORTO SPETTRALE H/V



SERIE TEMPORALE H/V



CRITERI SESAME

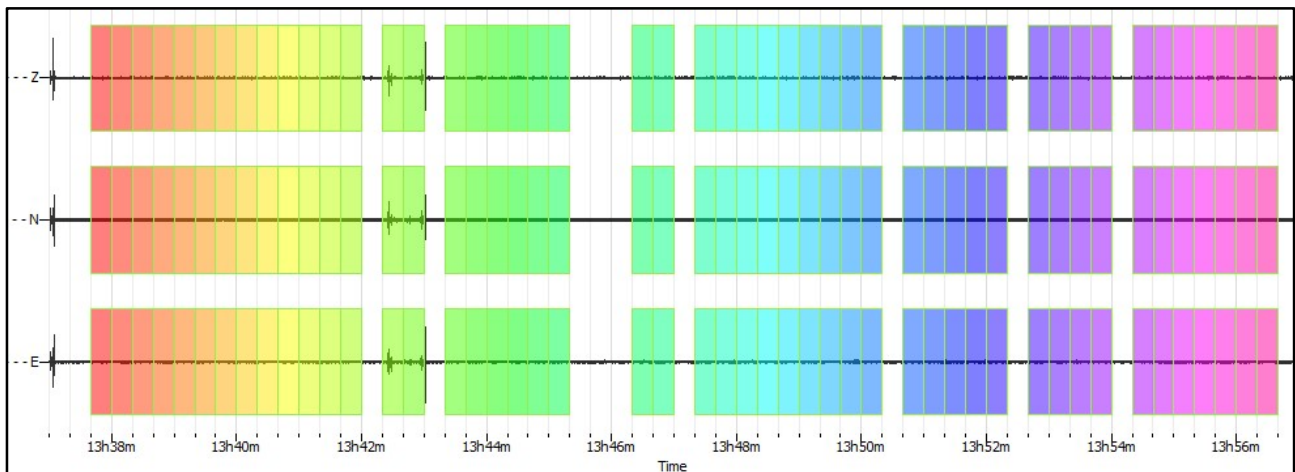
ULTERIORI CRITERI(D.Albarellò, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum Lw$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse	SI
PLAUSIBILITA' FISICA	I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale	NO
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre Criteri SESAME per curva affidabile	NO

CLASSE A2

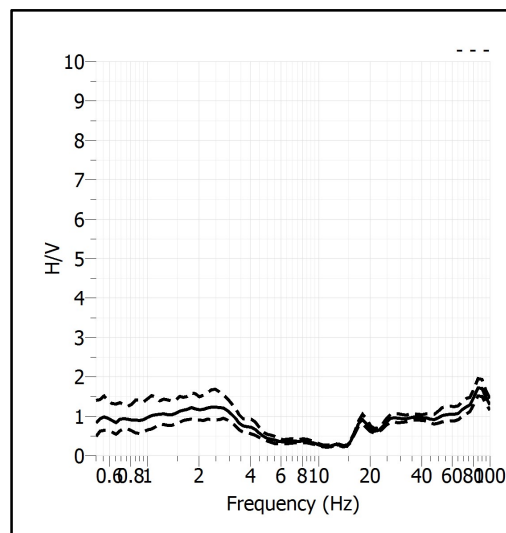
Stazione	13	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Gennaio 2020	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	48 (80% del tracciato)	
Tipo di lisciamento	Konno & Ohmachi	
Lisciamento	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	NP
Ampiezza Media della frequenza	-

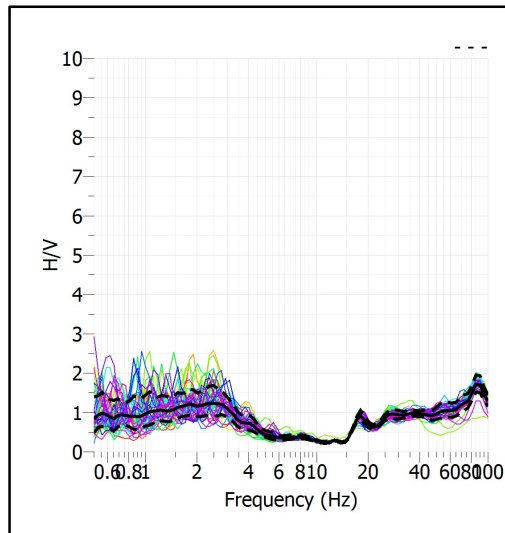
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



RAPPORTO SPETTRALE H/V



SERIE TEMPORALE H/V



CRITERI SESAME

ULTERIORI CRITERI(D.Albarellò, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum Lw$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse	SI
PLAUSIBILITA' FISICA	I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale	NO
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre Criteri SESAME per curva affidabile	NO

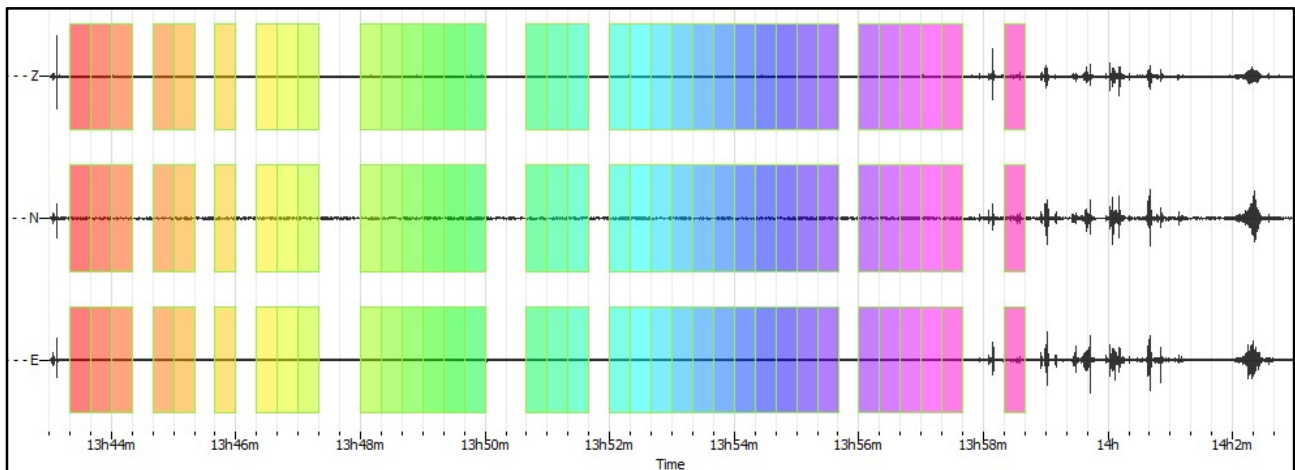
CLASSE A2

Stazione	14
Strumento	Theremino
Data acquisizione	Gennaio 2020
Durata registrazione	20 minuti
Freq. Campionamento	500 Hz
Lunghezza finestre	20 s
Numero di finestre analizzate	35 (58% del tracciato)
Tipo di lisciamento	Konno & Ohmachi
Lisciamento	40
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo naturale
Meteo	Sereno

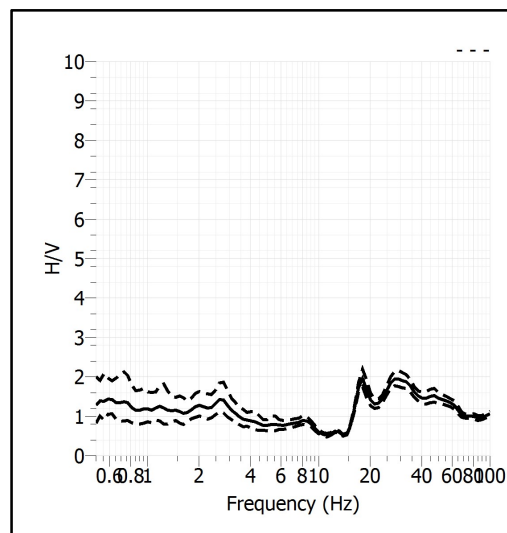


Frequenza del picco H/V	NP
Ampiezza Media della frequenza	-

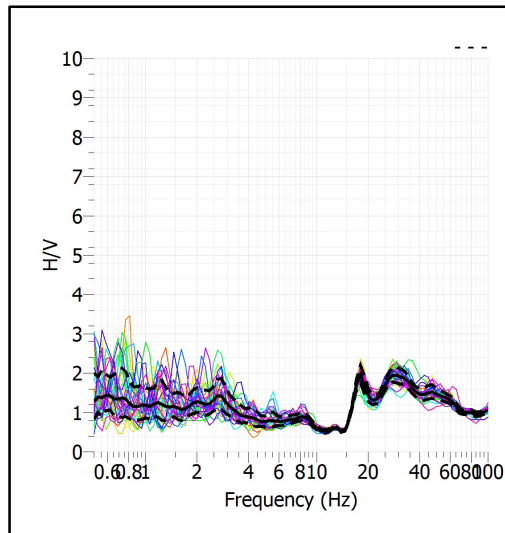
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



RAPPORTO SPETTRALE H/V



SERIE TEMPORALE H/V



CRITERI SESAME

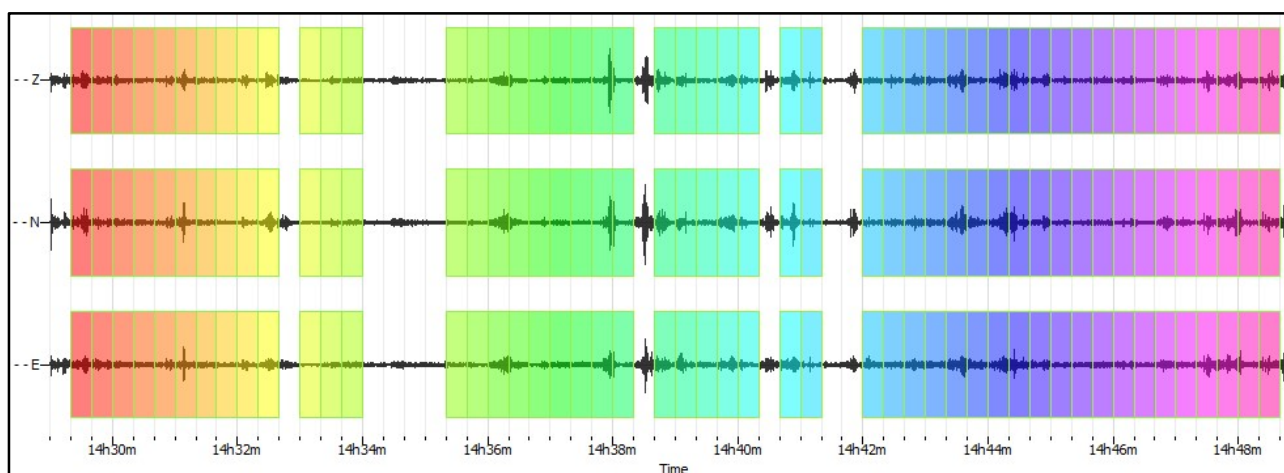
ULTERIORI CRITERI(D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum Lw$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse	SI
PLAUSIBILITA' FISICA	I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale	NO
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre Criteri SESAME per curva affidabile	NO

CLASSE A2

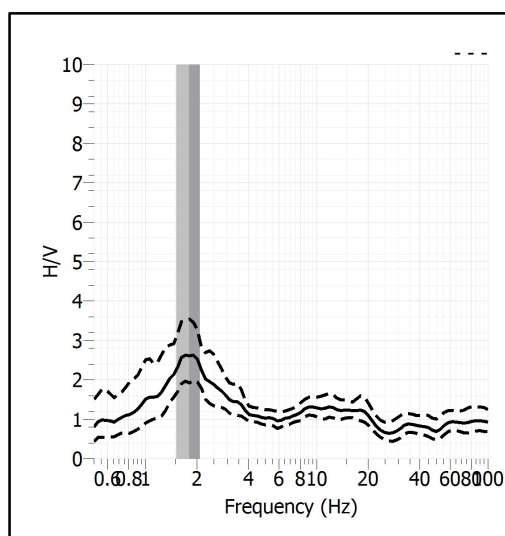
Stazione	15	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Gennaio 2020	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	49 (82% del tracciato)	
Tipo di lisciamento	Konno & Ohmachi	
Lisciamento	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	1.80Hz
Ampiezza Media della frequenza	2.61

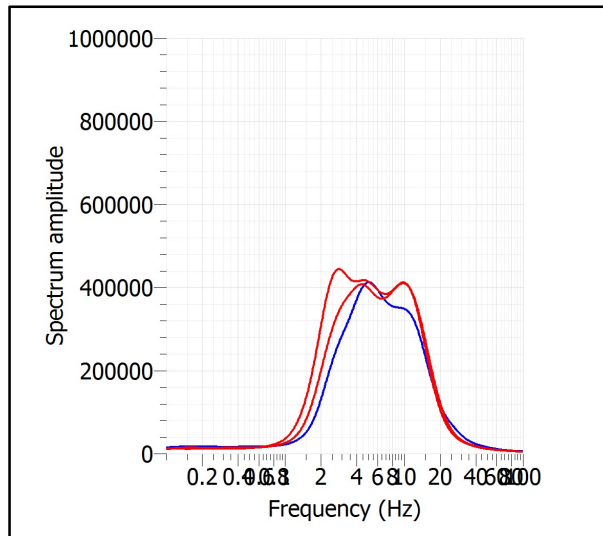
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



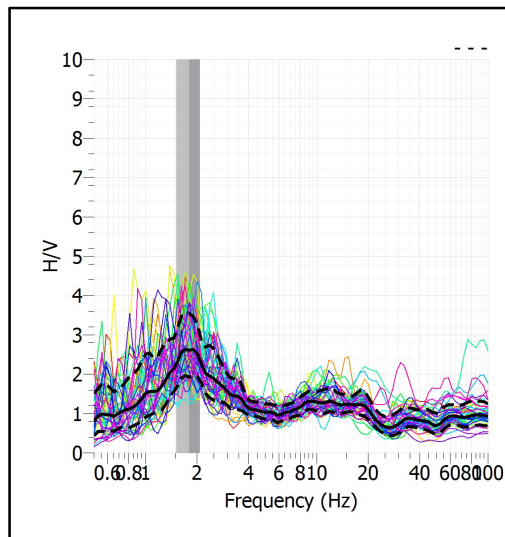
RAPPORTO SPETTRALE H/V



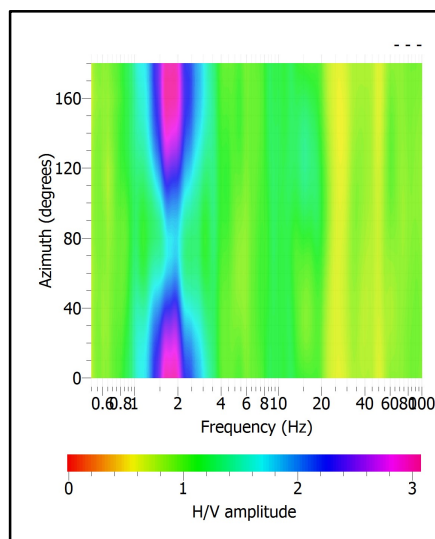
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	49	1767	1.803	0.29	2.61	1.34	BASSO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/Lw$			1.803	>	0.500		OK
$n_c(f_0) > 200$			1767	>	200		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 26				OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$			2.6132	>	2	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$			0.2872	>	0.1803	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$			1.3433	<	1.7800	OK

ULTERIORI CRITERI(D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum Lw$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse	SI
PLAUSIBILITA' FISICA	I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale	SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre Criteri SESAME per curva affidabile	SI

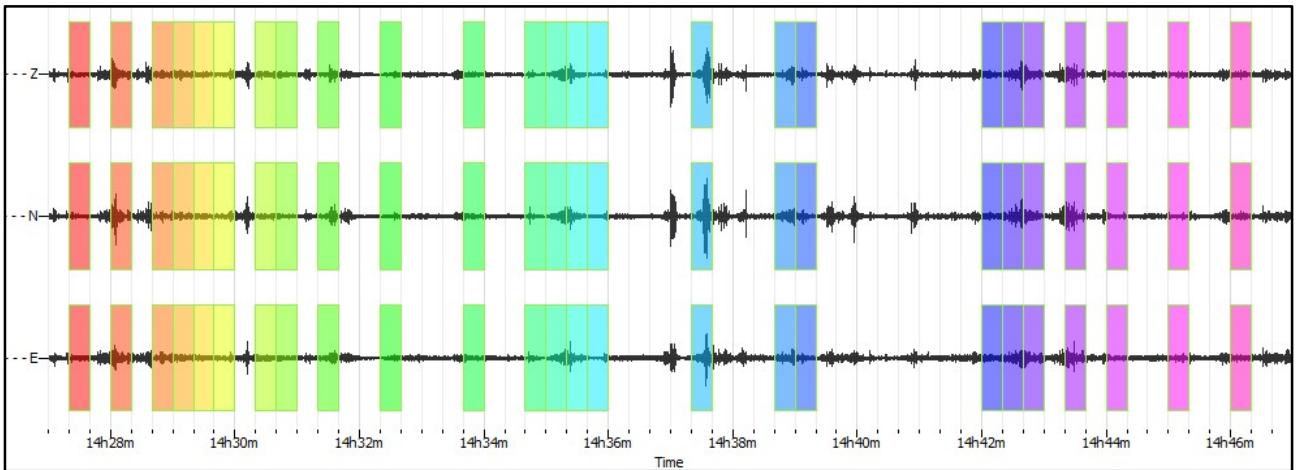
CLASSE | A1

Stazione	16
Strumento	Theremino
Data acquisizione	Gennaio 2020
Durata registrazione	20 minuti
Freq. Campionamento	500 Hz
Lunghezza finestre	20 s
Numero di finestre analizzate	25 (42% del tracciato)
Tipo di lisciamto	Konno & Ohmachi
Lisciamto	40
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo naturale
Meteo	Sereno

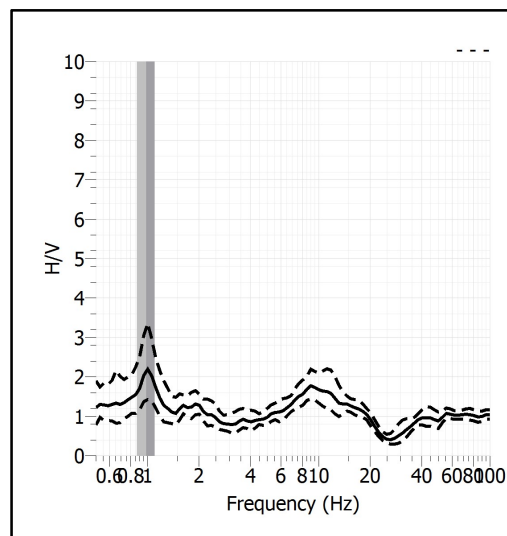


Frequenza del picco H/V	0.98Hz
Ampiezza Media della frequenza	2.14

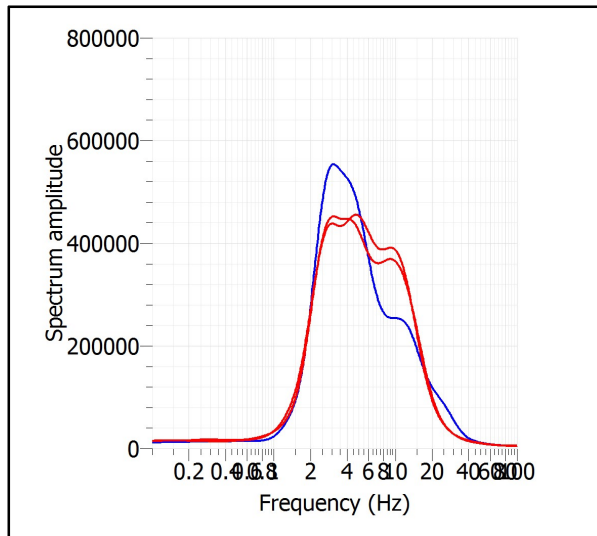
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



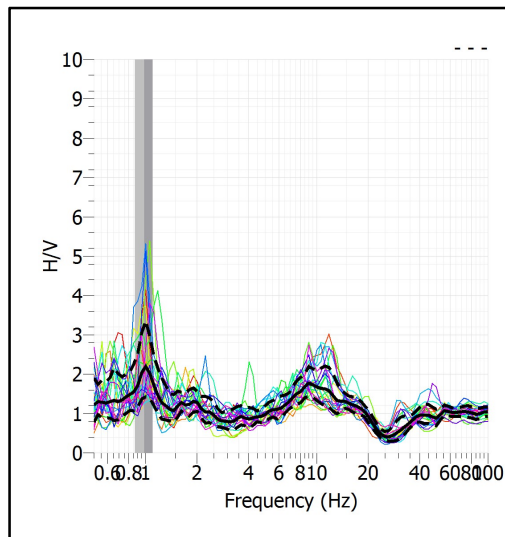
RAPPORTO SPETTRALE H/V



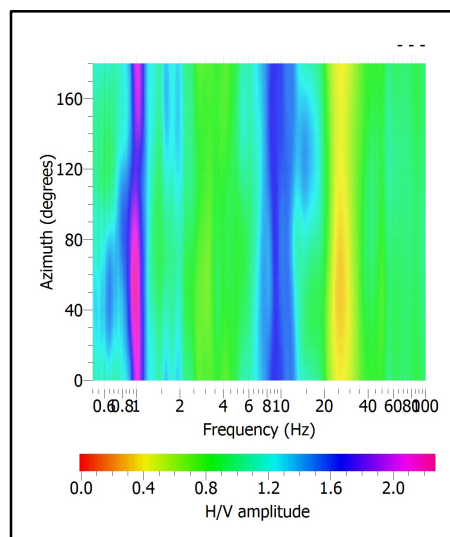
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	25	493	0.985	0.11	2.14	1.51	BASSO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/Lw$			0.985	>	0.500		OK
$n_c(f_0) > 200$			493	>	200		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 0				OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$						NO
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$			2.1368	>	2	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$			0.1107	<	0.1478	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$			1.5132	<	2.0000	OK

ULTERIORI CRITERI(D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum Lw$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse	SI
PLAUSIBILITA' FISICA	I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale	SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre Criteri SESAME per curva affidabile	SI

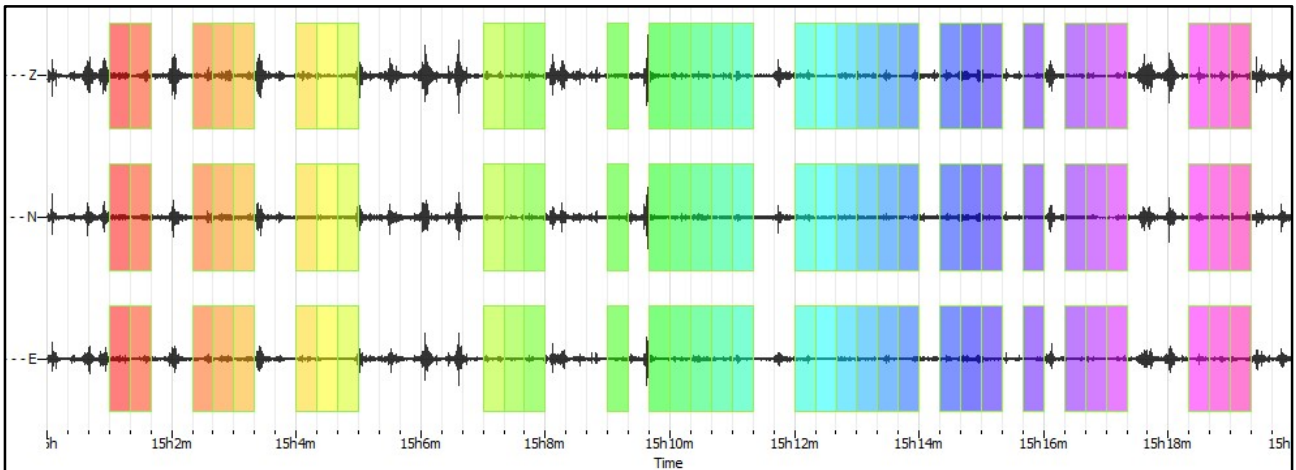
CLASSE | A1

Stazione	17
Strumento	Theremino
Data acquisizione	Gennaio 2020
Durata registrazione	20 minuti
Freq. Campionamento	500 Hz
Lunghezza finestre	20 s
Numero di finestre analizzate	33 (55% del tracciato)
Tipo di lisciamento	Konno & Ohmachi
Lisciamento	40
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo naturale
Meteo	Sereno

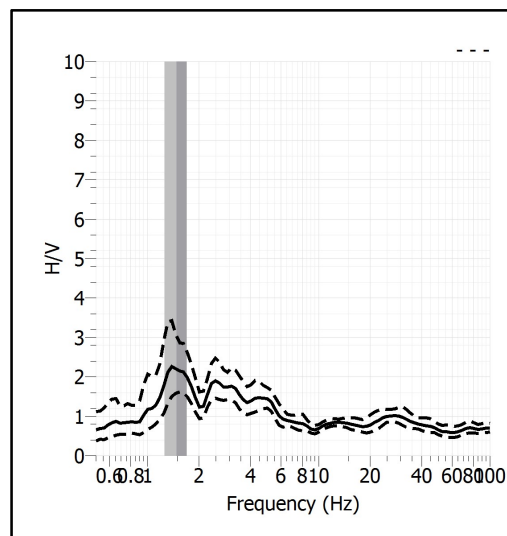


Frequenza del picco H/V	1.47Hz
Ampiezza Media della frequenza	2.19

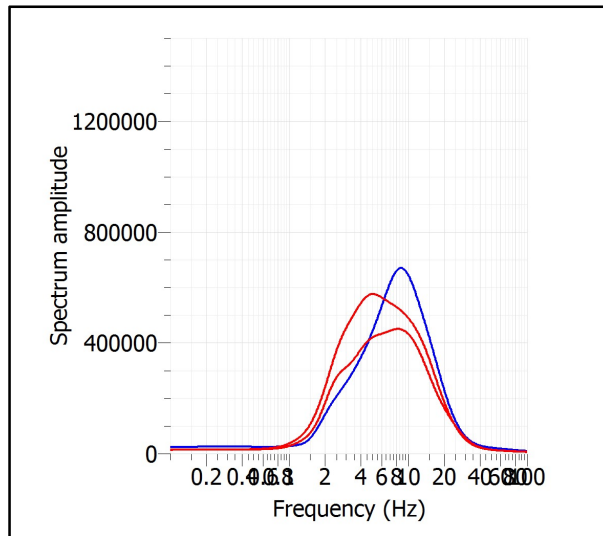
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



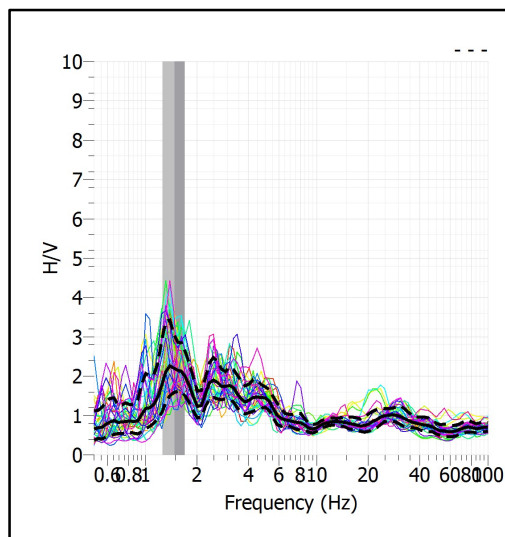
RAPPORTO SPETTRALE H/V



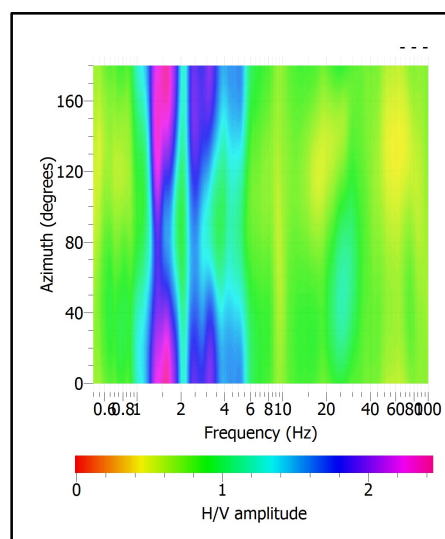
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	33	976	1.479	0.22	2.19	1.36	BASSO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/Lw$			1.479	>	0.500		OK
$n_c(f_0) > 200$			976	>	200		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27				OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$			2.1899	>	2	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$			0.2205	>	0.1479	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$			1.3590	<	1.7800	OK

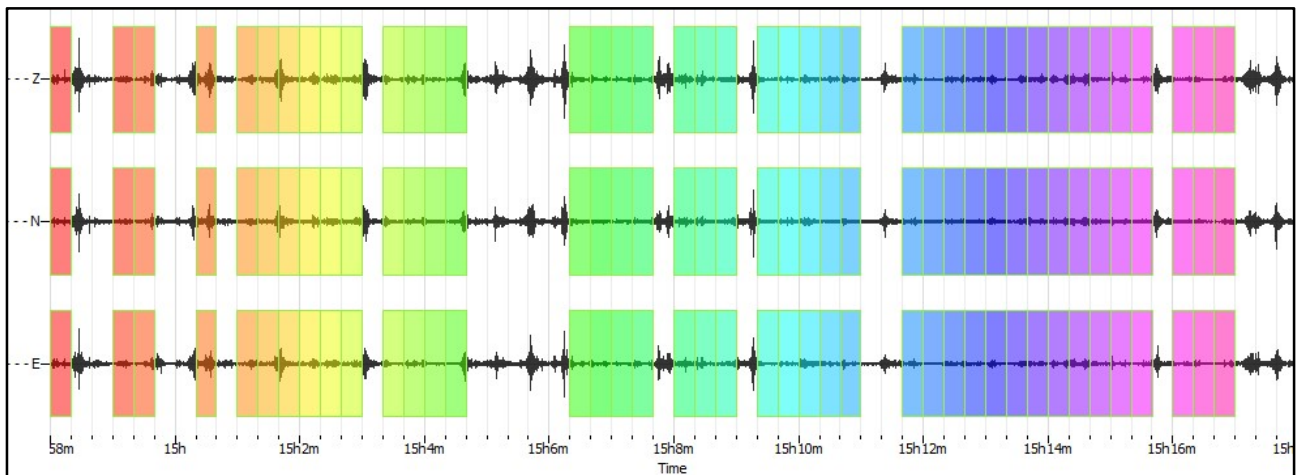
ULTERIORI CRITERI(D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum Lw$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse	SI
PLAUSIBILITA' FISICA	I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale	SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre Criteri SESAME per curva affidabile	SI

CLASSE | A1

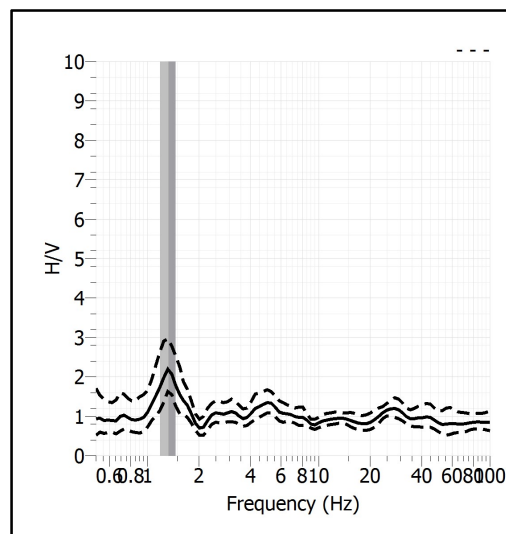
Stazione	18	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Gennaio 2020	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	41 (68% del tracciato)	
Tipo di lisciamo	Konno & Ohmachi	
Lisciamo	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	1.32Hz
Ampiezza Media della frequenza	2.18

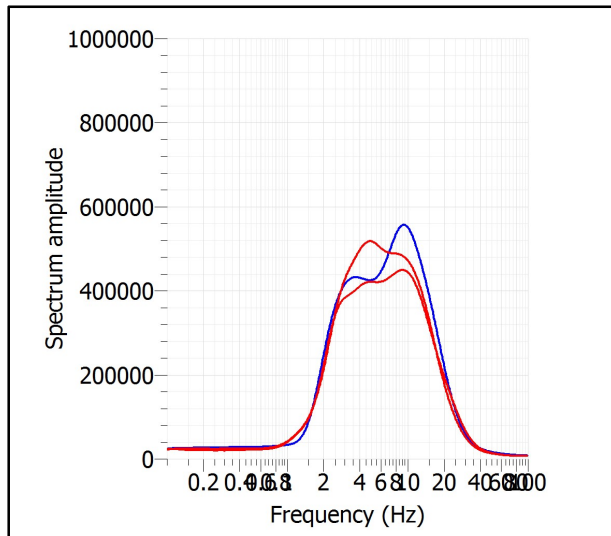
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



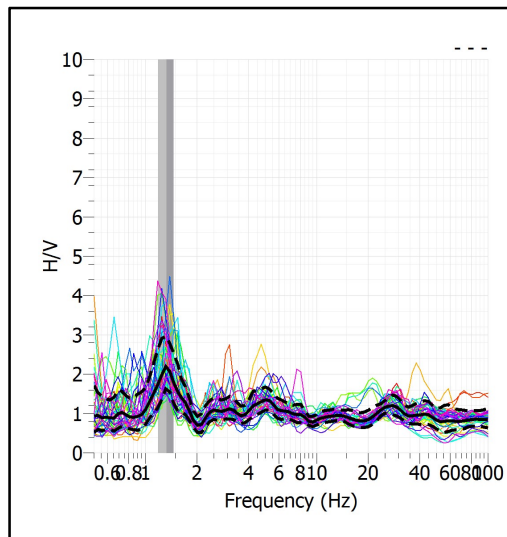
RAPPORTO SPETTRALE H/V



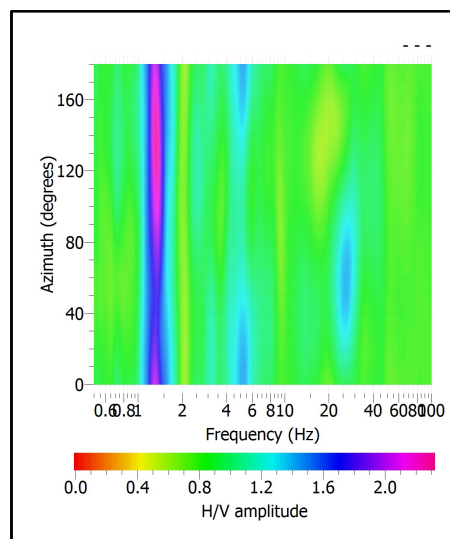
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	41	1083	1.321	0.14	2.18	1.33	BASSO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/Lw$			1.321	>	0.500		OK
$n_c(f_0) > 200$			1083	>	200		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27				OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$			2.1767	>	2	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$			0.1408	>	0.1321	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$			1.3338	<	1.7800	OK

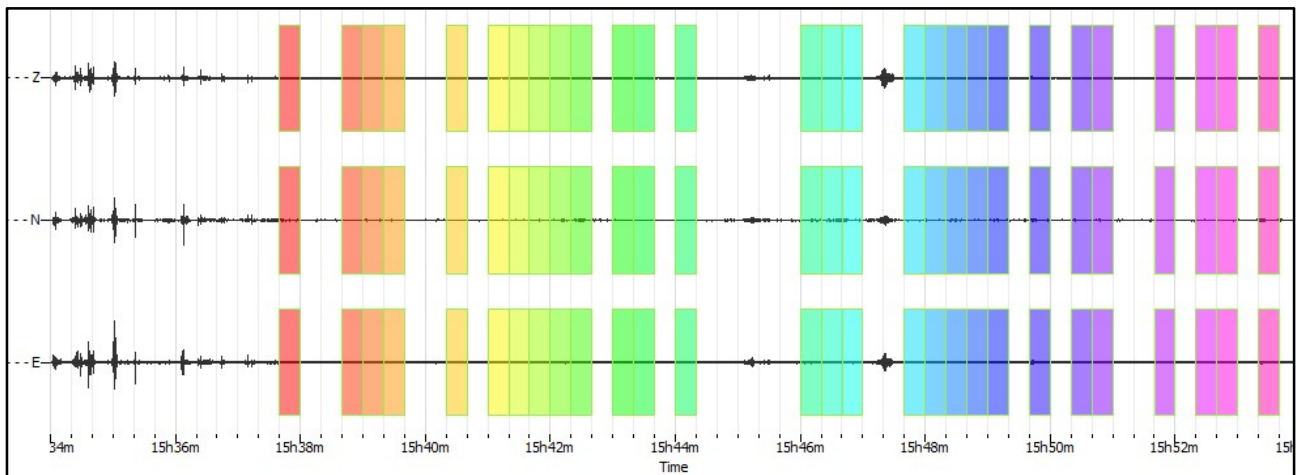
ULTERIORI CRITERI(D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum Lw$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse	SI
PLAUSIBILITA' FISICA	I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale	SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre Criteri SESAME per curva affidabile	SI

CLASSE | A1

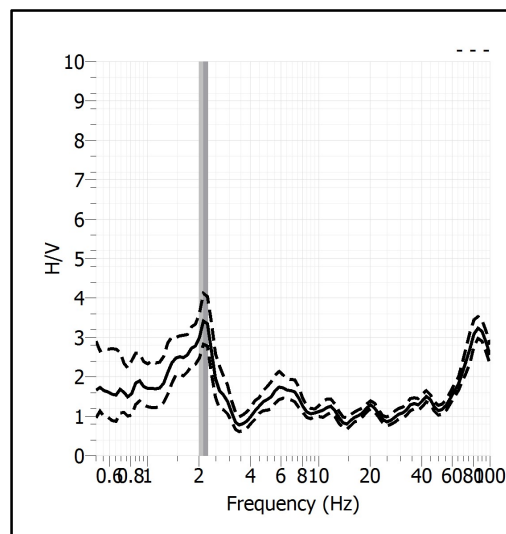
Stazione	19	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Gennaio 2020	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	28 (47% del tracciato)	
Tipo di lisciamento	Konno & Ohmachi	
Lisciamento	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	2.13Hz
Ampiezza Media della frequenza	3.40

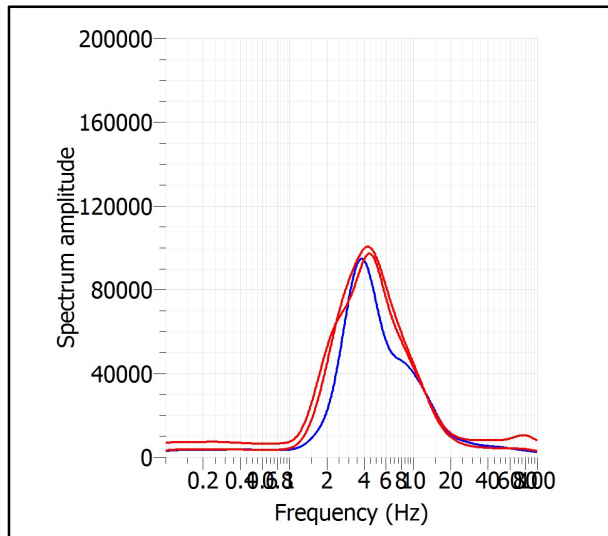
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



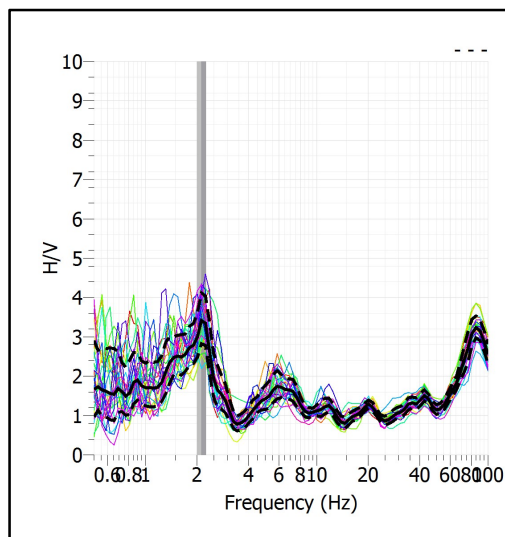
RAPPORTO SPETTRALE H/V



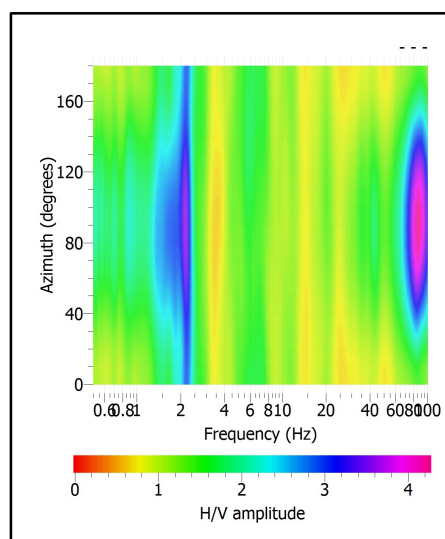
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V




CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	28	1196	2.136	0.12	3.40	1.21	MODERATO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/Lw$			2.136	>	0.500		OK
$n_c(f_0) > 200$			1196	>	200		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27				OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$			3.3973	>	2	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$			0.1182	>	0.1068	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$			1.2061	<	1.5800	OK

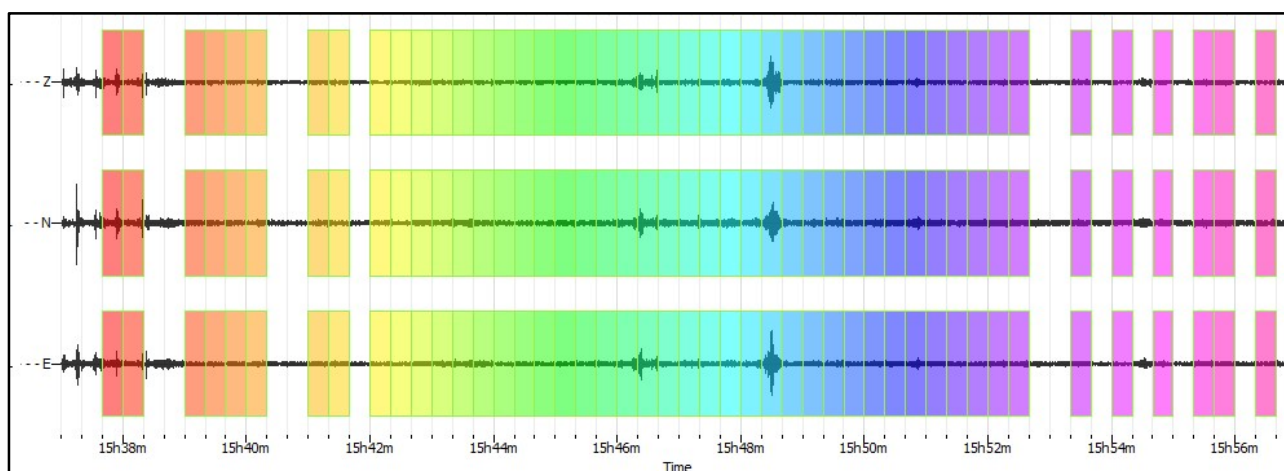
ULTERIORI CRITERI(D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum Lw$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse	SI
PLAUSIBILITA' FISICA	I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale	SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre Criteri SESAME per curva affidabile	SI

CLASSE | A1

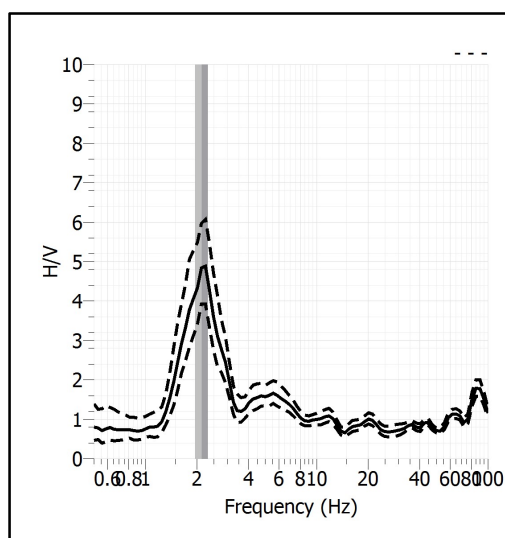
Stazione	20	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Gennaio 2020	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	46 (77% del tracciato)	
Tipo di lisciamento	Konno & Ohmachi	
Lisciamento	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	2.13Hz
Ampiezza Media della frequenza	4.86

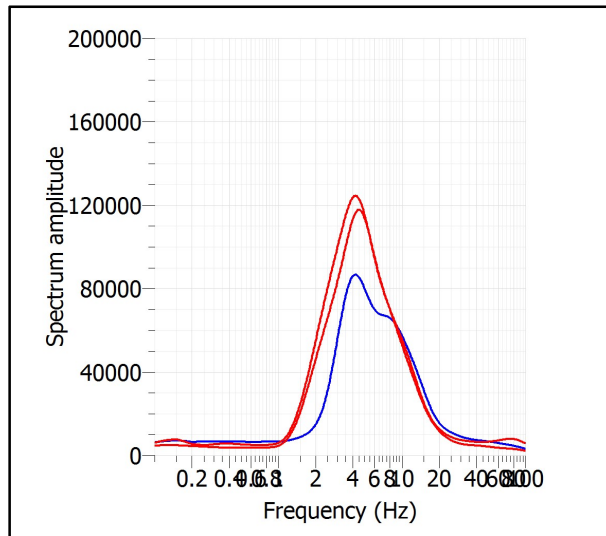
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



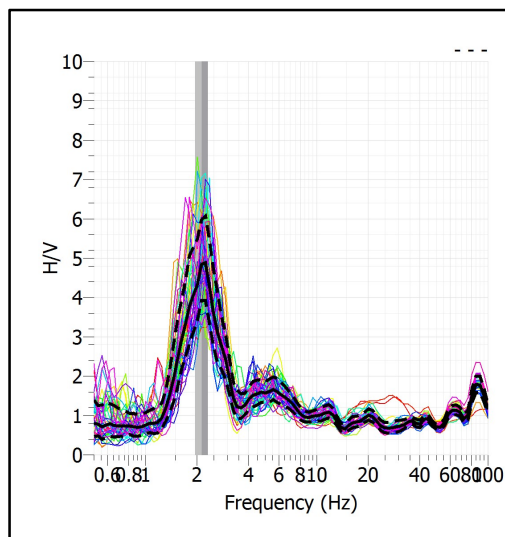
RAPPORTO SPETTRALE H/V



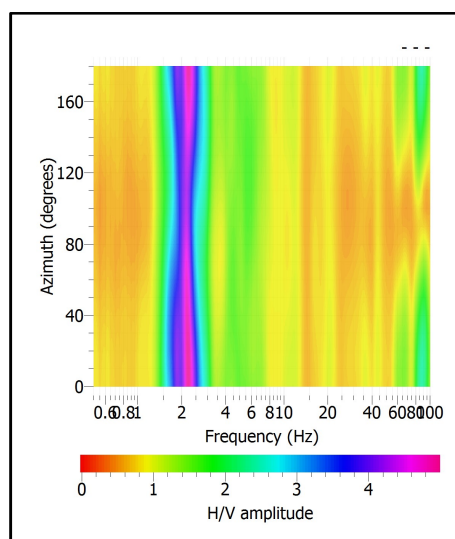
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	46	1966	2.137	0.19	4.86	1.23	ALTO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/Lw$			2.137	>	0.500		OK
$n_c(f_0) > 200$			1966	>	200		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27				OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$			4.8580	>	2	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$			0.1871	>	0.1068	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$			1.2341	<	1.5800	OK

ULTERIORI CRITERI(D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum Lw$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse	SI
PLAUSIBILITA' FISICA	I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale	SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre Criteri SESAME per curva affidabile	SI

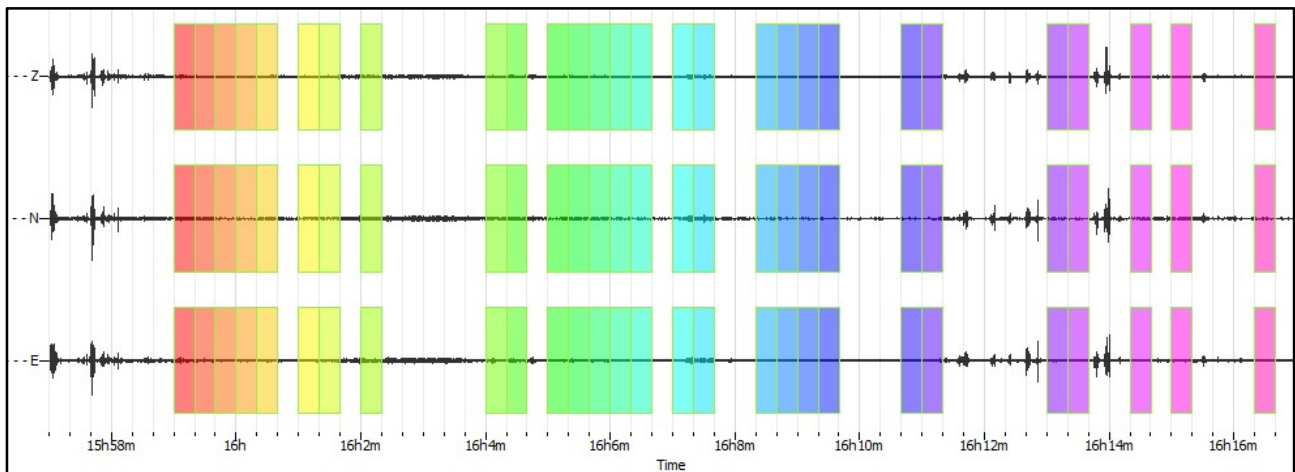
CLASSE | A1

Stazione	21
Strumento	Theremino
Data acquisizione	Gennaio 2020
Durata registrazione	20 minuti
Freq. Campionamento	500 Hz
Lunghezza finestre	20 s
Numero di finestre analizzate	28 (47% del tracciato)
Tipo di lisciamento	Konno & Ohmachi
Lisciamento	40
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo naturale
Meteo	Sereno

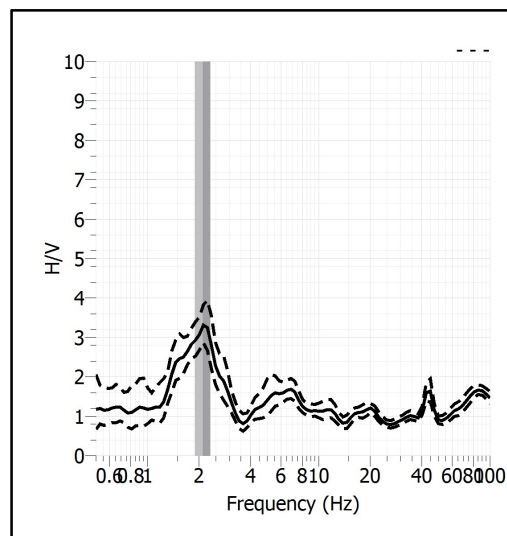


Frequenza del picco H/V	2.11Hz
Ampiezza Media della frequenza	3.30

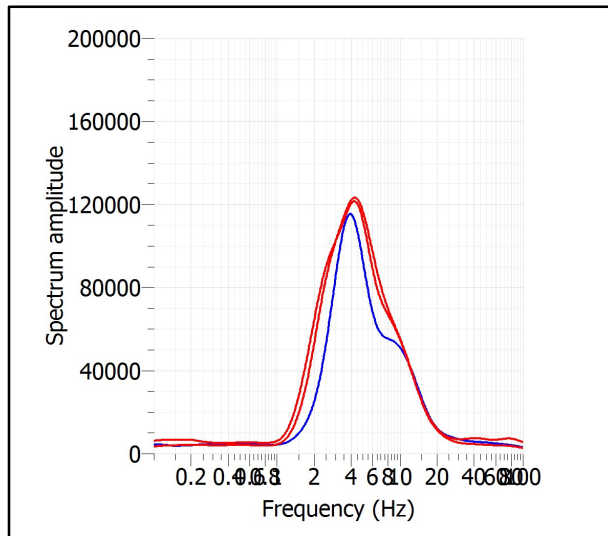
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



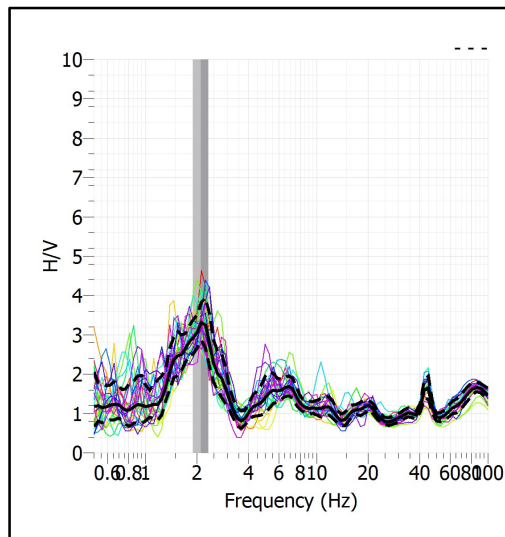
RAPPORTO SPETTRALE H/V



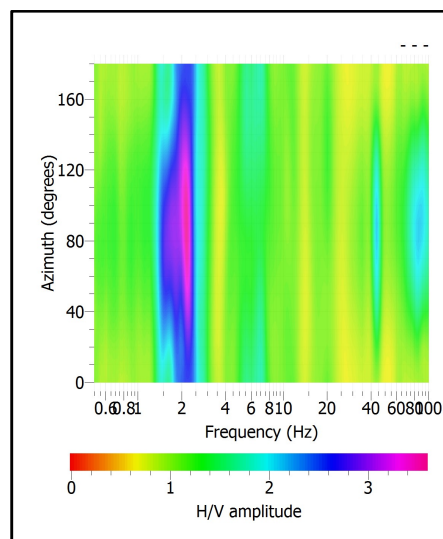
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	28	1186	2.117	0.22	3.30	1.15	MODERATO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/Lw$			2.117	>	0.500		OK
$n_c(f_0) > 200$			1186	>	200		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 26				OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$			3.2997	>	2	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$			0.2230	>	0.1059	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$			1.1521	<	1.5800	OK

ULTERIORI CRITERI(D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum Lw$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse	SI
PLAUSIBILITA' FISICA	I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale	SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre Criteri SESAME per curva affidabile	SI

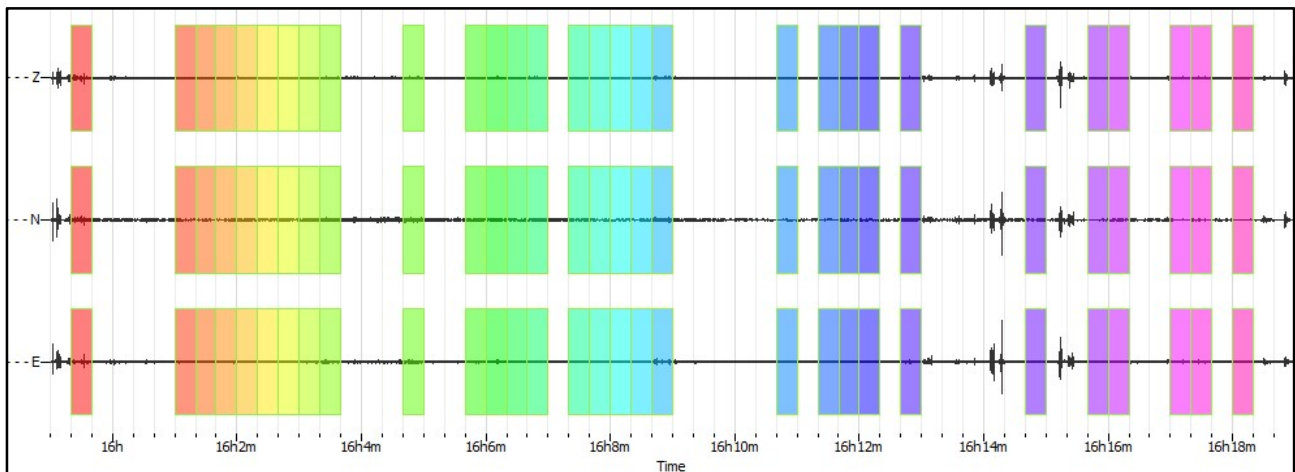
CLASSE | A1

Stazione	22
Strumento	Theremino
Data acquisizione	Gennaio 2020
Durata registrazione	20 minuti
Freq. Campionamento	500 Hz
Lunghezza finestre	20 s
Numero di finestre analizzate	30 (50% del tracciato)
Tipo di lisciamento	Konno & Ohmachi
Lisciamento	40
Orientamento strumentazione	0° N
Terreno di misura	Suolo naturale
Meteo	Sereno

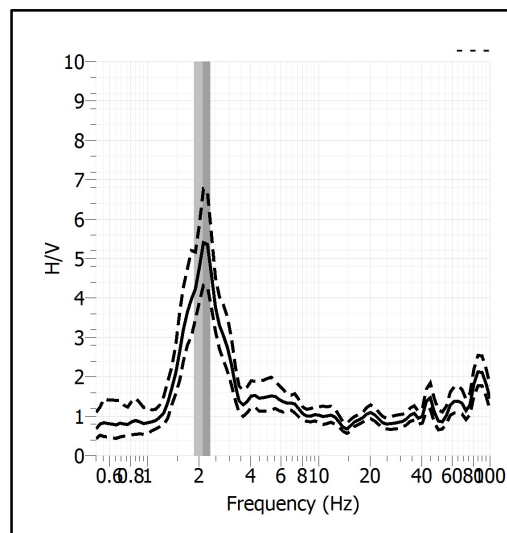


Frequenza del picco H/V	2.10Hz
Ampiezza Media della frequenza	5.31

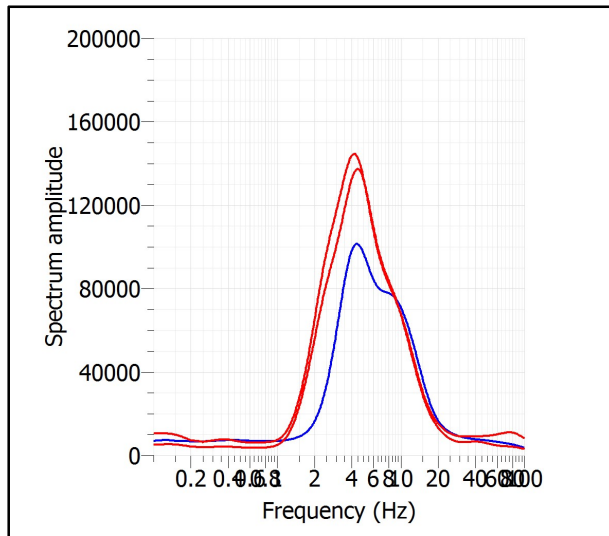
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



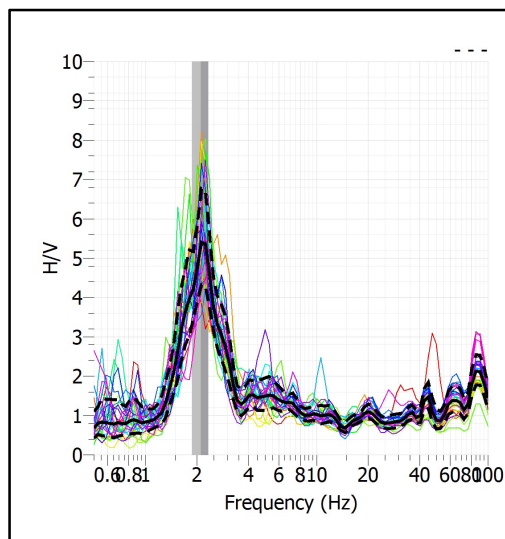
RAPPORTO SPETTRALE H/V



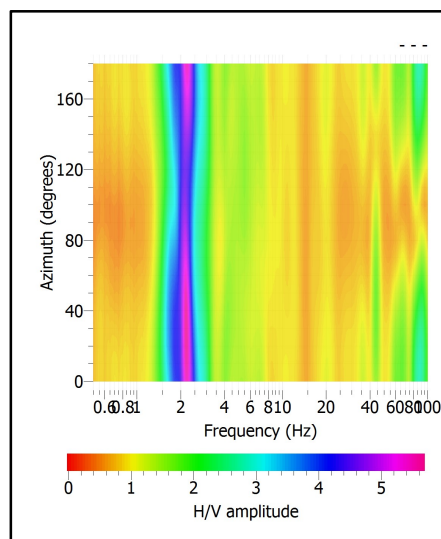
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	30	1262	2.104	0.23	5.31	1.25	ALTO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/Lw$			2.104	>	0.500		OK
$n_c(f_0) > 200$			1262	>	200		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27				OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$			5.3143	>	2	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$			0.2294	>	0.1052	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$			1.2477	<	1.5800	OK

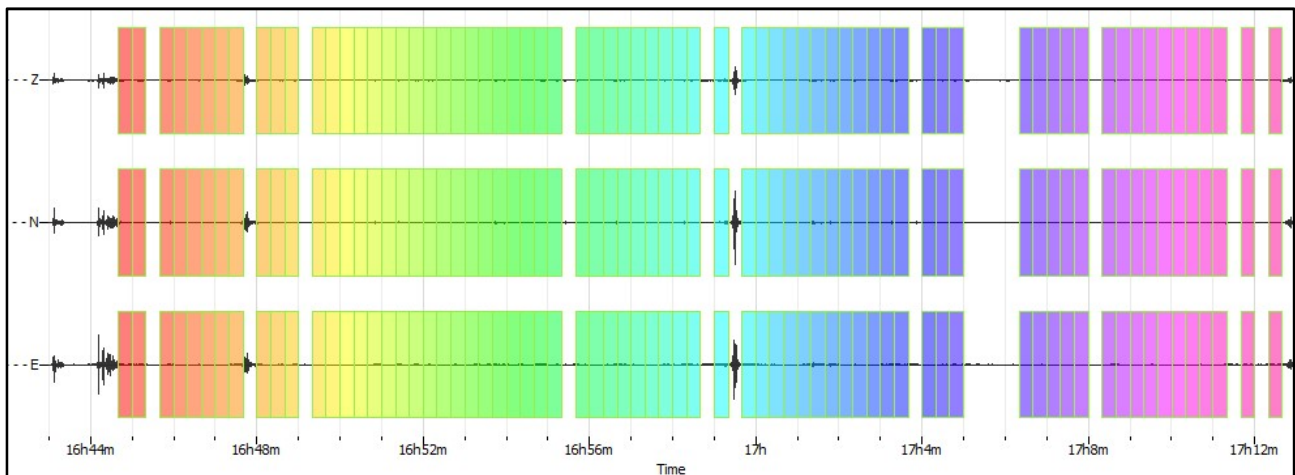
ULTERIORI CRITERI(D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum Lw$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse	SI
PLAUSIBILITA' FISICA	I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale	SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre Criteri SESAME per curva affidabile	SI

CLASSE | A1

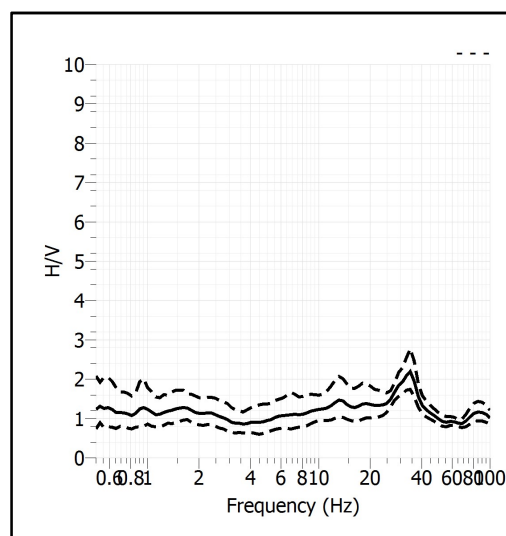
Stazione	23	
Strumento	Theremino	
Data acquisizione	Gennaio 2020	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	70 (78% del tracciato)	
Tipo di lisciamo	Konno & Ohmachi	
Lisciamo	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	NP
Ampiezza Media della frequenza	-

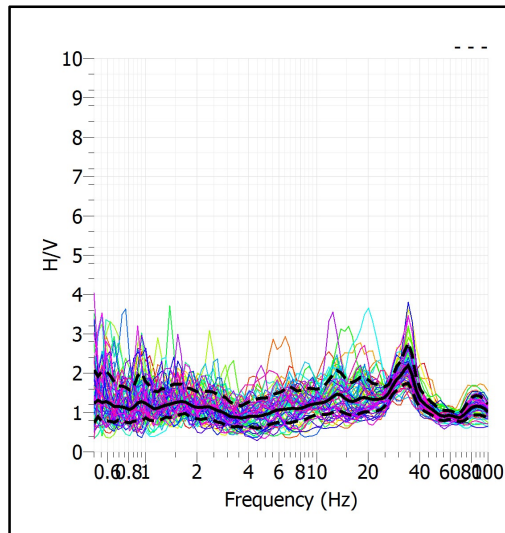
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



RAPPORTO SPETTRALE H/V



SERIE TEMPORALE H/V



CRITERI SESAME

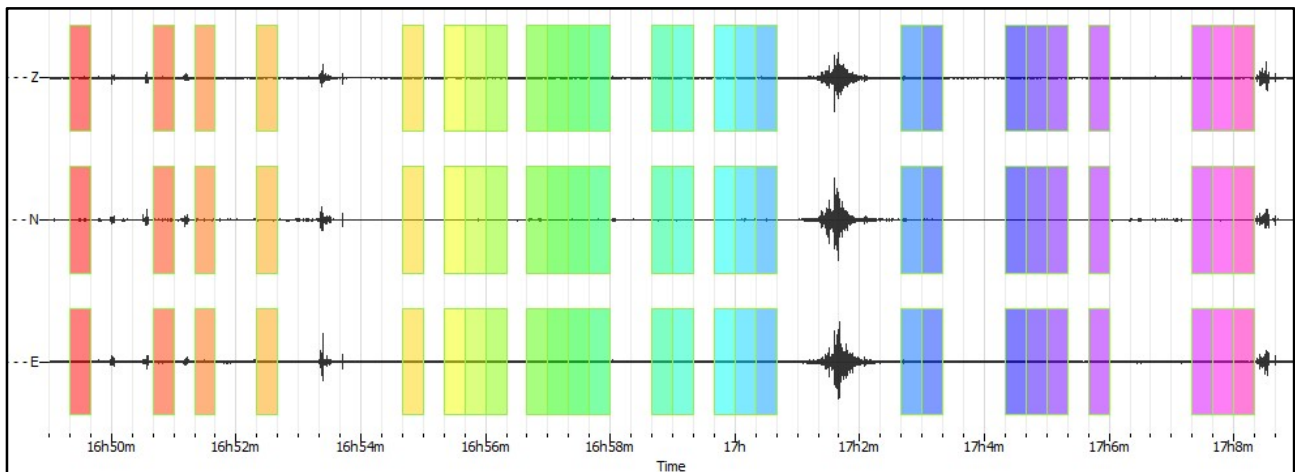
ULTERIORI CRITERI(D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum Lw$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse	SI
PLAUSIBILITA' FISICA	I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale	NO
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre Criteri SESAME per curva affidabile	NO

CLASSE A2

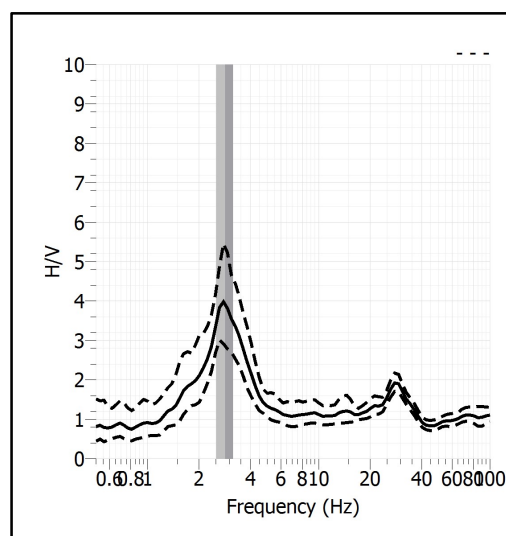
Stazione	24	
Strumento	Theringino	
Data acquisizione	Gennaio 2020	
Durata registrazione	20 minuti	
Freq. Campionamento	500 Hz	
Lunghezza finestre	20 s	
Numero di finestre analizzate	26 (43% del tracciato)	
Tipo di lisciamento	Konno & Ohmachi	
Lisciamento	40	
Orientamento strumentazione	0° N	
Terreno di misura	Suolo naturale	
Meteo	Sereno	

Frequenza del picco H/V	2.82Hz
Ampiezza Media della frequenza	3.92

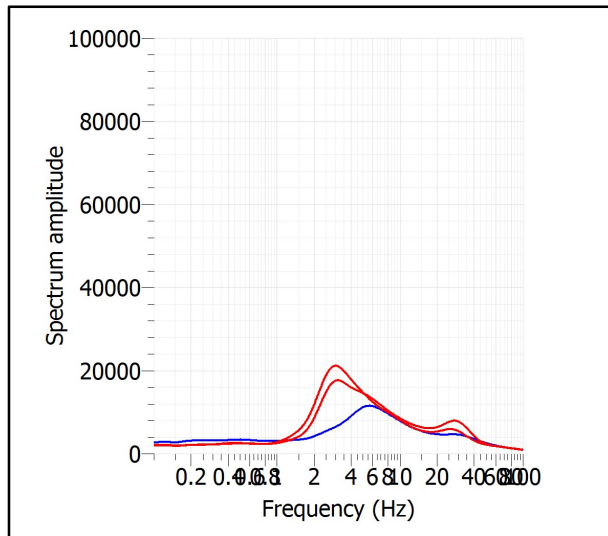
ACQUISIZIONE E FINESTRE DI ELABORAZIONE



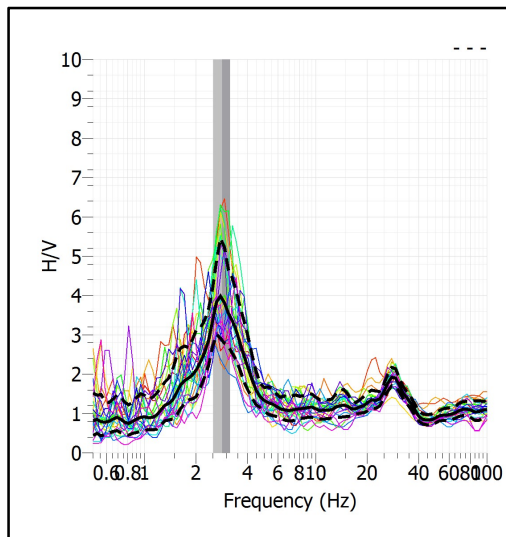
RAPPORTO SPETTRALE H/V



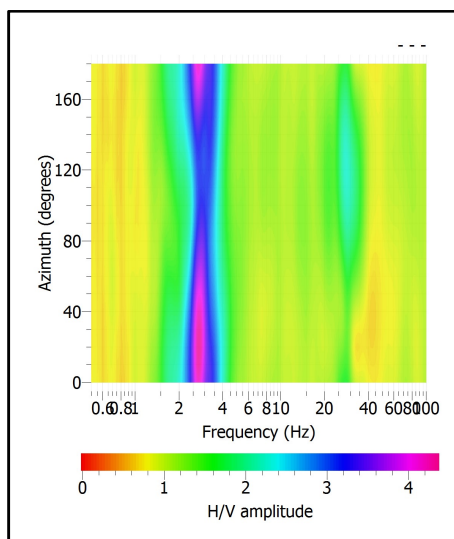
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



CRITERI SESAME

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
20.00	26	1471	2.829	0.32	3.92	1.37	MODERATO
Criteri per una curva H/V affidabile							
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]							
$f_0 > 10/Lw$			2.829	>	0.500		OK
$n_c(f_0) > 200$			1471	>	200		OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$			Superato 0 volte su 27				OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$							
Criteri per un picco H/V chiaro							
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]							
Amplitude conditions	Esiste f in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$						OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$						OK
	$A_0 > 2$			3.9232	>	2	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$						NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$			0.3203	>	0.1414	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$			1.3695	<	1.5800	OK

ULTERIORI CRITERI(D.Albarello, S.Castellaro, 2011)		
DURATA	Durata minima registrazione 20 minuti	SI
STAZIONARIETA'	% ($\sum Lw$ /durata registrazione) almeno 30%	SI
ISOTROPIA	Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo	SI
ASSENZA DISTURBI	Non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse	SI
PLAUSIBILITA' FISICA	I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale	SI
ROBUSTEZZA STATISTICA	Verificati i tre Criteri SESAME per curva affidabile	SI

CLASSE | A1